

66
saksbehandler: Ivar Horvli

KLASSIFISERING AV STEINMATERIALER

Del 6: Tolking av fallprøveresultat

Prosjekt:P388

Oppdrag : Ud 453 A

Rapport nr. 2

Dato:11.11.85

IH/KA/TO

Revidert 17.09.86

INNHold: SAMMENDRAG

I INNLEDNING

II REVISJONSFORSLAG

- 1 Laboratorierutiner
- 2 Krav til sprøhet og flisighet
 - 2.1 Alternativ A
 - 2.2 Alternativ B
 - 2.3 Kommentar
- 3 Bruk av sprøhet og flisighet ved produksjonskontroll
 - 3.1 Gjelder alternativ A og B
 - 3.2 Gjelder alternativ B
 - 3.3 Kommentar
- 4 Sprøhetstall S_2 mm
 - 4.1 Metode
 - 4.2 Kommentar
- 5 Bergartsklassifisering
 - 5.1 Metode
 - 5.2 Kommentar
- 6 Begrensninger
- 7 Andre metoder

VEDLEGG

- Bilag 1: Sprøhet-flisighetsdiagram
- Bilag 2: Tabell for krav til steinklasse
- Bilag 3: Materiale <2 mm mot sprøhet
- Bilag 4: Bergartsgrupper

KLASSIFISERING AV STEINMATERIALER
DEL 6: TOLKING AV FALLPRØVERESULTAT

SAMMENDRAG

Sammendrag

Rapporten omfatter forslag til endringer ved tolking og bruk av data fra fallprøvetesten. Rapporten legger fram to alternative forslag til tolking av fallprøvedata, alternativ A og B.

I alternativ A normaliseres alle sprøhetstall til flisighet $f = 1,40$ eventuelt $f = 1,45$. I stedet for krav til steinklasse, settes det her krav til sprøhet ved $f = 1,40$ og krav til flisighet hver for seg. I alternativ B beholdes det gamle klassesdiagrammet, men bruken av fallprøvedata beskrives og spesifiseres på en bedre måte enn før.

Nedknusing under 2 mm foreslås benytta som en hjelpeparameter etter modell fra vegkontoret i Nordland. Fallprøvetesten må alltid ses i sammenheng med en bergartsklassifisering fra forekomsten. Det benyttes en inndeling av bergartskorn i grupper etter antatt styrke i stedet for etter bergartsnavn (NGU). Det er også gitt veiledende maksimalverdier for andel svake og meget svake korn avhengig av bruksområde.

Fallprøvetesten anvendes ikke for materialer med stor andel svake bergarter (>40 %) og svært høye abrasjonsverdier (>0,70). Ved pakningsgrad III forkastes fallprøveresultatet.

I INNLEDNING

Prosjekt "Klassifisering av steinmaterialer" ble starta opp på et møte i Trondheim den 9.febr. 1982. Deltakere i prosjektet er Veglaboratoriet (prosjektansvarlig), fem vegkontor og fem laboratorier utenom Vegvesenet. Dessuten er VTI i Sverige med på deler av prosjektet.

Prosjektet er delt i 6 underprosjekt, og det er utarbeidd delrapporter for hvert underprosjekt. Bilag 1 viser en oversikt over emner innafor prosjektet og rapporter som er kommet til nå.

II REVISJONSFORSLAG

1 Laboratorierutine

- Ved fallprøvetesten benyttes fraksjon 8,0-11,2 mm som standard

Begrunnelse: . størst erfaringsgrunnlag
 . minst spredning
 sprøheten er avhengig av fraksjon
 . (kornstørrelse)

- En prøve består av 3 paralleller (og 1-2 omslag)
 I tillegg tas flisighet på fraksjon 1:-16 mm
- Prøvemengden bestemmes ved volummåling?
 . nærmere undersøkelse

2 Krav til sprøhet/flisighet

2.1 Alternativ A:

- - - - -

Alle sprøhetstall refereres til omregna verdier ved flisighet $f = 1,40$ etter sammenhengen $s = s_r - k (f_r - 1,40)$. eventuelt ved $f = 1,45$: $s = s_r - k (f_r - 1,45)$ se fig. 2.1 - 2.3. Omregna sprøhetstall benyttes også i kombinasjon med andre parametre, f.eks. $S_a = A_{br} / \sqrt{s}$.

K er en bergartsfaktor som kan variere fra 20 til 200. For de fleste erutive og metamorfe bergarter og for de fleste grusforekomster er k tilnærma lik 70.

Det foreslås følgende krav til omregna sprøhet og flisighet:

- forsterkingslag: grus $s < 60$ $f < 1,60$ (50% lab.knust)
- . kult, sprengstein $s < 60$ - (100% lab.knust)
- bærelag. Ap, Fp, Vm
Ag (ADT >5000)
 $s < 60$ $f < 1,50$
- . Pp
As (ADT <5000)
Ag (ADT <5000) $s < 60$ $f < 1,60$
- dekker . Agb II $s < 60$ $f < 1,60$
- . Ab, AgbI, Ma, Alg,
Og, grus
 $s < 60$ $f < 1,50$
- . overflatedekker
ved ADT <2000 $s < 60$ $f < 1,45$
ved ADT >2000 $s < 50$ $f < 1,45$
- . Ab(ADT >6000), Top (ADT > 3000), Alg (ADT > 1000)
Og(ADT > 400) $s < 50$ $f < 1,50$
- . dekketyper med spesielt store krav til
slitasjemotstand:
 $s < 40$ $f < 1,45$

2.2 Alternativ B

Den gamle inndeling i steinklasser beholdes, men tolkinga av fallprøveresultatet presiseres nærmere, kfr. kommentar i det etterfølgende.

2.3 Kommentar

- Alternativ A og B

Fallprøve på laboratorieknust materiale (kfr. håndbok -014) gir en pekepinn om forventa sprøhet og flisighet ved produksjon i felt.

- . Verdiene fra det knuste materialet tilsvarer det som normalt kan oppnås i et ordinært to-trinns knuseverk i felt.
- . Verdiene fra omslaget tilsvarer det beste resultatet som kan oppnås ved maksimal kubisitet f.eks. i hammerslagknuser.

- Alternativ A

Vi vet at sprøhetstallet vanligvis øker med flisigheten. Flisighetsavhengigheten er forskjellig for ulike bergarter, men ligger ofte omkring $s/\sqrt{f} = 70$ for mange norske bergarter. Anta nå at materialets fundamentale mekaniske egenskaper (styrke) er uavhengig av kornform. Da vil linjer med helling $k=70$ representere likeverdige materialer i s-f diagrammet. De skrå linjene i vårt steinklassediagram tilsvarer imidlertid ikke s-f sammenhenger for bergarter. Linjene markerer grenselinjer for dekketilslag som har fungert tilfredsstillende ved ulike trafikkbelastninger.

Med utgangspunkt i disse to settene av sammenhenger, s-f linjer for bergarter og grenselinjer for funksjonsdyktighet har vi i pkt. 2.1 Alternativ A konstruert et nytt diagram der s-f sammenhenger for bergarter er tilpasset det opprinnelige steinklassediagrammet kfr. bilag 1. De nye "steinklassene" som er innført er identisk med de gamle ved $f=1,40$, men avviker noe ved $f=1,40$. Avviket øker med økende/minkende flisighet i forhold til 1,40. I et normalt flisighetsintervall $f=1,30 - 1,50$ er imidlertid avvikene små i forhold til fallprøvemethodens feilkilder, $\Delta s = 5-7$. I bilag 1 er aktuell sektor for normale s-f verdier også skissert.

Kravene i Alt. A 1 er i realiteten en omskriving av det gamle diagrammet referert til $f=1,40$ som omtalt over, kfr. bilag 1 og 2. Alternativ A2 med de samme sprøhetskrav referert til $f=1,45$ er noe strengere enn A1. Momenter som teller i positiv (+) og negativ (-) retning ved alternativ A er:

- + "Trippelpunktene" der ulike klasser (f.eks. 2, 3, 5) møtes, unngås.
- + Avstanden mellom de ulike krav til sprøhet er mer i samsvar med fallprøvemethodens nøyaktighet. (Den gamle klasse 4 er svært snever).
- + Det skilles mellom materialavhengige egenskaper (s ved $f=1,40$) og produksjonsavhengige egenskaper (f). Dette er en styrke ved vurdering av ulike materialforekomster og ved vurdering av tiltak ved produksjon.
- + Metoden gir mer entydig rangering av materialkvaliteter.
- + I forslaget til nye krav er det innført skjerpede krav til sprøhet der det stilles spesielt store krav til materialstyrke. (Den gamle klasse 2 spenner over et svært stort område.)
- Klasseinndelinga er ikke direkte basert på data fra forsøksveger.
- Det er ikke tatt hensyn til endringer i trafikkpåkjenning fra tiden da det opprinnelige klassediagrammet ble konstruert (64).

- Alternativ B

Steinklasse 2-4 er en gradering etter økende sprøhetstall, mens steinklasse 5 i hovedsak stiller krav til flisighet. Dette innebærer at klasse 5 ikke nødvendigvis er dårligere enn klasse 4. Rangeringa her er avhengig av om sprøhetskravet eller flisighetskravet er overordna. Overgangen fra kl. 2 til kl. 5 oppfattes ofte feilaktig som en overgang mellom "beste" og "dårligste" klasse. Et materiale med relativt lavt sprøhetstall i klasse 5 vil opplagt ha bedre mekaniske egenskaper med hensyn til nedknusing og muligens også med hensyn til slitestyrke (abrasjon) enn et materiale i klasse 4.

Momenter som teller i positiv (+) og negativ (-) retning er: ved alt. B

- "Trippelpunktene" der tre ulike klasser møtes, beholdes.
- Sektor for klasse 4 er snever i forhold til metodens nøyaktighet.
- + Metoden gir en mer presis beskrivelse en før av hvordan fallprøvedata kan benyttes.
- + Metoden er direkte basert på data fra forsøksveier.
- Det er ikke tatt hensyn til endringer i trafikkpåkjenning fra tida da klassediagrammet ble konstruert (64).

3 Bruk av sprøhet og flisighet

3.1 Gjelder alternativ A og B

- Ved knusing i felt vil en kunne oppnå ulik flisighet avhengig av knuseprosessen. Knusetype, antall trinn, spalteåpning, knusehastighet m.m. vil virke inn på produktets flisighet. Det er viktig å være klar over at materialet er mest kubisk i fraksjonene som utgjør hovedtyngden av produksjonsvolumet.
- Ved produksjonskontroll benyttes materiale knust i felt til fallprøver (fraksjon 8,0 - 11,3 mm). Dersom fraksjon 8,0 - 11,3 mm utgjør mindre enn 10% av produktets kornkurve eller produktets øvre nominelle grense er over 22 mm, anses ikke denne fraksjon representativ for materialet. Det skal da velges en annen fraksjon (alternativt to fraksjoner) som tilsvarer minst 10% av kornkurve. Flisigheten skal her tilfredsstillende vegnormalenes krav. Aktuelle fraksjoner for flisighetsbestemmelse er: 8.0-11.3, 11.3-16.0, 16.0-22.6, 22.6-32.0, 32.0-45.2, 45.2-64.9
- For forsterkningslag av naturgrus bedømmes materialstyrken ut fra fallprøve på laboratorieknust materiale i fraksjon 8,0-11,3 mm.

3.2 Gjelder alternativ B:

Dersom det er dokumentert at det kan oppnås tilfredsstillende steinklasse ved skjerpa krav til flisighet, kan dette flisighetskravet legges til grunn ved produksjonskontroll. Ved forundersøkelser må en imidlertid være klar over at flisighetstall nær omslagsverdien vanligvis bare kan oppnås med helt spesielt knuseutstyr (hammerslagsknuser) og optimal produksjon.

3.3 Kommentar

Hovedideen bak utvelgelsen av ulike fraksjoner til mekanisk prøving/flisighetsbestemmelse er at prøven skal utgjøre en viss andel av produktets kornkurve. Prøven skal dessuten ligge relativt sentralt eller i øvre del av den aktuelle materialfraksjonen, siden grovfraksjonen har mest innflytelse på materialets styrke (dekketilslag, bærelag).

Forsterkingslagsmateriale av naturgrus går ofte opp i svært grove fraksjoner, f.eks. 0-150, 0-200 mm. Her velges å utføre analyse på laboratorieknust materiale (50% lab.knust, 50% uknust) som tidligere. Prøven blir da representativ for grusmaterialet i fraksjon 0- 100 i og med at laboratorieknuseren tar med stein opp til ca 100 mm.

4. Sprøhetstall s_2 mm

4.1 Metode

Nedknusing under 2 mm ved fallprøvetesten, s_2 benyttes som en hjelpeparameter ved vurdering² av mekanisk styrke. Etter en metode fra Veglaboratoriet i Nordland defineres nedknusingen under 2 mm som lav/normal/høy etter begrensningsslinjer som vist i bilag 3.

4.2 Kommentar

Særlig for materialer i steinklassenes grenseområde kan dette være til støtte for vurdering av mekanisk kvalitet.

5. Bergartklassifisering

5.1 Metode

De ulike bergarter grupperes etter antatt slag (sprøhet) og ripemotstand etter en gruppeinndeling foreslått av NGU, se fig. 5.1, bilag 4. Bergartsklassifiseringen foretas vanligvis i samme fraksjon som fallprøvetesten eller i fraksjon 8-16 mm.

Veiledende maksimalgrenser for andel svake/meget svake korn (gruppe 3 og 4 etter NGU's modell):

- forsterkingslag < 30-35 %
- bærelag < 20-25 %
- dekker < 10-15 %

5.1 Kommentar

Bergartsanalyser fra forekomsten bør alltid foreligge i tilknytning til fallprøvetesten.

For bærelag og forsterkingslag er de foreslåtte grensene basert på en del data fra mekanisk stabiliserte materialer. For dekker er grensen en skjønnsmessig tilpassing av NGU's modell til det gamle kravet om < 10 % fyllitt/glimmer.

6. Begrensninger

Fallprøven anvendes ikke ved:

- andel svake/meget svake bergartskorn > 40 %
- abrasjonsverdi > 0,70
- pakningsgrad III

Los Angeles test kan alternativt benyttes.

6.1 Kommentar

Dersom et av de to første punktene er oppfylt, antas materialet uegna til vegoverbygning, selv om fallprøven ikke avslører dette.

Ved pakningsgrad III anses dempingseffekten for stor til at fallprøvetesten gir et reelt bilde av materialkvaliteten, selv om det korrigeres for pakning.

7. Andre metoder

Fallprøven inngår som en av flere tester for kvalitets-
vurdering av steinmaterialer. De enkelte parametres
betydning og samspill er ennå under utforskning. Nye
prøvmetsmetoder er stadig under utvikling.
Aktuelle parametre er:

- Abrasjonsverdi, Abr
 - . klasseinndeling: meget god Abr. < 0,35
 - god Abr. = 0,35-0,55
 - svak Abr. > 0,55
 - . ingen spesifiserte krav i dag.
- Slitasjeverdi $S_A = Abr \sqrt{s}$
 - . krav for Ab : $S_A < 3,0$
- Trøggerverdi
 - . ingen spesifiserte krav i dag

For dekketilslag vil sannsynligvis en eller flere av de nyeste slitasjetestene få overordna betydning i forhold til fallprøvetesten som alene viser dårlig samsvar med piggedekkslitasje.

Symbolforklaring,

Nye krav (A) med inntegna s-f linje

Normalt område for de fleste norske grus og pukkmaterialer

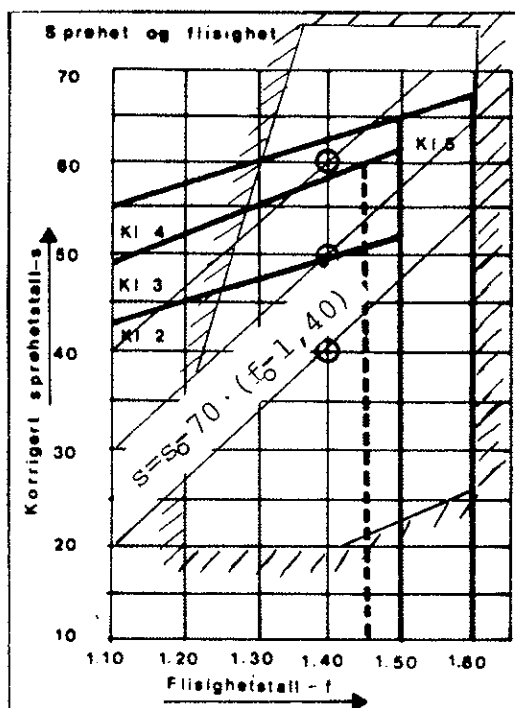


Fig. 2.1 Alternativ A1
og alternativ B

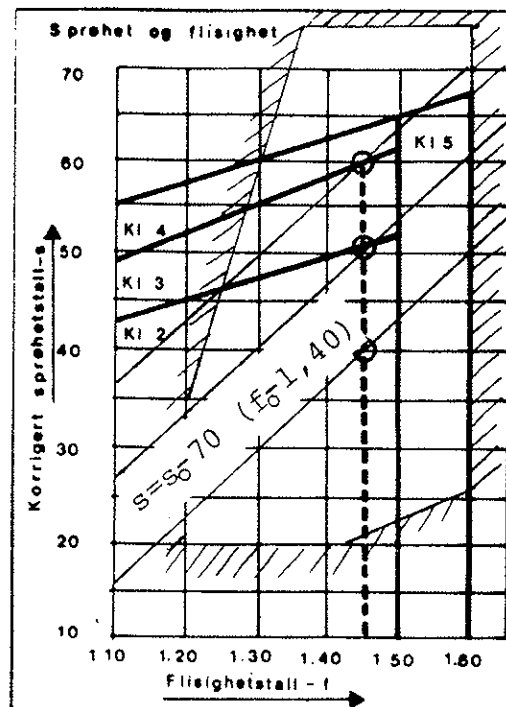


Fig. 2.2 Alternativ A2
og alternativ B

TABELL 1: BRUKSOMRÅDE ETTER STEINKLASSE

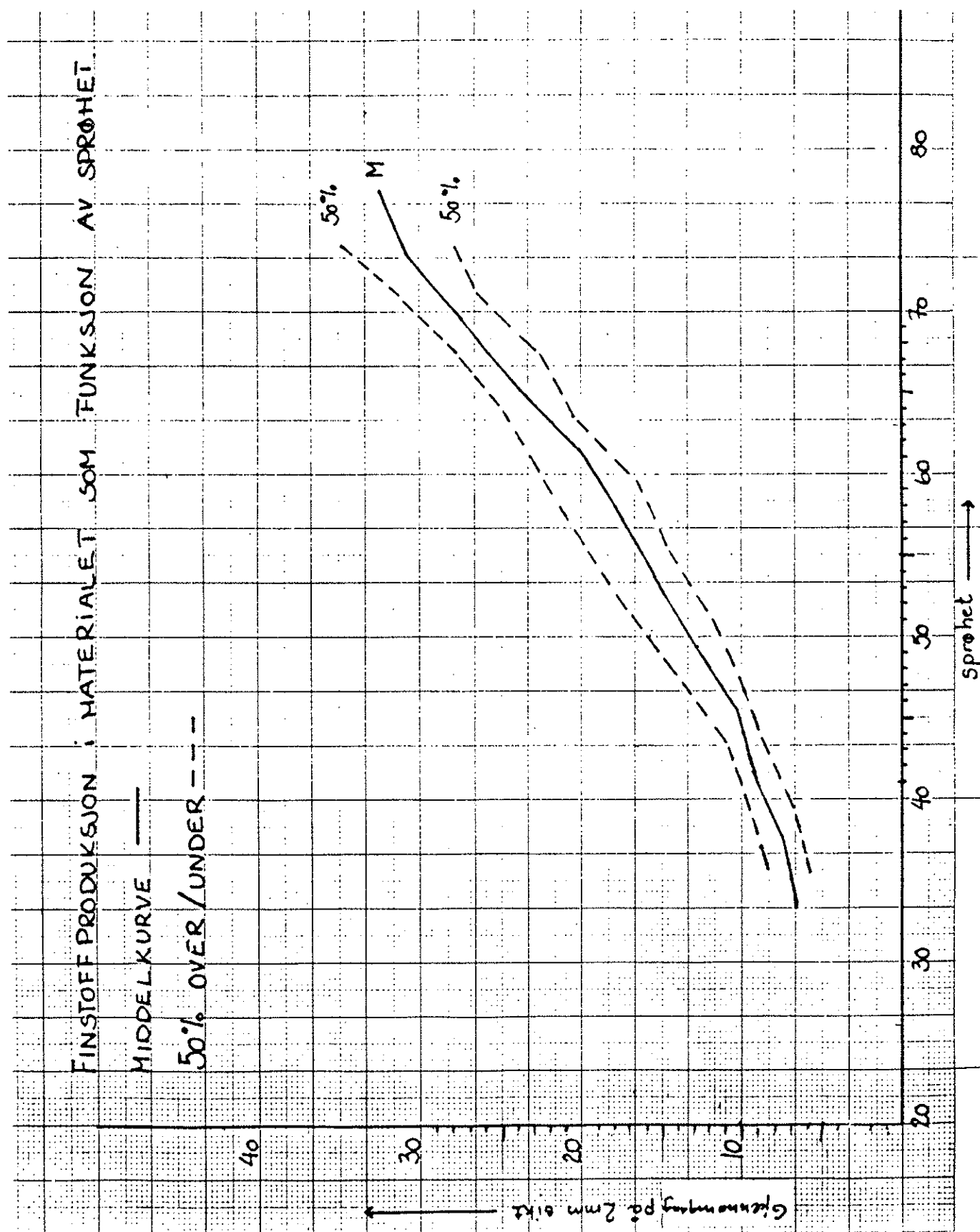
***:Maksimal sprøhet ved h.h.v. f=1,40 og (f=1,45)

Justert A	Døens krav B	f	s	kl	ADT	Bruksområde			Merknader
						Vegdekkel)	Bærelag	Forsterkningslag	Filterlag
50	1,5	50	(51)	2	>6000 >3000 1000-2000 400-1000	Sta Top Alg Og			I tillegg kan steinklasse 2 brukes til alle de bruksområder som er angitt for steinklasse 3, 4 og 5.
60	1,5	58	(60)	3	>15000 <10000 < 3000 < 2000 > 2000 1000-2000 < 1000 < 400 < 200	Eo Do Ab Eog,Dog Alg Og Grusdekke	Ap Vm,Fp		I tillegg kan steinklasse 3 brukes til alle de bruksområder som er angitt for steinklasse 4 og 5.
	1,5	63	(64)	4	> 5000 1000-3000 < 1000 <15000 < 500	AgbI Eog,Dog	(As)Ag Ap Vm,Fp		I tillegg kan steinklasse 4 brukes til de bruksområder som er angitt for steinklasse 5.
60	1,6	65	(61)	5	< 5000 < 1000	AgbII	As, Ag ** Pp,Cp,Cg	Sand Grus Kult Sprengt stein	* Må være forvittringsbestandig ** Må tåle komprimering

Abrasjonsverdi, cm ³	Klassifisering
< 0,35	Meget god
0,35-0,55	God
> 0,55	Svak

1) For slitestyrke mot piggedekkslitasje tas i tillegg til steinklasse også hensyn til abrasjonsverdien når trafikkmengden er større enn ÅDT 2000: →

Fig.2.3 Bruksområde etter steinklasse, gamle (B) og omarbeidde (A) krav.



Figur 4.1 Finstoffproduksjon (s_2) som funksjon av sprøhet (S_g)

GRUPPE	BESKRIVELSE
STERKE KORN (gruppe 1)	Finkornige, homogene bergarter med lavt innhold av bløte mineraler. Gruppen vil ofte inneholde følgende typer: Kvartsitt, kvartskorn, ulike typer gabbro, amfibolitt, ripeharde grønnsteiner og sandsteiner, granitt, dioritt og lavfoliert granittisk gneis. Generelt: Høy ripemotstand og lav sprøhet. (Abr. < 0,35 s < 40)
MINDRE STERKE KORN (gruppe 2)	Middels- til grovkornete bergarter nevnt under gruppe 1. Andre eksempler kan være migmatitt og ripeharde skifre. Generelt: Høy ripemotstand og middels sprøhet. (Abr. = 0,35-0,55 s = 40-50)
SVAKE KORN (gruppe 3)	Bløte og/eller anisotrope bergarter som glimmerrike skifre, bløt grønnstein/grønnskifer, fyllitt, umetamorf kalkstein, glimmerrik gneis, og delvis forvitrede fragmenter av bergarter nevnt i gruppe 1 og 2. Generelt: Lav ripemotstand og middels eller høy sprøhet. (Abr. > 0,55 s = 50-70)
MEGET SVAKE KORN (gruppe 4)	Bergartsfragmenter som lar seg knuse mellom fingrene. Eksempler kan være gjennomforvitrede korn og meget bløte skifre som alunskifer og liknende. Generelt: Lav ripemotstand og høy sprøhet.

Mineralkornstørrelse:

Finkornet	= Korndiameter mindre enn 1,0 mm
Middelskornet	= Korndiameter mellom 1,0 og 5,0 mm
Grovkornet	= Korndiameter større enn 5,0 mm

Fig. 5.1 Inndeling av bergartskorn etter forventet brukskvalitet for mekanisk stabiliserte bærelag og lituminøse dekker.