

# En gang av alkaline bergarter i Mikkelivik, Ringvassøy i Troms

Per Bøe

## Introduksjon

Den lille bygda Mikkelivik ligger ytterst i Skogsfjorden, nordligst på Ringvassøya i Troms. Avstanden fra Tromsø langs vei er 90 km. For en del år siden ble det opprettet fergeforbindelse fra Ringvassøy til nabøya Rebbenesøy med bygging av fergeleie i Mikkelivik. Til dette prosjektet ble det tatt ut steinblokker i en liten, avrundet fjellknaus ved fergeleiet. Knausen er 30 m tvers over, og omlag halve knausen er sprengt bort. Den geologiske interesse for stedet startet med at det ble funnet spaltestykker av vakker blå sodalitt opp til 5 cm store i selve steinbruddet og i noen av de store blokkene i fergeleiet. Det ble dermed klart at alkaline bergarter opptrer på stedet.

## Områdegeologi

Berggrunnen i Mikkelivik-området består av heterogene gneiser som jevnt over har en tonalittisk til diorittisk sammensetting (Zwaan & Grogan 1997). Datering av tonalittisk gneiss sør på Ringvassøya har gitt en alder på 2,8 milliarder år (Zwaan et al. 1998). Etter all sannsynlighet er gneisene ytterst i Skogsfjorden og ellers over store områder på Ringvassøya av arkeisk alder (eldre enn 2,5 milliarder år), slik det er antydet av Zwaan & Grogan (1997). Alderen til de alkaline bergarter er foreløpig ikke kjent. Mikkelivik ligger noen få kilometer nordøst for et yngre geologisk felt på Ringvassøya med vulkanske og sedimentære bergarter, hvor det opptrer en rekke mindre kisforekomster og interessante mineraliseringer med gull og antimons.

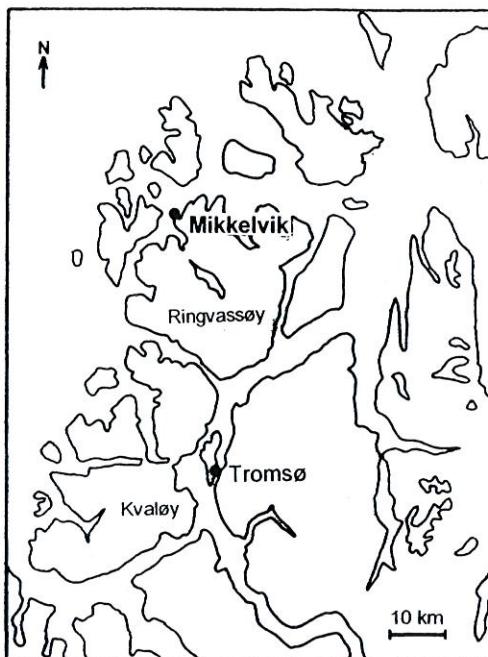
## Steinbruddet

Ved siden av store, blå sodalittindivider ble det i steinbruddet også funnet stykker av grovkornet, lys brun nefelin opp til 5-10 cm store, samt gulvitte linser opp til 30 cm størrelse bestående av finkornig sammenfiltret masse av kalsitt og natrolitt, iblandet grovbladig biotitt. Bortsett fra disse mineralene er det svært vanskelig å oppdage alkaline innslag i bruddet og i blokkene i fergeleiet fra den opprinnelige gneisen (protolitten). I bruddet er det i virkeligheten ikke mulig å se forskjell på alkalin bergart og opprinnelig gneis. Hele bruddet gir et generelt helhetsinntrykk av å være en grå, middelskornig dypereuptiv bergart av diorittisk sammensetting, noe modifisert av deformasjon og metamorfose som har frembragt en tydelig gneisstruktur. Det er bare ved prøvetaking og fremstilling av tynnslip for mikroskopering at det har vært mulig å få en tilnærmet oversikt over de alkaline bergarters opptreden og utbredelse.

## En usynlig gang

Det alkaline komplekset er trolig genetisk knyttet til en bruddsone i gneissen som kan være betydelig og av regionalt omfang. De alkaline bergartene danner en gang med en gjennomsnittsbredde på anslagsvis et par meter. Gangen går diametralt gjennom fjellknausen. Det spesielle er at den ikke er visuell påviselig.

Kjemisk og mineralogisk er bergartene preget av inhomogenitet. Geokjemiske og mineralogiske soneringer forekommer etter alt å dømme, men det er ingen enkel sak å få oversikt over dette ifeltet. Bergartenes geokemi fremgår av Tabell 1.



**Fig. 1.** Kartskissen viser beliggenheten av Mikkelivik på Ringvassøy i Troms.

På grunn av raske vekslinger i kjemi og mineralogi gir disse analyser neppe et fullstendig representativt bilde av de alkaline bergarter.

### Hovedmineraler

*Albit* er mengdemessig det viktigste mineralet i de alkaline bergarter med opp til 60-70 prosent av bergarts volumet. Albit danner rundete korn med tvillinglameller som ofte er svakt bøyd. Sammensexningen er nærmest rein albit (Ab 98-99).

*Orthoklas* er meget natriumrik (Ab 70-80) og opptrer kun i mindre mengder.

*Nefelin* sees vanligvis som rundete korn, størrelse 2-3 mm. Kornene har vanligvis et friskt utseende, unntatt i dagnære prøver hvor zeolittisering av nefelin gjør seg gjeldende. I handstykke vises zeolittiseringen som rosa flekker på overflata. Nefelin er ofte omkranset av mindre korn som kan minne om mortar struktur.

*Sodalitt* danner både store spaltestykker og millimeter-store korn i matriks. Utbredelsen er ujevn. Den grovkristalline sodalitten kan muligens være porfyroblastisk, i likhet med store nefelinindividier.

*Cancrinitt* sees som kantede, granulære korn i så vidt store mengder at det utgjør et bergartsdannende mineral. Mineralet danner grupper av korn assosiert med nefelin. Cancrinitt viser ingen mineralreaksjoner i kontakt med nefelin eller kalsitt.

*Ægirin-augitt* finnes i deler av forekomsten som mindre, rundete korn med mørk grønn farge.

*Kalsitt* opptrer i to varianter. Den ene er en rein kalsitt uten påviselig substitusjon av kalsium. Den andre varianten skiller seg ut i mikroskopet ved å ha et eiendommelig koncentrisk interferensfargemønster. Halvkvantitativ analyse av denne kalsitten antyder et innhold av strontium som er betraktelig høyere enn det som kalsittstrukturen teoretisk og erfaringsmessig skal kunne akseptere.

*Biotitt* er den eneste mørke glimmer til stede, mens *muskovitt* er den lyse glimmer. Av disse to dominerer biotitt fullstendig.

### Mengdemessig underordnede mineraler

*Apatitt* er med sitt høye relief et karakteristisk mikroskopisk innslag i de alkaline bergarter. Kornene er relativt store og godt rundet. De opptrer enkeltvis.

*Titanitt* kan i handstykke iakttas som små gule korn. Et og annet titanittkorn viser i mikroskop en skjelettaktig utforming.

*Flusspat* er iakttatt både som synlige korn i handstykke og som mikroskopiske korn. Utbredelsen er liten.

*Andraditt* opptrer i små klynger sammen med ægirin-augitt. Mikkelsvik-andraditten er titanfri, og fargen er lys.

*Dravitt* (lys brun magnesium-turmalin) danner stedvise klynger av korn. Mengden er beskjeden.

*Analcim* er en av de to zeolittmineralene i Mikkelsvik. Mineralet tilhører det kubiske krystallsystem, og skal følgelig være optisk isotrop. I Mikkelsvik er imidlertid analcim svakt anisotrop med et gråspraglet utslukningsmønster som tyder på kompleks polysyntetisk tvillingdannelse, sannsynligvis sektortvillinger.

*Banalsitt* ( $\text{BaNa}_2\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ ), et av de sjeldne mineraler her i verden, er en mikrosondeoppdagelse. Mineralet danner ørsmå korn i en grunnmasse av natrolitt på en beskjeden skjærersone som er yngre enn bergartsdannelsen.

*Natrolitt* er ved siden av analcim den andre zeolitten som er identifisert. Natrolitt danner dels finkornige, sammenfiltrede masser, dels større vifteformede korn. Natrolitt er åpenbart av flere generasjoner, dels dannet som et primært mineral i de alkaline bergarter, dels sekundært i forbindelse med dypforvitring og skjærbevegelser.

*Korund* danner staver ordnet i et trigonalt, krystallografisk mønster innesluttet i enkelte biotittflak.

*Magnetitt* ser ut til å være eneste opake fase i de alkaline bergartene. Mineralet er seint dannet og fremtrer som mikroskopiske, oktaedriske krystaller.

### En alkalin bergartstype

De undersøkte bergarter i Mikkelsvik viser flere klare alkaline trekk. Kjemisk karakteriseres bergartene ved høyt innhold av alkalier ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ). Innholdet av  $\text{SiO}$  og  $\text{CaO}$  er lavt, mens  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -konsentrasjonen er relativt stor. Bergartene har et høyt innhold av sporelementene barium og strontium. Plottingen av sjeldne jordartselementer (REE) i Fig. 3 viser et typisk "alkalint" forløp med anrikning av lette jordartselementer. Konsentrasjonene av sjeldne jordarter er imidlertid lavere enn det som er vanlig for eruptive alkaline bergarter (Møller et al. 1980).

Bergartenes spesielle karakter understrekkes ytterligere av mineralinnholdet med foidmineralene nefelin, sodalitt og Na-rik pyroksen, samt cancrinit, analcim og den meget Na-rike orthoklasen.

Kjemisk passer bergartene dårlig inn i vanlige klassifikasjonsdiagram for intrusive og ekstrusive alkaline bergarter. Det er imidlertid klart at Mikkelsvik bergartene med en overvekt av natrium i forhold til kalium tilhører carbonatitt-ijolitt assosiasjonen av alkaline bergarter. Viktigste elementer innen denne er tre bergartsserier:

1) Karbonatitter er kalsittbergarter dannet ved eruptiv virksomhet. De fleste kjente karbonatitter er intrusive, men det er i de siste 40 år også påvist vulkanske karbonatitter i form av lavaer, tuffer og vulkanske breksier. En karbonatitt må ha mer enn 50 % karbonat, vanligst kalsitt.

2) Ijolitt er en bergartsserie med nefelin og Na-klinopyroksen (ægirin og ægirin-augitt) som viktigste mineralkomponenter. Differensiasjonsprodukter innen serien inneholder i tillegg større eller mindre mengder alkalifeltpat, som for eksempel nefelinsyenitt. Karbonatitt og ijolitt er vanligvis assosiert med hverandre.

3) Fenitt. Karbonatitt-ijolittkomplekser er gjerne omgitt av soner med kontakt-metasomatiske bergarter. Rundt store kompleks kan sonene ha tykkeler på 1 til 2 km. Prosesen kalles fenittisering, og kontaktbergartene som dannes heter med en fellesbetegnelse fenitt. Virkningene av fenittisering er mer ekstrem enn

de fra vanlig kontaktmetamorfose fordi metasomatosen (stoffutvekslingen inn og ut av kontaktsonen) fører til kjemiske reaksjoner som kan utviske kontaktbergartenes opprinnelige sammensetning og struktur. Kontaktmetasomatisk omvandling er mest vanlig og kraftigst rundt karbonatitter, mindre vanlig og mindre intens rundt ijolitt.

Fenittisering er i det vesentlige alkalimetasomatose, som gjerne markeres ved at felspat erstattes av nefelin og kvarts av alkali-felspat. Men også andre elementer som sjeldne jordarter, barium, strontium og andre overføres fra alkaline magmaer til kontaktbergarter, mens det generelt skjer en desilifisering av kontaktbergartene. Graden og karakteren av omvandling avhenger av magmaets geokjemi, sammensetningen til de væsker magmaet sender ut, porøsitet og struktur i de fenittiserte bergarter samt andre faktorer (Morogan 1994).

### Mikkelvik-fenitten

På grunnlag av feltforhold, geokjemi og mineralogi tolkes den alkaline gangen i Mikkelvik som fenitt ut fra følgende forhold:

De alkaline bergarter har ingen synlig grense mot sidebergart. Muligheten for at disse bergarter opprinnelig har vært en intrusiv gang med tektonisk utvirkede grenser ansees som lite sannsynlig. Dioritten-tonalittens forgneisede struktur er stort sett bevart over det hele, og det er bare mineralogen som er forandret, trolig med en jevnt glidende kjemisk-mineralogisk overgang mellom alkaline bergarter og sidebergart. Den opprinnelige bergart har plagioklas (andesin-oligoklas) som hovedminerale og et kvartsinnhold på 10-20 %. Biotitt og hornblende er de viktige mørke mineraler i bergarten i mengder på 15-20 %. I de omdannede alkaline bergarter er kvarts helt forsvunnet, og de mest typiske alkaline bergarter består av albitt, nefelin, orthoklas og biotitt med albitt som det mengdemessig dominerende. Biotitt er muligens relikter fra protolitten. Cancrinitt utgjør stedvis 5-10 % av bergarten.

Den alkaline gangen i Mikkelvik kan på bakgrunn av dette klassifiseres som basisk albittfenitt ( $\text{Na}$ -fenitt), dannet ved fenitisering av dioritt-tonalitt. Pell & Høy (1989) har laget et klassifiseringsdiagram for fenitter på bakgrunn av ulike karbonatitt serier fra British Columbia i Canada (Fig. 4). Albittfenitter har et høyt  $\text{Na}_2\text{O}$  innhold, mens kalifelspat (orthoklas) - albittfenitter har høy ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) og betydelig ( $\text{FeO} + \text{MgO}$ ) innhold. Pyroksen-amfibolfenitt har høyt ( $\text{FeO} + \text{MgO}$ ) innhold. Hovedtyngden av Mikkelviks alkalinerbergarter klassifiseres her som albitt- og albitt-orthoklas-bergarter. Unntaket er prøve 6 som trolig kan betraktes som mindre fenitisert enn de andre prøvene.

### Er fenitiseringsskilden en karbonatitt?

Alkaline bergarter har til nå ikke vært kjent på Ringvassøy. Fenitiseringsskilden til Mikkelvik-gangen er etter all sannsynlighet skjult, enten på dypet under Skogsfjorden eller under havbunnen mellom Ringvassøy eller Rebbenesøy.

Fenitiseringsvæske utgått fra karbonatitt er rik på en rekke komponenter som relativt lett avgis til kontaktbergartene. Det hender også at fenitisering skjer i flere omganger, gjerne med noe forskjellig sammensetning på fenitiseringsvæska hver gang. Dette kan være en årsak til det mineralogiske mangfoldet i enkelte fenitter.

Blant annet kan mobiliteten til de sjeldne jordartselementene være betydelige, og anrikningene av de letteste av disse elementene i Mikkelvik kan være arvet fra et karbonatit-magma (Morogan 1994). Andre forhold som kan settes i forbindelse med karbonatit-magma er konsentrasjoner av  $\text{CO}_2$ , reflektert ved

mineralene cancrinit og kalsitt, Cl i sodalitt og muligens i biotitt, samt fluor i flusspat og apatitt. Primær dannelse av vannholdig mineraler som natrolitt, analcim og cancrinit peker i retning av en vannrik fenittiseringsvæske.

Et påfallende trekk ved Mikkvik-gangen er den mengdemessige dominans albitt har. I følge LeBas (1987) er feltsatt i fenitt rundt karbonatitt enten nesten helt rein albitt, eller nesten helt rein orthoklas.

I Norge er det kjent to områder med alkaline bergarter. Fensfeltet ved Ulefoss i Telemark er det klassiske tilfellet (Sæther 1957), mens det andre området består av flere mindre felt på øyene i Vest-Finnmark, nemlig Seiland, Stjernøy, Sørøy (Sturt & Ramsay 1965). Den lille alkaline gangen på yttersida av Ringvassøya ble avslørt ved en tilfeldighet. Uten Vegvesenets sprengningsinnsats ville forekomsten neppe ha vært kjent i dag. På bakgrunn av dette bør det være muligheter for at det finnes flere alkaline bergarter i området. Men de er godt kamuflert, og dermed vanskelig å oppdage på gamle, vitrede fjelloverflater.

Funnet av en mineralrik alkalain gang på Ringvassøya i Troms er spennende, og det kan bety at vi her står overfor en tredje alkalain bergartsprovins i Norge. Avstanden i luftlinje til det alkaline området i Vest-Finnmark er 120 km. Av den grunn er det utelukket at Mikkvik-gangen tilhører denne provinsen.

## Litteratur

LEBAS, M.J.(1987): Nephelinites and carbonatites. I Fitton, J.G. & Upton, B.G. J: Alkaline igneous rocks. *Geological Society Special Publication* **30**, 53-83.

MOROGAN, V. (1994): Ijolite versus carbonatite as source of fenitization. *Terra Nova* **6**, 166-176.

MÖLLER, P., MORTEANI, G. & SCHLEY, F. (1980): Discussion of REE distribution patterns of carbonatites and alkalic rocks. *Lithos* **13**, 171-179.

PELL, J. & HÖY, T. (1989): Carbonatites in a continental margin environment - The Canadian Cordillera. I Bell, K: Carbonatites. Genesis and Evolution. *Unwin Hyman*, 200-220.

STURT, B.A. & RAMSAY, D.M. (1965): The alkaline complex of the Breivikbotn area, Sørøy, Northern Norway. *Norges Geologiske Undersøkelse* **231**, 1-164.

SÆTHER, E.(1957): The alkaline rock province of the Fen area in southern Norway. *Nor. Vidensk. Selsk. Skr.*, **1**,1-148.

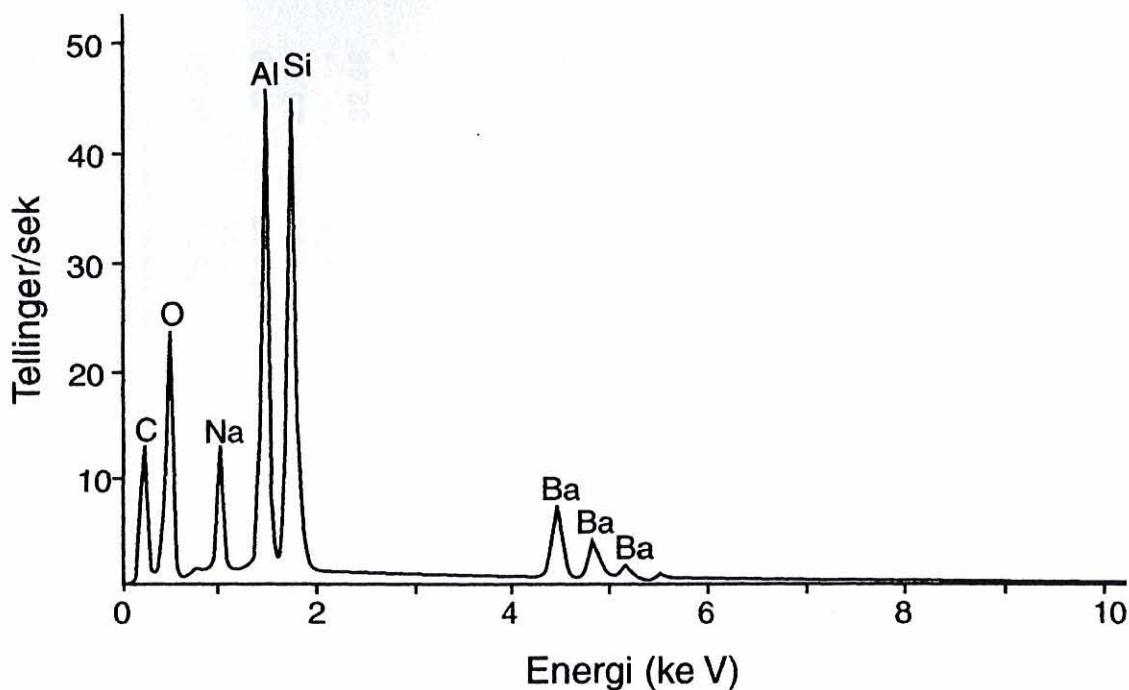
VILADKAR, S.G. & DULSKI, P. (1986): Rare earth element abundances in carbonatites, alkaline rocks and fenites of the Amba Dongar kompleks, Gujarat, India. *N. Jb. Miner. Mh. Jg.* **1986**, H. 1, 37-48.

ZWAAN, K.B., FARETH, E. & GROGAN, P.W. (1998): Geologisk kart over Norge, berggrunnskart TROMSØ, M 1:250 000, *Norges Geologiske Undersøkelse*.

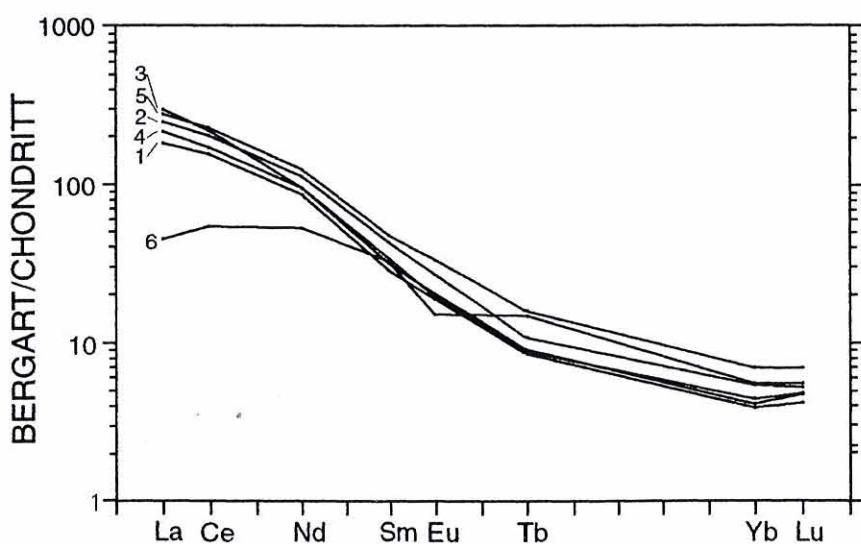
ZWAAN, K.B. & GROGAN, P.W. 1997: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart HELGØY, M 1:250 000, *Norges Geologiske Undersøkelse*.

**Tabell 1.** Kjemiske analyser av alkaline bergarter, Mikkelivik, Ringvassøy

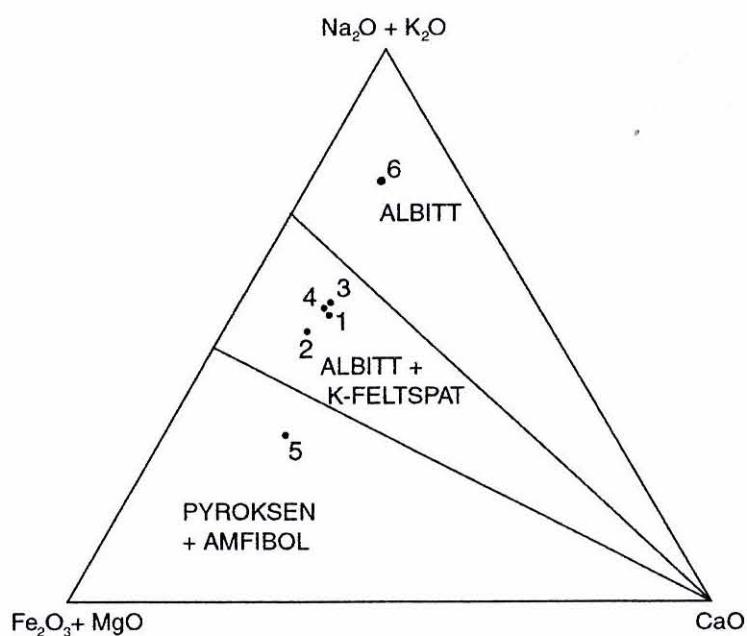
Prøve	1	2	3	4	5	6
Hovedelementer (vekt %)						
SiO <sub>2</sub>	47,58	49,92	47,63	48,48	45,45	64,46
TiO <sub>2</sub>	0,66	0,87	0,70	0,68	1,36	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,10	20,67	22,21	21,19	19,32	17,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,31	7,93	6,58	6,75	10,93	1,85
MnO	0,11	0,15	0,12	0,13	0,19	0,06
MgO	1,24	1,54	1,36	1,27	3,29	0,30
CaO	3,41	3,38	3,44	3,42	5,39	1,88
Na <sub>2</sub> O	9,17	8,76	9,85	9,27	4,61	6,50
K <sub>2</sub> O	2,84	3,60	3,61	3,48	3,72	6,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,60	0,35	0,49	0,81	0,06
Gl.t.	4,74	2,19	3,90	2,82	2,93	0,45
Sum	98,51	99,61	99,75	97,98	98,00	99,38
Sporelementer (ppm)						
Ba	981	1243	1254	1211	1083	1066
Sr	1893	2277	2268	2235	1442	532
Y	10	13	12	9	16	15
Zr	33	41	4	40	49	38
Cu	6	4	4	3	2	6
Pb	-	6	7	-	6	6
Zn	56	80	64	71	101	17
Ni	9	6	6	5	8	2
V	34	24	22	20	44	4
Au	-	-	4	-	-	-
As	2	4	3	3	2	2
Br	1,7	6,3	6,6	6,5	-	3,3
Co	11,3	14,5	12,5	12,3	25	2,4
Cr	2,3	1,6	0,9	0,9	0,7	2,7
Cs	1,3	0,8	0,7	0,7	1,6	-
Hf	1,1	1,2	0,7	1,3	1,6	1,7
Rb	51	62	56	55	120	48
Sb	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Sc	0,9	1,2	0,9	0,9	2,6	5,6
Ta	0,4	0,4	-	-	0,4	2,3
Th	0,6	0,9	0,5	0,7	1,2	2,4
U	-	0,1	-	-	0,4	0,6
La	56,3	75	89,9	63,1	79,9	14,7
Ce	123	158	168	130	170	43
Nd	51	65	54	54	69	31
Sm	5,32	7,83	6,04	5,57	8,37	6,25
Eu	1,32	1,87	1,33	1,36	2,2	1,1
Tb	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,7
Yb	0,77	1,06	0,84	0,77	1,29	1,16
Lu	0,13	0,16	0,14	0,14	0,2	0,18
Sum REE	238	309	320	255	331	98
La/Yb	73	70	107	81	61	12



**Fig. 2.** Energidispersivt røntgenspekter av mineralet banalsitt.  
Tilstedeværelsen av C (karbon) skyldes karbonpådamping av preparatet.



**Fig. 3.** Chondritt-normaliserte forløp for sjeldne jordartselementer (REE) i bergartene fra alkalin gang i Mikkelvik, Ringsvassøy. Tallene 1-6 referer seg til prøvenummer i Tabell 1.



**Fig. 4.** Alkaline Mikkelvik-bergarter plottet i et klassifikasjonsdiagram for fenitter etter Pell & Høy (1989). Tallene 1-6 referer seg til prøvenummer i Tabell 1.

**Tabell 2.** Kjemiske analyser av forskjellige mineraler fra den alkaline bergarts-gangen i Mikkelivik, Ringvassøy, Troms.

	Nefelin	Sodalitt	Cancrinitt	Analcim	Albitt	Orthoklas	Biotitt	Muskovitt	Andraditt	Ægirin-augitt
SiO <sub>2</sub>	43,02	36,25	33,93	53,41	69,35	67,74	36,15	45,70	38,51	51,85
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	2,78	1,11	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,92	30,75	29,13	22,72	18,66	18,53	18,56	34,05	2,98	3,01
FeO	-	-	-	1,45	-	-	22,07	3,36	25,52	18,60
MgO	-	-	-	-	-	-	6,50	0,76	-	5,77
CaO	-	0,60	8,59	-	0,15	-	-	-	32,98	15,55
Na <sub>2</sub> O	15,56	23,30	17,05	10,09	11,82	8,92	1,33	0,50	-	5,20
K <sub>2</sub> O	6,75	-	-	3,94	-	4,31	8,59	10,02	-	-
Cl	-	5,90	-	-	-	-	-	-	-	-
SO <sub>3</sub>	-	1,84	1,27	0,18	-	-	-	-	-	-
H <sub>2</sub> O (anslått)	-	-	10,00	8,00	-	-	4,00	4,50	-	-
	99,25	98,64	99,97	99,79	99,98	99,50	99,98	100,00	99,99	99,98

Strukturformler Antall oksygen	32	26	24	7	8	8	24	24	12	6
Si	8,323	5,918	6,337	1,993	3,030	3,004	5,506	6,124	3,325	1,951
Al <sup>IV</sup>	7,734	5,916	5,679	0,998	0,961	0,973	2,494	1,876	-	0,049
Al <sup>VII</sup>	-	-	-	-	-	-	0,838	3,502	0,303	0,085
Fe	-	-	-	0,045	-	-	2,811	0,376	1,843	0,586
Ti	-	-	-	-	-	-	0,317	0,111	-	-
Mg	-	-	-	-	-	-	1,352	0,151	-	0,324
Ca	-	0,104	1,521	-	0,007	-	-	-	3,051	0,627
Na	5,836	7,376	5,466	0,182	1,001	0,824	0,390	0,128	-	0,379
K	1,664	-	-	0,045	-	0,199	1,668	1,712	-	-
Cl	-	1,630	-	-	-	-	-	-	-	-
S	-	0,226	-	0,004	-	-	-	-	-	-
OH	-	-	-	1,992	-	-	4,068	4,026	-	-

Mol %		An 1 Ab 99	Or 24 Ab 76		Alm 37 And 63	Jd 4 Ac 34 Aug 62
-------	--	---------------	----------------	--	------------------	-------------------------