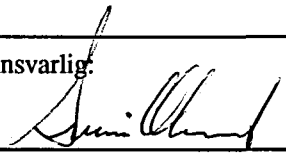


NGU Rapport 93.059

**Blokksteinsundersøkelser
i Sogn og Fjordane**

Rapport nr. 93.059		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Blokksteinsundersøkelser i Sogn og Fjordane				
Forfatter: T. Heldal E. Lund		Oppdragsgiver: Sogn og Fjordane Fylkeskommune/NGU		
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Årdal/Måløy		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 125	Pris: 465,-	
		Kartbilag: 19		
Feltarbeid utført: Sommer 1992	Rapportdato: Mai 1993	Prosjektnr.: 67.2552.11	Ansvarlig: 	
<p>Sammendrag:</p> <p>I samarbeid med Sogn og Fjordane fylkeskommune har NGU og Mineralutvikling A/S utført undersøkelser/befaringer av en rekke forekomster av blokkstein i fylket. I tillegg er et omfattende skriftlig materiale fra tidligere undersøkelser og driftsperioder gjennomgått og sammenstilt.</p> <p>To forekomster av lys tonalitt (trondhemitt; Årdal og Bremanger), to forekomster av rosa gneis (Leikanger og Balestrand) og en forekomst av porfyrgranitt (Hafslo) er interessant i natursteinssammenheng, og videre undersøkelser/tiltak bør konsentreres rundt disse. Under visse forutsetninger kan undersøkelser også gjøres ved flere forekomster. En rekke forekomster/lokaliteter blir i rapporten vurdert som uinteressante.</p>				
Emneord	Bygningsstein	Naturstein		
Fagrapport	Ressurskartlegging	Industrimineraler		

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning	1
1.1. Bakgrunn	
1.2. Målsetning	
1.3. Prosjektets omfang	
1.4. Metoder	
1.5. Om rapporten	
2. Geologi og naturstein i Sogn og Fjordane	3
2.1. Geologiske hovedtrekk	
2.2. Blokksteinspotensiale	
2.3. Brytning av naturstein i fylket	
2.4. Tidligere undersøkelser/prospektering	
3. Trondhemitt Årdal	5
3.1. Generelle beskrivelser	
3.2. Ytre Ofredal	
3.3. Hamnen, Naddvik	
3.4. Indre Ofredal	
3.5. Andre forekomster/lokaliteter	
3.6. Prioritering av videre undersøkelser	
4. Trondhemitt Bremanger	12
4.1. Beskrivelser	
4.2. Konklusjoner og anbefalinger	
5. Granitt Hafslo	15
5.1. Generelle beskrivelser	
5.2. Solvom	
5.3. Oklevik	
5.4. Hafslo Bygdealmenning	
5.5. Orrabru	
5.6. Dvergedal - Helvetesfossen	
5.7. Konklusjoner og anbefalinger	
6. Granittisk gneis Våge	20
6.1. Beskrivelser	
6.2. Konklusjoner og anbefalinger	
7. Granitt i Aurland og Lærdal	22
7.1. Generelle beskrivelser	
7.2. Porfyrgranitt Vestredal	
7.3. Porfyrgranitt Voll	
7.4. Granitt Belle	
8. Øyegneis Stryn-Olden	25
8.1. Generelle beskrivelser	
8.2. Melkevoll, Olden	
8.3. Breng, Loen	
8.4. Strynevann	
8.5. Konklusjoner	
9. Migmatittgneis Leikanger	28
9.1. Beskrivelser	
9.2. Konklusjoner og anbefalinger	
10. Gneis i Balestrand	31
10.1. Beskrivelser	
10.2. Konklusjoner og anbefalinger	

11. Øyegneis Gulen	33
11.1. Generelle beskrivelser	
11.2. Rutledal	
11.3. Eivindvik	
11.4. Konklusjoner og anbefalinger	
12. Øyegneis Homindalsvann	36
12.1. Beskrivelser	
12.2. Konklusjoner og anbefalinger	
13. Mangeritt Flatraket	38
13.1. Innledning	
13.2. Beskrivelse	
14. Anortositt og koronitt	39
14.1. Generelle beskrivelser	
14.2. Nærøydalen	
14.3. Lustrafjorden	
14.4. Kaupanger	
15. Eklogitt/koronitt Fjaler	43
15.1. Generelle beskrivelser	
15.2. Sjørdal	
15.3. Melkevika	
15.4. Hovden	
15.5. Andre forekomster	
15.6. Konklusjoner og anbefalinger	
16. Andre eklogitter i Sogn og Fjordane	48
16.1. Innledning	
16.2. Almenningen, Måløy	
16.3. Trausdal, Hyllestad	
17. Devonsk sandstein og konglomerat	50
17.1. Innledning	
17.2. Konglomerat i Solund og Værlandet	
17.3. Breksje på Værlandet	
17.4. Sandstein i Svelgen	
18. Resultater og anbefalinger	54
18.1. Generell vurdering av blokksteinspotensialet i Sogn og Fjordane	
18.2. Prioriteringer av forekomster og oppfølging	
18.3. Mulig omfang av blokksteinsdrift i Sogn og Fjordane	

Appendix A: Plansje 1 - 9

Appendix B: Fig. 1.1. - 16.1.

Appendix C: Kartbilag 93.059-1 - 93.059-20

Appendix D: Bakgrunnsinformasjon om naturstein

Appendix E: Ordliste over geologiske termer

Appendix F: Referanser

Appendix G: G-1 Geologisk tidsskala

G-2 "Granit Sognefjord": INSK

G-3 "Syenit Hafslø": INSK

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

I Sogn og Fjordane har det tidligere vært brutt skifer og blokkstein i tildels stort omfang. Av størst betydning har vært driften på hvit trondhemitt i Ytre Ofredal nær Årdal, der flere titalls personer i lengre tid var sysselsatt innen brytning og hugging av stein. Det meste av virksomheten foregikk imidlertid kun frem til 60-årene, og i dag foregår det ikke regulær natursteinsdrift i noen del av fylket.

Utover i 80-årene har det blitt initiert en rekke natursteinsprosjekter i Sogn og Fjordane. Flere forekomster av interesse er påvist, og enda flere mer usikre objekter er lokalisert. Likevel har satsingen hittil ikke resultert i kontinuerlig drift noe sted.

Sogn og Fjordane fylkeskommune kontaktet NGU i 1991 med forespørsel om NGU kunne gjøre geologiske undersøkelser av blokksteinsforekomster i fylket, sammenstille det en vet om forekomstene og gi en helhetlig vurdering av fylkets natursteinspotensiale. Et slikt prosjekt falt sammen med NGUs egne interesser på dette fagfeltet, og NGU foreslo et samarbeidsprosjekt. Tidlig i 1992 anmodet fylkeskommunen at prosjektet skulle utføres i samarbeid med Mineralutvikling A/S.

1.2. Målsetning

Prosjektets hovedmålsetning er å gi en helhetlig vurdering av potensialet i Sogn og Fjordane for industriell utnyttelse av blokksteinsforekomster. Dette omfatter følgende:

- * Sammenstille tilgjengelig informasjon om tidligere virksomhet, prospektering og andre geologiske undersøkelser som kan ha betydning for kunnskap om natursteinspotensialet
- * Utføre utfyllende feltundersøkelser i fylket på "kjente" forekomster og driftsområder og i lite undersøkte områder
- * Foreslå konkrete oppfølgingstiltak og prioriteringer som kan bidra til lønnsomme etableringer i fylket.

Prosjektet omfatter kun blokkstein med sikte på industriell utnyttelse. Skifer og ulike bergartstyper egnet til suvenirproduksjon etc. er således unntatt.

1.3. Prosjektets omfang

Forarbeid ble utført våren 1992. Feltundersøkelsene ble gjort i juni/juli 1992 av T. Heldal (NGU) og E. Lund (Mineralutvikling A/S). Rapportering ble utført høsten 1992 og våren 1993.

Feltundersøkelsene omfattet geografisk de fleste tilgjengelige områder i fylket der det tidligere er påvist mulige forekomster og der berggrunnsgeologien indikerer muligheter for natursteinsforekomster. I praksis vil det si at de fleste veinære områder i fylket ble dekket, samt enkelte områder som kun er tilgjengelig fra sjøen.

1.4. Metoder

Tilgjengelige rapporter og publikasjoner av relevans for prosjektet er gått igjennom. Henvisninger til disse finnes der de er brukt i beskrivelsene og i kart/figurer.

Feltundersøkelsene omfattet i hovedsak befaringer/vurderinger på stedet av forekomster og bergartstyper. I enkelte sammenhenger er mer detaljert kartlegging utført. De beskrevne lokalitetene er prøvetatt, og det er fremstilt sagete/polerte prøvestykker og tynnslip ved NGUs Geodatasenter på Løkken.

Forekomstene/lokalitetene som er beskrevet i rapporten er merket av på oversiktskart (fig. 1.1.; appendix B).

De økonomiske rammene i prosjektet tillot ikke materialprøving av bergartene i henhold til standardiserte metoder, og kvalitetsaspekter er derfor kun vurdert på grunnlag av feltobservasjoner, prøvestykker, tynnslip og tidligere mineralogiske undersøkelser.

Markedsaspekter er alltid vanskelig å vurdere for naturstein, ikke minst siden prisene ofte avhenger av steinens estetiske egenskaper framfor tekniske. Enhver vurdering av natursteiners markedsmuligheter må derfor bli subjektiv. I denne rapporten er sammenlikning med steintyper i det internasjonale markedet brukt for å vurdere markedsaspektene; en har forsøkt å anslå prisnivå på basis av hvordan liknende steintyper er priset. Det er tatt utgangspunkt i tre priskategorier (se også kapittel 18):

- * lav (2 - 4000 kr. pr. m³ råblokk)
- * middels (4 - 8000 kr. pr. m³)
- * høy (mer enn 8000 kr. pr. m³)

Det understrekes at dette gjelder topp-pris for god kvalitet blokk; små blokker og stikk/feil forringer prisen vesentlig (normalt 40% forskjell mellom stor og liten blokk). Meningen med disse "prisoverslagene" er å gi en liten pekepinn på hvor steintypene kan forventes å ligge prismessig i forhold til hverandre og andre steintyper og hvilke konsekvenser dette igjen har for krav til andre faktorer som påvirker produksjonskostnadene.

Pris på naturstein er avhengig av mange ting, bla. motesvingninger, derfor er det vanskelig å gardere seg mot endringer i markedet hva gjelder populære farger og mønstre. Samtidig er blokkmarkedet utsatt for sterkt prispress nå, noe som raskt kan endre seg.

1.5. Om rapporten

I denne rapporten gis først en generell beskrivelse av geologi og naturstein i Sogn og Fjordane (kapittel 2). Deretter beskrives blokksteinsforekomster/områder i fylket (kapittel 3 - 17). I de fleste tilfeller er gitt relativt grundige beskrivelser av forekomstene, i andre tilfeller er en mer kortfattet vurdering gitt. I beskrivelsene gis også delkonklusjoner og forslag til oppfølging. Delkonklusjoner og oppsummerende tekst er uthevet. I kapittel 18 trekkes hovedkonklusjonene og videre prioriteringer anbefales.

I appendix A er samlet fargeplansjer av polerte steinprøver, i appendix B figurer og bilder og i appendix C kartbilag. **Generell informasjon og kriterier og krav gjeldende for blokksteinsdrift er gitt i appendix D; de som føler seg usikker på emnet anbefales å lese dette før de tar fatt på rapporten.** Ordliste over geologiske termer som er brukt i rapporten er i appendix E og referanser i appendix F. Andre vedlegg som det henvises til i beskrivelsene foreligger i appendix G.

2. Geologi og naturstein i Sogn og Fjordane

2.1. Geologiske hovedtrekk

Berggrunnen i Sogn og Fjordane kan deles inn i tre hovedgrupper (fig. 2.1.):

1. Prekambriske grunnfjellsbergarter
2. Bergarter i de kaledonske skyvedekkene
3. Devonske bergarter

(Det heveses forøvrig til geologisk tidsskala i appendix G-1 og ordliste i appendix E.)

Grunnfjellsbergartene utgjør størstedelen av fylket, og omfatter gneis, granitt og andre dypbergarter av prekambrisk alder. Eklogitt opptrer i mindre belter innen grunnfjellsbergartene vest i fylket. I større og mindre grad er grunnfjellsbergartene påvirket av senere kaledonsk skyvning og deformasjon.

De kaledonske skyvedekkene finnes hovedsakelig i de vestlige og sørøstlige deler av fylket, og består dels av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter, opprinnelig avsatt oppå grunnfjellet, dels av "løsrevete" grunnfjellsbergarter og dels av dypbergarter som har trengt inn i sidebergartene under den kaledonske fjellkjededannelsen (ordovicium - silur).

De devonske bergartene omfatter hovedsakelig sandstein, konglomerat og sedimentære breksjer avsatt under hurtig erosjon av den kaledonske fjellkjeden i devon-tiden. Flere markerte devonske sedimentasjonsbasseng finnes i de vestlige deler av fylket.

2.2. Blokksteinspotensiale

Innen grunnfjellsbergartene finnes flere varianter av gneis, granitt og andre dypbergarter som kan være av interesse som blokkstein. Først og fremst har ulike varianter av rosa/røde migmatittiske og granittiske gneiser blitt betraktet som interessante, samt eklogitter. I de kaledonske dekkene er størst interesse knyttet til trondhjemitter (lyse størkningsbergarter) hvorav "Sognegranitten" (Årdal) er best kjent fra før. En viss interesse har også vært knyttet til devonske konglomerater (bl.a. fra Solund).

Selv om mange interessante bergartstyper opptrer i fylket, er det flere faktorer som kan begrense muligheter for blokkdrift. Store deler av fylket er utilgjengelig grunnet topografien, og ofte er tilgjengelige områder bebygget, og dermed lite egnet for brudd. Et annet vesentlig moment er stor grad av oppsprekning, som i store deler av fylket umuliggjør regulær blokksteinsdrift; kun i svært begrensede områder har det lyktes å lokalisere forekomster der det er mulig å ta ut store blokkstørrelser. Spesielt for bergarter i lave og midlere priskategorier stilles store krav til ensartethet (jevn farge, struktur og kornstørrelse) og blokkstørrelse.

2.3. Brytning av naturstein i fylket

Den mest betydningsfulle virksomhet innen blokksteinsdrift i Sogn og Fjordane har vært brytning av "Sognegranitt" i Årdal, der både utestein og blokk til fasadeplater har vært produsert over et langt tidsrom (se kap. 3). Flere andre steder har vært brutt granitt til gatestein, kaistein og murstein i mindre skala, bl.a. i

Lunde (Balestrand), Årebråt (Florø), og Smørhamn (Bremanger). Annen virksomhet har vært ubetydelig og har i hovedsak omfattet småskala, periodevis brytning av stein til lokale murer, gravmonumenter og gatestein. De siste årene har det vært tatt ut en del konglomerat fra Solund som er benyttet til gravstein og bordplater. Flere prøvedrifter har vært forsøkt i fylket (Granitt-Hafslo, eklogitt-Fjaler, gneis-Leikanger) og i noen tilfeller har mindre kvanta funnet veien ut i eksportmarkedet.

2.4. Tidligere undersøkelser/prospektering

Oss bekjent, var Oxaal (1913) den første som gjorde geologiske undersøkelser av natursteinsforekomster i Sogn og Fjordane, og da spesielt på trondhemitt i Årdal.

Videre befarte tyske geologer flere forekomster under krigen som et ledd i en generell vurdering av Norges mineralske ressurser av okkupasjonsmakten.

I de siste 10-12 årene har flere undersøkelser blitt utført etter initiativ fra fylkeskommunen. Av geologisk kompetanse er det her først og fremst Prospektering A/S, Sogn og Fjordane Distriktshøgskole (SFDH) og fylkesgeologen som har vært involvert, i enkelte sammenhenger også NGU. Prospektering A/S har også tatt utført undersøkelser etter eget initiativ.

3 Trondhemitt Årdal

Type: Kvartstonalitt (trondhemitt)

Salgsnavn/betegnelse: Sognegranitt / Fjord White

Farge: Hvit

Lokaliteter:

Ytre Ofredal, Årdal Kommune: UTM 419400 6787350 (toppbruddet)
UTM 419100 6787000 (Fiskenes)

Hamnen, Naddvik, Årdal Kommune: UTM 422700 6785400

Indre Ofredal, Årdal Kommune: UTM 422100 6789000

Kvalen, Luster Kommune: UTM 413400 6790350

Kartblad: 1417-2 Lærdalsøyri

3.1. Generelle beskrivelser

3.1.1. Driftshistorie

Bruddvirksomheten i Årdal kom for alvor igang i 1911 (Hæreid, 1971) da trondhemittbruddet i Ytre Ofredal ble åpnet. I tiden framover ble flere trondhemittbrudd drevet rundt Årdal: Ytre Ofredal, Hamnen ved Naddvik og Årdalsalmenningen. I denne tidlige perioden ble blant annet Grand Hotell i Oslo bygget med fasade av hvit "Sognegranitt". I mellomkrigstiden var driften relativt betydelig, der på det meste ca. 40 personer var engasjert. Sogn Steinindustri A/S var det viktigste selskap i denne perioden.

I etterkrigstiden foregikk trondhemittdriften i noe mindre skala og i varierende omfang. Mellom 1962 og 1972 ble bruddet i Ytre Ofredal drevet av A/S Sognegranitt, som hadde mellom 13 og 17 personer sysselsatt. Siden dette har det ikke vært regulær drift i trondhemittene.

De produkter som har vært produsert i Årdal er små fasadeplater, murstein, trappetrinn, varierende former for utestein og gravmonumenter (fig. 3.1.).

3.1.2. Geologiske undersøkelser

Oxaal (1913, 1916) gjorde undersøkelser i trondhemitten med sikte på naturstein allerede i begynnelsen av århundret. Under andre verdenskrig gjorde okkupantmakten en vurdering av forekomsten (Hillebrecht, 1940). I ettertid er det gjort lite geologiske undersøkelser fram til 1991 da Sogn og Fjordane Distriktshøgskole gjorde en vurdering av geologiske forhold i de tidligere driftsområder i samarbeid med interessenter (Henriksen, 1991). I oppdrag for fylkeskommunen gjorde Serra A/S en befaring i 1991 (Russenes, personlig kommentar). Flere private bedrifter har i den senere tid befart forekomsten på eget initiativ, men det foreligger ikke skriftlige rapporter fra disse befaringsene.

Beskrivelse av forekomsten finnes også i det tyske katalogsystemet "Internationale Natursteinkartei" (INSK; Müller, 1990), se appendix G-2.

3.1.3. Utstrekning og beliggenhet

Trondhemittiske bergarter dekker store deler av fjellgrunnen på begge sider av Årdalsfjorden. Dette hovedmassivet har tilnærmet sirkulær form på kartet (Kartbilag 93.059-1). Flere mindre ganger/kropper finnes utenfor dette, f.eks. ved Årdalsvann.

Trondhemittene er i utgangspunktet vanskelig tilgjengelig på grunn av den bratte topografien, som ikke bare skaper adkomstproblemer, men i tillegg medfører kraftig terrengparallell oppsprekning (avlastningssprekker). Flere steder er terrenget så bratt at bruddvirksomhet ikke er mulig, andre steder finnes ur, og kun mindre områder kan muligens være egnet til drift.

3.1.4. Tektonostratigrafi

Trondhemitten tilhører Jotun-Valdreskomplekset, som inkluderer seinprekambriske avsetningsbergarter og dypbergarter som ble sterkt påvirket under den kaledonske fjellkjedannelsen. Trondhemittene er datert til 887 millioner år.

3.1.5. Geologisk beskrivelse

Trondhemitten er middelskornet, jevnkornet og retningsløs i tekturen (en viss stripning ved parallellorienterte biotittkorn sees dog enkelte steder). Hovedmineraler er feltspat (snøhvit plagioklas og i mindre grad lys brunlig kalifeltspat) og grå kvarts. Underordnet mineral er biotitt (1-15%; Henriksen, 1991) og lys glimmer, og aksessorisk opptrer magnetitt, svovelkis, apatitt, titanitt, epidot, og kloritt (Oxaal, 1913). De tre sistnevnte er dannet ved omdanning av henholdsvis feltspat og biotitt. Omdanning av feltspat sees ofte i kjernen av kornene. Myrmekittisk sammenvoksing med kvarts er vanlig.

Trondhemitten opptrer på begge sider av Årdalsfjorden, og er et sammenhengende kompleks av trondhemittintrusjoner i en ellers anorthosittisk berggrunn. Således kan intrusjonen betegnes som et nettverk av ganger/mindre kropper framfor en klart avgrenset intrusjon. Xenolitter og større flåter/fragmenter av båndet anorthositt opptrer i trondhemitten overalt, og kan utgjøre opptil 50% av berggrunnen. Likevel har en belegg for å si at de sentrale og østlige deler av trondhemitten inneholder mindre anorthosittfragmenter enn deler av den vestlige sonen (kartbilag 93.059-1), i tillegg til at sentrale partier i de enkelte trondhemittkroppene er mer homogen enn randsonene.

3.1.6. Kvalitet/holdbarhet

Prøving av mekaniske egenskaper på trondhemitten er ikke utført. Imidlertid finnes en del beskrivelser og vurderinger av holdbarhet i Oxaal (1913). Her vurderes bergarten som meget god med tanke på holdbarhet; vannabsorpsjon er målt til 0.39% ved 1 bar, og 0.49 ved 150 bar. Dette gir en vannmetningsfaktor på 0.81. Med hensyn til hvor liten vannabsorpsjonen er, indikerer dette at bergarten er lite utsatt for frostsprengning.

Trondhemitten inneholder svært beskjedne mengder svovelkis, og normalt skulle ikke dette ha særlig effekt mht. misfarging. Likevel er den typiske forvitring av bergarten en ytre, hvit hinne fulgt av en misfarget, gulbrun sone innenfor (avtar innover). I følge Oxaal (1913) er jernoksyd fra forvitring av svovelkis medvirkende til denne "barken", og i den sammenheng kan høy permeabilitet (til tross for lav vannabsorpsjon) gjennom mikrosprekker "hjelpet til" i forvitringsprosessen. Den ytterste hvite hinnen kan forklares ved utluting av "barken" og delvis kaolinisering av feltspat.

Nye holdbarhetstester på trondhemitten har vist at misfargingen er på nivå med andre norske trondhemitter (Støren, Tolga). Prøvestykker som har blitt utsatt for syklisk, akseleert klimapåvirkning (112 døgn i Byggforsk's klimakammer) har fått en gul patina og gropdannelse rundt biotittkornene (Alnæs, personlig kommentar). Ingen rustdannelse sees. En slik gulig patina sees også på fasadene på Grand Hotell i Oslo og Bergen Privatbank. Her forekommer også rustutslag, spesielt i enkelte soner. Trolig er denne rustdannelsen ikke relatert til selve bergarten, men stammer fra andre materialer. Høy permeabilitet kombinert med lys farge vil gjøre "Sognegranitten" (og andre trondhemitter) utsatt for misfarging fra tilførte løsninger, hvis

f.eks. jern i løsningsløsning får trengje gjennom trondhjemitt vil dette avsettes som rustsoner. Det er derfor viktig å unngå "uheldige" materialkombinasjoner som kan medvirke til og forsterke misfarginga.

3.1.7. Driftsforhold

Av geologiske forhold av stor betydning for drift kan nevnes følgende:

- * **Magmatisk bånding:** Ofte sees en distinkt bånding i trondhjemitten, gjerne i cm/dm skala. Båndinga defineres ved vekslende finkornete/grovkornete bånd, og ved varierende biotittinnhold (fig. 3.2.a). Båndinga skyldes strømningsstrukturer i smelten, fortrinnsvis i restsmelte, og kan ha varierende omfang, form og opptreden. Det synes likevel som at disse strukturaene opptre hyppigst nær store xenolitter av anorthositt, dvs. i soner hvor opptreden av anorthosittfragmenter er betydelig. Båndinga er uønsket i natursteinssammenheng dels fordi bergartens utseende blir skjemma, dels fordi trondhjemittens kløv er dårlig i slike soner. Båndinga kan ikke unngås helt i området, men innenfor et riktig valgt bruddområde kan problemet minimeres.
- * **Bergartsvariasjoner:** trondhjemittkomplekset består som nevnt ikke av en intrusjon, men av en rekke faser med mindre intrusjoner. Dette medfører at de ulike små intrusjonene kan variere i utseende som resultat av variasjoner i mineralogi. Derfor er noen partier mer grå enn andre, og grenser mellom disse sonene kan være skarpe eller diffuse/overgangsmessige. Som regel er grensene uregelmessige. Slike variasjoner er observert i hele området. Den mer grå farga som noen av intrusivfasene har skyldes høyt innhold av biotitt og/eller kvarts i forhold til feltspat (fig. 3.2.b).
- * **Xenolitter:** store og små, tilfeldig orienterte fragmenter av anorthositt er blitt inneslutta av trondhjemitt under inntrengninga av smelte. Disse er i ordets rette forstand fremmedlegemer i natursteinssammenheng. Slike vil kunne finnes i hele området, men er mer hyppig tilstede i de nordvestlige deler av komplekset (fig. 3.2.c).
- * **Eksfoliasjon (benkning):** avlastningssprekker parallelt eller subparallelt med terrengoverflata er ofte svært tette i området, noe som mange steder begrenser blokkstørrelse sterkt. Lokalt kan avstanden mellom eksfoliasjonsplanene være ned mot 10-20 cm. i overflata. I tillegg er eksfoliasjonen ofte så bratt (følger terrengoverflata) at det medfører økte driftskostnader i forhold til slak benkning. Den tette benkningen har også betydning for sagsnitt; sagsnittet bør være langs den retning som utgjør blokkenes største areal, dvs. parallelt med benkningen (fig. 3.2.b og 3.3.).
- * **Oppsprekning:** Annen oppsprekning enn eksfoliasjon og relaterte sprekker synes ikke å utgjøre noe stort problem for natursteinsdrift i området. I hovedsak er avstanden mellom steile sprekker tilfredsstillende (unntak er oppsprekning forårsaka av hard sprengning, slik en finner i brudd i Ytre Ofredal).
- * **Topografi:** Som nevnt er terrenget svært bratt i området, og kun små områder er tilgjengelig. Selv i disse områdene er terrenget såpass bratt at det kan medføre høye driftskostnader. Oppe på fjellet er terrenget slakere, og det kan ikke utelukkes at bedre driftsområder kan lokaliseres der.

3.1.8. Markedsaspekter

De lyseste typene av trondhemitten er klart attraktiv i markedet; det finnes ellers få "granitter" som har tilsvarende lyst utseende. Trondhemitten ble bl.a. presentert på natursteinsmesse i Nürnberg i 1991, og oppnådde der svært god respons. Imidlertid bør en være oppmerksom på at markedsattraktiviteten faller drastisk med økende innhold av kvarts og mørke mineraler, siden disse typene møter atskillig flere konkurrenter i markedet. De mørkeste (gråeste) variantene i Årdalområdet er derfor trolig uinteressante.

For den lyseste typen vil antas et middels til høyt prisnivå for middels til stor blokk (ca. 6000 - 10000 kr. pr. kbm.).

3.2. Ytre Ofredal

Ytre Ofredal er det mest betydningsfulle driftsområdet for "Sognegranitt". Hovedbruddet (toppbruddet) ligger på ca. 100 meters høyde rett opp fra kaia, mens flere mindre brudd ligger langs sjøen vest for kaia (fig. 3.3. og 3.4.).

I området er det svært mye anorthositt, og "rene" soner (ganger) av trondhemitt opptrer kun i begrenset omfang. I følge Henriksen (1991) er forholdstallet trondhemitt/anorthositt ca. 50/50 området sett under ett, men at enkelte partier består av mer enn 70% trondhemitt; disse utgjør hovedsakelig to soner - en som strekker seg fra kaia og et stykke overfor toppbruddet, en annen i området rundt Fiskeneset (fig. 3.4.). I tillegg er det et avdekket område sydøst for toppbruddet hvor berggrunnen i stor grad består av trondhemitt.

3.2.1. Toppbruddet

I dette bruddet er den hviteste av trondhemittvariantene brutt (1-3% mørke mineraler; Henriksen, 1991. Plansje 1a). En har arbeidet seg inn mot en vertikal sprekk i bakkant av bruddet (fig. 3.3.a). Det har tidligere vært brukt kraftig sprengstoff i bruddet, slik at all stein inn mot den vertikale sprekken er ødelagt. Imidlertid har sprekken trolig ført til at steinen bakenfor den er lite skadet av sprengningen. Forekomsten synes å være begrenset av øst- og vestsiden av bruddet, men har en lateral utstrekning i nordlig retning (oppover i terrenget). I nord begrenses forekomsten av bratt terreng og ur. Potensielle reserver vil ligge mellom dagens bruddfront og brattkanten ca. 100 meter lengre nord.

En del usikkerhet er knyttet til hvilken form forekomsten har; Henriksen (1991) skisserer ulike modeller (vertikal skive, inklinert skive) der bl.a. tidligere kjerneboring er lagt til grunn. Boringer ble utført fra tidligere driftsnivå, og det ble konkludert med "dårlig stein" på 11 og 13 meters dyp i to borhull. Disse særdeles sparsomme opplysningene er imidlertid til lite hjelp i dag.

Magmatisk bånding, anorthosittfragmenter og andre kvalitetsforringende trekk er hyppigst opptredende i østlige og vestlige deler av bruddet og tilsvarende overfor bruddet. Dette medfører at evt. ny drift må foregå i en ca. 50 meter bred "grøft" i nordlig retning fra toppbruddet.

Terrenget heller ca. 25-30 grader i området, og benkningen er parallell med denne. Avstanden mellom benkene er i regelen større enn 50 men mindre enn 150 cm (målt på bruddfronten) - men dog økende med dybde. Annen oppsprekning av betydning finnes konsentrert i soner (f.eks. østlige del av bruddet). Det er likevel sannsynlig at det i første rekke er liten avstand mellom benkene som begrenser blokkstørrelse.

I området nord for toppbruddet kan realistiske reserver estimeres til ca. 50.000 kbm. For regulær blokkdrift (2-4kbm) må høy vrakprosent beregnes (minimum 90%), samtidig som terreng/benkning/utstrekning i seg

selv vanskeliggjør særlig omfattende drift. Med tanke på småskala drift (200 - 1000 kbm. pr år) vil altså reservene rekke til mellom 3 og 15 års drift. Vrakprosenten kan minskes en del hvis produksjon av små (smale) blokker og evt. gatestein kan forsvares økonomisk.

I fortsettelsen av "toppbruddsonen" nede ved sjøen er også et gammelt brudd (mellombruddet), men pga. høy oppsprekning og liten utstrekning på trondhemitten synes dette feltet ikke å være av interesse.

Området sydøst for toppbruddet (avdekket område ved grustak) ligger noe gunstigere til enn toppbruddet med tanke på topografi, men i regelen er trondhemitten her mer grå enn ved toppbruddet. Området synes derfor ikke å være av interesse.

3.2.2. Fiskenes

Langs sjøen ca. 300 meter sørvest for kaia i Ytre Ofredal finnes flere små, gamle brudd. Området mellom og rundt disse bruddene er lite overdekket og består i det vesentlige av trondhemitt. Innhold av mørke mineraler er noe høyere enn i toppbruddet (ca. 5%; Henriksen 1991; plansje 1b), men trolig ikke nok til at det har særlig betydning markedsmessig. Terreng/benkning er noe slakere enn ved toppbruddet, og avstanden mellom benkene er omtrent som i toppbruddet. Annen oppsprekning utgjør ikke noe stort problem, selv om sprekketettheten kan være høy innenfor smale soner (søkk i terrenget).

Området utgjør den største forekomsten i Ytre Ofredal, og brytningsmessig kan det virke noe lettere enn toppbruddet pga. slakere terreng/benkning og større areal, men forekomsten er trolig noe dårligere mht. ensartethet og hvithet.

3.2.3. Konklusjoner og anbefalinger

Forekomstene i Ytre Ofredal er først og fremst interessante pga. lite innhold av mørke mineraler (1-3% i toppbruddet, 5% ved Fiskenes) på grunn av markedets interesse for helt lyse steintyper. Videre satsing må baseres på denne "eksklusive" typen, da mørkere (og billigere) trondhemitt neppe vil være økonomisk å produsere i området. Storblokket produksjon vil være svært vanskelig å oppnå i området - de fleste blokkene vil ha minstestørrelse mellom 50 og 100 cm. Videre vil urenheter, anorthositinneslutninger o.a. medføre høy vrakprosent. Det er først og fremst bak toppbruddet og ved Fiskenes muligheter for ny drift er tilstede.

Oppfølgende undersøkelser bør i store trekk samsvare med de råd som er gitt av Henriksen (1991). Dette medfører:

- * **Kjerneboring ved toppbruddet og ved Fiskenes. Hullene bør enten være vertikale eller vinkles rett på benkningen, og være av 15-20 meters lengde. Det bør bores så tett som økonomien tillater, og helst minimum 100 bormeter på hver forekomst.**
- * **Avdekning av løsmasser på forekomstene (kun der hvor overdekningen er tynn) og geologisk kartlegging av sprekker/kvalitet i skala 1:500 el. 1:1000.**
- * **Materialprøving (toppbruddet og Fiskenes) og fremstilling av prøveplater**

3.3. Hamnen, Naddvik

Ved Hamnen ca. 3 km. vest for Naddvik langs den nye veien er et gammelt trondhemittbrudd. Trondhemitt finnes ellers langs veistrekningen vest for Naddvik, men muligheter for uttak begrenses stort sett av høy grad av oppsprekning, store variasjoner, anorthositinneslutninger og/eller topografiske forhold. Så langt er det gamle bruddet fremdeles best egnet til evt. ny drift.

Bruddet er lokalisert like overfor veien (ca. 30 meter). Terrenget (og benkningen) heller ca. 20 grader. Bruddområdet avgrenses i alle retninger av ur, bratt terreng og overdekning. Totalt kan det dreie seg om et forekomstareal på ca. 200 X 70 meter, men store deler av dette er overdekket av løsmasser av varierende mektighet (fig. 3.6.).

Henriksen (1991) anslår trondhemitten ved Hamnen til å inneholde rundt 5% mørke mineraler, dvs. av omtrent samme kvalitet som Fiskenes (plansje 1c). Tilsynelatende er trondhemitten ganske homogen i området, men overdekning gjør dette vanskelig å vurdere. Soner med tett oppsprekning (steile NNV) finnes også i bruddområdet, men er mer gjennomgripende i området forøvrig.

Benkningen synes å være like tett som i Ytre Ofredal, og utenom bruddområdet kan den være svært tett.

Estimerte reserver (basert på en gjennomsnittlig pallhøyde på 5 meter i hele området) er rundt 70.000 kbm.

Ved det gamle bruddet er trondhemitten nesten like lys som den dominerende kvaliteten i Ytre Ofredal. Bruddet er lett tilgjengelig grunnet nyveien, og trondhemitten er i regelen mer homogen her enn langs veien ellers.

Henriksens konklusjoner og anbefalinger støttes. En evt. oppfølging i området bør inneholde følgende elementer:

- * Grøfting (fjerning av løsmasser) i strategiske profiler gjennom forekomsten
- * Geologisk kartlegging av sprekker/kvalitet i skala 1:500 el. 1:1000.
- * Kjerneboring - minimum 5 hull på 15-30 meters lengde - vertikalt eller vinklet rett på benkningen.
- * Materialprøving, framstilling av prøveplater.

3.4. Indre Ofredal

I Indre Ofredal har det vært sporadisk bruddvirksomhet for hugging av grunnmurstein, trappetrinn, etc. Området har fått øket aktualitet i dag, pga. ny vei mellom Årdal og Indre Ofredal.

Generelt er dalen svært overdekket, og de sparsomme blotninger som finnes gir lite grunnlag for å vurdere trondhemittforekomster. Imidlertid er det sannsynlig at det finnes større homogene partier med trondhemitt i dalen, og selv om de prøver som er tatt viser innhold av mørke mineraler noe høyere enn i Ytre Ofredal (opp i mot 10%) kan det ikke utelukkes at det eksisterer et forekomstpotensiale.

I denne omgang synes det imidlertid ikke å være en prioritert oppgave med nærmere undersøkelser i Indre Ofredal grunnet mye overdekning og manglende funn av toppkvalitet trondhemitt i området.

3.5. Andre forekomster/lokalteter

Langs kysten vest for Ytre Ofredal og innover i Lusterfjorden finnes flere gamle trondhemittbrudd. Beste lokalitet er ved *Kvalen*. Her er tatt ut noe stein til brygge. Forekomsten er ganske gunstig mht topografi (slakt terreng), og benkningen synes ikke så tett som ved andre forekomster. Trondhemitten er ganske homogen, men inneholder noe mer mørke mineraler enn ønskelig (rundt 10%). I østre deler av forekomsten opptrer mye anorthositinneslutninger. Fraflyttet småbruk ligger på forekomsten. Forekomsten er kun tilgjengelig fra småbåt, noe som i seg selv vanskeliggjør enhver videre prioritering av den.

Noe lenger syd, ved Kvarven (kartbilag 93.059-1) finnes nok et lite brudd helt nede ved sjøkanten. Terregnet er her svært bratt og vanskelig, og lokaliteten gir neppe grunnlag for videre satsing.

Lite eller ingen undersøkelser er gjort av trondhemittmassivet oppe på fjellplatåene. I utgangspunktet kan disse områdene synes interessant, ikke minst pga. lettere topografi og de fordeler dette gir. Åpningen av den nye veien mellom Årdal og Indre Ofredal er i denne sammenheng viktig, siden veien er lagt i stor høyde oppe i fjellet syd for Indre Ofredal. Det kan derfor være aktuelt å gjøre sonderinger i området.

Ingen av de små, gamle bruddene som finnes langs fjorden vest og nordvest for Indre Ofredal vurderes som interessante. Fjellområdene kan være av interesse, og spesielt fjellområdet syd for den nye veien til Indre Ofredal bør undersøkes.

3.6. Prioritering av videre undersøkelser

Med utgangspunkt i den markedsinteresse som har vært vist for de lyseste partier av trondhemitt fra Årdal bør forekomstene undersøkes nærmere, selv om de er små og tildels vanskelig å bryte i store blokker.

Et oppfølgingsprosjekt bør ta utgangspunkt i å lokalisere/vurdere driftsområder i de lyseste typene av trondhemitt, fortrinnsvis de varianter der innhold av mørke mineraler er 5% eller mindre. Følgelig bør detaljerte undersøkelser gjøres ved toppbruddet og Fiskenes (begge i Ytre Ofredal) og ved Hamnen (Naddvik) etter det mønster som er skissert i beskrivelsene ovenfor. Sonderinger/innledende undersøkelser bør gjøres i de best tilgjengelige fjellpartier.

4 Trondhemitt Bremanger

Type: Kvarstonalitt (trondhemitt)

Farge: Hvit/grå

Lokalitet:

Smørhamn, Bremanger Kommune: UTM 285950 6856850

Kartblad: 1118-4 Bremanger

4.1. Beskrivelser

4.1.1. Driftshistorie/geologiske undersøkelser

Det har ikke vært drift på blokkstein i området, med unntak av små uttak til lokalt bruk. Trondhemitten er tidligere undersøkt sporadisk som en mulig natursteinsforekomst. Først ute var Oxaal (1916), som konkluderer med et visst potensiale i de sentrale partier. Beskrivelser finnes også i tyske rapporter 1940-45, uten at det gis noen vurderinger (Hillebrecht, 1940). I 1980 ble videre undersøkelser utført etter oppdrag for fylkeskommunen; NTH (1980) bidro med mineralogiske beskrivelser, og Lemvik (1980) befarte området. Lemvik ga en negativ konklusjon i sin rapport grunnet tett benkning og oppsprekning.

4.1.2. Utstrekning/beliggenhet

Trondhemitten utgjør størsteparten av sydlige del av Bremangerlandet (kartbilag 93.059-2). Arealmessig dekker den et område på ca. 15 X 2,5 km. I syd grenser den til devonske breksjer og konglomerater, som er avsatt oppå trondhemitten. I nord og vest finner vi senprekambriske til tidlig kaledonske suprakrustaler som er intrudert av trondhemitten.

Trondhemitten stikker seg klart ut fra omkringliggende bergarter ved at den er lite bevokst og har lys farge. Terrenget er kupert, men ikke særlig bratt, og de høyeste fjellene i området er rundt 450 meter høye (fig. 4.1.a og 4.1.b).

Veier i området går stort sett i de marginale deler av trondhemittmassivet. Kun i nordøst skjærer veien gjennom. Bebyggelsen er sparsom i hele området.

4.1.3. Tektonostratigrafi

Trondhemitten har intrudert omkringliggende prekambriske og kambrosiluriske bergarter samtidig med kaledonsk deformasjon, trolig i ordovicisk-silurisk tid. Disse sidebergartene finner vi i nord og vest. I devonsk tid ble breksjer og konglomerater avsatt oppå den da eroderte trondhemitten, og rester av disse finner vi oppå trondhemitten i syd.

4.1.4. Geologisk beskrivelse

Trondhemitten er fin- til middelskornet, lys grå til hvit, lokalt med svakt grønnlig farge. Hovedmineraler er plagioklas (60 - 65%), kvarts (20 - 30%), kalifeltspat og biotitt. Sericitt finnes i små mengder, epidot i varierende mengder. Aksessoriske mineraler er zirkon, titanitt, apatitt og zoisitt. Opakene utgjøres av svovelkis, men kun i svært små mengder (<0,1%; NTH, 1980). Orienterte biotittkorn definerer en lineasjon i bergarten, noe som medfører et "stripete" utseende i alle sagsnitt med unntak av vinkelrett til lineasjonen,

hvor teksturen er tilsynelatende retningsløs (plansje 2).

Trondhemitten varierer en del i området; fortrinnsvis kan disse variasjonene tilskrives vekslende grad av omdanning. Mens den "friske" trondhemitten er klar lys grå til hvit, er den i omdanningssonene grå til grønnlig, og inneholder tynne, epidotfylte årer. Det er hovedsakelig sericitt og zoisitt/epidot som er dannet ved omdanning av plagioklas (spesielt i kjernen av plagioklaskornene). Omdanningssonene befinner seg fortrinnsvis nær trondhemittens marginer, men kan ha ganske uklare og tilfeldige grenseforhold til frisk trondhemitt. I følge Oxaal (1916) er de marginale sonene (spesielt nær de kaledonske suprakrustalbergartene) både oppsprukket og sterkt omdannet, mens plutonens sentrale partier er friskere, mer grovkornet og mer massiv.

4.1.5. Kvalitet/holdbarhet

Det er ikke utført materialprøvnings på trondhemitten. Det finnes også lite referanser fra tidligere bruk, selv om bergarten har vært brutt i liten skala. Det er likevel naturlig å anta at kvaliteten ikke skiller seg nevneverdig fra andre trondhemitter (se kapittel 3). Vittringshuden er tilsvarende som beskrevet fra Årdal; en ytre hvit hinne fulgt av en tykkere gulbrun "bark".

4.1.6. Driftsforhold

For Bremanger-trondhemitten synes følgende geologiske forhold å være av betydning for evt. drift:

- * Omdanning; både kvalitet og utseende blir svekket i omdanningssonene, og derfor er kun de friskeste typene av interesse. Hyppige tynne stikk følger ofte omdanningssonene.
- * Lineasjon: hvis trondhemitten sages parallelt med lineasjonen får den et stripete og generelt mørkere utseende, pga. større overflate på biotittkornene i disse snittene. Følgelig er det kun ett aktuelt sagsnitt i bergarten, nemlig vinkelrett til lineasjonen. Dette begrenser "valgfriheten" ved brytning av blokk og bidrar til økt vrakposent.
- * Oppsprekning: innenfor de befarte områdene er oppsprekningsgraden i høyeste laget (fig. 4.1.c). Sprekkesettetheten er for stor, samtidig som mange ulike sprekkeretninger kan sees. Flere av sprekkesettene er skrått orienterte, noe som ytterligere begrenser muligheter til blokkdrift. Imidlertid er det kun de marginale deler av trondhemitten som er befart, og det er sannsynlig at massiviteten øker inn mot de sentrale partiene.
- * Benkning: avstanden mellom terrengparallele benker varierer, men er trolig størst i sentrale soner og minst i ytre partier, der bergarten generelt er mer oppsprukket. Dette kommenteres bl.a. av Lemvik (1980).

4.1.7. Markedsaspekter

De lyseste prøvene som ble tatt og polert (fra Smørshavn) kan sammenlignes med trondhemitt fra Budal (Sør-Trøndelag) - dog en tanke mørkere (merk: dette gjelder kun sagsnitt vinkelrett til lineasjonen). De lyseste partiene av Bremangertrondhemitten kan derfor trolig plasseres i en middels priset markedskategori (kr. 4-7000 pr. kbm) forutsatt god blokkkvalitet. De omdannede partiene er neppe av særlig interesse.

4.2. Konklusjoner og anbefalinger

Trondhemitten i Bremanger er i de lyseste partier sammenlignbar med flere andre trondhemittforekomster i Norge. Den er samtidig den største trondhemittintrusjon i Norge. Imidlertid er tett og uregelmessig oppsprekning, sonevis omdanning og en kraftig utviklet lineasjon trekk som vil være problematisk for blokkdrift. Det er indikasjoner på at de sentrale partier er bedre enn de marginale. De marginale partiene er trolig ikke av god nok kvalitet for blokkdrift.

Før en kan konkludere i en eller annen retning må trondhemittens sentrale partier undersøkes. Følgende tiltak anbefales:

- * Geologisk kartlegging/undersøkelse i regional skala i trondhemitten med vekt på farge, tekstur, omdanning og oppsprekning/benkning. Flyfototolkninger kan her være et nyttig hjelpemiddel. Ca en ukes feltarbeid i området bør være tilstrekkelig.**
- * Undersøkelsene bør samordnes med eventuelle pukkundørsøkelser i området.**

5 Granitt Hafslo

Type: Porfyrgranitt/øyegneis

Farge: Rosa - grønn

Lokaliteter:

-Solvorn, Luster kommune: UTM 404600 6797850

-Oklevik, Luster kommune: UTM 402850 6796900

-Hafslo Bygdealmening,

Luster kommune: UTM 402400 6796500

-Orrabru, Luster og

Sogndal kommuner: UTM 402250 6796300

-Dvergedal/Helvetesfossen,

Sogndal kommune: UTM 401600 6795900 - 6795400

Kartblad: 1417-4, Solvorn

5.1. Generelle beskrivelser

5.1.1. Driftshistorie

Det har aldri vært betydelig drift på Hafslogranitten, men noe uttak har foregått, der bl.a. en del er brukt som gravmonumenter i Tyskland. I følge Müller (1990) ble uttakene definitivt stoppet i 1982 (bilag G-3). Uansett må uttakene har vært svært begrenset.

5.1.2. Geologiske undersøkelser

Det er først i den senere tid at geologiske undersøkelser med tanke på naturstein er utført i området. I perioden 1984 - 86 gjorde Prospektering A/S geologiske undersøkelser som bl.a. omfattet blokkuttak (Hultin, 1986). I samme periode ble granitten kartlagt av Henriksen (1985) fra Sogn og Fjordane Distriktshøgskole. Nye interessenter har i dag tatt initiativ for nye prøveuttak i området.

5.1.3. Utstrekning/beliggenhet

Uttrekningen til Hafslogranitten kommer fram av kartbilag 93.051-3. Terrenget er preget av lave åser og koller, med unntak av veien ned til Solvorn, der en finner bratte trinnvise skrenter ned mot fjorden. Oppå granitten ligger kaledonske skyvedekker, og skyvekontakten har en meget svak sydøstlig helning. Hafslogranitten er dermed kun eksponert hvor erosjonen har kuttet skyvekontakten, dvs. i dalførene rundt Hafslovannet. Liknende bergarter opptrer inn mot Veitastrond, men disse er foreløpig av liten interesse grunnet kvalitet, topografi og tilgjengelighet.

De fleste interessante deler av Hafslogranitten ligger nær vei og/eller bebyggelse; dette kan være en stor begrensning for etablering av brudd. I tillegg vil aspekter knyttet til landskaps-, kultur- og naturvern være viktig flere steder i området.

5.1.4. Tektonostratigrafi

Hafslo-granitten tilhører det prekambriske grunnfjellet, trolig seinprekambrisk alder. Oppå granitten finner vi kaledonske skyvedekker.

5.1.5. Geologisk beskrivelse

Hafslo-granitten er en grovkomet, porfyrisk granitt. Hovedminerale er rosa kalifeltspat, plagioklas, grønn epidot, kvarts, biotitt og amfibol. Opake mineraler er svovelkis og magnetkis, dog i svært små mengder. I hovedsak er granitten rosa-grønn-sort, lokalt med blå kvarts i tillegg (se plansje 3 og 4).

Hafslogranitten er sterkt påvirket av kaledonsk skyvning, ikke bare nær skyvekontakten, men også internt: dette kommer til uttrykk i form av flere mylonittsoner. I og nær disse sonene er granitten sterkt deformert og kan bedre klassifiseres som mylonitt eller øyegneis framfor granitt. Dette medfører at granitten i hele området bærer preg av større eller mindre grad av deformasjon/forgneisning (se også Henriksen, 1985). Selv i de tilsynelatende udeformerte sonene bærer fenokrystallene preg av intern oppsprekning relatert til det regionale tektoniske bildet. Samtidig kan og forekomme tynne (<5cm) skjærsoner.

I mylonittsonene får granitten som nevnt et øyegneispreg, der fenokrystallene mister sin krystallform og opptrer som utdradde, linseformete "øyne", ofte blekere enn i udeformerte partier. Samtidig medfører deformasjonen nydannelse av biotitt på bekostning av andre mineraler, slik at granitten blir mindre rosa-grønn og mer rosa-sort.

Deformasjonen av granitten har foregått ved høye temperaturforhold slik at det ikke har medført intens oppsprekning av den. Spesielt i de udeformerte partiene er granitten massiv, men også enkelte av mylonittsonene er lite oppsprukket. Dette medfører at det finnes flere områder der massiviteten er god nok til at store blokker kan tas ut. Generelt er det stor avstand mellom terrengparallele avlastningssprekker, gjerne 2-3m.

Hafslo-granitten kan deles inn i fem varianter:

- * Udeformert granitt med blå kvarts ("opalgranitt")
- * Udeformert granitt (plansje 3)
- * Svakt deformert granitt (plansje 4a)
- * Øyegneis (plansje 4b)
- * Bleket øyegneis

Av disse er det kun de fire første som er av interesse som naturstein, i prioritert rekkefølge.

5.1.6. Kvalitet

Deformasjon og omdanning har medført relativ sterk påvirkning av fenokrystallene og matriks i form av mikrosprekker, noe som kan ha konsekvenser for bergartens styrke og holdbarhet. Spesielt kan dette medføre høy permeabilitet i steinen som gjør at løsninger lett trenger gjennom den. Samtidig er omdannet feltspat mer utsatt enn frisk. Imidlertid er det ikke utført materialprøvnings av granitten som kan bekrefte eller avkrefte det. Det finnes også få referanser for bruk av granitten. Granittens vittringshud er ytterst hvit, deretter gulbrun - hovedsaklig som rustfarging av kalifeltspat. gamle veiskjæringer ga ikke indikasjoner på særlig misfarging.

5.1.7. Driftsforhold

Av geologiske faktorer av betydning for drift er følgende spesielt viktige:

- * Deformasjonssoner: I og nær store deformasjonssoner er granitten forgneiset, mens de homogene variantene befinner seg utenfor disse sonene. Forgneisningen medfører flytende overganger mellom udeformert granitt og mylonitt.
- * Små skjærsoner: Innen alle partier av Hafslogranitten kan finnes små skjærsoner, gjerne ikke tykkere enn 5cm. Ofte er orienteringen til disse konsistent innen potensielle bruddområder, og avstanden mellom dem er som regel flere meter.
- * Farge: avhengig av deformasjonsgrad endres fargen i granitten. Kalifeltspat er ofte blekere i gneispartier enn i udeformert granitt. Innholdet av grønn epidot er høyest i udeformerte partier, mens sort biotitt opptrer i størst mengder i gneis- og mylonittpartier. Udeformert granitt inneholder i varierende mengde blå kvarts. Sterkest kommer dette tilsyne i Oklevik.
- * Årer og ganger: pegmatitt- og aplitt årer og ganger finnes i granitten, men ikke i så stor grad at det vil ha negative konsekvenser ved de lokaliteter som behandles her.

5.1.8. Markedsaspekter

Det er ikke så mange epidotgranitter i markedet, men brudd finnes i både Sverige, Angola og Brasil, for å nevne noen. Men selv om Hafslogranitten dermed ikke vil få like sterk konkurranse som f.eks. rød og grå granitt, vil en neppe kunne regne med et prisnivå over lav/middels (et sted mellom 3-5000 kr. pr. m³). Det er forfatterens mening at den udeformerte varianten er av størst interesse. Øyegneisene inneholder mer biotitt og mindre epidot, og har dermed en mer "ordinær" karakter, samtidig som vrakprosenten trolig blir høyere.

5.2. Solvorn

Det er kun øvre del av dalen ned til Solvorn hvor det er mulig å bryte granitt; terreng, bebyggelse og kulturlandskap gjør andre områder uaktuelle. Den beste lokaliteten er helt øverst i dalen, ovenfor (øst for) en høy skrent (kartbilag 93.051-3 og 93.051-4). I nord grenser granitten til finkornet granitt ved en skjærson som går omtrent langs gammel kjerrevei. I vest er det dyrket mark, mens veien ned til Solvorn avgrenser forekomsten i syd. Totalt dekker forekomsten et areal på ca. 70 X 150 meter.

I dette området er granitten relativt udeformert, med kun en svak orientering av fenokrystallene (plansje 3). Tynne skjærsoner med flere meters mellomrom opptrer - disse er steile og parallelle med skrenten i øst. Fargen er frisk rosa-grønn, dog kan forekomme avblekete partier; disse er imidlertid vanskelig å kartlegge ut ifra forvitret flate.

På overflaten synes oppsprekningen ubetydelig, benkning virker også tilfredsstillende selv om topografien gjør det vanskelig å bedømme dette. Terrenget er nesten flatt (fram til skrenten) og overdekning er ubetydelig - i regelen et tynt moselag.

Hvis omfattende skjerming for utsyn nede fra dalen er nødvendig, kan dette være problematisk; bruddet må

dermed ha form av et stort "hull" ("open pit"), noe som gjør driften dyr og begrenser mengde utdrivbar stein.

Forekomsten ved Solvorn er arealmessig ikke særlig stor, men er likevel det beste partiet av udeformert granitt i dette området. Videre undersøkelser bør inkludere tett prøvetaking (med liten bormaskin eller ved sprengning) for å få oversikt over fargevariasjoner, sprekkekartlegging og blokkuttak.

5.3. Oklevik

Forekomsten ligger syd for riksvei 55, på vestsiden av haugen ved Oklevik gård (kartbilag 93.051-3 og 93.051-5).

Området er temmelig overdekket, og det er derfor vanskelig å få oversikt over ensartethet og oppsprekning.

Granitten er her av udeformert type med blå kvarts. Imidlertid kommer blåfarven i kvarts best til syne på våte bruddflater, den er atskillig mindre iøynefallende på polert flate. Nede ved riksveien forekommer en del stikk i granitten, men dette er ikke observert i betydelig grad innen det avmerkete området.

Oklevik-forekomsten er trolig den mest interessante i området med tanke på farge/tekstur. Imidlertid er området overdekket, slik at en vet for lite om evt. variasjoner, oppsprekning og bruddforhold. I evt. videre undersøkelser må deler av forekomsten avdekkes (grøfting) og kartlegges i detalj. Det er videre mulig at kjerneboring bør utføres.

5.4. Hafslo Bygdealmenning

Området ligger ca. 350 meter syd for riksvei 55 (se kartbilag 93.051-3 og 93.051-5). Skogsvei går inn til forekomstens nordlige del fra riksveien, og til forekomstens sydlige del fra Oklevik. Bergarten er en forgneiset variant av Hafslo-granitt, noe som skyldes en kraftig skjærsone med nordlig fall som kommer tilsyne like syd for forekomsten. En flere meter tykk mylonitt er utviklet, og denne mylonittiseringen - eller forgneisningen - avtar gradvis med avstand fra skjærsonen (mot nord).

Gneisen er kraftig foliert, med øyne og linser, dels foldet, av blekrosa kalifeltspat. Grønn epidot er tilstede, men i noe mindre grad enn f.eks. i Oklevik. Siden biotittinnholdet er mer eller mindre proporsjonalt med grad av deformasjon, inneholder bergarten en del mer biotitt enn de udeformerte variantene av Hafslo-granitt.

Grad av oppsprekning som sees på overflaten er moderat. Dog er det grunn til å være på vakt mot foliasjonsoppsprekning på grunn av konsentrasjon av biotitt i foliasjonsplanet. Spesielt farlig synes en sekundær skjærfoliasjon som opptrer med ca. 15-20 graders vinkel til primærfoliasjonen (plansje 4b) å være. Med tanke på foliasjonsoppsprekningen er det vanskelig å forutsi blokkstørrelse, men det er uten tvil større usikkerhet knyttet til blokkoppnåelsen i gneisene enn i de mer massive granittene.

Terrenget er slakt stigende mot sydøst. En del løsmasseoverdekning i nord, lite eller ubetydelig i syd.

Forekomsten av forgneiset granitt ved Hafslo Bygdealmenning er tilsynelatende massiv, men usikkerhet er knyttet til oppsprekning langs foliasjonen(e). Videre er det noe usikkert i hvilken grad denne typen er markedsattraktiv i forhold til massive varianter. En evt. oppfølging i området bør omfatte detaljert kartlegging (oppsprekning, farge/tekstur) og prøveblokkuttak.

5.5. Orrabru

Forekomsten ved Orrabru ligger like syd for Hafslo Bygdealmemming, på andre siden av et dalsøkk (kartbilag 93.051-3 og 93.051-5, plansje 4b). Skogsvei fra Oklevik passerer gjennom forekomsten. Forekomsten utgjør en rygg i terrenget. På ryggen er blotningsgraden god, mer varierende i skråningen under.

Orrabru-forekomsten er svært lik forekomsten ved Hafslo Bygdealmemming, og det er følgelig unødvendig å gjenta disse beskrivelsene. Også her anbefales en detaljert kartlegging av forekomsten hvis oppfølging skal utføres.

5.6. Dvergedal - Helvetesfossen

Det gjeldende området befinner seg på vestsiden av riksvei 55, mellom ankomstveien til Dvergedal (nord) og Helvetesfossen (syd); se forøvrig kartbilag 93.051-3 og 93.051-6.

Granitten er i dette området noe varierende i kvalitet, men i beste partier er den svakt foliert (noe mer enn Oklevik) og har rimelig god farge (rosa-grønn). Oppsprekning er moderat, og store blokker bør være mulig å få ut - dog med middels til høy vrakprosent. Flere forkastninger/skjærsoner finnes i området, og granitten er atskillig mer foliert/oppsprukket nær disse, spesielt i den nordligste delen. Små kropper med finkornet granodioritt opptrer, spesielt i de sydlige deler av området.

Terregnet er småkollet med små dalsøkk som følger skjærsoner. I regelen faller terrenget bratt ned mot veien. Overdekning er ubetydelig innen de avmerkete områdene. Beliggenheten er gunstig - nær vei - og evt. drift vil være til liten sjenanse. Kraftlinje går over de nordlige deler av området; dette kan føre til driftsmessige begrensninger.

Området Dvergedal-Helvetesfossen kan være interessant for lokalisering av blokksteinsbrudd. Detaljert geologisk kartlegging med vekt på farge/tekstur, oppsprekning og brytningsforhold anbefales.

5.7. Konklusjoner og anbefalinger

Udeformert og lite deformert Hafslogranitt er trolig mest interessant som naturstein, både av markedsmessige og brytningsmessige årsaker. Detaljert kartlegging av farge/tekstur (helst med bærbar kjerneboringsmaskin) og oppsprekning anbefales innen definerte områder. Lite deformert granitt i Solvorn, Oklevik og Dvergedal-Helvetesfossen bør prioriteres først, deretter deformert granitt (øyegneis) ved Hafslo Bygdealmemming og Orrabru. På et senere stadium kan blokkuttak, løsmasseavdekning og muligens også kjerneboring bli nødvendig.

6 Granittisk gneis Våge

Type: Granittisk gneis/øyegneis

Farge: Rød

Lokalitet:

Våge, Askvoll kommune: UTM 287350 6800300

Kartblad: 1117-4 Askvoll

6.1. Beskrivelser

6.1.1. Driftshistorie/geologiske undersøkelser

Et gammelt granittbrudd er beskrevet fra området; trolig omfattet denne driften småuttak til lokal bygningsstein. Drift i nyere tid og i større omfang er ikke kjent. Videre er heller ikke kjent tidligere geologiske undersøkelser av denne med tanke på naturstein, med unntak av mineralogiske beskrivelser gitt av (NTH, 1980). Området er kartlagt av Skjerlie (1985).

6.1.2. Utstrekning/beliggenhet

Rød, granittisk øyegneis gneis dekker store deler av halvøyen vest for Våge ytterst i Vilnesfjorden. Området er lett kupert, med høyeste punkt ca. 250 moh. Det er gradvise overganger mellom gneis og omkringliggende amfibolitt, og innslaget av rød gneis varierer fra små ganger i yttersonene til nesten 100% i de sentrale soner. Løsmasseoverdekning i området er stort sett av liten betydning.

Liknende øyegneis opptrer i begrenset omfang i Hyllestad kommune, men vil ikke bli behandlet i detalj i denne rapporten.

6.1.3. Tektonostratigrafi

Vågegneisen tilhører prekambrisk grunnfjell i vestlige deler av fylket. Skjerlie (1985) plasserer gneisen inn i Jostedalskomplekset, som i tillegg til de røde granittiske gneisene inneholder båndete gneiser. Omdannede suprakrustalbergarter og gneiser tilhørende Vevringkomplekset opptrer i nord, syd og vest.

6.1.4. Geologisk beskrivelse

Våge-gneisen er en rød, grovkornet mikroklingranitt som i større eller mindre grad er forgneiset/mylonittisert (plansje 5a). Rød mikroklin feltspat opptrer som <2 cm. store fenokrystaller eller porfyroblaster i de deformerte variantene. I de mest deformerte variantene er disse ytterligere utdratt til tynne, røde bånd. Andre hovedmineraler er plagioklas, kvarts (begge i hvite bånd), biotitt og lys glimmer (begge i mørke, tynne bånd). Aksessoriske mineraler er epidot, titanitt og apatitt (NTH, 1980).

Ertsmineraler opptrer i små mengder, dominerende som små, spredte korn av svovelkis.

Omdanning av glimmer har resultert i dannelse av små mengder kloritt, mens feltspat viser tegn til sericittisering og kaolinisering; sistnevnte har ført til gropdannelser i og rundt feltspatkorn, noe som virker svært skjemmende på polerte flater. Det er usikkert i hvilken grad dette fenomenet avtar ved økende dybde.

Teksturen er overveiende øyetekstur med overgang til finbåndet tekstur.

6.1.5. Kvalitet

Det er ikke utført tester av fysiske egenskaper på Våge-gneisen. En kan imidlertid regne med at mekaniske egenskaper er tilfredsstillende. Holdbarhet er avhengig av porøsitet/permeabilitet, kisminaler og omdanning. Ut ifra enkle forsøk synes vannmetningsgraden å være middels, dvs. hverken bedre eller verre enn vanlig for granittiske gneiser. Vannmetningsforsøk utført av NTH (1980) støtter dette. Imidlertid virker gropdannelsen i og rundt feltspat svært skjæmmende på polert flate; selv om disse gropene ikke påvirker permeabiliteten nevneverdig, kan de indikere at gneisen lett omdannes ved eksponering utendørs og/eller ved påvirkning av sure løsninger.

6.1.6. Driftsforhold

De viktigste geologiske faktorer av betydning for drift er følgende:

- * Gneisen varierer mye i tekstur; over korte avstander kan en gå fra lite deformert granitt til sterkt forgneiset granitt. Slike variasjoner bør ikke forekomme innen et bruddområde. Det er svært usikkert om det er mulig å lokalisere et område som er ensartet nok.
- * Oppsprekning; Generelt er oppsprekningen i området høy, slik at store blokker i i regelen er vanskelig å få ut. Små områder med mindre oppsprekning finnes dog, men det er usikkert om disse er gode nok.

6.1.7. Markedsaspekter

Våge-gneisen har i de beste partier fin farge og tekstur, og kan således være markedsinteressant. Imidlertid finnes det en rekke liknende bergartstyper i markedet, og det er tvilsomt om en kan oppnå mer enn middels priser for blokk (3-6000 kr. pr. m³). Dette medfører at en må ha svært gode driftsforhold for å få til lønnsom drift, noe som synes å være vanskelig i området. I tillegg vil groper/hulrom helt klart slå negativt ut i markedssammenheng.

6.2. Konklusjon og anbefalinger

Våge-gneisen har en fin, rød farge og attraktiv tekstur. Imidlertid synes oppsprekningsgraden og variasjoner i type/tekstur å være betydelig, slik at det kan bli vanskelig å lokalisere egnete forekomster. Som oppfølging anbefales ca. 2 dagers geologisk kartlegging i området for å klarlegge disse spørsmålene. Forekomsten bør ikke prioriteres høyt på lista.

7 Granitt i Aurland og Lærdal

7.1. Generelle beskrivelser

7.1.1. Tidligere drift/geologiske undersøkelser

Tidligere drift på granitt i Aurland og Lærdal kommune begrenser seg til småskala brytning til lokale formål.

I Vassbygdi ved Belle, Aurland, ble rundt 1920 tatt ut og hugget finkornet, grå granitt til grunnmurstein, gravmonumenter, trappetrinn og portstolper (Russenes, 1985).

Ved Voll i Lærdal er på samme måte tatt ut/hugget lys grå porfyrgranitt.

Av geologiske undersøkelser rettet mot naturstein i området kjennes kun til befaringer gjort av fylkesgeologen i Aurland kommune (Russenes, 1985). Rapporten inkluderer vurderinger fra en steinindustribedrift.

7.1.2. Geologisk beskrivelse

Granittiske bergarter i området opptrer fortrinnsvis innen grunnfjellsvinduer (områder der overliggende skyvedekker er erodert bort). Det største av disse befinner seg i området mellom Vassbygdi og Lærdal, og består hovedsakelig av ulike migmatittgneiser, øyegneiser og gneisgranitter. Ved Vassbygdi finner vi finkornete grå og lite deformerte granitter i veksling med migmatittiske gneiser, mens vi i Lærdal finner relativt mektige soner med grå porfyrgranitt/øyegneis med varierende deformasjonsgrad.

Noe lengre syd, ved Geiteryggen, finner vi to små grunnfjellsvinduer der hovedbergarten er porfyrisk granitt. Oppå granitten ligger fyllitt tilhørende overliggende enheter, og sterk tektonisk påvirkning av granitten kan ses i økende grad i retning kontakten.

7.2. Porfyrgranitt, Vestredal

Type: Porfyrgranitt

Farge: Hvit-grønn-(rosa)

Lokalitet:

Vestredal, Aurland Kommune

UTM: 421800 6735200

Kartblad: Hardangerjøkulen 1416 I

Porfyrgranitt er blottet i to små grunnfjellsvinduer nord for Geiteryggtunnelen. Vinduene har en svak domform (oppbuling) slik at overliggende bergarter omslutter dem på alle kanter. Nær skyvekontakten er porfyrgranitten svært tektonisert, og det er kun det sentrale området av det sydligste vinduet som i utgangspunktet synes interessant til natursteinsformål (Vestredal; kartbilag 93.059-8), og som i denne sammenheng er undersøkt.

Granitten i Vestredal er mineralogisk svært lik Hafslo-granitten (hovedminerale rosa eller blekrosa kalifeltspat, grønn epidot, kvarts og biotitt), men fenokrystallene er som regel blekere rosa eller nesten grålig. Kun i de sydlige deler av området er granitten helst rosa. I de nordlige deler, bl.a. i det mest homogene og

massive partiet, er granitten mer grønn-grå enn grønn-rosa.

I store trekk er granitten svært oppsprukket i området, spesielt mot syd nær grensen til overliggende metasedimenter. I tillegg opptrer mye kvartsårer, pegmatittårer- og ganger og inneslutninger, dette betraktes som negativt i natursteinsammenheng. I det avmerkete området er granitten noe bedre mht. oppsprekning, men ikke mht. årer og ganger. Dette medfører at vrakprosenten i området vil måtte bli høy.

Denne type granitter vil i beste fall oppnå middels pris i markedet. Dette medfører at produksjonsforhold må være ytterst gode, noe som betviles.

Et annet viktig aspekt er beliggenheten; for det første vil snøforhold trolig medføre sesongdrift. For det andre må påregnes relativt lang transport til kai, og for det tredje er området et attraktivt friluftsområde.

Forekomsten er altså i utgangspunktet marginal med tanke på lønnsom drift, og i tillegg er beliggenheten problematisk. Ingen videre undersøkelser anbefales.

7.3. Porfyrgranitt, Voll

Type: Porfyrgranitt

Farge: lys grå

Lokalitet:

Voll, Lærdal Kommune UTM: 420500 6769100

Kartblad: Lærdalsøyri 1417-2

Ved Voll i Lærdal finnes et gammelt granittbrudd i lys grå porfyrgranitt (kartbilag 93.059-9). Bruddet er ca. 8 meter høyt og 30 meter langt. Tilsynelatende er hovedsakelig stein til fyllinger, pukk, etc. tatt ut.

Porfyrgranitten er lys grå, og hovedmineraler er lys kalifeltspat (fenokrystaller) i en grunnmasse av kvarts, hvit plagioklas, biotitt og diverse omdanningsprodukter. Bergarten er foliert. Sprekkesetettheten er moderat til høy. I tillegg er brukt hardt sprengstoff ved tidligere drift, slik at steinen flere meter bak bruddfronten må betraktes som ødelagt til natursteinsformål. Topografien ellers i området synes ikke særlig gunstig for drift.

Porfyrgranitt som dette prises lavt i markedet. Dette betinger svært gunstige produksjonsforhold, noe som ikke er tilstede ved Voll.

Porfyrgranitten ved Voll regnes følgelig ikke å være interessant som naturstein. Ingen videre undersøkelser anbefales.

7.4. Granitt Belle

Type: granitt

Farge: mørk grå

Lokalitet:

Belle, Aurland Kommune UTM 410250 6750150

Kartblad: Aurlandsdalen 1416-1

Ved Vassbygdi i Aurland er tidligere tatt ut finkornet, grå granitt til gravmonumenter, grunnmurstein og trappetrinn (kartbilag 93.059-10). I det gamle bruddet opp mot fjellskrenten er tatt ut ca. 1000 kbm. stein i følge Russenes (1985).

Granitten er etter sigende lett å hugge/splitte, og synes rimelig godt egnet til utestein. På polert flate blir imidlertid utseende noe mørkt og kjedelig, og granitten vil bli priset svært lavt.

Bruddet ligger dessuten nær bebyggelse, og terrenget er svært bratt og ugunstig for bruddvirksomhet. Oppsprekning er dog moderat.

Tatt i betraktning forekomstens størrelse, beliggenhet og topografi, samt at granitten er en typisk lavprisinde, kan konkluderes med at forekomsten ikke er egnet til industriell drift på naturstein.

8 Øyegneis Stryn-Olden

Type: Kvartsmonzonitt, vesentlig omdannet til øyegneis

Farge: Rosa til fiolett

Lokaliteter:

-Melkevoll, Stryn kommune: UTM 384400 6839150 (kartblad 1318-2)

-Breg, Stryn kommune: UTM 391650 6858600 (kartblad 1318-1)

-Strynsvannet, Stryn kommune: rundt store deler av vannet

Kartblad: 1318-1 Stryn

1318-2 Brigsdalsbreen

1418-4 Lodalskåpa

8.1. Generelle beskrivelser

8.1.1. Driftshistorie

I Olden ved Melkevoll ble det tatt ut mindre kvanta med øyegneis, trolig til grunnmurer, gravmonumenter, trapper og liknende. Annen drift i området er ikke kjent.

8.1.2. Utstrekning/beliggenhet

Kvartsmonzonitt/øyegneis utgjør store deler av berggrunnen rundt Strynsvann, Loenvann og sydlige deler av Oldevann inn mot Brigsdalsbreen (fig. 93.059-11). Topografien i området er svært vanskelig, slik at det er kun mindre områder i dalførene hvor tilgjengeligheten er tilfredsstillende for natursteinsdrift.

Middels- til finkornet granitt i svakt rosa til gulige fargenyanser opptrer som små kropper i øyegneisen ved Strynsvann. Disse er imidlertid for små og for oppsprukket til å være av interesse, og vil ikke bli behandlet videre.

8.1.3. Tektonostratigrafi

Sonen tilhører grunnfjellet, og er regnet til å være av senprekambrisk alder (Lutro & Tveten, 1985/1988). I området ellers dominerer ulike granittiske og diorittiske gneiser av omtrentlig samme alder.

8.1.4. Geologisk beskrivelse

Kvartsmonzonitten er i regelen omdannet til øyegneis, der teksturen domineres av store krystaller, eller "øyne" (4-40mm), av rosa til fiolett kalifeltspat i en båndet grunnmasse bestående av hvit plagioklas, kvarts (18% ved Melkevoll; NTH, 1980) og biotitt (plansje 5c). Aksessoriske mineraler er titanitt og apatitt. Noe kis er tilstede og rustflekker rundt disse er observert i veiskjæringer. Båndingen (foliasjonen) er tildels kraftig utviklet, og kan i enkelte sammenhenger være "åpen" (dvs. oppsprekning parallelt med denne).

Omdanningsgraden og deformasjonen av kvartsmonzonitten varierer i området, slik at flytende overganger mellom lite deformert og svært deformert monzonitt finnes. Dess større grad av deformasjon, dess sterkere bånding og biotittinnhold. I alle de undersøkte lokalitetene er "øyegneis" en mer dekkende betegnelse enn "kvartsmonzonitt".

8.1.5. Kvalitet

Materialprøving av steinen er ikke foretatt, men det er likevel grunnlag for å si noe om kvaliteten. Sterk foliasjon og høyt biotittinnhold de fleste steder gjør at bergarten lett splittes opp i flak parallelt med foliasjonen. Det er sannsynlig at dette også lett forekommer under brytning og bearbeiding, kanskje til og med under bruk. Denne muligheten for mye brekkasje må regnes som en stor svakhet med bergartskvaliteten. Videre er det en viss fare for rustdannelser i forbindelse med kisminerale, og i tillegg vil slike og andre misfarginger lett kunne spres i steinen pga. høy permeabilitet ("åpen" foliasjon). Porøsiteten er svært høy sammenlignet med andre natursteinsobjekter i Sogn og Fjordane (NTH, 1980).

8.1.6. Driftsforhold

Det er spesielt følgende trekk som vil få konsekvenser for evt. drift på øyegneisen:

- * Høy oppsprekning parallelt med foliasjonen (flak-oppsprekning).
- * Stor fare for brekkasje pga. bergartens høye biotittinnhold og derav "løse" struktur.
- * Terrengforholdene er svært vanskelige, og kun få og små områder er tilgjengelige.

8.1.7. Markedsaspekter

Bergarten har for såvidt en interessant rosa-fiolett farge, men det høye biotittinnholdet gjør den likevel temmelig mørk på bearbeidet flate. Det er lite sannsynlig at øyegneisen prismessig når opp til et nivå som kan veie opp mot de tekniske og kvalitetsmessige problemene. Det antas lavt prisnivå.

8.2. Melkevoll, Olden

Like ved veien øverst i dalen finnes et gammelt brudd i øyegneis (fig. 8.1.a). Flere større blokker er tatt ut her til lokal bygningsstein. Bruddet er imidlertid anlagt i store rasblokker, og en må relativt langt opp i den bratte dalsiden for å finne fast fjell. I hovedsak er blokkene kilt ut uten sprengning. En god del stikk og "åpen" foliasjon ses i de blokkene som ligger igjen i bruddet.

Forekomsten ved Melkevoll kan ikke gi grunnlag for natursteinsdrift etter dagens standard.

8.3. Breng, Loen

Ved Breng i Loen sees store sva av øyegneis oppover dalsiden langs fossen øst for veien (fig. 8.1.b). Foliasjonen ligger her omtrent parallell med fjellsiden. Svært lite steile sprekker ses, men til gjengjeld er foliasjonsoppsprekning betydelig, og vil vanskeliggjøre uttak av store blokker. I tillegg finnes det mye kvarts- og pegmatittårer i bergarten som i markedssammenheng er å betrakte som "feil". Bruddforhold ellers må sies å være dårlig pga. bratt terreng. I tillegg er området attraktivt i turistsammenheng, og evt. drift vil nødvendigvis være lett synlig.

Forekomsten ved Breng er altså for oppsprukket, inneholder for mye "feil" og har en for ugunstig beliggenhet til at den er interessant til natursteinsformål.

8.4. Strynsvann

Bå begge sider av Strynsvann ses øyegneis i veiskjæringene. I alle de befarte områdene er oppsprekningsgraden høy, slik at store blokker ikke kan oppnås.

Også ved Strynsvann er altså oppsprekningsgraden for høy til at området er av interesse.

8.5. Konklusjoner

Kvartsmonzonitt/øyegneis i Stryn kommune er av tekniske, kvalitetsmessige og markedsmessige årsaker ikke regnet til å være av interesse til natursteinsformål. Ingen videre undersøkelser anbefales.

9 Migmatittgneis Leikanger

Type: Migmatittgneis

Handelsnavn: Crystal Pink

Farge: Rosa

Lokalitet:

Verken, Leikanger kommune: UTM 377200 6785500

Kartblad: 1317-2 Leikanger

9.1. Beskrivelser

9.1.1. Tidligere drift

I steinbruddet ved Verken er tatt ut pukk til vegformål og utkilt blokkstein til forblending og murer. Steinen kan ses i en rekke murer i Leikanger. I tillegg er prøveprodukter framstilt i nyere tid av Prospektering A/S, og flis/plater er montert i lokalene til A. Wilhelmsen & Co., Aker brygge (fig. 9.1.a; Russenes, 1991).

9.1.2. Geologiske undersøkelser

Mineralogiske beskrivelser av Verken-gneisen ble gjort etter anmodning fra fylkesgeologen (NTH, 1980). Videre geologiske undersøkelser, prøveframstilling og markedsundersøkelser er utført av Prospektering A/S (Hultin, 1989).

9.1.3. Tektonostratigrafi

Verken-gneisen utgjør en liten enhet innen seinprekambriske grunnfjellsgneiser i området. Enheten er ikke skilt ut på geologisk kart (kartblad 1317-2; Bryhni et. al., 1978).

9.1.4. Utstrekning og beliggenhet

Gneisen har en mektighet på ca. 200 meter, og et ca. 35 graders fall mot nord (kartbilag 93.059-12). Den kan følges fra Verkeneset over i dalen øst for Grinde, der den trolig blir kuttet av en forkastning. Liknende gneistyper (muligens samme enhet) finnes igjen ved sjøen ved Holene. I dette området blir de prekambriske gneisene kuttet av en skyveforkastning med fyllittiske bergarter over.

9.1.5. Geologisk beskrivelse

Verken gneisen er en rosa migmatittgneis med et jevnt, svakt flammet utseende (blir gjerne betegnet som "flammegneis"). Hovedmineraler er rosa kalifeltspat, kvarts (17%; NTH 1980), biotitt og plagioklas. Av underordnede mineraler kan nevnes titanitt, apatitt, zirkon, mens små mengder av epidot og finkornet lys glimmer finnes som omdanningsprodukter i feltspat. Noe, men svært lite, svovelkis finnes. Teksturen er overveiende flammet, migmatittisk med små kontraster mellom nydannete relikte soner.

Gneisen er ensartet i utseende, men kan likevel i partier skjemmes av hvite kvartsårer.

Oppsprekning er i store deler av området rundt det gamle bruddet tilfredsstillende; avstand mellom terrengparallele benker og steile sprekker er stor. Imidlertid finnes begrensede steile soner med tett

oppsprekning (øst-vest og nordøst-sydvest), men i hovedsak representerer ikke disse noe vesentlig problem. Oppsprekning i det gamle bruddet er høy, noe som for en stor del skyldes "harde" skytemetoder. Derfor kan ikke steinen i selve bruddet nyttes som naturstein (fig. 9.1.b).

Terrengforhold, tilgjengelighet og bebyggelse tatt i betraktning er området bak det gamle bruddet det eneste aktuelle til brytning av naturstein.

9.1.6. Kvalitet

Porøsitet er relativt høy i forhold til andre harde steintyper (NTH, 1980) men trenger likevel ikke ha stor betydning for bruk av steinen. Det er lite kis i gneisen, men små rustprikker fremkommer i det gamle bruddet rundt korn av svovelkis. Dette kan indikere at gneisen ved bruk til enkelte utendørs formål kan misfarges. Det vil være nyttig å få utført flere tester (styrke, vannmetning/kapillaritet og holdbarhet) på Verken gneisen.

9.1.7. Driftsforhold

Det er først og fremst følgende forhold som har betydning for drift i forekomsten:

- * **Størrelse:** Topografi og bebyggelse/vei begrenser bruddets størrelse. Kun området mellom det gamle bruddet og fjellskrenten synes å være aktuelt. Dette medfører at noen "stordrift" ikke er aktuelt i området.
- * **Nærhet til vei og kraftlinje:** Bruddet vil befinne seg nær veien og kraftlinje. Dette kan gi begrensninger for brytning.
- * **Oppsprekning:** I regelen er gneisen massiv nok til blokkdrift, kun mindre soner med tette stikk/sprekker må skrotes.
- * **Bruddetablering:** Bruddet må åpnes på nytt for evt. blokksteinsdrift. Skytestikk har ødelagt blokkkvaliteten nær den gamle bruddfronten, slik at det må fjernes noen meter fjell bak denne. Disse massene kan imidlertid brukes til å bedre adkomsten til nytt brudd.
- * **"Feil":** kvartsårer og liknende opptrer i en viss grad i gneisen. Imidlertid synes avstanden mellom disse å være tilstrekkelig stor og de opptrer regelmessig (f.eks. parallelt med benkningen). Derfor er det lite sannsynlig at slike feil får store konsekvenser for blokkoppnåelsen.
- * **Bearbeiding:** gneisen er lett å kile/bearbeide (erfaringer fra tidligere drift/prøveproduksjon) noe som kan virke gunstig inn på produksjonskostnadene.

9.1.8. Markedsaspekter

Migmatittgneiser tilsvarende Verken er normalt i middels prisgrupper i det internasjonale markedet (4-8000 kr. pr. m³). Selv om svært mange typer migmatittgneis for tiden finnes på markedet vil feilfrie blokker med ensartet farge/tekstur oppnå markedsfordeler framfor andre. I så måte kan Verken-gneisen ha fordeler.

9.2. Konklusjon og anbefalinger

Verken gneisen er undersøkt tidligere med tanke på natursteinsdrift, og prøveproduksjon/markedsundersøkelser viser at gneisen er attraktiv til flere formål. Middels prisnivå indikeres. I første rekke vil etablering av bedre brudd innenfor det gamle og påfølgende prøvedrift/salg være hensiktsmessig. Det anbefales også å utføre flere tester av materialegenskaper.

10 Gneis i Balestrand

Type: Migmatittgneis/granittisk gneis

Farge: Rosa

Lokalitet:

Kallestad, Balestrand kommune: UTM 366800 6781450

Kartblad: 1317-3 Kvamsøy

10.1. Beskrivelser

10.1.1. Driftshistorie

Det er ikke kjent noen form for natursteinsdrift på migmatittgneis i dette området, heller ikke tidligere geologiske undersøkelser.

10.1.2. Utstrekning og beliggenhet

I området mellom selve Balestrand og Sandviki (ca. 10 km. syd for Balestrand) opptrer rosa granittisk gneis i veksling med båndet/flammet migmatittgneis. Liknende gneiser opptrer lengre vest og nord, men det er kun i det nevnte området at massivitet/ensartethet er god nok til å forsvare natursteinsundersøkelser. Spesielt i de sydlige deler av dette området er topografien såpass gunstig at det finnes grunnlag for etablering av brudd. Overdekning kan være betydelig i soner, men som regel står mindre rygger med eksponert gneis opp med regelmessige mellomrom.

10.1.3. Tektonostratigrafi

Gneisen er på geologisk 1:250.000 kart markert som "granittisk til migmatittisk gneis" (Lutro & Tveten, 1988). Alder er usikker, men mest sannsynlig seinprekambrisk. I de sydlige deler av området opptrer flere større og mindre linser av amfibolittiske bergarter.

10.1.4. Geologisk beskrivelse

I området som er avmerket på kartbilag 93.059-13 opptrer båndet til flammet migmatittgneis i veksling (varierende skala) med mer homogen, svakt båndet granittisk gneis. Fargen er lakserosa med sorte spetter/bånd av biotitt (plansje 6). Hovedmineraler er rosa kalifeltspat, blålig kvarts, biotitt og plagioklas. Magnetkis opptrer i varierende grad, svovelkis i mindre grad som svært små og spredte korn. Omdanningsprodukter er grønn epidot (i liten grad) og finkornet lys glimmer (svært liten grad). Gneisene er middelskornet, men i migmatittiske varianter forekommer grovkornete partier med kvarts og kalifeltspat.

Gneisene viser store likheter med Verken-gneis (samme bunnfarge) men har i regelen noe høyere biotittinnhold (virker mørkere og mer spettet) og blålig kvarts.

Oppsprekningsgraden i gneisene er moderat til lav; dette medfører at det er rimelig stor sannsynlighet for oppnåelse av større blokker.

10.1.5. Kvalitet

Ingen tester av materialegenskaper er utført. Det innsamlete prøvematerialet indikerer imidlertid at materialegenskapene vil være omtrent på gjennomsnittet for "granitt" med tanke på styrke, vannabsorpsjon/porøsitet, etc. Kisinnholdet (spesielt magnetkis) er noe høyt, og kan medføre rustfarging ved bruk. Imidlertid er ikke kisinnholdet verre enn f.eks. Steigen-granitt, som brukes til en rekke formål. Biotittinnholdet er noe høyt i prøvene, og dette kan få konsekvenser for bl.a. polering (biotitt "plukkes" under sliping).

10.1.6. Driftsforhold

Området er ikke undersøkt i detalj, men følgende trekk vil være viktig å få avklart i evt. videre arbeid:

- * **Bergartstyper:** vekslingen mellom migmatittisk og granittisk gneis, spesielt omfang/utbredelse av de migmatittiske gneisene.
- * **Oppsprekning:** Sprekkesetettheten er moderat i de befarte områdene, men tett oppsprekning kan forekomme i begrensede soner.

10.1.7. Markedsaspekter

Migmatittiske gneiser av denne typen opptrer gjerne i midlere prisklasser i markedet (4-8000 kr. pr. m³). Den mer homogene granittiske gneisen vil trolig falle dårligere ut mht. pris.

10.2. Konklusjoner og anbefalinger

Migmatittiske gneiser i Balestrand er i utgangspunktet interessant som naturstein. Mer homogen, granittisk gneis i samme området er trolig ikke fullt så interessant. Massive, tilgjengelige partier finnes, og området bør undersøkes nærmere ved geologisk kartlegging og prøveblokkuttak hvis resultatene av kartleggingen er positive. Omfanget av kartleggingen bør i første rekke ligge rundt 3-4 feltdager.

11 Øyegneis Gulen

Type: Øyegneis

Farge: Rosa

Lokaliteter:

-Rutledal, Gulen kommune: UTM 295350 6777500 (kartblad 1117-2)

-Eivindvik, Gulen kommune: Flere lokaliteter (kartblad 1116-4)

Kartblad: 1117-2 Risnesøyna
1116-4 Austrheim

11.1. Generelle beskrivelser

11.1.1. Geologiske undersøkelser

Øyegneisen i Gulen ble undersøkt med sikte på naturstein av Prospektering A/S i perioden 1984-88 (Hultin, 1988). NTH (1980) har gjort mineralogiske beskrivelser.

11.1.2. Utstrekning og beliggenhet

Øyegneis, stort sett rosa, utgjør store deler av området rundt Rutledal og vest for Nordgulen (kartbilag 93.059-14). Terrenget er kupert, men ikke spesielt bratt, og høyeste fjell er Brosviksåta like nord for Nordgulen. Grenseforhold til omkringliggende, eldre bergarter er intrusiv, tektonisk modifisert.

11.1.3. Tektonostratigrafi

Øyegneisene i Gulen har samme, noe usikre tektonostratigrafiske plassering som Våge-gneisen (kap. 6). Alder er usikker, men mest sannsynlig seinprekambrisk. Øyegneisen er omgitt av udifferensierte suprakrustaler og paragneiser som gneisen trolig har trent inn i.

11.1.4. Geologisk beskrivelse

Gneisen har en noe uregelmessig, småfoldet øyetekstur, der rosa kalifeltspat opptrer som "øyne" eller utdradde linser. I tillegg til kalifeltspat er kvarts, plagioklas og biotitt hovedmineraler. Kvarts og plagioklas opptrer sammen i lyse bånd, mens biotitt definerer sorte bånd eller linseformete aggregater parallelt foliasjonen. Feltspatmineralene er tildels sterkt omdannet, biotitt i mindre grad. Omdanningsprodukter er sericitt (finkornet, lys glimmer), epidot og kloritt. Spesielt i Eivindvik er epidotinnholdet høyt, slik at gneisen får lys grønne bånd. Andre aksessoriske mineraler er titanitt og apatitt. Ertsmineraler er svovelkis og magnetkis, men dog i små mengder som små, spredte korn. Det er lite trolig at kisinnholdet vil ha særlig mye å si for kvalitet.

I området som helhet viser øyegneisen store variasjoner i farge, og er mange steder mer grå enn rosa. De beste, rosa variantene finnes like nord for fergeleiet ved Rutledal. Men også her kan gneisen vise lagvise fargevariasjoner mellom lysere og mørkere rosa. Området sto sentralt i undersøkelsene Prospektering A/S utførte i 80-årene, og det er ikke nye indikasjoner på at bedre lokaliteter finnes andre steder. Ved Eivindvik er gneisen noe annerledes i karakter, med en lys grønn farge i grunnmassen og med biotittaggrater samlet i flekker/linser framfor i tynne bånd.

Oppsprekningsgrad er generelt høy i området, men moderat ved Eivindvik og moderat til liten i Rutledal. Benkeavstand er tilfredsstillende i de to områdene.

11.1.6. Kvalitet

Materialprøving av gneisen er ikke utført. Porøsitetmåling er imidlertid gjort for gneis ved Rutledal (NTH 1980), og vannmetning kan sies å være middels. Gneisen virker ellers hel og solid, og det er sannsynlig at tekniske egenskaper ellers ligger nær opptil gjennomsnitt for granitt. Dette medfører at gneisen teknisk sett vil være nyttbar til de fleste formål. Likeså gir ikke veiskjæringer o.l. indikasjoner på særlig misfarging over tid.

11.1.7. Driftsforhold

Følgende aspekter vil være av betydning for drift i området:

- * Terrengforhold, nærhet til vei og kai er gunstig ved de to lokalitetene som er beskrevet under, spesielt for lokaliteten ved Rutledal.
- * Fargevariasjonene kan være problematisk i området, og er vanskelig å forutse på forvitret flate.
- * Oppsprekningsgraden er moderat, og muliggjør uttak av salgsblokk ved Rutledal. Ved Eivindvik er oppsprekningen noe høyere, og blokkoppnåelsen derfor noe mer usikker.

11.1.8. Markedsaspekter

Gneiser av denne typen tilhører midlere til lavere priskategorier i markedet. Dette medfører at svært gunstige driftsforhold er nødvendig for å forsvare drift. Spesielt Eivindvik-varianten antas å falle dårlig ut prismessig, først og fremst på grunn av et noe "grumsete" utseende med store biotittflekker.

11.2. Rutledal

Ved Videhammaren like nordøst for Rutledal er de fineste, rosa variantene av øyegneisen (plansje 7a). Bergarten er relativt rik på rosa kalifeltspat, og kvarts/plagioklas opptrer i begrensede mengder og kun som tynne, lyse bånd. Bioitt er begrenset til tynne bånd. Dog ses også her lagvise forskjeller i farge (blek og mindre blek rosa) i friske brudd, noe som er problematisk å følge på forvitrete flater. Benkning og oppsprekning muliggjør uttak av store blokker, men vrakprosenten kan likevel, på grunnlag av mulige fargevariasjoner, bli høy. Lokaliteten er i undersøkelser utført av Prospektering A/S utpekt som den mest interessante i Gulen.

Det er dog grunn til å stille spørsmålstegn ved om brytningsforholdene er gode nok til å kunne oppnå lønnsomhet med bakgrunn i antatt prisnivå på gneisen; et slikt prisnivå betinger optimale brytningsforhold.

11.3. Eivindvik

Noe vest for Eivindvik (eks. Grønevika) er øyegneisen noe annerledes enn ved Rutledal; Innholdet av kalifeltspat er mindre, og lysegrønne bånd med kvarts, plagioklas og epidot er mer dominerende (plansje 7b). Biotitt opptrer mer som linser og flekker enn bånd, og gir bergarten et mer sortspettet utseende; sannsynligvis vil dette slå ut i negativ retning i markedssammenheng i tillegg til at faren for at biotitten rives opp ved bearbeiding og bruk er til stede.

Oppsprekningsgraden er moderat, men likevel for høy til at svært kostnadseffektiv, storblokket produksjon er mulig.

Det antas at varianten ved Eivindvik er mindre attraktiv og aktuell som naturstein enn Rutledal.

11.4. Konklusjoner og anbefalinger

Ved Rutledal finnes den mest interessante variant av rosa øyegneis i Gulen. Likevel antas et relativt lavt prisnivå på steinen, og det er tvilsomt om driftsforholdene er gode nok for lønnsom produksjon under disse betingelsene. Videre geologiske undersøkelser anbefales ikke medmindre det foreligger sterke grunner til å trekke andre konklusjoner mht. markedsaspektene.

12 Øyegneis Hornindalsvann

Type: Øyegneis/mylonitt

Farge: Gråblå

Lokalitet:

Kjøspollen, Stryn kommune: UTM 368350 6870150

Kartblad: 1318-4 Hornindal

12.1. Beskrivelser

12.1.1. Geologiske undersøkelser

Disse øyegneisene er kartlagt av Bryhni (1972) under hans arbeid med kartblad Hornindal (1318-4). Mikroskopering av prøver og porsøsitetsundersøkelser er gjort av NTH (1980) på basis av innsendte prøver.

12.1.2. Utstrekning og beliggenhet

Øyegneisen opptrer i en øst-vest gående sone like syd for Kjøspollen ved Hornindalsvann som fremgår av kartbilag 93.059-15. Terregnet er overveiende slakt og småkollet, men stiger jevnt mot syd.

12.1.3. Tektonostratigrafi

Bryhni (1972) navngir øyegneisenheten "Øyebakken gneis", og grupperer den under prekambriske bergarter som er deformert under den kaledonske fjellkjededannelsen. Likheter mellom øyegneisen og mylonittsonene under og i mangerittene nær Måløy er forøvrig slående, og det er godt mulig at øyegneisen representerer mylonittisert mangeritt og/eller rapakivgranitt.

12.1.4. Geologisk beskrivelse

"Øynene" utgjøres av store, rundete kalifeltspatkrystaller (opp til 5cm) med blågrå farge. Disse opptrer i en kraftig foliert, finkornet grunnmasse med vekslende sorte biotittrike og lyse kvarts-plagioklasrike bånd (plansje 5b). Spesielt bør bemerkes glimmerinnholdet, som er svært høyt; dette kan medføre at bergarten lett spaltes langs glimmerskiktene. Underordnede mineraler inkluderer lys glimmer, epidot, kloritt, apatitt og titanitt. Kismineraler opptrer i svært liten grad, enkelte oksyder finnes som små og spredte korn.

Den kraftige foliasjonen medfører at gneisen sprekker opp parallelt denne, slik at "smale" blokker blir resultatet. Dette er den største begrensningen på blokkstørrelse. Avstanden mellom de foliasjonsparallele sprekkeene er i regelen mindre enn 1 meter. De beste partiene finnes der foliasjonen er lavvinklet i forhold til terrenget (f.eks. nede ved veien ved Kjøspollen). Der hvor foliasjonen er steil (de sydlige deler av sonen) er bergarten mer utsatt for dypere forvitring ved at vann trenger ned langs åpne foliasjonsplan, i tillegg til at steil foliasjon rent brytningsmessig er en ulempe. Annen oppsprekning synes ikke å virke spesielt begrensende på blokkstørrelse, med unntak av smalere soner med høy oppsprekning. Imidlertid vil antall sagsnitt begrenses til parallele eller lavvinklede snitt i forhold til foliasjonen, da bergartens styrkeegenskaper vil reduseres i takt med økende vinkel til denne.

12.1.5. Kvalitet

Det viktigste kvalitetsforringende trekk ved gneisen er høyt biotittinnhold og derav foliasjonsoppsprekning, fare for brekkasje og ujevn politur. Materialprøvning av gneisen er ikke utført.

12.1.6. Driftsforhold

Følgende trekk vil være viktig for drift på øyegneisen:

- * Høyt biotittinnhold/foliasjonsoppsprekning. Brytning må baseres på smale blokker, og i tillegg vil faren for brekkasje under produksjon være stor.

12.1.7. Markedsaspekter

Øyegneisen har et strukturrikt utseende ("marmorert") med en mørk, overveiende blågrå farge. Tilsvarende, glimmerrike gneiser er ikke spesielt vanlig i det internasjonale natursteinsmarkedet, men en rekke typer brytes i de italienske alper; det antas at disse for det meste brukes i lokale markeder, dels som ordinær blokkstein, dels som spaltstein. Det er vanskelig å anslå prisnivå for gneisen ved Hornindalsvann, men mest sannsynlig vil den gruppere innen lavere eller midlere prisnivå. For råblokk vil blokkstørrelsen i seg selv trolig medføre lav prisklasse.

12.2. Konklusjoner og anbefalinger

Øyegneisen ved Hornindalsvann er trolig lavt priset og store blokker av god kvalitet vil være problematisk å oppnå. Det anbefales ikke å prioritere videre undersøkelser medmindre eventuelle interessenter uttrykker klar interesse for videre arbeid med gneisen.

13 Mangeritt Flatraket

Type: Mangeritt

Farge: Blågrå / brun

Lokalitet:

Flatraket, Selje kommune: UTM 303250 6877750

Kartblad: Måløy 1118-1

13.1. Innledning

I denne rapporten vil kun en kortfattet beskrivelse av mangeritt ved Flatraket gis; forekomsten er høsten 1992 blitt fulgt opp av Mineralutvikling A/S etter oppdrag fra entrepenør Svein Hansen og er utførlig behandlet i egen rapport (Lund, 1992).

13.2. Beskrivelse

Rundt Måløy opptrer flere kropper med mangerittiske bergarter som er utsatt for sterk deformasjon/skyvning i den kaledonske fjellkjededannelsen (kartbilag 93.059-16). "Mangerittiske bergarter" er et samlebegrep brukt på kartblad Måløy (1:250.000; Kildal, 1970).

Bergarten er svært karakteristisk, med store (3-8cm), rundete krystaller av kalifeltspat i en fin-til middelskornet grunnmasse av plagioklas, biotitt, kvarts og udiffrensierede mørke mineraler. Antydning til albittisering langs kanten av de store krystallene indikerer at bergarten kan representere rapakivi-granitter, muligens ekvivalenter til dem en finner lengre inne i landet.

Mangerittene er i regelen svært oppsprukket og mylonittisert, og kun den østligste av kroppene ble i utgangspunktet funnet verdt å se nærmere på (Flatraket). I dette området er tidligere tatt ut blokk av Svein Hansen.

Mangeritten ved Flatraket består i dominerende grad av blåfiolett mangeritt med retningsløs til foliert tekstur og jevn farge. Mindre felt med en annen type opptrer; i denne er de store kalifeltspatkrystallene brune, og i grunnmassen trer plagioklas fram som hvite flekker.

Langs grensesonene og også internt i mangeritten er den sterkt mylonittisert. Oppsrekning er betydelig, og spesielt steile, øst-vest gående sprekker er svært tett i hele området.

Høsten 1992 ble utført geologisk kartlegging i skala 1:5000 i de mest interessante deler av forekomsten (Lund, 1993; fig. 13.1.). Videre ble gjort blokkuttak og kjerneboring. Resultatene tyder på at sprekketettheten er for høy til at store blokker kan taes ut, og selv småblokket produksjon kan medføre høy vrakprosent. Videre er størrelsen på forekomstene marginale, spesielt den brunlige typen.

Konklusjonen på Flatraket må være at regulær blokkdrift ikke er mulig. Liten drift på småblokk er teoretisk mulig, men betinger svært høy pris siden driftsforholdene er dårlige og vrakprosent vil bli høy. Oppfølgende geologiske undersøkelser er allerede ferdig, og anbefales følgelig ikke.

14 Anortositt og koronitt

Typer: Anortositt, koronitt, anortosittgneis

Farge: Grållilla, rød, hvit

Lokaliteter:

-Nærøydalen, Aurland kommune: større område (kartblad 1316-1)

-Lustrafjorden, Luster kommune: større område (kartblad 1417-1)

-Kaupanger, Sogndal kommune: flere områder (kartblad 1417-3)

Kartblad: 1316-1 Gudvangen

1417-1 Lustrafjorden

1417-3 Kaupanger

14.1. Generelle beskrivelser

14.1.1. Driftshistorie/geologiske undersøkelser

Tidligere natursteinsdrift på anortositt er ikke kjent fra fylket. Undersøkelser av anortositter ble utført i forbindelse med forsøk på anortositt som aluminiumsråstoff (f.eks. Qvale, 1982) og ellers innen generell geologisk kartlegging. I tillegg har det de senere år vært gjort befaringer/undersøkelser av koronitt/anortosittgneis i Kaupanger med tanke på naturstein/souvenirstein (Henriksen, 1987).

14.1.2. Beliggenhet og utstrekning

Anortositt og koronitt finnes flere steder innen de kaledonske skyvedekkenene i Sogn og Fjordane (kartbilag 93.059-17). I denne rapporten er undersøkt hvit anortositt i Nærøydalen, gråfiolett anortositt syd for Urnes og koronitt/anortosittgneis ved Kaupanger.

14.1.3. Tektonostratigrafi

Anortosittene tilhører øvre enhet i Jotundekket, som representerer det øverste tektonostratigrafiske nivå i de sydøstlige deler av fylket. Bergartene regnes å ha en alder på ca. 1000 - 1500 millioner år. Jotundekkets bergarter ble skjøvet på plass under den kaledonske fjellkjededannelsen - over midlere dekkenheter (stort sett fraværende i området) og parautochtone/autochtone grunnfjellsenheter.

14.1.4. Geologi

Anortositt inneholder mer enn 90% plagioklas feltspat. I Sogn og Fjordane er anortosittene omdannet og tektonisert i varierende grad, og farge og tekstur varierer deretter. Bryhni (1979) grupperer de ulike typene på en skala med økende omdanning og deformasjon/kataklase, der a) er minst påvirket og e) mest påvirket:

- a) Mørk (rødlig til gråfiolett), grovkornet anortositt
- b) Hvit grovkornet anortositt
- c) Hvit finkornet anortositt
- d) Hvit finkornet meta-anortositt
- e) Hvit og grå, finkornet anortositt-kataklastitt

I Kaupangerområdet er anortosittene mer "ureine" og viser overganger til mørkere bergarter (gabbro), og Bryhnis liste kan suppleres med følgende:

f) Koronitt (fig. 14.1.)

g) Anortosittgneis

De upåvirkete anortosittene inneholder gjerne noe pyroksen og amfibol i tillegg til plagioklas. Ved økende påvirkning øker innholdet av metamorfe mineraler (eks. granat) og omdanningsprodukter (finkornet lys glimmer (sericitt), epidot, zoisitt og kloritt). Avhengig av deformasjonstype kan dannes kataklastitt (sprø deformasjon, nedknust anortositt) og anortosittisk gneis (duktil deformasjon, båndet gneis). Koronitt inneholder kuleformete skall av granat, amfibol, pyroksen og olivin (fig. 14.1.).

I denne rapporten beskrives anortositt fra tre områder:

1. Nærøydalen (type a - e)

2. Lustrafjorden (type a - e)

3. Kaupanger (hovedsakelig type f og g)

Type a (upåvirket anortositt) finnes kun i svært liten grad i fylket.

Bløkkpotensialet i anortosittene er best i de upåvirkete variantene; dette har sammenheng med økende oppsprekning i deformasjons- og omdanningssoner. De omdannede og deformerte anortosittene er generelt svært oppsprukket.

14.1.5. Kvalitet

Upåvirket ("frisk") anortositt er generelt av høy kvalitet som naturstein. Høyt feltspatinnhold medfører at bergarten både er slitesterk og lett å bearbeide, samtidig som polering oftest er meget god.

Større usikkerhet er knyttet til omdannet anortositt; ofte er omdannede bergarter mer utsatt for misfarging grunnet høy permeabilitet (mikrosprekker) og reaktivitet; dette bekreftes av observasjoner, der rustfarget "bark" og flekker ofte ses i anortosittgneis og hvit anortositt. Samtidig vil sterk oppsprekning medføre små blokker og fare for brekkasje under produksjon.

14.1.6. Driftsforhold

Først og fremst vil oppsprekningsgrad virke begrensende for mulig drift på anortositt; i ingen av de undersøkte områdene er det mulig å få ut blokk av tilfredsstillende størrelse. I de fleste områder kan det videre stilles spørsmål om det i det hele tatt er mulig å få ut blokker egnet til noen som helst natursteinsproduksjon. Ensartetheten er også generelt svært dårlig - store variasjoner innen små områder er vanlig.

14.1.7. Markedsaspekter

"Friske" anortositter er ofte attraktiv i markedet på grunn av god kvalitet (se over) og fin farge. Enkelte anortositter inneholder også labradoriserende feltspat (feltspat med fargespill som i larvikitt), noe som er svært markedsattraktivt (f.eks. "Blue Eyes", en anortositt som brytes i Nordvest-Kanada). Slike varianter er ikke observert i Sogn og Fjordane.

For hvite anortositter fremheves ofte at de likner på marmor i utseendet men er atskillig mer slitesterk ("granit in marmorpelz"; Mattig, 1993). Dette er sannsynligvis riktig, og det kan godt være at høye priser kan oppnås for slike. Men det er likevel grenser for hva som kan tolereres av problemer på uttakssiden.

14.2. Nærøydalen

Den nordlige delen av et større anortosittkompleks opptrer innenfor fylkesgrensen i Nærøydalen. "Frisk" (rødlig til fiolett) anortositt opptrer kun i høyden, mens de lavere deler av topografien består av hvit omdannet anortositt (type b - e); disse utgjør "sålen" til anortosittkomplekset. Grunnet terrengforholdene er kun sistnevnte tilgjengelig, og selv i dalbunnen kan det være problematisk å lokalisere egnete steder.

Oppsprekningsgraden er svært høy. Det er følgelig tvilsomt om det er mulig å ta ut blokker av produksjonskvalitet.

Ingen av områdene i Nærøydalen er av god nok kvalitet til drift på naturstein. Videre undersøkelser anbefales derfor ikke.

14.3. Lustrafjorden

Fra Umeg og sydover langs fjorden er nylig bygget vei. Denne skjærer gjennom en anortosittsone. Terrenget stiger bratt opp fra fjorden, og er i seg selv problematisk for evt. drift.

Hovedsakelig er anortosittene her svært vekslende mellom lys, gråfiolett og rødlig anortositt (type a) og mørk, rødlig anortosittisk gneis (type g). Den hyppige vekslingen mellom disse typene er uheldig med tanke på den ensartethet som kreves i et natursteinsbrudd. Sprekkesetettheten er svært høy.

Anortosittsonen ved Lustrafjorden er ikke av god nok kvalitet til natursteinsdrift. Følgelig anbefales ikke videre undersøkelser i området.

14.4. Kaupanger

Området mellom Sogndal og Kaupanger består i vesentlig grad av anortositt og anortosittrelaterte bergarter. Først og fremst er to hovedtyper undersøkt - anortosittisk gneis (type g) og koronitt (type f). Tidligere undersøkelser (Henriksen, 1987) har vært til stor nytte.

Koronitt opptrer ved mange lokaliteter i området. Disse kjennetegnes ved kuleformete skallvise aggregater av olivin, pyroksen, granat og amfibol (fra sentrum og ut) i en grunnmasse av hvit anortositt. En viss rustfarging ses, hovedsakelig grunnet jern fra olivin og kisminerale (Henriksen, 1987). Tilsynelatende finnes massive forekomster, men tynne stikk/sprekker som er vanskelig å se på forvitret overflate forekommer. Det antas at store blokker er vanskelig å oppnå. Det stilles også spørsmål ved i hvilken grad koronitt er markedsattraktiv; selv om bergartstypen er en forholdsvis sjelden kuriositet er det høyst tvilsomt om den spesielle koronastrukturen er egnet til bruk på større flater i bygninger. Mulighetene for misfarging av deler av bergarten vil også slå negativt ut.

Anortosittisk gneis utgjør størstedelen av området. Gneisen representerer i noen tilfeller deformert koronitt (der utdradde koronaer kan identifiseres), i andre forgneiset anortositt og amfibolitt. I regelen er gneisen karakterisert av vekslende hvite og mørke bånd, gjerne svakt fiolett i farge. Rød granat opptrer hyppig. Gneisene er imidlertid svært heterogene (store variasjoner i utseende over korte distanser) og

oppsprekningsgraden er svært høy.

Forekomster av koronitt ved Kaupanger er trolig ikke egnet til natursteinsformål grunnet stor usikkerhet knyttet til blokkstørrelse og misfarging. Anortosittgneis i samme område er altfor uensartet og oppsprukket til natursteinsformål. Det kan videre stilles spørsmål om hvorvidt noen av disse typene er markedsattraktiv. Videre undersøkelser anbefales ikke.

15 Eklogitt/koronitt i Fjaler

Type: Eklogitt/koronitt

Handelsnavn: Garnet River (paragonitrik eklogitt, Sørdal)

Farge: Grønn

Lokaliteter:

Sørdal, Fjaler kommune: UTM 297250 6801800

Melkevika, Fjaler kommune: UTM 297000 6802200

Hovden, Fjaler kommune: UTM 295700 6802650

Kartblad: 1117-1 Dale

15.1. Generelle beskrivelser

15.1.1. Driftshistorie

Det har ikke vært regulær natursteinsdrift på eklogitt i Fjaler; imidlertid har det de senere år vært prøvedrift på Sørdal lokaliteten der ulike brytningsmetoder, inklusiv linesaging, har vært forsøkt.

15.1.2. Geologiske undersøkelser

Foruten prøvedriften nevnt over, har innledende geologiske undersøkelser (befaringer) vært foretatt på flere lokaliteter (Erichsen & Trønnes, 1988; Ingdahl, 1985). Blokkuttak har blitt foretatt ved Melkevika og Hovden. Detaljert kartlegging innen enkelte av de eklogittiske bergartene og vurdering av oppsprekning, etc. er utført i en studentoppgave ved Sogn og Fjordane Distriktshøgskole (Kvarekval et. al. 1988).

15.1.3. Utstrekning og beliggenhet

Flere linseformete kroppar med eklogittiske og mafiske/ultramafiske bergarter opptrer i Gjøllanger (fig. 15.1.). Lengden på disse kroppene varierer fra et par hundre meter til ca. 2 km. Som en hovedregel står disse kroppene opp i terrenget som små koller. Selv om overdekningen er moderat til liten, er store deler av de aktuelle bergartene dekket av vegetasjon.

15.1.4. Tektonostratigrafi

Berggrunnen i området tilhører grunnfjellet. De eklogittførende enheter tilhører det som ofte betegnes som Fjordanekomplekset (Kildal, 1970), som består av para- og ortogneiser, ultrabasiske/basiske bergarter, skifre og eklogitter, trolig av seinprekambrisk alder. Fjordanekomplekset er sterkt påvirket av kaledonsk deformasjon, og kaledonske suprakrustalbergarter opptrer ofte innfoldet i gneisene.

15.1.5. Geologisk beskrivelse

De linseformete kroppene med eklogittiske og mafiske/ultramafiske bergarter er merket/navngitt på fig. 15.1. Disse består av ulike typer bergarter som kjennetegnes ved tidlig granulittfacies metamorfose, seinere eklogittfacies metamorfose og til slutt retrograd metamorfose. Følgende bergartstyper kan skilles ut:

1. Metaeklogitt (Hålehaugen, Tyssekvam, Sørdal, Melkevika)
2. Paragonitrik eklogitt (Melkevika, Sørdal; plansje 8b)

3. Metakoronitt (Hovden, Melkevika, Svarthammaren; plansje 9)
4. Pyroksenitt (Hålehaugen, Tyssekvam)
5. Metagabbro (Hålehaugen)

Kun 2 og 3 er interessant å vurdere i natursteinssammenheng. Den første av disse, paragonittrik eklogitt, har som hovedminerale grønne klinopyroksen (omfasitt), granat og hvit glimmer (paragonitt). Amfibol, glimmer, epidot/zoisitt, kvarts og rutil/ilmenitt opptrer i underordnede/varierende mengder. Pyroksen og granat opptrer sammen i mørke bånd, mens paragonitt utgjør hvite bånd i bergarten. Granatene er oftest friske, rødbrune, fin- til grovkornet med hypidiomorf til idiomorf krystallform. Type 2 er i markedssammenheng betraktet som svært interessant, og har vært gjenstand for prøvebrytning i Sør dal. Imidlertid er det viktig å påpeke at typen kun opptrer som tynne, sterkt foldete og uregelmessige soner i andre bergarter, slik at svært mye "gråberg" må brytes for å kunne følge disse sonene.

Metakoronittene (se kapittel 14) er som regel sterkt deformert og retrogradert, men koronastrukturen kan fremdeles sees. Disse består av 1) en kjerne av pyroksen/evt. pseudomorfer etter pyroksen, 2) "skall" av granataggregater og 3) en ytre sone bestående av ulike finkornete mineraler, hovedsakelig omdanningsprodukter etter plagioklas. Bergarten er overveiende grønnlig til grønngrå på farge, med unntak av granatene som definerer røde bånd/ringer/tegninger. Mineralene er overveiende finkornete til tett. Lokalt inneholder metakoronittene en del paragonitt, og får dermed et noe lysere preg. Ved Svarthammaren er observert lettsmuldrende talk i kjernen av koronaene; dette er trolig helt uakseptabelt i natursteinssammenheng, og må ikke forekomme i drivverdige forekomster. Innholdet av kis og oksyden varierer, men er generelt ikke spesielt høyt.

Alle befarte lokaliteter av eklogitt/koronitt er sterkt foliert, med unntak av øverste del av Hovdenforekomsten. Oppsprekningsgraden varierer, men er generelt høy, slik at det ikke er mulig å ta ut store blokker av god kvalitet. Spesielt randsonene av de linseformete kroppene er sterkt foliert og oppsprukket. I tillegg til åpne sprekker opptrer tette stikk (ned til 3mm mellomrom). Disse vil i friske brudd sees som sorte striper, og virker skjemmende på utseendet.

15.1.6. Kvalitet

Materialprøving av eklogitter er ikke utført. Styrkeegenskapene til bergartene regnes imidlertid å være gode, med unntak av soner med svakhetssoner (stikk, åpen kløv, etc.). Holdbarhets egenskapene er vanskelig å forutse uten referanser og tester, men rustflekker rundt kiskorn er observert flere steder, spesielt i koronittiske varianter.

Et viktig aspekt er hardheten på eklogitter; granat er som kjent et mineral som kan medføre høy slitasje på borkroner og diamantsegmenter (saging/sliping) og dermed høye brytnings- og bearbeidingskostnader. Paragonittrik eklogitt er i så måte verst, siden granatene her kan opptre som store, hele korn. Imidlertid er gjort forsøk med linesaging, og ifølge resultatene fra dette synes ikke slitasjekostnadene å være uoverkommelig. I metakoronittene opptrer granat mer som finkornete aggregater, noe som trolig ikke medfører like stor slitasje.

15.1.7. Driftsforhold

Av geologiske faktorer som har konsekvenser for drift i området vil først og fremst følgende fremheves:

- * Sprekke- og stikktetthet er svært høy i store deler av området, og vanskeliggjør uttak av store blokker.
- * Forekomstene er i regelen svært uregelmessige og opptrer i veksling med andre bergartstyper (muligens med unntak av enkelte metakoronitter).
- * Driftskostnadene vil også bli høye på grunn av utstyrslitasje.

15.1.8. Markedsaspekter

De firma som har vært involvert i prøvedrift ved Sjørdal har erfart at markedspris for paragonittrik eklogitt er svært høy (sammenlignbar med larvikitt). Imidlertid betinger selv høyt priset stein rimelig gode bruddforhold og blokker av god kvalitet. Det er svært usikkert om dette er mulig å oppnå i området.

Når det gjelder metakoronitt, vil usikkerheten være større med tanke på prisnivå; det er sannsynlig at disse variantene vil være lavere priset enn paragonittrik eklogitt basert på de estetiske egenskapene - trolig middels eller lav prisklasse.

15.2. Sjørdal

I Sjørdal har vært prøvebrutt eklogittiske bergarter i lengre tid; i de vestlige deler av området er sprengt ut prøveblokker, mens linesaging er prøvet ut i de østlige deler av bruddområdet (fig. 15.2.).

Forekomsten ved Sjørdal står opp som en kulle i terrenget, der overgangen mellom kollen og flatere terreng beskriver grensen mellom eklogittiske bergarter og sidebergarter. Forekomsten kan således beskrives som en linseformet kropp med et overveiende sørlig, steilt fall, dog med interne variasjoner (kartbilag 93.059-18).

Mesteparten av forekomsten (anslagsvis 70 prosent) består av metaeklogitt; bergarten er svært mørk på farge, nesten sort, og hovedminerale er amfibol, granat (store, hypidiomorfe porfyroblaster, tildels sterkt omdannet) og diverse omdanningsprodukter. Bergarten inneholder påfallende mye oksyder (ilmenitt og rutil). Metaeklogitten antas ikke å være interessant som naturstein; den er mørk og noe "grumsete" i utseende og sterkt oppsprukket.

Paragonittrik eklogitt (plansje 8b) opptrer som tynne bånd/soner i den mørke metaeklogitten, opptil 3-4 meter mektige. Disse sonene er sterkt foldet, og det er usikkert om de representerer folderepetisjoner av en sone eller flere, parallelle soner. I de vestlige deler av bruddet opptrer en sone som faller ca. 40 grader mot vest (ca. 2-3 meter mektig), og som var målet for første fase av prøvebrytningen. En tilsvarende sone (3-4 meter mektig) med tilnærmet vertikal orientering opptrer i bruddets østlige del og er prøvd tatt ut med linesaging. Sonenes strøkretning er tilnærmet nord-syd, dvs. vinkelrett på bruddfronten og terrengets helning. Sprekkesettheten er svært høy; spesielt gjelder dette terrengparallell benkning. Flere andre skrånstilte og vertikale sprekkesett i flere retninger finnes, og samlet vil disse medføre store problemer med å få ut blokk av noen størrelse. Sprekkesettheten vil nok avta noe med økende dybde (spesielt benkningen), men neppe de sprekker som er forårsaket av tektonikk. Det er derfor tvilsomt om blokkoppnåelsen vil øke vesentlig innenfor de nivå som er realisitsk i bruddsammenheng.

Eventuell brytning av blokk i forekomsten kan utføres på to mulige måter; enten ordinær drift med hensiktsmessig lengde på bruddfronten der en "tar vare på" blokker av ønsket type (paragonittrik eklogitt). En slik driftsform vil medføre at rundt 70 prosent av uttatt stein ikke er av ønsket type, og tatt i betraktning oppsprekningsgraden vil den totale vrakprosenten bli svært høy. Alternativt må en bryte selektivt på den ønskete typen, dvs. følge sonene oppover skråningen. Dette vil være svært problematisk og medføre at en aldri får mulighet til å komme ned på et nivå i forekomsten der en kan forvente at benkeavstanden er tilfredsstillende.

Uansett hvordan en evt. tenker seg blokkdrift i Sjørdal kommer en ikke unna det faktum at de attraktive sonene er små, uregelmessige og oppsprukket. Det er derfor høyst tvilsomt om det i det hele tatt er mulig å oppnå lønnsom drift på forekomsten. Videre undersøkelser bør ikke prioriteres med mindre særlige forhold skulle tale for det, som f.eks. kombinasjon med kartlegging av andre anvendelser av eklogitten (rutil, puk, granat) eller spesielt ønske om en endelig avklaring på forekomsten. I så fall vil kjerneboring (lavvinklede hull gjennom forekomsten fra vest mot øst) kunne være nyttig kombinert med avdekking av løsmasser og detaljkartlegging.

15.3. Melkevika

Melkevika-forekomsten ligger like nord for Sjørdal-forekomsten (kartbilag 93.059.18). Også denne er linseformet og har et generelt sydlig fall. I den sydlige delen av forekomsten opptrer to tynne soner med henholdsvis paragonittrik eklogitt og metaeklogitt lik det en ser i Sjørdal, men ingen av disse er av en størrelsesorden som gjør dem interessant. Resten av Melkevika-forekomsten består av metakoronitt (plansje 9a). Bergarten er tidligere prøvetatt av Prospektering A/S. Terrenget er slakt med lave koller. Løsmasseoverdekning er ubetydelig.

Metakoronitten er sterkt foliert (ca. 45 graders fall mot syd), nesten skifrig i soner. Den består av vekslende mørke og lyse bånd/linser. De mørke båndene representerer omdannede koronaer med kjerne av mørk grønn/sort amfibol og sporadisk gressgrønn omfasett kranse av finkornete, brunrøde granataggregater. De lyse båndene er lys grågrønn på farge og består av svært finkornete amfibol, glimmer (phengitt og/eller paragonitt) og diverse omdanningsprodukter. Bergarten er temmelig ensartet over større områder.

Oppsprekningsgraden varierer, men flere tilsynelatende massive soner finnes; således er forekomsten så langt den "beste" i Fjaler. Imidlertid er det mulig at bergarten lett sprekker opp langs den sterke foliasjonen, og foliasjonens skråttstilte orientering er noe ugunstig med tanke på brytning. Oppsprekning langs foliasjonen kan dels være et problem i bruddet (små blokker), dels kan det medføre at bergarten må sages i lav vinkel til den, noe som virker begrensende på hvilken tekstur en kan presentere overfor markedet og som bidrar til økt vrakprosent. I tillegg opptrer sonevis tette stikk (sorte "striper" i friskt brudd) som kan representere svakhetssoner og i tillegg er uønsket med tanke på utseende. Disse stikkene er vertikale og kan lett kartlegges på overflaten.

I denne rapporten stilles spørsmål ved om metakoronitten i det hele tatt er markedsattraktiv. Bergarten virker atskillig mer "grumset" i utseende enn paragonittrik eklogitt, og fargen er mer grå enn frisk grønn.

Teknisk sett er forekomsten ved Melkevika den beste i området. Likevel vil den kraftige foliasjonen som bergarten sannsynligvis lett sprekker opp langs og tette stikk sannsynligvis forhindre effektivt uttak av store blokker. Det er også usikkert om bergarten er markedsattraktiv, og høy prisklasse vil trolig være nødvendig for å forsvare videre satsing på forekomsten. En avklaring vedrørende dette er nødvendig før videre undersøkelser anbefales.

15.4. Hovden

Hovden-forekomsten består av metakoronitt som står opp som en kolle i terrenget (kartbilag 93.059-19). Også denne har et overveiende fall mot syd, og er linseformet. Nær grensene til sidebergartene er metakoronitten sterkt foliert, og likner mineralogisk på Melkevika-forekomsten; dog med mindre innhold av glimmer og dermed generelt noe mørkere i utseende. Nær toppen av Hovden opptrer mindre deformert (mindre foliert) koronitt, som er mer kontrastrik og har en atskillig grovere koronastruktur enn de folierte typene.

Sprekkekettetheten er høy til svært høy i hele forekomsten. Likeså opptreden av tette, svarte stikk. Det er videre tvilsomt om bergartens utseende er av interesse som naturstein.

Hovden-forekomsten er tildels sterkt oppsprukket og det er svært usikkert om bergartstypen er særlig interessant markedsmessig. Videre undersøkelser anbefales ikke.

15.5. Andre forekomster

Forekomstene ved Hålehaugen og Tyssekvam inneholder uregelmessige soner av mørk metaeklogitt; ingen av disse regnes som økonomisk interessante.

Ved Svarthammaren opptrer metakoronitt av liknende type som ved Hovden, dog sterkt foliert (plansje 9b). I tillegg inneholder bergarten en del talk, noe som virker sterkt forringende på kvalitet og utseende. Svarte stikk i flere retninger er vanlig. Bergarten antas ikke å være interessant som naturstein.

15.6. Konklusjoner og anbefalinger

Av eklogittiske bergarter i Fjaler er det i første rekke paragonittrik eklogitt som er interessant i natursteinssammenheng. Denne bergartstypen opptrer kun som tynne soner i uinteressante bergarter, og det er tvilsomt om økonomisk drift på denne typen er mulig å oppnå. Metakoronitt er lettere tilgjengelig rent teknisk, men det er usikkert om denne typen er markedsattraktiv.

Videre undersøkelser i området bør ikke prioriteres.

16 Andre eklogitter i Sogn og Fjordane

Type: eklogitt

Farge: grønn-rød

Lokaliteter:

-Allmenningen, Måløy kommune: UTM 300600 6869200 (kartblad 1118-1)

-Trausdal, Hyllestad kommune: UTM 295000 6796950 (kartblad 1117-2)

Kartblad: 1118-1 Måløy
1117-2 Risnesøyana

16.1. Innledning

I dette kapitlet gis en kortfattet beskrivelse og vurdering av andre eklogittforekomster i fylket; Allmenningen, Måløy og Trausdal, Hyllestad. Førstnevnte er velkjent som emne for suvenirer/pyntegjenstander. Sistnevnte behandles i egen rapport (Lund, 1991).

16.2. Allmenningen, Måløy

Flere eklogittkropper av varierende størrelse opptrer rundt Allmenningen i Måløy (Erichsen & Trønnes, 1988). Disse er sterkt deformert og innfoldet i de omkringliggende bergarter. Mht. farge og tekstur står en liten eklogittforekomst ved Verpenes like vest for selve Allmenningen i særklasse, og utseendemessig er dette den eneste interessante av eklogittene i området. Eklogitten ved Verpeneset er en relativt lite omdannet eklogitt som domineres av gressgrønn omfasitt og brunrød granat. Lyse bånd med kvarts, lys glimmer og zoisitt opptrer i varierende grad (plansje 8a). Utseendemessig er typen den friskeste og mest farverike av eklogittene i Sogn og Fjordane. Eklogitten er mye brukt til fremstilling av suvenirer og pyntegjenstander.

Forekomsten sees i veiskjæring nede ved sjøen, der den opptrer i lukningen til en antiform fold. Det totale tverrsnitt til denne folden er ca. 10 meter, og lukningen befinner seg ca. 3-4 meter over veien. Forekomsten kan således i form beskrives som en rygg som raskt forsvinner inn under overliggende bergarter. Det er derfor kun ved veiskjæringen det er mulig å ta ut eklogitt uten å måtte begynne med underjordsdrift. Dette er så små mengder at det overhodet ikke finnes grunnlag for blokkdrift (totalt estimert til et par hundre kubikkmeter).

16.3. Trausdal, Hyllestad

Ved Trausdal i Hyllestad kommune opptrer to parallelle soner med eklogitt på 3-4 km lengde og 3-400 meters mektighet. Sonene er kartlagt og vurdert som naturstein av Lund (1992).

Disse eklogittene er tildels sterkt varierende, med lagvis veksling mellom gressgrønne, omfasitt-granatrike partier og grålige kyanittrike partier. Lagene varierer sterkt i mektighet fra centimeter til flere decimeter, og er relativt sterkt foldet. Mens de omfasitt-granatrike partiene synes å være interessant som naturstein og viser store likheter med Allmenningen-type (plansje 8c), er de kyanittrike partiene mer grå og kjedelig. Ifølge Lund (1992) utgjør de kyanittrike partiene prosentvis størstedelen av eklogittforekomstene, og homogene partier med kun den grønne varianten er ikke observert. Blokker som tas ut vil dermed inneholde begge typene i veksling.

Eklogittene inneholder tildels store mengder svovelkis. Dette gjenspeiles i brun vitringsfarge. Faren for rustdannelse vil trolig utelukke utendørs bruk av eklogitten.

Sprekkesetettheten i eklogitten varierer, men er flere steder noe bedre enn f.eks. i Fjaler. Likevel vil gjennomsnittlig blokkstørrelse trolig være i minste laget for drift. Samtidig er svarte, tynne stikk ganske hyppig i området.

Det best tilgjengelige området i eklogittforekomstene er på nordsiden av Svanetjønnen like nord for Trausdal gård. Anleggsvei går rundt dette vannet, og flere steder kan prøveblokker med letthet tas ut.

Eklogitten ved Trausdal kjennetegnes altså av sterke, lagvise vekslinger mellom grønn, attraktiv type og grålig uinteressant type. Det er ikke mulig å "sortere ut" den attraktive typen ved selektiv drift. Kun småblokket produksjon antas å være mulig. Videre undersøkelser på forekomsten må kun gjøres i tilfelle av at eklogitten betraktes som særdeles markedsattraktiv. Grunnlag for å bedømme dette kan fremskaffes ved å ta ut og bearbeide lett tilgjengelige prøveblokker ved Svanetjønnen.

17 Devonsk sandstein og konglomerat

17.1. Innledning

I Devon-tiden ble avsatt store mektigheter med sandstein og fortrinnsvis konglomerat ved hurtig erosjon av den kaledonske fjellkjeden. Flere markerte sedimentasjonsbasseng med devonske sedimenter finnes i Sogn og Fjordane. Mektige sandsteinsleier opptrer i Svelgen. Konglomerat med rundete boller av ulikt materiale finnes i Solund, Værlandet, ved Kvamshesten og på Skorpa. Breksjer med kantete fragmenter av ulike bergartstyper finnes bl.a. på Værlandet og i Bremanger.

Det har gjentatte ganger siden begynnelsen av 70-årene vært forsøkt å starte opp natursteinsdrift på konglomerat og breksje og dels sandstein. I dag foregår liten skala drift på konglomerat i Solund (Buskøy) basert på småproduksjon av bordplater, monumenter, o.l.

I dette kapittelet gis kun en kortfattet beskrivelse av forekomstene og de resultater tidligere arbeid har gitt. Det understrekes at kun sandstein i Svelgen ble befart under feltarbeidet i 1992.

17.2. Konglomerat i Solund og Værlandet

Konglomerater i Solund ble undersøkt med sikte på naturstein av Osland (1970) etter oppdrag fra Solund kommune. Konglomerat på Værlandet har ved flere anledninger blitt befart/undersøkt, og bearbeidingsforsøk og markedsundersøkelser er også gjort (Bergstøl, 1977).

Konglomeratene kjennetegnes av følgende:

- * Rundete til kantrundete boller av mange ulike bergartstyper (fig. 17.1.).
- * Størrelsen på bollene kan variere mye, og kan måle opptil mer enn en meter i tverrsnitt.
- * Bollene er bundet sammen av en grunnmasse som kan ha ulik sammensetting og styrke.

Osland (1970) la i sin undersøkelse vekt på å lokalisere forekomster der konglomeratet 1) er godt sortert (lite størrelsesvariasjoner i bollene), 2) har god/ensartet farge (ensartet bollemateriale), 3) er lite oppsprukket og 4) har boller av liten til middels størrelse. I konklusjonene antydes at spesielt forekomster ved Færøy/Buskøy og i nærheten av Dalesund kommer mest gunstig ut i henhold til disse kriteriene. Likevel stilles det tvil om store blokker er mulig å ta ut i noen deler av området.

Bergstøl (1977) går enda lenger i sine konklusjoner fra Værlandet der han hevder at "Det grønne fargesprakende konglomerat er for løst sammenkittet til at blokksten av noen størrelse kan taes ut". Han er istedet mer interessert i såkalt "schnittling" som er skårne småbiter av konglomerat som monteres sammen i f.eks. bordplater. I hans rapport påpekes også høy sagslitasje som et problem, samt at markedet lett sammenligner konglomerater generelt med kunstig framstilte produkter.

Videre har også Skjerlie (1970) uttalt seg negativt om Værlandet: "... konglomeratets bollestørrelse (er) for stor og ujevn. En oppsprekning i bergartene vil sannsynligvis også begrense størrelsen på blokkene".

Disse resultatene gjenspeiler noen av de grunnleggende problemene med konglomerater som naturstein:

- * Polymikte konglomerater (boller bestående av flere bergartstyper) er i utgangspunktet komponert av

flere materialtyper med ulike egenskaper. f.eks. kan én plate av Buskøy-konglomerat inneholde like mange bergartstyper som hele den norske steinindustrien arbeider med. Dette fører til ujevn slitasje på sagsegmenter/slipehoder.

- * Styrkeforskjeller/kontraster mellom boller og grunnmasse kan medvirke til brekkasje, spesielt hvis grunnmassen i mineralkomponenter er vesentlig forskjellig fra bollene.
- * Når konglomerater inneholder større boller (slik tilfellet er her) vil grensene mellom enkeltboller og grunnmasse gå igjennom plater som er tynnere enn den gjennomsnittlige bolletykkelsen. Disse grensene kan representere svakhetssoner på samme måte som gjennomgående stikk gjør det i andre bergartstyper. Således vil det styrkemessig være en fordel om bollestørrelsen er mindre enn platetykkelsen. Dette aspektet kan muligens testes ved å se på hvor sterkt bøyestrekfastheten i konglomeratet avtar ved minkende platetykkelse.
- * De fleste typer konglomerater kan fremstilles kunstig. Dette er en klar ulempe i markedssammenheng (ihvertfall internasjonalt) siden "ekte" konglomerat ofte sammenlignes med kunstig.

Til tross for disse noe negative aspekter brytes en rekke konglomerater som naturstein, spesielt i Europa. De fleste som er kjent i internasjonal sammenheng er imidlertid monomikte (bollemateriale av en bergartstype) kalkkonglomerater og -breksjer som kvalitetsmessig kan sammenlignes med kalkstein. Polymikte konglomerater av Solund-typen er mer sjelden på markedet, men bl.a. i Tyskland brytes en del for lokale markeder. Alle disse konglomeratene tilhører dog lavere prisklasser.

Rosa og hvit Fauskemarmor er et monomikt konglomerat i særklasse pga. attraktiv struktur og farge; her er imidlertid bollene sammenpresset (deformert) slik at de fremstår som hvite, utflytende linser i en kraftig rosa krystallin "grunnmasse"; på en måte kan en si at konglomeratet er så attraktivt fordi det ikke ligner på et udeformert konglomerat. Samme struktur finnes forøvrig i Bindalsmarmor, som også er et presset, kalkrikt konglomerat.

Et annet viktig punkt er bruksområder for konglomerat. Bergarten er i utgangspunktet relativt "uroilig" i utseende, slik at den ikke uten videre er egnet til alle formål; f.eks. vil bruk til gravmonumenter neppe nå de helt store høyder, siden tekst lett "drukner" i bergartens mønster. Videre vil plater og emner av konglomerat neppe være egnet til bruk der det er høye krav til f.eks. bøyestrekfasthet. Et av de mest "populære" bruksområder for konglomerat er typisk nok bordplater, der det spennende og varierte mønsteret kan være en fordel.

Ved en eventuell produksjon av devonsk konglomerat fra Sogn og Fjordane må en regne med høy vrakprosent, relativt små blokker, visse tekniske problemer under bearbeiding (slitasje/brekkasje) og trolig et begrenset marked/nisjemarked. Før videre geologiske undersøkelser iverksettes bør det noe usikre markedspotensialet avklares og veies opp mot de produksjonsmessige erfaringer/forhold. Det kan også være nyttig å få avklart de grunnleggende problemene knyttet til kvalitet, f.eks. ved målinger av platetykkelsens innvirkning på bøyestrekfasthet.

For tiden pågår et prosjekt med sikte på å vurdere ulike utnyttelsesformål for Solund-konglomeratet. Resultatene fra dette bør foreligge før andre tiltak iverksettes.

17.3. Breksje på Værlandet

Med breksje menes i denne sammenhengen en avsetningsbergart som skiller seg fra konglomerat ved at fragmentene (bollene) har kantet form.

Breksjen på Værlandet opptrer under mektige konglomeratleier, i et lag på opptil 30 meters tykkelse (Russenes, 1976). Breksjen består i hovedsak av grønne til svarte fragmenter av grønnstein i en grå/brun/grønn grunnmasse av finkornet sandstein. Fragmentene er i regelen mellom 5 og 15 cm. store. Således kan breksjen kalles monomik, siden fragmentene består av samme type materiale. En tynnere overgangssone ("blandingssone") mellom breksje og konglomerat finnes, men denne er neppe interessant som naturstein.

Breksjen på Værlandet har i flere sammenhenger blitt framhevet som et bedre natursteinsemne enn konglomeratene. Skjerlie (1970) påpeker dette, og hans observasjoner støttes av Russenes (1976) som beskriver de feltmessige indikasjonene på at breksjen på mange måter er bedre rent teknisk enn konglomeratet (større blokker, mindre brekkasje, bedre bearbeidingsegenskaper). Dette bekreftes nok en gang av Bergstøl (1977) som fikk utført forsøk med saging/sliping.

En av årsakene til disse noe bedre tekniske egenskapene ligger nok i at breksjen i motsetning til konglomeratet er monomik, og dermed mer homogen i kvalitet. Imidlertid vil breksjen likevel være langt vanskeligere å bryte/bearbeide enn en massiv granittforekomst.

Når det gjelder de markedsmessige forhold, vil breksjen møte de samme problemene som konglomeratet ("kunstig" preg; terazzopreg), trolig i ennå større grad, i tillegg til at den kan virke noe mørk.

Breksjen på Værlandet er altså rent teknisk trolig bedre enn konglomeratene, men en kan forvente dårligere driftsforhold enn i massiv granitt eller marmor. Imidlertid vil evt. drift her stå og falle på markedsforholdene, som er minst like usikker som for konglomerat. Eventuelle videre undersøkelser bør derfor ikke gjøres før det finnes sterke indikasjoner på at breksjen er markedsattraktiv, noe forfatterne stiller seg tvilende til.

17.4. Sandstein i Svelgen

Sandsteinene i Svelgen tilhører det største devonbassenget i Norge. Store deler av området består av finkornet, mørk grønn sandstein. Hovedminerale er kvarts, kalifeltspat, plagioklas og kalkspat, mens lys glimmer, epidot, kloritt og titanitt opptrer i underordnede mengder (NTH, 1980).

Området ble undersøkt av Kvien (1984), som kommer med klart negative konklusjoner. En rekke lokaliteter ble befart under feltarbeid i 1992.

Det finnes to måter å betrakte Svelgen-sandsteinen på; på den ene siden kan den vurderes med tanke på regulær blokkdrift, på den andre siden med tanke på produksjon av knekte produkter som murstein, gatestein, etc.

I tilfelle regulær blokkdrift tenker en seg tradisjonell "granitt-metode" med fremstilling av store blokker som sages opp til plater. Det synes klart at sprekke- og benketetthet i området neppe kan forsvare slik produksjon. I tillegg tar sandsteinen seg svært dårlig ut i slipt og polert tilstand, siden den ser ut som et fullstendig dødt materiale; de utseendemessige fordelene en normalt får med naturstein i forhold til kunstprodukter er altså fraværende.

Den andre (og mest riktige) måten å betrakte forekomsten på er med en driftsform mer sammenlignbar med andre sandsteinstyper. Dette medfører at en bryter på tynne benker og knekker eller sager opp småblokker til egnede formater til murstein og evt. gatestein. Som nevnt overfor, vil saget flate virke død og kjedelig. Knekket flate og muligens også flammet/prikkhugget virker mer interessant, siden bergarten får litt mer liv. Slike produkter er dog svært billige, og produksjon betinger svært gunstige brytningsforhold. Det er flere ting som tyder på at slike forhold ikke er tilstede i Svelgen:

- * Sandsteinen synes å ha dårlige kløvegenskaper, friske brudd er ofte glassaktige, og bruddstein har en svært uregelmessig form. Gamle murer av Svelgen-sandstein bekrefter dette: det ser ut til å ha vært brukt svært mye håndmakt for å forme mursteinen.
- * Benkningen er sjelden regelmessig nok til effektiv drift på lave benker.
- * Sandkornene definerer ofte ikke-planparallele skikt (krysskikt), noe som igjen påvirker kløvbarheten.

Svelgen sandsteinen synes altså ikke å være egnet til regulær blokkdrift. Den synes videre lite egnet til drift på lave benker/mursteinproduksjon i forhold til andre sandsteiner, først og fremst på grunn av dårlig kløv. Ingen videre undersøkelser anbefales.

18 Resultater og anbefalinger

18.1. Generell vurdering av blokksteinpotensialet i Sogn og Fjordane

Blokksteinforekomster vurderes på basis av 1) markedsriterier og 2) tekniske - eller driftsmessige - kriterier. Markedsriteriene vedrører inntektsiden, dvs. de muligheter en har til å få høy pris for steinen og hvilket omfang en kan selge den i. De tekniske kriteriene berører utgiftsiden, dvs. forhold av betydning for kostnader ved uttak.

Med tanke på prisnivå kan det være hensiktsmessig å dele steintyper inn i tre grupper:

1. Høyt prisete, unike steintyper. Priser for råblokk mer enn 8000 kroner pr. kbm. Vanskelige driftsforhold kan til en viss grad forsvares. Eksempler: Larvikitt, Fauskemarmor.
2. Middels prisete steintyper. Priser for råblokk på 4-8000 kroner pr. kbm. Betingelser rimelig gode driftsforhold. Eksempler er trondhemitt og flere typer av migmatittgneis.
3. Lavt prisete steintyper. Pris for råblokk mindre enn 4000 kroner pr. kbm. Betingelser optimale driftsforhold. Eksempler er grå og rosa granitt.

I Sogn og Fjordane synes kun enkelte typer av eklogitt (paragonittrik eklogitt, Fjaler) og muligens den lyseste varianten av Årdals-trondhemitt å nå opp i den første gruppa, forutsatt god blokkkvalitet. Driftsforholdene for eklogitt synes likevel så vanskelige at det er tvilsomt om forekomstene er drivverdige.

Av middels prisete steintyper finnes flere kandidater i fylket; migmatittgneis (Verken, Balestrand), Hafslogranitt og Bremanger-trondhemitt. Andre typer vil trolig opptre i grenselandet mellom middels og lav pris, som Rutledal-gneis og Våge-granitt.

Et annet viktig aspekt vedrørende marked er hvilke og hvor mange bruksområder en stein er egnet til, noe som har betydning for omfang av salg. F.eks. vil stor fare for misfarging forhindre utendørs bruk. Liten blokkstørrelse vil føre til at større plater vanskelig kan fremstilles. Videre vil kløvegenskapene i bergarten og antall kløvretninger bestemme hvorvidt bergarten er egnet til utestein (kantstein, gatestein, etc.). Satt på spissen, kan en tenke seg at en småblokket forekomst av en vanskelig bearbeidbar bergart med kvalitetsforringende trekk kun er egnet til flis og småplater innendørs. Hvis struktur og fargekontraster i tillegg virker sterkt, kan bergarten kun bli funnet egnet til mindre partier og ornamentering. I motsatt fall kan en tenke seg en storblokket forekomst av finkornet granitt som er lett å ta ut, bearbeide og utseendemessig/kvalitetsmessig er egnet til en rekke bruksområder.

De tekniske kriteriene omfatter geologiske, tekniske og kvalitetsmessige forhold ved forekomsten som bestemmer kostnadene ved å ta ut stein. Dårlig ensartethet, høy oppsprekning og vanskelige bruddforhold fører til høy vrakprosent og dermed høye totalkostnader. Dårlige kileegenskaper og/eller høy slitasje på utstyr fører også til høye uttakskostnader. I tillegg vil andre faktorer som topografi, tilgjengelighet og transportforhold/infrastruktur være med på å bestemme lønnsomhet. Pr. i dag er det ingen forekomster i fylket som umiddelbart skiller seg ut i positiv retning mht. tekniske kriterier. Dette medfører at det generelt vil være vanskelig å få igang drift på forekomster i lave prisgrupper.

I tabell 18.1. er gitt en vurdering av de fleste undersøkte forekomster med basis i markedsriterier, tekniske kriterier og en totalvurdering. Det er her verd å merke at selv om en forekomst har svært attraktivt utseende og høy prisklasse, kan en ikke drive økonomisk uten at bruddforholdene er rimelig tilfredsstillende.

Tabellen gjenspeiler hovedkonklusjonene i denne rapporten; ingen forekomster peker seg ut som særdeles attraktive og lettdrevne. Likevel finnes enkelte forekomster som kan gi grunnlag for lønnsom drift, i første rekke trondhemitt i Årdal og Bremanger, granitt i Hafslo og gneis i Leikanger og Balestrand.

18.2. Prioritering av forekomster og oppfølging

Videre oppfølging bør konsentreres om de forekomster hvor mulighetene til lønnsom drift er størst, og ikke spres utover et større antall objekter i fylket. Ved flere av forekomstene er grundige undersøkelser nødvendig, og åpning/etablering av brudd vil være ressurskrevende. Under er gitt en anbefalt prioritering av forekomster:

1. Prioriterte forekomster; forekomster der videre undersøkelser bør utføres - i offentlig og/eller privat regi. Disse forekomstene omfatter:
 - Trondhemitt, Årdal
 - Granitt, Hafslo
 - Trondhemitt, Bremanger
 - Migmatittgneis, Leikanger
 - Migmatittgneis, Balestrand

I tillegg kunne nevnes mangeritt, Flatraket; oppfølgende arbeid er der gjort og forekomsten betraktes etter dette som uinteressant.

2. Lavt prioriterte forekomster; forekomster der videre, avklarende undersøkelser kan utføres hvis spesielle forhold (industriinteresse, etc.) skulle tale for dette. Disse omfatter:
 - Øyegneis, Rutledal
 - Granittisk gneis, Våge
 - Eklogitt, Hyllestad
 - Konglomerat, Solund
 - Eklogitt, Sjørdal
 - Øyegneis, Hornindalsvann
3. Uinteressante forekomster; forekomster der videre undersøkelser ikke anbefales. Disse omfatter:
 - Anortositt, Nærøydalen og Lustrafjord
 - Anortosittgneis/koronitt, Kaupanger
 - Granitt, Geiteryggen
 - Granitt, Vassbygdi
 - Granitt, Lærdal
 - Øyegneis, Eivindvik
 - Metakoronitt, Melkevika
 - Eklogitt/metakoronitt, Hovden og Svarthammaren
 - Eklogitt, Allmenningen
 - Breksje, Værlandet
 - Øyegneis, Stryn-Olden
 - Sandstein, Svelgen

I tabell 18.2. er gitt en samlet vurdering av hvilke tiltak som anbefales på ulike forekomster i gruppe 1 og 2. Tallene i tabellen refererer til ulike faser (samtidige tiltak har likt tall) der hver fase evalueres før en ny iverksettes.

Forekomst/lokalitet	Vurdering av markedsaspekter (prisnivå, bruksområder)	Vurdering av tekniske forhold (bruddforhold, blokkstørrelse, kvalitet, ensartethet, kløvegenskaper)	Totalvurdering av forekomsten
Trondhemitt, Årdal	++	(+)	+(+)
Udefomert granitt Hafslo	+	+	+
Øyegneis Hafslo	(+)	(+)	(+)
Trondhemitt Bremanger	+	(+)	+
Migmatittgneis Leikanger	+	+	+
Migmatittgneis Balestrand	+	+	+
Øyegneis Rutledal	(+)	+	(+)
Øyegneis Eivindvik	-	+	-
Mangeritt Flatraket	+	-	-
Granittisk gneis Våge	+	(+)	(+)
Øyegneis Stryn-Olden	-	-	-
Øyegneis Hornindalsvann	(+)	(-)	(+)
Porfyrgranitt Vestredal, Aurland	(+)	-	-
Porfyrgranitt Voll, Lærdal	-	-	-
Granitt Belle, Aurland	-	-	-
Paragonitrik eklogitt Sjørdal, Fjaler	++	--	(-)
Koronitt Melkevika, Fjaler	+	(-)	(-)
Koronitt, Hovden, Fjaler	(-)	-	-
Eklogitt Almenningen, Måløy	+(+)	--	-
Eklogitt Trausdal, Hyllestad	+(+)	-	(+)
Anortositt Nærøydalen	-	--	-
Anortositt Lustrafjord	-	-	-
Anortosittgneis/koronitt Kaupanger	-	-	-
Sandstein Svelgen	-	-	-
Konglomerat Solund/Værlandet	(+)	(+)	(+)
Breksje Værlandet	(-)	(+)	(-)

Tabell 18.1.

Vurdering av blokksteinsforekomster i Sogn og Fjordane. ++ = meget bra; + = bra; - = dårlig/vanskelig; -- = meget dårlig/vanskelig. Forekomster som tenderer mot dårlig/vanskelig på totalvurderingen betraktes som uinteressante. De mest interessante forekomstene er merket med uthevet tekst.

Prioritet	Forekomst	Regional kartlegging	Detalj-kartlegging	Kjerneboring	Blokkuttak	Markesundersøkelser	Materialprøvning
1	Trondhemitt, Årdal	3	1	1	2	2	1
	Trondhemitt, Bremanger	1			2	2	2
	Granitt, Hafslo		1		1		1
	Migmatittgneis, Leikanger				1	1	1
	Migmatittgneis, Balestrand	1			2	2	
2	Øyegneis, Rutledal		2			1	
	Granittisk gneis, Våge	1	2		2	2	
	Eklogitt, Hyllestad				1	2	
	Konglomerat, Solund					1	1
	Øyegneis, Homindalsvann		1		1	2	

Tabell 18.2.

Anbefaling av videre undersøkelser på blokksteinsforekomster i Sogn og Fjordane. Prioritet 1 = prioriterte forekomster, 2 = lavt prioriterte forekomster. Tallene angir rekkefølge for tiltakene.

18.3. Mulig omfang av blokksteinsdrift i Sogn og Fjordane

18.3.1. Bruddsidene

På brytningssiden er det mulig å dele forekomster inn i fire grupper på basis av hvilken driftsform og hvilket omfang av drift de er egnet til:

1. Forekomster egnet til stor-skala drift. Store, effektive brudd med produksjon av mer enn 3000 kbm i året. Betingelser optimale bruddforhold.
2. Forekomster egnet til småskala drift. Mindre uttak av blokk fra et par hundre opp til et par tusen kbm i året. Muligheter for selektiv drift og utnyttelse av små forekomster.
3. Forekomster egnet til småskala drift for lokal videreføring. Kun spesielle tilfeller der best lønnsomhet oppnås ved videreføring nær bruddet.
4. Forekomster egnet til svært småskala drift. Sporadisk uttak av stein til lokal utnyttelse / småskala bearbeiding.

Den første gruppen medfører høy grad av industriell bruddvirksomhet med høye etableringskostnader og investeringer. Satt på spissen, kan en si at det ikke finnes flere slike natursteinsforekomster i verden enn gode malmsforekomster. I Norge er det kun i Larvik og i Fauske vi finner slike brudd. Stadig mer av det som omsettes på det internasjonale markedet av råblokk er produsert i store, effektive brudd, gjerne av store selskaper som driver en rekke brudd. Dette medvirker bl.a. til prisfall på råblokk. Det er ingen av forekomstene i Sogn og Fjordane som er av en slik størrelse og av en slik beskaffenhet at de faller inn under denne gruppen; et mulig unntak er Bremanger trondhjermitt, men dette betinger at kvaliteten i de sentrale partiene er atskillig bedre enn i de marginale.

Gruppe to er forekomster som kan utnyttes i mindre skala. Dette medfører at stordriftsfordeler som en har i store brudd ikke er tilstede, slik at det kan bli vanskelig å konkurrere med det generelle prisnivået i det internasjonale råblokkmarkedet med mindre bergarten er spesielt attraktiv og/eller spesielt lett å produsere. I slike tilfeller kan det f.eks. ofte være mer gunstig å finne markeder for steinen blant monumentprodusenter i Norge og utlandet, utesteinprodusenter og små platefabrikker framfor blant f.eks. store, italienske plateprodusenter. De fleste av de interessante forekomstene i fylket hører hjemme i denne gruppen.

Gruppe tre omfatter hovedsakelig forekomster av lett bearbeidbare, attraktive bergarter (marmor, kalkstein, serpentinit) der bruddforholdene ikke er gode nok til regulær blokkproduksjon. I slike tilfeller kan det være økonomisk å bearbeide småblokk/blokk med feil i egen fabrikk selv om vrakprosenten under produksjon blir svært høy. Vi finner mange slike eksempler i Europa, spesielt på kalksandstein, kalkstein og marmor. I Norge er tidligere Lilleberg Steinindustri A/S (grønn serpentinit ved Sparbu, Nord-Trøndelag) eksempel på dette. Der er vanskelig å forestille seg at noen av forekomstene i Sogn og Fjordane faller inn under denne gruppen.

Gruppe fire omfatter svært liten drift på forekomster, f.eks. etter det mønster en rekke gamle granittbrudd ble drevet etter før i tiden. Små mengder ble tatt ut, bearbeidet til murstein, utestein og monumenter og gjerne solgt i nære markeder. Etter dagens standard er det vanskelig å få igang drift på denne måten. En liten drift på konglomerat i Solund har imidlertid gått for seg slik, og det kan ikke utelukkes at dette også kan skje i fremtiden.

18.3.2. Videreforedling?

De siste årene har vist at videreforedling av blokkstein er et ikke helt uproblematisk felt, selv om "alle" er enige om at Norge er altfor råvareorientert i sin blokksteinseksport.

Også videreforedling kan som virksomhet grupperes etter omfang og hvilke markeder en skal betjene:

- 1 Automatisert, storskala videreforedling av flis og tynnplater (fasadeplater og andre storplater). Slik virksomhet krever store investeringer og tilgang på markeder over hele verden. Det er mer interessant å se slik aktivitet i en nasjonal sammenheng enn i en regional/lokal sammenheng, spesielt siden hjemmemarkedet i Norge er lite, selv for én fabrikk.
- 2 Mindre skala videreforedling for nære markeder og nisjemarkeder. I Norge omfatter dette f.eks. produksjon av utestein (spesielt sagete heller, sokler, søyler, kantstein), små/tykke fasadeplater, spesialprodukter, etc. Noen bedrifter driver dette som eneste aktivitet (gjerne kombinasjon med gravstein), andre supplerer med blokksalg.
- 3 Gravsteinproduksjon, fortrinnsvis for nære markeder (Norge). Kombineres gjerne med småproduksjon av bygningsstein. I Norge er det svært uvanlig at gravsteinsprodusenter har egne brudd.
- 4 Produksjon av halvfabrikata. F.eks. råplater til gravstein. Liten virksomhet på dette i Norge, men kan f.eks. kombineres med bruddrift for å få bedre utnyttelse av råstoffet.

Norge er et lite marked, og det skal relativt lite til for at eksisterende bearbeidingsindustri kan dekke etterspørselen etter naturstein, selv om bruk av stein i Norge øker noe i tiden som kommer. Dermed vil enhver betydelig økning i produksjon av bearbeidet norsk stein måtte baseres på eksportmarkedet (gruppe 1 og delvis gruppe 2). Dette fordrer høy kvalitet i alle ledd, kostnadseffektivitet og markedskunnskap. For etablering av ny bearbeidingsindustri i områder der dette ikke eksisterer fra før, er terskelen for å lykkes trolig høy, medmindre en er med i et større nettverk eller konstellasjon som har tyngde og kapital til å dra igang aktivitet. Flere konkursrammete flisfabrikker de siste årene illustrerer dette.

Videreforedling av blokkstein kan sees med ulike øyne eller fra ulike perspektiver:

På den ene siden kan en ta utgangspunkt i råstoffet der "mest mulig bearbeiding" er målsetningen ut ifra tanken om at salg av råblokk er dårlig utnyttelse av ressursene og liten verdiskapning. Hvis dette perspektivet blir enerådende er det lett å overvurdere markedet og de forretningsmessige sidene ved bearbeiding.

På den andre siden kan en betrakte videreforedling som en helt selvstendig forretningsidé der en ikke binder seg til enkelte typer råstoff og brudd, men kjøper stein fra blokkprodusenter som leverer markedsattraktive steintyper av god kvalitet til konkurransedyktig pris. I økonomisk forstand vil dette være det mest "riktige" perspektivet, men en konsekvens kan bli dårlig råstoffutnyttelse og hard konkurranse mellom blokkleverandører.

I Sogn og Fjordane hvor det knapt nok brytes stein i dag vil etablering av videreforedlingsanlegg basert på full utnyttelse av lokale råstoffer være svært vanskelig, ikke minst siden det er så stor usikkerhet vedrørende om forekomstene i fylket kan brytes lønnsomt. Primært bør en derfor satse på å etablere råblokkproduksjon. Samtidig kan det i hvert tilfelle vurderes hvorvidt det kan være lønnsomhet i småskala bearbeiding av småblokk, etc. som en underordnet, selvstendig virksomhet i forhold til blokkproduksjon.

Det er uansett viktig at ikke råblokkproduksjon og bearbeiding blandes; hvis en f.eks. prøver å selge ferdigprodukter av samme type og i samme markeder som sine egne råblokkunder vil dette lett undergrave ens eget levebrød.

Det finnes eksempler i Norge på virksomhet som primært er råblokkprodusenter, men som har bygget opp en sideaktivitet for bearbeiding av ukurant blokk. F.eks. kan en selge blokk til Tyskland og Italia, og ha en egen liten produksjon av nisjeprodukter som er gangbar i Norge. Trolig vil en slik forsiktig utvikling med råblokk som basis være det mest riktige utgangspunkt for Sogn og Fjordane.

18.3.3. Gate- og kantsteinsproduksjon

Det kan være fornuftig å knytte noen egne kommentarer til produksjon av gate- og kantstein i brudd, siden dette ofte betraktes som en annen type virksomhet enn regulær blokk- og plateproduksjon.

I Norge er det idag to større bedrifter i Østfold som produserer og formidler det meste som brukes av slik stein i Norge. Ett av disse eier et portugisisk firma som produserer det meste av det som legges av kant- og gatestein i Norge.

Markedet for spesielt kantstein øker utvilsomt i Norge, ikke minst siden mange kommuner vil erstatte betong med granitt av kvalitetshensyn. Samtidig øker interessen for utearealer i stein.

Kommunene er de største kundene for utestein. Kantstein legges gjerne ut til årlige anbudsrunder (temmelig fast årlig forbruk i kommunene), mens annen utestein (spesielt når det kreves spesialutforming av produkter) for det meste leveres til enkeltprosjekter. Kantstein er dermed et typisk serieprodukt der pris er avgjørende, mens en rekke andre faktorer som regel gjør seg gjeldende for annen utestein (spesialbearbeiding, flere steintyper, etc).

For nyetablerte vil markedet for kantstein være lettest å komme inn i, siden kravene stort sett går på pris og leveransedyktighet, samtidig som kommunene ofte er interessert i nye tilbud. For annen utestein vil høy fagkunnskap kombinert med kobling til forhandlere/andre produsenter være av stor betydning.

Produksjon av gate- og kantstein kan foregå halvautomatisk eller manuelt; blokkene deles opp til ferdige produkter eller råemner ved hjelp av boring/kiling og/eller knekking. Halvautomatiske knekkemaskiner i flere størrelser finnes til slike formål. Enkelte produsenter er i det siste også begynt å knekke kantstein fra sagete emner, slik at kantsteinene blir dimensjonert til fast høyde.

Alle norske produsenter av gate- og kantstein har regulær blokkproduksjon i tillegg. Hvorvidt det er økonomisk å utelukkende produsere slike produkter fra en forekomst (f.eks. fordi forekomsten er for oppsprukket til blokkdrift) er usikkert; slike produkter er lavt priset, og selv kantsteinsproduksjon vil være mer økonomisk med massive bergarter som utgangspunkt enn oppsprukete.

For å være konkurransedyktig i dagens marked bør en ikke selge kanstein til stort mer enn kr. 100,- pr løpemeter (12 / 25). Dette vil rundt regnet gi en inntekt på 3000,- pr kbm ferdigprodukt, dvs. lavere enn selv lavt priset råblokk.

Der er følgelig sannsynlig at gate- og kantsteinproduksjon i beste fall kan være økonomisk som bivirksomhet til blokkproduksjon. Det finnes eksempler på råblokkprodusenter i Norge som gradvis bygger opp en slik bivirksomhet på kanstein, og finner dette regningsvarende.

APPENDIX A

Plansjer av polerte steinprøver

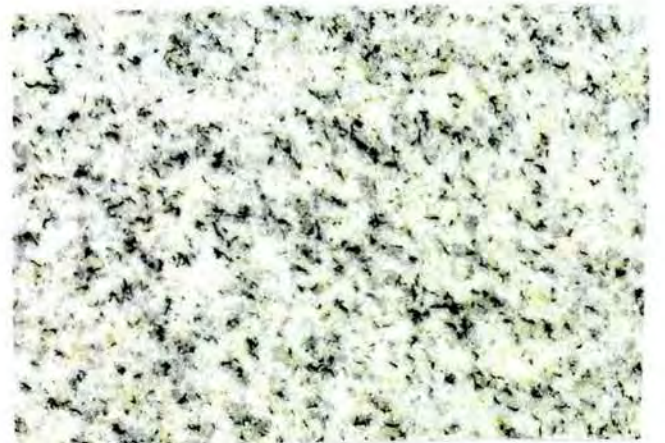
Plansje 1	Trondhemitt Årdal
Plansje 2	Trondhemitt, Bremanger
Plansje 3	Porfyrgranitt, Hafslo
Plansje 4	Porfyrgranitt og øyegneis, Hafslo
Plansje 5	Gneis fra Våge, Hornindalsvann og Loen
Plansje 6	Gneis fra Balestrand
Plansje 7	Gneis fra Gulen
Plansje 8	Eklogitt fra Allmenningen, Fjaler og Hyllestad
Plansje 9	Eklogitt/koronitt fra Fjaler



a)



b)



c)

Plansje 1

Trondhemitt fra Årdalområdet. Polerte plater, skala 1:1. a) Toppbruddet, Ytre Ofredal. b) Fiskenes, Ytre Ofredal. c) Hamnen, Naddvik. Merk: svakt gult fargestikk på enkelte av bildene skyldes repro.



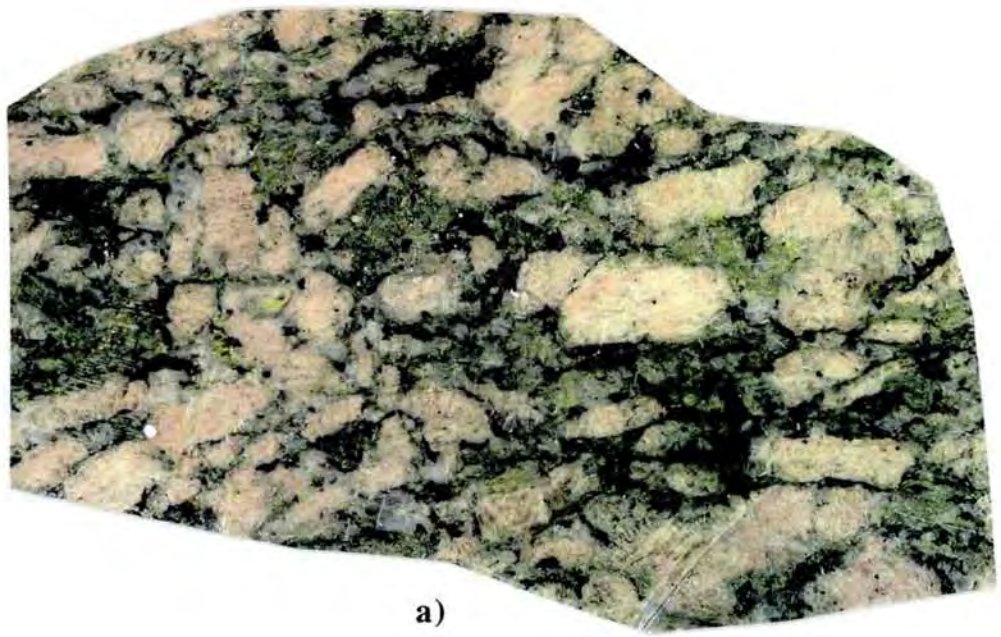
Plansje 2

Trondhemitt fra Bremanger. Polert plate, skala 1:1.



Plansje 3

Polert plate av Hafslo-granitt, Solvorn-området. Skala 1:1.

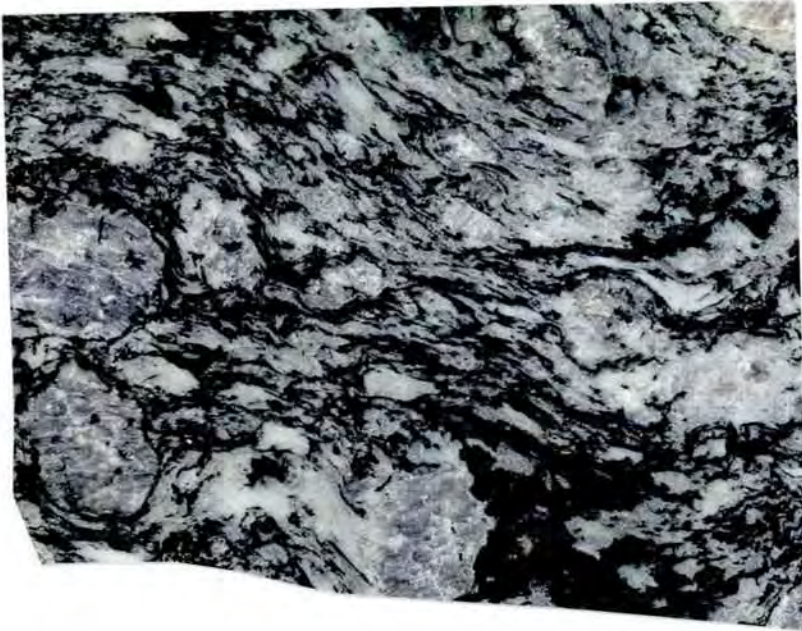


Plansje 4

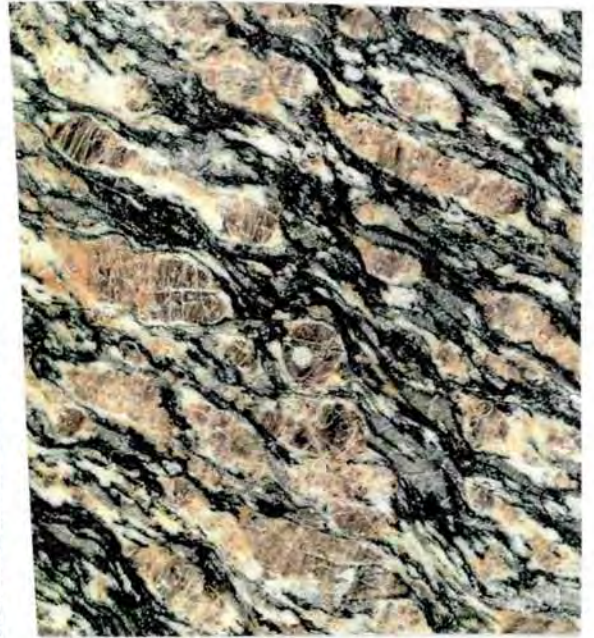
Polerte plater av Hafslø-granitt/øyegneis. a) svakt foliert granitt, Dvergedal, b) øyegneis Orrabru. Skala 1:1.



a)



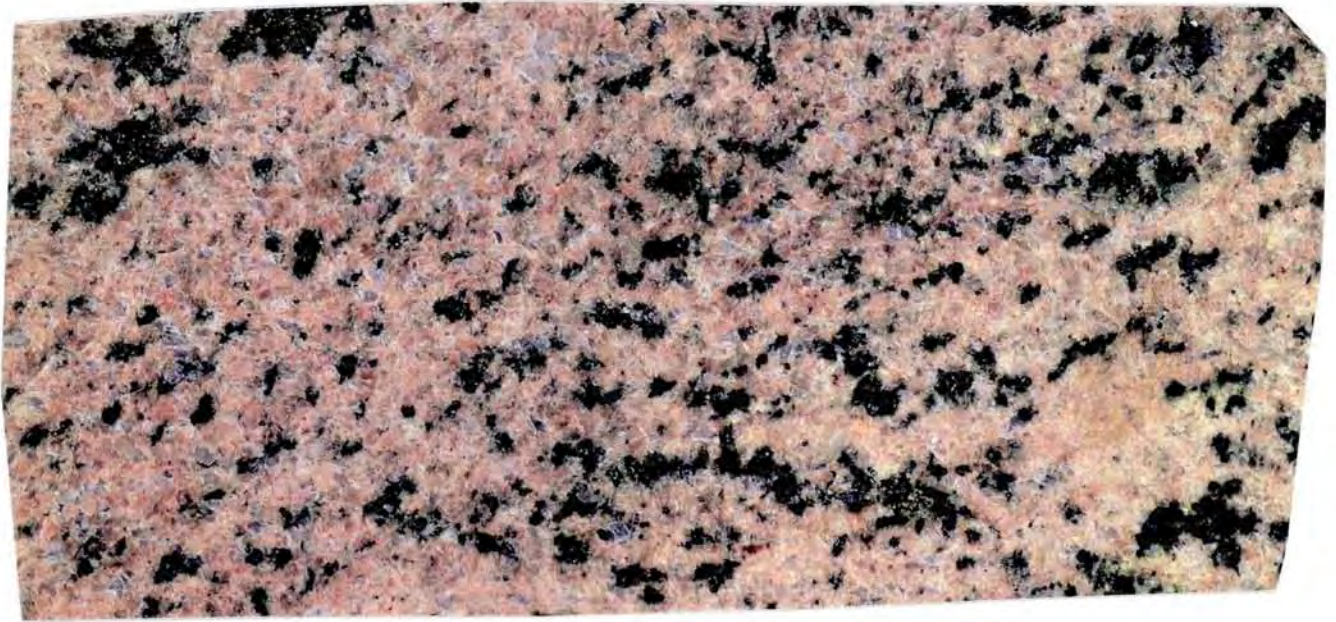
b)



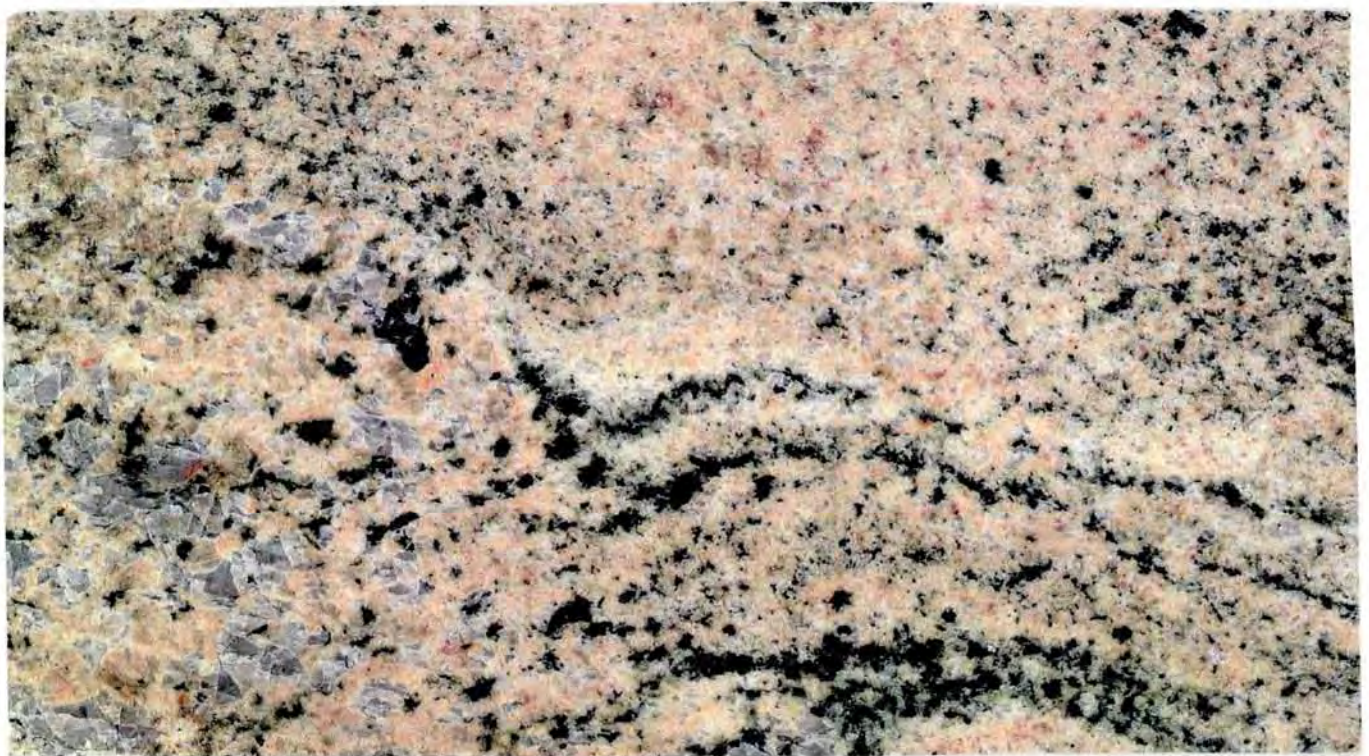
c)

Plansje 5

Polerte plater av a) granittisk gneis, Våge, b) øyegneis, Hornindalsvann, c) øyegneis, Loen. Skala 1:1.



a)



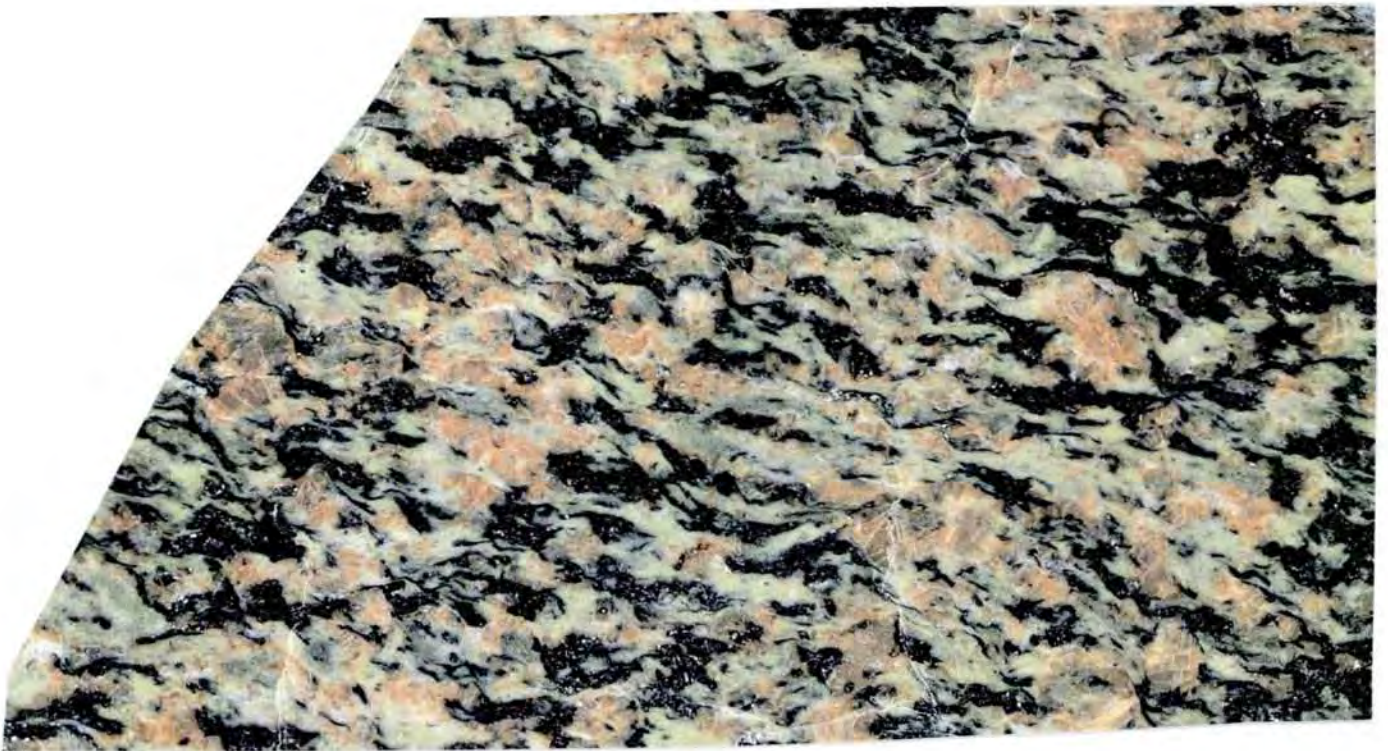
b)

Plansje 6

Polerte plater av a) granittisk gneis, Balestrand og b) migmatittgneis ved Kallestad, Balestrand. Skala 1:1.



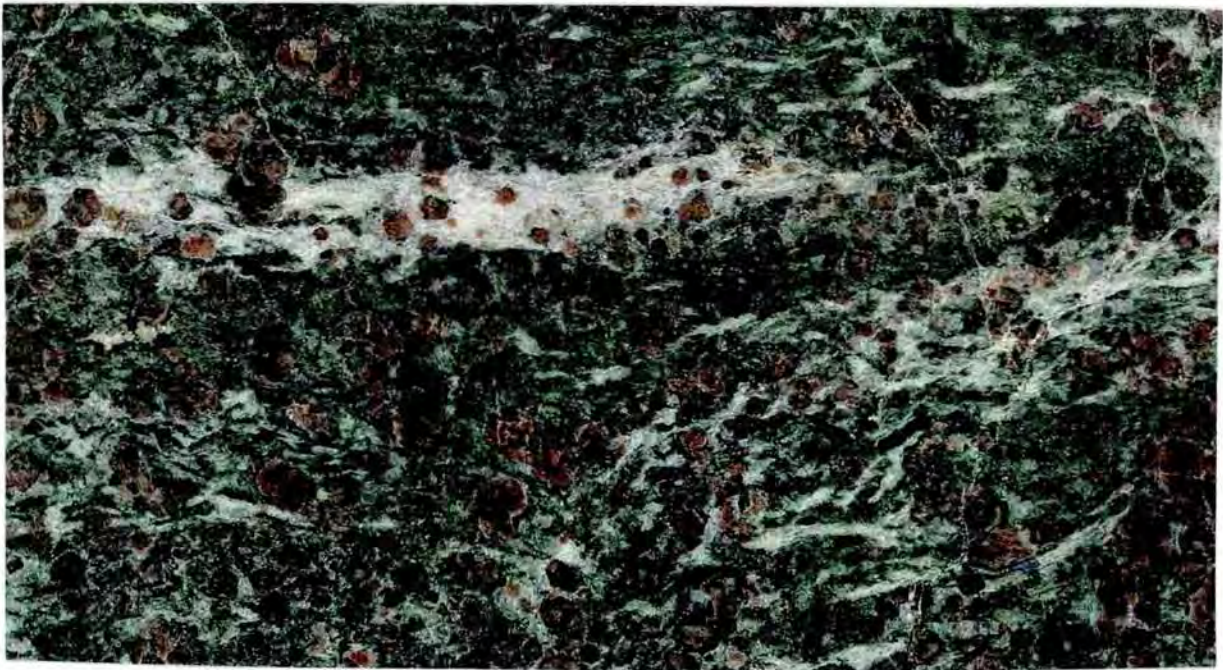
a)



b)

Plansje 7

Polerte plater av a) øyegneis, Rutledal og b) øyegneis, Eivindvik, Gulen kommune. Skala 1:1.



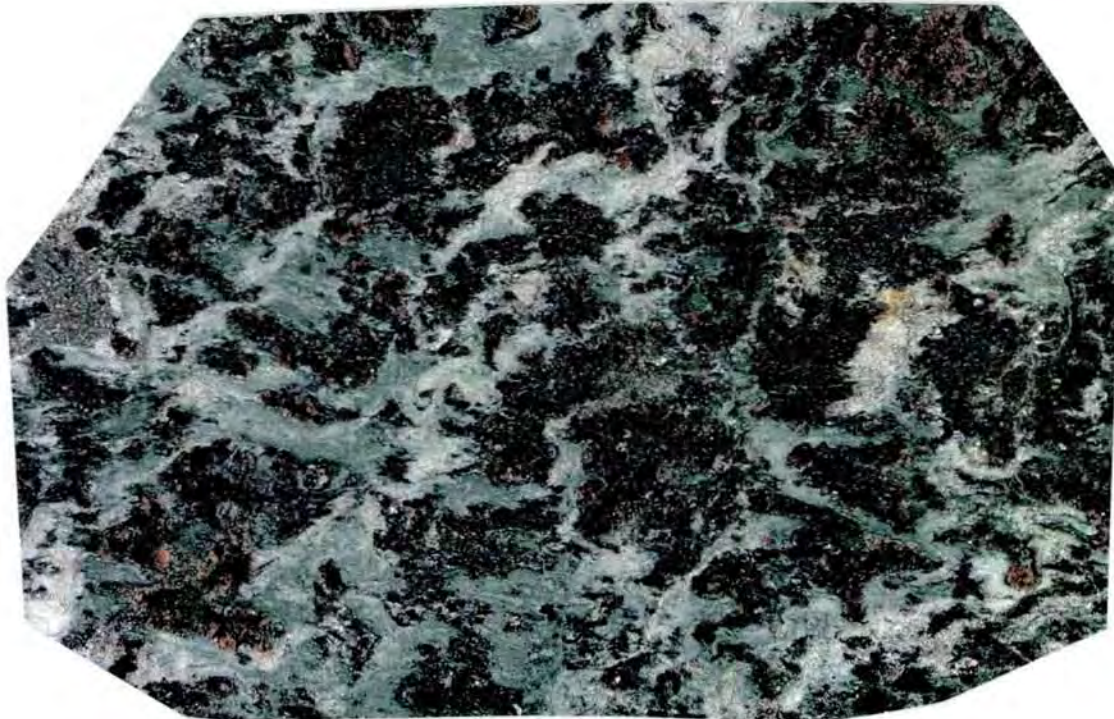
b)



c)

Plansje 8

Polerte plater av eklogitt: a) Allmenningen, Måløy, b) Sjørdal, Fjaler, c) Trausdal, Hyllestad. Skala 1:1.



a)



b)

Plansje 9

Polerte plater av metakoronitt: a) Melkevika, Fjaler, b) Svarthammaren, Fjaler. Skala 1:1.

APPENDIX B

Figurer

- 1.1. Oversiktskart, lokaliteter**
- 2.1. Oversiktskart, berggrunnsgeologi**
- 3.1. Bilder: bruk av Årdal-trondhemitt**
- 3.2. Bilder: Årdal-trondhemitt**
- 3.3. Bilder: brudd i Ytre Ofredal**
- 3.4. Detaljkart Ytre Ofredal**
- 3.5. Detaljkart, Hamnen Naddvik**
- 4.1. Bilder: trondhemitt Bremanger**
- 8.1. Bilder: øyegneis Stryn**
- 9.1. Bilder: gneis Leikanger**
- 10.1. Bilde: migmatittgneis Balestrand**
- 17.1. Bilde: gravmonument av konglomerat**
- 13.1. Detaljkart: mangeritt Flatraket**
- 15.1. Oversiktskart eklogitt i Fjaler**
- 15.2. Bilde: eklogitt Sjørdal**
- 15.3. Bilde: eklogitt Sjørdal**

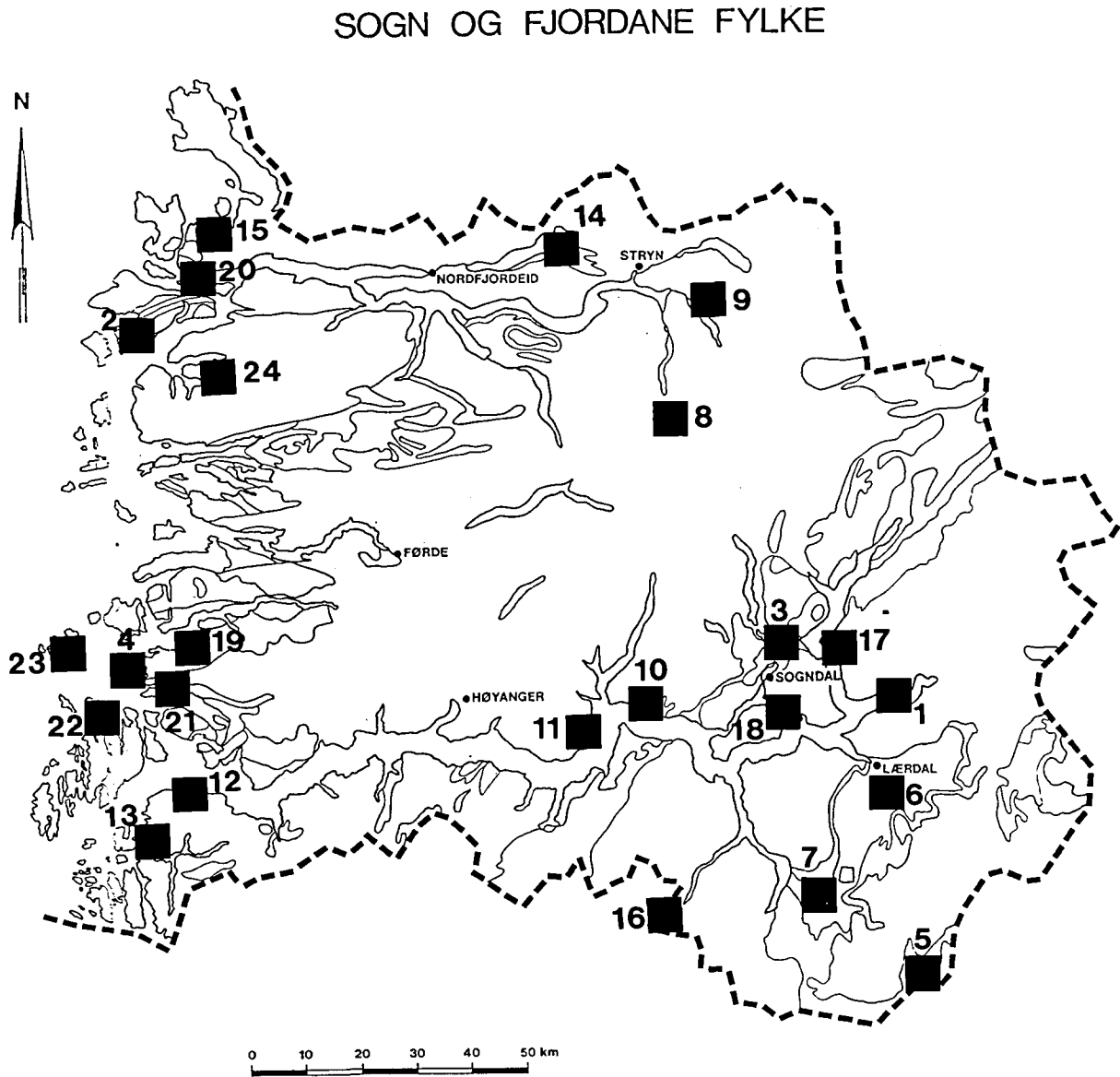
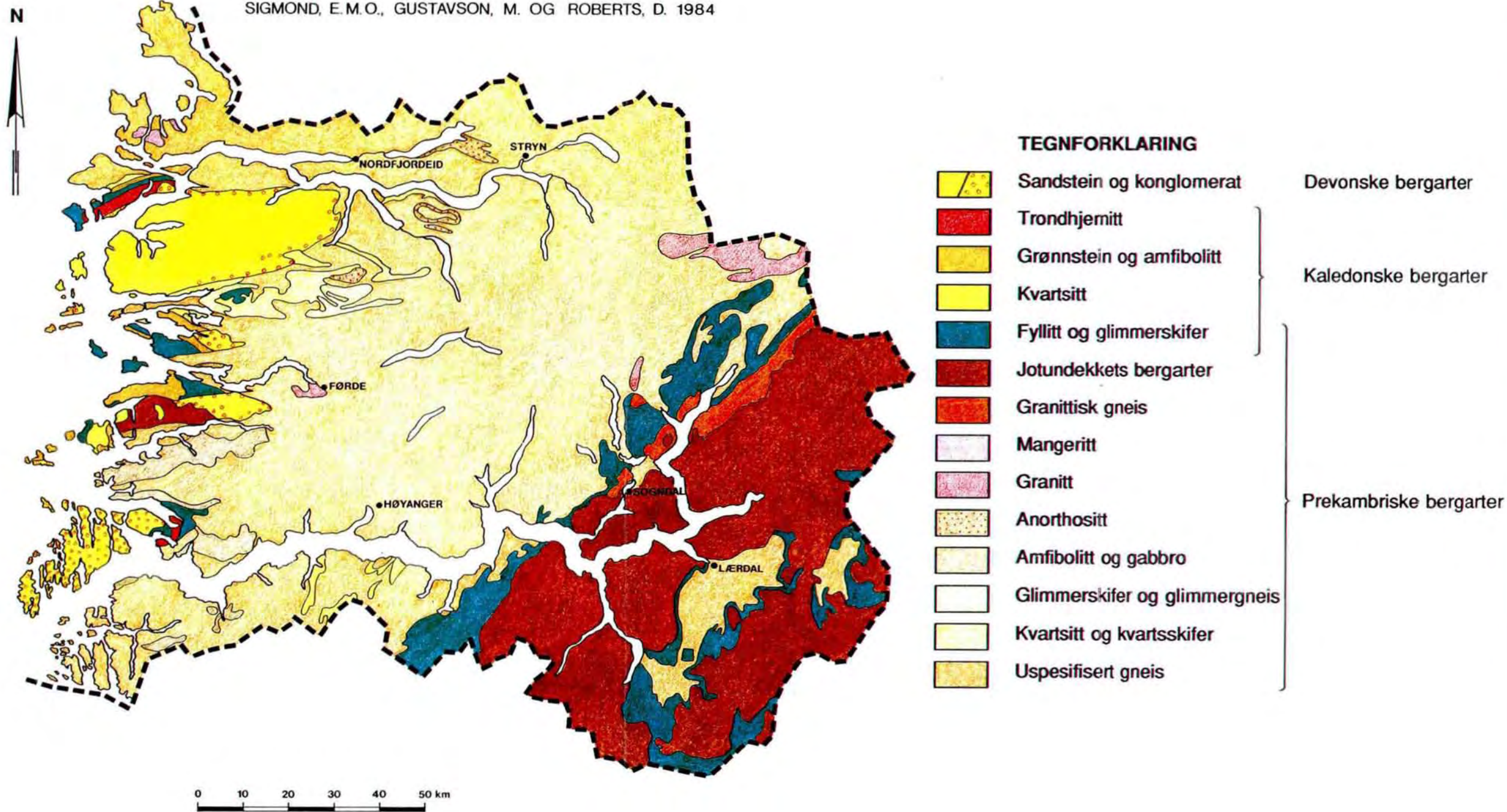


Fig. 1.1.

Blokksteinsforekomster og -lokaliteter som er beskrevet i rapporten. 1: trondhjemit Årdal, 2: trondhjemit Bre-manger, 3: Granitt Hafslø, 4: granittisk gneis Våge, 5: porfygranitt Vestredal, 6: porfygranitt Voll, 7: granitt Belle, 8: øyegneis Melkevoll, 9: øyegneis Breng, 10: migmatittgneis Leikanger, 11: migmatitt-gneis Balestrand, 12: øyegneis Rutledal, 13: øyegneis Eivindvik, 14: øyegneis Homindalsvann, 15: mangle-ritt Flatraket, 16: anorthositt Nærøydalen, 17: anorthositt Lustrafjord, 18: anorthosittgneis/koronitt Kau-panger, 19: eklogitt Fjaler, 20: eklogitt Allmenningen, 21: eklogitt Trausdal, 22: konglomerat Solund, 23: konglomerat/breksje Værlandet, 24: sandstein Svelgen.

FORENKLET BERGGRUNNSGEOLOGISK KART OVER SOGN OG FJORDANE FYLKE

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



Figur 1.1.



a)



b)



c)

Fig. 3.1.

a) Grand Hotell, Oslo. Fasade av trondhjemitt fra Årdal. b) Trappetrinn av trondhjemitt, Indre Ofredal. c) Gravmonument i trondhjemitt fra Årdal.



a)



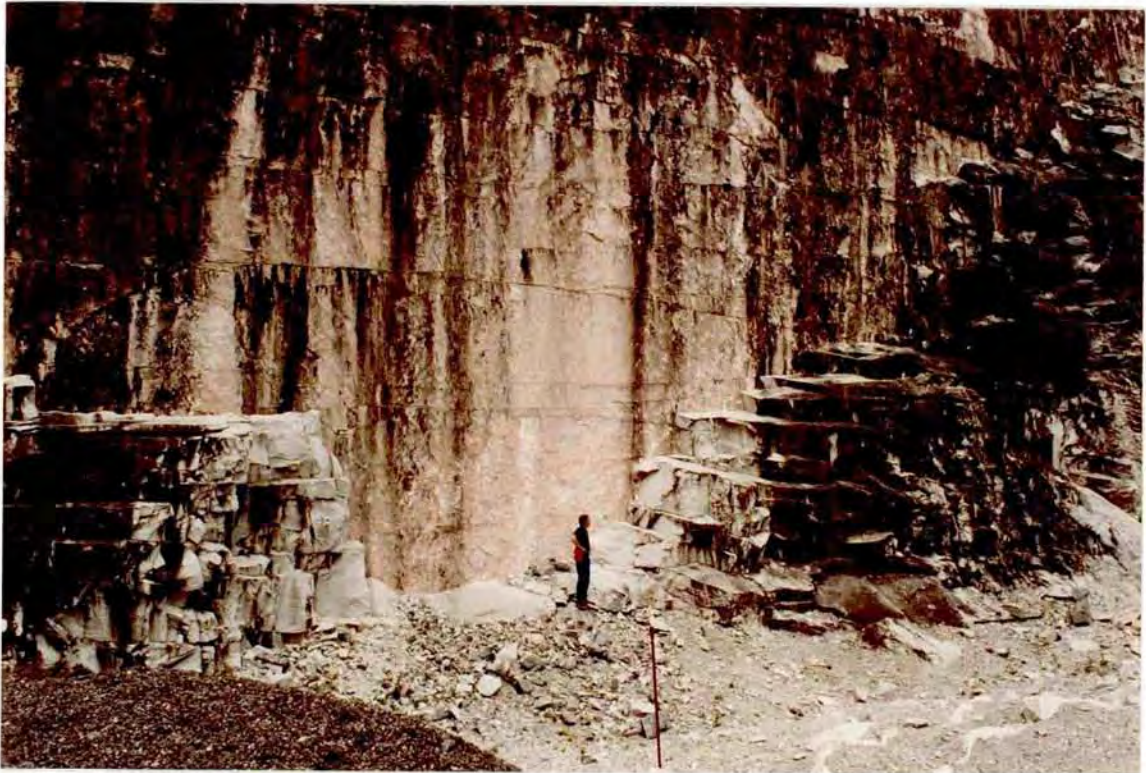
b)



c)

Fig. 3.2.

a) Magmatisk bånding i trondhjemitt, Naddvik. b) Intrusive grenser mellom lyse og mørke partier av trondhjemitt (Naddvik). c) Inneslutning (xenolitt) av anorthositisk gneiss i trondhjemitt (Ytre Ofredal).



a)



b)

Fig. 3.3.

a) Toppbruddet, Ytre Ofredal. Merk vertikal sprekk i bakkant, benkeavstand og sterkt oppsprukket (sønderskutt) fjell i forkant. b) Fiskenesforekomsten, Ytre Ofredal. Parti med ett av de gamle bruddene.

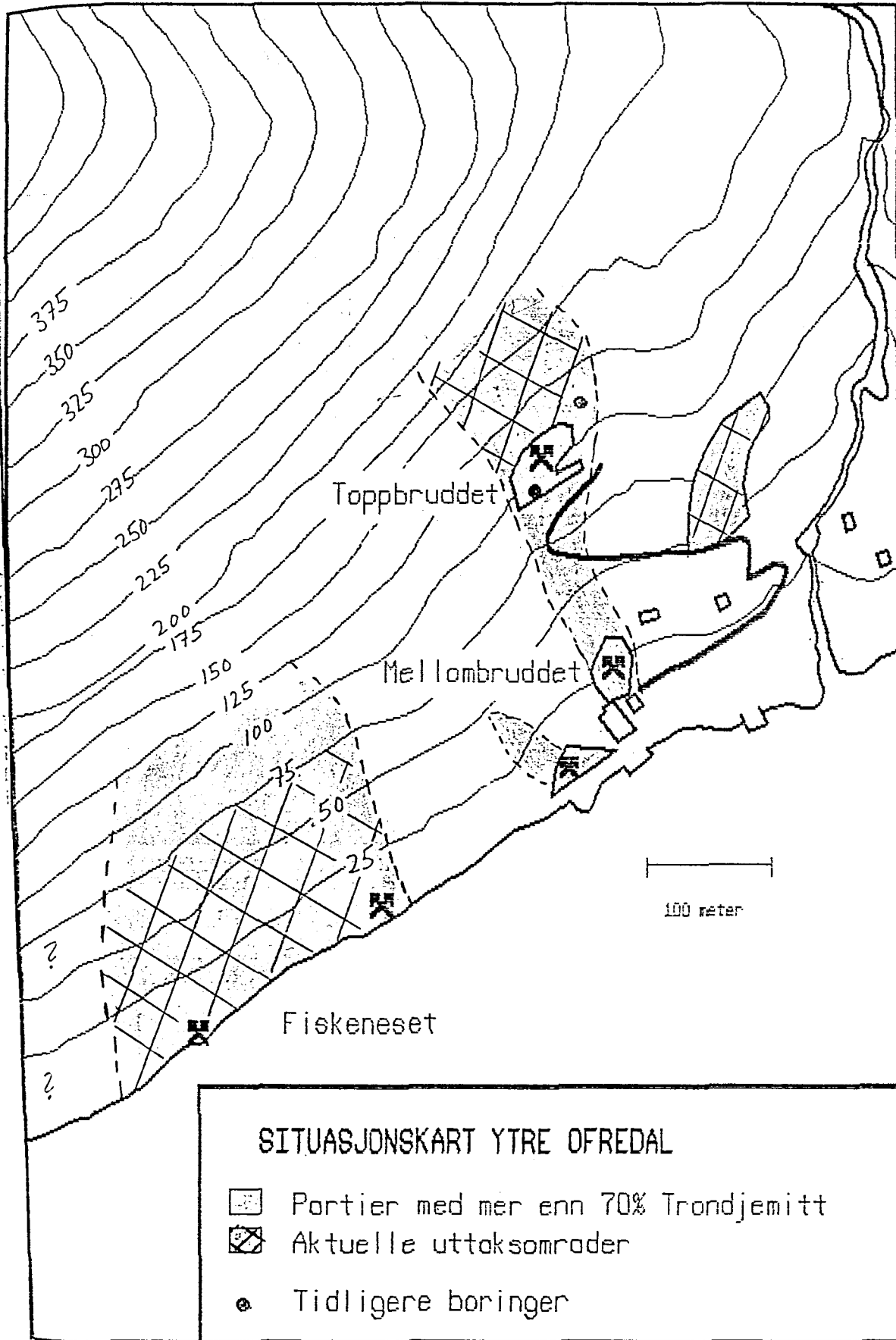


Fig. 3.4.

Detaljkart, Ytre Ofredal, som viser lokalisering av brudd og trondhjemittsoner. Etter Henriksen (1991).



a)







b)

Fig. 4.1.

a) Trondhemittmassivet i Bremanger sett mot øst fra ferjeleiet i Smørhamn (de sentrale partier sees i bildets venstre del). Til høyre i bildet sees devonske konglomerater/breksjer. b) Brudd i trondhemitt like nord for Smørhamn. Merk tette, skråttstilte sprekker.

SITUASJONSKART, HAMNEN.

-  Grusavsetninger
-  Ur
-  Aktuelt uttaksområde
-  Gammelt brudd

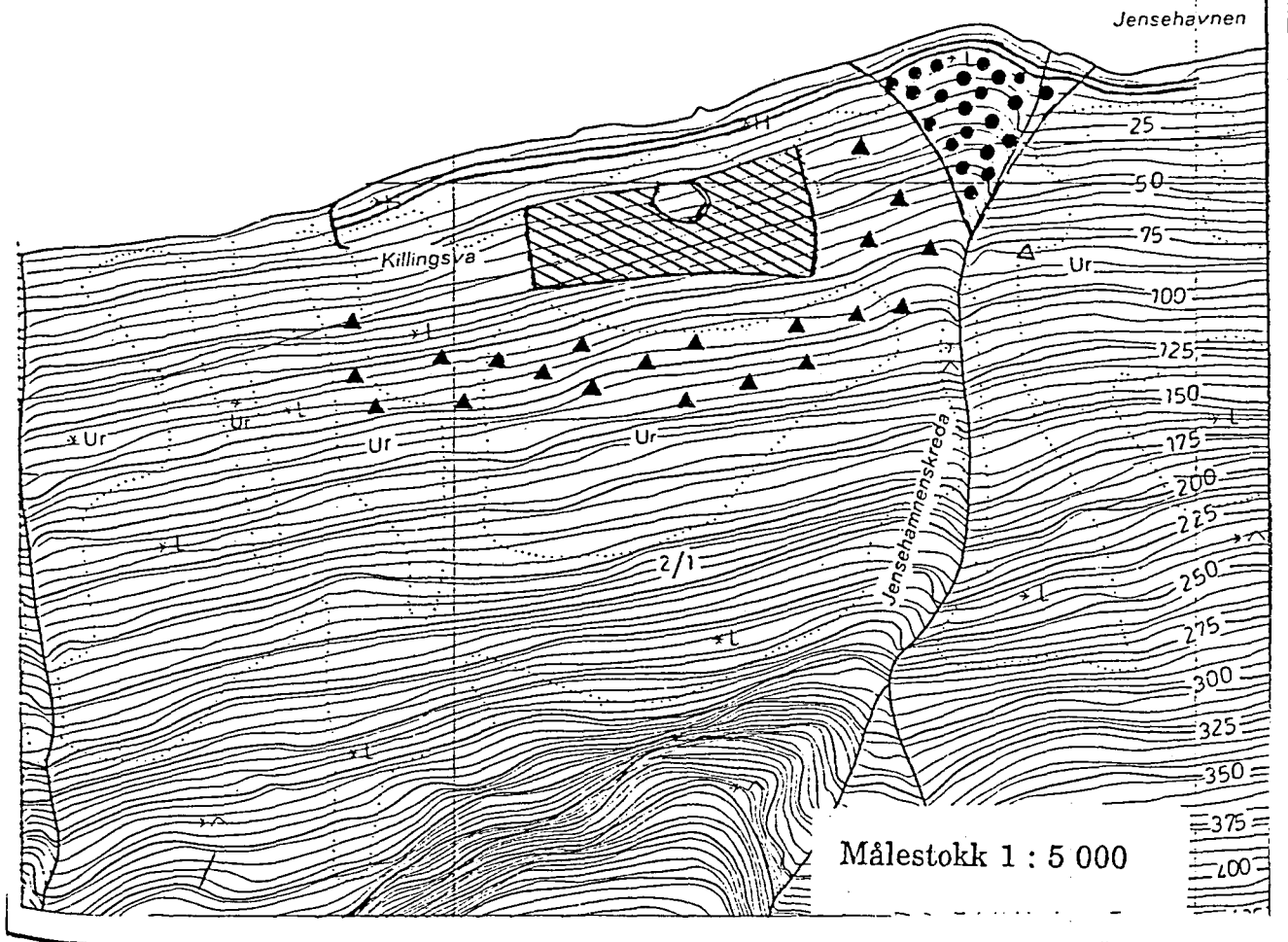


Fig. 3.5.

Detaljkart, Hamnen (Naddvik), som viser lokalisering av gammelt brudd og evt. driftsområder. Etter Henriksen (1991).



a)



b)

Fig. 8.1.

a) Gammelt brudd i rasblokk, øyegneis, Melkevoll. b) Blotninger av øyegneis, Breng.



a)



b)

Fig. 9.1.

a) Trappetrinn i polert Leikanger-gneis, Aker Brygge (foto: B. F. Russenes). b) Deler av det gamle bruddet ved Verkenneset, Leikanger. Merk kraftig oppsprekning grunnet sprengning.



Fig. 10.1.

Parti av migmatittgneis, Balestrand.



Fig. 17.1.

Gravmonument av konglomerat fra Solund.

Detaljkart.

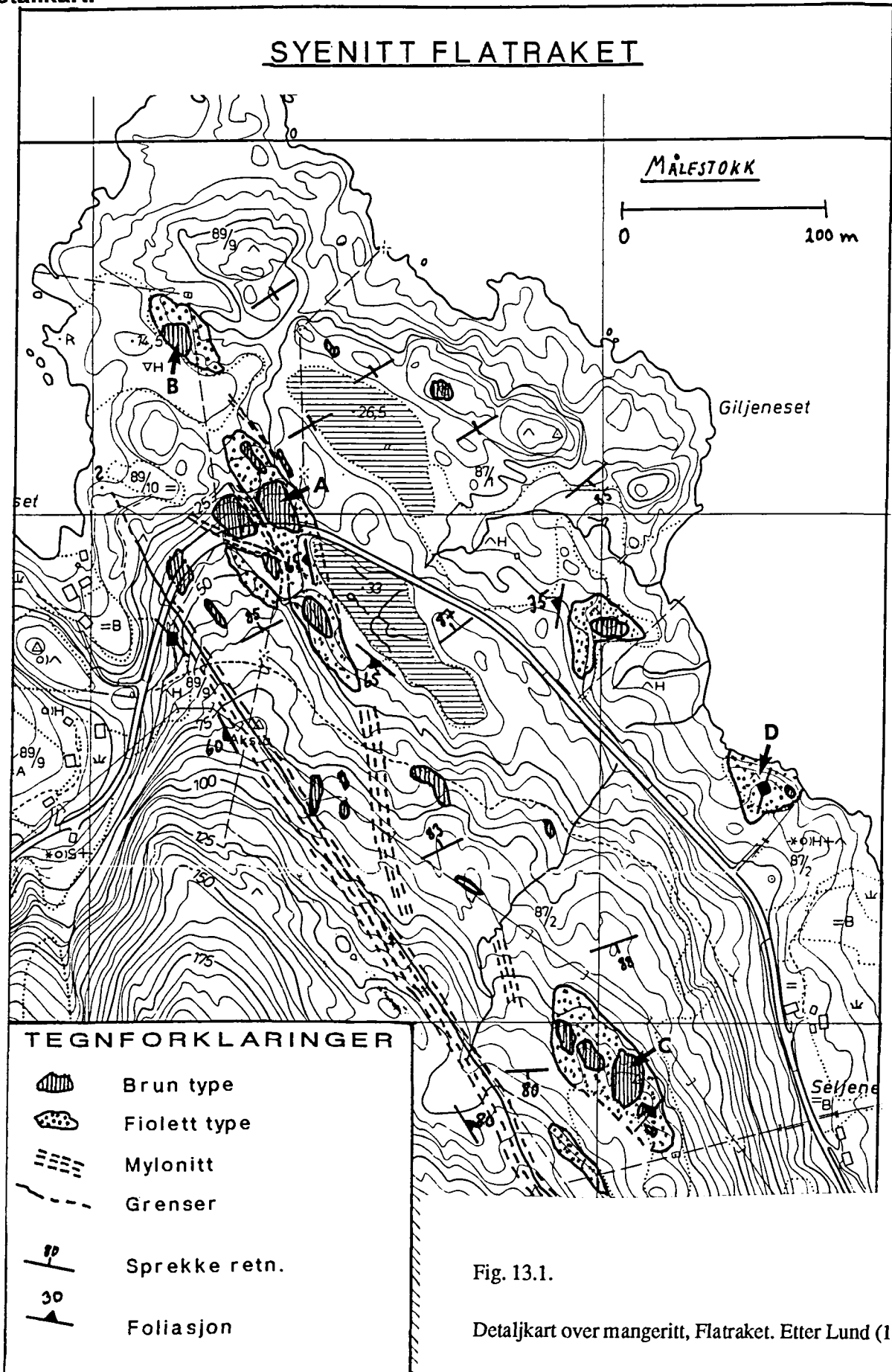


Fig. 13.1.

Detaljkart over mangeritt, Flatiraket. Etter Lund (1992).

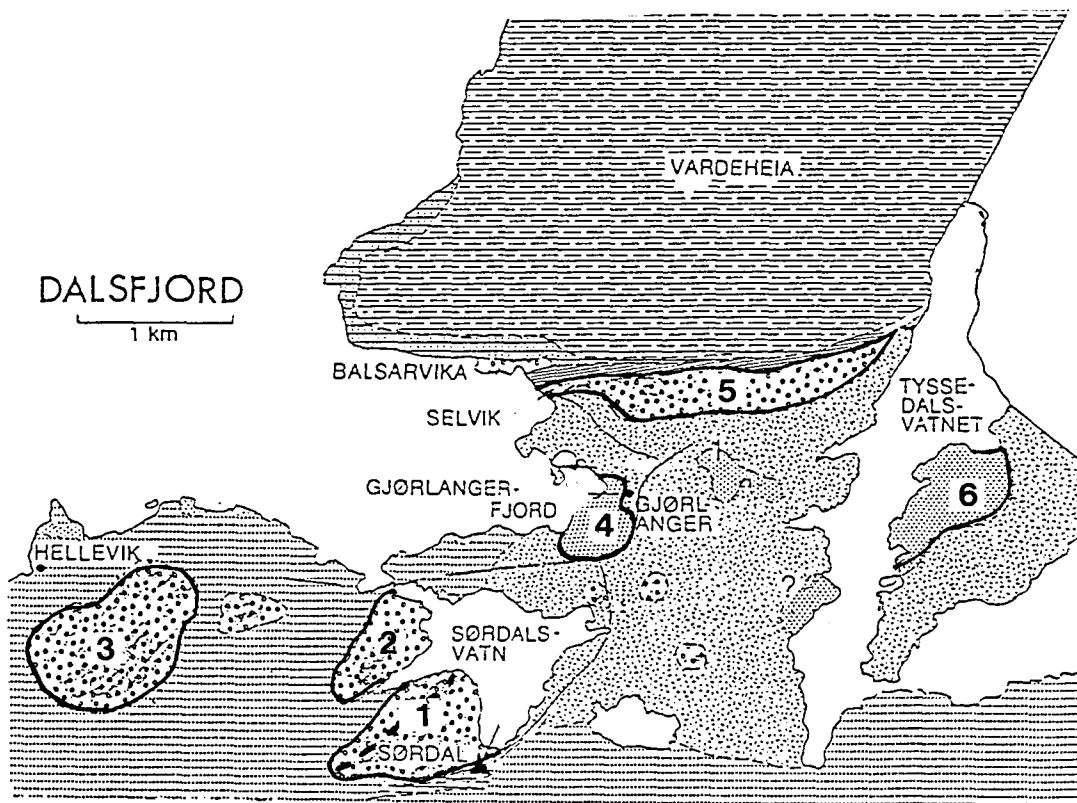


Fig. 15.1.

Eklogittiske bergarter i Gjørlanger (1-6). 1: Sjørdal, 2: Melkevika, 3: Hovden, 4: Hålehaugen, 5: Svartham-
maren, 6: Tyssekvam. Etter Cuthbert (1985).

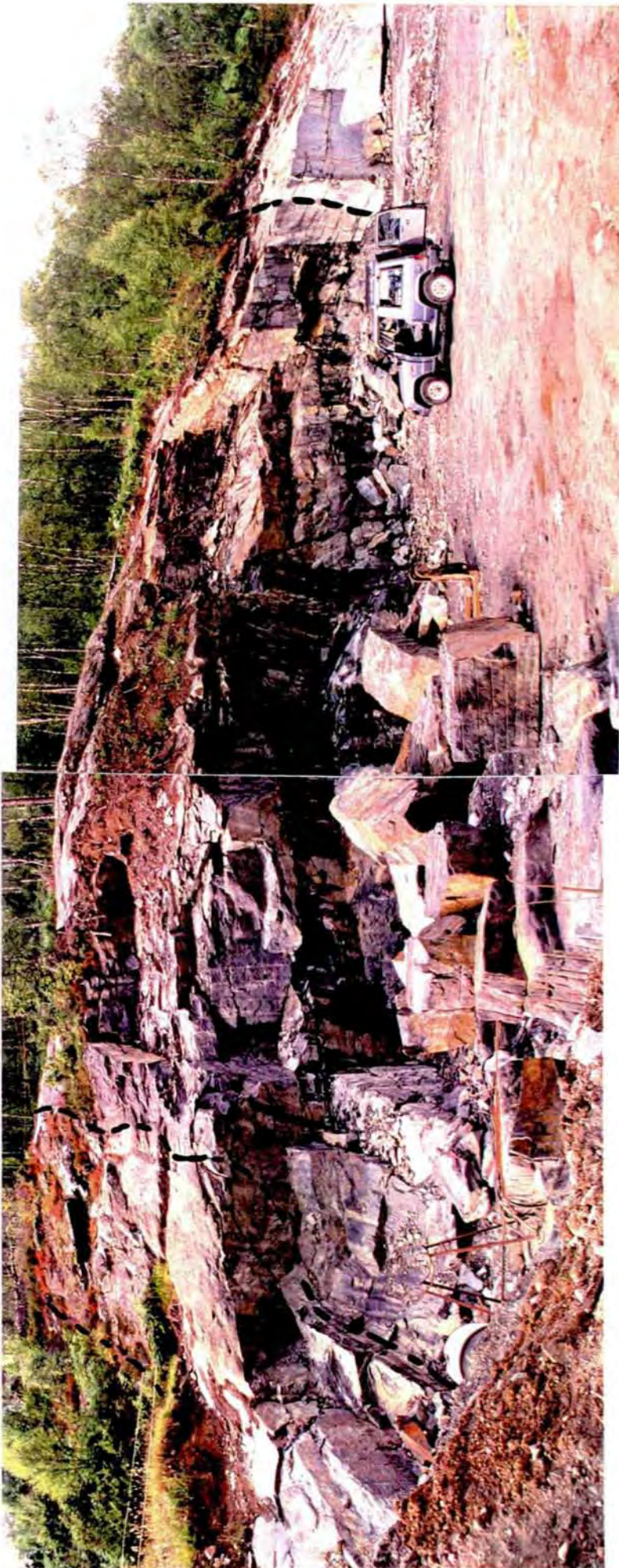
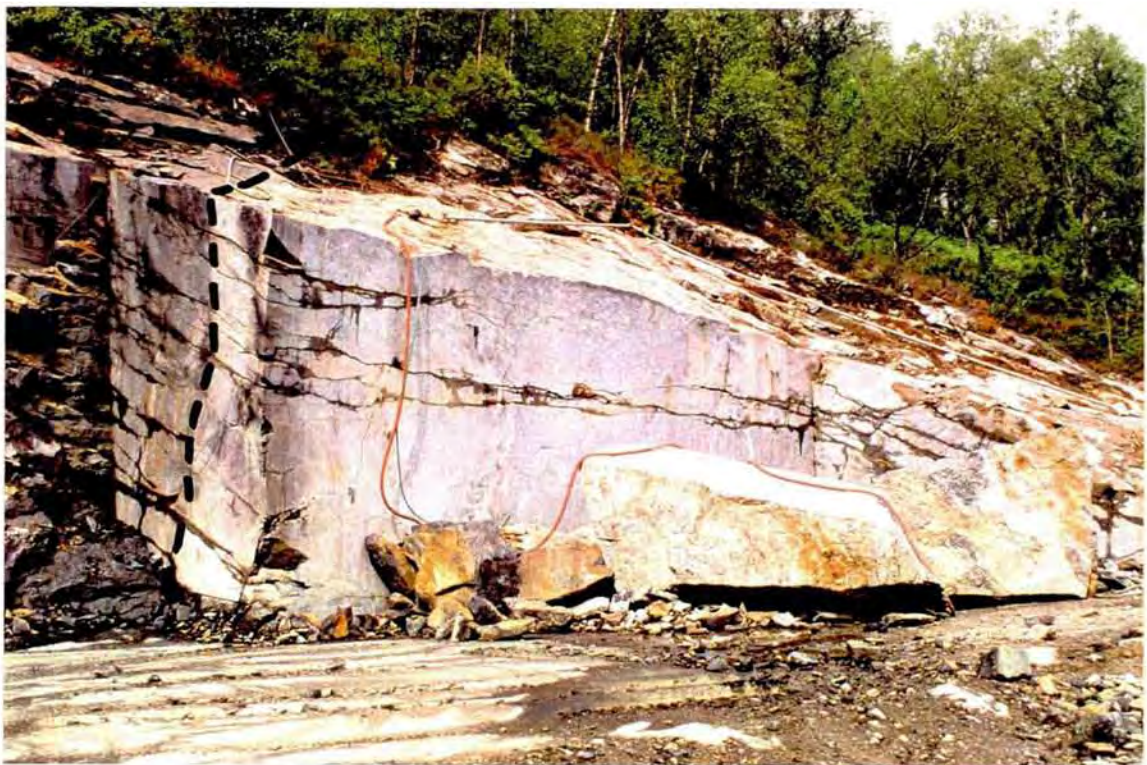


Fig. 15.2.

Eklogittbrudd ved Sjørdal, Fjaler. Lys paragonittrik eklogitt finnes i begge ender av bruddet, mens det mellomliggende hovedsakelig er mørk metaeklogitt (grenser er trukket med stiplet linje).



a)



b)

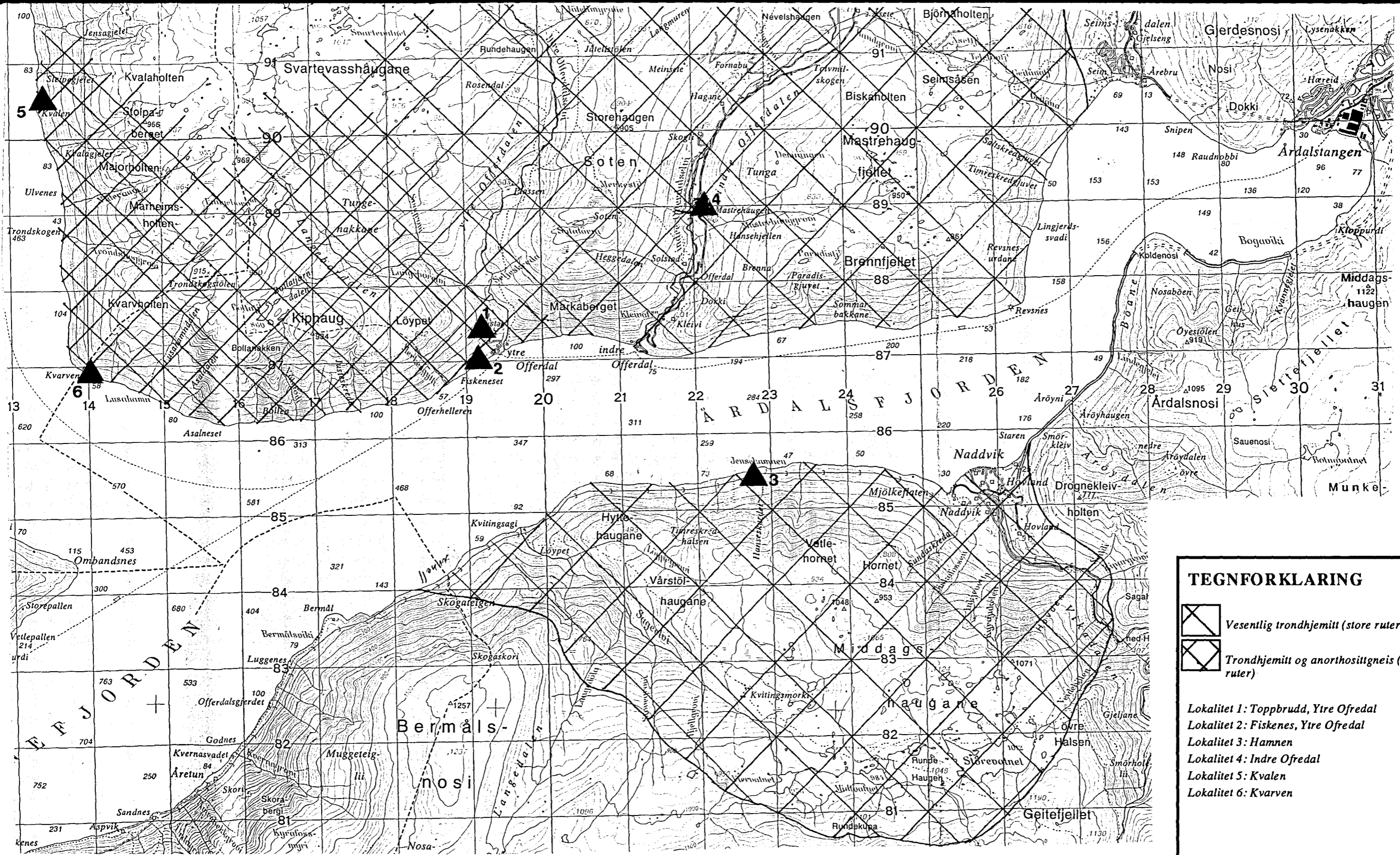
Fig. 15.3.

a) Veksling mellom lys, paragonittrik eklogitt og mørk metaeklogitt (stiplet linje angir grensen) i bruddet ved Sjørdal (1991). b) Detalj av linesaget parti i bruddet ved Sjørdal (1992). Stiplet linje angir grense mellom lys paragonittrik eklogitt (til høyre) og mørk metaeklogitt. Merk oppsprekning.

APPENDIX C

Kartbilag

93.059-1	Oversiktskart Årdal
93.059-2	Oversiktskart Bremanger
93.059-3	Oversiktskart Hafslo
93.059-4	Detaljkart Solvorn
93.059-5	Detaljkart Oklevik - Hafslo Bygdeallm. - Orrabru
93.059-6	Detaljkart Dvergedal - Helvetesfossen
93.059-7	Oversiktskart Våge
93.059-8	Oversiktskart Vestredal
93.059-9	Oversiktskart Lærdal
93.059-10	Oversiktskart Vassbygdi
93.059-11	Oversiktskart Stryn
93.059-12	Kart Leikanger
93.059-13	Oversiktskart Balestrand
93.059-14	Oversiktskart Gulen
93.059-15	Oversiktskart Hornindalsvann
93.059-16	Oversiktskart Måløy
93.059-17	Oversiktskart Anorthositter
93.059-18	Detaljkart Sjørdal-Melkevika
93.059-19	Detaljkart Hovden



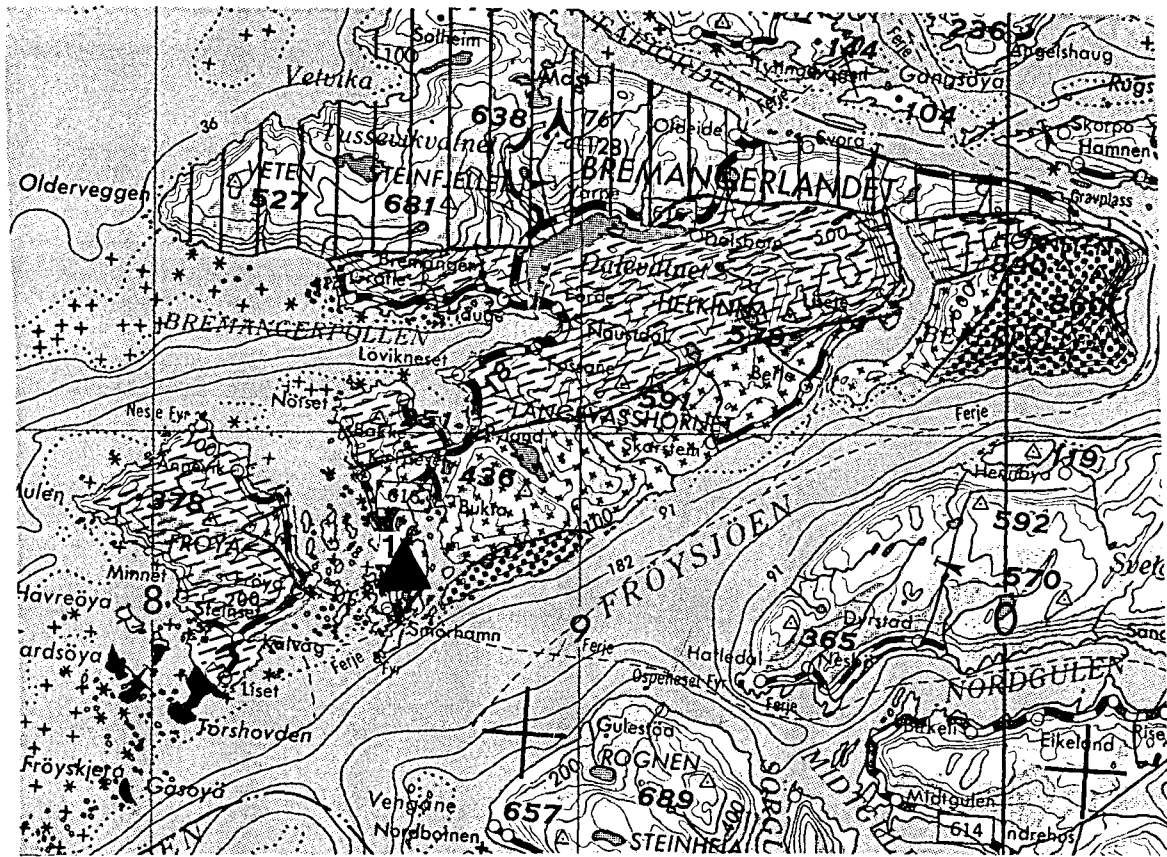
TEGNFORKLARING

Vesentlig trondhjemit (store ruter)






 Trondhjemit og anorthositgneis (små ruter)

Lokalitet 1: Toppbrudd, Ytre Ofredal
 Lokalitet 2: Fiskenes, Ytre Ofredal
 Lokalitet 3: Hamnen
 Lokalitet 4: Indre Ofredal
 Lokalitet 5: Kvalen
 Lokalitet 6: Kvarven

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992 Geologisk kart over trondhjemit ved Årdalsfjorden ("Sognegranitt") (Kartgrunnlag: Rekstad, 1905; Lutro et. al. 1986) NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM	Målestokk:	Målt:TH	1992
	1:50000	Tegn:TH	Mars 1993
		Trac:TH	Mars 1993
		Kfr:	
Tegning nr. 93.059-1		Kartblad nr. 1417 II	



TEGNFORKLARING

-  Breksjerkonglomerat av devonsk alder
-  Trondhemitt (kaledonsk)
-  Gabbro (kaledonsk)
-  Udiff. metasedimenter av kambrosilurisk alder
-  Udiff. suprakrustalbergarter av prekambrisk til kambrosilurisk alder

Lokalitet 1: Smørhamn

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Geologisk kart over Bremangerlandet.

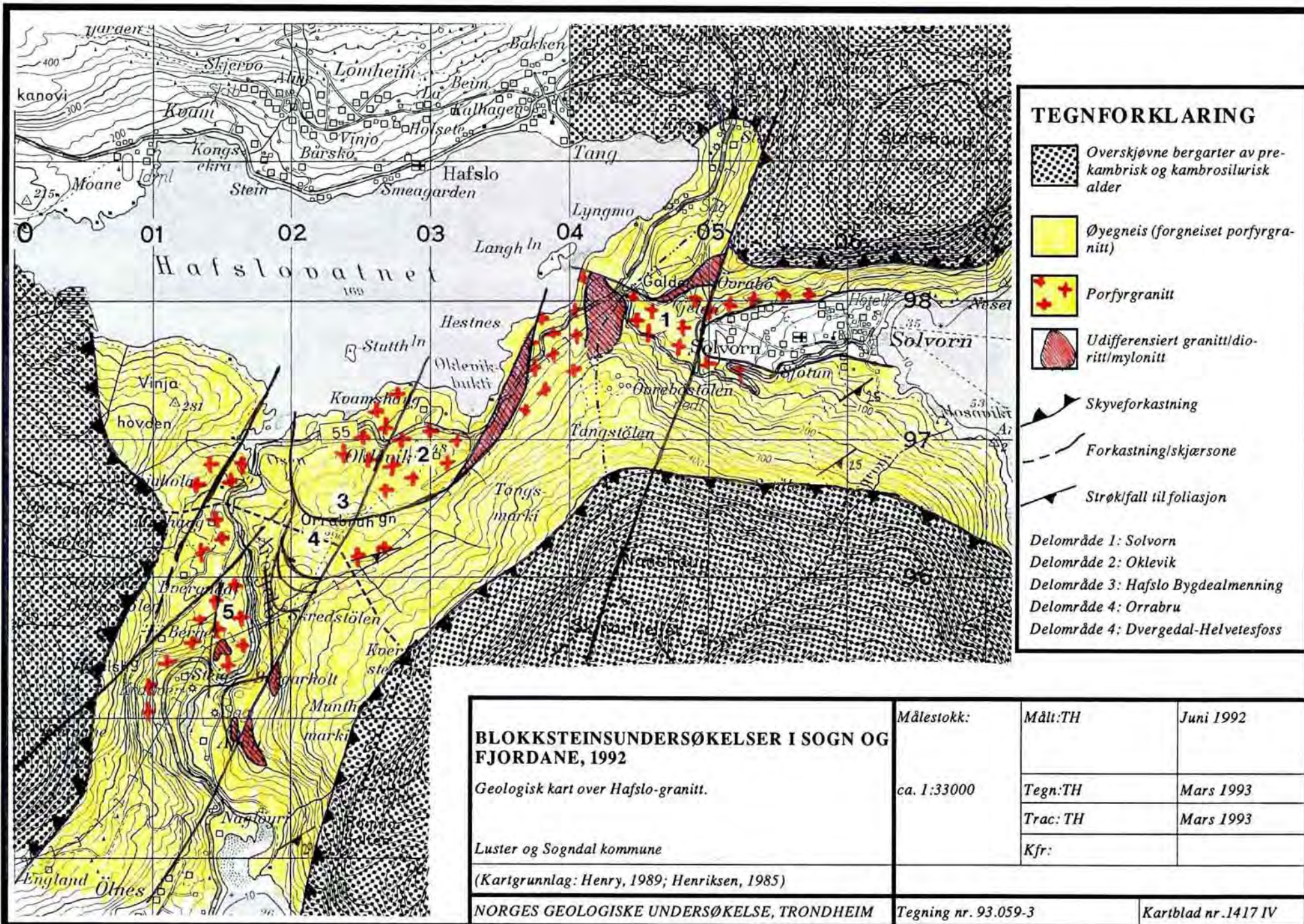
(etter Kildal, 1970)

Målestokk:	Målt: TH	1992
ca. 1:180000	Tegn: TH	April 1993
	Trac: TH	April 1993
	Kfr:	

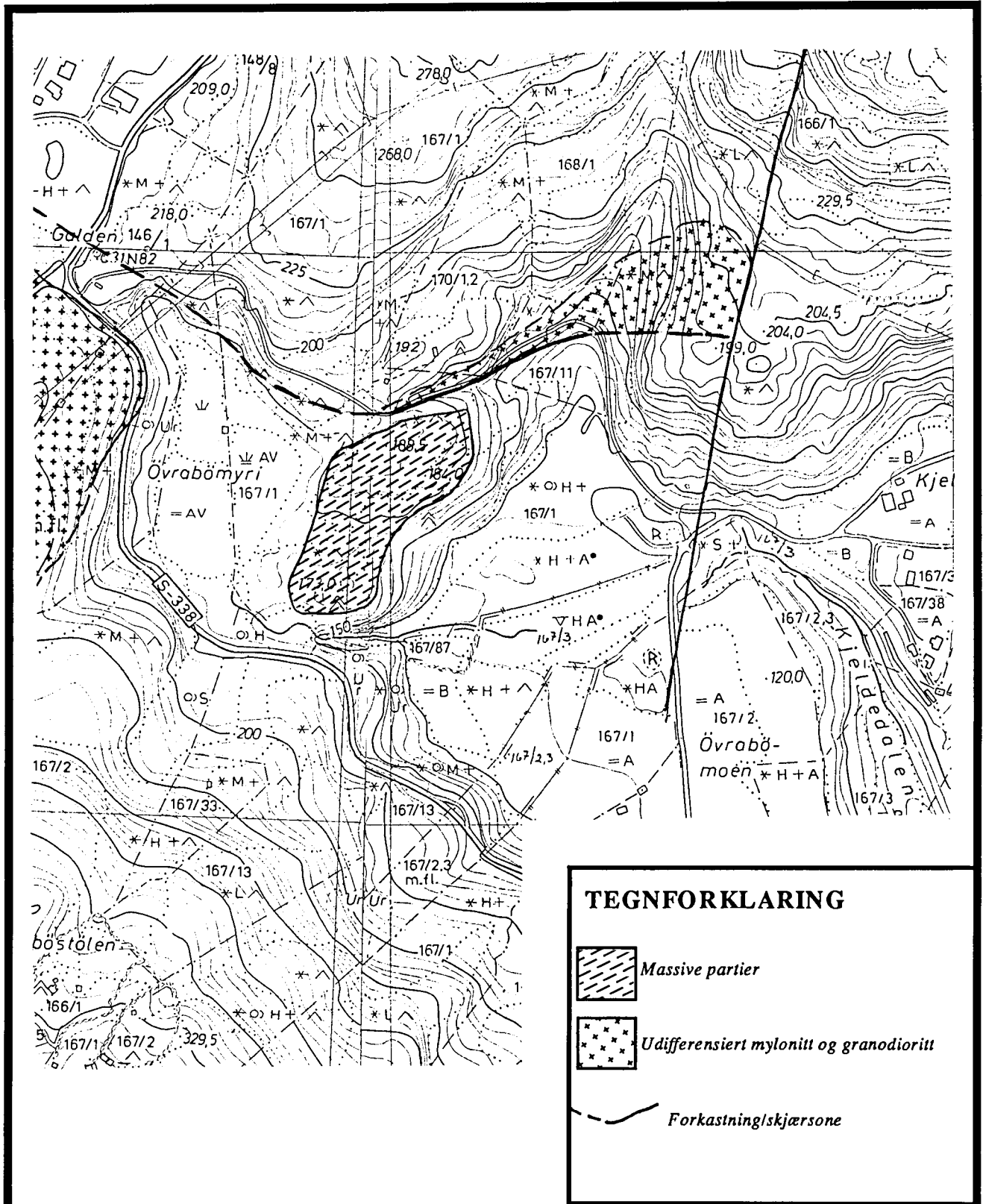
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM

Tegning nr. 93.059-2

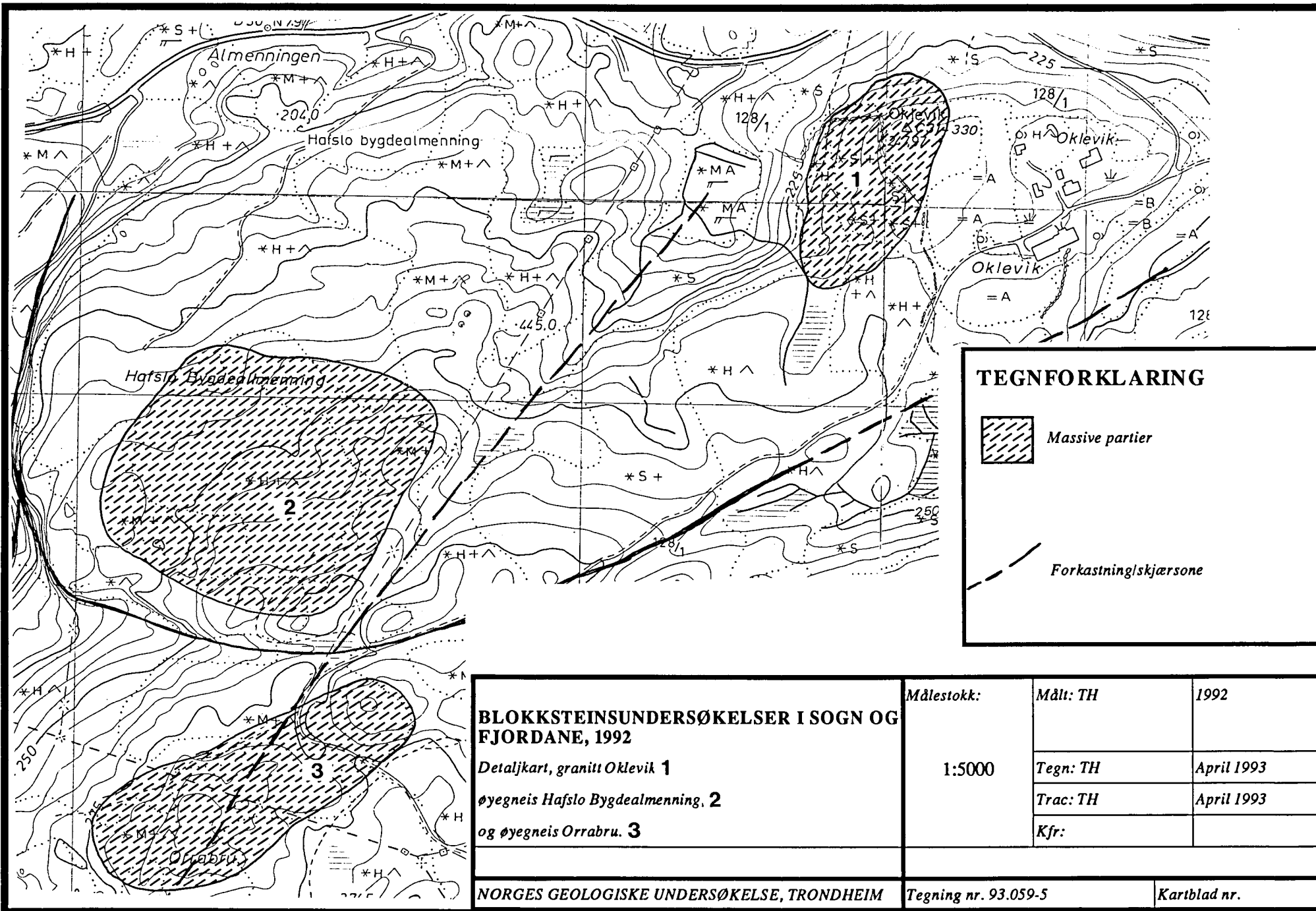
Kartblad nr.




BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992 Geologisk kart over Hafslo-granitt. Luster og Sogndal kommune (Kartgrunnlag: Henry, 1989; Henriksen, 1985)	Målestokk:	Målt:TH	Juni 1992
	ca. 1:33000	Tegn:TH	Mars 1993
		Trac: TH	Mars 1993
		Kfr:	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM		Tegning nr. 93.059-3	Kartblad nr.1417 IV




BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992 <i>Detaljkart, Solvorn (Hafslo-granitt)</i>	Målestokk:	Målt: TH	1992
	1:5000	Tegn: TH	April 1993
		Trac: TH	April 1993
		Kfr:	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM		Tegning nr. 93.059-4	Kartblad nr.



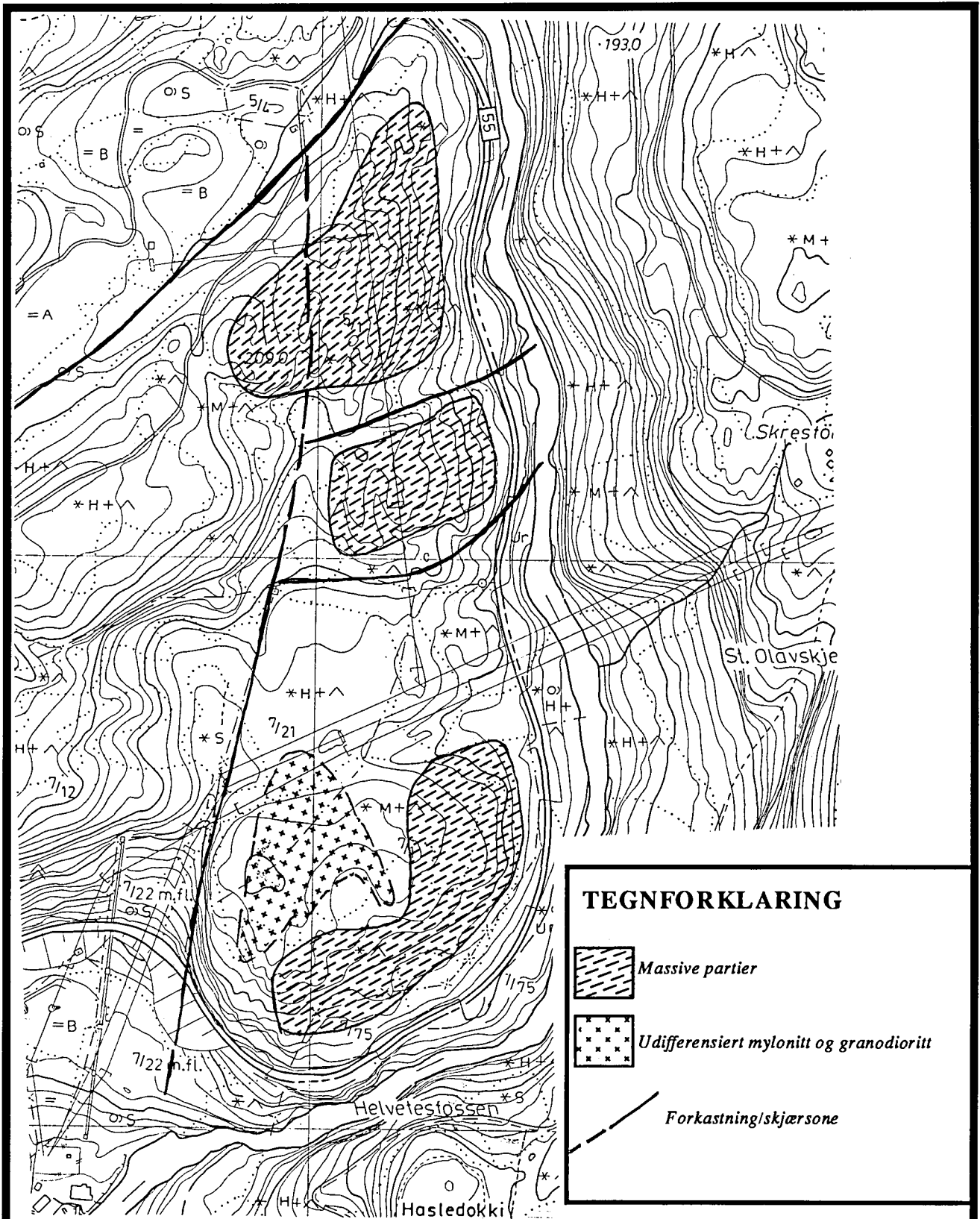
TEGNFORKLARING

 Massive partier

 Forkastningsskjærsoner

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992
 Detaljkart, granitt Oklevik **1**
 øyegneis Hafslo Bygdealmenning, **2**
 og øyegneis Orrabru. **3**

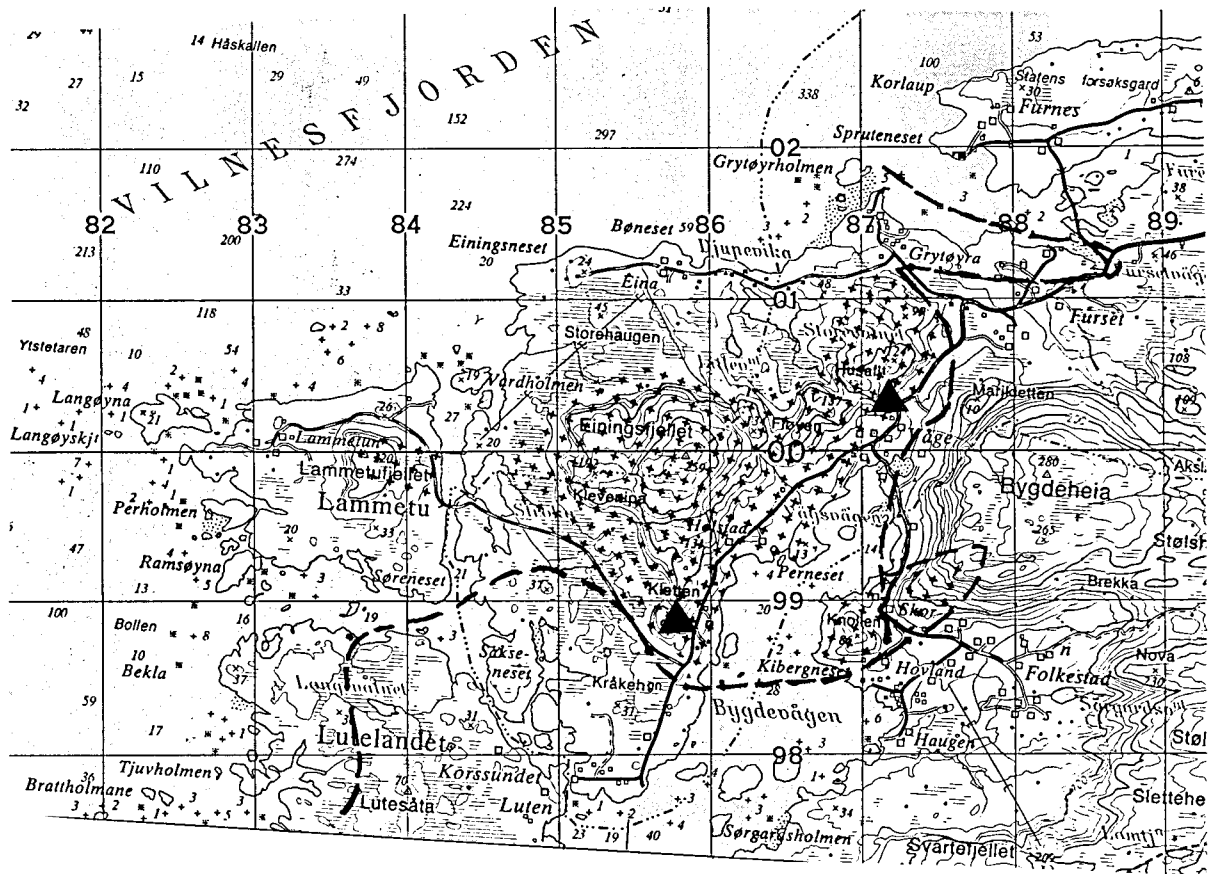
Målestokk:	Målt: TH	1992
1:5000	Tegn: TH	April 1993
	Trac: TH	April 1993
	Kfr:	



BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Detaljkart, Dvergedal-Helvetesfossen (Hafslo).

Målestokk: 1:5000	Målt: TH	1992
	Tegn: TH	April 1993
	Trac: TH	April 1993
	Kfr:	



TEGNFORKLARING



Område med dominerende rød, granittisk gneis



Prøvetatte lokaliteter

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Granittisk gneis ved Våge, Askvoll. Stiplet linje angir omtrentlig avgrensning til sone med granittisk gneis.

Kartgrunnlag: Kildal (1970)

Målestokk:

1:50000

Målt: TH

1992

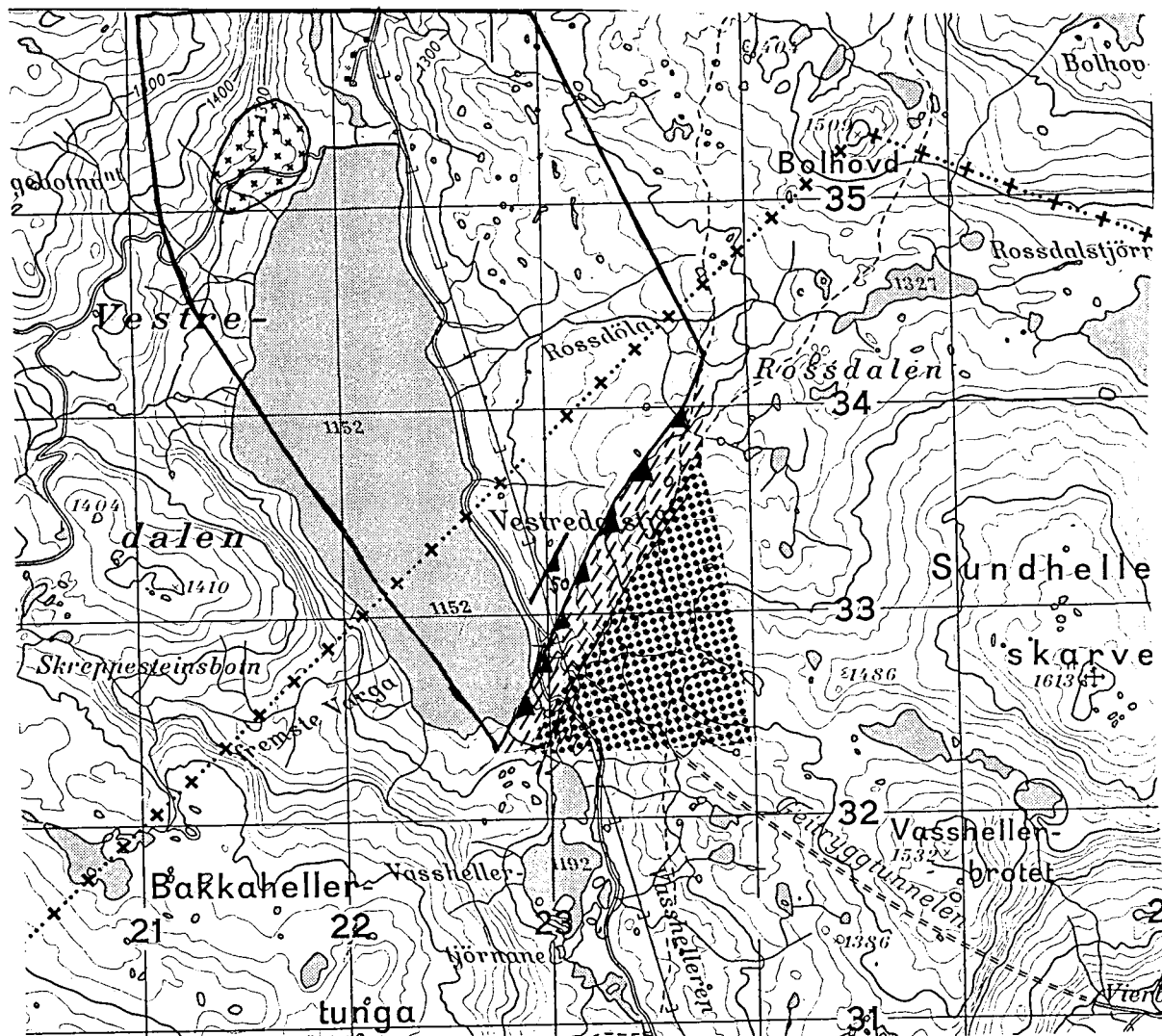
Tegn: TH

April 1993






Trac: TH

April 1993

Kfr:



TEGNFORKLARING

-  Metasandstein (kambro-silur)
-  Fyllitt (kambro-silur)
-  Område med massiv porfyrgranitt
-  Lavvinklet forkastning/skjærsone
-  Strøkfall til mylonittfoliasjon

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Grønnlig porfyrgranitt, Vestredalen (Geiteryggen).

Innrammet område markerer undersøkte granittlokaliteter.

Målestokk:

Målt: TH

1992

ca. 1:33000

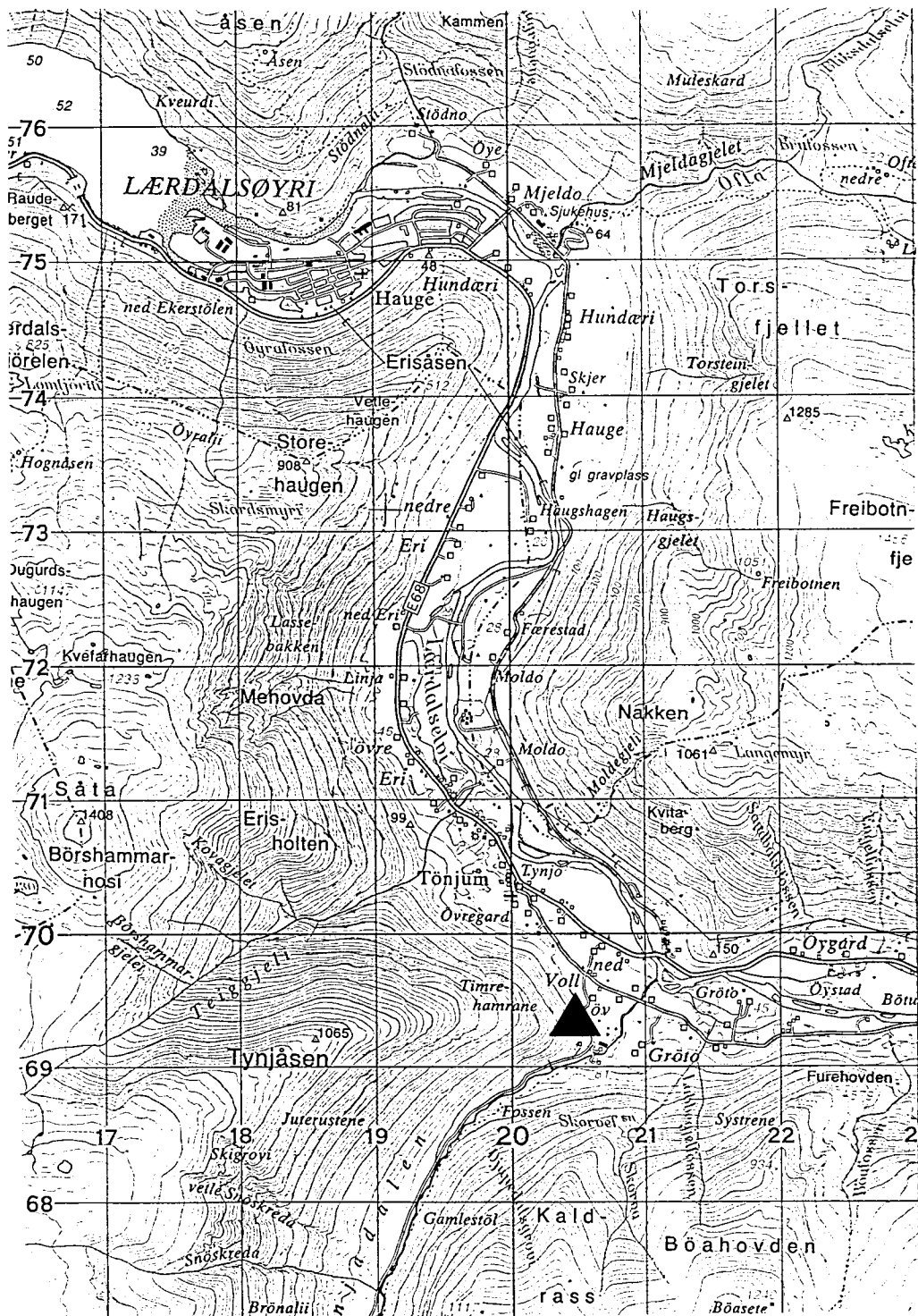
Tegn: TH

April 1993

Trac: TH

April 1993

Kfr:



BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Lokalitet/gammelt brudd i profyrgranitt, Lærdal.

Målestokk:

1:50000

Målt: TH

Tegn: TH

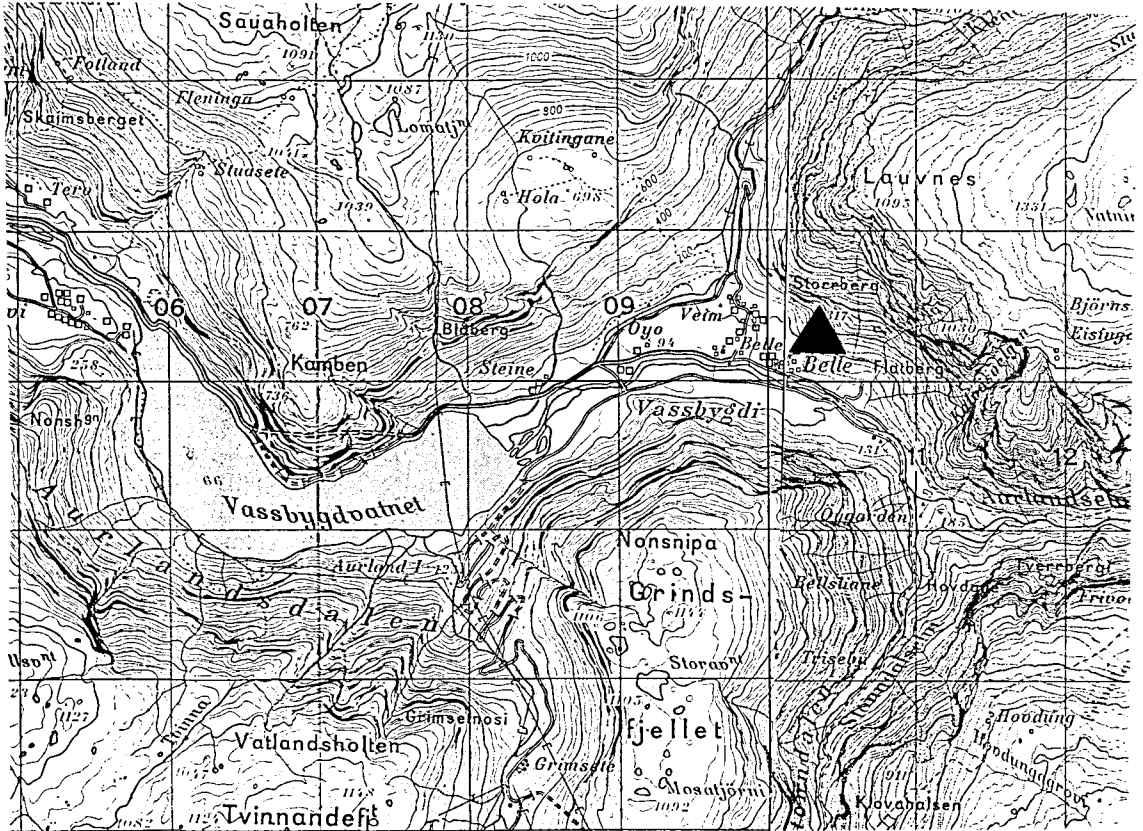
Trac: TH

Kfr:

1992

April 1993

April 1993



BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Lokalitet/gammelt brudd i granitt, Vassbygdi, Aurland.

Målestokk:

1:50000

Målt: TH

Tegn: TH

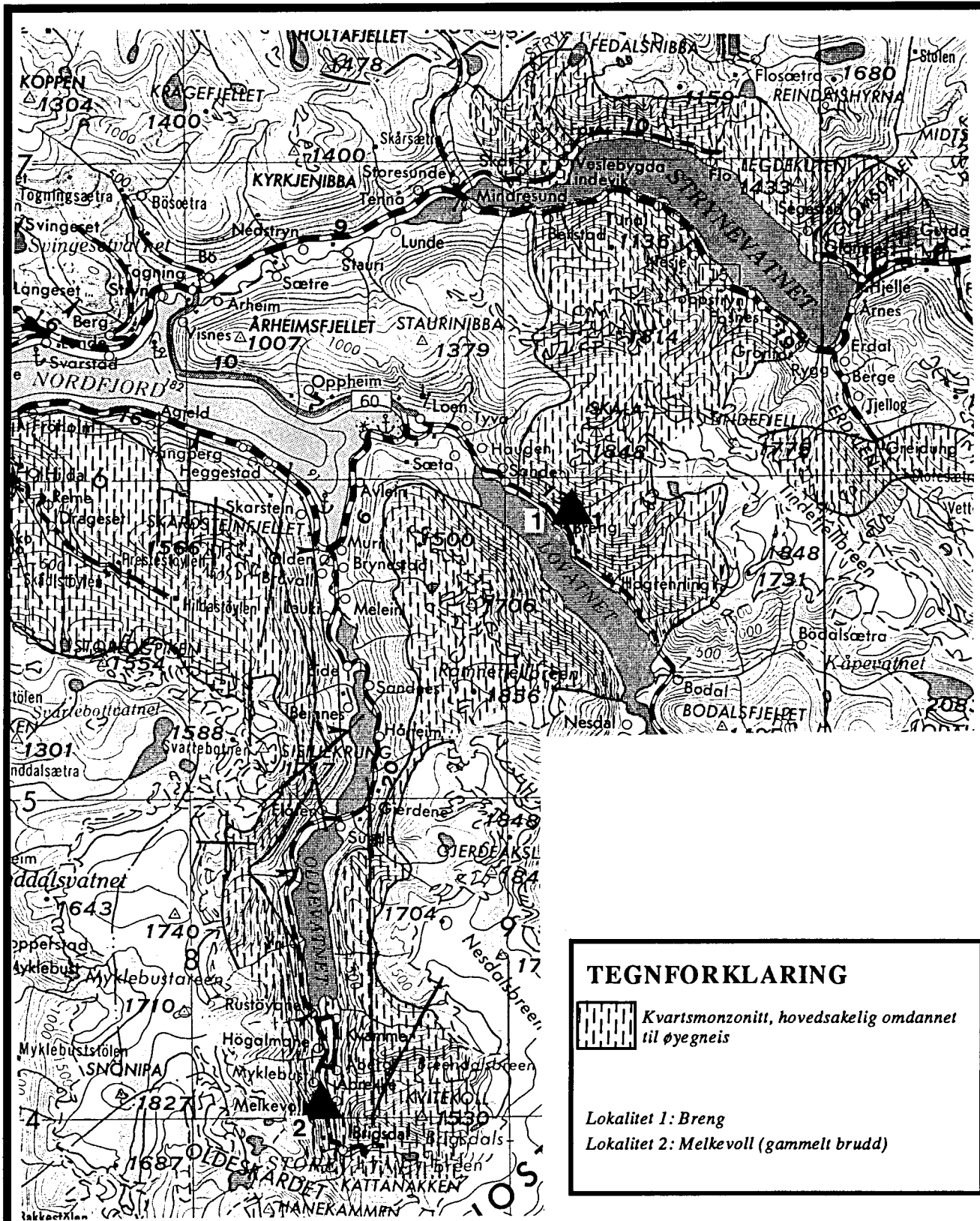
Trac: TH

Kfr:

1992

April 1993

April 1993



BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Utbredelse til kvartsmonzonitt/øyegneis mellom Strynevatnet og Olden.

(Kart etter Lutro & Tveten, 1988)

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM

Målestokk:

ca. 1:180000

Målt:

Tegn: TH

Trac: TH

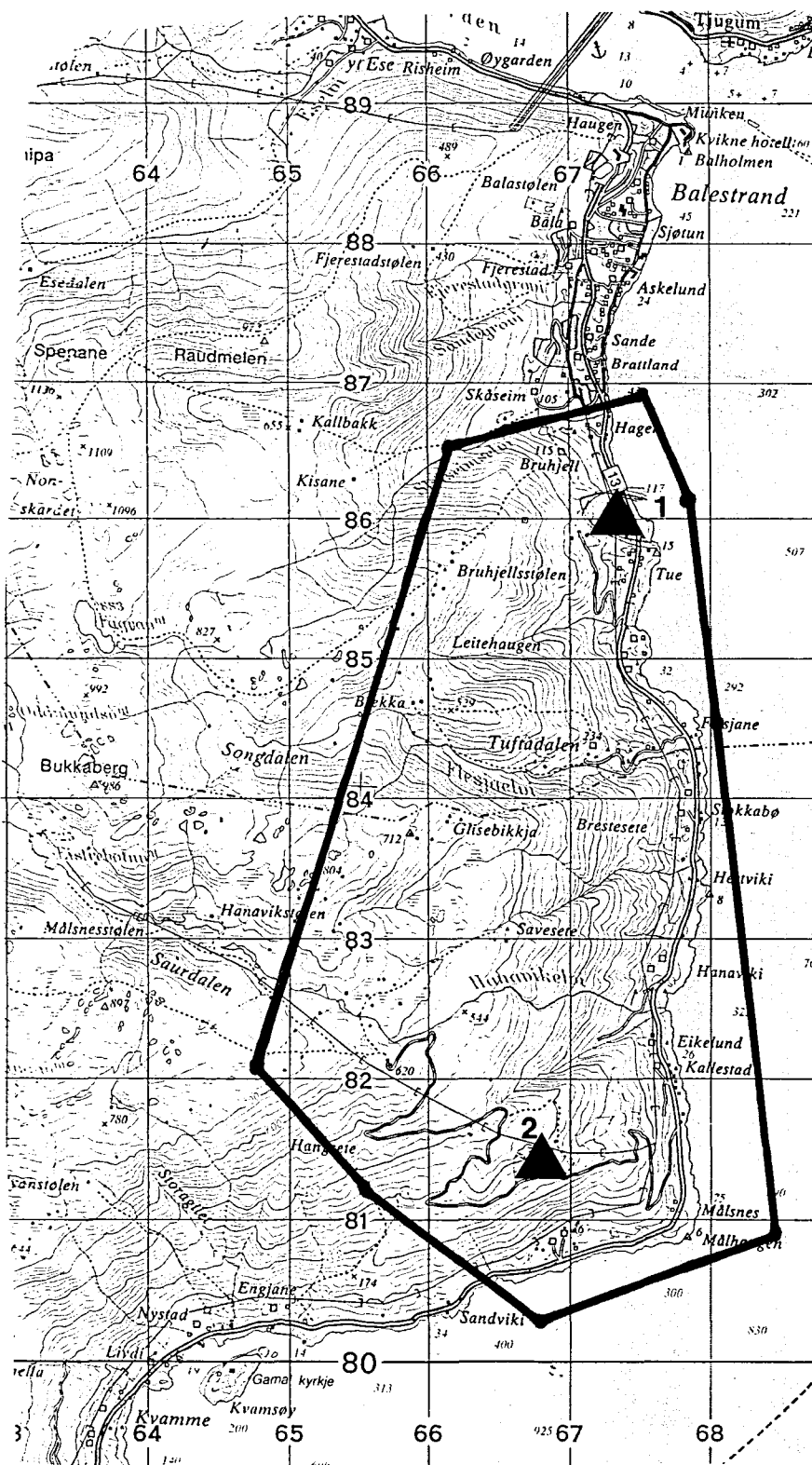
Kjr:

Mars, 1993

Mars, 1993

Kartblad nr.

Tegning nr. 93.059-11



BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Migmatittisk og granittisk gneis ved Balestrand (innrammet.

område). Lokalitet 1: prøvetatt granittisk gneis.

Lokalitet 2: prøvetatt migmatittgneis.

Målestokk:

1:50000

Målt:TH

1992

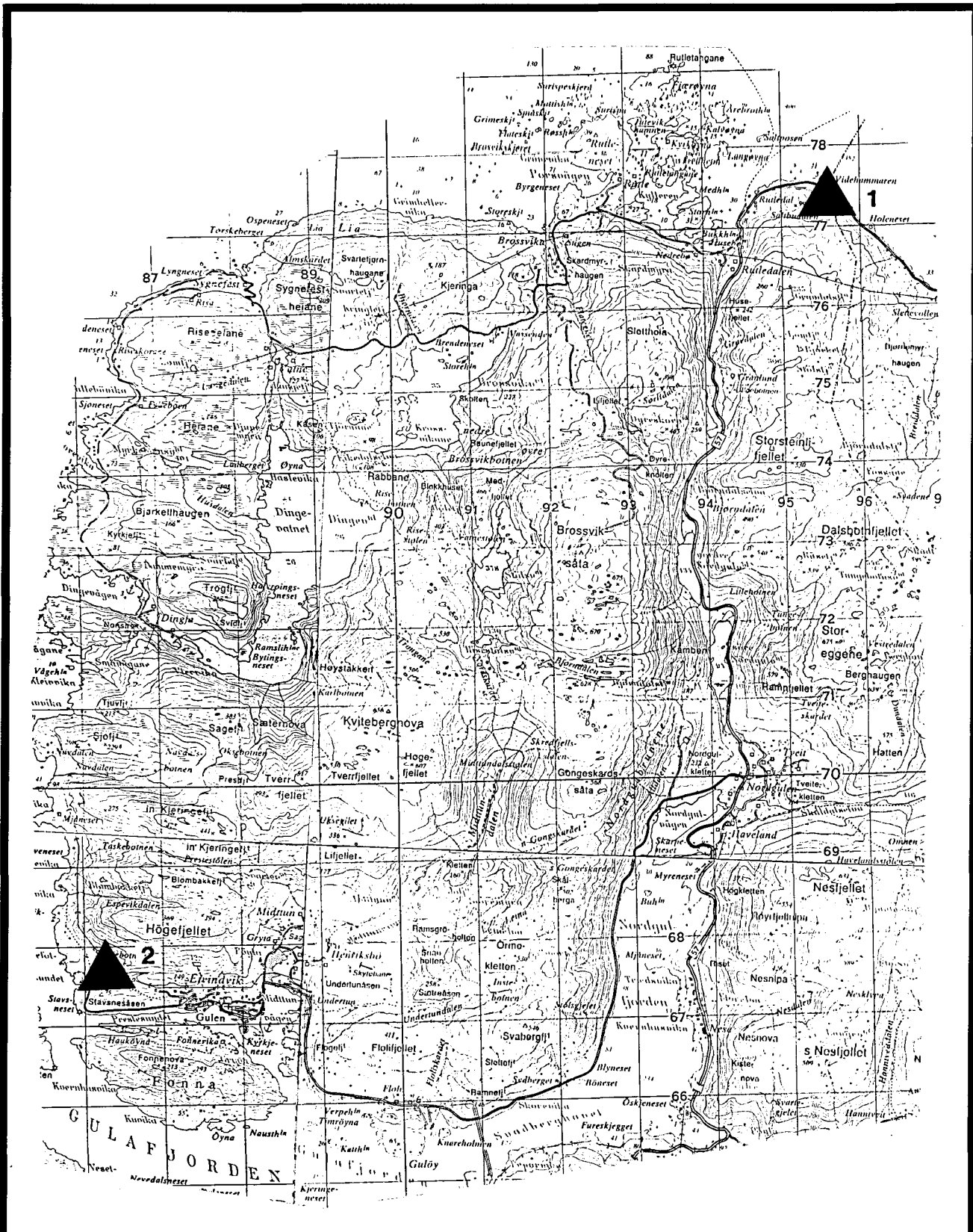
Tegn:TH

April 1993

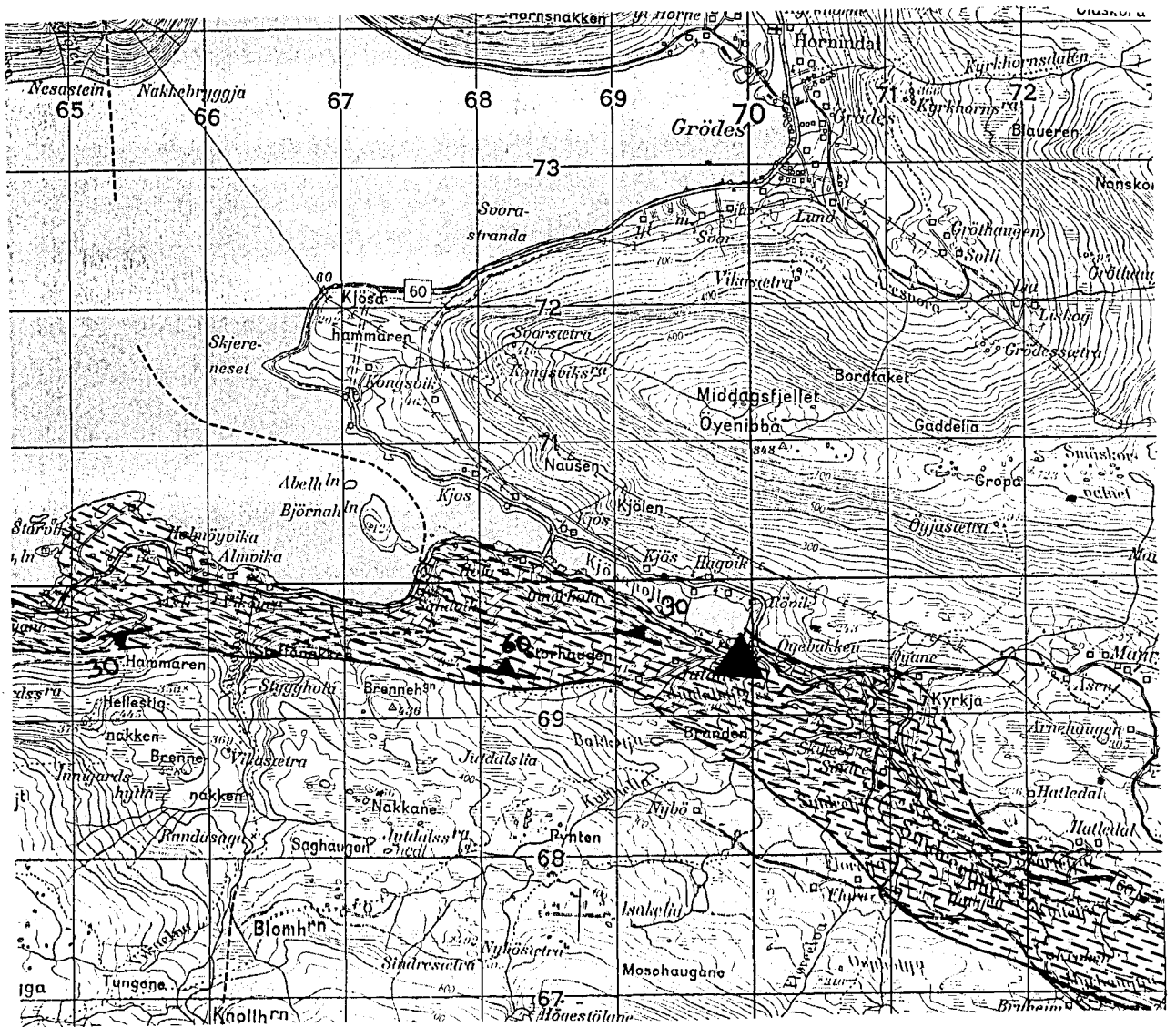
Trac: TH

April 1993


Kfr:





BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992 Øyegneis i Gulen; lokaliet 1: Rutledal, Lokaliet 2; Eivindvik	Målestokk:	Målt: TH	1992
	ca. 1:70000	Tegn: TH	April 1993
		Trac: TH	April 1993
		Kfr:	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM	Tegning nr. 93.059-14	Kartblad nr.1117 I-II 1217 III-IV	



TEGNFORKLARING

 Øyegneis

 Strøkfall til foliasjon

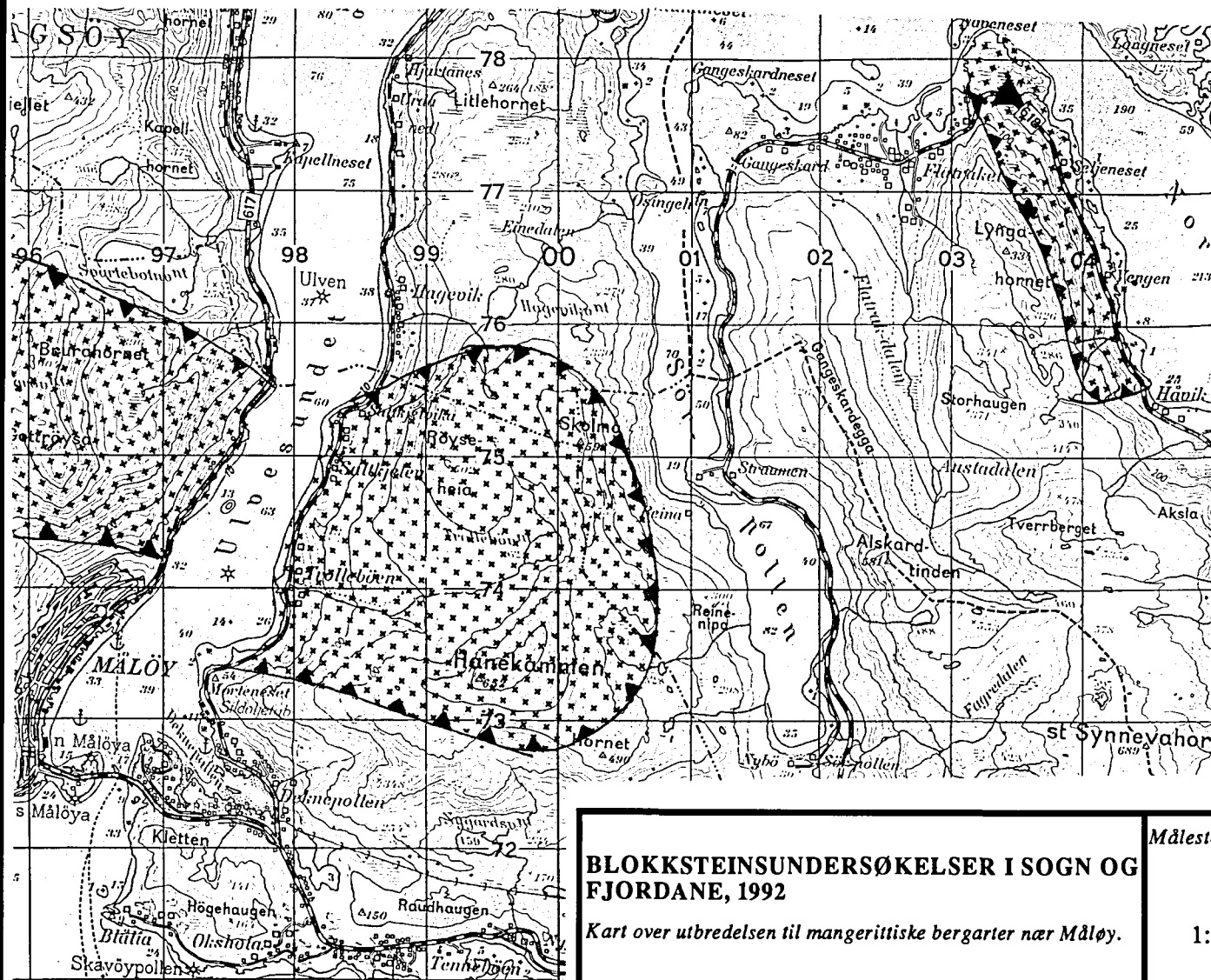
 Prøvetatt lokalitet, Kjøspollen

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992


Utbredelse av øyegneis ved Hornindalsvannet.


Målestokk:	Målt: TH	1992
1: 50.000	Tegn: TH	April 1993
	Trac: TH	April 1993
	Kfr:	


Kartgrunnlag: Bryhni, 1972



TEGNFORKLARING

 Mangeritt, tildels forgneiset/mylonittisert

 Antatt skyveforkastning

 Lokalitet Flatraket

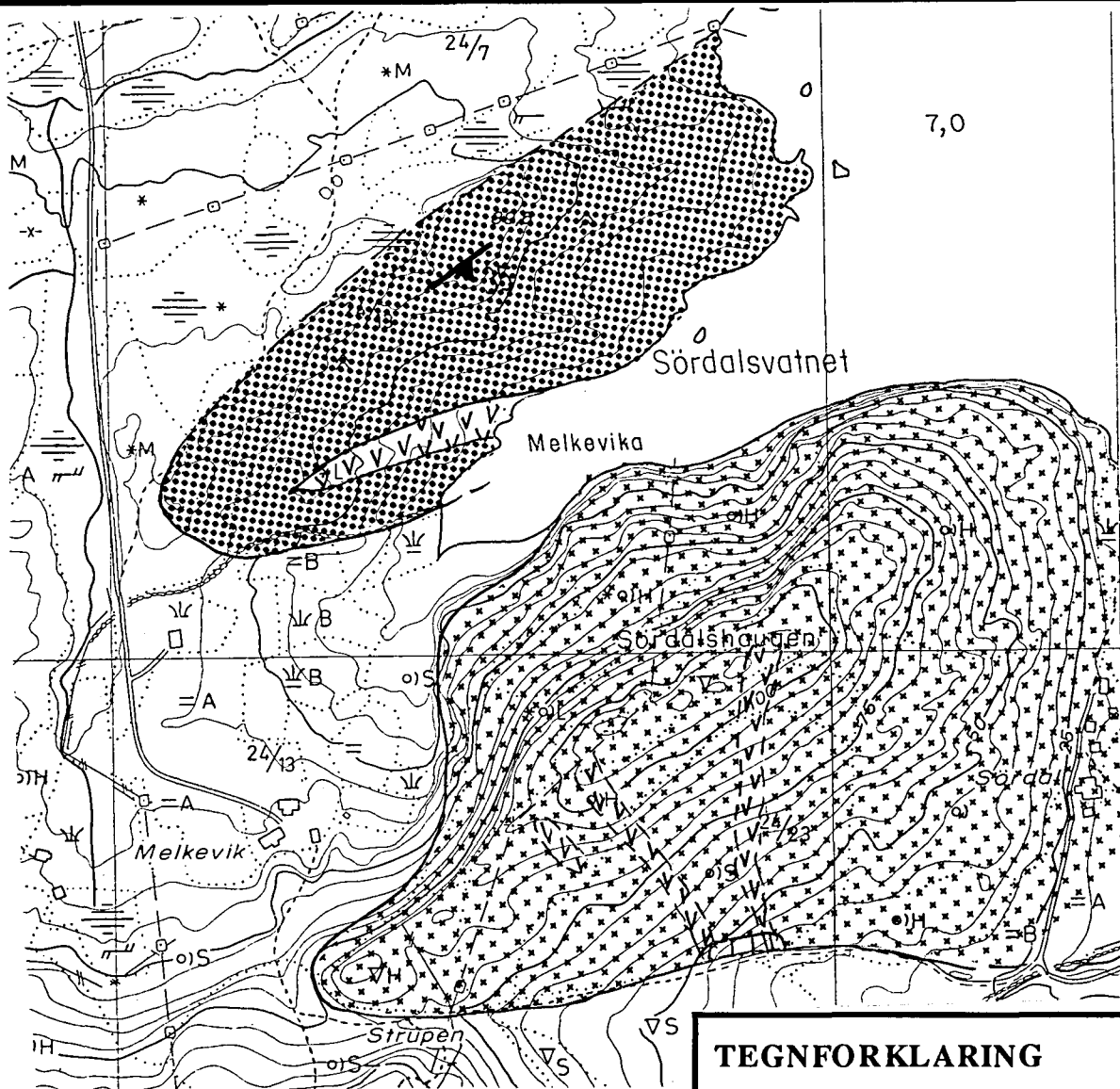
BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992

Kart over utbredelsen til mangerittiske bergarter nær Måløy.






Kartgrunnlag: Kildal (1970), Lund (1993)

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM

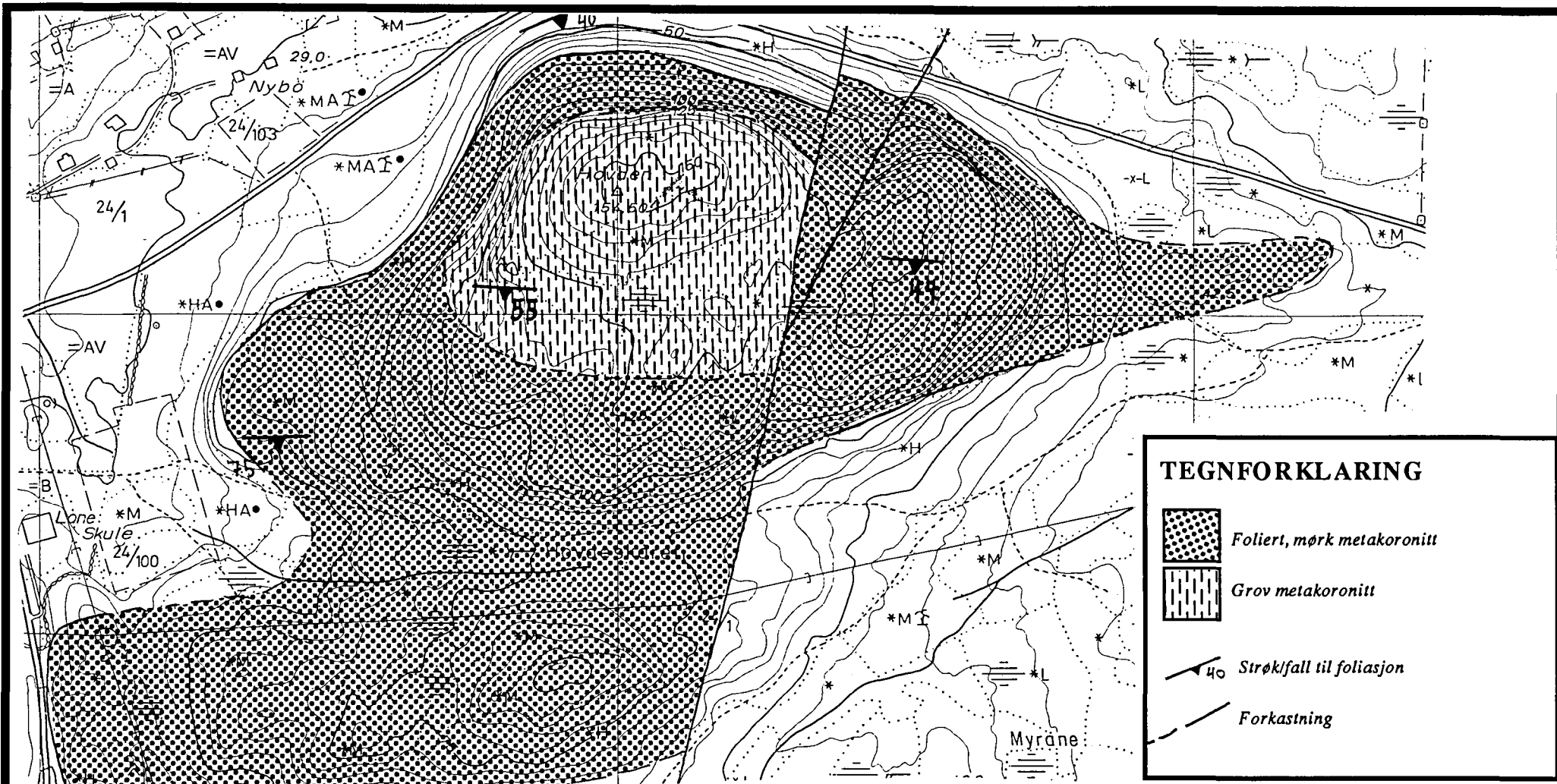
Målestokk:	Målt: TH	1992
1:50000	Tegn: TH	April 1993
	Trac: TH	April 1993
	Kfr:	
Tegning nr. 93.059-16		Kartblad nr. 1118 I



TEGNFORKLARING

-  Foliert metakoronitt
-  Paragonittrik eklogitt
-  Udifferensiert, men hovedsakelig mørk metaeklogitt
-  Prøvedriftsområde
-  Strøkfjall til foliasjon

BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992 Eklogittiske bergarter ved Sördal (syd) og Melkevika (nord), Fjaler kommune.	Målestokk:	Målt: TH	1992
	1:5000	Tegn: TH	April 1993
		Trac: TH	April 1993
		Kfr:	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM		Tegning nr. 93.059-18	
		Kartblad nr.	



BLOKKSTEINSUNDERSØKELSER I SOGN OG FJORDANE, 1992 Eklogittiske bergarter ved Hovden, Fjaler kommune.	Målestokk:	Målt: TH	1992
	1:5000	Tegn: TH	April 1993
		Trac: TH	April 1993
		Kfr:	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE, TRONDHEIM		Tegning nr. 93.059-19	Kartblad nr.

APPENDIX D

Bakgrunnsinformasjon om naturstein

BAKGRUNNSINFORMASJON 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 skifre 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 skiller 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 grovkomete eruptivbergarter som er størknet dypt nede i jordskorpa. Dagbergarter (eller lavabergarter) er finkomete 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, trondhjemit). "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.

En vanlig hovedgruppering av stein internasjonalt er følgende:

- 1 *Commercial granite* (norsk: kommersiell granitt, tilsvarende hardstein)
- 2 *Commercial marble* (norsk: kommersiell marmor, tilsvarende mykstein)
- 3 *Commercial stone* (vanskelig å oversette til norsk, men tilsvarende spaltstein/splittstein inklusiv skifer)

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 kløveegenskaper (spesielle retninger som bergarter lett deles etter) må utnyttes best mulig for å spare borekostnader.

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 borchull. 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 arbeidskrevende prosess og tungt arbeid. 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 spalting 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 NATURSTEINSFOREKOMSTER

Siden "naturstein" er et såpass vidt begrep vil krav til forekomster variere sterkt avhengig av forekomststype, 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 (materialprøvning) 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 slitasjepåkjennning 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).

Markedsriteriene 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, komstørrelse 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.

APPENDIX E

Ordliste over geologiske termer

ORDLISTE

Under følger en liste over noen viktige geologiske begreper som er brukt i rapporten:

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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.).
skjærsoner	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.
tektonostratigrafi	De enkelte bergartsenheterenes plassering i tid og rom i forhold til hverandre som resultat av sedimentære og tektoniske prosesser.
xenolitt	Fragment av sidebergart som har blitt innesluttet i smelte, og opptrer som "fremmedelementer" i f.eks. granitter.
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 gjennomstrømning av gasser/væsker (hydrotermal aktivitet).

APPENDIX F

Referansliste

REFERANSER

- Askvik, H., 1988: *Aurlandsdalen, berggrunnskart 1416 I, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU
- Bergstøl, R., 1977: *Vedr. Værland konglomerat - rapport til Askvoll kommune.*
- Bryhni, I., 1972: *Hornindal, berggrunnsgeologisk kart 1318 IV, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU
- Bryhni, I., 1977: *Aurland, berggrunnskart 1416 IV, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU
- Bryhni, I., Brastad, K. & Jacobsen, V. M., 1978: *Leikanger, berggrunnskart 1317 II, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU
- Cuthbert, S. J., 1985: *Petrology and tectonic setting of relatively low temperature eclogites and related rocks in the Dalsfjord area, Sunnfjord, West Norway.* Upubl. Ph.D. oppg. Univ. of Sheffield.
- Erichsen, E. & Trønnes, R., 1988: *Forprosjekt for undersøkelse av eklogitter i Sogn og Fjordane.* NGU rapport 88.066.
- Henriksen, H., 1985: *Undersøkelser av Hafslogranitten med sikte på utvelgelse av gunstige uttaksområder for monumentstein.* Rapport.
- Henriksen, H., 1987: *Natursteinsundersøkelser (monumentstein) i området Fimreitåsen-Kaupanger.* Rapport.
- Henriksen, H., 1991: *Vurdering av natursteinsforekomster i Ytre Ofredal og Naddvik (Hamnen) ved Årdalsfjorden.* SFDH arbeidsnotat 2/91
- Henry, A., 1989: *Solvorn, berggrunnsgeologisk kart 1417 IV, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU.
- Hillebrecht, A. D., 1940: *Natursteine aus Norwegen. Listenmässige Übersicht.* Bergarkivrapport nr. 5735
- Hultin, I. G., 1986: *Vedr. prøvedrift i Årøy - Sogndal kommune - sluttrapport.* Prospektering A/S.
- Hultin, I. G., 1988: *Naturstensundersøkelser i Gulen kommune.* Prospektering A/S.
- Hultin, I. G., 1989: *Vurdering av rosa gneis som natursten, ved Verkenneset, Leikanger.* Prospektering A/S.
- Hæreid, T., 1971: *Bygdebok for Årdal.*
- Ingdahl, S. E., 1985: *Foreløpig rapport fra undersøkelser av eklogitt/pyroksenittkropper i Gjølanger-Hyllestad området.*
- Kildal, E. S., 1970: *Geologisk kart over Norge, berggrunnskart. Måløy, 1:250000, norsk utgave.* NGU
- Kvarekval, T. E., Lysen, S. & Olsen, A. Å., 1988: *Eklogittiske bergarter i Sunnfjord.* SFDH studentrapport.
- Kvien, R., 1984: *Forprosjekt Svelgen-sandstein - befaring i Svelgen 26. og 27. sept. 1984.* Rapport Stenkontoret.
- Lemvik, L., 1980: *Befaringsrapport Bremanger.* Rapport.

- Lund, B., 1991: *Undersøkelse av eklogitt i Hyllestad*. NGU rapport 91.002.
- Lund, E., 1992: *En detaljundersøkelse av syenitt ved Flatraket i Sogn og Fjordane*. Rapport, Mineralutvikling A/S.
- Lutro, O. & Tveten, E., 1988: *Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Årdal M 1:250000 (foreløpig utgave)*. NGU
- Lutro, O. & Tveten, E., 1985: *Stryn, berggrunnskart 1318 I, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU
- Lutro, O., Tveten, E. & Malm, O. A., 1986: *Lærdalsøyri, berggrunnskart 1417 II, M 1:50000 (foreløpig utgave)* NGU
- Lutro, O., Tveten, E., Koestler, A., Henriksen, H. & Wolf, F. Chr., 1984: *Lustrafjorden, berggrunnsgeologisk kart 1417 I, M 1:50000*, NGU
- Mattig, U., 1993: *Weisser Anorthosit aus Nord-Finnland - Granit in Marmorpelz*. Naturstein 2/93.
- Müller, F., 1990: *Internationale Naturstein Kartei. 3. opplag*. Ebner Verlag Ulm.
- NTH, 1980: *Blokksteinsprosjekt - Sogn og Fjordane. Laboratorieundersøkelser av prøver*. NTH, Ingeniørgeologisk Laboratorium
- Osland, L., 1970: *Geologisk undersøkelse av Solund kommune*. Rapport.
- Oxaal, J., 1913: *Den hvite granitt i Sogn. Geologisk opptræden og tekniske egenskaper*. NGU nr. 68 (årbok for 1913)
- Oxaal, J., 1916: *Norsk Granitt*. NGU nr. 76
- Qvale, H., 1982: *Jotundekketts anorthositter - geologi, mineralogi og geokjemi*. NGU rapport 1560/32.
- Skjerlie, F., 1970: *Rapport etter geologisk befarings til Værlandet i Askvoll kommune*.
- Skjerlie, F. J., 1985: *Askvoll, berggrunnskart 1117 IV, M 1:50000*, NGU
- Russenes, B. F., 1976: *Kartlegging av breksjeforekomst på Værlandet - Askvoll*. Rapport.
- Russenes, B. F., 1985: *Steinindustri i Aurland - vurdering av lokale steinkvaliteter til monument- og prydsteinsføremål*. Rapport, Sogn og Fjordane Fylkeskommune.
- Russenes, B. F., 1991: *Rosa flammegneis - "Crystal Pink" frå Verken, Leikanger*. Notat.

APPENDIX G

- G-1** **Geologisk tidsskala**
- G-2** **"Granit Sognefjord" (utdrag fra INSK)**
- G-3** **"Syenit Hafslo" (Utdrag fra INSK)**

Periode	Æra	Millioner år (siden periodens begyndelse)
Kvartær	Cenozoicum	2
Tertiær		65
Kritt	Mesozoicum	136
Jura		190
Trias		265
Perm	Paleozoicum	280
Karbon		345
Devon		395
Silur		430
Ordovicium		500
Kambrium		570
Prekambrium		

Appendix G-1

Geologisk tidsskala.

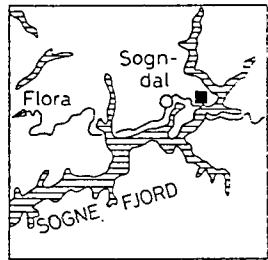
Handelsbezeichnung:

Fundgebiet (gesprochen *sochne*, nicht *sonje* nach ital. Weise!)

Andere Handelsbezeichnungen:

SILBERWEISS = teilw. in BRD üblich

LUNA = lat. *Mond*, wegen der hellen Farbe



Petrographische Bezeichnung:

Trondhemit

Petrographische Beschaffenheit:

Sehr lichte Gestein, aus einem körnigen Gemenge weißer Plagioklase (Na-Vorherrschaft) und hellgrauer Quarze bestehend. Glimmer sind gleichmäßig verteilt und muten wie kleine dünne schwarze Striche an.

Geologische Formation:

Silur (kaledonisch).

Herkunft der Musterplatte:

DNSA Nr. 267

Vorkommen:

Am Sognefjord, unfern dem Ort Sogndal im westlichen Norwegen.

Anwendung:

In jeder Hinsicht wie Granit: Grabmale, Bodenbeläge, Fassadenverkleidungen, Fensterbänke u. ä. Auch für Schrifttafeln sehr geeignet.

In der BRD recht beliebt.

Rohwichte	2,7	kp/dm ³
Druckfestigkeit	2200*	kp/cm ²
Biegezugfestigkeit	153*	kp/cm ²
Abriebfestigkeit	7,5*	cm ³ /50cm ²
Wasseraufnahme	0,26*	Vol-%
lieferbare Dimensionen	3,0×2,0×1,5 m	
gegen Frost	beständig	
gegen Aggressorien	beständig	
Politur	unbeschränkt haltbar	

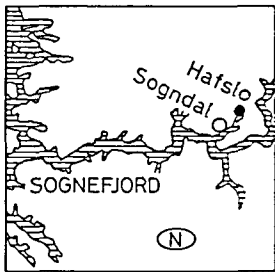
*) deutsche LGA

4.1.28 HAFSLO

Handelsbezeichnung:
Fundstelle.

Petrologische Bezeichnung:
Syenit

Petrologische Beschaffenheit:
Riesenkörniges richtungsloses Gestein mit auffälligen idiomorphen K-Feldspat-Kristallen von blaß lachsroter Farbe, eng verwachsen mit hellgrünen Körnern eines weiteren Feldspates, der durch einen hohen Anteil von eingelagertem Epidot gefärbt ist. Epidot bildet aber auch eigene Kristalle.



Dazwischen ruht tiefschwarzer Biotit. In seinen Schuppen trifft man auf etwas gleichfalls schwarzen Amphibol und wenig Magnetit. Da der Quarz-Anteil, der äußerlich kaum zu erkennen ist, knapp 10% erreicht, liegt ein Magmatit im Grenzbe- reich Granit/Syenit vor.

Geologische Formation:
Präkambrium

Vorkommen:
Hafslo bei Sogndal, im ö Abschnitt des Sognerfjords/Norwegen

Eignung:
Boden- und Fassadenplatten, Innenver- kleidungen aller Art. Wegen seines starken Kontrastes und seiner Ausdrucksfülle eig- net sich das Gestein besonders für hervor- zuhebende Architekturelemente in Verbin- dung mit weißen Granitplatten.

Anwendung:
Vorkommen erst 1982 erschlossen, daher noch keine Referenzen außerhalb Norwe- gens. Vereinzelt jedoch schon in der Bun- desrepublik für Bauten und Grabmale ver- wendet.

Herkunft der Mustervorlage:
DNSA Nr. 2103

Rohwichte	um 2,75	kp/dm ³
Druckfestigkeit		N/mm ²
Biegezugfestigkeit		N/mm ²
Abriebfestigkeit		cm ³ /50 cm ²
Wasseraufnahme		Vol.-%
lieferbare Dimensionen	Blöcke vorerst	
	unter 3 m ³	
gegen Frost	beständig	
gegen Aggressorien	beständig	
Politur	gut	