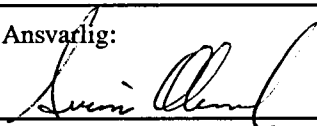


NGU rapport 94.055

**Naturstein i Nordland**

**- Sydlige Helgeland**

Rapport nr. 94.055		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Naturstein i Nordland: Sydlige Helgeland				
Forfatter: T. Heldal		Oppdragsgiver: NGU/Nordlandsprogr.		
Fylke: Nordland		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 62	Pris: 235,-	
Feltarbeid utført: 1991-1993		Rapportdato: 01.06.94	Prosjektnr.: 67.2543.03	Ansvarlig: 
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Sydlige del av Helgeland mellom fylkesgrensen og Ranafjorden er undersøkt og vurdert med tanke på natursteinspotensialet.</p> <p>Store deler av området kan avskrives pga. topografi/tilgjengelighet, oppsprekning og/eller mangel av attraktive bergartstyper.</p> <p>Enkelte typer av kalkspatmarmor kan være egnet til svært småskala drift. Dette gjelder hvit Tjøtta-marmor, blå og hvit Velfjord-marmor og marmorbreksje ved Sandnessjøen, i prioritert rekkefølge.</p> <p>Porfyrittisk granodioritt i Vevelstad kan være egnet til større skala uttak av stor blokk. En rekke andre forekomster/bergartstyper er vurdert, men antas å ikke være av videre interesse som naturstein.</p>				
Emneor	Naturstein	Fagrapport		Marmor
	Granitt	Mineralressurser		Bygningsstein

<b>1. INNLEDNING</b>	<b>4</b>
1.1. BAKGRUNN	4
1.2. UNDERSØKELSENE OMFANG	4
1.4. METODER	4
1.5. OM RAPPORTEN	4
<b>2. GEOLOGI OG NATURSTEIN I OMRÅDET</b>	<b>5</b>
2.1. GEOLOGISKE HOVEDTREKK	5
2.2. TIDLIGERE NATURSTEINSBRYTNING OG PROSPEKTERING	5
2.3. TOPOGRAFI	6
<b>3. MARMORFOREKOMSTER</b>	<b>7</b>
3.1. GENERELT	7
3.2. VELFJORD-MARMOR	8
3.3. TJØTTA-MARMOR	15
3.4. MARMORBREKSJE I SANDNESSJØEN	17
3.4. ANDRE MARMORFOREKOMSTER	19
3.5. MARMORFOREKOMSTER - KONKLUSJONER	20
<b>4. FOREKOMSTER I KALEDONSKE INTRUSIVER</b>	<b>21</b>
4.1. GENERELT	21
4.2. PORFYRITTISK GRANODIORITT, VEVELSTAD	22
4.3. PORFYRGRANITT, LØKTA-LÅVONG	28
4.4. GABBRO, ANNDALSVÅG	30
4.5. KALEDONSKE INTRUSIVER - KONKLUSJON	31
<b>5. ANDRE BERGARTSTYPER</b>	<b>32</b>
<b>6. KONKLUSJONER</b>	<b>33</b>
<b>REFERANSER</b>	<b>34</b>
<b>FIGURER 1 - 20</b>	<b>35</b>

VEDLEGG 1: ordliste

VEDLEGG 2: generelt om naturstein

## 1. INNLEDNING

### 1.1. Bakgrunn

En viktig del av NGU/Nordlandsprogrammets intensjoner er å gi regionale vurderinger av potensialet for ulike typer mineralressurser. I denne rapporten blir presentert resultater fra de regionale natursteinsundersøkelser som er utført i Nordlandsprogrammets regi, der hovedmålet har vært å 1) identifisere og 2) karakterisere natursteinspotensialet i ytre deler av Sør-Helgeland. Arbeidet bygger bl.a. på innledende, regional vurdering gjort av Karslen (1991).

### 1.2. Undersøkelsenes omfang

Undersøkelsene omfatter kysten av Sør-Helgeland fra fylkesgrensen i sør til Nesna i nord. Øyene i vest med unntak av Vega omfattes ikke av undersøkelsene.

### 1.4. Metoder

Arbeidet har lagt vekt på å gi regionale beskrivelser av natursteinspotensialet, og i de fleste tilfeller er ikke utført objektundersøkelser. Mer detaljerte undersøkelser er dog utført i Vevelstad og i Velfjord. I noen andre tilfeller kan det bli aktuelt å gå videre med mer detaljerte undersøkelser.

I tillegg til befaringer/kartlegging av områder og forekomster er gjort blokkuttak i Velfjord og i Vevelstad. Plater og emner er fremstilt ved NGUs Geodatasenter, Løkken. Granodioritten fra Vevelstad er kvalitetstestet ved SINTEF Bergteknikk.

### 1.5. Om rapporten

Kapittel 2 gir en kortfattet oversikt over områdets geologi og tidligere drift/undersøkelser av naturstein. I kapittel 3 gis beskrivelser av marmorpotensialet og forekomster, mens kapittel 4 omhandler kaledonske granitoider. I kapittel 5 er samlet beskrivelser av andre bergartstyper og forekomster. Kapittel 6 gir konklusjoner og forslag til videre undersøkelser/tiltak. Delkonklusjoner gis underveis, og er sammen med viktige vurderinger skrevet med uthevet tekst.

Figurer er samlet etter tekstdelen. Vedlegg 1 er en ordliste med viktige definisjoner av begreper, mens en generell innføring i natursteinsdrift er gitt i vedlegg 2.

## 2. GEOLOGI OG NATURSTEIN I OMRÅDET

### 2.1. Geologiske hovedtrekk

Berggrunnen på Helgelandskysten består hovedsakelig av metamorfe og magmatiske bergarter innen Helgeland Dekkekompleks, som utgjør de øverste skyvedekkene (øverste Allokton) i Nordland. Grovt sett er komplekset komponert av følgende litologiske hovedgrupper:

1. Eldre (trolig prekambrisk) omdannede (metamorfe) suprakrustalbergarter; glimmerskifer/gneis, kalkspatmarmor, metasandstein, amfibolitt, kalksilikatgneis.
2. Amfibolitt, metagabbro og ultramafiske bergarter av antatt ofiolittisk (havbunnskorpe-) opprinnelse, trolig av tidlig-ordovisisk alder. Disse antas å ha blitt skjøvet oppå gruppe 1.
3. Yngre omdannede suprakrustalbergarter (glimmerskifer, kalkspatmarmor, kalksilikatskifer, konglomerat) som er avsatt oppå de ofiolittrelaterte bergartene i antatt ordovisisk tid.
4. Gabbroide (gabbro, dioritt) og granitoide (tonalitt, granodioritt og granitt), intrusive bergarter av antatt ordovisisk til silurisk alder. Disse har trengt inn i de andre enhetene i dekkekomplekset under og etter deformasjon og metamorfose.

Disse fire enhetene opptrer i kystparallele linser og bånd, der en repeterende veksling mellom gruppe 1 og 2+3 sees. Litologisk kan gruppe 1 og 3 være lett å forveksle, og det er ikke skilt mellom disse to innen eksisterende berggrunnskart.

I tillegg til Helgeland Dekkekompleks finnes granittiske gneiser som antas å representere grunnfjellsvinduer (prekambrisk grunnfjell som stikker fram der hvor de overliggende skyvedekkene er erodert bort). Slike finner vi på Hamnøy, Vevelstad, og på Torget, Brønnøy.

I forbindelse med naturstein er interessen først og fremst knyttet til granitoider (granitt, tonalitt og granodioritt), gabbroider (gabbro, dioritt og noritt) og marmor. De andre bergartstypene i området (kalksilikatgneis, konglomerat, glimmerskifer, ultramafitter) synes i utgangspunktet å være uegnet til naturstein; dels lar de seg vanskelig produsere, dels vil de ikke være gangbar/attraktiv i markedet.

På figur 1 er hovedtrekkene i områdets berggrunn vist sammen med de områder/lokaliteter som er beskrevet i rapporten.

### 2.2. Tidligere natursteinsbrytning og prospektering

Det har tidligere vært brutt både marmor og granitt i området. Mest omfattende har marmordriften vært. I Velfjord nær Hommelstø ble tatt ut hvit, grovkornet marmor i perioder mellom 1870 og 1975 (Vogt, 1897; Øvereng, 1991; Karlsen, 1991). Erfaringene derfra var delte. Marmoren er svært grovkornet og derfor noe svak i kornbindingene slik at den lett smuldrer.

Hvit marmor ble også tatt ut på Offersøy og på en holme like i nærheten. Flere gamle brudd finnes i området, og i noe vekslende grad har disse vært i produksjon mellom 1910 og 1963. I 20- og 30-årene ble det brukt svært mye marmor herfra i Bergen, noe bl.a. interiøret i Bergen Tinghus og fasaden på telegrafbygningen vitner om.

Like vest for Terråk har det i en tid vært brutt konglomeratisk kalksilikatmarmor (markedsført som "Sandra" og Tundra"). Marmoren er i stor grad brukt til gulvflis i forretnings- og offentlige bygg (eks. Oslo S). Driftshvile ble innledet for ca. ett år siden pga. liten omsetning av blokk, og dagens salg av marmoren baseres på blokklager.

Av granittiske bergarter er det kun en forekomst som har vært utnyttet i særlig grad - nemlig rød, porfyrittisk granitt på øya Løkta, nord for Sandnessjøen (Oxaal, 1916). Denne ble bl.a. brukt til sykehuset i Sandnessjøen og sokkelen til Petter Dass-monumentet (1910-1920).

Ellers synes uttak av granitt til å ha begresnet seg til svært småskala produksjon av murstein til grunnmurer osv. Ett unntak er porfyrgranitt ved Høyholm, Vevelstad, hvor et større emne til et krigsminnesmonument i Mosjøen ble tatt ut.

Prospektering etter naturstein har i liten grad vært utført i området. Noen prøveuttak av stein har dog vært gjort, bl.a. på amfibolitt i Brønnøy. NGU begynte sine undersøkelser i 1990 med innledende sonderinger (Karlsen, 1991). Disse er så videreført i det arbeidet som rapporteres her.

### **2.3. Topografi**

Topografien i området preges sterkt av koller og fjell som stiger raskt opp fra strandflaten. Oftest finner vi tilgjengelige forekomster av de harde bergartstypene (granitt, osv.) i brattkanter/skrånninger; dette kan i mange tilfeller være problematisk i natursteinsammenheng, siden brudd i skrånende terreng er mindre gunstig enn brudd i slakt terreng.

Marmorforekomster finner vi ofte på strandflaten og i dalsøkk. Det kan være vanskelig å finne forekomster som kan brytes effektivt, siden flere av dem befinner seg omtrent i havnivå. Videre kan overdekning av tildels betydelige mektigheter av løsmasser flere steder være et problem.

### 3. MARMORFOREKOMSTER

#### 3.1. Generelt

Innenfor området opptrer flere større, atskilte marmordrag hvor følgende typer dominerer:

- Grå til gråhvit, båndet kalkspatmarmor (store partier ved Brønnøysund og på Vega)
- Hvit, grovkornet kalkspatmarmor (vesentlige deler av sonen mellom Velfjord og Tosenfjorden)
- Grå, grovkornet kalkspatmarmor (deler av sonen mellom Velfjord og Tosenfjorden)
- Blå kalkspatmarmor (utgjør små partier i sonen mellom Velfjord og Tosenfjorden)
- Hvit, middelskornet kalkspatmarmor (Offersøy)
- Rød kalkspatmarmor (Liten sone ved Storbørja, smale partier syd for Brønnøysund og på holmene vest for Brønnøysund)
- Konglomeratisk kalksilikatmarmor og dolomitt (Terråk og Sandnessjøen)

Kalksilikatmarmoren som brytes nær Terråk vil ikke bli behandlet i denne rapporten, siden forekomsten er relativt godt kjent.

De mektige sonene med gråhvit marmor (Brønnøysund-Torget og Vega) kan teknisk sett være egnet til drift, men markedssituasjonen er pr. i dag ikke særlig gunstig for slike typer. Følgelig vil ikke disse typene heller bli behandlet.

Forekomstene av rød marmor er av meget begrenset utstrekning og/eller ligger vanskelig til. For slike typer vil store forekomster andre steder i fylket være mer aktuelle satsingsområder. Det henvises forøvrig til beskrivelser i Karlsen (1991).

I det følgende vil gis beskrivelser av de marmorsoner som har vært gjenstand for drift og/eller antas å kunne ha et fremtidig potensiale. Dette gjelder marmorsonen i Velfjord, marmor på Offersøy og marmorbreksje i Sandnessjøen.

### 3.2. Velfjord-marmor

En mektig marmorsoner opptrer i området mellom Hommelstø i Velfjord og Tosenfjorden, som vist på figur 1. Sonen ligger dels i primær (sedimentær) kontakt med gneis og glimmerskifer, dels med tektonisk kontakt mot ultramafiske bergarter (nordøst) og dels i intrusiv kontakt mot kaledonske diorittiske intrusiver.

Marmoren er en overveiende grovkornet kalkspatmarmor, der kornstørrelser opp i mot 1 cm ikke er uvanlig. Flere typer finnes; grå, båndet marmor, blekgrå marmor med grafittaggregater, hvit homogen marmor og blå, delvis båndet marmor. De grå typene inneholder en del grafitt, som synlige flak/aggregater eller som finkornet støv. I natursteinssammenheng regnes disse typene som uinteressant. Den hvite typen har høyere renhet, og inneholder kun ubetydelige mengder grafitt konsentrert i spredte, grå bånd og mer uregelmessige soner. Den blå typen er også en meget ren kalkspatmarmor<sup>1</sup>, men kan inneholde bånd og aggregater med kalksilikater.

Vogt (1897) påpekte en progressiv utvikling i retning av de kaledonske intrusivene (fortrinnsvis gabbro) - fra grå, grafittholdig marmor lengst vekk, via hvit marmor nærmere intrusivene til blå marmor svært nær, dels i kontakt med, intrusivene. Dette kan skyldes økende grad av kontaktmetamorfose<sup>2</sup>. Det er vanskelig å påvise en slik sonering for Velfjordmarmoren i sin helhet, men i Hommelstø-området synes disse observasjonene å medføre riktighet. Spesielt rundt de diorittiske intrusivene i dette området synes kontaktaureol å være utviklet (se også Barnes m.fl. 1992).

#### 3.2.1. Hvit Velfjord-marmor

Den hvite typen finnes fortrinnsvis nær Hommelstø (figur 2), og tidligere bruddvirksomhet kan spores ved Hundkjerka, Trovika og på Rugåsneset. Forekomstene er først og fremst betraktet som industrimineral-råstoff, og flere firma driver i dag uttak til dette formål. Det er en tendens til at hvit marmor av en viss mektighet opptrer i de østlige deler av Velfjordsonen i sin helhet. Dermed definerer de hvite partiene en smal sone fra Hegge i nord til Sausvatn i sør (Øvereng, 1991).

#### *Beskrivelse*

Den hvite marmoren er overveiende grovkornet (med korn opptil 10 mm) men mer finkornete partier og ulikekornete partier finnes. Hovedmineral er naturlig nok kalkspat, mens grafitt, glimmer, kvarts, feltspat og svovelkis er aksessorisk (fortrinnsvis i ureine, grå bånd). Se figur 3.

I partier virker marmoren nærmest kataklastisk, dvs. delvis nedknust i seine deformasjonssoner. En får her en tekstur hvor finkornet kalkspat omslutter relikte, større korn med bøyete tvillinglameller (Vogt, 1897).

---

<sup>1</sup>Den blå fargen skyldes trolig defekter i kalkspatens krystallgitter.

<sup>2</sup>Kontaktmetamorfose: omdanning pga. temperaturøkning når magma trenger inn i marmoren - "steking".



Den hvite Velfjordmarmoren synes generelt å ha svake kornbindinger - dvs. at den smuldrer relativt lett, spesielt langs sagete kanter. Dette er et ganske alvorlig trekk som kan gjøre marmoren dårligere egnet til mange formål enn andre, hvite marmortyper på markedet. Det er videre en tendens til at den kataklastiske typen smuldrer lettere enn den udeformerte. Disse trekkene er utførlig beskrevet av Vogt (1897), som peker ut Rugåsneset som kvalitetsmessig best av de områdene han undersøkte. Det er imidlertid et faktum at denne "smuldringen" har forårsaket driftsstans i Velfjordområdet ved flere anledninger - inklusiv Rugåsneset. Trolig er dette den største hindring for ny natursteinsdrift på hvit marmor i Velfjord.

Flere av de gamle natursteinsbruddene er i dag bundet til industrikalkdrift, hvilket gjør det svært vanskelig å ta ut marmorblokker. Andre områder hvor det finnes pen hvit marmor ligger vanskelig til i flate, overdekkete områder, der høyeste punkt kun er noen meter over havnivå.

I figur 2 er merket av de viktigste lokaliteter av hvit marmor i Velfjord.

### *Lokalitet 1 - Hundkjerka*

Lokalitet 1 Hundkjerka (UTM 8625 5780) er i dag bundet til industrikalkdrift. En del blokk er tidligere tatt ut i dette bruddet. Homogene, grovkornete partier finnes i bruddområdet, men hyppige soner med høy sprekketthet og spredte, grå bånd ville etter all sannsynlighet medført høy skrotprosent i tilfelle natursteinsdrift. I dag vil det være svært vanskelig å kombinere natursteinsdrift med pågående bruddvirksomhet. Marmorsonen fortsetter nordvestover fra Hundkjerka som en tynn "kile" i dioritten. Opp mot toppen av dalen kan finnes mindre partier med utnyttbar, hvit marmor, men potensialet er trolig ikke bedre eller større enn ved Hundkjerka. Områdene oppover i dalen er relativt overdekket og noe vanskelig å vurdere.

### *Lokalitet 2 - Trovika*

Ved Trovika (UTM 8690 5700) er tidligere (fra 1880-årene) tatt ut blokk ved flere anledninger, men driften har som regel stoppet opp pga. "smuldrende" marmor. I de senere år er tatt ut til dels store mengder industrikalk, og bruddet vil sannsynligvis av denne grunn være dårlig egnet til blokksteinsuttak i dag. Relativt sterke variasjoner sees i marmoren her, og kun begrensede, steile soner synes å være homogen nok til blokksteinsuttak.

### *Lokalitet 3 - Rugåsneset*

Like over sundet syd for Trovika finner vi lokalitet 3 Rugåsneset (UTM 8706 5680). Her ble det tatt ut marmorblokker av et engelsk firma mot slutten av forrige århundre. Mange av blokkene ligger fremdeles i bruddet, og det kan antas at firmaet har gitt opp forsøket relativt raskt. Rugåsneset synes å være noe mer homogen enn Trovika-Hundkjerka, og muligens er marmoren også mer holdfast (ihvertfall i følge Vogt (1897)). Prøver som er saget/polert av NGU (figur 3) viser imidlertid at smuldring fremdeles kan være problematisk. Strøkparallele, grå bånd av varierende mektighet (fra 10-20 cm til 2 meter) finnes innen bruddområdet (figur 3.1.). Nylig er startet industrikalkdrift på Rugåsneset, og i alle fall deler av forekomsten vil dermed ikke kunne nyttes til naturstein.

#### *Lokaliteter 4 - Aunet*

Ved lokalitet 4 (UTM 8840 5565) langs veien til Nevernes finner vi også homogen, hvit marmor, dels noe mer finkornet (og trolig av bedre kvalitet) enn ved de nordlige lokalitetene. Området er imidlertid helt flatt og ligger nesten i havnivå. Følgelig vil det være svært problematisk å etablere et brudd av noen dimensjon.

#### *Lokalitet 5 - Djupaunet*

Sonen med hvit marmor treffes igjen videre sydover ved lokalitet 5 Djupaunet (UTM 9115 5040). Lokaliteten representerer et lite høydedrag som veien passerer. Her finnes dominerende hvit marmor (mektighet 50-60 meter i følge Øvereng (1991)), men også sporadiske blotninger med finkornet, blå marmor kan observeres. Området er svært overdekket, og det er derfor vanskelig å foreta vurderinger av homogenitet og kvalitet ut ifra de få forvitrete blotninger som finnes. Med tanke på volum og adkomst kan området representere ett av de beste i Velfjordområdet.

Andre deler av marmorsonen i Velfjord er befart, og hovedinntrykket er at grå, grafittholdige marmortyper dominerer, selv om hvit marmor finnes i mindre partier.

#### *Kvalitet*

Erfaringer fra tidligere drift og prøver som er tatt i den senere tid tyder på at svake kornbindinger (smuldrer lett) er den største svakheten med Velfjordmarmor som natursteinsråstoff. Det er svært sannsynlig at marmoren av denne årsak gjennomgående er av dårligere kvalitet enn gjennomsnitt for andre marmortyper i markedet.

#### *Markedsaspekter*

De mest attraktive hvite marmortypene i markedet er snehvite, finkornete varianter av italiensk Carrara-marmor samt noen liknende greske typer. Pga. den grovkornete teksturen er det dog vanskelig å sammenligne Velfjordmarmoren med disse.

Mer aktuelt vil en sammenligning med den spanske marmoren BLANCO MACAEL være. Denne brytes og produseres i stor skala (rundt 5000 ansatt i produksjonen) i Almería-provinsen i Sydøst-Spania. Den er jevnt over mer finkornet enn Velfjordmarmoren, og er av denne grunn nyttbar til et stort spekter av produkter. De beste sorteringer er i hvithet lik Velfjordmarmoren. Prismessig varierer BLANCO MACAEL mye - der de beste sorteringene ligger på et nivå der norske brudd trolig kan være konkurransedyktig, mens normalsorteringene fra et norsk synspunkt er svært rimelig. Det er tvilsomt om Velfjordmarmoren, selv om hvitheten er god, kvalitetsmessig kan konkurrere med de beste sorteringene av den spanske.

Medmindre det lykkes å etablere en egen eksklusiv nisje i markedet for Velfjordmarmoren (hvilket er tvilsomt) risikerer en altså å måtte konkurrere med billige volumprodukter fra andre land.

### *Konklusjon*

**Den hvite marmoren i Velfjord finnes først og fremst i de østlige deler av marmorsonen. Den ofte svært grovkornete marmoren har en tendens til å smuldre lett, noe som må betraktes som en stor svakhet med tanke på produksjon og bruk av marmoren. Dette synes å være hovedårsaken til at gjentatte forsøk på drift fra 1870-årene og frem til 1970 ikke har lyktes.**

**Et annet problem er adkomst og driftsforhold; flere av de gamle marmorbruddene er i dag gjenstand for industrikalkdrift. Videre er store deler av området topografisk sett uegnet til marmordrift.**

**Markedsmessig vil en ha vanskeligheter med å unngå sterk konkurranse fra billige marmortyper.**

**Det er altså sterke indikasjoner på at produksjon av den hvite Velfjordmarmoren vil være et prosjekt forbundet med svært høy risiko, og videre undersøkelser/tiltak vil ikke anbefales med mindre nye opplysninger som avviker sterkt fra de vurderinger som her er brakt på bane foreligger.**

### **3.2.2. Blå Velfjordmarmor**

Som smale soner i den hvite Velfjordmarmoren finnes himmelblå marmor (Vogt, 1897; Karlsen, 1991). Disse opptrer fortrinnsvis nær eller ved kontakten mot diorittiske/gabbroiske intrusiver, og/eller som større «flåter» av marmor som er innesluttet i intrusivene. Lokalteter er merket av på figur 4.

### *Beskrivelse*

Den blå marmoren er grovkornet homogen til båndet, med vekslende grovkornete og finkornete bånd. I soner sees kataklastisk tekstur tilsvarende det som er beskrevet for den hvite marmoren.

Fargen varierer fra klar blå til blek himmelblå (figur 5), og hvite partier kan sees innimellom. Fargen skyldes sannsynligvis defekter i kalkspatens krystallgitter; ved oppvarming stabiliseres gitteret, og marmoren blir hvit. Bleking er påvist ved temperaturer ned til 170 grader i ett døgn (Karlsen, 1991). Det er sannsynlig at fargen også kan blekne ved langvarig påvirkning fra sollys (Vogt, 1897), men omfanget av dette er ikke klarlagt. Skjæringer som er 2-3 år gamle viser ingen tegn til slik blekning.

I tillegg til kalkspat inneholder den blå marmoren varierende mengder brusitt, Wollastonitt og diopsid - typiske mineraler i kontaktmetamorf marmor.

Sprekkesetettheten er normalt svært høy i den blå marmoren, slik at blokker av særlig størrelse ikke vil kunne taes ut. Trolig vil blokkstørrelser over 2kbn høre til sjeldenhetene.

Det finnes mange observasjoner av blå marmor i Velfjordområdet, og alle disse er assosiert med den hvite marmoren. Imidlertid er det kun to lokaliteter hvor noen mengde er påvist.

#### *Lokalitet 6 - Forås-botnet*

Ved lokalitet 6 Foråsbotnet (UTM 8373 5931; figur 6a, 7 og 8a) er avdekket en sone med blå marmor i forbindelse med forsøk på industrikalkdrift (figur 7). Blå marmor finnes her langs marginen i en tynn marmorsone som på begge sider har intrusiv (dog sterkt tektonisert) kontakt mot dioritt. Sonen skjærer den ene enden av en åsrygg og et lite brudd er etablert i den østlige delen (figur 8a). I vest fortsetter sonen i det avdekkete området til den forsvinner under et jorde. Sonen med blå marmor er mellom 3,5 og 6 meter mektig og har et ca. 40 graders fall mot SSV. Under den er en brattkant. I det avdekkete område kan marmoren brytes i en strøklengde av ca. 75 meter, uten at det vil by på særlig problem å fjerne overfjell. Anslagsvis vil totalt volum tilgjengelig, blå marmor være ca. 6000 kbn.

Den blå marmoren er stort sett av båndet type, med vekslende finkornete og grovkornete bånd. Lokalt er båndene sterkt foldet. Sprekkesetettheten er høy; spesielt omfattende er horisontale sprekker (figur 7) som gir en "benkning" i forekomsten. Avstanden mellom disse varierer mellom 10cm og 1meter. Videre finnes flere sprekkesystemer av varierende retning, og det er en tendens til at finkornete typer er mer oppsprukket enn grovkornete. Mange av sprekkenes stopper mot grovkornete partier.

Sommeren 1992 ble tatt ut prøveblokker på to steder innen avdekkete område (figur 7). Blokkene ble tatt ut ved enkel sømboring ned til horisontale sprekker og sprengning med hvite rør og detonerende lunte. Blokkene ble så formatert med kiling. Tre av blokkene (mellom 200 og 400 kg hver) ble tatt med til NGU/løkken og bearbeidet til polerte plater. Selv om en ikke kan forvente så mye ved å ta ut prøveblokker i dagfjellsonen, viste blokkuttaket og bearbeidingen at marmoren er temmelig rik på små, nesten usynlige sprekker som åpnes når marmoren sages. Spesielt finkornete partier er utsatt for dette. Blokkuttaket indikerer at stor skrotprosent må påregnes i tilfelle drift.

Den mest hensiktsmessige uttaksmetoden vil trolig være linesaging i snitt på tvers av strøkretningen og løsning av primærblokk etter naturlige, flate sprekker.

#### *Lokalitet 7 - Rugåshylla (R803)*

I forbindelse med utbygging/omlegging av riksvei 803 er avdekket en lang (ca. 500 meter) skjæring med blå marmor (figur 6b og 8b) like ved Rugåshylla i Hommelstø (UTM 8616 5585). Marmoren fortsetter under overdekke til den sees igjen ca. 300 meter mot vest. Sonen har form som en plate og faller ca. 30 grader mot S. Oppå sonen ligger Dioritt/gabbro som et

lokk, med konkordant, intrusiv grense. Dette vil medføre raskt stigende overfjell i tilfelle drift på marmoren.

Sonen varierer i mektighet mellom 5 og 12 meter. Den øvre delen er relativt ensartet, grovkornet blå marmor, mens den nedre delen er mer heterogen, og veksler mellom finkornet og grovkornet blå marmor og hvit til grå marmor (figur 8b). Blåfargen avtar gradvis med avstand vekk fra kontakten med intrusivene.

En markert sprekke- og forkastningsretning er NNØ-SSV (steilt fall mot VNV). Ofte er disse sprekke- og forkastningsretninger svært tett, slik at blokk av særlig størrelse ikke kan oppnås. Men også ved denne lokaliteten er det en tendens til at sprekke- og forkastningsretningene stopper mot grovkornete partier.

Utnyttelse av forekomsten kan bli svært problematisk av flere grunner; den ligger nær bebyggelse, en får raskt problem med overfjell og sprekketettheten er tildels svært høy.

### *Andre lokaliteter*

Det finnes en rekke andre lokaliteter der blå marmor er observert. De fleste av disse er kun tynne bånd uten interesse. Andre lokaliteter kan muligens være av større interesse, men pga. overdekning er omfang av blå marmor ikke kjent. Dette gjelder bl.a. ved Djupaunet, hvor blå marmor av ukjent omfang opptrer sammen med hvit (lokalitet 5). For å klarlegge størrelsen på denne forekomsten må avdekkes og/eller kjernebores.

### *Kvalitet*

Kvalitetsmessig er den blå marmoren lik den hvite; grovkornete partier smuldrer lett. I tillegg medfører marmorens heterogene karakter fare for brekkasje under brytning og produksjon.

Videre må understrekes muligheten for bleking ved langvarig påvirkning av sollys og ved oppvarming. Følgelig vil den blå marmoren i første rekke være egnet til utsmykning innendørs.

### *Markedsaspekter*

Gode markedsutsikter for denne type marmor er hovedårsaken til at forekomstene i det hele tatt ble undersøkt. Trolig vil det være interessante avsetningsmuligheter både for plater og emner til utsmykning og for prydgjenstander.

Det finnes to liknende, nærmest identiske marmortyper i markedet. Den ene brytes i liten skala i Argentina og markedsføres under navnet AZUL CIELO. I følge en italiensk importør brytes kun 60 kbm blokk i året. Fra en tysk importør ble opplyst en blokkpris på kr. 20-30.000 pr. kbm.

Det synes således at blå marmor ( i likhet med andre blå steintyper) er meget høyt priset i markedet, og stiller i en eksklusiv særklasse innen naturstein. Dette kan muliggjøre selv meget begrensete uttak og salg av selv små blokker og emner.

### *Konklusjon*

**Flere små, og tildels sterkt oppsprukket, forekomster av blå marmor opptrer i Velfjord. To av forekomstene er kartlagt, og synes å være svært marginal selv for meget småskala drift. Eventuelle uttak må baseres på små blokker, lite volum, høy vrakprosent og fjerning av varierende mengder overfjell.**

**Den minst dårlige forekomsten er lokalitet 6. Andre forekomster kan finnes, men overdekning medfører at undersøkelser av disse kan falle dyrt (avdekning, kjerneboring).**

**Forekomstene antas å være interessante kun i tilfelle markedsinteressen og prisnivå er eksepsjonelt høyt i forhold til andre steintyper. Det er tvilsomt om det finnes forekomster av blå marmor som er større enn lokalitet 6 og 7, og følgelig vil videre undersøkelser av ukjente forekomster sannsynligvis ikke komme på tale medmindre det lykkes å drive økonomisk på en av de andre.**

### 3.3. Tjøtta-marmor

"Tjøtta-marmor" er en tradisjonell betegnelse på hvit marmor som ble tatt ut i Tjøtta - fortrinnsvis på Offersøy og Bondeholmen.

#### *Beskrivelse*

Store deler av Offersøy og holmene utenfor består av marmor av vekslende kvalitet og renhet (figur 9). Den rene, hvite kalkspatmarmoren som har vært drevet som naturstein opptrer imidlertid kun i begrensede soner. Disse har en NV-SØ orientering og heller slakt mot NØ. Mektigheten av disse rene sonene er trolig mindre enn 10 meter. Over og under opptrer grå marmor og urein marmor; på Bondeholmen ble også disse kvalitetene til en viss grad utnyttet.

Den hvite marmoren er fin- til middelskornet, ulikekornet (figur 10a). I forekomstene opptrer grå bånd/soner sporadisk.

Følgende lokaliteter representerer gamle brudd (Karlsen, 1991). Det synes ikke mulig å lokalisere andre nye forekomster i området der det finnes noen som helst mulighet til å ta ut blokk.

Lokalitetene er avmerket i figur 9.

#### *Lokalitet 8 - Offersøy*

To eldre brudd; det vestlige er et gammelt brudd nær bolighus. Kun et lite område er blottet, og forekomsten er svært liten. Uaktuell for ny drift i noen skala.

Det østlige bruddet ligger ved sjøen, lett tilgjengelig. Fin, hvit marmor av god kvalitet er tatt ut ved «slot»-boring (tett søm). Høyeste punkt i forekomsten ligger kun 3-4 meter over havnivå, og det er meget tvilsomt om det er mulig å etablere brudd. Deler av det gamle bruddet er i tillegg vannfylt. Noe reserver kan dog finnes for svært småskala drift.

#### *Lokalitet 9 - Bondeholmen*

Holme nordøst for Tjøtta. Liten, gammel kai. Her har den mest betydelige drift på hvit marmor vært. Høyeste punkt over havet er 11 meter, og holmens areal er ca. 90 mål. Dominerende type er middelskornet hvit marmor med innslag av grå bånd, tilsvarende lokalitet 9 (Øvereng, 1991). Mer grålig marmor finnes i tillegg, men kan i beste fall betraktes som et supplement til den hvite. I den tidligere driften ble det skilt mellom tre typer - marmor med blåskjær (gråblå), hvit marmor og «flammet» (båndet) grå marmor.

Holmen er den eneste av lokalitetene hvor det i det hele tatt kan snakkes om reserver, selv om det kun finnes muligheter for småskala uttak.

### *Kvalitet*

Tjøtta-marmoren er utvilsomt mer holdfast enn Velfjord-marmoren grunnet bedre korngrenser og tekstur. Med tanke på styrke og holdbarhet kan den betraktes å være av rimelig god marmorkvalitet. Eksempler på tidligere bruk av marmoren vitner om dette:

Marmoren ble i mellomkrigstiden svært mye brukt i Bergen. I telegrafbygningen (ca. 1930) er den brukt til søyler (opptil 3 - 4 meter lange) og vindusinnramming. Marmoren er like hvit i dag som når den ble montert, selv om overflaten nok er blitt noe ruere grunnet oppløsning av kalkspat.

I tillegg ble marmoren mye anvendt til innendørs flis, trappetrinn og utsmykning. Et godt eksempel er Bergen Tinghus (1920-årene), hvor gulv og trappeoppganger er kledt med marmoren. Selv om trappetrinn er blitt noe slitt med tiden er steinen ellers i meget god stand.

### *Konklusjon*

Tjøtta-marmoren er i hvithet og kvalitet av de beste som er brukt av norsk marmor. Desverre er forekomstgrunnlaget svært begrenset, først og fremst på grunn av det lave relieffet i forekomstområdene. Kun mindre uttak av marmoren er mulig, og kostnader med å etablere brudd og frakt av maskiner for små operasjoner kan bli høye.

Bondeholmen er den forekomsten hvor uttaksmulighetene er minst begrenset, men samtidig er dette den minst tilgjengelige forekomsten.

På øyene i vest kan tenkes at bedre forekomster kan lokaliseres. Undersøkelser der kan være aktuelt, spesielt hvis Tjøtta-marmoren generelt vekker interesse i bransjen.



### 3.4. Marmorbreksje i Sandnessjøen

På sydøstsiden av Sandnesvågen opptrer en sone med sort/hvit marmorbreksje. Forekomsten utgjør en markert rygg i terrenget (NØ-SV orientert).

#### *Beskrivelse - lokalitet 10*

Sonen har en lateral utstrekning på ca. 800 meter, og mektigheten varierer mellom 5 og 50 meter (figur 11). Største mektighet finne vi litt syd for midten av forekomsten; mektighetsvariasjonene kan dels skyldes primære variasjoner i avsetningen, dels tektoniske (folde-) repetisjoner.

Breksjen er svært karakteristisk med hvite dolomittfragmenter i en brunsvart grunnmasse bestående av karbonat, kloritt og udiff. silikater (figur 10b). Brucitt opptrer i tildels store mengder i soner og kan gi bergarten et spekket utseende.

Dolomittfragmentene varierer i størrelse; i partier er de gjennomgående små (mindre enn 15 cm. langs lengste akse), mens de i andre partier/lag er atskillig større. Anslagsvis 50% av forekomsten har svært store fragmenter (opptil 50cm). Stort sett er fragmentene deformert slik at de har en elongert form. Dette medfører relativt store forskjeller i utseende mellom ulike sagsnitt; i snitt parallelt med strøket og foliasjonsretningen blir bergarten preget av svakt lentikulære fragmenter. I sagsnitt parallelt med strøket men vinkelrett på foliasjonen blir fragmentene sterkt lentikulære, mens sagsnitt vinkelrett på strøk og foliasjon gir en uorientert breksjert struktur der fragmentene er mindre.

Oppsprekningsgraden er moderat til liten. Mest fremtredende er steile «tverrsprekker» vinkelrett på strøket (NV-SØ). Avstanden mellom disse er gunstig, slik at de kan være fordelaktig for brytning.

Forekomstens beliggenhet er langt fra fordelaktig; på vestsiden av ryggen er industriområde i nord og grusvei i syd. På østsiden finner vi boligfelt i syd og spredte bolighus i nord. En ny innfartsvei skjærer den sydligste del av forekomsten. Mest aktuelle uttaksområder vil være på vestsiden, men det er usikkert om tillatelser til dette er mulig å oppnå. Uansett vil småskala uttak være det eneste realistiske.

#### *Kvalitet*

Breksjen er svært finkornet, tett i strukturen og har «god klang». I styrke og holdfasthetsegenskaper vil den sannsynligvis kunne sammenlignes med annen marmor av god kvalitet.

Vtringshuden er gulbrun (ikke så uvanlig for dolomitt), og ved utendørs bruk vil steinen trolig få en gulig patina med tiden.

### *Markedsaspekter*

Karbonatbreksjer er langt i fra uvanlig i natursteinsmarkedet, men det finnes få typer som er så markert sort/hvit på farge. En relativt lik bulgarsk type er kjent, og i Carrara-området i Italia finnes breksjerte varianter av hvit marmor - dog med atskillig mindre fremtredende breksje-struktur (eks. ARABESCATO).

Prisnivå for denne type marmor er meget usikkert. Anslagsvis kan imidlertid antydes et middels- til lavt nivå. Med stor sikkerhet kan antas at en eksklusivitet på linje med Fauske marmor neppe kan oppnås.

Den noe «flekkvise» opptreden av brusitt kan virke skjemmende på polert flate, og kan dermed virke negativt i markedssammenheng.

### *Konklusjoner*

**Forekomsten av marmorbreksje i Sandnessjøen er i størrelse, massivitet og kvalitet interessant som naturstein, men beliggenhet nær bebyggelse er uten tvil et sterkt argument mot utnyttelse av forekomsten.**

**Det er videre noe usikkert i hvilken grad bergarten er markedsattraktiv.**

### 3.4. Andre marmorforekomster

#### 3.4.1. Grå marmor

Store forekomster av grå, båndet marmor opptrer rundt Brønnøysund, på Vega, og i Velfjord. Mindre forekomster opptrer en rekke andre steder i området.

På grunnlag av relativt klare signaler fra bransjen om at slik marmor ikke er særlig interessant markedsmessig, er undersøkelser av disse lite prioritert.

I teknisk forstand finnes et potensiale for blokkdrift nær Brønnøysund og på Vega. Begge disse marmorsonene er preget av båndet, middelskornet kalkspatmarmor med vekslende grå «ureine» og hvite «reine» bånd. I sagsnitt parallelt med båndingen får marmoren et klassisk, «marmorert» mønster i grått og hvitt. Begge disse marmorsonene er svært homogene, der utseende veksler lite over store områder. I deler av områdene vil imidlertid lavt relieff begrense muligheter for drift.

#### 3.4.2. Rød marmor

Det finnes få observasjoner av rød marmor i området. Den antatt største ligger ved Storbørja, Brønnøy kommune (Karlsen, 1991). Mektigheten er ca. 10 meter, og forekomsten har en steil, nesten vertikal orientering. Tilgjengelig kun fra sjø. Fargen er sterkt rød, og marmoren er homogen (lite båndet). Ifølge Karlsen er forekomsten totalt sett lite interessant grunnet lav tonnasje og vanskelig tilgjengelighet.

Rød marmor er ellers observert på holmer vest og sydvest for Brønnøysund (Heldal, 1987) og i marmorsonen på fastlandet syd for Brønnøysund. Alle disse forekomstene er imidlertid av helt ubetydelig størrelse.

### **3.5. Marmorforekomster - konklusjoner**

Selv om det tidligere har vært tildels betydelig drift på hvit marmor i området, synes ikke forekomstene å være av særlig interesse i dagens situasjon. Hvit marmor i Velfjord er svak kvalitetsmessig, og forekomstene av Tjøtta-marmor er små.

Blå marmor i Velfjord er utseendemessig svært interessant, men forekomstene er svært små og vanskelig å bryte.

Det finnes store forekomster av grå marmor, men markedssituasjonen for slike typer tilsier ikke videre undersøkelser.

Forekomster av rød marmor er i størrelse ubetydelig. Ved Sandnessjøen finnes en relativt interessant forekomst av breksjert marmor. Denne er imidlertid vanskelig tilgjengelig p.g.a. bebyggelse.

Konglomeratisk kalksilikatmarmor ved Terråk (ikke beskrevet i rapporten) brytes i en viss grad, og råstoffgrunnlaget er bra og velkjent.

I store trekk vil potensialet for brytning av marmor i ytre Helgeland kunne betegnes som begrenset, der kun småskala drift ved enkelte forekomster er aktuelt. Eventuelle videre undersøkelser vil avhenge av i hvilken grad industriinteresser ut ifra de foreliggende opplysningene skulle ha interesse av å utnytte forekomstene. Av størst interesse kan trolig Tjøtta-marmoren være, men kun som småskala uttak.

## 4. FOREKOMSTER I KALEDONSKKE INTRUSIVER

### 4.1. Generelt

I ytre Helgeland opptrer mektige massiver av kaledonske intrusivbergarter som er gitt samlebetegnelsen Bindalsbatolitten (figur 12).

Intrusivene varierer i sammensetning fra olivingabbro til granitt, men sistnevnte og granodioritt utgjør de dominerende bergartstypene. Teksturelt varierer intrusivene fra likekornet middelskornet til grovkornet porfyrittisk (Nordgulen & Sundvoll, 1992).

En del av intrusivene er relativt homogene og ensartete, mens andre er sterkt uensartet/varierende pga. primære variasjoner i sammensetning, inneslutninger (xenolitter) og årer/ganger.

Farge kan kort beskrives som «nyanser i grått» - med unntak av røde porfyrganitter i nord og svart gabbro. Unntaksvis finnes relativt hvit tonalitt (trondhemitt) og granodioritt (Vevelstad; se under). Førstnevnte er imidlertid ikke lokalisert som forekomster av noen interesse.

Store deler av intrusivene er utilgjengelig pga. manglende veiforbindelse og/eller bratt terreng.

Relativt tidlig i undersøkelsene ble det klart at et evt. natursteinspotensiale ligger i de porfyrittiske granodiorittiske til granittiske intrusivene (figur 4.1.). Innen disse finnes muligheter til å lokalisere ensartete, massive forekomster som kan ha en viss markedsinteresse. Undersøkelsene ble naturlig nok fokusert på de områder hvor slike bergarter er tilgjengelig.

Svart gabbro, spesielt ved Anndalsvåg i Vevelstad, ble også viet en viss interesse i håp om å lokalisere gunstige forekomster.

## 4.2. Porfyrittisk granodioritt, Vevelstad

Porfyrittisk granodioritt utgjør store deler av fjellområdet øst for riksveg 17 på strekningen Anddalsvåg - Forvik i Vevelstad. Grensen mellom granodioritt og metasedimenter vest for denne går i overgangen mellom flatland og fjellskråningen fra Høyholm til Forvik. Syd for denne strekningen finnes granodioritt helt ned til sjøen.

### *Beskrivelse*

Terrenget stiger bratt opp fra kysten, og det er de lavere deler av fjellskråningen og småkoller nær vei som vil komme i betraktning som potensielle natursteinsforekomster, i tillegg til utnyttbare, store rasblokker. Løsmasseoverdekningen på granodioritten er ubetydelig, og i de fleste aktuelle områder er løsmasser så godt som fraværende.

Hovedmineraler i granodioritten er plagioklas (60%), kvarts (20%), og biotitt (20%). Kalifeltspat og hornblende opptrer i små mengder (5-10%). Titanitt, epidot, sericitt (finkornet lys glimmer) og erts er aksessorisk.

Plagioklas opptrer som store (opptil 5cm) hvite fenokrystaller og som mindre korn i grunnmassen (figur 13). Krystallene er sonerte, og kjernene er tydelig mer omvandlet enn randsonene. Sericitt og epidot er de typiske omvandlingsproduktene.

Kvarts opptrer som elongerte aggregater og som spredte, små korn i grunnmassen. Biotitt opptrer som orienterte flakformige aggregater som delvis omslutter fenokrystallene. Ofte sees hornblende sammen med biotitt, men kun som spredte, små korn. Kalifeltspat finnes som isolerte, spredte korn. Det er svært lite ertsmineraler i bergarten, og innholdet kan beskrives som oppsiktsvekkende lavt i forhold til andre granitoide bergarter.

Granodioritten har en markert mineralorientering som defineres av 1) orienterte fenokrystaller, 2) elongerte kvartsaggregater og 3) orientering av biotitt. Orienteringen medfører at granodioritten får ulikt utseende avhengig av hvilken retning den sages; vinkelrett kommer den svakt båndete, porfyrittiske teksturen fram (figur 13), mens prallellsnitt gir et mer utflytende utseende. I natursteinssammenheng er trolig første snitt mest interessant som visflate.

Strøket til mineralorienteringen er omtrentlig parallell med kystlinjen/fjellskrenten - dvs. NNV-SSØ i syd ved Anddalsvågen og NØ-SV i nord ved Forvik. Den faller steilt mot øst, varierende mellom 50 og 80 grader. Mineralorienteringen definerer også hovedkløven i bergarten; dvs. den retningen granodioritten er lettest å splitte.

Generelt er ensartetheten i området god, dvs. at granodioritten varierer lite i utseende. Mest vesentlig er noe variasjon i innholdet av fenokrystaller; granodioritten virker "gråere" der hvor fenokrystallene er mer spredt. De gråeste partiene synes å være nær kontakten mot metasedimenter. Gjennomsnittlig størrelse på fenokrystallene varierer også noe fra område til område.

Årer og ganger (spesielt applittårer) finnes i hele området, men i begrenset grad. Det er lite sannsynlig at dette vil virke begrensende på brytning.

Inneslutninger i granodioritten kan deles i tre typer: den første er store fragmenter av omkringliggende bergarter som har blitt revet løs og fraktet med smelten. De største er merket av på det geologiske kartet. Den andre typen er mindre fragmenter (xenolitter) av samme type, varierende i størrelse fra 10 cm. og oppover. Disse finnes spesielt nær de store inneslutningene og nær granodiorittens yttergrense, men fortrinnsvis som lokale ansamlinger. Spesielt i de nordlige og sydlige deler av området er disse observert. Den tredje typen er mest utbredt; dette er linseformete biotittrike inneslutninger på størrelse med et egg. Trolig representerer disse sterkt omdannede xenolitter. I deler av området kan relativt store konsentrasjoner av slike finnes, spesielt i de nordlige og sydlige deler. Ellers kan de finnes i små konsentrasjoner og spredt. I de områder hvor slike opptrer i stor grad vil det neppe være grunnlag for drift på granodioritten.

Benkningen i granodioritter følger ideelt sett terrengoverflaten. I området er det typisk at i soner der terrenget faller jevnt mot sjøen er benkningen regelmessig og parallell, ofte med flere meters avstand mellom åpne sprekker. Fallvinkelen følger terrenget og er stort sett mellom 20 og 30 grader. Dette kan være noe i bratteste laget for effektiv drift, siden det kan være problematisk å drive på store pallhøyder (en blir henvist til å følge benkene). I områder hvor terrenget er mer uregelmessig (småkollet) virker benkningen også uregelmessig, og kan være vanskelig å utnytte fullt ut under brytning.

Sprekkesetettheten varierer i området fra svært høy til svært lav. Sprekkesetettheten synes generelt å være høyere i sydlige og nordlige deler enn i de midtre, men lokale variasjoner kan forekomme. Inklinerte (skråttstilte) sprekker er relativt vanlig, noe som er mer problematisk for drift enn vertikale sprekker.

På figur 14 er merket av flere lokaliteter innen granodioritten hvor de topografiske/geologiske forhold gir et bedre grunnlag for drift enn ellers i området (lokalitet 11 - 15).

#### *Lokalitet 11 - Djupdalen*

er karakterisert av relativt slakt skrånende til småkollet topografi. Området er relativt skjernet fra bebyggelse og ligger ca. 250 meter fra vei. Massive partier finnes mellom mer oppsprukket partier i nord og syd, der spesielt tett, vertikal Ø-V oppsprekning dominerer. Se figur 15. Steile N-S sprekker er også hyppig i området, samt mer uregelmessige skråttstilte sprekker. Benkning er noe uregelmessig grunnet vekslende topografi. Inneslutninger og applittårer finnes i soner, men ikke i urovekkende stor grad.

Fargen er overveiende sort/hvit, og fenokrystallene er noe større enn det som er vist i figur 13.

Lokaliteten kan være egnet til uttak av storblokk.

#### *Lokalitet 12 - Nordgården*

Flere små koller som utgjør en hylle i terrenget inn mot den brattere skråningen lengre bak. Uregelmessig oppsprekning og benkning, men massive og ensartete partier finnes. Tynne stikk og årer opptrer hyppig i vestligste deler, men avtar raskt noe opp i skråningen. Lite inneslutninger. Se fig 14. og 16a.

Lokaliteten er trolig godt egnet til uttak av storblokk. Dog må vurderes i hvilken grad de skrånstilte sprekkene vil være problematisk for drift.

#### *Lokalitet 13 - Høyholm A*

Relativt bratt skråning med slette sva (ca. 30 grader helning). Svært massiv og tykkbenket, benkningen følger terrenget (figur 17 og 18a). Lite årer og inneslutninger, meget ensartet; et sirkulært parti på ca. 10 meter er polert i forbindelse med utsmykning («skulpturlandskap Nordland»). Hele denne flaten er så godt som feilfri.

Lokaliteten er svært godt egnet til uttak av storblokk. Eneste problem i så måte er å takle brytning med såpass bratt benkning. Imidlertid kan utsmykningen i fjellsiden medvirke til at forekomsten ikke kan utnyttes.

#### *Lokalitet 14 - Høyholm B*

Denne lokaliteten befinner seg like under lokalitet 13, og består av mange og store rasblokker (figur 17 og 18b). Disse er opptil flere hundre kubikkmeter store, og mange har en særdeles gunstig, rektangulær form. Det er sannsynlig at blokkene lett kan kiles opp til salgsblokk, og anslagsvis utgjør rasblokkene et potensiale på 1000 - 2000 kubikkmeter utnyttbar stein.

Fra en av løsblokkene er tidligere tatt ut emne til krigsminnesmerke i Mosjøen. Videre ble prøveblokker tatt ut av NGU i 1992 og testet (se under).

#### *Lokalitet 15 - Rossmålsvika*

I dette sydlige partiet ca. 1,5 km fra fergeleiet i Anndalsvåg finnes flere koller/hauger med relativt massiv granodioritt. Imidlertid er innholdet av inneslutninger atskillig høyere enn ved de andre lokalitetene. Det vil av denne grunn være svært vanskelig å ta ut salgsblokk som ikke inneholder slike. I markedet (spesielt eksportmarkedet) betraktes inneslutninger som «feil»; med dette som begrunnelse antas at lokaliteten ikke er å regne som potensielt drivverdig.

#### *Brytning av granodioritten*

Selv om porfyrgranodioritten geologisk og teknisk flere steder synes å være egnet for drift, vil drivverdighet også avhenge av hvor lett/vanskelig etablering og drift av brudd vil falle. Det vil i denne sammenheng være et viktig spørsmål hvorvidt svært massive partier med bratt benkning og jevnt skrånende terreng er å foretrekke framfor partier i et småkollet område hvor benkning og oppsprekning er mer uregelmessig.



Ideelt for brytning er slak topografi og benkning kombinert med to gode vertikale kløvretninger og én god kløvretning parallelt med benkningen.

I Vevelstad faller terrenget og benkningen generelt mot vest. Hovedkløven (mineralorienteringen) er omtrent vinkelrett på denne, med et steilt østlig fall. Forutsatt at en vil bryte på kløv (noe som trolig er nødvendig av hensyn til blokkkvalitet og vrakprosent) må en dermed trolig bryte lave pallhøyder etter mønster fra andre granittbrudd med skrå benkning. Dette medfører noe mer kostbar drift enn tilfelle er ved store pallhøyder.

Kløv er innen steinindustrien betegnelsen på de retninger bergarten deles langs. I granitoider har en gjerne tre kløvretninger vinkelrett på hverandre, to steile og en horisontal eller subhorisontal. Som regel er en kløvretning svært god, mens de to andre kan være av varierende «kvalitet». Ved Høyholm ble brukt kortkiler ved deling av blokk; kløven parallell med mineralorienteringen er svært god, mens de to andre retningene vinkelrett til denne er tilfredsstillende. Det er mulig at kortkiler kan brukes til oppdeling av selv store blokker, noe som reduserer bormeter pr kbm. salgsblokk betydelig.

### Kvalitet

For at bergarter skal være egnet til bygningsstein må en rekke kvalitetskriterier oppfylles. Selv om granodioritt generelt er regnet til å være svært holdbart og av god kvalitet, finnes det store forskjeller mellom ulike typer, og det er derfor nødvendig å teste bergarten for å få et inntrykk av om minimumskravene oppfylles. Prøver av Vevelstadgranodioritten fra Høyholm er testet for en rekke egenskaper ved SINTEF Bergteknikk og ved Norges Byggeforskningsinstitutt. Tabell 1 viser gjennomsnittsverdiene for de ulike testene.

Tabell 1: Testresultater for granodioritt, Høyholm.

TEST	RESULTATER
Egenvekt (DIN 52102)	2,68 g/cm <sup>3</sup>
Vannabsorpsjon (DIN 52103)	0,26 vekt%
Bøyestrekfasthet (DIN 52112)	14,9 N/mm <sup>2</sup>
Trykkfasthet (DIN 52105)	224,2 N/mm <sup>2</sup>
Slitasjestykke (ASTM D1242-87)	1,6 mm
Saltmotstandsevne (DIN 52111)	0,06 % (lite misfarget)

Bergartens mekaniske styrke er testet på tre måter: trykkfasthet (det trykk en kube av bergarten utsettes for i det øyeblikk brekkasje oppstår), bøyestrekfasthet (det trykk som skal til for å knekke en stav av bergarten ved midtpunktbelastning) og slitasjemotstand (mm vekkslitt materiale etter sliping med roterende skive i 2000 omdreininger). Trykkfasthet er viktig for alle bærende konstruksjoner og andre steder der steinen er utsatt for jevn belastning. Bøyestrekfasthet er viktig der plater av steinen brukes til flis, fasade, etc. hvor deler av platen utsettes for belastning, slitasjestykke viser hvor utsatt bergarten er for slitasje f.eks. i områder med mye gangtrafikk. Både trykkfasthet og slitasjestykke er svært tilfredsstillende for

Vevelstad granodioritt, sammenlignbart med de beste granittkvaliteter som finnes. Bøyestrekfastheten er middels bra sammenlignet med andre granitter. Sett i lys av at det er de svakeste retningene i granodioritten som er testet for bøyestrekfasthet (trykkbelastning parallelt hovedkløven; disse retningene ble valgt på grunn av at granodiorittens mest interessante visflater er vinkelrett på kløven) må resultatene betegnes som tilfredsstillende.

Imidlertid skal en alltid være påpasselig når det gjelder porfyrittiske bergarter og bøyestrekfasthet, siden en kan risikere at denne reduseres drastisk når platetykkelsen blir mindre enn gjennomsnittlig størrelse på de store krystallene, dvs. når hele krystaller går igjennom platene. Slike aspekter trenger en grundigere behandling i tilfelle drift i området planlegges.

Frostsikkerhet er avhengig av hvor mye vann som kan lagres i porerom i bergarten (vannabsorpsjon) og form og størrelse på porene (i hvilken grad frostsprenning foregår når vannet fryser). Vannabsorpsjonen i granodioritten er 0,26%, noe som er i høyeste laget. Imidlertid er utført prøving av saltmotstandsevne (krystallisasjon av salter i porene som kan forårsake i prinsippet samme skader som frost), og disse testene ga svært gode resultater. En rimelig konklusjon vil derfor være at selv om granodioritten har evne til å lagre en del vann i porene vil ikke dette nødvendigvis medføre stor fare for frost- eller saltsprengning.

Misfarging av stein kan forårsakes av en rekke faktorer, og pr. i dag finnes ingen tester som kan gi et godt bilde av hvor utsatt bergarten er. Generelt er alle lyse granitter utsatt, siden misfarging sees spesielt godt på overflaten. Høy vannabsorpsjon vil videre kunne øke sjansene for misfarging, siden løsninger lett transporteres inn i og gjennom steinen. I granodioritten er det lite elementer i bergarten som kan være årsak til misfarging (ertsminerale: sulfider og oksyder). Den høye vannabsorpsjonen vil imidlertid kunne medføre at forurensninger utenfra i løsning kan transporteres inn i steinen og avsettes der, f.eks. som rust. Det er derfor viktig at det taes forholdsregler ved montering av bergarten for å unngå forurensning. Samtidig kan altså konkluderes med at bergarten i seg selv i svært liten grad vil kunne generere misfarging.

Testingen av Vevelstadgranodioritten har altså vist at den er av like god eller bedre kvalitet enn de fleste sammenlignbare bergarter på markedet.

### *Markedsaspekter*

Vevelstad granodioritt vil trolig måtte konkurrere med en rekke lignende typer i markedet. Grovkornete til porfyrittiske grå og sort-hvite granitter produseres i bl.a. Italia og i Spania. Prisnivået er lavt, og i utgangspunktet bør granodioritten kunne produseres i store blokker for mindre enn 2000 kroner pr. kbm for å være konkurransedyktig på det internasjonale markedet.

Vevelstadgranodioritten er forevist til en rekke arkitekter med svært positivt resultat; det er tydelig at bergartens lyse karakter kombinert med den kraftige teksturen er meget positivt mottatt. Det er mulig at disse nyansene i bergartens utseende kan løfte den noe opp prismessig i forhold til konkurrentene.

Vevelstadgranodioritten vil være egnet til en rekke formål, muligens unntatt gate- og kantstein og svært tynne fasadeplater (jfr. bøyestrekfasthet). Det medfører at det foreligger et stort

marked for steinen forutsatt at den prismessig er konkurransedyktig med andre rimelige granitter.

### *Konklusjon*

**Den porfyrittiske granodioritten i Vevelstad er trolig den mest interessante «granitt» i området. Brytningsforholdene er tildels gode, bergarten er ensartet, og trolig vil produksjon av store blokker kunne gjøres til lave kostnader.**

**Av lokalitetene regnes området ved Høyholm som kvalitetsmessig best (lokalitet 12, 13 og 14). Hvis muligheter gis til utnyttelse av rasblokk i dette området (lokalitet 14) kan noe så sjeldent som en lønnsom prøvedrift være realistisk; blokkene gir grunnlag for drift i en startperiode lang nok til å kunne vurdere granodiorittens markedspotensiale.**

**Neste forekomst på prioriteringslisten vil være lokalitet 11. Denne er med tanke på oppsprekning noe dårligere enn Høyholm.**

**Forekomstene i sydlige del av området (lokalitet 15) synes ikke å være interessant grunnet høyt innhold av inneslutninger.**

**For vurdering og prioritering av områder for evt. drift bør detaljerte undersøkelser (kartlegging 1:500) av sprekker, inneslutninger, årer/ganger og ensartethet utføres. Dette vil kunne bidra til en god evaluering av bruddområder og god planlegging av evt. drift.**

### 4.3. Porfyrgranitt, Løkta-Låvong

Nordøst for Sandnessjøen på sydsiden av Ranafjorden opptrer et mektig massiv med rosa til grå porfyrgranitt (figur 1). En mindre, tilsvarende forekomst finnes på øya Løkta.

#### *Beskrivelse*

Porfyrgranitten karakteriseres av rosa til grå fenokrystaller (opptil 5 cm store) av kalifeltspat i en grunnmasse av kvarts, plagioklas, biotitt og kalifeltspat. I deler av området er fenokrystallene grå til hvit, i andre deler er de rosa. Varierende deformasjonsgrad sees også; fra protomylonittisk øyegneis med tildels svært høyt innhold av svart biotitt til mer homogen, ikke-foliert porfyrgranitt. Det er sannsynlig at rødfargen tiltar ved økende grad av deformasjon, slik at ikke-folierte varianter er mer «grå» enn folierte. Øyegneisene finner vi først og fremst i randsonen av det store massivet og i den mindre granitten på Løkta, mens de homogene partiene først og fremst opptrer i de sentrale deler av massivet.

Oppsprekningsgraden varierer også deretter. Øyegneisene viser en relativt kraftig oppsprekning mens ikke-foliert granitt er mer massiv.

Lokaliteter er avmerket i figur 19.

#### *Lokalitet 16 og 17 - Løkta*

Området er befart og beskrevet av Karlsen (1991). De to lokalitetene (16 Stamneset og 17 Horn) representerer gamle brudd der blokk til Petter Dass-statuen, Alstahaug (figur 20b), ble tatt ut ved førstnevnte og blokk til Sandnessjøen ble tatt ved sistnevnte. Uttakene foregikk mellom 1900 og 1920. Forekomsten er også beskrevet av Oxaal (1916).

På Løkta dominerer den folierte øyegneistypen (figur 20a). Den er preget av lagvise variasjoner i farge (varierende innhold av kalifeltspat) og relativt høy grad av oppsprekning. Ved uttak av salgsblokk må påregnes høy skrotprosent. På polert flate blir bergarten relativt mørk, grunnet det høye innholdet av biotitt, og gir et inntrykk av spredte, røde fenokrystaller på en svart bakgrunn. Sagsnitt vinkelrett til foliasjonen synes best rent estetisk, mens parallellsnitt gir en mørkere og mer «grumsete» overflate. I tillegg får en lett avflaking av biotitt i dette snittet. Imidlertid vil bergartens styrke (bøyestrekfasthet) være dårligst i vinkelrett sagsnitt, samtidig som vann lett renger inn langs foliasjonen.

Lokaliteten ved Horn er i dag bebygget, og er dermed neppe aktuell. Ved Stamneset (ca. 20 minutters gange fra vei) finnes ikke slike problemer, men derimot de ovenfor nevnte i sterk grad. Det er mulig, men lite sannsynlig, at bedre områder finnes andre steder på Løkta.

Bergarten antas markedsmessig å være lavt priset og lite attraktiv som blokkstein. I lys av de problemer som finnes med tanke på oppsprekning og uensartethet regnes forekomsten ikke å være spesielt interessant som natursteinsråstoff til plateproduksjon. For mindre «edle» produkter som tørrmurstein kan forekomsten dog være godt egnet.

### *Lokalitet 18 - Remmen*

Denne forekomsten befinner seg på fastlandet syd for Løkta, i den vestligste del av det store granittmassivet. Vei skjærer gjennom hele massivet langs sjøen.

Bergarten er her noe mindre foliert enn på Løkta, ihvertfall i massivets sentrale deler. Samtidig er fenokrystallene mer hvit til grå enn rosa; kun i mindre partier er fargen å sammenligne med Løkta-typen. Sprekkesetettheten synes å være i høyeste laget, og sammenholdt med bergartens utseende kan konkluderes med at forekomsten ikke er videre interessant som naturstein.

### *Andre områder*

Granittmassivet fortsetter østover fra Remmen i retning Hennesberget. Veinære deler av granitten er befart, og et hovedinntrykk er at store deler av porfyrgranitten er mer grå enn rosa. Dette gjelder spesielt området øst for Låvong. Dog finnes enkelte områder hvor granitten er relativt homogen rosa, men det er ikke lokalisert områder hvor oppsprekningsgrad og topografi virker gunstig for bruddvirksomhet.

### *Kvalitet*

Porfyrgranitten er generelt egnet til de fleste bruksområder, muligens med unntak av tynne plater av foliert øyegneis, som lett kan sprekke opp og trekke vann langs foliasjonen. Sterkt folierte øyegneiser er ofte også noe problematisk å produsere (bearbeide), siden brekkasje lett oppstår i foliasjonsplan.

### *Markedsaspekter*

Porfyrgranitt og øyegneis av denne type er generelt dårlig priset i markedet. Dette synes spesielt å være tilfelle for bergarter med høyt biotittinnhold. Regulær blokkdrift betinger følgelig svært gunstige driftsforhold, noe som synes vanskelig å oppnå i disse forekomstene.

### *Konklusjon*

**Rosa porfyrgranitt og øyegneis opptrer i tildels oppsprukket og uensartet forekomster. Sammenholdt med de krav som bør stilles til slike lavt priset natursteinstyper synes ikke forekomstene å være av særlig interesse.**

**For uttak til «grove» produkter som stein til tørrmur og kantstein kan forekomstene være bedre egnet, forutsatt at det finnes (lokale eller regionale) markeder for dette.**

#### **4.4. Gabbro, Anndalsvåg**

I Anndalsvåg, Vevelstad kommune, opptrer et komplekst massiv med gabbro som dominerende bergartstype (lokalitet 19; figur 14). Bergarten ble av Oftedahl (1958) betraktet som interessant, fortrinnsvis pga. dyp, svart farge.

Nylige befaringer har imidlertid raskt konkludert med at bergarten ikke er av interesse, først og fremst pga. følgende:

- Evt. drift forutsetter tildels betydelige investeringer i vei.
- Gabbromassivet varierer sterkt, og den attraktive, svarte typen opptrer i uregelmessig veksling med mindre attraktive typer
- Topografien er mildt sagt vanskelig, med steile skrenter og ur.

#### **4.5. Kaledonske intrusiver - konklusjon**

**De fleste kaledonske intrusivene i området kan sannsynligvis avskrives som natursteinsråstoff av betydning pga. ett eller flere av følgende punkter:**

**Markedsaspekter:** mange av bergartstypene er av «lavpristype» i markedet, og i tillegg ofte svært uensartete

**Tilgjengelighet:** topografi og mangel av veiforbindelse begrenser sterkt muligheter for utvinning i store deler av området

**Oppsprekning:** i store deler av området er oppsprekningsgraden for høy til blokkuttak

**Granodioritten i Vevelstad er et klart unntak; her synes mange av de viktigste kriterier for blokksteinsdrift å være tilstede. I området sett i sin helhet vil mulighetene til å lykkes med uttak av granitoider som naturstein være størst i disse forekomstene. Det anbefales derfor sterkt å fokusere på Vevelstad-forekomsten i videre undersøkelser.**

## 5. ANDRE BERGARTSTYPER

Under vil bli gitt en kort oppsummering/vurdering av status hva gjelder bergartstyper i ytre Helgeland som ikke allerede er behandlet i rapporten.

Ulike båndete gneiser, spesielt glimmerrike og kalksilikatrike, opptrer i tildels betydelige mektigheter. Forekomster ble bl.a. befart av Karlsen (1991). Gneisene karakteriseres av å være temmelig uensartet, oppsprukket og i soner svært biotittrik (mørk grå). Sammenlignet med andre deler av landet antas potensialet for natursteinsdrift i disse gneisene å være minimalt. Ingen videre undersøkelser anbefales.

«Vinduer» med prekambrisk granitt til granittisk gneis opptrer ved Torghatten og ved Hamnøy i Vevelstad. Sisetnevnte er beskrevet i Karlsen (1991). Farge er rosa til grålig. Oppsprekningsgrad er imidlertid svært høy, og regulær blokksteinsdrift synes ikke å være realistisk. Ingen videre undersøkelser anbefales.

Serpentinitt opptrer i større massiver (rødøy, Velfjord) og som flere, mindre legemer. Flere av disse representerer delvis omvandlet (serpentinisert) harzburgitt, dunitt og wherlitt. «Rein», breksjert serpentinit av typen «verde antique», som er produserbar og attraktiv som naturstein, er imidlertid ikke registrert. Ingen videre undersøkelser anbefales.



## 6. KONKLUSJONER

Prosjektets hovedkonklusjoner kan oppsummeres som følger:

- Små, muligens utnyttbare forekomster av marmor finnes i Velfjord (blå og hvit marmor), Tjøtta (hvit marmor) og Sandnessjøen (dolomittbreksje).
- En stor forekomst av porfyrittisk granodioritt finnes i Vevelstad. Bergarten kan trolig taes ut til lave kostnader.

For videre innsats hva gjelder naturstein er det nærliggende å prioritere Vevelstadforekomsten høyest.

Deretter kan vurderes nærmere hvilke muligheter som ligger i småskala drift i Tjøtta, fortrinnsvis Bondeholmen (evt. vurdere øyene lengre vest).

Videre på prioriteringslisten kommer blå marmor, Velfjord (meget småskala uttak), breksje i Sandnessjøen og hvit marmor i Velfjord. Det knyttes stor usikkerhet til hvilke muligheter som finnes ved de tre sistnevnte forekomstene.

## REFERANSER

Barnes, C.G., Prestvik, T., Nordgulen, Ø. & Barnes, M.A., 1992: Geology of three dioritic plutons in Velfjord, Nordland. *NGU Bull.* 423, 41-54.

Gustavson, M., 1981: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Mosjøen - 1:250 000. NGU.

Heldal, T. & Hjelmeland, H., 1987: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Brønnøysund - 1:50000 (Foreløpig utgave). NGU

Karlsen, T.A., 1991: Natursteinsundersøkelser, kysten av Sør-Helgeland. *NGU rapport 91.004.*

Myrland, R., 1972: Velfjord. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart I 18 - 1:100 000. *NGU nr. 274.*

Nordgulen, Ø. & Sundvoll, B., 1992: Strontium isotope composition of the Bindal Batholith, Central Norwegian Caledonides. *NGU Bull.* 423, 19-39.

Nordgulen, Ø. Fjeldheim, T., Ihlen, P.M., Nissen, A.L. & Solli, A., 1992: Vevelstad berggrunnskart 1826-3, 1:50 000 (foreløpig utgave). NGU.

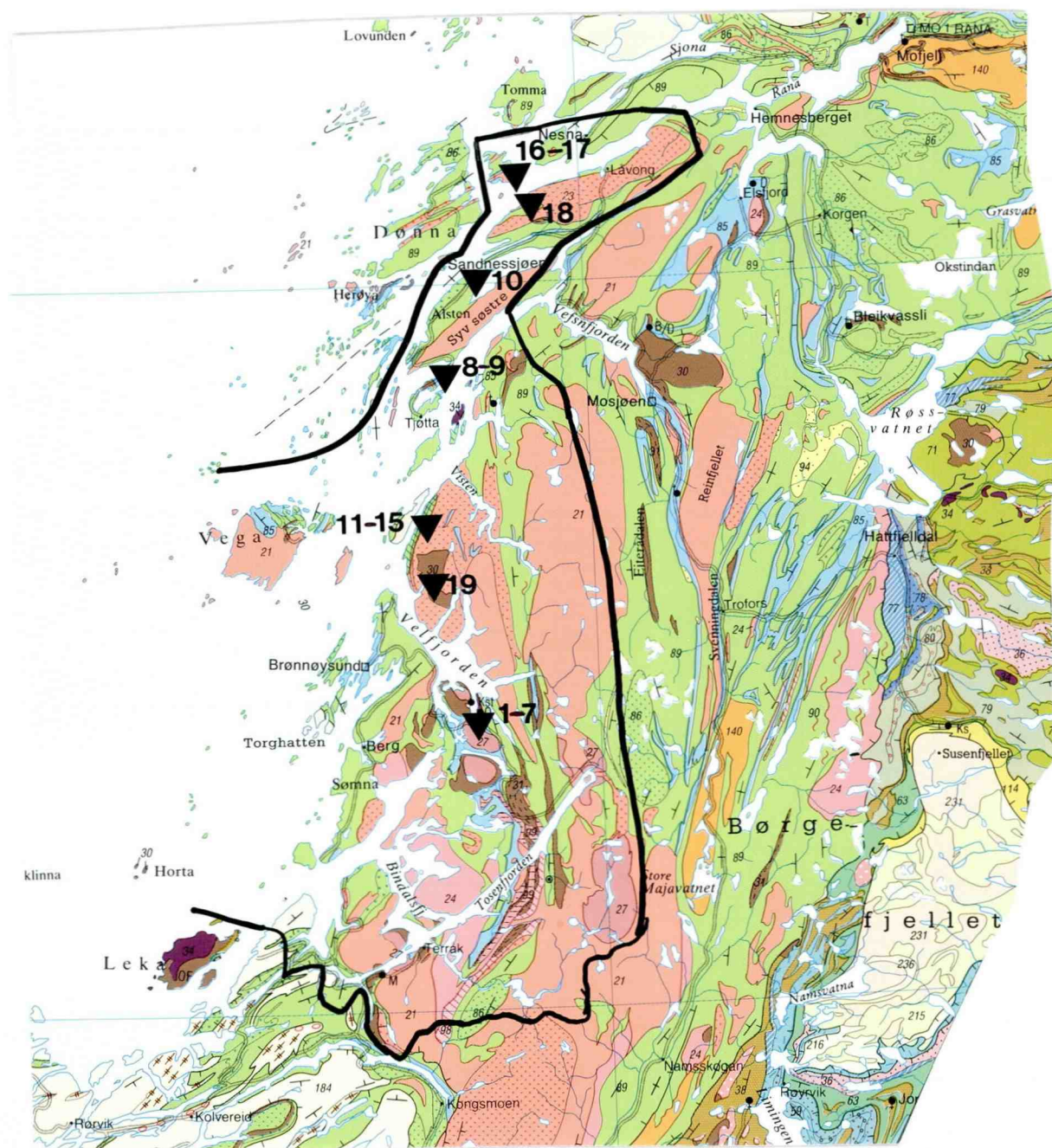
Oftedahl, C., 1958: Rapport over befaringsfelt med gabbro (svart granitt), Andalen i ytre Velfjord i Vevelstad kommune. *Berkarkivrapport 6050.*

Vogt, J.H.L., 1897: Norsk Marmor. *NGU 22.*

Øvereng, O., 1978: Geologisk kartlegging og diamantboring - Hundkjerka marmorforekomst Brønnøy, Nordland fylke. *NGU Rapport 1625/4C.*

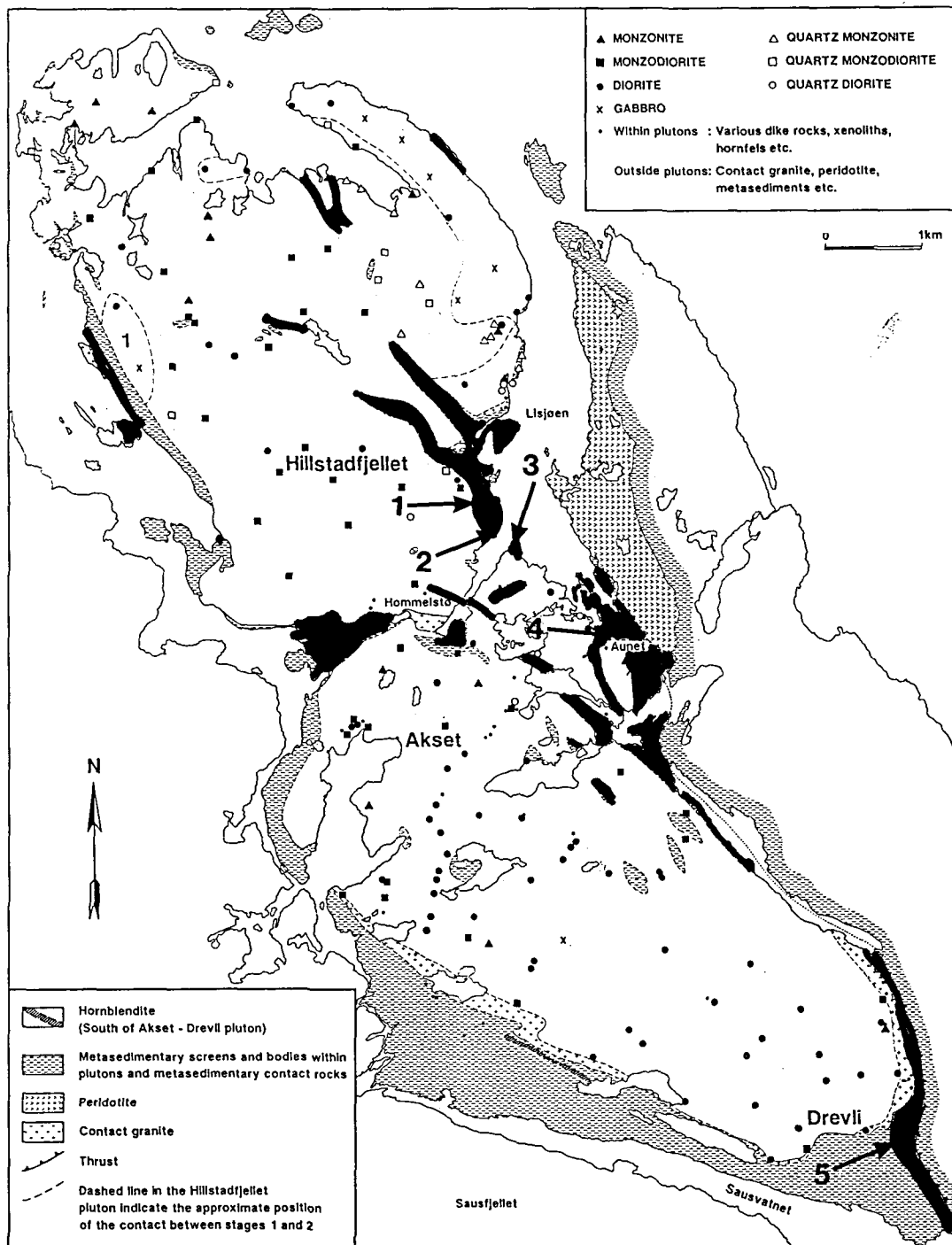
Øvereng, O., 1991: Undersøkelser av kalksteinsfeltet i kommunene Brønnøy og Alstadhaug, Nordland fylke. *NGU Rapport 91.050.*

**FIGURER 1 - 20**



Figur 1

Avgrensning av det undersøkte området (tykk strek). Lokalteter/områder som er beskrevet i rapporten er merket med triangel og numre. Bergartstyper (små tallkoder for hver farge): 21 granitt og granodioritt; 23 porfyrittisk granitt og granodioritt; 24 kvartsdioritt og tonalitt; 27 monzonitt og monzodioritt; 30 Gabbro og dioritt; 31 Amfibolitt; 85 marmor; 89 glimmerskifer og glimmergneis; 99 ortogneis; 184 granittisk og granodiorittisk gneis (prekambrisk).

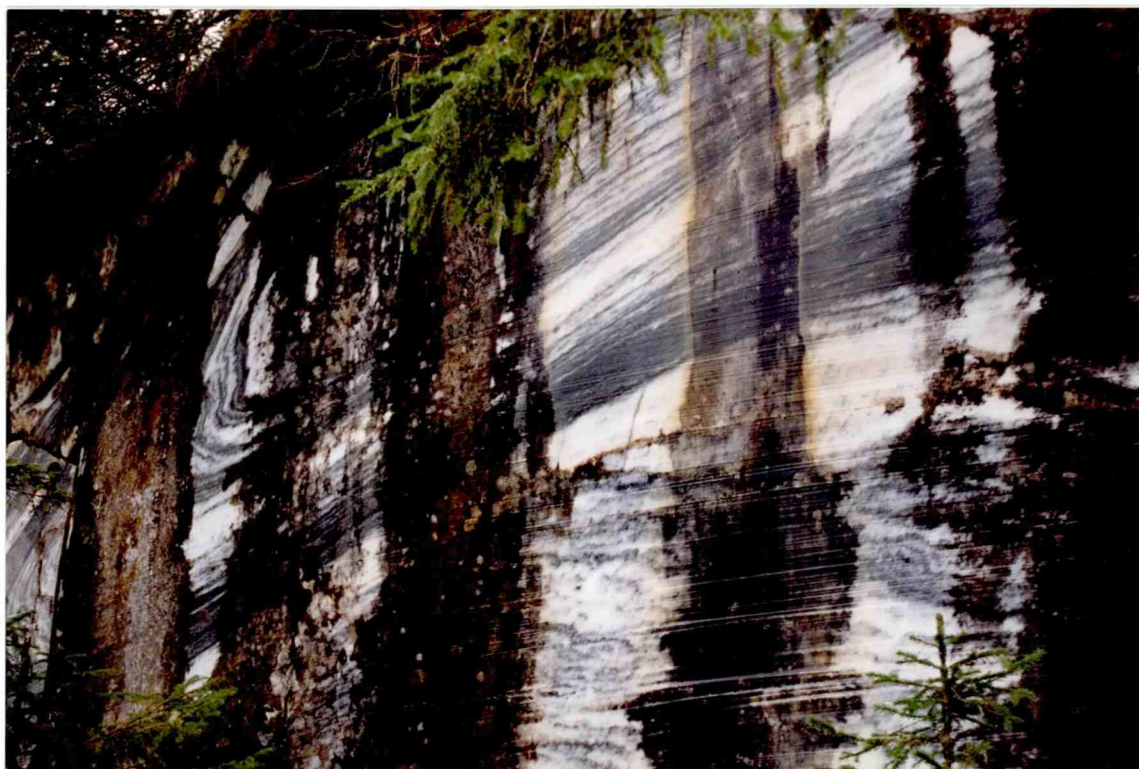


Figur 2

Viktigste forekomster av hvit marmor i Velfjord (merket med svart felt). Lokalteter 1 - 5 er merket av med piler. Se ellers oppgitte tegnforklaring (kart etter Barnes, m.fl. 1992).



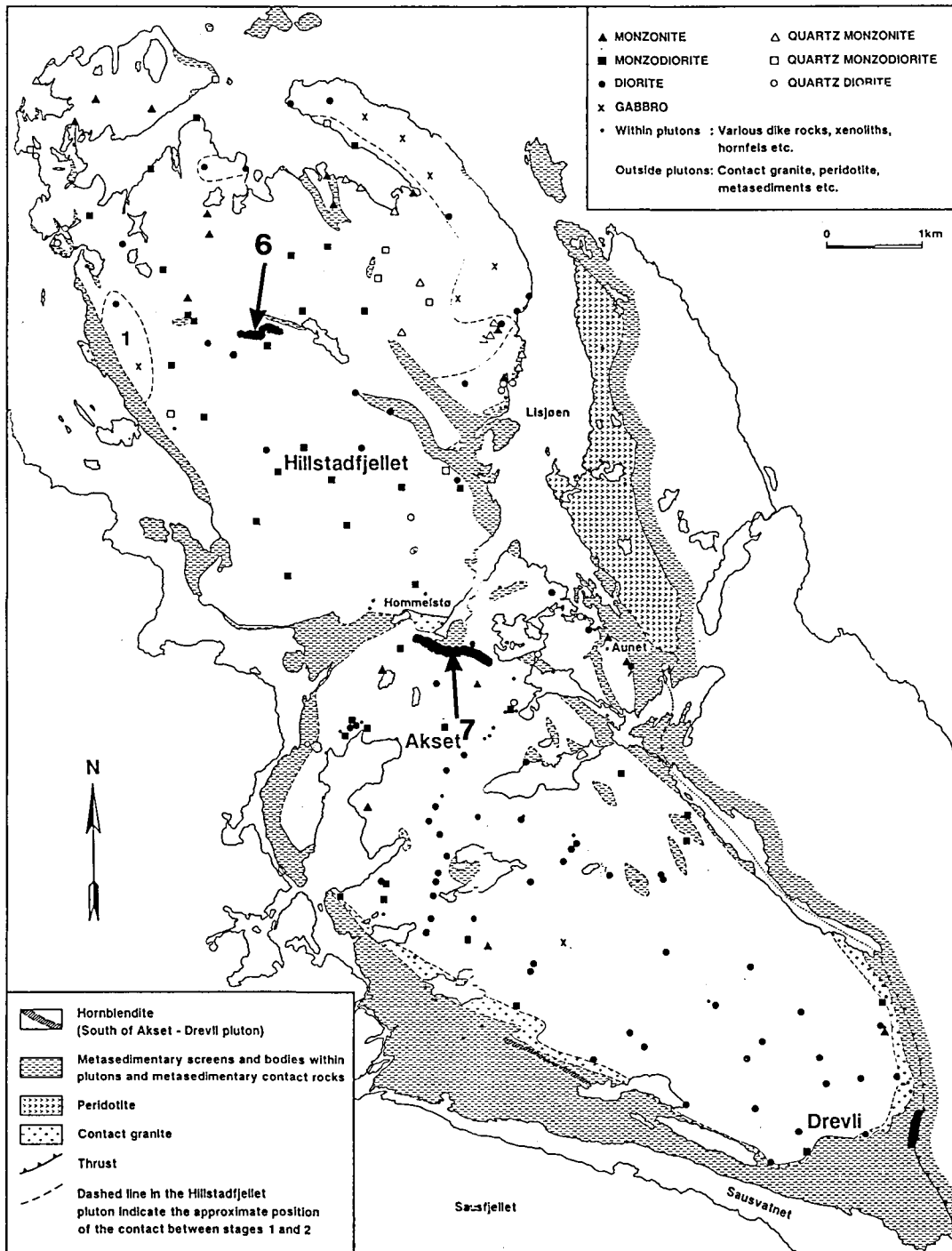
a)



b)

Figur 3

a) Polert plate av hvit Velfjordmarmor, Rugåsneset. b) Grå bånding i hvit marmor ved Rugåsneset (saget stoff, rundt 1890).



Figur 4

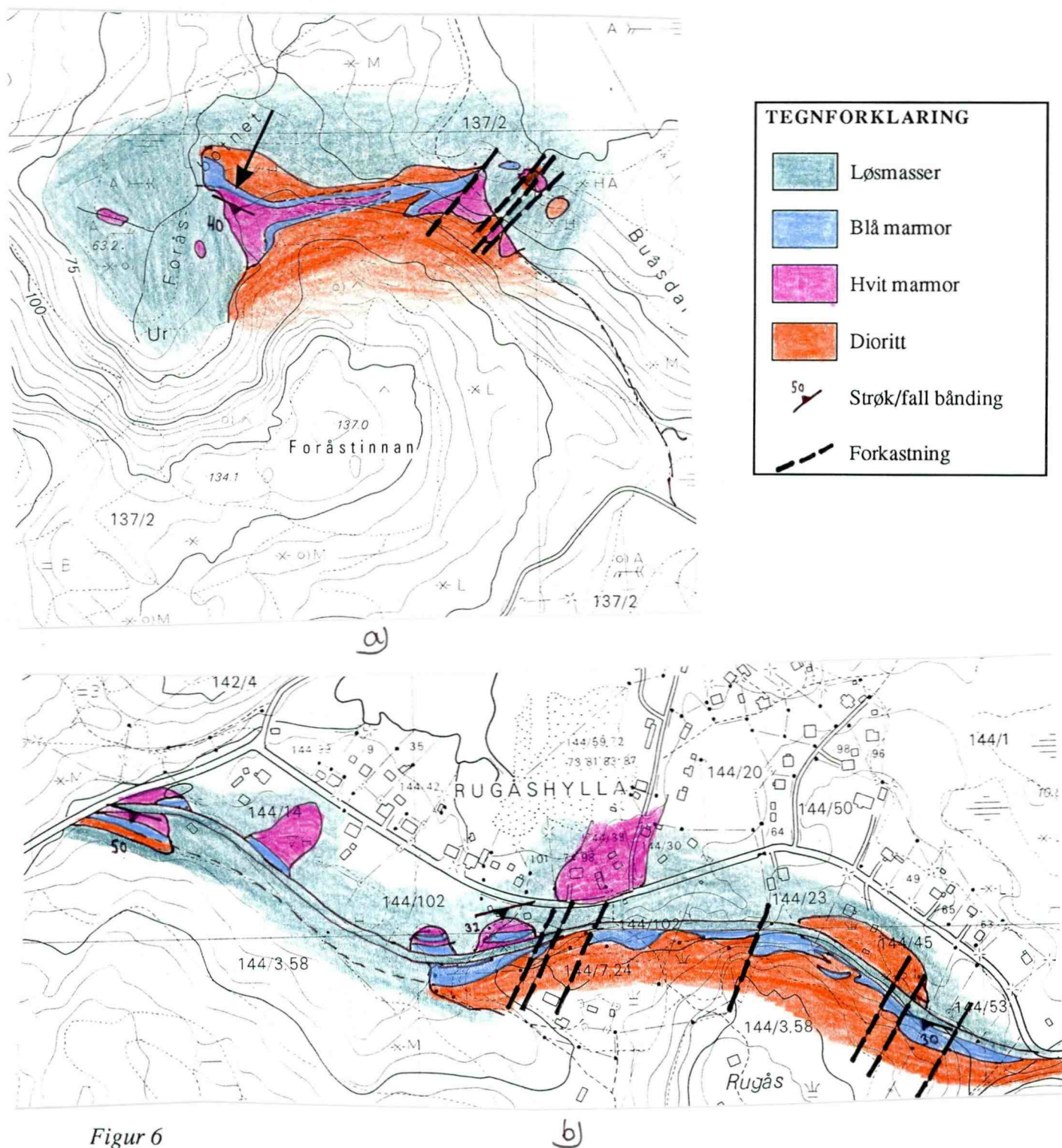
Viktigste forekomster av blå marmor, Velfjord (merket med svart felt). Lokalitet 6-7 pluss lokalitet 5 er merket av med piler. Se ellers oppgitte tegnforklaring (kart etter Barnes, m.fl. 1992)



*Figur 5*

*Polert plate av blå Velfjord-marmor, Forås-botnet (lokalitet 6). Skala i cm.*





Figur 6

a) Geologisk kart over forekomst av blå marmor ved Foråsbotten, Velfjord (lokalitet 6). Sted for blokkuttak i 1992 er merket med pil. b) Geologisk kart over forekomst av blå marmor ved Rugåshylla, Velfjord (lokalitet 7). Begge kart er i målestokk 1:5000. Tegnforklaring gjelder for begge.



Figur 7

Forekomst av blå marmor (vestlige del) ved Foråsbotten, Velfjord (avdekket i forbindelse med tidligere kalkdrift). Forekomstens avgrensning er merket med svart strek. Bildet er tatt fra vest mot øst. Forekomsten heller mot høyre del av bildet (SSV). Piler markerer steder for blokkuttak 1992. Nederst detalj av forekomsten.



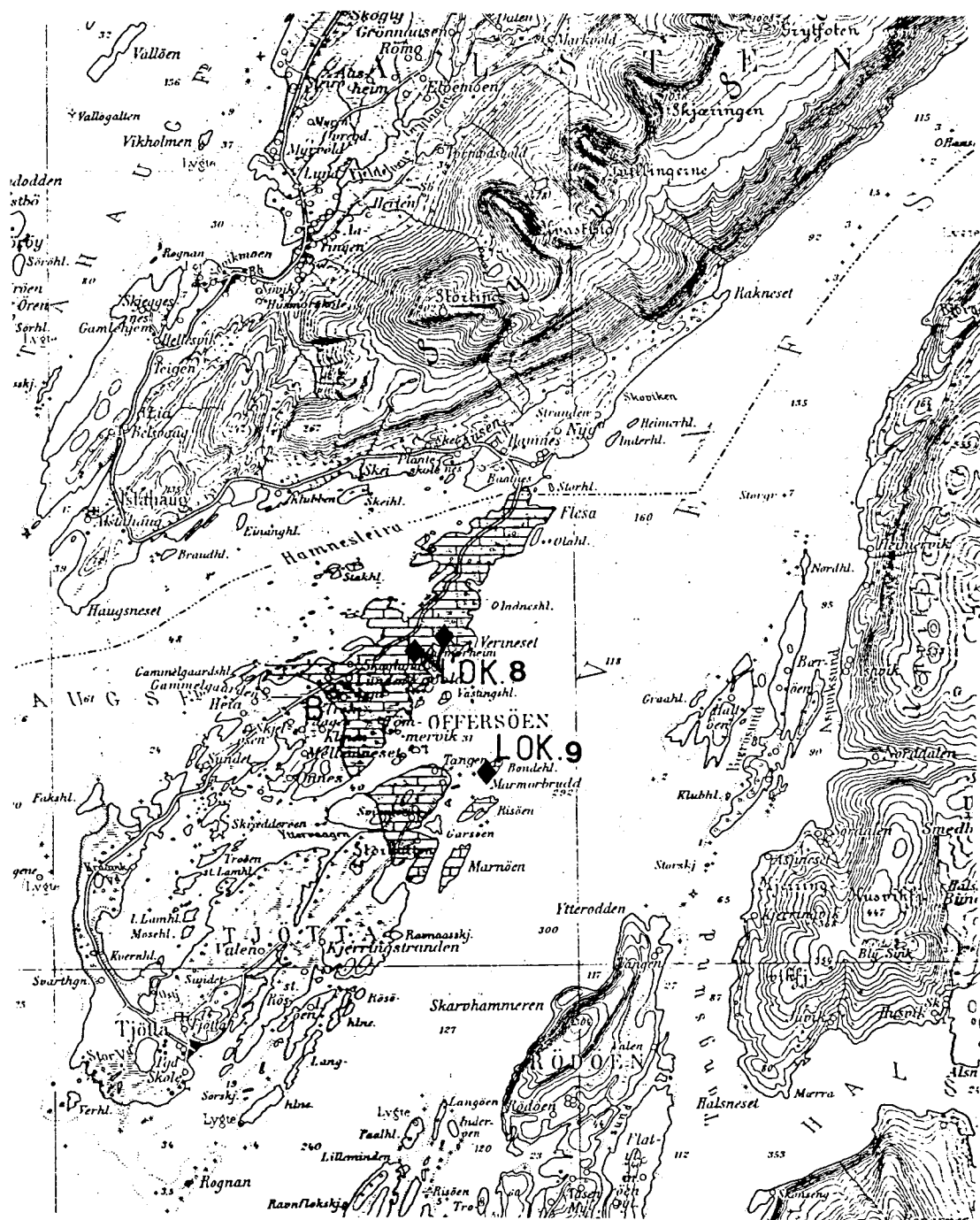
a)



b)

Figur 8

a) Forekomst av blå marmor ved Foråsbotnet, Velfjord (lokalitet 6) - østlige del. Gammelt brudd for kalkdrift. b) Veiskjæring ved riksvei nær Hommelstø i blå marmor (lokalitet 7). Oppå forekomsten ligger gabbro (grensen omtrent der vegetasjonen begynner). Kontakten heller ca. 30 grader mot syd (innover i skjæringen). Merk oppsprekning.

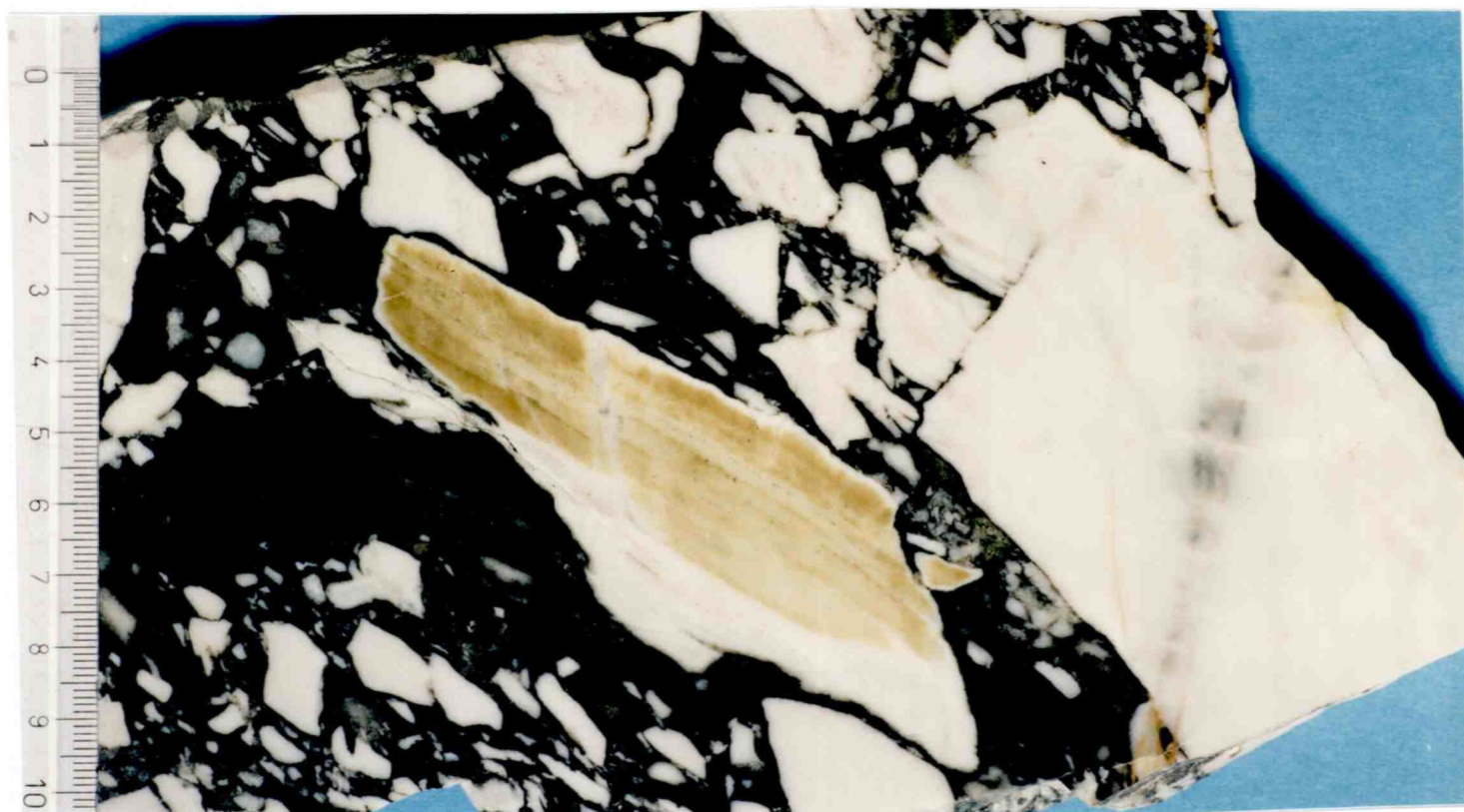


Figur 9

Lokaliseringskart Tjøtta-marmor (1:100 000). Skravert felt angir utbredelse til marmorsonen. Lokaltet 8 (Offersøy - 2 gamle brudd) og 9 (Bondeholmen) er merket. Etter Øvereng (1991).



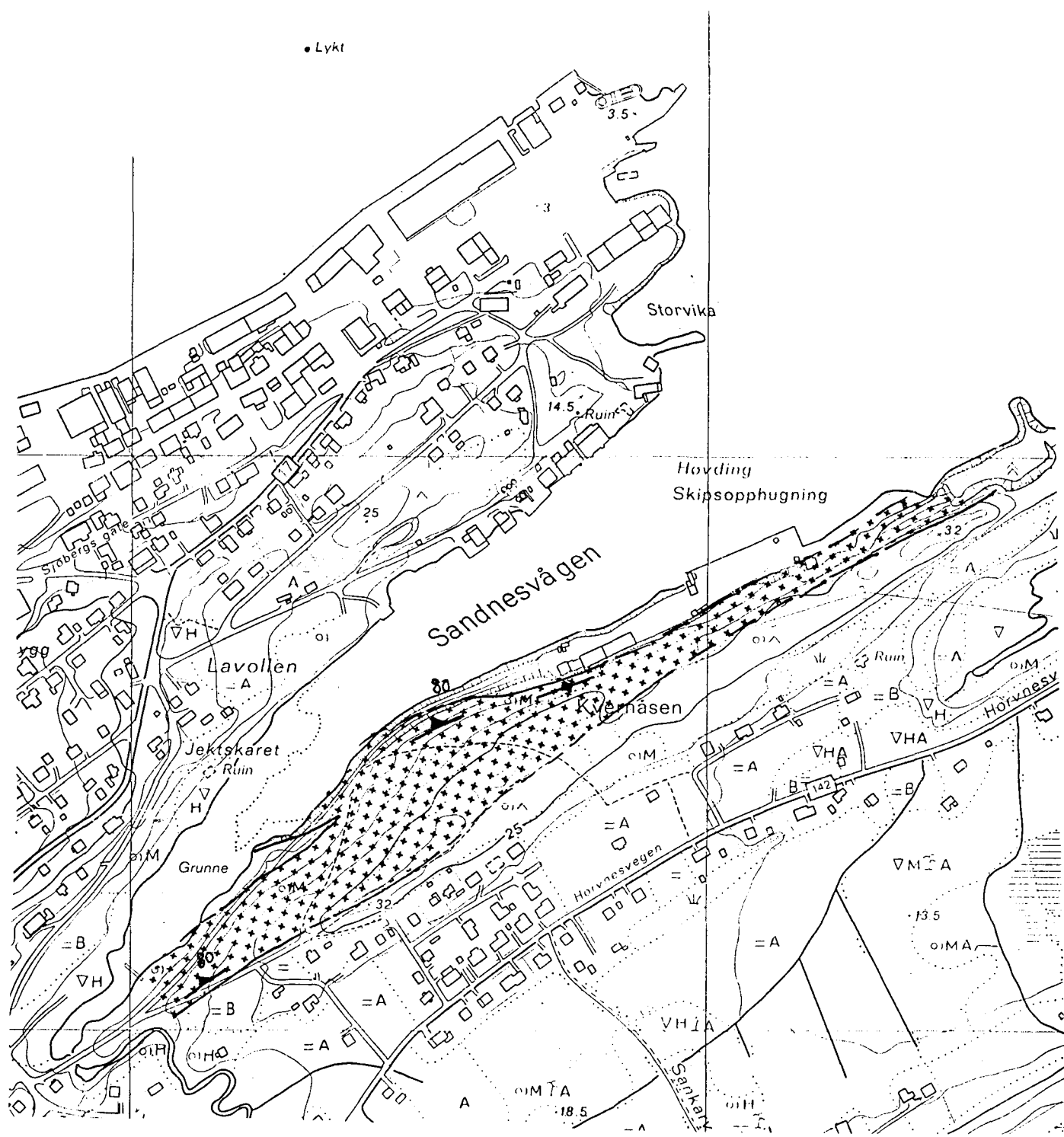
a)



b)

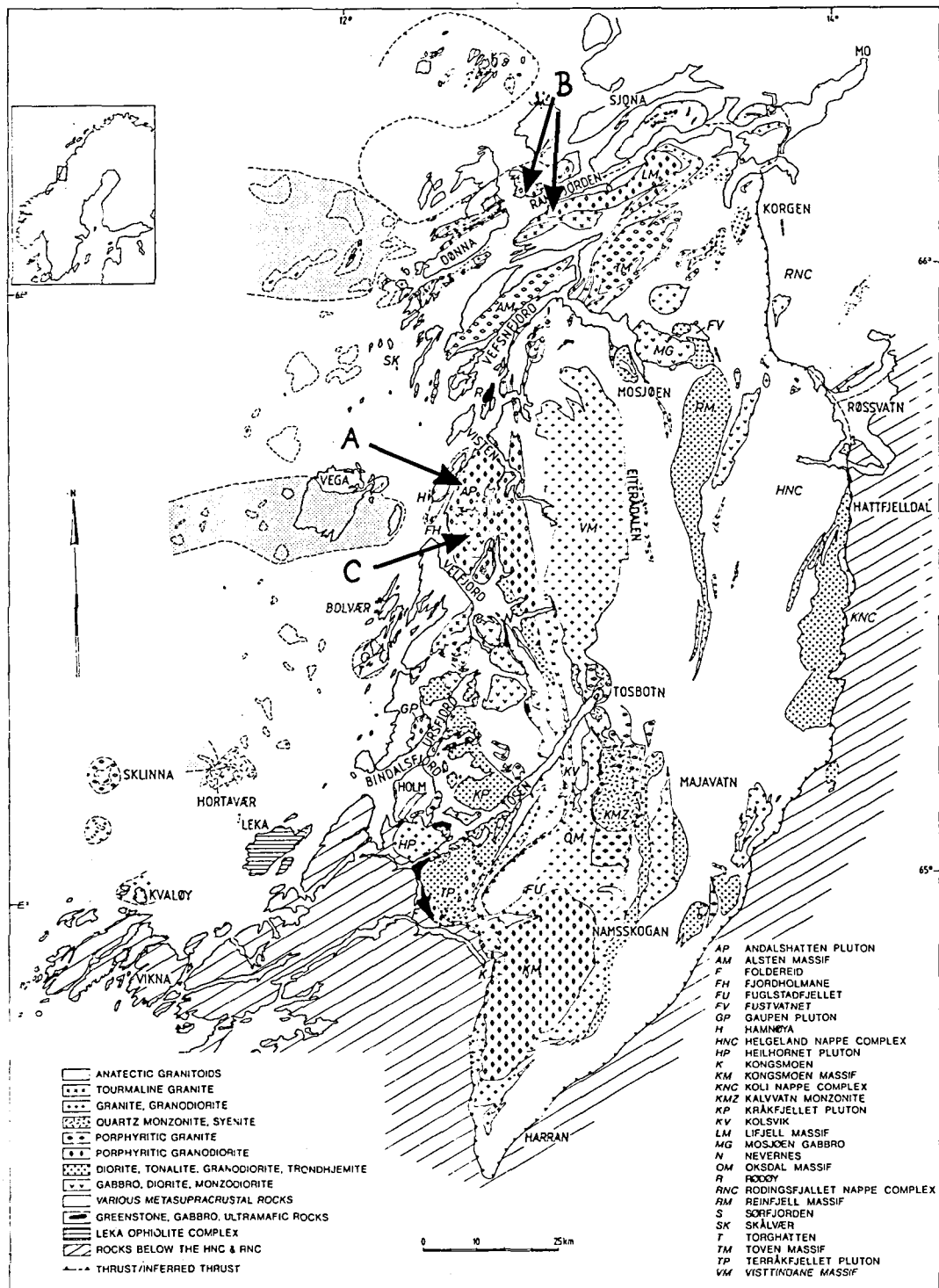
Figur 10

Polerte plater av a) Tjøtta marmor (Offersøy - lokalitet 8) og b) marmorbreksje, Sandnessjøen (lokalitet 10).



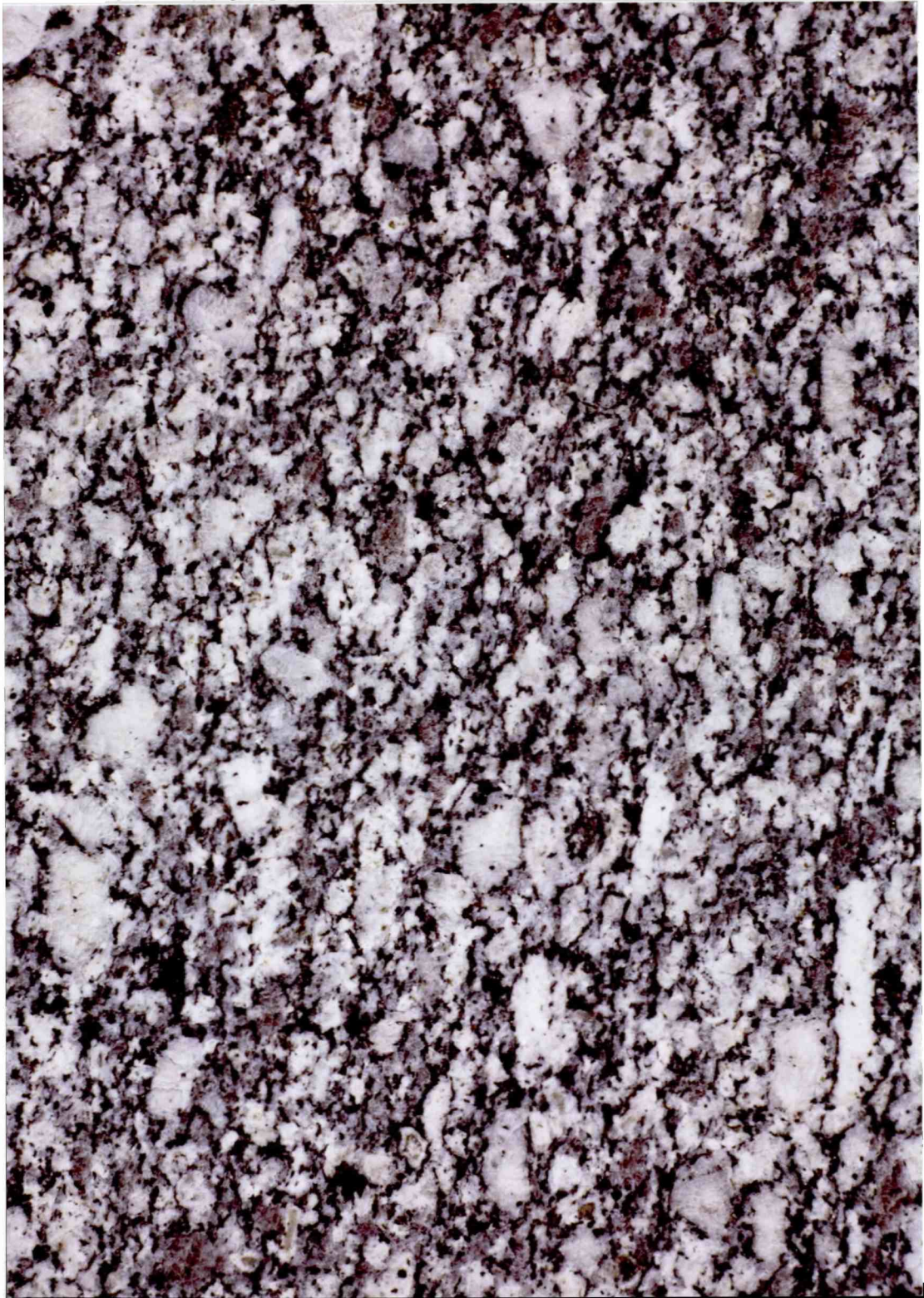
Figur 11

Geologisk kart over marmorbreksje, Sandnessjøen (lokalitet 10). Skravert felt (+) angir sonens utbredelse. Strøk/fall med oppgitt fallvinkel til foliasjon/transponert lagning er videre angitt. Skala 1:5000.



Figur 12

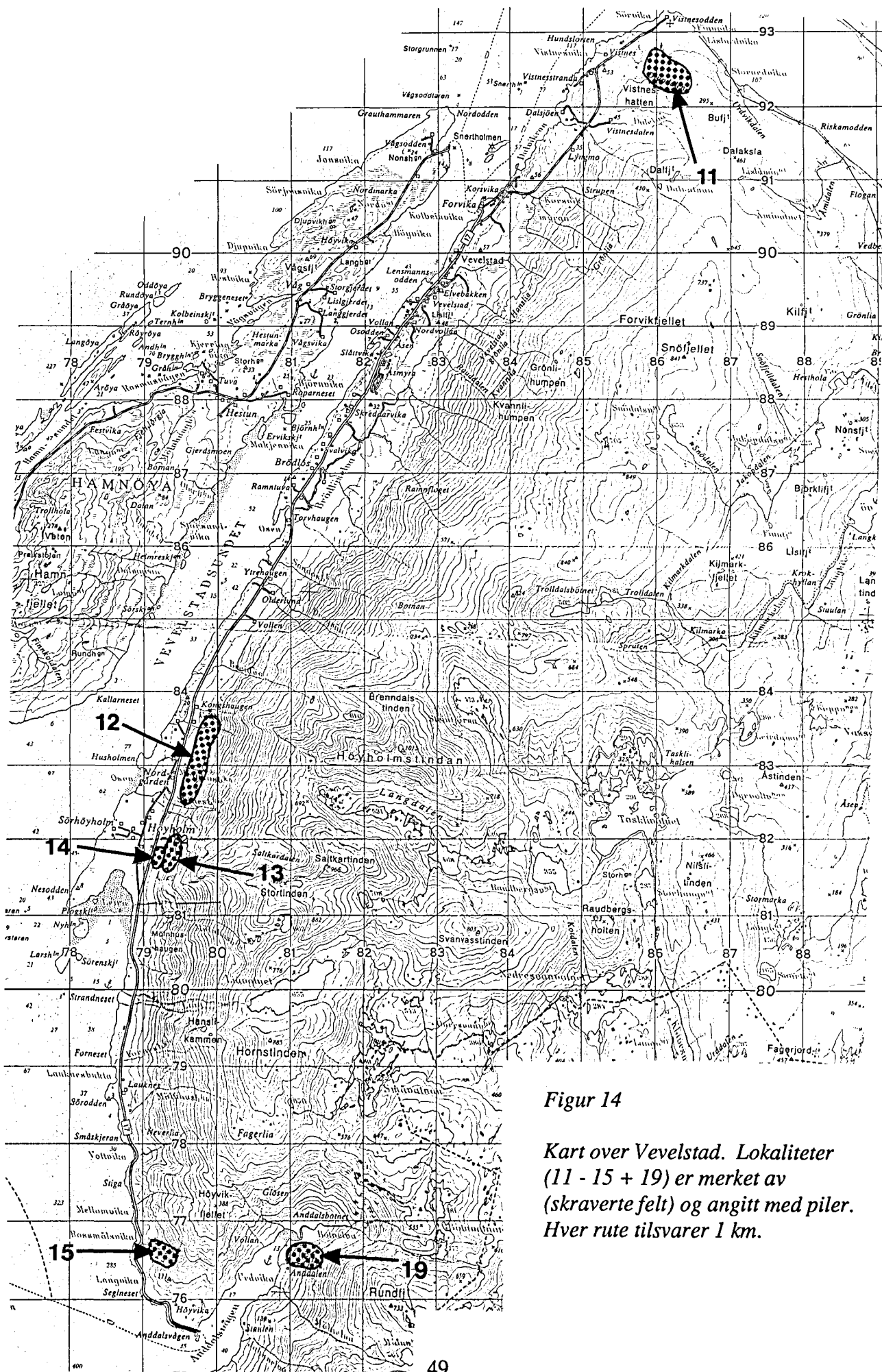
Oversiktskart over kaledonske intrusiver (Bindalsbattolitten) i Helgeland. Se angitt tegnforklaring. Lokalteter/forekomster er merket med piler: A 11- 15 (Velvestad); B 15-18 (Løtta og Remmen); 19 Anndalsvåg. Kart etter Nordgulen & Sundvoll (1992).



Figur 13

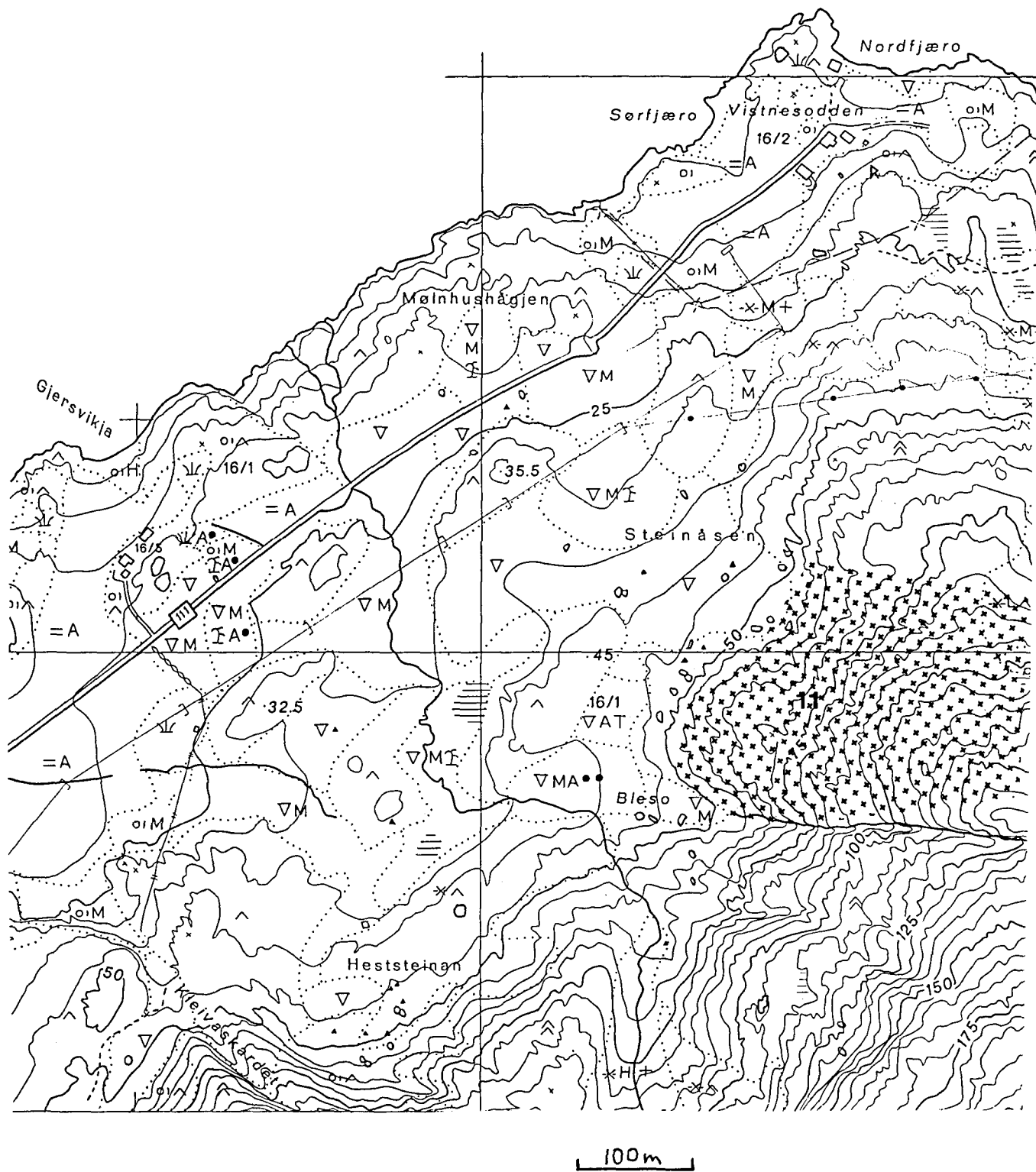
Polert plate av porfyrittisk granodioritt, Vevelstad (lokalitet 14). Ca. 80% av full størrelse. Sagsnitt vinkelrett til mineralorientering.





Figur 14

Kart over Vevelstad. Lokalteter (11 - 15 + 19) er merket av (skraverte felt) og angitt med piler. Hver rute tilsvarer 1 km.



Figur 15

Detaljkart lokalitet 11 (Djupedal). Mest massive og homogene partier med granodioritt er skravert.



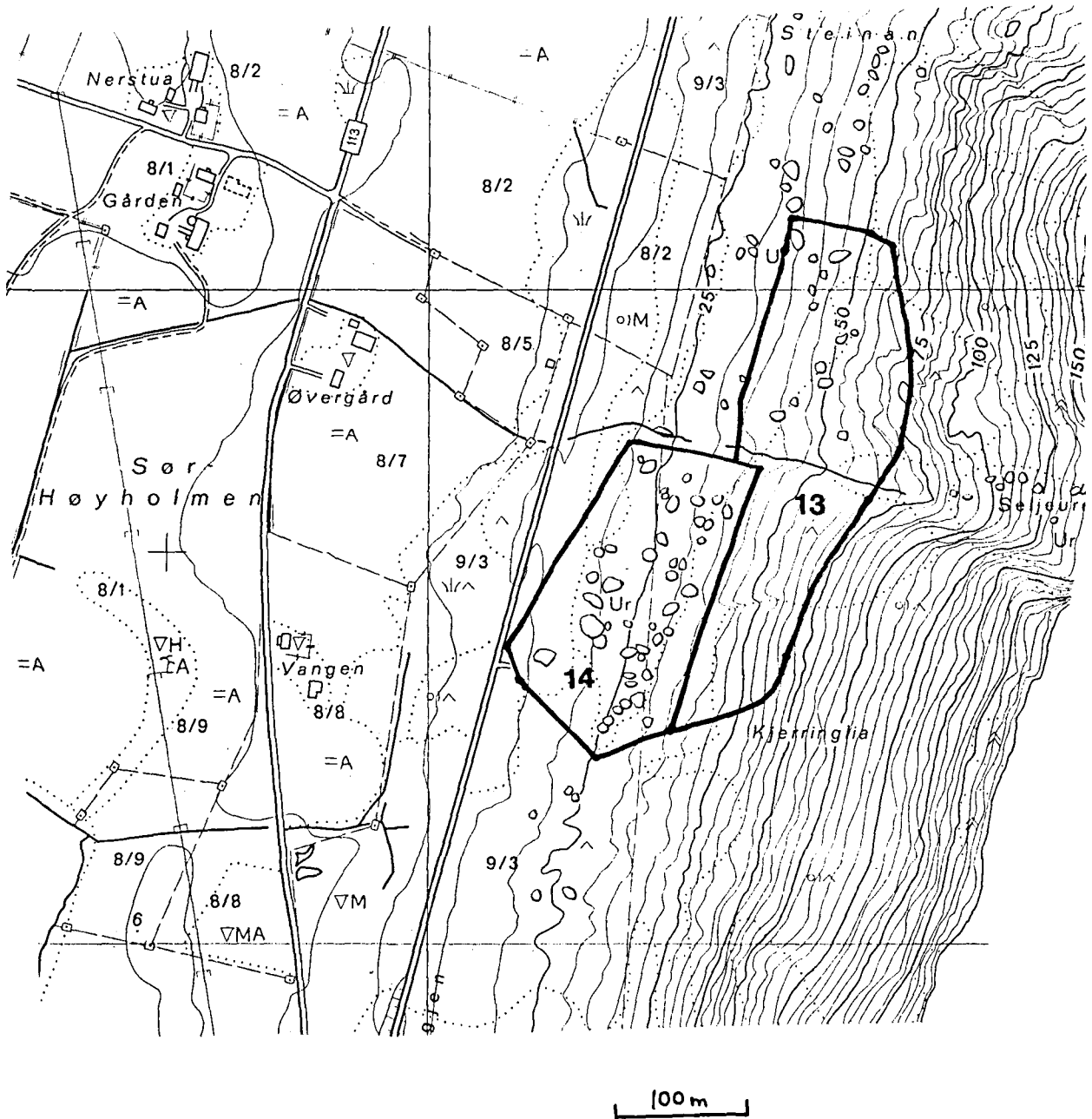
a)



b)

Figur 16

a) Deler av lokalitet 12, Vevelstad (de lyse haugene midt på bildet). b) Råkilt flate (ca. 1,5 meter høy) av porfyrittisk granodioritt, lokalitet 14.



Figur 17

Detaljkart over lokalitet 13 og 14, Vevelstad. Rasblokkene ved lokalitet 14 er tegnet inn på kartet.



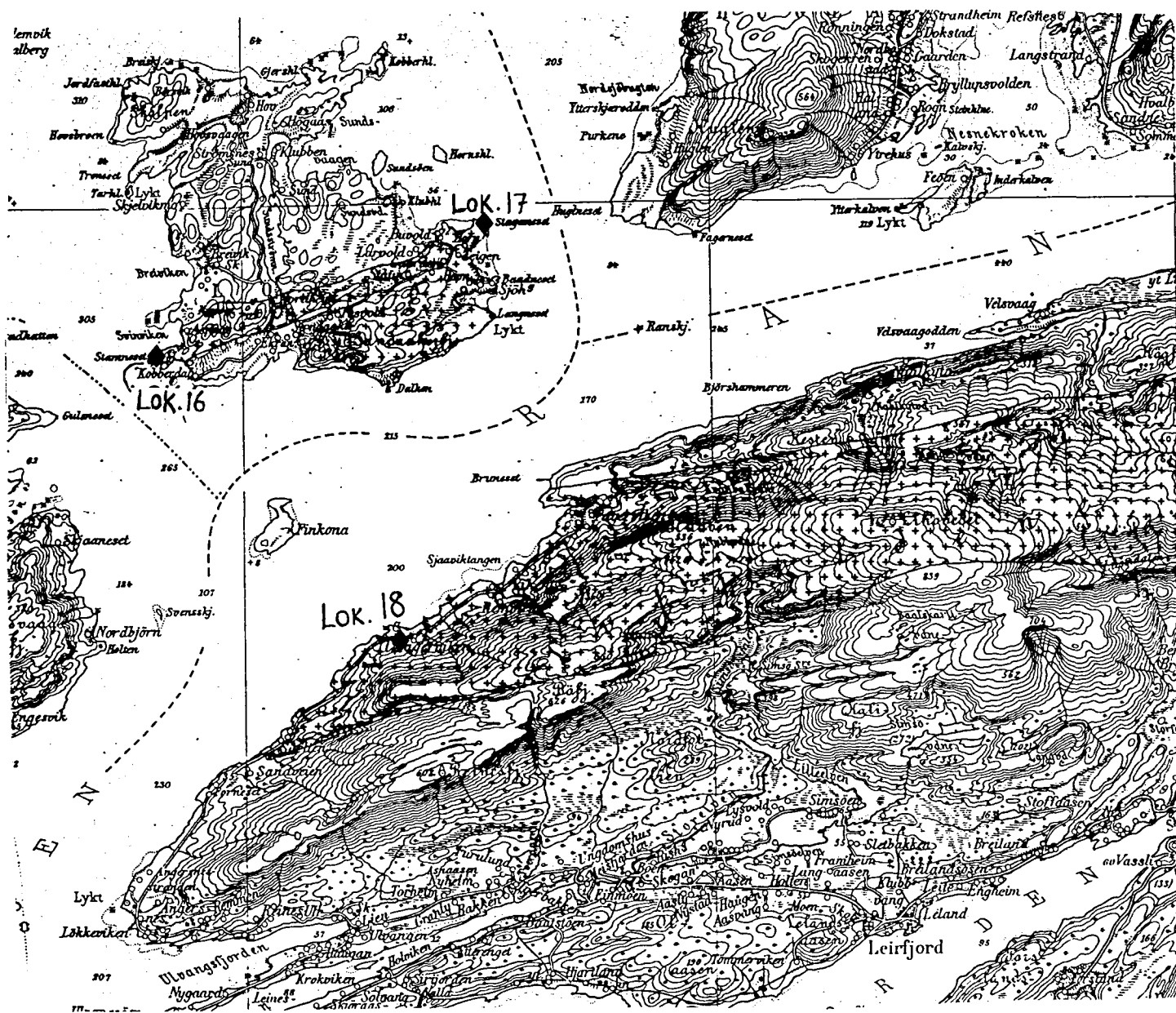
a)



b)

Figur 18

a) Lokalitet 13, Vevelstad (avmerket område). I forgrunnes sees rasblokk (lokalitet 14) hvor blokk til monument i Mosjøen er kilt ut. b) Oversiktsbilde tatt fra lokalitet 13 over store rasblokker (lokalitet 14).



Figur 19

Lokaliteter (16-18) av rosa porfyrgranitt på Løkta og fastlandet innenfor. Utbredelse til porfyrgranitten er skravert (+). Etter Karlsen (1991).



a)



b)

Figur 20

a) Råkilt flate av rosa porfyrgranitt fra Løkta (lokalitet 16). Største fenokrySTALL måler ca. 5 cm. b) Petter Dass monument, Alstahaug. Bygget av råkilt og hugget porfyrgranitt fra Løkta.

## VEDLEGG 1: ORDLISTE

Ordlisten under inkluderer de viktigste geologiske begreper som er brukt i rapporten:

anortositt	Dypbergart med mer enn 90% feltspat (plagioklas).
aplitt	Finkornet gangbergart som vesentlig består av kvarts og kalifeltspat.
benkning	Terrengparallele sprekker gir bergartene en benkning. Sprekkene er et resultat av trykkavlastning (se oppsprekning). Moderat benkning er en fordel i natursteinssammenheng, mens tett benkning 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.
feltspat	En gruppe av bergartsdannende mineraler med generell formel $MAI(Al,Si)3O8$ hvor $M = K, Na, Ca, Ba, Rb, Sr$ og $Fe$ .
forkastning	Plan/sone hvor bergartene på begge sider har beveget seg relativt til hverandre parallelt med forkastningsplanet.
gang	Plateformet legeme av magmatiske bergarter som kutter gjennom eldre bergarter.
hypidiomorf	Betegnelse på delvis utviklet krystallform i mineraler.
idiomorf	Betegnelse på godt utviklet krystallform i mineraler.
intrusiv	Betegnelse brukt om bergarter som har trengt inn (intrudert) som magma i andre bergarter (intrusiv bergart). Tilsvarende kan brukes intrusiv grense for å vise at en grense mellom to bergarter er blitt til ved at den ene har trengt inn som magma i den andre.
intrusjon	Magmalegeme (smelte) som har trengt inn i andre, konsoliderte bergarter (sidebergarter).



kaledonsk	I tidsrommet ordovicium-silur kolliderte det europeiske og amerikanske kontinent, og <u>den kaledonske fjellkjede</u> ble dannet. Store deler av berggrunnen i Norge består av bergarter som ble skjøvet på plass oppå grunnfjellet i denne perioden. Kaledonske bergarter er betegnelsen på omdannede sedimentære og vulkanske bergarter som opprinnelig ble avsatt i et havområde mellom de to kolliderende kontinentene i kambro-silur tiden, samt magmatiske bergarter som trengte inn i disse under selve deformasjonsprosessen. Også store deler av grunnfjellet (eldre bergarter) ble påvirket og deformert/skjøvet sammen med yngre bergarter.
leuconoritt	Noritt med lavt innhold av mørke (mafiske) mineraler, som pyroksen.
mafisk	Term for bergarter med høyt innhold av mørke mineraler (eks. gabbro, diabas, noritt).
magmatisk bergart	Størkningsbergart, dannet ved størkning av smelte (magma) som har trengt inn i andre bergarter under overflaten; eks. granitt, gabbro, etc.
mangeritt	Betegnelse på monzonitt som inneholder ortopyroksen.
meta-	Brukes foran betegnelser på bergartsgrupper eller bergartsnavn. Angir at bergarten det gjelder er metamorf. Eks: metasediment = metamorf sedimentær bergart, metagabbro = metamorf gabbro.
metamorf bergart	Omdanningsbergart, dannet ved omdanning ( <u>metamorfose</u> ) i fast form av andre bergarter ved trykk/temperaturpåvirkning.
migmatitt(gneis)	Metamorf bergart som har vært utsatt for så høy temperatur at deler av bergarten har smeltet og blitt "avsatt" som årer og uregelmessige felt i bergarten som blir en del av migmatittens karakter og utseende. De nydannede feltene kalles neosom og de relikte partier paleosom.
monzonitt	Kvartsfattig dypbergart som inneholder omtrentlig like mengder plagioklas feltspat og alkalifeltspat.
mylonitt	Bergart som er dannet ved nedknusning, plastisk deformasjon og rekrystallasjon av andre bergarter; ofte finbåndet, tett bergart.
noritt	Dypbergart som inneholder Na-rik plagioklas og har ortopyroksen som viktigste mafiske (mørke) mineral.
oppsprekning	Samlebegrep om graden av naturlige sprekker i fjellet. Sprekkene kan være dannet ved 1) størkning av magma, 2) deformasjon og 3) trykkavlastning etter istidens erosjon. Høy grad av oppsprekning (tett mellom sprekke) er ikke forenlig med natursteinsdrift.

plagioklas	Kontinuerlig serie av feltspatmineraler hvor forholdet mellom natrium og kalsium varierer. Albitt er en kalsium-feltspat (ubetydelig natrium), mens anortitt er en natrium-feltspat (ubetydelig kalsium). Labradoritt er en type plagioklas med omtrentlig like andeler natrium og kalsium.
porfyrittisk	Tekstur i de eruptivbergarter som har store krystaller (fenokrystaller) i en mellomliggende grunnmasse av mer finkornete mineraler. Benevningen porfyrbrukes foran slike bergarter.
sedimentær bergart	Avsetningsbergart, dannet ved konsolidering av <u>sedimenter</u> (sand, grus, leire, etc.).
seriat	Tekstur i magmatiske bergarter der kornstørrelsene varierer i en kontinuerlig serie.
skjærsone	Deformasjonsone der bergartene er knust ned/deformert. Skjærsoner finnes gjerne langs bevegelsessoner (forkastninger).
skyveforkastning	Lavvinklet reversforkastning der bergartsenheter er skjøvet over fortrinnsvis yngre bergarter på et høyere tektonostratigrafisk nivå.
stikk	Betegnelse på a) tynn, åpen sprekk; b) tynn sprekk fylt med mineraler som kloritt, epidot, kvarts og kalkspat.
tektonostratigrafi	De enkelte bergartsenheterenes plassering i tid og rom i forhold til hverandre som resultat av sedimentære og tektoniske prosesser.
xenolitt	Fragment av sidebergart som har blitt innesluttet i smelte, og opptrer som "fremmedelementer" i f.eks. granitter. Kan også kalles "inneslutning".
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 sprekkflater etter gjennomstrømning av gasser/væsker (hydrotermal aktivitet).

## VEDLEGG 2: GENERELT OM NATURSTEIN

### HVA ER NATURSTEIN?

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

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

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

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

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

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

### BEGREPER OG TERMINOLOGI

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

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

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

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

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

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

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

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

## BRYTNING AV NATURSTEIN

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

I de tilfeller der sprengning er nødvendig brukes små mengder med svakt sprengstoff som krutt og spesielle rørladninger. Boring og lading varierer sterkt fra forekomst til forekomst, og det kan være

tidkrevende å komme fram til optimale forhold i de enkelte brudd. Naturlige sprekker i fjellet og bergartenes kløvegenskaper (spesielle retninger som bergarter lett deles etter) må utnyttes best mulig for å spare bore- og sprengkostnader.

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

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

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

## BEARBEIDING AV NATURSTEIN

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

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

Blokkstein sages opp til plater av ønsket tykkelse ved hjelp av store sirkelsager med diamantsegmenter eller rammesager med diamantsegmenter eller abrasivtilsetninger. Sistnevnte består av mange parallelle sagblad som beveges fram og tilbake med gradvis nedsynking. Det finnes også andre mindre brukte sager, som f.eks. linesager og bladsager. Når platene er ferdig skåret blir de overflatebehandlet. Sliping og polering foregår etter samlebånd i store maskiner egnet til formålet, mens flamming, 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 forekomsttype, hvilket produksjonsomfang en tenker seg og hvilke markeder en ønsker å betjene. Det er klart at en trenger ikke stille like store krav til en skifer som skal brukes til hageheller i lokalområdet som en granitt som skal transporteres rundt halve jorda før den når kunden.

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

Vi kan skille mellom tekniske kriterier og markeds-kriterier; førstnevnte går på forekomstens beskaffenhet og steinens kvalitet. For det første må forekomsten være stor nok til mange års drift. Videre må den normalt være så ensartet at det en leverer om ti år er likt det en leverer i dag. Bergarten må ikke være for oppsprukket til at store blokker eller plater kan tas ut, og de sprekker som finnes bør være av en slik art at de letter brytningen (reduserer boring/sprengning). Steinen må være av god teknisk kvalitet (holdbarhet, styrke, osv.) i forhold til steintyper i samme kategori på markedet. Det finnes standardiserte tester (materialprøvning) for dette; trykkfasthet er det trykk en kube av stein utsettes for i det øyeblikk den knuses. 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 slitasjepåkjønning fra roterende stålskive tilsatt karborundpulver), romvekt og varmeutvidelse (volumendringer ved temperatursvingninger). Alle disse testene er godt innarbeidet internasjonalt, og gir først og fremst et godt bilde av relative forskjeller mellom steintyper. En rekke nye tester er i ferd med å bli standardisert i EF/EFTA og i ISO-systemet, og spesielt gode tester for måling av holdbarhet (syre- og saltpåvirkning, vær/klimabestandighet, etc.) kan bli viktig i tiden som kommer.

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

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

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