

UNDERSØKELSE AV
STATENS BERGRETTIGHETER
1978

Oppdrag 1750/75A
KALDEVASSDALEN ULTRAMAFITTFOREKOMST
TOKKE, Telemark

NGU

4397



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr.1750/75A		Åpen/ Fortrykkelig	
Tittel: Kaldevassdalen ultramafittforekomst			
Oppdragsgiver: Industridepartementet /USB		Forfatter: D.van der Wel	
Forekomstens navn og koordinater: Kaldevassdalen, 221/821 - 215/825		Kommune: Tokke	
Fylke: Telemark		Kartbladnr. og -navn (1:50 000): 1413 I, Urdenosi	
Utført: feltarbeide juni 1978		Sidetall:18 Tekstbilag: 2 Kartbilag: 11	
Prosjektnummer og -navn: 1750, Undersøkelse av statens bergrettigheter			
Prosjektleder: førstestatsgeolog I.Lindahl			
Sammendrag: Sommeren 1977 ble Kaldevassdalen forekomst befart i forbindelse med en økonomisk-geologisk oversikt over kartblad Sauda (1:250 000). Forekomsten ble oppsøkt som asbestforekomst, men laboratorie-undersøkelsene av de innsamlete prøvene viste at det finnes milleritt, kobberkis og kromitt i tillegg til asbest. Det ble dessuten funnet en indikasjon på at Pt kunne være til stede. Sommeren 1978 ble det foretatt en ny befaring av forekomsten (tilsammen ble det brukt 5 dager). Et lite område (7,5 km²) ble da detaljkartlagt (M 1:6500). Det ble innsamlet prøver. Disse er analysert på Ni, Cr og hovedelementer. I en av prøvene ble også innholdet av platina-metaller analysert. Analyseresultatene og kornstørrelsen av de Ni-, Cr- og Cu-førende ertsfasene er såpass ugunstige, at en videre oppfølging ikke kan anbefales. Det tas forbehold om prøvenes representativitet. Samtlige av prøvene ble tatt i overflaten, og det er derfor ikke usannsynlig at de kan ha vært utsatt for utvitring av de Ni- og Cu-førende sulfidfasene. Asbest er for det meste utviklet som "massfiber" og er kortfibrig i mange av tilfellene. Asbestutviklingen er varierende og ansees for økonomisk.			
Nøkkelord	Økonomisk-geologi	Asbestforekomst	
	Nikkel-kromforekomst	Ultramafitt	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHOOLD

	side
INNLEDNING	4
Beliggenhet	4
Historikk	4
NGUs engasjement	4
Mutinger	5
Laboratoriearbeid	5
Karteringsgrunnlag	5
Prøvetaking	6
GENERELT OM OMRÅDETS GEOLOGI.....	6
KALDEVASSDALEN ULTRAMAFITTLINSE	6
Geologi	6
Mineralogi	7
Kjemiske analyser	11
Hovedelementer	11
Nikkel- og kromanalyser	13
Usikkerhet i analyseresultatene for Ni og Cr.	14
Platinametaller	15
ANDRE FOREKOMSTER PÅ KARTBLAD URDENOSI	15
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	15
Geologi	15
Asbest	16
Nikkel og krom	17
Sluttbemerkninger	17
LITTERATURREFERANSER	18

BILAG

1. Analyser på hovedelementer fra ultramafittlinser
2. Nikkel- og kromanalyser

TEGNINGER

- 1750/75A-01 Geografisk posisjon for Kaldevassdalen forekomst
 -02 Kartutsnitt fra økonomisk-geologisk kart over
 Sauda (1:250 000)
 -03 Geologisk kart over Kaldevassdalen (1:50 000)

- 1750/75A-04 Mutingsområde, Kaldevassdalen 1-7 (kart 1:50 000)
- 05 Geologisk detaljkart med prøvepunkt, Kaldevassdalen (1:6400)
 - 06 Foliasjon rundt ultramafittlinsene
 - 07 Variasjonsdiagram: hovedelement versus SiO_2
 - 08 Variasjonsdiagram: Ni og Cr versus SiO_2
 - 09 A-C: Variasjonsdiagrammer $\text{MgO-H}_2\text{O}$, $\text{Ni-H}_2\text{O}$ og Ni-MgO
 - 10 Variasjonsdiagram: Ni (total) - Cr
 - 11 Variasjonsdiagram: Sulfidbundet nikkel versus CaO

INNLEDNING

Beliggenhet

De asbestførende ultramafittlinsene i Kaldevassdalen, Tokke kommune, Telemark ligger vel 1,5 km øst for fylkesgrensen til Aust-Agder. Ytterpunktene for linsenes utbredelse kan gis ved koordinatene 221/821 og 215/825, kartblad Urdenosi (1413 I), M 1:50 000. Se også Tegn. 1-3. Avstand til nærmeste vei er ca. 4,5 km (Riksvei 45), til Kristiansand er den ca. 190 km. Høyde over havet er mellom 990 og 1110 m.

Historikk

På 1800-tallet ble forekomsten forsøksdrevet på asbest av et engelsk selskap (pers.medd. Aa.Haugen, Tokke 1978). Selskapet skal også ha vært engasjert i driften på Åmdals Verk. Forsøksdriften ved Kaldevassdalen asbestforekomst hadde et beskjedent omfang, bare ved enkelte av linsene er det foretatt prøvesprengning.

NGUs engasjement

Den foreliggende rapport er et resultat av en utvidet undersøkelse i forbindelse med sammenstillingen av en økonomisk-geologisk oversikt over kartblad Sauda (1:250 000) (Nordrum og van der Wel, 1979). Laboratorieundersøkelsene av det innsamlete materialet fra 1977 viste at bergarten hadde tilknyttet små mengder nikkel- og kobbersulfider. Blant de nikkelholdige sulfidene finnes milleritt og heazlewooditt. I denne forbindelse ble det foretatt orienterende analyser på Ni i totalbergart (8 prøver). Analysene viste mellom 0.13 og 0.33 % Ni med et aritmetrisk middel omkring 0.23 % Ni. Prøvene førte også noe kromitt og ferrokromitt. Mikrosondeanalysene ga dessuten et utslag i området for Pt-toppen. Det ble besluttet å foreta orienterende feltundersøkelser på Ni og Cr i 1978. Ialt ble det brukt 5 feltdager på forekomsten (77/78).

Mutinger

NGU mutet feltet i 1978. Feltene og boltene er vist i Tegn.4. Bolt 215/830 er plassert 1140 m o.h., 3 m nordvest for bekken som renner nedover fra Spafjellet til Store Kaldevatn. Bekken er ikke avmerket på 50 000 kartet. Terrenget er oversiktlig. Bolt 215/820 er plassert ca. 25 m nordvest for en bekk og 150 m vest for sammes utløp i nordvestenden av et avlangt vann (216/820). Terrenget er oversiktlig. Bolt 225/820 står i bjørkeskogen, nær tregrensen, ca. 5 m sør for et lite svaberg (1020 m.o.h.) og 150 m SØ for nærmeste bekk.

Laboratoriearbeid

Følgende analyser ble utført ved kjemisk avdeling, NGU (se Bilag 1 og 2):

- Orienterende Ni og Cr-analyser på 8 bergartsprøver, 1978.
- Ni og Cr-analyser på 20 bergartsprøver, 1979.
- Hovedelementanalyser på 20 bergartsprøver, 1979.

Samtlige elementer ble bestemt med røntgenfluoresens.

Det ble også analysert på:

- Sulfidbundet Ni (bromvannsmetoden), 20 prøver, 1979.
- Pt-metaller i en utvalgt prøve (anrikning ved hjelp av Pb/Ag-perler, konsentrasjon i Ag-perle, oppløsning i HNO_3 , optisk spektrografi på inndampet rest), 1979.

Forøvrig ble det utført mikroskopstudier av polerte tynnslip og vanlige polerslip. Enkelte av preparatene ble undersøkt ved hjelp av mikrosonden ved institutt for røntgenfysikk, NTH, Trondheim.

Karteringsgrunnlag

Sommeren 1978 ble det brukt et flyfoto i M 1:6 400 som karteringsgrunnlag. Fotoet er et forstørret utsnitt fra et flyfoto i M 1:10 000 (Norfly, foto C34, serie 1075). Forøvrig ble det topografiske kartet over området brukt (Urdenosi, 1413 I, 1:50 000).

Prøvetaking

Det ble samlet et utvalg av prøver fra de fleste av ultramafittlinsene (se Tegn. 5). Prøve 78190 er fra utskutt materiale fra undersøkelsene på 1800-tallet. Da samtlige prøver representerer overflateprøver er det sannsynlig, at de gir et misvisende bilde av ultramafittlinsenes kjemiske sammensetning på grunn av vitrings-effekter. Forholdene blir diskutert noe senere i avsnittet om usikkerhet i analyseresultatene.

GENERELT OM OMRÅDETS GEOLOGI

Forekomsten opptrer i et område med grunnfjellsgneis (se Tegn. 2 og 3). Aldersdateringer som er utført på gneisene i tilgrensende områder gir metamorf alder på 1450 millioner år (van der Wel 1979). Gneisene har vesentlig en granittisk eller granodiorittisk sammensetning. De er tildels migmatiserte. I gneisene opptrer det amfibolittdrag. Kun i Kaldevassdalen er det påvist ultramafittlinser i amfibolittdragene.

Gneisene danner underlaget for Telemarksuitens bergarter (van der Wel 1974, Sigmond 1978). De siste er påvist omkring 2,5 km lenger nord. Antagelig kiler de ut under overdekket nord for forekomsten (se Tegn. 3). Det er også mulig at de avgrenses i sørøst av en nordøst-sørvest gående forkastning.

KALDEVASSDALEN ULTRAMAFITTLINSER

Geologi

Ultramafittlinsene opptrer i subparallell stilling i forskjellige foliasjonsnivå i hovedamfibolitten. En av linsene opptrer i et mindre amfibolittdrag. Linsene ved lokalitet 7881 opptrer i gneis (Tegn. 3). Foliasjonen i gneisen omslutter linsene som regel (Tegn. 6). Grensesonen i ultramafitten mot amfibolitt er gjerne flogopittisk eller klorittisk.

Linsene er ikke homogene i sin mineralogi. Deres overflate er gjerne rusten og omvandlet.

Form og størrelse på linsene er også varierende. De største er avlange (størrelsesorden 60x10 m), men enkelte er mer domlignende (diam. ca. 5 m). Det finnes også små linser helt ned til desimeterskala.

Amfibolitten omkring ultramafittlinsene er tildels biotittrik. Hovedamfibolittdraget er ca. 1000x250m. Gneisene forøvrig består av vekslende bånd av granittisk, granodiorittisk og amfibolittisk sammensetning. De granittiske dominerer.

Granittiske årer og ganger er utbredt. Enkelte av gangene er boudinerte. Flertallet er grovkornet til pegmatittisk. Antagelig finnes det flere generasjoner. De yngste er tilknyttet et sent stadium av intrusjonen av områdets yngste granitter. Enkelte steder opptrer gangene så hyppig at de danner en makro-breksjestructur i gneisen.

Det opptrer kvartslinser som lokalt fører sulfider (vesentlig svovelkis). De er sannsynligvis yngre enn pegmatittene, men det ble ikke funnet feltevidenser for dette. I distriktet forøvrig finnes kvartsårer som er tilknyttet en syn- eller postpegmatittisk fase (dvs. yngre enn ca. 7-800 millioner år, van der Wel 1979 og Nordrum og van der Wel, 1979).

Mineralogi

Silikatmineralogien i ultramafittlinsene viser at primærminerale for det meste er omvandlet. Blant primærfasene opptrer enstatitt og olivin og de finnes bare i underordnede mengder. Amfibol og serpentiner er sekundære og dominerer forekomstens mineralogi.

Blant amfibolene finnes antofyllitt, Fe-fattig cummingtonitt og tremolitt. I bergartsslipene er cummingtonitt bare funnet sammen med antofyllitt. Tremolitt opptrer som regel isolert fra

de øvrige amfibolene. Opptreden av tremolitt er sannsynligvis tilknyttet reaksjoner med den tilgrensende amfibolitt. Under reaksjonen antas det at Ca og Al ble tilført ultramafittlinsen fra den tilgrensende amfibolitt og at Mg vandret ut av linsenes grensesone (se Tegn. 7). Amfibolene finnes også utviklet som asbest.

Serpentin er ganske vanlig, men i enkelte bergartsprøver ble det ikke påvist. Også serpentin finnes utviklet som asbest i tillegg til bladige og finkornete utviklinger.

I en av prøvene fra det utsprengte materiale etter prospekteringen på 1800-tallet er flogopitt dominerende (60-70 %). Mineralet har et grønnaktig utseende og kan derfor lett forveksles med kloritt. Identiteten er bekreftet ved kjemisk analyse, optisk- og røntgenologisk identifikasjon.

Blant klorittmineralene opptrer pennin og klinoklor. Mineralene er spesielt hyppige i grensesonen mot amfibolitt.

Talk finnes i små mengder.

Silikatmineralogien tilsier at linsene har vært utsatt for flere omvandlingsfaser. Prosessene har ikke angrepet linsene på samme måte overalt. Opptreden av cummingtonitt og antofyllitt tyder på metamorfose i almandin-amfibolitt facies (Turner and Verhoogen 1960). Mineralene kloritt, serpentin, talk tyder på omvandlinger i grønnskifer facies. Enkelte av disse fasene kan også ha vært dannet under innflytelsen av hydrotermale prosesser.

De oksydiske og sulfidiske mineralene er representert i noenlunde like mengder (mellom 0.1 og 0.6 vol%). Blant oksydmineralene opptrer kromitt, magnetitt og spor av spinell. Blant sulfidmineralene opptrer magnetkis og svovelkis, samt små mengder av milleritt (bekreftet med mikrosonde), heazlewooditt, kobberkis og pentlanditt.

- Fig. 1: Kromitt aggregat - opprinnelig sammenvokst med olivin? Silikatfasen innen kromitt-aggregatene er flogopitt. Kromitt-kornene er omkring 0,1 mm. PRØVE 77189-1. Pålys, parallelle nikols, polert tynnslip.
- Fig. 2; Detaljutsnitt av Fig 1. Fotoet viser variasjoner ifra subhedrale til euhedrale korn. PRØVE 77189-1, pålys, parallelle nikols, polert tynnslip.
- Fig. 3: Kromitt (c) og magnetkis (d) som sekundære faser langs kløvplan i enstatitt. Enstatitt er omvandlet fullstendig til serpentin (a). Antofyllitt opptrer i tillegg (b). PRØVE 77189-1, blandet på- og gjennomfallende lys, parallelle nikols, polert tynnslip.
- Fig. 4: Magnetkis i mer eller mindre parallellstilling langs lineamenter i cummingtonitt. Magnetkisens forløp nedover i slipet sees som en svart skygge. Det fremgår av bildet at sulfidfasen har migrert langs kløvplan og korngrenser. PRØVE 77190-2, blandet på- og gjennomfallende lys, parallelle nikols, polert tynnslip.

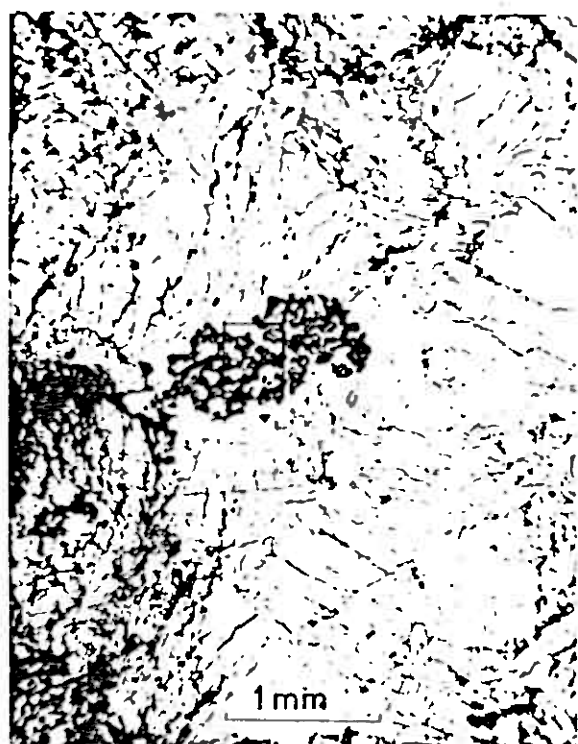


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

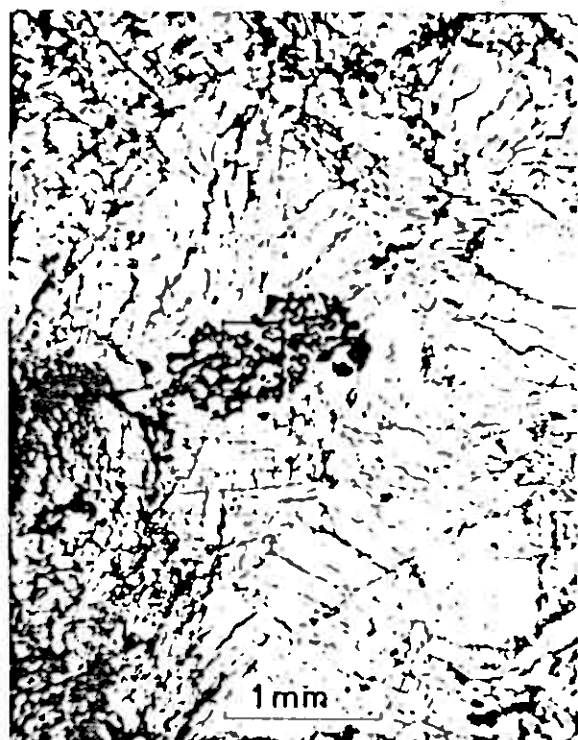


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Kromitt er dels omvandlet til ferrikromitt langs randsoner av varierende bredde. I enkelte av slipene opptrer kromittkornene konsentrert i aggregater (diam. ca. 0,7 mm) med mellomliggende flogopitt (Fig.1). I detaljutsnittet (Fig.2) vises det at kromitt er utviklet både som anhedrale og som subhedrale korn i disse aggregatene. Det antas at aggregatene opprinnelig besto av sammenvoksninger av olivin og kromitt, hvori olivin senere ble omvandlet til flogopitt.

Kromitt finnes også som spredte små korn i silikatfasene. Kornstørrelsen varierer mellom 0.04 til 0.8 mm. I serpentin (antigoritt) danner kornene gjerne ruteformete mønstre (Fig.3). Antagelig har mønsteret sammenheng med omvandlingen av enstatitt til serpentin. Kromitt (magnetitt) er konsentrert langs kløvplantraseene etter den opprinnelige enstatitt.

Sulfidfasene opptrer blant annet som en dispers fase i silikat-mineralene (kornstørrelse 0.004 mm eller mindre). Lokalt har det funnet sted en konsentrering av fasene langs kløvplan og fibrer i amfibol og serpentin (Fig.3). Kornstørrelsen hos sulfidene av denne generasjon er av størrelsesorden 0.005 til 0.2 mm. Sjeldnere er den nærmere 1 mm. I dette tilfelle er det ofte blandingskorn.

Kjemiske analyser

Hovedelementer (se Bilag 1).

Analysene er delt opp i fem grupper etter prøvens mineralinnhold (bilag 1, Tab. I-V). Tabellene er ordnet etter stigende SiO_2 -innhold. I de fleste av prøvene er vann bestemt som differans av sum elementer fra 100%.

Gruppe 1 (Tab. I) omfatter fem av prøvene, hvorav tre er analysert. Prøvene er karakterisert ved et høyt serpentin-innhold og følgelig også av høye innhold av MgO og H_2O . Tremolitt er ikke påvist i prøvene, noe som er i samsvar med det lave CaO -innholdet. Blant amfibolene opptrer vesentlig cummingtonitt, dels også antofyllitt.

Gruppe 2 (Tab. II) omfatter aluminiumrike bergartsprøver. Prøvene er karakterisert ved det høye innholdet av kloritt (klinoklor) eller flogopitt. I den flogopittrike prøven (78190-4) opptrer det dessuten ca. 30% tremolitt. Flogopittinnholdet gjenspeiles i et K_2O -innhold på nærmere 4%, og i det høye Al-innholdet.

Det antas at mineralene i prøvene ble dannet ved en reaksjon mellom ultramafitt og amfibolitt. Den geologiske posisjon for prøve 78190-4 er uklart fordi det er en løsblokk. Den kan f.eks. representere omvandlinger langs sprekker i ultramafittlinsen. Det er mulig at flogopittdannelsen må settes i forbindelse med pegmatittene i området. Disse skjærer blant annet enkelte av ultramafittlinsene. I kontaktsonen mellom pegmatitt og ultramafitt vil det da lett kunne dannes flogopitt.

Gruppe 3 (Tab. III) er fortsatt karakterisert ved et høyt MgO -innhold, men vanninnholdet er noe lavere enn tilfellet for gruppe 1. Hovedmineralet er cummingtonitt med varierende mengder serpentinit. CaO -innholdet er høyere enn for gruppe 1. Dette tyder på at tremolitt opptrer ved siden av cummingtonitt, i allefall i enkelte av prøvene. Det høye Fe-innholdet skyldes antagelig at Fe^{3+} inngår i Al-posisjoner i cummingtonitt.

Gruppe 4 (Tab. IV) representerer prøver med midlere SiO_2 -innhold. Typeprøven (77189-4) inneholder antofyllitt, cummingtonitt og serpentinit. Analysene viser at tremolitt opptrer i de Ca-rike variantene. Variasjonen i Al gjenspeiler innholdet av kloritt.

Gruppe 5 (Tab. V) omfatter de tremolittrike prøvene. Analysene er preget av høye CaO -innhold og lavere MgO -innhold. Igjen gjenspeiles variasjonen i klorittinnholdet av verdiene for Al. H_2O -innholdet tyder på en del serpentinit i enkelte av prøvene.

I Tegn. 7 vises variasjonen i innholdet av de viktigste oksyder med stigende innhold av SiO_2 . MgO har en jevn synkende tendens. Avvikene er størst for prøvene 77190-4, 7863B2, 7879-2, 7863A1 og 77190-2. Disse er karakterisert ved et høyt innhold av CaO . Prøvene tilhører ovenfor nevnte gruppe 2 og 5 (se Bilag 1, Tab.

II og V). Kurven for H_2O viser omtrent samme forløp som den for MgO og er et mål for serpentinnholdet i prøvene. FeO og Al_2O_3 viser små variasjoner, bortsett fra en topp i Al -kurven for prøve 77190-4 (flogopitt-rik). Til sammenligning er det i diagrammet tegnet inn verdier for utvalgte mineralanalyser fra litteraturen (Deer, Howie and Zussman, 1963, 1969).

Nikkel og kromanalyser (se Bilag 2).

Innholdet av Ni og Cr er angitt i Bilag 2. Foruten totalinnholdet av disse elementer, er det også analysert på sulfidbundet nikkel. For 8 av prøvene foreligger det paralleller (med utgangspunkt i det samme pulveret). Som det fremgår av tallene i Bilag 2 er det betydelig avvik mellom parallellene. I Tegn. 8 er variasjonen av Ni (bergart), Ni (sulfidbundet) og Cr angitt med stigende SiO_2 -innhold. Ni viser en svak synkende tendens, mens Cr varierer mer usystematisk. Totalinnholdet av MgO og Ni stiger med økt vanninnhold (Tegn. 9A-B). Diagrammet for MgO - H_2O forholdet gjenspeiler variasjonen i innholdet av serpentin. Diagrammet for Ni - H_2O viser derfor at Ni ikke bare er tilknyttet serpentin (relativt usystematisk endringer i Ni -innholdet med stigende serpentin (H_2O) innhold). Häkli (1971) viser at Ni -innholdet i pyroksener og amfiboler er betydelig lavere enn det som opptrer silikatbundet i prøvene fra Kaldevassdalen. Foruten pyroksen og amfibol opptrer det også serpentin, kloritt og flogopitt. Disse tre sistnevnte mineraler er i stand til å ta opp størsteparten av det silikatbundne nikkel i prøvene.

I Tegn. 9C er variasjonen av Ni angitt mot stigende MgO -innhold. Her er det skilt mellom Ni i bergart og Ni i silikat. De fleste av punktene faller i to grupper (kurve I: Ni i bergart og kurve II: Ni bundet i silikatfasen). Av figuren fremgår det at fire av punktene viser spesielt store avvik (prøvene 7863B2, 77190-4, 7863A1 og 77190-2). Alle disse har et relativt høyt CaO -innhold. Avviket fra kurvene skyldes derfor sannsynligvis at MgO ved en metasomatisk prosess ble fortrent av Ca , samtidig som det også ble tilført noe Al . Amfibolitten omkring linsene kan ha fungert som kilde for Ca og Al . Systemets opprinnelige sammensetning

med hensyn til Mg antas da å ha vært nær den stiplede linjen i diagrammet for MgO (Tegn.7). Hvis man tar konsekvensen av dette og korrigerer de foran nevnte punktene i Tegn. 9C for denne metasomatiske effekt, vil punktene falle sammen med de øvrige.

Usikkerhet i analyseresultatene for Ni og Cr.

De store variasjonene i mineralogien i prøvene fra de ultra-mafiske linsene (også innenfor samme linse), tyder på at analysene ikke kan gi noe representativt bilde for linsens total-kjemi. En må derfor gå ut fra at linsenes primær kjemi alt har vært variert. I tillegg til de metamorfe og metasomatiske effekter, må man regne med at også forvitringseffekter har gjort seg gjeldende. Blant annet vil nikkelsulfidene lett kunne oksyderes til sulfater og bli løst opp. Spesielt i rustne prøver ser det ut til at denne effekt har ghort seg gjeldende (se Tegn.11). Det er mulig at prøver som kommer ut med meget lave Ni innhold (mindre enn 0.01%) har vært utsatt for en eller flere av disse effekter. I diagrammet i Tegn 9B er det f.eks. en gruppe prøver med et spesielt lavt sulfidbundet Ni-innhold (H_2O mellom 2 og 6%). De korresponderende verdier for Ni i bergart fordeler seg uregelmessig i dette området.

Foruten de rent geologiske faktorene, er det også et avvik som skyldes prepareringsteknikk og instrumentell feil. Prøvene 77189-1 til 4 og 77190-1 til 4 ble kjørt som paralleller med utgangspunkt i de samme pulverpreparater, henholdsvis i 1978 og i 1979. Avvikene i resultatet er angitt i prosenter i Bilag 2. Bare en av analyseparallellene har sammenfallende verdier. En faller innenfor 10% avvik, av de øvrige 6 har 3 større avvik enn 20% fra 1978 resultatet. Bare ett av 1979-resultatene har et positivt avvik. Hvis man ut fra dette antar en gjennomsnittlig analysefeil i metodikken på omkring 15% vil analysene for krom og nikkel vise variasjoner som angitt i Tegn.10. I tillegg kommer da avviket som skyldes prøvetaking i lett vitrende, inhomogene bergarter. Det gjøres oppmerksom på at 1978-analysene

ikke omfattet Cr, slik at det for dette element ikke foreligger noe mål for analysefeilen, men den antas å være av samme størrelsesorden som den for Ni.

Platinametaller

Det ble også foretatt en platinametallanalyse på prøve 77189-1. Grunnen til dette var at det under en mikrosonde-analyse på et slip av denne prøven ble påvist en topp i området for Pt-refleksjoner. Det ble ikke påvist platinametaller i prøven.

ANDRE FOREKOMSTER PÅ KARTBLAD URDENOSI

Foruten forekomsten i Kaldevassdalen finnes det tre anvisninger på molybden i området (to av disse er avmerket på Tegn.2, den tredje ligger antagelig 3-4 km VNV for nr. 791). Forekomstene ble ikke befart.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Geologi

Forekomsten har etter alt å dømme opprinnelig bestått av en eller flere inhomogene enstatittrike linser med varierende mengder av olivin. Senere metamorfe og metasomatiske påvirkninger førte til dannelsen av en rekke sekundære mineralfaser. Antofyllitt og cummingtonitt er tilknyttet metamorfe perioder. De kjemiske variasjonsdiagrammene viser dessuten at metasomatiske prosesser har vært virksomme. Disse antas å ha ført til dannelsen av tremolitt (Ca-tilførsel fra amfibolitten omkring), kloritt (tilknyttet transport av Al fra amfibolitten), flogopitt (K,Al tilførsel fra pegmatitt, eventuelt fra amfibolitten), og serpentinit (tilførsel av H_2O).

Både amfibol og serpentinit opptrer som asbest i tillegg til den normale utviklingen. Flotogitt og kloritt er lokalt hovedmineraler. Spinellen som opptrer kan være tilknyttet primære variasjoner i Al_2O_3 -innholdet i ultramafittlinsene.

Kromitt er dels omvandelt til ferrikromitt og det opptrer også magnetitt. Det antas at noe av sulfidene er omlagret og konsentrert fra disperst opptredende primærfaser. Disse sekundære sulfider opptrer langs kløvplan og fibrer i silikatfasene. Også i de sekundære sulfidene kan det spores omvandlinger (magnetkisser ut til å fortrenge svovelkis).

Både silikat- og sulfidmineralogien viser at det har vært minst to omvandlingsfaser. Av regionale metamorfe perioder kjenner man til metamorfosen av gneisunderlaget (1500 mill. år siden ca.), metamorfosen av Telemarksuitens suprakrustaler (1100-1000 mill. år siden) med metamorfose i nedre amfibolittfacies og øvre del av grønnskiferfacies (van der Wel 1974) og dessuten granitt- og pegmatittintrusjonene med påfølgende hydrotermalaktivitet (1000 mill. år og yngre) (Se også Sigmond 1978, van der Wel 1979 og Nordrum og van der Wel 1979).

Asbest

Asbesten i forekomsten er dels serpentinasbest (chrysotil) og dels amfibolasbest. Serpentinasbest opptrer i opptil 4 mm lange fiberaggregater. Aggregatene er tildels vilkårlig orientert i forhold til hverandre. Amfibolasbest finnes utviklet i opptil 4 cm lange fiberaggregater, dels med tilnærmet parallellorientering. Innholdet av asbesttypene er vanskelig å anslå bare ut fra overflateprøver. Prøvene kan representere spesielle soner i linsene, spesielt da asbestutviklingen er meget varierende fra linse til linse. I de innsamlete håndstykkene varierer det totale asbestinnholdet mellom 0 og ca. 60%. Fiberutviklingen som sådan er variabel. Forutsatt at overflateprøvene er representative, vil det anslagsvis være ca. 60 000 m³ asbestholdig fjell med ca. 15 000 tonn serpentinasbest. Verdien av serpentinasbesten vil, forutsatt at kvaliteten holder til laveste klasse, komme opp i C\$ 1,7 mill. (kategori no.7, refuse or shorts - C\$ 113/short tonn, pr. jan. 1979). Det forhold at linsene opptrer spredt i en 1000 x 250 m lang amfibolittlinse vil føre til høye driftskostnader - dessuten må det påberegnes betydelige transportutgifter og investeringer i en ca. 6 km lang vei.

Nikkel og krom

Analyseresultatene i Bilag 2 for Ni og Cr viser ikke spesielt oppmuntrende verdier. Det aritmetriske middelet for Ni (totalt) = 0.18% for Ni (sulfidbundet) = 0.05% (hvorav 7 prøver på omkring 0.10%). Mesteparten av det sulfidbundne nikkel er antagelig tilknyttet milleritt og magnetkis. De beste prøvene inneholder bare omkring halvparten av f.eks. de store lav-prosentlige nikkelforekomstene i USA (disse er på omkring 0.21%, Brobst and Pratt 1973). Kornstørrelsen på sulfidfasene er 0.2mm eller mindre, og bare unntaksvis nærmere 1 mm.

Det aritmetriske middelet for Cr-innholdet er 0.22% Cr.

Innholdet av sulfidisk- henholdsvis oksydisk erts er fra observasjoner i slip anslått til omkring 0.5% i de rikeste prøvene. Sulfidinnholdet er betydelig mindre i ca. 12 av de 20 prøvene (se Bilag 2).

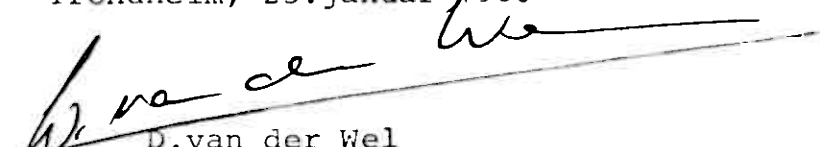
Analyseresultatene for Ni kan dessuten være sterkt misvisende på grunn av at prøvene ble tatt i overflaten og fordi nikkel mobiliseres gjennom oksydasjon og oppløsning. Hvis man derfor ønsker å få mer entydige resultater, må det foretas sprengning eller packsack boringer.

Sluttbemerkning

Forekomstens beliggenhet er relativt ugunstig. Den ligger i et høyfjellsområde, ca. 4,5 km fra nærmeste vei. Avstanden til Kristiansand er ca. 190 km. Området har en relativ stor årlig nedbørsmengde (900-1300 mm årlig).

Det rettes en takk til Ingvar Lindahl, som har supplert manuskriptet med en rekke kommentarer.

Trondheim, 25.januar 1980


D. van der Wel
statsgeolog

LITTERATURREFERANSER

- Brobst, D.A. and Pratt, W.P. (Ed.) 1973: United States Mineral Resources. US-Geol.Surv.Prof.Pap. 820, 720 s.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussmann, J. 1963: Rock-Forming Minerals. Vol. 1-5. Longmans.
-
- 1969: An Introduction to the Rock-Forming Minerals, Longmans, 528 s.
- Häkli, T.A. 1971: Silicate Nickel and its Application to the Exploration of Nickels Ores. Bull.Geol.Soc.Finland 43, s. 24-263.
- Nordrum, F.S. og van der Wel, D. 1979 (under forberedelse): Mineral-, Stein-, og Ertsforekomster innen kartblad Sauda (1:250 000). Manuskript - vil komme ut i NGUs blå serie. Det tilhørende oversiktskartet er trykt opp.
- Sigmond, E.M.O. 1978: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kartbladet Sauda 1:250 000 (Med fargetrykt kart). Norges geol. unders. 341, 94s.
- Turner, F.S. and Verhoogen, J. 1960: Igneous and metamorphic petrology. Mc. Graw-Hill, sec.ed., 694 s.
- van der Wel, D. 1974: Brandsnuten manganforekomst og de tilhørende bergarter vest for Byrtevatn. Hovedoppgave i geologi med mineralogi ved Mat.Nat.Fak., Univ.Oslo, 167 sider med kart.
- van der Wel, D. 1979: Sæsvatn, berggrunnsgeologisk kart 1414 II (1:50 000). I fargetrykk. Norges geol.unders.

BILAG 1: Analyser på hovedelementer fra
ultramafittlinser, KALDEVASSDALEN,
TOKKE, TELEMARK. TABELL I-V

USB 1978 - 1750/75A

Analyser: Røntgenfluorescens, Kjemisk
avd., NGU.

TABELL I Serpentinrike prøver (gruppe 1)

Prøve nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O	glødetap
77189-2	47.62	0.48	0.01	6.2	35.28	0.17	0.0	0.17	0.16	0.01	9.7	9.71
77190-1	53.79	0.58	0.02	6.4	30.31	0.25	0.0	0.20	0.21	0.00	8.0	-
77190-3	50.36	0.97	0.03	5.7	34.56	0.90	0.0	0.15	0.11	0.00	7.1	8.27
7864-1	I.A.											
7865-1	I.A.											

TABELL II ¹⁾Flogopitt- eller ²⁾klorittrike prøver (gruppe 2)

77190-4 ¹⁾	49.2	7.14	0.25	4.3	26.06	5.76	0.0	3.64	0.07	0.05	3.4	-
7863A4 ²⁾	I.A.											

TABELL III Cummingtonittrike prøver (gruppe 3)

77189-1	46.16	0.31	0.01	6.9	35.57	0.44	0.6	0.07	0.21	0.02	6.7	-
7864-2	54.58	0.63	0.01	6.1	31.71	1.46	0.0	0.20	0.23	0.00	5.0	
7864-3	54.13	0.98	0.02	6.5	30.96	2.42	0.0	0.39	0.25	0.01	4.3	
7865-2	I.A.											
7865-3	51.41	1.13	0.03	6.6	33.08	1.01	0.1	0.61	0.29	0.00	5.8	
7865-4	I.A.											
7882	53.43	0.69	0.02	6.0	33.55	0.10	0.0	0.27	0.16	0.00	5.8	

I.A. = ikke analysert

TABELL IV Antofyllittrike prøver (gruppe 4)

Prøve nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O	glødetap
77189-4	51.25	0.86	0.02	5.3	32.59	0.30	0.0	0.11	0.14	0.02	9.0	7.44
7863A3	I.A.											
7863B1	I.A.											
7863B3	54.49	3.85	0.07	5.7	31.24	0.34	0.4	0.78	0.16	0.01	3.0	-
7864-4	56.65	0.77	0.02	4.9	28.77	6.41	0.0	0.20	0.20	0.00	2.0	-
7879-3	55.11	2.48	0.06	8.3	28.92	2.05	0.0	0.00	0.22	0.00	2.7	-
7880	57.61	1.26	0.03	8.6	28.98	0.40	0.5	0.19	0.19	0.01	2.1	-
7881 ³⁾	56.91	1.37	0.02	6.4	30.48	1.83	0.0	0.00	0.15	0.00	2.8	-

TABELL V Tremolittrike prøver (gruppe 5)

77189-3	56.88	1.01	0.03	4.1	26.40	6.13	0.0	0.25	0.16	0.00	6.0	-
77190-2	57.49	1.62	0.04	3.0	24.89	11.29	0.0	0.24	0.11	0.02	1.3	-
7863A1	55.37	2.96	0.04	3.0	25.19	9.72	0.0	0.92	0.11	0.01	2.6	-
7863B2	I.A.											
7863B2	52.18	2.38	0.04	2.7	24.14	12.83	0.0	0.50	0.20	0.03	4.7	-
7879-1	I.A.											
7879-2	54.62	2.80	0.08	5.6	24.57	8.08	0.3	0.12	0.15	0.02	3.6	-

I.A. = ikke analysert

3) fra linse i gneis

BILAG 2: Nikkel- og kromanalyser.

Ni (total) = total innhold av Ni i bergarts-
prøven, Ni (sulfid) = sulfidbundet nikkel.

Avviket mellom 8 parallelle Ni (total)-analyser
er angitt. Det visuelt anslåtte sulfidinnholdet
i prøven er også angitt.

USB 1978 - 1750/75A

Analyser: Ni (total) og Cr: røntgenfluorescens,
Kjemisk avd., NGU

Ni (sulfid: bromvannmetoden, Kjemisk avd., NGU.

TABELL VI Nikkel- og kromanalyser

Prøve- nummer	Gruppe 1)	Ni (total)			Ni(sulfid)	Anslått sulfidinnhold i prøven (%)	Cr %
		1978 %	1979 %	Avvik 1978-1979 %			
77189-1	3	0.28	0.24	-14	0.098	0.5-1	0.20
77189-2	1	0.33	0.29	-12	0.075	<0.5	0.34
77189-3	5	0.13	0.10	-23	0.001	-	0.07
77189-4	4	0.26	0.26	0	0.114	<0.5	0.02
77190-1	1	0.25	0.23	-8	0.111	<0.5	0.22
77190-2	5	0.19	0.16	-16	0.011	-	0.14
77190-3	1	0.17	0.21	+23	0.104	0.5-1	0.25
77190-4	2	0.23	0.18	-22	0.000	-	0.35
7863-A1	5		0.16		0.001	-	0.18
7863-B2	5		0.30		0.007	<0.5	0.07
7863-B3	4		0.17		0.005	-	0-29
7864-2	3		0.17		0.056	0.5-1	0.30
7864-3	3		0.22		0.094	0.5-1	0.21
7864-4	4		0.14		0.041	0.5-1	0.20
7865-3	3		0.20		0.070	~ 0.5	0.30
7879-2	5		0.07		0.002	-	0.26
7879-3	4		0.07		0.000	<0.5	0.33
7880	4		0.10		0.000	-	0.22
7881	4		0.24		0.156	0.5-1	3.34
7882	3		0.17		0.042	~ 0.5	0.22

1) Se Bilag 1 for gruppeinndeling.



Kartutsnitt over sørlig del av Norge.

Beliggenhet av forekomsten innenfor kartblad SAUDA 1: 250 000

US B 1978
Geografisk posisjon
KALDEVASSDALEN
TOKKE , TELEMARK

MÅLESTOKK

1:1 mill.

OBS. D.v.d.W. JUNI -78

TEGN.

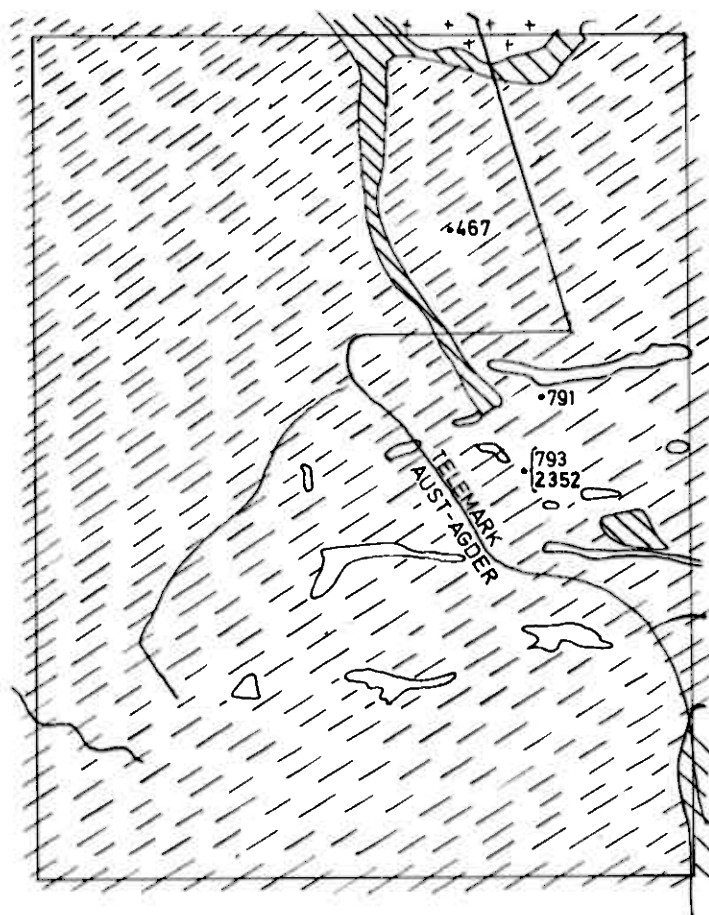
TRAC. L.F. NOV. -79

KFR.

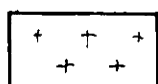
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1750/75A - 01

KARTBLAD NR.
1413 I



Tegnforklaring:



Granitt

Geologi etter Sigmond (1975)



Telemark suprakrust.



Gneis

467 Nauteberdal Mo

791 Folurdi Mo

793 Kaldevassdalen Ni, Cr

2352 Kaldevassdalen asbest

USB 1978

Kartutsnitt fra økonomisk/geologisk kart

SAUDA 1:250 000

MÅLESTOKK

1:250 000

OBS. D.v.d.W.

TEGN.

TRAC. L.F.

KFR.

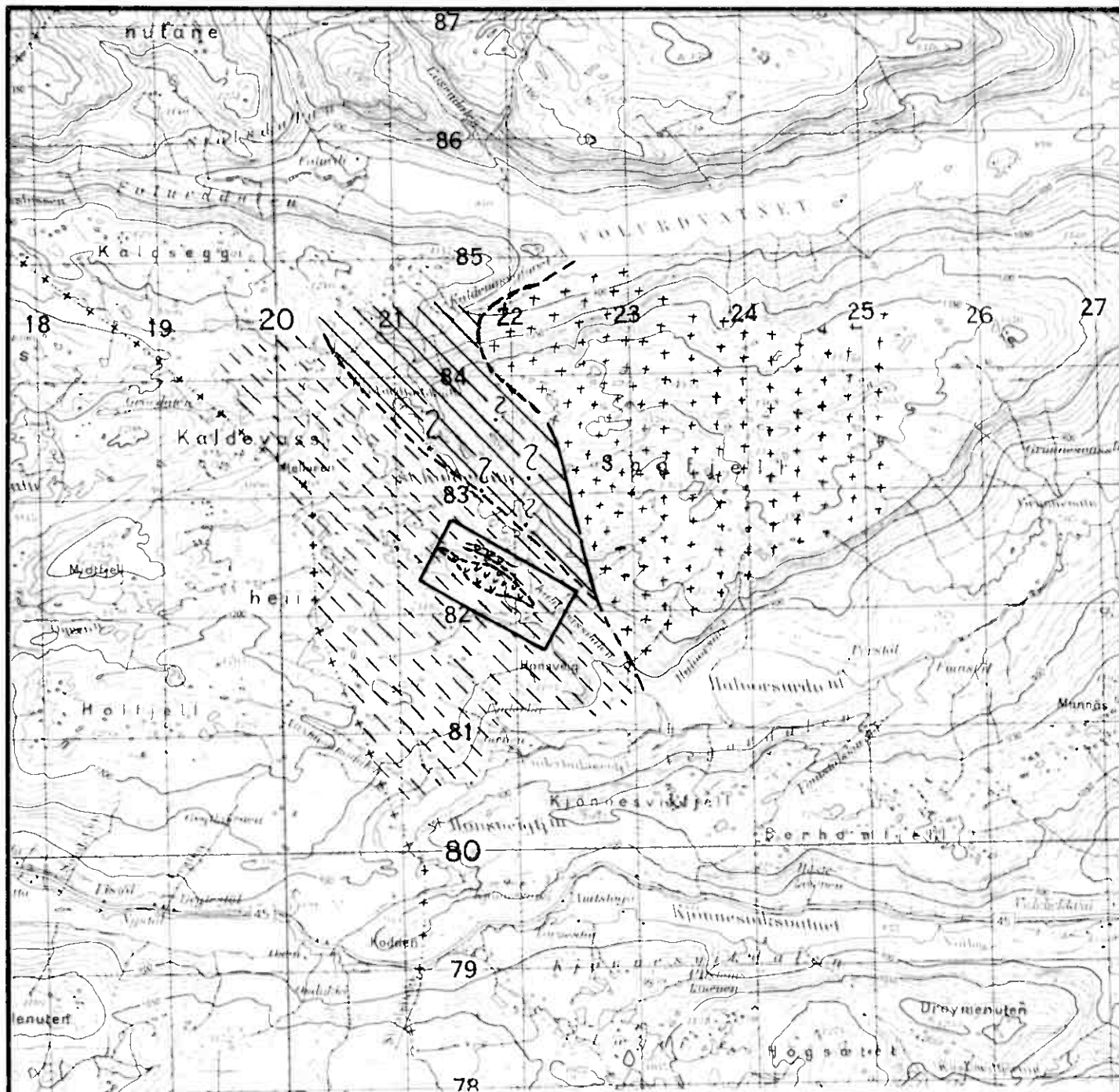
JUNI -78

NOV.-79

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

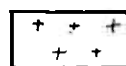
TEGNING NR.
1750/75A-02

KARTBLAD NR.
1413 I

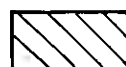


TEGNFORKLARING:

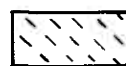
Kartutsnittet i tegn. 6 er angitt.



Prekambrisk granitt, ufoliert. Grensen er tildels tolket fra flyfoto



Metasandsteiner og amfibolitter antatt tilhørende Telemarksuiten (den sørlige delen av det skraverte området er antatt utbredelse)



Granittiske gneiser



Ultramafittførende amfibolittlinser (Øvre Kaldevassdalen)

USB 1978

Geologisk kart

KALDEVASSDALEN

TOKKE, TELEMARK

MÅLESTOKK

1:50 000

OBS. D.v.d.W.

TEGN.

TRAC. L.F.

KFR.

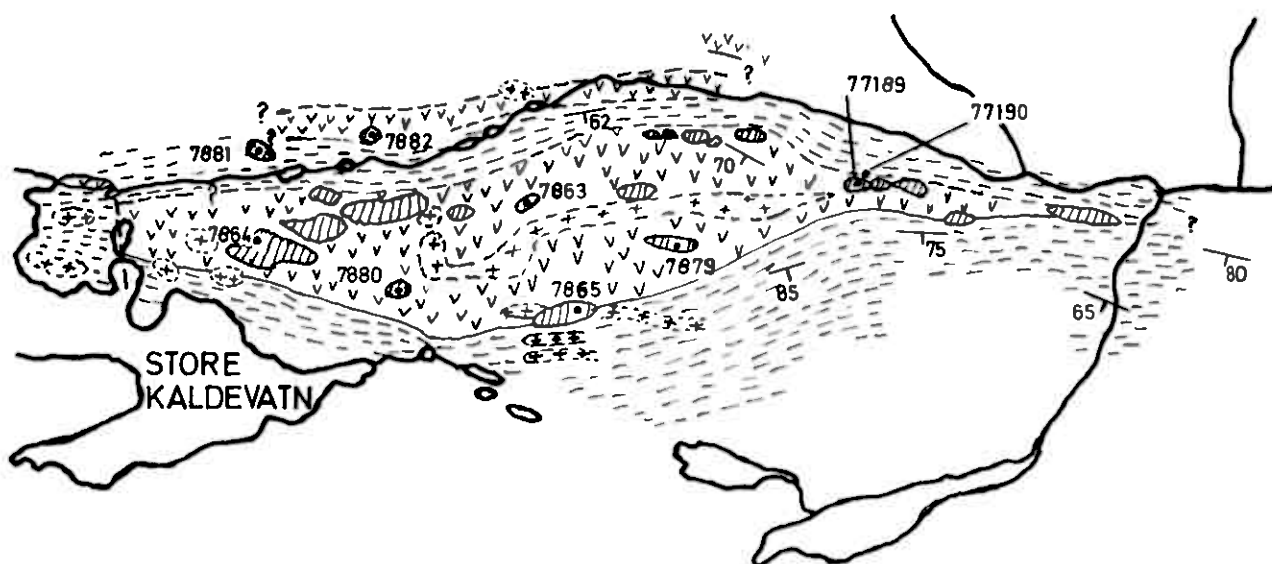
JUNI -78

NOV. -79

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1750/75A-03

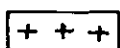
KARTBLAD NR.
1413 I



TEGNFORKLARING:



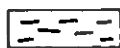
Ultramafittlinser.



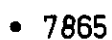
Granitt- og pegmatittårer.



Amfibolitt.



Granittisk til granodiorittisk gneis.



Prøvetakningspunkt med nummer.

USB 1978

Geologisk detaljkart med prøvepunkt

KALDEVASSDALEN.

TOKKE, TELEMARK.

MÅLESTOKK

1: 6400

OBS. D.v.d.W.

JUNI - 78

TEGN.

TRAC.

KFR.

T.S.

NOV - 79

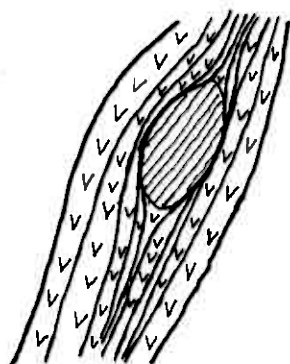
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.

1750/75A - 05

KARTBLAD NR.

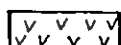
1413 I



TEGNFORKLARING:



Ultramafitt.



Amfibolitt, tildels biotittrik.



Foliasjon.

Foliasjon rundt en ultramafittlinse i amfibolitt. I kontaktsonen opptre det ofte en 0,1-1 cm tykk klorittsone.

(Lokalitet 7863)

5 m

USB 1978

Foliasjon rundt ultramafittlinsene
KALDEVASSDALEN.
TOKKE, TELEMARK.

MÅLESTOKK

1:500

OBS. D.v.d.W. JUNI-78

TEGN.

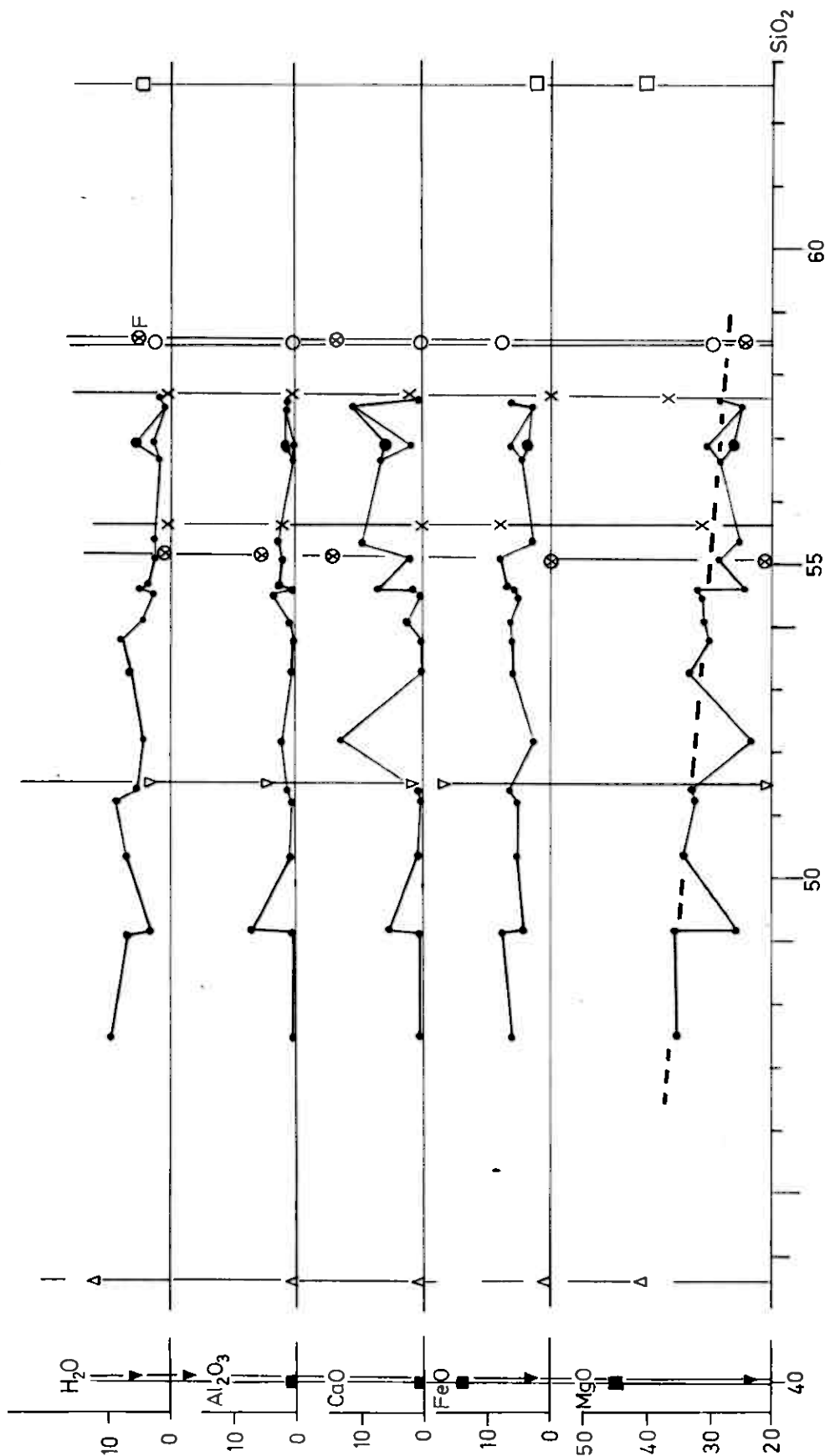
TRAC. TS NOV-79

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1750/75A - 06

KARTBLAD NR.
1413 I



Variasjonsdiagrammer for hovedelementer versus SiO₂. Tallene angir vektprosent.

Mineral analyser fra Deer, Howie and Zussmann (1963 og 1969)

USB 1978

Variasjonsdiagram: hovedelement/SiO₂

KALDEVASSDALEN

TOKKE, TELEMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

OBS.D.v.d.W.

JUNI -78

TEGN.

TRAC. L.F.

NOV.-79

KFR.

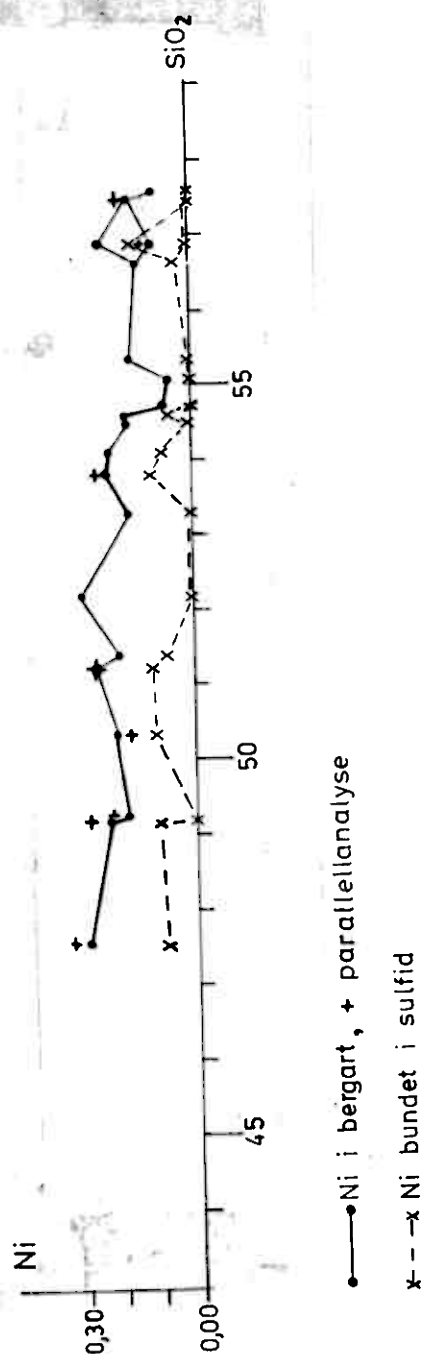
TEGNING NR.

1750/75A-07

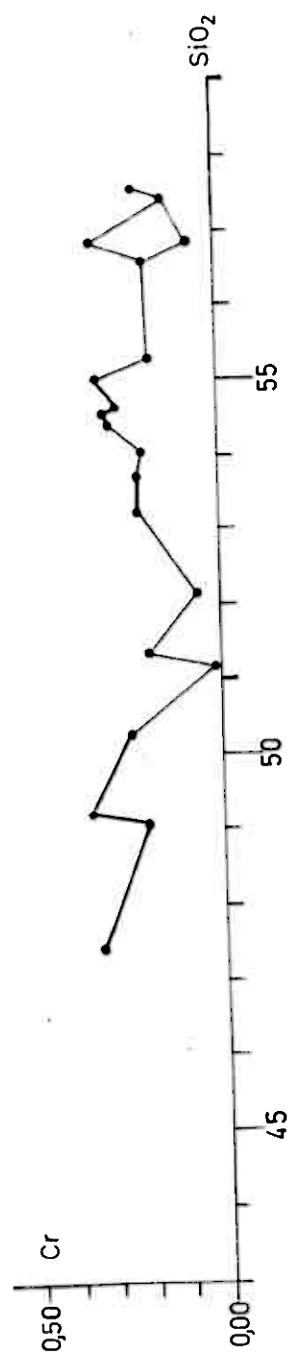
KARTBLAD NR.

1413 I

A.



B.



Variasjonsdiagrammer for Cr og Ni versus SiO_2 . Tallene angir vektprosent.

USB 1978

Variasjonsdiagrammer Ni, Cr/ SiO_2

KALDEVASSDALEN

TOKKE, TELEMARK

MÅLESTOKK

OBS. D.v.d.W.

JUNI -78

TEGN.

TRAC. L.F.

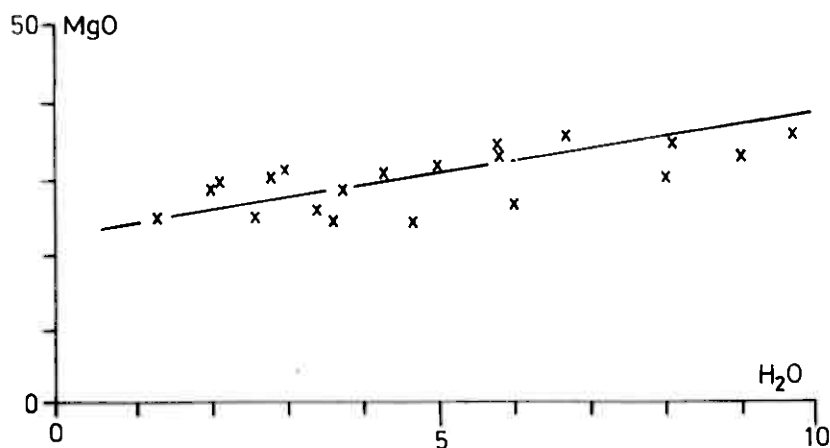
NOV. -79

KFR.

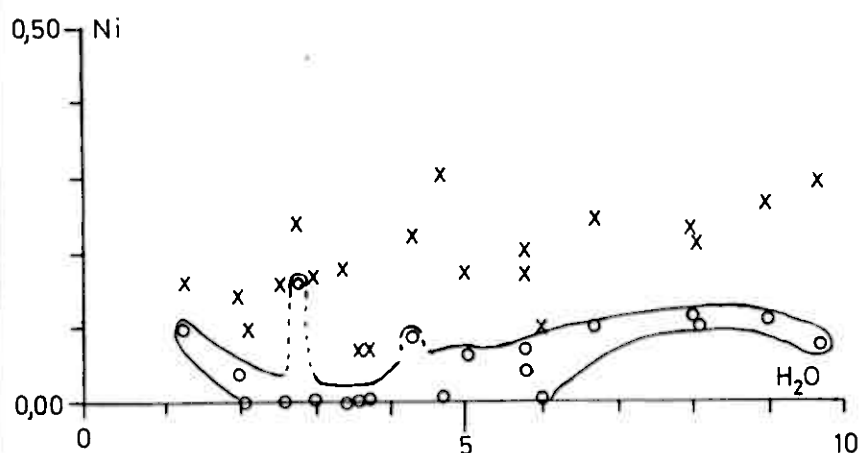
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 1750/75A-08

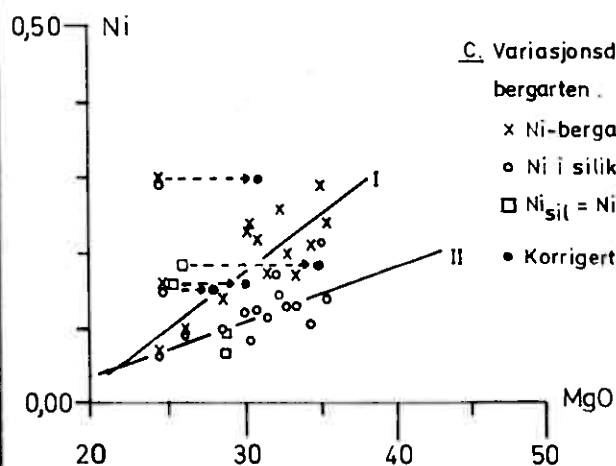
KARTBLAD NR.
 1413 I



A. Variasjonsdiagram $\text{MgO} - \text{H}_2\text{O}$.
Vanninnholdet er angitt som differans fra 100% for summen av hovedelementene.



B. Variasjonsdiagram $\text{Ni} - \text{H}_2\text{O}$
x Ni i bergart
o Ni bundet i sulfid



C. Variasjonsdiagram $\text{Ni} - \text{MgO}$. Kurve I angir variasjonstendensen i bergarten. Kurve II angir tendensen for silikatbundet Ni.
x Ni-bergart
o Ni i silikat
 $\square \text{Ni}_{\text{sil}} = \text{Ni}_{\text{bergart}}$
• Korrigert for „underskudd“ MgO (se tekst)

USB 1978
Variasjonsdiagrammer
KALDEVASSDALEN
TOKKE, TELEMAR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

OBS. D.v.d.W. JUNI -78

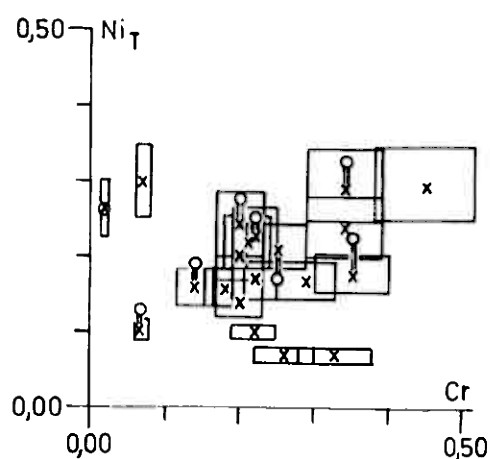
TEGN.

TRAC L.F. DES.-79

KFR.

TEGNING NR.
1750/75A - 09

KARTBLAD NR.
1413 I



Antatt usikkerhet i analysen (utenom prøvetakingsusikkerhet) er satt til 15%.
Boksene angir usikkerheten.

o Analyseresultat 17.2.78 (8 paralleller - kun Ni)

x ———— 27.2.79 (20 prøver)

USB 1978
Total Ni (Ni_T) versus Cr
KALDEVASSDALEN
TOKKE, TELEMARK

MÅLESTOKK

OBS. D.v.d.W.

JUNI - 78

TEGN.

TRAC. L.F.

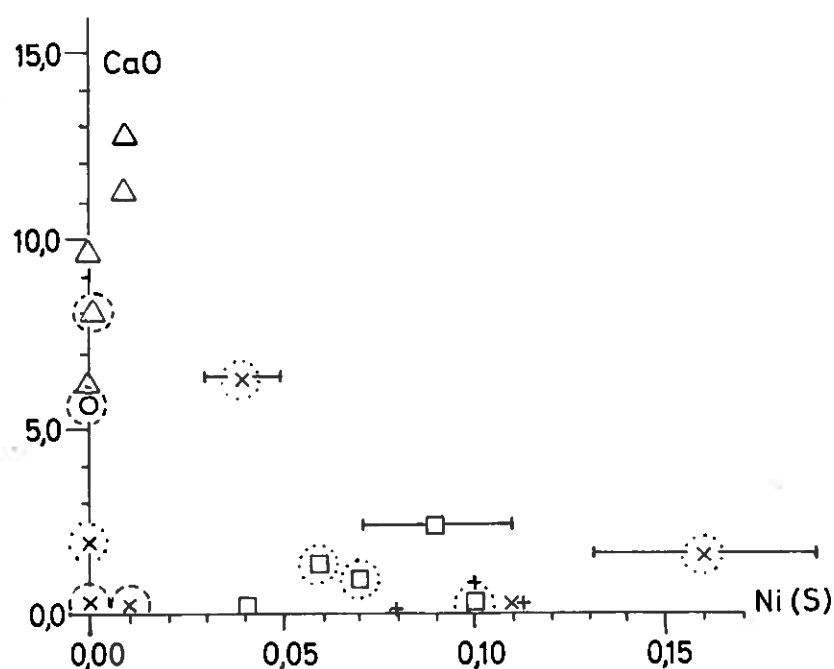
DES. - 79

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1750/75A-10

KARTBLAD NR.
1413 I



Tegnforklaring:

- + Gruppe 1: serpentinitrik
- — " — 2: flogopittrik
- — " — 3: cummingtonittrik
- × — " — 4: antofyllittrik
- △ — " — 5: tremolittrik
- Rusten prøve
- "Porös" prøve

Usikkerhet på 15% angitt i enkelte av prøvene
for Ni(S) (sulfidbundet Ni)

USB 1978

Sulfidbundet Ni (Ni(S)) versus CaO (vekt %)

KALDEVASSDALEN

TOKKE, TELEMARK

MÅLESTOKK

OBS. D.v.d.W

JUNI -78

TEGN.

TRAC. L.F.

JAN. -80

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1750/75A - 11

KARTBLAD NR.
1413 I