

Rapport nr.: 97.061		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Naturstein i Solund				
Forfatter: Bjørn Lund		Oppdragsgiver: NGU og Solund kommune		
Fylke: Sogn & Fjordane		Kommune: Solund		
Kartblad (M=1:250.000) Bergen og Måløy		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1116-4 Austrheim, 1117-2 Risnesøyra		
Forekomstens navn og koordinater: Leknessund koord. 802 928 Stordskardvika 683 784, Daløy 703 765, Ytrøyna 682 794		Sidetall: 27	Pris: 77	
Feltarbeid utført: juli 96		Rapportdato: april 97	Prosjektnr.: 2633.51	Ansvarlig:
<p>Sammendrag:</p> <p>I samarbeid med Solund kommune har NGU utført undersøkelser/befaringer av fem blokksteinslokaliteter i kommunen. Undersøkelsene ble konsentrert om ulike varianter av konglomerat samt en grønnsteinsbreksje. Små blokk ble tatt ut for tekniske tester og til visning for kjøperinteresser. Bergartene er forholdsvis lett å sage, mens poleringsegenskapene er noe dårligere på grunn av store hardhetsvariasjoner. Det antas at det vil være mulig å ta ut middels stor blokk. Markedspotensialet må undersøkes før en går videre med planer om eventuell drift.</p>				
Emneord: Naturstein		Ressursundersøkelser		
Konglomerat		Fagrapport		
Grønnsreinsbreksje				

## **INNHOOLD**

1 FORORD .....	4
2 INNLEDNING .....	5
3 GENERELT OM FOREKOMSTTYPE .....	5
4 GEOLOGISKE HOVEDTREKK I SOLUND .....	8
5 UNDERSØKTE OMRÅDER OG BERGARTER .....	8
5.1 Konglomerat og breksje .....	8
5.2 Konglomerat i Solund.....	8
5.3 Breksje i Solund .....	9
6 MINERALOGI.....	10
7 TEKNISKE UNDERSØKELSER.....	10
7.1 Uttak av små blokk .....	10
7.2 Sage- og poleringsresultater .....	10
8 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER .....	11
Referanser.....	13

## **TABELLER**

Tabell 1: Forekomst/bruksområder for naturstein

## **VEDLEGG**

Vedlegg 1: Generelt om naturstein

Vedlegg 2: Ordliste

Vedlegg 3: Lokaliseringskart for blokkuttak

Vedlegg 4: Polerte plater av konglomerat og grønnsteinsbreksje fra Solund

## **FIGURER**

Figur 1: Klassifisering av naturstein

Figur 2: Forenklet berggrunnsgeologisk kart over Sogn og Fjordane

## **1. FORORD**

Bergartene i kommunen består hovedsakelig av devonavsetninger fra konglomerat til mer finkornige sandsteiner. Av disse er det konglomerat som har størst interesse som naturstein.

Fra fire konglomeratlokaliteter samt en breksjebergart, er det tatt ut små blokk for tekniske sage- og poleringstester.

Resultatene fra disse undersøkelsene presenteres i denne rapporten.

Trondheim 22. April 1997

Hovedprosjekt for byggeråstoffer

Peer-Richard Neeb  
hovedprosjektleder

Bjørn Lund  
forsker

## 2. INNLEDNING

Sogn og Fjordane fylkeskommune, ved fylkesgeologen, kontaktet NGU i 1995 med forespørsel om NGU kunne gjøre geologiske undersøkelser av blokksteinsforekomster i kommunene Gulen, Balestrand og Solund. Dette er delvis en videreføring av noen av de undersøkelser og anbefalinger som ble utført for hele Sogn og Fjordane av NGU og Mineralutvikling A/S og som beskrevet i NGU Rapport 93.059. Feltarbeidet ble utført i juni 96.

## 3. GENERELT OM FOREKOMSTTYPER

Naturstein kan være så mangt, og det kan være på sin plass med en avklaring av hva man snakker om ( se vedlegg 1). I figur 1 er gitt en definisjon av naturstein definert etter bruksegenskaper; vi skiller mellom skifer og blokkstein, og innen blokkstein skiller vi f.eks. mellom «harde» og «myke» bergarter.

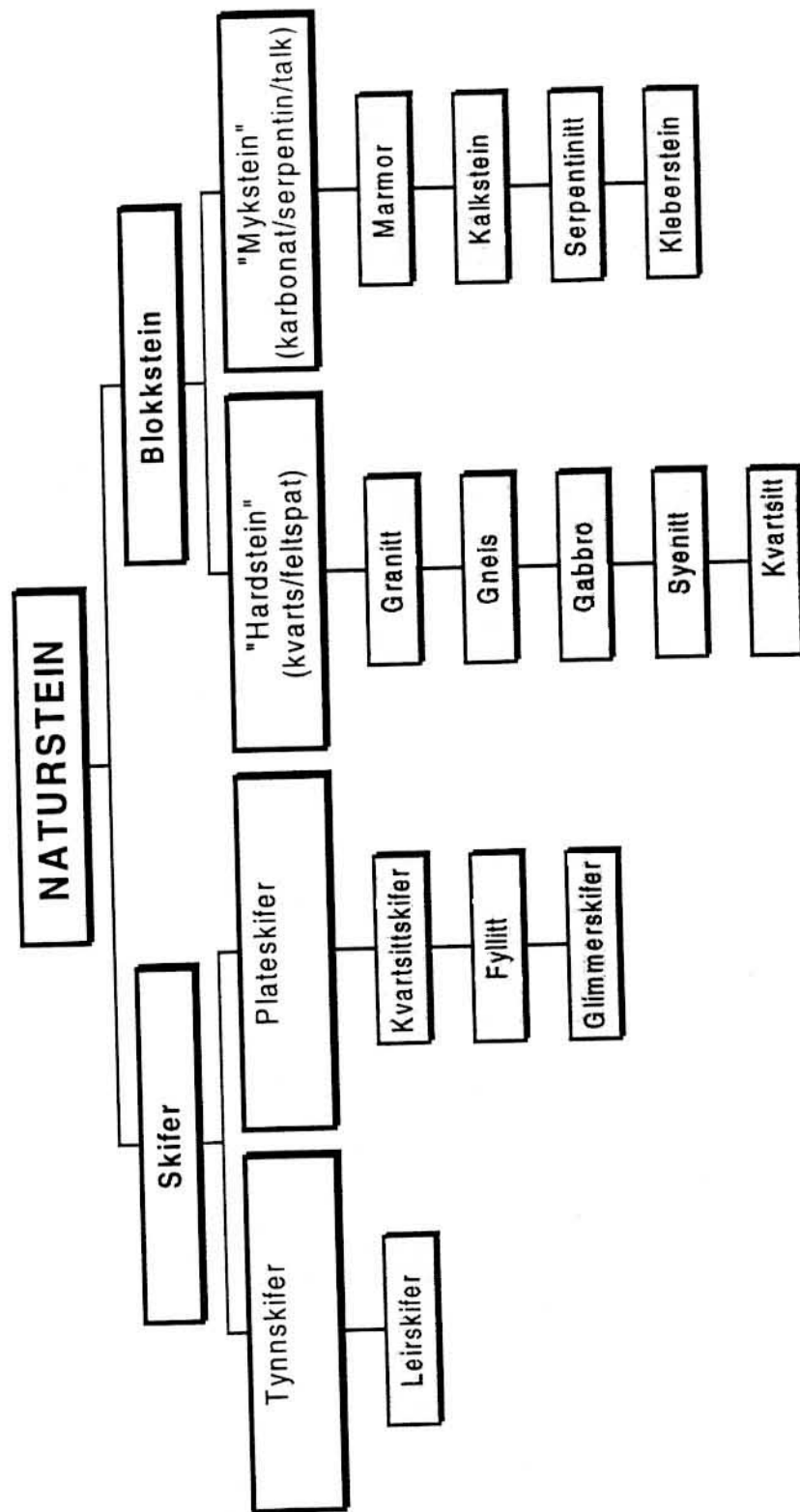
I tillegg til en slik definisjon kan vi vurdere natursteinsforekomster i lys av hvilke produkter forekomstene er egnet til, hvilket markedspotensiale de har og hvordan beliggenheten er i forhold til markedet. I tabell 1 er gitt noen eksempler.

VERDI	FOREKOMST	BRUKSOMRÅDER
Lav	Små forekomster av blokkstein og skifer, høy grad av oppsprekking, gjerne inhomogene. Lett å ta ut med små virkemidler.	Grov murstein, grov belegging. Lokale markeder.
Middels	Større forekomster, gunstig beliggenhet. God kvalitet stein, lite oppsprukket. Kvalitet viktigere enn farge/struktur	Murstein, stein til belegging, bygningsstein. Mye til uteanlegg. Fortrinnsvis innenlandske markeder.
Stor	Store forekomster, gunstig beliggenhet, unike steintyper også i eksportsammenheng. Mulighet for meget stor blokk (gjelder blokkstein).	Eksport av råblokk, salg til innenlandske bearbeidingsfabrikker, større skala skiferproduksjon.

Tabell 1

Det ligger i sakens natur at mulighetene for å finne drivbare forekomster minker nedover i tabellen. Forekomster med lav verdi finnes nær sagt hvor som helst i landet, og ofte er de menneskelige ressursene og markedet viktigere enn råstoffet. Forekomster med høy verdi finnes det atskillig færre av, og larvikitt og Ottaskifer kan brukes som eksempler. Gruppen midt mellom er noe hyppigere, men man er her tildels henvist til norske markeder som tross alt er begrenset.

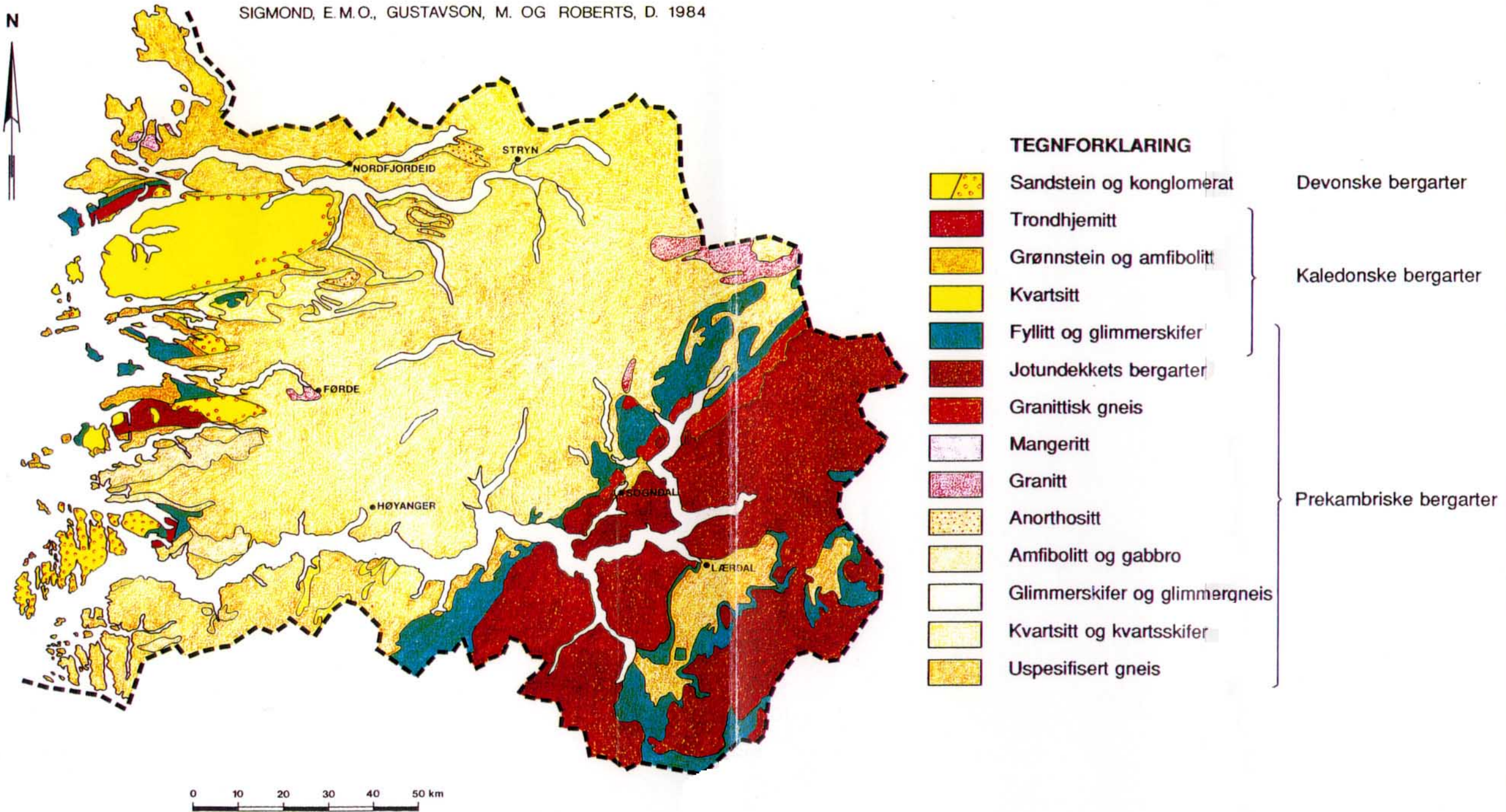
# Klassifisering av naturstein



Figur 1

# FORENKLET BERGGRUNNSGEOLOGISK KART OVER SOGN OG FJORDANE FYLKE

SIGMOND, E.M.O., GUSTAVSON, M. OG ROBERTS, D. 1984



Figur 1.

#### **4. GEOLOGISKE HOVEDTREKK I SOLUND**

I devon ble det avsatt tykke lag av sandstein og konglomerat ved hurtig erosjon av den kaledonske fjellkjeden. Flere store sedimentasjonsbasseng med devonske sedimenter finnes i Sogn og Fjordane. I Solund er det konglomerat som dominerer over spredte områder med gråvakke (sandstein). Strøkretningen er nordøst - sørvest med et fall på 20 - 30° mot sørøst. Kontakten med underliggende grunnfjell er hovedsakelig tektonisk. Toppen av den devonske avsetningssekvensen er erodert slik at mektighet på lagpakken er vanskelig å si nøyaktig, men en kalkulerer med at den i deler av Solund er opp mot 5000 m.

#### **5. UNDERSØKTE OMRÅDER OG BERGARTER**

##### **5.1 Konglomerat og breksje**

Konglomerat er en bergartstype som kjennetegnes av følgende kriterier:

- Rundete til kantrundete boller av en eller flere ulike bergartstyper
- Størrelsen på bollene kan variere mye, og kan måle opptil en meter i tverrsnitt
- Bollene er bundet sammen av en grunnmasse som kan ha ulik sammensetning og styrke

Breksje er en avsetningsbergart som skiller seg fra konglomerat ved at bollene (fragmentene) har kantet form.

##### **5.2 Konglomerat i Solund**

Det har flere ganger siden 1970-årene vært gjort forsøk på produksjon av konglomerat i distriktet. For inntil nylig var det en liten drift på Buskøy med småproduksjon av bordplater, monumenter, o.l., men for tiden er det driftshvile.

Som det fremgår av ovenstående beskrivelse av typiske trekk for konglomeratbergarter, ble det under utvelgelsen av prøvetakingslokaliteter lagt vekt på å fange opp variasjoner i sammensetningen av bollemateriale både med hensyn til størrelse og fargesammensetning. Andre viktige faktorer under utvelgelsen var ensartethet over et område samt graden av oppsprekking.

Ved å studere de mange veiskjæringene i fast fjell, ble det tydelig at dersom bollematerialet hadde større diameter enn ca. 5 - 8 cm var tendensen ved spalting at bruddflaten fulgte kontakten mellom matriks og boller. Ved mindre boller enn 5 - 8 cm var trenden at bruddflaten skjærte gjennom bollene.

Bortsett fra at dersom bollene blir for store vil enkeltboller dominere i f.eks. flis og den konglomeratiske virkningen avta, men det kan også synes som om bindingsstyrken mellom

boller og matriks er noe svakere enn selve bollematerialet. Dersom denne grensen blir forholdsvis stor, vil en ved eventuell produksjon øke skrotmengde/brekkasje.

Ut fra disse kriterier ble følgende fire prøvelokaliteter valgt for uttak av små blokk.

- Lokalitet 1 ca. 200 m sør for Leknessundet (kartbl. Solund 1117 III koord. 802 928)
- Lokalitet 3 ved Storskardvika (kartbl. Utvær 1017 II koord. 683 784)
- Lokalitet 4 langs vei ca 200 m fra fergeleie på Daløy (kartbl. Solund koord 703 765)

#### Lokalitet 1

Denne bergarten ligner mest på den som tidligere er drevet på Buskøy med forholdsvis mange boller av lyse bergarter som gneis og kvartsitt. Området er tildels mye oppsprukket og inhomogent. Selve bollematerialet, særlig de største og sprøeste bollene (mye kvarts), er noe oppsprukket uten at dette forplanter seg gjennom bergarten.

#### Lokalitet 3

Med hensyn på bollematerialets størrelse er denne som ved lokalitet 1, men innslaget av lyse materialer er noe mindre. Bergarten er kun homogen over små områder og oppsprekningen nokså sterk.

#### Lokalitet 4

Prøven herfra har flere mørke boller i grønne og rødbrune farger enn de to andre prøvene. Bergarten er middels oppsprukket og mineralogien er noe mer homogen over større partier. Sammenbindingen mellom matriks og boller virker også sterkere. Litt kvarts og jaspis.

### 5.3 Breksje i Solund

#### Lokalitet 2

På grensen mellom grønnstein og konglomerat finnes et 40 - 50 m bredt belte av en grønnsteinsbreksje, men utbredelse og mektighet er ikke kartlagt. Denne består i hovedsak av grønnlige fragmenter av grønnstein i en grå/brunrød/grønn grunnmasse av sandstein. Av andre fragmenter er kvartsitt- og epidotrike bergarter vanlig. Fragmentene er opptil 10 cm, men i gjennomsnitt mindre. Det er god vedheft mellom matriks og bergartsfragmenter. Bergarten virker tett, og innslaget av harde mineraler er lavere enn for konglomeratene. Når fragmentene består av tilnærmet samme materiale (grønnstein) som her kalles breksjen monomikt.



## 6. MINERALOGI

Det er ikke utført tynnslipundersøkelser av konglomeratet fordi kompleksiteten og variasjonen av mineraler er så stor at dette ville kreve et uforholdsmessig stort antall slip. Solundkonglomeratet har et stort og blandet bollemateriale representert ved en rekke ulike bergartstypener.

En slik konglomerattype kalles polymikt og ut fra fordeling av bollemateriale kan en grovt skille ut tre enheter.

- konglomerat med stort sett boller av gråvakke og siltstein.
- konglomerat med høy prosent av kvartso- feltspatisk bollemateriale.
- konglomerat med sammensetning mellom de to andre typene.

De tre uttatte konglomeratblokkene er forsøkt tatt slik at de representere disse tre enhetene. Grønnsteinsbreksjen består hovedsakelig av grønnsteinklaster samt noe kvarts og epidot. Grunnmassen er dannet av finkornet sandstein.

## 7. TEKNISKE UNDERSØKELSER

### 7.1 Uttak av små blokk

Ved prøvetaking/uttak av blokk for sage- og poleringstester ble kun kortkiling brukt. Bergarten lot seg lett spalte langs noe ujevne plan. Dersom bollematerialet var mindre enn 10 cm gikk spalten gjennom bollene mens større boller hadde en tendens til å bli revet løs langs grensen mellom bolle og matriks. Dette forhold kan tolkes dithen at sammenbindingen mellom boller og matriks er litt svakere enn i matriks.

### 7.2 Sage- og poleringsresulteter

Alle fire prøver som ble innsamlet hadde gode sageegenskaper (stor sagekapasitet og liten bladslitasje).

Operatør av sageutstyr vurderte også sammenbindingen som bra og uten problemer under saging. Sammenlignet med konglomerattypen han hadde testet tidligere, var denne best.

Grønnsteinsbreksjen hadde noe bedre sageegenskaper enn konglomeratet. Sammenbindingen mellom klaster og grunnmasse er utmerket.

Høyglansolering av konglomerat var noe mer problematisk grunnet store ulikheter i hardhet av bollematerialet. Det er sannsynlig at poleringskvaliteten kan forbedres ved bruk av bedre utstyr og/eller optimalisering av slipeparametre.

For grønnsteinsbreksjen var problemet at enkelte sandkorn fra grunnmassen løsnet og mattet overflaten noe under siste poleringstrinn. Dette er trolig problemer av teknisk art og at en ved å variere ulike poleringparametre kan komme fram til et godt resultat.

## **8. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER**

Opptreden av konglomerat i Solund er meget utstrakt men varierer nokså mye både med hensyn til farge, bollestørrelse, oppsprekking og ensartethet innenfor forholdsvis små områder.

Prøveuttakene ble valgt slik at de best mulig skulle fange opp fargevarianter samtidig som en tok hensyn til at bollematerialet ikke skulle bli større enn ca. 10 cm.

Tidligere har det vært hevdet at bergarten er for svak til naturstein og at skrotprosenten derfor ville bli for høy. Vår erfaring er imidlertid at dersom bollematerialet ikke bli større enn omkring 10 cm er det fullt mulig ta ut samt sage og polere plater uten større problemer. Bindingen mellom boller og matriks er noe svakere enn mellom de enkelte mineralkorn derfor er det gunstig at skjæringslinjen mellom bollematerialet og matriks ikke blir for lang og med følgelig større sjanse for brekkasje.

Prøvene fra lok. 1 via lok. 3 til 4 har en farge som varierer fra lysere fargesammensetninger til mørkere mer grønnlige (lok. 4).

Bergarten fra lok. 1 er den som er mest lik den som tidligere er tatt ut på Buskøy.

En har derfor en viss frihet til å velge den fargesammensetningen som et eventuelt marked etterspør.

Området rundt lok. 4 på Daløy er litt bedre enn de to andre med hensyn på teknisk styrke, generell oppsprekking samt områder med noe større homogenitet.

Det antas at det vil være mulig å ta ut middels stor blokk.

Bergarten er lett å sage med moderat sagbladslitasje. På grunn av store hardhetsvariasjoner er bergarten noe vanskelig å polere.

Før en går videre med tekniske og detaljerte geologiske undersøkelser, må markedspotensialet avklares.

Grønnsteinsbreksjen har litt bedre tekniske egenskaper enn konglomeratet på grunn av at den er mer finkornet og tett og med mye mindre kvarts. Det er kun tatt en sonderende prøve og ut over det vet en lite om størrelse og kvalitet.

## **REFERANSER**

Bergstøl, R., 1977: Vedr. Værland konglomerat - rapport til Askvoll kommune.

Heldal, T., 1993: Blokksteinsundersøkelser i Sogn & Fjordane. *NGU rapport 93.059*.

Heldal, T., 1996: Natursteinsforekomster i Buskerud. *NGU Rapport 96.047*.

Nilsen, T. H., 1968: The Relationship of Sedimentation to Tectonics in the Solund District of southwestern Norway. *NGU Publikasjon 259*.

Osland, L., 1970: Geologisk undersøkelse av Solund kommune. *Rapport*.

Russenes, B. F., 1976: Kartlegging av breksjeforekomst på Værlandet - Askvoll, Leikanger. *Notat*.

Skjerlie, F., 1970: Rapport etter geologisk befaring til Værlandet i Askvoll kommune.

Skjerlie, F., 1985: Askvoll, berggrunnskart 1117 IV, M 1 : 50000, *NGU*

## VEDLEGG 1: GENERELT OM NATURSTEIN

### HVA ER NATURSTEIN?

Naturstein er betegnelsen på all stein som kan sages, spaltes eller hugges til plater og emner til bruk i utearealer, bygninger eller monumenter, eller som i naturlig form kan brukes til de samme formål (rullestein, markstein).

Vi skiller gjerne mellom skifer på den ene siden og blokkstein - eller massivstein - på den andre.

Skifer kjennetegnes ved tilstedeværelsen av naturlige skikt med flakformete mineraler (glimmer eller leirmineraler) som steinen kan spaltes langs. For at en skiferforekomst skal være drivverdig må disse skiktene over et gitt volum muliggjøre uttak av plater av salgbar tykkelse. Leirskifer dannes ved sammenpressing og dertil orientering av leirmineraler i leirrike sedimenter. Ved omdanning av leirskifer ved høye trykk- og temperaturforhold (metamorfose) dannes glimmermineraler på bekostning av leirmineralene, og vi får dannet fyllittskifer eller glimmerskifer avhengig av omdanningsgraden. Ved liknende omdanning og deformasjon av sandsteiner (arkose, kvartssandstein) dannes kvartsittskifer, som kjennetegnes ved en rytmisk opptreden av glimmerskikt i en ellers kvarts-feltspatrik bergart (merk; begrepet "kvartsittskifer" er en innarbeidet samlebetegnelse brukt om denne type skifer, og ikke begrenset til "ekte" kvartsitter. De fleste slike skifer i Norge er i realiteten meta-arkoser).

Det er først og fremst kvartsitt- og fyllittskifer som brytes i Norge; mest kjent er kvartsittskifer fra Alta og Oppdal, og fyllittskifer fra Otta.

Blokkstein, eller massivstein, omfatter bergarter som brytes i store blokker for så å sages til plater og emner. Det skilles gjerne mellom hardstein og mykstein, avhengig av bergartens innhold av harde mineraler. Hardstein omfatter ulike typer dypbergarter, som f.eks. gneis, granitt, syenitt og gabbro, samt massiv kvartsitt. Mykstein inkluderer bergarter som er lettere å bearbeide, som kalkstein, marmor og sandstein.

Store deler av Norges berggrunn består av granitt, andre dypbergarter eller gneis, mens en i enkelte områder finner betydelige marmorforekomster. Hardstein brytes flere steder i Norge, men av absolutt størst betydning er brytning av larvikitt, en særegen dypbergart i Larvikdistriktet. De viktigste marmorforekomster finnes i Nordland, hvor Fauske-marmoren representerer et tyngdepunkt.

## BEGREPER OG TERMINOLOGI

Få emner gir så godt grunnlag for begrepsforvirring som naturstein, noe som skyldes at natursteinsnæringen og geologene bruker ulike terminologi.

Innenfor geologien skiller en mellom tre hovedgrupper av bergarter etter hvilke prosesser som har forårsaket dannelsen av dem:

Sedimentære bergarter (avsetningsbergarter) dannes ved konsolidering og sementering av sand, grus, leire og ulike skallfragmenter mm., og vi får dannet sandstein, konglomerat, leirstein og kalkstein mm.

Eruptive bergarter (størkningsbergarter) dannes ved størkning av magma (smeltet stein). Dypbergarter er grovkornete eruptivbergarter som er størknet dypt nede i jordskorpa. Dagbergarter (eller lavabergarter) er finkornete og er størknet på jordas overflate, mens gangbergarter er størknet i sprekker og rør på vei opp til overflaten. Magmaets kjemiske sammensetning avgjør hvilke mineraler som dannes, og dermed type eruptivbergart.

Metamorfe bergarter (omdanningsbergarter) dannes ved at sedimentære eller eruptive bergarter ved trykk- og temperaturpåvirkning omdannes og rekrystalliseres til en ny bergart. Omdanningen foregår nede i jordskorpa ved regelmessig eller plutselig temperaturpåvirkning og hydrostatisk eller retningsbestemt trykk. Vanlige årsaker til omdanningen er oppvarming av bergarter ved injeksjon av magma (kontaktmetamorfose) og bevegelser i jordskorpa (regionalmetamorfose). Type metamorf bergart bestemmes av 1) opprinnelsesbergart, 2) type omdanning, og 3) graden av omdanning. Mens f.eks. fyllittskifer er en lav grad metamorf bergart, er gneis tegn på høyere grad metamorfose. Det eksisterer en rekke geologiske navn på ulike metamorfe bergarter.

Steinindustrien har en annen mer forenklet terminologi som i sterk grad gjenspeiler bergartenes bruksområde og tekstur (mønster). "Granitt", som i geologien er navnet på en type dypbergart med en spesifikk mineralogisk sammensetning, er innen industrien betegnelsen på en gruppe dypbergarter og metamorfe bergarter med tilnærmet samme bruksegenskaper og tekstur. En videre inndeling foregår ved å spesifisere farge - f.eks. "sort granitt" (gabbro, diabas) og "hvit granitt" (tonalitt, kvartsdioritt, trondhjemitt). "Granitt"-begrepet brukes delvis også om f.eks. larvikitt (en type monzonitt), og til og med om nefelinsyenitt som i geologisk forstand er komplimentært til granitt. Gneis betegnes ofte som "flammet granitt" eller (engelsk) "multicolour granite".

Likedan brukes begrepet "marmor" om en rekke bergartstyper som inneholder lite harde mineraler (tilnærmet samme egenskaper) - som f.eks. serpentinit og kalkstein. I geologisk forstand er marmor en omdannet (krystallin) kalkstein.

I Steinindustrien ledsages de fleste steintyper av et salgsnavn. Dette kan ha opprinnelse i stedsnavn (f.eks. "Støren granitt"), eller det kan indikere farge og tekstur (f.eks. "Blue Pearl" (larvikitt)). Enkelte navn kan også vise til en eksotisk tilknytning, som f.eks. "Midnight Sun". Det finnes også eksempler på svært så fantasifulle navn, og ett av de siste skudd på stammen er en livfull gneis med navn "Lambada" - naturlig nok fra Brasil.

## BRYTNING AV NATURSTEIN

Forskjellen mellom natursteinsbrytning og annen steinbrytning er først og fremst at naturstein må brytes skånsomt; en er avhengig av å få ut helest mulig plater/blokker med minst mulig skader. Følgelig er det et mål å unngå, eller ihvertfall minimere, bruk av sprengstoff, og en ser i økende grad at saging erstatter sprengning. Likevel er det fremdeles mange steintyper som kun lar seg bryte økonomisk ved hjelp av sprengning, og i enda flere tilfeller kommer en best ut ved en kombinasjon av sprengning og saging. I tillegg tilstrebes å unngå bruk av sprengstoff for oppdeling av blokker; det vanlige er å bruke lange eller korte kiler i børsømmer.

I de tilfeller der sprengning er nødvendig brukes små mengder med svakt sprengstoff som krutt og spesielle rørladninger. Boring og lading varierer sterkt fra forekomst til forekomst, og det kan være tidkrevende å komme fram til optimale forhold i de enkelte brudd. Naturlige sprekker i fjellet og bergartenes kløvegenskaper (spesielle retninger som bergarter lett deles etter) må utnyttes best mulig for å spare bore- og sprengkostnader.

Saging brukes i stadig økende grad til brytning av naturstein. Mest vanlig er linesaging, der en wire kledd med diamantsegmenter sager ut fjellet etter først å ha blitt tredd igjennom borhull. Mer uvanlig er blad- og sirkelsager montert på gravemaskiner. Saging krever i første rekke at steinen ikke er alt for hard; høyt kvartsinnhold gjør saging uøkonomisk. En er også avhengig av vanntilførsel i bruddet. Linesaging er først og fremst brukt til brytning av "myke" skifertyper, marmor og kalkstein, og kvartsfattige dypbergarter.

Etter at store blokker (primærblokk) er løsnet fra fjellet med sprengning eller saging, må disse deles videre opp. Ved skiferbrytning spaltes de store blokkene til mer håndterlige plater av 10 til 30 cm. tykkelse, før de bearbeides til tynnplater. Ved brytning av blokkstein foregår oppdelingen til mindre blokker ved hjelp av sprengning og kiling. Disse går enten til bearbeiding eller de selges som råblokker. En råblokk som skal eksporteres bør ikke ha minste mål under 1 meter, og lengste mål bør være over 2,5 meter. I tillegg må blokken være helt feilfri for å oppnå god pris.

Brytning av naturstein krever lang erfaring og gode kunnskaper; en skal ikke gjøre mye feil før produksjonskostnadene går i været.

## BEARBEIDING AV NATURSTEIN

Bearbeiding var tidligere en tung og arbeidskrevende prosess. I dag er situasjonen annerledes; avanserte maskiner gjør mye av jobben, og utviklingen innen diamantverktøy har gjort at nær sagt alle steintyper, uansett hardhet, kan bli formet til ønskete produkter. Imidlertid må vi ikke glemme å ta vare på kunnskap om steinbearbeiding; selv om maskinene gjør mye av jobben, er vi fullstendig avhengig av at de betjenes av folk med solide kunnskaper om stein.

Skifer spaltes opp til tynnplater enten ved håndmakt, eller ved hjelp av trykklufthammer. I det siste er også utviklet teknologi for spaltning med høytrykksvann. Platene blir så viderebearbeidet. Saging og evt. sliping av flis/plater foregår med diamantverktøy, ofte i automatiserte fabrikker, mens klipping av takstein og flis fremdeles gjøres på gamlemetoden (skifersaks). Noen skifertyper har spesielle egenskaper som gjør det mulig å knekke plater til egnete former ved først å risse spor i skiferen. Dette gjøres også manuelt, men automatisert utstyr er under utvikling. Slike knekte produkter kan f.eks. være skifermurstein.

Blokkstein sages opp til plater av ønsket tykkelse ved hjelp av store sirkelsager med diamantsegmenter eller rammesager med diamantsegmenter eller abrasivtilsetninger. Sistnevnte består av mange parallelle sagblad som beveges fram og tilbake med gradvis nedsynking. Det finnes også andre mindre brukte sager, som f.eks. linesager og bladsager. Når platene er ferdig skåret blir de overflatebehandlet. Sliping og polering foregår etter samlebånd i store maskiner egnet til formålet, mens flammig, prikking og andre spesielle behandlinger gjøres manuelt eller halvautomatisk. Diamantfresing gjøres når en har behov for utskjæring av servanter og tredimensjonale former.

I det siste er utviklet teknologi for skjæring av stein med høytrykks vannstråle kombinert med abrasiver (vannjet), og metoden brukes spesielt hvor kompliserte figurer og former i stein er ønsket.

## KRAV TIL NATURSTEINSGREKOSTER

Siden "naturstein" er et såpass vidt begrep vil krav til forekomster variere sterkt avhengig av forekomsttype, hvilket produksjonsomfang en tenker seg og hvilke markeder en ønsker å betjene. Det er klart at en trenger ikke stille like store krav til en skifer som skal brukes til hageheller i lokalområdet som en granitt som skal transporteres rundt halve jorda før den når kunden.

Men hvis en tar utgangspunkt i forekomster som skal selges i andre markeder enn helt lokale, dvs. være industrielt drivverdig, er det en rekke faktorer som skal klaffe.

Vi kan skille mellom tekniske kriterier og markeds-kriterier; førstnevnte går på forekomstens beskaffenhet og steinens kvalitet. For det første må forekomsten være stor nok til mange års



drift. Videre må den normalt være så ensartet at det en leverer om ti år er likt det en leverer i dag. Bergarten må ikke være for oppsprukket til at store blokker eller plater kan tas ut, og de sprekker som finnes bør være av en slik art at de letter brytningen (reduserer boring/sprengning). Steinen må være av god teknisk kvalitet (holdbarhet, styrke, osv.) i forhold til steintyper i samme kategori på markedet. Det finnes standardiserte tester (materialprøvning) for dette; trykkfasthet er det trykk en kube av stein utsettes for i det øyeblikk den knuses. Bøystrekkfasthet er det trykk som midtpunktet av en stav av steinen utsettes for i det den knekker. Videre måles vannabsorpsjon (vektforskjell mellom tørr og vannmettet stein), slitasje (bortslipt mengde etter slitasjepåkjenning fra roterende stålskive tilsatt karborundumpulver), romvekt og varmeutvidelse (volumendringer ved temperatursvingninger). Alle disse testene er godt innarbeidet internasjonalt, og gir først og fremst et godt bilde av relative forskjeller mellom steintyper. En rekke nye tester er i ferd med å bli standardisert i EF/EFTA og i ISO-systemet, og spesielt gode tester for måling av holdbarhet (syre- og saltpåvirkning, vær/klimabestandighet, etc.) kan bli viktig i tiden som kommer.

Bergarten bør også være rimelig å bearbeide (ikke for hard) og gi ferdigprodukter av høy kvalitet (f.eks. gode poleringsegenskaper).

Markedskriteriene kan være vanskelig å vurdere, men er minst like viktig som de tekniske. Naturstein er en smakssak, og det er klart at steinen må falle i kundens smak for å bli solgt; farge og fargespill, mønster, kornstørrelse osv. er alle faktorer som avgjør såvel prisklasse som mengde en kan få solgt. Markedets ønsker og behov bør være, og er, den sterkeste drivkraften når en leter etter nye steinforekomster. En annen viktig faktor er i hvilken grad forekomster kan brukes til andre ting enn naturstein. Det kan være som industrimineral, tilslagsmaterial, osv. Om steinen kan brukes til brostein/kantstein er heller ingen ulempe. Alle slike kombinasjonsmuligheter vil bidra til å få totaløkonomien i bruddet opp, og skrotmengden ned; enkelte blokksteinsbrudd opererer i dag med over 90% skrot, som selvfølgelig er alt for høyt.

Det er altså en rekke ting som skal klaffe for at en natursteinsforekomst kan være drivverdig i industriell sammenheng, og i tillegg er en avhengig av svært god fagkunnskap som sikrer kostnadseffektiv og optimal produksjon.

## VEDLEGG 2: ORDLISTE

Ordlisten under inkluderer endel viktige geologiske begreper:

aplitt	Finkornet gangbergart som vesentlig består av kvarts og kalifeltspat.
Basement	Vanligvis synonymt med prekambriske bergarter.
benkning	Terrengparallele sprekker gir bergartene en benkning. Sprekkene er et resultat av trykkavlastning (se oppsprekning). Moderat benkning er en fordel i natursteinssammenheng, mens tett benkning begresner blokkstørrelsen og er dermed negativt.
breksje	Skarpkantete bergartsklaster i en finkornet grunnmasse.
deformasjon	Ved bevegelser i jordskorpa vil bergarter bli utsatt for rettet trykk som medfører form- og volumendringer. Prosessen kalles for deformasjon, mens resultatet blir deformerte bergarter. Ved høy temperatur og/eller lav deformasjonshastighet blir bergarter plastisk deformert (utdratt, foldet). Ved lav temperatur og/eller høy deformasjonshastighet blir bergartene utsatt for sprø deformasjon (brudd, forskyvninger (forkastninger), nedknusning). Læren om deformasjonsprosesser og bakenforliggende årsaker kalles for tektonikk.
devon	Geologisk tidsperiode fra 395 til 354 mill. år b.p.
eksfoliasjon	Overflateparallel oppsprekning/avskalling. Brukes 1) om avlastningssprekker (benkning) og 2) om småskala avskalling f.eks. om forvitring av stein i bygninger.
epidot	En gruppe av bergartsdannende silikatmineraler.
erosjon	Nedbrytingsprosess av jordoverflaten, mekanisk transport av nedbrutt materiale.
gråvakke	Sedimentær bergart som består hovedsakelig av sementerte sandkorn.
eruptiv bergart	Bergart som er dannet ved størkning av magma på jordoverflaten (vulkansk bergart). Brukes også som en samlebetegnelse om alle størkningsbergarter.

feltspat	En gruppe av bergartsdannende mineraler med generell formel $MAl(Al,Si)_3O_8$ hvor $M = K, Na, Ca, Ba, Rb, Sr$ og $Fe$ .
foliasjon	Linjestruktur i en bergart som dannes ved at stenglige eller elongerte mineraler er orientert i en bestemt retning.
forkastning	Plan/sone hvor bergartene på begge sider har beveget seg relativt til hverandre parallelt med forkastningsplanet.
gang	Plateformet legeme av magmatiske bergarter som kutter gjennom eldre bergarter.
hypidiomorf	Betegnelse på delvis utviklet krystallform i mineraler.
idiomorf	Betegnelse på godt utviklet krystallform i mineraler.
intrusiv	Betegnelse brukt om bergarter som har trengt inn (intrudert) som magma i andre bergarter (intrusiv bergart). Tilsvarende kan brukes intrusiv grense for å vise at en grense mellom to bergarter er blitt til ved at den ene har trengt inn som magma i den andre.
intrusjon	Magmalegema (smelte) som har trengt inn i andre, konsoliderte bergarter (sidebergarter).
jaspis	En rød flintlignende variant av kalsedon (finkornet kvarts).
kaledonsk	I tidsrommet ordovicium-silur kolliderte det europeiske og amerikanske kontinent, og <u>den kaledonske fjellkjede</u> ble dannet. Store deler av berggrunnen i Norge består av bergarter som ble skjøvet på plass oppå grunnfjellet i denne perioden. Kaledonske bergarter er betegnelsen på omdannede sedimentære og vulkanske bergarter som opprinnelig ble avsatt i et havområde mellom de to kolliderende kontinentene i kambro-silur tiden, samt magmatiske bergarter som trengte inn i disse under selve deformasjonsprosessen. Også store deler av grunnfjellet (eldre bergarter) ble påvirket og deformert/skjøvet sammen med yngre bergarter.
mafisk	Term for bergarter med høyt innhold av mørke mineraler (eks. gabbro, diabas, noritt).

magmatisk bergart	Størkningsbergart, dannet ved størkning av smelte (magma) som har trengt inn i andre bergarter under overflaten; eks. granitt, gabbro, etc.
meta-	Brukes foran betegnelser på bergartsgrupper eller bergartsnavn. Angir at bergarten det gjelder er metamorf. Eks: metasediment = metamorf sedimentær bergart, metagabbro = metamorf gabbro.
metamorf bergart	Omdanningsbergart, dannet ved omdanning ( <u>metamorfose</u> ) i fast form av andre bergarter ved trykk/temperaturpåvirkning.
migmatitt(gneis)	Metamorf bergart som har vært utsatt for så høy temperatur at deler av bergarten har smeltet og blitt "avsatt" som årer og uregelmessige felt i bergarten som blir en del av migmatittens karakter og utseende. De nydannede feltene kalles neosom og de relikte partier paleosom.
monzonitt	Kvartsfattig dypbergart som inneholder omtrentlig like mengder plagioklas feltspat og alkalifeltspat.
mylonitt	Bergart som er dannet ved nedknusning, plastisk deformasjon og rekrystallasjon av andre bergarter; ofte finbåndet, tett bergart.
oppsprekning	Samlebegrep om graden av naturlige sprekker i fjellet. Sprekkene kan være dannet ved 1) størkning av magma, 2) deformasjon og 3) trykkavlastning etter istidens erosjon. Høy grad av oppsprekning (tett mellom sprekke) er ikke forenlig med natursteinsdrift.
plagioklas	Kontinuerlig serie av feltspatmineraler hvor forholdet mellom natrium og kalsium varierer. Albitt er en kalsium-feltspat (ubetydelig natrium), mens anortitt er en natrium-feltspat (ubetydelig kalsium). Labradoritt er en type plagioklas med omtrentlig like andeler natrium og kalsium.
porfyrittisk	Tekstur i de eruptivbergarter som har store krystaller (fenokrystaller) i en mellomliggende grunnmasse av mer finkornete mineraler. Benevnningen porfyr- brukes foran slike bergarter.
sedimentær bergart	Avsetningsbergart, dannet ved konsolidering av <u>sedimenter</u> (sand, grus, leire, etc.).

skjærsone	Deformasjonszone der bergartene er knust ned/deformert. Skjærsoner finnes gjerne langs bevegelsessoner (forkastninger).
skyveforkastning	Lavvinklet reversforkastning der bergartsenheter er skjøvet over fortrinnsvis yngre bergarter på et høyere tektonostratigrafisk nivå.
stikk	Betegnelse på a) tynn, åpen sprekk; b) tynn sprekk fylt med mineraler som kloritt, epidot, kvarts og kalkspat.
tektonostratigrafi	De enkelte bergartsenheterenes plassering i tid og rom i forhold til hverandre som resultat av sedimentære og tektoniske prosesser.
åre	Sprekk i bergarten som har blitt fylt av smelte under magmatisk aktivitet som så har størknet som tynne årer. Kan også betegne omdanning av bergarter i sprekkelater etter gjennomstrømming av gasser/væsker (hydrotermal aktivitet).

### Vedlegg 3

NGU Rapport 97.033  
Vedlegg , side 1



Prøvested, lokalitet 1

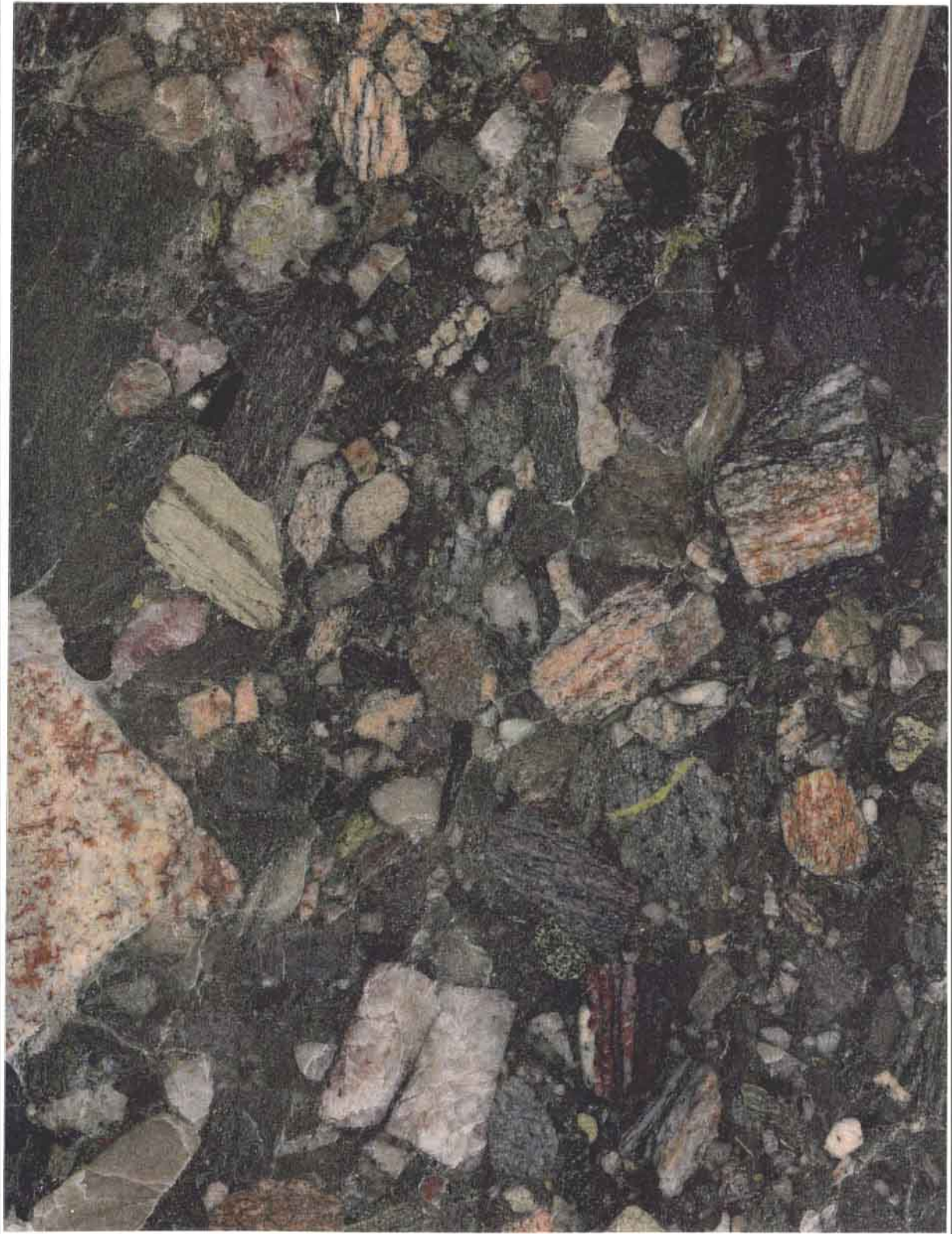


Prøvested, lokalitet 4



Prøvested, lokalitet 2 og 3

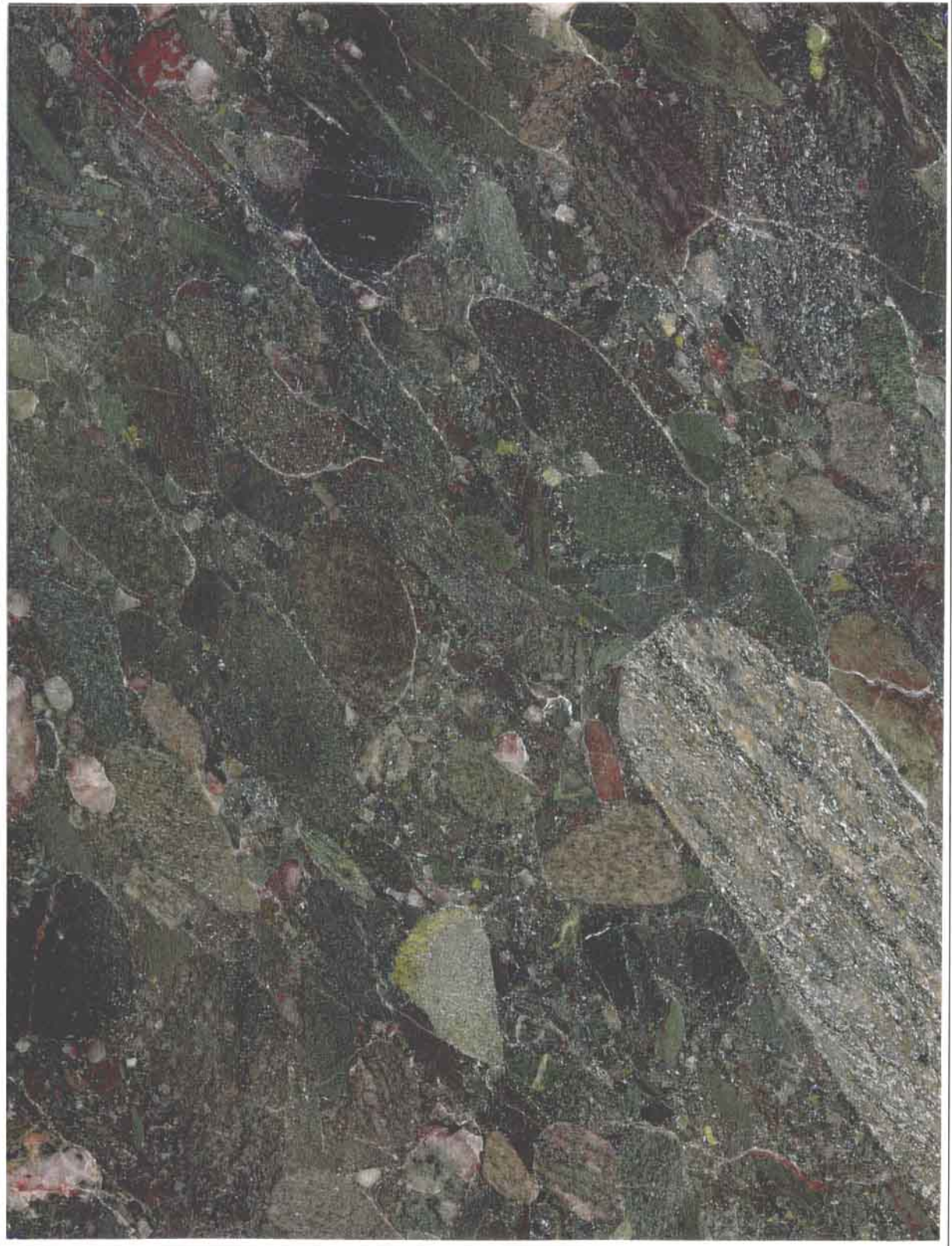
Polert plate av konglomerat fra lokalitet 1



## Vedlegg 4

NGU Rapport 97.033  
Vedlegg 4, side 2

**Polert plate av konglomerat fra lokalitet 3**





Polert plate av konglomerat fra lokalitet 4



Polert plate av grønnsteinsbreksje fra lokalitet 2

