

NGU Rapport 95.010

**Pukkundersøkelser i Bø
kommune, Nordland fylke**

Rapport nr. 95.010		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Pukkundersøkelser i Bø kommune, Nordland fylke.				
Forfatter: Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: Bø kommune NGU		
Fylke: Nordland		Kommune: Bø i Vesterålen		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Svolvær		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1131-II Stokmarknes 1132-I Nykvåg		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 28	Pris: 50,-	
Feltarbeid utført: September 1994		Rapportdato: 31.01.1995	Prosjektnr.: 67.2360.00	Ansvarlig: <i>Hofen Moxsen</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>På oppdrag fra "Stein- og mineralgruppa" i Bø kommune er området rundt Kobbvågen undersøkt med tanke på en utvidet drift i tillegg til Statens vegvesens uttak.</p> <p>Analyseresultatene viser at produksjonsknust materiale gir dårligere verdier enn maskinkult som er knust ned i laboratorium. Gabbroforekomsten har tilfredsstillende kvalitet, men stedvis med noe kloritt i oppsprukne partier i bruddet. Reservene i Kobbvågen Nord er tilstrekkelig for relativt store uttak i mange år framover.</p> <p>En befaring av flere områder med hensyn på vurdering av eventuelle natursteinsuttak ble også utført. Berggrunnen i kommunen er svært oppsprukket og inhomogen og dårlig egnet for uttak. Prøver fra Skorpen og Vikan ble saget og polert, men ingen av forekomstene anses som spesielt egnet til naturstein.</p> <p>Vikanområdet består av Norges eldste gneisbergarter, og bør ha et potensiale for utnyttelse i turistøyemed. Bergarten er aldersbestemt til ca. 2.7 milliarder år.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi		Kvalitetsundersøkelse		Pukkregisteret
				Naturstein
				Fagrapport

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1	INNLEDNING 3
2	KONKLUSJON 4
3	GENERELL BERGGRUNNSGEOLOGI I BØ KOMMUNE 5
4	RESULTATER 6
4.1	Pukkundersøkelser i Kobbvågen 6
4.1.1	Kobbvågen Nord 6
4.1.2	Kobbvågen Syd 7
4.1.3	Statens vegvesen 8
4.2	Naturstein 9
4.2.1	Naturstein i Bø 11
5	REFERANSER 12

VEDLEGG

1	Berggrunnskart over Bø kommune
2	Lokalitetskart over Kobbvågen
3	Analyseresultater Kobbvågen Syd - laboratorieknust
4	Analyseresultater Kobbvågen Syd - verksknust
5	Analyseresultater Kobbvågen Nord -laboratorieknust
6	Mekaniske tester utført av Statens vegvesen Nordland
7	Laboratorieundersøkelser
8	Kvalitetskrav - pukk
9	Kvalitetskrav - kulemølle

1 INNLEDNING

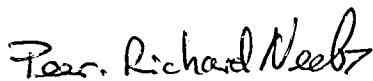
Etter oppdrag fra Bø kommune ved "Stein- og mineralgruppa" foretok NGU en undersøkelse av gabbroforekomsten i Kobbvågen. Hensikten med undersøkelsen var å klarlegge forekomstens kvalitet med hensyn på en utvidet pukkdrift i tillegg til Statens vegvesens virksomhet i området. En lokal entreprenør hadde meldt seg som interessent for nyetablering av pukkverksdrift i det aktuelle området.

Når det gjelder andre forekomster i pukksammenheng (Hovden, Sandvik, Skårvågen og Mårsund), henvises det til tidligere undersøkelser i kommunen, NGU Rapport 1805/21.

I tillegg var det ønskelig å få vurdert om enkelte områder var egnet for uttak av naturstein. Representanter fra "Stein- og mineralgruppa" var med på befarings blant annet til Skorpen- og Vikanområdet.

Trondheim, 31. januar 1995

Program for undersøkelse av mineralske ressurser



Peer-Richard Neeb
programleder

Arnhild Ulvik
Arnhild Ulvik
forsker

2 KONKLUSJON

Gabbroforekomsten i Kobbvågen Nord har tilfredsstillende kvalitet og reservene er tilstrekkelig for relativt store uttak i mange år framover. Materialet kan benyttes til bære- og forsterkningslag, i asfaltdekker med en ÅDT inntil 5000 og til betongformål.

For Kobbvågen Syd viser analyseresultatene at produksjonsknust materiale gir dårligere verdier enn maskinkult som er knust ned i laboratorium. Dette kan innebære at ved en endring i selve knuseprosessen oppnås en forbedret produktkvalitet. Det ble observert kloritt i massetaket i sprekker og slepper. Dette kan medføre problemer med produksjon av faste dekker.

Det er ikke funnet egnede områder for natursteinsuttak. Berggrunnen i kommunen er generelt sett svært oppsprukket og inhomogen og derfor dårlig egnet for uttak. Prøver fra Skorpen og Vikan ble saget og polert, men ingen av forekomstene anses som spesielt egnet til natursteinsroduksjon.

Bergarten ved Vikan er spesiell med hensyn på alder, og kan utnyttes innen turisme.

3 GENERELL BERGGRUNNSGEOLOGI I BØ KOMMUNE

Berggrunnen i Bø kommune består av bergarter som ble dannet for 2800-1700 millioner år siden. De eldste bergartene er gneiser, og de dominerer i kommunen.

Gneisene er dannet under høyt trykk og temperatur, og har opprinnelig vært sedimenter som senere er omvandlet. Bånding og innhold av kvartsårer er et karakteristisk trekk ved dem.

Bergarter dannet ved at smelte har trengt inn i gneisene og størknet er gabbro, mangeritt og granitt. Gabbro opptrer i halvøya mellom Åsanfjorden og Hovden, samt i området nordvest for Bø kirke. Gabbroene er mørke bergarter som består av hovedmineralene plagioklas (feltspat) og pyroksen. Olivin og hornblende er også karakteristiske mineraler.

Mangeritter er også relativt mørke bergarter. Disse opptrer sørvest i kommunen og ved Tussen. Mangeritter består hovedsakelig av alkalifeltspat og plagioklas i lik mengde, samt litt biotitt og pyroksen.

Granitt finnes nord for Jørgenfjord. Denne har lysere farge enn mangerittene, og inneholder i tillegg betydelige mengder kvarts. Granitten og Åsanfjord-Hovdengabbroen inneholder større forekomster av jern- og titanmalm.

4 RESULTATER

4.1 Pukkundersøkelser i Kobbvågen

Forekomsten Kobbvågen er tidligere undersøkt av NGU med hensyn på storskala pukkverksdrift, NGU Rapport 1805/21. I 1994 ble nye prøver innhentet for analyse og ny befaringsforetatt. Det er hensiktsmessig å dele lokaliteten inn i to, da den består av to halvøyer, Kobbvågen Nord og Syd. I 1984 ble det konkludert med at forekomsten kvalitets- og volummessig egnet seg til pukkproduksjon. Statens vegvesen Nordland har drevet asfaltverk i Kobbvågen Syd i flere år.

4.1.1 Kobbvågen Nord

Gabbroen er jevnt over middels- til grovkornig. Oppsprekkingen er vertikal og nord-sør-gående. Tettheten på sprekkeene ligger i et intervall på 0.5-1.0 m. Generelt betegnes bergarten som massiv.

For fallprøvetest er forekomsten prøvetatt i vegskjæring. Den mekaniske styrken til bergarten viser seg å være god, da den resultatmessig havner i steinklasse 1-2 etter fallprøvediagrammet, vedlegg 5. En kulemølleverdi på 13.4 plasseres i klasse 4 etter nordiske fastsatte krav for bruk i vegdekker. Grenseverdien for klasse 3 går på 13.0, se vedlegg 9.

En abrasjonsverdi fra 1983 på 0.45 klassifiserte bergarten som middels god til vegdekker. Kombinert med sprøhetstallet ble slitasjemotstanden 2.5, noe som tilsier at materialet blir akseptert i vegdekker for en ÅDT (årsdøgntrafikk) opp til 15.000. Det er imidlertid ikke utført en ny abrasjonstest av det innhentede materialet i 1994.

Forutsatt abrasjonsverdier tilsvarende for 1983 kan materialet fullt ut benyttes i bære- og forsterkningslag. Til vegdekker oppfyller materialet kravene til ÅDT på 3-5000.

Med unntak av flisighetstallet er det ikke fastlagt spesifikke krav til de mekaniske egenskapene for knust tilslag til betong. Materialet fra Kobbvågen Nord kan derfor benyttes til betongformål.

I 1984 ble forekomsten arealberegnet med planimeter og planum på kote 5 m. Den øst-/vestgående svakhetssonen gjennom tjernet midt i forekomsten er ikke medberegnet. Masser tilgjengelige for uttak er avgrenset ved vegtraséen mot nord. Med disse betingelsene fås et volum på ca. 515.000 fm³, tilsvarende 1.5 millioner tonn. Senkes planum ytterligere til kote 3 m, vil en oppnå reserver på ca. 2 millioner tonn.

Dersom en regner med masser på øst- og nordsiden av vegen er reservene nærmest ubegrensede.

4.1.2 Kobbvågen Syd

Etter 1984 har Statens vegvesen Nordland åpnet brudd i forekomsten. Det er tatt prøve av både produksjonsknust materiale samt av maskinkult som er knust ned i eget laboratorium.

Den mekaniske styrken på det verksknuste materialet gir steinklasse 3, mens maskinkulten knust ned i laboratoriet gir steinklasse 2. Omslagsverdien for begge materialene gir klasse 1. Dette kan innebære at ved en endring i selve knuseprosessen forbedres produktkvaliteten. Det kan f.eks. være noe å hente på et ekstra knusetrinn i pukkproduksjonen. Det er også viktig at knuseutstyret blir brukt riktig, dvs. at knusekammeret hele tiden er fullt. Vedlegg 6-1, som er Statens vegvesens egne analysedata fra 1993 og 1994, viser tydelig forbedring for fallprøveresultatene ved andre gangs slåing.

Abrasjonsverdien for laboratorieknust materiale er 0.54 tilsvarende en slitasjemotstand på 3.36. Denne verdien klassifiseres som middels og aksepteres for en ÅDT opp til 3000. Pukkundersøkelsene i 1983 ga noe bedre resultater, med abrasjonsverdi 0.48 og slitasjemotstand 2.8. Disse verdiene tilfredsstillter ÅDT på 5000.

Kulemølleverdien for henholdsvis laboratorie- og verksknust materiale er 12.8 og 14.5, vedlegg 3 og 4. Verdien for laboratorieknust materialet er den beste og kommer i klasse 3, mens det verksknuste materialet kommer i klasse 4. Dette samsvarer bra med fallprøveresultatene.

4.1.3 Statens vegvesen

Pukk fra forekomsten blir i dag benyttet til asfaltdekker av Statens vegvesen. Det produseres asfalt på selve forekomstområdet. Dagens brudd viser oppsprekking og mange stikk og slepper med kloritt. Kloritt kan medføre problemer ved produksjon av faste dekker. Pállhøyden er på ca. 8-10 m. Kobbvågen sysselsetter ca. 20 personer i sommersesongen, og rundt 10 ellers i året. Det tas ut ca. 50.000 m³ pr. år.

Etatens egne testresultater for 1994 viser stor spredning på fallprøveverdiene, vedlegg 6-1, noe som tyder på et varierende materiale. Det eksisterer to abrasjonsverdier av materialet fra 1994. Sa-verdiene (slitasjemotstanden) for begge prøvene indikerer at materialet kan anvendes i vegdekker med ÅDT mellom 1500-5000.

For 1993 gir seks forskjellige abrasjonstester dårligere resultat, vedlegg 6-2. Sa-verdien varierer mellom svak og middels, og er akseptert i vegdekker med ÅDT inntil 3000.

Store deler av forekomsten er allerede tatt ut, men øst for fylkesvegen er reservene nærmest ubegrensede.

4.2 Naturstein

Det er en rekke forhold som vil være avgjørende for om en bergart skal kunne ha interesse som natursteinsforekomst. For det første er det egenskaper knyttet til selve forekomsten og til bergarten selv.

For at en naturstein skal kunne utnyttes, kreves en detaljert undersøkelse av hele forekomsten. Selv om en bergart kan se bra ut på overflata, kan usynlige sprekker, riss og årer, forandringer i farge osv. innover i bergarten gjøre den ubrukbar. Det tolereres ikke feil på blokkstein i form av sprekker, stikk eller misfarging.

Viktige parametre som må vurderes i forbindelse med en natursteinsforekomst er blant annet:

1. Geografisk og topografisk beliggenhet
 - adkomstmuligheter
 - transport- og lagringsmuligheter
 - klimatiske forhold
2. Forekomstens størrelse, mektighet og form
3. Forekomstens mekaniske egenskaper, oppsprekkingsmønster og brytbarhet
4. Variasjoner i bergartens egenskaper innen forekomsten
5. Avdekking av forekomsten (maskinell og manuell)
 - mengde overfjell/løsmasser
6. Markedet

Først når disse kriteriene er tilfredsstillende er det aktuelt å undersøke selve bergarten med hensyn på:

1. Utseende og ensartethet
 - farge
 - mønster
 - struktur
2. Mineralogisk sammensetning og kjemiske egenskaper
 - f.eks. jerninnhold som kan forårsake rustdannelse
 - innhold av løselige sulfater og karbonater som kan svekke steinen
3. Fysiske egenskaper
 - tetthet
 - hardhet

- porøsitet
- slitestyrke etc.

4. Holdbarhet

- vannabsorpsjonsevne
- varmebestandighet

5. Motstand mot kjemisk og biologisk forvitring

Selv om en bergart ut fra detaljerte felt- og laboratorieundersøkelser synes å tilfredsstille kravene til ovennevnte faktorer, er det ikke gitt at steinen vil selge. Generelt kan en si at markedet stiller krav til utseende og følgende:

Homogenitet av bergarten

- produsenten må kunne tilby samme type bergart etter flere år. Bergartens utseende, struktur, mønster og farge må være ensartet.

Værbestandighet

- bergarten må ikke ruste, misfarges, svekkes ved frost eller oppvarming.

Bearbeiding

- ved salg av råblokk bør bergarten være lett å bearbeide for kunden.

Anvendelser

- bergarten bør kunne ha flere anvendelsesområder, slik at kjøperen kan ha mulighet for et bredest mulig produktspekter.

4.2.1 Naturstein i Bø

Ved befaring i felt over forekomster som det var ønskelig å få vurdert med hensyn på natursteinsproduksjon, ble det påpekt at berggrunnen i kommunen jevnt over er så oppsprukket at den egner seg dårlig til blokkproduksjon.

Det ble tatt med prøver for saging og polering. Den ene prøven, innhentet ved Skorpen øst i kommunen, er en charnokitt. Den er rødlig, men ser ut til å variere mye i fargen innen et lite geografisk område. Den er svært oppsprukket og forvitret, og tar polering dårlig. Selv om den polerte platen er fin å se på, er ikke forekomsten enestående i noen sammenheng.

Vikan gneis/mangeritt er grålig/grønnlig av farge og aldersbestemt til ca. 2.7 milliarder år. Det er dette som kan gi grunnlag for å markedsføre souvenirprodukter av bergarten. Som naturstein er bergarten trolig lite egnet pga. oppsprekking og antatt lav markedspris.

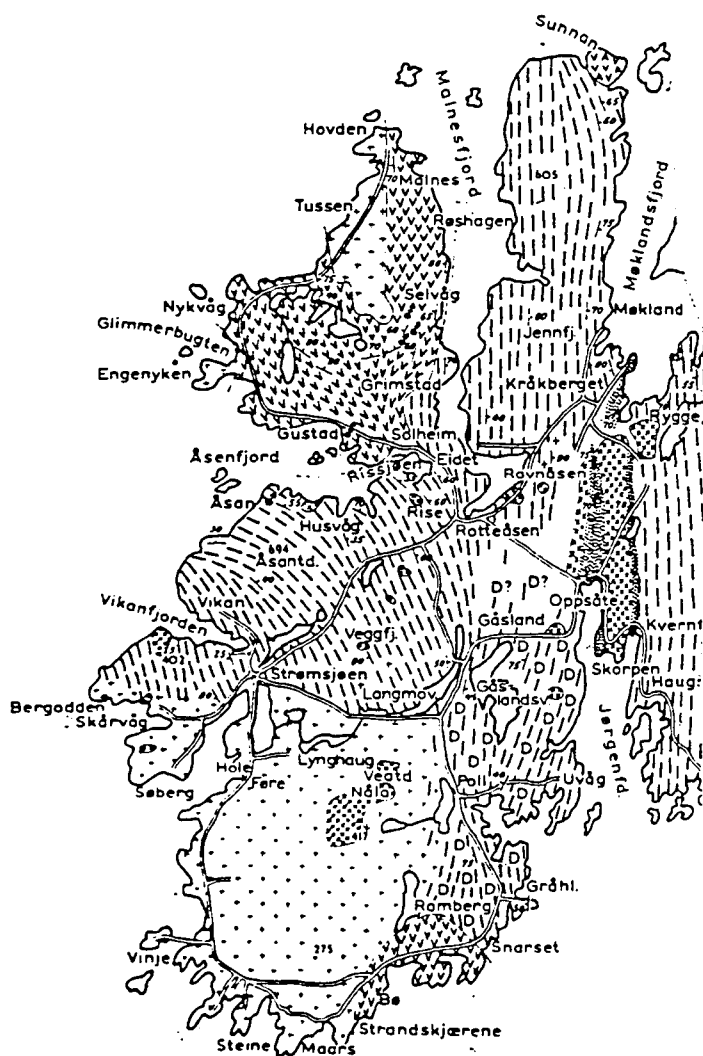
Ved Klakkjord er berggrunnen meget varierende. Den dominerende bergarten er en rødlig gneis. Prøve ble ikke polert.

5 REFERANSER

- Alnæs, L. 1989: Kompendium i deltema Naturstein i fag 21040 Ressursgeologi ved NTH.
Upublisert
- Hugdahl, H. 1984: Pukkundersøkelser i Bø kommune, Vesterålen. *NGU Rapport 1805/21*.
- Løberg, B.E. 1994: Kulemølle-metoden - nordisk enighet i CEN. *Våre Veger nr. 9 1994*.
- Neeb, P.R. og Rømoen, N. 1976: Sand-, grus- og fastfjellsundersøkelser i Vesterålen. *NGU Rapport 1420/7A*
- Priesemann, D. 1982: Geologische Kartierung der Gabbroiden Eidet-Hovden Intrusion, Vesterålen, Nord-Norwegen sowie lager-stättenkundliche und geochemische Bearbeitung der mit ihr verknüpften Titanomagnetitvererzungen. *Tysk doktorgrads-avhandling, Fakultät für Natur- und Geisteswissenschaften Technischen Universität Clausthal*.
- Tveten, E. 1978: Svolvær. Berggrunnsgeologisk kart, M=1:250.000. *Norges geologiske undersøkelse*.







BERGGRUNNSKART BØ KOMMUNE

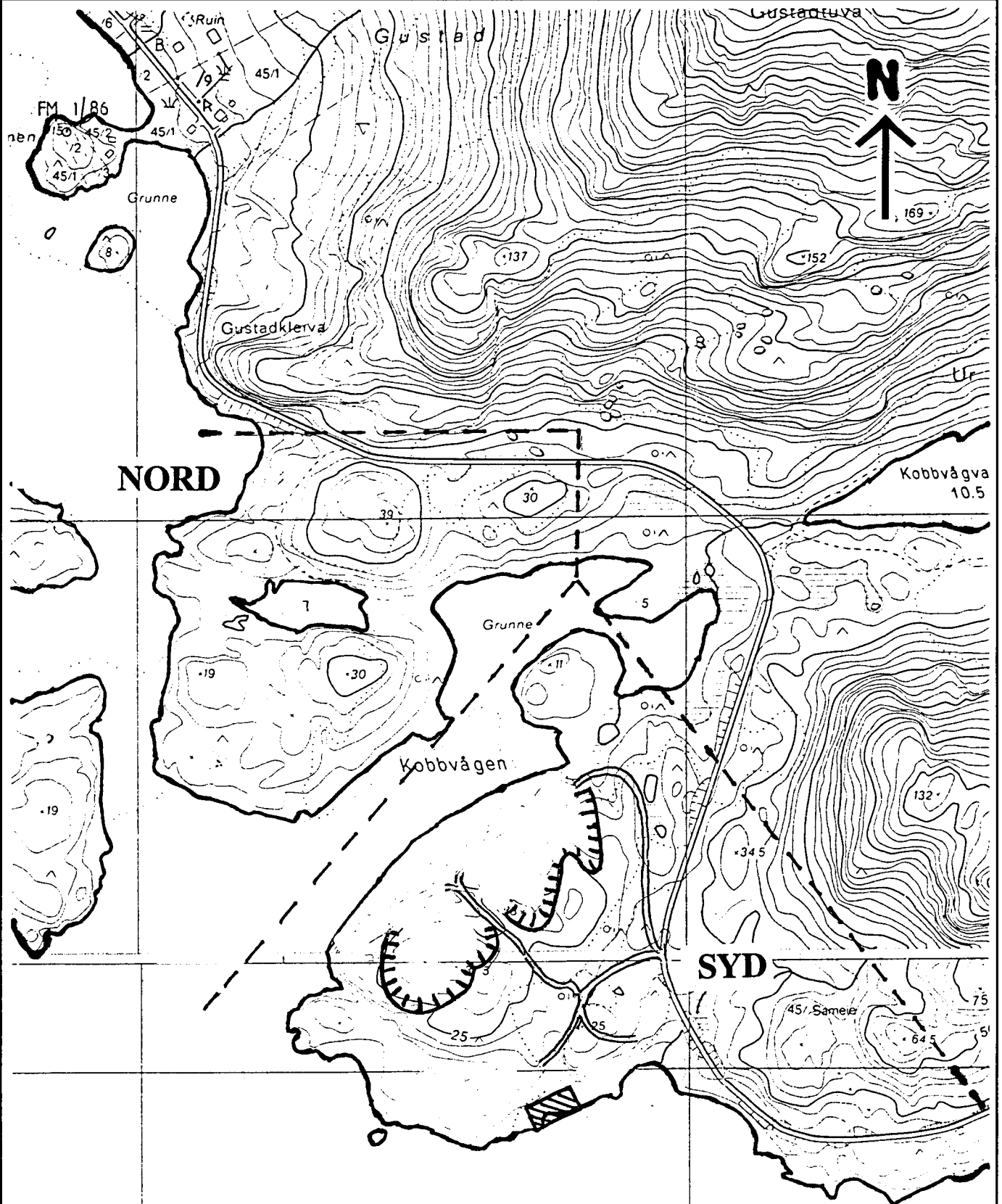
(etter HEIER, 1960)



$M \approx 1:200.000$

TEGNFORKLARING:

-  Gabbro
-  Mangeritt
-  Öyegneis
-  Röd granitt
-  Gneis
-  Amfibolitt





Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet

Vedlegg nr. 3

KOBVVÅGEN SYD

Lab.prøve nr.: 942094

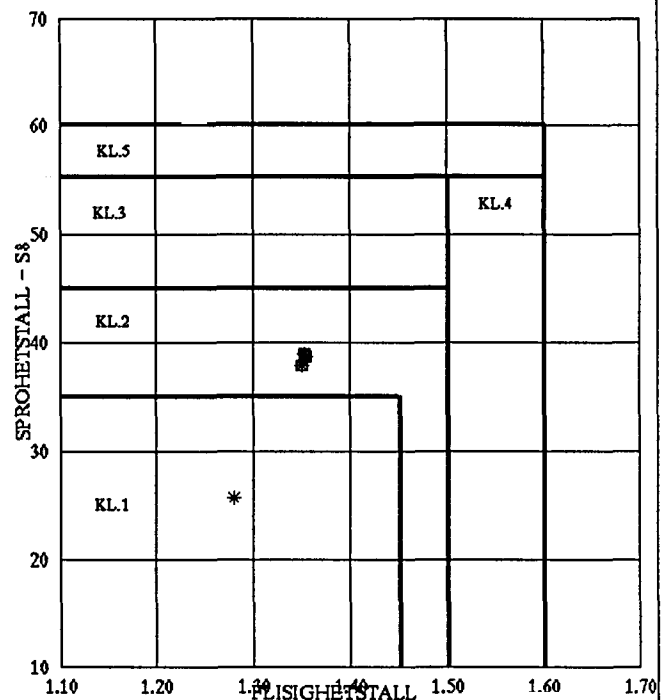
KOMMUNE : Bø i Vesterålen KOORDINATER : LABORATORIEKNUST
 KARTBLADNR. : 1132-II STOKMARKNES DYBDE I METER:
 FOREKOMSTNR.: 1867-514 UTTATT DATO : 22.09.94
 SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifikasjon :

Antall korn vurdert stk.	Meget sterke %	Sterke %	Svake %	Meget svake %
-----------------------------	-------------------	-------------	------------	------------------

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	*	+	+
Flisighetstall-f	1.35	1.35	1.35	1.28	1.25	1.26
Ukorr. Sprøhetstall-S0	37.9	38.7	38.9	25.6		
Pakningsgrad	0	0	0	0	0	0
Sprøhetstall-S8	37.9	38.7	38.9	25.6		
Materiale < 2mm-S2	5.5	5.5	5.9	4.6		
Kulemølleverdi, Km					12.9	12.6
Laboratoriepukket %						
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f / S8 :	1.35	/	38.5	Middel S2 :	5.7	
Abrasjonsverdi-a:	0.53	0.57	0.53	Middel	0.54	
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 3.36						
Densitet 8-11 / 11-16 :	2.82	/	2.81	Humus:		



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted:
Trondheim

Dato:
23.12.1994

Sign.:
A. uwik



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Mekaniske egenskaper Sprøhet / flisighet

Vedlegg nr. 4

KOBVÅGEN SYD

Lab.prøve nr.: 942091

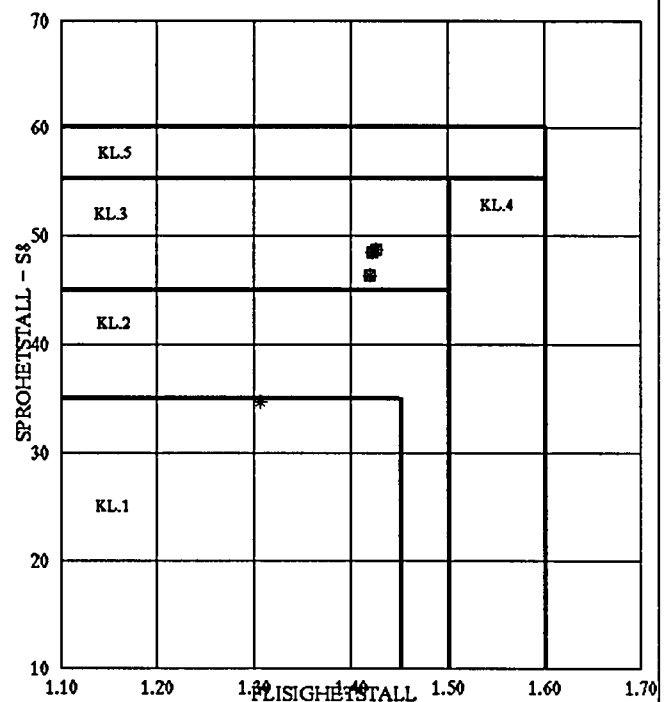
KOMMUNE : Bø i Vesterålen KOORDINATER : VERKSKNUST
 KARTBLADNR. : 1132-II STOKMARKNES DYBDE I METER:
 FOREKOMSTNR.: 1867-514 UTTATT DATO : 22.09.94
 SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

Antall korn vurdert stk.	Meget sterke %	Sterke %	Svake %	Meget svake %

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	*	+	+
Flisighetstall-f	1.42	1.42	1.43	1.31	1.27	1.34
Ukorr. Sprøhetstall-S0	48.5	46.3	48.7	34.7		
Pakningsgrad	0	0	0	0	0	0
Sprøhetstall-S8	48.5	46.3	48.7	34.7		
Materiale < 2mm-S2	9.3	9.1	8.6	5.6		
Kulemølleverdi, Km					14.1	14.8
Laboratoriepukket %						
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f / S8 :	1.42	/	47.8	Middel S2 :	9.0	
Abrasjonsverdi-a:	-	-	-	Midde		
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 0.00						
Densitet 8-11 / 11-16 :	2.81	/	2.80	Humus:		



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted:
Trondheim

Dato:
23.12.1994

Sign.:
A. uuik



Mekaniske egenskaper
Sprøhet / flisighet

Vedlegg nr. 5

KOBBVÅGEN NORD

Lab.prøve nr.: 942093

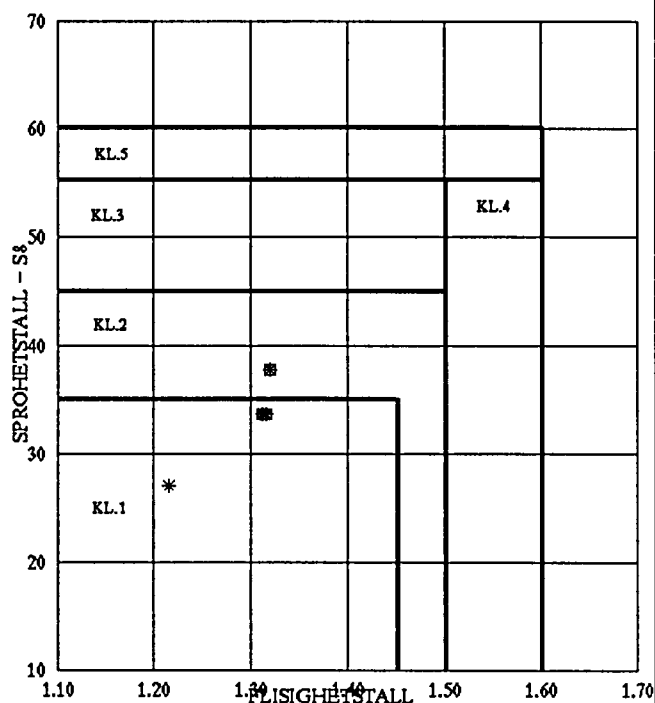
KOMMUNE : Bø i Vesterålen KOORDINATER : LABORATORIEKNUST
 KARTBLADNR. : 1132-II STOKMARKNES DYBDE I METER:
 FOREKOMSTNR.: 1867-514 UTTATT DATO : 22.09.94
 SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

Antall korn vurdert stk.	Meget sterke %	Sterke %	Svake %	Meget svake %
--------------------------	----------------	----------	---------	---------------

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 – 11,2				11,2 – 16	
Tegnforklaring	o	o	o	*	+	+
Flisighetstall-f	1.32	1.31	1.32	1.22	1.25	1.26
Ukorr. Sprøhetstall-S0	37.8	33.6	33.6	27.0		
Pakningsgrad	0	0	0	0	0	0
Sprøhetstall-S8	37.8	33.6	33.6	27.0		
Materiale < 2mm-S2	6.4	6.0	5.6	5.7		
Kulemølleverdi, Km					13.5	13.3
Laboratoriepukket %						
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f / S8 :	1.32	/	35.0	Middel S2 :	6.0	
Abrasjonsverdi-a:	-	-	-	Middel		
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 0.00						
Densitet 8-11 / 11-16 :	2.91	/	2.92	Humus:		

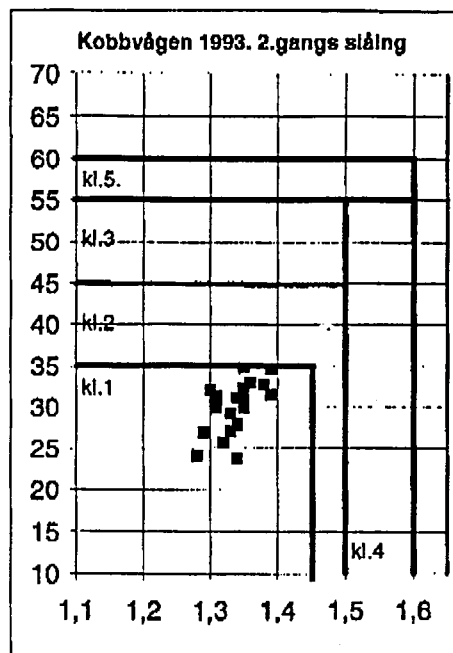
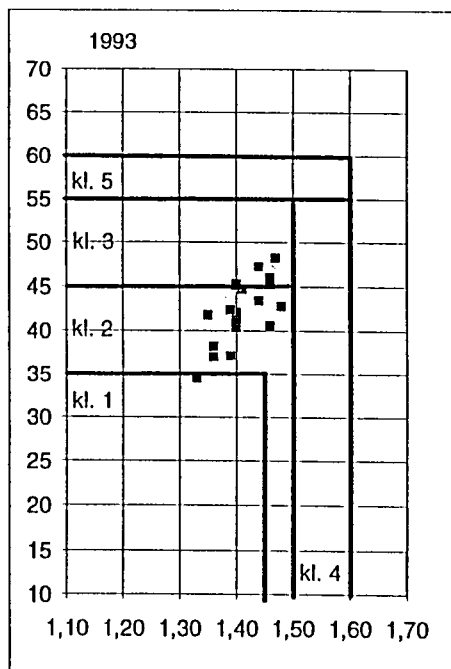
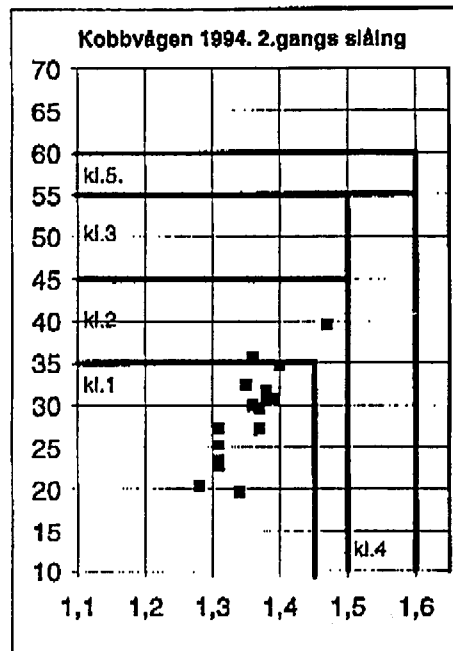
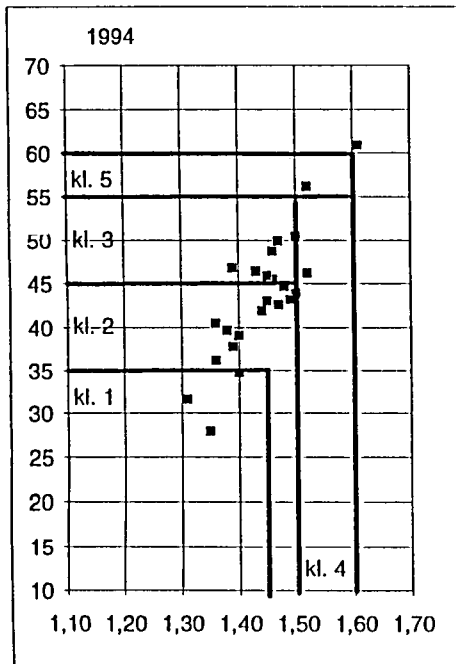


PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted: Trondheim Dato: 29.12.1994 Sign.: A. Uvik



Tabell 1.

1994	Flis*	Sprø*	2. Flis	2. Sprø	Dens	<2mm	Flis11	Abr	Sa-verif.	if.Spr	Diff.F1
Antall analyser	25	25	25	25	25	25	2	2	2	25	25
%											
Gjennomsnitt	1,44	43,5	1,37	30,2	2,80	8,8	1,48	0,48	3,18	13,3	0,08
Standardavvik	0,07	7,1	0,049	5,7	0,0314	1,3	0,113	0,04	0	4,9	0,03
Minimum	1,31	27,9	1,28	19,7	2,77	6,4	1,40	0,46	2,95	4,2	0,00
Maksimum	1,61	60,9	1,47	42,0	2,94	12,3	1,56	0,51	3,42	21,5	0,14
Før 1994	Flis*	Sprø*	2. Flis	2. Sprø	Dens	<2mm	Flis11	Abr	Sa-verif.	if.Spr	Diff.F1
Antall analyser	61	61	57	57	61	61	7	8	8	58	58
%											
Gjennomsnitt	1,43	46,5	1,4	32,1	2,80	9,7	1,43	0,52	3,44	14,9	0,10
Standardavvik	0,08	6,8836	0,046	5,7	0,0314	1,7	0,07	0,02	0,22	6,5	0,18
Minimum	1,31	34,50	1,28	23,4	2,74	7,4	1,34	0,48	3,06	2,3	0,02
Maksimum	1,65	65,30	1,49	51,6	2,90	15,0	1,55	0,55	3,65	46,3	1,39

- * **Sprøhetstall**
- * **Flisighetstall**
- * **Sprøhet og flisighet**
- * **Abrasjonsverdi**
- * **Slitasjemotstand**
- * **Tynnslip**

Sprøhetstall

Et steinmateriales motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger kan bl.a. uttrykkes ved hjelp av sprøhetstallet. Dette bestemmes ved den såkalte fallprøven.

En bestemt fraksjon av prøvematerialet, 8.0-11.2 mm, knuses i en morter av et 14 kgs lodd som faller en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrense, i dette tilfellet 8.0 mm, kalles steinmaterialelets ukorrigerede sprøhetstall (S_0).

Dette tallet korrigeres for pakningsgrad i morteren etter slagpåkjenningen, og man får

sprøhetstall (S_p)

Resultatene kan variere fra laboratorium til laboratorium, men f.o.m. 1988 er analyseapparatene rimelig godt standardisert. Hvis ikke annet er nevnt, oppgis sprøhetstallet som gjennomsnittsverdien av tre enkeltmålinger.

Vanligvis prøves materialet to ganger i fallapparatet. Sprøhetstallet for omslaget, omslagsverdien, gir uttrykk for materialets motstand mot repetert slagpåkjenning. Omslagsverdien gjenspeiler ofte den kvalitetsforbedring som kan oppnås ved å benytte flere knusestrinn i et knuseverk.

Flisighetstall

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform uttrykkes ved **flisighetstallet**. Flisighetstallet er forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon som for sprøhetstallet. I tillegg utføres det flisighetskontroll av fraksjoner > 11.2 mm. Bredden bestemmes på sikt med kvadratiske åpninger, og tykkelsen på sikt med rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

Sprøhet og flisighet

Steinmaterialer klassifiseres i steinklasser etter resultatene i fallprøven. Avhengig av sprøhets- og flisighetstallet er det definert fem steinklasser:

Steinklasse	Sprøhet	Flisighet
1	≤ 35	≤ 1.45
2	≤ 45	≤ 1.50
3	≤ 55	≤ 1.50
4	≤ 55	≤ 1.60
5	≤ 60	≤ 1.60

Klassifisering av steinmaterialer
etter fallprøvetesten

Fallprøveresultatene kan variere avhengig av hvordan steinmaterialet er blitt prøvetatt og behandlet før selve fallprøven. Steinmaterialet blir enten prøvetatt som stoffprøver (håndstykke store bergartsprøver) eller tatt fra en bestemt fraksjon som er bearbeidet i et knuseverk (produksjonsprøve).

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller taes også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflateforvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

Stoffprøvetaking kan også utføres i pukkverk, men det er som regel av større interesse å få undersøkt kvaliteten av steinmaterialet etter at det er bearbeidet i knuse-/sikteverket (produksjonsprøver). I knuseverk er det vanlig å knuse materialet i flere trinn. Dette forbedrer kvaliteten ved at materialet får en mer kubisk kornform (lavere flisighetstall). Kubisering medfører også at sprøhetstallet blir bedre. Denne foredlingseffekten er til en viss grad avhengig av bergartstypen.

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

- a) For sortering med øvre navngitte kornstørrelse mindre enn 22 mm utføres fallprøven på fraksjon 8.0-11.2 mm utsiktet fra det aktuelle produktet dersom denne fraksjonen utgjør minst 15% av produktet. Hvis dette kravet ikke kan oppfylles, utføres fallprøven som etter punkt b.
- b) For sorteringer med øvre navngitte kornstørrelse større enn 22 mm utføres fallprøven på fraksjonen 8.0-11.2 mm utsiktet fra laboratorieknust materiale fra det aktuelle produktet.

I tillegg skal det for produksjonsprøver utføres flisighetskontroll på grovfraksjonen av verksproduisert materiale på en av følgende fraksjoner: 11.2-16.0 mm, 16.0-22.4 mm, 22.4-32.0 mm, 32.0-45.2 mm eller 45.2-64.0 mm. Det skal velges en fraksjon som tilsvarer minst 15% av produktet og som ligger så nær produktets øvre navngitte kornstørrelse som mulig. Ved produksjon stilles det krav til flisighetstallet for materiale > 11.2 mm.

Abrasjonsverdi

Abrasjonsverdien gir uttrykk for steinmaterialers abrasive slitestyrke eller motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst for kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årsgjennsnitt (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det stilles også krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

Et representativt utvalg med pukk-korn i fraksjonsområdet 11.2-11.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Platen presses med en gitt vekt mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

< 0.35	meget god
0.35-0.45	god
0.45-0.55	middels
0.55-0.65	svak
> 0.65	meget svak

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (S_a -verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_g) og abrasjonsverdien. Ved prøvetaking av stoffprøver vil det som regel oppnås best resultat for S_a -verdien ved å benytte omslagsverdien for sprøhetstallet.

Følgende klassifisering benyttes:

< 2.0	meget god
2.0-2.5	god
2.5-3.5	middels
3.5-4.5	svak
> 4.5	meget svak

Tynnslip

Tynnslip er betegnelsen på en tynn preparert skive av en bergart som er limt fast til en glassplate. Slipet er utgangspunkt for mikroskopisk bestemmelse av mineraler og deres innbyrdes mengdeforhold. Når polarisert lys passerer gjennom det gjennomskinnelige preparatet, som vanligvis har en tykkelse på ca. 0,020 mm, vil de ulike mineraler kunne identifiseres i mikroskopet på grunnlag av deres karakteristiske optiske egenskaper.

Mineralfordelingen sammen med den visuelle vurderingen av strukturer ute i terrenget, er grunnlaget for bestemmelse av bergartstype. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, mineralkornenes form og størrelse, omvandlingsfenomener, dannelsesmåte etc.

Spesielle strukturer kan f.eks. være mikrostikk, som er små brudd i sammenbindingen mellom mineralene, eller stavformede feltspatkorn som fungerer som en slags armering i en ellers kornet masse (ofittisk struktur). Foliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at den har en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen er inndelt etter følgende skala:

1 mm /finkornet
1-5 mm/middelskornet
5 mm /grovkornet

Vanligvis dekker et tynnslip et areal på ca. 5 kvadratcentimeter. Resultatene fra en tynnslipanalyse blir derfor sjelden helt representativ for bergarten.

PUKK**Kvalitetskrav****Vedlegg 8-1****Vegformål:**

Kravene til knust steinmateriale (framstilt av knust fjell/pukk) varierer avhengig av hvor i vegoverbygningen materialet skal benyttes. Vegoverbygningen kan deles inn i fem deler; filterlag, forsterkningslag, bærelag, bindlag og slitelag. De to sistnevnte utgjør selve vegdekket. Knust steinmateriale er en viktig bestanddel i forsterkningslag, bærelag og vegdekke.

I øvre del av forsterkningslaget kreves det steinmateriale av steinklasse 4 eller bedre, mens det for nedre del av forsterkningslaget kreves klasse 5 eller bedre. Flisighetstallet for materiale > 11,2 mm må være < 1,70. Kravet til abrasjonsverdien er < 0,75.

For bærelag varierer kravene avhengig av bærelagstype. Valg av bærelagstype må sees i forhold til vegens gjennomsnittlige årsdøgntrafikk uttrykt ved ÅDT. Tabell 1 viser kravene til de forskjellige bærelagstypene.

BÆRELAGSTYPE		ÅDT				
		300	1500	5000	15000	
Knust fjell, Fk	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,55	3 1,55 (0,65)	3 1,55 (0,65)		
Forkilt pukk, Fp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,60	3 1,60 (0,65)	3 1,60 0,65	3 1,60 0,65	
Forkilingspukk, Fkp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,65	3 1,50 0,65	
Asfaltert pukk, Ap	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			4 1,60 (0,65)	3 1,55 0,65	3 1,55 0,65
Penetrert pukk, Pp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi		5 1,60 (0,75)	5 1,60 0,75	5 1,60 0,75	4 1,60 0,75
Emulsjonspukk, Ep	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	4 1,60	4 1,60	3 1,55 (0,65)	3 1,55 0,65	
Sementstabilisert pukk, Cp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			(5) 1,50	(5) 1,50	5 1,50

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm og abrasjonsverdi for materiale til bærelag av knust fjell.

Det kan skilles mellom tre typer vegdekker; grusdekke, asfaltdekke og betongdekke. Knust stein benyttes vanligvis i alle dekketyper. Kravene til vegdekker er framstilt i tabell 2a-c.

GRUSDEKKE		ÅDT				
		300	1500	3000	5000	15000
Grus	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm	3 1,50				

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2a

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til grusdekke.

ASFALTDEKKE		ÅDT					
		300	1500	3000	5000	15000	
Støpeasfalt, Sta	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand					2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0
Topeka, Top	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand					2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0
Skjelettasfalt, Ska	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand			2 1,45 0,55 3,0	2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0	
Asfaltbetong, Ab	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand		3 1,45 0,55 3,5	3 1,45 0,55 3,0	2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0	
Drensasfalt, Da	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand		3 1,45 0,55 3,5	2 1,45 0,55 3,0	2 1,45 0,45 2,5*		
Asfaltgrusbetong, Agb	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,55 3,5			
Mykasfalt, Ma Myk drensasfalt, Mda	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,45 (0,55) 3,5			
Emulsjonsgrus, Egt, Egd	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55 3,5			
Overflatebehandling, Eo Do	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,45 (0,55)	3 1,45 0,50 3,5			
Overflatebehandling m/ grus Eog, Dog	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Oljegrus, Og	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Asfaltkumgrus, Asg	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50				

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 2b

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til asfaltdekke.

PUKK**Kvalitetskrav****Vedlegg 8-3**

BETONGDEKKE		ÅDT				
		300	1500	3000	5000	15000
Betong, C70 - C90	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi				2 1,45 0,45	1 1,45 0,40
Betong, C40 - C70	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			3 1,45 0,55	2 1,45 0,45	2 1,45 0,40
Valsebetong, C35 - C55	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi		3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55	3 1,45 0,55	

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til betongdekke.

Med enkelte unntak kan tabell 2b, krav til asfaltdekke, forenkles som vist i tabell 3.

Egenskap	Årsdøgntrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15000
Steinklasse	1-3		1-2		1
Abrasjonsverdi	-	(≤ 0.65)	≤ 0.55	≤ 0.45	≤ 0.40
Slitasjemotstand	-	≤ 3.5	≤ 3.0	≤ 2.5*	≤ 2.0

Tall i parantes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

Krav til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for dekketilslag. Unntakene i tabellen gjelder asfaltbetong som godtar inntil steinklasse 3 for ÅDT < 5000 og overflatebehandling der kravene for abrasjonsverdien er ≤ 0,50 for ÅDT 1500-3000 og (≤ 0,55) for ÅDT 300-1500.

Betongformål:

Med unntak av flisighetstallet er det ikke fastlagt spesifikke krav til de mekaniske egenskapene for knust tilslag til betong. Flisighetstallet bør være mindre enn 1,45 for kornfraksjonen 11,2-16,0 mm. Erfaringsmessig er flisigheten mer avhengig av knuseutstyret og knuseprosessen enn mineralinnhold og tekstur i bergarten.

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte kismineraler (svovelkis, magnetkis) er uønsket.

Ved fremstilling av høyfast betong opererer man med så høye fastheter at tilslaget utgjør det svake punkt. Kravet til de mekaniske egenskapene er dermed større uten at det foreligger nærmere kvalitetskriterier.

Alkaliløselig kiselsyre i kvartskrystaller kan reagere med sementlimet og føre til oppsprekking og volum-ekspansjon i betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner (AR) i flere betongkonstruksjoner her til lands. Den kjemiske reaksjonen er svært langsom og finner kun sted under ugunstige betingelser med høy fuktighet og temperaturpåkjenninger som f.eks. i broer og damkonstruksjoner. Skader oppdages gjerne ikke før etter 15 til 20 år. De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- * Sandstein/gråvakke/siltstein
- * Mylonitt/kataklasitt
- * Rhyolitt/sur vulkansk bergart
- * Argillitt/fyllitt
- * Kvartsitt (mikrokrystallin og finkornet)

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

- * Kvartsitt (grovkornet/kvartsskifer)
- * Finkornet kvartsrik bergart
- * Kalkstein med pelittisk tekstur

Listen over skadelige bergarter er ikke endelig. Nyere forskningsresultater medfører en kontinuerlig revisjon.

Klasseinndeling etter kulemølleverdier

Klasse	Kulemølleverdi
I	0-6.0
II	6.1-9.0
III	9.1-13.0
IV	13.1-18.0

Tilslag med mølleverdier større enn 18.0 skal ikke brukes i vegdekker.