

NGU Rapport 2000.125

**Skifer og murestein i Vinje kommune**

Rapport nr.: 2000.125		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Skifer og murestein i Vinje kommune			
Forfatter: Bjørn Lund		Oppdragsgiver: NGU og Vinje kommune	
Fylke: Telemark		Kommune: Vinje	
Kartblad (M=1:250.000) Skien og Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1514 III Vinje	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 19	Pris: 85
Feltarbeid utført: Juni/juli 2000		Rapportdato: Jan.2001	Prosjektnr.: 288300
		Ansvarlig: Nigel Cook <i>NGUC</i>	
Sammendrag:			
<p>Skifer- og muresteinspotensialet i Vinje kommune er vurdert. Det finnes rester etter gamle skiferbrudd ved Hauskvam. Et område rundt disse ble sommeren 2000 detaljkartlagt av NGU. Den skiferførende sonen er på ca. 6 m tykkelse, men det ble ikke funnet partier innenfor denne som synes å være drivverdige.</p> <p>Store deler av kommunen dekkes av kvartsitter som i utgangspunktet ofte har stort potensiale til murestein. Fem områder ble undersøkt etter opplysninger fra lokale personer. Et område på vestsiden av elva Tokke like ved Versto, peker seg ut som det beste alternativet for muresteinsproduksjon. Det foreslåes en prøvebryting her for å teste kvaliteten.</p>			
Emneord: Fagrapport	Mineralressurser	Naturstein	
Skifer	Murestein	Kvartsitt	

## **INNHold**

1. INNLEDNING.....	4
2. GENERELT OM FOREKOMSTTYPER AV NATURSTEIN.....	4
3. HOVEDTREKK AV OMRÅDETS GEOLOGI.....	5
4. KVARTSITTER.....	5
4.1 Skifer.....	8
4.1.1 Skifer ved Hauskvam.....	9
4.2 Murestein.....	11
5. KONKLUSJON.....	12
6. REFERANSER.....	14

## **FIGURER**

Figur 1. Klassifisering av naturstein

Figur 2. Oversiktskart/lokaliseringskart

Figur 3. Geologisk kart, skiferbrudd

Figur 4. Bilde som viser forhold mellom primærlagning og akseplanskifrihet

Figur 5. Bilde av skiferblokk som viser spaltesjikt

Figur 6. Murestein - prinsippskisse

## **VEDLEGG**

Vedlegg 1. Generelt om naturstein

## 1. INNLEDNING

En befaring av gamle skiferbrudd i området ved Hauskvam ble foretatt høsten 1999 av entreprenører fra Vinje, geolog E. Gyøri ved Skien vegkontor og B. Lund fra NGU. Dette resulterte i forslag fra NGU om en noe grundigere undersøkelse av området. Det ble innledet et samarbeid med Vinje kommune ved plan- og næringssjef R. Engeset. Feltarbeidet ble utført sommeren 2000.

## 2. GENERELT OM FOREKOMSTTYPER AV NATURSTEIN

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

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

**Tabell 1.**

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

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

# KLASSIFISERING AV NATURSTEIN

NATURSTEIN			
Skifer		Blokkstein	
Tynnskifer	Plateskifer	"Hardstein"	"Mykstein"
Leirskifer	Kvartsittskifer	Granitt	Marmor
	Fylittskifer	Gneis	Kalkstein
	Glimmerskifer	Gabbro	Serpentinitt
		Syenitt	Kleberstein
		Kvartsitt	

Figur 1. Klassifisering av naturstein

### 3. HOVEDTREKK AV OMRÅDETS GEOLOGI

Hovedbergartene innenfor kommunen er kvartsitter, metabasalter og granittiske plutoner. Kvartsittene og metabasaltene tilhører grunnfjellsbergartene (prekambrium) og representerer metamorfe suprakrustaler tilhørende Bandak gruppens bergarter. Gjennom sentrale deler av Vinje kommune er strøkretningen NNØ – SSV og oftest med steilt fall møt øst. Tilgjengelig geologisk kartmateriale har vært kartbladene Skien og Sauda i målestokk 1 : 250 000.

### 4. KVARTSITTER

Kvartsittene i området har stor mektighet og viser ofte primære sedimentære strukturer som bølgeslagsmerker og andre strømningsstrukturer. Generelt har bergartene gjennomgått flere tektoniske episoder og med metamorfosegrad i nedre amfibolitt facies.

Som nevnt innledningsvis er kvartsittene bedømt ut fra deres potensiale som murestein og skifer.



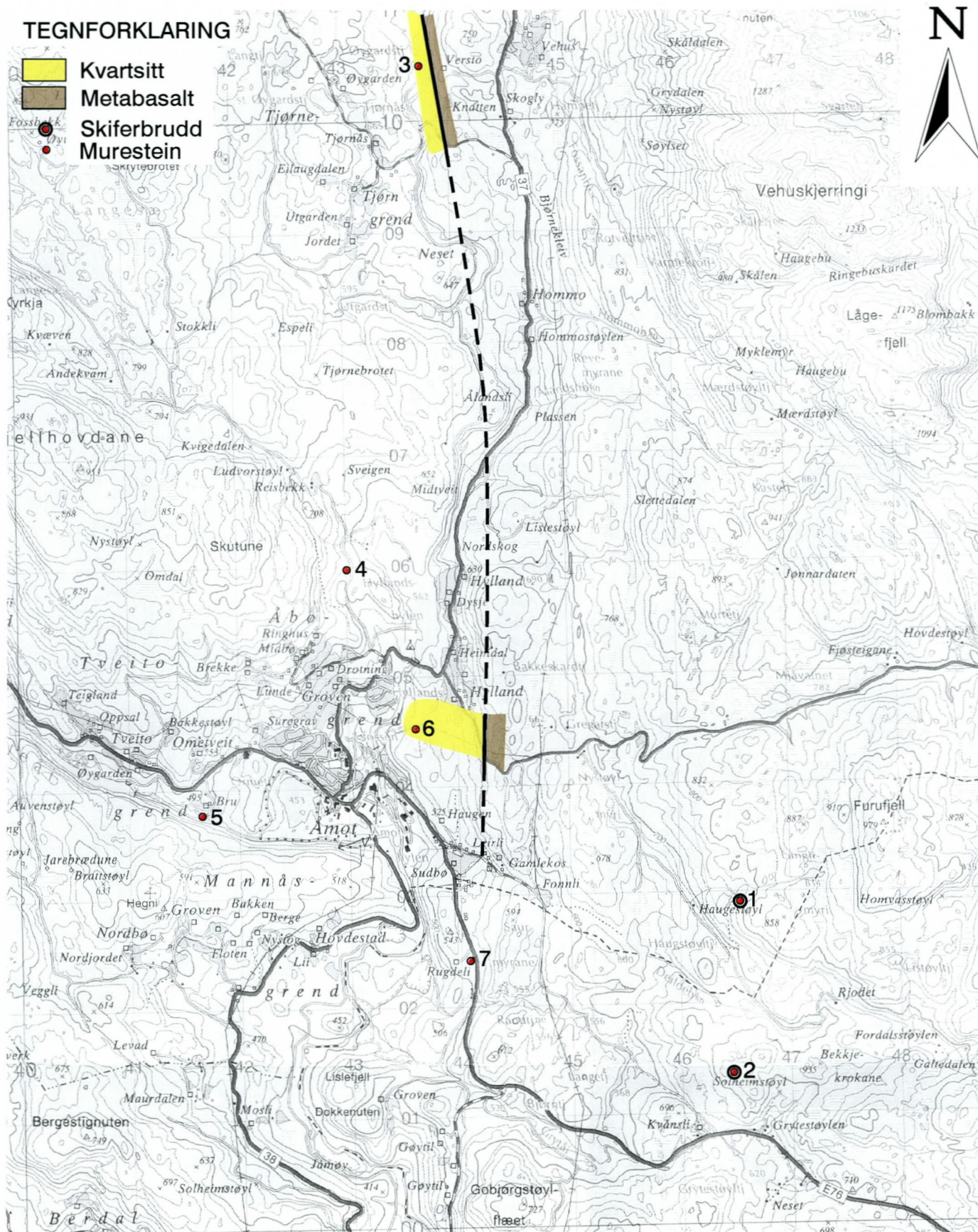


Fig. 2 Befarte nedlagte skiferbrudd og mulige lokaliteter for murestein i Vinje kommune.  
Målestokk 1 : 50 000



TEGNFORKLARING

- Konglomerat
- Kvartsitt
- Skifersone
- Antatt mest interessante forekomstområde
- Nedlagte brudd
- Prøverøsker
- Strøk og fall (tektonisk)
- Grense (sikker/usikker)
- Forkastning
- Skogsbilvei
- Traktorvei

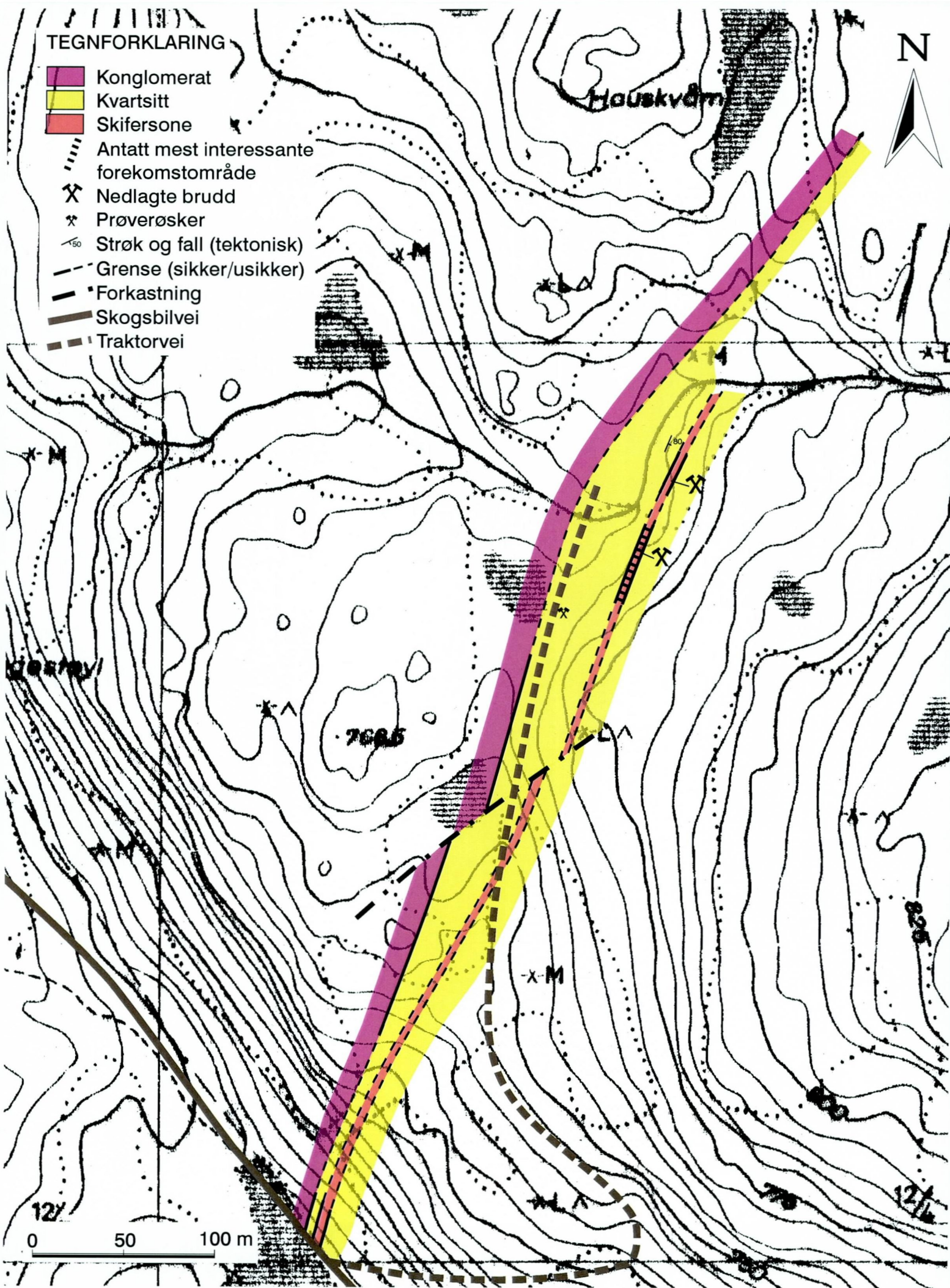


Fig. 3 Skiferforekomster ved Hauskvam, Vinje kommune. Brudd og soner av størst interesse er avmerket.

## 4.1 Skifer

Ved skiferdrift utnytter en den egenskapen ved visse bergarter (i Vinje er disse kvartsitter) at større blokk forholdsvis enkelt lar seg spalte ned til platetykkelser fra 0.5 til 5 cm. For at dette skal være mulig må en del geologiske prosesser ha skjedd.

Viktigst for kløvdannelsen er at en har hatt en rytmisk sedimentasjon (avsetning) av tynne leirsjikt vekslende med sandige lag. Ved metamorfose under de store fjellkjededannelsene, ble leirmineralene omdannet til parallellorienterte glimmersjikt. Bindingen mellom glimmerflak er forholdsvis svak og dette muliggjør en oppspalting langs disse sjiktene.

Forhold som forsterker kløveegenskapene, og oftest er nødvendig for brytbarhet, er opptreden av isoklinal eller tett folding med dannelse av akseplanskifrihet. Hvor denne er tilnærmet parallell med primær lagning, vil skifriheten forsterkes. Ved foldeombøyningen vil akseplan og lagning danne en viss vinkel med hverandre, og dette vil redusere spaltbarheten og samtidig øke oppsprekingsgraden.

Ytterligere forsterkning av forskifringen fåes ved opptreden av skyvegrenser nær skiferbergarten.

Før en kommer nærmere inn på kartleggingen og resultater, er det hensiktsmessig å nevne endel forhold som er bestemmende for økonomisk drivbarhet:

1. Mektighet (tykkelse) og lengde langs strøket av utnyttbar skifer.
2. Spalteegenskaper, spaltetykkelse og lignende, platestørrelse.
3. Foldingsmønster (foldetyper og lignende).
4. Oppsprekingsgrad og forurensninger (stikk, kvartsårer og innslag av andre bergarter).
5. Lagstilling.
6. Mekaniske egenskaper (seighet, hardhet, vannabsorpsjon og lignende.).
7. Utseende (farge, overflatestruktur og misfarging).
8. Logistikk (adkomst, transport og driftsforhold).
9. Mengde av overfjell eller fjell som må fjernes fra skifersonens hengside før uttak.
10. Klimatiske forhold.

Med hensyn til mulig skiferdrift, er en sone ved Hauskvam kartlagt (fig. 3). Sonens forløp mot SSØ ved Solheimstøyl (lok. 2 fig. 2) i Tokke kommune og mot NNV, nord for bruddene ved Hauskvam, der hvor skiferbergartene skjærer veien som går fra Åmot til Øyfjell (ved Mjåvatnet) er befart.

Ved Solheimstøyl er det også tatt ut noe takskeer (antakelig rundt 1900), men langt mindre enn ved Hauskvam. Kvalitet og mengde er her klart dårligere. Ved Mjåvatnet ble den "riktige" skiferbergarten funnet, men det er her ikke sammenfall mellom akseplanskifrihet og primærlagning, og det er derfor ikke mulig å ta ut skiferplater i dette området (se også bilde fig 4).



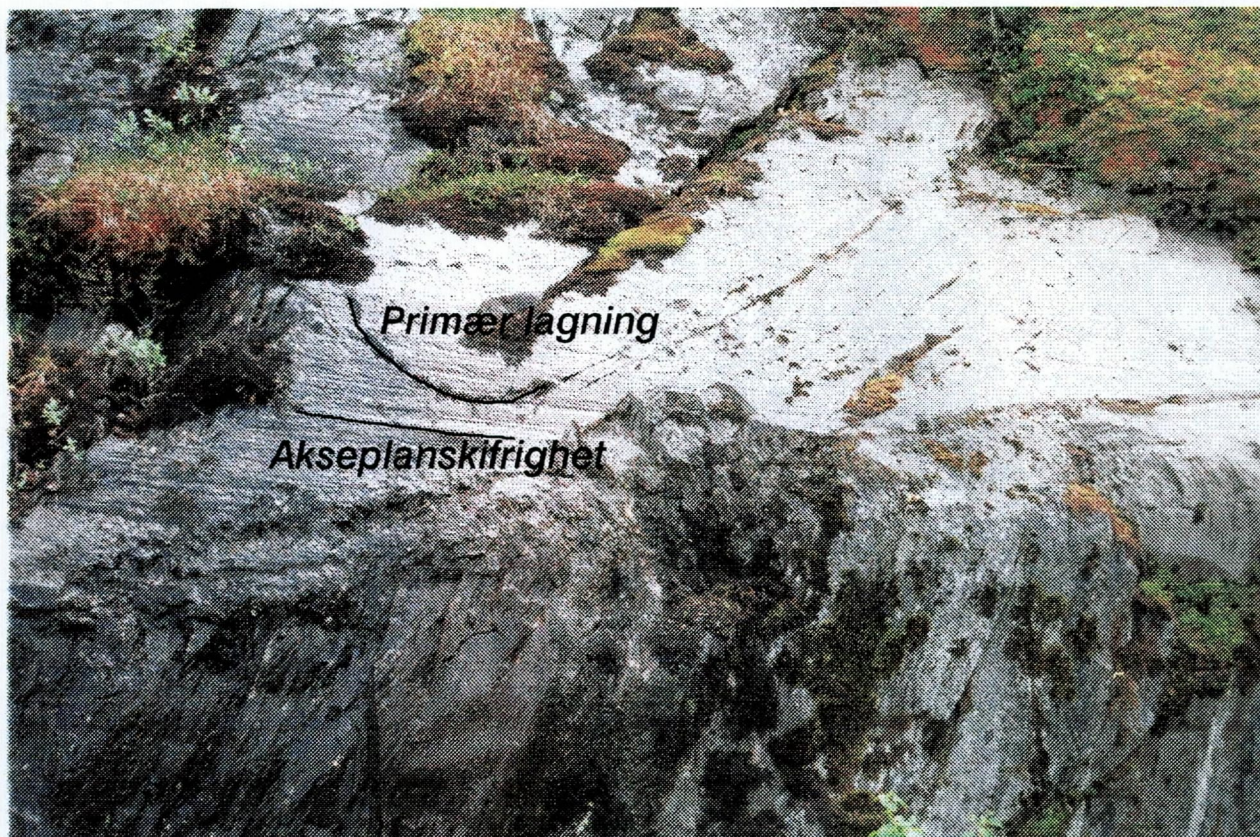


Fig. 4 Bildet viser hvordan primær lagning (buet) skjærer akseplanskiffrigheten (vannrett).

#### 4.1.1 Skifer ved Hauskvam

I området ved Hauskvam (Fig.3) ved enden av traktorvei, er det to gamle brudd hvor det er tatt ut en del taksifer. Disse bruddene ligger i samme skiferførende sone (samme stratigrafisk nivå) med en innbyrdes avstand i strøkretningen på ca. 50 m. Langs den samme traktorveien, men i et stratigrafisk nivå nærmere konglomeratet, er det flere små prøverøsker hvor det ikke finnes drivverdig skifer.

Kartleggingen viser at det kun er i den sonen hvor de to største bruddene ligger at det er mulig å ta ut skiferplater. Denne sonen har en mektighet på 5 – 6 m. Det søndre bruddet har best skiferkvalitet. Sonen er kartlagt fra det nordre bruddet ved Hauskvam og ned mot skogsbilvei (se fig. 3). I den direkte forlengelsen på begge ender forsvinner sonen under løsmasseoverdekket.

Selve sonen har et fall på ca. 80° mot øst. Hele området er forholdsvis sterkt oppsprukket og i deler opptrer åpne folder. Forurensninger er hovedsakelig kvartsårer og -slirer.

Mineralogisk er bergarten en meta-arkose bestående hovedsakelig av kvarts og feltspat, men med forholdsvis lite glimmer. Den er finkornig og tett med mørk grå farge.

Med bakgrunn i de kriterier for drivbarhet som er listet i kap. 4.1 viser kartleggingen at det kun er i den direkte forlengelsen av skifersonen ved søndre brudd ved Hauskvam, at det er funnet en ca. 40 – 50 m lang sone langs strøkretningen mot sør som er fri for åpne folder, men er nokså oppsprukket.



Ad 1: Påvist mengde ligger helt i grenseområdet for uttak av skifer.

Ad 2: I de gamle bruddene skjærer akseplanskifriheten og primærlagning hverandre med en liten vinkel. Akseplanskifriheten danner spalteplanet. Spalteplanet blir noe ujevnt på grunn av at vinkelen ikke er helt sammenfallende, men dette har liten betydning for bruk til for eksempel utebelegning. Skiferen er noe tungtspaltende, men har spaltesjikt som vil tilfredsstillende alle skifertykkelser. Platestørrelsen vil bli svært liten (under  $0.5 \text{ m}^2$ ) på grunn av stor oppsprekking.

Ad 3: I bruddområdet er foldingsmønsteret ok.

Ad 4: Oppsprekingsgrad er stor.

Ad5: Lagstillingen er klart negativ med sitt steile fall i retning mot stigende terreng. Ved praktisk drift bør en angripe forekomsten fra liggsiden. Dette medfører svære oppfaringkostnader ved fjerning av sidebergart.

Ad 6, 7, 8 og 10: Ok

Ad 9: Negativ

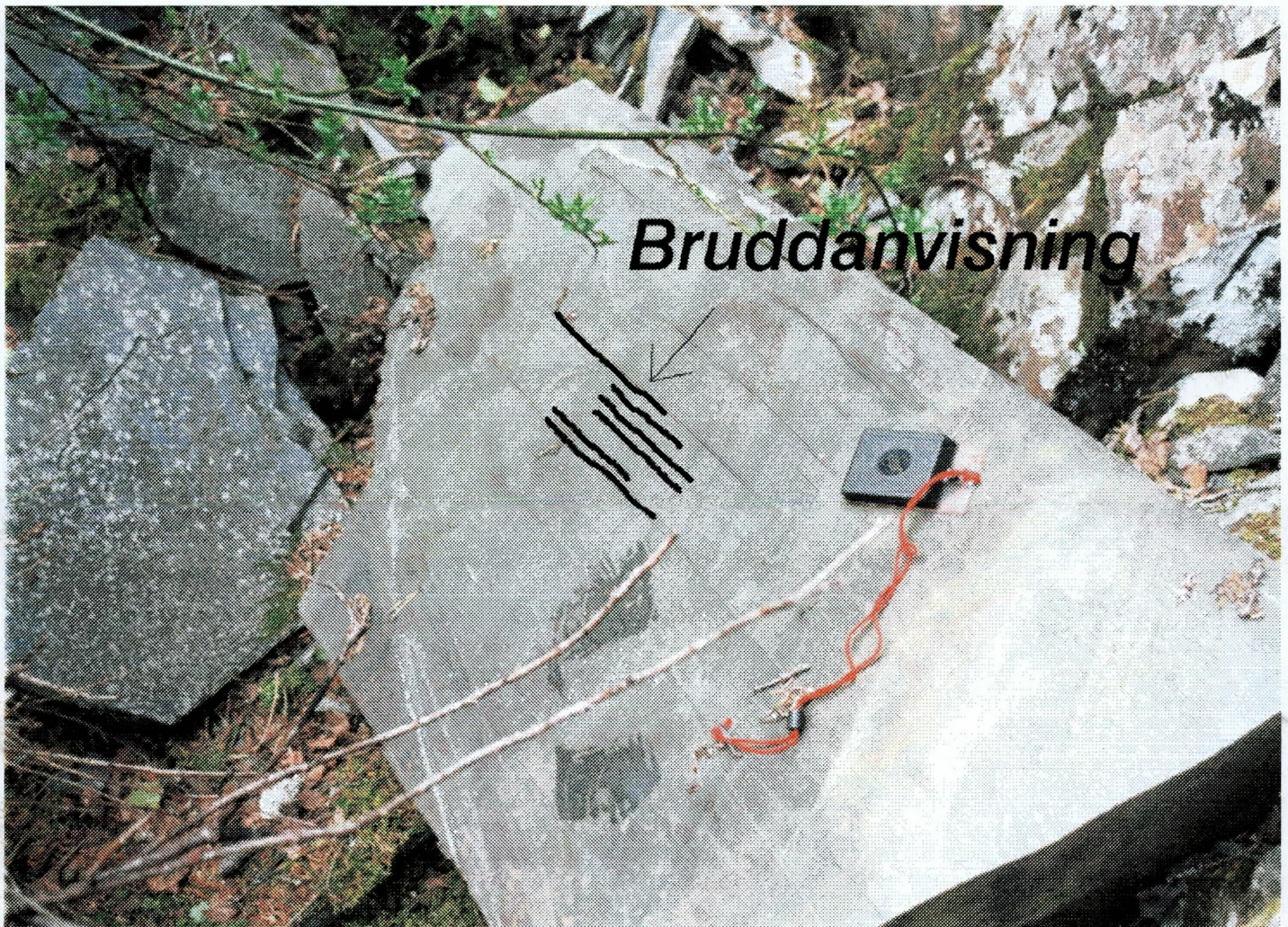


Fig. 5 Blokk som viser godt utviklede spaltesjikt.

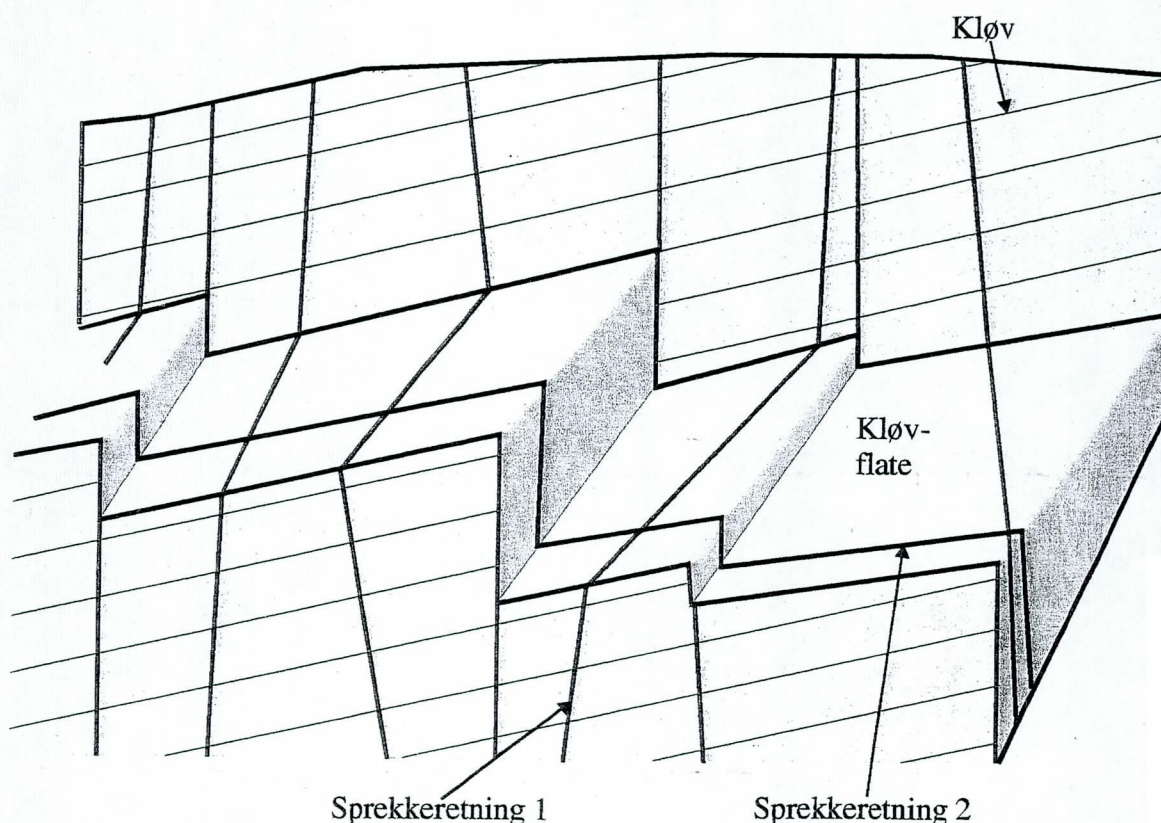


## 4.2 Murestein

Ved uttak av murestein er det viktig å få ut en størst mulig andel av rektangulære blokk av passende dimensjon uten at det må brukes mye arbeid i selve tilforming. De beste forekomstene til slike formål bør ha følgende karakteristika:

- Ha en godt utviklet "kløv" eller "skifrihet" definert ved bånd av glimmermineraler. Ideelt gjør denne kløven at bergarten lett spalter i 10 – 50 cm. tykke "plater".
- Oppsprekkingsmønsteret domineres av to sprekkeretninger tilnærmet vinkelrett på hverandre og kløven, slik at bergarten sprekker opp i kubiske til rektangulære blokker. Sprekkene bør være ganske tette – ideell avstand mellom dem er fra 20 – 50 cm.
- Bergarten bør være homogen – helst noenlunde fri for kryssende årer og ganger og ikke inneholde mange lag av for eksempel glimmerskifer.
- Erfaringsmessig er harde og sprø, kvartsfeltspatrike bergarter best egnet, slik som båndgneis, øyegneis, kvartsitt og tykkspaltende kvartsskifer.

En gunstig situasjon for muresteinsproduksjon er skissert i figur 6.



Figur 6. Ideell situasjon for muresteinsproduksjon. Bergarten har en godt utviklet planstruktur (kløv) og er "brutt opp" i naturlige, rektangulære blokker av sprekker.

I Vinje kommune er det først og fremst de mange kvartsittene som er av størst interesse for bruk til murestein.



Det har i den senere tid vært tatt ut noe murestein fra flere lokaliteter i kvartsitter. Fem mulige uttakssteder er befart, delvis sammen med lokale entreprenører. Disse er avmerket på lokaliseringskart fig. 2

### Lok. 3

Området ligger like ved en skogsbilvei som vist på figur 2, og ble undersøkt på bakgrunn av opplysninger fra far til grunneieren av skiferbruddene ved Haukvam. Kvartsitten har steiltstående fall mot øst med markerte skifrihetsplan. Dette sammen med tett oppsprekking på tvers av lagningen, gjør trolig bergarten godt egnet som uttakssted for murestein. Sprengnings- og bearbeidingskostnadene vil bli moderate og fallretningen er gunstig for utsprengning mot vei. Tykkelsen ligger på omkring 20 – 30 m med en lengdeutstrekning på minst 150 m. Bergarten grenser mot en metabasalt i øst. Det virker som om det har vært en viss tektonisk bevegelse langs grensen som har bevirket økende oppsprekking og skifrihet inn mot denne.

### Lok. 4

Fra en liten åsrygg er det tatt ut litt murestein. Kvartsitten har et strøk og fall på  $10/53^\circ$ . Innenfor en sone på 10 – 15 meters mektighet er skifrihetsplanene så tett at det er mulig å spalte ut murestein i tykkelser på 10 – 15 cm. Mengden som er mulig å ta ut uten for store omkostninger synes begrenset.

### Lok. 5

Her er det i den senere tid tatt ut litt murestein fra løsblokk. Stedet ligger i en brattkant like ved Vinjeåi. Kvartsitten er oppsprukket og inneholder en del kloritt, begge deler gunstig for muresteinsuttak. Terrengsiden er bratt slik at ved bruddvirksomhet vil en raskt få høye bruddflater.

### Lok. 6

Etter ønske fra plan- og næringssjef Reidar Engeset ved Vinje kommune, ble et utbyggingsfelt rundt denne lokaliseringen vurdert. De geologiske forhold er som ved lok.3. Kvaliteten bedres mot øst og grensen mot metabasalt. De sentrale deler av utbygningsområdet er klart dårligere enn området ved lok.3, selv om det innimellom finnes lag egnet til murestein, er

### Lok. 7

Denne lokaliteten ble befart fordi den var avmerket som skiferbrudd på gamle registreringskart ved NGU.

På stedet fantes spor etter utkiling av blokk. Kvartsitten er her nokså massiv, men ved boring og kiling fåes pene rektangulære blokker.

Bergarten egner seg dårlig til uttak av murestein fordi bearbeidingen vil bli for kostnadskrevenende.

## **5. KONKLUSJON**

### Skifer

De beste skiferkvaliteter er funnet rundt det søndre bruddet ved Hauskvam. Ut fra de resultater og vurderinger som er nevnt i kap. 4.1.1, er det så mange negative trekk som hefter ved forekomsten at lønnsomt uttak av skifer er meget tvilsomt og derfor frarådes.

## Murestein

Innenfor de mange kvartsittsonene som finnes i kommunen, er det mange steder kvaliteter som kan brytes til murestein. Tidligere praksis har vært at det er samlet stein fra mer eller mindre tilfeldige steder hvor "løs" stein finnes naturlig eller ved andre sprengningsarbeider. For fremtiden vil det være mest gunstig å finne frem til et område som kan dekke alle krav til steinstørrelse og hvor en kan anlegge et brudd.

Av de fem lokaliteter som er befart/undersøkt, er lokalitet 7 og til dels 6 lite egnet som uttakssteder for murestein, da de mangler helt vesentlige krav til kløv og oppsprekking. Ved alle de andre lokalitetene (3, 4 og 5) er det mulig å ta ut murestein av god kvalitet. Det er etter vår mening området ved lok. 3 som klarest peker seg ut til bruddsted ut fra følgende kriterier:

- god tilkomst
- små oppfaringskostnader
- store mengder
- gunstig oppsprekking og kløv for stor og små blokk.
- forholdsvis avskjernet fra innsyn

Første tiltak i området bør være å foreta prøvebryting for bedre å vurdere kvaliteten i praktisk drift. Hvis en prøvebryting gir gode resultater, bør en detaljkartlegge området for å avgrense og anslå volumet av ulike kvaliteter ut ifra de erfaringer en eventuell prøvebryting gir.

## 6. REFERANSER

Dons, J. A. og Jorde, K. 1976: Berggrunnskart Skiem – M 1: 250 000.

Heldal, T. 2000: Muresteinsforekomster ved Frøvik, Vindafjord. *NGU Rapport 2000-096*.

Sigmond, E. M. 1975: Berggrunnskart Sauda – M 1.250 000.

Singh, I. 1969: Primary sedimentary structures in Precambrian quartzites of Telemark, Southern Norway, and their environmental significance. *NGT volume 49 number 1*.



## VEDLEGG 1: GENERELT OM NATURSTEIN

### HVA ER NATURSTEIN?

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

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

Skifer kjennetegnes ved tilstedeværelsen av naturlige sjikt med flakformede mineraler (glimmer eller leirmineraler) som steinen kan spaltes langs. For at en skiferforekomst skal være drivverdig må disse sjiktene 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 glimmersjikt 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 komplementært 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 i hvert fall 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 altfor 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 råblokk. En råblokk som skal eksporteres bør ikke ha minste mål under 1 meter, og lengste mål bør være over 2,5 meter. I tillegg må blokken være helt feilfri for å oppnå god pris.

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

## BEARBEIDING AV NATURSTEIN

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

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

Blokkstein sages opp til plater av ønsket tykkelse ved hjelp av store sirkelsager med diamantsegmenter eller rammesager med diamantsegmenter eller abrasivtilsetninger. Sistnevnte består av mange parallelle sagblad som beveges fram og tilbake med gradvis nedsynking. Det finnes også andre mindre brukte sager, som f.eks. linesager og bladsager. Når platene er ferdig skåret blir de overflatebehandlet. Sliping og polering foregår etter



samlebånd i store maskiner egnet til formålet, mens flammings, prikking og andre spesielle behandlinger gjøres manuelt eller halvautomatisk. Diamantfresing gjøres når en har behov for utskjæring av servanter og tredimensjonale former.

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

## KRAV TIL NATURSTEINSFØREKOMSTER

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

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

Vi kan skille mellom tekniske kriterier og 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 (materialprøving) 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 slitasjepåkjening 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 så vel 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, tilslagsmateriale, 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 altfor 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.