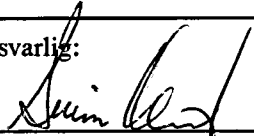


NGU Rapport 95.043

**Serpentinitt ved Mødal  
på Kvamskogen**

Rapport nr. 95.043		ISSN 0800-3416		Gradering: Fortrolig til 01.01.2000	
Tittel: Serpentinitt ved Mødal på Kvamskogen					
Forfatter: Wanvik, J.E.			Oppdragsgiver: Bård Sandven		
Fylke: Hordaland			Kommune: Kvam		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Bergen			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1215 I Norheimsund		
Forekomstens navn og koordinater: Mødal 3328 66937			Sidetall: 19		Pris:
Feltarbeid utført: 19.10.94		Rapportdato: 21.04.95		Prosjektnr.: 67.2631.07	
Ansvarlig: 					
Sammendrag: Etter initiativ fra Grunneier Bård Sandven ble en serpentinittforekomst i Mødalen på Kvamskogen befart. I området er det flere forekomster, men kun den klart største ble nærmere undersøkt. Den har et dagareal på omkring 500 x 300 m og består av en mørk grønn serpentinit. Bergarten inneholder foruten serpentin, mye olivin og en god del magnetitt. Kromitt er også tilstede. Forekomsten er svært oppsprukket i overflaten men synes å være relativt moderat oppsprukket inne i serpentiniten.  Forekomsten ansees å kunne gi en del blokk av akseptabel størrelse, men serpentinitens mørke grønne egenfarge synes å være noe for monoton i sitt utseende. Innholdet av magnetitt gjør bergarten vanskelig å polere. For å kunne få et bedre inntrykk av variasjoner i tekstur og farger vil neste skritt eventuelt være å sprengte litt på utvalgte partier av forekomsten.					
Emneord: Fagrapport		Bygnings-stein		Serpentinitt	
		Magnetitt			

## **INNHold**

1. INNLEDNING.....	4
2. BELIGGENHET .....	4
3. GEOLOGISK OVERSIKT .....	5
4. HOVEDFOREKOMSTEN SØR FOR MØDALSETER .....	6
4.1 Prøvetaking / vurdering av frisk bergart.....	6
4.2 Forhold av betydning ved vurdering av forekomsten i natursteinsammenheng.....	11
5. KONKLUSJON.....	12
6. REFERANSER.....	13

## **VEDLEGG**

Vedlegg 1: Ordliste

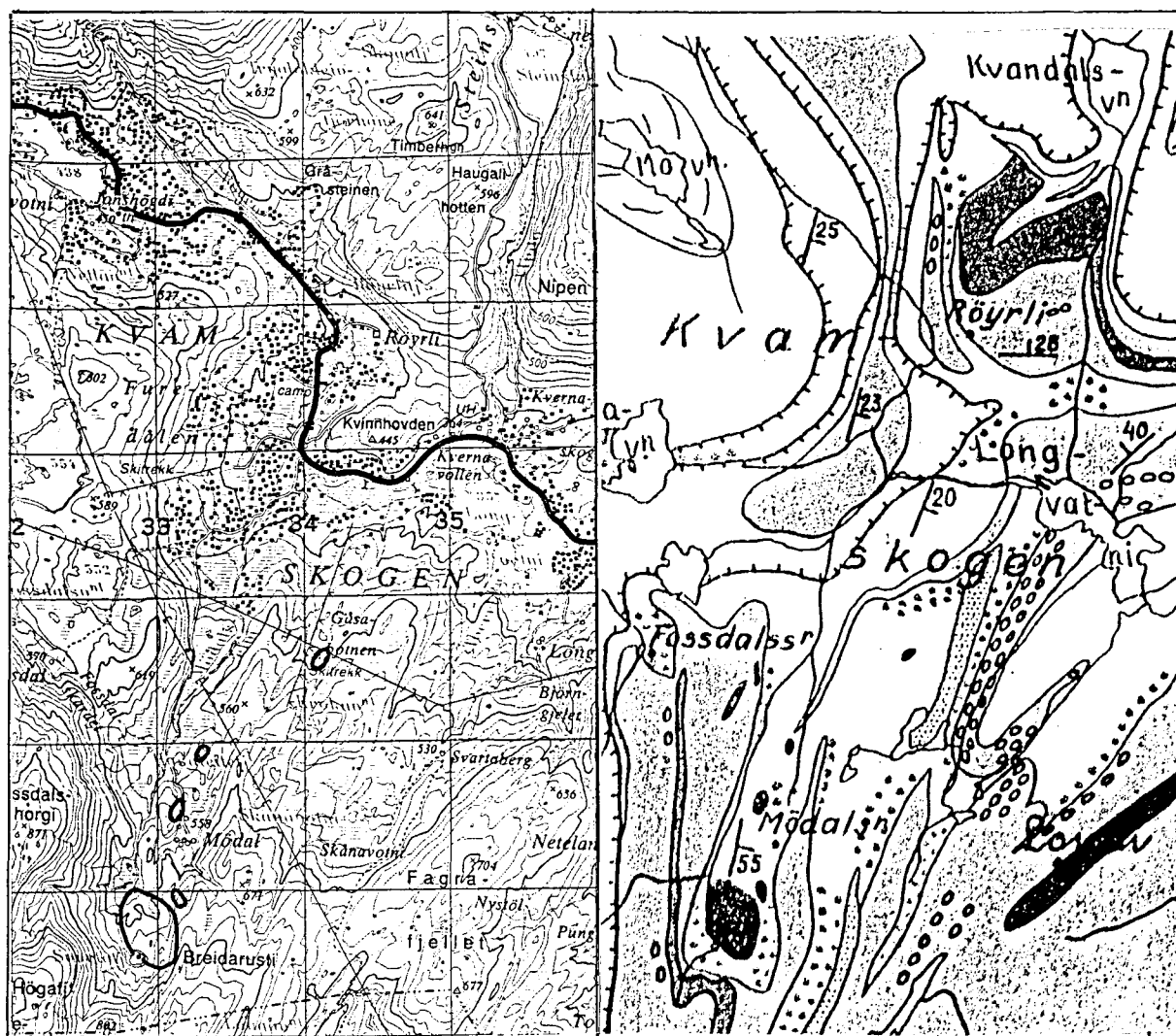
Vedlegg 2: Generelt om naturstein (av Tom Heldal)

## 1. INNLEDNING

I slutten av september 1994 mottok NGU en forespørsel fra Hordaland fylkeskommune om geologisk undersøkelse av en serpentinitforekomst i Mødalen, Kvamskogen, Kvam kommune. Bakgrunnen for henvendelsen er at grunneieren av forekomsten Bård Sandven, Nordheimsund ønsker å få serpentiniten undersøkt med tanke på om den er interessant som naturstein. Prospekteringsfondet har gitt støtte til undersøkelsne av forekomsten. NGU foretok en befaring av forekomsten 19. oktober -94 sammen med grunneieren.

## 2. BELIGGENHET

Mødalen er en mindre nord-sør gående sidedal som strekker seg omkring 3 km sørover fra riksvegen på Kvamskogen. Innerst i dalen ved Svartatjern ligger en stor serpentinitkropp, og nord for denne befinner det seg flere små kroppar (se figur 1). Omkring 500 m nord for hovedkroppen ligger en liten setergrend, Mødalseter, og Mødalen er bl.a. brukt som utfartsterreng for hytteeiere i Kvamskogområdet.



a) forekomstene på topografisk kart

b) utsnitt av tilsvarende geologisk kart

Figur 1 Beliggenheten til serpentinitforekomstene i Mødals-området. 1:50.000

### 3. GEOLOGISK OVERSIKT

Bergartene i Kvamskogområdet ble dannet for omkring 500 millioner år siden, og de ble skjøvet på plass under den såkalte kaledonske fjellkjededannelsen omkring 100 millioner år senere. Under skyvefasene ble forskjellige skyvedekker utviklet og bergartene i de enkelte dekker er gjerne inndelt i underenheter. Bergartene ved Mødalen ligger i det såkalte Samnanger-komplekset innefor Hardangerfjord-dekkekompleks.

Serpentinittene ved Mødalen som er omsluttet av ulike glimmerskifre kategoriseres som alpin-type serpentinitter. De ble første gang grovt kartlagt og beskrevet av Anders Kvale i 1945. I alt 8 ulike serpentinkropper på Kvamskogen ble omtalt i hans "Petrologic and structural studies in the Bergsdalen Quadrangle". Han angav plasseringen av 5 av disse forekomster på sitt geologiske kart i målestokk 1:100.000. Disse ligger alle i Mødalsområdet og et forstørret utsnitt (1:50.000) av hans kart i figur 1 viser plasseringen. De samme forekomstene er angitt på det topografiske kartutsnittet over samme område. Nummereringen på kartet stemmer overens med følgende forekomstliste som er gjengitt fra Kvale:

1. Syd-vest for Mødal ..... størrelse 500 x 300 m
2. Øst for 1..... « 100 x 50 m
3. Vest for Mødal..... « 100 x 100 m
4. 500 m nord for Mødal ..... « 100 x 50 m
5. 1 km nord-øst for 4.

Som man ser er det her snakk om 1 stor og 4 små forekomster. Ved befaringen i høst var det naturlig å konsentrere seg om den største kroppen. Forekomstene 2 og 3 ble kun observert i det vi passerte dem.

En rekke lignende serpentinkropper opptrer forøvrig også omkring nordenden av Samnangerfjorden. Flere kropper som ligger et par km nord for Samnanger har faktisk størrelser som kommer opp mot hovedforekomsten i Mødalen. Disse forekomstene er inntegnet på det foreløpige 1:50.000 berggrunnskartet Samnanger. De største er også avmerket på 1:250.000-kartet Bergen. Et utsnitt av dette kartet er gjengitt i figur 2. Serpentinittene har her kodenr. 5. Den største av forekomstene i Mødalen er også avmerket på kartet.



Figur 2 Utsnitt av 1:250.000 berggrunnsgeologisk kart Bergen

I denne sammenheng er det selvsagt også naturlig å nevne serpenteforekomstene ved Fyksesund/Porsmyr øst for Nordheimsund. Disse har i enkelte områder fått utviklet en god del *talk* som det i flere perioder har vært gruvedrift på.

#### 4. HOVEDFOREKOMSTEN SØR FOR MØDALSETER

Fra enden av bilvegen ved Mødalseter er det 5-600 meter i slakt stigende terreng inn til forekomsten ved Svartatjern. Kvalet indikereing av en størrelse på 500 x 300 m ser ut til å stemme bra, og serpentinittkroppen ruver godt i terrenget der den stikker opp som en uregelmessig kuppe innerst i dalbotnen. Som serpentinitter flest har forekomsten en brunlig forvittringsud og er kraftig oppsprukket i overflaten (se figur 3 og 5).

Ved nærmere observasjoner i feltet viser det seg at serpentinitten har en opprinnelig lagning/bånding (som ansees å være av magmatisk opprinnelse). Dette vises godt på bildet i figur 6. Under den etterfølgende utvikling av forekomsten har den opprinnelige båndingen blitt breksiert som en følge av serpentinisering i en metamorf fase. (se figur 7) Den yngste strukturen som kan observeres er trolig av kaledonsk opprinnelse, der tektonisk deformasjon har resultert i en steil nord-sydorientert planstruktur. Denne er mest synlig på nord og sydvendte flater (fig. 5) der den i overflaten opptrer som tette parallelle sprekker. Strukturene kan oppsummeres som følger:

1. Lagning/båndig (trolig magmatisk)
2. Breksjestructur (ved serpentinisering)
3. Deformasjon (kaledonsk) med dannelse av stiltstående planstruktur.

##### 4.1 Prøvetaking / vurdering av frisk bergart

Bergarten er meget hard og seig, og det var vanskelig å slå ut skikkelige stykker for vurdering og prøvetaking med kun den geologhammeren som vi hadde med. Det ble derfor tatt med en så godt som løs liten blokk for saging og polering på NGU's natursteinverksted på Løkken..

Det viser seg at den brunlige ytterste forvittringshuden er på 0,5 - 1 cm. Innenfor den opptrer en 2-5 cm bred omvandlet randzone med blekede lyse grønne serpentinmineraler (se figur 8).

Deretter kommer man inn i den uomvandlete bergart som er mørk grønn. Mineralogiske undersøkelser viser at den uomvandlede mørke grønne serpentinitten hovedsakelig består av en blanding av *serpentinmineraler* (vesentlig antigoritt) og en del *olivinmineraler* (forsteritt) . I den omvandlede randsonen er det meste av serpentin og olivinmineralene blitt bleket i en kjemisk omvandlingsprosess.

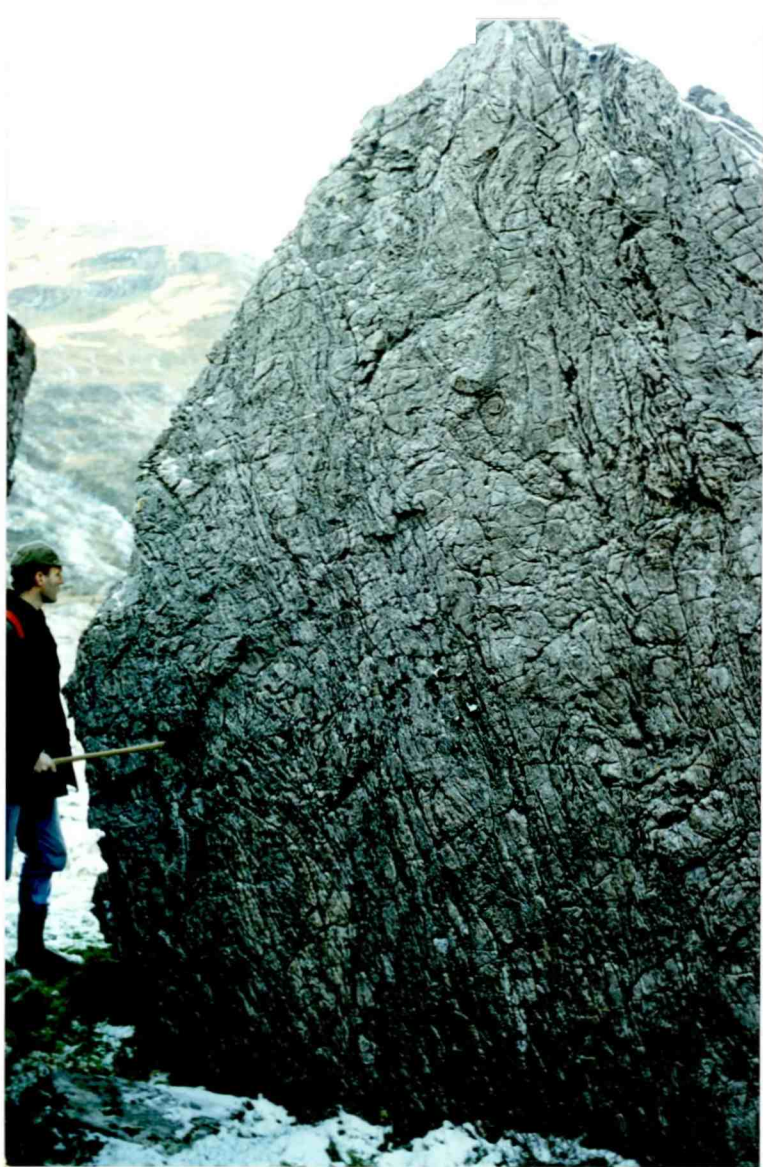
Både uomvandet og omvandlet type inneholder i tillegg relativt mye finfordelt *magnetitt*, og en del *kromitkorn* er også tilstede. Disse malmmineralene som det riktignok drives gruvedrift på mangesteder i verden, er dog tilstede i altfor små mengder til at noen nærmere økonomisk vurdering med basis i disse er aktuell.

I ytterkant av serpentinkroppene ved Mødalen er det enkelte steder utviklet litt *talk*, men mengdene er meget beskjedne.



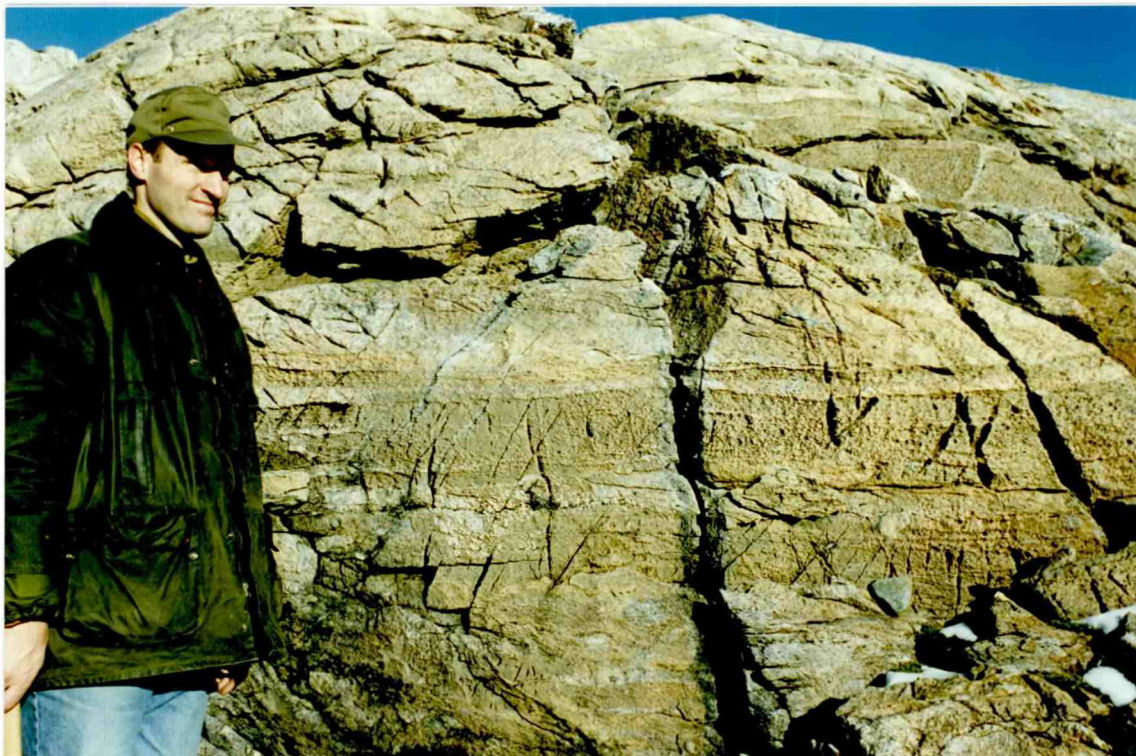
*Figur 3 Panorama fra oppe på forekomsten, med grunneieren stående i retning mot Mødalsetrene i nord.*

*Figur 4 Løsblokk oppe på forekomsten. Blokka illustrerer det potensi-ale for brukbar blokk-størrelse som ser ut til å være tilstede. Den breksierte indre struk-turen er synlig..*



*Figur 5 Nordvendt parti av hovedforekomsten som viser den intense oppsprekningen i overflaten fra den kaledonske deformasjonsfasen. Den nær horisontale primære båndingen kan skimtes på bildet. Bildet gir et inntrykk av at forekomsten ser ut til å være relativt moderat oppsprukket innvendig.*

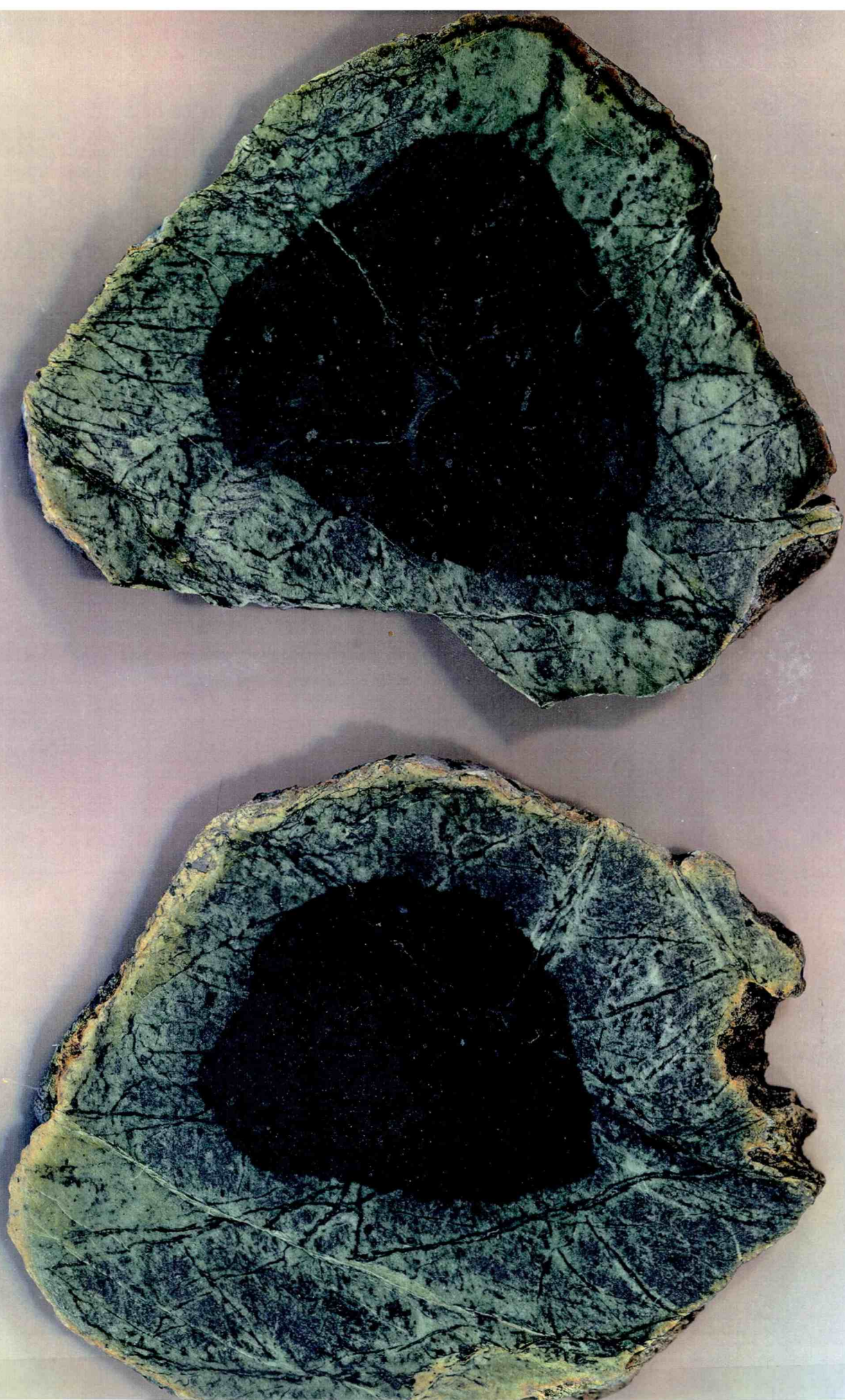




*Figur 6 Primær bånding er godt synlig på dette partiet som har vært lite utsatt for deformasjon.*



*Figur 7 Den opprinnelig båndede strukturen er her delvis oppknytt p.g.a. det deformasjonsforløp som serpentiniten har gjennomgått. Denne oppknuste strukturen er typisk for det meste av forekomsten*



*Figur 8 Polerte skiver av prøve fra forekomsten. Naturlig målestokk*

## 4.2 Forhold av betydning ved vurdering av forekomsten i natursteinsammenheng

### *Farge:*

Serpentinitten har en mørk grønn egenfarge. Dette vises både i den sagete prøven og ved observasjoner i feltet. Ut i fra de tilgjengelige observasjoner ser det ut til at den er noe for ensartet og tung i fargen til å vekke spesiell markedsinteresse. Den veletablerte grønne serpentiniten ved Lilleberg i Nord-Trøndelag er til sammenligning meget variabel i fargen med friske grønnfarger i både lyse og mørke nyanser.

Det må her imidlertid bemerkes at den uttatte prøven representerer bare et lite nålestikk av forekomsten, og at observasjonene av friskt materiale ellers i feltet er sparsomme. Avskalling/utsprengning av friskt fjell ved hjelp av sprengstoff på et eller helst flere utvalgte steder på forekomsten vil være nødvendig for å få et sikrere inntrykk av eventuelle farge- og mineralvariasjoner i forekomsten. Prøvepolering av nye plater vil da være viktig.

### *Blokkpotensiale:*

Serpentinitten er kraftig oppsprukket i overflaten, og en god del gjennomgående sprekker kan også konstateres. Den indre oppsprekningsgraden i forekomsten er vanskelig å vurdere, men helhetsinntrykket tyder på at oppsprekningsgraden kan være relativt moderat når en kommer litt innunder den oppsprukne overflaten. Er dette tilfelle vil det være muligheter for å ta ut rimelige mengder blokk av relativt brukbar størrelse. Sett i sammenheng med forekomstens størrelse vil i så fall blokkmulighetene kunne være positive. Sikre informasjon om oppsprekningsgrad og blokkpotensiale vil man imidlertid først kunne få ved en prøvedrift på stedet.

### *Olivin*

I den undersøkte prøven viser det seg partvis å være et relativt høyt innhold av olivin. I natursteinsammenheng er dette mindre gunstig fordi olivin er hardere enn serpentin og derved vil medføre en økning i sagekostnadene. Olivinmineraler har dessuten vist seg å være relativt lett løselig og derved bli utsatt for forvitring og ha tendenser til rustdannelse..

### *Magnetitt og kromitt*

Serpentinitten inneholder relativt mye av de metalliske mineralene magnetitt og kromitt. De polerte skivene viser at magnetitten er problematisk å polere. De "skyene" av magnetitt-støv som er tilsdelt i serpentiniten blir stående igjen som matte felter i de polerte flatene. Magnetitten gir dertil bergarten en mørk grå farge som reduserer noe av den grønne fargen. I hvilken grad magnetitten er gjennomgående tilstede i serpentiniten vet en ikke før større plater er fremstilt.

## 5. KONKLUSJON

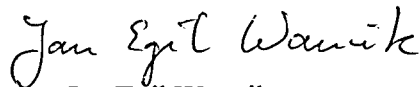
Ved Mødalen finnes flere serpenteforekomster, men kun den største som ligger ½ km sør for Mødalsetrene har en størrelse som kan være interessant i økonomisk sammenheng. Denne forekomsten er imidlertid stor med et areal på omkring 500 x 300 m. Den ligger godt til i terrenget og er lett tilgjengelig fra nærmeste bilveg ved setrene. Tiltross for kraftig overflateoppsprekning ser det ut til at kroppen er moderat oppsprukket innvendig, og rimelige mengder med blokk av moderate størrelser ansees mulig å kunne taes ut.

Serpentinitens egenfarge er mørk grønn, og de tilgjengelige friske prøver indikerer at forekomsten er dominert av en relativt homogen mørk grønn farge. Denne er muligens er noe for kjedelig markedsmessig, og steinen vil iallefall måtte konkurrere med etablerte serpentinitvarianter både innenlands og internasjonalt. Magnetitten som opptrer hyppig i forekomsten tar polering dårlig og er et klart minus i natursteinsammenheng. Partivis har forekomsten en god del olivin, noe som ugunstig med tanke på bestandighet og mulig rustdannelse.

En tilstrekkelig god vurdering av variasjoner i farge, mineralinnhold og utseende får man først ved å sprengne ut passende partier på utvalgte steder i forekomsten. Man kan derved også ta ut blokk for saging og polering av litt større prøveplater. Hvorvidt slik sprengning bør finne sted vil være opp til oppdragsgiver.

Med basis i tilgjengelig informasjon så langt vurderer NGU samlet sett forekomsten å kunne ha et nogenlunde brukbart blokkpotensiale av en mørk grønn serpentinit som på grunn av magnetittinnhold ser ut til å være vanskelig å polere.

Trondheim 23 mars 1995



Jan Egil Wanvik  
forsker

## 6. REFERANSER

Bugge, A. 1941-1943: Diverse rapporter om talk/serpentinforekomstene ved Fykkesund. *Bergarkivrapporter 6201-6204*.

Holmsen, T. 1966: Befaring ved Porsmyr serpenteringrube. *Bergarkivrapport 7468*.

Ingdahl, S. E. m. fl. 1990: Jondal, berggrunnskart 1315 4, 1:50.000, foreløpig utgave. *Norges geologiske undersøkelse*.

Kvale, A. 1946: Petrologic and structural studies in the Bergsdalen Quadrangle, Part I. *Bergens Museum. Årbok 1945*, Naturvitenskapelig rekke 1.

Ragnhildstveit, J. og Naterstad, J. 1993: Samnanger berggrunnskart 1215 4, 1:50.000, svart/kvit utgave. *Norges geologiske undersøkelse*.

Torske, T. 1973: Bergen, preliminært berggrunnskart, 1:250.000. *Norges geologiske undersøkelse*

## VEDLEGG 1. ORDLISTE

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

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.
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 struktur	Struktur dannet ved størkning av en bergartssmelte.
magmatisk bergart	Størkningsbergart, dannet ved størkning av smelte (magma) som har trengt inn i andre bergarter under overflaten; eks. granitt, gabbro, etc.
metamorf bergart	Omdanningsbergart, dannet ved omdanning ( <u>metamorfose</u> ) i fast form av andre bergarter ved trykk/temperaturpåvirkning.
olivin	mineral sammensatt som et magnesium- jern- silikat med glassaktig brudd og olivengrønn til brunlig farge. Forholdet mellom magnesium og jern kan veksle fra det rene magnesiumsilikatet forsteritt, $Mg_2SiO_4$ , til det rene jernsilikatet fayalitt, $Fe_2SiO_4$ .
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.
serpentin	(av latin serpentinus, 'slangelignende') gruppe av mineraler med generell sammensetning $A_3Si_2O_5(OH)_4$ , hvor A = Mg, Fe+2 eller Ni (f. eks. antigoritt, krysotil og lizarditt. Dannes ved omvandling av olivin og andre mørke mineraler ved forholdsvis lav temperatur og er viktig bestanddel av bergarten serpentinit.

serpentinisering      geologisk prosess hvorved magnesiumrike mineraler og bergarter blir omvandlet til serpentin.

serpentinitt            omdannet bergart som nå består nesten bare av mineraler i serpentinegruppen (antigoritt, chrysotil og lizarditt).

I Norge er antigoritt- serpentinitter meget vanlige i den kaledonske fjellkjede mellom Stavanger og Finnmark, hvor de danner opptil kilometer- store inneslutninger i andre bergarter, gjerne den ene etter den andre i en kjede. De er i noen tilfelle dannet ved omvandling av olivinstein og kan selv bli videre omdannet til kleberstein og talkskifer. På friskt brudd er bergarten mørkegrønn eller grønnlig svart. På forvitret overflate har de en karakteristisk rødbrun farge, som har gitt mange stedsnavn på 'rød' eller 'raud'.

## VEDLEGG 2: GENERELT OM NATURSTEIN (av Tom Heldal)

### 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 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 ulik terminologi.

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



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

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

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

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

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

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

## BRYTNING AV NATURSTEIN

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

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

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

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

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

## BEARBEIDING AV NATURSTEIN

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

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

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

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

## KRAV TIL 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. Bøystrekkfasthet er det trykk som midtpunktet av en stav av steinen utsettes for i det den knekker. Videre måles vannabsorpsjon (vektforskjell mellom tørr og vannmettet stein), slitasje (bortslipt mengde etter 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).

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.