

Rapport nr.: 2006.011		ISSN 0800-3416		Gradering: Åpen	
Tittel: Sluttrapport for Rogalandsprogrammet 2000-05					
Forfatter: Mogens Marker, Terje Bjerkgård, Eyolf Erichsen, Håvard Gautneb, Svein Gjelle, Tom Heldal, Peter Ihlen, Are Korneliussen, Bjørn Lund, Gurli Meyer, Jan Sverre Sandstad, Henrik Schiellerup, Trond Slagstad, Arne Solli, Arnhild Ulvik og Knut Wolden			Oppdragsgiver: Rogaland Fylkeskommune og NGU		
Fylke: Rogaland			Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000) Haugesund, Mandal, Stavanger, Sauda			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 61		Pris: Kr 610
			Kartbilag: 4		
Feltarbeid utført: 2000-2005		Rapportdato: 20.01.2006		Prosjektnr.: 006711	
				Ansvarlig: Berit Forbord Moen	
Sammendrag:					
Rogalandsprogrammet ble startet opp i 2000 som et 6-årig program med delfinansiering fra Rogaland fylkeskommune. Samarbeidsprogrammet har hatt som formål å skaffe ny og bedre kunnskap om de geologiske forholdene i fylket og dermed om de geologiske ressursene. De geologiske undersøkelsene har primært vært relatert til potensialer for forekomster av naturstein, pukk, industrimineraler og malm, men har samtidig siktet på å heve forståelsen for den geologiske oppbygning og utvikling av fylkets berggrunn. Dette ikke minst da den geologiske kartlegging og tolkning, spesielt utenfor Rogaland Anortosittprovins, viste seg sterkt foreldet og mangelfull, og lite egnet som bakgrunn for moderne ressursundersøkelser. Målet har videre vært at resultatene skal danne grunnlag for framtidig arealplanlegging og utnyttelse av de geologiske ressursene.					
Emneord: Rogaland		Berggrunnsgeologi		Geologiske råstoffer	
Naturstein		Pukk		Titanmineraliseringer	
Geologiske databaser		Kvarts		Geologisk råstofforvaltning	

INNHold

Innledning	5
<i>Mogens Marker</i>	

Berggrunnsgeologi

Geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins, 1:75 000	8
<i>Mogens Marker, Henrik Schiellerup og Gurli Meyer</i>	
Berggrunnsgeologisk kartlegging av gneisområdene i Rogaland	12
<i>Mogens Marker, Trond Slagstad, Svein Gjelle og Arne Solli</i>	

Byggeråstoffer

Naturstein	17
<i>Tom Heldal, Terje Bjerkgård og Bjørn Lund</i>	
Hvit anortositt for pukke i Rogaland Anortosittprovins	21
<i>Mogens Marker & Eyolf Erichsen</i>	
Regional pukkevalitet og berggrunnsgeologi	27
<i>Eyolf Erichsen, Trond Slagstad og Mogens Marker</i>	
Skifer og murestein i Rogaland	31
<i>Bjørn Lund</i>	

Malm- og industrimineraler

Bjerkreim-Sokndal intrusjonen – en mineralforekomst for apatitt, ilmenitt og magnetitt	32
<i>Gurli Meyer, Are Korneliussen, Henrik Schiellerup</i>	
Kvartsressurser i Rogaland	36
<i>Peter M. Ihlen</i>	

Grunnvarme

Grunnvarme og berggrunnsgeologi	42
<i>Trond Slagstad</i>	

NGU databaser for Rogaland

Database for malmforekomster	44
<i>Peter M. Ihlen og Jan Sverre Sandstad</i>	

Database for industrimineraler	48
<i>Håvard Gautneb</i>	

Database for grus og pukk	51
<i>Arnhild Ulvik og Knut Wolden</i>	

Database for naturstein	53
<i>Tom Heldal & Bjørn Lund</i>	

Forvaltning

Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Rogaland fylke 2004	55
<i>Arnhild Ulvik</i>	

Fylkesplan for sand, grus og pukk	58
<i>Knut Wolden</i>	

Publikasjoner

NGU-rapporter fra Rogalandsprogrammet 2000-2005	59
Publikasjoner for industrioppdrag i Rogaland 2000-2005	60
Publikasjoner for GEODE-workshop 2001	61

VEDLEGG

- 1: Geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins. Målestokk 1:75 000.
- 2: Omdannet anortositt i Egersundfeltet.
- 3: Geologisk kart, Sandnes-Gjesdal området (målestokk 1:75 000).
- 4: Ressurskart; Sand, grus og pukk på Jæren, Rogaland fylke (målestokk 1:175 000).

INNLEDNING

Rogalandsprogrammet ble startet opp i 2000 som et 6-årig program med delfinansiering fra Rogaland fylkeskommune. Samarbeidsprogrammet har hatt som formål å skaffe ny og bedre kunnskap om de geologiske forholdene i fylket og dermed om de geologiske ressursene.

Overordnet mål og utfordringer for det geologiske undersøkelsesprogrammet har vært:

- Å kartlegge og utvikle mineralressurser som kan danne grunnlag for industriell utnyttelse.
- Å imøtekomme behovet for geologiske data hos offentlige og private brukergrupper innenfor arealplanlegging og miljøforvaltning.

De geologiske undersøkelsene har primært vært relatert til potensialer for forekomster av naturstein, pukk, industrimineraler og malm, men har samtidig siktet på å heve forståelsen for den geologiske oppbygning og utvikling av fylkets berggrunn. Dette ikke minst da den geologiske kartlegging og tolkning, spesielt utenfor Egersundfeltet, viste seg sterkt foreldet og mangelfull, og lite egnet som bakgrunn for moderne ressursundersøkelser. Målet har videre vært at resultatene skal danne grunnlag for framtidig arealplanlegging og utnyttelse av de geologiske ressursene.

Rogalandsprogrammet har vært utført som et samarbeidprogram mellom Rogaland fylkeskommune og NGU, finansiert med et årlig tilskudd fra fylkeskommunen på 400.000 kroner i 2000-01 økende til 650.000 kroner i 2002-05. Fylkeskommunens tilskudd har under programperioden samlet vært på 3,4 millioner kroner, hvilket svarer til 26 % av de totale kostnader. NGU har således bidratt med 74% av omkostningene til programmet.

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Sum
Regnskap	2,0	2,2	2,2	1,5	2,5	2,7	13,1
Tilskudd fra fylkeskommunen	0,4	0,4	0,65	0,65	0,65	0,65	3,4
NGUs andel	1,6	1,8	1,55	0,85	1,85	2,05	9,7

Tabell for kostnader for NGUs undersøkelsesprogram for Rogaland fylkeskommune fra 2000 til og med 2005 i millioner kroner.

Berggrunnskartleggingen under Rogalandsprogrammet (side 8-16) har siktet på å utarbeide geologiske kart til bruk for vurderingen av fylkets byggeråstoff og mineralressurspotensial, ikke minst til hjelp for arealplanlegging. Det er avgjørende at man får oversikt over forekomst av viktige geologiske ressurser som har mulighet for utnyttelse i fremtiden, og at det tas hensyn til dette ved arealplanleggingen. Lengst fremme i denne arbeidskrevende prosessen er det sørlige Rogaland (sør for Høgsfjorden) hvor det er utarbeidet et geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins (side 8-11) og et geologisk kart over Sandnes- Gjesdal området (side 8-11). I tillegg til kartleggingen ble det for det sistnevnte området tatt prøver av de viktigste bergartene for mekanisk analyse for dermed å få oversikt over den regionale fordelingen av pukkvalitet (side 12-16). Dette ble gjort for å utpeke områder for arealplanleggingen hvor uttak av pukk av best mulig kvalitet kan skje i fremtiden. Berggrunnskart kan også brukes som grunnlag for å vurdere forholdene for grunnvarme i et område ved å måle varmeledningen for ulike bergarter fra kartet (side 42-43). De geologiske kartene er, som alle kart under Rogalandsprogrammet, utarbeidet som digitale kart; denne type kart utgjør et viktig grunnlag for alle mineral- og byggeråstoffundersøkelser.

Innenfor byggeråstoffer har det vært fokus på natursteins- og pukkundersøkelser. Natursteinsundersøkelsene var konsentrert om kartlegging og vurdering av anortositt med blå fargespill i Rogaland Anortosittprovins (side 17-20). Anortositt med blå fargespill er den best betalte naturstein i Norge, og har inntil nå vært tatt ut av A/S Granitt 1893 nær Sirevåg. En rekke nye forekomster er påvist gjennom Rogalandsprogrammet, som har lagt til rette for utarbeidelse av planverktøy for fremtidig forvaltning av disse ressursene. I tillegg til de regionale pukkundersøkelsene i Sandnes-Gjesdal området nevnt ovenfor (side 27-30) har kartlegging av hvit anortositt for pukk i Rogaland Anortosittprovins (side 21-26) vært prioritert. Hvit anortositt er attraktiv for pukk på grunn av gode mekaniske egenskaper og en lys farge som gjør den velegnet til topplag på sterkt trafikkerte veier. Mangelen på kvarts gjør også steinen miljøvennlig. Det ble under kartleggingen påvist store forekomster av hvit anortositt som ikke blir utnyttet i dag. For bygningsstein er forekomster av skifer og murestein i den nordvestlige delen av Rogaland fylke blitt undersøkt (side 31).

Med hensyn til malm- og industrimineraler har det under Rogalandsprogrammet vært utført betydelige undersøkelser av titan- og kvartsressurser, til dels i samarbeide med industrien. Med Titania AS har Rogaland i forveien en aktør i verdensklasse i form av produksjon av titanmineralet ilmenitt fra Tellnesforekomsten; men andre titanressurser er også betydelige. De nye undersøkelsene har fokusert på kombinasjonsmalm av apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt, med stor utbredelse som lag i Bjerkreim-Sokndal intrusjonen (side 32-35). Apatitt er et fosfatmineral som brukes for gjødsel. Undersøkelsene har påvist store ressurser av denne typen mineralisering, som kan tenkes å få økonomisk betydning i fremtiden avhengig av teknologisk utvikling og marked. En interessant framtidig mulighet er prosessering/videreforedling av denne forekomsttypen i en industriell prosess som også forbruker CO₂. Undersøkelsene har påvist og kartlagt flere store kvartsforekomster i Rogaland, hvorav enkelte kan ha potensial for utnyttelse på sikt (side 36-41). I samarbeid med industrien er det påvist to forekomster med høyteknologisk super-ren kvarts (rapport fortrolig til 2008).

NGU bygger og vedlikeholder nasjonale databaser som omfatter aktuell informasjon om Norges berggrunn, løsmasser, mineralske ressurser og grunnvann. I Rogaland er databasene for grus og pukk, naturstein, industrimineraler og metaller oppdatert i perioden 2000 til og med 2005 i forbindelse med Rogalandsprogrammet (side 44-54). Tilgang til databasene fås ved å gå inn på NGUs hjemmeside - [NGU.no](http://ngu.no). Enkelte databaser er for tiden under rekonstruksjon, og i disse tilfelle anbefales direkte henvendelse til NGU.

I siste delen av Rogalandsprogrammet utførte NGU forvaltningsmessige undersøkelser innenfor sand, grus og pukk. Dels er det utført et ressursregnskap for Rogaland fylke i 2004 (side 55-57), dels er det i samarbeide med fylket utarbeidet en fylkesplan for sand, grus og pukk for Sandnes-Gjesdal området (side 58).

Som bieffekt til samarbeidsprogrammet med Rogaland fylkeskommune har de geologiske undersøkelsene stimulert til samarbeid med stein- og mineralindustrien i Rogaland. For pukk gjelder det oppdrag for AMROCK i Espevik og oppdrag for NorStone A/S i Berakvam og Tau, hvor geologien i eksisterende brudd og potensielle nye uttaksområder er kartlagt. NGU har også utført flere oppdrag for A/S Granitt 1893 nær Sirevåg for vurdering av forekomster av naturstein. Endelig har NGU samlet prøver inn fra kvartsforekomstene i Rogaland i et oppdrag for North Cape Minerals for å fastslå kvaliteten av kvartsen. Samlet sett har prosjektene med industrien gitt meget positive resultater i form av informasjon om lokalisering, kvalitet og mengde av geologiske ressurser, som i fremtiden kan føre til etablering av nye arbeidsplasser i regionen. Samtidig viser samarbeidet med industrien, hvor viktig det er å dra inn kompetent geologisk ekspertise i slike undersøkelser.

Alt i alt ser vi fra NGUs side samarbeidsprogrammet med Rogaland fylke som vellykket. Det fantes fra før nesten ingen detaljert geologisk kartlegging fra Rogaland som kunne danne bakgrunn for moderne mineralressursundersøkelser. Dette er det rettet opp på for den sørlige del av fylket hvor nye kart som resultat av programmet forligger for Rogaland Anortosittprovins og gneisområdene nordover til Høgsfjorden. Den attraktive natursteinen med blå fargespill i anortosittprovinsen er kartlagt og kvalitetsvurdert, og det er lagt til rette planverktøy for fremtidig forvaltning av disse ressursene. Det er påvist store reserver av en ny type apatitt- og vanadiumholdig titanmalm med store framtidige muligheter, avhengig av teknologisk utvikling. Det er påvist store reserver av den attraktive hvite anortositten for pukk, og utført en regional vurdering av pukkvalitet for gneisene i det sørlige Rogaland. Parallelt er det utarbeidet en arealplan for Sandnes-Gjesdal området. Dertil er kvartsforekomstene i Rogaland undersøkt og vurdert, og NGUs databaser for grus og pukk, naturstein, industrimineraler og metaller er oppdatert. Endelig er det utarbeidet et nytt ressursregnskap for sand, grus og pukk for Rogaland for året 2004.

Stein- og mineralnæringen i Rogaland fylke er blant den viktigste i landet. I Rogaland er det produsert og levert mineralske råstoffer for 1.151 milliarder kroner i 2004 som er ca. 14% av landets totalproduksjon. I fylket var det i januar 2005 ca. 660 ansatte i mineralbransjen, hvorav 342 innen grus og pukk. Titania AS er den største enkeltbedrift med 246 ansatte. Det er viktig å fortsette arbeidet med å påvise nye geologiske ressurser også som erstatning for dem som tas ut. Vi håper Rogalands-programmet har bidratt til prosessen med å påvise nye reserver.

Vi håper samarbeidet mellom NGU og Rogaland fylkeskommune vil fortsette fremover i oppfølgende prosjekter som dels kan videreutvikle resultater fra fylkesprogrammet, dels kan videreføre kartlegging og ressursundersøkelser i det nordlige Rogaland, hvor mye gjenstår.

Mogens Marker
Programkoordinator
for Rogalandsprogrammet

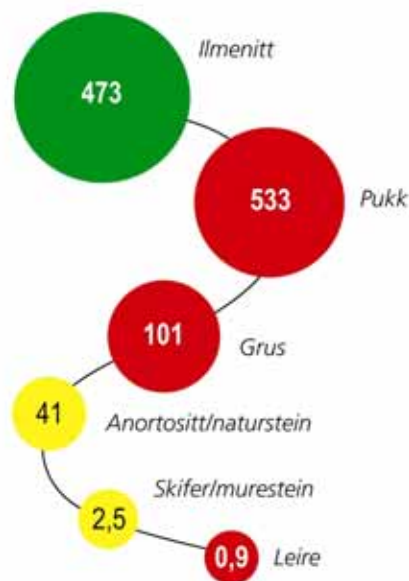
Peer-Richard Neeb
Lagleder
Grus og pukk

Are Korneliussen
Lagleder
Industrimineraler

Tom Heldal
Lagleder
Naturstein

DE VIKTIGSTE MINERALSKE RÅSTOFF PRODUSERT I ROGALAND

Verdi levert fra produsent
(2004, mill. kr.)



GEOLOGISK KART OVER ROGALAND ANORTOSITTPROVINS, 1:75 000

Mogens Marker, Henrik Schiellerup, og Gurli Meyer

DET GEOLOGISKE KARTET

Det geologiske kartet over Rogaland Anortosittprovins (se vedlegg) er blitt til ut fra et ønske om en moderne og oppdatert oversikt over geologien i den særegne anortosittprovinsen i Rogaland. Kartet er et viktig grunnlag for forståelsen av kjente mineralressurser og vil danne en basis for framtidig mineralleting i provinsen. I anortosittprovinsen er det i dag gruvedrift på titan (Tellnes ilmenittforekomst; Titania AS), samt natursteins- og pukkkforekomster av høy kvalitet og verdi. Videre er det under Rogalandsprogrammet påvist store ressurser av en kombinasjonsmalm som inneholder ilmenitt, apatitt (fosfatmineral) og vanadium-rik magnetitt, som vil kunne utnyttes under rette markedsbetingelser i fremtiden. Kartet setter disse viktige ressursene inn i en geologisk sammenheng og bidrar til å forstå deres opptreden og dannelse. Det er utarbeidet som et digitalt kart, som vil lette dets anvendelse som basiskart for nåværende og fremtidige undersøkelser av både økonomisk og vitenskapelig karakter.

På tross av at det har vært utført internasjonale undersøkelser i anortosittprovinsen i Rogaland i mer enn femti år, er det første gang et geologisk kart er sammenstilt for provinsen som helhet. Dette skyldes at tidligere undersøkelser i stor grad har fokusert på å løse bergartsmessige (petrologiske) problemstillinger i deler av området og har vært lite orientert mot kartlegging. Især den vestlige del av provinsen var dekket av kart i form av oversiktsfigurer. Kun den nordøstlige del av provinsen var dekket av systematisk detaljkartlegging. Derfor har det vært nødvendig for NGU å utføre ny kartlegging i de områder hvor dekningen har vært mangelfull.

Det geologiske kartet over Rogaland Anortosittprovins er sammenstilt ut fra tilgjengelig eksisterende kartlegging (se liste på det geologiske kartet) supplert med ny kartlegging og feltkontroll utført i perioden 1997-2002. Uvurderlig upublisert kartlegging av nyere dato er dessuten levert av Brian Robins og Richard Wilson (Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen) og Olivier Bolle (Apofysen). All ny kartlegging og tallrike feltbefaringer har dessuten hatt som formål å sikre at transformering av data fra et gammelt til et moderne topografisk grunnlag er blitt så presist som mulig.

Provinsen er spesiell og inneholder en rekke særegne enheter og bergartstyper som ikke vil bli forklart her. For en mer detaljert beskrivelse henvises til Duchesne & Korneliussen (2003) og Marker et al. (2004). De vanligste bergartene i Rogaland Anortosittprovins er den fiolettbrunlige anortositt (Fig. 1) som består av mer enn 90% av feltspatten plagioklas og leukonoritt (lys noritt) som har gradvis overgang fra anortositt med 10-35% mørke mineraler (ortopyroksen) i tillegg til plagioklas. Overstiger innholdet av mørke mineraler (ortopyroksen) 35% betegnes bergarten noritt. Andre vanlige bergarter er jotunitt som ligner på noritt, og mangeritt/kvarts-mangeritt som er granit-liknende bergarter.

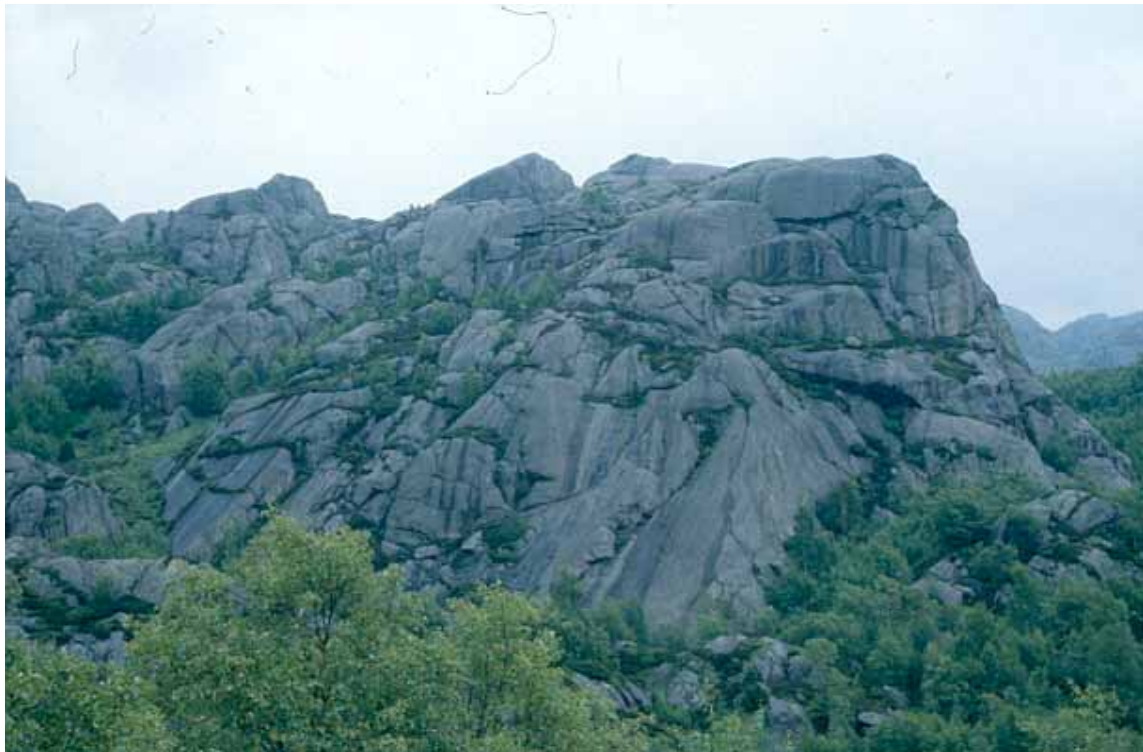


Fig. 1. Typisk anortosittlandskap med avrundete former med lite vegetasjon.

INNDELING AV ROGALAND ANORTOSITTPROVINS

Rogaland Anortosittprovins er ca. 930 millioner år gammel og omfatter flere anortosittmassiver, den lagdelte Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen og en rekke sene norittiske og jotunittiske til charnokittiske intrusjoner. Inndelingen fremgår av oversiktskartet nederst til venstre på det geologiske kartet (se vedlegg). Gneisene som er vertsbergarter for provinsens dypbergarter tilhører det Sveconorvegiske gneiskomplekset som dominerer i Sør-Norge, og er 1500-1000 millioner år gamle. Deformasjonen av gneisene ble avsluttet for ca. 1000 millioner år siden, som resultatet av den Sveconorvegiske fjellkjededannelse. Gneisene var derfor på plass før anortosittprovinsens dypbergarter trengte inn.

Kartet viser at rekkefølgen av massivenes dannelse bestemmes ut fra skjærende (intrusive) relasjoner og ulikheter i deformasjon (deformert (foliert)/ikke deformert) mellom de enkelte bergartslegemer. Legemene består utelukkende av magmatiske dypbergarter som er dannet på stor dybde i jordskorpen, og som er trengt inn i gneisene som omgir dypbergartene i dag. Det eldste massivet er **Egersund-Ogna Anortositten** i vest med en foliert randsone som er parallell med lagdelingen i de omgivende gneisene. Massivet er skilt fra **Håland Anortositten** av en tynn sone av sterkt foliert båndet gneis. Den relativt yngre og udeformerte **Helleren Anortositten** i den sentrale del av provinsen intruderer og skjærer både Egersund-Ogna og Håland Anortosittene. Helleren Anortositten anses å danne fortsettelsen av den tilsvarende udeformerte **Åna-Sira Anortositten** i den østlige del av provinsen. De to massivene er bare øverst oppdelt av et traue av yngre magmatiske bergarter (Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen og jotunittiske bergarter). Den lagdelte **Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen** ligger som en uregelmessig traustruktur på toppen av både anortosittmassivene og gneisene i den nordøstlige del av provinsen. Intrusjonen er dekket av **mangeritt og kvarts-mangeritt** som strekker seg sørøstover i den såkalte **Apofyse**-intrusjonen.

Hele Rogaland Anortosittprovins gjennomsettes av en rekke **sene jotunittiske og mangerittiske bergarter** i form av ganger og intrusive legemer. Den største av disse er **Eia-Rekefjord Intrusjonen** i trauet mellom Hellen og Åna-Sira Anortositene og **Hadland intrusjonen** lengst i vest, som begge består av jotunittiske bergarter. En annen sen gruppe består av **norittiske bergarter** som opptrer som mindre intrusive legemer i den sørøstlige halvpart av provinsen. Den viktigste av disse er **Tellnes legemet** i Åna-Sira Anortositten, som inneholder Tellnes ilmenittforekomst.

I den østlige del av Rogaland Anortosittprovins opptrer to mindre anortosittmassiver, henholdsvis **Garsaknatt Anortositten** øst for Lundevatnet og **Hidra Anortositten**, og **Farsund Charnockitten** som ligger isolert i gneisene.

Enkelte bemerkninger knyttes her til Egersund-Ogna Anortositten og den lagdelte Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen, som inneholder viktige natursteins- og mineralforekomster som har vært nøye undersøkt under Rogalandsprogrammet.

Den sentrale delen av Egersund-Ogna Anortositten består av homogen anortositt som NV for Hellvik inneholder store krystaller av pyroksen (Fig. 2) og plagioklas. I den sentrale delen opptrer samtidig de viktigste forekomster av en type anortositt med blått fargespill (labradorisering) som brytes for naturstein i området øst for Sirevåg (se særskilt kapittel).



Fig. 2. Ortopyroksen mega-krystaller i anortositt. Hammerskaftet er ca. ½ m langt.

Den lagdelte Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen er spesiell ved å være bygget opp av seks sykliske enheter. De er sykliske i den forstand at hver syklisk enhet representerer tilførsel av en ny porsjon smelte (magma) til intrusjonen som så krystalliserte og størknet i en bestemt rekkefølge (fraksjonert krystallisasjon; Fig. 3). I hver syklus opptrer derfor en repetisjon av bergartene forårsaket av at de tunge mineralene olivin og ilmenitt har sunket til bunns i magmakammeret (som kumulerater), mens lette mineraler som plagioklas er steget opp og lagt seg på toppen av smelten.



Fig. 3. Magmatisk gradert lagdeling i Bjerkreim-Sokndal intrusjonen dannet ved fraksjonert krystallisasjon. Storeknuten.

Bjerkreim-Sokndal Intrusjonen inneholder store mengder jerntitan-mineraliseringer som til dels har et betydelig innhold av apatitt (kalsiumfosfat) og vanadium (se eget kapittel). Denne typen mineraliseringer finnes som kumulater i bunnen av visse av magma-syklene. Tonnasjen er meget stor idet mineraliseringene er lagbundne og dekker store arealer.

LITTERATUR

Duchesne, J-C. & Korneliussen, A. (eds.), 2003: Ilmenite deposits and their geological environment. Norges geol. unders. Special Publication 9, 134 sider., ISBN: 82-7385-108-7.

Marker, M., Schiellerup, H., Meyer, G.B., Robins, B. and Bolle, O., 2004: Beskrivelse til geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins, 1:75 000. NGU rapport 2004.007, 23 sider.

BERGGRUNNSGEOLOGISK KARTLEGGING AV GNEISOMRÅDENE I ROGALAND

Mogens Marker, Trond Slagstad, Svein Gjelle og Arne Solli

I forbindelse med oppstarten av Rogalandsprogrammet ble det utført en geologisk rekognosering av Rogalands gneisområder nord for Rogaland Anortosittprovins. Det ble klart at de geologiske karter som forelå var mangelfulle og uegnet som grunnlag for moderne ressursundersøkelser. Det geologiske og ressursmessige datagrunnlaget for Rogalands gneisområder var, og er fortsatt for en stor del av fylket, av eldre dato, og av oversiktsmessig karakter til bruk for NGUs 1:250 000 geologiske kartserie. Samtidig har de geologiske undersøkelsesmetoder og ideer gjennomgått en rivende utvikling siden de tidlige undersøkelsene. Behovet for moderne kartlegging var derfor stort for å fremskaffe pålitelig geologisk informasjon om fylkets gneisområder og gjennom dette å få et bedre datagrunnlag for vurdering av fylkets byggeråstoff- og mineralressurspotensial, ikke minst til hjelp ved arealplanlegging. Kartleggingen av gneisområdene har derfor siden 2001 vært en viktig del av Rogalandsprogrammet.

Undersøkelsene til nå har vist at det er ganske stor forskjell mellom geologien i det sørlige og nordlige Rogaland, med et skille rundt Høgsfjorden. Kartleggingen har ikke uventet vist store endringer i forhold til den geologi som er vist på de tidligere publiserte geologiske kartene i målestokk 1:250 000 (Stavanger og Sauda). Områdene som er kartlagt under Rogalandsprogrammet fremgår av Fig. 1.

Det sørlige Rogaland nord for anortosittprovinsen er oppbygget av flere typer gneiser av smelteopprinnelse (magmatiske størkningsbergarter; Fig. 2), som er deformert og omdannet ved høyt trykk- og temperatur (granulittfacies). Disse veksler med lag av omdannede og delvis oppsmeltete sedimenter, ettersom magmatiske gneiser og sedimenter er blitt skjøvet inn mellom hverandre og sammenfoldet under senere deformasjon. De omdannede sedimentene er av to typer: Et opprinnelig leirsediment som nå finnes som sterkt oppsmeltede granat-biotitt gneiser, og et opprinnelig kalkførende kvartsrikt sediment som i dag finnes som kvartsrike diopsid-gneisser. I tilknytning til de sistnevnte er det kartlagt forekomster av kvarts (se eget kapittel), hvorav de viktigste finnes ved Seldal, Bue, Holmafjell og Kringlelia. Kartleggingen har påvist en rekke nye kvartsforekomster. Gneisene i det sørlige Rogaland er flere steder gjenstand for pukkdirft for lokalt bruk, mens eksport bare skjer fra Dirdal. Dels er kvaliteten ikke fullt så god som i det nordlige Rogaland, dels er det mindre tilgang til sjøtransport.

Det nordlige Rogaland er mest bygget opp av magmatiske størkningsbergarter som ble dannet på forskjellig dyp i jordskorpen. Som i den sørlige delen av fylket er bergartene senere blitt deformert og omdannet, om enn under noe lavere trykk og temperaturer. Disse finnes nå som finkornete, sterkt omdannede lavabergarter (Fig. 3) og andre typer vulkansk materiale som er gjennomvannet av yngre, mer grovkornete porfyriske granitter (dannet som dypbergarter). Nye aldersbestemmelser utført på NGU viser at de eldste magmatiske størkningsbergartene ble dannet for rundt 1500 millioner år siden. Senere fjellkjedefolding har ført til at bergartslagene ble forgneiset og foldet sammen i kompliserte strukturer. Under denne prosessen ble det også utviklet store regionale bevegelssoner (mylonittsoner). Den viktigste av disse er påvist sørvest for Sand, hvor den danner en NV-strykende og 4 km bred bevegelsessone utviklet i finkornet lavabergart (Fig. 4).

ROGALAND FYLKE

Oversikt over områder kartlagt 2000-2005

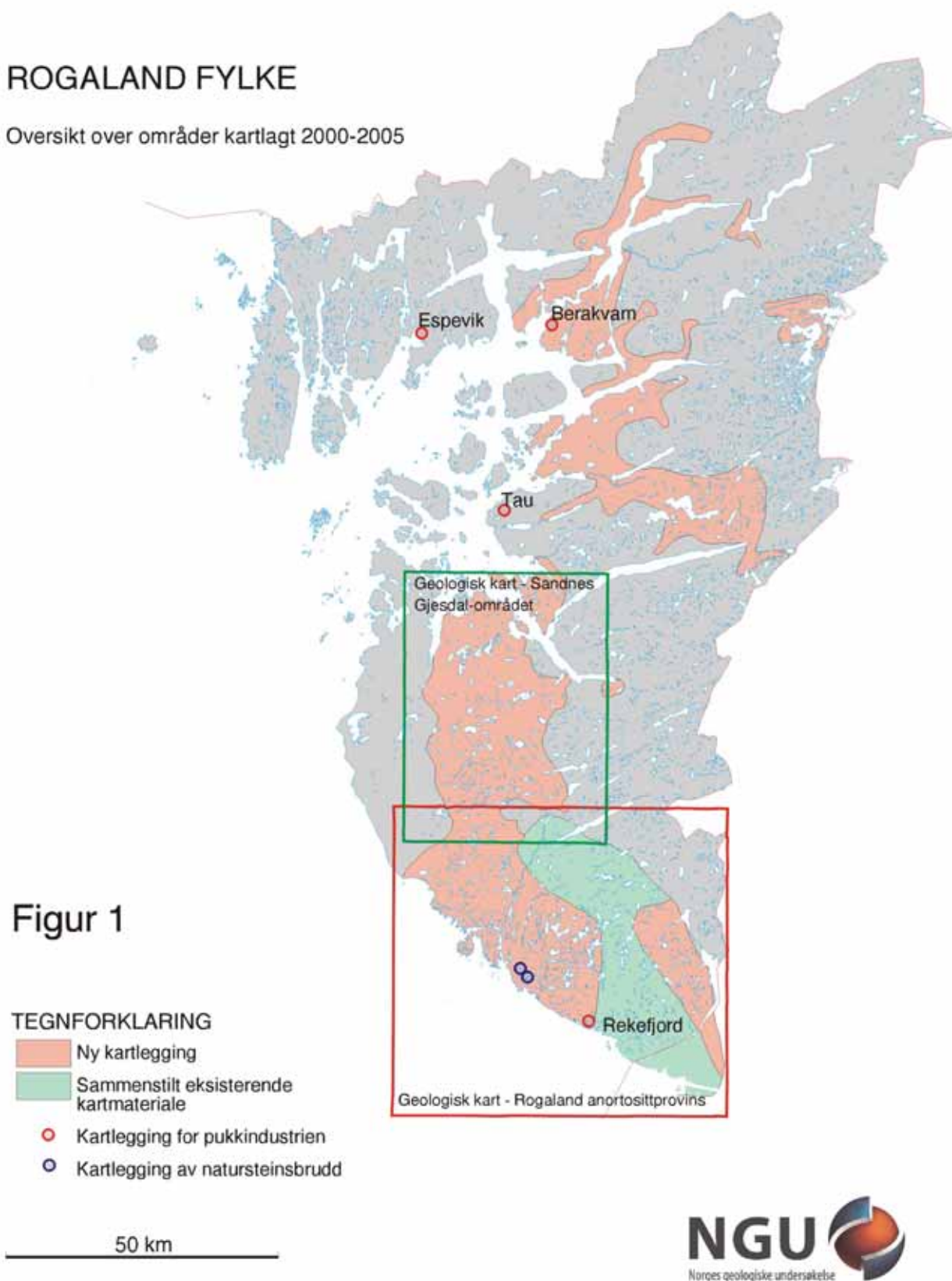


Fig. 1. Oversikt over geologisk kartlegging og nye geologiske kart i Rogaland 2000-2005.

Bergartene i det nordlige Rogaland har ressursmessig først og fremst et potensial som pukk. De senere års undersøkelser i samarbeid med regionens industri viser at en rekke betingelser må være oppfylt for å oppnå pukk med gode mekaniske egenskaper, så som bestemte mineralogiske og kjemiske sammensetninger av bergartene, liten kornstørrelse, kompliserte sammenvoksningsgrenser mellom mineralkornene og sekundær omdannelse av feltspat (plagioklas). Mange av disse betingelsene synes oppfylt i finkornete lavabergarter og mylonittiske deler av det nordlige Rogalands magmatiske kompleks. Viktig for pukkindustrien er også tilgang til sjøtransport for eksport, en betingelse som oppfylles mange steder i det nordlige Rogaland.



Fig. 2. Typisk sterkt deformert granulittfacies-gneis med opprinnelse som magmatisk dypbergart. Dette er den vanligste og eldste (1500 millioner år) gneisstype i det sørlige Rogaland, og er stort sett velegnet som pukk.



Fig. 3. Finkornet omdannet lavabergart velegnet for pukk på grunn av sin mineralsammensetning og finkornethet. Den ble i 2005 prøvetatt for mekanisk analyse. Nordlige Ropeid-halvøya.



Fig. 4. Mylonittisk omdannet vulkanitt. Mylonitten antas å ha god kvalitet for pukk på grunn av gunstig mineralsammensetning og liten kornstørrelse. Denne lokaliteten ble i 2005 prøvetatt for mekanisk analyse. Nordlige Ropeid-halvøya.

Berggrunnskartleggingen resulterer i utarbeidelse av geologiske kart til bruk for vurderingen av fylkets byggeråstoff- og mineralressurspotensial, samt til hjelp for arealplanlegging. Det er avgjørende at man får oversikt over forekomster av viktige geologiske ressurser som har mulighet for utnyttelse i fremtiden, og at det tas hensyn til dette ved arealplanleggingen. Lengst fremme i denne arbeidskrevende prosessen er det sørlige Rogaland (sør for Høgsfjorden), hvor det er utarbeidet et geologisk kart over Sandnes-Gjesdal området (se vedlegg og Figur 1). I tillegg til kartleggingen ble det for dette området tatt prøver av de viktigste bergartene for mekanisk analyse for dermed å få oversikt over den regionale fordelingen av pukkkvalitet (se senere). Dette ble gjort for å utpeke områder som kan brukes i arealplanleggingen hvor uttak av pukk av best mulig kvalitet kan skje i fremtiden. Den avgjørende kartleggingen i den mellomste og nordlige delen av Rogaland ble utført sommeren og høsten 2005 og vil bli bearbeidet kommende vinter. Målet er tilsvarende å utarbeide et nytt geologisk kart for området mellom Sand og Lysefjorden til bruk for ressursvurdering og planlegging.

De geologiske kartene gir også et enestående grunnlag for å undersøke variasjoner i varmeledningsevne for området og dermed en vurdering av forholdene for grunnvarme i ulike deler av fylket (se senere).

FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Moderne berggrunnskartlegging er sterkt tiltrengt i resten av fylket for å bringe den geologiske informasjonen opp på et nivå hvor den kan anvendes som bakgrunn for vurderinger av byggeråstoff og mineralressurspotensiale. Det anbefales derfor å fortsette med kombinert geologisk kartlegging og ressursvurdering i den nordlige delen av fylket etter modellen fra Sandnes-Gjesdal området, gjerne med et 2-3 års perspektiv fordi geologisk kartlegging er arbeids- og ressurskrevende. Her tenkes i første omgang på Suldal kommune og områdene rundt Saudafjorden og Hylsfjorden, hvor det under Rogalandsprogrammet kun har vært utført spredte undersøkelser. Etter foreløpige undersøkelser inneholder området bergarter som kan ha den beste kvalitet for pukk i fylket, samtidig med at tilgang for sjøtransport og dermed eksport er mulig. Et annet område hvor nye moderne undersøkelser og ressursevaluering er påkrevd er Haugalandet, som synes å ha tilsvarende bergarter som i Suldal og Sauda kommuner.

NATURSTEIN

Tom Heldal, Terje Bjerkgård & Bjørn Lund

Deler av de store anortosittmassivene i Rogaland er svært interessant som råstoff til fasadeplater, gulvfliser og andre natursteinsprodukter. Dette gjelder særlig partier som har grønnlig til blått fargespill i feltspatkrystallene (Fig. 1). Markedsmessig er denne typen anortositt sammenlignbar med larvikitt, som produseres i stort omfang i områdene rundt Larvik, og som i dag er blant verdens mest etterspurte natursteinstyper.

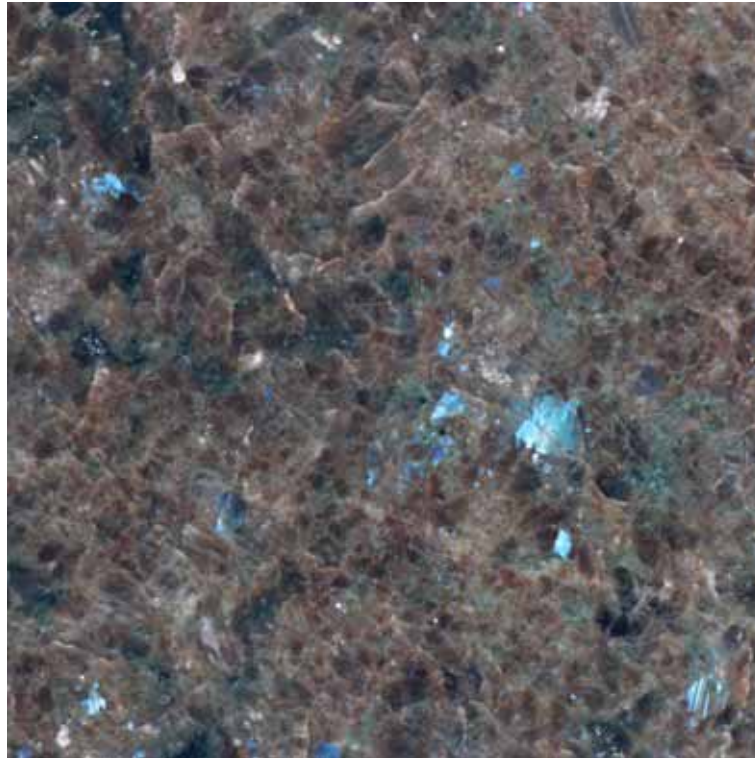


Fig. 1: Polert plate av Labrador Antique, anortositten som produseres i bruddet ved Skansefjell.

Flere forekomster av anortositt med fargespill ble påvist i forbindelse med innledende undersøkelser av råstoffene mellom Jæren og Flekkefjord i 1994 (Heldal og Lund, 1994). Det ble den gang særlig pekt på området mellom Hellvik og Ognå, hvor det finnes en rekke registreringer av brunlig anortositt med sterkt, blått fargespill. I 1996 ble det startet drift på en av disse forekomstene ved Sirevåg i Hå kommune og bruddet arbeides i dag av North Sea Stone Industries (NSSI) (Fig. 2). Firmaet Larvik Granit etablerte seg noen kilometer lenger mot sørøst tidlig i 2002 (Fig. 3). Prisen på beste kvalitet stein er høy, faktisk på samme nivå og dels høyere enn prisen for beste kvalitet av larvikitt.

Mellom 2001 og 2005 har ytterligere deler av anortosittområdene blitt kartlagt med tanke på høykvalitet naturstein, og i tillegg er det fremstilt mye mer detaljerte kartverk enn tidligere. Dette har resultert i funn av en rekke nye forekomster. I Fig. 2 er et kart som viser inndeling av hovedenheter av anortosittiske og relaterte bergarter; i denne fremstillingen er vist hvilke muligheter det er innenfor de enkelte hovedenhetene for å lokalisere drivverdige forekomster av anortositt med fargespill. Det har vist seg i prosjektet at den absolutt beste kommersielle

kvaliteten befinner seg i området mellom Egersund og Ognå, altså den vestligste delen av anortosittprovinsen. I dette området er det foretatt meget detaljert kartlegging av forekomster.



Fig. 2: Oversiktsbilde tatt mot øst av bruddet til NSSI ved Skansefjell. Bilde fra 2003.



Fig. 3: Bilde tatt mot øst av bruddet til Larvik Granit ved Krokavatnet. Bilde tatt juli 2002.

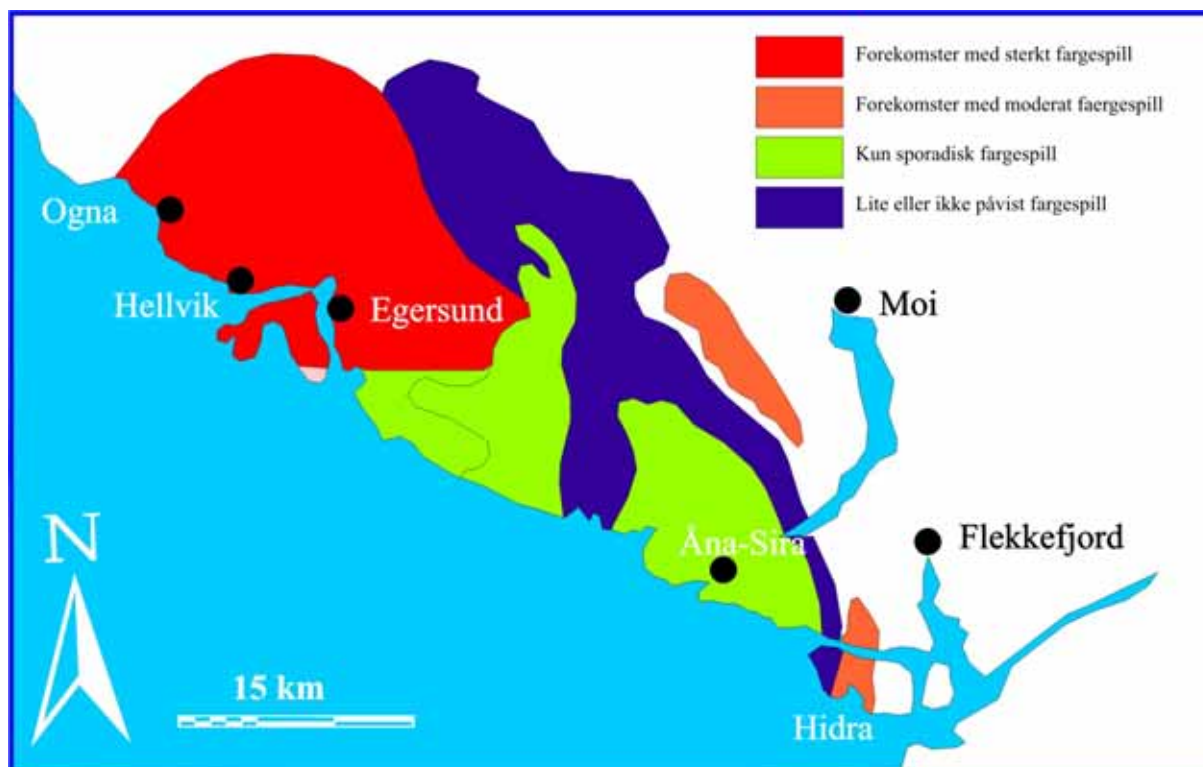


Fig. 5: Oversikt over enheter med anortositiske og relaterte bergarter i Rogaland og deres potensial for forekomster av attraktiv naturstein med fargespill.

KVALITETSVURDERING AV ANORTOSITT

Anortosit er en bergart som skal ha mer enn 90 % feltspat (plagioklas). Andre mineraler er i hovedsak pyroksen og jern-titan oksyder. I noen deler av Egersund-Ognaområdet har feltspaten en bestemt sammensetning som gjør at den får et fargespill. Fargespillet er som oftest blått til blåfiolett, men kan også gå over i grønt, gult eller rødt. Disse partiene av anortositmassivet opptrer svært uregelmessig, og er omgitt og til dels gjennomslått av anortosit uten fargespill (Fig. 5).

I tillegg til de primære variasjonene i farge og mineralogi er forekomstene også ujevne når det gjelder sprekker og stikk som bidrar til å redusere blokkstørrelse og utnyttelsesgrad. Disse er typisk knyttet til større sprekkesoner som er markert ved dalsøkk og andre fordypninger i landskapet. I tillegg til dette finnes en type omvandling som vi har kalt "prikk-omvandling". Denne består i varierende mengder av opptil 1 mm store hvite til grønne prikker som er mer eller mindre jevnt fordelt i bergarten. Prikkene består av leirmineraler og kloritt. Noe av denne omvandlingen synes også å være knyttet opp mot sprekkesoner i bergarten, men ofte opptrer den uregelmessig fordelt i ellers massiv stein.

Den sterkt varierende geometrien til de interessante partiene og dels uforutsigbare opptreden av omvandlingsfenomener gjør at kartlegging må gjøres i stor detalj for vurdering av drift, noe som også er blitt gjort for noen områder.



Fig. 6: Skarp kontakt mellom anortositt uten fargespill (til venstre) og med fargespill (til høyre). Den ujevne overflaten til typen med fargespill skyldes et høyere innhold av pyroksen.

DETALJERT KARTLEGGING MELLOM EGRSUND OG OGNA

I samarbeid med fylkeskommunen har NGU flere aktiviteter knyttet til mineralressurser i Rogaland. Kartlegging av natursteinsressurser er et av delprosjektene i dette samarbeidet, og som innbefatter undersøkelser av anortositene i Egersund-Ognaområdet. Kartleggingen startet i 2000 og har fortsatt i 2001 og 2002. Arbeidet som ble utført i 2001 er for øvrig rapportert tidligere (Bjerkgård og Heldal, 2002). Totalt har vi nå kartlagt 75 km² i dette området (Fig. 6).

I 2002 ble arbeidet konsentrert om å få dekket området på sørsiden av den store enheten av leukonoritt fra Brusand i vest til Tengs i øst. Videre ble området fra Fuglestad (NØ for Bjårvatnet) til Hagavatnet og videre til Ognadalen dekket på nordsiden av denne enheten. Når det gjelder leukonoritt, er dette en bergart som inneholder større mengder pyroksen enn anortositt. Det er ikke funnet fargespill i feltspatkrystallene innen denne enheten så langt.

Det er i løpet av disse feltperiodene funnet en rekke svært interessante forekomster av anortositt med fargespill og vi har nå definert et kjerneområde på om lag 40 km² som det som har størst potensial for drivverdige forekomster (Fig. 7). Kjerneområdet strekker seg fra Brusand i vest til stredet mot Eigerøya, sør for Hellvik, i øst. Med den høye markedsverdien denne steinen har, er hele området innenfor rekkevidde med hensyn til kostnader vedrørende anleggelse for drift (som for eksempel adkomstveier).

Det er også funnet en del forekomster med fargespill utenfor det som vi nå har definert som kjerneområdet. Disse er funnet i områdene mellom Homsevatnet og Hagavatnet og mellom Hellvik og Tengs. De forekomstene som er funnet til nå er imidlertid i stor grad av dårlig kvalitet.

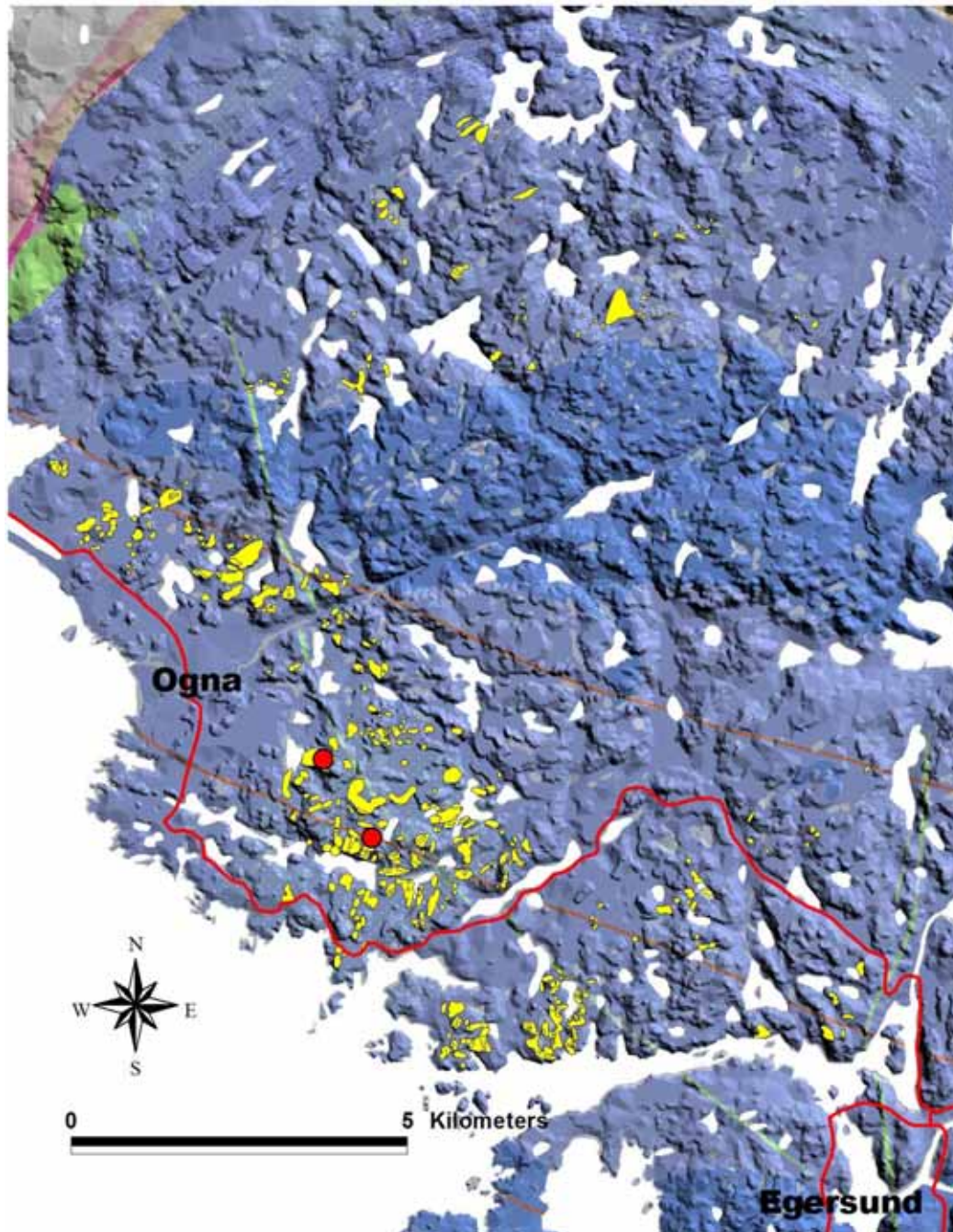


Fig. 7: kartlagte soner av anortositt med fargespill mellom Egersund og Ogna (gul farge) og etablerte steinbrudd (rød sirkel)

SAMMENFATNING OG KONKLUSJON

Summerer vi sammen de beste partiene i de 11 forekomstområdene er det her et potensiale for å kunne ta ut anslagsvis 24 millioner m³ stein av bra kvalitet fordelt på en rekke brudd. Dette er et foreløpig anslag som ikke basert på detaljert kartlegging, men forteller med all tydelighet hvor viktig disse steinressursene er økonomisk sett. Det er derfor meget viktig at spesielt disse områdene ikke reguleres til andre formål, eventuelt at de avsettes nettopp til drift på naturstein.

REFERANSER

Bjerkgård, T. og Heldal, T., 2002: Natursteinsundersøkelser i anortositt mellom Egersund og Ognå: status 2001. NGU Rapport 2002.006, 9 sider.

Heldal, T. og Lund, B., 1994: Natursteinspotensialet i Rogaland anortosittkompleks. NGU Rapport 94.029, 73 sider.

HVIT ANORTOSITT FOR PUKK I ROGALAND ANORTOSITTPROVINS

Mogens Marker & Eyolf Erichsen

Formålet med undersøkelsene har vært å kartlegge forekomster av omdannet hvit anortositt i Rogaland Anortosittprovins. Omdannet anortositt er særdeles velegnet for produksjon av pukk på grunn av sine fremragende tekniske egenskaper (Erichsen & Marker, 2000), både generelt og i forhold til den omgivende brunlige primære anortositten. Undersøkelsene ble utført 1999-2001 med hensikt å få oversikt over forekomster av pukk av høy kvalitet og dermed potensialet for industriell utnyttelse i provinsen. Resultatene med kart over forekomster er rapportert av Marker (2004).

PRIMÆR OG OMDANNET ANORTOSITT.

Anortositt er den dominerende bergarten i Rogaland Anortosittprovins (se geologisk kart, Marker et al., 2004). Anortositt er en kvartsfri fiolettbrun magmatisk dypbergart som alt overveiende består av Na-Ca-feltspaten plagioklas (Fig. 1). Mørke mineraler som pyroksen forekommer underordnet (0-10%), og er innholdet av mørke mineraler større (10-20%) betegnes bergarten leukonoritt (lys noritt). 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 (hydrotermal omdannelse; Fig. 2). De vannholdige løsningene har primært trengt inn langs sprekkesoner i anortositten som har fungert som kanaler for løsningene. 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. I tillegg til den hvite fargen gir omdannelsen forbedret teknisk kvalitet for bergarten, som gjør den hvite anortositt attraktiv for pukk. 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 som pukk.

SEKS HOVEDSONER MED 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 (se kartbilag: Omdannet anortositt i Egersundfeltet) 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: Åna-Sira sonen, Rekefjordsonen, Lædre-Mong sonen, Hellvik-sonen, Ogna-sonen og Brusand-sonen (for mer informasjon se Marker, 2004). Hovedsonene er alle orientert NØ-SV og følger markante dalsøkk. I forbindelse med hovedsonene finnes ofte underordnet omdannelsessoner med annen eller samme orientering. Omfattende omdannelser med utnyttelsespotensiale opptrer især i soner gjennom Hellvik og Lædre-Mong området.

Hellvik-sonen er en 15 km lang NØ-SV-gående sone med hvit anortositt som er ca. 700 m bred i kystsonen (0-6 km fra kysten). Lengre mot nordøst blir sonen smallere (200-300 m).



Fig. 1. Primær fiolettbrun anortositt. Sprekkene er første varsel om omdannelse og representerer kanaler for vandige oppløsninger som er utfylt.



Fig. 2. Omdannet hvit anortositt med grense til primær fiolettbrun anortositt til venstre. Rekefjord pukkverk.



Fig. 3. Fullstendig omdannet kritthvit anortositt, som er ettertraktet på grunn av sitt potensial for f.eks. fyllstoff og keramisk råstoff. Veiprofil mellom Hellvik og Eike.

Hellvik-sonen er spesiell ved å forløpe i anortositt med et sterkt underordnet innhold av mørke mineraler. Dette medfører at omdannelsessonen hvite anortositt i partier er fullstendig omdannet og får en kritthvit farge (Fig. 3). I den sørlige kystnære delen 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 ligner på kvaliteten i sørvest. 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.

Lædre-Mong sonen er bygget opp som et forgrenet system av NØ-SV og NV-SØ gående soner med omfattende omdannelse til hvit anortositt/leukonoritt. Sonen danner det klart største feltet med hvit anortositt som enda ikke er utnyttet i Rogaland Anortosittprovins. Den opptil 700 m brede hovedsonen strekker seg fra Lædre mot NØ til Kydlandsvatnet. Lædre-Mong sonen har en større, opptil 100 m bred tverrsone med hvit anortositt som følger riksvei 44 mot SØ i den sentrale del av området. Lædre-Mong sonen ligger i en del av Rogaland Anortosittprovins, hvor leukonoritt dominerer over anortositt. Dette betyr at Lædre-Mong sonens omdannede bergarter generelt vil ha et høyere innhold av mørke mineraler enn for Hellvik-sonen og at kritthvite kvaliteter vil være vanskelig å oppnå. Men omdannet anortositt og omdannet leukonoritt har samme mekaniske egenskaper og derfor samme gode mekaniske kvalitet som for de andre sonene i Anortosittprovinsen. Den hvite omdannede anortositten i hovedsonen mot NØ fra Lædre inneholder færrest mørke mineraler. Denne sonen, men også tverrsone langs riksvei 44, og flere av NØ-sonene som støter til, har store volum med høy omdannelsesgrad til hvite kvaliteter, som vil være attraktive for pukk. En negativ faktor for industriell utnyttelse er vanskelige forhold for utskipning i Lædre-Mong området.

MEKANISK KVALITET

Hovedpotensialet for omdannet anortositt/leukonoritt anses å ligge innenfor byggeråstoff, som også er det overveiende produktet for virksomhetene som driver på hvit anortositt i dag. Anortosittproduktene har 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.

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).

De mekaniske egenskapene for henholdsvis omdannet hvit og primær fiolettbrun anortositt er undersøkt av Erichsen & Marker (2000). Det henvises til denne rapporten. Resultatene av de ulike mekaniske testparametere er gjengitt i Tabell 1. De mekaniske egenskapene forbedres 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.

PUKKPOTENSIALET - MILJØPUKK

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 ut fra helse- og miljømessige forhold bli en ytterligere etterspørsel etter hvit anortositt fordi den ikke inneholder kvarts.

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.

REFERANSER

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

Marker, M., 2004: Anortositt for pukk i Rogaland Anortosittprovins. NGU Rapport 2004.014, 17 pp.

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

REGIONAL PUKKVALITET OG BERGGRUNNSGEOLOGI

Eyolf Erichsen, Trond Slagstad og Mogens Marker

På grunnlag av den geologiske kartleggingen i Sandnes-Gjesdal området ble det innsamlet prøver til mekanisk analyse av de mest utbredte bergarter fra området (se vedlegg: Geologisk kart, Sandnes-Gjesdal området). Dette er en metode, som er utviklet i forbindelse med Rogalandsprogrammet, for å få et første overblikk over fordelingen av pukkvaliteter i en region. Metoden kan ikke minst brukes i regional arealplanlegging for å definere eventuelle områder egnet for uttak av stein med god pukkvalitet.

Sandnes-Gjesdal området ble detaljert kartlagt i målestokk 1:20 000 (se kapittel av Marker, Slagstad, Gjelle og Solli i denne rapporten) og består av ulike typer av gneiser og granitter. På det geologiske kartet over Sandnes-Gjesdal området (målestokk 1:75 000) er det skilt ut en rekke bergartsenheter, som hver har sin særegne mineralogiske sammensetning og tekstur. Disse forskjellene er i høy grad bestemmende for bergartenes mekaniske kvalitet. Derfor vil det være mulig å knytte mekanisk kvalitet ut fra mekaniske analyser til de prøvetatte bergartsenhetene på det geologiske kartet og dermed bestemme enhetenes egnethet for pukk. På denne måten kan det geologiske kartet brukes som grunnlag for å påvise de ulike pukkvaliteter i området og deres utbredelse.

Som del av feltarbeidet i 2004 ble det innsamlet 11 bergartsprøver for mekanisk analyse av de viktigste bergartsenhetene i Sandnes-Gjesdal området med større utbredelse. Prøvepunktene er angitt med fargete sirkler på det geologiske kartet (se vedlegg: Geologisk kart, Sandnes-Gjesdal området). Prøvepunktene, 1-11, er nylig navngitt som vist i tabell 1, hvor både navn og prøvenummer for prøvene er anført. På det geologiske kartet er enten navn eller prøvenummer for de nyinnsamlete prøvene anført for identifikasjon. I tillegg inneholder kart og tabell prøvelokaliteter for bergarter som har vært analysert tidligere og som finnes i NGUs pukkdatabase. Disse prøvene, mest samlet inn fra pukkuttak, er tatt med i tabell 1. De er ikke basert på den nye geologiske kartleggingen, og for prøver utenfor det kartlagte området er klassifikasjon av bergartstype derfor noe usikker.

MATERIALTEKNISKE EGENSKAPER

Analyseresultater og kvalitetsvurderinger

Analyseresultater for prøvetatte lokaliteter er gitt i Tabell 1 både mht. gamle (sprøhetstall, steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand) og nye analysemetoder (Los Angeles verdi og mølleverdi).

De mekaniske testmetodene prøver å gjenskape belastningene som steinmaterialet utsettes for anvendelse til veg- og betongformål. Det er grunnleggende to typer egenskaper som har betydning og som det stilles krav til, slag- (sprøhetstall og Los Angeles-verdi) og slitasjeegenskaper (abrasjonsverdi, slitasjemotstand og mølleverdi). Det er i første rekke til vegformål det stilles strenge krav og som eventuelt begrenser bruken av steinmaterialet som byggeråstoff.

Tabell 1 Analyseresultater.

Lokalitet	Bergart (nr. iht. geologisk kart)	Densitet	S ₈	Abr	Sa-verdi	LA	Mv
Nåselvatnet - 1	Gneisgranitt (21)	2.63				24	9.0
Rage pukkverk	"	3,00	46,8	0,46	3,2		
Undheim - 2	Fayalitt granitt (5)	2.82				19	9.4
Moi pukk - 3	Anatektisk opx/hbl.gneis (26)	2.80				18	13.2
Oltedalsvatnet-4	"	2.68				20	7.7
Bastlitjørna - 10	"	2.81				18	13.1
Bråstein	"	2,90	33,0	0,39	2,2		
Storaberget - 5	Lysgrå biotitt granitt (18)	2.65				30	11.2
Blikafjellet - 6	"	2.64				27	10.9
Hogstad	"	2,62	41,4	0,39	2,5	27	11,8
Velde pukkverk	"	2,60	45,3	0,42	2,8		
Moi pukk - 7	Kvarts-diopsidgneis (9)	2.78				24	10.8
Auestad - 8	Opx granitt (15)	2.81				19	6.7
Skurvenuten - 9	Pelittisk gneis (10)	2.76				23	15.0
Dirdal pukkverk	"	2,79	38,7	0,47	2,9	24	12,0
Røyneberg	Glimmer gneis	2,73	42,3	0,58	3,8		
Vaule pukk	Migmatittisk gneis	2,74	36,0			16	11,0
Kalberg pukk	"	2,76				17	12,2
Gausland	Amfibolitt	2,91				24	23,6

S₈ - Sprøhetstall, Abr - Abrasjonsverdi, Sa-verdi - Slitasjemotstand, LA - Los Angeles-verdi og Mv - mølleverdi. opx - ortopyroksen, hbl - hornblende.

Tall etter navn angir prøver som er samlet inn med basis i den geologiske kartleggingen.

Også mekaniske testmetoder er blitt gjenstand for en harmonisering innenfor EØS området. Hvert enkelt land bestemmer selv hvilke metoder som det skal stilles krav til og hvor strenge kravene skal være etter en standardisert klassifisering som varierer for hver enkelt testmetode og for ulike anvendelsesområder. Fra 2005 er det derfor mølleverdien (Mv) og Los Angeles-verdien (LA) som er bestemmende for kvaliteten og dermed bruksegenskapene med hensyn på anvendelse som byggeråstoff. Tidligere ble det stilt krav til sprøhetstallet (S₈), abrasjonsverdien og slitasjemotstanden (Sa-verdien).

Ingen av bergartsenhetene innenfor Sandnes-Gjesdal området har LA-verdi som tilfredstiller de strengeste kravene (≤ 15). Med unntak av prøvene fra bergartsenhet med lysegrå biotitt granitt (lokalitet 5, 6, Hogstad og Velde pukkverk) viser samtlige prøver god kvalitet mht. LA-verdien (≤ 25). For de prøvetatte bergartssonene er det i hovedsak mølleverdien som er bestemmende for kvaliteten og dermed bruksegenskapene. Den ortopyroksen-førende granitten (lokalitet 8) kommer best ut og er den eneste med mølleverdi ≤ 7 . Deretter følger fayalitt-granitten (lokalitet 2) og gneisgranitten (lokalitet 1) begge med mølleverdi ≤ 10 . Alle disse bergartsenhetene betraktes å være av god kvalitet. En rekke bergarter er av moderat kvalitet i første rekke bestemt av mølleverdien som ligger i intervallet 10-14. Dette gjelder kvarts-diopsidgneis (lokalitet 7), lysegrå biotitt granitt (lokalitet 5, 6 og Hogstad), pelittisk gneis (Skurvenuten og Dirdal pukkverk) og anatektisk ortopyroksen/hornblende gneis (lokalitet 4, 10 og Moi pukk). I den sistnevnte bergartsenheten er variasjonen stor som kan skyldes at bergartsenheten er delvis oppsmeltet (anatekse) og med varierende innhold av tynne amfibolittbånd. Amfibolitten fra Gausland er av mindre god kvalitet grunnet høy mølleverdi (> 19).

Egnethet med hensyn til bruksegenskaper som byggeråstoff

Ut fra de mekaniske analyseresultatene (Tabell 1) er det laget en egnethetsanalyse for de prøvetatte lokalitetene (Tabell 2). Det må bemerkes at bedømmelsen ofte er basert på enkeltanalyser og at variasjon i de materialtekniske egenskapene kan forekomme. Dette vil også kunne gi utslag på egnethetsanalysen for den enkelte lokalitet/forekomst.

Tabell 2 – Egnethetsanalyse.

Lokalitet	Vegdekke *	Vegformål			Betong-formål
		Bærelag	Forsterkningslag	Fyllmasse	
Nåselvatnet - 1	5000-15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Rage pukkverk**	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Undheim - 2	5000-15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Moi pukk - 3	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Oltedalsvatnet - 4	5000-15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Bastlitjørna - 10	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Bråstein**	5000-15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Storaberget - 5	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Blikafjellet - 6	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Hogstad	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Velde pukkverk**	3000-5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Moi pukk - 7	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Auestad - 8	5000-15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Skurvenuten - 9	300-1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Dirdal pukkverk**	3000-5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Røyneberg**	300-1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Vaule pukk	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Kalberg pukk	1500-3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Gausland	300-1500	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet

* Egnethet til vegdekke er vurdert opp mot gjennomsnittlig årsdøgnsstrafikk (ÅDT) som i.h.t. kravene graderes med; <300, 300-1500, 1500-3000, 3000-5000, 5000-15000, >15000.

** Egnethet basert på gamle krav gitt ut fra sprøhetstall, abrasjonsverdi og slitasjemotstand.

Tall etter navn angir prøver som er samlet inn med basis i den geologiske kartleggingen.

De fleste prøvene tilfredsstiller kravene for de fleste lokale bruksområdene for byggeråstoff i regionen, med unntak som tilslag i asfalt for sterkt trafikkerte veger med gjennomsnittlig årsdøgnsstrafikk (ÅDT) på mer enn 15.000 kjøretøyer. Det må bemerkes at de materialtekniske egenskapene innenfor en og samme bergartsenhet kan variere, og at enkelte av bergartsenheter kun er prøvetatt med en enkel prøve. Ved forbehold om eventuell større variasjon i de materialtekniske egenskapene anbefales det å prøveta den ortopyroksen-førende granitten (15), fayalitt-granitten (5), gneis-granitten (21) og til dels anatektisk opx/hbl-gneis (26), som viser de beste egenskapene, nærmere for eventuelt å finne egnede områder med hensyn til uttak og som samtidig transportmessig har en gunstig plassering.

KONKLUSJON OG FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Analyseresultatene viser at mekanisk kvalitet i høy grad følger bergartstype. Hermed har det vist seg vellykket å kombinere berggrunnskartlegging med en overordnet vurdering av

potensial for pukk. Denne angrepsvinkel bør derfor også anvendes ved fortsatte undersøkelser i de nordlige deler av fylket, hvor det ut fra erfaringer fra tidligere oppdrag for pukkindustrien antas at bergartene vil ha enda bedre materialtekniske egenskaper enn i Sandnes-Gjesdal området. Samtidig er forholdene for sjøtransport og dermed eksport bedre her. For midtre deler av Rogaland er det utført en del geologisk kartlegging under Rogalandsprogrammet som vil bli sammenstilt og bearbeidet denne vinter. Her kan man nå samme nivå som i Sandnes-Gjesdal området ved mindre, supplerende kartlegging og prøvetaking. For de nordligste deler av Rogaland, hvor bergartene antas å være best, kreves en større kartleggingsinnsats for å nå målet. Det anbefales at denne kartlegging utføres de nærmeste årene, idet den vil være av avgjørende betydning for utviklingen av pukkindustrien i fremtiden, og ikke minst for fylkeskommunens arealplanlegging.

SKIFER OG MURESTEIN I ROGALAND

Bjørn Lund

I forbindelse med ajourføring av NGUs natursteinsdatabase, ble nordvestre del av Rogaland fylke befart høsten 2005. Hovedaktiviteten av skifer- og muresteinsuttak ligger rundt Boknafjorden samt tilliggende fjorder og øyer.

Tradisjonelt har det vært en del uttak av kvartsittskifer fra Randøy i Hjelmeland kommune, men etter at etterspørselen etter murestein har økt i den senere tid, har 10 – 12 nye brudd blitt etablert i dette området samtidig som gamle skiferbrudd har fått levere murestein som før var skrotstein og således forbedret det økonomiske grunnlaget. Bruddenes nære beliggenhet til den tett befolkede og økonomisk blomstrende Stavanger- og Haugesundregionen, har vesentlig betydning for den store etterspørselen.

Det største volumet kommer fra arkositt (kvartsitt), deretter båndet gneis samt noe skifrig amfibolitt.

I denne regionen var det i år ca. 18 aktive brudd og ga arbeid til omlag 40 mann. Den desidert største driften var ved Karmøy Naturstein med 20 ansatte, mens det vanlige var fra ½ - 1 årsverk.



Anvendelse av murestein i hageanlegg.



Typisk skifer- og muresteinsbrudd.

Driftsform kan stort sett deles i 3 kategorier:

- Grunneier driver selv bruddvirksomhet
- Entreprenørfirma
- Anleggsgartner

De 2 siste driftsformer er spesielt gunstig for små brudd. En kan drive periodevis, samtidig som nødvendig maskinpark er tilgjengelig og det at firmaet vanligvis både produserer og monterer varen selv, gir økt inntjening og arbeid.

En del av de nyåpnede bruddene hadde kanskje tjent på en bedre kjennskap til geologien i sitt nærområde gjennom en geologisk kartlegging av forekomstene.

BJERKREIM-SOKNDAL INTRUSJONEN

– en mineralforekomst for apatitt, ilmenitt og magnetitt

Gurli Meyer, Are Korneliussen, Henrik Schiellerup

I Bjerkreim-Sokndal-intrusjonen finnes tre geologiske enheter hvor mineralene ilmenitt, apatitt og magnetitt opptrer samtidig. Intrusjonen som helhet dekker et areal på ca. 270 km², hvorav ca. 50 km² inneholder alle disse tre mineralene samtidig, men i varierende mengde. Ca. 1.1 km² har såpass mye som 30% av disse mineralene til sammen; dette representerer en betydelig mineralressurs som kan tenkes å kunne få stor betydning i framtiden.

Forekomstene har vært undersøkt i regi av fylkesprogrammet samt også i et samarbeide med Norsk Hydro Agri (nå Yara); se for øvrig internettadressen <http://www.ngu.no/industrimineraler/Bjerkreim-Sokndal/index.html> for mer detaljert informasjon.

Utbredelsen av de apatitt-ilmenitt-magnetitt holdige geologiske enheter er vist på kartet i Fig. 1. I denne sammenhengen er det definert tre soner av økonomisk interesse: sonene A, B og C.

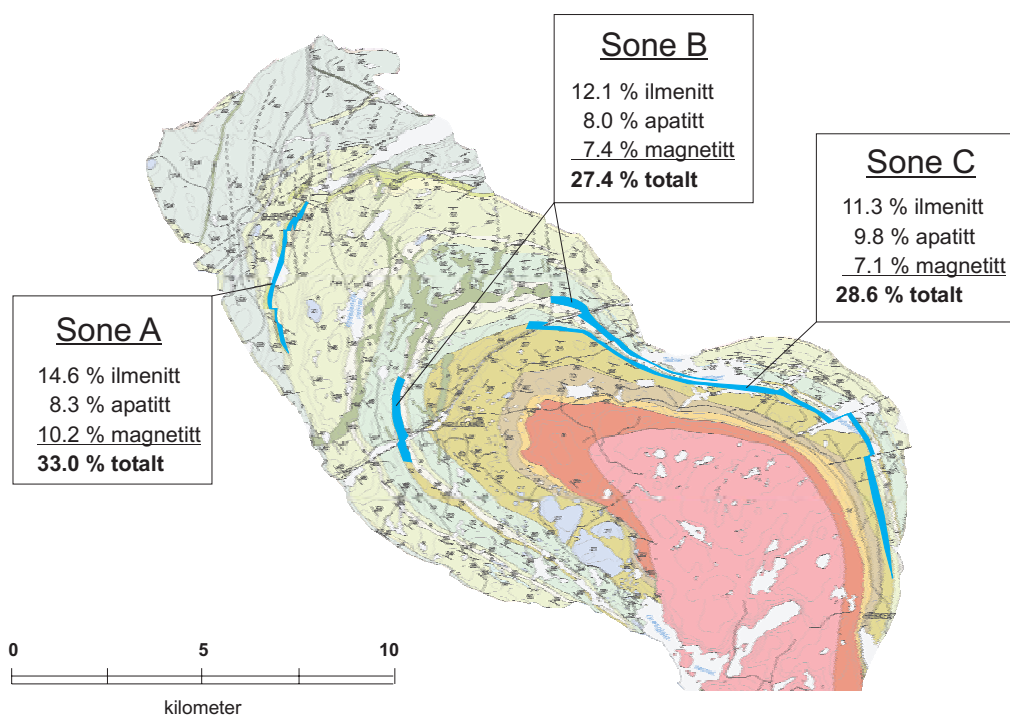


Fig. 1. Kart over den nordlige del av intrusjonen uten Mydland og Sokndal områdene. På kartet er utbredelsen av soner med mer end 25 % ilmenitt, apatitt og magnetitt vist i blått. Tall i ramme angir gjennomsnittsinholdet av de ulike mineraler beregnet ut fra kjemiske analyser.

Sone A strekker seg fra Bjerkreim og sørover ca. 4 kilometer til Åsen gård, men brytes av en rekke mindre forkastninger.

Sone B opptrer i et område ved Svalestad. Sonen mangler i et område fra Svalestad til Terland, men opptrer igjen som et sammenhengende bånd fra Terland til Teksevatnet.

Sone C er den mest omfangsrike av de tre sonene. Den finnes som et sammenhengende bånd fra Terland (v. Tonstadveien) til Ollestad.

150 bergartsprøver og tre korte borkjerneprøver foreligger; prøvematerialet er systematisk innsamlet langs profillinjer på tvers av lagdelingen. Det er lagt vekt på innsamling av prøver i veiskjæringer og langs breddene av større vann, men i noen tilfelle er det innsamlet prøver i naturlige blotninger i mark og skog for å oppnå et bedre bilde av forekomsten. Alle bergartsprøver er analysert for hoved- og sporelementer i tillegg til at det er utført mineralkjemiske bestemmelser. Resultatet av disse analysene er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Gjennomsnittlige mengder og kvaliteter på ilmenitt, apatitt og magnetitt

		SONE A	SONE B	SONE C
Ilmenitt	TiO ₂ bergart (XRF-analyse)	7.3	6.3	5.9
	Mengde ilmenitt*	14.6	12.1	11.3
	MgO innhold (SEM/EMP analyse)	1.7	1.8	1.1
Apatitt	P ₂ O ₅ bergart	3.3	3.2	4.0
	Mengde apatitt *	8.3	8.0	9.8
Magnetitt	Mengde *	10.2	7.4	7.1
	V ₂ O ₃ -innhold (SEM/EMP analyse)	0.92	0.96	0.90
Total mengde	Apatitt + ilmenitt + magnetitt	33.0	27.4	28.6
Utbredelse	m ³ (millioner) beregnet til 100 m dyp	16	33	42
	Millioner tonn, (basert på 3.0 g/cm ³ egenvekt)	48	99	126

* Mengden av hvert mineral er bestemt ved NORM beregninger ut i fra bergartens sammensetning (XRF analyser).

Resultatet fra to av boringene i sone C er vist i Fig. 2. Den tredje boring gikk gjennom bergarter uten apatitt og magnetitt. Borekjernen fra Mjåsund inneholder gjennomsnittlig 13.4 % ilmenitt, 10.2 % apatitt og 8.6 % magnetitt. Den gjennomsnittlige totale sum av de tre mineraler utgjør 32.2 % av materialet i kjernen. Sammenlignet med nærliggende lokaliteter hvor prøver er tatt for hånd ligger dette noe høyere, og sammenlignet med hele sone C (28.6 %) er dette å anse som den rikeste del av sonen. Borekjernen fra Ollestad inneholder gjennomsnittlig 9.2 % ilmenitt, 9.9 % apatitt og 6.1 % magnetitt, til sammen 25.2 %. Dette er noe lavere enn for prøver tatt for hånd i det samme området som ligger på 28.6 % totalt verdimineraler.

Resultatene fra de to grunne boringer viser hvor viktig denne type prøvetaking er for å oppnå kontinuerlige snitt gjennom forekomsten. Det vil imidlertid være nødvendig med flere og vesentlig lengre borekjerne for å kunne gi et mer nyansert bilde av forekomsten og samtidig dokumenterer fortsettelsen på dypet. Et boreprogram anbefales som hovedaktiviteten i en eventuell fortsettelse av prosjektet.

Det har hittil vært fokusert på den nordlige del av intrusjonen som strekker sig fra Bjerkreim til Grøsgjeld og Heskestad. Den sørlige del av intrusjonen ved Sokndal og Mydland bør bli gjenstand for et tilsvarende studie.

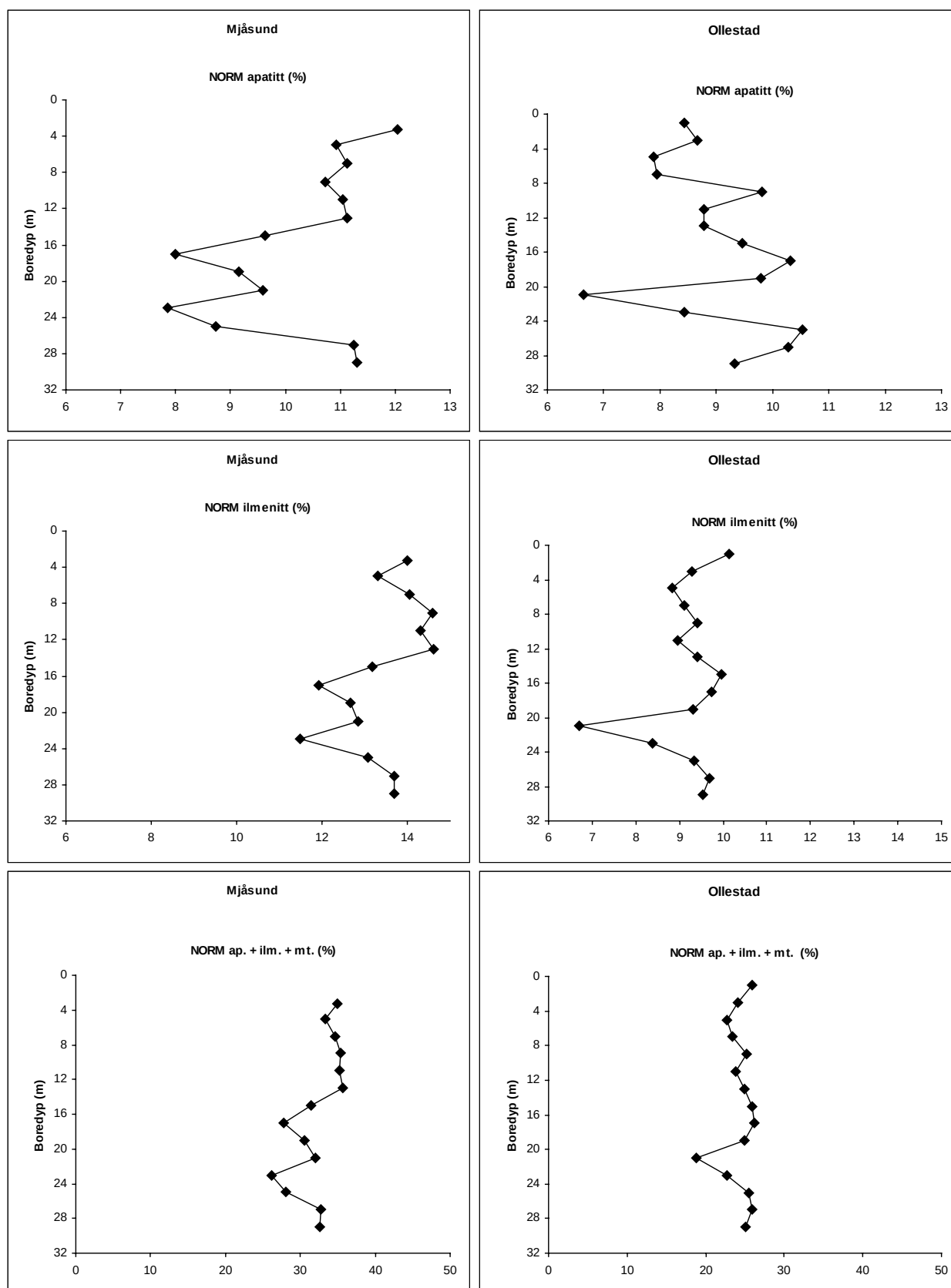


Fig. 2. Innholdet av verdimineraler i borekjerne fra Mjåsund (ved innløpet til Teksevatnet) og Ollestad (overfor trimløypens start). Mengden av hvert mineral er beregnet ut i fra hovedelementanalyse. Hvert punkt representerer to meter borekjerne.

En framtidig lønnsom drift av denne forekomst er avhengig av at en kan produsere høyverdige mineralprodukter av både apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt samtidig. Faktorer som taler for at dette kan skje er følgende: 1) apatitten (fluorapatitt) har en gunstig sammensetning uten klor, 2) ilmenitten har en forholdsvis ren sammensetning med et lavt innhold av magnesium, nikkel og krom og 3) magnetitten er forholdsvis rik på vanadium. Å drive en kombinert gruvedrift på disse tre mineralene er imidlertid en kompleks prosedyre fordi mineralene har forskjellige egenskaper og forskjellige anvendelsesområder. Tilbakemeldingen fra industriselskaper antyder at denne mineralressursen vil kunne få stor og økende interesse i framtiden (10-30 år), men at den er for kompleks teknologisk og markedsmessig til å prioriteres i dagens situasjon.

Et moment som kan få stor betydning er muligheten for bruk av CO₂ i prosesseringen av bergarten både mhp på økt utvinning av verdimineralene og for å binde CO₂ i mineralogisk materiale i store mengder, for eksempel kombinert med et gasskraftverk. Denne problematikken er for tiden gjenstand for FoU i regi av Institutt for Energiteknikk, NTNU og NGU, samt i utlandet. En regner med at det i løpet av få år vil bli klart hvorvidt CO₂-basert mineralprosessering kan tenkes å bli teknisk-økonomisk gjennomførbart mhp Bjerkreim-Sokndal intrusjonen. Avhengig av hvordan denne utviklingen går videre, vil denne mineralressursen kunne bli ytterst interessant og kunne gi grunnlag for en betydelig industriell utvikling i framtiden. I denne situasjonen er det spesielt viktig at de aktuelle kommuner (Eigersund, Bjerkreim, Lund og Sokndal) tar hensyn til ressursen i sin arealplanlegging.

Konklusjon

Bjerkreim-Sokndal intrusjonen inneholder store ressurser av apatitt, ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt som kan gi grunnlag for industriell utvikling i fremtiden.

Referanser

Korneliussen, A. Furuhaug, L. Gautneb, H McEnroe, S. Nilsson, L.P. Sørдал, T., 2001: Forekomster med ilmenitt, vanadiumholdig magnetitt og apatitt i norittiske bergarter i Egersundfeltet, Rogaland. NGU rapport 2001.014, 29 sider.

Korneliussen, A. & Kihle, J. 2004: Bjerkreim-Sokndal intrusjonen, Rogaland - Muligheter for videreforedling av vanadiumholdig magnetitt og ilmenitt i kombinasjon med bruk av CO₂. NGU rapport 2004.030, 14 sider.

Meyer, G.B., Schiellerup, H. and Tegner, C., 2002: Chemical characterisation of ilmenite, magnetite and apatite in the Bjerkreim-Sokndal Layered Intrusion, Rogaland, South Norway. NGU rapport 2002.042, 25 sider.

Schiellerup, H. Meyer, G.B Tegner, C. Robins, B. Korneliussen, A., 2001: Resources of apatite, ilmenite and magnetite in the Bjerkreim Sokndal Layered Intrusion, Rogaland, South Norway. NGU rapport 2001.092, 33 sider.

KVARTSRESSURSER I ROGALAND

Peter M. Ihlen

Kvartsforekomster i Rogaland var a priori ansett å ha potensialer for opptreden av forskjellige kvaliteter av kvarts for anvendelse i både metallurgisk og elektronisk industri. De kjente forekomstene av kvartsganger, kvartsitter og pegmatitter fremgår av Fig.1. Undersøkelsene er utført dels med støtte fra North Cape Minerals Lillesand (NCM) som er interessert i forekomster av høy-ren og ultra-ren kvarts. NGU har testet forekomstenes kjemiske kvalitet ved røntgenfluorescens (XRF) analyser av samleprøver av stykk-kvarts og ved massespektrografiske ablasjonsanalyser (LA-ICP-MS) av de enkelte kvartskornene i kvartsmassen. De endelige resultatene av undersøkelsene vil bli lagt ut som en egen web presentasjon i løpet av første halvdel av 2006.

I samarbeidet med NCM er det påvist en liten og en stor forekomst av ultra-ren kvarts, hvorav den største kan ha industriell interesse.

Kvartsganger

Kvartsganger har spesielt stor utbredelse i Sør-Rogaland. De er dannet ved utfelling av kvarts fra varmt vann (hydrotermal) som har strømmet langs sprekkesoner i bergartene nede i jordskorpen. Forekomster av denne type var tidligere kjent fra Seldal og Oltedal i henholdsvis Sandnes- og Gjesdal kommune, samt ved Gjesdal i Lund kommune (Gautneb et al., 1998; Karlsen et al., 1999). Berggrunnskarlegningen har dessuten ført til påvisning av nye forekomster på Holmafjell, Vaule og Øvrebygda i Bjerkreim kommune (Fig. 2a-b) og flere ved Kringlelia i Gjesdal kommune. Gangene som er av prekambrisk alder opptrer i høy-metamorfe gneiser og er ofte sterkt skjærdeformert og til dels foldet.



Fig. 2a. Hvite kvartsganger som gjennomsetter gneiser i veiskjæring langs R 504 like øst for utløpet av Oslandsvatnet.



Fig. 2b. Deformert båndet kvartsgang tilhørende Holmafjell-sonen. Sørbredden av Fuglestadvatnet.

De består hovedsakelig av blågrå grovkrystallin kvarts som i uregelmessig fordelte partier kan være sammenvokst med rosa feltspat og gjennomsett av pegmatitt og granittganger. LA-ICP-MS analyser av kvartskornene i gangene viste at de har meget høyt innhold av spesielt

UNDERSØKTE KVARTSFOREKOMSTER I ROGALAND

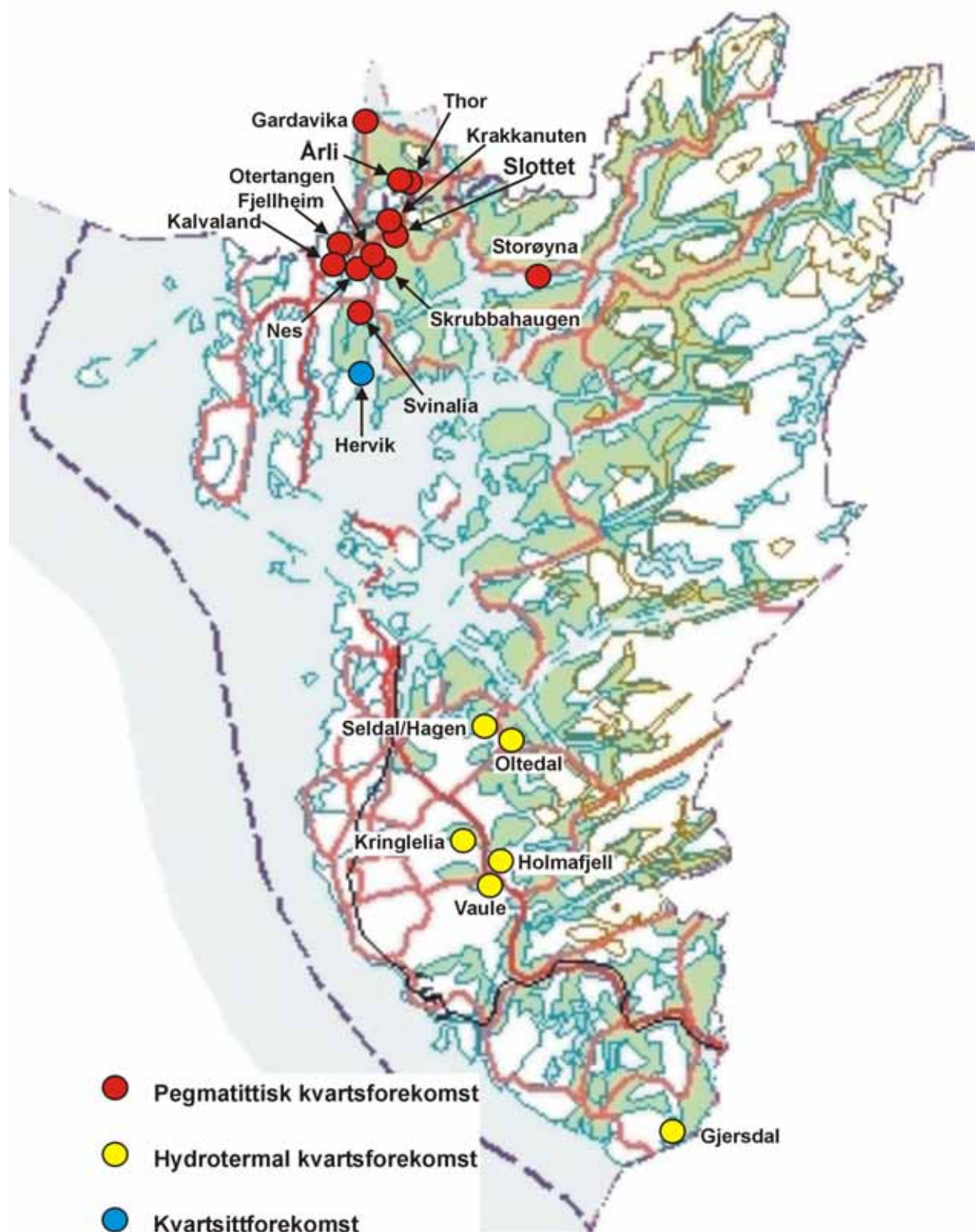


Fig. 1. Kart som viser lokalisering av forekomster vist i Fig. 3 og Fig. 5.

aluminium, jern og titan. De flere millioner tonn store forekomstene på Holmafjell, ved Vaule og Gjersdal, samt i Seldal (Hagen) ble prøvetatt med tanke på produksjon av stykk-kvarts til metallurgisk industri (ferrolegeringer).

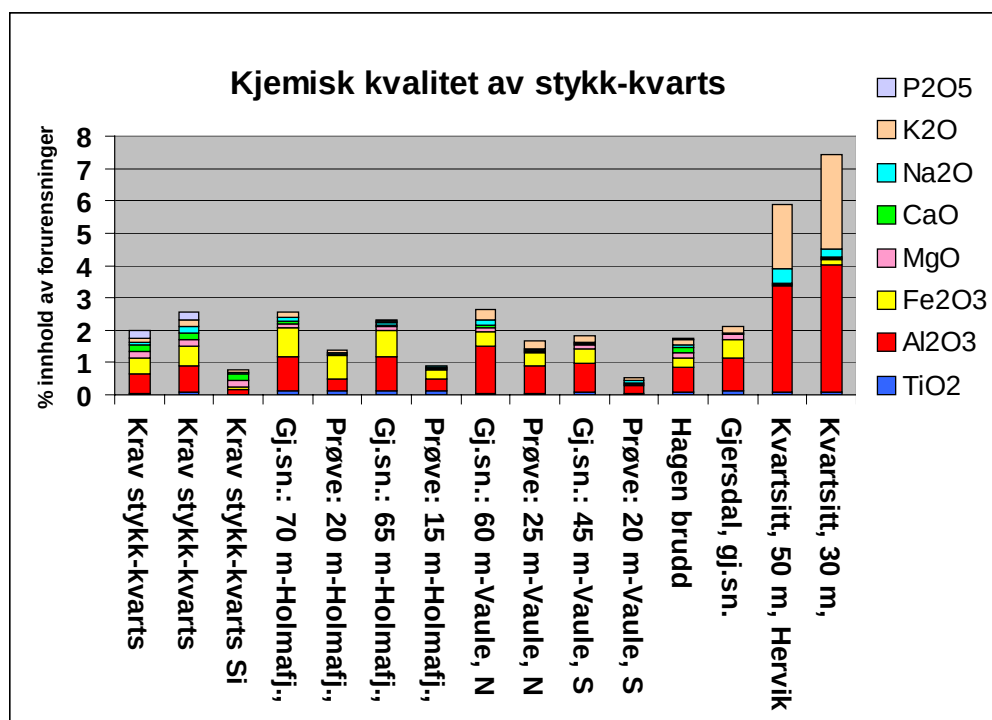


Fig. 3. Diagram som viser totalinnholdet av forurensende grunnstoffer på oksydform i samleprøver av stykk-kvarts fra hydrotermale kvartsganger i Sør-Rogaland og av kvartsitter fra Kringlelia i Gjersdal og Hervik brudd i Tysvær kommune. Krav til råstoff for produksjon av ferrosilisium (FeSi), silikomangan (SiMn) og silisium metall (Si) er også vist. Innholdet av SiO_2 er ikke vist, men utgjør resterende mengder opp til 100 %.

Kjemiske analyser (XRF) av store samleprøver viser at de tonnasje-messige mest interessante forekomstene (Fig. 3) har høyt innhold av forurensende mineraler. Feltspat uttrykt ved innholdet av aluminiumoksyd (Al_2O_3), natriumoksyd (Na_2O) og kaliumoksyd (K_2O) er den viktigste forurensningen (Fig. 3) sammen med magnetitt som er ansvarlig for innholdet av jernoksyd (Fe_2O_3) og titanoksyd (TiO_2). Innholdet av magnesiumoksyd (MgO), kalsiumoksyd (CaO), og fosforoksyd (P_2O_5) er relativt lavt. Selv om mindre deler av forekomstene kan føre relativt ren stykk-kvarts (f.eks. Vaule, S) uten mye feltspat, så er gjennomsnittsnivåene for alkalier ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), aluminium, jern og titan i stykk-kvartsen generelt for høyt til å kunne tilfredsstille kravet til råstoff for produksjon av ferrosilisium. Det store kvartsmassivet ved Hagen i Seldal (Fig. 4) fører i rene partier stykk-kvarts av silikomangan kvalitet. Denne forekomsten sammen med Gjersdal forekomsten er de to med det beste potensialet for utnyttelse til silikomanganproduksjon. Begge har dessuten kort vei til sjøen (<10 km) hvor stykk-kvarts eventuelt kan skipes ut (billigste transport). De andre forekomstene vil ha en transportlengde på 30-40 km til sjø. Mer detaljert kartlegging av kvartskvaliteter og analyser av kvartsens termiske og mekaniske styrke er nødvendig for å fastslå om kvartsforekomstene i Seldal og Gjersdal kan brukes i silikomanganproduksjon.

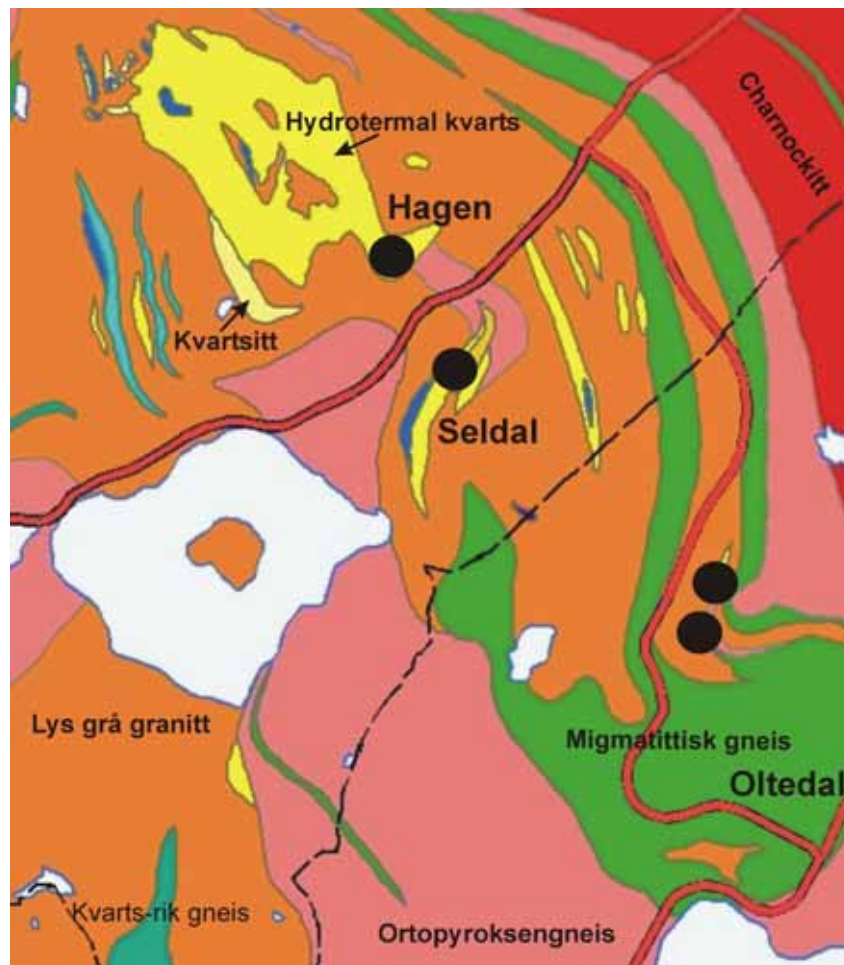


Fig. 4. Hydrotermale kvartsmasser og -ganger mellom Oltedal og Seldal (se Fig. 1). Tidligere forsøksdrifter er angitt med svarte fylte sirkler. Mørk blå felter = marmor og lys blå felter = diopsid-kvartsitter.

Kvartsitter

Kvartsitter representerer forsteinet kvartssand som er metamorft omvandlet på stort dyp i jordskorpen. De er vanligvis finkornete og kan også inneholde korn av andre mineraler. Disse representerer uønskete forurensninger som påvirker den kjemiske kvaliteten av kvartsittene. De få som har blitt befart, bl.a. Hervik brudd i Tysvær, har for høyt innhold av feltspat og dermed for høyt innhold av alkalier ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) og aluminium-oksyd til å være interessante råstoff for metallurgisk industri (Fig. 3).

Pegmatitter

Pegmatitter er meget grovkrystalline granittiske bergarter som vanligvis består av omtrent 30 % kvarts, 60-70 % feltspat og mindre enn 10 % glimmer og andre mineraler. Disse har krystallisert ut fra smeltmasser på ulike dyp i jordskorpen. På Haugalandet i den nordlige del av fylket er det påvist et større felt med pegmatitter som omfatter større masser av intimt sammenvokst kvarts og feltspat. Slike pegmatitter er en viktig kilde for ultra-ren kvarts som brukes i fremstillingen av optiske glassfibre, digler og annet ovnsutstyr til produksjon av halvledere i solceller og av epoksy for innstøping av mikrokretser (chips) i datamaskiner. Bryting av slike masser krever mineralsepareringsanlegg hvor det produseres konsentrater av kvartssand (<1 mm korn) og egne konsentrater av feltspat og eventuelt andre mineraler, f.eks.

glimmer, som kan selges som egne biprodukter. Uttak bare av kvarts vil ikke være regningssvarende. Resultatene av massespektrometriske laserablasjonsanalyser (LA-ICP-MS) av pegmatittisk kvarts som er innsamlet med midler fra fylkesprogrammet fra forskjellige forekomster på Haugalandet, er vist i Fig. 5. Figuren viser at noen av pegmatittene fører ultra-ren kvarts slik som forekomstene på Nes i Tysvær kommune, på Kalvaland og Otertangen i Vindafjord kommune, samt ved Gardavika i Ølen kommune. Kvartsen i disse inneholder totalt mindre enn 50 ppm (gram per tonn kvarts) av forurensende sporelementer og betegnes dermed ultra-ren. Pegmatitter i grunnfjellet på Levik ved utløpet av Lysefjorden og kvartsgangene ved Holmafjell, Kringlelia, Vaule og Seldal (Hagen) i Sør-Rogaland (se over) er også analysert med LA-ICP-MS. Kvartsen i disse forekomster inneholder totalt 500-900 ppm av forurensende grunnstoffer og den er dermed for uren til å ha noen industriell interesse som råstoff for produksjon av kvartskonsentrater.

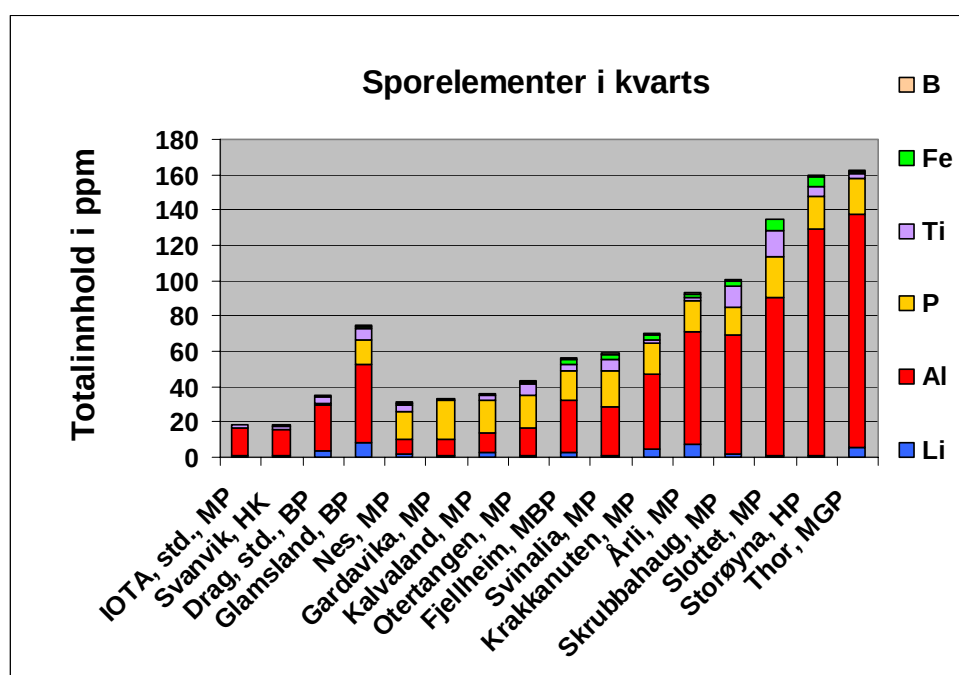


Fig. 5. Diagram som viser sporelementinnholdet (medianverdier) i pegmatittisk kvarts fra forekomster på Haugalandet. Til sammenligning er også vist sammensetningen av kvarts fra forekomster i drift, inkludert konsentrater fra IOTA (USA), Svanvik og Drag (Norwegian Crystallite AS), samt kvarts fra pegmatitter på Glamsland ved Lillesand (North Cape Minerals). MP=muskovitt-rik pegmatitt, MBP=muskovitt-biotitt-pegmatitt; MGP=muskovitt-granat-pegmatitt, BP=biotitt-pegmatitt, HP=hornblende-pegmatitt, HK=hydrotermal kvarts, std.=standard kvalitet, Li=litium, Al=aluminium, P=fosfor, Ti=titan, Fe=jern og B=bor. Kvarts med mindre totalinnhold av sporelementer enn 50 ppm betegnes ultra-ren.

De tonnasjemessig mest interessante forekomstene opptrer i heiene over og nord for Kalvaland gård. Generelt for den pegmatittiske kvartsen på Haugalandet er at den inneholder 15-23 ppm fosfor (P), noe som er meget høyt. Da de fleste anvendelsesområdene for ultra-ren kvarts krever mindre enn 5-10 ppm fosfor i kvartsen, betyr det at de påviste forekomstene av ultra-ren kvarts har lavt utnyttelsespotensial.

Konklusjon

Kvartsundersøkelsene i Rogaland har ført til påvisning av flere forekomster av pegmatitter som inneholder ultra-ren kvarts. Flere steder finnes det store kvartsganger som kan egne seg som råstoff for silikomangan-produksjon, forutsatt at stykk-kvartsen har tilstrekkelig mekanisk styrke og termisk stabilitet (ikke målt). Kvartsittene som så langt er undersøkt er kjemisk urene og ingen av dem synes umiddelbart å ha noen nytteverdi.

Referanser

Gautneb, H, Wanwik, J.E. og Marker, M. 1998: Undersøkelse av to kvartsprøver fra Gjersdal, Lund kommune, Rogaland. NGU rapport 98.109, 9 s.

Karlsen, T.A., Gautneb, H., Korneliussen, A., Lund, B., Marker, M. og Nilsson, L.P. 1999: Undersøkelser av mineralressurser i Sokndalsområdet, Rogaland. NGU rapport 99.056, 68 s.

GRUNNVARME OG BERGGRUNNSGEOLOGI

Trond Slagstad

Grunnvarme er en betegnelse på energi lagret i grunnen, enten i berggrunn eller i løsmasser. I de øverste 300–400 meterne av jordskorpa kommer det meste av energien fra soloppvarming, mens det på større dyp er energi fra jordas indre som dominerer. Potensialet for utnyttelse av grunnvarme til f.eks. oppvarming av hus og bygninger varierer mye, også lokalt, og er i stor grad bestemt av bergartenes varmeledningsevne. Varmeledningsevne er, som navnet tilsier, et mål på hvor godt en bergart leder varme, og varierer mye mellom ulike bergarter. F.eks. vil en kvartsrik bergart (som f.eks. granitt) generelt ha høyere varmeledningsevne enn en bergart med lite eller ingen kvarts. Med andre ord er et detaljert berggrunnsgeologisk kart første steg i retning av systematisk, planlagt utnyttelse av grunnvarme.

I forbindelse med feltarbeidet i 2005 ble det samlet inn et lite antall prøver fra Sandnesområdet til måling av varmeledningsevne. Disse målingene viser at bergartene i området generelt har relativt høy varmeledningsevne (mye granittiske bergarter) men med variasjon på opptil 65%. Grunnvarme i form av energibrønner i fjell, utnyttes ved at en kollektorslange i plast monteres i et 100–200 meter dypt borehull. Kollektorslangen fylles med en frostvæskeblanding (vann og etanol) som sirkulerer i slangen og opptar varme fra omgivende berggrunn og grunnvann. Denne varmen kan ved hjelp av en varmepumpen brukes til romoppvarming og vannvarming av boliger samt større næringsbygg og industri. Ekstra store energimengder kan hentes ut fra grunnen hvis anlegget benyttes til kombinert oppvarming og kjøling.

Den observerte variasjonen i varmeledningsevne i Sandnesområdet betyr i praksis at man må bore dypere i områder der bergartene har lav varmeledningsevne og grunnere i områder med høy varmeledningsevne for å dekke et gitt energibehov. Boring utgjør en betydelig del av investeringen ved installasjon av grunnvarmeanlegg med energibrønner, og informasjon om berggrunnens varmeledningsevne er avgjørende for riktig dimensjonering av denne type anlegg.

NGU er i ferd med å utarbeide flere oversiktskart relatert til utnyttelse av grunnvarme for flere kommuner i Østlandsområdet. Deriblant oversikt over berggrunnens varmeledningsevne, løsmassetykkelse, muligheter for direkte bruk av grunnvann, og et avledet oversiktskart som viser anbefalt boredyp for å dekke et årlig energibehov på 20 000 kWh (Fig. 1). Tilsvarende kart relatert til utnyttelse av grunnvarme vil også kunne utvikles på kommunal eller interkommunal basis i Rogaland—i første omgang i Sandnes–Gjesdal området hvor det berggrunnsgeologiske kartet er ferdigstilt. NGUs ønske er at disse grunnvarmeoversiktene kan inngå som en del av, eller som vedlegg til Lokale energiutredninger. Ordningen med Lokale energiutredninger administreres av NVE, og innebærer at alle landets områdekonsesjonærer (lokale nettselskaper) er pålagt å utarbeide og offentliggjøre en energiutredning for hver kommune i sitt konsesjonsområde. Første lokale energiutredning skulle foreligge innen 1. januar 2005, og skal deretter oppdateres årlig (Havskjold et al., 2005).

Litteratur

Havskjold, M., Risnes, A.S.R. og Espegren, N.M., 2005: Veileder for lokale energiutredninger. Revidert utgave av NVE veileder nr. 3 - 2003. Veileder nr 1 – 2005, 28 sider.

Anbefalt boredyp (effektivt) for energibrønner i fjell - Sande kommune

Foreløpig utgave - basert på antatte verdier for varmeledningsevne og årsmiddeltemperatur. Årlig varmebehov er 20 000 kWh

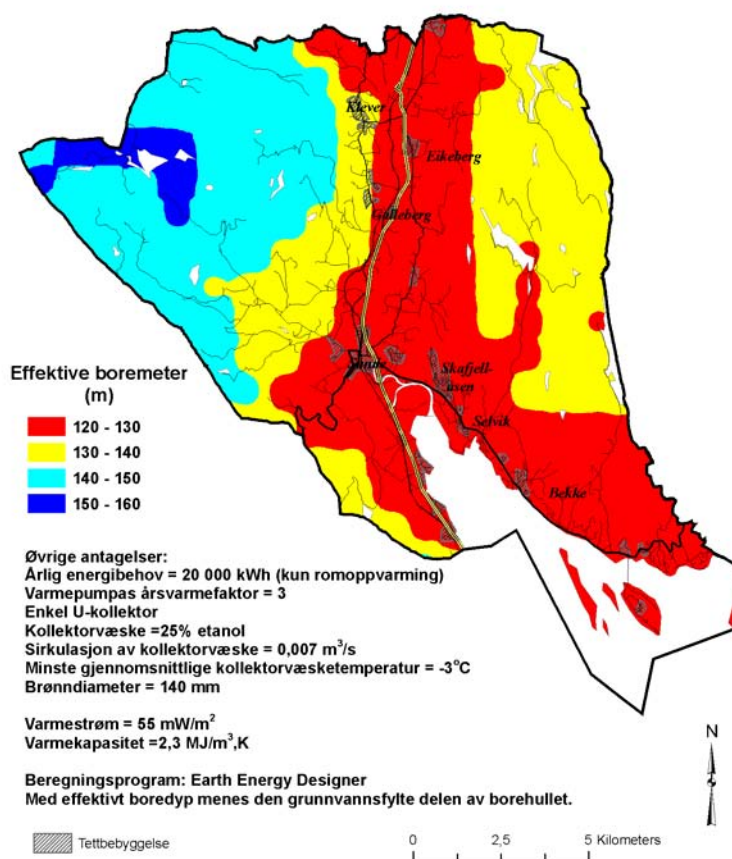


Fig. 1. Foreløpig versjon av avledet oversiktskart som viser anbefalt boredyp (effektivt) for energibrønner i fjell i Sande kommune, Vestfold (upublisert materiale, NGU).

DATABASE FOR MALMFOREKOMSTER

Peter M. Ihlen og Jan Sverre Sandstad

Malmdatabasen ved NGU inneholder 150 malmforekomster fra Rogaland (Fig. 1). Størrelsen på de registrerte forekomstene varierer fra små skjerp til store gruver, bl.a. Tellnes i Sokndal som er den eneste som er i drift i dag. Nærmere halvparten av forekomstene finnes innenfor to markerte provinser, ca. 50 jern-titan og nikkel forekomster i Egersundfeltet og ca. 20 sulfidforekomster på Karmøy.

Hensikten med undersøkelsene var å samle inn nye data fra forekomster som det var liten geologisk kunnskap om. Med unntak av en sammenstilling av forekomstene i den nordøstlige del av fylket (Nordrum & van der Wel, 1981) og enkelte eldre rapporter fra Bergarkivet var svært lite kjent om malmforekomstene utenfor Egersundfeltet. I alt ble 62 forekomster eller omtrent 150 gruvehull befart med systematisk registrering av geologiske forhold og innsamling av prøver for analyser. De innsamlete prøvene (i alt 268) ble analysert for 32 grunnstoffer, inkludert tungmetaller (kobber, sink, bly, nikkel, wolfram, molybden, etc.), platina-gruppe metaller, sølv og gull. Dette ble gjort for å kunne gi en ny vurdering av mulighetene for økonomisk drivverdige malmforekomster basert på mengden av utnyttbare metaller (spesielt edelmetaller) i malmene og retolkninger av deres geologi i lys av moderne modeller for maldannelse, samt nye data fra den regionale berggrunnskartlegningen.

Cu, Zn, Pb, jernsulfider og As (basemetaller)

Svovelkis- og/eller magnetkis-førende (jernsulfider) forekomster med varierende innhold av kobber (Cu), sink (Zn) og/eller bly (Pb) finnes spredt utover det meste av fylket (Fig. 1). Den største tettheten av forekomster finnes på Karmøy, ved Sauda og i Suldals- og Gyadalsområdet. På Karmøy ble kropper av massive kismalmer undersøkt og drevet en rekke steder i det forrige århundret for deres innhold av kobber og sink. Gruvedriften tok slutt i 1971 da Vignes og Rødkleiv gruver ble nedlagt. De fleste gruvene på Karmøy er befart og prøvetatt. Det ble ikke funnet indikasjoner på malmer med høyere metallinnhold og/eller tonnasje enn det som tidligere var kjent. Forekomstene i Sauda-området omfatter spesielt sinkmalmene i forbindelse med Birkelandgruvene øst for Sauda som ble drevet i perioden 1881-1889 og frem til 1919 som sporadiske forsøksdrifter. De er anlagt på en opptil 3 m bred malmsone med flere linjalformete malmkropper av sinkblende, kopperkis, magnetkis og svovelkis, samt i partier blyglans og arsenkis. Malmsonen som følger lagningen i vulkanske bergarter kan følges over en lengde av 2,8 km og over en høydeforskjell på 500 m. Den er relativt godt blottet, men undersøkelsene ga ingen nye indikasjoner på tilstedeværelsen av potensielt større og rikere malmer. Befaringer av kobber-sink forekomster i de vulkanske bergartene ved Selje på Rennesøy og av bly- og sink-førende ganger i gneisene ved Hattarvika på Borgøy i Tysvær kommune ga heller ingen positive resultater. Dette gjelder også de spredte kobberdominerte malmene i Suldal som danner ganger i grunnfjellet. Gangene er generelt for tynne og har for liten utstrekning til å ha noen økonomisk interesse. Forekomstene i Gyadalen og Rusdalen representerer fattig impregnasjon av hovedsakelig magnetkis og/eller svovelkis i gneisene. Malmene fører bare underordnede mengder av andre metaller, hovedsakelig kobber. Det lave kobberinnholdet og forekomstenes begrensede omfang medfører at de har et meget lavt driftspotensial.

Fe og Mn (ferro-metaller)

De fleste av de tidligere registrerte jern (Fe)-forekomstene i Sandnes, Hjelmeland og Bjerkreim kommuner ble befart. Alle forekomstene representerer innfylling av jernoksyder (magnetitt og hematitt) langs sprekke- og knusningssoner i grunnfjellsgneiser. Noen steder finnes også kvarts og kalksilikater sammen med jernoksydene. Alle forekomstene er for små og fattig på jern til å være av industriell interesse. Dette gjelder også de jordaktige svarte massene av mangan (Mn) like nord for Kårstø i Tysvær kommune.

Ni, Co og Mo (ferrolegeringsmetaller)

I området langs Høgsfjorden og videre oppover Dirdalen til Byrkjedal og i heiene mellom Gyadalen og Rusdal, samt ved Bjuland i Lund kommune, er det skjerpet på nikkel (Ni). Nikkelforekomster globalt sett inneholder normalt også kobolt (Co) og kobber, samt stedvis platina-gruppe metaller (PGM). Forekomstene, som domineres av magnetkis, opptrer i tilknytning til mørke gabbroide bergarter. Ingen av de befarte forekomstene er spesielt anrikt på nikkel; de inneholder generelt mindre enn 0,3 % Ni. Sulfidforekomstene langs Høgsfjorden og i Dirdal kjennetegnes også ved opptreden av apatitt; et fosfatmineral som er hovedråstoffet i produksjonen av gjødsel. Rossevika forekomst i lia av Uburen på nordsiden av Høgsfjorden i Forsand kommune inneholder nærmere 40 % apatitt. Hvis forekomsten hadde vært større, ville den vært av økonomisk interesse. Den eneste forekomst av molybden (Mo) som ble befart ligger i Skjoldavik i Vindafjord kommune hvor en mindre gruve tidligere ble drevet. Malmen er svært fattig på molybdenglans og er derfor av liten økonomisk interesse.

U og Th (energimetaller)

Forekomster av energimetaller som uran (U) og thorium (Th) finnes det få av i fylket. Muskovitt-granat pegmatitten i Thors gruve i Vindafjord kommune ble drevet som glimmergruve i fem år frem til 1895. Det ble da påvist uranbekerts i pegmatittgangen og frem til gruvas nedleggelse i 1904 ble det utvunnet 1,2 tonn med uranmalm. Det ble ikke funnet uranmineraler ved befaringen i 2001. NGU har tidligere gjort detaljerte undersøkelser av Øksnanuten uranforekomst (Hysingjord, 1980). Forekomsten dekker et område på ca. en kvart kvadratkilometer og hovedsonen opptrer på Øksnanuten som er en liten ås som ligger rett øst for Søndre Rotatjørn, midtveis mellom Ålgård og Svihus i Sandnes kommune. Uran- og til dels thorium-mineraler opptrer i tilknytning til kvartsårer og sprekker i grunnfjellsgneisene. Bergartene i området er partivis meget sterkt radioaktive, tilsvarende 0,31 % uranoksyd i bergarten. Derfor bør området ikke bebygges uten at nye detaljerte undersøkelser er utført som basis for en vurdering av faren for inntrengning av radongass i eventuell bebyggelse.

Au, Ag og PGM (edelmetaller)

Disse metallene omsettes for høy pris og er derfor viktige verdimetaller i en hver malmforekomst, dvs. de har sterk innvirkning på råmalmverdien. Ingen av de prøvetatte forekomstene har unormalt høyt innhold av disse metallene med unntak av Fuglavatnet kisforekomst. Denne forekomsten er tidligere undersøkt med 4 skjerp på tynne rustne soner i båndete gneiser. Disse fører impregnasjoner og cm-tykke kvartsårer med magnetkis, arsenkis, løllingitt (jernarsenid), stannitt (tinn-sulfid) og mikroskopiske korn av gedigent gull. Prøver fra to av skjerpene i myrområdet like sørvest for Hæretjørna har gullverdier i området 1-5 gram per tonn malm. 3-4 g/t Au regnes i dag som økonomisk interessant. Men etter oppfølgende undersøkelser av området rundt Hæretjern og av skjerpene kan det bare konstateres at det ikke ble påvist nye gull-førende kisforekomster og at malmsonene i

forbindelse med skjerpene er for små til å være av økonomisk interesse. Det bør dog tillegges at skjerpet rikest på gull ligger midt i en stor myr.

Konklusjon

Av de i alt 62 forekomstene som ble befart, er det bare Fuglavatn gullforekomst som kan ha interesse for prospekteringsselskaper på jakt etter nye områder med gull. Øksnanuten uranforekomst bør undersøkes nærmere hvis området blir regulert som boligområde.

Referanser

Hysingjord, J. 1980: Øksnanuten uranforekomst, Sandnes, Rogaland. NGU rapport 1416/22, 12 s.

Nordrum, F.S. og van der Wel, D. 1981: mineral-, stein- og ertsforekomster innen kartblad Sauda M 1:250 000. Nor. geol. unders. 366 (skrifter 34), 1-58.

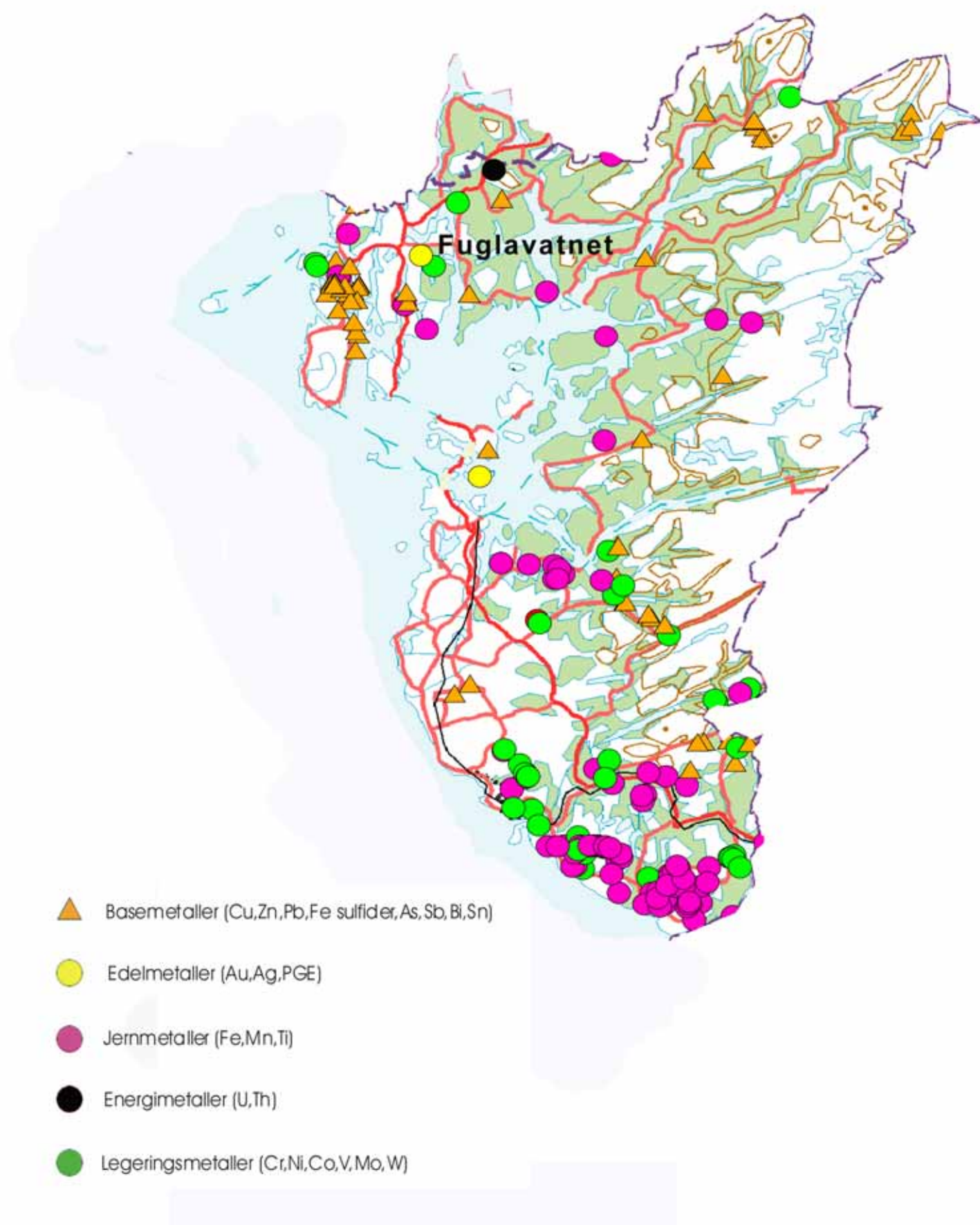


Fig. 1. Oversikt over malmforekomster i Rogaland fylke fordelt på metallgrupper.

DATABASE FOR INDUSTRIMINERALER

Håvard Gautneb

Generelt

I Rogaland er det 45 registrerte industrimineralforekomster (Fig. 1) i NGUs database. Disse grupperer seg som følger:

- 7 karbonatforekomster
- 19 feltspatforekomster (pegmatitt)
- 8 kvarts- og kvartsittforekomster
- 1 talkforekomst
- 11 forekomster av andre typer (kaolin, diatomitt (kiselgur), glimmer, asbest og apatitt)

De fleste av disse forekomstene er befart, beskrevet og klassifisert i NGUs mineralressursdatabase. Nedenfor gis en kort oppsummering av de viktigste forekomsttyper.

Karbonatforekomster

De fleste karbonatforekomstene i Rogaland ligger på øyene i Boknafjorden, det dreier seg om forholdsvis små forekomster. Historisk sett har de viktigste av disse vært forekomstene på Nord Talgje (1). Bergarten er en dolomittisk kalkstein; denne type kalkstein har liten interesse i dagens situasjon, samt at forekomstene er små.

Feltspatforekomster

Feltspatforekomstene i Rogaland er av to hovedtyper:

- Forekomster av hvit anorthositt i Egersundsområdet
- Pegmatitter der feltspat var hovedproduktet den gang forekomsten var i drift. De fleste av disse ligger på nordsiden av Boknafjorden på Haugalandet og videre østover.

Hvit anorthositt blir omtalt i et eget kapittel i denne rapporten og omtales ikke her.

Pegmatittforekomstene ble i sin tid drevet på grunn av sitt innhold av feltspat til glass og keramisk produksjon. En forekomst (Thorsgruve (3) i Vindafjord) ble drevet pga sitt innhold av uran og thorium. To forekomster (Skrubbahaugen (4) og Vats (5) i Vindafjord kommune) ble drevet på glimmer.

Stort sett er pegmatittforekomstene for små til å ha økonomisk interesse i dagens situasjon, med unntak av visse forekomster med betydelig innhold av rein kvarts (se nedenfor).

Kvarts- og kvartsittforekomster

Kvarts- og kvartsittforekomstene i Rogaland er de eneste industrimineral forekomstene som har økonomisk interesse, jfr. eget kapittel.

Andre typer industrimineralforekomster

Diatomitt. I denne gruppen hører bl.a. diatomittforekomstene i Sandnes (5). På begynnelsen av 1900 tallet ble det en kort periode tatt ut litt diatomitt ved Imsvannet og Storavannet i Sandnes. Driften ble nedlagt i 1915 og forekomsten har kun historisk interesse i dag.

Apatitt. På sørsiden av fjellet Uburen (6) i Forsand kommune ble det under første verdenskrig drevet gruvedrift på apatitt. Det ble drevet underjordsdrift i flere nivåer. Forekomsten er en geologisk meget spesiell karbonatittbergart, men er for liten til å ha økonomisk interesse i dag.

Kaolin. Ved Dydland (7) øst for Jøssingfjord, ble det på begynnelsen av 1900 tallet gjort en beskjeden drift av kaolin til Egersunds fajansefabrikk. Forekomsten er geologisk spesiell ved at kaolinen er dannet i grensesone mellom anortositt og en stor diabasgang. Forekomsten er liten og har kun historisk interesse.

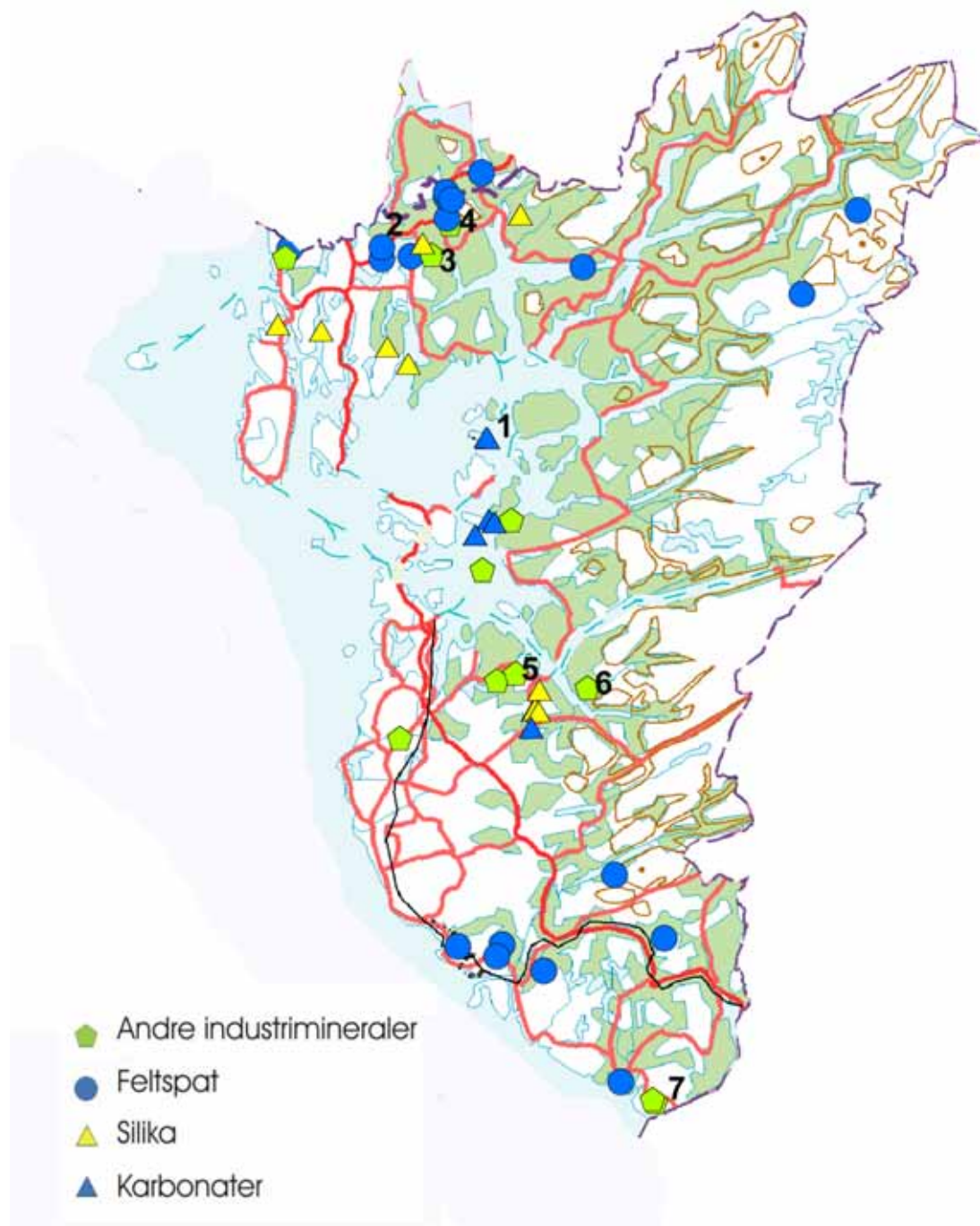


Fig. 1: Oversikt over forekomster av industrimineraler i Rogaland basert på informasjon fra NGUs mineralressursdatabase. Nummererte forekomster er nevnt i teksten.

Tabell over samtlige industrimineralforekomster i Rogaland registrert i NGUs databaser.

NGU NUMMER	NAVN	TYPE	SUB_TYPE	NR (på kart)
RO0014	Lomeland	Karbonat	Dolomitt	
RO0020	Talgøy	Karbonat	Kalkstein	
RO0021	Talgøy	Karbonat	Kalkstein	
RO0026	Talgje	Karbonat	Dolomite	
RO0027	Talgje	Karbonat	Dolomite	
RO0028	Nord Talgje	Karbonat	Dolomite	1
RO0023	Brimse	Karbonat	Kalkstein	
RO0001	Slettebø	Feltspat	Pegmatitt	
RO0062	Hegrestad	Feltspat	Anorthositt	
RO0063	Vonheim	Feltspat	Anorthositt	
RO0036	Bleivik	Feltspat	Pegmatitt	
RO0019	Rekefjord	Feltspat	Anorthositt	
RO0052	Ollestad	Feltspat	Pegmatitt	
RO0002	Lauperak	Feltspat	Pegmatitt	
RO0059	Sirevåg	Feltspat	Anorthosit	
RO0045	Krakkanuten	Feltspat	Feldspat	
RO0046	Suldal	Feltspat	Pegmatitt	
RO0060	Månastølen	Feltspat	Pegmatitt	
RO0039	Nes	Feltspat	Pegmatitt	
RO0037	Fjellheim	Feltspat	Pegmatitt	
RO0038	Kalvaland	Feltspat	Pegmatitt	
RO0047	Thors gruve	Feltspat	Pegmatitt	2
RO0048	Årli	Feltspat	Pegmatitt	
RO0049	Fagerheim	Feltspat	Pegmatitt	
RO0061	Storøyna	Feltspat	Pegmatitt	
RO0018	Storaberget	Andre Industrimin.	Diatomitt	
RO0058	Straumtjørn	Andre Industrimin.	Diatomitt	
RO0064	Tømmerhammar	Andre Industrimin.	Asbest	
RO0003	Jøssingfjord	Andre Industrimin.	Kaolin	
RO0004	Dydland	Andre Industrimin.	Kaolin	7
RO0011	Grudavatn	Andre Industrimin.	Diatomitt	5
RO0051	Uburen	Andre Industrimin.	Apatitt	6
RO0029	Hidle	Andre Industrimin.	Apatitt	
RO0024	Rossøyna	Andre Industrimin.	Apatitt	
RO0041	Skrubbahaugen	Andre Industrimin.	Glimmer	3
RO0044	Vats	Andre Industrimin.	Glimmer	4
RO0015	Hagen	Silika	Kvarts	
RO0034	Seldal	Silika	Kvarts	
RO0055	Norland	Silika	Kvarts	
RO0033	Hervik	Silika	Kvarts	
RO0050	Hesjafjellet	Silika	Kvarts	
RO0053	Bustøya	Silika	Kvarts	
RO0040	Otertangen	Silika	Kvarts	
RO0054	Hålandshammeren	Silika	Kvarts	

DATABASE FOR GRUS- OG PUKK

Arnhild Ulvik og Knut Wolden

Grus- og Pukkdatabasen er et edb-basert kart- og registersystem for grus- og pukkforekomster og uttakssteder som blir utnyttet som råstoff for bygge- og anleggsvirksomhet. Her finnes kartfestet informasjon om forekomstene i fylket, arealbruk, volum, kvalitet og hvor viktige de er som råstoff til byggetekniske formål. I tillegg finnes informasjon om massetak på forekomstene og driftsforholdene i disse. Målsetningen med Grus- og Pukkdatabasen er å gi informasjon om forekomster av grus og pukk til byggeformål, og være et redskap i lokal og regional forvaltning for å sikre tilgangen av disse ressursene i et langsiktig perspektiv.

Totalt har NGU registrert 280 sand- og grusforekomster i Rogaland fylke. Det totale volumet i 135 av forekomstene er anslått til ca. 287 mill. m³ sand og grus. I praksis vil imidlertid bare en mindre del av grusressursene være utnyttbare, da de aktuelle areal i større eller mindre grad er båndlagt av dyrka mark og bebyggelse.

Rogaland fylke har små ressurser av sand og grus sammenlignet med de fleste andre fylkene i landet. Hovedtyngden av sand- og grusressursene ligger i de indre delene av fylket, mens de fleste kystkommunene har underskudd på løsmasser til teknisk bruk, Fig. 1.

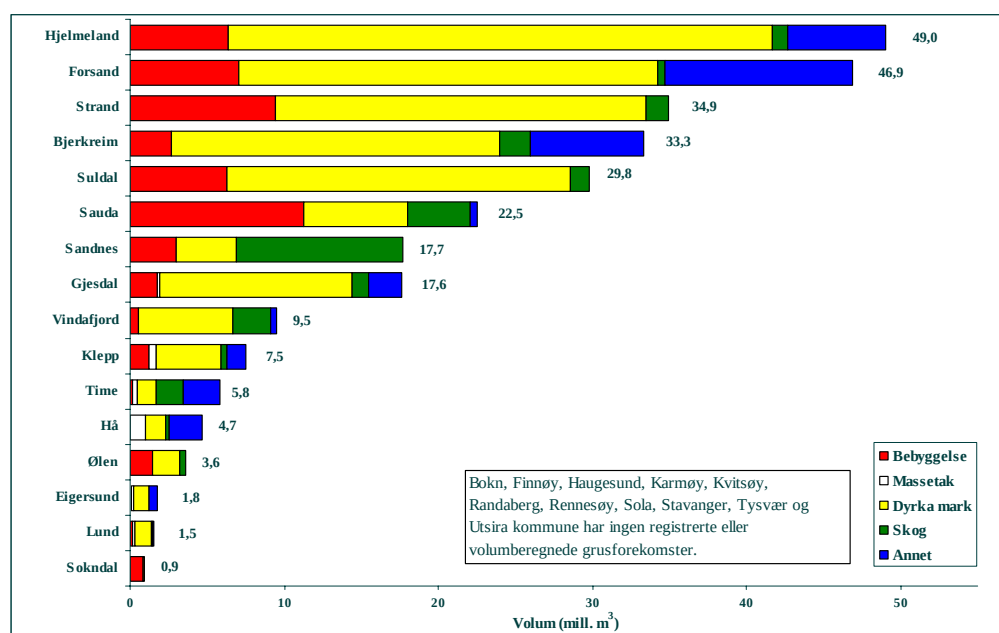


Fig. 1. Sand- og grusressurser i Rogaland fylke fordelt på kommune.

Det er registrert 73 pukkforekomster/prøvetatte lokaliteter i Rogaland. Det er drift i 22 forekomster og sporadisk drift i 3. Fem forekomster har avsluttet uttaksvirksomheten. Resten er mulig framtidig uttaksområder eller typelokaliteter.

NGU har vurdert 12 pukklokaliteter i Rogaland til å være av nasjonal verdi, Fig. 2. Tilsvarende vurdering er gjort for 3 grusforekomster. I tillegg er tre pukkforekomster og en grusforekomst vurdert til å ha en regional betydning i fylket.

Kriterier for å få koden nasjonalt viktig grus- eller pukkforekomst er bl.a. forekomster med mulighet for betydelig eksport. I begrepet mulighet for å levere ligger også forekomster som ikke er i drift. Leveranse offshore betraktes som eksport.

Videre er forekomster med mulighet til å være betydelig leverandør til et stort hjemmemarked vurdert som nasjonalt viktige. Dette gjelder vesentlig forekomster i nærheten av "storbyene" (Osloregionen ned til Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim) hvor det er knyttet arealkonflikter til bruken.

Kriterier for å få koden regionalt viktig grus- eller pukkforekomst gjelder for forekomster som har leveranser innenfor en større region ut over egen kommune/fylke. Kystnære forekomster som har mulighet for leveranse pr. båt, eller at en forekomst har spesiell god kvalitet for anvendelse til veg- og betongformål karakteriseres også som regionalt viktig.

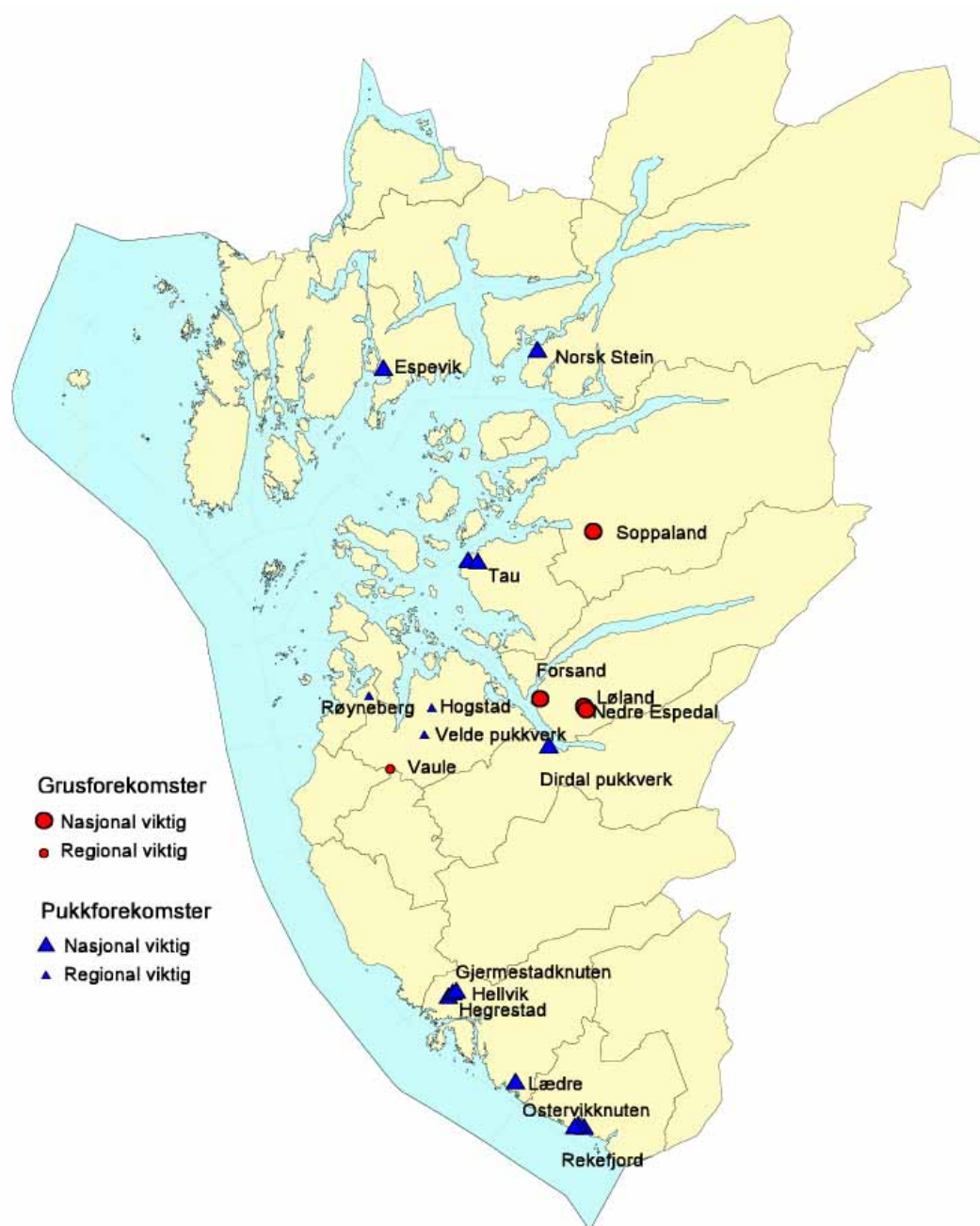


Fig. 2. Nasjonalt og regionalt viktige grus- og pukkforekomster i Rogaland.

DATABASE FOR NATURSTEIN

Tom Heldal & Bjørn Lund

Anortositt

Selv om det er kartlagt et stort antall soner med fargespill i anortosittene (se Fig. 1 i kapittel: Naturstein), er det ikke gitt at alle disse representerer drivverdige forekomster. For mange av disse sonene gjelder at kvaliteten ikke er jevn nok eller god nok for en fornuftig utnyttelse, eller det kan være at volumet er for lite til drift over lengre tid. Følgelig har NGU silt kartleggingsdataene og avmerket sammenhengende fjellpartier der vi regner muligheten til å drive kommersielt er til stede – det vil si forekomster av antatt økonomisk verdi. Noen av dem er åpenbart drivverdige på kort sikt, mens andre kan være mer marginale på grunn av størrelsen eller kvalitetsfordeling.

Tilsammen 27 slike forekomster av anortositt med fargespill er registrert i NGUs mineralressursdatabase. Hver av disse er beskrevet og vurdert økonomisk, og deres avgrensning gitt på digitalt kartverk (Fig. 1). Forekomstene er videre delt inn i to grupper med henholdsvis høyere og lavere prioritet ut i fra en foreløpig vurdering av kvalitet, størrelse og beliggenhet i forhold til infrastruktur som bebyggelse, veier og fredningsområder. Gruppen som er gitt høyeste prioritet består av 20 forekomster som til sammen dekker et område på nesten 10-15 kvadratkilometer. Som Fig. 1 viser er disse temmelig jevnt fordelt innen kjerneområdet mellom Hellvik og Brusand.

Andre bergarter

NGUs mineralressursdatatase er oppdatert betydelig også for andre natursteinstyper enn anortositt, vesentlig innenfor følgende:

Skifer og murestein i nordlige deler av fylket; en rekke nye forekomster og nyetablerte steinbrudd er registrert og beskrevet i databasene. Nordlige del av Rogaland er de siste årene blitt et viktig senter for produksjon av murestein og heller, og det ser ut til at flere forekomster kan utvikles i tiden som kommer.

Kleberstein; det finnes en rekke klebersteinsforekomster langs kysten av fylket fra Stavanger og nordover. En oppdatering av informasjon om disse er foretatt. I grove trekk viser dette at samtlige påviste forekomster har spor etter før-reformatorisk steindrift (gryter og middelaldersk bygningsstein), og er følgelig automatisk fredet. I tillegg er forekomstene delvis uttømt og/eller meget små, og det økonomiske potensialet vil derfor uansett være svært lite.

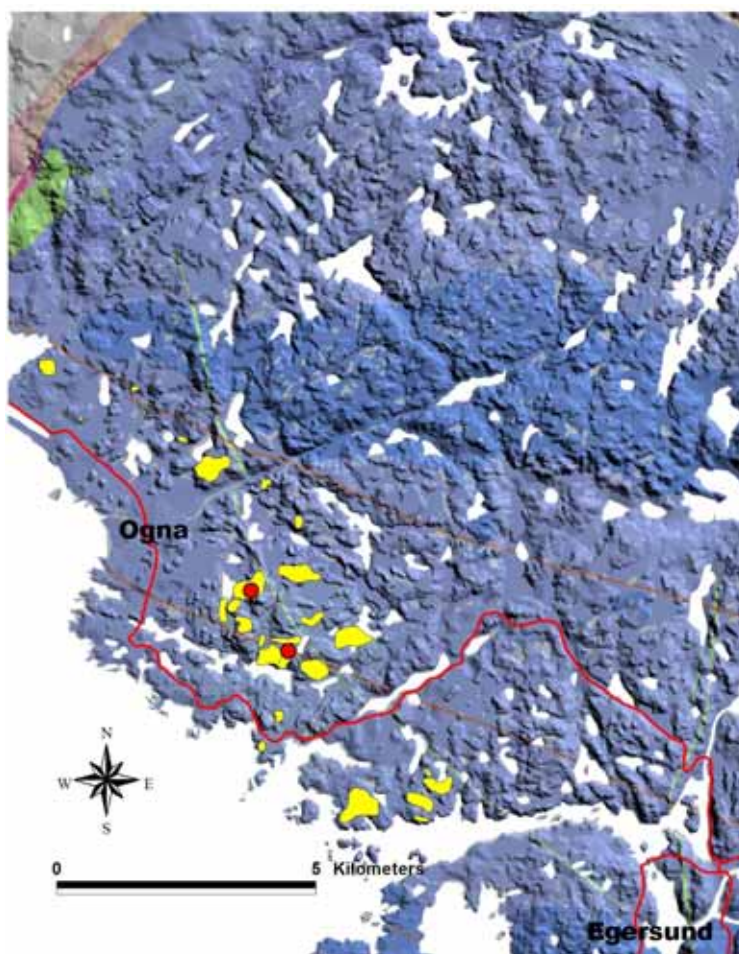


Fig. 1
Forekomster av
anortositt med
fargespill i
Eigersund og Hå
kommuner (gul
farge). Etablerte
steinbrudd er
merket med rød
sirkel.

RESSURSREGNSKAP FOR SAND, GRUS OG PUKK I ROGALAND FYLKE 2004.

Arnhild Ulvik

Rogaland er det fylket i landet som produserer mest byggeråstoffer til teknisk bruk.

I 2004 ble det tatt ut ca. 2.5 mill. tonn sand og grus og produsert om lag 9.7 mill. tonn pukk. Hjelmeland og Forsand skiller seg ut som de store innen sand og grus og står for nær 70% av uttaket i fylket. Hovedtyngden av pukken ble produsert i Suldal, Strand, Sokndal, Sandnes, Tysvær og Gjesdal, Fig. 1. Disse kommunene stod for over 80% av produksjonen i fylket.

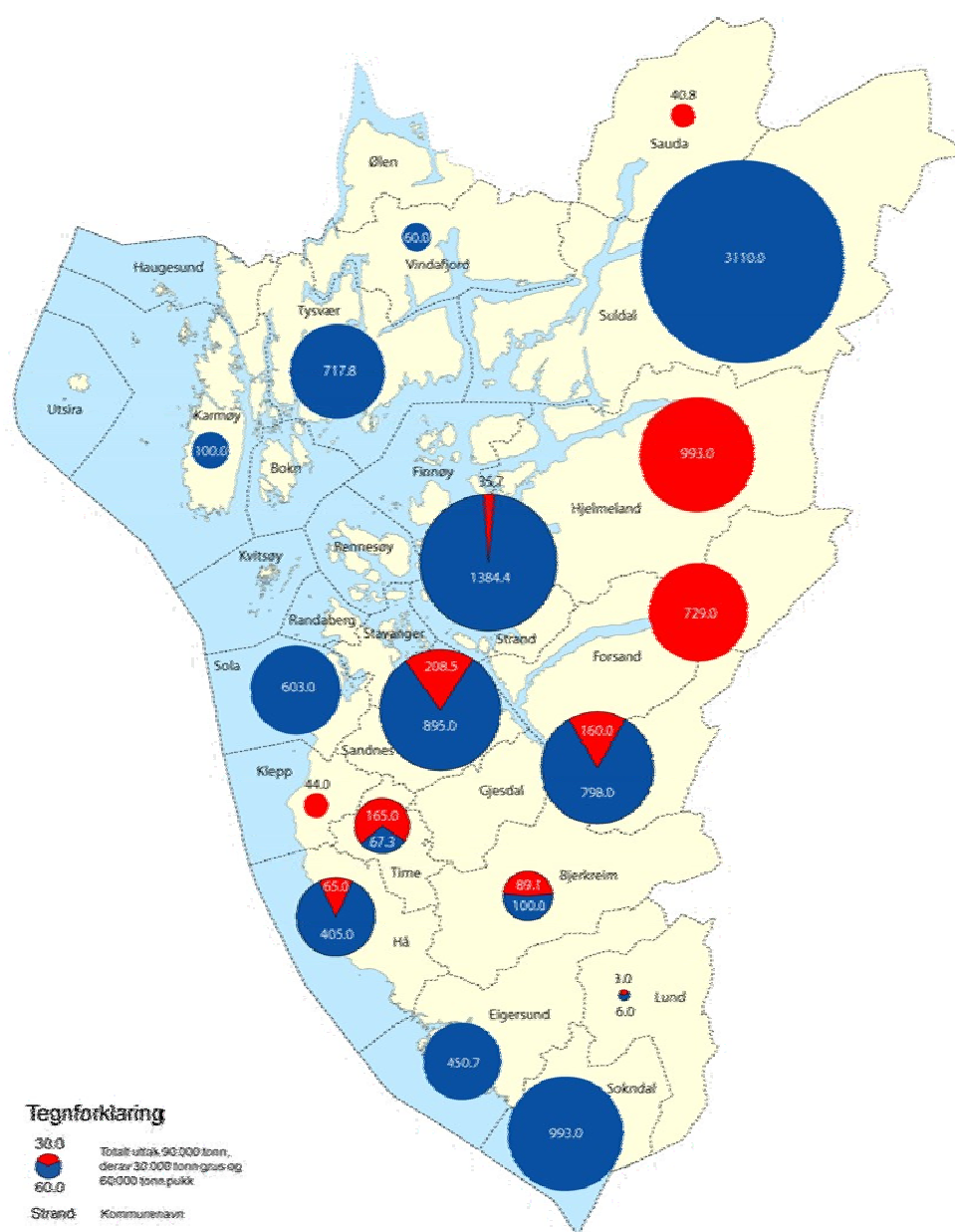


Fig. 1. Uttak av grus og pukk.

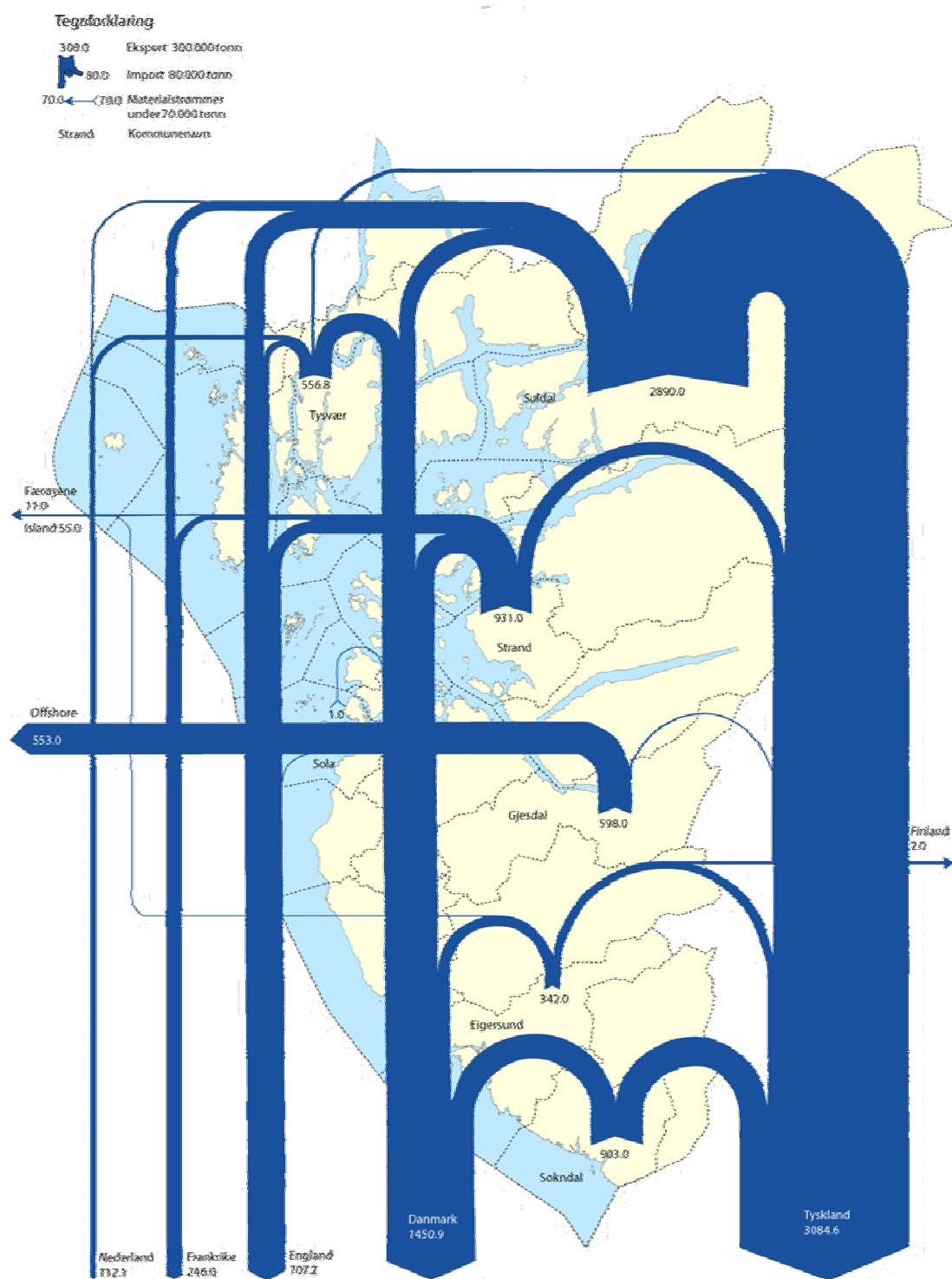


Fig. 2. Eksport av pukk.

Hele 65% av landets eksport av pukk i 2004 kom fra Rogaland. Tyskland og Danmark stod for de største mottakene, Fig. 2.

50% av de produserte byggeråstoffene ble brukt til veggrus, 19% hver gikk til asfaltdekker og betongproduksjon, og 12% til fyllmasse eller annen bruk.

Over en fjerdedel av landets pukk produseres i Rogaland. For grus er tallet nesten en femtedel, Fig. 3.

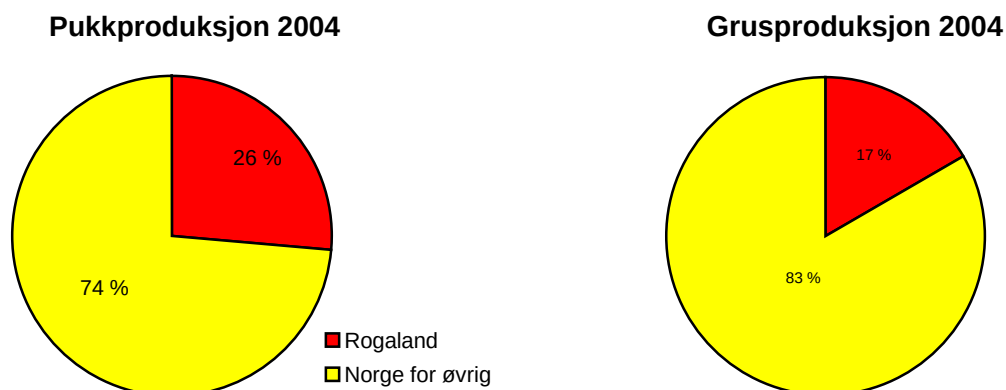


Fig. 3. Grus- og pukkproduksjon i Rogaland sammenlignet med Norge for øvrig.

Fig. 4 viser uttaks- og forbrukstall for Rogaland for årene 1992, 1996 og 2004. Uttakstallene for sand og grus er nedadgående, mens produksjonen av pukk viser en økning.

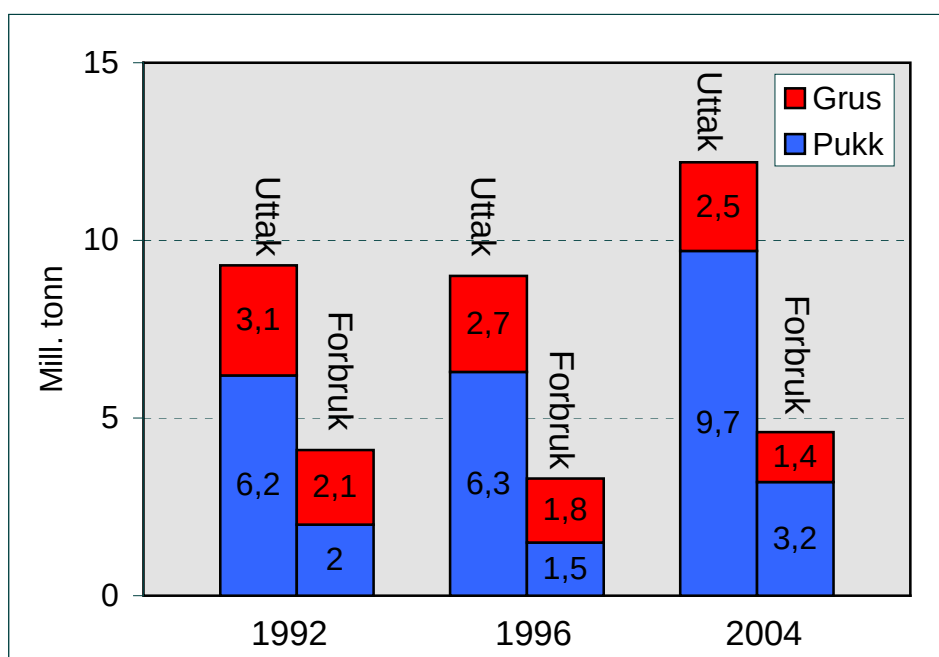


Fig. 4. Uttaks- og forbrukstall av grus og pukk i Rogaland for tre ulike år.

Til sammen ble det brukt drøye 4.6 mill. tonn med sand, grus og pukk i fylket. Sandnes og Stavanger anvendte alene ca. 1.9 mill. tonn, i overkant av 40% av fylkets totale forbruk.

Fylket er selvforsynt med sand, grus og pukk til byggetekniske formål, dog under forutsetning av at kommunene sikrer og tilrettelegger viktige forekomster for fremtidige uttak.

FYLKESDELPLAN FOR SAND, GRUS OG PUKK

Knut Wolden

Rogaland har det største uttaket av sand, grus og pukk til byggeråstoff i landet. Noe som sammen med stor utbyggingsaktivitet fører til økt press på arealer og ressurser, spesielt nær byer og tettsteder. Det er derfor startet et arbeide med å utarbeide en fylkesdelplan for sand, grus og pukk på Jæren. NGU er her representert i en arbeidsgruppe med oppgave å skaffe til veie alt nødvendig grunnlagsmateriale om disse viktige ressursene, og legge informasjonen til rette for bruk i det videre planarbeidet.

I dette arbeidet er alle grus- og pukkforekomstene i Sola, Sandnes, Klepp, Time, Hå og Gjesdal kommune befart og ajourført med hensyn til status for massetak, justering av arealer og redusering av volum fra totalt til utnyttbart volum. Det er tatt prøver for analyse av mekaniske egenskaper i etablerte pukkverk, og i nye områder for å finne egnede forekomster og legge til rette for en framtidig og langsiktig utnyttelse av ressursene.

Videre er hele eller deler av forekomstene klassifisert som **meget viktig, viktig eller mindre viktig** som framtidige forsyningsområder av sand, grus og pukk som byggeråstoff til vegbygging, betongproduksjon eller andre formål (se kartvedlegg: Ressurskart; Sand, grus og pukk på Jæren, Rogaland fylke).

For å prognosere et framtidig behov for grus og pukk er det laget ressursregnskap for Rogaland for året 2004, se eget kapittel.

Det er skrevet rapporter med konklusjonene på byggeråstoffsituasjonen i kommunene. Disse er lagt inn i Grus- og Pukkdatabasen, se eget kapittel, og er sammen med analyseresultater, tabeller og annen informasjon tilgjengelig på internett, <http://www.ngu.no/grusogpukk>.

Videre arbeid

Som landets største produsent av sand, grus og pukk er det av stor betydning at det arbeidet som er startet med fylkesdelplan for grus og pukk på Jæren videreføres til å omfatte alle kommunen i fylket. I dette arbeidet er oppdatert informasjon om forekomstene tilpasset dette formålet en nødvendighet. Tilsvarende kartlegging som NGU har gjennomført på Jæren bør derfor utføres i resten av fylket.

NGU-RAPPORTER FRA ROGALANDPROGRAMMET 2000-05

Bjerkgård, T., 2003: Labradoriserende anortositt ved Nedre Furevatnet, Hellvik, Rogaland. NGU rapport 2003.024, 8 sider.

Bjerkgård, T. & Heldal T., 2002: Natursteinsundersøkelser i anortositt mellom Egersund og Ognå: Status 2001. NGU rapport 2002.006, 9 sider.

Bjerkgård, T., Heldal, T., Kjølle I., Lund, B., Meyer, G., & Schiellerup, H., 2003: Natursteinsundersøkelser i Egersund-Ognå anortositt-kompleks: Status våren 2003. NGU rapport 2003.030, 17 sider.

Bjerkgård, T. & Kjølle, I., 2002: Detaljkartlegging av Ulvhusområdet, Egersundfeltet, Rogaland. NGU rapport 2002.109, 16 sider.

Erichsen, E. og Marker, M., 2000: Anortositt i "Egersundfeltet" – Pukkpotensialet. NGU rapport 2000.016, 20 sider.

Korneliussen, A. Furuhaug, L. Gautneb, H McEnroe, S. Nilsson, L.P. Sjørdal, T., 2001: Forekomster med ilmenitt, vanadiumholdig magnetitt og apatitt i norittiske bergarter i Egersundfeltet, Rogaland. NGU rapport 2001.014, 29 sider.

Korneliussen, A. & Kihle, J. 2004: Berkreim-Sokndal intrusjonen, Rogaland - Muligheter for videreforedling av vanadiumholdig magnetitt og ilmenitt i kombinasjon med bruk av CO₂. NGU rapport 2004.030, 14 sider.

Marker, M., 2002: Geologiske undersøkelser innenfor Rogalandsprogrammet – Statusrapport for 2001. NGU rapport 2002.038, 21 sider.

Marker, M., 2003: Geologiske undersøkelser innenfor Rogalandsprogrammet – Statusrapport for 2002. NGU rapport 2003.026, 19 sider.

Marker, M., 2004: Geologiske undersøkelser innenfor Rogalandsprogrammet – Statusrapport for 2003. NGU rapport 2004.009, 21 sider.

Marker, M., 2004: Anortositt for pukk i Rogaland Anortosittprovins. NGU rapport 2004.014, 17 sider.

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., Sjørdal, T., Tegner, C. & Wanvik, J.E., 2000: Geologiske undersøkelser innenfor Rogalandsprogrammet – Statusrapport for 2000. NGU rapport 2000.140, 35 sider.

Marker, M., Schiellerup, H., Meyer, G.B., Robins, B. and Bolle, O., 2004: Beskrivelse til geologisk kart over Rogaland Anortosittprovins, 1:75 000. NGU rapport 2004.007, 23 sider.

Meyer, G.B., Schiellerup, H. and Tegner, C., 2002: Chemical characterisation of ilmenite, magnetite and apatite in the Bjerkreim-Sokndal Layered Intrusion, Rogaland, South Norway. NGU rapport 2002.042, 25 sider.

Ulvik, A., Riiber, K., 2005: Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Rogaland fylke 2004, NGU rapport 2005.059, 98 sider.

PUBLIKASJONER FOR INDUSTRIOPPDRAK I ROGALAND 2000-05

Berg, S.S., Marker, M., Nordgulen, Ø. & Lutro, O., 2000: Geologiske forhold langs planlagt tunneltrasé fra Moi til Drangsdalen. NGU rapport 2000.079, 11 sider.

Erichsen, E. & Marker, M., 2001: Pukkundersøkelser - Espevik, Tysvær kommune. NGU rapport 2001.015, 35 sider.

Ihlen, P.M., Furuhaug, L., Lynum, R. Müller, A. og Larsen, R.B. 2004: Gitterbundete sporelementer i kvarts fra pegmatitter, hydrotermale ganger, kvartsitter og granitter i Sør-Norge. NGU rapport 2004.020, 48 sider + Vedlegg 1-5, 59 sider (fortrolig til 01.05.2008).

Marker, M., 2003: Geological investigation of the Berakvam quarry and reserve area for hard rock aggregates, Jelsa, Rogaland. NGU rapport 2003.012, 30 sider.

Marker, M., 2005: Geologisk undersøkelse av øvre brudd og nytt tilleggsområde for NorStone, Tau, Rogaland. NGU rapport 2005.077, 15 sider (fortrolig til 01.12.2007).

Marker, M. & Erichsen, E., 2002: Geological and mechanical investigation of the Såt extraction prospect for hard rock aggregates in Espevik, Rogaland. NGU rapport 2002.007, 31 sider.

Marker, M. & Erichsen, E., 2002: Core drilling, structure and volume estimation in the Såt extraction prospect for hard rock aggregates in Espevik, Rogaland. NGU rapport 2002.048, 71 sider.

Schiellerup, H. Meyer, G.B Tegner, C. Robins, B. Korneliussen, A., 2001: Resources of apatite, ilmenite and magnetite in the Bjerkreim Sokndal Layered Intrusion, Rogaland, South Norway. NGU rapport 2001.092, 33 sider.

PUBLIKASJONER FOR GEODE-WORKSHOP 2001

Duchesne, Jean-Clair (editor), 2001: The Rogaland Intrusive Massifs - an excursion guide. NGU rapport 2001.029, 139 sider.

Duchesne, J-C. & Korneliussen, A. (eds.), 2003: Ilmenite deposits and their geological environment. Norges geol. unders. Special Publication 9 (interactive CD enclosed), 134 sider.

Korneliussen, Are, 2001: Abstracts - GEODE field workshop 8-12th July 2001 on ilmenite deposits in the Rogaland anorthosite province, S.Norway. NGU rapport 2001.042, 147 sider.

Marker, M., Schiellerup, H., Meyer, G., Robins, B. & Bolle, O., 2003: An introduction to the geological map of the Rogaland Anorthosite Province 1: 75 000. In Duchesne, J-C. & Korneliussen, A. (eds.): Ilmenite deposits and their geological environment. Norges geol. unders. Special Publication 9, 109-116.

Schiellerup, H., Korneliussen, A., Heldal, T., Marker, M., Bjerkgård, T. & Nilsson, L-P., 2003: Mineral resources in the Rogaland Anorthosite Province, South Norway: origins, history and recent developments. In Duchesne, J-C. & Korneliussen, A. (eds.): Ilmenite deposits and their geological environment. Norges geol. unders. Special Publication 9, 116-134.

GEOLOGISK KART OVER ROGALAND ANORTOSITTPROVINS

Målestokk 1 : 75 000

Mogens Marker, Henrik Schiellerup, Gurli B. Meyer, Brian Robins og Olivier Bolle

TEGNFORKLARING

EGERSUND GANGSVERM

Doleritt

DYPBERGARTER AV JOTUNITTISK TIL CHARNOCKITTISK SAMMENSETNING

2 Jotunittisk til mangerittisk gang, lokalt med norittisk eller kvarts-mangerittisk facies, eller jotunittisk intrusjon (Eia-Rekefjord intrusjon)

3 Charnokitt

4 Kvarts-mangeritt med underordnet mangeritt og charnockitt

5 Mangeritt

BJERKREIM-SOKNDAL INTRUSJONEN - DEN LAGDELTE SERIEN*

Anortositte til troktoittiske bergarter

6 Leukotroktolitt og troktoitt (poimC). Sone IIb, IIb og IVb. Leukonoritt og anortositt (pC og piC), noritt (phiC), underordnet ilmenitt, pyroksenitt (hiC) og ilmenittrike kumuler (ihC). Melanoritt og olivin-melanoritt (hpim +/- oC) mellom Teksevatnet og Bilstadvatnet. Sone IIIa og IVa

7 Leukonoritt og anortositt (pC og piC)

Sone Ila og Ila

8 Ilmenitt-magnetitt leukonoritt og anortositt (pimC)

Sone IIa og bergarter langs intrusjonsmarginen

Leukonorittiske, norittiske og anortositte bergarter

9 Ilmenitt-noritt/-leukonoritt (phiC)

Sone c

10 Magnetitt-ilmenitt noritt/leukonoritt (phmiC)

Sone IIIc og IVd

Gabbro-norittiske bergarter

11 Ilmenitt gabbronoritt (phciC)

Undre del av Sone IBe

12 Magnetitt-ilmenitt gabbronoritt med apatitt (phcimaC).

Sone IIle og IVe samt øvre del av Sone IBe

13 Magnetitt-ilmenitt gabbronoritt med invertert pigeonitt (ph'cimaC). Sone IVf

Jotunittiske bergarter

14 Jotunittiske kumuler med Fe-rik olivin (p'hcoimaC). Overgangssone

15 Jotunitt (Grensefacies)

ANDRE NORITTISKE DYPBERGARTER

16 Noritt og pyroksenitt, lagdelt med litt ilmenitt, også norittisk gang

17 Leukonoritt, stort sett uten lagdeling

18 Lagdelt/ikke lagdelt noritt, rik på ilmenitt/ilmenittisk malm

19 Norittisk pegmatitt

ANORTOSITT-MASSIVER

20 Anortositt, intrudert av agmatittisk leukonoritt

21 Anortositt, overveiende massiv, tildels leukonorittisk

22 Leukonoritt, massiv

23 Jotunitt (randsone til Hidra-massivet)

24 Anortositt, med tallrike uorienterte mega-krystaller av ortopyroksen

25 Anortositt og leukonoritt, foliert

26 Anortositt med "pseudo-inneslutninger" av leukonoritt, foliert

27 Anortositt og leukonoritt i veksling, lagdelt

GRANULITT-FACIES - METAMORFE BERGARTER (GNEISER)

28 Porfyrittisk metagranitt, foliert (Fedasuiten)

29 Porfyrittisk metagranitt, foliert

30 Metagranitt, pegmatittrik, grov-till middelskornet

31 Granittisk gneis, grå, svakt foliert

32 Pelittisk gneis, granat- og sillimanittførende

33 Kvartsitt

34 Amfibolitt, ortopyroksen-førende

35 Migmatittisk gneis, lys grå

36 Båndet gneis. Forskjellige faser av grå granittisk gneis med enkelte amfibolittiske (norittiske) og metasedimentære (pelitt, kvartsitt) bånd. Velutviklet planstruktur og varierende innhold av lysegrå, granittiske bånd

STRUKTURTEGN

Forkastning

Foliasjon/modal lagdeling med fall angitt

Mineral-laminasjon med fall angitt

* Bjerkreim-Sokndal intrusjonen er inndelt i sykliske enheter (O, IA, IB, II, III, IV), som hver består av et antall soner med kumuler (a-f) definert ved indeksmineralogier (Wilson et al., 1996). Bergarts-terminologien følger standard kumulat-nomenklatur:

p: plagioklas
o: olivin
m: magnetitt
h: Ca-fattig pyroksen
h': invertert pigeonitt
a: apatitt
c: Ca-rik pyroksen
i: ilmenitt
C: kumulat

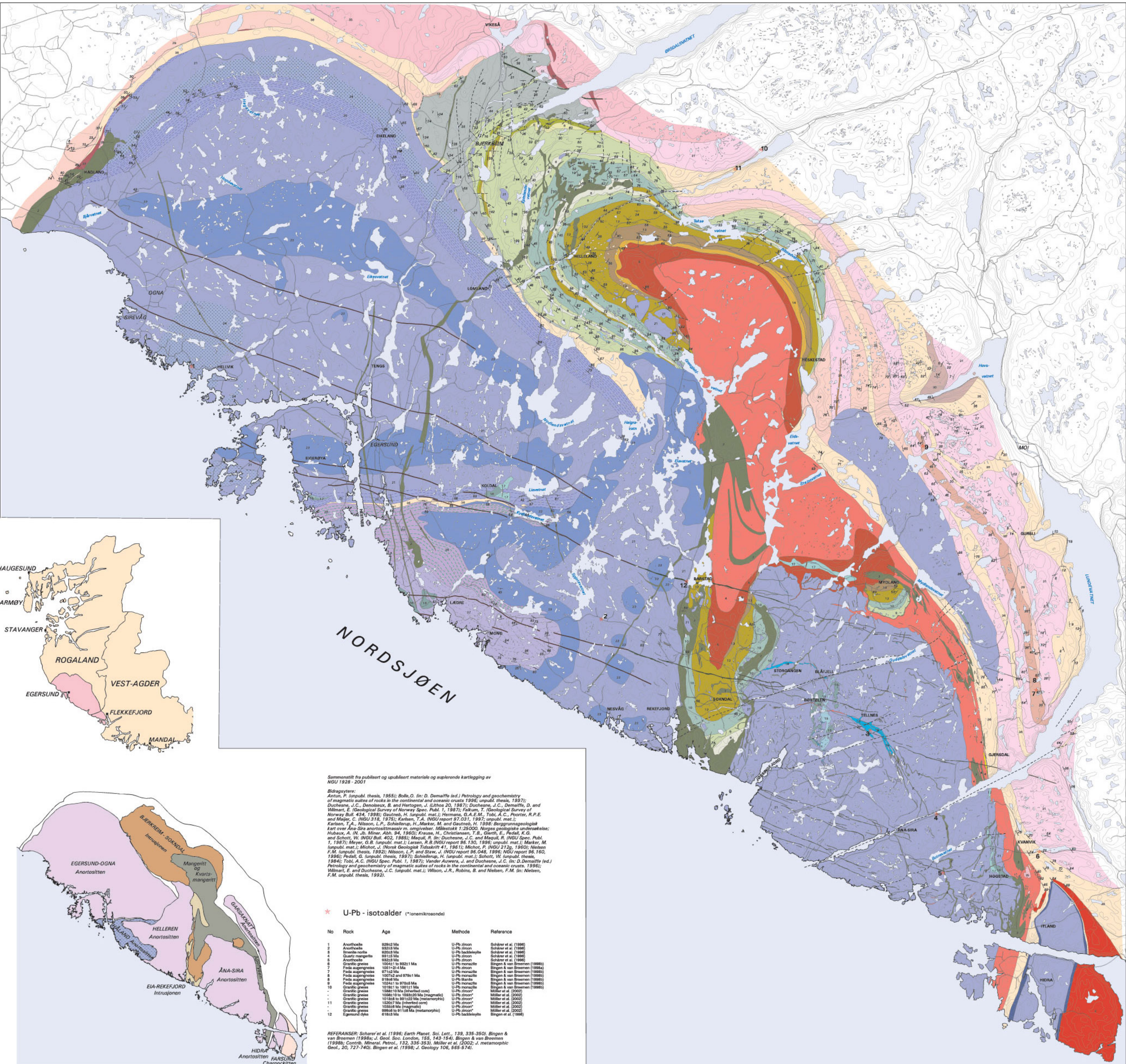
0 5 10
Kilometer

NGU Special Publication 9 - Marker et al. - Plate 1

Teknisk kartansvarlig: Torbjørn Sørda

Kartgrunnlag: Statens Kartverk Database N250

NGU mai 2003.

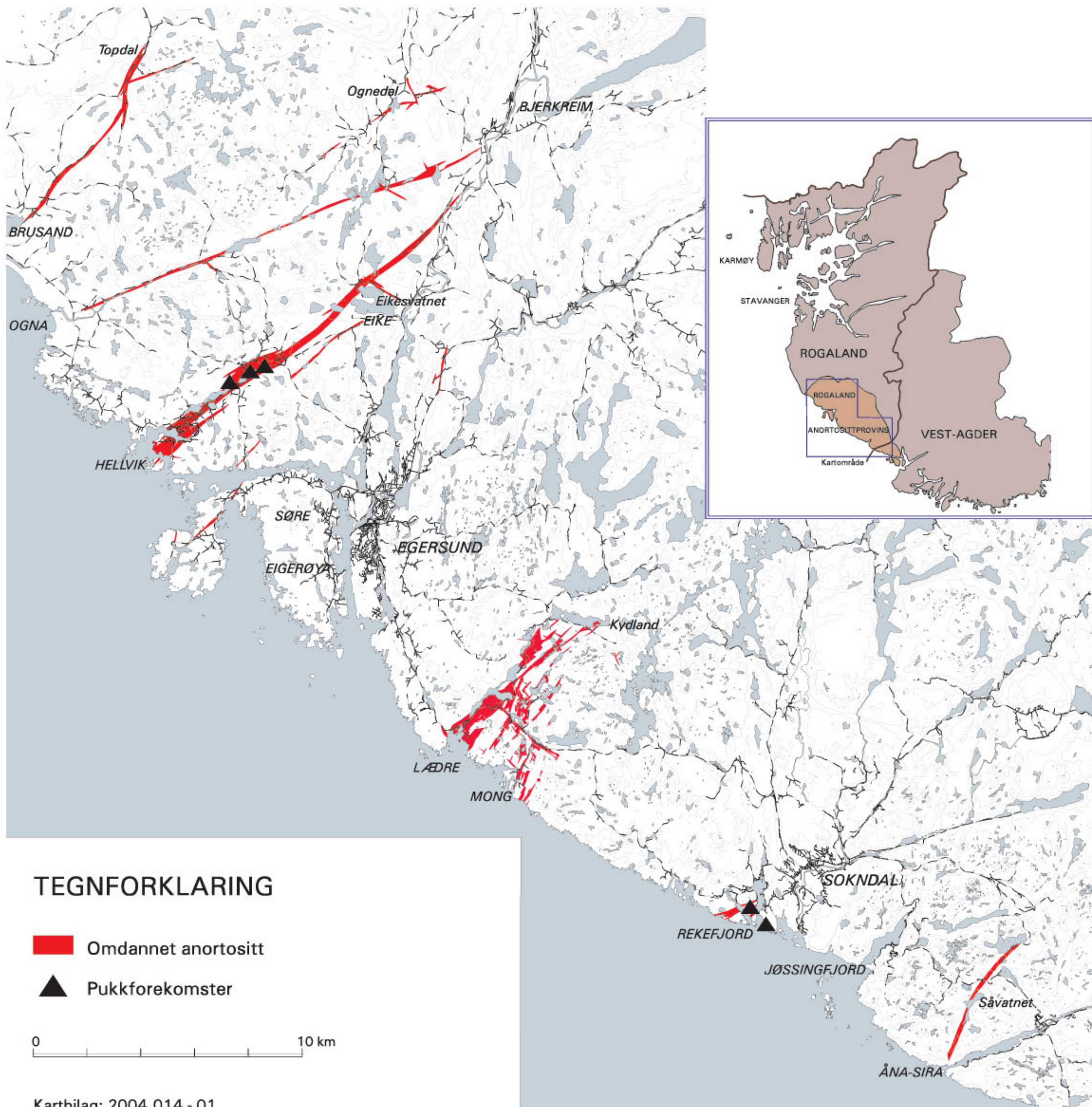


GEOLOGISK KART OVER OMDANNET ANORTOSITT I ROGALAND ANORTOSITTPROVINS

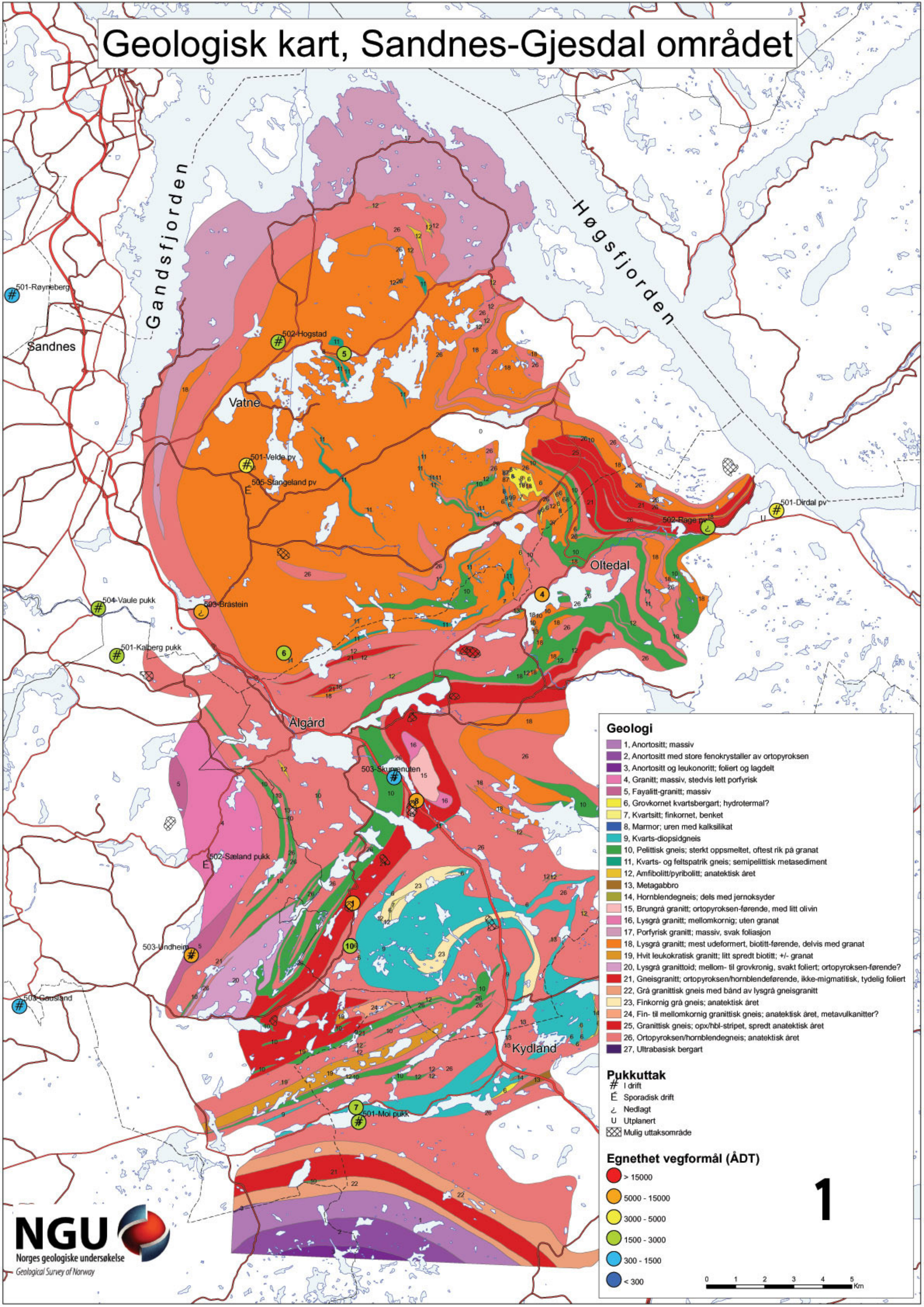
Skala 1: 100 000

Mogens Marker

Digital utførelse: Torbjørn Sørđal



Geologisk kart, Sandnes-Gjesdal området



Geologi

- 1, Anortositt; massiv
- 2, Anortositt med store fenokrystaller av ortopyroksen
- 3, Anortositt og leukonoritt; foliert og lagdelt
- 4, Granitt; massiv, stedvis lett porfyrisk
- 5, Fayallitt-granitt; massiv
- 6, Grovkornet kvartsbergart; hydrotermal?
- 7, Kvartsitt; finkornet, benket
- 8, Marmor; uren med kalksilikat
- 9, Kvarts-diopsidgneis
- 10, Pelittisk gneis; sterkt oppsmeltet, oftest rik på granat
- 11, Kvarts- og feltspatikk gneis; semipelittisk metasediment
- 12, Amfibolitt/pyrilolitt; anatektisk året
- 13, Metagabbro
- 14, Hornblendegneis; dels med jernoksyder
- 15, Brungrå granitt; ortopyroksen-førende, med litt olivin
- 16, Lysgrå granitt; mellomkornig; uten granat
- 17, Porfyrisk granitt; massiv, svak foliasjon
- 18, Lysgrå granitt; mest udeformert, biotitt-førende, delvis med granat
- 19, Hvit leukokratiske granitt; litt spredt biotitt; +/- granat
- 20, Lysgrå granittoid; mellom- til grovkornig, svakt foliert; ortopyroksen-førende?
- 21, Gneisgranitt; ortopyroksen/hornblendeførende, ikke-migmatittisk, tydelig foliert
- 22, Grå granittisk gneis med bånd av lysgrå gneisgranitt
- 23, Finkornig grå gneis; anatektisk året
- 24, Fin- til mellomkornig granittisk gneis; anatektisk året, metavulkanitter?
- 25, Granittisk gneis; opx/hbl-stripet, spredt anatektisk året
- 26, Ortopyroksen/hornblendegneis; anatektisk året
- 27, Ultrabasiske bergart

Pukkuttak

- # I drift
E Sporadisk drift
N Nedlagt
U Utplanert
X Mulig uttaksområde

Egnethet vegformål (ÅDT)

- > 15000
- 5000 - 15000
- 3000 - 5000
- 1500 - 3000
- 300 - 1500
- < 300

0 1 2 3 4 5 Km

1

Ressurskart; Sand, grus og pukk på Jæren, Rogaland fylke

Med klassifisering av forekomstenes viktighet som ressurs

