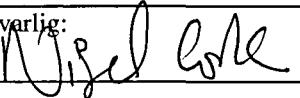


NGU Rapport 2001.014  
Forekomster med ilmenitt, vanadiumholdig  
magnetitt og apatitt i norittiske bergarter i  
Egersundfeltet, Rogaland.

Rapport nr.: 2001.014	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Forekomster med ilmenitt, vanadiumholdig magnetitt og apatitt i norittiske bergarter i Egersundfeltet, Rogaland.		
Forfatter: A. Korneliussen, L. Furuhaug, H. Gautneb, S. McEnroe, L.P. Nilsson og T. Sørdal	Oppdragsgiver: NGU og Rogaland fylkeskommune	
Fylke: Rogaland	Kommune: Lund, Eigersund og Sokndal	
Kartblad (M=1:250.000) Stavanger	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1311.4 (Sokndal), 1312.2 (Bjerkreim), 1312.3 (Ørsdalsvatnet),	
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall: 29 Kartbilag:	Pris: kr 184,-
Feltarbeid utført: 1999-2000	Rapportdato: 23. februar 2001	Prosjektnr.: 283800 Ansvarlig: 
Sammendrag:		

Ved tidligere undersøkelser er det påpekt at norittiske bergarter i områdene Sokndal og Bjerkreim inneholder betydelige mengder av apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt, men at forekomstene er lavgehaltige. En rekke norittrelaterte forekomster inneholder i størrelsesorden 10% apatitt, 10% ilmenitt og 10% magnetitt. De mineralogiske kvalitetene synes å være gode. For eksempel forekommer ilmenitt med relativt lavt MgO-innhold (i størrelsesorden 1 %) og magnetitt med høyt V-innhold (0.7-1.2 % V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sammen med Cl-fattig apatitt i visse deler av området, noe som er positivt med tanke på mulighetene for framtidig gruvedrift. Samtidig er de samlede ressurser av kombinert apatitt, ilmenitt og vanadiumrik magnetitt store. Og det burde være rimelig gode muligheter til å påvise nye forekomster med minst like gode kvalitetene som de som er påvist fram til nå.

Emneord: Mineralressurser	Industrimineraler	Malm
Apatitt	Ilmenitt	Magnetitt
Vanadium		

## INNHOLD

1.	Innledning .....	4
2.	Tidligere undersøkelser.....	4
3.	Geologiske hovedtrekk ved Egersundfeltet .....	5
4.	Apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt - Kvalitetskriterier .....	8
4.1	Apatitt.....	8
4.2	Ilmenitt .....	8
4.3	Vanadiumholdig magnetitt.....	8
5.	Norittiske bergarter med ilmenitt, vanadiumholdig magnetitt og apatitt.....	9
6.	Forekomststørrelser .....	13
7.	Pågående bearbeiding .....	13
8.	Konklusjon. Forslag til videre undersøkelser .....	14
9.	Referanseliste.....	14

### Figurer:

Fig. 1: Geologisk oversiktskart for Egersundfeltet.....	5
Fig. 2: Oversikt over lokaliteter som er prøvetatt med sikte på ilmenitt, apatitt og vanadium-holdig magnetitt. Symbolstørrelsen gir en indikasjon på apatittinnholdet, jfr. vedlegg 1, 4 og 5.....	6
Fig. 3: Geologisk oversiktskart over Sokndal norittområdet inkl. Mydland med prøvelokaliteter. ....	7
Fig. 4 Geologisk oversiktskart over Bjerkreim norittområdet med prøvelokaliteter.....	7
Fig. 5: X-y plott som viser innholdet av $P_2O_5$ og $TiO_2$ i samleprøver (chip-prøver) fra norittiske bergarter i Egersundfeltet.....	9
Fig. 6: Boblediagrammer som viser relasjoner mellom apatitt, ilmenitt og magnetitt basert på SEM-analyse av enkeltprøver (tynnslip .....	11
Fig. 7: $V_2O_3$ - og $MgO$ -innhold i magnetitt og ilmenitt (XRF-analyser).....	11
Fig. 8: Trekantdiagram som viser relative mengderelasjoner mellom apatitt, ilmenitt og magnetitt i de prøver som er analysert med SEM.....	12

### Tabeller:

Tabell 1: Areal-% (=volum-%) apatitt, ilmenitt og magnetitt i enkeltprøver (tynnslip) .....	10
Tabell 2: Gjennomsnittsinnhold av $P_2O_5$ og $TiO_2$ i samleprøver fra Svalevik, Helleland og Vasshus, samt innholdet av $TiO_2$ og $MgO$ i ilmenittkonsentrater og $TiO_2$ og $V_2O_3$ i magnetittkonsentrater fra de samme prøver. .....	12
Tabell 3: Skjematisk oppsett for aktuelle forekomststørrelser. .....	13

### Vedlegg:

Vedlegg 1: XRF-analyser av samleprøver (chip-prøver) av norittiske bergarter i Egersundfeltet.	
Vedlegg 2: XRF-analyser av mineralkonsentrater av ilmenitt og magnetitt.	
Vedlegg 3: Diverse bilder.	
Vedlegg 4: $MgO$ -innhold i ilmenitt (mineralkonsentrater analysert med XRF) fra lokaliteter i Bjerkreim-delen av Bjerkreim-Sokndal intrusjonen.	
Vedlegg 5: $MgO$ -innhold i ilmenitt mineralkonsentrater (XRF_analyse, Vedlegg 2) fra lokaliteter i Sokndal-delen av Bjerkreim-Sokndal intrusonen	
Vedlegg 6: $V_2O_3$ -innhold i magnetitt mineralkonsentrater (XRF-analyse, Vedlegg 2) fra lokaliteter i Bjerkreim-delen av Bjerkreim-Sokndal intrusjonen.	
Vedlegg 7: $V_2O_3$ -innhold i magnetitt mineralkonsentrater fra lokaliteter i Sokndal-delen av Bjerkreim-Sokndal intrusjonen.	

## **1. Innledning**

Egersundfeltet (Rogaland anortositprovins) er en geologisk provins med lange tradisjoner for gruvedrift. Tidligere var gruvedriften tilknyttet relativt små, men rike ilmenittforekomster, mens dagens drift i stor grad er basert på store forekomster med en betydelig årsproduksjon og med store reserver. Kjente forekomster i denne sammenheng er Tellnes ilmenittforekomst og pukkforekomster ved Rekefjord og Hellvik. Driften på natursteinsforekomster i Hellvikområdet er relativt beskjeden i øyeblikket, men resursmulighetene er store. De forekomster som er i drift i dag har stor økonomisk betydning for regionen.

En annen ressurstype som kan få økonomisk betydning i framtiden, er apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt i norittiske bergarter som opptrer i store mengder i Sokndalsområdet, ved Mydland og i Bjerkreimsområdet. Formålet med denne rapporten er å redegjøre for de nærmere omstendigheter vedrørende denne ressurstypen.

Denne rapporten baserer seg på de innledende undersøkelser utført i 1998 (kapittel 6 "Apatitt-ilmenitt-magnetitt-mineraliseringer - en framtidig ressurs ?" i Karlsen m.fl. 1999), videreført prøvetaking i 1999 og 2000 og et relativt omfattende analysearbeide. Arbeidet har hatt stor nytte av det geologiske bakgrunnsmaterialet som var skaffet til veie gjennom tidligere geologiske undersøkelser av forskningsgrupper relatert til universitetesmiljøer i Clausthal (Tyskland), Liege (Belgia), Aarhus (Danmark) og Bergen.

## **2. Tidligere undersøkelser**

Det ble av NGU i perioden 1995-96 utført diverse undersøkelser av ilmenittmineraliseringer i norittiske bergarter i nærområdet til Tellnes-forekomsten, d.v.s. områdene Bakka og Mydland, samt diverse andre mineraliseringer i sydlige deler av Sokndalsområdet. Disse undersøkelsene ble utført som et samarbeidsprosjekt mellom NGU og Titania, hvor formålet var å finne ut om ilmenittforekomster med lavt Cr- og Mg-innhold i ilmenitt, kunne være egnet som tilleggsmaalm for Titania. Dette var en aktuell problemstilling for Titania i en periode hvor høgt Cr-innhold i ilmenitt fra Tellnes så ut til å kunne bli et alvorlig problem. Imidlertid viste det seg at dette ble et mindre problem enn fryktet, og undersøkelsene av de aktuelle forekomster ble avsluttet. Innholdet av andre verdifulle mineraler i forekomstene, d.v.s. vanadiumholdig magnetitt og apatitt, ble den gang ikke vurdert.

En annen aktivitet i denne perioden var å undersøke sammenhengene mellom geologiske forhold og et magnetisk kart over Sokndalsområdet utarbeidet på basis av helikoptermålinger. Denne delen av undersøkelsene var støttet økonomisk av Titania og Rogaland fylke, og hadde som overordnet målsetting å undersøke det samlede titan-ressursgrunnlaget i området.

Som et ledd i en vurdering av nye mineralressurs-muligheter innenfor Dalanekommunene, ble ilmenittforekomster i norittiske bergarter tatt opp til ny vurdering på en bredere basis enn hva som var gjort tidligere. På basis av en bevilgning fra de lokale myndigheter ble det utført videre prøvetaking, blant annet i områdene Bakka og Mydland, samt i tillegg nå også av aktuelle bergarter i det nordlige noritområdet fra Heskestad i øst til Teksevatnet i vest. Og mens en tidligere bare vurderte ilmenitt som verdifull komponent i de aktuelle forekomster, tok en nå i tillegg også apatitt og vanadiumholdig magnetitt opp til vurdering. 1998-undersøkelsen konkluderte med at ressursene er meget store, men lavgeheltige, men når en ser verdikomponentene av de tre verdifulle mineraler ilmenitt, magnetitt og apatitt samlet, kunne en for flere forekomsters vedkommende komme opp i økonomisk interessante malmverdier.

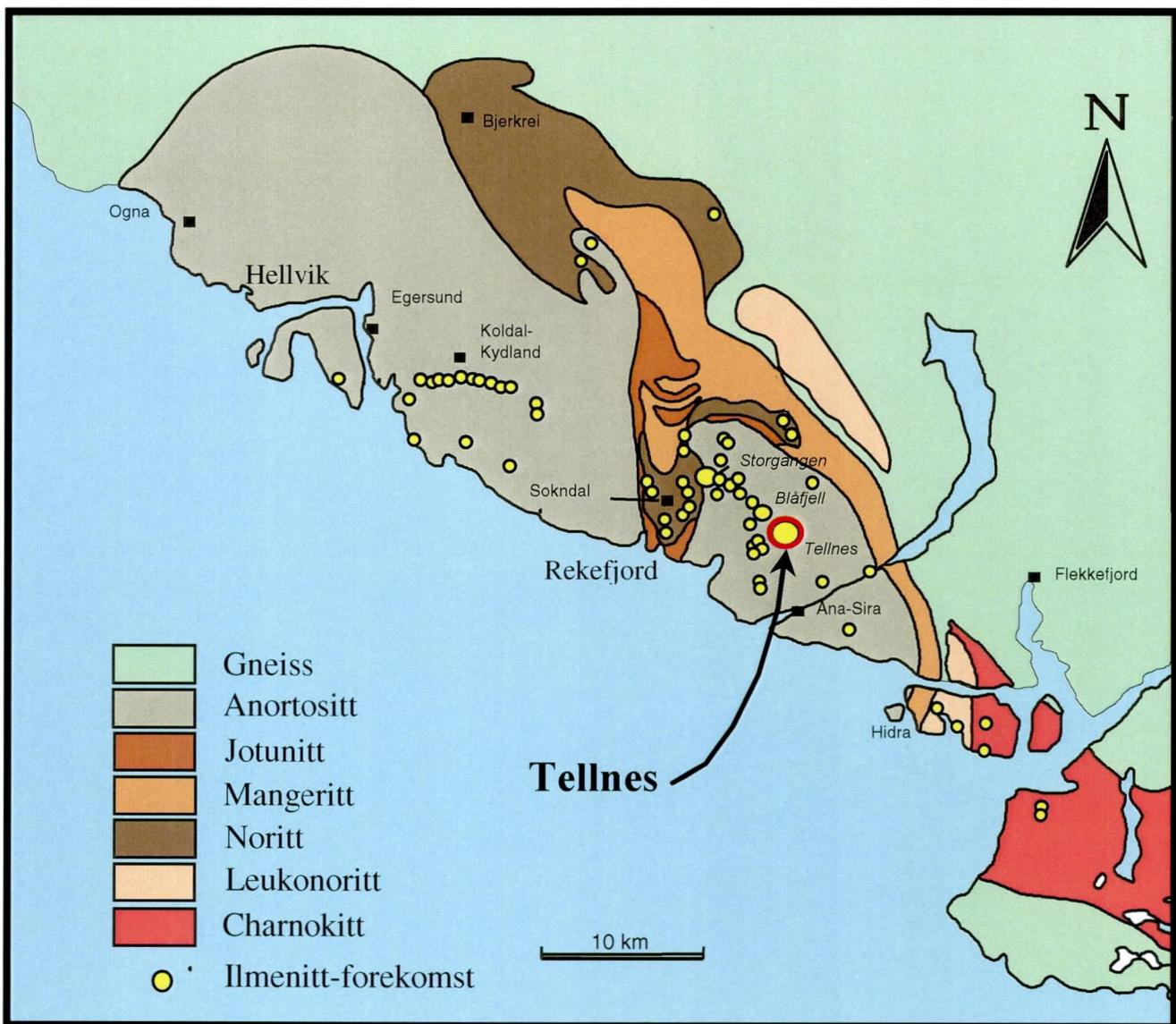


Fig. 1: Geologisk oversiktskart for Egersundfeltet. Et nytt (digitalt) kart over Egersundfeltet, som er under utarbeidelse, vil bli tilgjengelig i løpet av 2001.

### 3. Geologiske hovedtrekk ved Egersundfeltet

Egersundfeltet (Fig. 1), eller Rogaland anorthosittprovins som området også kalles, er et ca. 1200 km<sup>2</sup> stort område med magmatiske dypbergarter. Den dominerende bergartstypen er anorthositt, som består av hovedsakelig plagioklas eller Ca-Na-felspan. Flere anorthosittvarianter forekommer, hvorav noen har økonomisk betydning som pukk, mens andre har gode kvaliteter som naturstein. Innenfor anorthosittområdene opptrer en rekke ilmenitt-forekomster, jfr. Fig. 1.

Store mengder av norittisk bergart forekommer i Sokndalsområdet, ved Mydland og i de nordlige deler av Egersundfeltet rundt Bjerkreim og østover. Norittbergartene inneholder mange steder såpass mye ilmenitt, vanadiumholdig magnetitt og apatitt at dette kan være av økonomisk interesse. Tellnes ilmenittforekomst (A/S Titania) er en særskilt ilmenitrik noritt som opptrer som en stor gang i anorthositt.

Egersundfeltets har vært gjenstand for omfattende geologisk forskning i årenes løp, blant annet av universitetsgrupper fra Liége (Belgia), Clausthal (Tyskland), Aarhus (Danmark) og fra universitetet i Bergen. Disse tidligere arbeider blir ikke nærmere omtalt i denne rapporten.

Fe-Ti forekomster (Fig. 1) i Egersundfeltet, d.v.s. ilmenittforekomster med vekselende, men stort sett lavt, innhold av magnetitt, har vært gjenstand for gruvedrift i en 200'års periode. Dagens drift på Tellnes-forekomsten (Titania A/S) er meget betydelig og utgjør 6-7 % av verdens produksjon av titanmineraler. Tellnes er sannsynligvis verdens største titanforekomst som er i drift. Ilmenittforekomster i de områder som på det geologiske kartet i Fig. 1 er avmerket innenfor norittiske bergarter har tidligere kun vært gjenstand for en beskjeden gruve- og skjerpevirksomhet fordi forekomstene av rik ilmenittmalm (minst 40% ilmenitt) var små. Store volum av lavgehåltig ilmenitt - magnetitt - apatitt-førende norittiske bergarter som forekommer i de samme områder har tidligere ikke vært ansett som økonomisk interessante. Sett i lys av dagens endrede krav og muligheter, er tiden nå moden for å vurdere denne type forekomster nærmere.

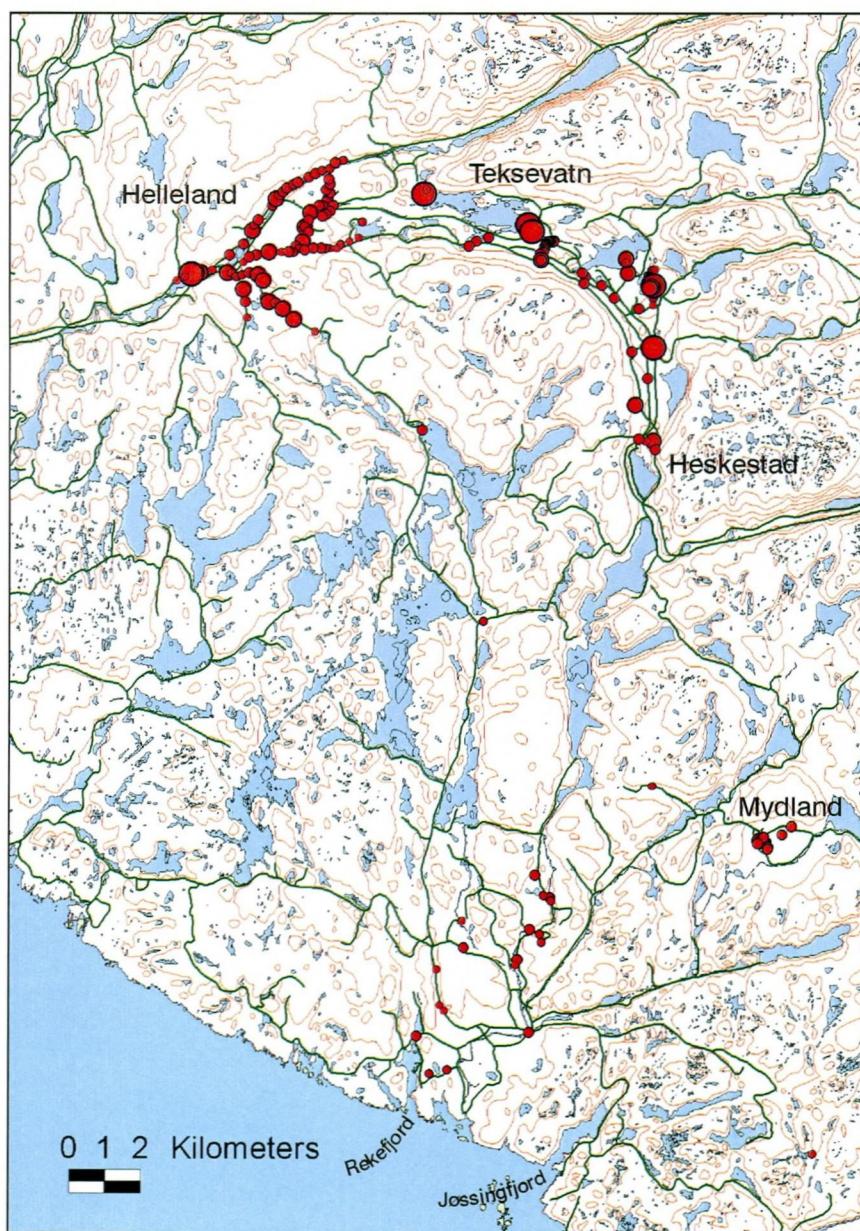


Fig. 2: Oversikt over lokaliteter som er prøvetatt med siktet på ilmenitt, apatitt og vanadium-holdig magnetitt. Symbolstørrelsen gir en indikasjon på apatittinnholdet, jfr. vedlegg 1, 4 og 5.

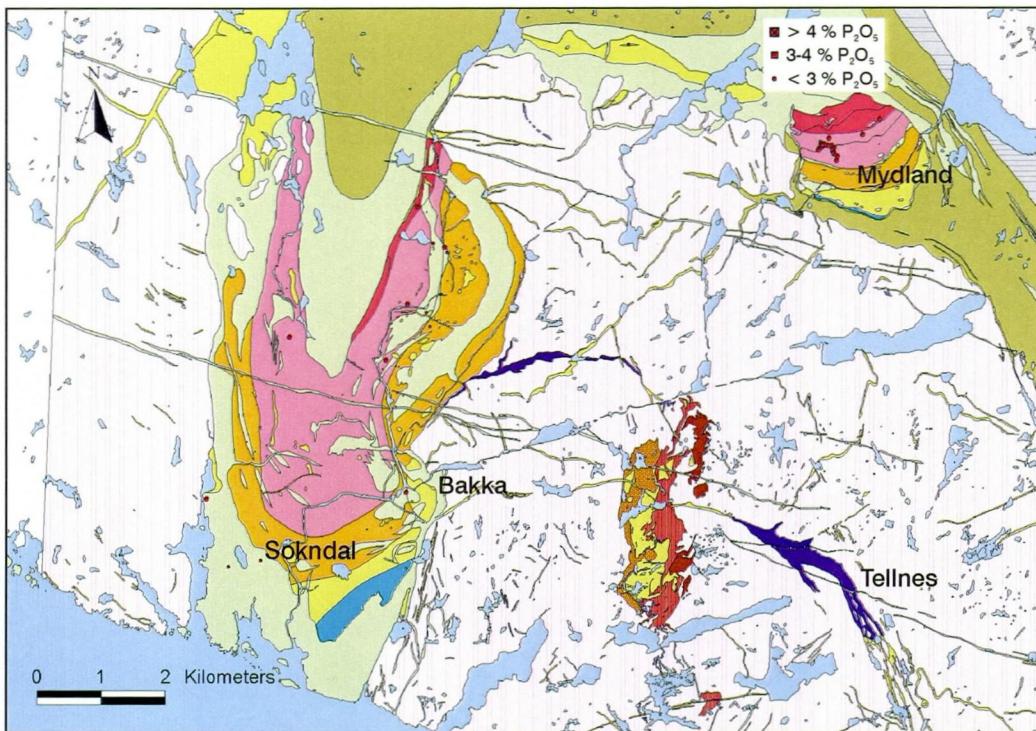


Fig. 3: Geologisk oversiktskart over Sokndal norittområde inkl. Mydland med prøvelokaliteter. Jfr. Karlsen m.fl. (1998) for nærmere informasjon om kartet.

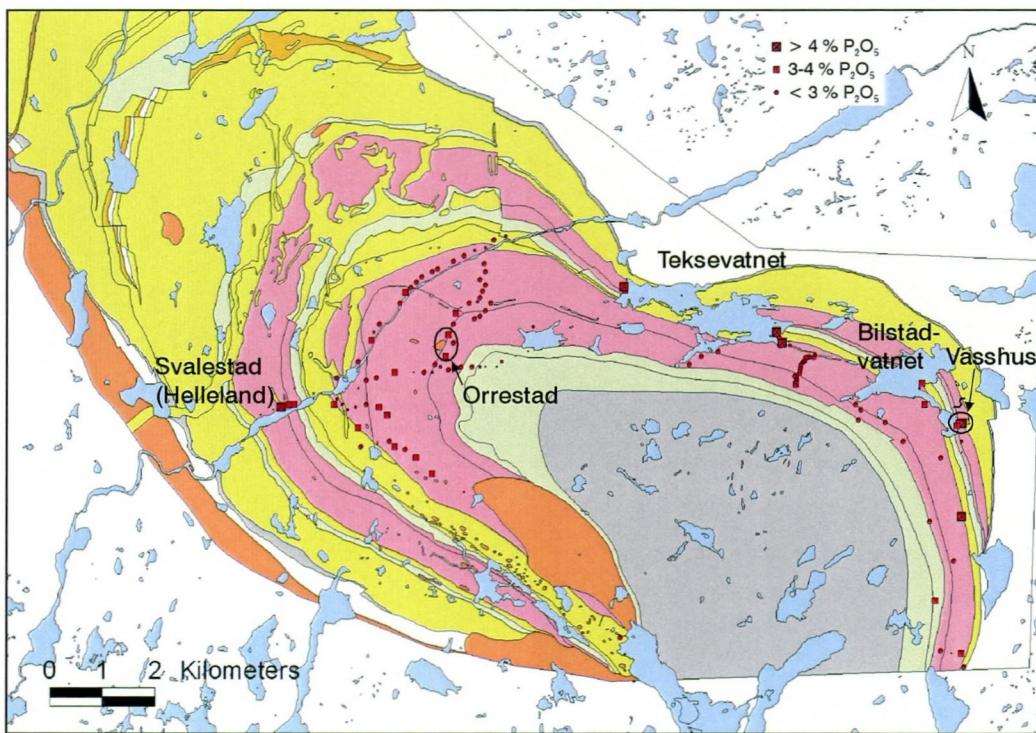


Fig. 4 Geologisk oversiktskart (etter Nielsen 1992) over Bjerkreim norittområde med prøvelokaliteter. Den relative variasjon i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-innholdet i de aktuelle lokalitetene framgår av symbolstørrelsen. Se forøvrig tabellen i vedlegg 1 for fullstendige analysedata. Noen nærmere beskrivelse av de forskjellige norittiske enheter på dette kartet blir ikke gjort i denne rapporten.

## **4. Apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt - Kvalitetskriterier**

### **4.1 Apatitt**

Apatitt ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4(\text{OH}))$ ) er et av de viktigste industrimineraler med en verdensproduksjon på ca. 150 millioner tonn per år. Mineralet brukes til å produsere fosforsyre som er et mellomprodukt til produksjon av superfosfat og ammoniumfosfat som er bestandeler i forskjellige typer av kunstgjødsel. Fosfatholdige mineraler slik som apatitt, er et primært plantenæringsstoff og kan ikke erstattes av andre mineraler. På verdensmarkedet opereres det med en rekke forskjellige fosfatprodukt-typer avhengig av hvilken industriell prosess apatitten skal gå inn i. Det stilles en rekke krav til apatittkonsentrater. På grunn av miljøhensyn må innholdet av tungmetaller slik som kadmium, kvikksølv, krom og arsen være lavt. I tillegg stilles det krav til maksimumsinnhold av for eksempel klor, avhengig av hvilken industriell prosess apatitten skal inngå i. Apatitt fra de aktuelle forekomster i Egersundfeltet antas å ha gode kvaliteter og således være attraktiv i markedet, men uten at dette er nærmere undersøkt i detalj.

### **4.2 Ilmenitt**

Ilmenitt ( $\text{TiFeO}_3$ ) og rutil ( $\text{TiO}_2$ ) er de eneste titanmineraler som har økonomisk betydning i verden i dag. Av disse utgjør ilmenitt ca. 90 % av råvareproduksjonen og rutil 10 %. Ilmenitt og rutil brukes først og fremst som råvare for produksjon av titanpigment, som brukes i maling, plast, papir m.m. Titanpigment utgjør i overkant av 90% av verdens forbruk av titan, mens titanmetall m.m. utgjør det resterende. I dagens markedssituasjon vil ilmenitt være spesielt attraktivt og verdifullt hvis det kan produseres ilmenittkonsentrater som tilfredsstiller visse kvalitetskrav, hvorav det viktigste er at  $\text{MgO}$  bør være under 1 % og  $\text{CaO}$  under 0.2%. Dette kan i prinsippet være mulig for ilmenitt fra visse forekomster i Egersundfeltet, men uten at dette er tilstrekkelig dokumentert i øyeblikket. Et annet moment en bør ta i betraktning i forbindelse med en eventuell videreføring av ressursundersøkelsene i området er muligheten for produksjon av syntetisk rutil fra ilmenitt.

### **4.3 Vanadiumholdig magnetitt**

Vanadium utvinnes primært fra forekomster av titanomagnetitt, fosfatbergarter og fra uranhaldige sandsteiner. De viktigste produsentland er China, Syd-Afrika og Russland. Hovedanvendelsen er som legeringselement sammen med jern, stål og titan. Det er antatt at forbruket av vanadium vil øke i takt med et økende behov for sterkere og lettere ståltyper, og til dels også som følge av nye anvendelser som for eksempel vanadium batterier. Vanadium selges og kjøpes vanligvis i form av ferrovanadium, som er et mellomprodukt laget fra den primære mineralske råvaren vanadiumholdig magnetitt (titanomagnetitt) m.m. Verdens produksjon av vanadium var i 1999 ca. 42.000 tonn V (kilde: USGS). Det er i øyeblikket ikke kjent hvor høyt V-innholdet må være i magnetitt fra Egersundfeltet for at denne skal bli et interessant salgsprodukt.

## 5. Norittiske bergarter med ilmenitt, vanadiumholdig magnetitt og apatitt

Anslagsvis 200 km<sup>2</sup> av Egersundfeltet består av norittiske bergarter, og omtrent 1/3 av dette området har et markant innhold av apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt. Fig. 4 viser P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- og TiO<sub>2</sub>-innholdet i alle XRF-analyserte prøver. Av disse prøvene vil de som samtidig er rik på P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og TiO<sub>2</sub> representere forekomster av mulig økonomisk interesse som bør undersøkes videre med mer detaljert prøvetaking. De fleste av prøvene som er analysert er samleprøver (chip-prøver) fra veiskjæringer og ansees som rimelig representative for de respektive lokaliteter. Ca 10% av prøvematerialet har minst 3.5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tilsvarende ca. 10 % apatitt, 4-8 % TiO<sub>2</sub> tilsvarende i størrelsesorden 10 % ilmenitt, samt i størrelsesorden 10% magnetitt.

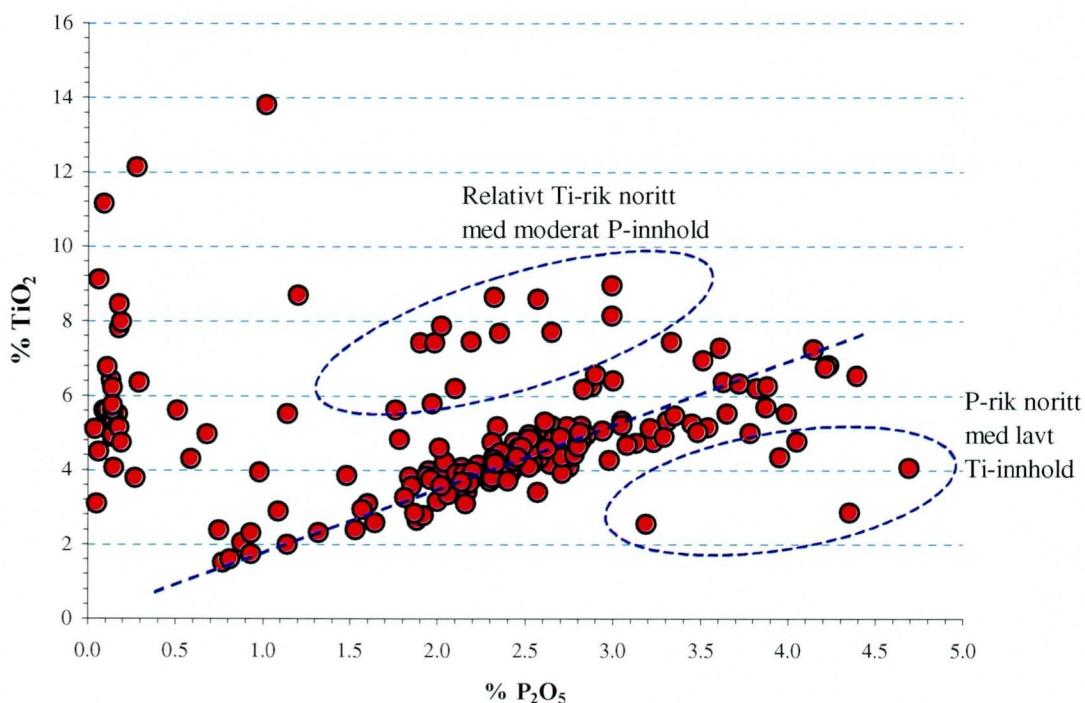


Fig. 5: x-y plott som viser innholdet av P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og TiO<sub>2</sub> i samleprøver (chip-prøver) fra norittiske bergarter i Egersundfeltet. Se Appendix 1 for de fullstendige XRF-analyser.

I praksis kan en regne med at all fosforet inngår i apatitt. Når det gjelder titanet, så går det først og fremst inn i ilmenitt, men kan også inngå i andre mineraler som biotitt og klinopyroksen og noe går også inn i magnetitt (titanomagnetitt). Hvordan den detaljerte titanfordelingen er i forhold til disse mineralene er ikke nærmere undersøkt. En tilsvarende problematikk gjelder for magnetitt, og det er ikke nærmere undersøkt hvor mye av jernet som går inn i magnetitt og hvor mye som går inn i andre mineraler i de aktuelle forekomster.

Tabell 1: Areal-% (=volum-%) apatitt, ilmenitt og magnetitt i enkeltprøver (tynnslip)

Lokalitet	Område	Prøve	Mineral	Bergart	E-coord	N-coord	Apatitt	Ilmenitt	Magnetitt
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9901	Apatitt	noritt	337150	6493625	7.22	5.12	1.77
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9902	Apatitt	noritt	337200	6493750	8.15	4.65	4.64
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9903	Apatitt	noritt	337100	6493850	10.72	4.07	3.01
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9905	Apatitt	noritt	337200	6494000	4.52	1.96	1.96
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9907	Apatitt	noritt	337050	6493425	5.28	4.44	4.72
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9909	Apatitt	noritt	337200	6493250	8.32	2.91	2.91
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9910	Apatitt	noritt	337100	6493150	4.71	4.71	6.86
Øyni	Øyni-Orrestad	BJ9912	Apatitt	noritt	338100	6492950	9.66	9.66	6.21
Svalestad	Helleland	K320b	Apatitt	noritt	333560	6491370	11.28	6.11	13.70
Svalestad	Helleland	K320a	Apatitt	noritt	333560	6491370	11.35	8.28	10.61
Vasshus	Tekse-Bilstad	K323a	Apatitt	noritt	346110	6491050	12.78	6.56	11.46
Orrestad	Tekse-Bilstad	K324a	Apatitt	noritt	336490	6492810	11.97	9.20	9.80
Sokndal	Sokndal	LPN085	Apatitt	noritt	343390	6473790	10.98	19.54	23.00
Sokndal	Sokndal	LPN088B	Apatitt	noritt	343350	6473890	9.41	16.86	14.21
Mydland	Mydland	LPN090	Apatitt	noritt	349610	6475800	6.85	7.40	9.08
Hauge	Sokndal	LPN144	Apatitt	ilmenittmalm	341090	6470010	0.23	55.95	31.89
Årstad	Sokndal	LPN148	Apatitt	magnetitt-ilmenittmalm	342710	6469020	0.00	27.49	66.09
Skarås	Sokndal	LPN166	Apatitt	Sekundær ilmenittåre	340480	6469630	0.00	60.26	0.00
Årstadøyna	Sokndal	LPN167	Apatitt	noritt	341270	6469030	0.00	18.08	10.47
Barstad	Sokndal	LPN184	Apatitt	noritt	341050	6475540	0.00	8.55	5.46
Bakka	Sokndal	LPN187	Apatitt	noritt	342390	6472010	0.00	20.85	54.09
Skjevrås	Sokndal	LPN192-23	Apatitt	noritt	343140	6472760	2.36	25.71	28.61
Mydland	Mydland	LPN223	Apatitt	noritt	343180	6473960	2.69	15.79	1.86
Åmdal	Sokndal	LPN227	Apatitt	noritt	346200	6477050	8.74	11.93	4.29
Rekefjord	Sokndal	LPN231	Apatitt	jotunitt	340000	6468950	5.29	3.94	2.41
Eia	Eia	LPN236	Apatitt	jotunitt	341500	6481750	2.61	1.80	2.79
Teksevatnet	Tekse-Bilstad	LPN238	Apatitt	noritt	339830	6493640	8.30	8.42	2.56
Eigeland	Sokndal	LPN248	Apatitt	mangeritt	350700	6466700	2.36	2.39	7.51
Dragland	Sokndal	LPN252	Apatitt	noritt	340200	6471900	0.30	23.27	3.51
Bilstadvatnet	Tekse-Bilstad	LPN255	Apatitt	noritt	344250	6491200	0.63	3.85	2.06
Bilstadvatnet	Tekse-Bilstad	LPN256	Apatitt	noritt	345450	6491900	10.88	9.12	13.25
Bakka	Sokndal	LPN260	Apatitt	pyrokseitt	342450	6472150	0.30	23.27	3.51
Hauge	Sokndal	LPN262	Apatitt	Ilmenittmalm	342390	6472010	0.00	50.06	23.91

Som det framgår av Fig. 6 og Tabell 1 har apatitrike norittbergarter med 10-12% apatitt stort sett i størrelsesorden 5-15% ilmenitt og 5-15% magnetitt. Denne type norittbergart er assosiert med en gruppe av norittbergarter som viser en positiv korrelasjon mellom ilmenitt og apatitt og med apatittinnhold opp til 12 %. De ilmenitrikreste norittbergarter er imidlertid praktisk talt fri for apatitt, men kan til gjengjeld ha et høyt magnetittinnhold. De ilmenitt- og magnetitrikreste av disse prøver er jern-titan malmer som er vanlige i Sokndalsområdet, men de har små mektigheter (stort sett under 1 m) og er derfor uten økonomisk interesse.

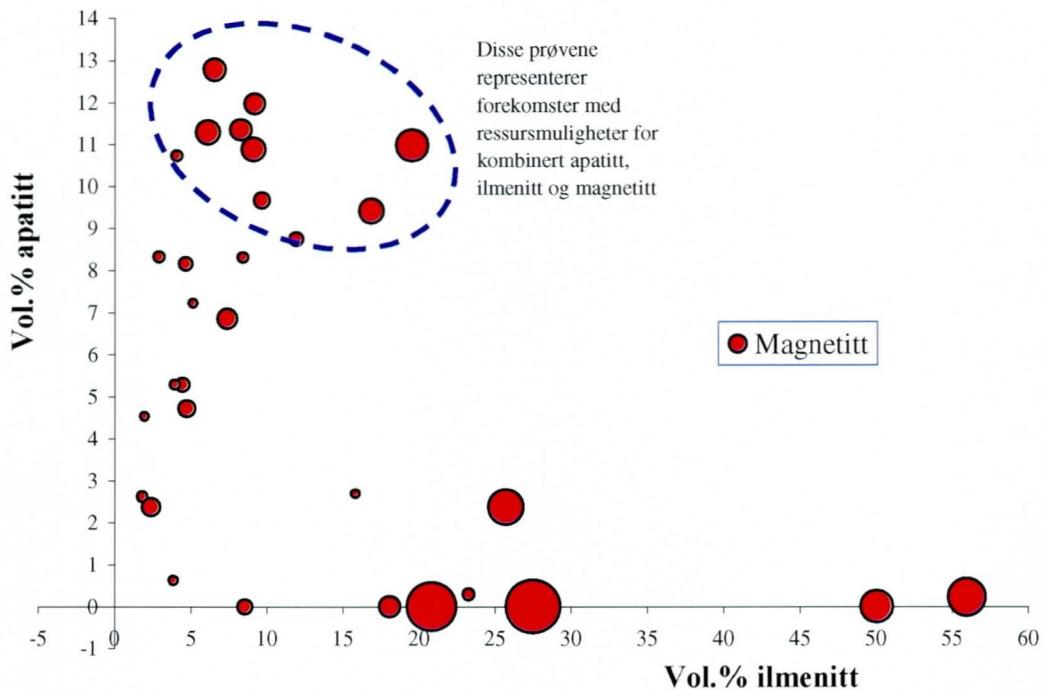


Fig. 6: Boblediagrammer som viser relasjoner mellom apatitt, ilmenitt og magnetitt basert på SEM-analyse av enkeltpøver (tynnslip), jfr. Tabell 1. Boblestørrelsen gir en relativ indikasjon på magnetittinnholdet. Innholdet av MgO i ilmenitt og V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i magnetitt er ikke nærmere undersøkt for dette prøvematerialet.

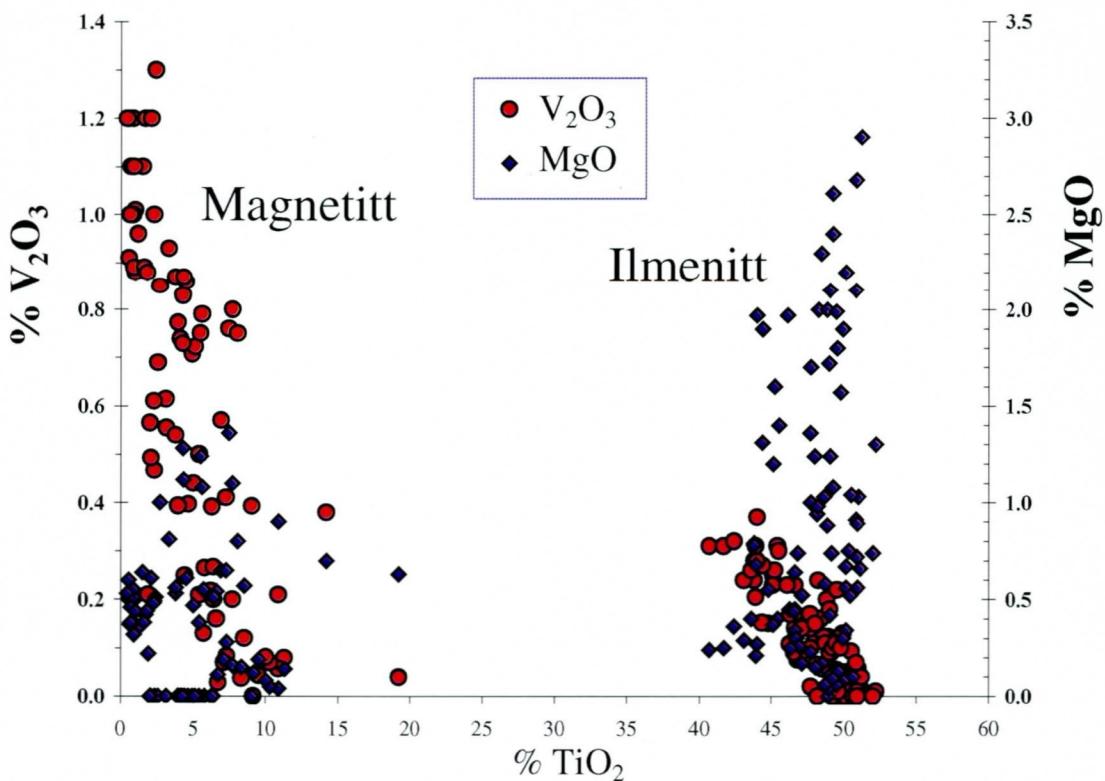


Fig. 7: V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- og MgO-innhold i magnetitt og ilmenitt (XRF-analyser; Vedlegg 2) av mineralkonsentrater basert på data fra Dushesne (1970, 72) og NGU (1999-2000).

Tabell 2: Gjennomsnittsinnhold av  $P_2O_5$  og  $TiO_2$  i samleprøver fra Svalevik, Helleland og Vasshus, samt innholdet av  $TiO_2$  og  $MgO$  i ilmenittkonsentrater og  $TiO_2$  og  $V_2O_3$  i magnetittkonsentrater fra de samme prøver.

Lokalitet	Prøve	UTM-koordinat		Samleprøve (XRF-analyse)		Mineralkonsentrater (XRF-analyse)				Mineralinnh.(SEM) *		
		Øst	Nord	$TiO_2$	$P_2O_5$	$TiO_2$ Ilm	$MgO$ Ilm	$TiO_2$ Mt	$V_2O_3$ Mt	Ap vol.%	Ilm vol.%	Mt vol.%
Svalestad	LF021.99	333500	6491500	6.36	3.63	47.94	1.24	4.10	0.74	11.28	6.11	13.70
Svalestad	LF022.99	333350	6491450	6.81	4.23	48.93	1.72	3.93	0.77	11.35	8.28	10.61
Helleland	LF047.99	336450	6492400	6.19	3.82	48.12	0.94	6.29	0.39			
Helleland	LF059.99	335900	6490500	7.26	3.61	50.96	1.03	9.02	0.39			
Vasshus	LF085.99	346210	6491140	6.52	4.39	49.21	1.08	4.92	0.71	12.78	6.56	11.46
Vasshus	LF086.99	346190	6491120	6.31	3.72	50.47	1.04	5.11	0.72	11.97	9.20	9.80
Vasshus	LF088.99	346100	6491090	6.24	3.88	48.62	1.03	4.26	0.73			
		Gj.snitt:		6.53	3.90	49.18	1.15	5.38	0.64	11.85	7.54	11.39

\* Håndstykker (referanseprøver) fra de samme områder er undersøkt med SEM (element-kartlegging av tynnslip) og areal-% (= volum-%) apatitt, ilmenitt og magnetitt er beregnet.

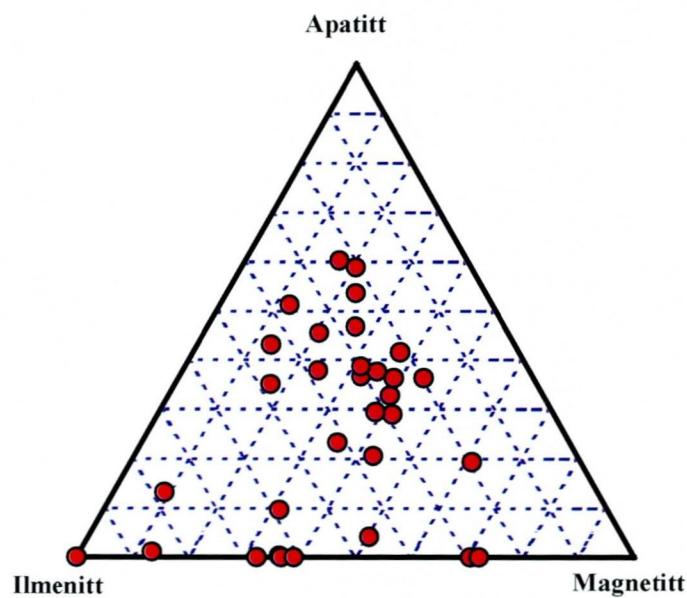


Fig. 8: Trekantdiagram som viser relative mengderelasjoner mellom apatitt, ilmenitt og magnetitt i de prøver som er analysert med SEM. Modalinnhold av mineralene er beregnet på bakgrunn av element-kartlegging av tynnslip (Tabell 1).

## 6. Forekomststørrelser

Den prøvetakingen som er utført hittil gir ikke grunnlag for beregninger av forekomststørrelse og gjennomsnittsgehalter, noe som vil kreve en kostbar prøvetaking i form av kjerneboringer. Det er imidlertid fullt mulig å gi visse generelle betraktninger på basis av den prøvetakingen som er utført for å antyde hvilke forekomststørrelser som er sannsynlige.

Flere steder antyder den utførte prøvetakingen at en har mektigheter på 50 m og mere med mineraliseringer som inneholder i størrelsesorden 10% apatitt, 10% ilmenitt og 10% magnetitt. I tabellen nedenfor framgår tre alternativer for forekomststørrelser som godt kan være realistiske, men på ingen måte dokumentert ved borer. Dette er forekomststørrelser som er av økonomisk interesse forutsatt at det kan produseres salgbare mineralkonsentrater.

Fordi mineraliseringene i stor grad er anriket i bestemte horisonter i det lagdelte norittiske bergartskomplekset er det grunn til å forvente en betydelig lengdeutstrekning med relativt jevn forekomstgehalt langs strøket, mens variasjonene på tvers av horisontene kan være betydelig.

I en eventuell driftssituasjon hvor en først åpner og avskriver investeringene ved et gruveanlegg basert på drift av den rikeste delen av en forekomst som for eksempel består av noen 10-talls millioner tonn, så vil en ved fortsatt drift kunne operere på relativt sett vesentlig lavere gehalter. I et slikt perspektiv kan en tenke seg muligheten av betydelig større forekomst-tonnasjer enn det som er antydet i tabell 3.

Tabell 3: Skjematisk oppsett for aktuelle forekomststørrelser.

Bredde (m)	Lengde (m)	Dybde (m)	Egenvekt (kg/dm <sup>3</sup> )	Forekomst- størrelse (tonn)
50	2000	200	3.1	62.000.000
50	2000	200	3.1	62.000.000
100	2000	200	3.1	124.000.000

## 7. Pågående bearbeiding

Den pågående bearbeiding, som vil bli rapportert på et senere tidspunkt, har som siktemål å komme fram til en bedre forståelse for variasjonen i oksydmineralkjemi, i første rekke MgO-innholdet i ilmenitt og V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-innholdet i magnetitt, sett i forhold lagdelingen i norittbergartene. Oksydmineralogien er avgjørende for mulighetene til å kunne produsere salgbare konsentrater av ilmenitt og magnetitt i tillegg til apatitt, ved en eventuell framtidig gruvedrift. For å kunne vurdere de samlede ressursmulighetene er det viktig å vite ganske presist hvor i området det vil være størst mulighet for forekomster med gode egenskaper i gehalt, størrelse og mineralkvalitet. Et raffinert bilde av situasjonen vil imidlertid kreve et omfattende videre arbeide i form av ny prøvetaking i felt og påfølgende analysearbeide.

NGU har i tillegg et pågående FoU-prosjekt som har som siktemål å undersøke bergarters magnetiske egenskaper og hvilken respons forskjellige bergarter, blant annet i Egersundfeltet, har i forhold til bakkemagnetiske og fly(helikopter)magnetiske karter. Magnetometri er helt klart en velegnet metode for undersøkelse av forekomster med ilmenitt og vanadium-holdig magnetitt med koeksisterende apatitt (jfr. Vedlegg 8). De aktuelle geologiske enheter har markante magnetiske signaturer på eksisterende flymagnetiske- (hel området) og helikoptermagnetiske (Sokndalsområdet) karter. Det er også mulig i detalj å

differensiere lagdelingen helt ned i m-skala ved detaljerte bakkemagnetiske målinger, noe som kan bli til uvurderlig hjelp i lokaliseringen av de beste forekomster i området.

## 8. Konklusjon. Forslag til videre undersøkelser

På bakgrunn av de fram til nå utførte undersøkelser er det berettiget å anse situasjonen som økonomisk interessant, forutsatt at det vil være mulig å produsere salgbare mineralkonsentrater av apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt. Det vil sannsynligvis være relativt kurant å produsere et godt apatittprodukt, mens ilmenitt- og vanadiumholdig magnetitt er mer usikker. Et ilmenittprodukt vil ut fra dagens markedsforhold være særlig attraktivt hvis det inneholder maksimalt 1.0-1.1 % MgO, mens et magnetitt-produkt krever i størrelsesorden 1.0 % V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dette er imidlertid kriterier som kan endre seg med tiden. Det kan for eksempel i framtiden bli aktuelt å videreføre ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt i nye typer prosesser som stiller helt andre krav til råvaren enn de industriprosesser som brukes i dag. Det er videre grunn til å forvente økt pris for høgkvalitets apatitt med lavt innhold av uønskede sporstoffer, slik som for apatitten i Egersundfeltet. Alt i alt kan en anse de langsigtige utsikter som gode.

Følgende foreslås i tillegg til de pågående undersøkelser/bearbeiding som er nevnt ovenfor:

- (1) Elektronmikrosondeanalyser (EDS) av MgO-innholdet i ilmenitt og V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-innholdet i magnetitt i de prøver (tynnslip) som allerede har vært gjenstand for SEM-elementkartlegging, jfr. Fig. 3 og Tabell 2. Dette vil gi viktig informasjon om relasjonene mellom mineralkemi og mineralinnholdet i dette prøvematerialet, og vil være til hjelp når det gjelder planleggingen av hvilke områder som skal prioriteres i forbindelse med eventuelle nye feltundersøkelser.
- (2) Videre prøvetaking langs prioriterte nivåer/horisonter i den magmatiske lagserien fortrinnsvis i det nordlige norittområdet med påfølgende analysearbeide (XRF-analyser, SEM-analyser inkl. MgO i ilmenitt og V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i magnetitt). Formålet med dette er å lokalisere delområder med "unormalt" høye konsentrasjoner av apatitt, men hvor en samtidig også har ilmenitt og vanadiumholdig apatitt med attraktive kvaliteter.
- (3) Hvis så situasjonen fortsatt vurderes som økonomisk interessant, bør en i neste omgang gå inn med et relativt omfattende prøvetakingsopplegg, d.v.s. kjerneboringer, for å oppnå kontinuerlige prøvesnitt i utvalgte horisonter, men også overflateprøvetaking med bærbart boreutstyr kan være aktuelt.

## 9. Referanseliste

- Nielsen, F.M. (1992): Magmakammerprocesser belyst med udgangspunkt i Bjerkreim-Sokndal intrusionen, Rogaland, Syd-Norge. Ph.D. afhandling, Århus universitet. 117 sider.  
Karlsen, T.A., Nilsson, L.P., Schiellerup, H., Marker, M. & Gautneb, H. 1998:  
Berggrunnsgeologisk kart over Åna-Sira anortosittmassiv m. omgivelser. Norges geologiske undersøkelse, upublisert. Målestokk 1:25.000.

## Vedlegg 1: XRF-analyser av samleprøver av norittiske bergarter i Egersundfeltet.

Lokalitet	Prøve	Øst-koord. (UTM wgs84)	Nord-koord. (UTM wgs84)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	Sum
Bjerkreim 9901	GBM.Bj.9901	337150	6493625	43.39	13.99	15.90	4.74	5.12	8.89	3.18	0.62	0.14	2.44	0.23	98.64
Bjerkreim 9902	GBM.Bj.9902	337200	6493750	44.34	14.23	14.22	4.14	5.61	9.07	3.35	0.66	0.14	2.64	-0.10	98.30
Bjerkreim 9903	GBM.Bj.9903	337100	6493850	46.50	16.84	11.59	3.39	4.60	9.09	3.69	0.65	0.10	2.57	0.12	99.14
Bjerkreim 9904	GBM.Bj.9904	337200	6494000	43.03	14.30	15.44	4.91	5.97	9.61	3.01	0.48	0.12	2.57	-0.08	99.38
Bjerkreim 9905	GBM.Bj.9905	337175	6494150	44.02	15.13	14.09	4.31	5.51	9.77	3.21	0.51	0.11	2.58	0.28	99.53
Bjerkreim 9906	GBM.Bj.9906	337100	6493500	42.66	13.52	16.19	7.44	5.03	8.63	3.08	0.65	0.19	2.19	0.26	99.84
Bjerkreim 9907	GBM.Bj.9907	337050	6493425	46.14	14.52	13.97	5.79	4.80	8.55	3.53	0.80	0.18	1.97	0.18	100.45
Bjerkreim 9908	GBM.Bj.9908	337300	6493400	45.34	14.24	15.24	6.19	5.13	8.74	3.36	0.62	0.18	2.10	-0.22	100.93
Bjerkreim 9909	GBM.Bj.9909	337200	6493250	43.12	12.81	16.88	7.66	6.46	8.92	2.99	0.61	0.20	2.35	-0.22	101.77
Bjerkreim 9910	GBM.Bj.9910	337100	6493150	45.47	14.07	15.33	3.94	5.00	8.89	3.38	0.63	0.18	2.42	-0.08	99.23
Bjerkreim 9911	GBM.Bj.9911	337000	6493100	45.64	15.35	13.75	3.85	4.06	8.93	3.77	0.74	0.16	2.32	-0.12	98.47
Bjerkreim 9912	GBM.Bj.9912	338100	6492950	45.12	14.59	14.34	5.62	4.54	8.18	3.70	0.73	0.17	1.76	-0.21	98.53
Bjerkreim 9913	GBM.Bj.9913	337575	6494675	49.57	20.65	7.44	2.38	2.90	9.56	4.42	0.64	0.05	1.53	0.54	99.69
Orrestad	K170.99	336500	6492800	39.12	11.59	17.61	5.31	5.99	9.72	2.41	0.53	0.18	3.31	2.38	98.16
Skjerpe	K171.99	346200	6486800	42.00	12.21	17.45	4.74	6.10	9.18	2.64	0.84	0.16	3.23	-0.26	98.30
Skjerpe	K172.99	346000	6486800	44.86	15.37	15.77	6.34	6.16	4.89	1.89	0.72	0.12	2.29	2.97	99.39
Rappstad	K175.99	339750	6487100	44.55	15.52	15.11	4.03	2.70	7.79	3.92	1.46	0.09	2.27	0.56	98.00
Bilstad K176	K176.99	344750	6491150	43.82	13.16	16.46	4.68	5.24	8.79	3.07	0.70	0.19	2.64	-0.10	98.65
Bilstad K176	K177.99	344300	6491400	44.23	13.53	16.29	4.51	4.97	8.69	3.15	0.73	0.19	2.53	-0.01	98.80
Bilstad K176	K178.99	344200	6491500	42.81	12.72	17.32	4.63	5.42	8.96	2.85	0.91	0.20	2.61	0.15	98.57
Bilstad K179	K179.99	345100	6490800	42.22	12.20	18.03	5.17	5.76	8.97	2.70	0.66	0.22	2.82	-0.34	98.41
Bilstad K180	K180.99	345500	6491500	41.42	11.88	16.77	5.32	8.00	9.01	2.35	0.40	0.14	3.05	0.05	98.41
Bilstad K181	K181.99	346200	6490800	50.06	11.52	15.87	2.88	6.06	8.37	2.26	1.35	0.19	1.09	-0.19	99.46
Ollestad K182	K182.99	346200	6490600	48.37	20.38	9.37	3.77	4.43	7.30	4.12	0.73	0.07	0.27	0.97	99.77
Ollestad K183	K183.99	345800	6490500	43.19	14.08	15.45	4.59	5.30	9.63	2.99	0.66	0.13	2.75	0.15	98.92
Bilstad K184	K184.99	345700	6487800	39.79	11.10	18.52	5.14	6.86	10.47	2.24	0.43	0.19	3.54	0.02	98.31
Bilstad K185	K185.99	346200	6489400	40.38	11.07	17.54	4.76	7.54	10.17	2.19	0.54	0.16	4.05	-0.11	98.30
Mydland K186	K186.00	350100	6475900	41.79	10.61	20.54	5.16	6.34	8.68	2.52	0.82	0.23	2.34	-0.51	98.51
Helleland LF001	LF001.99	336350	6492200	46.29	15.04	14.68	3.09	5.69	9.60	3.02	0.58	0.18	1.60	-0.03	99.73
Helleland LF002	LF002.99	338000	6492500	46.46	18.43	12.09	4.96	4.31	7.60	3.77	0.81	0.11	0.68	0.37	99.60
Helleland LF003	LF003.99	337750	6492400	42.17	14.84	18.40	5.60	6.97	6.33	3.07	0.72	0.15	0.51	0.39	99.14
Helleland LF004	LF004.99	337500	6492300	43.42	14.18	16.98	5.51	4.07	6.78	3.42	1.01	0.18	1.14	1.70	98.41
Helleland LF005	LF005.99	337400	6492200	51.57	14.81	14.56	2.04	1.82	5.77	4.01	2.69	0.22	0.88	0.31	98.67
Helleland LF006	LF006.99	337200	6492200	55.27	17.35	8.96	1.50	1.25	4.69	4.82	3.77	0.12	0.77	0.05	98.56
Helleland LF007	LF007.99	337100	6492200	48.41	17.58	11.87	2.58	2.83	8.15	4.51	1.14	0.11	1.64	0.21	99.03
Helleland LF008	LF008.99	336950	6492200	45.27	15.19	14.84	3.74	4.19	8.69	3.66	0.74	0.16	2.31	-0.08	98.70
Helleland LF009	LF009.99	336750	6492200	44.86	12.90	16.44	4.08	5.27	8.83	3.03	0.92	0.19	2.75	-0.23	99.03
Helleland LF010	LF010.99	336500	6492150	43.88	13.75	16.63	4.13	5.55	9.41	2.93	0.54	0.18	2.23	-0.17	99.08
Helleland LF011	LF011.99	336200	6492100	43.14	9.30	21.82	3.84	9.55	8.55	1.71	0.32	0.27	1.48	-0.40	99.57
Helleland LF012	LF012.99	336050	6492100	44.04	12.33	16.78	4.01	5.74	9.88	2.68	0.44	0.20	2.12	0.86	99.07
Helleland LF013	LF013.99	335850	6492100	46.96	16.85	14.33	2.36	5.26	9.18	4.47	0.46	0.17	0.75	-0.03	100.76
Helleland LF014	LF014.99	335500	6492100	41.28	12.02	18.15	5.20	6.18	9.82	2.50	0.45	0.18	3.05	-0.27	98.58
Helleland LF 015	LF015.99	335150	6492000	43.61	14.04	15.58	4.04	5.87	9.80	2.91	0.48	0.16	2.42	0.12	99.02
Helleland LF 016	LF016.99	334950	6491950	41.04	12.14	18.73	5.06	6.63	9.69	2.37	0.39	0.17	2.63	-0.28	98.56
Helleland LF 017	LF017.99	334800	6491800	58.59	14.43	10.42	1.73	1.29	4.51	3.53	3.96	0.14	0.93	-0.01	99.51
Helleland LF 018	LF018.99	334400	6491600	44.79	15.41	14.56	3.87	5.53	9.28	3.15	0.52	0.11	1.95	-0.10	99.08
Helleland LF 019	LF019.99	333950	6491600	51.65	21.17	7.71	3.09	3.37	7.22	4.61	0.60	0.06	0.05	0.21	99.75
Helleland LF 020	LF020.99	333600	6491500	39.94	11.71	16.78	5.25	7.04	10.65	2.22	0.43	0.13	3.45	0.26	97.86
Helleland LF 021	LF021.99	333500	6491500	37.01	9.74	20.61	6.36	8.15	10.62	1.74	0.28	0.16	3.63	-0.34	97.94
Helleland LF 022	LF022.99	333350	6491450	35.45	8.30	22.81	6.81	9.04	9.83	1.45	0.31	0.16	4.23	-0.47	97.93
Helleland LF 023	LF023.99	333200	6491400	48.38	18.68	12.16	4.49	5.23	6.55	4.21	0.54	0.09	0.06	0.08	100.47
Helleland LF 024	LF024.99	332950	6491300	46.24	16.86	14.93	5.60	6.26	5.82	3.29	0.61	0.10	0.09	-0.13	99.67
Helleland LF 025	LF025.99	334400	6492000	43.14	12.55	16.43	4.37	6.27	9.41	2.55	0.81	0.15	2.77	-0.17	98.27
Helleland LF 026	LF026.99	334800	6492300	46.80	11.20	17.19	3.90	5.01	7.59	2.37	2.07	0.16	2.71	-0.14	98.88
Helleland LF 027	LF027.99	335050	6492700	40.13	9.43	19.02	4.33	9.42	10.28	1.74	0.33	0.18	3.95	0.07	98.88
Helleland LF 028	LF028.99	335100	6492850	48.12	13.76	12.87	2.64	6.18	8.92	3.02	0.91	0.13	1.88	0.38	98.83
Helleland LF 029	LF029.99	335200	6493000	42.50	12.82	16.44	4.14	7.01	9.39	2.70	0.43	0.15	2.54	-0.01	98.11
Helleland LF 030	LF030.99	335600	6493400	41.00	12.60	16.84	4.71	6.88	9.77	2.56	0.41	0.14	2.78	0.16	97.85
Helleland LF 031	LF031.99	335700	6493600	40.98	12.44	16.85	5.11	7.27	9.12	2.47	0.44	0.14	3.21	0.34	98.38
Helleland LF 032	LF032.99	335800	6493700	42.55	13.33	15.19	4.16	7.15	9.00	2.60	0.42	0.13	2.52	0.99	98.04
Helleland LF 033	LF033.99	335900	6493800	42.54	13.80	15.23	4.62	6.38	9.42	2.86	0.48	0.13	2.70	-0.11	98.04
Helleland LF 034	LF034.99	336000	6493900	41.21	13.39	15.99	4.34	6.02	10.25	2.66	0.43	0.12	2.71	1.23	98.35
Helleland LF 035	LF035.99	336200	6494000	46.76	16.26	11.88	3.75	4.38	9.14	3.65	0.75	0.09	2.18	0.34	99.19
Helleland LF 036	LF036.99	336300	6494050	44.78	15.73	13.02	3.84	5.13	8.95	3.29	0.49	0.09	2.18	1.43	98.93
Helleland LF 037	LF037.99	336600	6494200	42.22	13.48	15.75	4.74	6.62							

Deposit	Sample	E-coord	N-coord	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	Sum
Helleland LF 042	LF042.99	336900	6493400	43.64	13.66	15.65	4.58	4.97	8.94	3.12	0.64	0.18	2.58	0.33	98.30
Helleland LF 043	LF043.99	336650	6493200	40.40	12.17	17.01	4.71	5.89	9.80	2.45	0.43	0.19	3.13	1.77	97.94
Helleland LF 044	LF044.99	336600	6493000	43.33	12.26	17.77	5.05	5.91	9.29	2.76	0.60	0.21	2.94	-0.13	99.98
Helleland LF 045	LF045.99	336500	6492800	41.47	12.30	18.54	5.18	5.79	8.76	2.74	0.60	0.21	2.65	0.44	98.69
Helleland LF 046	LF046.99	336600	6492650	43.35	13.87	15.47	4.16	5.10	9.30	3.12	0.60	0.17	2.54	0.24	97.92
Helleland LF 047	LF047.99	336450	6492400	38.28	10.17	20.49	6.19	6.58	10.22	2.09	0.38	0.23	3.82	-0.23	98.21
Helleland LF 048	LF048.99	336250	6492250	43.04	13.06	16.47	4.40	5.63	9.32	2.94	0.55	0.19	2.78	-0.12	98.25
Helleland LF 049	LF049.99	334350	6491500	41.04	13.45	16.26	4.89	5.93	10.43	2.75	0.45	0.13	3.29	-0.03	98.58
Helleland LF 050	LF050.99	334500	6491500	50.41	20.93	6.87	1.98	2.26	9.50	5.40	0.74	0.05	1.14	0.19	99.47
Helleland LF 051	LF051.99	334600	6491400	46.12	15.62	13.29	3.56	5.90	8.72	3.26	0.52	0.12	1.85	0.02	98.99
Helleland LF 052	LF052.99	334750	6491450	50.78	12.24	13.81	2.76	5.20	7.19	2.39	2.17	0.13	1.92	0.25	98.83
Helleland LF 053	LF053.99	334950	6491500	47.01	12.83	15.83	3.96	5.14	7.95	2.59	1.53	0.16	2.03	-0.15	98.89
Helleland LF 054	LF054.99	335200	6491450	40.72	12.22	17.37	5.02	6.07	10.27	2.53	0.44	0.17	3.48	-0.19	98.11
Helleland LF 055	LF055.99	335350	6491300	41.63	12.25	14.07	2.53	6.93	10.64	2.66	0.41	0.18	3.19	4.11	98.61
Helleland LF 056	LF056.99	335400	6490800	51.42	12.55	12.83	3.38	4.49	6.80	2.77	2.38	0.15	2.09	0.06	98.92
Helleland LF 057	LF057.99	335500	6490700	39.19	12.14	18.93	5.45	6.25	9.68	2.29	0.39	0.17	3.35	0.14	97.98
Helleland LF 058	LF058.99	335700	6490650	41.77	13.03	18.55	4.06	6.08	9.40	2.49	0.45	0.22	2.14	0.10	98.28
Helleland LF 059	LF059.99	335900	6490500	34.99	7.94	24.86	7.26	8.11	9.59	1.48	0.26	0.23	3.61	-0.50	97.84
Helleland LF 060	LF060.99	336200	6490200	38.32	8.46	21.07	4.99	9.46	9.99	1.29	0.24	0.22	3.78	-0.07	97.74
Helleland LF 061	LF061.99	336800	6489850	48.10	18.75	10.66	4.29	4.97	7.92	3.57	0.49	0.10	0.59	-0.08	99.36
Helleland LF 062	LF062.99	334800	6491050	40.33	12.93	16.61	5.51	5.95	10.77	2.65	0.42	0.13	3.65	-0.15	98.80
Helleland LF 063	LF063.99	334850	6490700	40.77	10.83	17.78	4.26	8.31	10.67	2.17	0.36	0.16	2.98	-0.05	98.23
Helleland LF 064	LF064.99	334900	6490250	48.45	16.50	12.40	5.10	7.13	5.79	3.43	0.45	0.11	0.04	-0.01	99.40
Vasshus	LF065.99	346040	6491450	48.95	18.38	12.05	4.05	4.82	6.31	3.89	0.75	0.09	0.15	0.15	99.58
Vasshus	LF066.99	346060	6491450	46.77	16.31	14.71	5.30	5.99	5.63	3.48	0.68	0.11	0.16	-0.01	99.11
Vasshus	LF067.99	346090	6491450	46.54	16.48	15.63	5.03	6.10	5.57	3.26	0.65	0.11	0.14	0.16	99.67
Vasshus	LF068.99	346120	6491450	46.14	16.60	14.94	5.50	5.83	5.67	3.56	0.69	0.10	0.17	0.07	99.28
Vasshus	LF069.99	346130	6491450	47.40	16.98	14.07	4.96	5.81	5.85	3.49	0.69	0.11	0.16	0.04	99.55
Vasshus	LF070.99	346150	6491450	47.36	16.97	14.32	4.89	5.89	5.85	3.57	0.68	0.11	0.14	-0.04	99.73
Vasshus	LF071.99	346160	6491470	47.43	16.90	14.34	4.93	5.91	5.85	3.50	0.68	0.11	0.14	-0.04	99.75
Vasshus	LF072.99	346180	6491490	45.24	15.70	15.65	5.62	6.48	5.45	3.22	0.61	0.11	0.11	-0.08	98.12
Vasshus	LF073.99	346170	6491520	47.08	16.52	14.46	5.43	6.29	5.72	3.40	0.66	0.11	0.14	-0.06	99.75
Vasshus	LF074.99	346150	6491550	46.77	16.39	14.72	5.33	6.25	5.69	3.37	0.64	0.11	0.15	-0.05	99.37
Vasshus	LF075.99	346160	6491580	44.11	15.18	16.47	6.41	6.90	5.24	2.99	0.58	0.12	0.13	-0.03	98.10
Vasshus	LF076.99	346160	6491600	47.47	16.86	14.39	5.17	5.98	5.81	3.40	0.66	0.10	0.17	-0.02	100.00
Vasshus	LF077.99	346170	6491600	46.32	16.53	14.88	5.61	6.20	5.65	3.26	0.66	0.11	0.14	0.08	99.44
Vasshus	LF078.99	346190	6491610	46.59	16.52	14.42	5.61	6.28	5.71	3.39	0.64	0.11	0.14	0.03	99.41
Vasshus	LF079.99	346220	6491610	46.12	15.17	15.37	6.20	7.35	5.37	3.06	0.58	0.12	0.14	-0.18	99.31
Vasshus	LF080.99	346250	6491610	45.85	15.91	15.35	5.74	6.63	5.52	3.14	0.63	0.11	0.14	-0.06	98.96
Vasshus	LF081.99	346330	6491240	47.44	17.23	14.34	5.15	5.65	5.98	3.47	0.74	0.10	0.18	-0.05	100.24
Vasshus	LF082.99	346320	6491200	43.60	13.58	18.60	6.76	8.35	4.67	2.58	0.52	0.14	0.11	-0.05	98.84
Vasshus	LF083.99	346270	6491150	48.10	16.85	14.31	4.73	5.38	5.94	3.64	0.72	0.11	0.19	-0.09	99.86
Vasshus	LF084.99	346230	6491150	38.92	10.79	19.08	5.51	7.92	9.59	2.18	0.45	0.15	3.99	-0.21	98.38
Vasshus	LF085.99	346210	6491140	35.64	8.48	22.22	6.52	8.68	10.30	1.47	0.32	0.17	4.39	-0.06	98.12
Vasshus	LF086.99	346190	6491120	37.16	8.68	21.05	6.31	8.77	10.45	1.55	0.32	0.17	3.72	-0.25	97.93
Vasshus	LF087.99	346140	6491140	38.08	10.25	19.43	5.67	7.75	10.52	1.97	0.37	0.15	3.87	-0.04	98.03
Vasshus	LF088.99	346100	6491090	36.58	7.78	22.26	6.24	10.19	9.67	1.34	0.30	0.17	3.88	-0.32	98.08
Refsland	LF089.99	343430	6492420	46.16	15.86	13.31	3.83	4.65	9.21	3.42	0.73	0.12	1.94	-0.07	99.16
Refsland	LF090.99	343420	6492410	45.14	15.46	13.47	4.22	4.82	9.17	3.43	0.69	0.12	2.04	-0.11	98.47
Refsland	LF091.99	343410	6492390	45.26	15.33	14.11	3.90	5.00	8.78	3.25	0.69	0.12	2.11	-0.01	98.54
Refsland	LF092.99	343400	6492380	45.49	15.12	14.32	4.07	5.18	8.84	3.24	0.79	0.13	2.31	-0.04	99.46
Refsland	LF093.99	343310	6492390	45.29	15.19	14.09	4.06	5.22	8.94	3.29	0.73	0.13	2.34	-0.18	99.10
Refsland	LF094.99	343280	6492380	45.02	14.82	14.32	4.34	5.30	8.93	3.28	0.73	0.13	2.32	-0.20	98.98
Refsland	LF095.99	343250	6492380	43.90	13.84	15.73	4.60	5.68	9.02	3.04	0.69	0.15	2.46	-0.17	98.93
Refsland	LF096.99	343230	6492320	44.61	14.52	14.56	4.24	5.25	9.00	3.28	0.72	0.14	2.46	-0.08	98.70
Refsland	LF097.99	343200	6492300	44.30	14.19	15.23	4.53	5.42	8.86	3.12	0.71	0.14	2.50	-0.06	98.94
Refsland	LF098.99	343190	6492280	42.66	13.59	15.71	4.93	5.46	9.26	2.95	0.67	0.14	2.85	-0.16	98.06
Refsland	LF099.99	343170	6492260	44.59	14.54	14.39	4.54	5.16	9.02	3.19	0.71	0.14	2.54	-0.06	98.76
Refsland	LF100.99	343160	6492240	44.15	14.18	14.97	4.52	5.18	8.95	3.20	0.70	0.14	2.47	0.00	98.46
Refsland	LF101.99	343150	6492180	46.11	14.15	14.31	4.12	4.93	8.25	3.18	1.10	0.15	2.35	-0.03	98.61
Refsland	LF102.99	343140	6492130	42.51	12.00	18.51	5.29	6.25	8.61	2.67	0.63	0.23	2.61	-0.40	98.90
Refsland	LF103.99	343130	6492080	43.61	13.03	16.93	4.83	5.48	8.58	2.95	0.75	0.21	2.52	-0.12	98.76
Refsland	LF104.99	343040	6492030	44.69	13.54	16.48	4.48	5.16	8.50	3.16	0.77	0.19	2.36	-0.27	99.06
Refsland	LF105.99	343080	6491980	44.39	13.40	16.58	4.61	5.18	8.64	3.12	0.74	0.19	2.48	-0.22	99.11
Refsland	LF106.99	343080	6491950	44.92	13.80	16.05	4.27	4.88	8.46	3.26	0.74	0.18	2.32	-0.15	98.70
Refsland	LF107.99	343070	6491920	45.04	13.89	16.30	4.12	4.95	8.52	3.25	0.78	0.18	2.34	-0.33	99.03
Refsland	LF108.99	343065	6491900	46.69	13.81	15.34	3.90								

Deposit	Sample	E-coord	N-coord	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	Sum
Mydland	LF113.99	349210	6475500	37.26	10.15	23.35	6.40	6.24	9.16	2.05	0.46	0.22	3.00	-0.31	97.98
Mydland	LF114.99	349240	6475500	37.93	9.71	23.49	6.24	6.48	8.89	1.87	0.54	0.23	2.88	-0.23	98.04
Mydland	LF115.99	349280	6475490	44.47	14.25	16.16	4.08	4.56	8.91	3.34	0.77	0.16	2.52	-0.06	99.16
Mydland	LF116.99	349310	6475480	41.74	12.91	18.66	4.77	5.07	9.21	2.81	0.62	0.18	2.82	-0.10	98.69
Mydland	LF117.99	349360	6475480	45.03	15.34	14.54	3.89	4.23	9.28	3.42	0.81	0.13	2.36	0.12	99.14
Mydland	LF118.99	349380	6475460	45.02	15.38	14.52	3.69	4.22	9.39	3.37	0.77	0.14	2.30	0.11	98.89
Mydland	LF119.99	349400	6475450	43.77	14.49	15.43	4.24	4.67	9.49	3.17	0.72	0.14	2.44	-0.03	98.54
Mydland	LF120.99	349380	6475400	44.44	15.04	14.77	3.96	4.38	9.32	3.27	0.73	0.13	2.20	0.34	98.59
Mydland	LF121.99	349380	6475420	45.25	15.41	13.94	3.79	4.21	9.52	3.42	0.90	0.11	2.31	0.17	99.04
Mydland	LF122.99	349390	6475380	47.04	16.61	11.60	3.40	4.09	9.26	3.74	0.88	0.11	2.17	0.13	99.02
Mydland	LF123.99	349390	6475360	46.52	16.32	12.36	3.09	3.94	9.43	3.65	0.87	0.11	2.16	0.20	98.64
Mydland	LF124.99	349400	6475330	48.53	17.57	10.77	2.83	3.37	9.27	3.94	0.95	0.09	1.87	0.35	99.55
Mydland	LF125.99	349450	6475310	43.60	14.16	15.12	4.34	5.07	10.20	2.99	0.70	0.12	2.45	0.05	98.80
Mydland	LF126.99	349430	6475250	46.29	17.00	12.14	3.33	3.44	9.77	3.79	0.80	0.10	2.06	0.32	99.05
Rossland	LPN98-220	340950	6472500	46.26	14.81	14.57	3.65	4.83	8.65	3.45	0.74	0.17	2.18	-0.15	99.17
Rossland	LPN98-221	340900	6473250	48.44	16.79	12.78	3.93	4.38	7.56	3.75	0.84	0.10	0.98	0.10	99.65
Mydland	LPN98-222	349840	6475660	37.67	9.26	24.11	6.17	7.18	9.17	1.84	0.45	0.24	2.83	-0.49	98.42
Mydland	LPN98-223	343180	6473960	32.14	6.01	29.37	13.80	10.08	4.12	0.95	0.24	0.23	1.02	-0.82	97.15
Mydland	LPN98-224	349210	6475500	37.07	8.82	25.17	6.55	7.40	8.74	1.71	0.39	0.25	2.90	-0.54	98.46
Mydland	LPN98-225	349320	6475600	39.90	11.65	19.29	5.16	5.31	9.15	2.73	0.65	0.19	2.74	0.26	97.02
Mydland	LPN98-226	349150	6475420	33.12	6.20	29.86	8.12	8.69	8.90	1.09	0.25	0.28	2.99	-0.70	98.79
Åmdal	LPN98-227	346200	6477050	46.38	13.56	16.69	4.82	4.80	7.19	3.26	1.35	0.18	1.78	-0.37	99.64
Bakka 228	LPN98-228	343350	6473900	35.33	5.70	26.45	7.69	11.19	8.30	0.96	0.25	0.23	2.65	-0.58	98.17
Ørsland	LPN98-229	342930	6474540	25.43	2.39	41.37	8.93	10.79	8.12	0.29	0.11	0.36	2.99	-1.76	99.01
Tothammertjørna	LPN98-230	340500	6469050	50.80	12.12	13.15	2.94	2.29	6.72	2.77	2.20	0.20	1.57	3.04	97.78
Rekefjord	LPN98-231	340000	6468950	45.66	11.75	18.83	3.74	4.01	7.94	2.93	1.22	0.24	1.96	-0.30	97.97
Rekefjord	LPN98-232	339650	6470000	43.47	12.44	18.38	4.59	3.64	7.90	2.83	0.97	0.23	2.01	1.35	97.81
Krone (Skjevrås)	LPN98-233	343130	6472660	37.18	9.97	25.86	8.67	8.64	5.14	1.87	0.44	0.18	1.20	-0.82	98.32
Brandsbergbakken	LPN98-234	343070	6472880	37.99	9.10	25.19	7.41	9.64	6.17	1.65	0.40	0.18	1.90	-0.59	99.05
Steinbergslåttenbakk	LPN98-235	342780	6473010	35.35	6.98	27.59	7.85	10.05	7.77	1.14	0.24	0.23	2.02	-0.61	98.61
Eia	LPN98-236	341500	6481750	54.55	13.49	13.58	2.31	1.82	4.95	3.31	3.68	0.18	1.32	-0.03	99.16
Heskestad	LPN98-237	345800	6486850	44.91	12.32	18.36	4.81	5.22	8.40	2.95	1.08	0.21	2.66	-0.30	100.63
Teksevatn	LPN98-238	339830	6493640	35.52	5.34	25.01	7.42	12.26	9.45	0.83	0.15	0.20	3.33	-0.67	98.84
Teksevatn	LPN98-239A	339810	6493720	34.83	4.94	26.69	7.23	12.85	8.27	0.64	0.15	0.22	4.14	-0.85	99.12
Teksevatn	LPN98-239B	339850	6493840	39.62	12.18	19.38	11.14	8.61	4.51	2.12	0.38	0.13	0.09	-0.28	97.87
Teksevatn	LPN98-240	342700	6492850	36.02	7.07	23.62	6.74	10.26	9.82	1.31	0.27	0.20	4.21	-0.38	99.14
Teksevatn	LPN98-241	342750	6492750	41.56	13.49	16.21	4.63	5.59	9.63	2.74	0.61	0.13	2.80	0.37	97.76
Teksevatn	LPN98-242A	342950	6492600	46.69	17.01	11.68	3.25	3.84	9.19	3.92	0.82	0.10	1.81	0.07	98.35
Teksevatn	LPN98-243B	342800	6492650	42.73	6.82	16.91	2.85	10.19	9.59	1.51	0.49	0.24	4.35	2.96	98.64
Teksevatn	LPN98-243C	342800	6492650	40.49	5.03	18.19	4.04	10.43	13.16	1.05	0.28	0.23	4.69	0.19	97.77
Teksevatn	LPN98-244	341600	6492500	46.80	15.75	12.49	3.71	4.46	8.94	3.44	0.86	0.12	2.40	0.82	99.79
Teksevatn	LPN98-245	341270	6492400	43.39	13.48	16.32	4.56	5.29	8.88	3.06	0.67	0.20	2.62	0.12	98.57
Teksevatn	LPN98-246	341050	6492250	45.77	13.87	15.93	4.17	4.69	8.41	3.38	0.80	0.18	2.33	-0.31	99.22
Heskestad	LPN98-247	346250	6486550	41.91	11.98	17.28	4.89	6.94	8.75	2.58	0.79	0.16	2.70	-0.15	97.82
Eigeland 1	LPN98-248	350700	6466700	48.53	16.32	16.42	2.29	1.98	7.89	3.75	1.30	0.21	0.93	-0.09	99.53
Eigeland 2	LPN98-249	350730	6466720	59.00	13.81	10.87	1.58	0.96	3.63	3.08	4.17	0.14	0.81	0.23	98.27
Dragland 250	LPN98-250	340280	6470880	41.69	11.60	21.32	7.79	8.79	4.50	2.27	0.51	0.16	0.18	-0.38	98.42
Dragland 251	LPN98-251	340410	6470730	42.08	12.20	20.63	7.96	8.39	4.67	2.69	0.55	0.15	0.19	-0.25	99.26
Dragland 252	LPN98-252	340200	6471900	41.80	12.33	20.85	8.44	8.27	4.65	2.40	0.54	0.16	0.18	-0.33	99.28
Heskestad	LPN98-253	346050	6488550	41.46	11.35	19.59	5.01	6.40	8.76	2.49	0.68	0.20	2.81	-0.43	98.33
Ualand	LPN98-254	345600	6489300	46.98	13.38	15.17	3.68	4.70	7.82	3.36	1.12	0.18	2.14	0.03	98.57
Bilstad LPN255	LPN98-255	344250	6491200	46.32	14.36	15.43	3.58	4.92	8.37	3.47	0.80	0.19	2.02	-0.24	99.21
Bilstad LPN256	LPN98-256	345450	6491900	35.33	7.20	23.16	6.94	9.63	9.73	1.23	0.24	0.18	3.51	0.88	98.03
Bilstad LPN257	LPN98-257	345400	6491800	39.80	2.98	27.67	9.10	18.45	1.77	0.19	0.07	0.24	0.06	-1.26	99.07
Åmot	LPN98-258	342760	6470100	31.83	4.49	31.70	8.62	11.35	7.87	0.50	0.11	0.24	2.32	-1.09	97.93
Bakkaveiskjæringen	LPN98-259	343390	6473820	35.90	3.29	29.83	7.41	14.99	4.68	0.35	0.12	0.27	1.98	-1.00	97.83
Bakka 260	LPN98-260	342450	6472150	33.17	3.87	30.49	8.57	12.42	6.84	0.41	0.10	0.25	2.57	-0.84	97.86
Bakka 261	LPN98-261	342390	6472010	28.26	11.85	36.80	12.12	3.91	3.90	1.94	0.45	0.13	0.28	-0.80	98.84

## Vedlegg 2: XRF-analyser av mineralkonsentrater.

Mineral	Lokalitet	Prøve	Utført av	Øst-koord. (UTM wgs84)	Nord-koord. (UTM wgs84)													
						SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot.	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ilmenitt	Assoc. with 66253	64-137	Duchesne (1970-72)	337150	6492200	0.60	0.40	51.44	49.40	0.14	0.15				1.20		0.00	0.00
Ilmenitt	(Michot's collection)	7704-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.50	0.30	52.96	47.70	1.00	0.08				0.41		0.10	0.00
Ilmenitt	(Michot's collection)	TII-P	Duchesne (1970-72)	342050	6474000	0.90	0.30	51.72	49.60	0.13	0.21				0.73		0.01	0.00
Ilmenitt	(Michot's collection)	7700-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.50	0.20	50.75	50.90	0.56	0.07				0.78		0.00	0.00
Ilmenitt	Bakka 228	LPN98-228	NGU 2000	343350	6473900	1.55	0.30	49.05	48.99	1.24	0.31	0.40	0.04	0.47	0.11	-4.29	0.09	
Ilmenitt	Bakka 66	66-212	Duchesne (1970-72)	343400	6473400	0.20	0.20	48.54	51.20	2.90	0.05				0.43		0.04	0.00
Ilmenitt	Bakkaveiskjæringen	LPN98-259	NGU 2000	343390	6473820	1.47	0.75	46.36	50.84	2.68	0.48	0.52	0.06	0.49	0.15	-3.93	0.07	
Ilmenitt	Bentjafjeld 64-107	64-107	Duchesne (1970-72)	334700	6494600	0.80	0.50	55.81	43.80	0.79	0.09				0.34		0.24	0.01
Ilmenitt	Bilstad 256	LPN98-256	NGU 2000	345450	6491900	1.37	0.27	48.62	48.17	0.98	0.49	0.18	0.04	0.42	0.29	-4.07	0.00	
Ilmenitt	Bjerkreim 66-189	66-189	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.63	0.33	56.82	43.80	0.78	0.11				0.35		0.28	0.10
Ilmenitt	Bjerkreim 66-189	66-189	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.90	0.50	56.15	43.60	0.40	0.33				0.48		0.26	0.34
Ilmenitt	Bjerkreim 66-190	66-190	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.50	0.30	53.97	46.10	1.97	0.10				0.28		0.23	0.04
Ilmenitt	Bjerkreim 66-190	66-190	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.60	0.30	58.12	42.40	0.36	0.07				0.39		0.32	0.02
Ilmenitt	Bjerkreim 9901	GBM.Bj.9901	NGU 2000	337150	6493625	1.53	0.55	54.60	46.24	0.45	0.43	0.75	0.00	0.51	0.15	-3.80	0.11	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9902	GBM.Bj.9902	NGU 2000	337200	6493750	1.05	0.47	58.30	44.77	0.55	0.37	0.50	0.00	0.45	0.13	-3.83	0.15	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9903	GBM.Bj.9903	NGU 2000	337100	6493850	1.12	0.47	55.87	46.63	0.34	0.30	0.28	0.00	0.51	0.11	-4.10	0.14	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9904	GBM.Bj.9904	NGU 2000	337200	6494000	2.87	0.63	53.01	44.35	1.31	0.68	0.70	0.00	0.36	0.21	-3.64	0.15	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9905	GBM.Bj.9905	NGU 2000	337175	6494150	1.32	0.49	56.00	46.70	0.30	0.62	0.54	0.00	0.52	0.28	-3.85	0.13	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9906	GBM.Bj.9906	NGU 2000	337100	6493500	2.23	0.55	53.49	46.80	0.74	0.49	0.47	0.00	0.55	0.18	-3.66	0.08	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9907	GBM.Bj.9907	NGU 2000	337050	6493425	1.89	0.43	55.16	46.89	0.26	0.39	0.45	0.00	0.57	0.10	-3.89	0.08	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9908	GBM.Bj.9908	NGU 2000	337300	6493400	0.92	0.30	55.14	48.87		0.18	0.38	0.00	0.63	0.03	-4.51	0.06	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9909	GBM.Bj.9909	NGU 2000	337200	6493250	1.43	0.34	55.53	49.01	0.11	0.45	0.31	0.00	0.62	0.19	-4.00	0.06	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9910	GBM.Bj.9910	NGU 2000	337100	6493150	1.18	0.36	56.22	48.49	0.17	0.41	0.49	0.00	0.64	0.15	-4.09	0.06	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9911	GBM.Bj.9911	NGU 2000	337000	6493100	0.95	0.34	56.55	48.91	0.04	0.19	0.00	0.00	0.61	0.03	-4.40	0.06	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9912	GBM.Bj.9912	NGU 2000	338100	6492950	0.92	0.24	55.60	49.48	0.06	0.21	0.91	0.00	0.59	0.05	-4.53	0.05	0.01
Ilmenitt	Bjerkreim 9913	GBM.Bj.9913	NGU 2000	337575	6494675	2.30	0.78	55.84	43.90	0.21	1.07	0.47	0.00	0.63	0.19	-3.79	0.20	0.01
Ilmenitt	Brandsbergbakken	LPN98-234	NGU 2000	343070	6472880	1.29	0.29	49.54	49.44	1.99	0.32	0.30	0.04	0.41	0.11	-6.83	0.11	
Ilmenitt	E. Herveland	64-70	Duchesne (1970-72)	342300	6473900	0.70	0.30	52.43	49.90	0.11	0.13				0.70		0.00	0.00
Ilmenitt	E. Slåten	7767-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.60	0.40	53.66	48.00	0.15	0.10				0.54		0.15	0.00
Ilmenitt	E.Saglandsvatnet	64-101	Duchesne (1970-72)	330000	6494650	0.50	0.20	59.07	40.70	0.24	0.08				0.39		0.31	0.01
Ilmenitt	Helleland 64-05	64-05	Duchesne (1970-72)	332100	6490650	0.90	0.50	54.48	45.10	1.20	0.05				0.29		0.25	0.06
Ilmenitt	Helleland 64-09	64-09	Duchesne (1970-72)	332650	6490900	1.20	0.30	55.58	45.10	0.37	0.15				0.33		0.23	0.00
Ilmenitt	Helleland 64-20b	64-20b	Duchesne (1970-72)	334000	6491700	0.90	0.60	57.87	43.10	0.29	0.13				0.36		0.24	0.00
Ilmenitt	Helleland 64-37a	64-37a	Duchesne (1970-72)	333100	6491300	0.50	0.50	52.24	47.70	1.70	0.05				0.36		0.14	0.00
Ilmenitt	Helleland 65-43	64-43	Duchesne (1970-72)	339900	6493050	0.00	0.00	54.31	47.10	0.52	0.00				0.38		0.14	0.00
Ilmenitt	Helleland assoc. with 64-37b	64-37b	Duchesne (1970-72)	333100	6491300	0.40	0.30	51.44	48.40	2.30	0.02				0.36		0.16	0.00
Ilmenitt	Helleland LF 021	LF021.99	NGU 2000	335350	6491500	0.96	0.59	54.61	47.94	1.24	0.46	0.46	0.00	0.44	0.18	-4.02	0.11	0.01
Ilmenitt	Helleland LF 022	LF022.99	NGU 2000	333350	6491450	0.57	0.52	53.47	48.93	1.72	0.36	0.48	0.00	0.39	0.25	-3.87	0.12	0.01
Ilmenitt	Helleland LF 047	LF047.99	NGU 2000	336450	6492400	1.43	0.29	52.78	48.12	0.94	0.57	0.27	0.00	0.50	0.24	-3.96	0.07	0.01
Ilmenitt	Helleland LF 059	LF059.99	NGU 2000	335900	6490500	0.71	0.22	52.99	50.96	1.03	0.27	0.38	0.00	0.55	0.12	-4.05	0.06	0.01
Ilmenitt	Helleland-Hestad road	66-102	Duchesne (1970-72)	335800	6492150	0.40	0.20	50.82	50.90	0.89	0.07				0.52		0.02	0.00
Ilmenitt	Helleland-Hestad road	64-104	Duchesne (1970-72)	337050	6492200	0.40	0.20	51.64	50.10	0.34	0.11				0.63		0.01	0.00
Ilmenitt	Helleland-Hestad road	66-253	Duchesne (1970-72)	337150	6492200	0.70	0.40	52.19	50.60	0.10	0.23				0.84		0.00	0.00
Ilmenitt	Helleland-Hestad road	64-57	Duchesne (1970-72)	337000	6492250	0.50	0.30	51.60	50.10	0.67	0.11				0.53		0.01	0.00
Ilmenitt	Helleland-Hestad road	64-58	Duchesne (1970-72)	336900	6492300	0.40	0.30	51.16	50.80	0.91	0.16				0.76		0.01	0.00
Ilmenitt	Helleland-Hestad road	64-60	Duchesne (1970-72)	336300	6492150	0.50	0.40	51.45	50.10	0.56	0.10				0.53		0.01	0.00
Ilmenitt	Heskstad LPN253	LPN98-253	NGU 2000	346050	6488550	2.76	0.40	50.83	46.55	0.44	0.47	0.51	0.07	0.52	0.20	-4.17	0.09	
Ilmenitt	Hestad	64-134	Duchesne (1970-72)	338400	6492550	0.60	0.00	52.05	50.00	0.12	0.05				0.70		0.01	0.00
Ilmenitt	Hestad-Helleren road 1	64-131	Duchesne (1970-72)	340400	6492500	0.70	0.20	54.05	47.70	0.23	0.11				0.48		0.02	0.00
Ilmenitt	Hestad-Helleren road 2	64-132	Duchesne (1970-72)	339500	6492450	0.20	0.10	51.76	51.10	0.66	0.05				0.53		0.02	0.00
Ilmenitt	Hestad-Helleren road 3	64-136	Duchesne (1970-72)	338750	6492650	0.50	0.30	51.48	50.30	0.75	0.11				0.51		0.02	0.00
Ilmenitt	Hestad-Helleren road 4	66-103	Duchesne (1970-72)	336550	6492200	0.40	0.10	51.28	50.40	0.52	0.05				0.52		0.03	0.00
Ilmenitt	JCD 7771-P	7771-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.30	0.20	49.62	50.80	2.10	0.11				0.44		0.07	0.00
Ilmenitt	Klungland-Helleland	66-71	Duchesne (1970-72)	331750	6490600	0.78	0.46	52.93	47.65	1.36	0.10				0.39		0.17	0.00
Ilmenitt	Klungland-Helleland	66-71	Duchesne (1970-72)	331750	6490600	0.90	0.40	56.32	44.00	0.27	0.34				0.34		0.28	0.00
Ilmenitt	Klungland-Helleland	64-08	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	1.40	0.40	55.01	45.40	0.40	0.21				0.34		0.31	0.01
Ilmenitt	Klungland-Helleland	64-34	Duchesne (1970-72)	332900	6491250	0.40	0.30	52.18	48.20	2.00								

Mineral	Lokalitet	Prøve	Utført av	E-coord	N-coord	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot.	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Magnetitt	(assoc. with 66253)	64-137	Duchesne (1970-72)	337150	6492200	1.40	1.40	92.15	7.70	0.16	0.11	0.26	0.26	0.26	0.26	0.20	0.00	
Magnetitt	(Michot's collection)	7704-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	1.50	1.80	96.91	1.60	0.38	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.89	0.00	
Magnetitt	(Michot's collection)	TII-P	Duchesne (1970-72)	342050	6474000	1.80	1.20	90.13	10.00	0.08	0.17	0.29	0.29	0.29	0.29	0.08	0.00	
Magnetitt	(Michot's collection)	7700-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.70	2.30	89.40	9.50	0.19	0.08	0.26	0.26	0.26	0.26	0.04	0.00	
Magnetitt	Bakka 228	LPN98-228	NGU 2000	343350	6473900		3.40	89.52	5.60	1.08	0.60	0.00	-0.04	0.08	0.20	-2.28	0.79	
Magnetitt	Bakka 66	66-212	Duchesne (1970-72)	343400	6473400	1.20	2.70	89.65	7.70	1.10	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.80	0.00	
Magnetitt	Bakkaveiskjæringen	LPN98-259	NGU 2000	343390	6473820		3.60	89.64	8.04	0.80	0.48	-0.40	-0.04	0.12	0.28	-2.48	0.75	
Magnetitt	Bilstad 256	LPN98-256	NGU 2000	345450	6491900		3.64	89.16	4.28	1.28	0.84	-0.40	-0.04	0.08	0.36	-2.36	0.83	
Magnetitt	Bjerkreim 66-189	66-189	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.60	1.80	85.15	14.20	0.70	0.07	0.33	0.33	0.33	0.33	0.38	0.30	
Magnetitt	Bjerkreim 66-190	66-190	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	1.20	2.10	87.14	10.90	0.90	0.16	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.00	
Magnetitt	Bjerkreim 9901	GBM.Bj.9901	NGU 2000	337150	6493625				95.61	2.31	1.01	0.07	0.07	0.07	0.07	0.47	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9902	GBM.Bj.9902	NGU 2000	337200	6493750				96.31	2.08	0.70	0.07	0.07	0.07	0.07	0.49	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9903	GBM.Bj.9903	NGU 2000	337100	6493850				86.56	3.13	1.74	0.06	0.06	0.06	0.06	0.56	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9904	GBM.Bj.9904	NGU 2000	337200	6494000				91.38	2.56	1.19	0.05	0.05	0.05	0.05	0.69	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9905	GBM.Bj.9905	NGU 2000	337175	6494150				86.25	4.64	1.44	0.12	0.12	0.12	0.12	0.40	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9906	GBM.Bj.9906	NGU 2000	337100	6493500				84.46	3.11	1.71	0.07	0.07	0.07	0.07	0.61	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9907	GBM.Bj.9907	NGU 2000	337050	6493425				89.97	3.95	1.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.39	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9908	GBM.Bj.9908	NGU 2000	337300	6493400				81.26	6.23	1.25	0.12	0.12	0.12	0.12	0.22	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9909	GBM.Bj.9909	NGU 2000	337200	6493250				85.40	5.77	1.21	0.11	0.11	0.11	0.11	0.27	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9910	GBM.Bj.9910	NGU 2000	337100	6493150				87.97	6.36	1.03	0.12	0.12	0.12	0.12	0.27	0.03	
Magnetitt	Bjerkreim 9911	GBM.Bj.9911	NGU 2000	337000	6493100				89.94	4.40	0.82	0.09	0.09	0.09	0.09	0.25	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9912	GBM.Bj.9912	NGU 2000	338100	6492950				92.05	5.40	0.67	0.10	0.10	0.10	0.10	0.21	0.01	
Magnetitt	Bjerkreim 9913	GBM.Bj.9913	NGU 2000	337575	6494675				90.79	2.00	1.79	0.07	0.07	0.07	0.07	0.57	0.01	
Magnetitt	Brandsbergbakken	LPN98-234	NGU 2000	343070	6472880		3.60	89.92	5.48	1.24	0.64	-0.40	-0.04	0.08	0.28	-2.24	0.75	
Magnetitt	E. Herveland	64-70	Duchesne (1970-72)	342300	6473900	1.60	0.90	91.64	8.30	0.15	0.19	0.22	0.22	0.22	0.22	0.04	0.00	
Magnetitt	E. Slåten	7767-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	2.60	1.70	96.69	1.80	0.44	0.30	0.04	0.04	0.04	0.04	0.88	0.00	
Magnetitt	E.Saglandsvatnet	64-101	Duchesne (1970-72)	330000	6494650	1.70	1.05	90.94	9.13	0.12	0.18	0.26	0.26	0.26	0.26	0.00	0.00	
Magnetitt	Helleland 64-05	64-05	Duchesne (1970-72)	332100	6490650	0.86	2.35	94.76	3.77	0.53	0.11	0.06	0.06	0.06	0.06	0.87	0.00	
Magnetitt	Helleland 64-09	64-09	Duchesne (1970-72)	332650	6490900	0.40	0.98	98.27	1.00	0.50	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.01	0.64	
Magnetitt	Helleland 64-37a	64-37a	Duchesne (1970-72)	333100	6491300	1.60	2.00	97.62	0.90	0.51	0.21	0.02	0.02	0.02	0.02	1.10	0.01	
Magnetitt	Helleland 65-43	64-43	Duchesne (1970-72)	339900	6493050	1.10	1.80	97.26	1.20	0.35	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.96	0.00	
Magnetitt	Helleland assoc. with 64-37b	64-37b	Duchesne (1970-72)	333100	6491300	0.60	1.50	97.57	0.85	0.55	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	1.20	0.01	
Magnetitt	Helleland LF 021	LF021.99	NGU 2000	333500	6491500				90.49	4.10	1.39	0.08	0.08	0.08	0.08	0.74	0.02	
Magnetitt	Helleland LF 022	LF022.99	NGU 2000	333350	6491450				93.34	3.93	1.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.77	0.03	
Magnetitt	Helleland LF 047	LF047.99	NGU 2000	336450	6492400				86.19	6.29	1.18	0.12	0.12	0.12	0.12	0.39	0.01	
Magnetitt	Helleland LF 059	LF059.99	NGU 2000	335900	6490500				85.11	9.02	0.93	0.15	0.15	0.15	0.15	0.39	0.01	
Magnetitt	Helleland-Hestad road 66-102		Duchesne (1970-72)	335800	6492150	1.50	3.30	90.29	6.90	0.65	0.22	0.14	0.14	0.14	0.57	0.00		
Magnetitt	Helleland-Hestad road 64-104		Duchesne (1970-72)	337050	6492200	1.30	1.90	90.64	7.30	0.28	0.13	0.18	0.18	0.18	0.08	0.00		
Magnetitt	Helleland-Hestad road 66-253		Duchesne (1970-72)	337150	6492200	2.10	1.70	87.76	11.30	0.14	0.29	0.29	0.29	0.29	0.08	0.00		
Magnetitt	Helleland-Hestad road 64-57		Duchesne (1970-72)	337000	6492250	1.00	2.20	92.20	5.70	0.55	0.10	0.12	0.12	0.12	0.13	0.00		
Magnetitt	Helleland-Hestad road 64-58		Duchesne (1970-72)	336900	6492300	1.40	2.90	90.57	6.40	0.51	0.15	0.14	0.14	0.14	0.20	0.00		
Magnetitt	Helleland-Hestad road 64-60		Duchesne (1970-72)	336300	6492150	1.80	3.20	93.02	5.00	0.47	0.11	0.09	0.09	0.09	0.44	0.00		
Magnetitt	Heskestad LPN253	LPN98-253	NGU 2000	346050	6488550		2.08	96.96	2.28	0.48	0.32	-0.40	-0.04	-0.04	0.08	-2.68	0.61	
Magnetitt	Hestad	64-134	Duchesne (1970-72)	338400	6492550	1.50	1.30	92.29	7.10	0.19	0.09	0.18	0.18	0.18	0.07	0.00		
Magnetitt	Hestad-Helleren road 1	64-131	Duchesne (1970-72)	340400	6492500	1.50	1.70	97.03	1.90	0.22	0.15	0.05	0.05	0.05	0.21	0.00		
Magnetitt	Hestad-Helleren road 2	64-132	Duchesne (1970-72)	339500	6492450	1.90	2.70	88.75	8.50	0.57	0.14	0.21	0.21	0.21	0.12	0.00		
Magnetitt	Hestad-Helleren road 3	64-136	Duchesne (1970-72)	338750	6492650	1.20	2.70	90.81	6.60	0.54	0.11	0.18	0.18	0.18	0.16	0.07		
Magnetitt	Hestad-Helleren road 4	64-103	Duchesne (1970-72)	336550	6492200	1.80	3.70	92.04	5.40	0.38	0.10	0.09	0.09	0.09	0.50	0.00		
Magnetitt	JCD 7771-P	7771-P	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.60	2.80	93.14	4.50	0.61	0.10	0.08	0.08	0.08	0.86	0.00		
Magnetitt	Klungland-Helleland	64-08	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	0.65	0.87	98.05	0.55	0.50	0.02	0.01	0.01	0.01	0.91	1.20		
Magnetitt	Klungland-Helleland	64-34	Duchesne (1970-72)	332900	6491250	0.90	1.50	97.85	1.70	0.42	0.07	0.03	0.03	0.03	1.20	0.02		
Magnetitt	Klungland-Helleland	64-74	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	1.30	2.70	96.72	1.70	0.42	0.07	0.03	0.03	0.03	1.20	0.00		
Magnetitt	Klungland-Helleland	64-76	Duchesne (1970-72)	342800	6473000	0.50	2.20	94.20	3.30	0.81	0.07	0.06	0.06	0.06	0.93	0.05		
Magnetitt	Klungland-Helleland	66-72	Duchesne (1970-72)	331900	6490700	1.17	2.83	90.45	7.26	0.65	0.15	0.14	0.14	0.14	0.41	0.00		
Magnetitt	Klungland-Helleland	66-75	Duchesne (1970-72)	333400	6491400	2.10	2.90	95.21	2.10	0.61	0.05	0.03	0.03	0.03	1.20	0.00		
Magnetitt	Krone (Skjevrås)	LPN98-233	NGU 2000	343130	6472660	4.08	90.40	7.44	1.36	0.44	-0.40	-0.04	0.12	0.28	-2.76	0.76		
Magnetitt	Mogedalsvatnet	66-187	Duchesne (1970-72)	333550	6489800	0.45	1.35	98.66	0.45	0.53	0.06	0.01	0.01	0.01	1.20	0.10		
Magnetitt	N. Stromstad	64-61b	Duchesne (1970-72)	333350	6492900	0.90	2.20	95.57	2.40	0.51	0.01	0.03	0.03	0.03	1.30	0.00		
Magnetitt	Ollestad	66-92	Duchesne (1970-72)	329999	6499999	1.60	2.70	95.47	2.30	0.49	0.19	0.03	0.03	0.03	1.00	0.00		
Magnetitt	Ravnfjeld	64-160	Duchesne (1970-72)	331200	6494900	0.79	1.55	98.49	0.71	0.46	0.04	0.01	0.01	0.01	1.10	0.00		
Magnetitt	Refsljord station	66-107	Duchesne (1970-72)	343400	6492350	1.50	1.60	98.01	0.90	0.32	0.02	0.02	0.02	0.02	0.89	0.00		

Vedlegg 3:

## Diverse bilder av apatitt-, ilmenitt- og magnetitt-førende norittiske bergarter fra Bjerkreim-Sokndal intrusjonen, Egersundfeltet

Vedlegg 3a: Fotografi av noritt i veiskjæring ved Bakka, Sokndalsområdet.

Vedlegg 3b: Fotografier og mikroskopibilder av noritt ved Helleland

Vedlegg 3c: Landskapsbilde og mikroskopibilde av noritt ved Vasshus.

Vedlegg 3d: Mikroskopbilder av tynnslip av noritt fra Helleland.

Vedlegg 3e: Bearbeidede SEM-bilder som viser apatitt, ilmenitt og magnetitt.

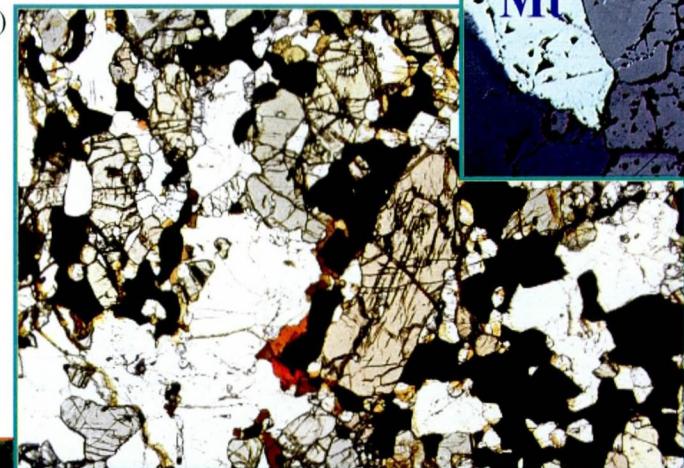
# Bakka



Vedlegg 3a: Veiskjæring i noritt, Bakkaområdet, Sokndal. Noritten i dette området har et middels P-innhold (1.5-2.5 %  $P_2O_5$ ), men er relativt Ti-rik (gjennomgående 4-9 %  $TiO_2$ ). Fjelloverflaten har et stedvis rustent preg som skyldes et svakt innhold av sulfidmineraler, hovedsakelig magnetkis.

## Svalestad (Helleland)

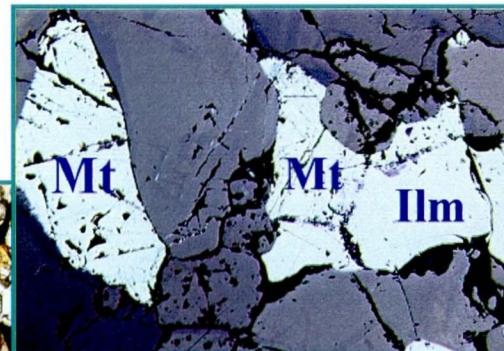
(3)



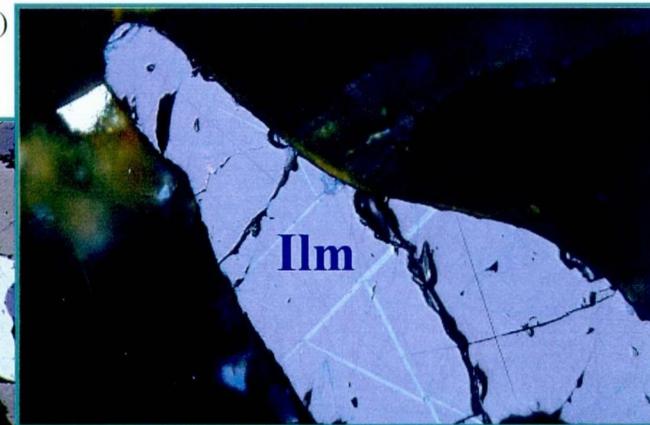
(2)



(4)



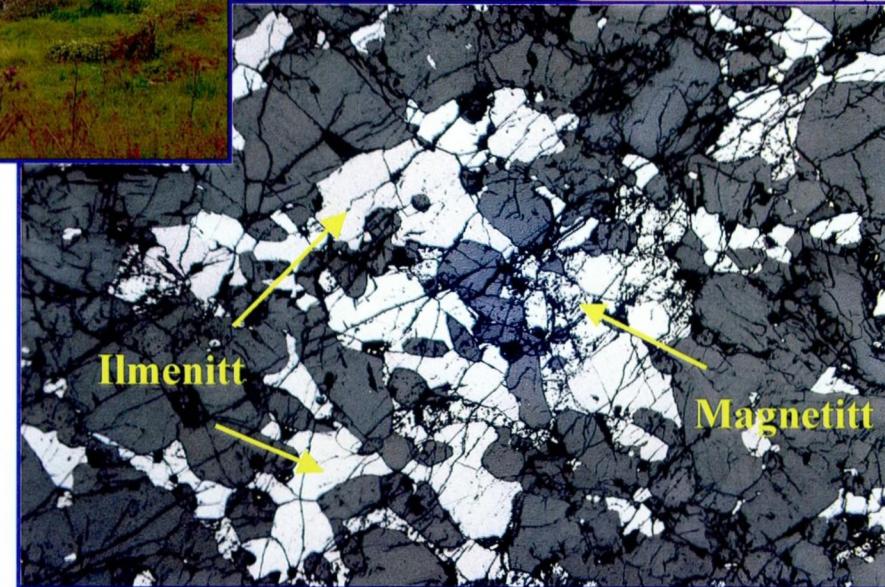
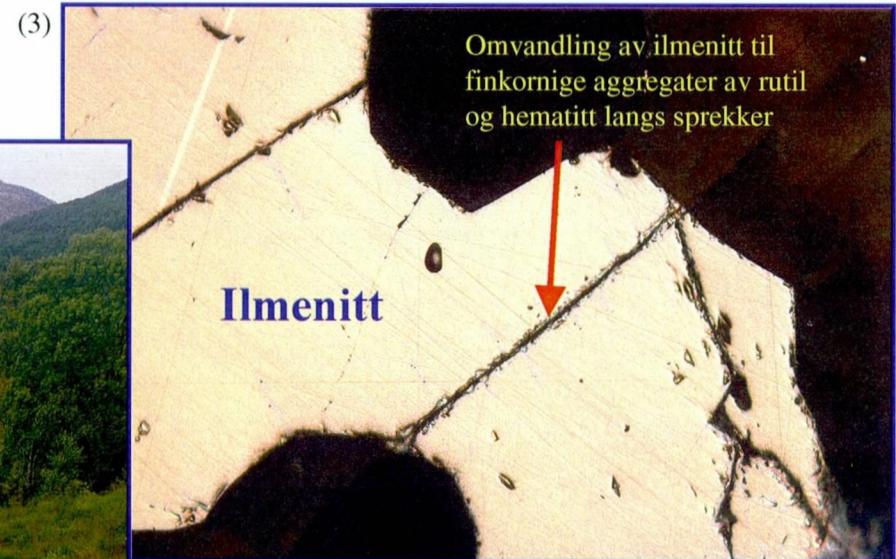
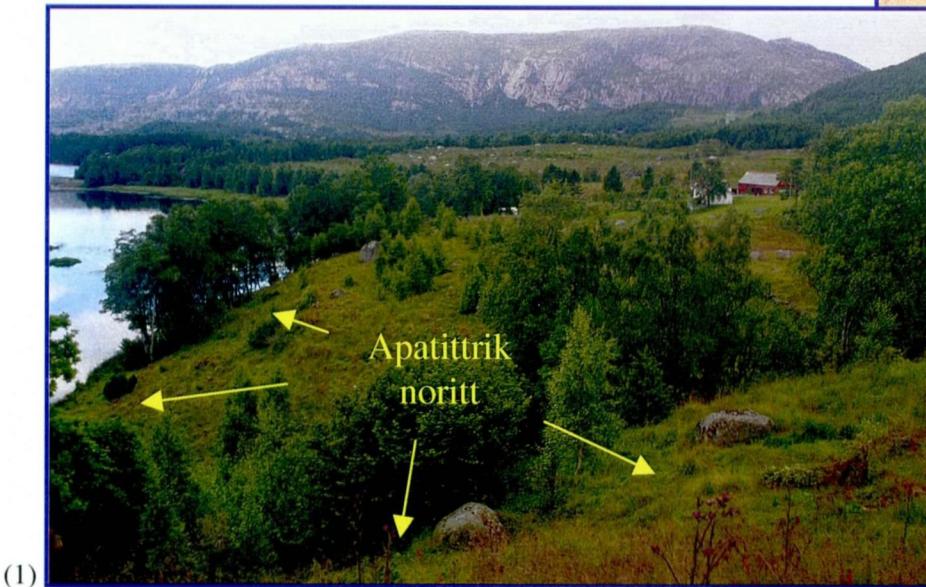
(5)



(1)

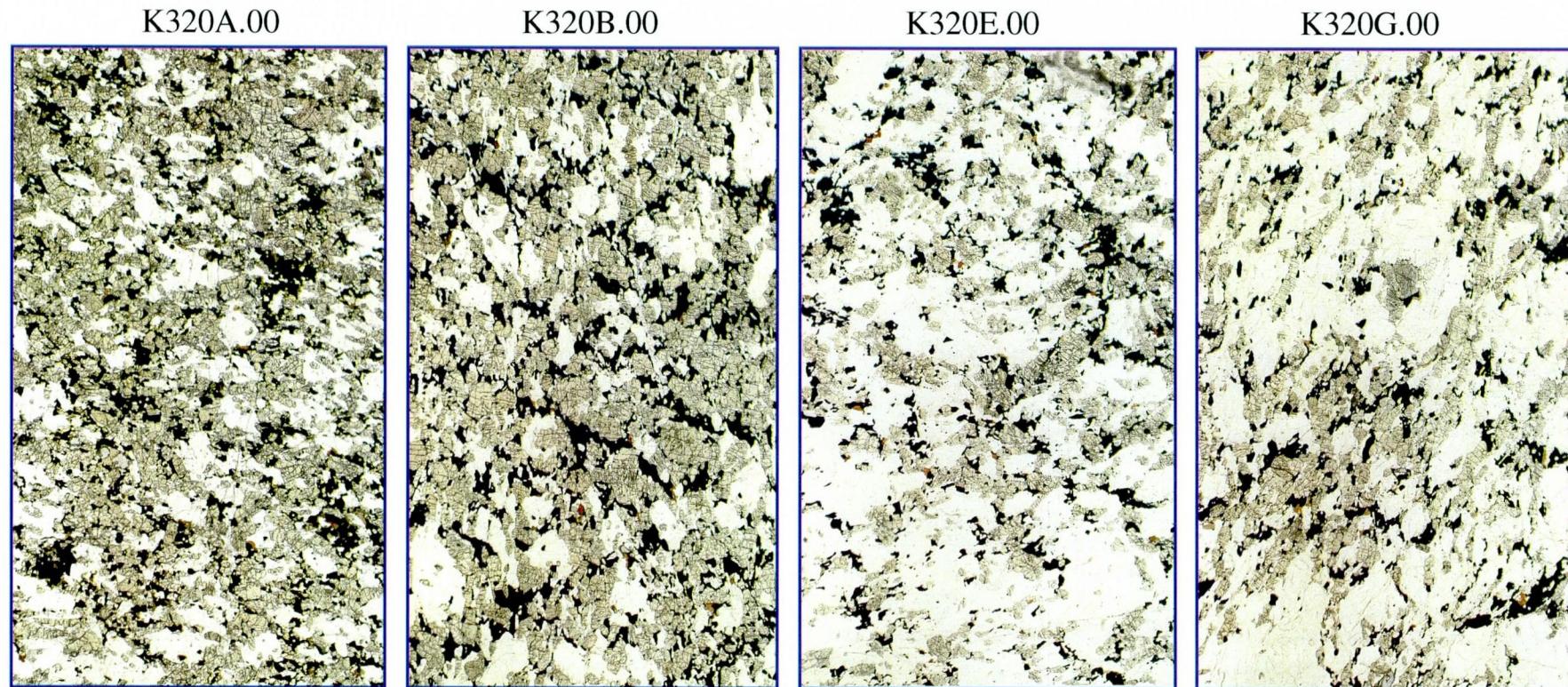
Vedlegg 3b: En av flere veiskjæringer ved Svalestad (Helleland) som har et markant innhold av apatitt, ilmenitt og vanadiumrik magnetitt, jfr. Tabell 1 og 2. Den modale lagdelingen i noritten vises tydelig på fotografiene (1) og (2). Oksydminalene ilmenitt og magnetitt er fortrinnsvis anriket i de mørke lagene, mens det ikke er kjent hvorvidt apatitt er anriket i mørke lag i forhold til de lyse. Mikroskopbildet (3) viser opp trede n av oksydminalene ilmenitt og magnetitt (begge med sort farve) slik disse ser ut i tynnslip i gjennomfallende lys, mens fotografiene (4) og (5) viser hvordan ilmenitten og magnetitten ser ut ved større forstørrelse (reflektert lys).

## Vasshus



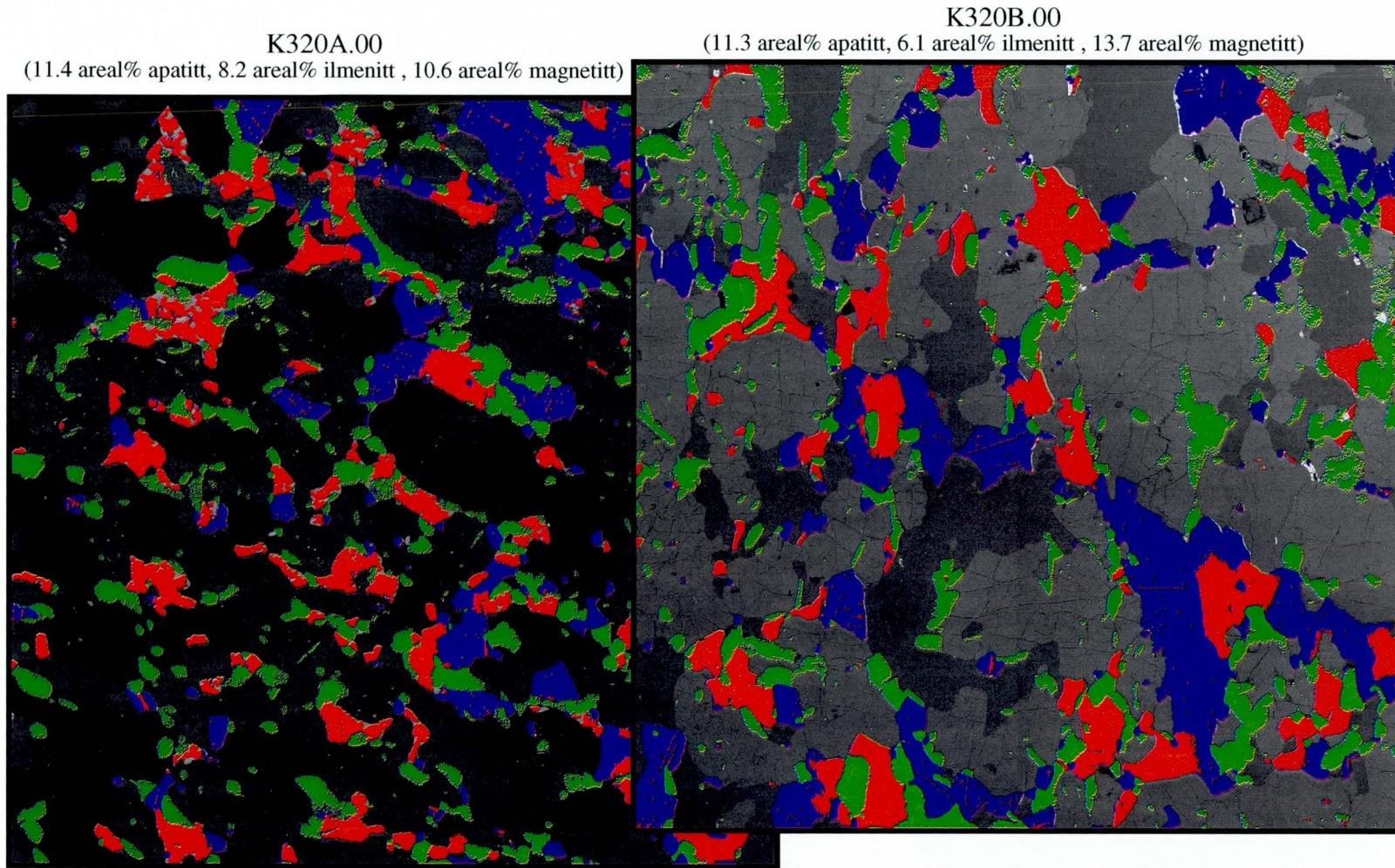
Vedlegg 3c: Oversiktsbilde (1) ved Vasshus tatt mot NV med området som er rikt på apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt i forgrunnen. Mikroskopi-bilde (2) viser oppreten av ilmenitt og magnetitt i tynnslip ved liten forstørrelse (reflektert lys), mens det andre mikroskopi-bildet (3) viser hvordan ilmenitten ser ut ved stor forstørrelse (reflektert lys). En svak omvanding av ilmenitt mot finkornete aggregater av rutil og hematitt forekommer langs sprekker i ilmenitten.

## Svalestad (Helleland)

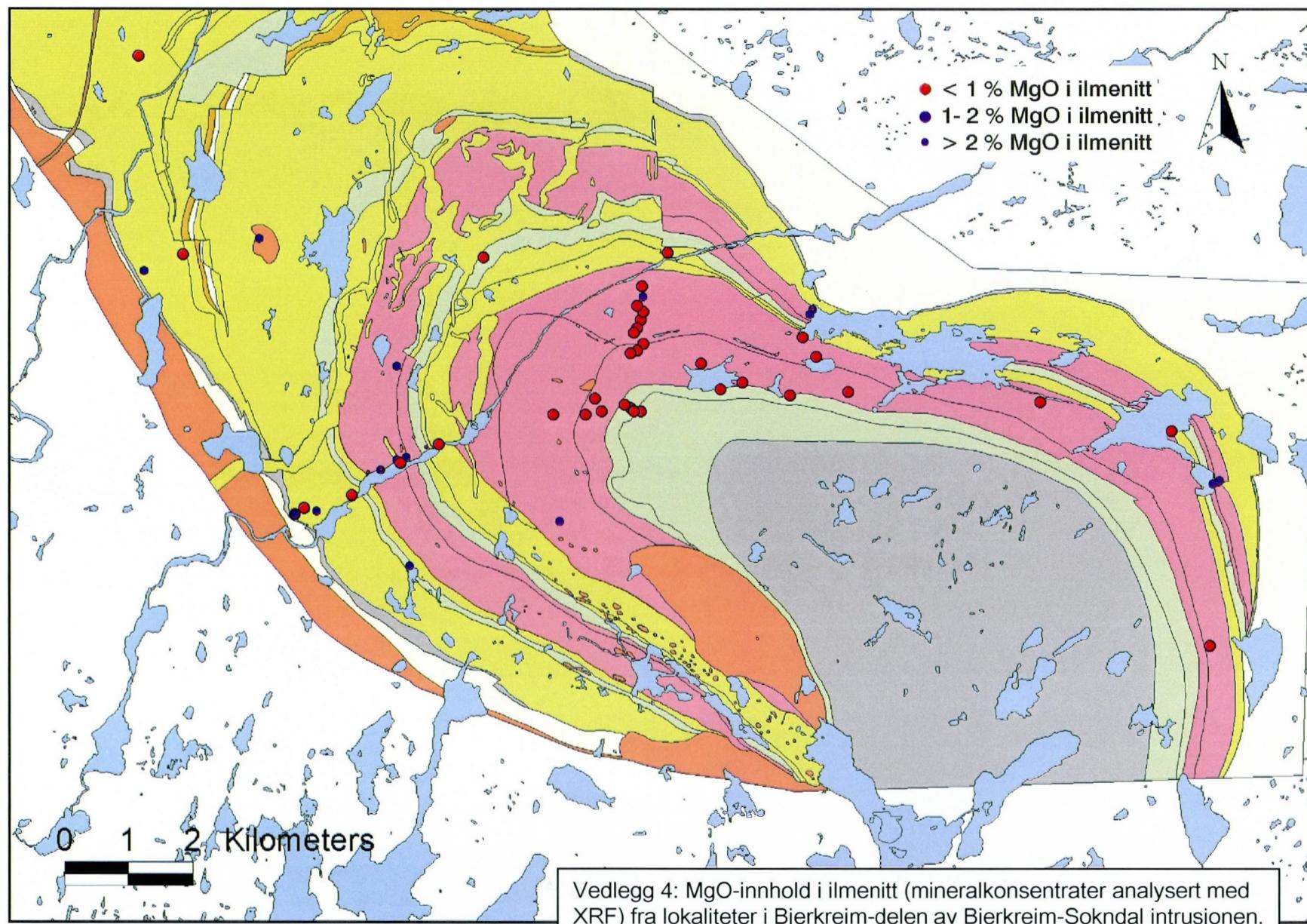


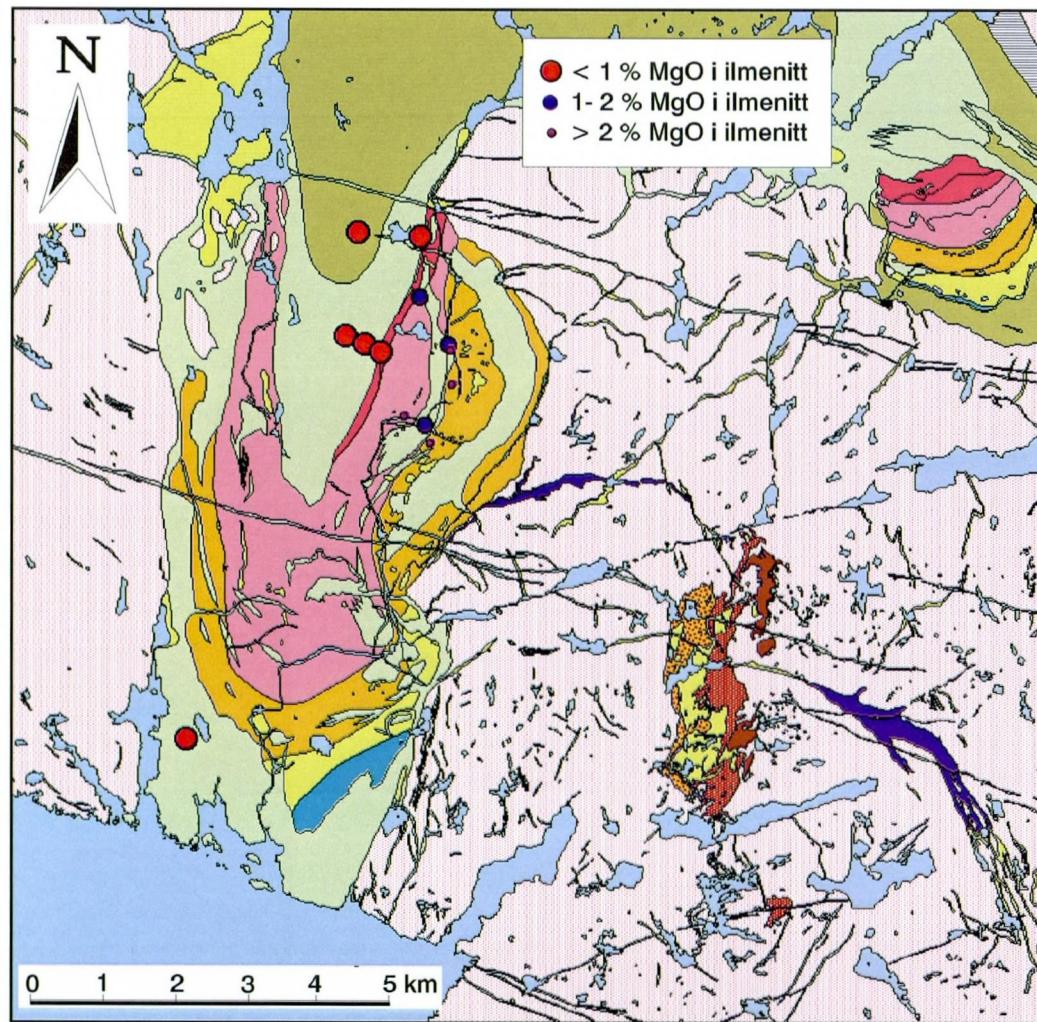
Vedlegg 3d: Oversiktsbilder av tre tynnslip fra Svalestad-veiskjæringene ved Helleland. Slipene med mye oksydminaler (sort; ilmenitt + magnetitt), d.v.s. slipene K320A.00 og K320B.00, er fra prøver av mørke lag i noritten (jfr. bilde (1) i Vedlegg 3b), mens slipene K320E.00 og K320G.00 er av lyse lag. Slipene K320A.00 og K320B.00 har vært gjenstand for SEM (skanning elektronmikroskop) elementkartlegging slik at innholdet av apatitt, ilmenitt og magnetitt er kjent (Tabell 1). Ilmenitt fra det samme området inneholder fra under 1% til ca. 1.7% MgO, mens magnetitten inneholder 0.4-1.2 V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Vedlegg 2). Den detaljerte sammenheng mellom mineralkjemi, bergartens samlede innhold av apatitt, ilmenitt og magnetitt, og nivå i lagserien, er imidlertid ikke nærmere undersøkt.

## Apatitt, ilmenitt og magnetitt i prøver fra Svalestad (Helleland)

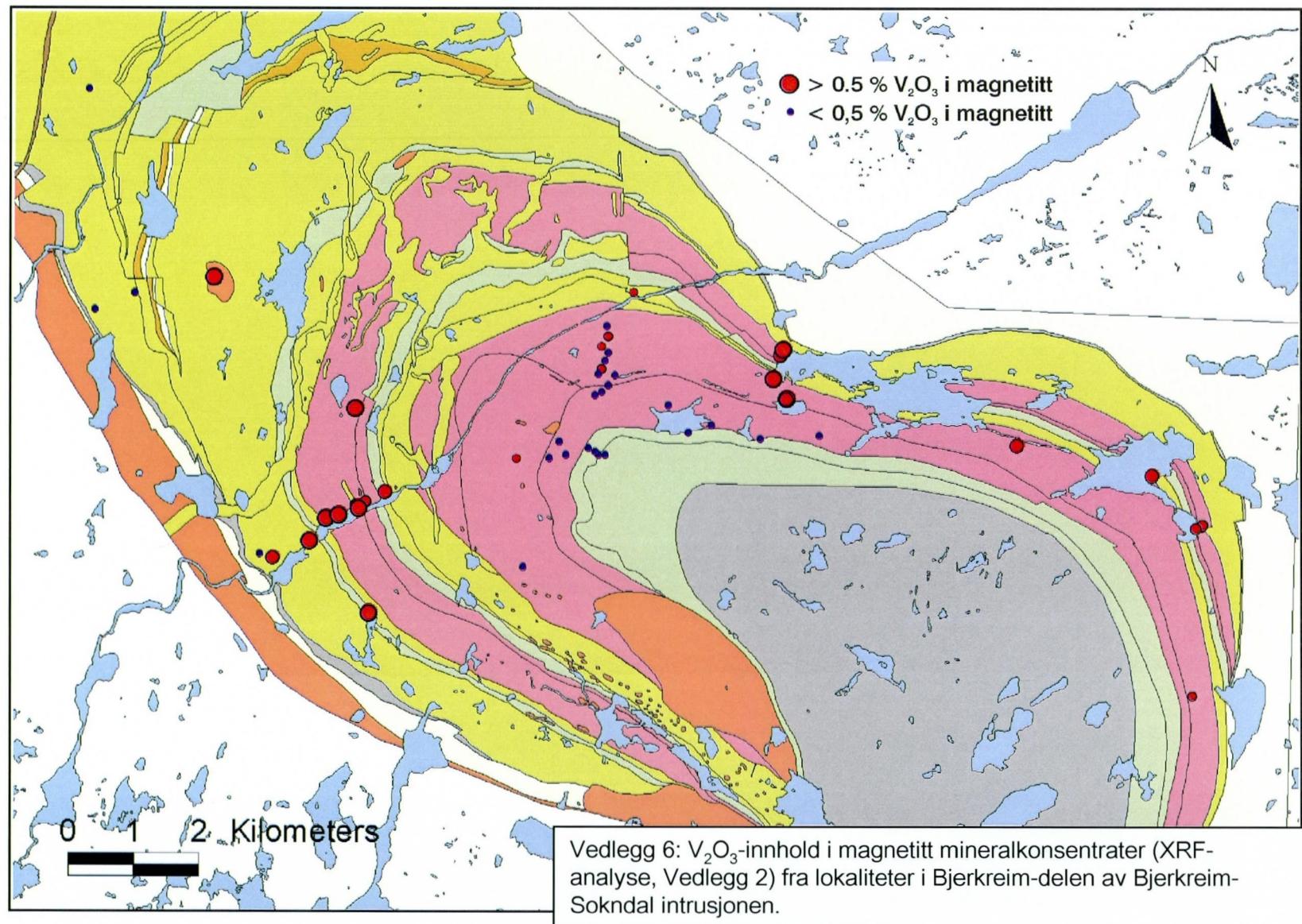


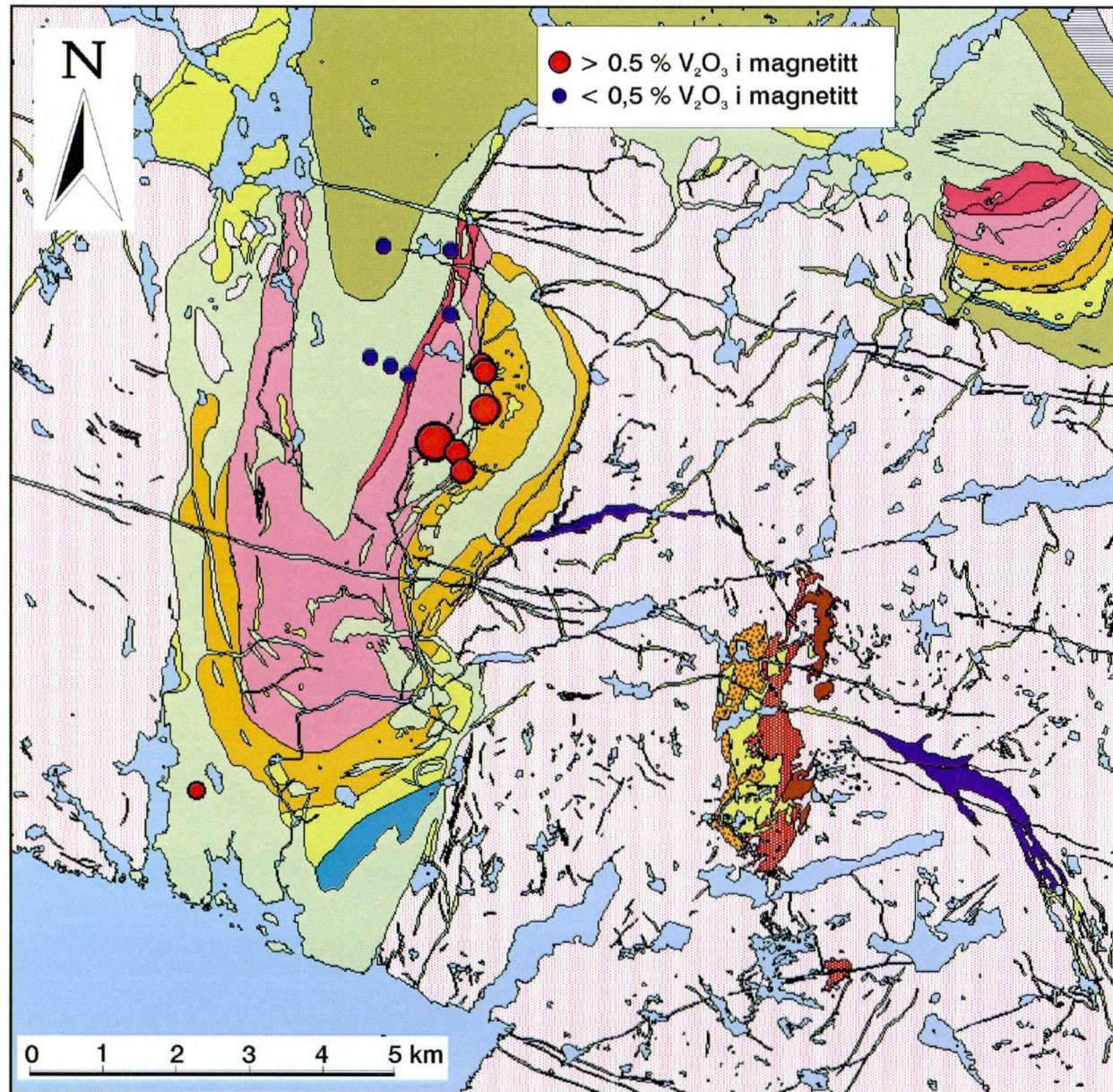
Vedlegg 3e: Eksempler på bilder som viser modalinnholdet (areal.% = vol.%) av apatitt (grønn), ilmenitt (rød) og magnetitt (blå) i prøver (tynnslip) fra Svalestadveiskjæringene ved Helleland. Bildene er laget på bakgrunn av SEM (skanning elektronmikroskop) elementkartlegging av slipene. Den grå bakgrunnen i bildene er laget på bakgrunn av SEM elektron "backscatter" bilde hvor de lyse mineralfaser har relativt sett høyere masse enn de mørke. Se førøvrig Tabell 1 for nærmere informasjon om disse og andre prøver som er behandlet på denne måten. Tilsvarende bilder er tilgjengelige (på forespørsel) for alle prøver i Tabell 1.





Vedlegg 5: MgO-innhold i  
ilmenitt mineralalkonsentrater  
(XRF-analyse, Vedlegg 2) fra  
lokalisiteter i Sokndal-delen av  
Bjerkreim-Sokndal intrusjonen





Vedlegg 7:  $\text{V}_2\text{O}_3$ -innhold i magnetittmineralkonsentrater fra lokaliteter i Sokndal-delen av Bjerkreim-Sokndal intrusjonen.