

NGU Rapport 2000.140

Geologiske undersøkelser innenfor
Rogalandsprogrammet - Statusrapport for 2000

Rapport nr.: 2000.140		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geologiske undersøkelser innenfor Rogalandsprogrammet - Statusrapport for 2000			
Forfatter: Marker, M., Bingen, B., Erichsen, E., Gautneb, H., Heldal, T., Ihlen, P.M., Korneliussen, A., Larsen, R.B., McEnroe, S.A., Meyer G.B., Sandstad, J.S., SørDAL, T., Tegner, C. & Wanvik, J.E.		Oppdragsgiver: Rogaland fylkeskommune/NGU	
Fylke: Rogaland		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000) Mandal, Stavanger, Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 35 Kartbilag: 0	Pris: kr. 145,-
Feltarbeid utført: 2000	Rapportdato: 19.12.2000	Prosjektnr.: 006711	Ansvarlig: <i>Perstein Nordgule</i>
Sammendrag:			
<p>I samarbeid med Rogaland fylkeskommune har NGU i 2000 utført geologiske undersøkelser i Rogaland, som første år i et 6-årig program. Undersøkelsene i 2000 har vært fokusert på det magmatiske Egersundfeltet i Sør-Rogaland, hvor det gjennom diverse prosjekt er hensikten å skaffe til veie moderne informasjon om berggrunnen og de geologiske ressursene. Flere av prosjektene bygger på forundersøkelser utført i 1999, eller på tidligere undersøkelser. Nord for Egersundfeltet ble det utført rekognosering som grunnlag for fremtidige undersøkelser her.</p> <p>Det har vært utført geologisk kartlegging i den sentrale og vestlige del av Egersundfeltet for sammenstillingen av et digitalt berggrunnskart over feltet. Kartleggingen til dette formål er nå stort sett fullført, og kartet vil bli ferdig sammenstilt i løpet av 2001.</p> <p>Magnetiske og petrologiske undersøkelser ble utført for å kartlegge og forstå de magmatiske prosessene som blant annet førte til dannelse av malmforekomster og anortositt for naturstein i Egersundfeltet.</p> <p>Av ressurser ble lav-Mg ilmenitt – V₂O₃-holdig magnetitt – apatitt mineraliseringer undersøkt i Bjerkreim-Sokndal intrusjonen i den østlige del av Egersundfeltet. Nord for feltet ble malm- og industrimineralforekomster undersøkt og registrert for de nasjonale databasene. Dertil ble det innsamlet prøver av kvartsitt fra sydvest-Rogaland for å undersøke potensialet for super-ren kvarts.</p> <p>Den regionale kartlegging av hvit anortositt for pukk i Egersundfeltet ble avsluttet i 2000. I tillegg ble forekomst av den attraktive labradoriserende anortositt for naturstein undersøkt.</p>			
Emneord: Rogaland	berggrunnsgeologi	Egersundfeltet	
anortositt	malm	industrimineral	
pukk	petrofysikk	kvarts	

INNHOLD

Innledning og oppsummering. <i>Mogens Marker</i>	4
---	---

1. REGIONAL BERGGRUNNSGEOLOGI OG GEOFYSIK

Sammenstilling av digitalt berggrunnskart over Egersundfeltet. <i>Mogens Marker, Gurli Meyer og Torbjørn Sørdal (prosjekt 284600)</i>	6
Petrologi af Rogaland anorthositprovins. <i>Christian Tegner (prosjekt 277800)</i>	9
Magnetic mineralogy, petrology and petrophysics (Magnetisk mineralogi, petrologi og petrofysik). <i>Suzanne A. McEnroe (prosjekt 279400)</i>	10
Geologisk rekognoscering indenfor gnejsområdene i Rogaland. <i>Mogens Marker og Bernard Bingen (prosjektforslag 900024 og 900025)</i>	14

2. MALM OG INDUSTRIMINERALER

Titanundersøkelser i Egersundfeltet. <i>Are Korneliussen (prosjekt 283800)</i>	18
Naturlig raffinering af kvarts og kvartsit i Rogaland-området. <i>Rune B. Larsen og Jan E. Wanvik (prosjekt 286100)</i>	22
Malmforekomster i Rogaland - Nasjonal malmdatabase. <i>Jan Sverre Sandstad og Peter M. Ihlen (prosjekt 270200)</i>	25
Industrimineralforekomster i Rogaland - Nasjonal industrimineraldatabase. <i>Håvard Gautneb (prosjekt 287600)</i>	29

3. BYGGERÅSTOFFER

Kartlegging av anortositt for pukk, industrimineraler og naturstein. <i>Mogens Marker, Rune B. Larsen og Eyolf Erichsen (prosjekt 283900)</i>	31
Naturstein i Rogaland. <i>Tom Heldal (prosjekt 282400)</i>	34

INNLEDNING OG OPPSUMMERING

Denne rapporten gir en status ved utgangen av år 2000 for de geologiske undersøkelsene innenfor Rogalandsprogrammet. Dette er et samarbeidsprogram mellom Rogaland fylkeskommune og NGU med formål å skaffe bedre kunnskap om de geologiske forholdene i fylket og dermed de geologiske ressursene. Etter et forprosjekt i 1999 ble det 6-årige samarbeidsprogrammet startet opp i 2000 med delfinansiering fra fylkeskommunen.

Programmet har det første året, i likhet med forundersøkelsene, vært fokusert på berggrunnsgeologi og geologiske ressurser i det magmatiske Egersundfeltet i sør-Rogaland. Dette har dels omfattet å gi mer pålitelig basisinformasjon, gjennom sammenstilling og digitalisering av et berggrunnsgeologisk kart over feltet og undersøkelse av bergartenes utvikling; dels å undersøke de geologiske ressursene og deres potensiale for fremtidig utnyttelse. I tillegg har det i 2000 vært utført befaringsmessige undersøkelser i Rogalands prekambriske gneis- og granittområder nord for Egersundfeltet, da den geologiske informasjon der er av eldre dato både med hensyn til geologisk utvikling og mineralressurser. Det er meningen ut fra disse å sette i gang prosjekt som har som hensikt å bringe kunnskapen om disse områdene opp på et moderne nivå.

I det følgende er aktivitet og foreløpige resultater fra arbeidet i 2000 for de enkelte prosjekt i Rogalandsprogrammet beskrevet. Da beskrivelsene i mange tilfelle også er ment som intern informasjon kan deler av innholdet være vanskelig tilgjengelig for ikke-geologer, som ikke er fortrolig med fagterminologien. Vi ber om overbærenhet for dette og for at ulike språk er anvendt i rapporten.

Et første utkast til et digitalt berggrunnskart over Egersundfeltet ble sammenstilt i starten av 2000 utfra det eksisterende kartmaterialet. Supplerende geologisk kartlegging ble utført i 2000. Kartlegging er nå i hovedsak gjennomført, og et ferdig sammenstilt digitalt kart vil bli utarbeidet i løpet av 2001. Kartet vil løpende ajourføres når nye opplysninger foreligger, og vil dessuten kunne danne basis for tematiske kart over de ulike geologiske ressursene.

To prosjekt behandler problemstillinger angående utviklingen av Egersundfeltets magmatiske bergarter. Et petrologisk prosjekt søker å forstå utviklingen ved dannelsen av de magmatiske massivene som oppbygger Egersundfeltet. Da utkrystalliseringsrekkefølge og mineralkjemi sammen med fysiske faktorer i magmakammeret har innvirkning på hvor økonomisk interessante forekomster vil opptre i det magmatiske kompleks, har prosjektet stor relevans for en vurdering av potensiale og mulig lokalisering for sådanne forekomster. For eksempel er økonomisk interessante apatitt-oksid mineraliseringer i Bjerkreim-Sokndal intrusjonen utfelt i nivåer hvor bestemte petrologiske betingelser i magmakammeret var tilstede, og det petrologiske prosjekt vil hjelpe med å peke ut hvor i intrusjonen betingelsene for malm dannelse er optimale. Der letes i øyeblikket etter områder i intrusjonen hvor apatitt, magnetitt og ilmenitt sameksisterer, da dette kunne være en viktig framtidig malmressurs. En magnetisk undersøkelse komplementerer det petrologiske prosjekt og søker f.eks. ut fra de petrofysiske egenskapene å kartlegge anortositt med labradoriserende egenskaper og dermed potensiale for naturstein. Egersundfeltet utviser fra flybårne undersøkelser et markant mønster av sterke negative og positive magnetiske anomalier, som følger magmatiske enheter og dermed fordelingen av bergarter og mineraliseringer i feltet. Under feltarbeidet i 2000 ble det innsamlet et større antall orienterte prøver av feltets forskjellige bergarter til måling av de petrofysiske egenskapene i laboratoriet. Disse vil sammen med magnetiske målinger langs utvalgte linjer i felt bli anvendt til å tolke det magnetiske mønster i detalj.

Fire prosjekt undersøkte i 2000 Rogalands malm- og industrimineralforekomster og deres eventuelle økonomiske potensiale. I selve Egersundfeltet har undersøkelsene vært konsentrert om økonomisk interessante mineraliseringer med kombinasjonen lav-Mg ilmenitt - V_2O_3 -holdig magnetitt - apatitt i den lagdelte Bjerkreim-Sokndal intrusjonen. Sådanne lagbundne mineraliseringer har stor utbredelse i intrusjonen. De er gjennomgående lavgehaltige, men rikere partier kan utskilles, som vil ha et betydelig økonomisk potensiale. Disse vil bli nærmere undersøkt for å bringe kunnskapen opp på et nivå, hvor industrien kan bli interessert. Første fase av en undersøkelse av malmforekomster i Rogaland fylke nord for Egersundfeltet ble utført som del av arbeidet med den nasjonale malmdatabasen. Flere malmgeologiske provinser kunne defineres, som må utforskes nærmere i samarbeid med berggrunnsgeologiske undersøkelser for å bedømme det geologiske dannelsesmiljø og dermed potensialet. Saudaområdet domineres av sink-mineraliseringer knyttet til vulkanske bergarter, mens nikkeltkobber-apatitt forekomster finnes i Høgsfjord-området. Ikke minst de siste er interessante, da apatitt-forekomster med den rette kjemiske sammensetting (klor-fattig) vil ha et betydelig økonomisk potensiale. Apatitt-forekomstene i Høgsfjord-området er videre interessante ved tilsynelatende å være knyttet til ikke tidligere undersøkt alkalisk magmatisme med ytterligere ressursmuligheter. Tilsvarende ble Rogalands industrimineralforekomster registrert for den nasjonale industrimineraldatabasen, et arbeide som nu anses for avsluttet. I tillegg ble det innsamlet prøver av kvartsitt i sør-Rogaland som en første undersøkelsesfase for mulig forekomst av super-ren kvarts; et interessant industrimineral av høy verdi. Forutsetningen for å oppnå kvarts av super-ren kvalitet er at uønskede urenheter må være fjernet ved oppløsning og gjenutfelling. De geologiske prosessene i naturen kan hjelpe med denne raffinering hvis temperaturen har vært særlig høy under deformasjonen, og det har nettopp vært tilfellet for kvartsittene i sør-Rogaland. Prøvene vil bli analysert i første del av 2001. Arbeidet viste samtidig at kvartsittene i sør-Rogaland er dårlig kartlagt. En undersøkelse med kartlegging av de kvartsitt-førene metasedimenter er planlagt med oppstart i 2001.

Forekomst av byggeråstoffer i Egersundfeltets anortositter ble undersøkt i to prosjekt. Den regionale kartleggingen av den økonomisk interessante hvite anortositt for pukk, som startet i 1999, ble avsluttet i 2000. Arbeidet i 2000 økte de påviste forekomstene betraktelig. Spesielt interessant er Ledre-Mong området, som er det største felt av omdannet hvitlig anortositt i kystsonen med et betydelig utnyttelsespotensiale. Ytterligere prøver ble innsamlet her for å få bedre kjennskap om den tekniske kvalitet for pukk. I tillegg ble det utført undersøkelser av forekomsten av anortositt med fargespill (labradorisering), som er den mest eksklusive naturstein som produseres i Norge. Undersøkelsene omfattede dels oppfølgende kartlegging av forekomster i det kjente område i Hå kommune, dels prøvetaking og kartlegging av andre typer anortositter i utvalgte dele af Egersundfeltet.

Materialet fra sommerens feltarbeid og prøveinnsamling er nå under analyse og bearbeiding. Resultatene, eller delresultatene vil bli rapportert i løpet av 2001.



Mogens Marker
Prosjektkoordinator
for Rogaland fylke

SAMMENSTILLING AV DIGITALT BERGGRUNNSKART OVER EGERSUNDFELTET

Mogens Marker, Gurli B. Meyer og Torbjørn Sjørdal (Prosjekt 284600)

Dette prosjekt ble startet i 1999 med det formål at samle og sammenstille den geologiske kortlægningsinformasjon for Egersundfeltet og udarbejde et digitalt berggrunnskart over dette. Meningen er, at dette kort skal give en opdateret geologisk basis for at forstå og utvikle de mange viktige økonomisk ressourcer feltet inneholder, som for eksempel Ti-mineraliseringer (ilmenit), pukk, industrimineraler og naturstein. I løpet av våren 2000 ble et første utkast til kortet digitalisert, som hovedsakelig var basert på den seneste og bedst kortlagte østlige del av Egersundfeltet, mens den vestlige del var basert på den oversigtsmessige informasjon fra de eksisterende berggrunnskart fra NGU's 250.000 serie. En vurdering av det foreliggende kortmateriale for denne vestlige del viste, at det ville være nødvendig med en supplerende geologisk kortlægning for å forstå og utbygge det eksisterende kortmateriale (hovedsakelig utført av belgiske forskere) og få det tilpasset den bedre kortlagte østlige del. Denne første fase i sammenstillingen avsløre samtidig mangler i kortlægningen, også i øst, som måtte utfylles for å kunne etablere korrelasjoner mellom forskjellige geologiske enheder på kortet.

Egersundfeltet er oppbygget av fire større enheder av ca. 930 millioner år gamle intrusive magmatiske bjergarter (Fig. 1). Åna-Sira anorthosit-massivet i sydøst grenser mot nord opp til den lagdelte Bjerkreim-Sokndal intrusion, som intruderer anorthositen. I vest finnes det store Egersund-Ogna anorthosit-massiv, som grenser til Håland-Helleren anorthosit-massivet i sydøst. Håland-delen av dette massiv er adskilt fra Egersund-Ogna massiv av en tynd lamell av båndede gnejser, mens Helleren-delen intruderer begge. Kortlægningen i 2000 foregikk dels i området øst for Egersund for å utrede grenseforholdene mellom massivene og undersøke deres interne oppbygning, samt forholdene mellom Bjerkreim-Sokndal intrusionen, Helleren anorthositen og Eia-Rekefjord monzonoriten. Sidstnevnte strækker seg fra Eia i nord til Rekefjord i syd, hvor den brydes til pukk og naturstein. En annen del av kortlægningen ble foretatt i den vestlige del av Egersundfeltet, hvor den interne oppbygning av Egersund-Ogna anorthosit-massivet og dets kontaktforhold til de omgivende gnejser ble undersøkt. Undersøkelserne ble til dels utført i tilknytning til ressourcekortlægningen innenfor Egersundfeltets anorthositer (prosjekt 283900).

Kortlægningen viste, at de eksisterende geologiske kort fra Egersund-Ogna og Håland-Helleren anorthosit-massivene er ret så skematiske og vanskelige direkte å omsette til et egentlig geologisk kort. Sommerens kortlægning satset derfor på å få traversert så meget som mulig av området for ved å indbygge opplysningene fra de eksisterende kort å kunne sammenstille et mere korrekt og detaljert geologisk kort. Dertil ble områder, som den første sammenstilling viste var geologisk problematiske, kortlagt i større detalje.

Hovedparten av kortlægningen for 2000 ble gjennomført som planlagt, og resultatene er nå under bearbejdelse. Det der gjenstår er en mindre kortlægning i den sydøstlige del av Bjerkreim-Sokndal intrusionen for å færdiggjøre undersøkelserne av forholdene mellom de forskjellige intrusioner. Denne planlægges utført i 2001. Bortsett fra dette ventes en første versjon av et nytt berggrunnsgeologisk kort over hele Egersundfeltet å være sammenstillet færdig og digitalisert før sommeren 2001. Det er iøvrigt planen, at dette kort i fremtiden løbende skal kunne oppdateres, når nye opplysninger fremkommer fra andre aktiviteter i området.

Kortet skal i fremtiden danne basis for tematiske kort over Egersundfeltets geologiske ressurser. Figur 2 viser som eksempel et udsnit af det digitaliserede berggrunnskart for at vise design og information. Tegnforklaringen til udsnittet er foreløbig og delvis med forkortede bjergartsnavne. Det færdige kort vil have en lettere forståelig tegnforklaring.

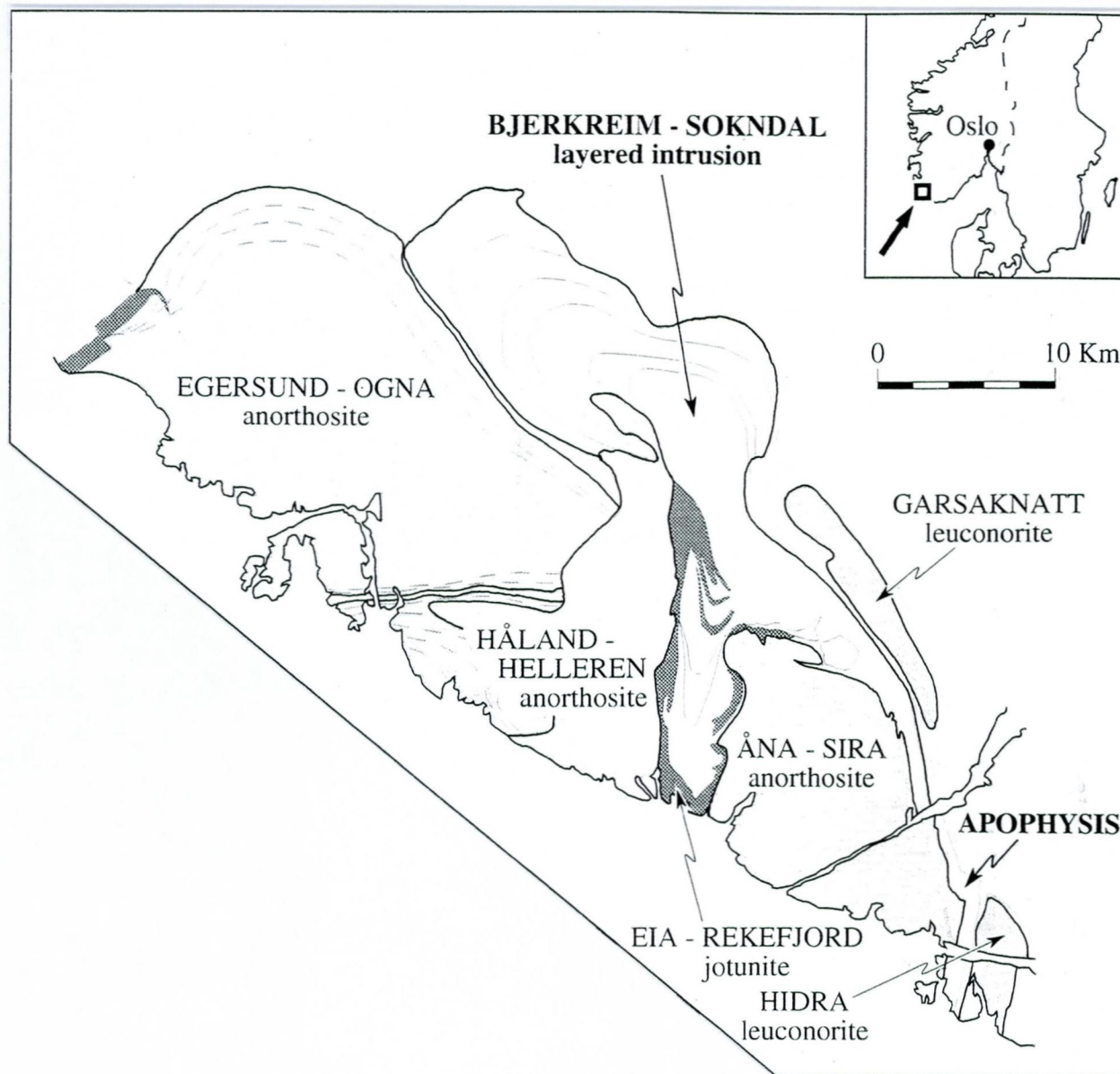
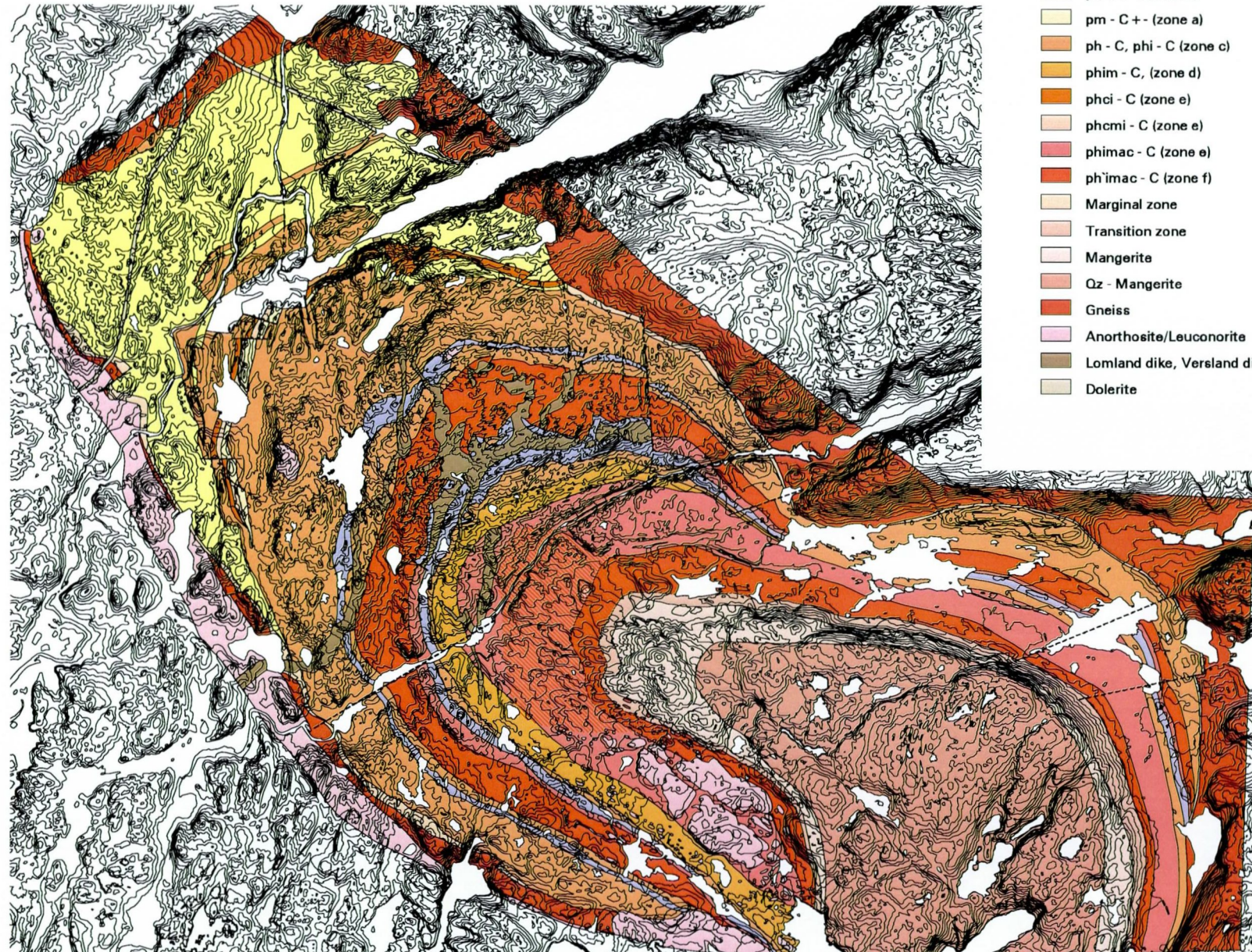


Fig. 1: Geologisk oversigtskort over Egersundfeltet (fra Bolle et al., 2000, Journal of Structural Geology 22, side 648).

Utsnitt av BJERKREIM - SOKNDALINTRUSJONEN.

Eksempel på digitalisert berggrunnskart.



TEGNFORKLARING

- pi - C, pih - C, pimo - C, (zone a + b)
- p - C +- i (zone a)
- pm - C +- (zone a)
- ph - C, phi - C (zone c)
- phim - C, (zone d)
- phci - C (zone e)
- phcmi - C (zone e)
- phimac - C (zone e)
- ph'imac - C (zone f)
- Marginal zone
- Transition zone
- Mangerite
- Qz - Mangerite
- Gneiss
- Anorthosite/Leuconorite
- Lomland dike, Versland dike
- Dolerite

Fig. 2.

PETROLOGI AF ROGALAND ANORTHOSITPROVINS

Christian Tegner (prosjekt 277800)

Projektdeltagere: Dr. Christian Tegner (NGU); Dr. Gurli B. Meyer (NGU); Tom Heldal (NGU); Prof. Peter Robinson (NGU); Prof. Brian Robins (Universitetet i Bergen); Henrik Schiellerup (doktorgradstipendiat, NTNU, Trondheim).

Problemstilling

At belyse dannelsen af anorthosit, titanmalm, og andre intrusive bjergarter i anorthositprovinsen. Projektet fokuserer på: (1) kortlægning af labradoriserence anorthosit i Oгна området; (2) petrologi af potentiel apatit-oxid malm i Bjerkreim-Sokndal intrusionen; og (3) petrologisk grundforskning. Dette projekt overlapper og er integreret med 'Naturstein' (T. Heldal) og 'Titanmalm' (A. Korneliussen).

Aktivitet og resultater i 2000

I uge 29 blev mindre dele af Egersund-Oгна anorthositintrusionen (Oгна-Hellvik området) kortlagt med henblik på forekomst af labradoriserende anorthosit. De foreløbige resultater viser et stort potentiale for forekomster udover den på Sørskog. I samme periode indsamledes prøver i Terland området af Bjerkreim-Sokndal intrusionen (potentiel apatit-oxid malm), samt prøver til petrologisk forskning. I efteråret er der gennemført mikroskopering og de første mineralanalyser af hovedelementer og Fe^{2+}/Fe^{3+} . De sidstnævnte analyser er gennemført med nyudviklet teknik ved Brookhaven National Laboratory, New York.

Planer og perspektiver for 2001

I 2001 vil vi videreføre kortlægning af Egersund-Oгна anorthositintrusionen for naturstenspotentiale. Desuden vil vi videreføre petrologisk og geokemisk analyse. Der genstår et stort analytisk arbejde som vil inkludere mineral karakterisering af sporelementer med ICP-MS instrumentet ved NGU. Vores kollegaer i USA har 1 Dec. sendt ansøgning til det amerikanske forskningsråd om støtte til at fortsætte studiet af Fe^{2+}/Fe^{3+} i bjergarterne fra Rogaland. Dette studie har derfor stor international bevågenhed. Sammen med resultater fra ICP-MS og mikrosondeanalyser vil vi have et moderne dataset der, alt andet lige, er den bedst tænkelige baggrund for at udvikle en model for dannelsen af bl.a. ilmenit mineraliseringer i anorthositprovinsen. Vi vil bidrage med disse resultater ved internationalt GEODE møde planlagt i Rogaland i sommeren. Det forventes at projektet kan afsluttes i 2002.

MAGNETIC MINERALOGY, PETROLOGY AND PETROPHYSICS (MAGNETISK MINERALOGI, PETROLOGI OG PETROFYSIK)

Suzanne A. McEnroe (prosjekt 279400)

Participants: Professor Peter Robinson, NGU and University of Massachusetts, USA; Professor Laurie L. Brown, University of Massachusetts, USA and Dr. Suzanne A. McEnroe (NGU)

Summary

The Rogaland region has the potential to become one of the classical areas for a combined geological and geophysical (aeromagnetic) interpretation. The striking change from strong negative magnetic anomalies to large positive magnetic anomalies (FIG 1) follows a magmatic crystallization trend from early crystallization of hematite-rich ilmenite to later crystallization of magnetite as mapped by an early fixed wing aeromagnetic survey over the Bjerkreim-Sokndal layered intrusion. The related anorthosites mostly show remanent magnetic anomalies. For accurate interpretation of aeromagnetic anomalies, especially for those that have economic consequences, i.e., geophysical exploration of mineral resources and natural stone deposits, and for basic research purposes, a collection of oriented rock samples was taken from the Bjerkreim-Sokndal Intrusion, and the Egersund-Ogna, Garsaknatt and Hellenen anorthosites for rock and paleomagnetic studies. In addition, this region will also be one of the areas NGU will focus on for Earth analog samples that we shall use in our participation in the Mar 2003 Lander Project by studying in detail the magnetic mineralogy, rock-magnetic response, chemistry and petrography of samples from the Rogaland region. Using samples from Rogaland we will aid in laying the foundation for magnetic mineralogical and magnetic anomaly interpretation of Mars. Details of our activities are given below..

Part A: Paleomagnetic Results and Magnetic Mineralogy

Over 387 oriented specimens were collected for paleomagnetic and magnetic analysis in the Rogaland Igneous Complex, as well as in the Garsaknatt and Hellenen intrusions. All samples will be analyzed in detail pending further funding for magnetic interpretation studies in 2001.

Subsets of samples from the Egersund-Ogna anorthosite body were analyzed in detail during the fall 2000. The anorthosite, with published U-Pb ages of 930 Ma, is part of a larger complex of massif-type anorthosites and the Bjerkreim-Sokndal layered intrusion. Thirteen paleomagnetic sites were collected in this body, representing various parts of the body. Average susceptibilities range from 0.03 to 2.24×10^{-3} SI and NRM intensities range from 0.004 to 1.54 A/m. Corresponding Q values range from 3 to 148 with a mean value of 36, indicating remanent-controlled magnetic anomalies over the Egersund-Ogna. Remanent directions from all samples are characterized by steep negative inclinations with southwest to northeast variable declinations. Thermal demagnetization reveals square shouldered demagnetization curves, with little or no loss of intensity until 550 or 575° C. Alternating field demagnetization produces a wide range of demagnetization behaviors with mean destructive fields varying from less than 5 mT to greater than 80 mT. There is little evidence of overprinting or secondary components, and all information points to a remanence gained during initial cooling of the anorthosite. Mean directional data for the 13 sites are $I = -81.7^\circ$

and $D = 326.8^\circ$, $a_{95} = 6.0$. Assuming this mean direction represents normal polarity, paleolatitude for southern Fennoscandia at this time is 70°S . The magnetic pole calculated for Egersund-Ogna is at -44° latitude and 198° longitude. This work supports reconstructions that place Baltica in high (southern) latitude at approximately 900 Ma.

Further rock-magnetic analyses will concentrate on the correlation of the magnetic properties with the magnetic response of the Egersund-Ogna anorthosite in relation to aeromagnetic anomaly interpretation. We will examine whether there is a relationship between iridescence in the feldspars and Q values, if so this could help aid in exploration for natural stone deposits. We will also examine if there is a relationship between the altered anorthosite and NRM and Q-values. Is there a systematic change in magnetic properties that could be correlated with the alteration?

Part B: Ground Magnetic Surveys

Ground Magnetic Profiles over Bjerkreim-Sokndal Intrusion

McEnroe et al. (in review) made a comparison of the regional aeromagnetic map over the Bjerkreim-Sokndal Intrusion and the detailed geologic map (Wilson, Robins and Nielsen, unpublished) showing the Megacycllic Units. The magnetic map shows a continuous negative aeromagnetic anomaly extending from the lower part of MCU III near the northern hinge of the intrusion along the northeastern fold limb to rocks mapped as the lower part of MCU IV at Heskestad. The aeromagnetic map also shows an isolated negative anomaly centered over the lower part of MCU IV near the northern hinge.

The question to be answered is whether the geologic mapping is incorrect, or whether there is a problem with the regional aeromagnetic map. Careful examination of the arrangement of flight lines and contouring of the aeromagnetic data suggests that there is room for a reinterpretation in which there would be a continuous negative anomaly over the lower part of MCU IV all the way from the northern hinge to Heskestad and a separate negative anomaly over the lower part of MCU III from the northern hinge part way along the northeast limb.

To test these interpretations ground magnetic measurements were made with a hand-held nuclear-precession total field magnetometer during July 2000. Several long ground magnetic lines as well as several shorter ones were run by Peter Robinson, assisted by Alexandra McEnroe along roads or in open fields along the northeast limb of the intrusion as follows:

Long line - Slettebø - Øygrei: This covers part of MCU II, all of MCU III, and the lower part of MCU IV.

Long line - Øyna - Orrestad: This runs from the strong magnetic low in the lower part of MCU IV into the strong magnetic high in the top of MCU IV.

Short line - Hestad: This runs from the magnetic high in the top of MCU IV into the overlying mangerites.

Short line - Mysing: This runs across only mangerites giving a close picture of their local magnetic intensity.

Long line - Teksevatnet: This long line with accessory short lines runs from the upper part of MCU II northeast of Teksevatnet all the way across MCU III and almost all the way across MCU IV to Route E18 southeast of Teksevatnet. This line is particularly effective in showing the magnetic response of the magmatic first appearance of magnetite in MCU III as shown to us on the ground by Brian Robins. It also definitively shows that there are three negative magnetic anomalies, in MCU II, in MCU III, and in MCU IV where the regional aeromagnetic map shows only two because of skimpy data and perverse contouring.

On the basis of these lines, the general geologic mapping of the MCU Units is confirmed, but these results also confirm the presence of a major negative magnetic anomaly in Unit MCU IV involving rocks magnetically dominated by ilmenite that have received scant attention in the geologic mapping.

Extreme Magnetic Low at Heskestad

In addition to the above, a variety of magnetic lines were run in the area of the extreme negative anomaly shown at Heskestad both by the regional aeromagnetic anomaly and by the helicopter aeromagnetic survey. The magnetic measurements were hampered by the extreme range of magnetic variations, certainly caused by local differences in properties of different steeply dipping layers, and the need for frequent range adjustments on the instrument that gave some problems with reproducibility. Problems included proximity to the electrified railroad on the Oslo-Egersund main line. Nevertheless a record of great magnetic extremes was recorded which reinforces and extends the extreme range found by the helicopter survey. In this location the predicted magnetic field is about 50,000 nanoTeslas. In a magnetic high northwest of Heskestad this rises to about 54,000, whereas in the Heskestad low local measurements were made as low as 22,000 nanoteslas. Put another way, the reversed remanence contained in these rocks is so intense that it subtracts away 56% of the intensity of the local earth's magnetic field.

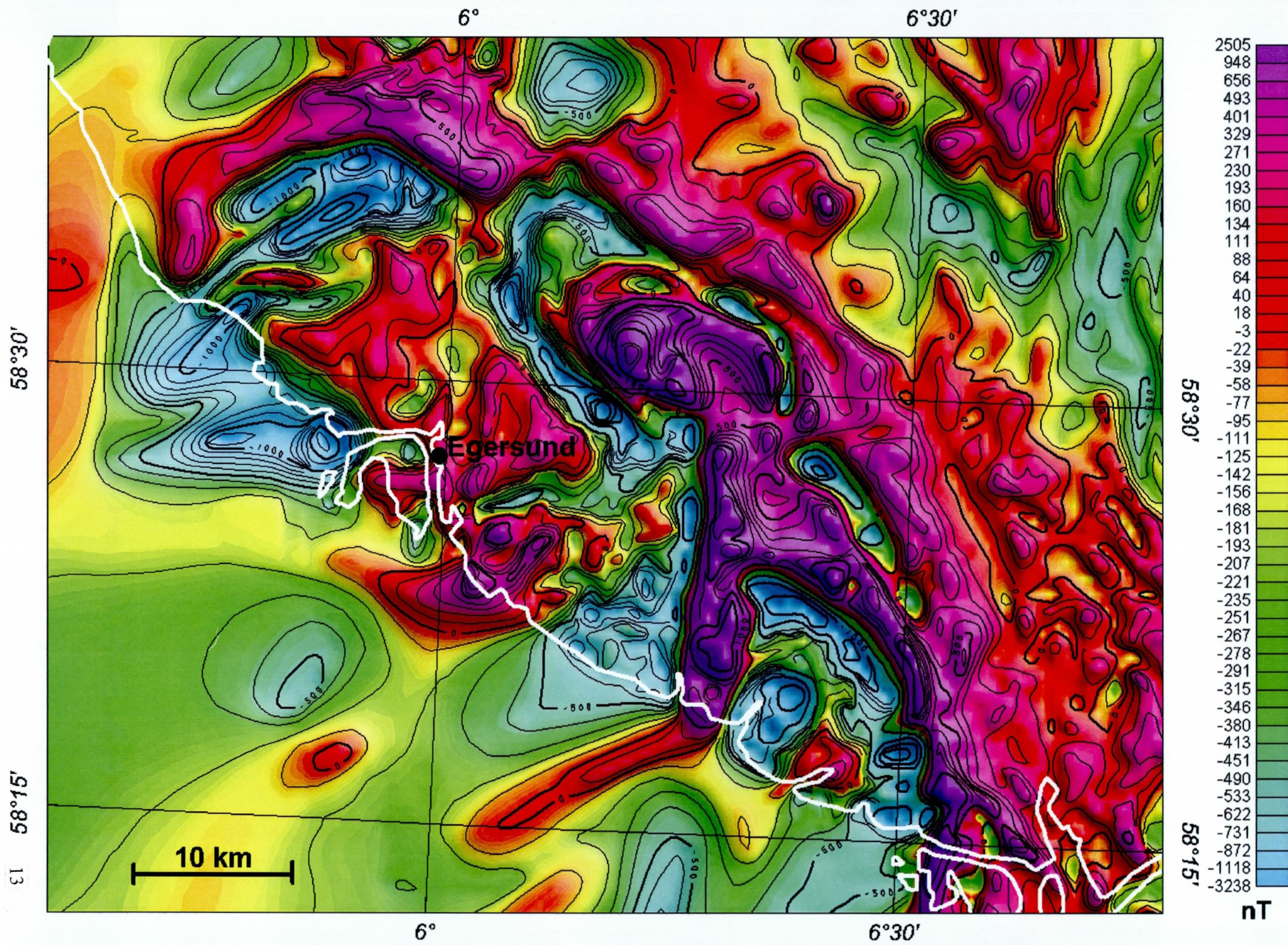
Magnetic Anomalies over nearly Pure Ilmenite at Svånes in the Håland Anorthosite

A short magnetic profile was made to test the magnetic effect of nearly pure ilmenite layers in an old prospect within the magnetically high part of the Håland anorthosite. The anorthosite itself in this area yields an intensity of 50-51,000 nanoTeslas, but local anomalies as low as 45,000 nanoTeslas were obtained over the ilmenite layers, produced by their fairly strong reversed remanence. Note that these negative anomalies were far weaker than the anomalies at Heskestad over rocks much poorer in total oxide content, but with the oxides in very different sizes and mineralogical arrangements.

References

McEnroe, S. A., Robinson, Peter and Panish, P. T., Aeromagnetic anomalies magnetic petrology and rock-magnetism of hemo-ilmenite and magnetite-rich cumulates from the Sokndal Region South Rogaland Norway. *in review*, American Mineralogist.

Figure 1 (side 13): Aeromagnetic anomaly map of the Rogaland region in southwestern Norway. The magnetic total field was reduced to anomaly values by subtracting the International Geomagnetic Reference Field from the total field (1965). Color shaded: pink magnetic high, blue magnetic low.



GEOLOGISK REKOGNOSERING INDENFOR GNEJSOMRÅDERNE I ROGALAND

Mogens Marker og Bernard Bingen (prosjektforslag 900024 og 900025)

I forbindelse med Rogaland-programmet blev der i 2000 gennemført en 10-dages geologisk rekognoscering i Rogalands prækambriske (svekonorvegiske; alder 1500-800 millioner år?) gnejs- og granitområder nord for Egersundfeltet. Denne blev udført i samarbejde med malmgeologiske undersøgelser i de samme områder (projekt 270200). Baggrunden var at både geologiske og ressourcemæssige undersøgelser i Rogalands gnejsområder efterhånden er af ældre dato (mest fra 50-årene til starten af 70-årene eller ældre), og at de geologiske undersøgelsesmetoder og idéer siden da har gennemgået en rivende udvikling. Således er stort set alle undersøgelser i Rogaland udført før det moderne pladetektonik-koncept blev udviklet i starten af 70-årene, hvor det blev muligt at definere de 'settings' i de geologiske stormiljøer, hvori forskellige bjergartsgrupper blev dannet og deformeret. Også malme og andre ressourcer er knyttet til bestemte 'settings' i de geologiske stormiljøer. En undersøgelse af bjergarterne, og dermed bestemmelse af den pladetektonisk 'setting' i hvilken de blev dannet og udviklet, er derfor fundamental, da den giver en indikation på hvilke typer af økonomiske forekomster, der kan være et potentiale for. Da de geologiske svar man får fra bjergarterne afhænger af de spørgsmål man til given tid stiller dem, er den ældre information i regelen for ufuldstændig til, at man ud fra denne alene kan udlede den pladetektoniske udvikling. Dette gælder ikke mindst for gnejsområderne i Rogaland, der ofte er kortlagt oversigtsmæssigt til NGU's berggrunnskart-serie i målestok 250.000, og hvor undersøgelserne i mindre grad har fokuseret på at forstå den geologiske udvikling. Samtidig findes der omtrent ingen pålidelige aldersbestemmelser fra Rogalands gnejsområder som kan tidsfæste processerne. Derfor må nye undersøgelser til for at vurdere den geologiske udvikling og dermed ressourspotentialet.

Nord-Rogalands prækambriske berggrunn – magmatisk kompleks

Rekognosceringen i det nordlige Rogaland blev foretaget i Sand-Sauda-Røldal-området (Fig. 1) langs flere profiler på tværs af den generelle NV-SØ strygning af de geologiske enheder på NGU's berggrunnsgeologiske kart Sauda 1:250.000. Ifølge dette kort består området af ældre migmatitiske gnejser (antaget ca. 1500 millioner år gamle) og tre senere bæltter med suprakrustale bjergarter (vulkanske bjergarter og sedimentter), der intruderer af voluminøse, udeformerede porfyriske graniter. Generelt set var det vanskeligt at forstå bergartsinddelingen på Sauda-kortet, og det blev klart, at moderne undersøgelser er påtrængende for at forstå den geologiske udvikling. Den foreløbige undersøgelse viste, at det vestligste suprakrustalbælte (Suldal-Åkrafjord bæltet) domineres af intermediære til sure vulkaniter med indslag af subvulkanske og plutoniske dybbjergarter. Vulkaniterne indeholder blandt andet zinkforekomsterne ved Sauda (se projekt 270200). Bjergarterne er delvis porfyriske og viser varierende, men ofte stærk deformation af forskellig type. Det store område med angivne ældre migmatitiske gnejser, der optræder især vest for Suldal-Åkrafjord bæltet, viste sig at være opbygget af tilsvarende bjergarter som i suprakrustalbæltet, dog med et større indslag af ofte porfyriske dybbjergarter. Også her er bjergarterne deformeret i forskellig grad, men de er ikke migmatitiske (delvis opsmeltet i forbindelse med deformation) som tidligere antaget. Den foreløbige konklusion er derfor at begge enheder tilhører samme magmatisk kompleks, som antagelig er dannet ved pladetektonisk subduktion, der medførte opsmeltning af jordskorpen og dannelse af et magmatisk "arc" kompleks.

Den nordlige del af det mellemste suprakrustalbælte i nord-Rogaland (Grjotdokki-Nesflaten bæltet) blev også besøgt under rekognosceringen. Dette er opbygget af andre typer bjergarter end i det vestlige suprakrustalbælte. I den vestlige del dominerer en 1-2 km mægtig enhed af deformerede finkornede amfiboliter (oprindelig basaltiske vulkaniter), der synes at fortsætte nordover langs vestsiden af Røldalsvatnet (afsat som granit på Sauda-kortet). Denne grænser i øst op til en mægtig enhed af ensartet grå biotitgnejs med talrige decimeter-meter brede bånd af amfibolit (varierende tæthed), som giver enheden en iøjefaldende planar bånding. Østligst findes en enhed af diffust båndede glimmergnejs af mulig sedimentær oprindelse.

Hele det rekognoscerede prækambriske berggrunnsområde i nord-Rogaland er gennemsat af en hidtil upåagtet sværm af basaltiske doleritgange, der overalt er deformerede og omdannede i større eller mindre grad. Da gangene deltager i svekonorvegisk deformation (ca. 1100-1000 millioner år gammel?) må de være af præ- eller tidlig svekonorvegisk alder. I områder med svag deformation er gangene klart gennemskærende, selvom den oprindelige mineralogi ikke er bevaret, mens de i stærkt deformerede områder bliver parallelle med bjergartsstrukturen. I nogle tilfælde kunne det observeres, hvordan gangene med stigende deformation gradvis blev orienteret ind så de blev parallelle med bjergarternes strukturer. Dermed er der en enestående mulighed for at bruge gangene som markører for deformation i området, som sket i klassiske beskrivelser andre steder fra. Således kunne det observeres, hvordan gangene progressivt blev parallelliserede mod en shearzone med lateral bevægelse mod Suldal-Åkrafjord bæltet i den østlige del af Hylsfjorden, mens de blev parallelliserede mod en overkydningszone syd for Sand (se Fig. 2). Det er muligt, at også amfibolitlagene i den båndede biotitgnejs i Grjotdokki-Nesflaten bæltet repræsenterer deformerede doleritgange.

Videre arbejde

Under rekognosceringen i den nordlige del af Rogaland blev der indsamlet et antal prøver til kemisk analyse og aldersbestemmelse for at få en første indikation for den pladetektoniske 'setting' de magmatiske bjergarter opstod i, og for magmatismens alder. Det er planen ud fra disse indikationer at undersøge området nærmere de kommende tre år og integrere disse med ressourcmæssige undersøgelser og vurderinger. Der udfærdiget et projektforslag (900024) med titlen: "Geologisk udvikling og geodynamisk setting for en svekonorvegisk magmatic arc i N. Rogaland" (prosjektleder: Mogens Marker) til gennemførelse af disse.

Syd-Rogalands prækambriske berggrunn – metasedimenter og båndede gnejser

Anden del af rekognosceringen i Rogaland blev foretaget i Oltedal-Frafjord-Hunnedalen-området (Fig. 1) i et Ø-V gående snit gennem NGU's berggrunnsgeologiske kart Mandal og Stavanger 1:250.000. Den prækambriske (svekonorvegiske) berggrunn i den sydlige del af Rogaland er af en helt anden beskaffenhed end i nord-Rogaland og består for en stor del af stærkt deformerede, ofte båndede gnejser med en væsentlig indslag af omdannede sedimenter (metasedimenter). Disse veksler lagvis med gnejser, som antages at repræcentere diverse typer af stærkt omdannede plutoniske dybbjergarter. De båndede gnejser indeholder mange steder tynde bånd af amfibolit hvis oprindelse er ukendt.

Rekognosceringen viste, at omdannede sedimenter i det sydlige Rogaland må have en større udbredelse end vist på de berggrunnsgeologiske kart, idet en del gnejser repræsenterer delvis opsmeltede sedimenter med rester af metasedimenter og egentlig må regnes med til disse. De ofte granat-holdige granitiske smelter opstod under den svekonorvegiske deformation og metamorfose, hvor indtil 60-80% af sedimentmaterialet blev opsmeltet alt efter sammensætningen. De granat-førende 'graniter' er ofte dekorative og kan have et potentiale som naturstein. Metasedimenterne har forskellig karakter i området og varierer fra peliter

(oprindelig leir-sedimenter) til kvarts-rige eller sjældnere karbonat-førende sammensætninger. Metasedimenternes type er kun i ringe grad udskildt på de eksisterende geologiske oversigtskort, og kun lidt er kendt om deres regionale fordeling og udbredelse, da tidligere undersøgelser ikke har fokuseret på dette. En del metasedimenter indeholder lag af kvartsiter, som på grund af de høje temperaturer de rekrystalliserede under har et potentiale for udvinding af super-ren kvarts (se projekt 286100). Mægtige kvartsiter synes mest at forekomme i den vestlige del af sedimentområdet mellem Oltedal og Vikeså. Rekognoscering og prøveindsamling (projekt 286100) i år 2000 viste imidlertid store mangler med hensyn til lokalisering og udbredelse af disse økonomisk vigtige kvartsiter på de eksisterende geologiske oversigtskort. Derfor bør området kortlægges i en større detalje og på et moderne grundlag for at fastlægge udbredelse og dermed volumen for kvartsiterne.

Videre arbejde

For at løse de geologiske problemstillinger omkring forekomst, udbredelse og strukturel opbygning af de vigtige kvartsit-forekomster i Oltedal-Vikeså området, samt for at få belyst metasedimenternes regionale fordeling, oprindelse og økonomiske potentiale i det sydlige Rogaland er der udarbejdet et tre-årigt projektforslag (900025) med titlen: "Geologisk udvikling og oprinnelse av den svekonorvegiske sedimentprovins i S. Rogaland" (projektleder: Mogens Marker). Sommerens malmdatabasearbejde (se projekt 270200) viste, at der i Høgsfjorden-området findes et ikke undersøgt potentiale for især apatit-forekomster i forbindelse med metasedimenter og indlejrede gnejslag. Dette økonomisk interessante område vil også blive undersøgt nærmere i det planlagte projekt.

Begge de planlagte projekter vil blive udført i samarbejde med det eksisterende regionale NGU-projekt (265900) for udviklingen af det Svekonorvegiske Orogen: "Skorpedannelsen i det sydlige Norge" (projektleder: Bernard Bingen).



Fig. 2: Deformerede svekonorvegiske doleritgange i overskydningszone 7 km syd for Sand.

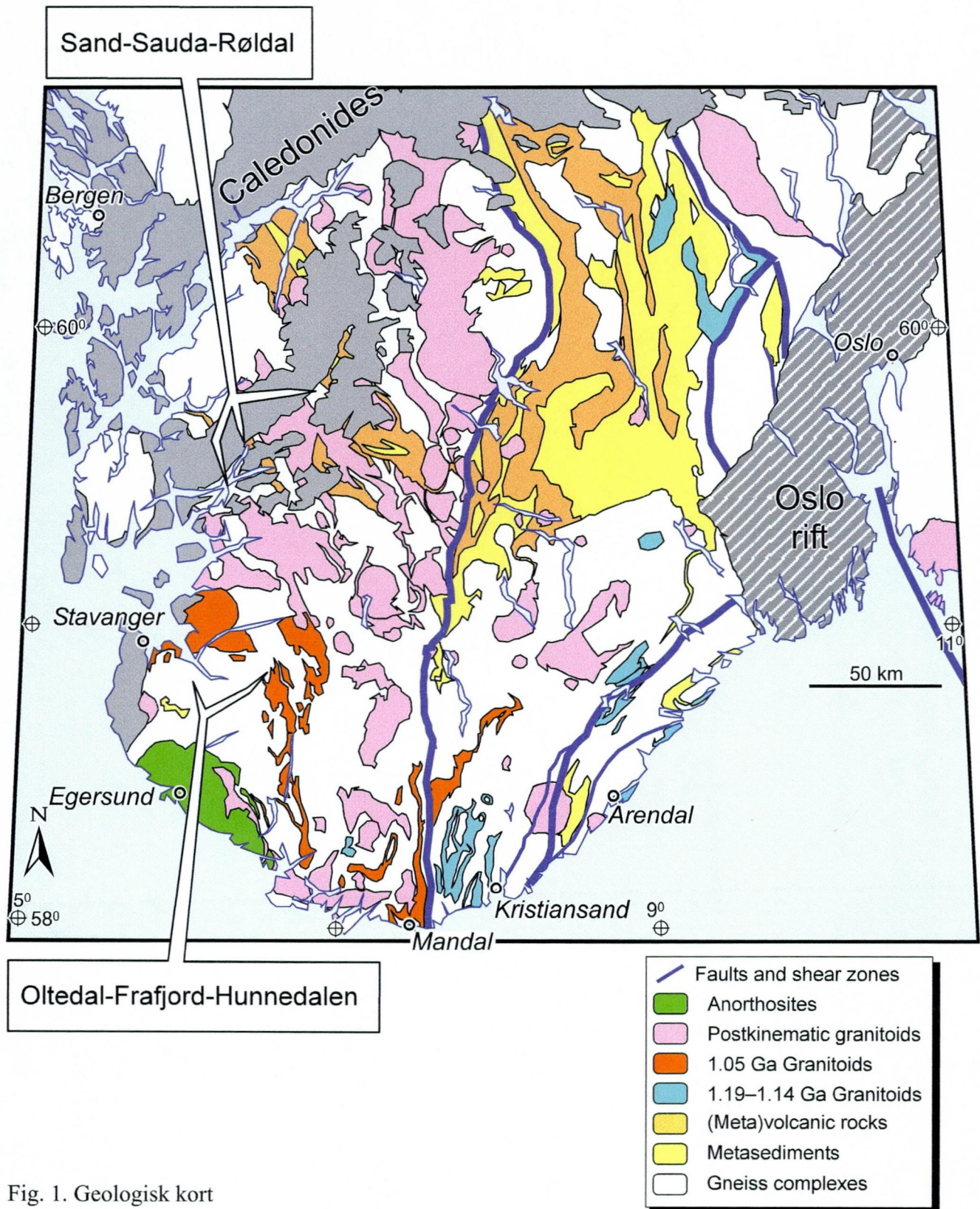


Fig. 1. Geologisk kort

TITANUNDERSØKELSER I EGERSUNDFELTET

Prosjekt 283800 "Ilmenittressurser i Egersundfeltet"
Tellnes-forekomsten omfattes ikke av dette prosjektet.

Are Korneliussen

Undersøkelser 1995-2000

Undersøkelser i 1995-96: Det ble i denne perioden 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 til dels også Mg-innhold i ilmenitt, kunne være egnet som tilleggsmalm 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. Nå viste det seg imidlertid at dette ble et mindre problem en fryktet, og undersøkelsene av de aktuelle forekomster ble avsluttet. Innholdet av andre verdifulle mineraler i forekomstene, d.v.s. vanadiumholdig magnetitt og apatitt, ble ikke nærmere 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 målesetting å undersøke det samlede titan ressursgrunnlaget i området. Undersøkelsene i denne perioden la et grunnlag for videre undersøkelser i de påfølgende årene (se nedenfor)

Undersøkelser i 1998: Som et ledd i en vurdering av nye mineralressurs-muligheter innenfor Dalanekommunene tok NGU ilmenittforekomster i norittiske bergarter opp til ny vurdering på en bredere basis enn hva som var gjort tidligere. På basis av en bevilgning fra de lokale myndigheter, ble utført videre prøvetaking blant annet i områdene Bakka og Mydland, samt i tillegg nå også av aktuelle bergarter i det nordlige norittområdet 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. Konklusjonen fra 1998-undersøkelsen var at ressursene er meget store, men lavgehaltige, men når en ser verdikomponentene av de tre verdifulle mineraler samlet kunne en for flere forekomsters vedkommende komme opp i økonomisk interessante malmverdier. Det syntes klart at undersøkelsene burde videreføres.

Undersøkelser i 1999: Samarbeidsprosjektet med Dalanekommunene avsluttes, og NGU oppretter et nytt prosjekt for å videreføre ilmenitt-apatitt-magnetitt (vanadium) undersøkelsene. Det gjøres prøvetaking hovedsakelig langs veier for å finne fram til attraktive forekomstene når det gjelder gehalt og mineralkjemiske egenskaper, i første rekke innholdet av Cr og Mg i ilmenitt og av V i magnetitt.

Undersøkelser i 2000: Undersøkelsene videreføres i form av oppfølgende prøvetaking i første rekke i de nordlige områder, d.v.s. ved Helleland, Orrestad og Vasshus (se vedlagt kart). I tillegg settes i gang relativt omfattende analysering av mineralkonsentrater av ilmenitt og magnetitt for å bestemme magnesiuminnholdet i ilmenitt og vanadiuminnholdet i magnetitt fra diverse forekomster som ble påvist på bakgrunn av 1999-prøvetakingen. Prosjektet ble dette året støttet økonomisk av Rogaland fylke. Dette analysearbeidet er ca 1/2 år forsinket i forhold til de opprinnelige planer, men resultatene er forventet å foreligge i februar 2001.

Preliminære resultater (desember 2000):

- Det vedlagte kartet (Fig. 1) gir en oversikt over prøvelokaliteter i det nordlige av de to hovedområdene (Bjerkreim-Heskestad), men Sokndalsområdet ikke blir nærmere omtalt i denne sammenhengen.
- Analyseplottet i Fig. 1 viser V_2O_3 - og MgO-innholdet i ilmenitt og magnetitt utseparert fra bergartsprøver innsamlet og undersøkt av Jean-Clair Duchesne (Belgia) i hans doktorgradsarbeide i 1970-72. Hovedpoenget med dette plottet er å vise at i visse lokaliteter forekommer en gunstig kombinasjon av høyt V_2O_3 -innhold i magnetitt og lavt MgO-innhold i ilmenitt.
- De mest interessante lokaliteter er skilt ut med egne symboler, for eksempel framgår det (1) hvor en på basis av gamle data fra Duchesne (1970-72), kan finne områder med lavt MgO-innholdet i ilmenitt samtidig som V_2O_3 -innholdet i magnetitt er høyt, og (2) hvor TiO_2 - og P_2O_5 -innholdet i bergarten er relativt høyt.
- Tre forekomster/delområder som en anså som særlig interessant m.h.p. gunstig mineralkjemi såvel som gehalt ble særskilt prøvetatt i 2000; disse er avmerket som "Helleland", "Orrestad" og "Vasshus" på kartet i Fig. 1.
- Det er viktig å være oppmerksom på at utsorteringen av interessante områder i stor grad er basert på prøveaking langs veier, dette gjelder både Duchesne's og NGUs prøvetakingen. En kan derfor ikke si med sikkerhet hvordan de respektive forekomsters kvalitet varierer innover i marka langs samme horisont i den lagdelte bergartsserien. Det er imidlertid sannsynlig, men altså ikke bevist, at forekomstegenskapene slik de framgår i veiskjæringer, vil være omtrent den samme langs strøket i begge retninger. Spesielt "Enhet 4" (Fig. 1) er i denne sammenheng lovende, men interessante forekomster ser også ut til å forekomme i andre enheter. De spesielt avmerkede forekomster Helleland og Vasshus ligger i enhet 4 mens Orrestad ligger i en annen enhet.
- Det er grunnlag for å hevde at ressursene av ilmenitt + vanadiumholdig magnetitt + apatitt er meget store, og vil i prinsippet kunne gi grunnlag for en betydelig næringsvirksomhet. Men hva som rent praktisk kan være mulig kan det i øyeblikket ikke gis noen god vurdering av.
- Store deler av områdene Bakka og Mydland i Sokndalsområdet (ikke vist på kart) og av området Helleland - Vasshus (Fig. 1) er å betrakte som en lavgehaltig forekomst, men med lokalt store variasjoner i gehalt og kvalitet.
- For eksempel vil en forekomst med 100 m (mektighet) x 1000 m (lengde) x 100 m (dybde) x 3.0 tonn/m³ (egenvekt) tilsvare en forekomst på 30 millioner tonn. Til 200 meters dyp blir forekomsten 60 millioner tonn. Med en brutto malmverdi på for eksempel 100 kr / tonn tilsvare dette en *in situ* malmverdi på 6 MRD kr. Dette er avgjort en økonomisk interessant forekomststørrelse forutsatt at kvaliteten er god nok. Det er sannsynlig, men ikke dokumentert, at flere forekomster kan være av minst denne størrelsen.
- Forekomstene er gjennomgående lavgehaltige (5-15 % ilmenitt, 5-10% apatitt, 5-15 % vanadiumholdig ilmenitt), selv om rikere partier forekommer, men vil neppe kunne bli drivbar på ett mineral alene. En eventuell drift må baseres på to eller tre mineralkomponenter, d.v.s. ilmenitt, apatitt og eventuelt også vanadiumholdig magnetitt. Samlet *in situ* malmverdi vil for flere forekomsters vedkommende bli i størrelsesorden 100 kr/tonn bergart. Dette er grovt sett som for Tellnes-forekomsten.
- Viktige forekomstområder er Bakka-området like nord for Hauge, deler av Mydland, samt flere delområder mellom Helleland og Bilstad (se vedlagt kart). Det synes som om ilmenittinnholdet er noe høyere i de sydlige områder enn i nord, mens apatittinnholdet er høgst i nord.

- Det er viktig å være klar over at prøvetakingen hittil i stor grad har vært langs vei, og var lagt opp for å lokalisere de gode forekomstområder og vurdere deres kvalitet m.h.p. mineralkjemiske egenskap for ilmenitt og magnetitt. Den samlede overflateutstrekning av de enkelte forekomster er i liten grad undersøkt. En videre prøvetaking for å definere forekomststørrelser og gjennomsnittsgehalter vil kreve en relativt kostbar videre prøvetaking i form av borkaksprøvetaking med lett boreutstyr som er egnet i områder med god blotningsgrad, og kjerneboringer i områder med dårlig blotningsgrad (mest vanlig). Borkaksprøvetaking er kun å regne som overflateprøvetaking mens kjerneboring er en prøvetaking også i dybden, noe som er sterkt å foretrekke.

Videre undersøkelser i 2001-2002:

- Ressurssituasjonen vurderes inngående så snart det pågående analysearbeidet er fullført, d.v.s. i løpet av februar/mars 2001.
- Det er helt klart at det vil være behov for videre feltundersøkelser, i første rekke kjerneboringer, men også overflate borkaksprøvetaking kan være aktuell i visse områder.
- Prosjektet bør uansett gå inn i en ny fase hvor en i tillegg til å være rettet mot geologi/ressurs også fokuserer på prosessstekniske aspekter. Det vil for det første være viktig å vurdere i detalj hvordan en på best mulig måte kan produsere mineralprodukter med markedsmessige muligheter i dagens situasjon, d.v.s. salgbare ilmenitt-, apatitt- og magnetittkonsentrater. I tillegg bør en vurdere alternative prosessmuligheter som produksjon av syntetisk rutil hvor naturgass eller kull inngår i prosessen. Et annet alternativ kan være en kombinert produksjon av syntetisk rutil fra ilmenitt, vanadium og jern fra vadiumholdig magnetitt, samt apatitt. Slike videreforedlingsmuligheter vil være atskillig mer interessant i et samfunnsmessig perspektiv enn ren gruvedrift.
- Det er et mål å få til en videreføring av prosjektet hvor en vurderer inngående alle tenkelige videreforedlingsmuligheter med utgangspunkt i mineralressursene. Dette vil kreve deltakelse fra andre forskningsmiljøer enn NGU, for eksempel SINTEF (mineralteknologi og metallurgi) og et industriselskap (norsk eller utenlandsk).

Fig. 1 (side 21): Prøvelokaliteter i de nordlige deler av Bjerkrein-Sokndal intrusjonen. Kartet viser gamle prøvepunkter fra Duchesne (1970-72) med en gruppering basert på MgO-innhold i ilmenitt og V_2O_3 -innhold i magnetitt. NGUs prøvelokaliteter fra 1998 og 1999 er også plottet; prøvelokaliteter med $> 6\%$ TiO_2 ($> 10-12\%$ ilmenitt) og $> 3.5\%$ P_2O_5 ($> 10\%$ apatitt) er spesielt framhevet.

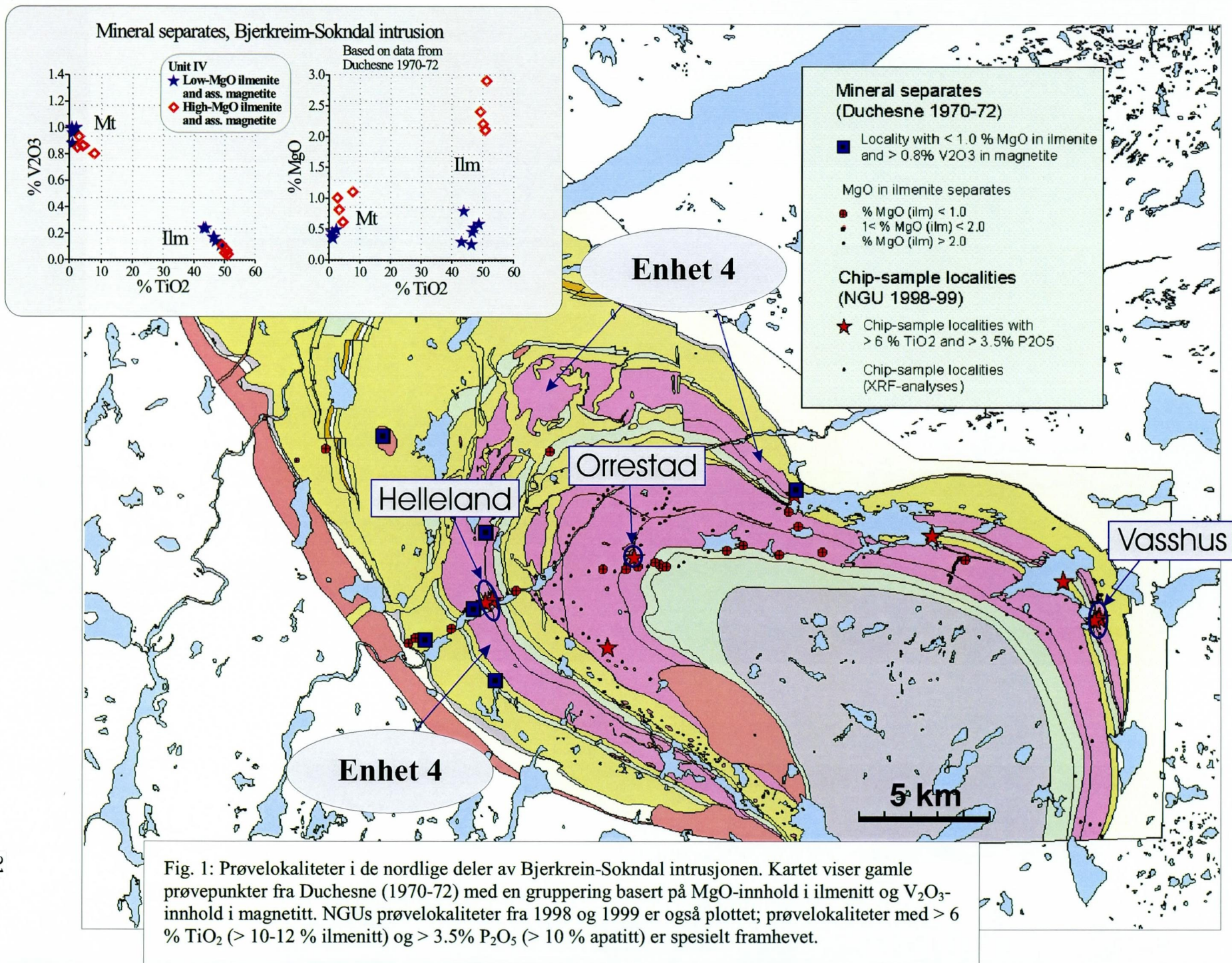


Fig. 1: Prøvelokaliteter i de nordlige deler av Bjerkreim-Sokndal intrusjonen. Kartet viser gamle prøvepunkter fra Duchesne (1970-72) med en gruppering basert på MgO-innhold i ilmenitt og V₂O₅-innhold i magnetitt. NGUs prøvepunkter fra 1998 og 1999 er også plottet; prøvepunkter med > 6 % TiO₂ (> 10-12 % ilmenitt) og > 3.5% P₂O₅ (> 10 % apatitt) er spesielt framhevet.

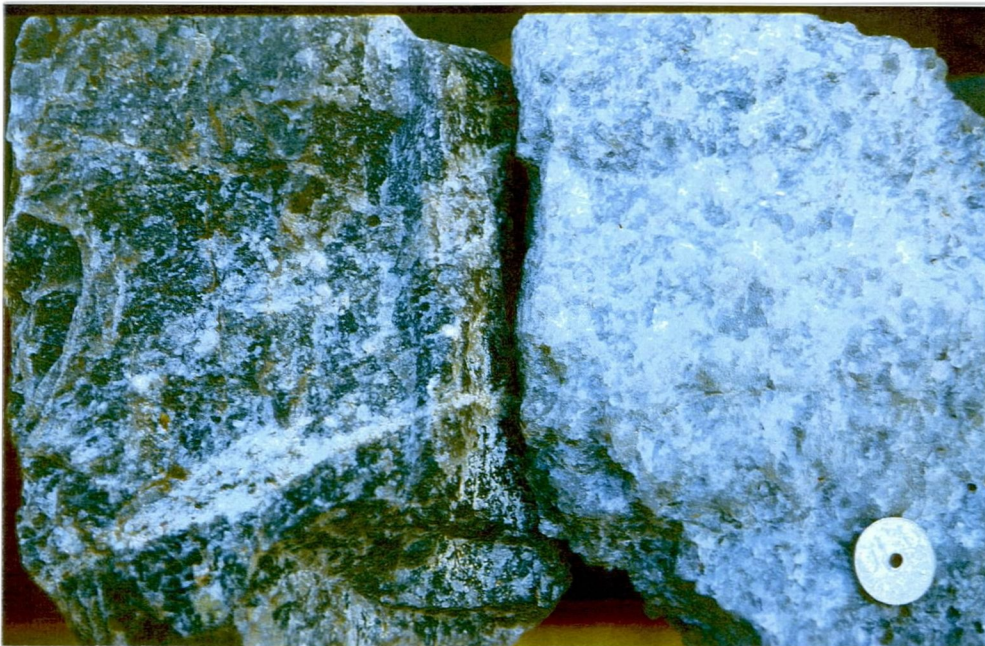
NATURLIG RAFFINERING AF KVARTS OG KVARTSIT I ROGALAND OMRÅDET

Rune B. Larsen, Jan E. Wanvik (projekt 2861.00)

Formål

Bjergarter med mere end 90 % af mineralet kvarts klassificeres som kvartsitter. Denne type bjergarter er en særdeles vigtig ressource inden for produktionen af ferro-silicium, silica metal og en del andre råstoffer. Normalt opnår kvartsitter ikke specielt høje verdensmarkedpriser (mindre end 500 kr/tons), fordi de ikke er særligt rene, men til gengæld produceres de i kvanta på hundredetusinder af tons. Ganske anderledes er det med såkaldte superrene varianter af kvarts, der er meget sjældne og opnår priser på adskillige tusindende kroner per tons, men som til gengæld ikke produceres i særligt store kvanta. Superren kvarts bruges primært af højteknologi bedrifter. Nærværende projekt har til formål at undersøge om der findes superrene kvartsforekomster inden for kvartsitterne i Rogaland Fylke. Disse kvartsitter har en ganske speciel geologisk historie der gør dem dårligt egnede til ferro-silicium produktion o.l. Imidlertid er det samme geologiske udvikling der paradoksalt nok kan gøre dem egnede i den økonomisk mere lukrative produktion af superren kvarts.

Fra naturens side indeholder kvarts en del uønskede grundstoffer der forhindrer at kvartsen kan bruges til mange avancerede formål, især inden for højteknologisektoren. Men ved at opløse og genudfælde kvartsen, dvs. rekrySTALLISERING, kan man fjerne mange af disse uønskede elementer. Dette er bevist ved laboratorieeksperimenter.



*Grå og hvide varianter af kvartsit der er opløst og rekrySTALLISERET flere gange.
Indsamlet 1 km vest for Oltedal.*

Formålet med projektet er derfor at finde områder i Norge hvor raffineringen af kvartsen sker naturligt under de geologiske processer og vi mener at Rogaland er en af de få områder i Norge hvor betingelserne for denne proces er optimaliseret. Dette skyldes at kvartsitterne i

Rogaland har været udsat for temperaturer der er højere end 700 °C og jo højere temperaturen er desto mere effektiv vil raffineringen være.

Feltrarbejde og resultater

Feltarbejdet blev gennemført i september og 44 prøver af kvartsit blev indsamlet i området mellem Bue-Synesvarden i syd, og Oltedal/Sandnes mod nord. I dette område finder man hyppige blotninger af kvartsitter der ifølge tidligere kortlægning tilhører Faurefjell Formationen.

Prøverne er systematiseret i Tabel 1, der ligeledes lokaliserer prøverne i henhold til UTM systemet

Faurefjell Formationen er en blandet sedimentær sekvens der overvejende består af gnejser, kvartsitter og marmor. De største enheder findes hhv. mellem Bue og Undheim og i området lige nord for Oltedal. I Oltedal området, mere præcist på Stølsfjell, har man tidligere brudt kvartsitterne til andre formål.

Den sydlige del af Faurefjell Formationen har været udsat for højere temperature og dermed en større grad af rekrystallisering end den nordlige del af formationen, men overalt har temperaturen været over 700 °C.

I den sydligste del af området blev der indsamlet 9 prøver i området mellem Bue og Synesvarden. I den centrale del af området lidt syd for Byrkjeland blev der indsamlet 12 prøver. Længere mod nord blev der indsamlet 3 prøver i Edlandsfjellet og endeligt blev der indsamlet 20 prøver i Oltedal-Stølsfjell området længst mod nord.

Med bare 44 prøver spredt over så stort et område er feltarbejdet primært af rekognoscerende karakter. Imidlertid forventes det at dette prøvemateriale er tilstrækkeligt til at vise hvilken type kvartsitter der har det største potentiale. Vi forventer således at kunne gennemføre målrettede undersøgelser i sommeren 2001 hvor udvalgte områder vil blive studeret i større detaljegrad.

Videre arbejde

- Kemiske analyser af kvartsitterne og evaluering af resultaterne forventes tilendebragt i slutningen af april.
- To ugers feltarbejde må gennemføres i løbet af sommeren 2001
- Efter analyse af prøverne indsamlet i 2001 vil det være muligt at afgøre om potentialet for at finde superene kvarts ressourcer er tilstrækkeligt stort til at videre undersøgelser bør anbefales

Tabel 1: Lokalisering af prøverne indsamlet i sommeren 2000

prøvenummer	Kartblad	UTM-Øst	UTM-Nord	Kommune	Lokalitet
JW00-30	1212 II	320570	6505380	Bjerkreim	Oslansvatn
JW00-31	1212 II	322170	6505130	Bjerkreim	Røyslandsvatn
JW00-32	1212 II	322170	6505130	Bjerkreim	Røyslandsvatn
JW00-33	1212 II	323270	6505120	Bjerkreim	Røyslandsvatn
JW00-34	1212 I	327270	6526212	Sandnes	Oksanuten øst
JW00-35	1212 I	326669	6525942	Sandnes	Seldal
JW00-36	1212 I	326679	6525932	Sandnes	Seldal
JW00-37	1212 I	326689	6525942	Sandnes	Seldal
JW00-38	1212 I	326669	6525942	Sandnes	Seldal
JW00-39	1212 I	326669	6525942	Sandnes	Seldal
JW00-40	1212 II	326669	6525942	Bjerkreim	Bue
JW00-41	1212 II	325459	6505904	Bjerkreim	Bue
JW00-42	1212 II	325459	6505899	Bjerkreim	Bue
JW00-43	1212 II	325426	6505857	Bjerkreim	Bue
JW00-44	1212 II	325426	6505862	Bjerkreim	Bue
JW00-45	1212 II	329723	6508389	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-46	1212 II	329733	6508377	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-47	1212 II	329741	6508364	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-48	1212 II	329754	6508365	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-49	1212 II	330054	6508548	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-50	1212 II	330054	6508548	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-51	1212 II	330059	6508555	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-52	1212 II	330188	6508543	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-53	1212 II	330109	6508669	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-54	1212 II	330109	6508669	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-55	1212 II	330120	6508653	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW0056	1212 II	330110	6508669	Bjerkreim	Krogarvatnet
JW00-57	1212 I	325971	6526809	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-58	1212 I	325989	6526809	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-59	1212 I	326004	6526807	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-60	1212 I	326014	6526802	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-61	1212 I	326023	6526796	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-62	1212 I	325906	6526564	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-63	1212 I	325934	6526646	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-64	1212 I	325901	6526774	Sandnes	Skrubbaberget
JW00-65	1212 I	325544	6527070	Sandnes	Nordland nord
JW00-66	1212 I	325551	6527114	Sandnes	Nordland nord
JW00-67	1212 II	320310	6510759	Gjesdal	Bastlitjørna
JW0068	1212 II	320305	6510743	Gjesdal	Bastlitjørna
JW00-69	1212 II	320306	6510748	Gjesdal	Bastlitjørna
MM00326	1212 II	325305	6505760	Sandnes	Heltnanuten
MM00327	1212 II	325306	6505929	Sandnes	Heltnanuten
MM00335	1212 II	327564	6524992	Sandnes	Heltnanuten
MM00336	1212 II	327564	6524992	Sandnes	Heltnanuten

MALMFOREKOMSTER I ROGALAND NASJONAL MALMDATABASE

Jan Sverre Sandstad og Peter Ihlen (prosjekt 270200)

Det er registrert 150 malmforekomster i Rogaland i Malmdatabasen ved NGU. Størrelsen på de registrerte forekomstene varierer fra små skjerp til den ene gruva som er i drift i dag, Tellnes i Sokndal. Nærmere halvparten av disse forekomstene finnes innenfor to markerte provinser, ca. 50 jern-titan eller nikkel forekomster i Egersundfeltet og ca. 20 sulfidforekomster på Karmøy, med Vigsnes kobbergruve som var i drift fram til 1963 som den viktigste. Det er fra disse forekomstene NGU har flest data i sine arkiver.

Hensikten med undersøkelsene i 2000 var å samle inn data fra forekomster i andre deler av fylket. Arbeidet ble konsentrert til Ryfylke og områdene videre sørover mot Egersundfeltet. Dette ble gjort for å kunne gi en vurdering av mulighetene for økonomisk drivverdige malmforekomster i disse områdene. Med ny kunnskap om disse forekomstenes geologi kan moderne modeller for malmdannelse benyttes i en slik vurdering.

Med unntak av en sammenstilling gitt av Nordrum & van der Wel (1981) og enkelte eldre rapporter fra Bergarkivet var svært lite kjent om disse forekomstene. Dette gjelder også for en stor del geologien i de befarte områder. Gjennom den regionale berggrunnskartlegning som NGU tidligere har gjennomført i de berørte områdene kjenner man i grove trekk til hvordan berggrunnen ble til og utviklet seg. Men dessverre mangler mange detaljer som er viktig for vurderingen av områdenes mineralressurspotensialer,. Derfor har undersøkelsene ikke kun vært rettet mot befarings av den enkelte forekomst, men også mot å få en bedre detaljkunnskap om områdenes geologiske utvikling.

Arbeidet ble utført av P.M. Ihlen og J.S. Sandstad i perioden 29.08-12.09. Totalt ble 27 av de registrerte forekomstene påvist. Ni-forekomster ble ikke gjenfunnet, dels var de ikke lengre kjent blant lokalbefolkningen som ellers var til stor nytte ved påvisning av de gamle skjerpene og gruvene. Geologiske og tekniske forhold omkring forekomstene ble registrert, samt at representative prøver ble innsamlet. Totalt vil 123 prøver bli analysert for innhold av en rekke metaller i tillegg til at noen av disse også vil undersøkes med hjelp av mikroskop. Bearbeidingen av disse prøvene vil avsluttes i løpet av våren 2001.

Resultater

Gjennom registreringsarbeidet kunne flere malmgeologiske provinser defineres gjennom at flere forekomster av samme type opptrer i et område; sink i Sauda-området, nikkel-kobberapatitt omkring Høgsfjorden og jern øst for Sandnes. Selv om forekomstene hver for seg er for små til at de er av økonomisk interesse, viser de hvilke malmdannende prosesser som har vært til stede. Sammenholdt med annen geologisk detaljinformasjon som ble innsamlet, kan dermed en vurdering av mulighetene i disse provinser gies.

Sink

Sinkgruvene øst for Sauda, også kalt *Birkelandgruvene*, var i drift fra 1881 til 1899. Mindre prøvedrift pågikk senere sporadisk fram til 1919. Hovedgruvene har flere innganger fra Storelva og videre oppover dalsida mot sør hvor de finnes spredt over en lengde på 600 m og med en høydeforskjell på 360 m. En rekke mindre gruver og skjerp finnes videre sørøstover oppe på fjellet over en lengde på 2200 m, med *Breidkvamgruvene* og *Lægdene* som de største. Malmene opptrer i lyse og fint båndete bergarter som trolig representerer omdannede, felsiske vulkanske bergarter. De består i hovedsak av sinkblende med mindre mengder jernsulfider og kobberkis, og danner flere nordvest-sørøst orienterte linjaler som stuper mot sørøst og har steilt fall mot nordøst. Bredden på hovedmalmen er i følge eldre beskrivelser opptil 3 m. Maksimal bredde som ble observert var mindre enn 1 m, og utstrekningen på de enkelte kroppene synes også for små til å være av økonomisk interesse i dag. Mindre gruver og skjerp er også drevet på tilsvarende forekomsttyper nord for dalen (*Storli-skjerpene*).

Samtidig med gruvedriften i Sauda pågikk det en omfattende skjerpaktivitet på regionalt nivå hvorav de små Suldalsgruvene ved *Bleskestad* er de mest kjente resultatene av denne virksomhet. Dette viser at selv om de kjente sinkforekomstene i nordlige deler av Ryfylke er små, vil nærmere studier av det geologiske miljøet de opptrer i være med å gi grunnlag for en vurdering av mulighetene for større sink- og kobberforekomster, eventuelt i kombinasjon med gull og sølv.

Nikkel-kobber-apatitt

En rekke mindre gruver og skjerp ligger på begge sider av Høgsfjorden. Tidligere har det vært mindre drift eller prøvedrift både etter kobber og nikkel i disse magnetkis rike malmene. Vertsbergartene består av båndete gneisser med mindre innslag av amfibolittiske bergarter som ofte opptrer i nær tilknytning til malmene. De kan representere ganger eller vulkanske bergarter.

Forekomsten som kom først i drift ligger i *Lastebotn* nær Lysefjorden. Sporene etter tidligere gruvedrift er i dag tydelige selv om gruvene dels er gjenfylt og et bolighus står oppe på deler av de gamle tippaugene. Aktiviteten har også vært relativt omfattende i *Oltesvik*, *Seljeråsen* og *Gullbergvik* sør for Høgsfjorden, mens nord for fjorden ligger andre mindre skjerp ved *Helleknuten* og *Levik*. Den kanskje mest interessante forekomsten som ble befart er *Rossevika*, også kalt *Uburen* på nordsida av fjorden. Den inneholder mindre sulfider enn de andre forekomstene, men er i stedet rikere på apatitt, et fosforførende mineral som brukes i framstilling av gjødsel. Mineraliseringen opptrer der i tilknytning til en mulig karbonatitt som tidligere ikke har vært kjent. Dette gir interessante indikasjoner på at det geologiske miljøet i dette området også kan huse andre typer av malm- og industrimineralforekomster, for eksempel nefelinsyenitt som er et råstoff til bruk i produksjonen av glass og porselen.

Mindre magnetkis-forekomster som dels fører nikkel og kobber ble også befart ved *Kvittingen* og *Tunshomstølen* nord for Rusdalsvatnet, samt *Bjuland* og *Stemknuten* ved Gyadalen. Det virker derfor som om denne del av Rogaland fører høy andel av denne type forekomster; et trekk som tidligere har vært upåaktet, og som er viktig i forbindelse med leting etter økonomiske forekomster av slike metaller.

Jern

En rekke mindre jerngruver og skjerp finnes i området mellom Sandnes og Høle; *Veraland*, *Einerkollen*, *Imsvatnet*, *Kylleknuten (Osaland)* og *Selvik*. Hematitt er dominerende jernmineral og finnes gjerne i tilknytning til soner med oppknuste bergarter. Dette er spesielt tydelig ved Imsvatnet som tidligere var registrert feilaktig som en kobberforekomst i Stavanger Turistforenings årbok 1980 (Dahl 1980). Denne gir for øvrig en grei oversikt over gruver og skjerp i Rogaland. Selv om disse forekomster er uinteressante som råstoff for jernframstilling, så vitner sonene med oppknuste bergarter, som ble påvist for første gang i år, om prosesser som ofte finnes i tilknytning til gullforekomster.

I tillegg til disse jernmalmene finnes også andre mindre jerngruver og skjerp ved Jøsenfjorden (*Segadal* og *Daletødne*) og øverst i Ørsdalen (*Økjalifjellet* og *Bjordal*) som kanskje er relevante i forbindelse med eventuell leting etter apatittforekomster.

Andre

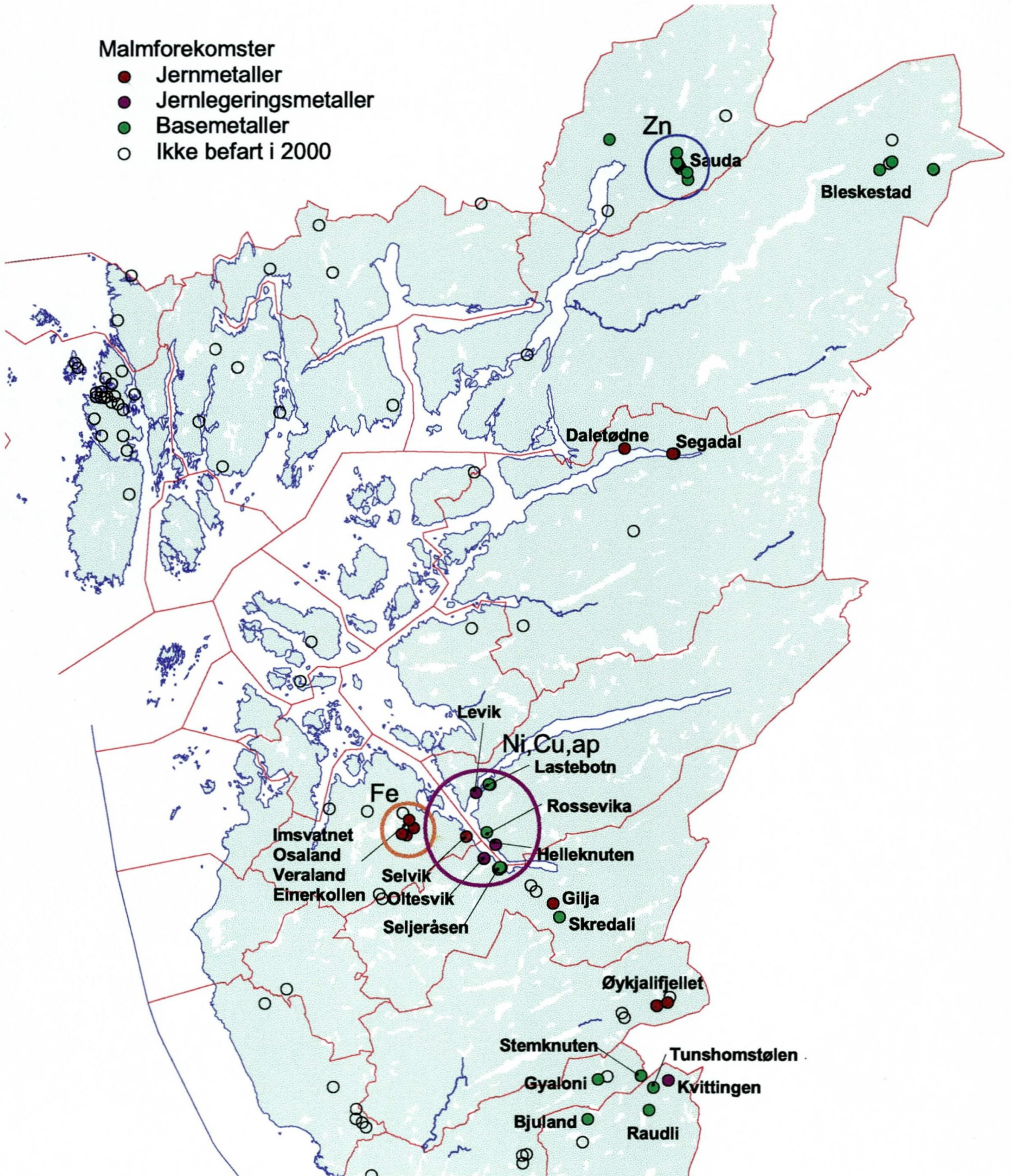
Mindre kiskjerp ble befart i Dirdalen (*Gilja*), ved nordenden av Rusdalsvatnet (*Raudli*) og i Gyadalen (*Gyaloni*). Ingen av disse anses for å være særlig interessante siden slike fins over det ganske land.

Konklusjon

En rekke gamle gruver og skjerp i Ryfylke og videre sørover mot Egersundfeltet er befart og prøvetatt. Selv om bearbeiding av resultatene ennå gjenstår er det mulig å trekke fram to geologiske provinser som kan være av interesse å undersøke nærmere. Dette gjelder Sauda-området vulkanske bergarter med muligheter for sink- og kobberforekomster, og Høgsfjord-området gneiskompleks med muligheter for nikkell-kopper, apatitt og nefelinsyenittforekomster. Analysene av innsamlete prøver vil dessuten kunne gi svar på om disse områder også har potensialer med hensyn til edelmetaller som platina, gull og sølv.

Malmforekomster

- Jernmetaller
- Jernlegeringsmetaller
- Basemetaller
- Ikke befart i 2000



INDUSTRIMINERALFOREKOMSTER I ROGALAND NASJONAL INDUSTRIMINERALDATABASE

Håvard Gautneb (prosjekt 287600)

Innledning

I NGUs database er det 50 registrerte forekomster i Rogaland. 19 av disse lar seg i dag ikke lokalisere p.g.a:

- 1) Forekomsten ligger i et området som er overbygd etter at driften ble innstilt.
- 2) Forekomsten lar seg ikke lokalisere fordi lokalkjente ikke vet hvor forekomsten ligger. For disse forekomstene dreier det seg om svært små forekomster der det kun har vært utført ubetydelige arbeider tidligere.

Alle andre forekomster har blitt besøkt og deres økonomiske potensialet vurdert og koordinater oppdatert.

Resultater

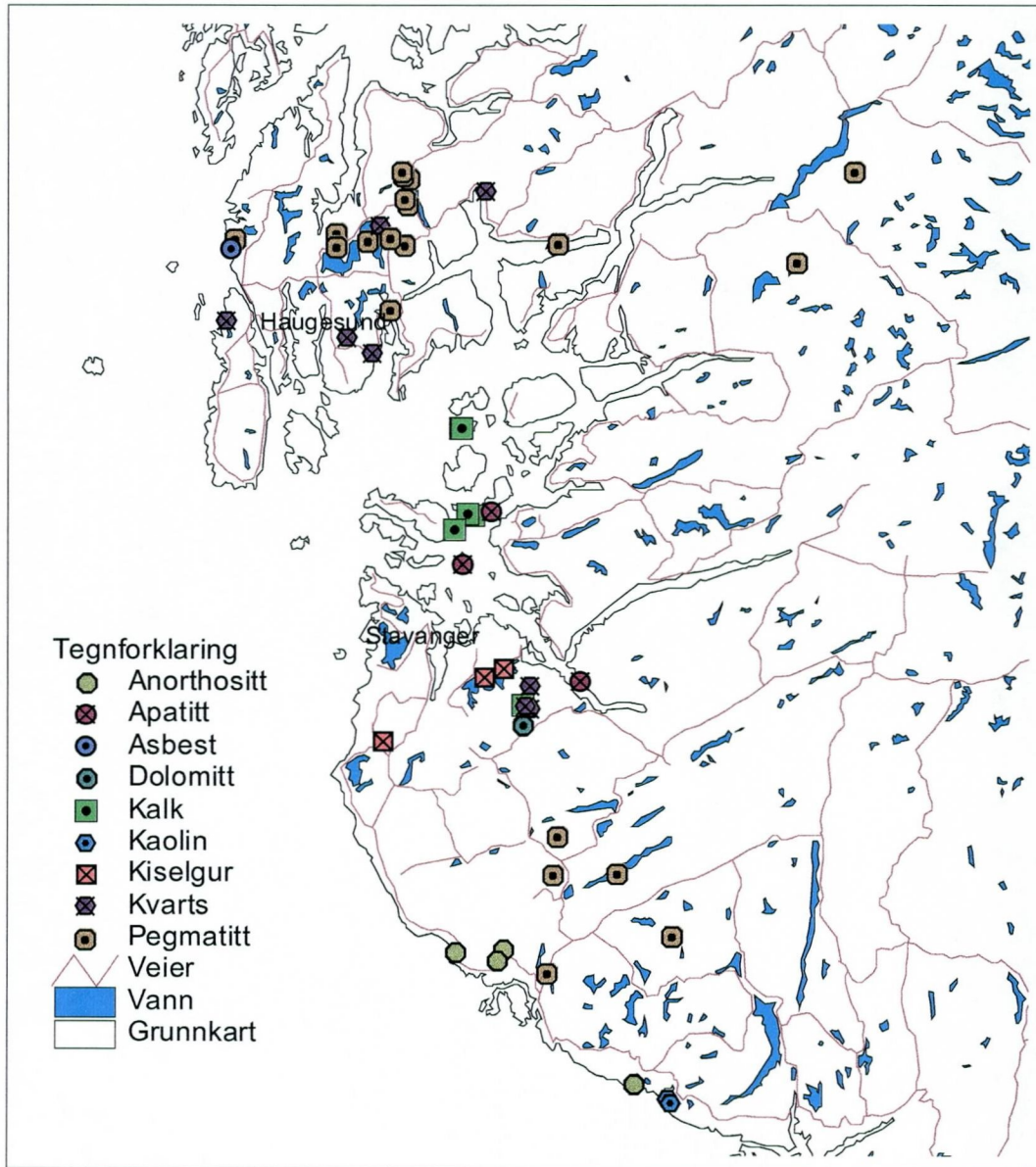
Forekomstene kan deles inn i følgende grupper:

- 1) Pegmatitter og kvartsitter i prekambrisk grunnfjell. 23 forekomster har vært drevet på feltspat, 11 på kvarts og 2 på glimmer. Det fleste av disse er utdrevet og kan ikke sies å ha noe økonomisk potensiale i dag.
- 2) Kalkstein i de kaledonske dekkene (7 forekomster). Disse forekomstene ligger på øyene i Boknafjorden. Alle disse forekomstene er uten økonomisk interesse i dag fordi de er små og ligger svært nær opp til bebyggelse. Noen forekomster (Nord Talje) er en del av naturvernområder p.g.a sin sjeldne flora.
- 3) Egersundsfeltets forekomster. I industrimineraldatabase er det registrert 6 anorthosittforekomster, som i dag er i drift på hvit anorthositt. Det pågår en kontinuerlig undersøkelse av hvit anorthositt i som en del av grus- og pukkuundersøkelsene i Egersundsfeltet. Dette arbeidet vil ikke bli kommentert her.
- 4) Andre forekomster med spesiell geologisk opptreden. Blant disse kan nevnes:
 - a. Kaolinforekomster i dypforvitret anorthositt. Det finnes 3 forekomster nær Jøssingfjord, som leverte kaolin til porselenproduksjon i Egersund. Ingen av disse forekomstene er interessante i dag.
 - b. Apatittforekomst ved Uburen (Høgsfjorden). Dette er en forekomst som var i drift under 1. verdenskrig. Forekomsten har vist seg å være en karbonatitt. Det anbefales at forekomsten og omliggende områder undersøkes næyere med tanke på opptreden av andre typer av alkaline bergarter.

Planer for 2001

Den generelle befaring av forekomstene med lokalisering og en økonomisk vurdering av forekomstene anses nå som ferdig for Rogaland. Det anses ikke å ha en tilstrekkelig kost/nytte verdi å gjøre noen videre oppfølging av de fleste forekomstene, med ett unntak. Uburen apatittforekomsten ved Høgsfjorden anbefales undersøkt med hensyn til forekomst av alkaline bergarter over større områder. Det kan være mulighet for forekomst av nefelinsyenitter eller andre alkaline bergarter med høyt innhold av sjeldne jordartselementer.

Industrimineraler i Rogaland



KARTLEGGING AV ANORTOSITT FOR PUKK, INDUSTRIMINERALER OG NATURSTEIN

Mogens Marker, Rune B. Larsen og Eyolf Erichsen (Prosjekt 283900)

Undersøgelser i 1999-2000

Feltundersøgelserne til den regionale ressourc kortlægning indenfor Egersund-massivets anorthositer, som blev startet i 1999, blev fortsat og foreløbig afsluttet i 2000. Dermed er hovedtrækkene for potentialet for pukk og til dels industrimineral kortlagt, hvorimod eventuelle detailundersøgelser genstår. Resultaterne er nu under bearbejdelse, og en rapport planlægges udarbejdet i løbet af våren 2001. Undersøgelserne de sidste to år har især været koncentreret om forekomsterne af hvidlig anorthosit og dennes potentiale for pukk. Hvidlig anorthosit er et omdannelsesprodukt af primær magmatisk lillabrun anorthosit, som under indflydelse af vandige opløsninger i visse zoner helt eller delvis gennemgår en mineralogisk omdannelse under relativt lave temperaturer. I tillæg til den hvidlige farve forårsager omdannelsen forbedrede tekniske kvaliteter for bjergarten, som gør den hvidlige anorthosit attraktiv for pukk. Denne udnyttes idag i Hellvik-området og i Rekefjord, som producerer noget forskellige produkter, først og fremmest med henblik på anvendelse som pukk. Det primære indhold af mørke mineraler varierer en del indenfor Egersund-massivets anorthositer fra næsten 0% til 10-20% (leuconoriter). Derfor får den omdannede anorthosit også forskellig mineralsk sammensætning og dermed teknisk kvalitet alt efter hvilke partier, der omdannes. Ren hvid anorthosit uden mørke mineraler kan anvendes som industrimineral (fyldstof m.m.) og opnår dermed en højere salgsværdi end for pukk.

Undersøgelserne i 1999 (NGU Rapport 2000.016; se kort i denne) viste, at omdannet hvidlig anorthositt i Egersund-massivet først og fremmest optræder i fem NØ-SV orienterede zoner. De mest omfattende omdannelser optræder i en zone gennem Hellvik og i området gennem Ledre-Mong. Det sidstnævnte har en kompleks opbygning med flere NØ-SV orienterede hovedzoner og underordnede VNV-ØSØ-gående zoner med omdannelse. Kortlægningen i 2000 viste, at Ledre-Mong området har langt mere omfattende omdannelser end kortlagt i 1999, og området fremtræder i dag som det med det største volumen af endnu ikke udnyttede forekomster af hvidlig anorthosit i kystzonen. Den hvidlige anorthosit her indeholder altid varierende mængder af mørke mineraler (Fig. 1), hvilket gør den velegnet til pukk-formål, da et vist indhold af mørke mineraler synes at højne den tekniske kvalitet. Under feltarbejdet blev to store prøver af hovedtyper for den omdannede hvidlige anorthosit fra Ledre-Mong området indsamlet til teknisk undersøgelse. Disse er nu under analyse for at få et bedre grundlag for at bedømme kvaliteten til pukk-formål.

Yderligere undersøgelse af Hellvik-zonen viste, at zonen er gennemgående til Helland i nordøst, men at omdannelserne til hvidlig anorthosit er mindre omfattende end tidligere antaget nordøst for det nordligste brudområde nær Gjermestad. Samtidig blev det vist, at den antagede Ø-V gående zone langs kysten syd for Hellvik på kortet i NGU Rapport 2000.016 ikke eksisterer, men at området indeholder flere tynde zoner med omdannelser uden ressourcemæssig betydning. Hellvik-zonen er interessant ved, at den omdanner primær anorthosit uden eller med et lille indhold af mørke mineraler, hvilket giver muligheder for meget hvide anorthositikvaliteter.

Undersøgelserne i 2000 blev i stor udstrækning udført i det mindst kendte anorthositområde nordvest for Hellvik-zonen. Kortlægningen viste, at Oгна-zonen tilsyneladende fortsætter som en ret linie mod nordøst til Bjerkreim, men næppe når en bredde på mere end ca. 50 meter. I Ognedal-området findes flere forholdsvis tynde zoner med hvidlig anorthosit i både NØ-SV- og NV-SØ-gående retninger. I betragtning af den store afstand fra kysten har antagelig ingen af disse noget økonomisk potentiale.

Endnu en hovedzone med hvidlig anorthosit blev kortlagt i det vestlige anorthositområde i 2000. Denne strækker sig fra Brusand mod nordøst til Topdal. En underordnet, forholdsvis tynd ØNØ-VSV-gående zone strækker sig fra Åmot til Eikelandsauda. Brusand-zonen er oftest ikke mere end 100 meter mægtig, og i betragtning af beliggenheden inde i landet er det økonomiske potentiale nok begrænset. Den sydlige, ikke særlig velblottede del af zonen indeholder dog meget hvidlige kvaliteter, næsten uden mørke mineraler, og kunne have et potentiale for mere højpris-produkter.

Under feltarbejdet i 2000 blev der indsamlet en række prøver for at undersøge omdannelsesprocessen fra primær lillabrun til omdannet hvid anorthosit under indflydelse af vandige opløsninger. Samtidig er formålet at karakterisere de mineraler, der indgår i de hvidlige anorthositer. Dette arbejde vil samkøres med NGU Projekt 282400: "Mineralkarakterisering av anortositt", der har ligget stille i år 2000 på grund af manglende kapacitet. Det forventes, at arbejdet med dette projekt afsluttes i løbet af 2001 med udarbejdelse af en publikation.

Fremtidig aktivitet.

Resultaterne af projektet, herunder fremstilling af et ressourcekort, er under bearbejdelse, og arbejdet forventes afsluttet med en rapport i midten af år 2001. Projektet samordnes med NGU Projekt 284600: "Sammenstilling av digitalt berggrunnskart over Egersundfeltet". Det er meningen i forbindelse med dette løbende at opdatere et ressourcekort over Egersundfeltet. Derfor kan supplerende kortlægning af mindre omfang komme på tale i 2001; men en detailkortlægning er ikke planlagt før en eventuel industripartner kommer ind i billedet.

Referencer.

Erichsen, E. og Marker, M., 2000: Anortositt i "Egersundfeltet" – Pukspotensialet. Rapport 2000.016, Norges geol. Unders., 20 pp.



Figur 1. Omdannet hvid anorthosit med spredte hobe af mørke mineraler. Gullig farve skyldes rustbelægning. Riksvei 44, 2 km nord for Mong.

NATURSTEIN I ROGALAND

Tom Heldal (prosjekt 282400)

Bakgrunn/problemstilling

Anortositt er generelt av stor interesse for natursteinsproduksjon; bergartene har gunstige egenskaper både for uttak, produksjon og bruk. I tillegg er varianter som inneholder labradoritt feltspat (feltspat med livfullt fargespill i blått, gult og grønt) særdeles markedsattraktive.

I 1994 rapporterte NGU et regionalt undersøkelsesprosjekt innen anortosittene i Rogaland, der man fikk en grov oversikt over natursteinskvaliteter i området. Som et resultat av prosjektet er det i etterkant startet produksjon av anortositt for eksportmarkedet ved firmaet Granit-1893 AS. Etableringen har vært vellykket, og i dag er anortositten fra Hå kommune den mest eksklusive naturstein som produseres i Norge. Et annet firma planlegger å starte produksjon.

Denne utviklingen bekrefter at bergartene i området definitivt har livets rett som natursteinsråstoff, og vi kan se for oss levedyktig industri langt inn i fremtiden. Dette understreker behovet for mer detaljert informasjon om forekomster av den nevnte typen, samt at det er ønskelig også å fremskaffe bedre kunnskap om andre typer anortositt i området; blant annet er påvist forekomster av mangeritt og "lav-verdi"-anortositt som kan ha mulig fremtidig utnyttelse.

Prosjektet

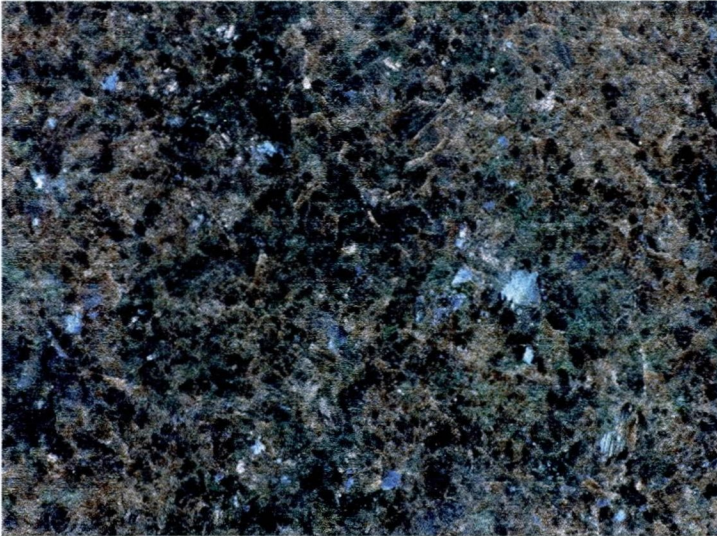
Natursteinsundersøkelsene går ut på å detaljere det arbeidet som foreligger fra 1994 – blant annet i form av grundig kartlegging over større områder. Samtidig har driften på disse forekomstene vært en form for pionervirksomhet som har fremskaffet kunnskap om forekomstens karakter. Dette er selvsagt av stor betydning for kartlegging av nye forekomster – å skille klinten fra hveten er enklere nå enn i 1994.

Prosjektet omfatter følgende:

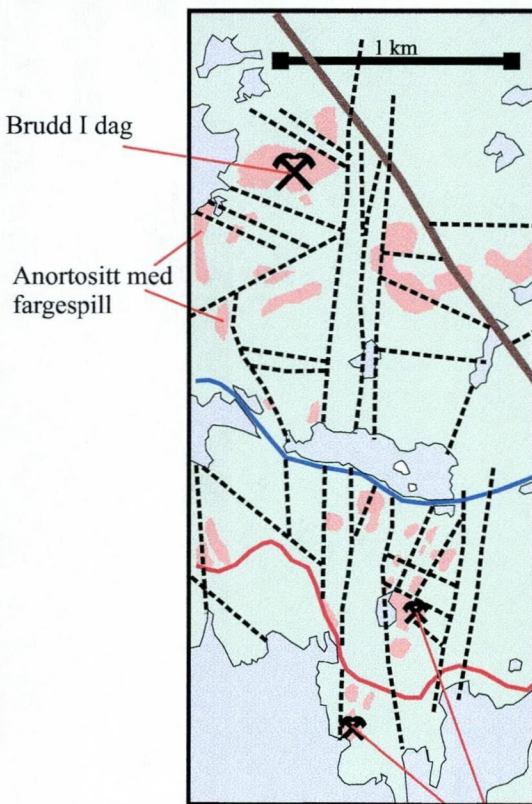
- detaljert kartlegging av anortositter i Egersund-Ogna området
- prøvetaking og oppfølgende kartlegging av andre typer anortositter i området innenfor utvalgte delområder
- opparbeide bedre forståelse av sammenhengen mellom forekomstkvalitet og grunnleggende geologi

Resultater 2000

- 2-3 nye forekomster av anortositt med fargespill er lokalisert.
- det foreligger nye innspill vedrørende anortosittenes interne geometri og sekundær omvandling som kan ha betydning for fremtidig forståelse av forekomstene



De attraktive anortositene i Rogaland er meget spesielle bergarter. De består nesten utelukkende av mineralet feltspat. Feltspaten har en spesiell sammensetning som gir fargespill i blått, grønt og gult.



Kart over området mellom Hellvik og Ognå. Forekomstene av anortositt med labradoritt (fargespill) opptrer som uregelmessige "blokker" omringet av anortositt av dårligere kvalitet. Nøyaktig kartlegging av de interessante anortosittforekomstene også utenfor dette området vil være av stor betydning.

Gamle brudd (30-tallet)



Anortosittbruddets første fase - oppstart av kontinuerlig drift i 1997.



De første salgsblokkene fra Rogaland klargjort til transport.