

Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2026	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "553300015"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel èmlandsheia molybden felt. Kvinesdal, Vest-Agder.				
Forfatter VanDerWel D. NGU		Dato 1981	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag Beskrivelse av molybden-mineraliseringer i èmlandsheia, Kvinesdal kommune i Vest-Agder. Bergartene i omrødet består av bündete gneiser, migmatitter og granitter / anorthositter, av prekambrisk alder. Molybden opptrer dels som impregnasjon i gneis og amfibolitt, i granitt-pegmatittører, kvarts-anorthosittører og langs stikk og slepper. Kan trolig korreleres med Knaben Molybdengruver. Prekambrium.				

UNDERSØKELSE AV
STATENS BERGRETTIGHETER

1981

OPPDRAK 1750/71A
ÅMLANDSHEIA MOLYBDENFELT
KVINESDAL, VEST-AGDER



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39 Postboks 3006
Tlf. (075) 15 860 7001 Trondheim

Postgironr. 5 16 82 32
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1750/71A		Åpen/Fortrolig til
Tittel: Åmlandsheia molybdenfelt		
Oppdragsgiver: Industridepartementet/USB		Forfatter: D. van der Wel
Forekomstens navn og koordinater: Jerdal (831/678), Rafoss (826/703) Åmland (826/719), Baskår (821/739) og Solbjør (825/746).		Kommune: Kvinesdal
Fylke: Vest-Agder	Kartbladnr. og -navn (1:50000): Hægbostad 1411 IV og Flekkefjord 1311 I	
Utført: feltarbeid juli 1979 bearbeidelse vintrene 79/80 og 80/81	Sidetall: Tekstbilag: 5 Kartbilag: 14	
Prosjektnummer og -navn: 1750, Undersøkelse av statens bergrettigheter.		
Prosjektleder: I. Lindahl		
Sammendrag: Forekomstene ble befart av ing. J. Gust og undertegnede i 1978 i forbindelse med sammenstillingen av det metallogenetiske kartet for kartblad Mandal 1:250 000. I juli 1979 ble feltet undersøkt nærmere ved geologisk kartlegging i M 1:5 000 for sammenstilling i M 1:20 000, ved bekkesedimentprøvetaking og jordprøvetaking ved Åmland. Det ble også utført gammaspektrometermålinger. Molybdenforekomstene er vesentlig knyttet til bånd med grå gneis i øyegneis. De grå gneisbåndene representerer mest sannsynlig intrusive gangsvermer der molybden allerede var tilknyttet gangen på et tidlig stadium. Molybdenglans har siden vært mobilisert, sannsynlig i tilknytting til metamorfosen av granittgangene. Innholdet og utbredelsen av molybden i 0,5-1 m mektige grå gneisbånd er ikke av en slik karakter at de kan ha økonomisk betydning. Lokale anomalier med scheelitt i bekkesedimenter bør kanskje følges opp nærmere.		
Nøkkelord	Prekambriske orthogneiser	Scheelittanomali
	Økonomisk - geologi	
	Molybden-forekomst	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHold

	Side
INNLEDNING	4
TIDLIGERE ARBEIDER	5
REGIONAL - GEOLOGISK OVERSIKT	7
Berggrunn	7
Malmgeologi	8
ÅMLANDSHEIA MOLYBDENFELT	9
Bergartstyper	9
Strukturgeologisk trekk	14
Molybdenglans-mineraliseringene	14
Gammasspektrometri	20
Kjemiske analyser av bergartsprøvene	24
Jordprøver	30
Bekkesedimenter	34
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	36
Geologi	36
Molybdenets opprinnelse	38
Økonomisk vurdering av feltet	40
Konklusjon	41
LITTERATUR	42

BILAG

1. Gammasspektrometermålinger av K, Th og U.
2. Kjemiske analyser av bergartsprøver.
3. Kjemiske analyser av jordprøver.
4. Kjemiske analyser av bekkesedimenter.
5. Tungmineralinnholdet i bekkesedimenter.

TEGNINGER

- 1750/71A - 01 Geologisk kart med beliggenheten av molybdenfore-
forekomstene M 1:50 000.
- 02 Grøfter og røsker innen det mineraliserte område,
M 1:5 000.
- 03 Geologisk kart over Åmlandsheia M 1:20 000.

- 1750/71A - 04 Frekvensfordelingsdiagrammer for gammaspektrometer-
målingene i de forskjellige bergartstyper
- 05 Lokalitetskart for jordprøvetakingen
- 06 Mo i jordprøver, M 1:50 000
- 07 Zn " "
- 08 Cu " "
- 09 Pb " "
- 10 Mo i bekkesedimenter, M 1:50 000
(lokalitetsnummer angitt).
- 11 Zu " "
- 12 Cu " "
- 13 Pb " "
- 14 Scheelitt i vaskeprøver

INNLEDNING

Åmlandsheia molybdenfelt ligger i Kvinesdal kommune i Vest-Agder fylke, i luftlinje omtrent 35 km syd for Knaben molybdengruver. Feltet er avgrenset på TEGN 1.

Forekomstene ble første gangen befart sommeren 1978 sammen med ing. J. Gust i forbindelse med sammenstillingen av det metallogenetiske kartet for kartblad Mandal i målestokk 1:250 000. De opptrer i det samme beltet med molybden-mineraliseringer som Knaben gruver.

Den geologiske kartleggingen ble utført sommeren 1979 (i målestokk 1:50 000 for sammenstilling i målestokk 1:20 000). Det ble også samlet inn bekkesedimenter og jordprøver (områdene er avgrenset i TEGN 1). Bergartenes naturlige radioaktivitet (totalfelt, K, U og Th) ble målt ved hjelp av et bærbart gammaspektrometer (Geometrics exploranium, model GR-410).

Bekkesedimentprøvetakingen ble foretatt av ing. L. Furuhaug og ing. J. Gust, jordprøvetakingen av ing. J. Gust og undertegnede, og gammaspektrometermålingene av stud. tech. O.H. Fjelltnun og undertegnede. Det ble brukt ca. 10 dager på bekkesedimentprøvetakingen, to dager på jordprøvetakingen, to dager på gammaspektrometri og omtrent to uker på den geologiske kartlegging. Undersøkelsene ble foretatt i juli måned.

Det ble søkt om muting i forbindelse med undersøkelsene, men den er ikke opprettholdt. Mutingene og mineraliseringene er angitt i TEGN 1. I denne rapporten er Åmlandsheia molybdenfelt delt opp i mindre felt med molybdenglansmineraliseringer. Disse er, fra syd til nord: Jerdal, Rafoss, Åmland, Baskår og Solbjør, alle på kartblad Hægebostad (1411 IV, M 711-serien, 1:50 000).

Som grunnlag for den geologiske kartleggingen, jordprøvetakingen og gammaspektrometermålingene ble det økonomiske kartverk i målestokk 1:5 000 benyttet (AW 010: 3 og 4, 009: 1 til 4 og 008: 1 og 2, alle i Vest-Agder). Kartsammenstillingen i målestokk 1:20 000 er basert på det økonomiske kartverket og ble utført ved reproavdelingen, NGU. Som

kartgrunnlag for bekkesedimentprøvetakingen ble kart fra M 711-serien i målestokk 1:50 000 benyttet (kartbladene Hægebostad 1411 II og Flekkefjord 1311 I).

Tegnearbeidet og mineralseparering er utført av ing. L. Furuhaug. De kjemiske analysene er utført ved Kjemisk avdeling, NGU.

TIDLIGERE ARBEIDER

Det finnes bare et fåtall rapporter om feltet i NGU's bergarkiv (Carstens 1936 og 1940, Egeberg 1940 og Bjørlykke 1963). Av rapportene fremgår det at molybdengehaltene generelt er lave. Av i alt 107 analyserte prøver fra Åmlandstunnelen (Sørlandsbanen, TEGN 01) er det høyeste innholdet i 16 av prøvene 0,11% MoS_2 . I de øvrige 91 prøver er det ikke påvist MoS_2 (Egeberg 1940). Prøvene var tatt med jevne mellomrom i tunnelen og sannsynligvis for det meste i øyegneis.

Ifølge Carstens (1936, 1940) ble det sammenstilt geologiske kart og rapporter utover det som er referert ovenfor. Det gjelder en kartskisse (1:2 000), datert den 15.9.36 (Åmland), et kart (1:1 000) datert 4.8.37 og rapporter datert henholdsvis den 6.9.37, 6.11.39 og ultimo februar 1940. Den siste med profilkart. Det har ikke lyktes å oppspore materialet og det er mulig at det er blant rapportene som ble overlatt til den russiske ambassaden i 1945 (Bjørlykke 1963). Blant disse rapportene er det også en ved stiger S. Bryn vedrørende røsking og prøvetaking for det Norske Bergselskap i 1942. Ifølge Bjørlykke har man ikke lyktes i å få rapportene tilbake fra ambassaden.

Bjørlykke (1963) avslutter rapporten med: "Omlandsfeltene viste ved befaringen meget fattige og uregelmessige impregnasjoner av MoS_2 , og ingen del av feltet synes impregnasjonene å være av den art, at det offentlige bør ofre penger på videre undersøkelser med diamantboringer".

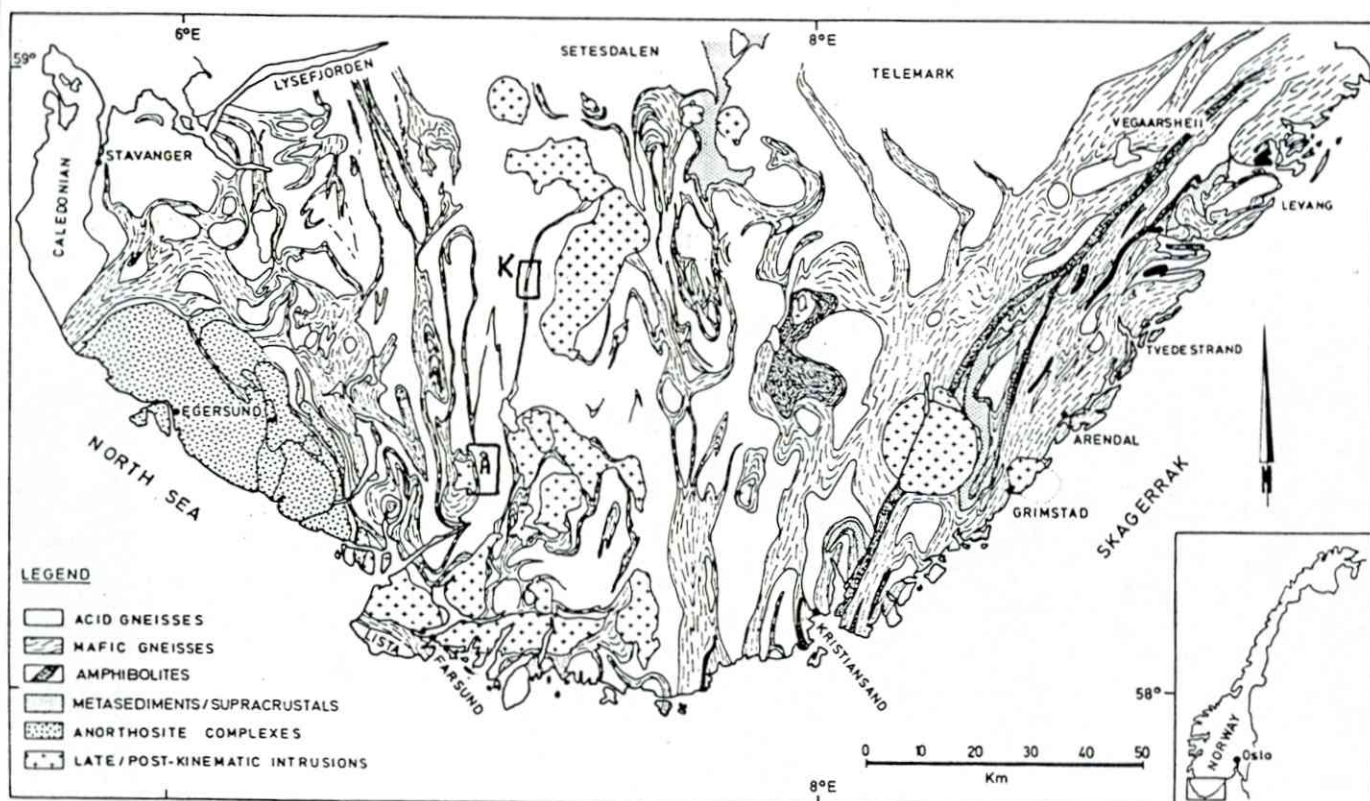


Fig. 1 Geologisk kartskisse over Sør-Norge med de viktigste lithologiske enhetene (kopi fra Falkum & Petersen 1980, fig. 1).

Åmlandsheifeltet er avmerket (Å i rektangel), Knabenfeltet er merket med K.

A. Bugge (1963) gir bare en kort oversikt over forekomstene i sin avhandling over Norges molybdenforekomster. Geis (1965) betviler at det er grunnlag for lønnsom drift for Åmland og Hamrefeltene. I den nordlige delen av feltet (Basgård, Solbjør) synes molybdenføringen noe rikere. Hos Geis (1965) er det vedlagt en kopi av et topografisk kart (1:5 000) ved Ingebrigtsen (1942). På dette kartet er forekomstene, røskene og en grovklassifisering av mineraliseringen mellom Hamre (Jerdal) og Åmland inntegnet. I TEGN 2 er dette kartet gjengitt på det nye kartgrunnlaget (1: 5000).

REGIONAL-GEOLOGISK OVERSIKT

Berggrunn

De regional-geologiske undersøkelserne på Mandalsbladet (1:250 000), er den siste 10-15 årsperioden vesentlig foretatt av danske og nederlandske grupper (Tobi 1965, Falkum 1969 og 1972, Pasteels et al. 1970, Hermans et al. 1975 og Falkum & Petersen 1980). En oversikt av eldre dato foreligger i Barth (1960).

Aldersdateringer er foretatt av bl.a. Pasteels & Michot (1975), Falkum & Petersen (1979) og Wielens et al. (1980).

Det geologiske kartet over kartblad Mandal (1:250 000) gjøres nå klar til trykking og er sammenstilt av Falkum. Ifølge Falkum & Petersen (1980) kan områdets bergarter deles opp i båndete gneiser og migmatitter, granittiske til granodiorittiske gneiser, suprakrustalbergarter tilsvarende Telemarksuiten og sen- til post-kinematiske granitter og anorthositter (Fig. 1).

Båndgneisene og migmatittene er eldst. Båndgneisene består av bånd av pyribolitt og granittisk gneis i feltets vestlige del og av bånd med biotittgneis og granittisk gneis i øst (Falkum pers. medd. 1981). Ifølge Falkum representerer båndgneisene rester etter et gammelt suprakrustalkompleks. Enkelte kalksilikat horisonter tyder bl.a. på dette.

Mesteparten av de øvrige bergartene har intrudert båndgneisene. De jevnkornete granittiske gneisene og de granittiske- til granodiorittiske øyegneisene representerer synkinematiske intrusjoner med varierende grad av deformasjon. De gir sveconorvegiske aldre, og har antageligvis intrudert over et lengere tidsintervall (Falkum og Petersen 1980).

Suprakrustalbergarter tilsvarende Telemarksuiten finnes i Mandalsbladets nordøstre del.

Sen- og postkinematiske granitter finnes i et belte fra Farsund og Mandal og nordover. Egersundfeltets anorthositter og charnocitter tilhører denne fasen. Rb/Sr-dateringer av disse gir aldre mellom 975-850 Ma (Falkum og Petersen 1980).

Falkum og Petersen (1980) presenterer en platetektonisk modell for området med en subduksjonssone sørvest for det sørlige Norge. Rogaland-Setesdalen området med bl.a. anorthosittene representerer kjernesonen i en nord-syd gående orogen (det sveconorvegiske orogene belte). Andre platetektoniske modeller gis av Torske (1976, 1977) og Berthelsen (1980).

Malmgeologi

Molybdenmineraliseringene nord for Kvinesdal ligger i et nordsyd-gående drag med granittisk gneis og øyegneis. Det opptrer også tynne drag med båndgneis og migmatitt.

Andre molybdenglansforekomster innen Mandalsbladet (1:250 000) finnes i Ørsdalen (med scheelitt og wolframitt (ferberitt)), i området Lundevatn-Sirdalsvatn og ved Flottorp.

A. Bugge (1963) gir en fylldig oversikt over molybdenforekomstene som fortsatt er aktuell. Andre oversiktsarbeider er ved Foslie (1925), Geis (1965, 1966) og J.A.W. Bugge (1978). Lokale oversikter og beskrivelser finnes i Leake (1972), Urban (1971, 1974), Hopfengärtner (1974), Lysberg (1976), Nordrum og Sørødal (1978) og Olerud (1980 a, b).

Molybden opptrer på forskjellige måter: (1) som impregnasjon i jevnkornet grå gneis og amfibolitt, (2) langs foliasjonsplan i jevnkornet grå gneis, (3) i granitt-pegmatittårer og/eller langs kontakten til sidesten, (4) i granitt-aplittårer og/eller langs kontakten til sidesten, (5) i kvartsårer og/eller langs kontakten til sidesten, (6) i anorthosittårer (Bugge 1963) og (7) langs stikk/slepper.

Knaben II-forekomsten er av impregnasjonstypen (type 1 og 2) med overgang til kvartsåretypen i syd, Knaben I-forekomsten er en ren

kvartsåretype og Kvina-forekomsten er av kvartsåretypen med overgang til pegmatitt-typen (A. Bugge 1963).

I tillegg til molybdenglans opptrer det små mengder av kobberkis, sovelkis og magnetkis og spor av sinkblende og blyglans. I enkelte tilfeller er det dannet en ubetydelig rusthinne på de mineraliserte bånd.

ÅMLANDSHEIA MOLYBDENFELT

Bergartstyper

Resultatet av den geologiske kartleggingen på Åmlandsheia sommeren 1979 er gjengitt i TEGN 3 (1:20 000). Enhetene beskrives nedenfor.

Båndgneis/migmatitt

Amfibolittiske bånd som opptrer i veksling med bånd av granittisk gneis svarer sannsynligvis til Falkums båndgneis. De amfibolittiske båndene er lineerte, jevnkornet (noen ganger med feltspat porfyroblaster), middels til finkornet og inneholder varierende mengder av biotitt. De granittiske bånd er som regel middelskornet og finnes som uregelmessige lag/årer. De er massive og fører kvartslinser.

I migmatittene nord for Sandvatn, opptrer det kvarts-feltspat hornblende aggregater i granittiske bånd. Aggregatene representerer retrograderte granater.

I tillegg finnes også kvartsdiorittiske bånd med biotitt som det viktigste mafiske mineral.

Granittisk gneis

Det er to typer granittisk gneis. Den ene typen opptrer som et sammenhengende homogent massiv i feltets østlige del (rød gneis). Den andre typen (grå gneis) opptrer som slirer og bånd i øyegneisen i den vestlige delen (TEGN 3).

Gneisene er jevnkornet, svak rød til grå (spesielt når den fører kis), svært homogen og lite foliert. Lokal bånding finnes og skyldes variasjoner i kvarts/feltspat innholdet. Det finnes gradvise overganger mellom grå gneis og øyegneis.

På grunn av molybdenglansføringen er det den grå gneisen som har vært studert i størst detalj. Hovedmineralene er mikrolin, kvarts og plagioklas (oligoklas: An_{11-21}) med mindre mengder av biotitt og kloritt. I bergartsslip er biotitten for det meste brun, men det opptrer også grønne varianter. Kvartsinnholdet er høyere enn i øyegneisen. Kornstørrelsen er vanligvis mellom 2-3 mm. Foldning er observert kun i mikroskopisk skala, bl.a. på grunnlag av biotittflak og molybdenglansflak.

Kvarts og feltspat danner tildels myrmekittiske sammenvoksninger. Det opptrer minst to generasjoner av hovedmineralene. F.eks. opptrer kvarts dels med rette og dels med suturerte korngrenser i samme bergartsprøve.

Feltspat (spesielt plagioklas) er sericittisert. Kloritt opptrer lokalt som omvandlingsprodukt av biotitt, og langs sprekker i magnetitt og rundt svovelkis.

Blant aksessoriene opptrer magnetitt, ilmenitt, hematitt og zirkon. I mineraliserte områder finnes dessuten molybdenglans, svovelkis, magnetkis og kobberkis med spor av sinkblende. Ertsinnholdet i de mineraliserte bånd er vanligvis under 1 %. Av dette utgjør molybdenglans i underkant av 0,1-0,2% (lokalt opp mot 0,5%).

Væske- og gassinneslutninger og rutilnåler i kvarts er utbredt. En enkelt gang er det observert en inneslutning som muligens kan være anatas (det er også funnet anatas i tungfraksjonen fra bekkesedimentene, se BILAG 5). Også molybdenglans og hematitt finnes langs sprekker og innesluttet i kvarts.

Ertsmineralene er vanligvis konsentrert langs foliasjonsplan. Ilemenitt-hematitt avblandinger opptrer (hemoilmenitt). Deres kornstørrelse er som regel mindre enn 0,5 mm.

I gneisen opptrer det pegmatitt, granitt og kvartsårer. Kvartsårene er tildels molybdenglansførende.

Øyegneis

Øyegneisen er rødlig og har for det meste en ensartet tekstur. Lokalt er det utviklet en bånding. Ved Solbjørvannet f.eks. består båndingen av en veksling mellom biotittgneis og øyegneis (Fig. 2). Båndene med biotittgneis er 0,5-1 m mektige og fører tynne slirer med øyegneis. Det finnes overganger mellom øyegneis og granittisk gneis. En enkelt gang ble det observert inneslutninger av granittisk gneis i øyegneis.

Ganger og årer (aplitt, pegmatitt, kvarts) finnes også i øyegneisen. Kvartsårene har overveiende en Ø-V retning.

Hovedmineralene er kvarts og mikrolin med mindre mengder av plagioklas (normativ oligoklas An 20-26), biotitt og hornblende. Aksessoriene er magnetitt, ilmenitt, titanitt, hematitt, kobberkis, magnetkis, zirkon og apatitt. Lokalt opptrer noe kloritt. Epidot finnes på druserom.

Myrmekittiske sammenvoksninger mellom kvarts og plagioklas (spesielt i randsoner av plagioklaskorn) er vanlig.

Både mikroklin og plagioklas er sericittisert, omvandlingen er mest markant i store mikroklinkorn. Det opptrer to generasjoner med kvarts: en fase med undulerende utslokning opptrer i udeformert kvarts.

Hornblende er dels omvandlet til kloritt og biotitt. Magnetitt er omvandlet til hematitt langs kløvplan.



Fig. 2: Båndet øyegneis-biotittrike bånd opptrer i veksling med bånd av øyegneis. Nordøst for Solbjørvannet.

Grunnmassens kornstørrelse er mellom 0,5 og 3 mm. Feltspatøynene er opptil 5 cm store og består vesentlig av mikroklin. Også plagioklas finnes utviklet som øyner. Øynenes form varierer fra rektangulært til langstrukken linseform i snitt. Det ble gjort et forsøk på å skille ut soner i øyegneisen på grunnlag av øynenes form uten at dette førte frem til noe systematisk. Rundt porfyrene opptrer det en randsone (1-1,5 mm bred) med meget små korn (<0,5 mm) av kvarts og feltspat.

Biotitt og erts utgjør tilsammen vanligvis omkring 5% av bergarten (opptil 10%).

Det vanligste er at mineralene er orienterte. I øyegneis med en liten grad av parallell-orientering av mineralene er mikroklinkrystallene rektangulære.

I enkelte tilfeller er det to orienteringer av mineralene. En veldefinert orientering av kvarts og feltspat og en lite utviklet orientering definert av de mafiske mineralene.

Av det som nevnt ovenfor fremgår det at deformasjonen av øyegneisen er vekslende. Det finnes lokale småfolder med en bølgelengde på 4-5 cm. Sentektoniske deformasjoner har ført til biotittdannelse langs skjærsoner og tensjonssprekker med retning NØ-SV.

Årer og ganger

Granitt-, pegmatitt- og kvartsårer opptrer i alle bergartstyper.

Granittårene er som regel middels- til finkornet. Enkelte av årene har Ø-V til NØ-SV orientering med et steilt fall. Årene er vanligvis omkring 1-5 cm brede. Større ganger (80 cm brede) og små intrusjonslegemer finnes f.eks. ved Jerdal. Granitten ved Jerdal er udeformert og porfyrisk både med hensyn til feltspat og amfibol. Den skiller seg i så henseende ut fra de øvrige granittårene.

Mindre granittganger kan i enkelte tilfeller sees å ha gått ut fra større kvarts/feltspat ansamlinger (bl.a. i en båndet amfibolitt).

I ett tilfelle dannet granittgangene et rutemønster (ca. N-S og Ø-V) i øyegneis.

Granittårene har forskjellig alder og opprinnelse. Noen er knyttet til migmatittiseringsprosesser, mens f.eks. granittlegemet ved Jerdal er sannsynligvis knyttet til sentektoniske eller posttektoniske granittintrusjoner. Også kryssende granittårer viser aldersforskjellene.

Pegmatittene er for en stor del orientert i øst-vestlig retning med steilt fall både mot nord og syd. Bredden på gangene varierer fra noen desimeter til opptil flere meter. De er vanligvis rødfarget og i ett tilfelle er det observert thoritt (påvist med optisk spektrograf og røntgen opptak av oppvarmet pulver).

Kvartsårene har varierende orientering (bl.a. NV-SØ og NØ-SV). De er som regel bare noen få cm brede, men ved Jerdal opptrer det en stor linse som det er drevet en skjæring og en liten synk i. Linsen viser overganger til pegmatitt og fører spor av svovelkis. Noen av kvarts-

linsene er beviselig yngre enn granittårene, da de skjærer disse.

Kvartsårene er som regel sterile, bare en sjelden gang har de synlig molybdenglans knyttet til seg.

Strukturgeologiske trekk

Foliasjonen i feltet er for det meste dårlig utviklet og derfor foreligger det også bare et relativt beskjedent antall strøk og fall målinger.

Polene til de observerte foliasjoner/båndinger for hele feltet er tegnet inn i fig. 3A. En konturering av polene er gitt i fig. 3B. Som det fremgår av konturdiagrammet har polenes fordeling en monoklin symmetri (med speilplan ca. Ø-V og en symmetriakse med et slakt fall mot nord). Da det bare er 33 målinger som ligger til grunn for diagrammet kan det ikke trekkes for store konklusjoner ut av det. Men målingene viser at feltet strukturelt sett er relativt homogent og at hoveddeformasjonen skjedde langs en NNØ-SSV-gående foldningsakse med et slakt fall mot nord.

Sprekkeretningene er tegnet inn i et rosedigram i fig. 4. Retninger innen 50^o intervaller er slått sammen. Øst-vest og nordøst-sørvest retningene er mest hyppige (NB rosedigrammet angir frekvensen for polene til sprekkeplanene).

Molybdenglansmineraliseringene

Feltobservasjoner

De registrerte mineraliseringene er tegnet inn på det geologiske kartet (TEGN 1 og 3). Feltene er henholdsvis Jerdal, Rafoss, Åmland, Baskår og Solbjør. Tidligere undersøkelser er foretatt ved røsking og grøfting og det er anlagt skjæringer, stoller og synker. Grøfting og røsking er foretatt både i granittisk gneis og øyegneis. Molybdenglans er vesentlig knyttet til tynne bånd med grå gneis (opptil 1 m mektig) som opptrer i øyegneis (TEGN 3).

A

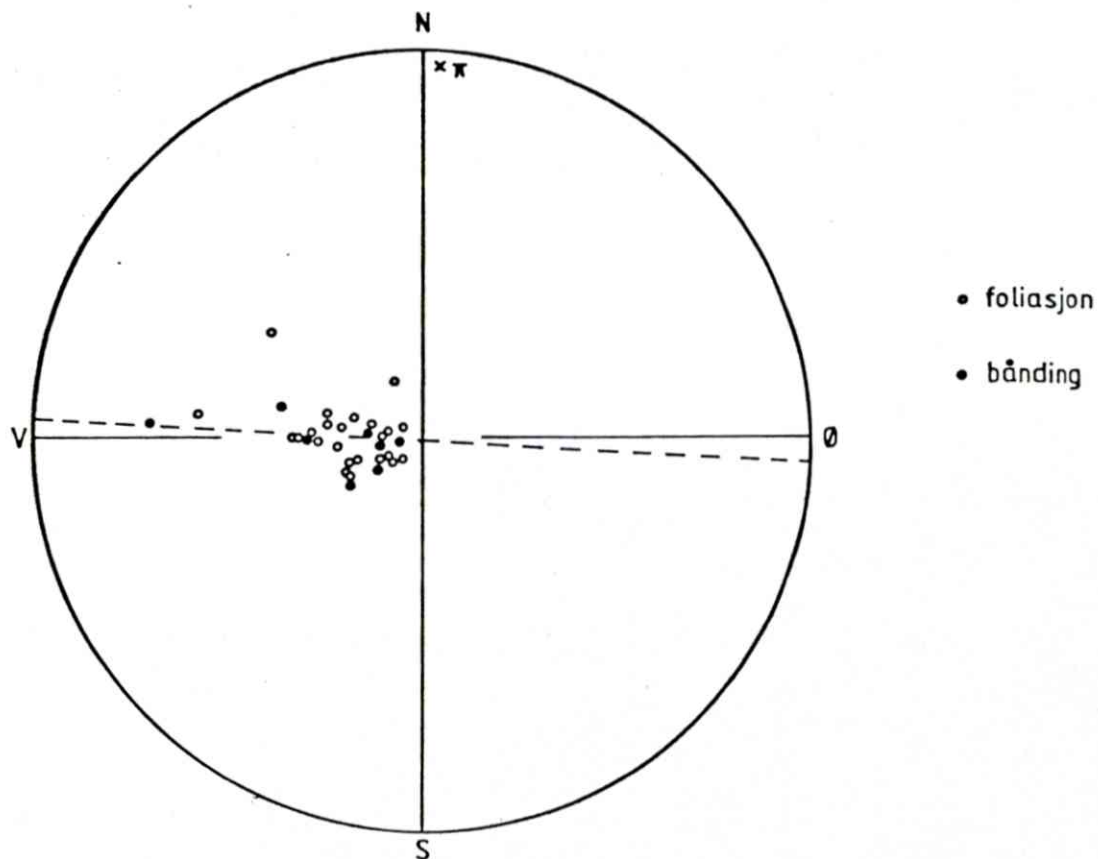


Fig. 3 A: Foliasjon og bånding for samtlige bergartstyper i fjellet (33 målinger) med konstruert foldeakse.

B

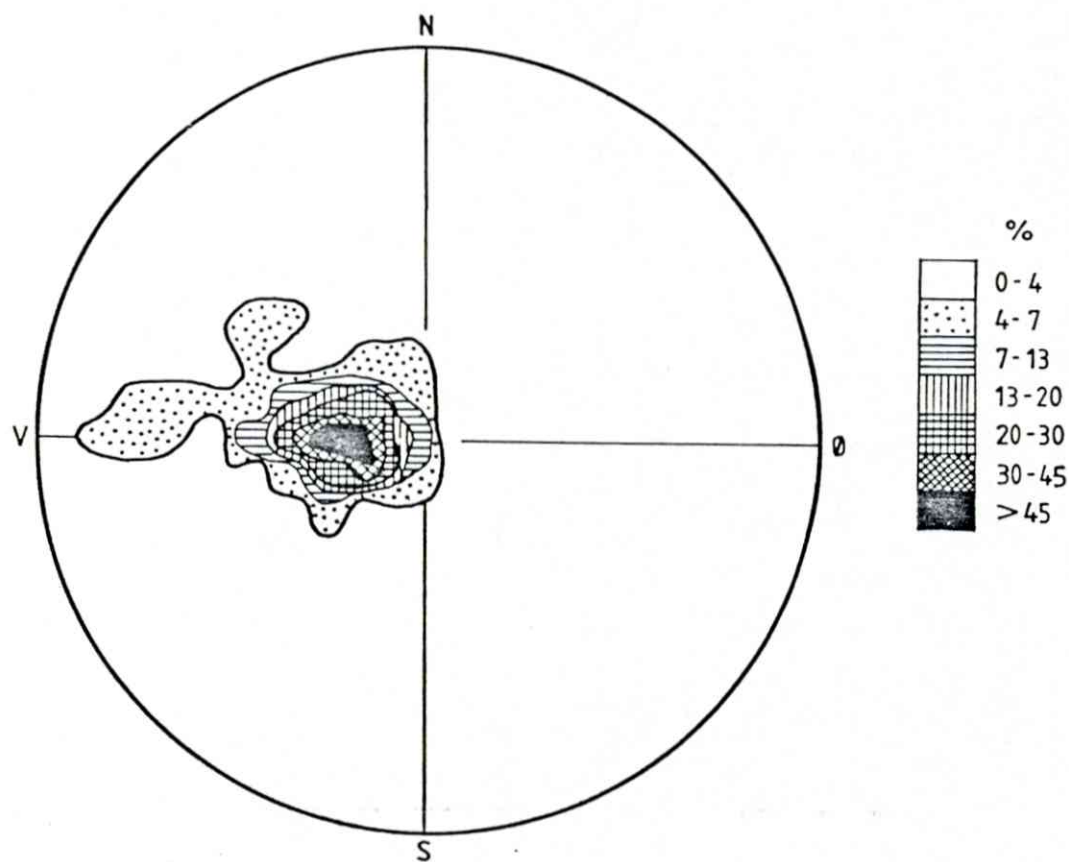


Fig. 3 B: Konturdiagram for målingene i fig. A.

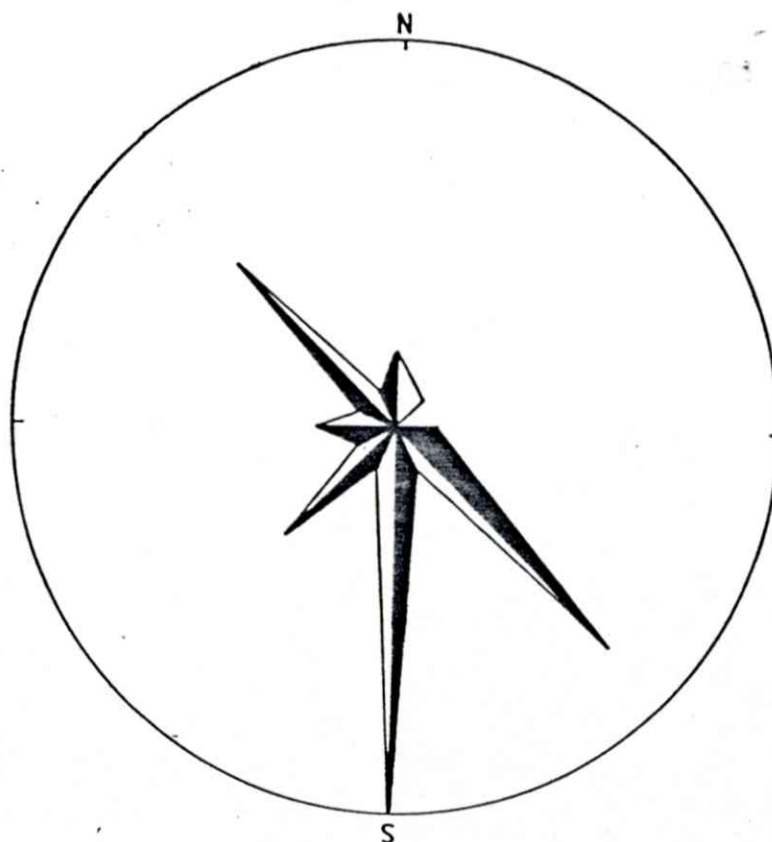


Fig. 4: Rosediagram av observerte sprekkeretninger i felt. Frekvensen innenfor 50^g intervaller, ialt 16 målinger.

Jerdal

Ved Jerdal er det foretatt forholdsvis omfattende undersøkelsesarbeider.

Ved skjerp nr. (1) (TEGN 1) ble det ikke påvist molybdenglans ved befaring. Det er drevet en ca. 6 m lang skjæring langs en kvarts-gang i øyegneis. Innerst er det foretatt en noen få meter dyp avsenkning. Kvartsgangen er feltspatførende og det er overganger til pegmatitt. Gangen er over 3 meter mektig og stuper 30-40^g mot NV. Det opptrer spor av svovelkis både i gangen og i den omkringliggende øyegneis.

Ved skjerp nr. (2) (TEGN 1) er det en 13 m lang stoll med en 10 m lang skjæring, en 23 m lang skjæring, samt en mindre skjæring med stoll og to grøfter (45 og 25 m). Ved (3) er det en ca. 10 m lang stoll med tverrgang, ved (4) en 5-6 m lang stoll og ved (5) en 5-6 m lang slepesynk.

Ved (2-5) opptrer molybdenglans sammen med svovelkis og i mindre mengder også med kobberkis, samt magnetkis og spor av sinkblende.

Molybdenglans finnes som impregnasjon langs foliasjonsplan sammen med biotitt/kloritt og oksyder og langs sprekker. Det opptrer som en jevn impregnasjon, gjerne med en større konsentrasjon langs foliasjonsplan. I ett tilfelle opptrådte molybdenglans som impregnasjon i grå gneis langs konkordante kvartslinser.

Det er meget sannsynlig at skjerpene (3-5) og muligens også nr. (2) opptrer i det samme båndet med grå gneis (TEGN 3). Forholdet lar seg ikke entydig påvise på grunn av overdekke.

Lokalt finnes det rust på vertsbergartenes overflate, men alltid i et beskjedent omfang (ikke iøyenfallende).

Rafoss

Her finnes flere små øst-vestgående grøfter. Molybdenglansmineraliseringen er ubetydelig.

Åmland

Feltet omfatter skjerpene (8-13), nord og sør for Åmlandstunnelen. Det er ikke foretatt undersøkelsesarbeider annet enn ved grøfting, røsking, grunne avsenkninger og ved systematisk prøvetaking i jernbanetunnelen.

Molybdenglans opptrer også her som jevn impregnasjon og/eller konsentrert langs foliasjonsplan. Sjeldnere opptrer det langs sprekker.

Baskår

Feltet omfatter to skjerp (nr. 14). Molybdenglans opptrer langs stikk i tynne bånd med granittisk gneis.

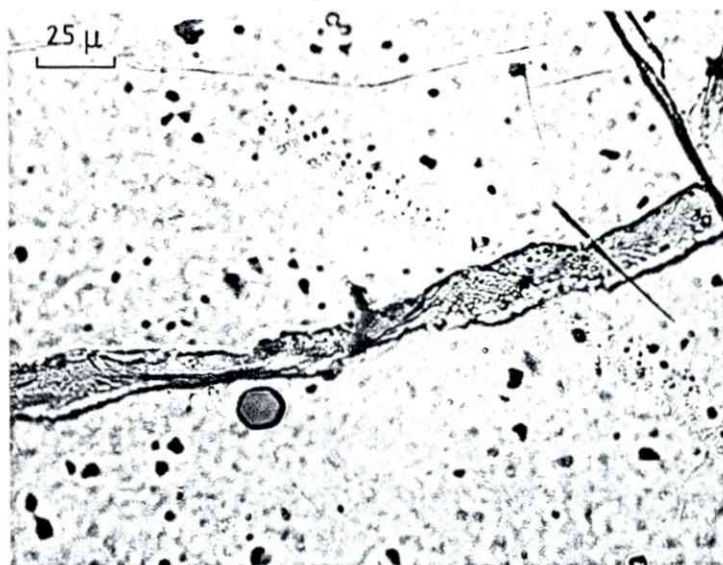


Fig. 5: Molybdenglanskrystall i væskeinneslutning i kvarts. Polert tynnslip, pålyst+gjennomfallende lys olje.

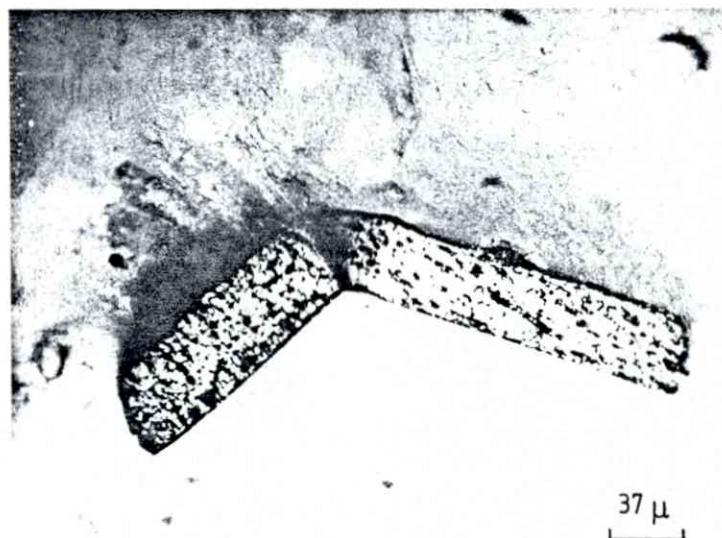


Fig. 6: Foldet molybdenglans i kvarts med undulerende utslokning i ombøyningen. Polerslip, pålys, delvis kryssende nikols, olje.

Solbjør

Skjerpene (15) er små og ubetydelige. Det er mulig at noen av skjerpene er neddemt. Også her dreier det seg om spredte små mineraliseringer i tynne bånd med grå gneis.

Observasjoner i slip

Molybdenglans opptrer dels parallelt med foliasjonen og dels uorientert og spredt. Det finnes både i interstitial, intergranulær og intragranulær stilling. Fra flere av flakene utgår det små sprekker. Dette kan tyde på at molybdenglans er tilført og utfelt fra løsning. At løsninger har vært aktive i forbindelse med molybdenets dannelse kan dokumenteres ved hjelp av fig. 5, der det vises et fotografi av en væskeinneslutning i kvarts med molybdenglans.

Molybdenglansflakene er dels foldet (undulerende utslokning i ombøyningen fig. 6).

Foruten molybdenglans opptrer svovelkis, kobberkis, ilmenitt, magnetitt og spor av magnetkis og sinkblende. Kisfasene opptrer dels på årer som danner en enhet med større korn i enden av årer. Dette tyder på at de kan være tilført fra en ekstern kilde eller at de i det minste har vært mobilisert innen bergarten. Kobberkis opptrer for det meste på årer.

Molybdenglans opptrer vanligvis i flak fra 0,2-1 mm i diameter. Vanligvis er innholdet under 0,1 %.

Kornstørrelsen på svovelkis er vanligvis under 0,5 mm (opptil 2 mm). Det er således som regel den mest fremtredende ertsfasen (opptil 2 %).

Kobberkis opptrer i meget små korn (mindre enn 0,2 mm) og i konsentrasjoner under 0,05 %.

Ilmenitt og magnetitt opptrer med opptil 0,5 %. Rutilnåler i kvarts er utbredt.

Gamma spektrometri

I et forsøk på om mulig å skille mellom molybdenglansførende granittisk gneis, steril granittisk gneis og øyegneis ved geofysiske metoder ble det målt en rekke profiler med et gamma spektrometer (type GR-410, Geometrics exploranium). Instrumentet måler stråling i fire kanaler: Totalfelt; K (K40), U (Bi 214) og Th (Tl 208).

Det ble målt i 120 sekunder, bakgrunnsmålingene ble foretatt over myr. Måleresultatene med koordinater for målepunktene og bergartstype er oppført i BILAG 1. Frekvensfordelingen for elementene og deres innbyrdes forhold i de forskjellige bergartstypene er gjengitt i TEGN 4.

Metodens pålitelighet

For å oppnå sammenlignbare måleresultater må en rekke krav være oppfylt. Her kan nevnes bart fjell, en plan horisontal flate som helst bør være over 1 m², jevne temperaturforhold og fuktighetsgrad. Vertikale/skrå fjellsider i nærheten av målepunktet vil øke strålingen. Selektiv utluting av en eller flere av de aktuelle elementene vil også påvirke resultatet.

Under målingene viste det seg å være endel "drift" i instrumenter, og dette har sannsynlig påvirket resultatet.

Ved omregning fra telletall til ppm (%) inngår det korreksjonskonstanter og følsomhetskonstanter i formlene. Omregningsformlene er:

$$\text{Th(ppm)} = \frac{C_{\text{Th}} - C_{\text{ThBG}}}{\text{Th(sens)}}$$

$$\text{U(ppm)} = \frac{(C - C_{\text{UBG}}) - \alpha (C_{\text{Th}} - C_{\text{ThBG}})}{\text{U(sens)}}$$

$$\text{K (\%)} = \frac{(C_{\text{K}} - C_{\text{KBG}}) - \beta (C_{\text{U}} - C_{\text{UBG}}) - \gamma (C_{\text{Th}} - C_{\text{ThBG}})}{\text{K(sens)}}$$

α , β og γ er korreksjonskonstanter for interferens av henholdsvis Th stråling i uran kanalen og for Th- og U-stråling i K-kanalen. $\alpha = 0,62 - 0,025$, $\beta = 0,68 - 0,120$ og $\gamma = 0,83 - 0,170$. C_X angir tellingene i henholdsvis Th, U og K kanalen (C i tellinger/minutt = CPM).

C_{XBG} angir bakgrunnstellingene i de respektive kanalene (i CPM).

$X_{(sens)}$ er følsomhetskonstanter for henholdsvis Th, U og K.

Verdien av disse er:

$$Th_{(sens)} = 7,5 \pm 0,17 \text{ CPM/PPM}$$

$$U_{(sens)} = 20,5 \pm \text{CPM/PPM}$$

$$K_{(sens)} = 154 \pm \text{CPM/\%}$$

Usikkerheten i $K_{(sens)}$ er så stor at minimum- og maksimum verdi vil vise et avvik på nærmere 100 %.

Et overslag over den samlede effekt av usikkerheten for K-innholdet kan illustreres ved et eksempel:

$$C_K - C_{KBG} = 854, C_U - C_{UBG} = 125 \text{ og } C_{Th} - C_{ThBG} = 109$$

Det beregnede innhold er 4% K, 2,7 ppm U og 12,0 ppm Th

$$K\% = \frac{854 - (0,68 \pm 0,12) \times 125 - (0,83 \pm 0,17) \times 109}{(154 \pm 50)}$$

Minimumverdi: 3%, maksimumverdi 7%.

Den største andelen av usikkerheten ligger i $K_{(sens)}$. Tallene viser at K-resultatene oppnådd ved gammaspektrometer: i beste fall kan brukes til innbyrdes sammenligning.

En ytterligere kompliserende faktor ligger i det forhold at konstanter endrer seg betydelig ved et innhold av U og Th over 200-300 ppm. Også denne effekten virker mest inn på K-resultatet, og er minst merkbar på Th.

Måleresultatene

K-innholdet er lavest i pegmatittene og høyest i granittisk gneis og

grå gneis, mens det i øyegneisen ligger et sted imellom (TEGN 4). De lave K-verdiene i pegmatittene tilskrives det relativt høye innhold av U og Th - og de dermed sammenhengende avvik i korreksjonskonstantene.

I tabell 1 er gjennomsnittsverdiene for feltmålingene og laboratorieanalysene satt opp til sammenligning. Gjennomsnittene for granittisk gneis er i begge tilfellene 0,4 % høyere enn de for øyegneis, men det er et avvik på 0,3 % mellom gammaspektrometermålingene og laboratorieresultatene.

I tabellen er også måleresultatene for endel enkeltlokaliteter angitt. Som regel er gammaspektrometermålingene høyest, men avviket er ikke systematisk.

U-innholdet er noenlunde likt for alle gneisbergartene, men noe høyere i pegmatittene. (De høyeste måleresultatene har falt ut p.g.a. problemer med korreksjonskonstantene).

Th-innholdet i granittisk gneis og grå gneis er noe lavere enn i øyegneis. Pegmatitten viser høye verdier (de høyeste måleresultatene har også her falt ut).

Forholdet U/Th er lavest i pegmatittene. U/K og Th/K forholdene er misvisende for pegmatittene p.g.a. deres høyere U-Th innhold og de dermed sammenhengende endringer i korreksjonskonstantene. Gneisene viser et ganske identisk bilde, bortsett fra Th/K-forholdet der øyegneisen skiller seg ut ved et noe høyere innhold og et snevrere intervall.

Konklusjonen må være at målingene ikke kan benyttes til å skille mellom gneistypene. Forskjellene er for små og i tillegg kommer at det i de fleste tilfellene er overlappende verdier. Som en kunne vente skiller pegmatittene seg best ut.

Bergart	Gammapektrometer målinger i felt	Kjemisk analyse (røntgen fluorescens)	Differanse
gran.gneis (gjennomsnitt)	5,1 % (27) *	4,8 % (16) *	- 0,3 %
" " lok.111	6,8	4,9	- 1,9
113A	4,9	5,6	+ 0,7
121	6,7	4,7	- 2,0
193A	3,4	4,2	- 0,8
193B3	3,4	4,8	+ 0,8
øvegneis (gjennomsnitt)	4,7 (25) *	4,4 (7) *	- 0,3
121	6,7	4,7	- 2,0

* antall prøver i gjennomsnitt.

Tabell 1. Tabell over K₂O innholdet i granittisk gneis og øvegneis
Til sammenligning gis både verdiene ved gammapektrometri og
røntgenfluorescens.

Kjemiske analyser av bergartsprøvene

Hovedelementer

Det ble sendt i alt 23 prøver til kjemisk analyse ved NGU. Analysene ble utført ved hjelp av røntgenfluorescens. Prøvene representerer et utvalg av grå granittisk-gneis bånd i øyegneis (vesentlig fra molybdenførende soner), øyegneis og pegmatitt. Resultatet er gjengitt i BILAG 2 og fig. 7.

I diagrammet i fig. 7 er det tatt med 3 analyser fra Knaben II til sammenligning fra A. Bugge (1963). Øyegneis og grågneis faller (med unntak av K_2O) i to forskjellige grupper. Øyegneisen har en tilnærmet intermediær sammensetning, mens den grå gneisen er karakterisert ved et høyt innhold av SiO_2 . Med hensyn til hovedelementinnholdet er pegmatitten meget lik grå gneis.

I fig. 8A-C er analysene både fra Åmlandsheia og fra Knaben området (Lysberg 1976) inntegnet med hensyn til komponentene (Na_2O+K_2O), Fe_2O_3 (sum FeO og Fe_2O_3) og MgO . Fig. 8A gir punktene for øyegneis og feltene for grå gneis og rød gneis. I fig. 8B og 8C gis punktene for henholdsvis rødgneis og grågneis.

De tre bergartstypene faller langs hver sin linje. Størst spredning viser de grå gneisene fra Knaben området. Figur 8A-C synes å slå fast at bergartstypene er forskjellige med hensyn til $MgO/(MgO+Fe_2O_3)$, men at dette forholdet er noenlunde konstant innbyrdes for hver av de tre typene. Bemerkelsesverdig er kontrasten mellom grå gneis og rød gneis. Øyegneisen er minst anriket på alkalimetallene.

I fig. 9 A-C er de samme analysene gjengitt med hensyn til Na_2O , K_2O og CaO . Fig. 9A gir punktene for øyegneis og områdene for rød- og grå gneis, mens punktene for de granittiske gneisene er gjengitt i henholdsvis fig. 9B og C.

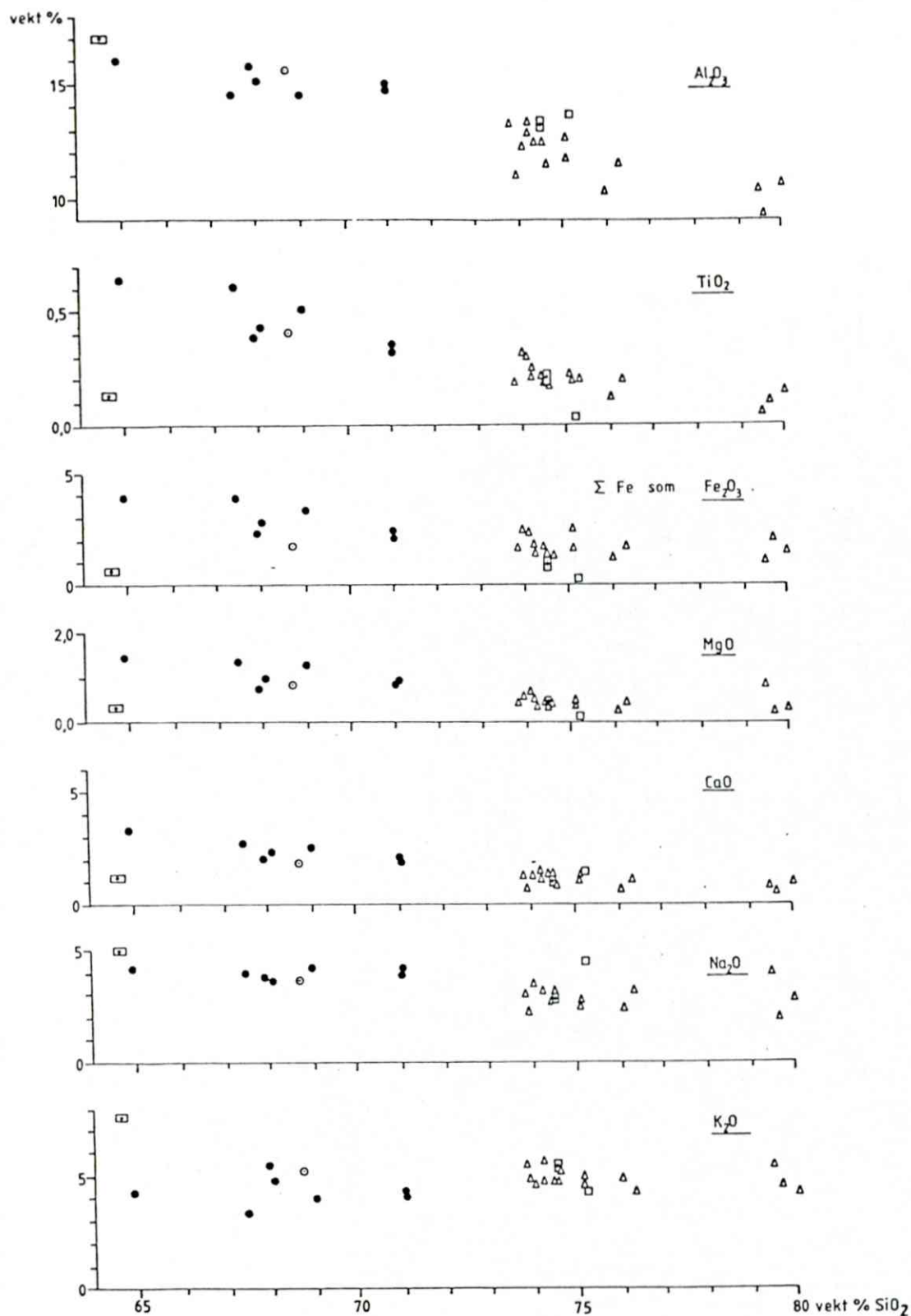


Fig. 7: Kjemiske analyser av hovedelementene fra 24 bergartsprøver gjengitt i et Harkers-variasjonsdiagram. Lukkede sirkler: øyegneis, trekanter: granittisk gneis, firkant: pegmatitt. Tre analyser fra Knaben II, vertikal rektangel: aplitt gang, horisontal rektangel: gangfjell.

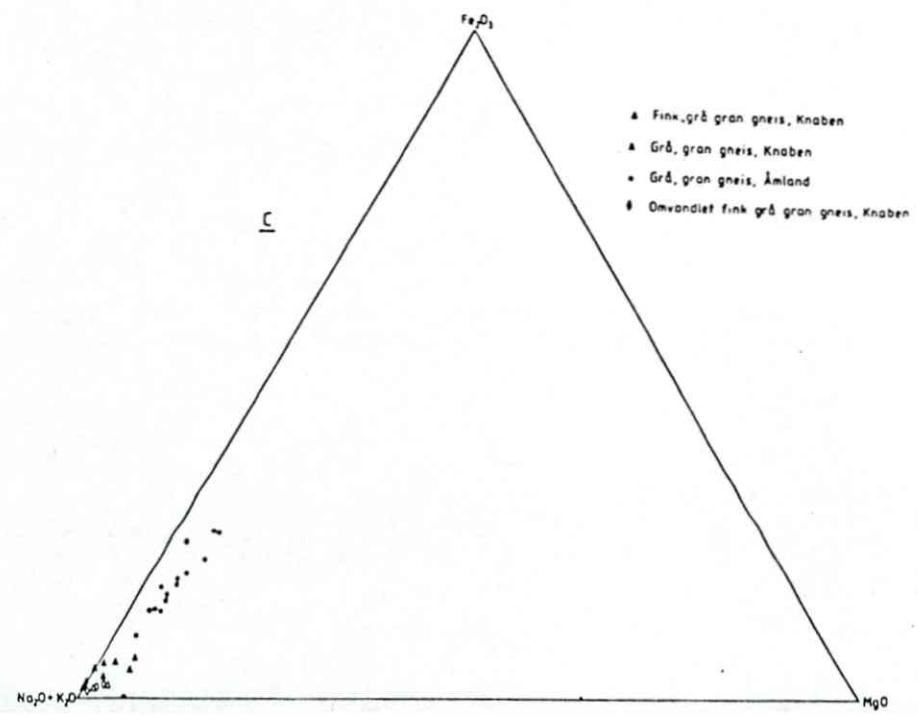
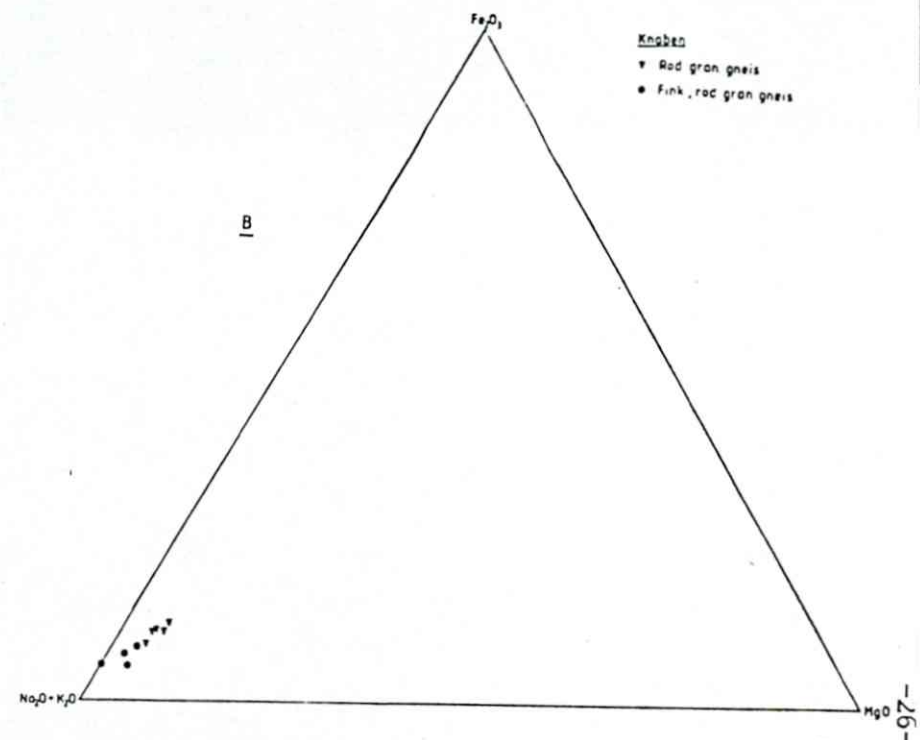
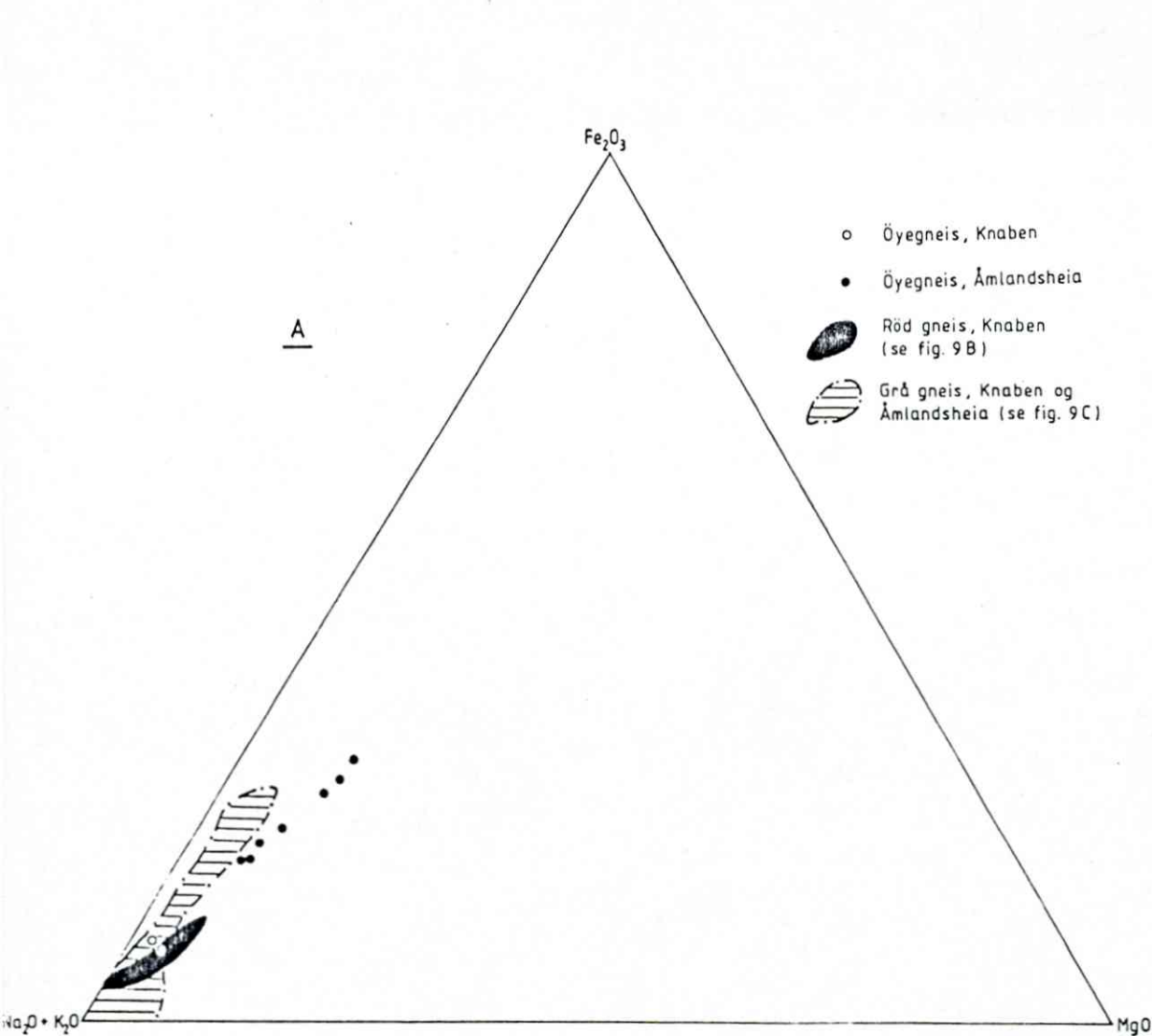


Fig. 8: Trekantsdiagrammer for forholdene mellom $(Na_2O + K_2O) - Fe_2O_3 - MgO$ i de forskjellige bergartene på Åmlandsheia og fra Knaben.

- A. Øyegneis med feltene for rød gneis og grå gneis
 B. Rød gneis
 C. Grå gneis

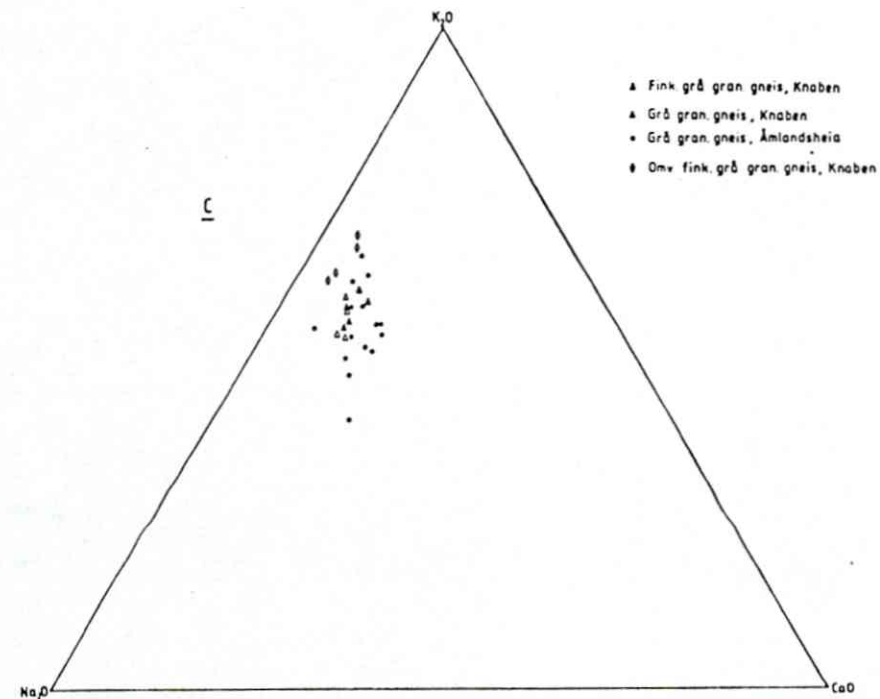
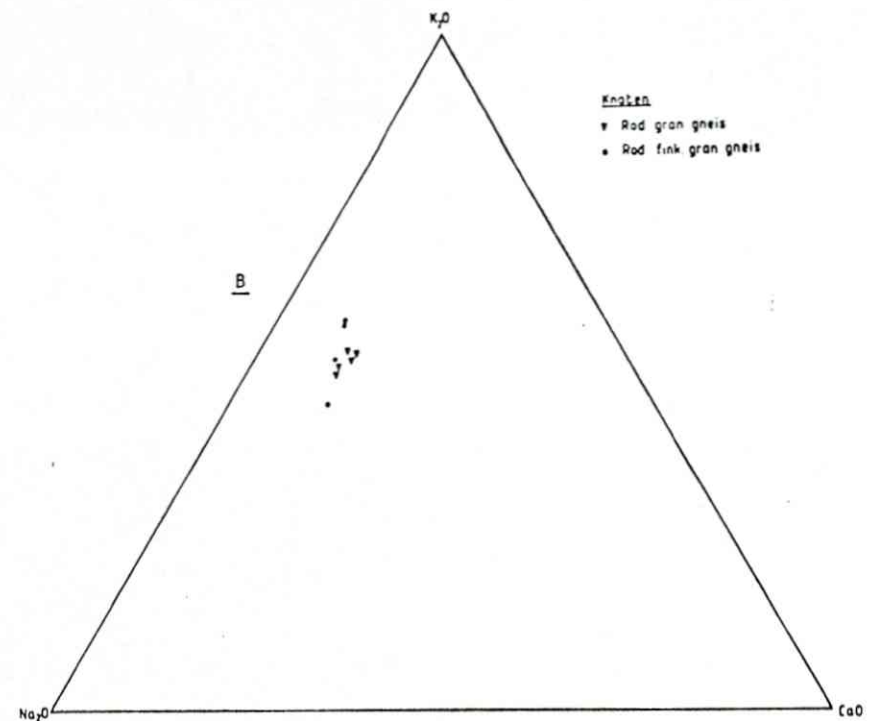
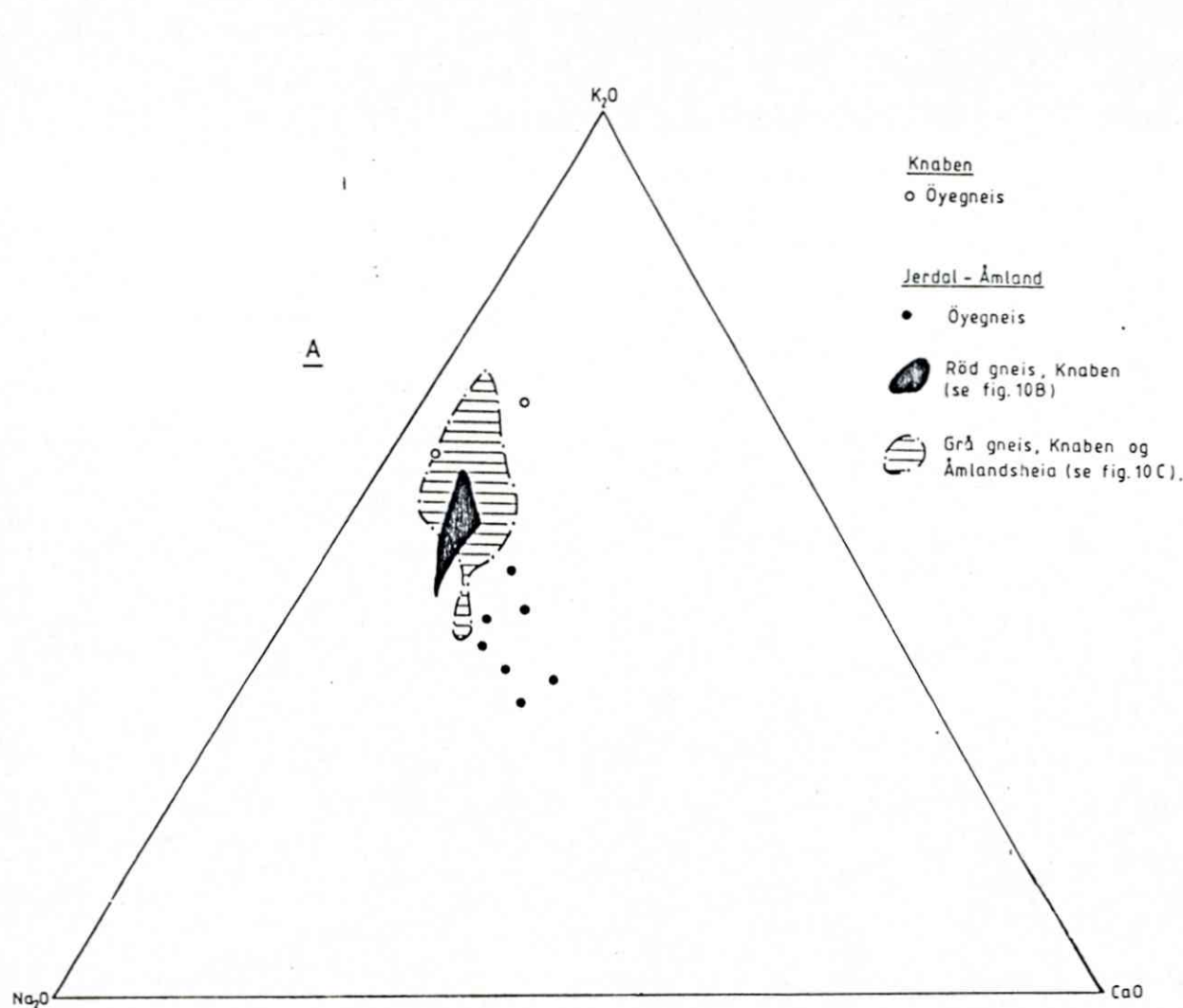


Fig.9: Trekantsdiagrammer for forholdene mellom Na_2O - K_2O - CaO i de forskjellige bergartstypene på Åmlandsheia og fra Knaben.

A. Øyegneis med feltene for rød gneis og grå gneis

B. Rød gneis

C. Grå gneis

Data fra Knaben fra Lysberg (1976)

Den grå gneisen viser igjen større spredning enn den røde gneisen, og bortsett fra ett punkt er de sammenfallende. Også øyegneisen viser en relativ stor spredning, Knaben-prøvene er anriktet på K_2O i forhold til Åmlandsheiprøvene. Som ventelig er øyegneisen mer CaO -rik enn de granittiske gneisene.

Sporelementer

Følgende elementer er analysert ved kjemisk avdeling, NGU: Cu, Zn, Mo, W, Pb, Th og U. Analysene er foretatt ved hjelp av røntgenfluorescens. Resultatene er gjengitt i BILAG 2 og i fig. 10.

Anrikningen av molybden i den mineraliserte grå gneisen i forhold til den omkringliggende øyegneis kommer klart fram av analyseverdiene som ligger henholdsvis mellom 100-2000 ppm Mo og under deteksjonsgrensen. Kobber ligger 10 x så høyt i grå gneis som i øyegneis, mens sink er anriktet med en faktor på 2.

Wolframinnholdet ligger mellom 9 og 17 ppm med de høyeste verdiene i øyegneis (fig. 10). Tallene er interessante sett i lys av at Wedepohl (1978) oppgir følgende bakgrunnstall: Granitt 1,55-2,0 ppm, intermediære intrusive 1,1-2,7 ppm og granitter i mineraliserte områder 2,6-12 ppm. De oppgitte tallene for metamorfe områder ligger i snitt rundt 3,7 ppm. Det tallet er sannsynligvis høyt fordi de fleste analysene som ligger til grunn for dette er av bergarter fra mineraliserte områder i Uganda og India (Wedepohl, 1978).

For bly og thorium kan det ikke påvises noe forskjell, men Th-innholdet i pegmatitt-prøven er lavt. I en av pegmatittene ble det påvist thoritt (optisk spektrograf og et røntgenopptak av en oppvarmet prøve).

Uran-innholdet er under deteksjonsgrensen for samtlige av prøvene (under 10 ppm).

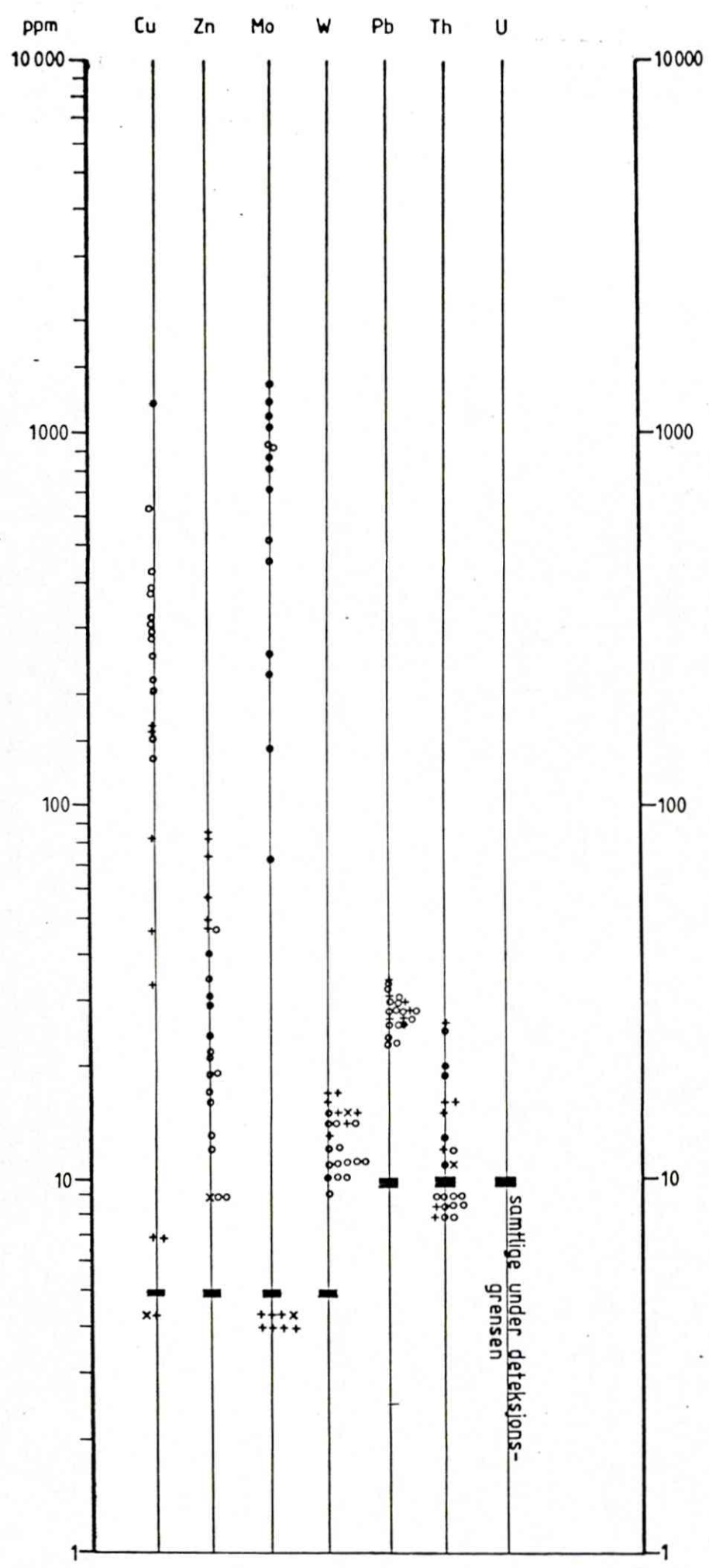


Fig. 10:
Spor-elementer i bergartsprøver
fra Amlandsheia.

- gran. gneis
- + öyegneis
- x pegmatitt
- deteksjonsgrense

Thorium og uran-innholdet er også målt med et gammaspektrometer i felt. Th-verdiene har en median på ca. 10 ppm i granittisk gneis, vel 10 ppm i øyegneis og ca. 35 ppm i pegmatitt. Resultatene for Th i øyegneis er i relativt godt samsvar med laboratorieanalysene (ca. 15 ppm i snitt for Th). Målingen av pegmatitten ved hjelp av gammaspektrometer er mer i samsvar med observasjonen av thoritt enn laboratorieresultatet, men analysene ble ikke foretatt på materiale fra samme lokalitet.

Jordprøver

Det ble samlet inn i alt 64 jordprøver i et mineralisert felt ved Åmland (TEGN 1). Profilene ble lagt med 100 m avstand og det ble tatt prøver med 50 m mellomrom langs profilene. Feltet er 1100 m langt og 200 m bredt. Prøvetakingspunktene er angitt i TEGN 5.

Områdets kvartærgeologi kan karakteriseres ved et tynt morenedekke på platåene og et noe tykkere dekke i dalsøkkene og endel av skråningene. Vegetasjonen består av blandingsskog. Samtlige av prøvene ble tatt i mineraljord.

Prøvene ble analysert ved NGU for Mo, Zn, Cu og Pb ved hjelp av atomabsorpsjon etter standard opplegg. De oppgitte analyseresultatene gjenspeiler vesentlig innholdet av absorberte ioner av Mo, Zn, Cu og Pb på mineralkornene. W ble analysert ved hjelp av røntgenfluorescens. Resultatene er gjengitt i BILAG 3 og Tegn 6-9 (konsentrasjonskonturering). Ved tolkningen av resultatene er det tatt hensyn til bergartenes lengdeutstrekning og dreneringsmønsteret.

Molybden

Kartet i TEGN 6 over molybden i jordprøver viser at det er et forholdsvis godt samsvar mellom molybdenmineraliseringer og de registrerte maksima. I gjennomsnitt er innholdet 2.0 ppm (høyeste verdi 15 ppm, omkring halvparten av prøvene lå under deteksjonsgrensen).

Sammenligner en de oppnådde verdiene med bakgrunnsverdier som finnes i litteraturen, kan ingen av punktene karakteriseres som anomale. Bakgrunnsverdiene for ikke-mineraliserte områder faller noenlunde sammen med gjennomsnittet for Åmlandsheia (bakgrunnsverdiene ligger vanligvis omkring 2.0 ppm (Wedepohl 1978)). Levinson (1974) oppgir et intervall på 0.2-7 ppm for de høyeste frekvensene, og periferier fra 0.1-70 ppm).

De lave verdiene over forekomsten kan være forårsaket av flere faktorer. Områdets løsmassedekke er relativt tynt og derfor er det sannsynlig at vegetasjonen og humusinnholdet i jordsmonnet har påvirket molybdeninnholdet i mineraljordlaget. Det er to former for påvirkning: En anrikning av molybden i humuslaget vil finne sted på grunn av at molybden tas opp i vegetasjonen (Wedepohl 1978, Levinson 1974, Låg pers. medd. 1981). Dessuten vil humuskolloider i grunnvannet absorbere molybden og føre til en utluting av mineraljordlaget (Låg, pers. medd. 1981).

Molybdenets mobilitet påvirkes også av hydroksyder av de treverdige ionene av Fe, Mn og Al (Levinson 1974, Låg pers. medd. 1981) ved at det bindes til hydroksydene. Delvis sammenhengende med dette forhold er at oppløseligheten pH avhengig (lavest ved pH 3-6, Karlsson 1961). Også Eh-forholdene virker inn på molybdenets mobilitet, slik at den er lavest i reduserende miljøer (Levinson 1980).

Et innhold av karbonat i berggrunnen vil føre til en økt pH i grunnvannet og oppløsning av molybden hvis pH kommer over 6. Denne faktoren regnes ikke å ha vært av betydning på Åmlandsheia.

Ut fra det som er nevnt ovenfor må en rekke faktorer sammenholdes, hvis resultatet skal bli meningsfull. De viktigste for Åmlands vedkommende er: Mo-innhold i humuslaget, Mo-innhold i mineraljordlaget, pH i disse (komplisert p.g.a. variasjon med nedbør (som er sur i dette området/årstid), innhold av hydroksyder av de treverdige ionene av Fe, Mn og Al.

Konklusjonen må bli at jordprøvene viser et mønster som synes å være meningsfylt på bakgrunn av de registrerte mineraliseringer. Det lave nivået er mest sannsynlig forårsaket av en eller flere av de ovenfor skisserte utlutingsmekanismene. Hvis en bedre forståelse av analyse-resultatene ønskes, bør disse følges opp med supplerende prøvetakinger i humuslaget og målinger av Eh/pH i grunnvann over en lengre tid.

Sink

Innholdet i jordprøvene varierer mellom 1 og 71 ppm med et gjennomsnitt på 15 ppm (TEGN 7). Den høyeste verdi er ved en molybden-mineralisering. Forøvrig er det ikke funnet noen systematisk variasjon som kan korreleres med berggrunnen.

Ifølge Wedepohl (1978) er sink lite mobilt i jordsmonnet og det opptrer gjerne i noe høyere konsentrasjoner enn i tilsvarende uvitrede bergart. Dette pga. at det absorberes på leirmineraler, jernoksyder og organiske residuer. Gjennomsnittsverdien for sink i jordsmonn (fra 18 land utenom gruveområder, alle verdensdeler representert) er omkring 70 ppm, med variasjon mellom 10 og 300 ppm, (Swaine 1955).

Ut fra dette representerer verdiene fra Åmland ganske lave bakgrunnsverdier.

Kobber

Variasjonen i innholdet er omtrent som for molybden (TEGN 8). De høyeste konsentrasjonene finnes over soner med granittisk gneis nær registrerte molybdenmineraliseringer. Den laveste verdi er 1 ppm, den høyeste er 83 ppm og gjennomsnittet er 11 ppm. Data fra Swaine (1955) viser at kobber utenom gruveområder varierer mellom 2 og 100 ppm, med et gjennomsnitt på under 30 ppm. Shacklette et al. (1971) oppgir et variasjonsintervall mellom 1 og 300 ppm, med en geometrisk middelverdi på 18 ppm (gjennomsnitt 25 ppm) for 855 prøver fra hele USA.

Verdiene gir derfor selv i nærheten av de mineraliserte sonene ikke annet enn lave bakgrunnsverdier.

Bly

Innholdet ligger mellom 9 og 67 ppm, med en aritmetrisk middelvei på 23 ppm. De høyeste verdiene er i nærheten av molybden-mineraliseringer.

Shaklette et. al. (1971) oppgir et geometrisk middel på 16 ppm Pb for 863 jordprøver fra hele USA over et intervall fra mindre enn 10 ppm til ca. 50 ppm. Blyinnholdet på Åmlandsheia er litt høyere enn den geometriske middelvei, men representerer fortsatt bakgrunnsverdier.

Wolfram

Innholdet av W ligger mellom 8 og 17 ppm, med et aritmetrisk middel på 13 ppm. Dette er nærmest identisk med innholdet i berggrunnen (23 prøver fra hele feltet inneholdt mellom 9 og 17 ppm, med et aritmetrisk middel på 13 ppm).

Korrelasjoner

Korrelasjonen mellom elementene Mo, Zn, Cu og Pb er lav, bortsett fra den mellom Cu og Mo som er på 0.8. Dette er i samsvar med observasjonene i fast fjell, der kobberkis følger molybdenglans. Sammenlignes forholdet mellom Cu/Mo i jordsmonnet med det i berggrunnen, viser det seg at kobberet er anrikt i jordsmonnet (verdiene for forholdet for tre punkter er henholdsvis 2.8 og 0.5, 3.9 og 0.6, og 3.0 og 0.3). Anrikningen kan skyldes at kobber og molybden oppfører seg på motsatt vis med hensyn til løselighet under forskjellige pH-verdier (Levinson 1974).

Bekkesedimenter

Det ble samlet inn ialt 123 bekkesedimentprøver innenfor området (TEGN 1), langs bekker angitt på kart i M 1:50 000 og med en prøvetakingsavstand på ca. 250 m. Resultatene er gjengitt i BILAG 4 og i TEGN 10-13. Prøvetakingspunktene er angitt i TEGN 10.

Kjemiske analyser

I utgangspunkt ble det samlet inn en varierende mengde sediment (rundt 4 kg) som ble siktet og vasket. Av dette ble det tatt vare på ca. 20 g med kornstørrelse under 180 μ . Denne prøven ble senere tørket og siktet (-180 μ). 1 g av denne prøven ble så oppsluttet med 5 ml 1:1 HNO_3 ved oppvarming i 3,5 time ved 110°C. Ved molybdenbestemmelser er standarder pufret med 1 000 ppm Al. Analysene ble utført med atomabsorpsjon på 20 ml løsninger. Resultatene gir innholdet av absorbert tungmetall i prøven.

Molybdeninnholdet i bekkesedimentene er svært lavt, den høyeste verdi er 20 ppm, gjennomsnittsverdi er 1,7 ppm og 31 av prøvene lå Under deteksjonsgrensen (1 ppm). Verdien på 20 ppm faller sammen med et område for molybdenmineralisering. De andre mineraliserte Områdene gir ikke utslag av betydning.

For sink ligger verdiene mellom 4 og 89 ppm, gjennomsnitt på 21 ppm. For kobber mellom 0 og 22 ppm, gjennomsnitt 5 ppm og for bly mellom 4 og 84, med et gjennomsnitt på 20 ppm. W ligger mellom 11 og 27 ppm, med et gjennomsnitt på 17 ppm.

Verdiene er noenlunde som for jordprøvene, bortsett fra kobber som ligger på 1/3-del av nivået i jordprøvene. Med hensyn til molybdenets lave nivå gjør de samme betraktninger seg gjeldende som under avsnittet som jordprøvene.

Korrelasjoner mellom elementpar er lave, det er ingen bedre enn 0,5 (Zn/Mo= Cu/Zn= 0,5 og Pb/Zn= 0,4).

Tungfraksjonen fra vaskeprøvene.

8 kg's prøver er ca. 4 L ved 1 pr 22.5 cm³

På hver lokalitet for bekk sedimentprøvetaking, ble det også tatt vaskeprøver. Korrelasjonen mellom numrene går frem av BILAG 5.

Tungfraksjonen ble samlet inn fra ca. 8 kg's prøver og vasket i panne slik at det ble igjen opptil 100 g. Deretter ble den under-søkt ved hjelp av UV-lys. Det ble funnet scheelitt i en rekke av fraksjonene (10 korn i prøve 4028, 4033 og 4047, noen få mellom 5 og 6 korn og de øvrige av disse nærmere 2 korn).

2.5 cm³

0.25 - 0.1 mm

Tungfraksjonen i hver femte prøve ble siktet og fraksjonen mellom 60 og 140 mesh (250-100 μ m) ble separert med metylenjodid (sp.v. 3.325). Deretter ble den magnetseparert med en Frantz isodynamisk magnetseparator ved 0, 0.1, 0.3, 0.5 og 1.0A. Mineralinnholdet i disse fraksjonene er oppsummert i BILAG 5, 7 og 8. Foruten magnetitt og biotitt i de laveste fraksjonene ble det påvist tita-nitt, rutil og amfibol i fraksjonen 0.1A og zirkon, titanitt, rutil med spor av svovelkis, kvarts, molybdenglans, anatas og blyglans i fraksjonen over 1.0A. Det ble dessuten foretatt en kontroll på wolframitt i prøvene 4047 og 4048, der det i bekk sedimentprøvene (nr. 247 og 248) som ble tatt på samme sted, ble påvist henholdsvis 27 og 43 ppm W. I fraksjonen 0.3-0.6A for disse to prøvene ble det funnet 2-3 korn med wolframitt. Molybden-glans ble funnet ved lokalitet 4046, 4071, 4091, 4106 og 4121. Anatas ble funnet ved lokalitet 4001, 4056, blyglans ved lokalitet 4016 og svovelkis ved 7 lokaliteter.

247 - 27 ppm

248 - 43 ppm

4047 - 10 korn

4048 - 1 korn

250 - 100 μ m

< 47 μ m

< 0.4

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Geologi

De migmatiske gneisene på Åmlandsheia tilsvarer sannsynligvis Falkum & Petersen eldste gneiskompleks (paragneiser med aldre over 1200 Ma (Falkum & Petersen 1980)).

Øyegneisene (deformerte porfyrgranitter) gir aldre mellom 1000 og 1100 Ma (Falkum & Petersen 1980). Variasjonen i den tekturelle utviklingen av feltspatporfyrene (rektangulære til elongerte) og homogeniteten i bergarten forøvrig gjør det sannsynlig at øyegneisen på Åmlandsheia er å betrakte som et deformert intrusiv (porfyrgranitt). Falkum & Petersen (1980) tolker aldersintervallet ovenfor som intrusjonsalderen for disse bergartene. Det er ikke observert strukturer i øyegneisen som kan tyde på at det har foregått anatektiske prosesser i denne.

De jevnkornete, homogene granittiske gneisene må deles opp i to typer. Den ene typen (rød gneis) er sannsynligvis identisk med Falkum & Petersens (1980) felsiske gneiser (orthogneiser) som intruderte under den sveconorvegiske orogen. De gir aldre mellom 1215 og 1000 Ma (Falkum & Petersen 1980) og er eldre enn øyegneisen.

Den andre typen er grå (grå gneis) og opptrer som tynne bånd i øyegneis - dels med overgangsmessig grense til denne.

De kjemiske analysene av øyegneis, rød- og grå gneis viser at den grå gneisen har et lavere smeltepunkt enn øyegneisen og sannsynligvis også lavere enn den røde gneisen (fig. 9 og 10, alkali-innhold og forholdet mellom magnesium og jern).

Av kjemiske grunner kunne den grå gneisen ha vært et anatektisk produkt av øyegneisen. Dette regnes likevel som lite sannsynlig på grunn av at øyegneisen ikke viser noen tegn på anatektiske prosesser.

Da øyegneisen tolkes som en intrusiv porfyrgranitt gjenstår følgende muligheter: De grå gneisbåndene er (1) inneslutninger av et eldre kompleks eller (2) yngre intrusive ganger.

Fra dateringer (Falkum & Petersen, 1980) og fra observasjoner i felt (udeformert granittkropp ved Jerdal) vet vi at det har forekommet intrusjonsfaser også etter at øyegneisen kom på plass. Både dette forhold og det faktum at molybdenglansen vesentlig er knyttet til grå gneis, pegmatittganger og kvartsårer peker i retning av at den grå gneisen er yngre intrusive ganger. At også kvartsårene hører med til et sent stadium av molybdenets utfelling kan underbygges med at det finnes overganger mellom pegmatitt og kvartslinser som er beskrevet fra Knaben-feltet (A. Bugge 1963) og lignende overganger som finnes på Åmlandsheia (Jerdal).

Mineralenes relasjoner i tynnslip av den grå gneisen viser at det har vært en nyvekst av hovedmineralene. Dette betyr at gangene har gjennomgått en metamorfose og at intrusjoner av gangene og årene er spredd utover et større tidsspenn med pulserende intrusjonsstadier (Falkum & Petersen 1980, Sigmond 1978).

Også de overgangsmessige grenser som finnes enkelte steder mellom øyegneis og granittisk (grå) gneis tyder på reaksjoner mellom disse under innflytelse av metamorf påvirkning.

Det kan konkluderes med at bergartene på Åmlandsheia vesentlig er orthogneiser. Ifølge Falkum & Petersen (1980) er den røde gneisen eldst, denne ble intrudert av porfyrgranitt (øyegneis). Senere stadier med granittintrusjoner førte også til dannelsen av granittårer (bånd av grå gneis), pegmatitter og kvartsårer. De fleste av disse er i sin tur metamorfoserte med unntak av en mindre amfibol-granitt (porfyrisk m.h.t. både amfibol og feltspat) ved Jerdal som er udeformert.

Anateksis er bare observert i bergartstyper som tilhører Falkums migmatittkompleks og enkelte steder langs kontakten mellom grå gneis og øyegneis.

Molybdenets opprinnelse

Molybdenets dannelsesmåte er ikke entydig fastlagt.

A. Bugge (1963) mener at molybdenglans mineraliseringene er dannet i tilknytning til intrusjonen av de yngste granittene med tilhørende årer.

J.A.W. Bugge (1978) er også av den oppfatning at i allefall de fleste av forekomstene er dannet ved tilførsel av molybden i forbindelse med granittintrusjonene. Han antyder mulig slektskap med de store kobber-molybden- porfyrforekomstene som finnes i yngre fjellkjeder.

En annen mulighet er at forekomstene er dannet ved konsentrasjon fra foreliggende lavgehaltige forekomster ved metamorfe/metasomatiske prosesser. Urban (1971) tolker molybden innholdet ved Ørdsalen wolfram/molybdenforekomst som et resultat av metamorf anrikning av en lav gehaltig forekomst som primært var tilknyttet effusive bergarter (granitt-førende amfibolitt bånd). Til støtte for bergartenes suprakrustale karakter trekkes frem innholdet av cordieritt og/eller sillimannitt og biogent grafitt og apatitt (Urban 1974). J.A.W. Bugge (1978) ser ikke bort fra at en metamorf konsentrering av molybden kan ha funnet sted i mindre skala.

I det forrige avsnitt ble det konkludert med at båndene med grå gneis mest sannsynlig representerer granittiske ganger som intruderte i øyegneisen. Molybdenglans er tilknyttet disse gangene, men finnes også i den tilgrensede øyegneis. Den opptrer som regel parallelt med foliasjonen i den grå gneisen, og dels finnes den i foldete flak. Det er også funnet vaskeinneslutninger med molybdenglanskrystaller. Mineralet opptrer inter- og intra granulært og langs korngrenser.

Av dette går det fram at:

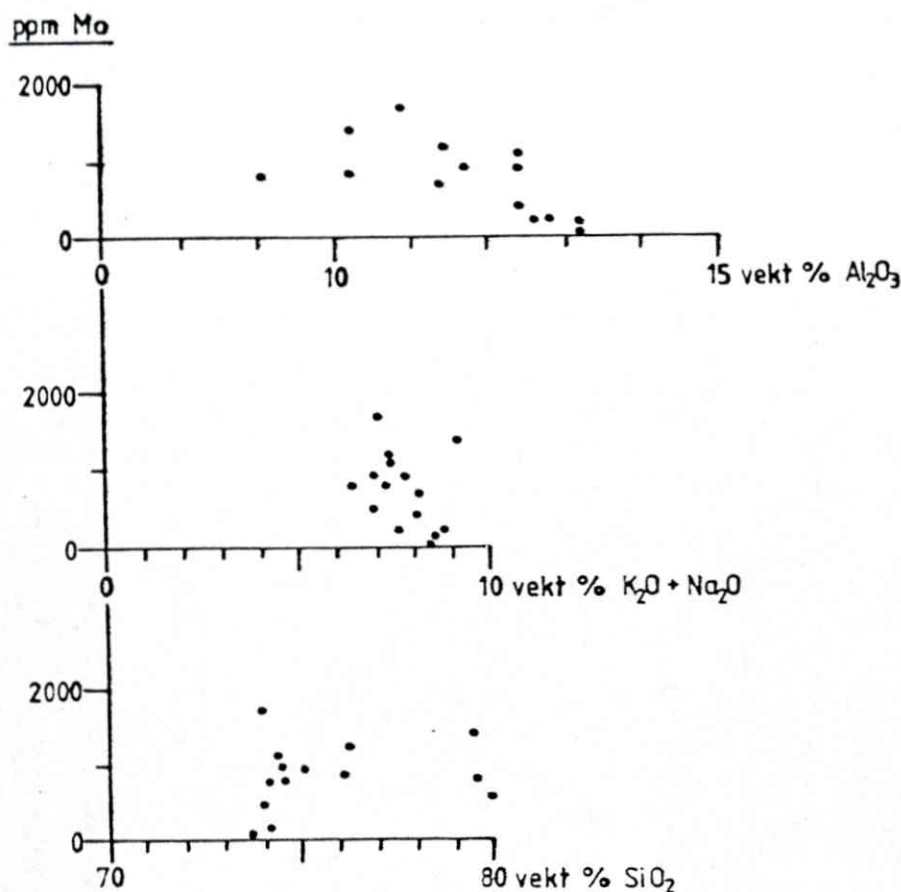


Fig. 11: Variasjoner i molybdeninnholdet i grå gneis med innholdet av henholdsvis Al_2O_3 , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ og SiO_2 .

- 1) molybdenglans har gjennomgått minst en deformasjonsfase.
- 2) mineralets spesielle tilknytning til de grå gneisbåndene tilsier sammen med pkt. (1) at det sannsynligvis har vært primært tilknyttet granittganges intrusjon
- 3) det har funnet sted en mobilisering av mineralet

I fig. 11 er molybdeninnholdet tegnet inn henholdsvis mot Al_2O_3 , $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ og SiO_2 . Det er en svak negativ korrelasjon med Al_2O_3 og $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$, mens korrelasjonen er positiv med SiO_2 .

Korrelasjonene understreker at det er sannsynlig at hydrotermale løsninger har spilt en rolle under ufelling av molybdenglans. Det kan f.eks. tenkes at disse alt var aktive som restløsninger i forbindelse med intrusjonen av gangene. Løsninger kan på denne måten ha løst opp og ført bort noe av alkalimetallene og aluminium.

Det forhold at molybdenglans finnes jevnt fordelt i båndene med lokale anrikninger langs biotittrike nivå tyder også på at molybdenglans har vært mobilisert etter eller i tilknytning til metamorfosen av gangene.

Økonomisk vurdering av feltet

Analysene av bergartene og undersøkelsene av bekkesedimentene har ikke kunnet påvise økonomisk interessante konsentrasjoner av nyttbare mineraler og/eller metaller.

Molybdeninnholdet i fast fjell er sjelden over 0,17 % Mo. De molybdenførende gneisbånd er av størrelsesorden 0,5-1 meter mektig. Innholdet avtar lateralt og båndene er for det meste ikke mineraliserte. Molybdenglansens kornstørrelse er vanligvis mellom 0.2 og 1 mm, en del av det opptrer som en meget finfordelt fase i kvarts. Bare en del av mineralet finnes som frie korn.

Innholdet av wolfram i fast fjell er relativt høyt, hvis en sammenligner det med data for intrusive og metamorfe bergarter i Wedepohl (1978). Det ligger en faktor 3-8 høyere enn Wedepohl's gjennomsnitt - data (Åmlandsheia mellom 9 og 17 ppm, høyest i øyegneis - Wedepohl (1978): granitt 1.55-2.0, intermediære intrusiver 1.1-2.7, metamorfe bergarter (generelt) 3.7, charnockitt 0.6). Data fra mineraliserte områder ligger høyere, f.eks. er gjennomsnittet i en granitt i et mineraliser område i Uganda på 8 ppm (2.6-12.0 ppm) (Wedepohl, 1978). I bekkesedimentene ble det funnet wolframmineraler (scheelitt og wolframitt), men det er bare delvis samsvar mellom bekkesediment analyser og antall korn av disse mineraler.

Wolfram betraktes som et interessant element og det anbefales at det arbeides videre med bekkesedimentene og berggrunnen. Stendahl (1978) gir data fra bekkesedimenter for området vest for Åmlandsheia og finner en viss korrelasjon mellom molybdenforekomster og scheelittfunn (mere enn 10 korn i konsentratet av tungmineraler).

På Åmlandsheia er det bare delvis en korrelasjon mellom scheelitt og molybden i feltets nordlige del (ved mineraliseringene ved Solbjør og Baskår).

Data fra Follidal Verk viser samme tendens (TEGN 14). Funnene av wolframitt ble gjort i de samme områder på to utvalgte lokaliteter som hadde høyest innhold av W.

Konklusjon

Feltets molybdenføring er uinteressant fra et økonomisk synspunkt. Wolfram-innholdet i feltets bergarter og funn av wolframitt og scheelitt i bekkersedimentene, og da relativt høye innhold av W i bekkersedimentene gjør det ønskelig med en oppfølging både med bergartsprøvetaking og bekkesediment undersøkelser over et større område.

For å få bedre innsikt i molybdenets dannelsesmåte anbefales det at undersøkelsene følges opp med isotopstudier av Rb/Sr i gneisbåndene, av svovelisotopene og av Re/Os isotopene i molybdenglans.

Dersom det er ønskelig med en bedre dokumentasjon av molybdenets fordeling i jordsmonnet, bør jordprøvetakingen i Åmland suppleres med prøvetaking av humuslaget og analyser av Fe^{3+} , Mn^{3+} og Al i samtlige jordprøver.

Trondheim 15.6.82

D. van der Wel

LITTERATUR

- Barth, T.F.W., 1960: Precambrian of southern Norway. In Holte-
dahl, O. (Ed.): Geology of Norway. Norges geol. unders. 208,
s. 5-48 og 60-67.
- Berthelsen, A., 1980: Towards a palinspastic tectonic analysis
of the Baltic Shield. In: Cogu  , J. et Slansky, M. (Ed):
Geology of Europe. Colloquium C6, 26th Intern. Geol. Congress.
s. 5-21.
- Bj  rlykke, H., 1963: Befaring av   mlandsfeltene i Kvinesdal.
NGU - Bergarkiv rapport 3263.
- Bugge, A., 1963: Norges molybdenforekomster. Norges geol.
unders. 217, 134 s.
- Bugge, J.A.W., 1978: Norway. In Bowie, S.H.U., Kvalheim, A. and
Haslam, H.W. (Ed): Mineral deposits of Europe, Vol. 1,
Northwest Europe. Publ. by Inst. Min. Metal. and Min. Soc.
London, s. 199-249.
- Carstens, C.W., 1936: Molybdenglansforekomster (fra Nordland til
Rogaland). NGU - Bergarkiv rapport 3208, 7 s.
- Carstens, C.W., 1940: Rapport   ber Musternahme im   mlandstunnel,
Ende Februar 1940. NGU - Bergarkiv rapport 3343, 5 s.
- Egeberg, F.P. 1940: Kjemiske analyserav pr  ver fra Omlandstun-
nelen. NGU - Bergarkiv, rapport 3678, 3 s.
- Falkum, T., 1969: A deformed agglomerate in Precambrian migmati-
tes of southern Norway. Norsk geol. tidsskr. 49, s. 367-386.

- Falkum, T., 1972: On large scale tectonic structures in the Agder-Rogaland region, Southern Norway. Norsk geol. tidsskr. 52 s., 371-376.
- Falkum, T. and Pedersen, S. 1979: Rb-Sr age determinations on the intrusive Precambrian Homme granite and consequences for dating the last regional folding and metamorphism in the Flekkefjord region, SW Norway. Norsk geol. tidsskr., vol. 59, s. 59-65.
- Falkum, T. & Petersen, I.S., 1980: The Sveconorwegian orogenic belt, a case of Late-Proterozoic Plate-Collision. Geol. Rundschau, 69, s. 622-647.
- Geis, H.P., 1965: Molybdenforekomster - Sørlandet. Elkem-spigerverket, intern rapport, 83 s.
- Geis, H.P., 1966: Molybdenundersøkelser. Elkem-spigerverket, intern rapport, 86 s.
- Foslie, S., 1925: Syd-Norges gruber og malmforekomster. Norges geol. unders. 126, 89 s.
- Hermans, G.A.E.M., Tobi, A.C., Poorter, R.P.E., Maijer, C., (1975): The high grade metamorphic Precambrian of the Sirdal-Ørsdal area, Rogaland/Vest-Agder, SW Norway. Norges geol. unders. 318, s. 51-74.
- Hopfengärtner, F., 1974: Geologische Untersuchungen der Molybdänvorkommen des Flottorp-Gebietes, Vest Agder, Süd-norwegen. Folldal verk A/S, intern rapp., 65 s. + kart.
- Ingebrigtsen, I.F., 1942: Kart i M 1:5 000 over Molybdenfeltene Hamre, Rafoss og Omland. I Geis (1965).

- Karlsson, N., 1961: Om molybden i svensk vegetasjon ock mark samt några därmed sammanhangande frågor. Statens Lantbrukskemisk-kontrollanstalt Medd. 23, 243 s.
- Leake, R.C., 1972: The geology and petrology of the precambrian basement between Sirdal and Åseral, Vest Agder, Norway. Ph.D.thesis, Univ. Durham, 198 s.
- Levinson, A.A., 1974: Introduction to Exploration Geochemistry. Calgary: Applied Publ. Ltd., s. 1-612.
- Levinson, A.A., 1980: Introduction to Exploration Geochemistry. The 1980 supplement. Applied publishing Ltd. Wilmette. 2.ed, s. 613-924.
- Lysberg, B., 1976: Geologi og mineralisering ved Knaben molybdengruber. Hovedoppgave i mineralogi og petrografi, Univ. Bergen, Bibl., 72 s.
- Nordrum, F.S. & Sørdal, T., 1978: Knabeheiene molybdenfelt. NGU-rapp. 1650/52A (USB), 24 s.
- Olerud, S., 1980a: Molybdenforekomster mellom Flottorp og Ørdsalen, sammenstilling og enkeltundersøkelser. Vest-Agder - Rogaland. NGU-rapport 1650/50A. (USB), 35 s.
- Olerud, S., 1980b: Geologiske og geokjemiske undersøkelser rundt Ørdsalen W-Mo forekomst, Bjerkreim, Rogaland. NGU-rapport 1650/51A (USB), 34 s.
- Pasteels, P., Michot, J. et Lavreau, I., 1970: Le complexe éruptif du Rogaland Méridional (Norvège). Signification petrogénétique de la Farsundite et de la Mangerite Quartzitique des unités orientales; Arguments geochronologiques et isotopiques (1). Annales de la Soc. Geol. de Belgique, vol. 93, s. 453-476.

- Pasteels, P. and Michot, J. 1975: Geochronologic investigations of the metamorphic terrain of southwestern Norway. Norsk geol. tidsskr. 55, s. 111-134.
- Pedersen, S. & Falkum, T., (1976): Rb/Sr-age determinations of granitic rocks from precambrian of Agder, South Norway. - 4th Europ. Coll. Geochron. Cosmochron. Isotope geol. Amst. 5-10/4-1976.
- Shacklette, H.T., Hamilton, J.C., Boerngen, J.G. & Bowles, J.M., 1971: Elemental composition of superficial materials in the conterminous United States. U.S.Geol.Surv. Profess.Papers 574 D.
- Stendahl, H. (1978): Heavy minerals in Stream sediments, southwest Norway. Journ. Geoch. Expl. 10, s. 91-102.
- Sigmond, E.M.O., 1978: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kartbladet Sauda 1:250 000. Norges geol. unders. 341, 94 s.
- Swaine, D.J., 1955: The trace element contents of soils. Commonwealth Bureau Soil Sci. Tech. Comm. no 48, England.
- Tobi, A.C., 1965: Fieldwork in the charnockitic Precambrium of Rogaland (S.W. Norway). Geologie en Mijnbouw. 44, s. 208-217.
- Torske, T., 1976: Metal provinces of a cordilleran type orogen in the Precambrian of South Norway. Geol.Ass.Cand.Spec. Pap. 14, s. 597-613.
- Torske, T., 1977: The South Norway Precambrian Region - A Proterozoic cordilleran-type orogenic segment. Norsk geol. tidsskr. 57, s. 97-120.
- Urban, H., 1971: Zur Kenntnis der schichtgebundenen Wolfram-Molybdän-Vererzung im Ørdsalen (Rogaland), Norwegen. Mineralium Deposita 6, s. 177-195.

Urban, H., 1974: Zur Kenntnis der präkambrischen, schichtgebundenen Molybdänitvorkommen, Südnorwegen. Geol. Rundsch., vol. 63, s. 180-190.

Wedepohl, K.H. (Ed.), 1978: Handbook of Geochemistry, Vol. II-4. Springer Verlag, Berlin.

Wielens, J.B.W., Andriessen, P.A.M., Boelrijk, I.M., Hebeda, E.H., Priem, H.N.A., Verdurmen, E.A.Th. & Verschure, R.H.,

Winkler, H.G.F., 1979: Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer Verlag, 348 s., 5. ed.

BILAG 1

Gammaspektrometermålinger ved Jerdal, Åmland og Baskår. Bakgrunnsverdier K = 39, U = 10 og Th = 12. Bergartskode for tabellen på side 2: A = molybdenførende grå gneis, B = granittisk gneis forøvrig, C = øyegneis og D = pegmatitt. Koordinatene fremgår på side 3.

PRGVE AP	KODE	F %	U PPM	TH PPM	U/TH	U/K	TH/K	K CTS	U CTS	TH CTS	TID SEC	K20 %
124	B	4.56	.34	26.40	.03	.13	5.79	1000	150	210	60	5.5
119	C	4.25	1.36	13.80	.10	.32	3.25	1683	204	231	120	5.1
125	B	5.02	.99	11.53	.09	.20	2.30	1869	168	197	120	6.1
126	C	3.69	.61	32.60	.02	.16	8.84	1843	348	513	120	4.4
127	C	4.56	.70	13.60	.05	.15	2.98	1758	175	228	120	5.5
129	B	5.12	1.90	34.73	.05	.37	6.79	2359	421	545	120	6.2
130	B	4.51	1.05	9.37	.11	.23	2.19	1683	155	172	120	5.4
132	C	5.00	1.31	6.80	.19	.26	1.36	1783	137	126	120	6.0
133	C	4.23	.75	11.07	.07	.19	2.62	1609	155	190	120	5.1
121	A	6.71	1.53	12.60	.13	.24	1.88	2426	202	213	120	8.1
134	C	4.43	1.10	21.60	.05	.25	4.87	1879	266	348	120	5.3
135	C	4.62	.82	9.27	.09	.18	2.00	1699	140	163	120	5.6
136	C	4.51	1.20	9.37	.12	.27	2.19	1687	161	172	120	5.4
137	C	4.26	2.69	12.87	.21	.63	3.02	1707	250	217	120	5.1
113	A	4.92	.88	19.47	.05	.18	3.75	1964	228	301	120	5.9
138	C	4.28	1.21	15.73	.08	.28	3.68	1724	216	260	120	5.2
139	A	4.47	1.23	20.53	.09	.43	4.60	1893	290	332	120	5.4
140	A	4.54	1.06	8.00	.13	.22	1.65	1747	138	144	120	5.8
111	A	6.81	1.45	8.00	.18	.21	1.17	2366	154	144	120	3.2
92	C	4.17	1.66	20.53	.08	.40	4.92	1794	279	332	120	5.0
142	C	4.54	1.62	11.33	.14	.36	2.49	1739	192	194	120	5.5
94	B	3.35	1.50	6.73	.22	.44	1.99	1286	144	125	120	4.1
143	B	5.17	.80	8.53	.09	.15	1.65	1854	132	152	120	6.2
145	B	4.92	1.36	11.33	.12	.28	2.30	1844	181	194	120	5.9
146	C	4.46	.67	12.87	.05	.15	2.89	1711	167	217	120	5.4
147	C	5.77	.85	8.07	.11	.15	1.40	2029	130	145	120	6.9
148	C	5.21	1.93	5.47	.35	.37	1.05	1838	150	106	120	6.3
149	B	5.52	.97	4.67	.21	.18	.85	1891	103	94	120	6.6
150	C	5.19	.95	8.60	.11	.18	1.66	1865	139	153	120	6.3
151	C	4.87	1.33	11.87	.11	.27	2.44	1837	185	202	120	5.9
51	A	6.23	1.19	9.73	.13	.19	1.43	2198	152	158	120	7.5
152	C	4.32	1.63	11.00	.15	.38	2.55	1659	189	189	120	5.2
153	C	3.94	1.02	12.40	.08	.26	3.14	1554	177	210	120	4.8
84	A	6.96	1.50	14.80	.10	.22	2.13	2540	219	246	120	8.4
154	C	4.03	1.20	15.33	.08	.30	3.80	1642	212	254	120	4.9
155	B	5.02	.50	5.73	.09	.10	1.14	1745	94	110	120	6.0
156	B	5.85	1.26	2.60	.49	.22	.44	1962	96	63	120	7.0
157	B	4.62	.59	7.60	.08	.13	1.65	1659	115	138	120	5.6
158	C	3.47	.10	25.67	.00	.03	7.35	1635	258	409	120	4.2
159	C	5.18	1.34	21.60	.06	.26	4.17	2116	276	348	120	6.2
89	A	5.30	.93	6.00	.16	.19	1.13	1849	116	114	120	6.4
160	A	1.76	1.22	2.13	.57	.69	1.21	695	90	56	120	2.1
88	A	3.79	1.05	4.93	.21	.28	1.30	1368	109	98	120	4.6
161	C	4.57	1.18	21.47	.05	.26	4.69	1922	268	346	120	5.5
162	C	4.46	.79	10.40	.08	.18	2.33	1669	149	180	120	5.4
100	A	5.94	1.11	9.73	.11	.19	1.64	2121	156	170	120	7.2
101	A	6.64	1.21	6.40	.19	.13	.96	2277	129	120	120	8.0
170	D	4.72	2.23	14.67	.15	.47	3.11	467	62	61	30	5.7
171	D	3.08	.10	37.34	.00	.03	12.12	428	86	146	30	3.7
172	D	4.80	.82	10.13	.08	.17	2.11	442	37	44	30	5.8
173	D	6.28	2.03	4.80	.42	.32	.76	540	37	24	30	7.6
174	D	1.60	2.80	92.48	.03	1.75	62.18	629	265	379	30	1.9
175	D	5.35	2.37	53.87	.07	.44	6.33	607	102	133	30	6.4
176	D	3.78	2.00	81.08	.02	.53	21.44	705	214	310	30	4.6
177	D	3.42	1.63	105.03	.02	.48	50.75	787	266	400	30	4.1
179	D	5.29	3.04	37.34	.08	.58	7.06	623	123	146	30	6.4
189	D	3.75	1.36	9.07	.15	.36	2.42	360	40	40	30	4.5
190	C	3.68	1.62	7.47	.22	.44	2.03	349	39	34	30	4.4
191	A	5.09	1.09	11.87	.09	.21	2.33	1900	175	202	120	6.1
192	B	5.41	2.39	7.33	.33	.44	1.36	1947	186	134	120	6.5
193	B	3.40	1.25	7.40	.17	.37	2.17	1300	140	135	120	4.1
194	A	5.68	1.74	10.60	.16	.31	1.87	2075	190	183	120	6.8

BILAG 1: s. 2 av 3

81	A	38285.66	646815.63
84	A	38273.30	646792.38
88	A	38277.33	646836.38
89	A	38279.45	646854.75
92	C	38289.43	646832.00
94	B	38283.24	646826.13
100	A	38317.05	646866.63
101	A	38315.35	646865.25
111	A	38266.74	647189.88
113	A	38264.77	647149.13
119	C	38260.96	647225.88
121	A	38332.76	647217.25
124	B	38254.09	647220.25
125	B	38270.33	647219.13
126	C	38278.23	647216.00
127	C	38282.80	647217.88
129	B	38475.80	647189.25
130	B	38301.47	647210.88
132	C	38310.35	647216.25
133	C	38324.99	647214.00
134	C	38346.36	647217.13
135	C	38299.25	647154.50
136	C	38282.00	647138.50
137	C	38273.83	647146.25
138	C	38262.47	647152.13
139	A	38259.21	647151.13
140	A	38257.02	647153.00
142	C	38280.45	646827.00
143	B	38279.56	646830.63
145	B	38271.54	646832.75
146	C	38259.60	646829.13
147	C	38265.59	646806.88
148	C	38269.55	646806.63
149	B	38270.73	646811.00
150	C	38276.10	646810.38
151	C	38281.97	646815.63
152	C	38288.55	646815.50
153	C	38269.44	646791.25
154	C	38254.44	646859.13
155	B	38251.37	646851.63
156	B	38262.79	646853.13
157	B	38270.91	646851.75
158	C	38276.24	646851.88
159	C	38279.09	646849.50
160	A	38281.09	646843.63
161	C	38300.10	646882.75
162	C	38310.25	646867.63
170	D	38169.65	647439.13
171	D	38166.78	647438.38
172	D	38167.04	647436.75
173	D	38166.13	647435.00
174	D	38165.44	647432.00
175	D	38164.59	647431.13
176	D	38163.98	647430.63
177	D	38162.30	647428.75
179	D	38161.34	647425.75
189	D	38160.59	647432.00
190	C	38160.16	647440.50
191	A	38200.65	647407.00
192	B	38194.77	647410.13
193	B	38553.34	647028.88
194	A	38261.68	647309.13

BILAG 2

Kjemiske analyser av hovedelementer og glødetap (s. 3-6) og sporelementer (s. 7-9) for bergartsprøver fra Åmlandsheia.

Analysenr.	Prøvenr.	Bergartstype	Lokalitet
5001	7845A	grå gneis	Jerdal, nord
2	7845B	"	"
3	7845C	"	"
4	7846A	øygneis	"
5	7984I	grå gneis	Jerdal, syd
6	7984II	øygneis (grå)	"
7	7984III	øygneis (rød)	"
8	7984IV	rødlig pegmatitt	"
9	7984V	øygneis (rød)	"
5010	7846B1	grå gneis	Jerdal
11	7846B2/B3	"	"
12	79111	"	Åmland
13	79112	"	"
14	79113A	"	"
15	79119A	grå øygneis	"
16	79119B	grå gneis	"
17	79121	"	"
18	G 79617	øygneis	Rafoss
19	79193A	grå gneis	Baskår
20	79193B3	"	Baskår
21	79196	"	Åmland
22	79197A	øygneis	Åmland
23	79197C	grå gneis	Åmland

SIDE 1

28.APR 1981

ANALYSE-RAPPORT.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE.

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAGSNR: 74/80

OPPDRAGSGIVER: U.S.B. V/V.D. WEL.

INSTRUMENT: XRF

	SI02 %	AL203 %	FE203 %	TI02 %	MGO %	CAO %	NA2O %	K2O %	MNO %	P2O5 %
NEDRE GRENSE	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.1	.01	.01	.01

NA2O-VERDIENE ER NOE USIKRE

DISSE DATA LIGGER PÅ NGU'S DATAMASKIN HP-3000 PÅ FILEN B7480.OPPGIVER .KAACANAL

SIDE 2

28.APR 1981

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAGSNR: 74/80

	5001	5002	5003	5004	5005	5006	5007	5008	5009	5010
SI02	73.78 %	75.11 %	75.10 %	67.92 %	74.49 %	68.98 %	68.05 %	75.19 %	64.87 %	79.45 %
AL203	13.18 %	11.71 %	12.60 %	15.73 %	12.39 %	14.50 %	15.12 %	13.61 %	15.95 %	10.22 %
FE203	1.62 %	2.50 %	1.64 %	2.28 %	1.42 %	3.37 %	2.77 %	.27 %	3.87 %	1.04 %
TI02	.19 %	.23 %	.20 %	.39 %	.19 %	.51 %	.43 %	.04 %	.64 %	.06 %
MGO	.39 %	.48 %	.39 %	.74 %	.35 %	1.24 %	.96 %	.10 %	1.43 %	.31 %
CA0	1.29 %	1.18 %	1.30 %	2.00 %	1.32 %	2.48 %	2.29 %	1.33 %	3.33 %	.77 %
NA20	3.0 %	2.5 %	2.7 %	3.8 %	3.1 %	4.2 %	3.7 %	4.4 %	4.2 %	3.9 %
K20	5.49 %	4.52 %	4.93 %	5.53 %	4.69 %	3.99 %	4.78 %	4.33 %	4.33 %	5.32 %
MNO <	.01 % <	.01 % <	.01 %	.01 % <	.01 %	.02 %	.02 % <	.01 %	.03 % <	.01 %
P205	.06 %	.07 %	.05 %	.09 %	.05 %	.18 %	.13 %	.02 %	.20 %	.02 %
GL.TAP	.49 %	.67 %	.49 %	.31 %	.43 %	.47 %	.56 %	.32 %	.63 %	.52 %

SIDE 3

28.APR 1981

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAGSNR: 74/80

	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	5018	5019	5020
SI02	74.16 %	74.05 %	76.29 %	74.24 %	67.45 %	79.64 %	74.40 %	71.01 %	79.96 %	76.09 %
AL203	12.81 %	12.44 %	11.45 %	13.24 %	14.52 %	9.06 %	12.37 %	14.67 %	10.55 %	11.28 %
FE203	1.81 %	2.31 %	1.68 %	1.40 %	3.81 %	2.07 %	1.78 %	2.05 %	1.47 %	2.37 %
TI02	.25 %	.30 %	.20 %	.21 %	.61 %	.11 %	.22 %	.33 %	.15 %	.32 %
MGO	.48 %	.64 %	.41 %	.37 %	1.31 %	.16 %	.41 %	.68 %	.23 %	.62 %
CAO	1.47 %	1.32 %	1.11 %	1.06 %	2.71 %	.47 %	1.31 %	1.89 %	.95 %	.69 %
NA20	3.1 %	3.5 %	3.2 %	3.0 %	4.0 %	1.9 %	2.7 %	3.9 %	2.8 %	2.8 %
K20	4.71 %	4.58 %	4.27 %	5.60 %	3.39 %	4.55 %	4.73 %	4.35 %	4.23 %	4.76 %
MNO <	.01 % <	.01 % <	.01 % <	.01 %	.02 % <	.01 % <	.01 % <	.01 % <	.01 %	.03 %
P205	.07 %	.09 %	.05 %	.05 %	.18 %	.05 %	.05 %	.08 %	.05 %	.12 %
GL.TAP	.53 %	.48 %	.59 %	.35 %	.64 %	.90 %	.33 %	.42 %	.33 %	.77 %

SIDE 4

28.APR 1981

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAGSNR: 74/80

	5021	5022	5023
SI02	76.49 %	71.02 %	78.26 %
AL203	11.64 %	14.79 %	10.78 %
FE203	1.36 %	2.33 %	1.22 %
TI02	.17 %	.36 %	.12 %
MGO	.36 %	.72 %	.28 %
CA0	.79 %	2.02 %	.59 %
NA20	3.2 %	4.2 %	2.5 %
K20	5.02 %	4.20 %	4.60 %
MNO	.03 % <	.01 %	.02 %
P205	.06 %	.10 %	.03 %
CL.TAP	.56 %	.34 %	.57 %

SIDE 1

7.OCT 1980

ANALYSE-RAPPORT.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE.

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAGSNR: 74/80

OPPDRAGSGIVER: U.S.B. V.D. WEL.

INSTRUMENT: XRF

	MO PPM	PB PPM	U PPM	TH PPM	ZN PPM	CU PPM	W PPM
NEDRE GRENSE	5.0	10.0	10.0	10.0	5.0	5.0	5.0

DISSE DATA LIGGER PÅ NGU'S DATAMASKIN HP-3000 PÅ FILEN C7480.OPPGIVER .KAACANAL

SIDE 2

7.OCT 1980

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAKSNR: 74/80

	5001	5002	5003	5004	5005	5006	5007	5008	5009	5010
MO	73.PPM	922.PPM	252.PPM <	5.PPM	911.PPM <	5.PPM <	5.PPM <	5.PPM <	5.PPM	.14 %
PB	28.PPM	28.PPM	32.PPM	31.PPM	31.PPM	27.PPM	34.PPM	27.PPM	27.PPM	30.PPM
U	< 10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM
TH	< 10.PPM	11.PPM	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM	12.PPM	26.PPM	11.PPM	16.PPM <	10.PPM
ZN	22.PPM	40.PPM	21.PPM	47.PPM	19.PPM	74.PPM	57.PPM	9.PPM	83.PPM	9.PPM
CU	321.PPM	370.PPM	307.PPM	33.PPM	154.PPM	163.PPM	7.PPM <	5.PPM	83.PPM	.14 %
W	14.PPM	15.PPM	14.PPM	17.PPM	12.PPM	15.PPM	14.PPM	15.PPM	17.PPM	10.PPM

	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	5018	5019	5020
MO	224.PPM	459.PPM	.12 %	143.PPM <	5.PPM	797.PPM	.11 % <	5.PPM	518.PPM	.17 %
PB	30.PPM	28.PPM	26.PPM	33.PPM	28.PPM	26.PPM	24.PPM	26.PPM	23.PPM	23.PPM
U	< 10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM
TH	< 10.PPM	25.PPM	19.PPM	13.PPM	15.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM
ZN	24.PPM	31.PPM	17.PPM	16.PPM	84.PPM	12.PPM	29.PPM	47.PPM	19.PPM	34.PPM
CU	377.PPM	279.PPM	612.PPM	201.PPM	46.PPM	252.PPM	288.PPM <	5.PPM	133.PPM	155.PPM
W	11.PPM	12.PPM	9.PPM	11.PPM	15.PPM	14.PPM	11.PPM	16.PPM	10.PPM	11.PPM

SIDE 3

7.OCT 1980

PROSJEKTNR: 1800/71

OPPDRAGSNR: 74/80

	5021	5022	5023
MO	693.PPM <	5.PPM	856.PPM
PB	27.PPM	29.PPM	27.PPM
U	< 10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <
TH	20.PPM	16.PPM	12.PPM
ZN	13.PPM	48.PPM	9.PPM
CU	214.PPM	7.PPM	420.PPM
W	11.PPM	13.PPM	10.PPM

BILAG 3

Kjemiske analyser av Mo, Zn, Cu, Pb og W i jordprøver fra Åmland.

Mo, Zn, Cu og Pb er analysert ved hjelp av atomabsorpsjon.

Prøvene er løst i 5 ml 1:1 HNO₃ ved oppvarming i 3.5 timer ved 110°C. Ved Mo bestemmelser er standarder puffret med 1000 ppm Al.

W er analysert ved hjelp av røntgenfluorescens.

*ELEMENT * MO * ZH * CU * PB * W *

 *KJ.DATO * 27/10* 27/10* 27/10* 27/10* *
 * 1979* 1979* 1979* 1979* *

*PROVENR *
 * A *
 * 2801 * 1.0* 27.* 9.* 21.* 13 *
 * 2802 * .0* 3.* 5.* 14.* 12 *
 * 2803 * 2.0* 21.* 11.* 31.* 14 *
 * 2804 * .0* 5.* 9.* 15.* 15 *
 * 2805 * 2.0* 10.* 10.* 10.* 13 *
 * 2806 * 13.0* 11.* 83.* 34.* 12 *
 * 2807 * 14.0* 10.* 39.* 28.* 9 *
 * 2808 * .0* 9.* 6.* 46.* 14. *
 * 2809 * 5.0* 31.* 9.* 24.* 15 *
 * 2810 * 3.0* 13.* 27.* 17.* 15 *
 * 2811 * .0* 7.* 3.* 31.* 11 *
 * 2812 * 5.0* 9.* 15.* 25.* 14 *
 * 2813 * 3.0* 10.* 16.* 20.* 17 *
 * 2814 * 1.0* 15.* 10.* 13.* 13 *
 * 2815 * 1.0* 20.* 8.* 15.* 10 *
 * 2816 * .0* 11.* 11.* 14.* 12 *
 * 2817 * .0* 8.* 4.* 20.* 14 *
 * 2818 * 2.0* 16.* 5.* 31.* 13 *
 * 2819 * 1.0* 21.* 9.* 38.* 11 *
 * 2820 * .0* 14.* 5.* 23.* 15 *
 * 2821 * .0* 5.* 1.* 17.* 14 *
 * 2822 * 1.0* 15.* 17.* 26.* 14 *
 * 2823 * .0* 14.* 2.* 21.* 12 *
 * 2824 * .0* 6.* 2.* 19.* 13 *
 * 2825 * .0* 5.* 8.* 14.* 11 *
 * 2826 * .0* 5.* 1.* 11.* 12 *
 * 2827 * .0* 10.* 9.* 10.* 14 *
 * 2828 * .0* 6.* 5.* 18.* 12 *
 * 2829 * 6.0* 17.* 14.* 67.* 10. *
 * 2830 * .0* 15.* 4.* 16.* 12 *
 * 2831 * .0* 9.* 2.* 21.* 14 *
 * 2832 * 1.0* 16.* 5.* 45.* 13 *
 * 2833 * .0* 15.* 7.* 28.* 12 *
 * 2834 * .0* 8.* 3.* 16.* 12 *
 * 2835 * .0* 12.* 3.* 13.* 14 *

*ELEMENT * MO * ZH * CU * PB * W *

 *KJ.DATO * 27/10* 27/10* 27/10* 27/10* *
 * 1979* 1979* 1979* 1979* *

*PROVENR *
 * A *
 * 2836 * 1.0* 7.* 2.* 22.* 16 *
 * 2837 * 1.0* 26.* 19.* 10.* 12. *
 * 2838 * .0* 6.* 2.* 16.* 14. *
 * 2839 * 2.0* 11.* 9.* 12.* 15. *
 * 2840 * 1.0* 12.* 8.* 30.* 12 *
 * 2841 * .0* 9.* 4.* 25.* 14 *
 * 2842 * 3.0* 18.* 9.* 16.* 12 *
 * 2843 * 5.0* 13.* 31.* 33.* 15 *
 * 2844 * 8.0* 16.* 23.* 43.* 13 *
 * 2845 * 10.0* 18.* 20.* 49.* 14 *
 * 2846 * 1.0* 9.* 23.* 17.* 13 *
 * 2847 * 15.0* 71.* 59.* 35.* 17 *
 * 2848 * 1.0* 15.* 14.* 27.* 13 *
 * 2849 * 3.0* 31.* 5.* 39.* 14 *
 * 2850 * .0* 31.* 27.* 29.* 10 *
 * 2851 * .0* 19.* 11.* 26.* 10 *
 * 2852 * 1.0* 32.* 9.* 31.* 11 *
 * 2853 * 1.0* 13.* 7.* 20.* 10 *
 * 2854 * .0* 32.* 13.* 26.* 16 *
 * 2855 * .0* 8.* 3.* 9.* 11 *
 * 2856 * 9.0* 18.* 36.* 23.* 14 *
 * 2857 * 1.0* 13.* 12.* 15.* 14 *
 * 2858 * .0* 16.* 2.* 22.* 17 *
 * 2859 * .0* 13.* 2.* 13.* 13 *
 * 2860 * .0* 7.* 1.* 15.* 15 *
 * 2861 * 4.0* 23.* 18.* 22.* 18 *
 * 2862 * .0* 10.* 3.* 13.* 11 *
 * 2863 * .0* 21.* 5.* 25.* 12 *
 * 2864 * 1.0* 33.* 8.* 15.* 8 *

BILAG 4

Kjemiske analyser av Mo, Zn, Cu, Pb, og W i bekkersedimenter fra Åmlandsheia.

Mo, Zn, Cu og Pb er analysert ved hjelp av atomabsorpsjon.
(Se BILAG 3).

W er analysert ved hjelp av røntgenfluorescens.

ELEMENT * MO * ZN * CU * PB * W *
 KONS. * PPM * PPM * PPM * PPM *
 KJ.DATO * 27/10* 27/10* 27/10* 27/10*
 * 1979* 1979* 1979* 1979*

STAND.1 * 40.* 50.* 20.* 20.*
 STAND.2 * 100.* 200.* 100.* 100.*

PROVENR *
 A *
 201 * 0.* 11.* 2.* 9.* 14.*
 202 * 0.* 22.* 6.* 12.* 17.*
 203 * 1.0* 15.* 6.* 17.* 14.*
 204 * 0.* 18.* 2.* 22.* 15.*
 205 * 4.0* 45.* 9.* 32.* 20.*
 206 * 1.0* 24.* 4.* 41.* 16.*
 207 * 1.0* 23.* 5.* 20.* 23.*
 208 * 6.0* 24.* 2.* 30.* 17.*
 209 * 2.0* 37.* 4.* 84.* 20.*
 210 * 0.* 17.* 3.* 23.* *
 211 * 1.0* 27.* 5.* 32.* 20.*
 212 * 0.* 23.* 4.* 25.* 15.*
 213 * 1.0* 16.* 3.* 22.* 21.*
 214 * 1.0* 25.* 4.* 24.* 20.*
 215 * 9.0* 72.* 6.* 32.* 21.*
 216 * 2.0* 18.* 4.* 48.* 11.*
 217 * 3.0* 87.* 6.* 21.* 18.*
 218 * 1.0* 23.* 3.* 48.* *
 219 * 1.0* 9.* 2.* 22.* *
 220 * 1.0* 31.* 4.* 58.* 19.*
 221 * 1.0* 63.* 22.* 62.* 15.*
 222 * 0.* 65.* 15.* 39.* 14.*
 223 * 3.0* 27.* 8.* 28.* 17.*
 224 * 2.0* 7.* 4.* 27.* 14.*
 225 * 3.0* 7.* 3.* 19.* 15.*
 226 * 0.* 7.* 3.* 21.* 14.*
 227 * 0.* 6.* 3.* 6.* 18.*
 228 * 0.* 6.* 3.* 7.* 23.*
 229 * 1.0* 21.* 4.* 9.* 14.*
 230 * 1.0* 25.* 4.* 67.* 16.*

ELEMENT * MO * ZN * CU * PB * W *
 KJ.DATO * 27/10* 27/10* 27/10* 27/10*
 * 1979* 1979* 1979* 1979*

PROVENR *
 A *
 231 * 1.0* 8.* 3.* 10.* 18.*
 232 * 1.0* 21.* 6.* 43.* *
 233 * 0.* 9.* 2.* 8.* 18.*
 234 * 0.* 11.* 3.* 11.* 15.*
 235 * 0.* 18.* 3.* 8.* 19.*
 236 * 0.* 11.* 4.* 13.* 11.*
 237 * 0.* 14.* 4.* 17.* *
 238 * 0.* 15.* 2.* 20.* 18.*
 239 * 8.0* 40.* 8.* 31.* 19.*
 240 * 0.* 7.* 3.* 7.* 19.*
 241 * 0.* 6.* 2.* 7.* 16.*
 242 * 0.* 11.* 4.* 9.* 15.*
 243 * 2.0* 22.* 9.* 15.* 17.*
 244 * 3.0* 13.* 3.* 12.* 18.*
 245 * 2.0* 19.* 7.* 24.* *
 246 * 2.0* 12.* 3.* 9.* 19.*
 247 * 3.0* 18.* 12.* 10.* 27.*
 248 * 3.0* 19.* 6.* 9.* 43.*
 249 * 3.0* 21.* 9.* 8.* 16.*
 250 * 3.0* 18.* 7.* 50.* 16.*
 251 * 3.0* 18.* 4.* 17.* 21.*
 252 * 3.0* 8.* 3.* 5.* 14.*
 253 * 4.0* 17.* 7.* 4.* 16.*
 254 * 3.0* 16.* 7.* 5.* 20.*
 255 * 1.0* 17.* 7.* 12.* 17.*
 256 * 1.0* 6.* 2.* 10.* 15.*
 257 * 1.0* 9.* 2.* 10.* *
 258 * 1.0* 13.* 5.* 17.* 15.*
 259 * 2.0* 18.* 5.* 10.* 16.*
 260 * 1.0* 18.* 5.* 9.* 19.*

ELEMENT * MO * ZN * CU * PB * W *

 KJ.DATO * 27/10* 27/10* 27/10* 27/10*
 * 1979* 1979* 1979* 1979*

PROVENR *
 A *

 261 * 2.0* 16.* 5.* 9.* 14.*
 262 * 1.0* 16.* 3.* 9.* 20.*
 263 * 2.0* 14.* 3.* 11.* 13.*
 264 * 2.0* 8.* 2.* 12.* 20.*
 265 * 2.0* 7.* 2.* 14.* 17.*
 266 * 2.0* 26.* 3.* 20.* 16.*
 267 * 2.0* 13.* 1.* 16.* 20.*
 268 * 2.0* 36.* 5.* 44.* 22.*
 269 * 2.0* 15.* 2.* 17.* 16.*
 270 * 3.0* 15.* 1.* 19.* *
 271 * 2.0* 23.* 6.* 21.* 11.*
 272 * 1.0* 24.* 6.* 13.* 18.*
 273 * 2.0* 23.* 6.* 42.* 16.*
 274 * .0* 4.* 1.* 6.* 13.*
 275 * 1.0* 7.* 1.* 5.* 14.*
 276 * 1.0* 10.* 1.* 9.* 14.*
 277 * 1.0* 21.* 2.* 13.* 19.*
 278 * 1.0* 18.* 3.* 4.* 13.*
 279 * 2.0* 15.* 3.* 20.* 15.*
 280 * 1.0* 11.* 3.* 7.* 11.*
 281 * 1.0* 13.* 3.* 6.* 14.*
 282 * 2.0* 34.* 10.* 7.* 18.*
 283 * 1.0* 15.* 3.* 4.* 17.*
 284 * 1.0* 13.* 2.* 5.* 17.*
 285 * 1.0* 22.* 8.* 19.* 15.*
 286 * .0* 22.* 6.* 15.* 15.*
 287 * .0* 13.* 4.* 10.* 11.*
 288 * .0* 27.* 8.* 13.* 12.*
 289 * .0* 27.* 7.* 15.* *
 290 * .0* 13.* 5.* 37.* 20.*
 291 * .0* 20.* 6.* 20.* 13.*
 292 * 4.0* 41.* 10.* 12.* 14.*
 293 * 1.0* 24.* 6.* 7.* 14.*
 294 * 20.0* 71.* 8.* 28.* 13.*
 295 * 1.0* 7.* 3.* 12.* 16.*

OPPDRAKSHR. 119779

ELEMENT * MO * ZN * CU * PB *

 KJ.DATO * 27/10* 27/10* 27/10* 27/10*
 * 1979* 1979* 1979* 1979*

PROVENR *
 A *

 296 * 2.0* 10.* 4.* 20.* 16.*
 297 * 1.0* 18.* 4.* 18.* 16.*
 298 * 1.0* 29.* 6.* 22.* 16.*
 299 * 1.0* 11.* 2.* 27.* 13.*
 300 * .0* 19.* 2.* 22.* 16.*
 301 * .0* 17.* 3.* 24.* 14.*
 302 * 5.0* 38.* 1.* 24.* 13.*
 303 * .0* 7.* 2.* 17.* 15.*
 304 * 1.0* 9.* 3.* 20.* 18.*
 305 * 2.0* 19.* 3.* 48.* 16.*
 306 * 1.0* 18.* 4.* 10.* 14.*
 307 * 1.0* 9.* 3.* 11.* 13.*
 308 * 1.0* 7.* 3.* 8.* 21.*
 309 * .0* 12.* 7.* 10.* 16.*
 310 * 3.0* 50.* 0.* 37.* 14.*
 311 * 2.0* 30.* 4.* 32.* 16.*
 312 * 5.0* 30.* 4.* 44.* 20.*
 313 * 3.0* 18.* 4.* 39.* 18.*
 314 * 2.0* 21.* 2.* 16.* 15.*
 315 * 2.0* 27.* 3.* 12.* 25.*
 316 * 3.0* 89.* 8.* 20.* *
 317 * 1.0* 27.* 9.* 24.* 25.*
 318 * 2.0* 28.* 6.* 32.* 16.*
 319 * 3.0* 33.* 4.* 39.* 16.*
 320 * 3.0* 39.* 4.* 37.* 19.*
 321 * .0* 14.* 3.* 9.* 16.*
 322 * .0* 12.* 2.* 9.* 16.*
 323 * 1.0* 28.* 6.* 21.* *

BILAG 5

Mineralinnhold i vaskeprøver/bekkesedimenter. Oversikt over de enkelte prøvene/fraksjonene. Koordinatene for det enkelte prøvetakingspunkt går frem av oversikten over vaskeprøvene. Vasking og mineralseparasjon utført av ing. L. Furuhaug.

VASKEPRØVER-BEKKESEDIMENTER. ÅMLANDSHEI-KVINESDAL

Prøvenr.	Antall korn scheelitt	Lok.nr.	Koordinater
4001	0	201	817 779
2	0	2	816 777
3	1	3	832 786
4	2	4	835 785
5	4	5	840 781
6	0	6	860 749
7	0	7	863 752
8	0	8	865 756
9	0	9	866 759
4010	1	210	855 742
11	0	11	853 738
12	0	12	853 736
13	0	13	852 732
14	5	14	850 729
15	0	15	856 754
16	0	16	855 756
17	1	17	853 758
18	0	18	851 760
19	1	19	850 765
4020	0	220	851 763
21	1	21	834 746
22	0	22	834 748
23	0	23	847 733
24	0	24	845 734
25	0	25	843 735
26	0	26	841 736
27	2	27	833 769

VASKEPRØVER-BEKKESEDIMENTER. ÅMLANDSHEI-KVINESDAL

Prøvenr.	Antall korn scheelitt	Lok.nr.	Koordinater
4028	10	228	832 767
29	6	29	831 766
4030	1	230	834 773
31	0	31	832 773
32	1	32	842 785
33	10	33	799 783
34	0	34	803 779
35	0	35	805 780
36	0	36	807 779
37	0	37	810 781
38	3	38	811 784
39	4	39	811 786
4040	0	240	804 759
41	0	41	803 761
42	2	42	802 763
43	1	43	799 762
44	2	44	819 756
45	0	45	822 756
46	5	46	816 749
47	10	47	815 747
48	1	48	813 747
49	0	49	810 746
4050	0	250	808 761
51	0	51	808 758
52	2	52	808 753
53	0	53	807 750
54	0	54	807 747

VASKEPRØVER-BEKKESEDIMENTER. ÅMLANDSHEI-KVINESDAL

Prøvenr.	Antall korn sheelitt	Lok.nr.	Koordinater
4055	0	255	807 744
56	0	56	813 735
57	0	57	818 733
58	3	58	810 732
59	0	59	819 737
4060	0	260	818 734
61	0	61	816 733
62	0	62	812 728
63	3	63	801 724
64	0	64	795 721
65	2	65	796 719
66	0	66	827 733
67	0	67	826 731
68	0	68	826 729
69	0	69	828 726
4070	0	270	829 721
71	0	71	827 727
72	0	72	823 722
73	0	73	825 722
74	0	74	833 705
75	0	75	827 701
76	0	76	826 700
77	0	77	825 698
78	0	78	824 701
79	0	79	823 703
4080	0	280	821 707
81	0	81	817 707

VASKEPRØVER-BEKKESEDIMENTER. ÅMLANDSHEI-KVINESDAL

Prøvenr.	Antall korn scheelitt	Lok.nr.	Koordinater
4082	0	282	817 717
83	0	83	816 715
84	0	84	814 715
85	0	85	813 712
86	1	86	818 697
87	1	87	815 698
88	1	88	810 697
89	0	89	816 680
4090	0	290	816 678
91	0	91	816 675
92	0	92	819 673
93	1	93	821 670
94	0	94	832 686
95	0	95	834 685
96	0	96	835 682
97	0	97	836 680
98	0	98	836 677
99	0	99	797 709
4100	0	300	795 706
1	4	1	794 694
2	0	2	787 695
3	0	3	786 718
4	2	4	782 716
5	1	5	776 724
6	2	6	768 725
7	0	7	775 741
8	1	8	786 744
9	0	9	791 746

VASKEPRØVER-BEKKESEDIMENTER. ÅMLANDSHEI-KVINESDAL

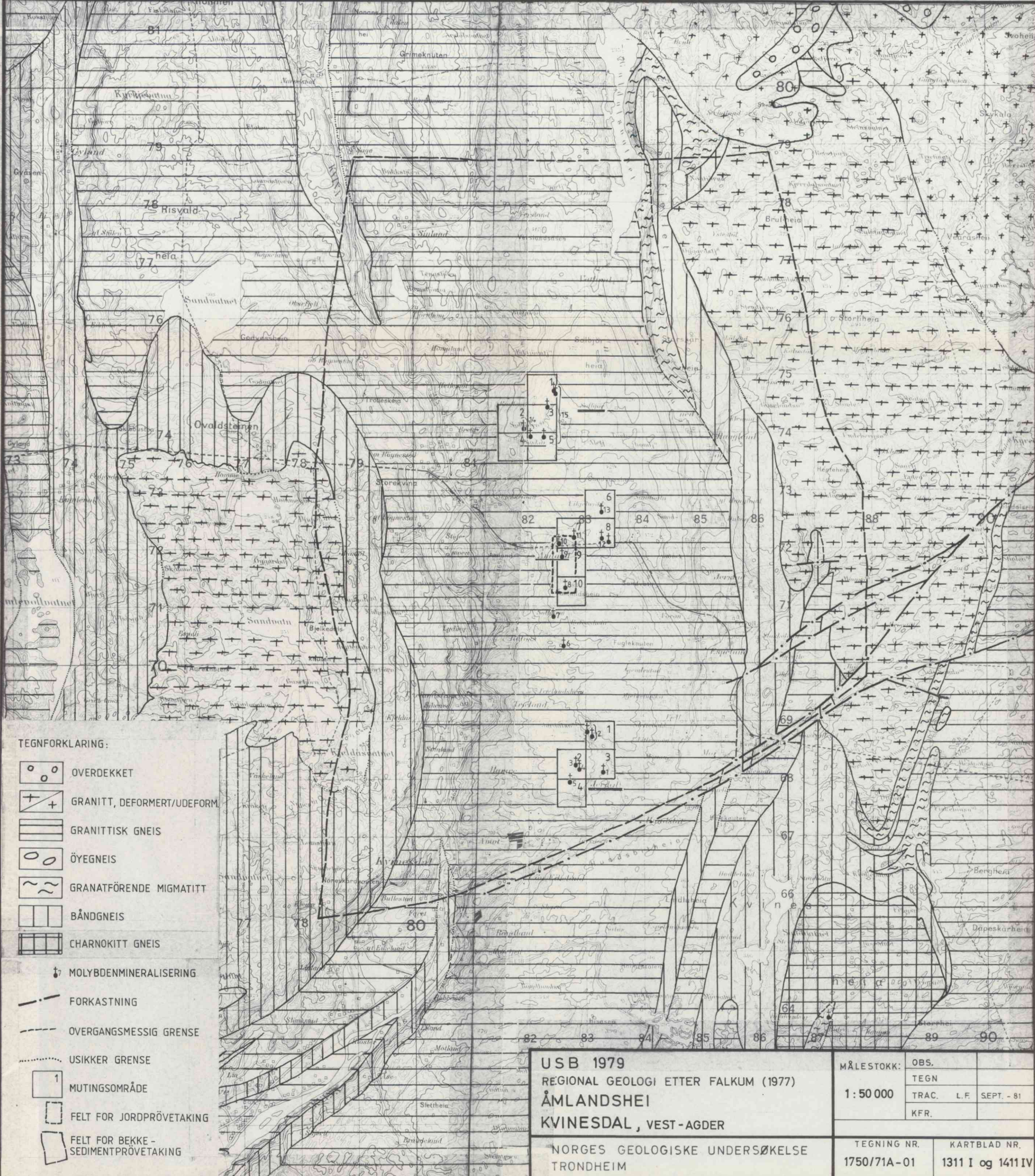
Prøvenr.	Antall korn scheelitt	Lok.nr.	Koordinater
4110	0	310	864 687
11	0	11	872 693
12	0	12	877 699
13	0	13	871 701
14	0	14	866 699
15	0	15	863 689
16	0	16	858 686
17	0	17	856 706
18	0	18	864 708
19	0	19	868 714
4120	0	320	868 717
21	3	21	855 715
22	0	22	753 708
23	0	23	853 702

Mineralseparasjon. Prøver fra Åmlandshef.

4001. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil. Anatas
4006. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.
4011. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Rutil. Titanitt. Kis. Kvarts.
4016. 1,0 A: Titanitt. Rutil
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. 1 korn blyglans.
4021. 1,0 A: Titanitt. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Kvarts.
4026. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil. Kis.
4031. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.
4036. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.
4041. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil. Kvarts.
4046. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil. 1 korn molybdengl.
4051. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Zirkon.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil. Kvarts.
4056. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Anatas.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.

4061. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.
4066. 1,0 A: Titanitt. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.
4071. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Kis. Titanitt. 1 korn molybdengl.
4076. 1,0 A: Titanitt. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Rutil. Titanitt.
4081. 1,0 A: Titanitt. Rutil. Amfibol.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt.
4086. 1,0 A: Titanitt. Zirkon. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt.
4091. 1,0 A: Titanitt. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. 1 korn molybdengl.
4096. 1,0 A: Titanitt. Zirkon. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt. Rutil.
4101. 1,0 A: Titanitt. Rutil.
>1,0 A: Zirkon. Titanitt.
4106. 1,0 A: Titanitt. Svovelkis. 1 korn molybdengl.
>1,0 A: Zirkon. 3 korn molydengl.
4111. 1,0 A: Titanitt. Svovelkis.
>1,0 A: Zirkon.
4116. 1,0 A: Rutil. Titanitt. Zirkon.
>1,0 A: Zirkon. Kvarts. Svovelkis.
4121. 1,0 A: Titanitt. Amfibol. Zirkon.
>1,0 A: Zirkon. Kvarts. Svovelkis. Zirkon. 1 korn molybdengl.

Lavere fraksjoner: Hematitt-magnetitt, stikkprøver på prøver med høye W-analyse-verdier viste ingen wolframitt.



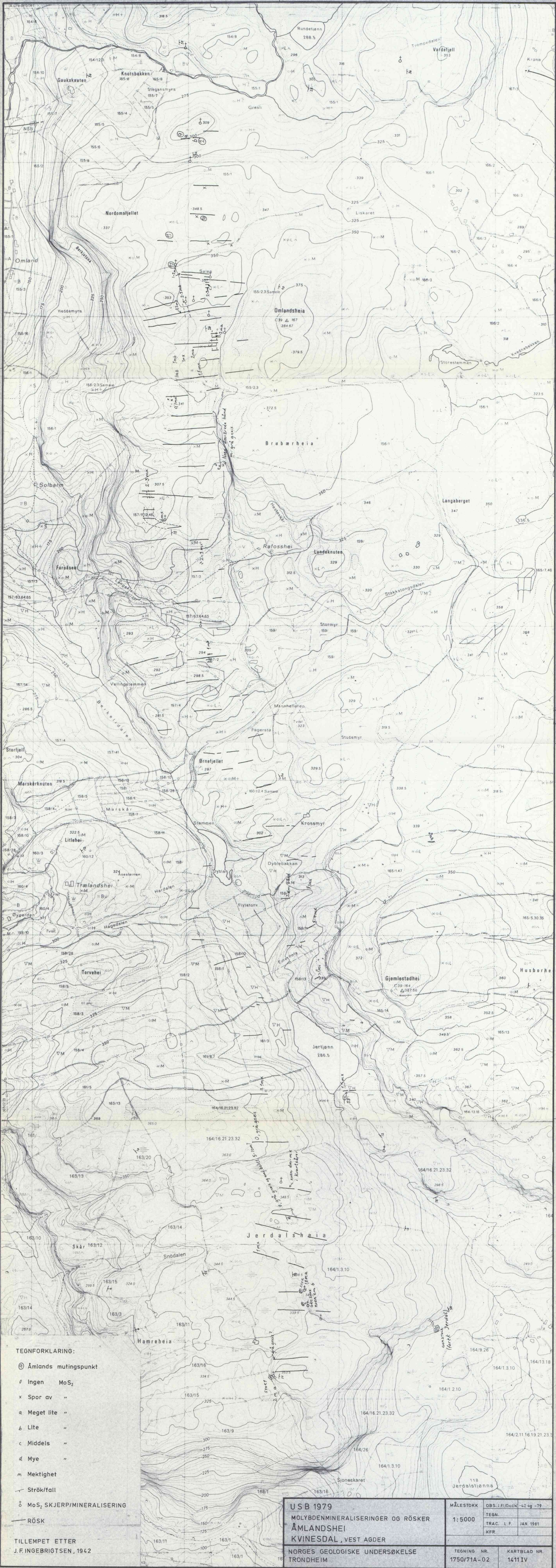
TEGNFORKLARING:

- OVERDEKKET
- GRANITT, DEFORMERT/UDEFORM
- GRANITTISK GNEIS
- ÖYEGNEIS
- GRANATFÖRENDE MIGMATITT
- BÅNDGNEIS
- CHARNOKITT GNEIS
- MOLYBDENMINERALISERING
- FORKASTNING
- OVERGANGSMESSIG GRENSE
- USIKKER GRENSE
- MUTINGSOMRÅDE
- FELT FOR JORDPRØVETAKING
- FELT FOR BEKKE-SEDIMENTPRØVETAKING

USB 1979
REGIONAL GEOLOGI ETTER FALKUM (1977)
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:	OBS.	
1:50 000	TEGN	
	TRAC.	L.F. SEPT. - 81
	KFR.	
TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
1750/71A-01	1311 I og 1411 IV	



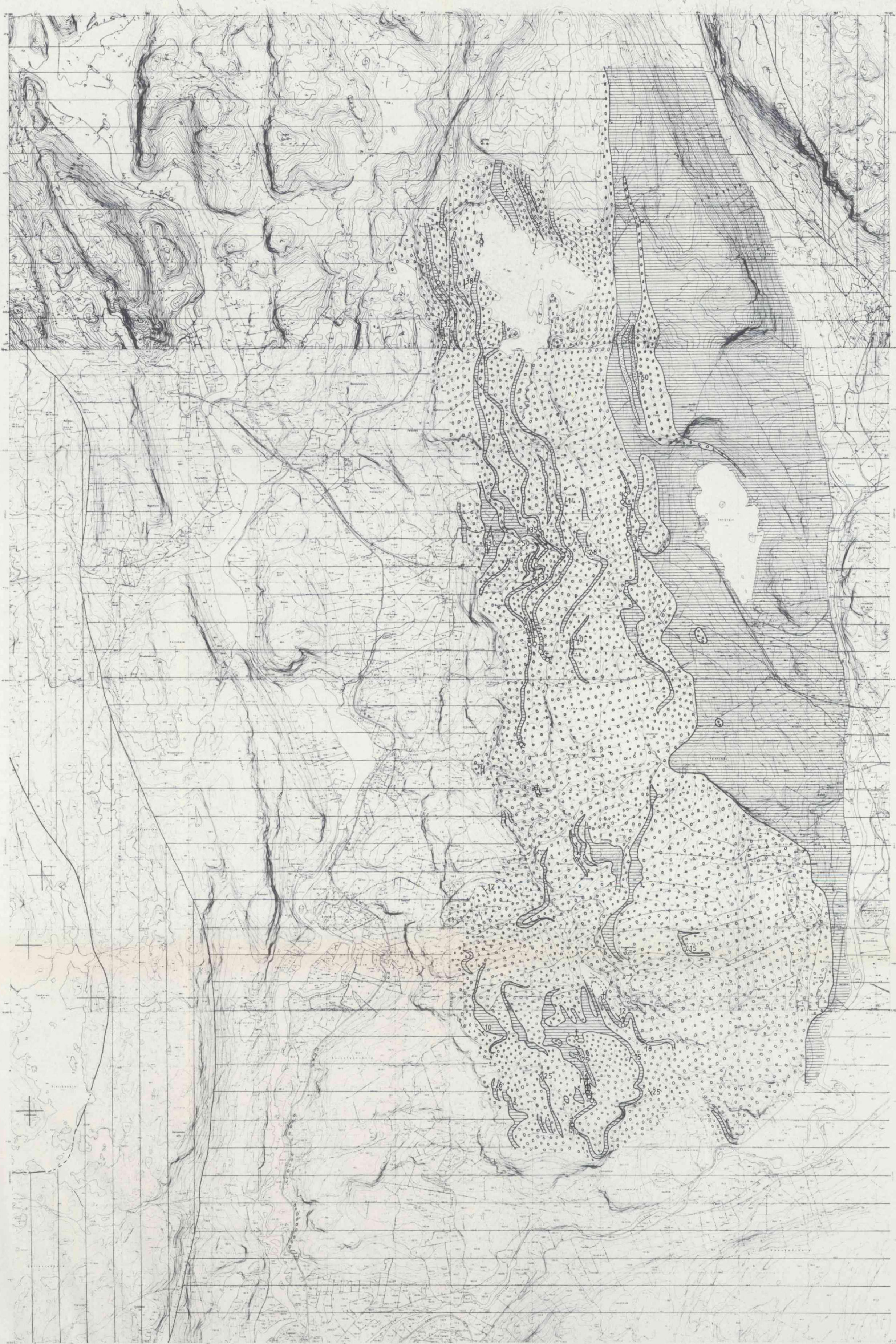
TEGNFORKLARING:

- ⊙ Åmlands mutingspunkt
- ∅ Ingen MoS₂
- x Spor av "
- a Meget lite "
- b Lite "
- c Middels "
- d Mye "
- m Mektighet
- Strøk/fall
- ⊕ MoS₂ SKJERP/MINERALISERING
- RØSK

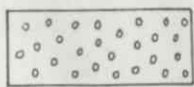
TILLEMPET ETTER
J.F. INGEBRIGTSEN, 1942

USB 1979
MØLYBDENMINERALISERINGER OG RØSKER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST AGDER
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	OBS. J.F. INGEBRIGTSEN -42 og -79
1:5000	TEGN. L.F. JAN. 1981
TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
1750/71A-02	1411IV



TEGNFORKLARING:



ÖVEGNEIS



GRANITTISK GNEIS



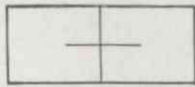
AMFIBOLITT



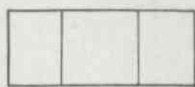
MoS₂ SKJERP/
MINERALISERINGER



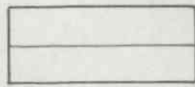
STRÖK/FALL



GRANITT



BÅNDET GNEIS



GRANITTISK GNEIS



GRANATFÖRENDE MIGMATITT GNEIS

KARTLAGT AV T. FALKUM (1977)

KARTLAGT AV D.v.d. Wel (1979)

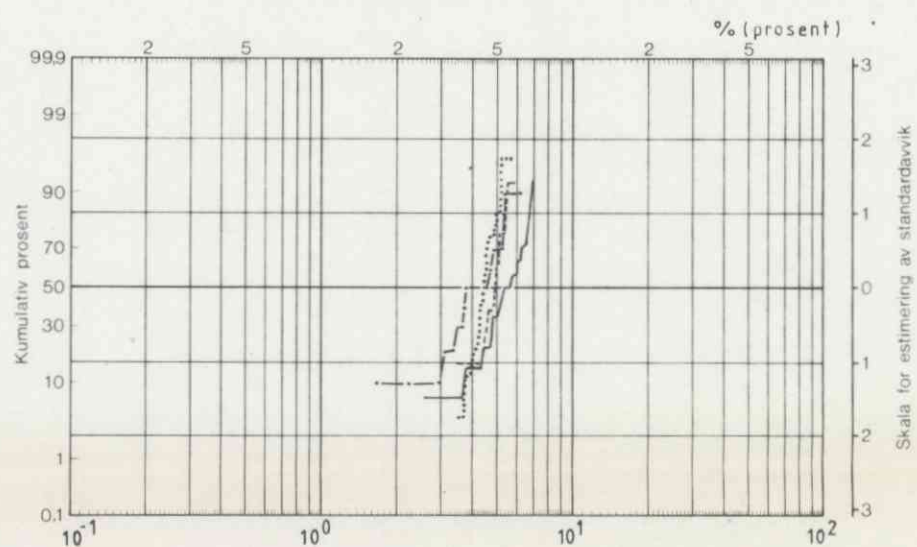
USB 1979
GEOLOGISK KART
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

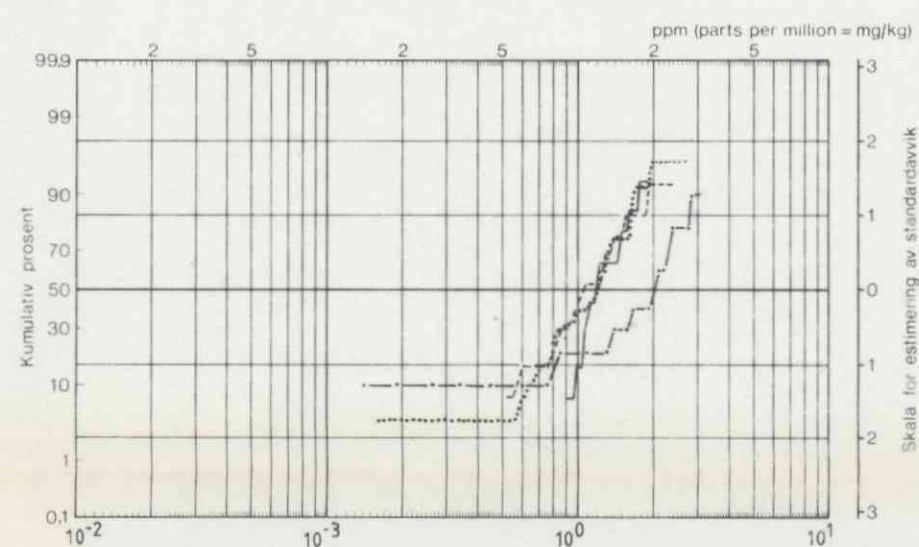
MÅLESTOKK	OBS. D.v.d.W./T.F.	-79 og -77
1:20 000	TEGN. D.v.d.W.	-80
	TRAC. L.F.	OKT.-80
	KFR.	

TEGNING NR.	KARTBLAD
1750/71A-03	1311 I og 1411 IV

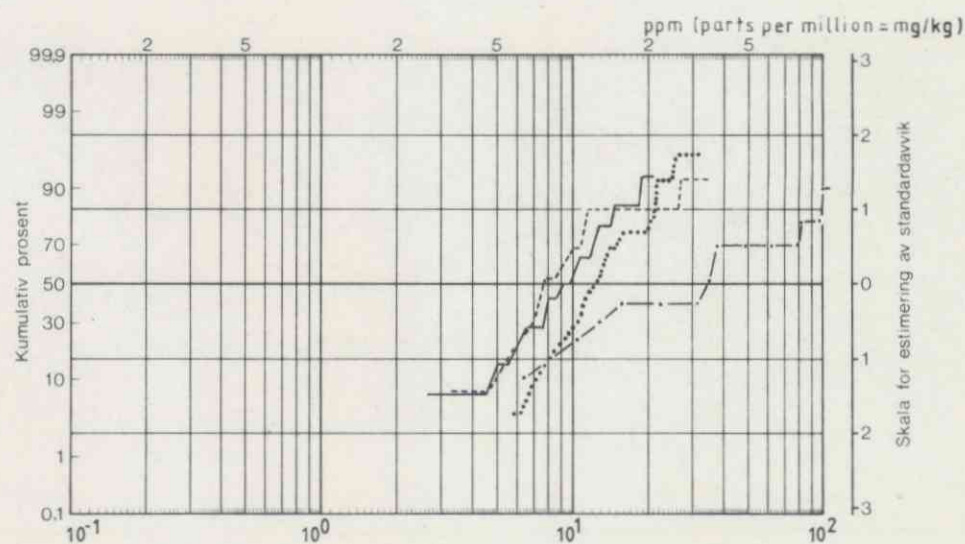
FREKVENSFORDELINGS-DIAGRAM FOR K



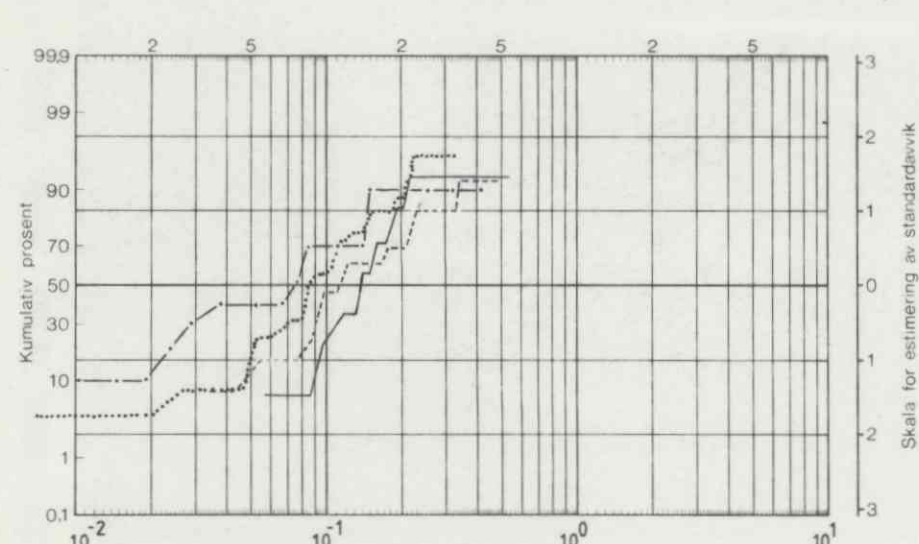
FREKVENSFORDELINGS-DIAGRAM FOR U



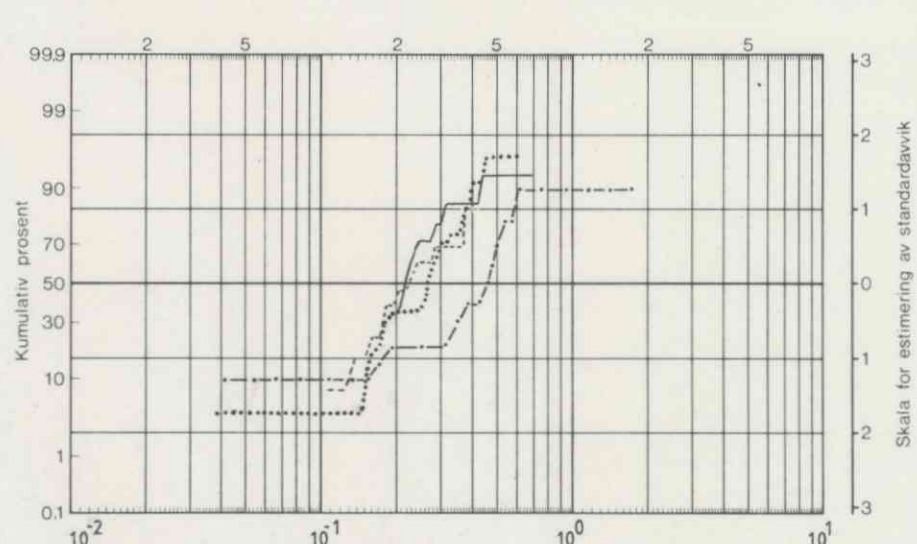
FREKVENSFORDELINGS-DIAGRAM FOR Th



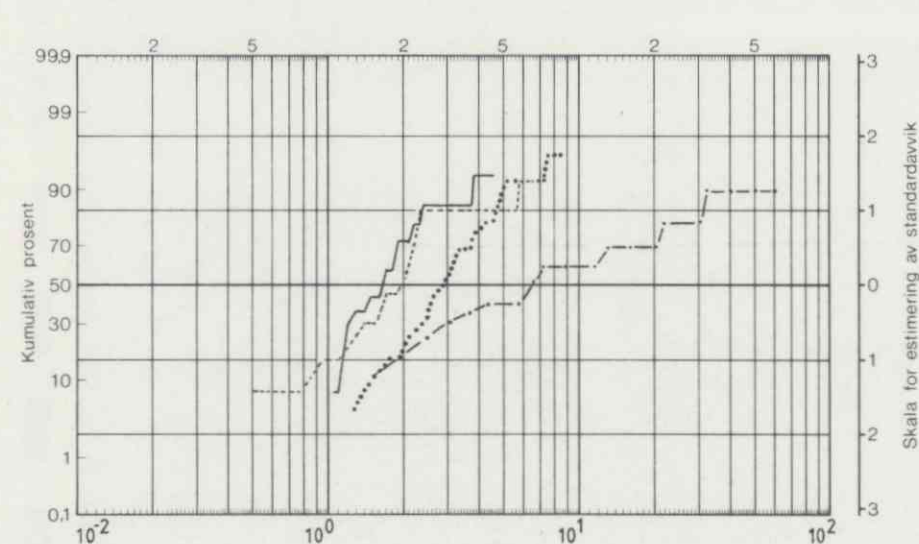
FREKVENSFORDELINGS-DIAGRAM FOR U/Th



FREKVENSFORDELINGS-DIAGRAM FOR U/K



FREKVENSFORDELINGS-DIAGRAM FOR Th/K



— A : Grå gneis (m. molybdenglans)

- - - B : Granittisk gneis

... C : Öyegneis

- - - D : Pegmatitt

USB 1979

FREKVENSFORDELINGSKURVER—GAMMA—
ÅMLANDSHEI
SPEKTROMETRI

KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:

OBS.

TEGN

TRAC.

L.F.

MARS -81

KFR.

TEGNING NR.

1750/71A-04

KARTBLAD NR.

1311I og 1411IV



- Tegnforklaring:**
-  <1,0 ppm
 -  1,0 - 4,9 "
 -  5,0 - 9,9 "
 -  10,0 - 14,9 "
 -  ≥15,0 "

KVINESDAL VEST-AGDER
SANDVATN ST. AW 009-5-2

US B 1979
Mo I JORDPRÖVER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK: 1:5000	OBS.	D.v.d.W. JULI .. 79	
	TEGN		
	TRAC.	L.F.	MARS -80
	KFR.		

TEGNING NR. 1750/71A-06	KARTBLAD NR. 1411 IV
----------------------------	-------------------------



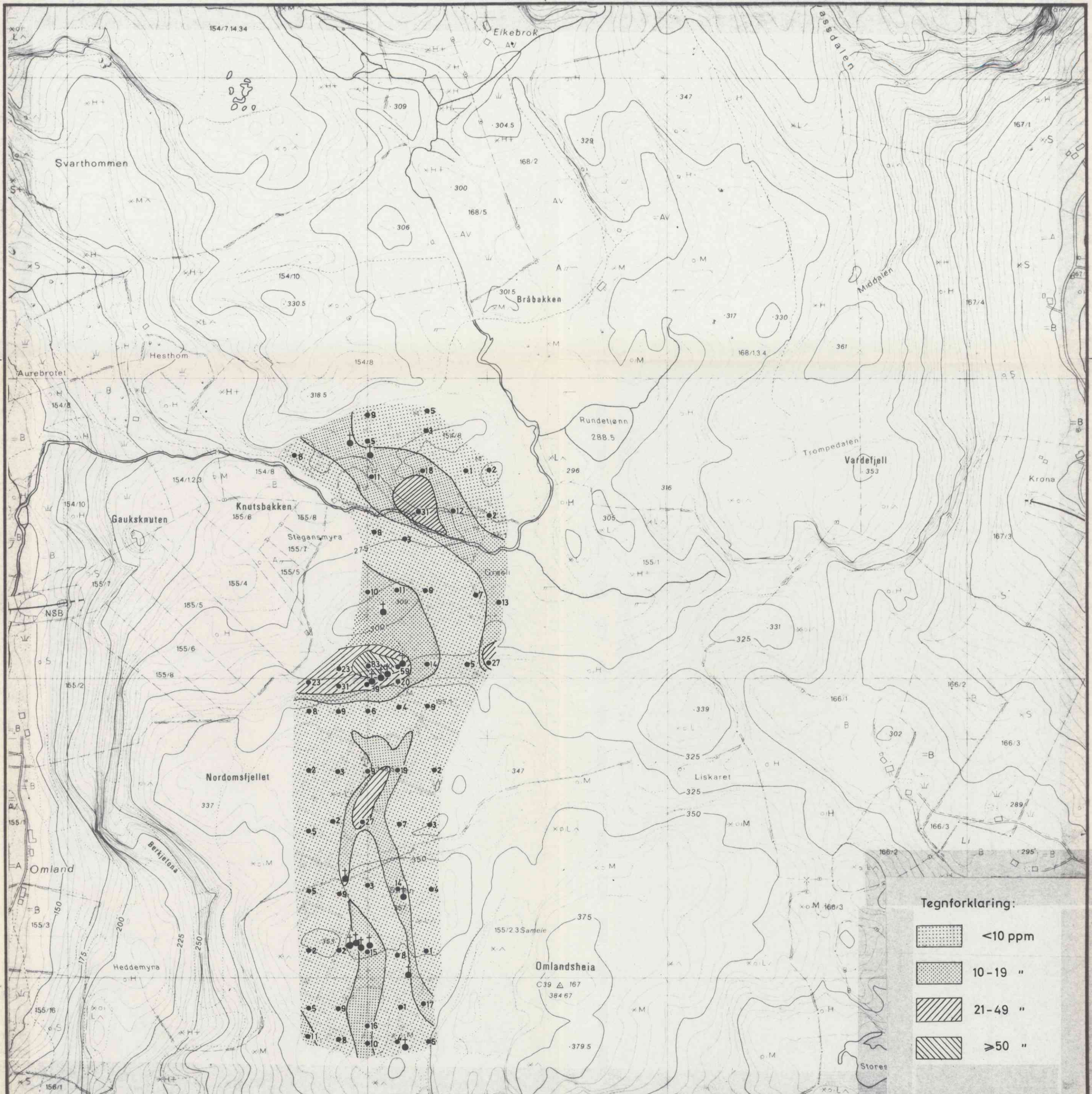
KVINESDAL VEST-AGDER
SANDVATN ST. AW 009-5-2

USB 1979
Zn I JORDPRØVER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:	OBS. D.v.d.W. JULI -79
	TEGN
	TRAC. L.F. MARS -80
	KFR.

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
1750/71A-07	1411 IV



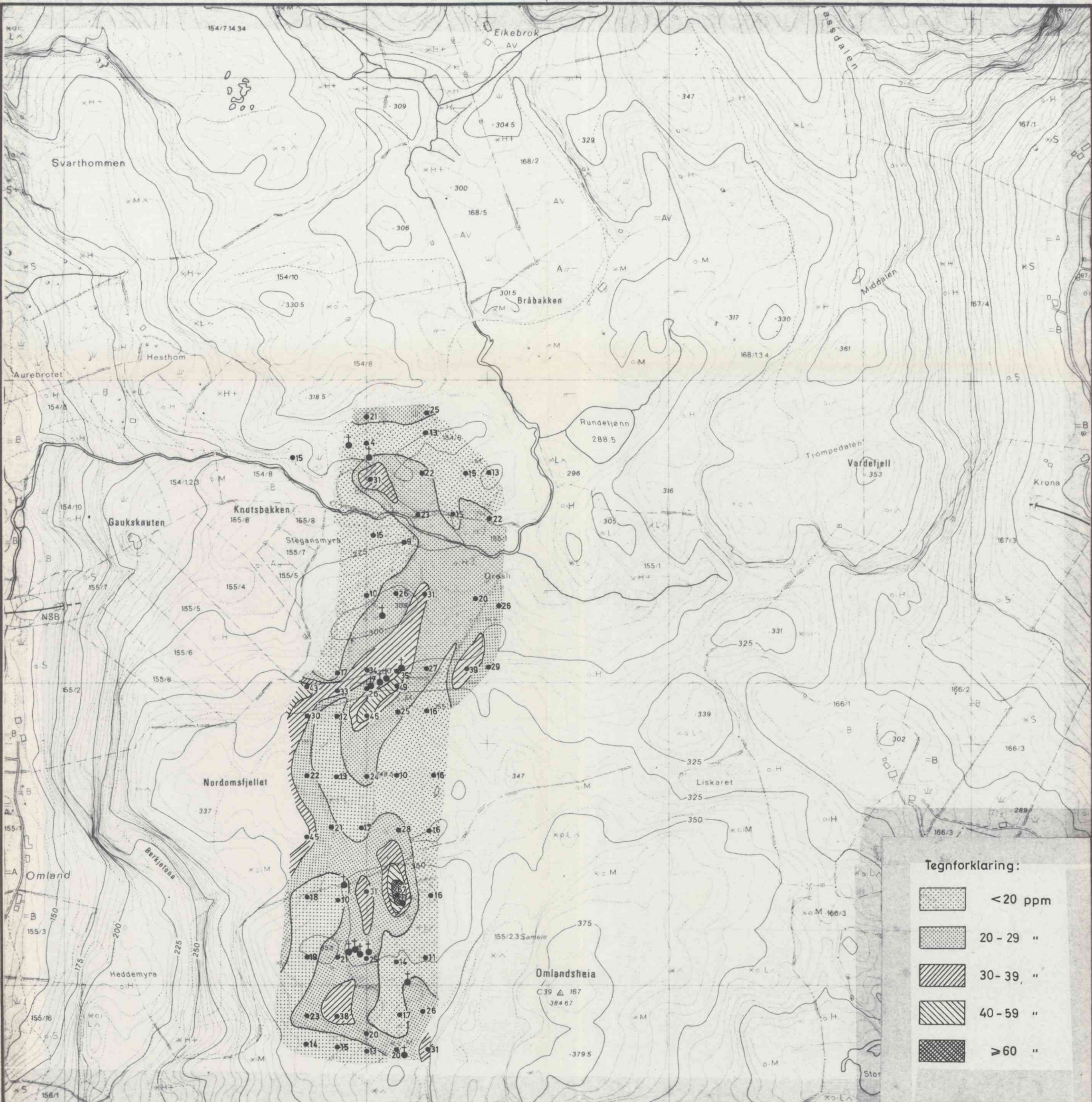
KVINESDAL VEST-AGDER
SANDVATN ST. AW 009-5-2

USB 1979
Cu I JORDPRØVER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK: 1:5000	OBS. D.v.d.W.	JULI - 79
	TEGN	
	TRAC. L.F.	MARS - 80
	KFR.	

TEGNING NR. 1750/71A-08	KARTBLAD NR. 1411 IV
----------------------------	-------------------------



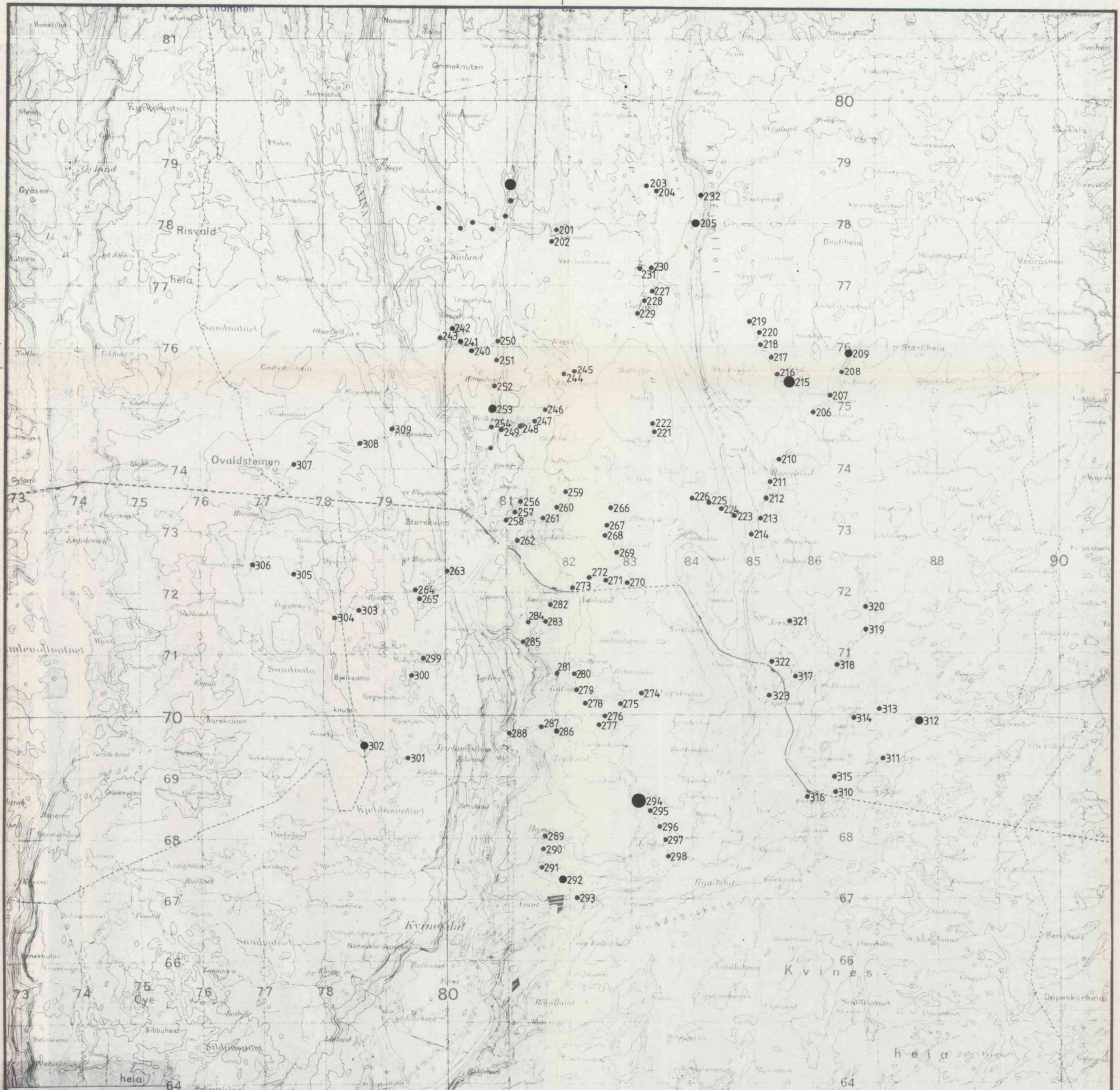
- Tegnforklaring:
- < 20 ppm
 - 20 - 29 "
 - 30 - 39 "
 - 40 - 59 "
 - ≥ 60 "

KVINESDAL VEST-AGDER
SANDVATN ST. AW 009-5-2

USB 1979
Pb I JORDPRÖVER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK: 1:5000	OBS. D.v.d.W.	JULI -79
	TEGN	"
	TRAC. L.F.	MARS -80
	KFR.	
TEGNING NR. 1750/71A-09		KARTBLAD NR. 1411 IV



Tegnforklaring :

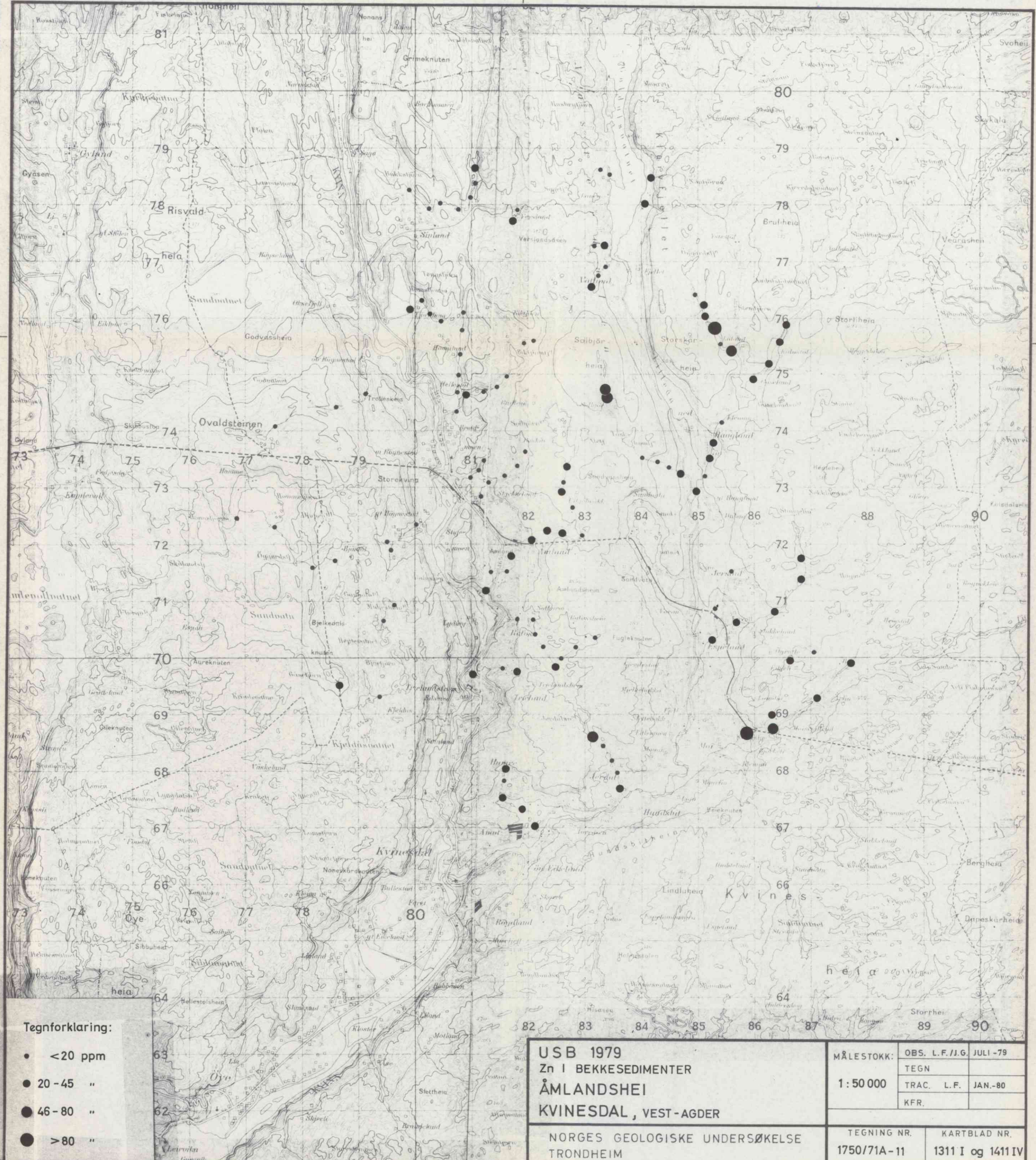
- <4 ppm
- 4-7 "
- 8-10 "
- >10 "
- 263 prøvepkt. m./nr.

USB 1979
Mo I BEKKESEDIMENTER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK: 1:50 000	OBS. L.F./J.G. JULI -79
	TEGN
	TRAC. L.F. JAN.-80
	KFR.

TEGNING NR. 1750/71A-10	KARTBLAD NR. 1311 I og 1411 IV
----------------------------	-----------------------------------



Tegnforklaring:

- <20 ppm
- 20 - 45 "
- 46 - 80 "
- >80 "

USB 1979
Zn I BEKKESEDIMENTER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

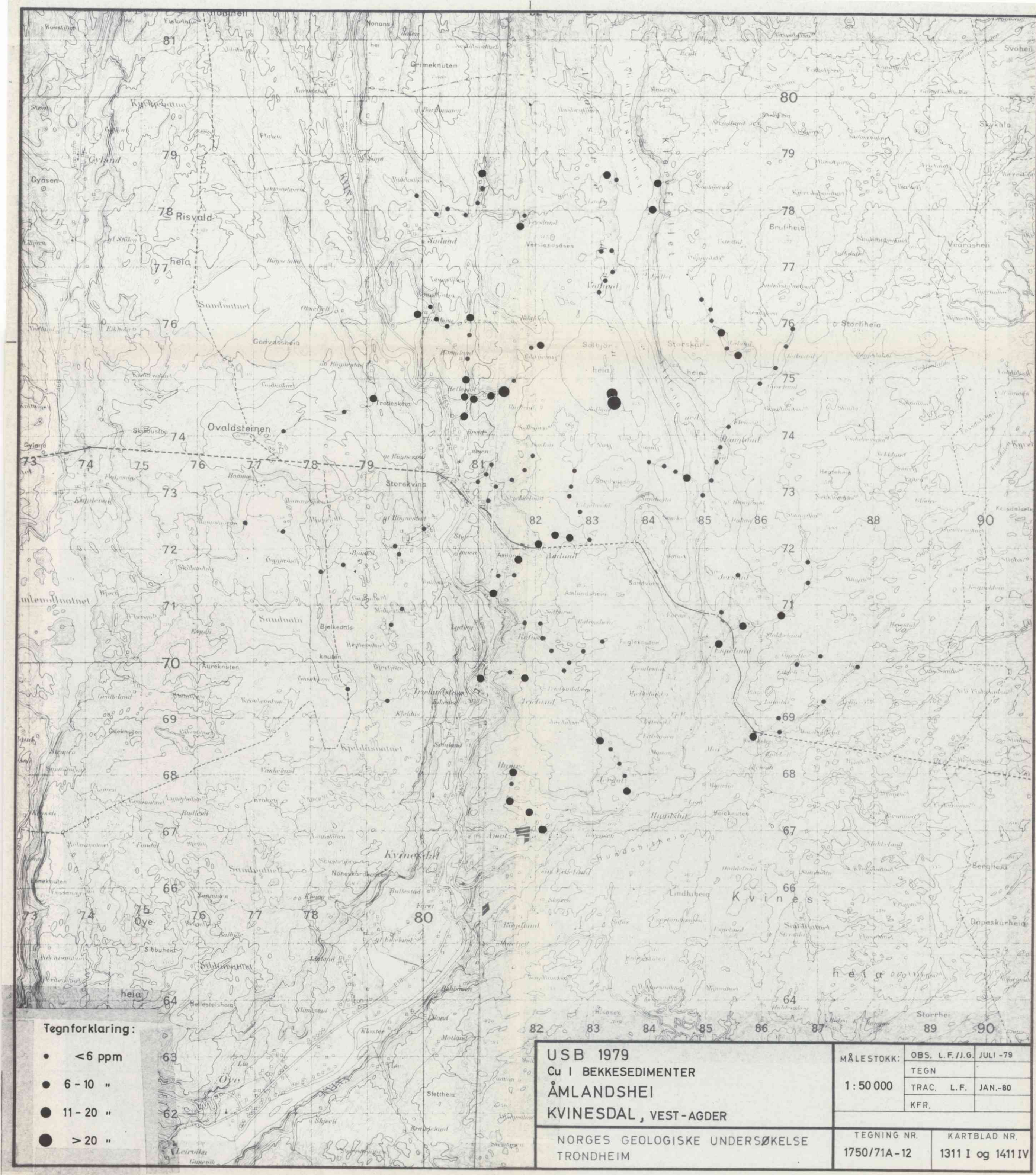
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:
1:50 000

OBS. L.F./J.G.	JULI -79
TEGN	
TRAC. L.F.	JAN.-80
KFR.	

TEGNING NR.
1750/71A-11

KARTBLAD NR.
1311 I og 1411 IV



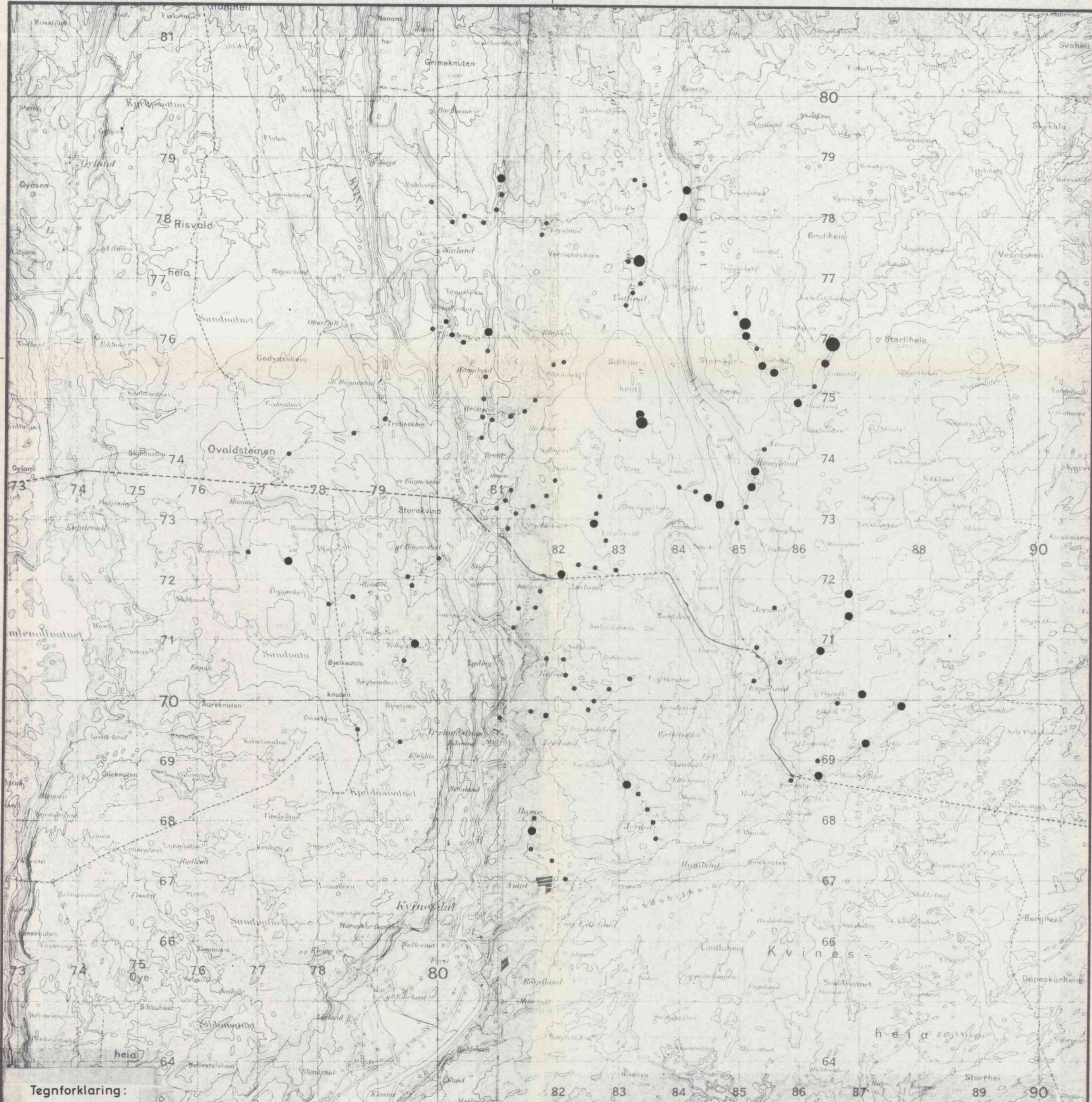
Tegnforklaring:

- <6 ppm
- 6 - 10 "
- 11 - 20 "
- > 20 "

USB 1979
Cu I BEKKESEDIMENTER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK: 1:50 000	OBS. L.F./J.G. JULI -79
	TEGN
	TRAC. L.F. JAN.-80
	KFR.
TEGNING NR. 1750/71A-12	KARTBLAD NR. 1311 I og 1411 IV



Tegnforklaring:

- < 25 ppm
- 25 - 50 "
- 51 - 70 "
- > 70 "

USB 1979
Pb I BEKKESEDIMENTER
ÅMLANDSHEI
KVINESDAL, VEST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK: 1:50 000	OBS. L.F./J.G.	JULI -79
	TEGN	
	TRAC. L.F.	JAN.-80
	KFR.	
TEGNING NR. 1750/71A-13		KARTBLAD NR. 1311 I og 1411 IV

