

Rapport nr.: 2004.014		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Anortositt for pukkt i Rogaland Anortosittprovins			
Forfatter: Mogens Marker		Oppdragsgiver: Rogaland fylkeskommune og NGU	
Fylke: Rogaland		Kommuner: Eigersund, Sokndal, Bjerkreim, Hå	
Kartblad (M=1:250.000) Mandal, Stavanger		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 17 Kartbilag: 2	Pris: 160
Feltarbeid utført: 1998-2001	Rapportdato: 16.02.2004	Prosjektnr.: 283900	Ansvarlig: Peer-Richard Neeb
<p>Sammendrag:</p> <p>Formålet med undersøkelsene har vært å kartlegge forekomsten av omdannet hvit anortositt som del av den regionale ressurskartleggingen innenfor anortosittene i Rogaland Anortosittprovins. Omdannet anortositt er velegnet for pukkt på grunn av sine fremragende tekniske egenskaper, både generelt og sammenlignet med den omgivende primære fiolettbrune anortositten.</p> <p>Anortositt er en fiolettbrun magmatisk dypbergart uten kvarts som overveiende består av et enkelt mineral, plagioklas. Mørke mineraler som pyroksen forekommer underordnet (0-10%), men er innholdet av mørke mineraler større (10-20%) betegnes bergarten leukonoritt. Omdannet hvit anortositt er et omdannelsesprodukt av primær fiolettbrun anortositt, som under gjennomstrømning av vandige løsninger i visse soner helt eller delvis gjennomgår en mineralogisk omdannelse. De vannholdige løsningene har primært trengt inn langs sprekkesoner i anortositten som har fungert som kanaler for løsningene. I tillegg til den hvite farge forårsaker omdannelsen forbedrede tekniske kvaliteter for bergarten, som gjør den hvite anortositt attraktiv for pukkt. Ren hvit anortositt uten mørke mineraler kan i visse tilfelle anvendes som industrimineral (fyllstoff, keramisk råstoff). Omdannelsen av anortositt kan følges gradvis fra de første spor i form av hvite flekker og tynne årer til full omdannelse til en kritthvit bergart. Omdannelse av leukonoritt forløper tilsvarende, men har også omdannede mørke mineraler i tillegg.</p> <p>Kartleggingen av omdannet anortositt har vist, at hvit anortositt/leukonoritt opptrer langs markerte, gjerne rettlinjede, soner av varierende mektighet. Soner over en viss mektighet framtrer tydelig i terrenget og antar bestemte retninger. Det finnes seks hovedsoner med omfattende omdannelser som er atskilt fra store områder av primær anortositt/leukonoritt med kun ubetydelige omdannelser. Fra sydøst til nordvest er de benevnt: <u>Åna-Sira sonen</u>, <u>Rekefjord-sonen</u>, <u>Lædre-Mong sonen</u>, <u>Hellvik-sonen</u>, <u>Ogna-sonen</u> og <u>Brusand-sonen</u>. Hovedsonene er alle orientert NØ-SV og følger markante dalsøkk. De mest omfattende omdannelser opptrer i soner gjennom Hellvik, Rekefjord og Lædre-Mong området.</p> <p>Det eksporteres i dag pukkt fra fire pukktuttak som alle driver på hvit eller delvis hvit omdannet anortositt. De er alle lokalisert i kystsonen, og i fremtiden vil pukktpotensialet også være størst for forekomster av hvit anortositt med en kystnær beliggenhet. Mest interessant i denne sammenheng er uten sammenlikning Lædre-Mong sonen, som har store forekomster som enda ikke er utnyttet. Men også Hellvik-sonen lengre fra kysten og eventuelt den sørlige del av Brusand-sonen kan bli interessante, fordi de inneholder hvite kvaliteter uten mørke mineraler som kan ha et potensial som industrimineral.</p>			
Emneord: Berggrunnsgeologi	Rogaland Anortosittprovins	Anortositt	
Pukkt	Hydrotermal omdannelse	Lineament	
Keramisk råstoff	Lædre-Mong	Hellvik	

INNHold

Forord	4
Primær og omdannet anortositt.	4
Mineralogiske endringer ved omdannelsen	5
Omdannelsesforløpet	5
Mekanisk kvalitet	9
Forekomst av omdannet anortositt	10
De seks hovedsonene med omdannet anortositt	10
Åna-Sira sonen	11
Rekefjord-sonen	11
Lædre-Mong sonen	13
Hellvik-sonen	14
Ogna-sonen	14
Brusand-sonen	15
Pukkpotensialet	15
Referenser	17

VEDLEGG

Kartbilag 2000.016-01: Geologisk kart over omdannet anortositt i Rogaland Anortosittprovins

Kartbilag 2000.016-02: Geologisk kart over omdannet anortositt i Lædre-Mong området

Trondheim 16.02. 2004

.....
Mogens Marker
Seniorforsker, PhD

FORORD

Formålet med undersøkelsene har vært å kartlegge forekomster av omdannet hvit eller hvitlig anortositt som del av den regionale ressurskartleggingen innenfor anortosittene i Rogaland Anortosittprovins. Omdannet anortositt er velegnet for produksjon av pukk på grunn av sine fremragende tekniske egenskaper (Erichsen & Marker, 2000), både generelt og sammenliknet med den omgivende primære anortositten. Undersøkelsene er ofte utført i kombinasjon med berggrunnskartleggingen, som er publisert i NGU rapport 2004.007 med presentasjon av et nytt digitalt geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins (Marker et al., 2004).

Kartleggingen av anortositt for pukk startet i Rekefjordområdet i 1998 med en kartlegging av eksisterende brudd og potensielle nye uttaksområder for Rieber og søn ASA avdeling Fjordstein (nå NCC avd. Rekefjord). Undersøkelsene i Rekefjord (Ulvik et al., 1998) er ikke lenger fortrolige (fra 01.12.2001) og vil bli referert til i denne rapporten som eksempel på et detaljstudie. Med bakgrunn i de positive erfaringene fra denne undersøkelsen, ble det besluttet å iverksette en regional kartlegging av omdannet anortositt for pukk i hele Rogaland Anortosittprovins. Feltundersøkelsene ble startet i 1999 med kartlegging i skala 1: 20 000 og avsluttet i 2001. Fra 2000 er undersøkelsene utført som del av samarbeidsprogrammet mellom NGU og Rogaland fylkeskommune og har til hensikt å få oversikt over forekomst av pukk av høy kvalitet og dermed potensialet for industriell utnyttelse i provinsen.

Rune Berg Edland (NGU) har bidratt med kartleggingen av Lædre-Mong og Ognå-Ognedal områdene, mens Torbjørn Sørdal (NGU) har stått for digitalisering av de geologiske kartene. Alt kartmateriale foreligger i digital form. Originale 1:20 000 geologiske kart finnes på NGU.

PRIMÆR OG OMDANNET ANORTOSITT.

Anortositt er en fiolettbrun magmatisk dybbergart uten kvarts som overveiende består av et enkelt mineral, Na-Ca-feltspat plagioklas. Mørke mineraler som pyroksen forekommer underordnet (0-10%), men er innholdet av mørke mineraler større (10-20%) betegnes bergarten leukonoritt (lys noritt). I tillegg kan små mengder av malmmineraler finnes i bergarten. Fordelingen av anortositt og leukonoritt fremgår av det geologiske kartet over Rogaland Anortosittprovins (Marker et al., 2004). Omdannet hvitlig anortositt er et omdannelsesprodukt av primær fiolettbrun anortositt, som under gjennomstrømming av vandige løsninger i visse soner helt eller delvis gjennomgår en mineralogisk omdannelse under relativt lave temperaturer (hydrotermal omdannelse). De vannholdige løsningene har primært trengt inn langs sprekkesoner i anortositten som har fungert som kanaler for løsningene. I tillegg til den hvite farge forårsaker omdannelsen forbedrede tekniske kvaliteter for bergarten, som gjør den hvite anortositt attraktiv for pukk. Omdannet anortositt utnyttes i dag i Hellvik-området og i Rekefjord (Kartbilag 2000.016-01), som produserer forskjellige produkter, først og fremst med henblikk på anvendelse som pukk. Som nevnt varierer det primære innhold av mørke mineraler en del innenfor Egersund-massivets anortosittiske bergarter. Derfor får omdannet anortositt/leukonoritt også forskjellig mineralogisk sammensetning alt etter hvilke partier som omdannes. Et stigende innhold av mørke mineraler ser derimot ut til kun i mindre grad å påvirke de mekaniske egenskapene. Den mekaniske kvaliteten både for omdannet anortositt og omdannet leukonoritt er derfor høy (cf. Ulvik et al., 1998). Graden av omdannelse varierer innenfor sonene og et spekter av fargevarianter mellom primær fiolettbrun og helt omdannet kritthvit anortositt opptrer. Ren hvit anortositt uten mørke mineraler kan i visse tilfelle anvendes som industrimineral (f.eks. fyllstoff og keramisk råstoff) og oppnår dermed en høyere salgsverdi enn for pukk.

MINERALOGISKE ENDRINGER VED OMDANNELSEN

De mineralogiske og kjemiske endringene som skjer ved omdannelsesprosessen fra primær fiolettbrun til omdannet hvit anortositt undersøkes i et eget prosjekt ved NGU. Her gis kun et kort sammendrag av resultatene fra mikroskopi og mikrosondeanalyser utført av Lars Petter Nilsson, NGU.

Ved omdannelsen av anortositt under tilstedeværelse av vannholdige (hydrotermale) løsninger endrer plagioklas sin kjemiske sammensetning. I primær anortositt er plagioklas rik på Ca, men under omdannelsen kastes Ca ut av krystallens gitterstruktur således at plagioklas blir rik på Na i omdannet anortositt. Overskuddet av Ca brukes samtidig til nydannelse av mineraler som epidot og klinozoisitt som forekommer sammen med små mengder finkornig lys glimmer (serisitt) innenfor plagioklaskornet. De tre sistnevnte mineralene har alt etter graden av omdannelse en diffus, finkornig fordeling i omdannet plagioklas. Prosessen fører bl.a. til en sterkere binding av krystallstrukturen i plagioklas og en de facto reduksjon av kornstørrelsen, faktorer som medfører forbedrete mekaniske egenskaper for omdannet anortositt. Pyroksen omdannes til amfibol som eventuelt omdannes videre til kloritt og epidot/klinozoisitt. Malmmineralene, mest ilmenitt, omdannes til rutil som kan omdannes videre til titanitt.

OMDANNELSESFORLØPET

Forløpet for omdannelsen av anortositt kan følges gradvis fra de første spor i form av hvite flekker og tynne årer til full omdannelse til en fin- til mellomkornet kritthvit bergart. Omdannelse av leukonoritt forløper tilsvarende, men har omdannede mørke mineraler i tillegg. Omdannelsene endrer ikke bergartens struktur noe særlig, og de omdannede mørke mineralene bevarer samme plassering i bergarten som de opprinnelige pyroksenene hadde.

Det er ukjent, hvor de vannholdige løsningene som omdannet de anortosittiske bergartene stammer fra, og når omdannelsene skjedde. Men friske basaltiske ganger som tilhører den 616 millioner år gamle Egersund-gangsvermen (Bingen et al., 1998) skjærer gjennom hvit anortositt f.eks. nær Lædre. Det betyr, at løsningene må ha virket et sted i perioden mellom at anortosittene ble dannet for ca. 930 millioner år siden (Schärer et al., 1996) og gangenes fremkomst for 616 millioner år siden.

Anortositt med begynnende omdannelse. Som nevnt foregår omdannelsen ved at vannholdige løsninger har trengt inn langs sprekkesoner i anortositten. Sprekkene, som har fungert som kanaler for løsningene, antar oftest bestemte retninger og forekommer vanligvis i "svermer". Begynnende omdannelse varsles først som 1-3 mm brede sprekker som er fylt med grønnlig epidot og hvitlige mineraler (Figur 1). Sprekkene er markert i forhold til sidebergarten, og de vannholdige løsningene har ikke omdannet den primære anortositten som sådan. Utfelte mineraler har fylt sprekkene. Neste steg er at omdannelsen sprer seg fra sprekkene og et stykke ut i sidesteinen så den primære anortositten fremtrer med opptil få centimeter brede, hvite sprekker med diffus avgrensning (Figur 2-3). I noen tilfelle får bergarten i tillegg sprette centimeter-store spetter med hvite omdannelser.



Figur 1. Primær fiolettbrun anortositt med tynne skarpt avsatte sprekker fylt med epidot og hvite mineraler som første varsel om begynnende omdannelse av anortositt. Sprekkene representerer kanaler for vandige oppløsninger som er utfylt. Rekefjord pukkverk



Figur 2. Begynnende omdannelse av anortositt, hvor omdannelse til hvit anortositt sprer seg fra sprekker i primær anortositt som førte gjennom-strømmende vandige oppløsninger. Bemerke den typiske diffuse avgrensning for omdannelsene. Rekefjord pukkverk



Figur 3. Avansert stadium av begynnende omdannelse av anortositt. Omdannelse til hvit anortositt med diffus avgrensning har spredt seg fra sprekker i primær anortositt som førte vandige oppløsninger. Rekefjord pukkverk.

Delvis omdannet anortositt. Ved stigende omdannelse trenger de vannholdige løsningene fra sprekkene lengre ut i den primære anortositten, som gradvis blir mer og mer omdannet med sprekkene som utgangspunkt. Omdannelsen til hvit anortositt langs sprekkene blir bredere og fortsetter samtidig mer uregelmessig inn i bergarten (Figur 4-5). Det er litt subjektivt å sette grenser for omdannelsesgraden under kartlegging i felt, men betegnelsen "delvis omdannet anortositt" dekker omtrent for omdannelser på 10-40%.

Omdannet anortositt omfatter varianter hvor mer enn rundt halvparten er omdannet til hvit anortositt. Omdannelsene er ikke lengre så tydelig knyttet til spesifikke sprekker, men følger i større skala soner med bestemte retninger i terrenget, hvorav NØ-SV og, underordnet, NV-SØ retninger dominerer (se Kartbilag 2004.014-01 og 02). Det er vanlig at hvit anortositt underordnet inneholder diffust avgrensede småpartier med mindre omdannelser (Figur 6). Partiene har ofte en blek rødlig farge (skyldes begynnende omdannelse) i motsetning til den fiolettbrune farge som er typisk for frisk primær anortositt. Fullstendig omdannet anortositt uten eller med et ubetydelig innhold av mørke mineraler er kritthvit (Figur 7) og ettertraktet på grunn av sitt potensial for høyverdige produkter som f.eks. fyllstoff. Det er primært sonen ved Hellvik som inneholder slike kvaliteter. Fullstendig omdannet leukonoritt vil på den annen side inneholde 10-20% omdannede mørke mineraler (Figur 8) og derfor fortrinnsvis være egnet for pukk. Denne kvaliteten er mest utbredt i Lædre-Mong området.



Figur 4. Delvis omdannet anortositt. Omdannelse til hvit anortositt har bredt seg langs sprekker og derfra mer uregelmessig inn i primær anortositt. Rekefjord pukkverk.



Figur 5. Delvis omdannet anortositt. Stadium hvor omdannelse til hvit anortositt ikke lenger er tydelig knyttet til sprekker, men diffus og uregelmessig. Vest for Matnisdal.



Figur 6. Omdannet hvit anortositt med grense til primær fiolettbrun anortositt til venstre. Den hvite anortositten har underordnet diffust avgrensede småpartier med mindre omdannelse. De viser seg med en blek rødlig fargetone. Rekefjord pukkverk.



Figur 7. Fullstendig omdannet kritthvit anortositt, som er ettertraktet på grunn av sitt potensial for f.eks. fyllstoff og keramisk råstoff. Veiprofil mellom Hellvik og Eike.



Figur 8. Fullstendig omdannet leukonoritt med ca. 10% omdannede mørke mineraler (amfibol og epidot). Ved innkjørsel til søppeldeponi ved Mong.

MEKANISK KVALITET

Som nevnt ovenfor kan spesiell ren hvit omdannet anortositt uten mørke mineraler anvendes til høyverdige produkter som f.eks. fyllstoff og som råstoff til den keramiske industri. Denne kvalitet forekommer imidlertid kun i begrenset mengde. Hovedpotensialet for den omdannede anortositten betraktes å ligge innenfor byggeråstoff, som også er det overveiende produktet for virksomhetene som driver på hvit anortositt i dag. Anortosittproduktene har ytterligere en fordel fremfor produkter fra andre bergartstyper, ved å være fri for kvarts. På sikt kan dette ut fra helse- og miljømessige hensyn bli en fordel, hvis strengere krav til mineralinnhold i byggeråstoffer innføres.

De mekaniske egenskapene for henholdsvis omdannet hvit og primær fiolettbrun anortositt, basert på 29 prøver fra Rogaland Anortosittprovins, er tidlige undersøkt av Erichsen & Marker (NGU-Rapport 2000.016), og for detaljer henvises til denne rapporten. Resultatene av de ulike mekaniske testparametere er gjengitt i Tabell 1. Som det fremgår, forbedres de mekaniske egenskapene betydelig for omdannet hvit anortositt i forhold til den primære typen, som gjør omdannet anortositt særdeles attraktiv til de fleste vegformål i Europa. Den primære anortositten viser til gjengjeld så dårlig kvalitet at den i mange tilfeller må betegnes som uinteressant for anvendelse til byggeråstoff. Det er ikke klarlagt i detalj, hva graden av omdannelse betyr for de mekaniske egenskapene, men både kategoriene "omdannet anortositt" og "delvis omdannet anortositt" viser bra verdier. Men noe tyder på at selv mindre mengder omdannet anortositt blandet med primær anortositt samlet vil forbedre de mekaniske

egenskapene betydelig. Omdannet anortositt og omdannet leuconoritt viser like bra mekaniske egenskaper, og variasjonen i innhold av mørke mineraler synes ikke å påvirke testverdiene noe særlig. Et økende innhold av mørke mineraler (epidot+amfibol) i omdannet anortositt øker poleringsverdien i positiv retning (Erichsen & Marker (NGU-Rapport 2000.016)).

Mekaniske parametre	Omdannet	Primær
Sprøhetstall	36,2 / 6,2	51,0 / 3,8
Abrasjonsverdi	0,49 / 0,11	0,57 / 0,07
Slitasjemotstand	2,9 / 0,8	4,1 / 0,5
Mølleverdi	8,7 / 3,5	15,4 / 3,5
Los Angeles verdi	14,9 / 2,8	30,2 / 4,5
Poleringsverdi	50 / 6,2	50 / 2,8
Densitet	2,78	2,78

Tabell 1. Mekaniske egenskaper for omdannet og primær anortositt basert på 29 prøver fra Rogaland Anortosittprovins. Tabellen viser gjennomsnitt / standardavvik for ulike mekaniske parametre. Fra Tabell 1 i Erichsen & Marker (NGU-Rapport 2000.016).

FOREKOMST AV OMDANNET ANORTOSITT.

Kartleggingen av omdannet anortositt har vist, at hvit anortositt/leukonoritt opptrer langs markerte, gjerne rettlinjede, soner av varierende mektighet. Soner over en viss mektighet framtrer tydelig i terrenget og antar bestemte retninger. Som det fremgår av oversiktskartet (Kartbilag 2004.014-01) finnes det seks hovedsoner med omfattende omdannelser som er atskilt fra store områder av primær anortositt/leukonoritt med kun ubetydelige omdannelser. Hovedsonene er alle orientert NØ-SV og følger markante dalsøkk. De mest omfattende omdannelser opptrer i en sone gjennom Hellvik og i Lædre-Mong området. I forbindelse med hovedsonene finnes ofte underordnet omdannelsessoner med annen eller samme orientering. Det er en tendens at volum og intensitet av omdannelsene er størst hvor disse støter til eller krysser en hovedsone. Sonene påvirker som omtalt tidligere alle anortosittiske bergarter i Rogaland Anortosittprovins, og den enkelte sone vil i lengderetningen ofte krysse ulike enheter av bergarter som f.eks. anortositt, leukonoritt og båndet anortosittisk bergart. Dette gjør, at omdannelsene i sonene ofte vil resultere i noe forskjellige produkter på langs av en sone, bestemt av den primære geologiske oppbyggingen av anortosittmassivene. Hvilke typer omdannelsesprodukter det kan forventes, kan ses ved å sammenlikne kartbilagene i denne rapporten med det geologiske kartet over Rogaland Anortosittprovins (Marker et al., 2004).

DE SEKS HOVEDSONENE MED OMDANNET ANORTOSITT

Basert på detaljert kartlegging er det utskilt seks hovedsoner med omdannet hvit anortositt (Kartbilag 2004.014-01). Fra sydøst til nordvest er de benevnt: Åna-Sira sonen, Rekefjordsonen, Lædre-Mong sonen, Hellvik-sonen, Onga-sonen og Brusand-sonen. Dertil finnes

enkelte mindre, tynne soner i vest på Eigerøya, sydøst for Eike og ved Ognedal, som antas å være uten betydning i en ressursammenheng.

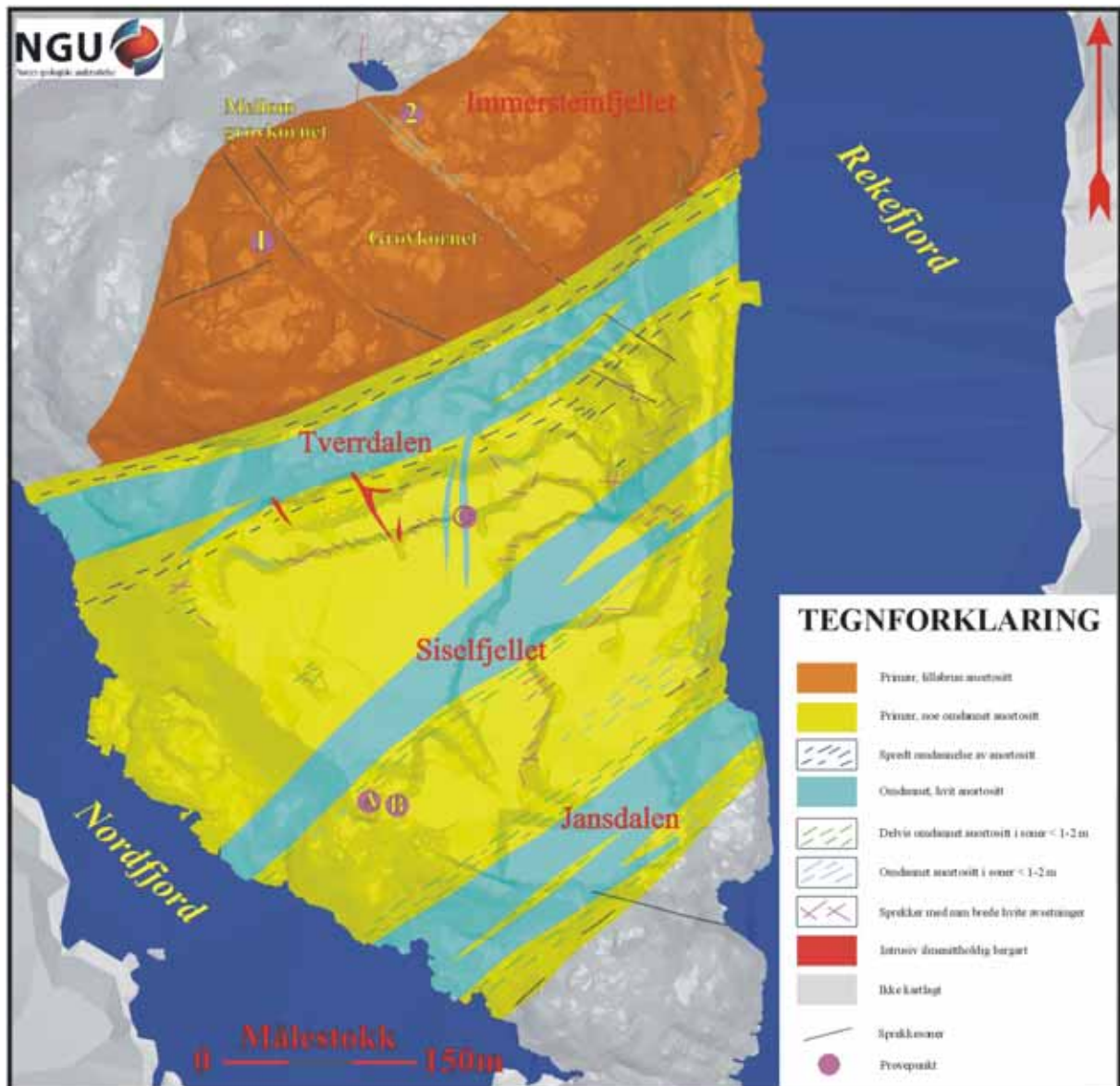
Åna-Sira sonen

Åna-Sira sonen ble undersøkt i 1997 (Karlsen et al., 1998). Omdannelsene følger det ØNØ-orienterte Åna-Sira dalstrøk og er for mesteparten skjult i fjorden eller av elvesedimenter i dalbunnen (derfor ikke fargelagt på Kartbilag 2004.014-01). En underordnet omdannelsessone med en mer nordøstlig orientering (Såvatnet-sonen) møter Åna-Sira sonen mot kysten i sørvest (Karlsen et al., 1998). Såvatnet-sonen består mest av delvis omdannet hvit anortositt med tiltagende omdannelse mot SSV, hvor den når en bredde på ca. 170 m. Den sørvestligste del mot kysten, hvor det antatt største potensiale for drift ligger, er ikke nærmere undersøkt.

Rekefjord-sonen

Rekefjord-sonen ble undersøkt i 1998 for Fjordstein A/S for å kartlegge det eksisterende anortosittbruddet og undersøke potensielle nye uttaksområder for pukk hvor omdannet anortositt er viktig (Ulvik et al., 1998). Rapporten er ikke lengre fortrolig, og resultatene vil derfor bli oppsummert her. Sonen er orientert ØNØ-VSV og utgjør den sørvestlige fortsettelse av Blåfjell forkastningssonen (Karlsen et al., 1998). Omdannelsene fortsetter nordøstover langs denne forkastningssonen, hvor de påvirker jotunit og Bjerkreim-Sokndal intrusjonens bergarter umiddelbart øst for Rekefjord. Det er kun den sørvestligste del av sonen med Rekefjord pukkforekomsten, hvor den omfatter omdannelse av anortositt, som omhandles nærmere her. Bruddområdet ligger mellom Rekefjord og Nordfjord (Figur 9), hvor omdannelsessonen totalt er rundt 450 m bred. Hvit anortositt med omfattende omdannelser forekommer i tre parallelle, 40-70 m brede soner med NØ-SV orientering. Kontakten mellom omdannet og primær anortositt er ofte ganske skarp (Figur 10). Områdene mellom og langs randen av sonene viser delvise eller begynnende omdannelser, som gjør at også disse er egnede for pukk, om enn kvaliteten ikke er fullt så god.

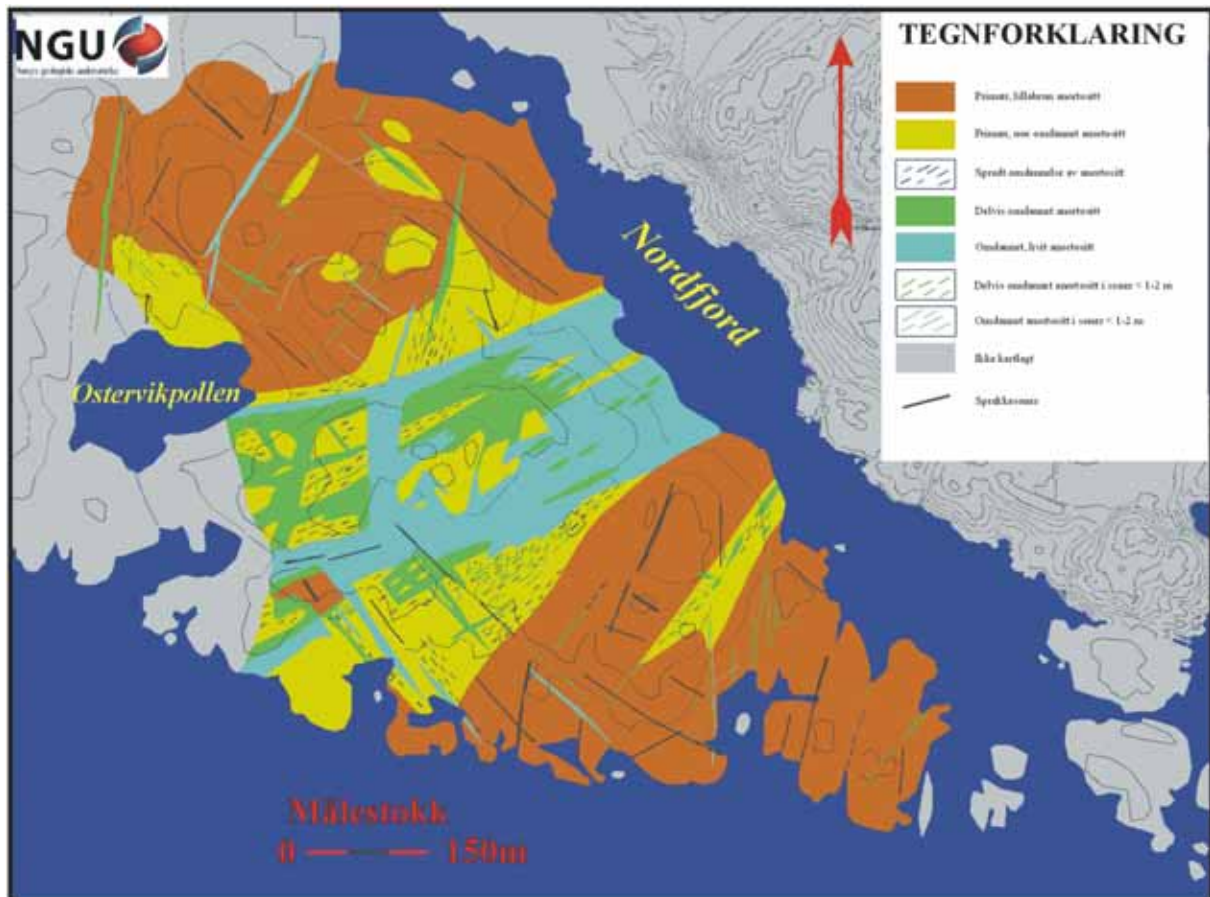
Rekefjordsonen fortsetter sørvest for Nordfjord (Ostervikknuten), hvor sonen totalt sett kun er rundt 300-350 m bred, men hvor omdannelsene til gjengeld er mer omfattende (Figur 11). Dette betyr samtidig et potensiale for pukk av høyere kvalitet enn i bruddet ved Rekefjord. Den sentrale sonen med den største omdannelse er mer enn 200 m bred. Den mest omfattende omdannelse forekommer langs sonens ØNØ-VSV orienterte avgrensning i nord og sør, i et N-S orientert belte i den sentrale delen og i den østlige del av sonen hvor fullstendig omdannet hvit anortositt er vanlig. De gjennomstrømmende løsningsene synes å ha vært konsentrert langs ØNØ-VSV, N-S og NV-SØ sprekkeretninger, hvorfra de er trengt inn i sidesteinen. Dermed kom sonen til å inneholde partier med mindre omfattende omdannelser. Den primære anortositten langs sonens nordlige og sørlige avgrensning viser diffust avgrenset delvis eller begynnende omdannelse, som er best utviklet i sørvest. Her tiltar sonen samtidig i bredde og får en diffus avgrensning til området lengre mot sør. Årsaken er, at det her i tillegg forekommer omfattende omdannelse til hvit anortositt langs fremtredende NV-SØ-gående soner. Sonene følger topografisk markante lineamenter og kan være opp til 5-15 meter brede. Samtidig øker tettheten av tynne omdannelsessoner med NE-SV og N-S retning. Omdannelsesmønstrer vitner alt i alt om en stor vandig gjennomstrømning langs diverse sprekkebestemte kanaler med utbredt omdannelse av primær anortositt.



Figur 9. Geologisk kart over A/S Fjordsteins pukkbrudd ved Rekefjord. Fra Ulvik et al.(1998).



Figur 10. Ganske skarp kontakt mellom omdannet hvit anortositt (t.v.) og primær fiolettbrun anortositt (t.h.) for hovedsone med hvit anortositt i Rekefjord pukkverk.



Figur 11. Geologisk kart over Ostervikknuten området sørvest for A/S Fjordsteins pukkbrudd ved Rekefjord. Fra Ulvik et al.(1998).

Lædre-Mong sonen

Lædre-Mong sonen er bygget opp som et forgrenet system av dominerende NØ-SV og underordnede NV-SØ sprekkelinneamenter med omfattende og voluminøs omdannelse til hvit anortositt/leukonoritt. Sonen danner det største feltet med hvit anortositt som enda ikke er utnyttet i Rogaland Anortosittprovins. Sonen er kartlagt i detalj i skala 1:5 000 og 1: 20 000, og resultatet av kartleggingen er vist som Kartbilag 2004.014-02. Hovedsonen, som strekker seg fra Lædre opp langs Svåvatnet med fortsettelse til Kydlandsvatnet, er orientert NØ-SV og opptil 700 meter bred i sydvest. Lædre-Mong sonen har en mektig, opptil 100 meter bred, tverrsoner med omfattende omdannelser til hvit anortositt som følger riksvei 44 mot SØ i den sentrale del av området. Tverrsonen krysses av flere ganske mektige soner med hvit anortositt, som er orientert NØ-SV parallelt med hovedsonen. I tillegg finnes tynnere omdannelsessoner med både NØ-SV og NV-SØ orientering, slik at området blir oppdelt i en form for blokkmønster. Mellom sonene med delvis omdannet og omdannet hvit anortositt er den primære fiolettbrune anortositten/leukonoritten imidlertid sjelden helt frisk, men viser mange steder ulike grader av begynnende omdannelse.

Mesteparten av Lædre-Mong sonen ligger innenfor det såkalte Håland massivet (Michot, 1961), eller Håland Anortositten i følge ny terminologi (Marker et al., 2004), som består av en blanding av anortositt og leukonoritt, hvor leukonoritt ofte dominerer (sammenlign med det geologiske kartet (Marker et al., 2004) for detaljer). 'Anortosittene' i Håland Anortositten har derfor generelt et høyere innhold av mørke mineraler enn de øvrige anortosittene i Rogaland Anortosittprovins. Dette betyr at mange av Lædre-Mong sonens omdannede 'anortositter' kan

ha et innhold av mørke mineraler på inntil 5-10% (Figur 8), og ofte bestå av en rask veksling mellom hvit anortositt og omdannet leukonoritt. Som nevnt tidligere har omdannet anortositt og leukonoritt stort sett identiske mekaniske egenskaper, som bekreftet for prøver analysert fra Lædre-Mong sonen. Sonens omdannede bergarter viser derfor samme høye mekaniske kvalitet som for de øvrige sonene i anortosittprovinsen. Men større, naturlig forekommende kritthvite kvaliteter som opptrer i Hellvik-sonen (se senere) vil være vanskelig å oppnå. Den hvite omdannede anortositten i den mektige hovedsonen fra Lædre og opp langs østsiden av Svåvatnet tilhører den del av Håland Anortositten, som inneholder færrest mørke mineraler. Denne sonen, men også tverrsonen langs riksvei 44 og flere av de tilstøtende NØ-sonene, har store volum med høy omdannelsesgrad til hvite kvaliteter, som vil være attraktive for pukk.

Lædre-Mong sonen gjennomsettes av to større og flere mindre VNV-ØSØ orienterte ganger av doleritt (basalt bergart; Kartbilag 2004.014-02). Den mektigste, som er 10-25 meter bred, går tvers gjennom området i sør og skjærer de hvite anortosittene. Selve doleritten er frisk og uomdannet og tilhører den såkalte "Egersund gangsverm" (Bingen & Demaiffe, 1999). I området finnes også spredte tynne granittganger. Disse ganger er normalt 1-5 cm tykke og kan ha flere retninger. De forekommer meget spredt i anortositten og er volummessig helt uten betydning.

Hellvik-sonen

Hellvik-sonen er en 15 km lang NØ-SV-gående sone med hvit anortositt som strekker seg fra Hellvik mot nordøst gjennom Eike-området til sørvest for Bjerkreim (Kartbilag 2004.014-01). Sonen er ca. 700 m bred i kystsonen (0-6 km fra kysten), hvor den hvite anortositten tas ut for pukk i flere brudd. Lengre mot nordøst smalner sonen inn til å være 200-300 m bred. Sonen har flere tynnere parallelle omdannelsessoner, som ofte støter til hovedsonen, i sin kystnære del. Ellers er Hellvik-sonen rett simpel i oppbygningen sin bortsett fra tilstedeværelsen av en VNV-ØSØ-gående tverrsone ved Eikesvatnet.

Sammenliknet med det geologiske kartet over Rogaland Anortosittprovins (Marker et al., 2004) er Hellvik-sonen spesiell ved utelukkende å forløpe i anortositt. Primær anortositt i området er ofte lysere enn vanlig og med et sterkt underordnet innhold av mørke mineraler. Dette er årsaken til at den gjennomskjærende omdannelsessonen med hvit anortositt i partier er fullstendig omdannet og får en helt kritthvit farge (Figur 7). Men sonen viser som helhet en ganske høy omdannelsesgrad, hvor mesteparten av bergartene faller inn under kategorien "omdannet hvit anortositt". I den sørlige kystnære delen, hvor sonen er bredest og omdannelsene omfattende, er det etablert uttak av hvit anortositt i tre brudd for pukk og industrimineral. De reneste kritthvite kvalitetene har samtidig et potensial for den keramiske industri og som fyllstoff. Lengre nordøstover mot Bjerkreim inneholder Hellvik-sonen også ganske sterkt omdannet hvit anortositt som likner på kvaliteten i sørvest. Den hvite anortositten vest for Eikesvatnet har tidligere vært undersøkt og beskrevet av NGU (Sverdrup, 1966; Sørensen, 1968), hvor også analyser av den mekaniske kvaliteten ble utført. Alt i alt er det et ytterligere potensial for utnyttelse av hvit anortositt i den nordøstlige delen av Hellvik-sonen, men den lengre avstanden til sjøtransport vil ha negativ innvirkning for etablering av nye uttak.

Ogna-sonen

Ogna-sonen følger Ognadalen mot Bjerkreim og ligger i et skarpt markert rettlinjet ØNØ-VSV lineament. Sonen inneholder hvit omdannet anortositt som ofte viser en ganske høy grad

av omdannelse. Mektighet er bare noen få titalls meter samtidig med at omdannet anortositt for det meste ligger i bunnen av dalsøkket. Det er derfor vanskelig å få utdrevet et større volum av hvit anortositt, og sammenholdt med den store avstand fra kysten, har sonen antagelig et begrenset økonomisk potensial. To mindre ØSØ-VNV-gående omdannelsessoner møter Oгна-sonen fra sør. Som for Hellvik-sonen krysser Oгна-sonen utelukkende anortositt, som oftest er fattig på mørke mineraler. Fullt omdannet anortositt i Oгна-sonen er derfor av en ganske hvit kvalitet.

I Ognedal-området finnes flere forholdsvis tynne soner med hvit anortositt i både NØ-SV- og NV-SØ-gående retninger. Ingen av disse sonene har et potensial for utnyttelse.

Brusand-sonen

Brusand-sonen er den vestligste av hovedsonene med hvit anortositt (Kartbilag 2004.014-01). Sonen har et litt uregelmessig forløp og strekker sig fra Brusand mot nordøst til Topdal. Fra å ha en NØ-SV orientering i sør, har sonen via en N-S forbindelse en NNØ-SSV orientering ved Topdal. Herfra strekker det seg en underordnet, forholdsvis tynn omdannelsessone mot ØNØ til Eikelsanda. Brusand-sonen er lokalt 200 meter, oftest ikke mer enn 100 meter mektig. Sammenliknes den med det geologiske kartet over Rogaland Anortosittprovins (Marker et al., 2004) ses, at Brusand-sonen i sør gjennomsetter anortositt med få mørke mineraler, mens den i nord, i Topdal-området, omdanner foliert anortositt og leukonoritt som mest forekommer i en tett veksling (Figur 12-13). Den sørlige, men ikke særlig velblottete del av sonen inneholder imidlertid noen hvite kvaliteter av omdannet anortositt, som nesten ikke inneholder mørke mineraler. Samlet sett er det økonomiske potensial i Brusand-sonen især for pukk nok begrenset, ikke minst i betraktning av beliggenheten inne i landet. Den hvite kvaliteten av omdannet anortositt i sonens sørlige del kunne eventuelt ha et potensial for mer høyverdige produkter, men en mer presis vurdering av volum og kvalitet må først avdekkes.

PUKKPOTENSIALET.

Pukkpotensialet for anortositt i Rogaland Anortosittprovins vil i første rekke være knyttet til den hvite omdannede anortositten. Ved siden av den gode mekaniske kvaliteten er den hvite anortositten etterspurt i markedet ved at den som tilslag til asfaltdekker gir vegbanen en lys overflate av betydning for trafikksikkerhet. På sikt kan det bli en ytterligere etterspørsel etter hvit anortositt ved at den ikke inneholder kvarts. Kvarts er en viktig faktor for utvikling av silikose, og det kan i fremtiden bli innført strengere krav til mineralinnhold i byggeråstoffer ut fra helse- og miljømessige forhold.

Innenfor Rogaland Anortosittprovins eksporteres det i dag pukk fra fire pukkuttak som alle driver på hvit eller delvis hvit omdannet anortositt. De er alle lokalisert i kystsonen, og i fremtiden vil pukkpotensialet også være størst for forekomster av hvit anortositt med en kystnær beliggenhet. Mest interessant i denne sammenheng er uten sammenlikning Lædre-Mong sonen, som har store forekomster som enda ikke er utnyttet. Men også Hellvik-sonen lengre fra kysten og eventuelt den sørlige del av Brusand-sonens kan bli interessante, fordi de inneholder hvite kvaliteter uten mørke mineraler som også kan ha et potensial som industrimineral. En begrensende faktor for etablering av nye kystnære pukkverk er imidlertid vanskeligheten med å finne egnede områder for etablering av gode kai- og havneforhold, som er skjermet for vær og vind, samt konflikt med eksisterende bebyggelse. Det vil antagelig derfor kreve en større investering å etablere drift i Lædre-Mong sonens omdannede anortositter. Til gjengjeld er tonnasjen i forekomsten virkelig stor, og drift vil kunne skaffe arbeidsplasser langt ut i fremtiden.



Figur 12 (se også Figur 13). Omdannet anortositt (hvite benker) og leukonoritt/noritt i tett veksling. Begge bergartene viser høy grad av omdannelse og omdannet anortositt er nesten krittthvit. Den mørke fargen på leukonoritt/noritt benkene skyldes et høyt innhold av omdannede mørke mineraler. Nordvest for Matnisdal.



Figur 13. Detalje fra Figur 12 nederst til venstre.

REFERANSER

Bingen, B. & Demaiffe, D., 1999: Geochemical signature of the Egersund basaltic dyke swarm, SW Norway, in the context of late-Neoproterozoic opening of the Iapetus Ocean. Norsk Geologisk Tidsskrift, 79, 69-86.

Erichsen, E. & Marker, M., 2000: Anortositt i "Egersundfeltet" – Pukkpotensialet. NGU Rapport 2000.016, 20 pp.

Karlsen, T.A., Nilsson, L.P, Marker, M., Gautneb, H. & Erichsen, E., 1998: Berggrunnsgeologi og mineralske ressurser i Sokndal-området, Rogaland. Statusrapport. NGU Rapport 98.068.

Marker, M., Schiellerup, H., Meyer, G., Robins, B. & Bolle, O., 2004: Beskrivelse til geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins, 1: 75 000. Rapport 2004.007, Norges geol. Unders., 20 pp.

Michot, J., 1961: The anorthositic complex of Haaland-Helleren. Norsk Geologisk Tidsskrift, 41, 157-172.

Sverdrup, T.L., 1966: Hvit anorthositt til vegformål, Eigersund kommune. Rapport nr. 682, Norges geologiske undersøkelse.

Sørensen, E., 1968: Anorthositt til vegformål, Eigersund kommune. Rapport nr. 873, Norges geologiske undersøkelse.

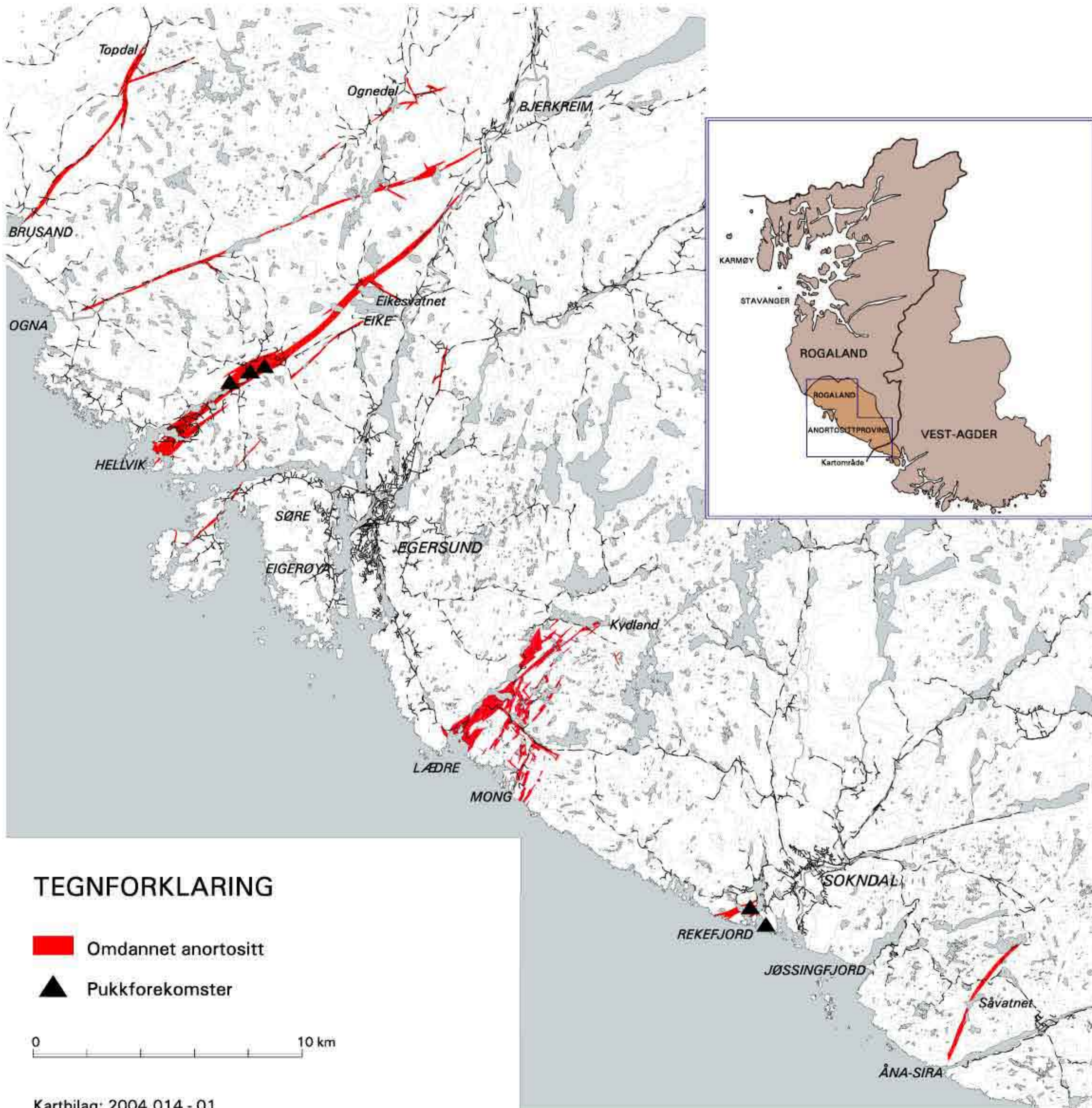
Ulvik, A., Marker, M. & Erichsen, E., 1998: Pukkundersøkelser i Rekefjord. NGU Rapport 98.129. Fortrolig inntil 01.12.2000.

GEOLOGISK KART OVER OMDANNET ANORTOSITT I ROGALAND ANORTOSITTPROVINS


Skala 1: 100 000

Mogens Marker

Digital utførelse: Torbjørn Sørdal



TEGNFORKLARING

-  Omdannet anortositt
-  Pukkforekomster

0 10 km

GEOLOGISK KART OVER OMDANNET ANORTOSITT I LÆDRE - MONG OMRÅDET

Mogens Marker

Digital utførelse: Torbjørn Sørdal



TEGNFORKLARING

- Primær anortositt
- Begynnende omdannelse av anortositt
- Delvis omdannet anortositt
- Omdannet anortositt
- Dolerittgang

Vei

