

Sammenligning av sprøhet og flisighet for borkjernemateriale og utskutte bergartsprøver

ERLING SØRENSEN & THOR L. SVERDRUP

Sørensen, E. & Sverdrup, T.L. 1974: Comparison of brittleness and flakiness numbers in borehole material and blasted rock samples. *Norges geol. Unders.* 304, 61-72.

Brittleness and flakiness (Swedish impact test) in borehole cores from 7 rock-types have been investigated and compared with the results noted in material blasted from the same localities. The bore-hole material seems to give more favourable results than those from the blasted rock.

E. Sørensen, *Norges geologiske undersøkelse, Postboks 3006, N-7001 Trondheim, Norway*

T. L. Sverdrup, *A/S Sydvaranger, Nordraaks veg 2, N-1324 Lysaker, Norway.*

Forord

Da forfatterne i 1966 gjorde en orienterende undersøkelse parallell til denne (Sverdrup & Sørensen 1966,) kom vi frem til følgende konklusjon: «De fremkomne data viser såvidt markert begunstiging av borkjernemateriale både hva sprøhet og flisighet angår, at en skal være meget varsom med å benytte borkjernemateriale ukritisk for bedømmelse av bergarters anvendbarhet i faste veidekker.»

Undersøkelsene er hittil begrenset til ett felt, men på grunn av resultatene har institusjonen funnet det nødvendig å fortsette arbeidet også i andre områder, såvel i massive som skifrige bergarter».

De utførte diamantboringer er denne gang i sin helhet bekostet av NGU. Det er benyttet 32 mm kjerne. O. Gausdal ledet boringen, og Fr. Chr. Wolff har sammenfattet det geologiske kartet (Fig. 1) på basis av karter av H. Ramberg, Chr. Oftedahl m.fl. Vi vil benytte anledningen til å takke samtlige medarbeidere for den hjelp vi har mottatt for å få undersøkelsen gjennomført.

Innledning

Bakgrunnen for undersøkelsen er gitt tidligere (Sverdrup & Sørensen 1966). De orienterende resultatene den gang var kun basert på en forekomst, Kalvå, Ørlandet i Sør-Trøndelag fylke. Følgende data kom den gang frem (Tabell 1).

Tabell 1. Begunstigelse i % av sprøhet og flisighet for borkjernemateriale.

	Fraksjon	Begunstigelse	Begunstigelse slått 2 ganger	
Flisighet	8-11,3 mm	2,05 %	2,88 %	(Sverdrup & Sørensen 1966)
Flisighet	11,3-16 mm	3,76 %	1,55 %	»
Sprøhet	8-11,3 mm	4,72 %	10,29 %	»
Sprøhet	11,3-16 mm	11,14 %	15,53 %	»
Flisighet	8-11,3 mm	7,5 %	4,4 %	(Jøsang 1967)
Sprøhet	8-11,3 mm	16,8 %	3,7 %	»

Vi fant at det var to faktorer som ville begunstige borkjernematerialet:

1. Kjernens form, med krumme flater i forhold til utskutt materiale.
2. Sjøkk i bergart på grunn av skyting.

Jøsang (1967) har gjennomført en liknende undersøkelse ved Veglaboratoriet. Han har analysert borkjernematerialet, men har ikke hatt håndstykkeprøver fra samme lokalitet. Som referansemateriale har han plukket ut biter av boremateriale som ikke hadde krumme (diamantbor) flater. Også han kom frem til at borkjernematerialet ga gunstigere resultat enn materiale uten krumme flater. Jøsangs resultater er meget interessante da dette materiale ikke er skuddpåvirket. Sjøkkeeffekten kommer således her ikke inn i bildet.

For fraksjon 8-11,3 mm har Jøsang følgende prosentvise forbedring av materialet (Tabell 1).

Ved den utvidete undersøkelsen som denne gang har funnet sted, er det prøvetatt på ialt 6 steder og i 7 forskjellige bergartstyper (Fig. 1). Metoden for prøvetaking er beskrevet tidligere (Sverdrup & Sørensen 1966).

Utførelse av sprøhets- og flisighetsanalyse (fallprøve)

Fallprøvens målsetting er å få et mål for steinmaterialets kornform (flisighet) og dets motstand mot mekaniske påvirkninger (sprøhet). I grove trekk utføres følgende operasjoner:

Etter at steinmaterialet er knust 2 ganger i kjeftknuser med 12 mm åpning, blir det grovsiktet på ASTM kvadratsikt 5/16" (8 mm), 7/16" (11,3 mm) og 5/8" (16 mm). Materialet splittes, og det siktes ut 2 parallelle prøver av fraksjonen 8-11,3 mm og 11,3-16 mm. For at prøvens volum skal være konstant, veier man ut mengde avhengig av spesifikk vekt. Utgangspunktet er 500 gram stoff med sp.v. 2,65. Vekten øker eller minsker ca. 10 gram ved variasjon i sp.v. på 0,05. Man benytter formelen:

$$\text{Innveid mengde} = \frac{500 \cdot \text{sp.v.}}{2 \cdot 65}$$

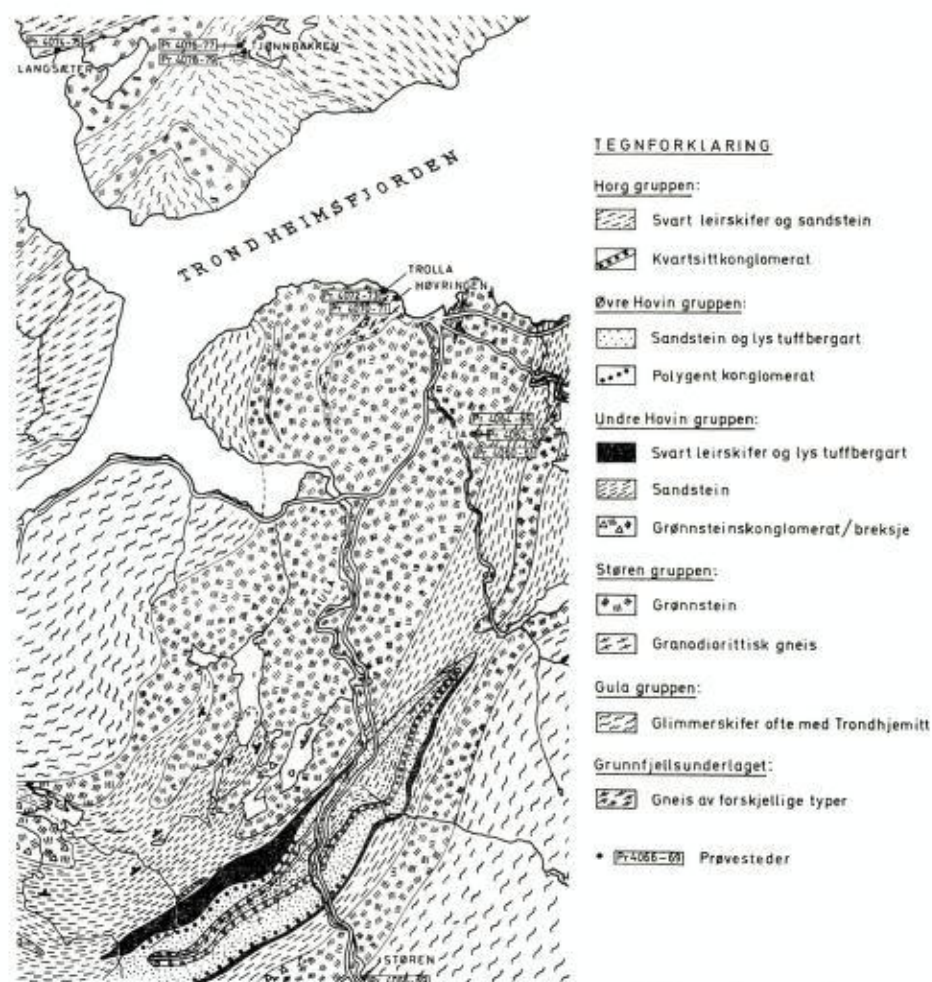
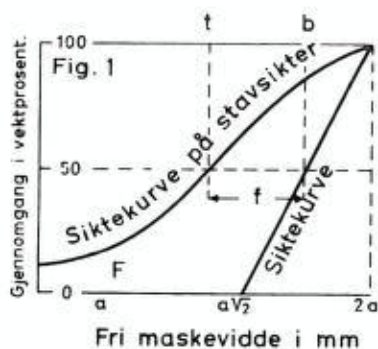


Fig. 1. Geologisk kart (sammenstilt av F. C. Wolff) med prøvelokaliteter inntegnet.

De to fraksjonene (8 – 11,3 mm og 11,3 – 16 mm) siktes på stavsikt, og av de prosenttall man får for hver siktmengde leses flisighetstallet av på et nomogram.

De utsiktede prøvene fylles løst opp i en stålmorter, denne plasseres under det automatiske fallapparatet, og et 14 kg's lodd faller 20 ganger ned på steinmaterialet fra konstant høyde 25 cm. Materialets pakningsgrad blir så angitt. Prøven siktes på kvadratsikt. Sprøhetstallet er da den del som er nedknust til under sin opprinnelige kornstørrelse. Konstantenes definisjon er vist på fig. 2. Har man igjen nok materiale fra hver fraksjon, blandes dette til en ny prøve, såkalt omslagsprøve. Da omslagsprøven har vært 2 ganger gjennom fallapparatet, vil den normalt gi en bedre flisighet og sprøhet enn utgangsmaterialet. For mere utførlig beskrivelse henvises til Selmer-Olsen (1949).

Konstantenes definisjon:

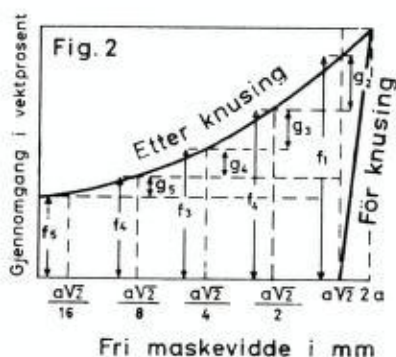


Flisighetstall: $f = \frac{b}{t}$

(i logaritmisk skala blir $f = b - t$)

hvor b er steinenes gjennomsnittlige bredde
og t " " " tykkelse

Se fig.1



Sprøhetstall: $s = f_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 + f_5$

hvor f_1 f_2 f_3 f_4 og f_5 er de mengder (i%) som går gjennom hver enkelt av de 5 sikter, og g_2 g_3 g_4 og g_5 er de mengder (i%) som ligger igjen på de 4 underste av de 5 sikter steinprøven blir siktet på etter knusing. Forholdet mellom disse siktens maskevidde er 1:2. Forsøkene blir i alm. utført med 2 av de 3 kornfraksjoner: 5,6-8,0mm, 8,0-11,3mm eller 11,3-16,0mm hvor forholdet mellom fraksjonsgrensene er $1:\sqrt{2}$.

Se fig.2

Fig. 2. Definisjon av sprøhets- og flisighetstall.

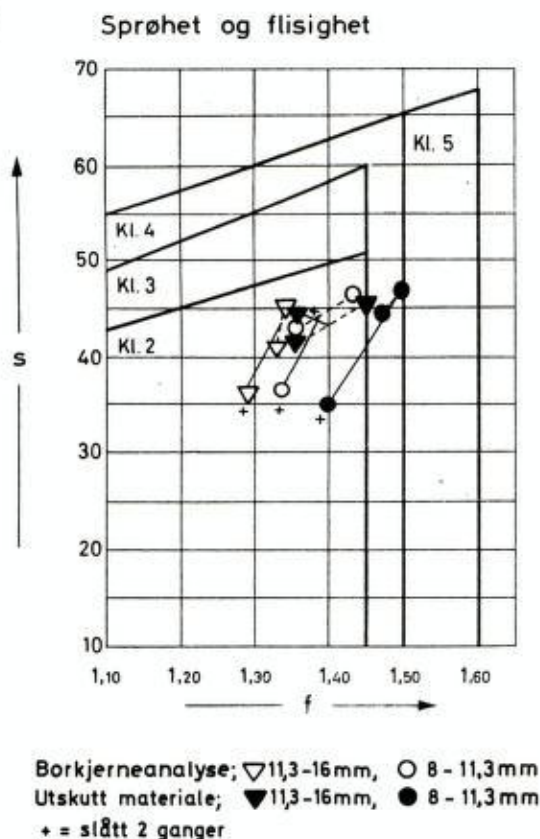
Resultater av fallprøvene

Figurene 3-12 viser alle resultatene av fallprøvene på borkjerner og utskutt materiale. Tabell 2 viser borkjernematerialets begunstige/eventuell svekkelse i % sett i relasjon til utskutt materiale.

Resultatene er for såvidt bemerkelsesverdige da bergartstypen synes å ha liten innvirkning på resultatene. Lillefraksjonens flisighet er den fraksjon som har minst spredning, mens stofraksjonens sprøhet varierer sterkt fra prøve til prøve. Et naturlig trekk ved bergartene indikeres av Fig. 13. Usikkerhetsfaktoren synes større for sure bergarter enn for basiske hva angår sprøhet.

En trondhjemsittisk bergart fra Trolla skiller seg ut fra de øvrige. Her er borprøveanalysen dårligere enn analysene for utskutt materiale. Hva årsaken til dette er, er vanskelig å si. Følgende observasjoner foreligger for denne prøven: Borkhullene er påsatt i en sur bergart som er meget sterkt forskifret. Bergarten har et fall på ca. 10° , og hullene er satt vertikalt. Slipstudiene viser at bergarten har en meget liten holdfasthet parallelt lagningen (forskifringen). Borkjernene skjærer således forskifningsplanet, med liten holdfasthet, nesten loddrett. Dette kan være årsaken til at borkjernene her får ekstremt

Fig. 3. Finkornet grønnstein, Lia (Bh. 1). Prøve 4060 (borkjerner) - 4061 (utskutt materiale).



lav holdfasthet. Vi var dessverre ikke oppmerksom på forholdet før kjerne- materialet var nedknust, så vi har ikke kunnet kontrollere dette. Om det er dette forhold som er avgjørende, viser det klart at en må være meget varsom med hvordan en plasserer et borkull i forhold til lagning, oppknusing og forskifring, om materialet senere skal nyttes for fallprøveanalyser.

Konklusjon

Fallprøveanalysene er idag en standardisert metode for å vurdere en bergarts anvendbarhet for faste veidekker. Bergartene grupperes i klasser etter sprøhet- og flisighetstall. Grensene er helt klare; for eks. kan en ikke anvende en bergart for oljegrus hvis den har flisighet større enn 1,45.

Grupperingen er basert på overflateprøver og/eller håndstykkeprøver. Dagens utvikling tilsier at slike forekomster i økende grad blir undersøkt ved diamantboring av forekomsten. Ved analyse av borkjerner må en tydeligvis gå meget varsomt til verks. Borkjernematerialet bør i hvert enkelt tilfelle vurderes i relasjon til «dagprøven».

Sprøhet og flisighet

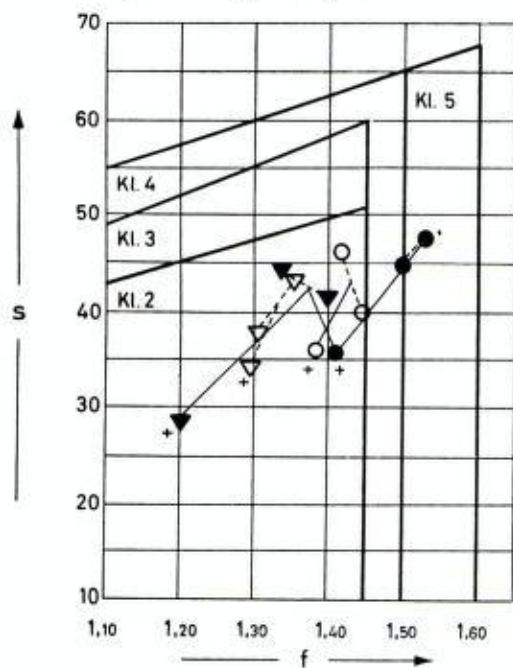


Fig. 4. Finkornet grønnstein, Lia (Bh. 2). Prøve 4062 (borkjerner) – 4063 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

Sprøhet og flisighet

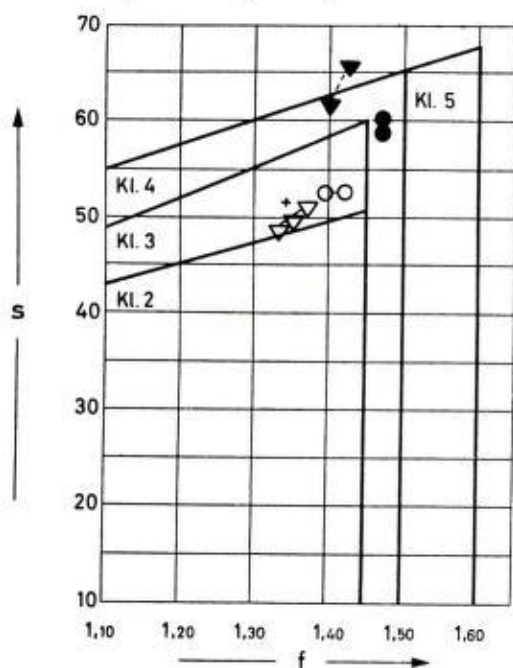
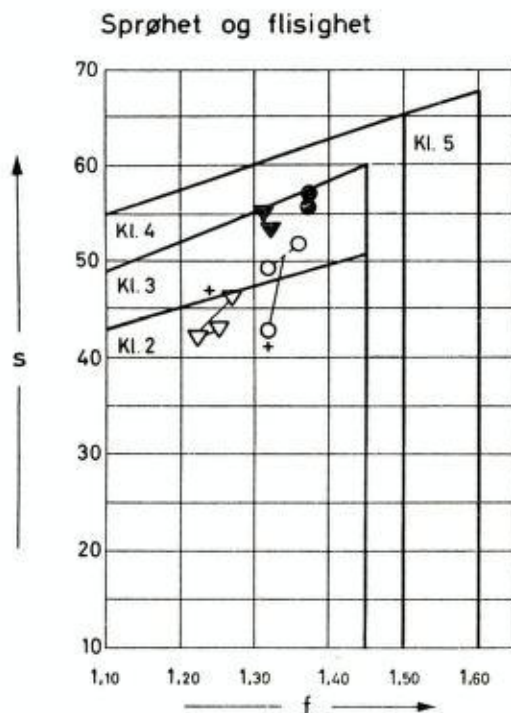


Fig. 5. Finkornet keratofyr, Lia (Bh. 3). Prøve 4064 (borkjerner) – 4065 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

Fig. 6. Trondhemitt, Støren (Bh. 4). Prøve 4066 (borkjerner) - 4067 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.



Sprøhet og flisighet

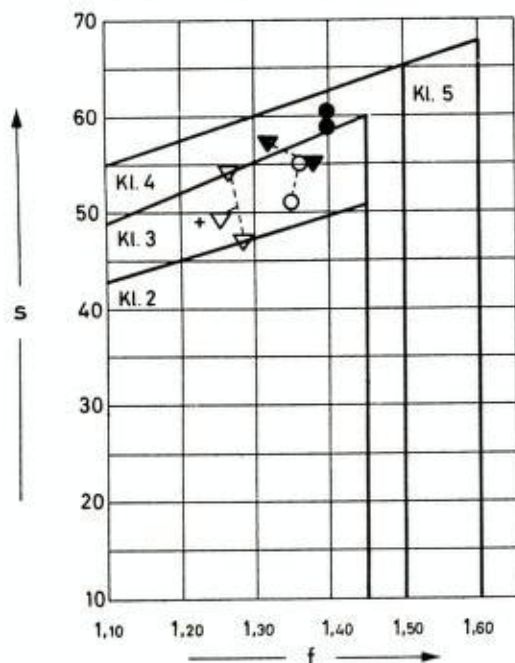


Fig. 7. Trondhemitt, Støren (Bh. 5). Prøve 4068 (borkjerner) - 4069 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

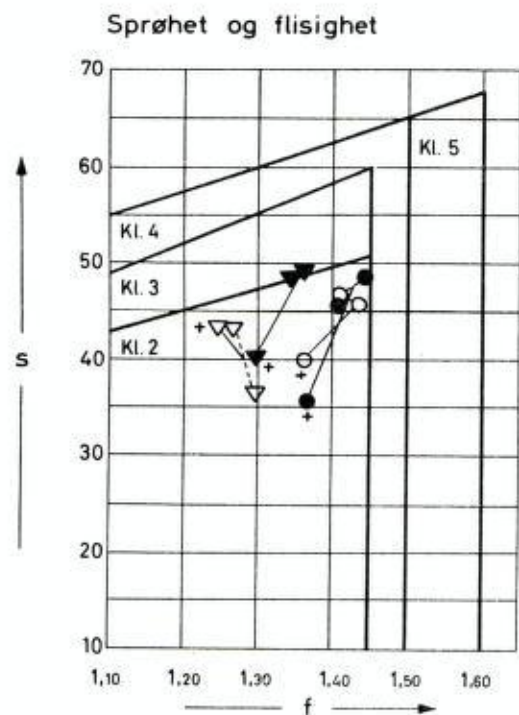


Fig. 8. Trondhjemittisk bergart, Høvringen (Bh. 6). Prøve 4070 (borkjerner) - 4071 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

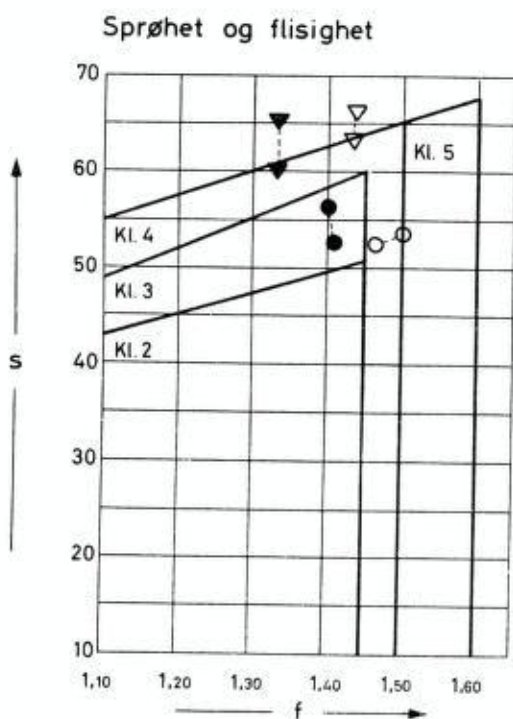


Fig. 9. Trondhjemittisk bergart, Trolle (Bh. 7). Prøve 4072 (borkjerner) - 4073 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

Fig. 10. Kvartsmonzonittisk gneis, Langseter (Bh. 8). Prøve 4074 (borkjerner) - 4075 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

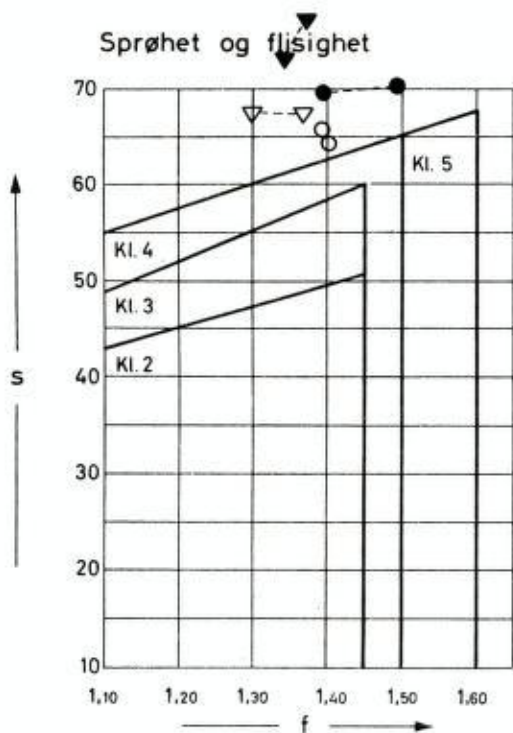
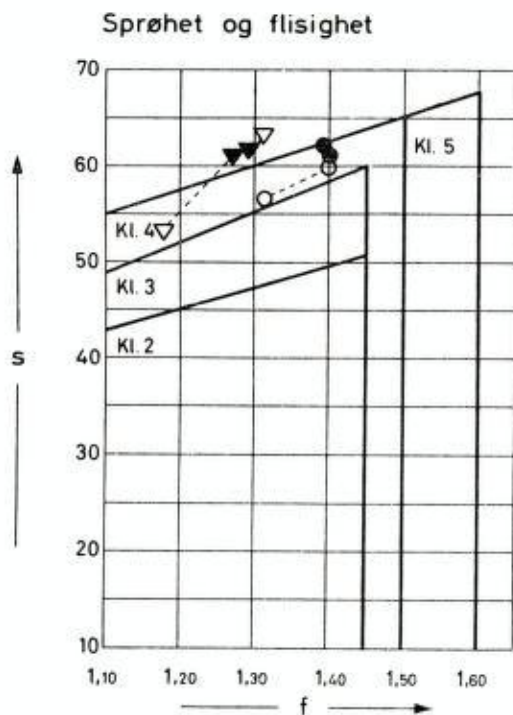


Fig. 11. Rød gneis, Tjønnbakken (Bh. 9). Prøve 4076 (borkjerner) - 4077 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

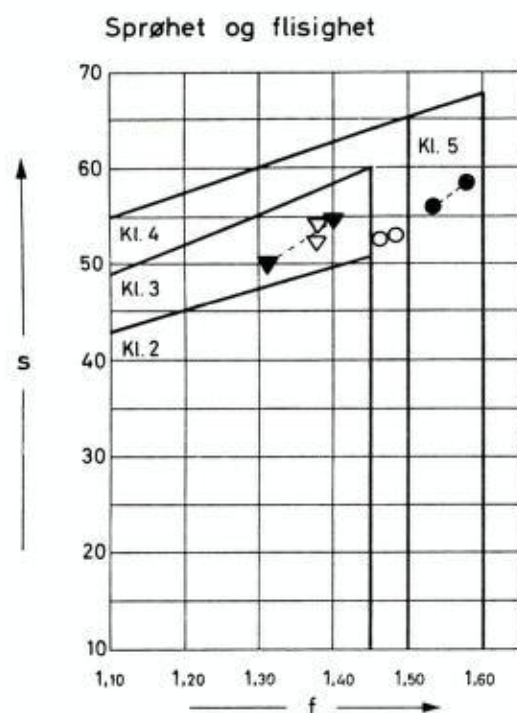


Fig. 12. Amfibolitt, Tjønnbakken (Bh. 10). Prøve 4078 (borkjerner) -4079 (utskutt materiale). Symboler som på fig. 3.

Av de fremkomne data synes det som en bør feste seg ved fraksjon 8 - 11,3 mm. Her er feilmarginen minst, og det er denne fraksjons fallprøvere-sultater som er utslagsgivende ved bedømmelse av asfalttilslagsmateriale.

Hvorvidt det er bergartens krumme overflate eller sjokk som er mest utslagsgivende, er vanskelig å avgjøre. Jøsangs (1967) undersøkelser viser samme tendens som våre. Disse prøvene var ikke utskutt, og bergarten hadde således ikke vært utsatt for sjokk. Om denne ene undersøkelse kan legges til grunn, synes det som den vesentligste årsak til kjernematerialets gode egenskaper er de krumme flatene.

Tabell 2 har også enkelte tall for materiale slått 2 ganger. Grunnlaget her er for dårlig til at en kan trekke noen konklusjoner.

Boringer utført med større kronediameter enn de som er anvendt for det analyserte materiale vil ventelig gi resultater som ligger nærmere de data en får fra utskutte prøver.

LITTERATUR

- Sverdrup, T. L. & Sørensen, E., 1966: Orienterende undersøkelser vedrørende sprøhet og flisighet av bergarter. *Norges geol. Unders.* 247, 39-43.
- Jøsang, O., 1967: Forsøk med fallprøver på nedknust overstein fra naturgneis og på nedknuste borkjerner av fastfjell. *Norsk Vegtidsskrift* nr. 7, 97-101.
- Selmer-Olsen, R., 1949: Prøving av steinmateriale til vegdekker. *Meddelelser fra Vegdirektøren* nr. 12, 187-194.

Tabell 2. Begunstigelse/svekkelse av sprøhet og flisighet for borkjernmateriale i % sett i relasjon til utskutt materiale

Prøve	Lokalitet	Prøve- type	Bergart	Fraksjon	Begunstig- else	Svekkelse	Begunstigelse slått 2 ganger	Svekkelse slått 2 ganger
4060	Lia	Bh 1.	Finkornet grønnstein	Flisighet 8 -11,3 mm	6,08 %		4,2 %	
4061	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	6,52 %			2,3 %
4062	»	Bh 2	»	Sprøhet 8 -11,3 mm	4,34 %			0,8 %
4063	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	6,48 %		1,1 %	
4064	Lia	Bh 3	Kvartskeratofyr	Flisighet 8 -11,3 mm	4,76 %			
4065	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	5,63 %			
				Sprøhet 8 -11,3 mm	10,36 %			
				» 11,3-16 mm	23,94 %			
4066	Storen	Bh 4	Trondhjermitt	Flisighet 8 -11,3 mm	2,88 %			
4067	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	6,72 %			
4068	»	Bh 5	»	Sprøhet 8 -11,3 mm	10,52 %			
4069	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	15,91 %			
4070	Høvringen	Bh 6	Trondhjermittisk	Flisighet 8 -11,3 mm	0,7 %		0,0 %	0,0 %
4071	»	utskutt	bergart	» 11,3-16 mm	5,2 %			
			Trondhjermittisk	Sprøhet 8 -11,3 mm	1,92 %		3,8 %	11,5 %
			bergart	» 11,3-16 mm	18,44 %			8,7 %
4072	Trolla	Bh 7	Trondhjermittisk	Flisighet 8 -11,3 mm		5,0 %		
4073	»	utskutt	bergart	» 11,3-16 mm		7,5 %		
			Trondhjermittisk	Sprøhet 8 -11,3 mm	2,4 %			
			bergart	» 11,3-16 mm		2,8 %		
4074	Langseter	Bh 8	Kvartsmonzonittisk	Flisighet 8 -11,3 mm	2,86 %			
4075	»	utskutt	gneis	» 11,3-16 mm	3,88 %			
			Kvartsmonzonittisk	Sprøhet 8 -11,3 mm	5,35 %			
			gneis	» 11,3-16 mm	5,24 %			
4076	Tjønnbakken	Bh 9	Rød gneis	Flisighet 8 -11,3 mm	3,47 %			
4077	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	2,21 %			
				Sprøhet 8 -11,3 mm	6,72 %			
				» 11,3-16 mm	10,71 %			
4078	Tjønnbakken	Bh 10	Amfibolitt	Flisighet 8 -11,3 mm	5,77 %		1,4 %	
4079	»	utskutt	»	» 11,3-16 mm	6,67 %		2,8 %	
				Sprøhet 8 -11,3 mm				
				» 11,3-16 mm				

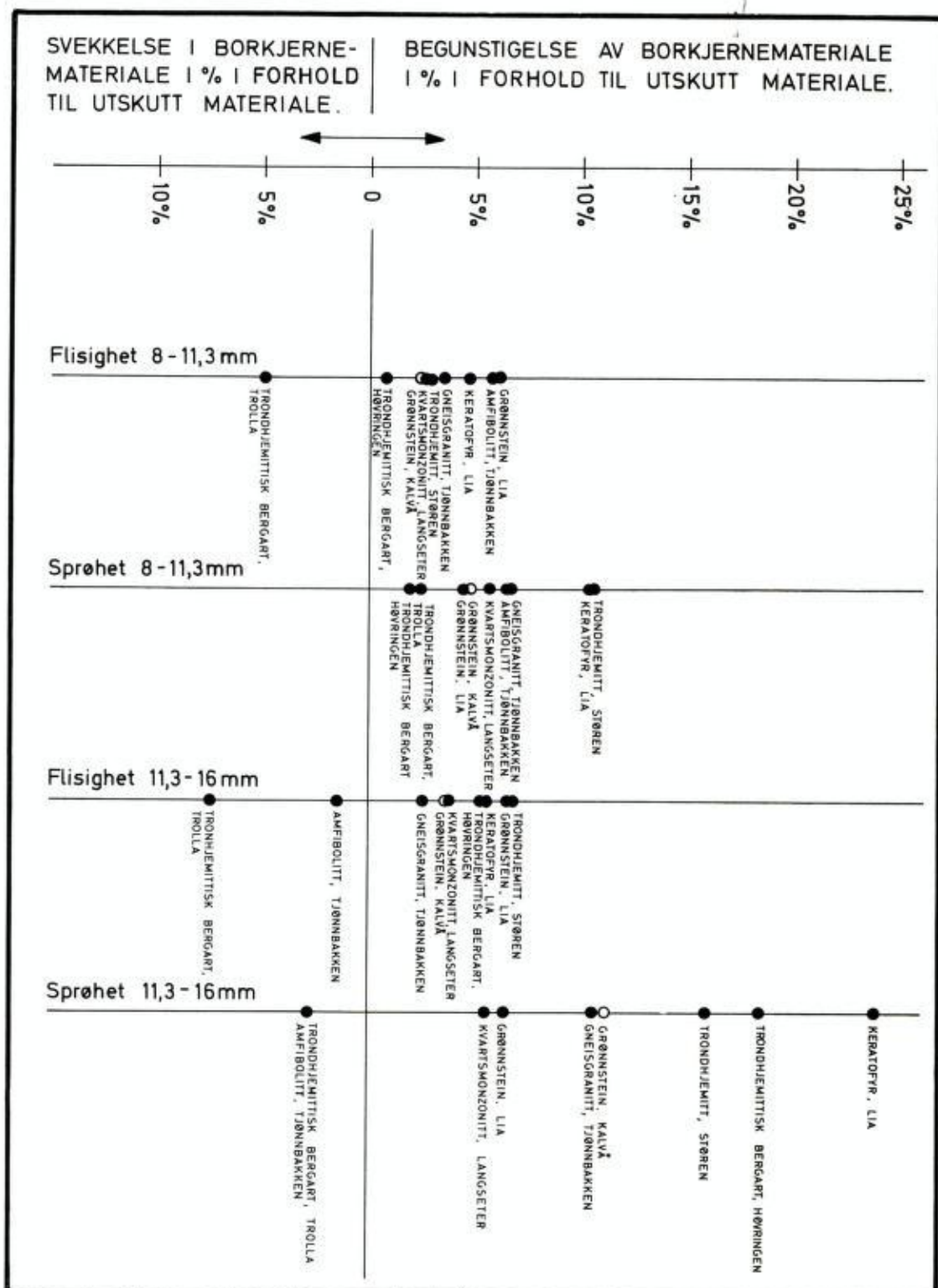


Fig. 13. Prosentvis svekkelse/begunstigelse av borkjernemateriale i forhold til utskutt materiale.