

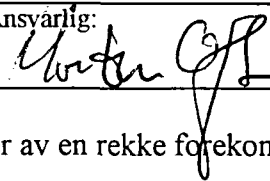
NGU Rapport 96.109

NATURSTEIN

i

Balestrand kommune

1996

Rapport nr.: 96.109		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Naturstein i Balestrand kommune				
Forfatter: Bjørn Lund og Tom Heldal		Oppdragsgiver: NGU og Balestrand kommune		
Fylke: Sogn & Fjordane		Kommune: Balestrand		
Kartblad (M=1:250.000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1317 III, Balestrand		
Forekomstens navn og koordinater: Lindane 35960 677870		Sidetall: 24	Pris: 114	
Feltarbeid utført: juni 96		Rapportdato: des. 96	Prosjektnr.: 2633.51	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>I samarbeid med Balestrand kommune har NGU utført undersøkelser/befaringer av en rekke forekomster av blokkstein i kommunen.</p> <p>Undersøkelsene er konsentrert om varianter av rosa gneis/granittisk gneis. Størst potensiale ligger for disse fra Balestrand sentrum og sørover mot Nessane. Med hensyn til funn av migmatittgneis, var undersøkelsen negativ. Videre undersøkelser ble konsentrert om rosa gneisgranitter/granitter.</p> <p>I vår tidligere rapport 93.059 ble det pekt på en mulig forekomst ved Tue. Denne ligger imidlertid noe ugunstig til med hensyn til bebyggelse. En annen kjent forekomst ved Lindane ble derfor undersøkt i større detalj ut fra beliggenhet, kvalitet og at det knyttet seg mulige driftsinteresser til denne.</p> <p>Forekomsten ble kartlagt, mineralogisk undersøkt (mikroskopi), og det ble utført knekkeforsøk for murstein samt sage- og prøvepoleringstester.</p>				
Emneord: Naturstein		Ressursundersøkelser		
Granitt		Fagrapport		

INNHold

1 Innledning.....	4
2 Generelt om forekomststyper.....	4
3 Geologiske hovedtrekk i Balestrand.....	6
4 Undersøkte områder og bergarter.....	6
5 Granitt ved Lindane.....	7
6 Mineralogi og mikroskopering.....	8
7 Tekniske undersøkelser.....	9
7.1 Klippeforsøk.....	9
7.2 Sage- og poleringsresultater.....	10
8 Konklusjoner og anbefalinger.....	10
Referanser.....	12

FIGURER

Figur 1: Klassifisering av naturstein

Figur 2: Forenklet berggrunnsgeologisk kart over Sogn og Fjordane

Figur 3: Gammelt granittbrudd ved Lindane

Figur 4: Kart av granittsone ved Lindane, målestokk 1 : 5000

TABELLER

Tabell 1: Forekomst/bruksområder for naturstein

VEDLEGG

Vedlegg 1: Generelt om naturstein

Vedlegg 2: Ordliste

Vedlegg 3: Polert plate av granitt fra Lindane

1. INNLEDNING

Sogn og Fjordane fylkeskommune, ved fylkesgeologen, kontaktet NGU i 1995 med forespørsel om NGU kunne gjøre geologiske undersøkelser av noen 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 i 1993 av NGU og Mineralutvikling A/S og som beskrevet i NGU Rapport 93.059. Feltarbeidet ble utført i juni 96.

2. 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 inndelt etter bruksegenskaper. Vi skiller mellom skifer og blokkstein, og innen blokkstein skiller vi f.eks. mellom «harde» og «myke» bergarter.

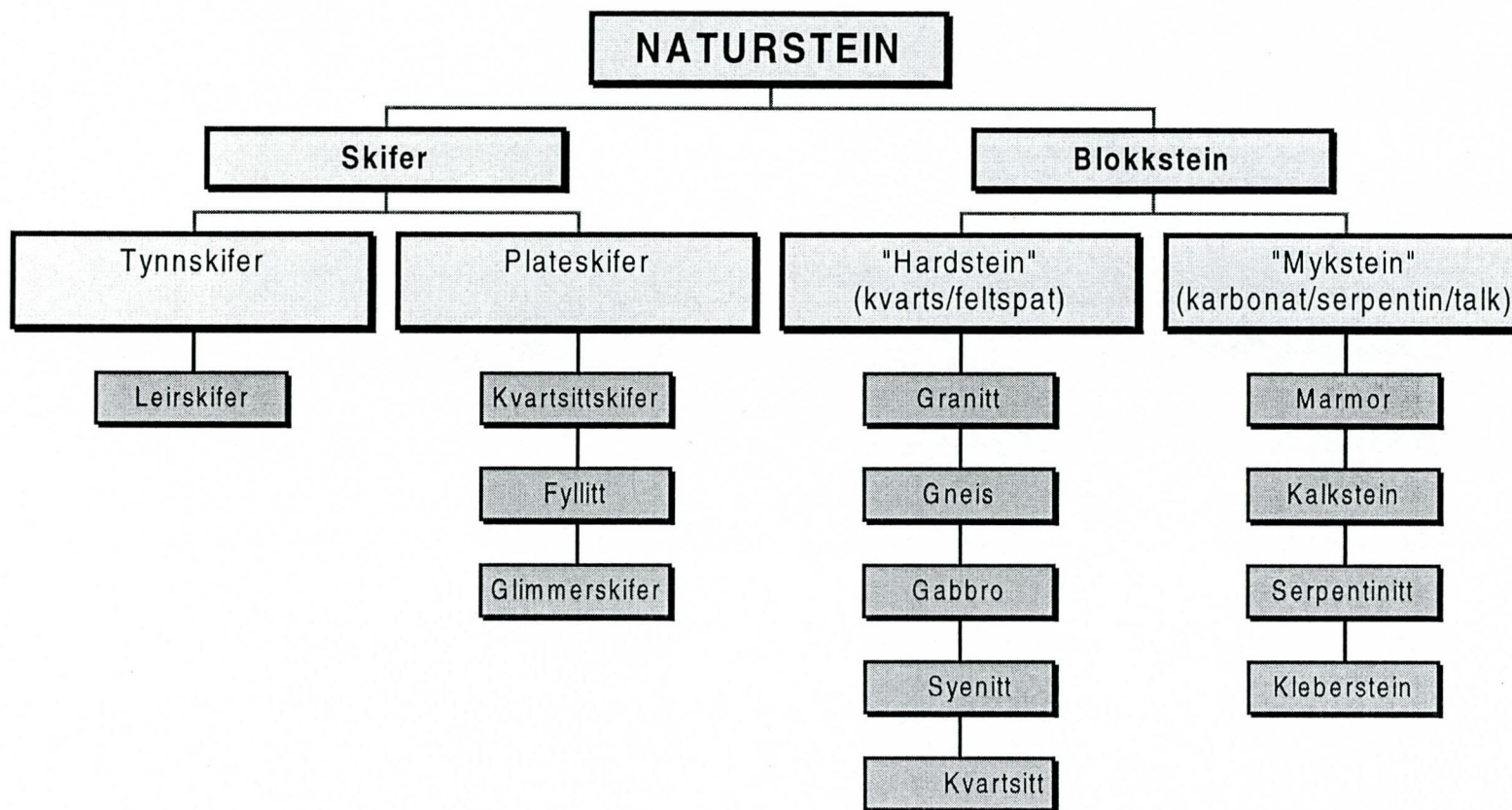
I tillegg til en slik inndeling kan vi vurdere natursteinsforekomster i lys av hvilke produkter forekomstene er egnet til, hvilket markedspotensiale de har og hvordan beliggenheten er i forhold til markedet. I tabell 1 er gitt noen eksempler.

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. Det er mest trolig at granitten ved Lindane som er beskrevet i denne rapporten vil falle inn under denne gruppen.

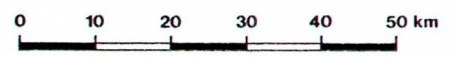
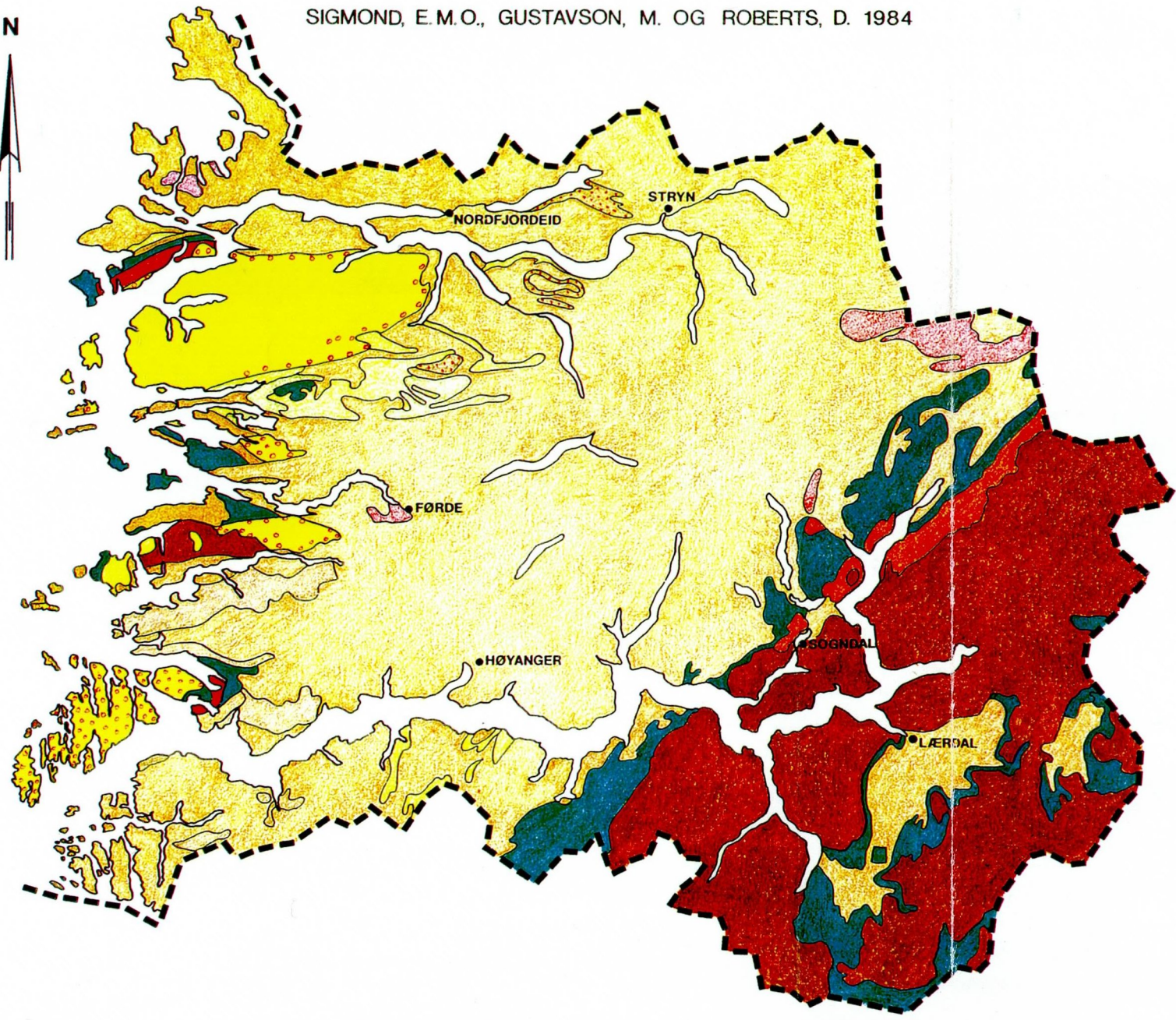
Klassifisering av naturstein



Figur 1

FORENKLET BERGGRUNNSGEOLOGISK KART OVER SOGN OG FJORDANE FYLKE

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



TEGNFORKLARING

- | | | |
|--|-------------------------------|------------------------|
| | Sandstein og konglomerat | Devonske bergarter |
| | Trondhemitt | |
| | Grønnstein og amfibolitt | Kaledonske bergarter |
| | Kvartsitt | |
| | Fyllitt og glimmerskifer | |
| | Jotundekkets bergarter | Prekambriske bergarter |
| | Granittisk gneis | |
| | Mangeritt | |
| | Granitt | |
| | Anorthositt | |
| | Amfibolitt og gabbro | |
| | Glimmerskifer og glimmergneis | |
| | Kvartsitt og kvartsskifer | |
| | Uspesifisert gneis | |

3. GEOLOGISKE HOVEDTREKK I BALESTRAND

Det er grunnfjellsbergartene som dominerer i kommunen og omfatter migmatittiske gneiser, granitt og andre dypbergarter. Alderen er overveiende av prekambrisk alder. Området er dårlig kartlagt, det eksisterer kun kart i målestokk 1:250.000, kartblad Årdal.

Doktorstipendiat Øyvind Skår ved Geologisk institutt i Bergen har jobbet endel i området, og vi har mottatt informasjon fra ham om eventuelle steder for funn av naturstein. Størst interesse knytter det seg til opptreden av migmatittgneiser, gneisgranitter og muligens øyegneiser. Under feltarbeidet ble hovedvekten av arbeidet gjort for å finne fram til brukbare funn av migmatittgneiser fordi disse sannsynligvis ville hatt størst markedspotensiale av de bergarter som finnes i kommunen.

4. UNDERSØKTE OMRÅDER OG BERGARTER

Tilkomsten til størsteparten av berggrunnen i Balestrand, med tanke på natursteinsdrift, er meget dårlig. Berggrunnen er imidlertid godt blottet langs kyststripen hvor også hovedveien ligger. Aktuelle områder for naturstein er derfor veinære steder og langs de få veier som skjærer inn i landskapet.

Etter en kort oversiktsbefaring ble det fort klart at størst mulighet for funn var på strekningen Balestrand - Nessane. Videre undersøkelse ble konsentrert om denne strekningen.

Migmatittgneis

I områdene Målsnes - Sandviki - Saurdalen og strekningen Kvamsøy - Nessane opptrer rødrosa båndet/flammet migmatittgneis i veksling med granitt eller granittisk gneis. Alle sonene er forholdsvis smale og steiltstående. De beste partier finnes mellom Kvamsøy og Nessane, men topografien her er meget ugunstig.

På denne bakgrunn er det ikke gjort funn noe steder som synes spesielt egnet for uttak.

Øyegneis

Lokalt i Balestrand er det flere steder i forstøtningsmurer, brukt en øyegneis med opptil 1 cm store øyne av rosa kalifeltspat. Smale steiltstående soner er registrert spesielt i området Målsnes - Kvamme.

Bergarten synes å ha bra spalteegenskaper, men det er ikke funnet partier som egner seg til naturstein på grunn av ovenfor nevnte forhold.

Granitt/gneisgranitt

Fra Balestrand sentrum til Lindane finnes flere steder en lakserosa svakt båndet gneisgranitt. I NGU Rapport 93.059 er pekt på en forekomst ved Tue. Denne ligger imidlertid nokså nær tettbebyggelsen i Balestrand sentrum samt at det er en del bebyggelse i området. Ved Lindane finnes en granitt som er nokså lik den ved Tue. Denne er etter forfatterens mening beste

alternativ for eventuelle uttak med hensyn på beliggenhet, homogenitet og oppsprekking. Arealmessig er denne noe mindre enn granitten ved Tue.



Fig. 3: Gammelt granittbrudd ved Lindane.

5.GRANITT VED LINDANE

Granitten er kartlagt i målestokk 1 : 5000 Den strekker seg fra sjøen og kan følges i nordlig retning opp til kote 100 (se fig.3 nedenfor). Her tiltar overdekningen slik at bergarten ikke kan følges videre oppover lia. Innslag av amfibolittbånd og økende folding indikerer at kvaliteten blir dårligere oppover. Også nede ved sjøkanten har en innslag av mange amfibolittbånd, samt kaotisk folding.

Sprekker

I sentrale deler av granitten ved Lindane er det hovedsakelig en dominerende sprekkeretning; eksfoliasjon- eller avlastningssprekker. Disse opptrer parallelt overflaten og normalt tiltar avstanden mellom disse innover i bergarten. Det er kun de to øverste sprekkene som kan observeres. Sprekkeavstanden er 20 - 30 cm og kan tydelig sees på bilde fig.2.

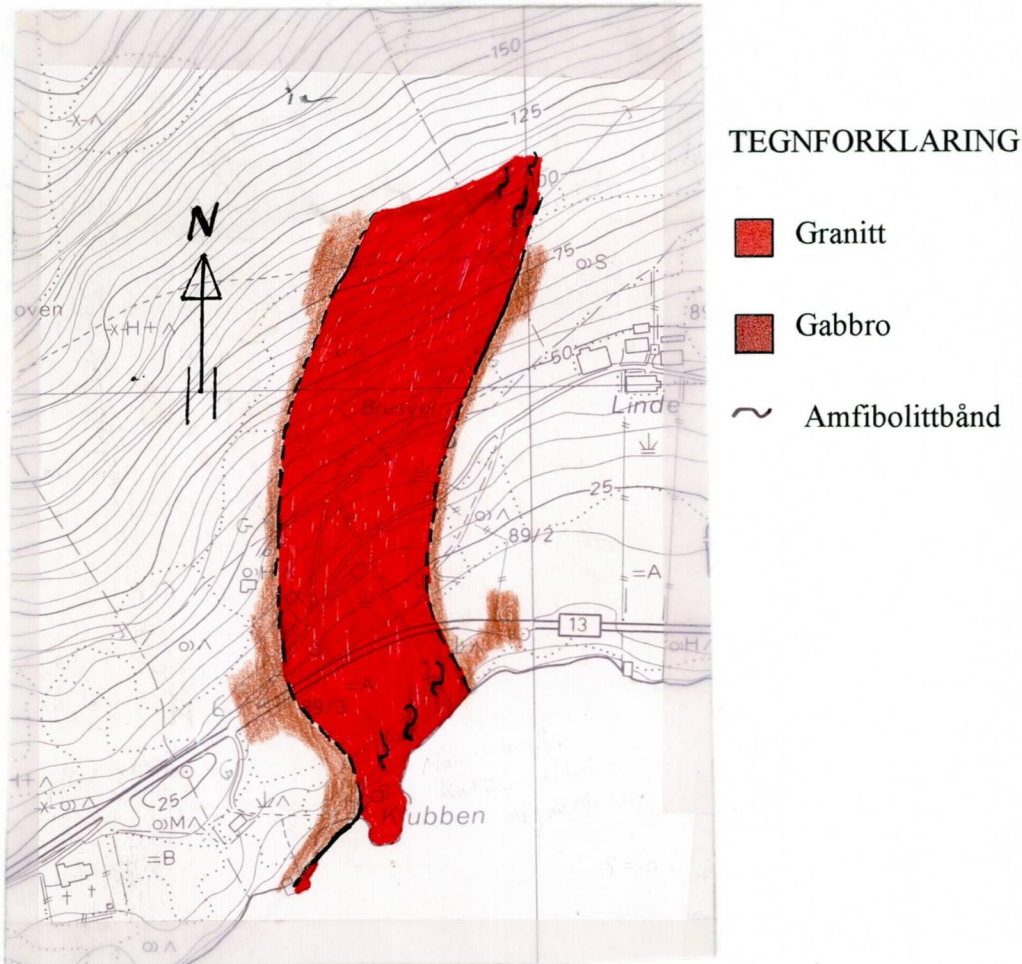


Fig.4 Geologisk kart over granitten ved Lindane.

Det mest homogene partiet strekker seg fra hovedveien, delvis over dyrket mark, opp til kote 90. Sonen har en utgående bredde på ca. 100 m som er nokså stabil over hele lengden. Like øst for denne sonen finnes også granitter, men er etter min mening av dårligere kvalitet både med hensyn på homogenitet og oppsprekking.

6. MINERALOGI OG MIKROSKOPERING

Bergarten ved Linde er en rødlig/rosa gneislig granitt. Det er biotittglimmer som gir granitten et linjemønster (lineasjon) i visse snitt.

Bergarten er tildels rekrystallisert med tilnærmet polygonale korn grenser. Kornstørrelsen er hovedsakelig i området 1 - 3 mm, middelskornet, og med jevnstore mineralkorn (muskovitt og biotitt er varierende).

Hovededmineralene er kvarts, kalifeltspat, plagioklas, biotitt og muskovitt. I mindre mengder finnes epidot og erts.

Kvarts er jevnt fordelt og har litt mindre kornstørrelse enn feltspaten. Enkelte små korn er innesluttet i feltspatkorn. Kvartsen viser undulerende utslukning. Kvartsinnholdet anslås til mellom 20 og 25 volumprosent.

Plagioklas er delvis serisittisert (finkornet muskovitt) og noen av korna viser albitt-tvillinger. Innholdet ligger omkring 30%.

Kalifeltspaten viser ofte mikroklingitter. En finner også her inneslutninger av muskovitt, men ikke så mye som i plagioklasen. Innhold ca. 30%.

Biotitt er oftest samlet i aggregater eller lineamenter. Absorpsjonsfargen er brungrønn og pleokroitisk.

Kornstørrelsen er noe større enn gjennomsnittet for bergarten. Innhold ca. 10%.

Muskovitt forekommer hovedsakelig som inneslutninger i feltspaten og med overvekt i plagioklas. Opptrer mest som serisitt. Innhold ca. 5%.

Epidot i få korn sammen med biotitt.

Erts i få korn viser krystallform og ingen randomvandling, antakelig magnetitt.

I tillegg til gjennomsløsmikroskopering , ble polert plate studert i binokularmikroskop (pålys).

Ertsen viste svart strek ved riping og var magnetisk; dette indikerer sterkt at det er magnetitt. Enkelte rødbrune spetter (kraftigere farge enn kalifeltspaten) viste seg å være aggregater av kvarts som var rustfarget på overflaten. Årsaken til dette kunne ikke finnes, men det skyldes antakelig spor av hematitt.

7. TEKNISKE UNDERSØKELSER

7.1. Klippeforsøk

Det er utført prøveklipping av granitten fra Lindane i regi av Sundfjord Bygg AS ved Øystein Menes.

Prøveklippingen ble utført ved Sunnfjord Bygg AS og i Italia på steinspaltemaskintyper, henholdsvis Steinex 400x400 SA, 100 tonn og Steinex 280x280 SA, 40 tonn.

Arbeidet ble utført av personer som til daglig jobber i slik produksjon.

Ved Sunnfjord Bygg ble det klipt 20 m² smågatestein 10/10 og 5 m² storgatestein. Selv om maskinen er for stor til denne bruken, viste den at bergarten har gode klippe-egenskaper.

I Italia ble i alt 15 m² klipt i formatene 7/7, 9/9 og 11/11 med samme positive inntrykk som i Førde.

Resultatene viser at steinen er god å klippe i alle retninger, noe bedre parallelt lineasjonen. Noe avhengig av forma på steinen gir en slik produksjon forholdsvis liten skrotmengde.

Ved god planlegging fra steinuttak til ferdig produkt, tror Ø. Menes at med to klippemaskiner for henholdsvis grovklipping og ferdig produkt i en linje, er det ikke urealistisk med en dagsproduksjon på 4 - 5 tonn.

Mikroskoperingsresultatene som beskrevet i foregående kap. viser at med unntak av glimmer, er bergarten homogen og uten spesielle retningsorienterte mineraler med korn grenser som ikke «fingrer» inn i hverandre. Dette gir også en indikasjon på at klippeegenskapene er brukbare fordi kornbindingene normalt blir svakere.

7.2 Sage- og poleringsresultater

Med et kvarts-feltspatforhold på 20/60, domineres bergarten av feltspatmineraler som er langt bløtere enn kvarts. At kvartsinnholdet er forholdsvis lavt gjenspeiles i at bergarten har gode sageegenskaper. Det vil si moderat sagbladslitasje og sannsynligvis stor sagekapasitet sammenlignet med mange andre granitter.

Bergarten tar polering litt dårligere enn en gjennomsnittlig granitt. Dette skyldes at biotittglimmer har en tendens til å bli revet løs under de siste poleringstrinn.

8. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

Granitten har et utgående areal på ca 35.000 m², men kun deler av dette området kan drives på grunn av hovedvei og dyrket mark som ligger på forekomsten.

Forekomsten må klassifiseres som middels til liten, jevnfør tabell 1.

Tekniske undersøkelser viser at bergarten egner seg godt til murstein og stein til belegging.

Bergarten er lett å sage, mens poleringen er noe vanskeligere på grunn av mye biotitt. Bergarten ligner bergarter som selges i dag og når en i bruddsammenheng kommer ned på nivåer hvor avstanden mellom avlastingsprekkene er blitt større, vil en kunne ta ut blokkstein til saging og polering iallfall til det lokale markedet.

Det anbefales at det settes igang drift på stedet på klipt stein og at en planlegger bruddet slik at en forholdsvis raskt når dypere lag slik at en også kan produsere blokkstein.

REFERANSER

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

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

Oxaal, J., 1916: Norsk Granitt. NGU Publ. Nr. 76 side 157.

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-feltpatrik 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 ulik 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, trondhemitt). "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 borsømmer.

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 flammings, 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 NATURSTEINSFØREKOMSTER

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 markedsriterier; 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 (materialprøving) for dette; trykkfasthet er det trykk en kube av stein utsettes for i det øyeblikk den knuses. Bøyestrekfasthet 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 karborundpulver), 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 de viktigste geologiske begreper som er brukt i rapporten:

aplitt	Finkornet gangbergart som vesentlig består av kvarts og kalifeltspat.
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 begrenser blokkstørrelsen og er dermed negativt.
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.
eksfoliasjon	Overflateparallel oppsprekning/avskalling. Brukes 1) om avlastningssprekker (benkning) og 2) om småskala avskalling f.eks. om forvitring av stein i bygninger.
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 $MAI(Al,Si)3O8$ hvor $M = K, Na, Ca, Ba, Rb, Sr$ og Fe .
Foliasjon	
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	Magmalegeme (smelte) som har trengt inn i andre, konsoliderte bergarter (sidebergarter).
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 rekrystallisasjon 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.
pleokroitisk	ved gjennomlysning av tynnslip ved mikroskopering, viser enkelte mineraler forskjellig farge ved rotasjon.
porfyrittisk	Tekstur i de eruptivbergarter som har store krystaller (fenokrystaller) i en mellomliggende grunnmasse av mer finkornete mineraler. Benevningen porfyr- brukes foran slike bergarter.
sedimentær bergart	Avsetningsbergart, dannet ved konsolidering av <u>sedimenter</u> (sand, grus, leire, etc.).
skjærsone	Deformasjonsone 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 sprekke; b) tynn sprekke fylt med mineraler som kloritt, epidot, kvarts og kalkspat.
tektonostratigrafi	De enkelte bergartsenheterens plassering i tid og rom i forhold til hverandre som resultat av sedimentære og tektoniske prosesser.

- Undulerende Ved kryssete nikols (mikroskopiteknikk) viser enkelte mineralkorn at utslukkingen er ulik innenfor et enkelt korn
- 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 sprekkeflater etter gjennomstrømning av gasser/væsker (hydrotermal aktivitet).

Vedlegg 3

NGU Rapport 96.109

Vedlegg 3, side 1

Polert plate av granitt fra Lindane, snitt loddrett foliasjonen



Vedlegg 3

NGU Rapport 96.109

Vedlegg 3, side 2

Polert plate av granitt fra Lindane, snitt parallelt foliasjonen

