

NGU-rapport 88.005

Aldersbestemmelse av dypbergarter etter
Rb/Sr-metoden i den sørlige del av Bindalsmassivet,
Nord-Trøndelag og Nordland, II



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11

Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 88.005	ISSN 0800-3416	Åpen/Offentlig til	
Tittel: Aldersbestemmelse av dypbergarter etter Rb/Sr-metoden i den sørlige del av Bindalsmassivet, Nord-Trøndlag og Nordland, II.			
Forfatter: August L. Nissen		Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse	
Fylke: Nord-Trøndelag, Nordland		Kommune: Namsskogan, Bindal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Grong, Mosjøen		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) Namsskogan 1824 I, Harran 1824 III, Kongsmoen 1824 IV, Majafjellet 1825 II	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 29	Pris: Kr. 50,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 1984, 1985	Rapportdato: 29.12.87	Prosjektnr.: 1889.00	Prosjektleder: R. Boyd
Sammendrag: I to av de undersøkte bergartene er påvist følgende isokronaldere: 569 ± 23 Ma for porfyrgranitten, som utgjør store deler av Bindalsmassivet og 493 ± 24 Ma for trondhemittiske ganger i metasedimentene. Begge bergartene viser lave initial $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ -forhold, hvilket tyder på en mantelopprinnelse med lite skorpeinnblanding. Dannelsesalderen til disse bergartene er i overensstemmelse med alderen til andre intrusiver, tidligere undersøkt i det samme området. Turmalingranitten skiller seg fra disse bergartene i kjemisk henseende, her kan nevnes forholdet Rb/Sr som hos denne bergarten er $\text{Rb} > \text{Sr}$ mens hos de ovenfor nevnte bergartene er dette $\text{Rb} < \text{Sr}$. Videre har den heller ikke så lavt initial $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ som de øvrige bergartene. Dette kan tyde på innblanding av skorpemateriale. Den usikre alderen på 449 ± 51 Ma er muligens for høy. Kvartsmonzodiorittens alder er for usikker til at man kan trekke noen tydelig konklusjon med hensyn til dens dannelse, men sannsynligvis hører den til blant de eldre intrusivene i området.			
Emneord	569 Ma, 493 Ma, 449 Ma		
aldersbestemmelse	Bindalsmassivet		
Rb/Sr-metoden	Granittoider		

FIGURER

- Fig. 1. Forenklet kart som viser prøvelokalitetene i det undersøkte området, HNC = Det helgelandske dekkekomplekset, GN = Gjersvikdekket.....23
- Fig. 2. 4 av de 21 prøvene plottet i Streckeisens (1976) diagram. Modal sammensetning er gitt i tabell 2...24
- Fig. 3. Rb-Sr isokronogram for kvartsmonzodioritt.....25
- Fig. 4. Rb-Sr isokronogram for porfyrgranitt.....26
- Fig. 5. Rb-Sr isokronogram for trondhemitt.....27
- Fig. 6. Rb-Sr isokronogram for turmalingranitt.....28
- Fig. 7. De undersøkte bergartene sammensatt i et aldersdiagram.....29

INNLEDNING.

I forbindelse med kartleggingen av berggrunnen i Namsskogan kommune, er det blitt utført aldersbestemmelse av en del dypbergarter, se NGU-rapport nr. 86.036 (1986) og Nissen (1986).

Bergartene opptrer i den sydøstlige del av Bindalsmassivet.

Den nordlige og østlige del av området (fig.1) er tidligere blitt kartlagt av Kollung (1967) og Nissen (1965), NGU-rapportene 1588 (1977) og 1588/2 (1978), mens Roberts et al. (1983) har utført strukturgeologiske undersøkelser langs vestranden av Bindalsmassivet.

Priem et al. (1975) foretok en Rb-Sr datering av porfyrgranitt og aplittiske ganger i dette bergartskomplekset som gav en hel bergart isokron på 415 ± 26 Ma (rekalkulert til $87Rb = 1.42 \times 10^{-11} y$).

På fig.1, som er et forenklet geologisk kart av det undersøkte området, er plottet de enkelte prøvene.

Tabell 1 viser prøvenes UTM koordinater i sone 33, på følgende kartblad i målestokk 1:50 000, Namsskogan 1824 I, Harran 1824 III, Skorovatn 1824 II og Majaklumpen 1825 II.

I denne undersøkelsen er 21 prøver av følgende intrusive bergarter blitt undersøkt; Kvartsmonzodioritt, porfyrgranitt, trondhemitt og turmalingranitt.

Turmalingranitten skiller seg ut fra de øvrige intrusive med hensyn til forholdet Rb/Sr (se tabell 3). Mens Rb/Sr-forholdet hos denne bergarten er >1 , finner man det omvendte forhold hos alle de andre undersøkte bergarte, NGU-rapport 86.036 (1986), Nissen (1986).

TEKTONISKE OG GEOLOGISKE FORHOLD.

Bindalsmassivet i N-Trøndelag og sørlige del av Nordland er en

av de største granitoide plutonene i de norske kaledonidene, med en lengdeutstrekning på 180 km fra Grongstrøket i sør til Rana-fjorden i nord. Hovedmengden av massivet består av granittiske - granodiorittiske bergarter, men man finner også mindre kropper av kvartsdioritt, monzonitt, syenitt og gabbro (Vogt 1897, Røstad 1910, 1917, 1925, Oxaal 1911, Birkeland 1958, Kollung 1967, Nissen 1969, 1972, 1974, 1977, 1978, Myrland 1972, Skaarup 1974).

Tektonostratigrafisk hører Bindalsmassivet til det Helgølandske dekkekomplekset (HNC) (Ramberg 1967, Gustavson 1973, 1975) som i øst begrenses av dens tektoniske kontakt med de underliggende Rødingfj.- og Gjersvikdekkene. Litologisk består hovedmengden av HNC av pelittiske og psammittiske gneiser og skifere, kalkrike glimmerskifere, marmorert, amfibolitter, metakonglomerater og spredte serpentinit-linser, vanligvis i almandin-amfibolittfacies (Foslie & Strand 1965, Foslie 1958, Gustavson & Grønhaug 1960, Nissen 1965, 1974, Kollung 1967, Myrland 1972, Gustavson 1975, Lutro 1979), selv om bergarter av lavere metamorfosegrad i vest muligens kan korreleres med enheter i Kølidedekket (Gustavson 1975) f.eks. Størendekket fra Trondheimsfeltet. Alderen til disse suprakrustalene er enda ikke kjent, men foreløbige radiometriske data (Råheim & Ramberg, pers. komm. 1985) formoder at prekambriske elementer er tilstede, særlig i noen av gneiskompleksene.

I den østlige delen av HNC har Lutro (1979) påvist en tektonometamorf hendelse som ikke forekommer i Gjersvikdekket. Han antok at denne tidlige orogene deformasjon enten var finnmarkisk (sen kambrisk til tidlig ordovisisk) eller av prekambrisk alder. På basis av disse opplysningene og kartmessige betraktninger, skilte Roberts & Thon (1979) ut en østlig fra en vestlig del av HNC, med skillelinje omtrent langs østgrensen til Bindalsmassivets porfyrgranitt.

Videre kan nevnes at metasedimentene i den nordlige del av det undersøkte området viser en svak økning i metamorfosegraden fra grensen til Bindalsmassivet og mot øst (Nissen 1965). Senere strukturer og metamorfe faser innenfor HNC er i alminnelighet antatt å være av silurisk alder.

Mot vest i strøket fra Indre Follafjord og sydover er HCN begrenset av en tydelig mylonittsone (Kollung 1967, Roberts et al. 1983). Videre mot S i strøket ved Grong skjærer denne tektoniske kontakten HNC/Gjersvikdekkets skyvegrense (Halls et al. 1977, A.L.Nissen og A.Reinsbakken unpubl. kartlegging). Dette tyder på at skyvningen av HNC i det minste foregikk i to adskilte stadier (Roberts et al. 1983).

ANALYTISK TEKNIKK.

Rb-Sr forholdene ble bestemt ved hjelp av X-stråle fluorescens spektrometri. Målingene av uspiket $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ble utført på en VG Micromass 30 ved Mineralogisk-geologisk museum, Oslo, og det ble brukt metoder lik de som er beskrevet av Pankhurst & O'Nions (1973). Variabel massediskriminering i $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ble korrigert ved normalisering av $88\text{Sr}/86\text{Sr}$ til 8.3752. Nedbrytingskonstanten til 87Rb som ble brukt er 1.42×10^{-11} y og regresjonsteknikken er den samme som Yorks (1969). Alders- og avskjæringsfeilene er anført til 2 nivået.

UNDERSØKTE BERGARTER.

De undersøkte bergartene er alle sure dypbergarter med en sammensetning som variere fra granittisk til kvartsmonzodiorittisk. De enkelte prøvers lokalisering på kartblad i målestokk 1 : 50 000 vises i tabell 1 mens i tabell 2 finnes den modale sammensetningen

av en prøve fra hver av de fire undersøkte bergartene, og de samme prøvene er plottet i Streckeisens diagram (1967) i fig. 2. Sporelementene blir vist i tabell 3 mens den kjemiske analysen av hovedkomponentene er fremstilt i tabell 4 og C.I.P.W.-normen i tabell 5.

Kvartsmonzodioritt.

Kvartsmonzodioritten opptrer i et avgrenset område i de sentrale deler av Bindalsmassivet, i den nordligste delen av det undersøkte området. Det er en middelskornet bergart med nesten hvit feltspat, mens de mørke mineralene gir den et svartspettet utseende. Den forvitrer noe lettere enn de øvrige bergartene. Grensen til porfyrgranitten i sør og øst sees tydelig i terrenget.

Kvartsen har undulerende utslukning. I plagioklasen finnes albitttvillinger, lamellene er av og til noe bøyet. Carlsbadertvillinger finnes også. Plagioklasen er ofte sterkt sericittisert. I mikroklinen er det utviklet tydelig mikroklingitter. Streng- og åreperthit er vanlig. Innesluttet finnes plagioklaskorn som vanligvis er sterkt sericittisert. Disse inneslutningene er gjerne omgitt av en smal klar rand.

Porfyrgranitt.

Porfyrgranitten dekker store deler av Bindalsmassivet fra lengst i syd og nordover til Ranafjorden. Den består av en grå middelskornet matriks med fenokrystaller (2-3cm store) av mikroklin. Disse har gjerne en lyserød farge.

I det undersøkte området er grensen diffus til de middelskornete granodiorittene i øst, idet mengden av fenokrystaller avtar mot øst.

Kvarts har undulerende utslukning. Plagioklasen har ofte albitttvillinger og er ofte sterkt sericittisert. Der hvor plagioklasen

grenser mot mikroclin har den ofte en smal surere rand. Carlsbader-tvillinger finnes både i plagioklas og mikroclin. Innesluttet i mikroclinen finnes biotitt, grumset plagioklas og avrundete kvartskorn. Biotitten kan være noe klorittisert og har små inneslutninger med sterk pleokroittisk halo. Strengperthit er vanlig hos mikroclin. To typer myrmekitt finnes. En hvor kornene er noe større og hvor den vermikulære kvartsen er noe tykk, og en annen med små korn og tynn vermikular kvarts. Den andre typen er sannsynligvis en yngre dannelselse enn den første. I bergarten finner man ofte årer opptil en cm tykke bestående vesentlig av mikroclin.

Mengden av mikroclin varierer en del i bergarten. Enkelte steder er porfyrgranitten særlig rik på mikroclin i arealer på 2-3 kvadr.meter.

Trondhemitt.

I den NØ'lige del av det undersøkte området består berggrunnen av trondhemitt. Mot V går trondhemitten gradvis over i middelskornet granodioritt, mens den i Ø grenser til glimmergneis. Langs nesten hele grensen mellom de to bergartene finner man en marmorzone. Trondhemittens grense til metasedimentene er meget markert i terrenget, i det vegetasjonen også danner et skille her. Trondhemitten er sparsomt dekket med furu, mens marmor og glimmergneis er dekket med løvskog og furu.

Gangbergartene som finnes i glimmergneisene har vanligvis en trondhemittisk sammensetning.

Trondhemitten er lys grå, middelskornet.

Kvarts har undulerende utslukning. I plagioklasen finnes både albitt- og periklintvillinger, og sonar utslukning er vanlig, av og til også alternerende sonar utslukning. Den er delvis sterkt sericittisert, ofte langs tvillinglamellene, men gjerne sterkest i de mere basiske deler av kornene. Biotitten har innesluttet

små zirkonkorn med sterk pleokroittisk halo. Epidoten kan ha en allanittkjerne som er sterkt gul farget, og randen kan være symplektittisk sammenvokset med vermikular kvarts.

Ved veien N for Frøyningen finnes prehnitt i sterkt sericittisert plagioklas. Prehnitten finnes også som årer i bergarten som er lys grønn av farge.

Turmalingranitt.

Turmalingranitten opptrer i det undersøkte området som avlange kropper og ganger i metasedimentene med lengste utstrekning langs metasedimentenes foliasjon men likevel med tydelig diskordans til disse. Sammen med turmalingranitten finnes finkornet granodioritt som gjerne har en mørkere farge (NGU rapport nr. 86.036, Nissen 1986).

Turmalingranitten er lys grå middelskornet og er av og til noe foliert. I kontakt med den finkornete granodioritten kan denne finnes som avslitte ganger i turmalingranitten.

Bergarten har en xenomorf-granulær struktur. I de folierte deler av granitten sees i tynnslip at finkornet materiale veksler med avlange kvarts- og feltspatkorn av middels størrelse. Disse kornene kan av og til ha en antydning til linseform.

Kvartsen viser sterkt undulerende utslukning. Plagioklasen er ofte noe sericittisert og polysyntetiske albitt-tvillinglameller er vanlig, disse er ofte bøyet, av og til sees også knekkfolder. Innesluttet i plagioklasen finnes glimmer og avrundete kvartskorn. I mikroklinen er utviklet tydelig mikroklingitter. Muskovitten er gjerne fliset langs randen og de større kornene har ofte undulerende utslukning, symplektitt er vanlig. Biotitten har små inneslutninger med sterk pleokroittisk halo, ofte er biotitten klorittisert. Granatkornene har ofte et avrundet omriss hvis de ikke er brukket istykker, innesluttet finnes kvarts. I tynnslipet hvor punkttelling ble utført

ble det ikke funnet turmalin men i de andre slipene sees under ukryssete nicoler brun turmalin hvor de sentrale deler ofte er blå-grønn. Ofte har kornene tydelig krystallomriss hvis de ikke er brukket i stykker.

RESULTATER.

Av de fire undersøkte bergartene gir kvartsmonzodioritten den dårligste isokronen, men alderen er sannsynligvis omtrent den samme som hos trondhemitten. Den middelskornerte granitten skiller seg fra de øvrige ved at alderen er ca. 100 Ma lavere.

Kvartsmonzodioritt.

Syv prøver er blitt undersøkt av denne bergarten fordelt på seks lokaliteter. Problemet med kvartsmonzodioritten er at forholdet Rb/Sr er temmelig konstant i de prøvene som hittil er blitt samlet inn. Man må muligens benytte en annen metode enn Rb/Sr for å få et skikkelig resultat (Tabell 6 og fig. 3).

Porfyrgranitt.

Porfyrgranitten er enkelte steder noe folliert særlig langs bergartsgrensene. Dette later til å ha en viss innvirkning på hvor god isokron man får. Av tidligere undersøkte prøver ble de fire ufolierte valgt ut fra fire forskjellige lokaliteter og de ga en brukbar isokron. Alderen ble 568.5 ± 23.4 Ma med et initialforhold på 0.70488 ± 0.00018 og MSWD på 1.68 (Tabell 7 og fig. 4).

Trondhemitt.

Av trondhemitten er seks prøver fra fem forskjellige lokalite-

ter blitt undersøkt. Det gir en ganske brukbar isokron på 493.3 \pm 24.6 Ma, et initialforhold på 0.70382 \pm 0.00018 og MSWD på 3.71 (Tabell 8 og fig. 5).

Turmalinggranitt.

Av turmalinggranitten er fire prøver fra tre lokaliteter blitt undersøkt. Det gir en noe usikker isokron på 449.1 \pm 51.0 Ma, med initialforholdet 0.7518 \pm 0.00546 og temmelig høy MSWD = 21.43 (Tabell 9 og fig. 6).

DISKUSJON.

Trondhemittens alder på 493 \pm 24 Ma er i overensstemmelse med de tidligere påviste aldere hos bergarter i det samme området, fig. 7, med 503 \pm 24 Ma for tonalitt og 526 \pm 10 Ma for finkornet granodioritt (Nissen 1986). Disse bergartene ble tolket som syntektoniske. De lave initial Sr-forholdene på 0.70416 \pm 0.00028 og 0.703474 \pm 0.00016 for henholdsvis tonalitten og granodioritten tyder på en mantelopprikkelse for begge bergartene med bare begrenset skorpesammenblanding. Det samme kan sies om trondhemitten med et initialforhold på 0.70382 \pm 0.00018.

Porfyrgranittens initialforhold er også lavt, 0.70488 \pm 0.00018, den blir derfor også å tolke som en bergart av mantelopprikkelse og med lite skorpesammenblanding.

Mens de tre ovenfor nevnte bergartene har aldere fra omkring slutten av kambrium til begynnelsen av ordovicium, er porfyrgranitten med sin alder på 569 \pm 23 Ma dannet i tidlig kambrium. Porfyrgranitten skjæres av Bindalsmassivets vestlige skyvesone (Roberts et al. 1983). Priem et al. (1975) bestemte en alder på 415 \pm 26 Ma hos porfyrgranitten. Hvis man skulle godta denne alder måtte skyvningen funnet sted senere. Det

har lenge vært reist tvil om påliteligheten av denne alder, og med denne nye bestemmelse av porfyrgranittens har man ikke lenger denne begrensningen.

De usikre data hos kvartsmonzodioritten gjør at man kan ikke si noe bestemt om denne, men den er muligens av omtrent samme alder som trondhemitten, tonalitten og den finkornete granodioritten (fig. 7).

Turmalinggranitten skiller seg fra de tidligere omtalte bergartene i flere henseender. Her kan nevnes at mengden av Zr, V og Ba er lavere enn hos de andre intrusivene (tabell 3). Forholdet Rb/Sr er også annerledes. Turmalinggranitten har $Rb/Sr > 1$ mens hos de øvrige intrusivene er $Rb/Sr < 1$. Dette stemmer med dens lavere alder på 449 ± 51 Ma. Muligens er den enda yngre, av sen ordovicisk eller tidlig silurisk alder. Nyere undersøkelser har vist at intrusiver av liknende alder opptrer i strøket nord for det undersøkte området, med Heilhorngranittens alder på 444 ± 11 Ma (Nordgulen & Schouenborg in prep.) og turmalinggranitt i ytre Bindal med en alder på 469 ± 21 Ma (Nordgulen pers. comm.).

KONKLUSJON.

Intrusiver av kambrisk til tidlig ordovicisk alder utgjør store deler av Bindalsmassivets sørlige del. Feltmessige undersøkelser viser at ihvertfall de yngre av disse bergartene er syntektoniske. Intrusiver av sen ordovicisk til silurisk alder og med en kjemi som som er typisk for yngre intrusiver finnes også.

REFERANSER

- Birkeland, T. 1958: Geological and petrological investigations in northern Trøndelag, Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 38, 327-420.
- Foslie, S. 1958: Trones: Berggrunnsgeologisk kart. 1: 100 000.
- Foslie, S. & Strand, T. 1956: Namsvatnet med en del av Frøyningfjell, *Nor. geol. unders.* 196, 82 pp.
- Gustavson, M. 1973: Børgefjell. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart J 19 - 1: 100 000. *Nor. geol. unders.* 298, 43 pp.
- Gustavson, M. 1975: The low-grade rocks of the Skålvær area, S. Helgeland, and their relationship to high-grade rocks of the Helgeland Nappe Complex. *Nor. geol. unders.* 322, 13-33.
- Gustavson, M. & Grønhaug, A. 1960: En geologisk undersøkelse på den nordvestlige del av kartblad Børgefjell. *Nor. geol. unders.* 211, 26-74.
- Halls, C., Reinsbakken, A., Ferriday, I., Haugen, A. & Rankin, A. 1977: Geological setting of the Skorovas orebody within the allochthonous volcanic stratigraphy of the Gjersvik Nappe, central Norway. *Geol. Soc. London/I.M.M. Special Paper* 7, 128-151.
- Kollung, S. 1967: Geologiske undersøkelser i sørlige Helgeland og nordlige Namdal. *Nor. geol. unders.* 254, 95 pp.
- Lutro, O. 1979: The geology of the Gjersvik area, Nord-Trøndelag, central Norway. *Nor. geol. unders.* 354, 53-100.
- Myrland, R. 1972: Velfjord. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart I 18 - 1: 100 000. *Nor. geol. unders.* 274, 30 pp.
- Nissen, A.L. 1965: En petrografisk-mineralogisk undersøkelse i området syd for Majavann, spesielt granaters sammensetning under regional metamorfose. *Nor. geol. unders.* 234, 103-159.
- Nissen, A.L. 1969: A new norwegian occurrence of scheelite. *Nor. geol. unders.* 258, 116-123.

- Nissen, A.L. 1972: Fluorescent hydrogrossular from Nordland, Norway.
Amer. Mineral. 57, 1535-1540.
- Nissen, A.L. 1974: Mosjøen. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske
gradteigskart I 17 - 1: 100 000. Nor. geol. unders. 307, 29 pp.
- Nissen, A.L. 1977: Geologisk kartlegging og økonomisk vurdering
av bergarter og mineraler i Namsskogan kommune, Nord-Trøndelag,
NGU-rapport nr. 1588, 33 pp.
- Nissen, A.L. 1978: Geologisk kartlegging og økonomisk vurdering
av bergarter i Namsskogan kommune, Nord-Trøndelag.
NGU-rapport nr. 1588/2, 28 pp.
- Nissen, A.L. 1986. Aldersbestemmelse av dypbergarter etter
Rb/Sr-metoden i den sørlige del av Bindalsmassivet,
Nord-Trøndelag og Nordland, NGU-rapport nr. 86.036, 45 pp.
- Nissen, A.L. 1986. Rb-Sr age determination of intrusive rocks in
the southeastern part of the Bindal Massif, Nord-Trøndelag,
Norway. Nor. geol. unders. Bull. 406, 83-92.
- Oxaal, J. 1911: Fra indre Helgeland. Nor. geol. unders. 59, 68 pp.
- Pankhurst, R.J. & O'Nions, R.K. 1973: Determination of Rb/Sr and
 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of some standard rocks and evaluation of X-ray
fluorescence spectrometry in Rb-Sr geochemistry. Chem. Geol. 12,
127-136.
- Priem, H.N.A., Boelrijk, N.A.I.M., Hebeda, E.H., Verdurmen, E.A.Th.
& Verschure, R.H. 1975: Isotopic dating of the Caledonian
Bindal and Svenningdal granitic massifs, central Norway.
Nor. geol. unders. 319, 29-36.
- Ramberg, I.B. 1967: Kongsfjell-området geologi, en petrografisk og
strukturell undersøkelse i Helgeland, Nord-Norge.
Nor. geol. unders. 240, 152 pp.
- Rekstad, J. 1910: Beskrivelse til det geologiske kart over Bindalen
og Leka. Nor. geol. unders. 53, 37 pp.

- Rekstad, J. 1917: Vega. Beskrivelse til det geologiske generalkart.
Nor. geol. unders. 80, 85 pp.
- Rekstad, J. 1925: Trana. Beskrivelse til det geologiske general-
kart. Nor. geol. unders. 125, 36 pp.
- Roberts, D., Nissen, A.L. & Reinsbakken, A. 1983: Progressive mylo-
nitization along the western margin of the Bindal Massif:
a Preliminary Note. Nor. geol. unders. 389, 27-36.
- Roberts, D. & Thon, A. 1979: Norwegian Caledonides - principal
tectonic units. Manus map (unpubl.), IGCP Project 27
'The Caledonide orogen'.
- Skaarup, P. 1974: Strata-bound scheelite mineralisation in skarns
and gneisses from the Bindal area, northern Norway.
Miner. Deposita 9, 299-308.
- Streckeisen, A. 1976: To each plutonic rock its proper name.
Earth-Sci. Rev. 12, 1-33.
- York, D. 1969: Least squares fitting of a straight line with
correlated errors. Earth Planet. Sct. Lett. 5, 320-324.
- Vogt, J.H.L. 1897: Norsk marmor. Nor. geol. unders. 22, 365 pp.

Tabell 1. Lokalteter til de undersøkte prøvene.

No	Map	Coordinates in		Rock
		UTM Sone	33W	
L683A	18252	E40617	N722300	Quartz monzodiorite
L783	18252	E40568	N722300	Quartz monzodiorite
L3684	18252	E40524	N722480	Quartz monzodiorite
L3884	18252	E40545	N722386	Quartz monzodiorite
L3984	18252	E40546	N722368	Quartz monzodiorite
L4084	18252	E40540	N722310	Quartz monzodiorite
9677	18252	E40545	N722386	Quartz monzodiorite
L183	18241	E39833	N719968	Porphyritic granite
L883	18252	E40776	N721990	Porphyritic granite
L2084	18244	E38615	N718680	Porphyritic granite
L3584	18252	E40710	N722070	Porphyritic granite
L583	18252	E41441	N721155	Trondhjemite
L984	18241	E39851	N718372	Trondhjemite, dyke in mica gneiss
L2384	18243	E39121	N718162	Trondhjemite, dyke in mica gneiss
11085	18243	E39093	N717976	Trondhjemite, dyke in medium-grained granite
11485	18241	E41190	N720220	Trondhjemite, dyke in mica gneiss
11585	18241	E41190	N720220	Trondhjemite, dyke in mica gneiss
L1584	18242	E39146	N718000	Tourmaline granite
10685	18243	E39093	N717976	Tourmaline granite
10885	18243	E39065	N717960	Tourmaline granite
10985	18243	E39093	N717976	Tourmaline granite

Tabell 2. Modal sammensetning (vol.%) av fire av de 21 prøvene.

No	Qtz	Plag	SPlg	Myrm	Kfld	Biot	Musc	Gar	Hbl	Epi	Sph	Cal	Ap	Zr	Chl	Al	Op
L683A	9.6	40.2	8.0	1.2	17.6	6.4			14.8	.4	.2	.2	.8	.2	.4	x	x
L183	25.4	34.7	2.5	1.0	26.1	8.5	.1		.3	.3	.6		.1	x	.2		.2
L583	23.8	52.6	12.4		x	x	2.6			.2	.2		.2	x	8.0		
L1584	35.2	31.2	.4		24.6	2.2	4.0	1.6				.2		x	.6		

Qtz - quartz. Plag - plagioclase. SPlg - Sericitized plagioclase. Myr - myrmekite. Kfld - K-feldspar. Biot - biotite. Musc - muscovite. Gar - garnet. Hbl - hornblende. Epi - epidote. Sph - sphene. Cal - calcite. Ap - apatite. Zr - zircon. Chl - chlorite. Al - allanite. Op - opaques.
 x - present in negligible amounts.
 Based on 500 points per thin-section.

Tabell 3. Undersøkte sporelementer.

No	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Sn	W
L683A	14	296	24	1300	151	89	14	43	79	81	1100	<10	13
L783	12	250	20	1200	189	80	6	38	72	69	891	<10	<10
L3684	22	251	30	1400	166	70	8	33	58	68	1400	<10	<10
L3884	12	228	17	1500	178	67	8	34	62	64	1400	<10	<10
L3984	9	258	14	1300	168	74	8	36	66	67	1300	<10	<10
L4084	9	242	16	1400	179	54	< 5	18	46	69	2100	<10	<10
9677	48	269	43	1300	223	82	5	40	74	79	1300	<10	<10
L183	14	208	21	1100	126	60	< 5	10	21	42	1200	<10	<10
L883	7	175	< 5	747	119	51	< 5	< 5	< 5	28	716	<10	<10
L2084	< 5	111	6	548	201	22	< 5	< 5	< 5	10	563	<10	<10
L3584	9	158	6	646	142	42	< 5	< 5	< 5	20	651	<10	<10
L583	5	140	6	711	33	38	< 5	6	22	32	273	<10	<10
L984	< 5	120	< 5	575	34	39	< 5	< 5	8	27	272	<10	17
L2384	5	161	9	808	53	56	< 5	8	14	46	295	<10	<10
11085	12	139	12	352	163	51	< 5	< 5	10	24	303	<10	<10
11485	9	155	< 5	606	83	48	< 5	< 5	11	27	464	<10	<10
11585	9	157	8	598	67	46	< 5	< 5	17	26	490	<10	<10
L1584	11	42	22	61	246	32	< 5	< 5	< 5	< 5	169	<10	<10
10685	15	64	24	152	252	32	< 5	< 5	9	< 5	255	<10	<10
10885	10	36	15	59	311	28	< 5	< 5	8	< 5	91	<10	<10
10985	13	29	16	61	165	25	< 5	< 5	8	< 5	34	<10	<10

NORM

	WEIGHT PER CENT														H2O-	TOTAL
	SI02	AL2O3	CAO	MGO	FE2O3	FEO	NA2O	K2O	TIO2	MNO	P2O5	CO2	H2O+	TOTAL		
L683A	59.08	16.12	4.29	2.74	1.35	3.20	4.00	4.37	.79	.06	.37	.22	.87	97.48	.04	97.50
L783	61.46	16.17	3.64	2.39	.99	2.90	4.30	3.99	.65	.05	.31	.30	.70	97.85	.05	97.90
L3684	61.60	16.67	3.62	2.18	1.11	2.40	4.00	5.39	.70	.06	.28	.17	.61	98.79	.04	98.83
L3884	62.23	17.03	3.58	2.05	.96	2.55	4.10	4.96	.62	.08	.27	.27	.57	99.25	.10	99.35
L3984	62.26	16.57	3.33	2.17	1.08	2.65	3.90	5.09	.59	.06	.28	.30	.77	99.05	.07	99.12
L4084	62.74	16.36	2.62	1.37	.97	2.32	2.90	7.21	.55	.05	.22	.27	.61	98.19	.06	98.25
9677	57.74	16.31	4.47	2.70	1.03	3.08	2.90	5.68	1.27	.07	.04	.15	.68	96.12	.01	96.13
L183	65.46	16.55	2.27	.93	.57	1.85	3.90	5.12	.43	.04	.15	.31	.45	98.03	.01	98.04
L883	69.22	18.56	2.17	.53	.47	1.40	4.70	3.46	.35	.02	.10	.14	.58	99.70	.00	99.70
L2084	73.42	13.49	.88	.12	.35	.52	3.00	5.73	.12	.01	.02	.10	.55	98.31	.03	98.34
L3584	69.90	15.88	1.81	.39	.65	.86	4.40	4.09	.29	.02	.08	.18	.65	99.20	.05	99.25
L583	66.25	17.10	4.19	1.04	.48	1.54	4.80	1.06	.31	.03	.08	.42	1.02	98.32	.03	98.35
L984	69.95	17.16	4.02	.86	.13	1.31	4.70	1.03	.23	.03	.06	.04	.53	100.05	.11	100.16
L2384	65.58	17.47	4.60	1.48	.30	2.46	3.80	1.41	.36	.04	.12	.02	.64	98.28	.24	98.52
11085	68.28	15.78	2.98	.94	.48	1.58	4.50	1.74	.29	.04	.06	.25	.48	97.38	.03	97.41
11485	68.51	16.70	3.80	.85	.31	1.65	3.80	1.63	.30	.04	.08	.45	.47	98.69	.02	98.71
11585	67.60	16.51	3.72	.81	.37	1.47	3.80	2.03	.28	.04	.06	.51	.53	97.73	.02	97.75
L1584	72.87	14.52	.83	.05	-.07	.70	3.80	5.26	.05	.02	.06	.18	.51	98.58	.00	98.58
10685	72.25	14.22	.90	.07	.03	.70	3.80	4.86	.07	.03	.05	.34	.16	97.48	.04	97.52
10885	71.08	14.75	.50	.04	.28	.33	4.80	4.96	.02	.08	.10	.18	.01	96.93	.00	96.93
10885	75.73	13.09	1.05	.13	.03	.32	4.20	2.29	.04	.02	.04	.28	.25	97.47	.04	97.51
	SI02	AL2O3	CAO	MGO	FE2O3	FEO	NA2O	K2O	TIO2	MNO	P2O5	CO2	H2O+	TOTAL	H2O-	TOTAL

Tabell 4. Kjemisk analyse, hovedkomponenter.

NORM

	C.I.P.W.						NORM		WEIGHT PER CENT											TOTAL		
	Q	C	OR	AB	AN	NE	LC	AC	WO	MG*DI*FE	MG*HY*FE	MG*OL*FE	MT	HM	IL	AP	CC	H2O+				
L683A	6.8	.0	25.8	33.8	13.1	.0	.0	.0	.0	2.4	1.1	5.7	3.0	.0	.0	2.0	.0	1.5	.9	.5	.8	97.5
L783	10.1	.0	23.6	36.4	13.0	.0	.0	.0	.0	.6	.3	5.7	3.4	.0	.0	1.4	.0	1.2	.7	.7	.7	97.9
L3684	7.6	.0	31.9	33.8	11.6	.0	.0	.0	.0	2.0	.8	4.5	2.0	.0	.0	1.6	.0	1.3	.7	.4	.6	98.8
L3884	9.0	.0	28.3	34.7	13.4	.0	.0	.0	.0	.5	.2	4.9	2.9	.0	.0	1.4	.0	1.2	.6	.6	.6	99.3
L3984	9.9	.0	30.1	33.0	12.7	.0	.0	.0	.0	.1	.0	5.4	3.1	.0	.0	1.6	.0	1.1	.7	.7	.8	99.1
L4084	10.8	.2	42.8	24.5	9.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.4	2.6	.0	.0	1.4	.0	1.0	.5	.6	.6	98.2
9677	6.1	.0	33.6	24.5	14.7	.0	.0	.0	.0	3.7	1.4	5.0	2.1	.0	.0	1.5	.0	2.4	.1	.3	.7	96.1
L183	17.2	1.5	30.3	33.0	8.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3	2.3	.0	.0	.8	.0	.8	.4	.7	.4	98.0
L883	23.1	1.7	20.4	39.8	9.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3	1.6	.0	.0	.7	.0	.7	.2	.3	.6	99.7
L2084	32.1	1.0	33.9	25.4	3.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.5	.0	.0	.5	.0	.2	.0	.2	.5	98.3
L3584	24.6	1.5	24.2	37.2	7.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	.6	.0	.0	.8	.0	.6	.2	.4	.6	99.2
L583	24.2	1.6	6.3	40.6	17.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.6	2.0	.0	.0	.7	.0	.6	.2	1.0	1.0	98.3
L984	28.2	1.2	6.1	39.3	19.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.1	2.0	.0	.0	.2	.0	.4	.1	.1	.5	100.1
L2384	24.7	1.7	8.3	32.2	21.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.7	3.7	.0	.0	.4	.0	.7	.3	.0	.6	98.3
11085	27.6	1.8	10.3	38.1	12.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3	2.1	.0	.0	.7	.0	.8	.1	.6	.5	97.4
11485	30.6	2.8	9.6	33.0	15.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.1	2.4	.0	.0	.4	.0	.6	.2	1.0	.5	98.7
11585	29.2	2.6	12.0	32.2	14.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.0	2.0	.0	.0	.5	.0	.5	.1	1.2	.5	97.7
L1584	28.6	1.8	31.1	32.2	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	1.3	.0	.0	-.1	.0	.1	.1	.4	.5	98.6
10685	30.0	2.0	28.7	32.2	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	1.2	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.8	.2	97.5
10885	24.8	1.8	29.3	38.9	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.5	.0	.0	.4	.0	.0	.2	.4	.0	96.9
10985	40.7	2.5	13.5	35.5	3.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.5	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.6	.3	97.5

Tabell 5. C.I.P.W. norm.

ISOCHD V02-02 TUE, APR 7, 1987, 12:32 PM HP3000 SERIES III

QUARTZ MONZODIORITE

ACCURACY OF FIT FACTOR = 1.000E-05
QUALITY OF FIT ACCEPTANCE LIMIT = 2.50
87RB DECAY CONSTANT = 1.42E-11 Y-1

NUMBER OF DATASETS IN FIT = 7

NO	PPM RB	PPM SR	RB/SR	SE	87RB/86SR	SE	87SR/86SR	SE
L683A	136.879	1218.198	.112	.001	.32512	.00325	.70870	.00002
L783	179.494	1141.096	.157	.002	.45520	.00455	.71005	.00012
L3684	154.696	1201.908	.129	.001	.37243	.00372	.70898	.00003
L3884	158.267	1314.616	.120	.001	.34895	.00348	.70885	.00002
L3984	150.263	1204.670	.125	.001	.36093	.00361	.70907	.00002
L4084	175.302	1355.632	.129	.001	.37418	.00374	.70807	.00002
8677	200.653	1171.741	.171	.002	.49554	.00496	.70979	.00006

UNCORRELATED 1 SIGMA ERRORS
NUMBER OF ITERATIONS = 2
QUALITY OF FIT NUMBER = 5.71
SLOPE = .007206 INTERCEPT = .70837
XBAR = .3615 YBAR = .70898

QOF REDUCED TO 1.0, ERRORS EXPANDED

BEST FIT ISOCHRON = (505.7 +- 69.8) MILLION YEARS

BEST FIT 87SR/86SR INITIAL RATIO = (.70637 +- .00036)

Tabell 6. Rb-Sr analytiske data av prøver fra kvartsmonzodioritt.

ISOCHO V02-02 FRI, APR 10, 1987, 1:05 PM HP3000 SERIES III

PORPHYRITIC GRANITE

ACCURACY OF FIT FACTOR = 1.000E-05
QUALITY OF FIT ACCEPTANCE LIMIT = 2.50
87RB DECAY CONSTANT = 1.42E-11 Y-1

NUMBER OF DATASETS IN FIT = 4

NO	PPM RB	PPM SR	RB/SR	SE	87RB/86SR	SE	87SR/86SR	SE
L183	87.145	878.267	.099	.001	.28708	.00287	.70724	.00005
L883	119.000	747.000	.159	.002	.46093	.00461	.70843	.00011
L2084	201.000	548.000	.367	.004	1.06180	.01062	.71355	.00009
L3584	142.000	646.000	.220	.002	.63611	.00636	.70998	.00012

UNCORRELATED 1 SIGMA ERRORS
NUMBER OF ITERATIONS = 2
QUALITY OF FIT NUMBER = 1.68
SLOPE = .008106 INTERCEPT = .70488
XBAR = .4454 YBAR = .70849

BEST FIT ISOCHRON = (568.5 +- 11.7) MILLION YEARS

BEST FIT 87SR/86SR INITIAL RATIO = (.70488 +- .00009)

Tabell 7. Rb-Sr analytiske data av prøver fra porfyrgranitt.

ISOCHO VO2-02 TUE, APR 7, 1987, 1:25 PM HP3000 SERIES III

TRONDHJEMITE

ACCURACY OF FIT FACTOR = 1.000E-05
QUALITY OF FIT ACCEPTANCE LIMIT = 2.50
87RB DECAY CONSTANT = 1.42E-11 Y-1

NUMBER OF DATASETS IN FIT = 6

NO	PPM RB	PPM SR	RB/SR	SE	87RB/86SR	SE	87SR/86SR	SE
L583	117.000	324.000	.361	.004	1.04512	.01045	.71114	.00011
L984	30.840	511.465	.060	.001	.17440	.00174	.70492	.00009
L2384	53.000	808.000	.066	.001	.18973	.00190	.70537	.00010
11085	163.000	352.000	.463	.005	1.34047	.01340	.71323	.00004
11485	83.000	808.000	.137	.001	.39622	.00396	.70671	.00004
11585	67.000	598.000	.112	.001	.32410	.00324	.70601	.00004

UNCORRELATED 1 SIGMA ERRORS
NUMBER OF ITERATIONS = 2
QUALITY OF FIT NUMBER = 3.71
SLOPE = .007030 INTERCEPT = .70382
XBAR = .4326 YBAR = .70687

QOF REDUCED TO 1.0, ERRORS EXPANDED

BEST FIT ISOCHRON = (493.3 +- 12.3) MILLION YEARS

BEST FIT 87SR/86SR INITIAL RATIO = (.70382 +- .00009)

Tabell 8. Rb-Sr analytiske data av prøver fra trondhjemitt.

ISOCHO V02-02 MON, DEC 21, 1987, 1:59 PM HP3000 SERIES III

TOURMALINE GRANITE

ACCURACY OF FIT FACTOR = 1.000E-05
QUALITY OF FIT ACCEPTANCE LIMIT = 2.50
87RB DECAY CONSTANT = 1.42E-11 Y-1

NUMBER OF DATASETS IN FIT = 4

NO	PPM RB	PPM SR	RB/SR	SE	87RB/86SR	SE	87SR/86SR	SE
L1584	246.000	61.000	4.033	.040	11.75438	.11754	.78369	.00013
10685	252.000	152.000	1.658	.017	4.80976	.04810	.73571	.00004
10885	311.000	59.000	5.271	.053	15.38667	.15387	.79892	.00003
10985	185.000	61.000	2.705	.027	7.86278	.07863	.75590	.00004

UNCORRELATED 1 SIGMA ERRORS
NUMBER OF ITERATIONS = 2
QUALITY OF FIT NUMBER = 21.43
SLOPE = .006397 INTERCEPT = .70518
XBAR = 6.8506 YBAR = .74901

QOF REDUCED TO 1.0, ERRORS EXPANDED

BEST FIT ISOCHRON = (449.1 +- 25.5) MILLION YEARS

BEST FIT 87SR/86SR INITIAL RATIO = (.70518 +- .00273)

Tabell 9. Rb-Sr analytiske data av prøver fra turmalingranitt.

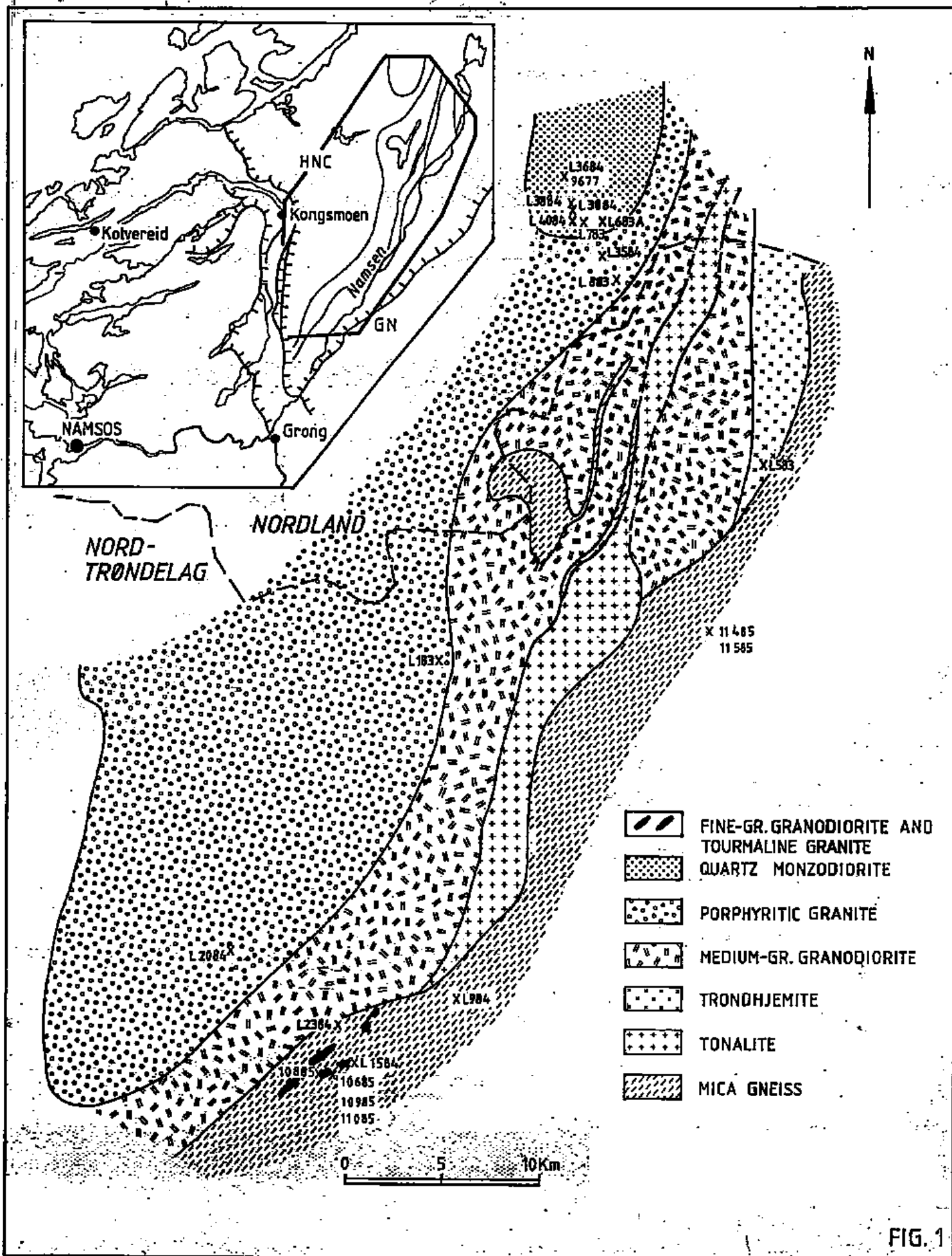


Fig. 1. Forenklet kart som viser prøvelokalitetene i det undersøkte området, HNC = Det helgelandske dekkekomplekset, GN = Gjersvikdekkeet.

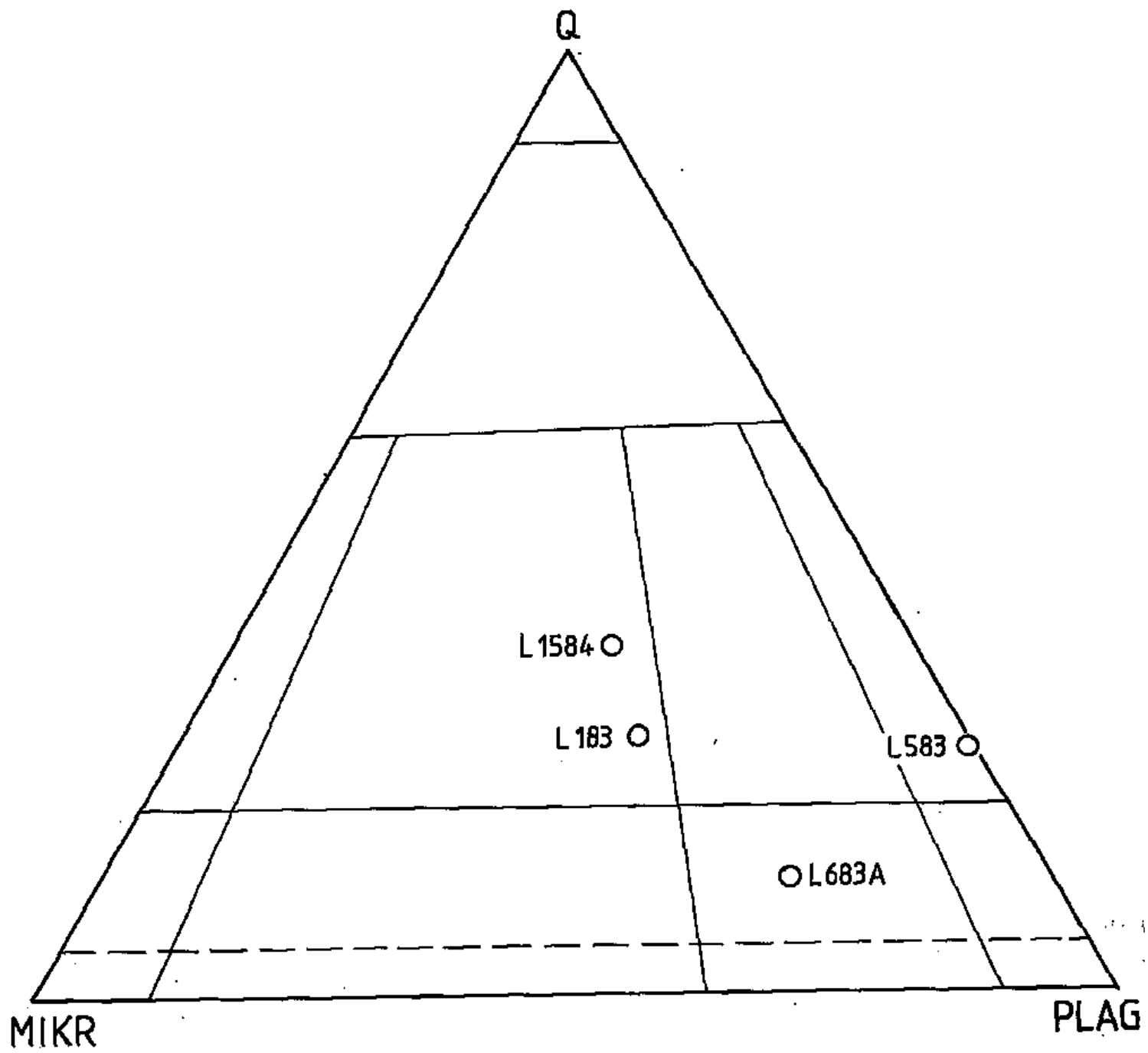


Fig. 2. Fire av de 21 prøvene plottet i Streckeisens (1976) diagram, modal sammensetning er gitt i tabell 2.

Fig. 3. Rb-Sr isokronendiagram for kvartsmonzodioritt.

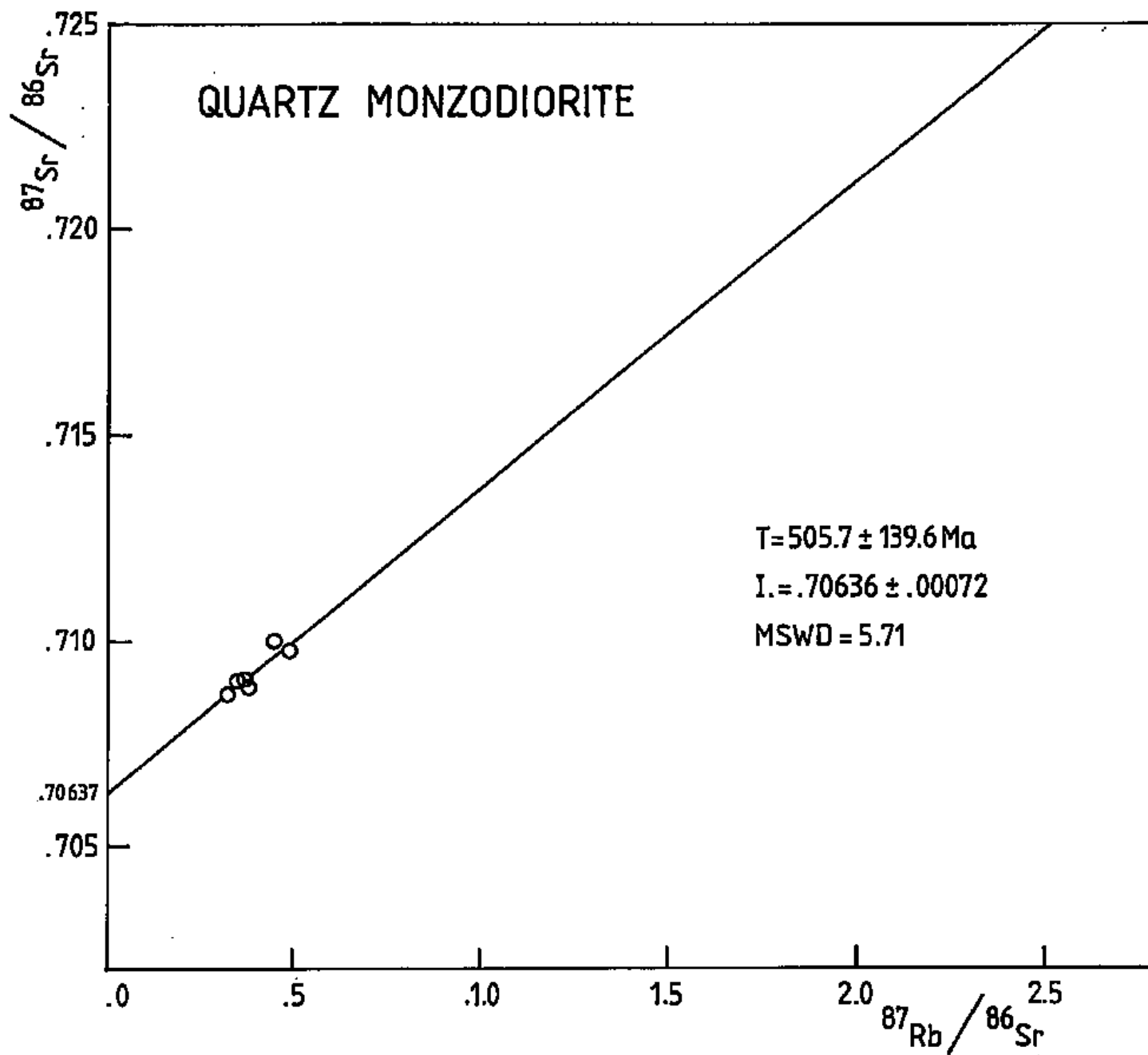


Fig. 4. Rb-Sr isokronendiagram for porfyrgranitt.

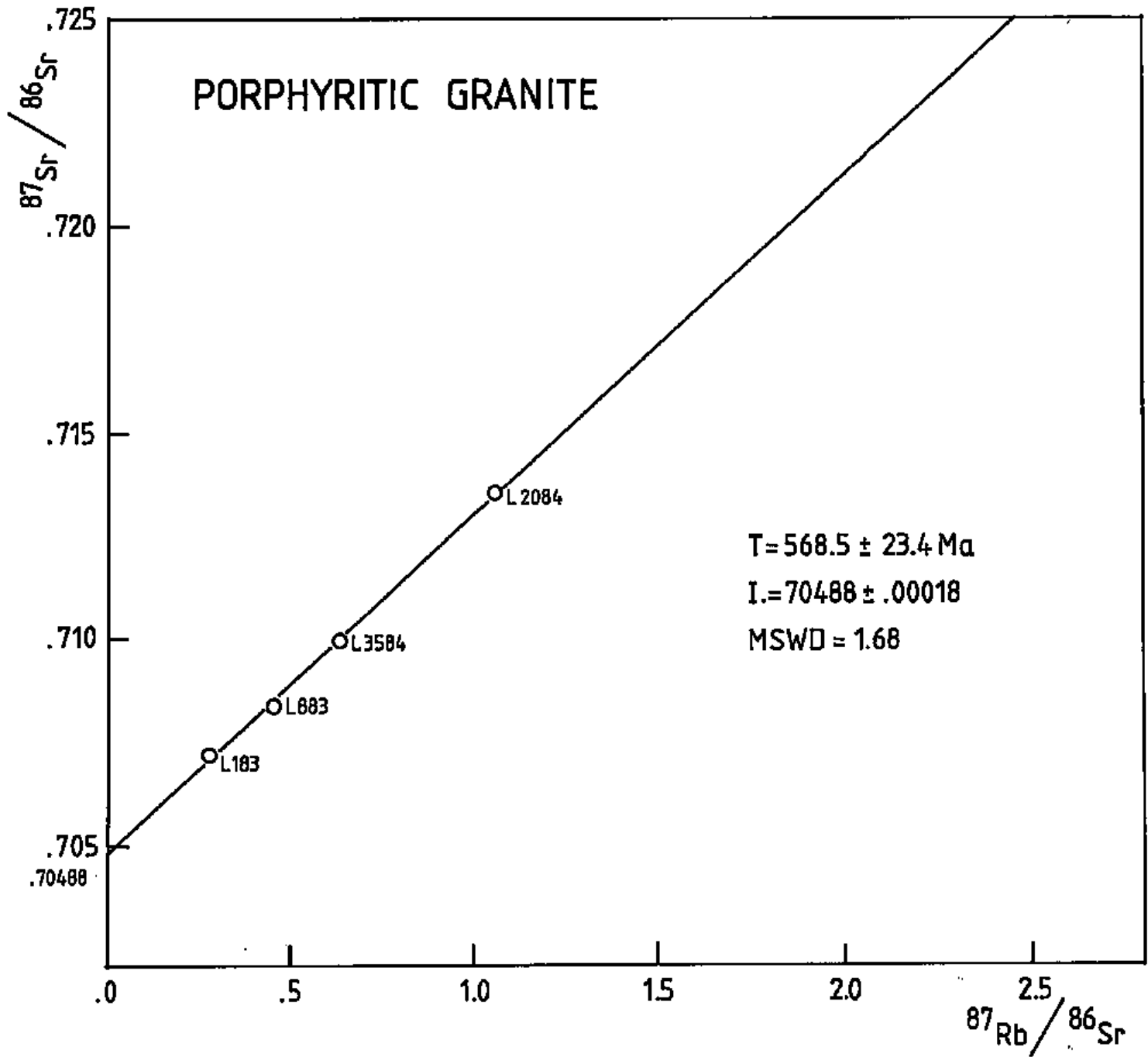
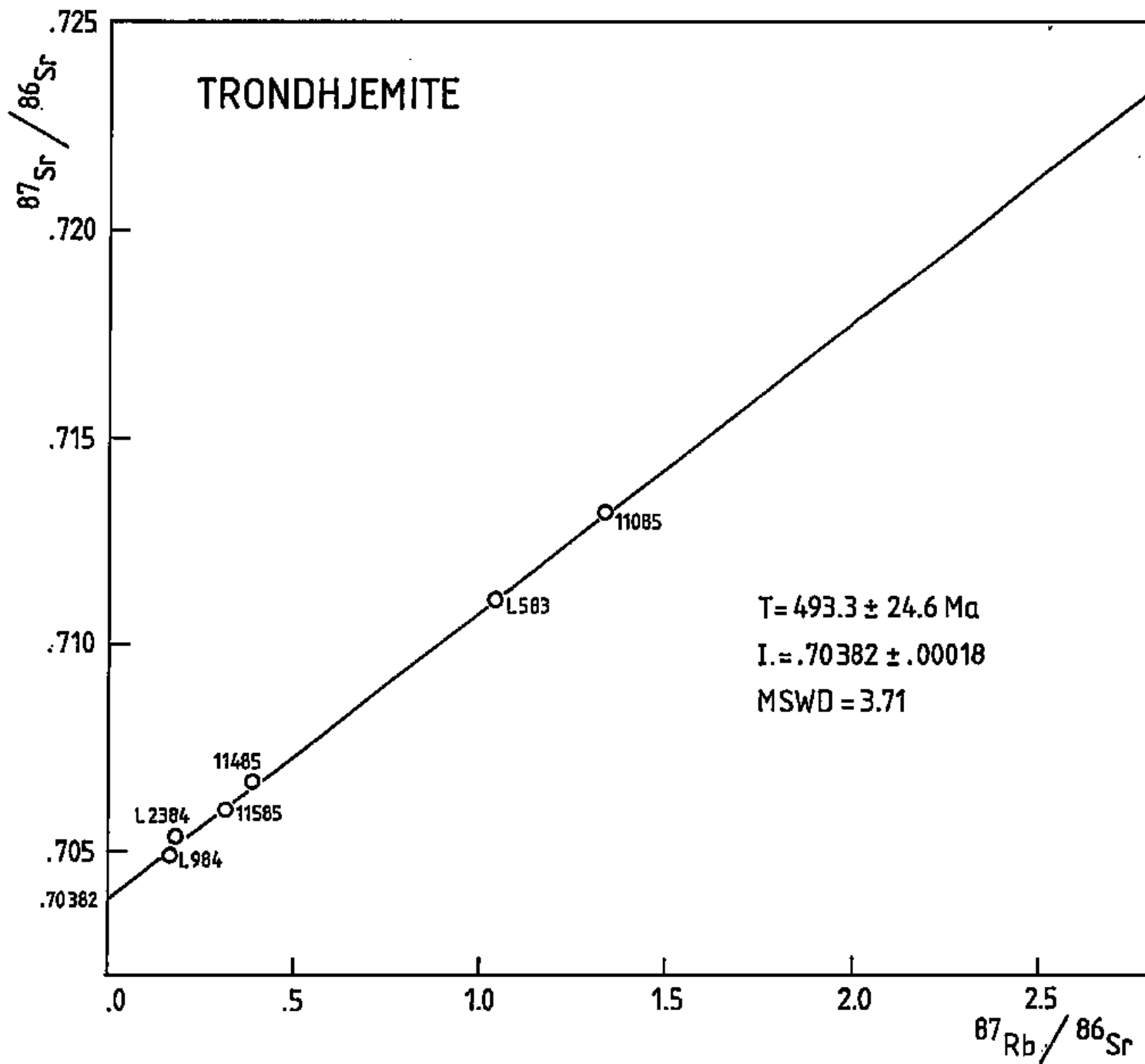


Fig. 5. Rb-Sr isokronendiagram for trondhjemitt.



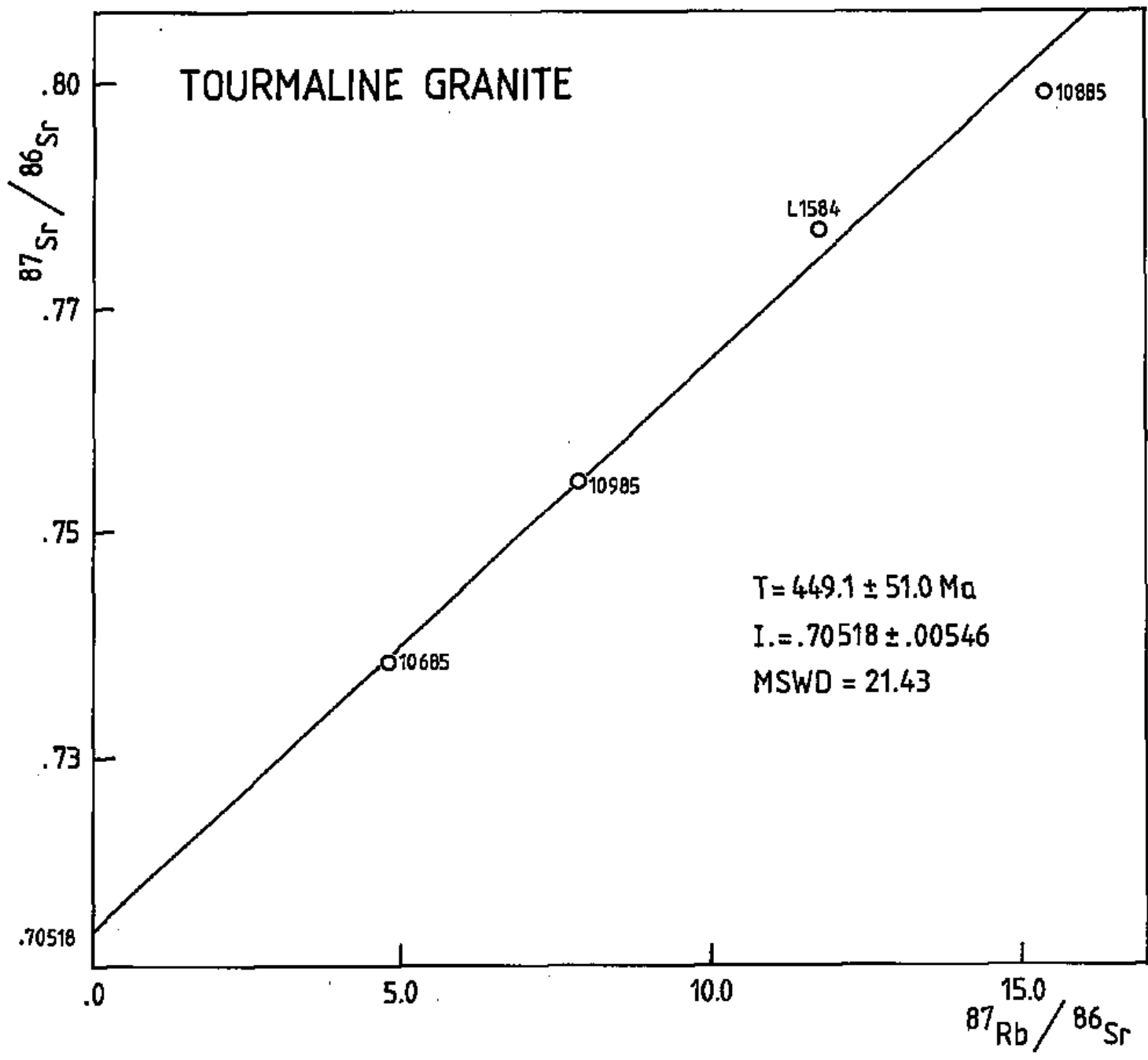


Fig. 6. Rb-Sr isochron diagram for tourmaline granite.

Fig. 7. De undersøkte bergartene sammensatt 1 et aldersdiagram.

