

NGU-rapport nr. 88.044

Pukkundersøkelser i
Fossberga pukkverk,
Lånke

Rapport nr. 88.044		ISSN 0800-3416		Åpen/Fortrolig til 31.12.88	
Tittel: Pukkundersøkelser i Fossberga pukkverk, Lånke					
Forfatter: Helge Hugdahl			Oppdragsgiver: Franzefoss Bruk A/S		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune: Stjørdal		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Trondheim			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1621-1 Stjørdal		
Forekomstens navn og koordinater: Fossberga pukkverk 5976 70313			Sidetall: 17		Pris: Kr. 40,-
Feltarbeid utført: Desember 1987		Rapportdato: 16.02.1988		Prosjektnr.: 2359.00.53	
Seksjonssjef: <i>Per R. Næby</i>					
Sammendrag: Etter oppdrag fra Franzefoss Bruk A/S er det foretatt orienterende prøvetaking og kartlegging av bergartene i Fossberga pukkverk, Lånke. Rapporten viser resultatene av bergartsanalyser og gir en anbefaling om oppfølgende undersøkelser.					
Emneord		Ingeniørgeologi		Abrasjon	
Byggeråstoff		Kvalitetsundersøkelse		Mineralogi	
Pukk		Fallprøve		Fagrapport	

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. OPPDRAG	3
2. BAKGRUNN	3
3. GJENNOMFØRING	3
4. RESULTATER	4
4.1. Berggrunn	4
4.2. Mineralogi	4
4.3. Mekanisk styrke	5
4.4. Konklusjon	6
5. VIDERE UNDERSØKELSER	6
6. SAMMENDRAG	7

VEDLEGG:

- 1. OVERSIKTSKART M 1:5000**
- 2. DETALJKART M 1:1000**
- 3. ANALYSERESULTATER PRØVE 1**
- 4. ANALYSERESULTATER PRØVE 2**
- 5. PROFIL**

1. OPPDRAG

1. Foreta en oversiktlig kartlegging av bergarten(e) i Fossberga pukkverk og evt. utarbeide kart over kvalitetsvariasjoner.
2. Utarbeide forslag til inventeringsprogram i forbindelse med planer om utbygging av pukkverket.

2. BAKGRUNN

Etter de opplysninger man hadde fra tidligere eier var det grunn til å anta at bergarten(e) i uttaksområdet kunne inndeles i to kvaliteter:

- a) Rhyolitt/gråvakke med relativt gode mekaniske egenskaper
- b) Gråvakke/siltstein med middels- til dårlige mekaniske egenskaper

Kvalitetsbetraktningene var i hovedsak basert på praktiske erfaringer med boring/sprengning og knusing av bergartene.

3. GJENNOMFØRING

Befaring og prøvetaking ble foretatt 14.12.1987 av Eyolf Erichsen og Helge Hugdahl, begge NGU.

Prøvematerialet (25-30 kg) tatt ut ved punkter som angitt i vedlegg 2, er analysert ved NGUs sedimentlaboratorium og ved SINTEF (borbarhetsundersøkelse). Tynnslipanalysene er utført av Eyolf Erichsen.

Denne rapporten er skrevet etter at resultatene er gjennomgått og diskutert med avd.sjef Kvarmesbakk.

4. RESULTATER

4.1. BERGGRUNN

Bergarten i steinbruddet er tidligere kartlagt som en lys grønngrå til lys grå, middels- til grovkornet og tykkbåndet gråvakke, stedvis med tuffaktig karakter (Roberts 1986).

Andre har klassifisert deler av bergarten som en rhyolitt-tuff eller metagråvakke (Wolff 1977).

Lokalt finner man leirskifer/siltstein og svartskifer.

Dette viser at man står overfor relativt sammensatte bergarter, og spørsmålet er i hvilken grad variasjoner innenfor de nevnte bergartstyper også innebærer variasjoner i mekaniske egenskaper.

Et annet viktig spørsmål i forbindelse med planlegging av uttak i stor skala er berg-artsfordelingen (og kvalitetsfordelingen) i høydedraget syd for eksisterende uttak. Etter de undersøkelser som er utført i 1987 (kfr. NGU-rapport nr. 88.022) på tilsvarende rhyolittsoner kan man forvente et sammensatt bilde.

Befaringen i desember -87 bekrefter i hovedsak de tidligere beskrivelser av området.

I den østlige del av bruddet opptrer en lys, grønnlig rhyolittvariant, mens en grå variant dominerer mot vest. Sistnevnte har inneslutninger av finkornet, båndet gråvakke, som til dels er intenst sammenfoldet med hovedbergarten. Avgrensede og ikke kontinuerlige soner av svartskifer er også observert i den vestlige del.

Overflateobservasjoner syd for bruddet viser rhyolitter med en karakteristisk hvit/lys forvitningsfarge. Pga. snødekt mark var det under befaringsen ikke mulig å foreta detaljert overflatekartlegging.

4.2. MINERALOGI

Tynnslianalyse av de to rhyolittvariantene (lys grønn og lys grå) samt av den finkornede gråvakken som opptrer i vest viser at mineralfordelingen stort sett er den samme for alle tre:

20% kvarts, 60% feltspat, 10% blotitt, 10% serisitt og innslag av kalkspat, kloritt og epidot. Totalt glimmerinnhold er m.a.o. 20%.

Alle tynnslip viser en markert foliasjon (retningsorientering av mineralene), dog mest utpreget for den finkornede gråvakken.

Dette indikerer at bergartenes mekaniske og fysiske egenskaper kan være relativt ensartet. Med unntak av et noe høyt totalt glimmerinnhold er det ikke påvist mineraler som kan være skadelige i betong- eller bituminøse vegdekker. Glimmermineralet sericitt (dannet ved omvandling av feltspat) synes å ha positiv innvirkning på styrken i kontaktflaten mellom betongpasta og tilslag.

4.3. MEKANISK STYRKE

Resultater fra to samleprøver er vist i vedleggene 3 og 4. Som det fremgår av disse er de mekaniske og fysiske egenskaper relativt like for de to rhyolittvariantene.

Fallprøve

Midlere korrigert sprøhetstall er målt til henholdsvis **43** og **37** for prøve 1 og 2. Materialet er noe flisig i utgangspunktet (1,45-1,48), men omslagsverdiene viser at bergartene kan kubiseres ved flertrinns knusing. Erfaringsmessig er det rimelig godt samsvar mellom analyseverdier for en aktuell produksjon og de omslagsverdier man får på innsamlede håndstykker.

Dette innebærer at en veltilpasset knuseprosess vil kunne gi materiale med med følgende analyseverdier:

Korrigert sprøhetstall: 25

Flisighetstall : 1,35

Abrasjon

Abrasjonsverdiene er målt til **0,51** for prøve 1 og **0,60** for prøve 2. Dette er forholdsvis høye verdier, men de anses som representative for bergarten. Tidligere undersøkelser har gitt abrasjonsverdi på **0,49** (målt ved SINTEF).

Slitasjemotstand

Sa-verdier beregnet på grunnlag av midlere korrigert sprøhetstall vil ligge i intervallet **3,3-3,6**. Disse verdiene er imidlertid neppe representative for prøver tatt fra produksjon under optimale forhold (kfr. merknad under fallprøven), og overslagsmessig bør Sa-verdiene kunne komme ned mot **2,5**.

Dette forutsetter et sprøhetstall på 25 og abrasjonsverdi 0,50.

Videre kan det synes som om den grønnlige rhyolittvarianten gir lavest abrasjonsverdi og således er best egnet som tilslag i vegdekker.

Borbarhet/borslitasje

Borbarhetsundersøkelsen viser middels/høy borsynkindeks og middels/liten borslitasje. Feltforsøk med håndholdt utstyr indikerer ingen forskjell på de to rhyolitt-typene.

4.4. KONKLUSJON

På grunnlag av de undersøkelser som er utført kan man ikke framstille kart som viser kvalitative variasjoner i det aktuelle uttaksområdet.

For det første synes slike variasjoner å være små, og for det andre kreves et langt mer omfattende prøvemateriale.

5. VIDERE UNDERSØKELSER

Ved en evt. plassering av produksjonsutstyr i fjell og etablering av kraterdrift med styrtsjakt inne på selve åsen syd for eksisterende steinbrudd vil vi foreslå at følgende inventeringsmodell legges til grunn for planarbeidet:

1. Overflatekartlegging.

Undersøkelsen bør starte med en overflatekartlegging av det området som er avgrenset i vedlegg 1. Gjennom denne vil man kunne få et grunnlag for vurdering av struktur-geologiske forhold, hvilket er viktig med tanke på vurdering av bergartenes volummessige fordeling. Samtidig er denne kartleggingen nødvendig for å kunne vurdere omfanget av prøvetaking i overflaten og plassering av borpunkter.

2. Prøvetaking

Aktuelt uttaksområde bør prøvetas i et nett der tettheten fastsettes på grunnlag av resultatene fra pkt. 1. Som standardanalyse utføres mikroskopering (tynnslip), fallprøve og abrasjon.

3. Kjerneboring

Høyeste punkt i det aktuelle uttaksområdet ligger 299 m o.h., mens planum for eksisterende uttak er ca. 155 m o.h.


En prognosering av bergartsfordeling og -strukturer i volumet mellom disse to nivå basert kun på overflateobservasjoner blir for usikker i forhold til de investeringer man legger opp til, og vi foreslår derfor at det utføres minst en kjerneboring sentralt i uttaksområdet (kfr. vedlegg 1). Denne bør føres ned til samme nivå som dagens planum (155 m o.h.).

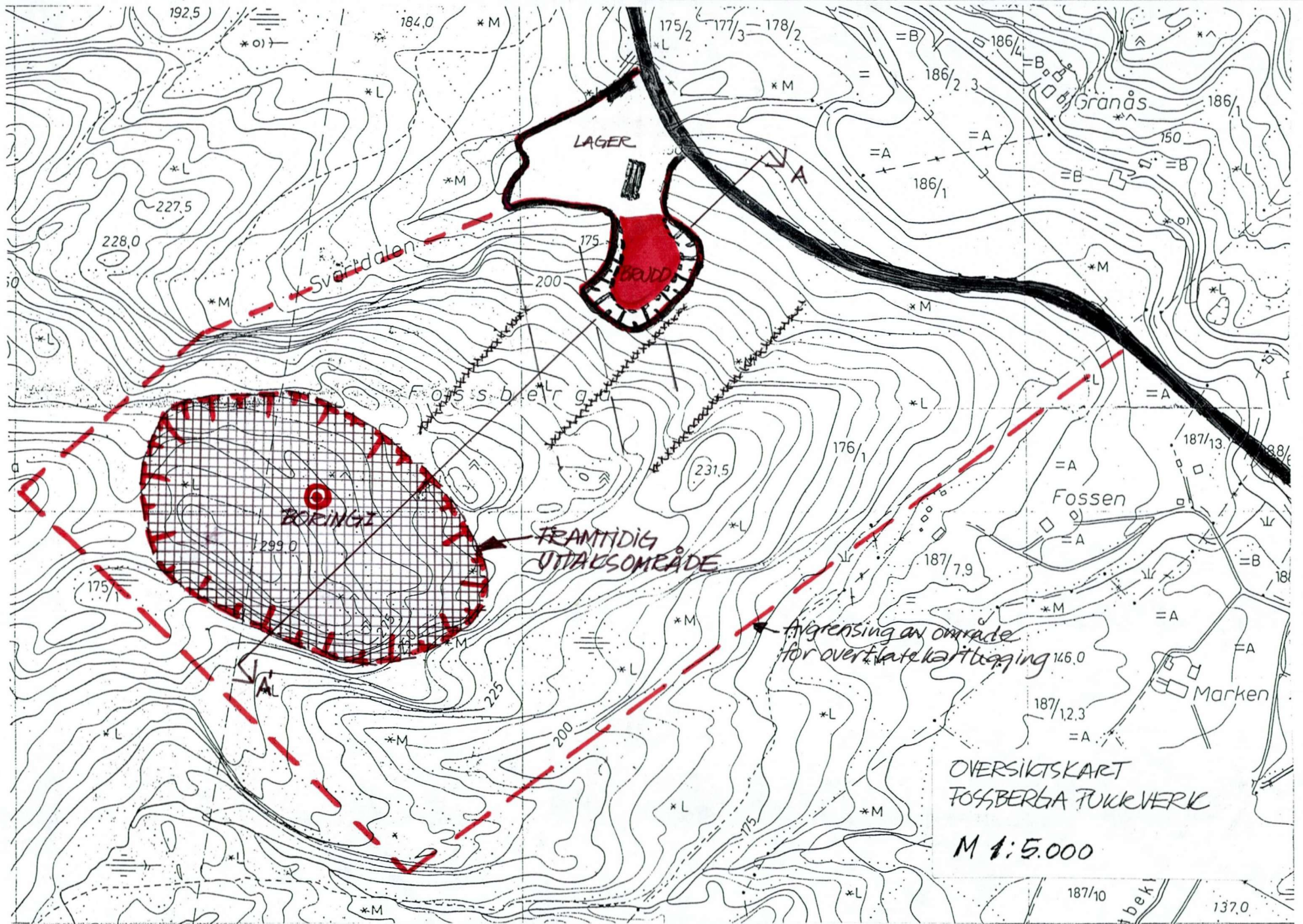
6. SAMMENDRAG

Foreløpige undersøkelser viser at rhyolittene i Fossberga har middels- til gode mekaniske egenskaper, og at disse egenskaper trolig varierer lite innenfor de aktuelle uttaksvolum. Det er ikke påvist spesielle områder som er utpreget bedre egnet til produksjon av vegmaterialer enn andre i dagens steinbrudd.

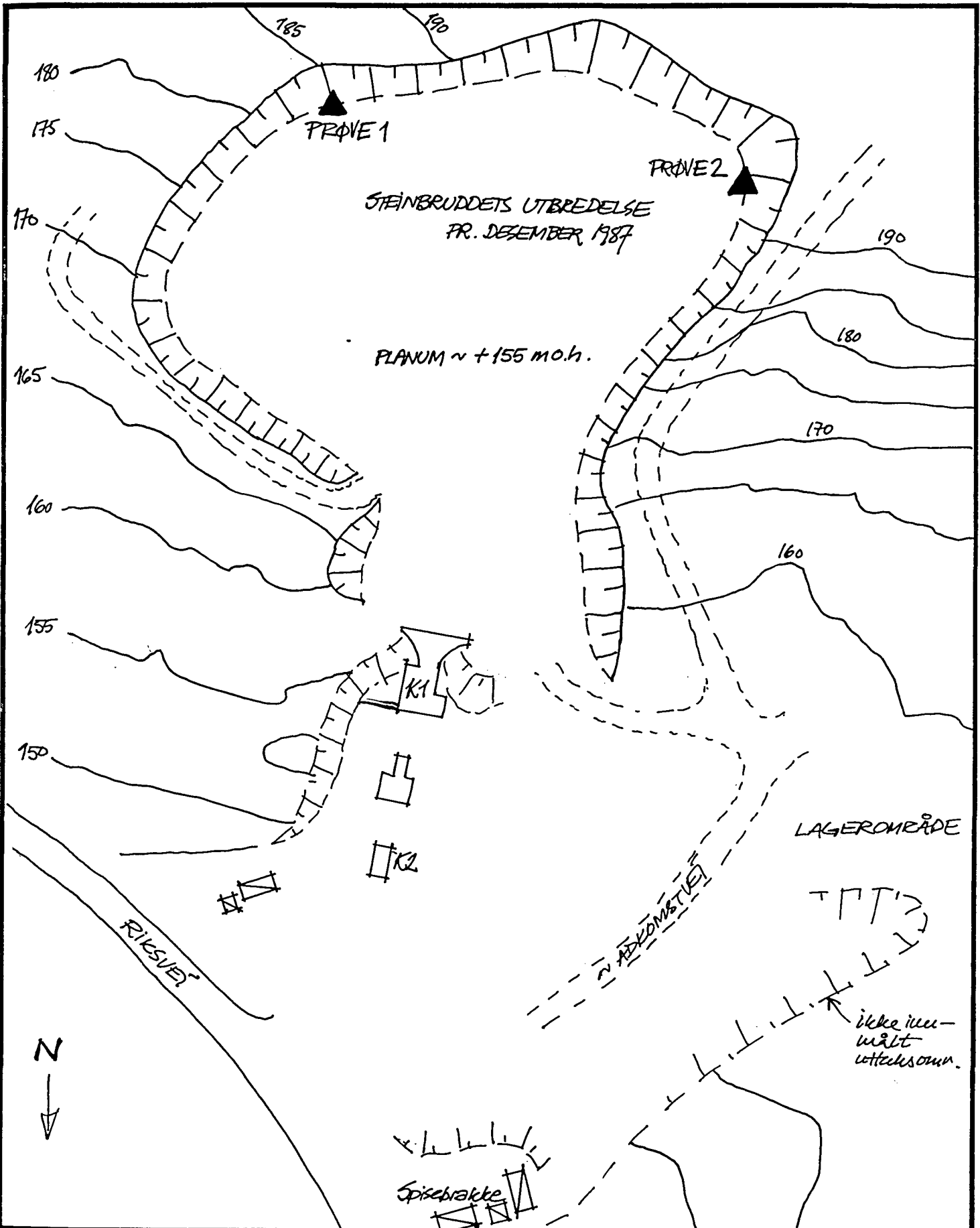
Når det gjelder området syd for steinbruddet er det nødvendig med oppfølgende undersøkelser for å klarlegge evt. kvalitative variasjoner.

Trondheim, den 16.februar 1987


Helge Hugdahl
(forsker)



OVERSIKTSKART
FOSSBERGA FJELLVERK
M 1:5.000



FOSSBERGA PUKKVERK
LÅNKE

MÅLESTOKK

1:1.000

MÅLT

TEGN *[Signature]* 16.01.88

TRAC

KFR.

VEDLEGG 2



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET /
FLISIGHET

VEDLEGG 3

LAB. PRØVE NR.: 882001

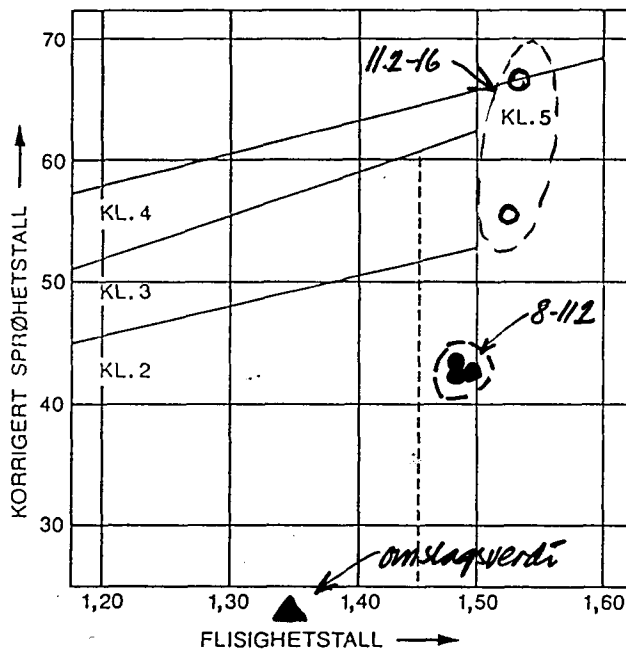
KOMMUNENR.: 1714 Stjørdal
KARTBLADNR.: 1621-1
FOREKOMSTNR.: 518 FOSSBERGA PV.KOORDINATER: 32 5976 70313
DYBDE I METER:
UTTATT DATO: Desember 1987
SIGN.: *Helseth*

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER: PRØVE 1

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	●	●	●	▲	○	○
Flisighetstall-f	1.48	1.48	1.50	1.36	1.54	1.53
Sprøhetstall-s	43.4	42.5	42.9	22.9	66.7	55.7
Pakningsgrad	0	0	0	0	0	0
Korr. sprøhetst.-s1	43.4	42.5	42.9	22.9	66.7	55.7
Materiale <2mm-%	7.7	8.1	7.6	⊗		
Laboratoriepakket-%	100				100	
Merket ▲: Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.48 / 42.9		⊗		1.53 / 61.2	
Abrasjonsverdi - a: 1) _____ 2) _____ 3) _____				Middel: 0,51		
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 3.3$						
Spesifikk vekt: 2,70 Humus: _____						



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: (se teksten)

Siversj-verdi: 6.3
Slitasje verdi: 11
DRI : 59 (høy)
BWI : 26 (liten)

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Lagret; ikke analysert.

Sted:

Trondheim

Dato:

3/2 - 1988

Sign:

Helseth



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET /
FLISIGHET

VEDLEGG 4

LAB. PRØVE NR.: 882002

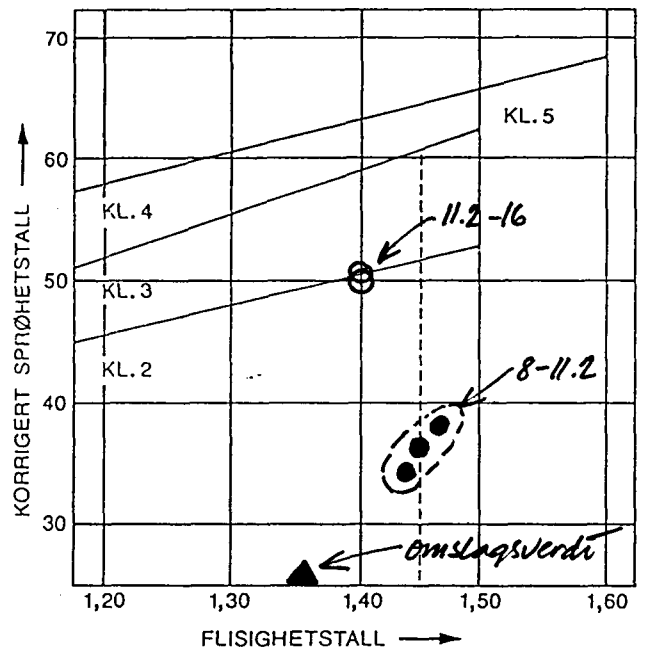
KOMMUNENR.: 1714 Stjørdal
KARTBLADNR.: 1621-1
FOREKOMSTNR.: 518 FØSSBERGA PVKOORDINATER: 32 5976 70313
DYBDE I METER:
UTTATT DATO: Desember 1987
SIGN.: Helseth

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER: PRØVE 2

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	●	●	●	▲	○	○
Flisighetstall - f	1.45	1.44	1.47	1.36	1.40	1.40
Sprøhetstall - s	36.6	34.6	38.6	26.6	50.6	50.2
Pakningsgrad	0	0	0	0	0	0
Korr. sprøhetst. - s1	36.6	34.6	38.6	26.6	50.6	50.2
Materiale <2mm-%	6.7	6.4	7.5	×		
Laboratoriepukket-%	100				100	
Merket ▲: Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.45 / 36.5			×	1.40 / 50.4	
Abrasjonsverdi - a: 1) _____ 2) _____ 3) _____ Middel: 0.60						
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 3.6$						
Spesifikk vekt: 2.70 Humus: _____						



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

SieversJ-verdi: 6,4
 Slitasjeverdi: 8
 DRI: 48 (middels)
 BWI: 33 (middels)

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Lagret; ikke analysert.

Sted:

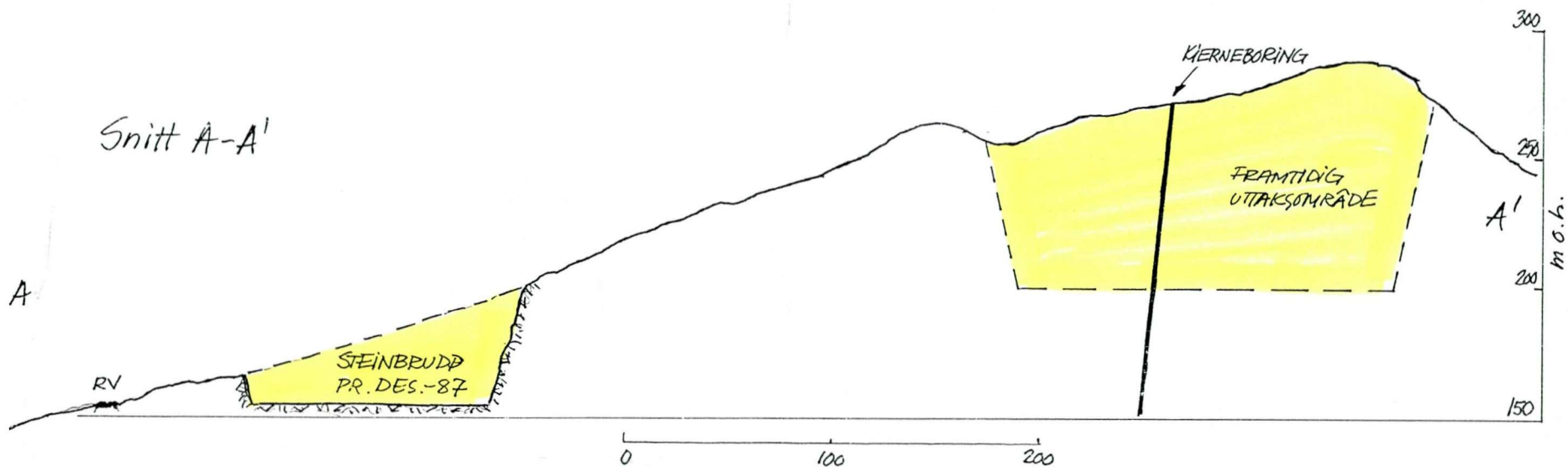
Trondheim

Dato:

3/2 - 1988

Sign:

Helseth



LABORATORIEUNDERSØKELSER



- * Sprøhetstall
- * Flisighet
- * Sprøhetstall og flisighet
- * Abrasjon
- * Slitasjemotstand
- * Tynnslip
- * SieversJ-verdi
- * Slitasjeverdi
- * Borsynkindeks
- * Borslitasjeindeks

Sprøhetstall

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

En bestemt fraksjon av grus eller pukk, oftest 8,0-11,2mm, 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 korgrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets sprøhetstall.

Dette tallet korrigeres for pakningsgrad i morteren etter slagpåkjenningen, og man får et **korrigert sprøhetstall (KS)**.

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.

I tillegg til disse enkeltmålinger oppgis også vanligvis den såkalte **omslagsverdi (OS)**, dvs. sprøhetstall for det materialet som under slagpåkjenningen ikke ble nedknust under nedre korgrense for prøvefraksjonen. Dette tallet samsvarer gjerne med de resultater man oppnår ved fullskala produksjon i 2-3 trinns verk.

Flisighet

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved dets **flisighetstall (FL)**, som er forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes parallellt med og på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon som for sprøhetstallet, vanligvis 8,0-11.2 mm. Be-

stemmelsen av bredden skjer ved sikting på sikt med kvadratiske åpninger, og tilsvarende for tykkelsen ved å bruke rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

Sprøhetstall og flisighet

Sprøhetstallet er avhengig av materialets kornform. Økende flisighetstall fører til økende sprøhetstall. På grunnlag av erfaringsdata er det satt opp en formel for beregning av sprøhetstallet ved ulike flisighetstall (Selmer-Olsen 1971), og for sammenligning av verdier har NGU funnet det hensiktsmessig å relatere sprøhetstall til en flisighet på 1,40.

Sprøhetstallet ved flisighet 1,40 benevnes **modifisert sprøhetstall (MS)**, og beregnes etter formelen

$$MS = KS - (FL - 1,40) * K$$

der **K** er en bergartskoeffisient. For eruptive og metamorfe bergarter (unntatt skifrene), ligger **K** omkring 70.

Kornformen hos pukk er først og fremst bestemt av selve knuseprosessen, men også til en viss grad av bergartens struktur og materialtekniske egenskaper.

Abrasjon

Abrasjonsmetoden måler steinmaterialers abrasive slitestyrke. Denne uttrykker pukkens motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst ved kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årstdøgnetrafikk (ÅDT) større enn 2000 kjøretøyer.

Et representativt utvalg med pukk-korn fra fraksjonsområdet 11.2-12.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Kornene presses mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

mindre enn 0,35 - meget god
0,35 - 0,55 - god
større enn 0,55 - dårlig

Slitasjemotstand.

For bestemme steinmaterialers egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt

slitasjemotstanden (S_a), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (KS, MS eller OS) og abrasjonsverdien.

De krav som Vegvesenet stiller til materialet når det brukes i slitelag er avhengig av årsdøgntrafikken:

ÅDT	Slitasjemotstand
< 2000	Ingen krav
2000-6000	< 3,00
> 6000	< 2,50

Når det gjelder beregning av S_a -verdier bemerkes at resultatet er avhengig av hvilket sprøhetstall man benytter. Generelt sett representerer **omslagsverdien (OS)** den beste tilpasning til det produkt man får ved fullskala knusing, og denne verdi bør derfor anvendes for å beskrive materialets optimale egenskaper.

Når det er spørsmål om innbyrdes kvalitativ rangering av ulike bergartstyper kan det imidlertid være hensiktsmessig å benytte det **modifiserte sprøhetstall** ($FL = 1,40$).

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 bergartsnavnet. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, minaralkornenes 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 har en foretrukket planparallel 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 tynnslipundersøkelse blir derfor sjelden helt representative for bergarten.

SieversJ-verdi

En bergarts SieversJ-verdi er et uttrykk for bergartens motstand mot riping med hardmetallverktøy. Et tilsaget prøvestykke av bergarten utsettes for et roterende hardmetallbor under bestemte betingelser, og SieversJ-verdien defineres som hulldybden målt i mm. Metoden er utviklet for bruk i generell vurdering av bergarters borbarhet.

Slitasjeverdi.

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Slitasjeverdien fremkommer som vekttapet i mg for et prøvestykke av hardmetall, som utsettes for en slitasjepåkjønning fra bergarten i pulverform i en bestemt apparatur.

Borsynkindeks (DRI).

På grunnlag av sprøhetstall og SieversJ-verdi kan man beregne forventet borsynk i den undersøkte bergart. En høy verdi av DRI indikerer at bergarten er lett bore i, mens lav borsynkindeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 \cdot \text{DRI}$ (cm/min).

Følgende klassifisering benyttes:

Meget liten	:mindre enn 32
Liten	:32-43
Middels	:43-57
Stor	:57-75
Meget stor	:større enn 75

Borslitasjeindeks (BWI)

Forventet slitasje på en slagborkrone (meiselskjær) kan beregnes på grunnlag av Slitasjeverdi og Borsynkindeks (DRI). Høy verdi av BWI antyder stor slitasje, og omvendt. Sammenhengen mellom BWI og målt slitasje (som sum av front- og sideslitasje) er logaritmisk.

Følgende klassifisering benyttes:

Meget liten	:mindre enn 18
Liten	:18-28
Middels	:28-38
Stor	:38-48
Meget stor	:større enn 48