

VEGKONTORET I SØR-TRØNDELAGE

BRUK AV BORKAKS
FRA FULLPROFILBORING
I VEGOVERBYGNING

Rapport 8190.01 Trondheim, 26. jan. 1983



Utarbeidet av
A/S GEOTEAM
Trondheimskontoret

VEGKONTORET I SØR-TRØNDELAG

BRUK AV BORKAKS
FRA FULLPROFILBORING
I VEGOVERBYGNING

26. JANUAR 1983

INNHold

Sammendrag	Side 2
Innledning	" 3
Borkaks fra fullprofilboring	" 3
<u>Siktekurver</u>	" 3
<u>Sprøhet og flisighet</u>	" 4
<u>Vanninnhold</u>	" 6
<u>Mineralogiens betydning</u>	" 7
Borkaks i forsterkningslaget	" 7
Borkaks i bærelaget	" 9
<u>Mekanisk stabilisert borkaks</u>	" 9
<u>Sementstabilisert borkaks</u>	" 9
<u>Bitumenstabilisert borkaks</u>	" 10
Borkaks fra prosjektert vegtunnel ved Malvik	" 10
Videre undersøkelser	" 12

VEDLEGG OG TEGNINGER

- Vedlegg 1: Referanser
Vedlegg 2: Klassifisering av steinmaterialer
Vedlegg 3: Kornfordeling for materialer med 1 m kap. stighøyde
Vedlegg 4: Grensekurver for sementstabilisert materiale
Vedlegg 5: Laboratorieresultater fra bergartsprøver, Malvik

- Tegning 8190-1: Siktekurver av borkaks
Tegning 8190-2: Bilder av borkaks

SAMMENDRAG

Det er foretatt en forstudie om bruk av borkaks fra fullprofil-borede tunneler i vegoverbygning. Det finnes svært få undersøkelser som gir noen støtte for vurderingene slik at det er lagt mest vekt på å belyse faktorer som er av betydning. Det er et stort behov for videre undersøkelser.

Tilgjengelige kornkurver viser at borkaks hovedsaklig har korn i grusfraksjonen, men at det ofte er flere vektprosent materiale mindre enn 20 μm . Særlig de groveste fraksjonene har en karakteristisk bladig kornform.

Man antar at sprøhetstallet ligger høyere for testmateriale fra borkaks enn for materiale hentet fra blokker (f. eks. sprengt stein). Årsaken til dette er trolig riss som dannes i borkakset under boring. Kornene blir dessuten gjerne bladige og tildels langstrakte på grunn av at avstanden mellom meiselskjærene gjerne er flere ganger så stor som inntrengningen pr. omdreining av borhodet. Fullprofilboring av større tverrsnitt foretas dessuten for det meste i svake bergarter. Sammen med høy flisighet og sprøhet kan dette forårsake en knusning under utlegging og trafikkbelastning som kan føre til at materialet blir telefarlig.

Bare borkaks fra sterke bergarter kan uten bearbeiding benyttes i forsterkningslaget. For de aller fleste av de bergartene som til nå er fullprofilboret i Norge, ville borkakset trenge kubisering og sikting for å kunne vært anvendt i forsterkningslaget.

Mekanisk stabilisert borkaks vil ikke tilfredsstille kravene til bærelag uten forutgående knusing og sikting. Borkaks vil også i de fleste tilfellene trenge forbedring både av kornkurve og sprøhet og flisighet for å kunne benyttes som sementstabilisert materiale. Dersom borkakset skal stabiliseres med bitumen, stilles enda strengere krav til steinmaterialet. Dette gjør at enten kornkurve eller steinklasse alltid vil kreve forbedring.

Laboratorietester på bergartsprøver fra Malvik viser at borkakset fra disse bergartene må knuses og siktes før bruk i overbygningen, men at det da trolig kan benyttes både i forsterkningslaget og bærelaget.

INNLEDNING

A/S Geoteam er engasjert av Vegkontoret i Sør-Trøndelag, for å vurdere anvendelsesmulighetene for borkaks fra fullprofil-borede vegtunneler. Rapporten gir en generell diskusjon av bruk av borkaks i vegkroppen. Det er også tatt med et avsnitt som omhandler den prosjekterte vegtunnelen på E6 ved Malvik spesielt.

BORKAKS FRA FULLPROFILBORING

Siktekurver

Til nå er det ikke foretatt noen systematiske og grundige undersøkelser av borkaks fra borede tunneler. Det som foreligger er stikkprøver, og det er for eksempel ikke klarlagt om det kan forekomme store, lokale variasjoner i siktekurvene. Våre vurderinger er gjort på grunnlag av 19 sikteprøver fra 13 forskjellige anlegg. På tegning 8190-1 har vi presentert det vanlige variasjonsområdet for kornfordelingskurver av borkaks fra fullprofilboring. På tegning 8190-2 er det vist bilder av borkaks fra to anlegg. Vi har dessuten tatt med en del kurver for borkaks hentet fra anlegg med bergarter som er vanlige i Norge, og der det er benyttet moderne maskiner med høy matekraft og stor meiselsporavstand.

Bredden på de groveste kornene vil sjelden overstige 10 cm (maksimal meiselsporavstand), mens lengden kan komme opp i ca 20 cm. Lengden av kornene kommer imidlertid ikke med hverken i siktekurvene eller i flisighetstallet. Tykkelsen av de groveste kornene blir sjelden mer enn halve bredden, men typisk omkring $1/4 - 1/3$ av bredden. I oppsprukket fjell kan større blokk forekomme i det kutterne river disse løs.

I diagrammet på tegning 8190-1 har vi utvidet det vanlige variasjonsområdet for kornfordelingskurvene i forhold til det som er presentert i prosjektrapport 1 - 76[1]. Tunnelbormaskinene

hadde før ca 1975 liten matekraft og meiselsporavstand, og dette førte til mindre maksimal kornstørrelse og jevnere fraksjonering. Disse kornkurvene plotter derfor i øvre del av variasjonsområdet.

Nyere maskiner, med matekraft mellom 18 og 20 t/ring og meiselsporavstand fra 7,5 til 10 cm, gir høyere maksimal kornstørrelse og større andel av grovt materiale (> 2 mm). Vi har derfor angitt et nedre variasjonsområde som må antas å være mer representativt for tunneler som vil bli boret i framtiden. Med hensyn til telefarlighet viser kornkurvene i nedre område et innhold av materiale $< 20 \mu\text{m}$ mellom 0 og 6%. Etter de vanlige klassifiseringreglene betyr det at borkaks ofte har en telefarlighetsklasse T2. I senere kapitler er det vurdert hvordan komprimering av materialet og mineralogien kan ha innvirkning på telefarligheten.

Sprøhet og flisighet

Det er heller ikke på dette området foretatt systematiske undersøkelser, men vi har nedenfor satt opp fire punkter som må ha betydning for sprøheten og flisigheten bestemt på borkaks. Man skal være klar over at det er borkaks som produkt som er omtalt, og ikke utgangsmaterialet, dvs. fjellet.

- Kornformen på borkaks kjennetegnes ved bladige korn. Dette skyldes måten borkakset produseres på. I meiselsporene pulveriseres fjellet, mens de slake ryggene som dannes mellom meiselsporene skaller av etter riss som dannes med relativt liten vinkel til stoffen. I de største fraksjonene er kornene utpreget stenglige.

Den flate formen på kornene uttrykkes godt ved flisigheten (se vedlegg 1), mens stengligheten bare delvis kan uttrykkes ved hjelp av denne parameteren.

- Ved den knuseprosessen som skjer under eller foran rullemeislene, dannes det også en del mindre riss som ikke gir brudd, men som

kan gjenfinnes i borkakset. Betydningen av slike riss skal ikke overvurderes, men det er sannsynlig at borkaks inneholder flere slike svekkelsesriss pr. volumenhet enn tilsvarende fraksjoner av sprengt stein.

- Før de vanlige laboratorietestene for sprøhet og flisighet, går materialet som er større enn 11,2 mm gjennom en kjefteknuser for produksjon av materiale mellom 11,2 og 8 mm. Under denne knusingen skjer det både en kubisering og en oppdeling av kornene der mange av bruddene må antas å gå etter svakhetsflater i bergartsmaterialet. Disse svakhetsflatene finnes enten i bergarten fra før, for eks. i form av skiffrighetsstikk, eller de er dannet som riss under utboringen i tunnelen.
- Vurdert ut fra de påkjennningene som fjellet utsettes for under boring, antar vi at de grovere fragmentene i borkakset representerer det sterkeste materialet. Siden det er denne fraksjonen som benyttes i fallprøven, vil overrepresentasjonen av sterke bergartskorn bli større når vi tester på borkaks enn når vi tester på vanlige prøver av sprengstein.

De første to punktene som er nevnt ovenfor, gjør at sprøhets- og flisighetstallet for borkaks vil bli høyere enn de verdiene som oppnås på materiale hentet fra blokker i den samme bergarten. De siste to punktene gjør at selve testprosedyren favoriserer borkaks i forhold til for eks. sprengstein som utgangsmateriale. Borkaksets egentlige sprøhet og flisighet vil derfor ventelig være større enn laboratorieresultatene viser. Sammenfattet kan man si at borkaks generelt vil ha

- høy flisighet
- stor sprøhet
- større innhold av stenglige korn enn flisighetstallet tilsier
- større flisighet og sprøhet i det opprinnelige materialet (borkaks) enn de sprøhets- og flisighetstall som vanlige undersøkelsesmetoder gir.

Et eksempel vil belyse dette: Ved Brattset kraftverk i Sør-Trøndelag er det tatt prøver i en fullprofilboret tunnel som går mot Næverdalen. Ved pel 3795 ble det tatt prøver fra en hel bergartsblokk [2], mens det ved pel 2970 ble tatt prøver av borkakset [3]. Tunnelbormaskinen har på disse to stedene gått med samme inndrift og i praktisk talt samme bergart; korndensitet og Sievers J-verdi er også praktisk talt like. En sammenligning av sprøhet og flisighet viser imidlertid en betydelig forskjell:

Prøve fra	Pel nr	Korrigert sprøhetstall	flisighet
Blokk, fyllitt	3795	45	1,43
Borkaks, fyllitt	2970	59,5	1,83

Tabell 1. Fallprøver av fyllitt fra Brattset kraftverk, Næverdalen.

Resultatene fra borkaksundersøkelsen plotter langt utenfor klassifikasjonsdiagrammet for "stein til vegmateriale", se vedlegg 2. Selv om disse resultatene ikke er direkte sammenliknbare på grunn av avstanden mellom prøvetakingsstedene, indikerer de den lavere kvaliteten til borkaks sammenliknet med blokkmateriale. Siktekurven for borkakset som er tatt ved pel 2970 er vist på tegning 8190-1.

Vanninnhold

Under boringen blir borkakset tilført vann for at støving skal unngås. Når borkakset kommer ut av tunnelen, har det derfor et vanninnhold på anslagsvis 8 - 10%. Vi kjenner ikke til målinger som er utført for å bestemme dette vanninnholdet.

Mineralogiens betydning

Professor R. Selmer-Olsen [4] har tidligere vist at kornfordelingskurven ikke gir noen entydig korrelasjon men telefarligheten. I kornfordelingsdiagrammet i vedlegg 3 går det fram at svært forskjellige kornfordelingskurver for nedknuste materialer kan gi 1 m kapillær stighøyde. Fra artikkelen siteres: "For de meget finkorninge og virkelig glimmerrike bergarter som for eks. enkelte fyllitter, må tydeligvis alt materiale være større enn 20 μm og maksimum 2 - 3% grovsilt under 60 μm for at den nedknuste massen ikke skal være telefarlig. For glimmerfattige gneiser og granitt kan en for eks. tåle omtrent som for naturlige løsmasser hele 5% mindre enn 20 μm og ca 15% grovsilt under 60 μm ."

Bergartenes mekaniske styrke kommer videre inn som en viktig parameter når det gjelder komprimering og nedknusing av materialet på grunn av trafikkbelastningen (spesielt tungtrafikk). Bergarter med høy sprøhet og flisighet vil lettest nedknuses videre slik at finstoffinnholdet øker. Nedknuste materialer fra bergarter er ofte de som fra før av kan være telefarlige selv med lite finstoffinnhold. Den nedknusningsprosessen som skjer etter at materialet er bygd inn i vegkroppen, vil altså ytterligere skjerpe kravene til utgangsmaterialet.

BORKAKS I FORSTERKNINGSLAGET

Materialet som brukes i forsterkningslaget skal etter vegnormalen være

- bæredyktig
- ikke telefarlig (1)
- godt drenerende

og dessuten ha

- god kornform (2)
- god mekanisk styrke (for å unngå nedknusing til telefarlig materiale ved bygging eller trafikkbelastning) (3)

- maksimal kornstørrelse mindre enn $2/3$ av den tykkelsen som et lag legges ut i
- graderingstall $C_u \geq 10$ (som for sand og grus)
- maksimal kornstørrelse ≤ 150 mm (sand og grus)

Til slutt må steinmaterialet

- tilfredsstillende kravene til klasse 5 med hensyn på sprøhet og flisighet (2).

Vi har ovenfor nummerert fem av de kravene som stilles for å peke på de forholdene som ikke uten videre tilfredsstilles av borkaks. Unummererte krav vil bli oppfylt for praktisk talt alle typer borkaks.

Krav til ikke telefarlighet og god drenering vil ifølge kornkurvene vanskelig oppfylles for en del typer av borkaks. Stor flisighet (og stenglighet) og generelt lav styrke på bergartsmateriale fra fullprofilboring vil muliggjøre nedknusing av materialet under utlegging og ved trafikkbelastning. Dermed øker finstoffinnholdet, tettheten og kapillariteten blir større og dermed øker også telefarligheten.

Med det nåværende vurderingsgrunnlaget virker det som om bare de sterkeste bergartene som til nå er boret vil unngå en klassifisering med telefarlighet T2. Dette gjør at overliggende konstruksjoner må dimensjoneres etter bæreevnegruppe IV.

Det finnes foreløpig ikke nok data til å si noe eksakt om hvor sterke bergartene eventuelt må være for at borkakset skal kunne brukes direkte i forsterkningslaget. Det vil trolig være mulig ut fra de vanlige analysemetodene å få fram en korrelasjon mellom dette og bergartenes borkarhetsegenskaper uttrykt f. eks. ved deres borsynkindeks. Forbedring av materialet kan skje ved knusing og deretter ved sikting for å få fraskilt det fineste materialet. Kubisering ved hjelp av knusing vil ventelig ofte være nødvendig for å oppnå steinklasse 5 eller bedre.

Inntil anslagvis 10 vektprosent av materialet vil da ikke kunne

brukes i forsterkningslaget. En anvendelse av dette til filler materiale kan være aktuelt dersom bergartstypen er egnet.

BORKAKS I BÆRELAGET

Mekanisk stabilisert borkaks

Borkaks vil ikke tilfredsstille kravene til mekanisk stabilisert bærelagsmaterialer, uten at materialet bearbeides. Dette fordi kravet til kornkurven for velgraderte materialer neppe vil tilfredsstilles samtidig med at borkaket plotter i steinklasse 3, eventuelt 4.

Dersom bergartens styrke er god nok, vil det være mulig å forbedre materialet ved hjelp av knuse- og sikteprosesser. På grunn av den høye flisigheten som borkaks vanligvis har, må knuseprosessen trolig foregå i flere trinn. Eventuelt kan konknusere med stor kubiseringsevne anvendes i ett trinn. Uansett vil det produseres finstoff som må fjernes til slutt i prosessen.

Sementstabilisert borkaks

Denne bærelagstypen er en stiv konstruksjon som forutsetter at det ikke skjer store, ujevne telehiv i vegkroppen. Det kan nyttes materialer som ikke tilfredsstiller kravene til mekanisk stabilisert bærelag.

På vedlegg 4 er grensekurvene for materialer egnet til sementstabilisering plottet sammen med grensekurvene for borkaks. Man ser at nedre grensekurve for materialer til sementstabilisering har nesten sammenfall med øvre grensekurve for borkaks produsert med kraftige maskiner. Det betyr at knuse- og sikteprosesser blir nødvendig i de fleste tilfellene.

Det stilles dessuten krav til forvittringsmotstand ved fryse- og tineprosesser og krav til trykkfasthet. Ved en knusing og kubisering av borkakset vil man også oppnå en bedring i disse parametrene.

Bitumenstabilisert borkaks

Asfaltert grus (Ag) kan benyttes i bærelaget, men denne bærelagstypen forutsetter oppvarmet steinmateriale, og vil derfor kreve et stort behandlingsanlegg uansett kvaliteten på borkakset.

Det skal benyttes steinmateriale av klasse 5 eller bedre. Hvor asfaltert grus anvendes på veger med ÅDT >5000, skal det benyttes steinmateriale av klasse 4 eller bedre. Spesielt kravet til klasse 4 vil i de fleste tilfellene nødvendiggjøre kubisering av borkakset.

Bindemiddelmengden og graderingen skal fastsettes på grunnlag av stabilitetsprøver etter Marshallmetoden. Sannsynligvis blir det da nødvendig å justere kornkurven til borkakset ved hjelp av sikting.

BORKAKS FRA PROSJEKTERT VEGTUNNEL VED MALVIK

Ved kommunegrensen mellom Trondheim og Malvik i Sør-Trøndelag er det prosjektert en 1650 m lang vegtunnel på framtidig E6 mellom Trondheim og Stjørdal. Ingeniørgeologiske forundersøkelser med tanke på konvensjonell tunneldrift er foretatt, men det er klart at de geologiske forholdene ligger til rette også for fullprofilboring av tunnelen. Det er imidlertid ikke foretatt inndrifts- eller kostnadsberegninger for fullprofil-driving.

I forbindelse med forundersøkelsene er det foretatt laboratorieundersøkelser på fire bergartsprøver som er tatt i dagen.

Resultatene er gjengitt i tabellen i vedlegg 5 og korrigert sprøhetstall og flisighet er dessuten plottet i vedlegg 2. I tabellen nedenfor har vi angitt sprøhetstallet korrigert for pakningsgrad.

Bergart	Tuff	Grønnstein	Tuff	Flysch
Prøve nr	27	63	68	72
Sprøhetstall	47	42	39	47
Pakningsgrad	III	I	II	0
Korrigert sprøhetstall	54	44	43	47

Tabell 2. Korrigert sprøhetstall for bergartsprøver fra E6, Malvik.

Sprøhetstallet er som et ledd i borbarehetstestingen bestemt på fraksjonen 11,2 - 16 mm, mens Vegvesenet benytter 8,0 - 11,2 mm. Prøvene er dessuten tatt i dagen og viser derfor tydelige tegn på forvitring. Begge disse faktorene gjør at sprøhetstallet vil være lavere enn prøvene viser for fjellet i tunnelnivå. På tross av dette plotter alle de fire prøvene innenfor steinklasse 2 eller 3, se vedlegg 2. (Bergartsnavnene er feil angitt i rapporten fra NTH).

Prøvene fra Malvik har praktisk talt den samme sprøhet og flisighet som fyllitten fra Næverdaltunnelen, se tabell 1. Med en tilsvarende økning i sprøhets- og flisighetstall vil verdiene for borkaks fra Malviktunnelen plotte langt utenfor begrensningsslinjen for steinklasse 5.

Ut fra det vi til nå vet om borkaks fra fullprofilboring, må vi altså anta at knuse- og sikteprosesser blir nødvendig for at steinmaterialet fra Malviktunnelen skal kunne brukes i vegoverbyggingen. Resultatene viser imidlertid at de mekaniske egenskaper for de tre bergartsgruppene er så like at det kan være

mulig å benytte den samme utrustningen til knuse- og sikteprosessen for alt tunnelmaterialet.

prøve?
Laboratoriedataene viser at borkakset etter behandling med stor sannsynlighet ville kunne benyttes både i forsterkningslaget og i bærelaget.

VIDERE UNDERSØKELSER

Det er praktisk talt ikke foretatt undersøkelser som klarlegger bruken av borkaks i vegoverbygning. Det er derfor klart at omfattende undersøkelser kan bli nødvendige for å få svar på de spørsmålene som må stilles. Antall tunneler som er under boring er begrenset, slik at det vil være viktig så snart som mulig å utnytte de mulighetene som disse tunnelene gir til erfaringsinnsamling. Aktuelle videre undersøkelser kan deles opp i tre deler.

1. Klarlegge sammenhengen mellom bergartsmaterialet og det materialet som borkakset representerer.

- Kornkurver (variasjonsområder, innvirkning fra matetrykk, kutteravstand, bergartstype etc.)
- sprøhet og flisighet (sammenheng mellom verdiene målt på materiale fra blokker og borkaks)
- vanninnhold (normalt variasjonsområde etter transport ut av tunnelen)

2. Kvantifisering av parametere for borkaks som materiale til eventuell direkte bruk, eller som utgangspunkt for forbedringer.

Hvordan og i hvilket omfang må materialet forbedres ved hjelp av

- knusing/kubisering
- sikting (vasking)

3. Laboratorieanalyser for vurdering av

- sementstabilisert borkaks
- bitumenstabilisert borkaks

Veglaboratoriets analyseforskrifter benyttes.

Trondheim, 26. januar 1983

for A/S G E O T E A M

Olav Torgeir Blindheim

Olav Torgeir Blindheim

Bent Aagaard

Bent Aagaard

VEDLEGG 1 : REFERANSER

- [1] Prosjektrapport 1-76:
"Fullprofilboring av tunneler"
Inst. for anleggsdrift, Geologisk Institutt, NTH, 1976

- [2] S.H. FRÆKLAND: "Fullprofilboring med store rullemeisler.
Inntrengningsforsøk som supplerende borbarhetstester".
Hovedoppgave i Ingeniørgeologi, Geologisk Institutt,
NTH. 1981. Upublisert.

- [3] Ø. OFSTAD, R. HANSEN, O.M. OKKENHAUG.
"Ingeniørgeologiske undersøkelser i forbindelse med
fullprofilboring"
Prosjektrapport ved TIH, våren 1981. Upublisert

- [4] R. SELMER-OLSEN "Mineralogiens betydning for kapillariteten".
Norges tekniske-naturvitenskapelige forskningsråd og Statens
vegvesens utvalg for "Frost i jord". Oslo, februar 1971. Nr. 2.

- [5] Vegnormalen, håndbok 018
Statens vegvesen 1980

- [6] Sementstabilisering av veger, håndbok -005
Statens vegvesen 1979

A/S GEOTEAM

STEIN til VEGMATERIALE

Rapport 8190.01
Vedlegg 2

BORKAKS										Dato: 20/1 1983									
I VEGOVERBYGNINGEN										Ikke korr.									
PRØVE	SYMBOL	STED	BERGART	Prøve- mat	SP. V. SJON	f	DRI	S ₂₀	PAKK- GRAD	S-J									
	○	SKAMFER	FYLLITT	BORKAKS	2,72	8-11,2	64	55	I	33									
	●	NEVER-DAL	FYLLITT	"	2,76	8-11,2	61	57	I	11,5									
27	□	MALVIK	TUFF	BLOKK	2,81	11,2-16	57	47	III	62									
63	■	"	GRÖNNSTEIN	"	3,02	11,2-16	51	42	I	52									
68	△	"	TUFF	"	2,75	11,2-16	46	39	II	36									
72	▲	"	FLYSCH	"	2,72	11,2-16	43	47	0	4									
ASFALTDEKKER										BÆRELAG									
										KLASSE									
										Trafikk- gruppe									
Asfaltbetong										3 el. bedre									
Asfaltgrusbetong										4 — " —									
Sandasfalt og steinfyllt sandasfalt										3 — " —									
										4 — " —									
										5 — " —									
Overflatebehandlinger :										A-B									
										4 — " —									
Topeka										A-B									
										3 — " —									
										4 — " —									
										5 — " —									
GRUSDEKKER										BETONG (ikke krav)									
										f									
Ren grus (ikke krav)										S ₂₀									
										2 — " —									
										3 — " —									
										E									
										2 — " —									
										3 — " —									
Oljegrus										B 500-600 (spennbetong)									
										<1,50									
										<1,50									
										<70									
										<50									

Korrigert sprohetstall

70
60
50
40
30
20

1,20 1,30 1,40 1,50 1,60 1,65

Flisighetsstall

Klasse 5

Klasse 4

Klasse 3

Klasse 2

○

□

▲

△

Trafikk -
gruppe og type

Å D T

Herav busser
og lasteb. > 1,5 t

A Meget tung

B Tung

E Meget lett

> 6000

3000 - 6000

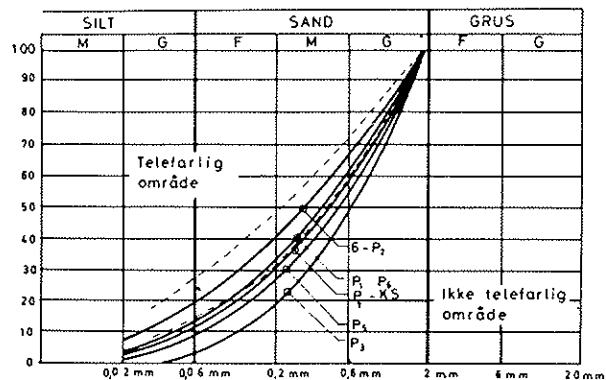
500

> 1200

300 - 1200

25

KORNFORDELING FOR MATERIALER MED 1 M KAPILLÆR STIGEHØYDE.



6: GRANITT: $M_d = 320\mu$, $S_o = 0,95$
 P_2 GNEIS
 P_3 GRANITT: $M_d = 410\mu$, $S_o = 0,85$
 P_4 GNEIS
 P_5 KALKSTEIN: $M_d = 470\mu$, $S_o = 0,83$
 P_6 FYLLITT: $M_d = 540\mu$, $S_o = 0,76$
 P_7 LEIRGLIMMERSKIFER: $M_d = 610\mu$, $S_o = 0,64$

(H. Klüver)

Figuren er hentet fra "Frost i jord"- prosjekt

Nr. 2 Oslo 1971

Se referanse [4]

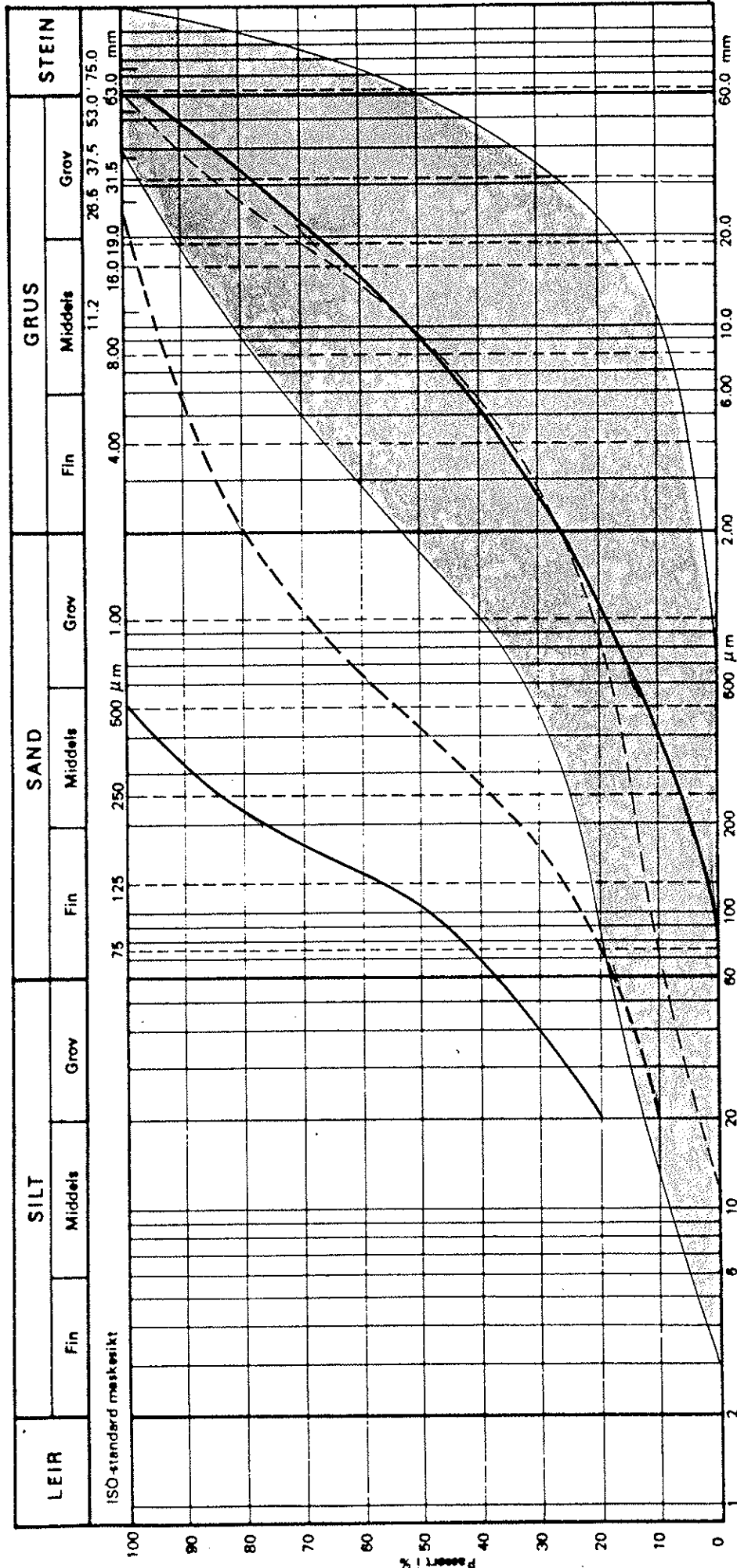
A / S GEOTEAM

KORNKURVER

Fylke

Sign.

Sted..... Dato..... Oppdrag/Ark.nr.



Grensekurver for materialer
egnet til sementstabilisering



Variasjonsområde for kornkurven
av borkaks fra fullprofilboring

BORBARHETSUNDERSØKELSE, MALVIK.

Vårt oppdrag nr. 82 871.

Analyser og indekser	27 Fyllitt, finkornet <i>Tuff</i>	63 Grønnstein, meget fin- kornet	68 Fyllitt, finkornet <i>Tuff</i>	72 Gneis, ¹⁾ finkornet
Sprøhetstall (16,0 - 11,2 mm)	47	42	39	47
Flisighetstall	1,42	1,45	1,33	1,42
Pakningsgrad	III	I	II	0
Densitet, g/cm ³	2,81	3,02	2,75	2,72
Sievers J-verdi (par. fol.)	62	52	36	4
Slitasjeverdi	7	2	7	10
Kvartsinnhold, % (DTA)	28	0	24	27
Kisinnhold, % (DTA)	0	spor	0	0
Utregnede indekser:				
Borsynkindeks, DRI	57 "middels til høy"	51 "middels"	46 "middels"	43 "middels til lav"
Borslitasjeindeks, BWI	26 "lav til middels"	22 "lav"	34 "middels"	39 "høy til middels"

På grunn av tydelig forvitring hos alle de fire prøvene vil de utregnede indeksene gi et for gunstig bilde av borbarhetsforholdene.

1) Bergartsnavnet er noe usikkert. Det vil være nødvendig å foreta mikroskopering av tynnslip for å bestemme navnet nøyaktig.

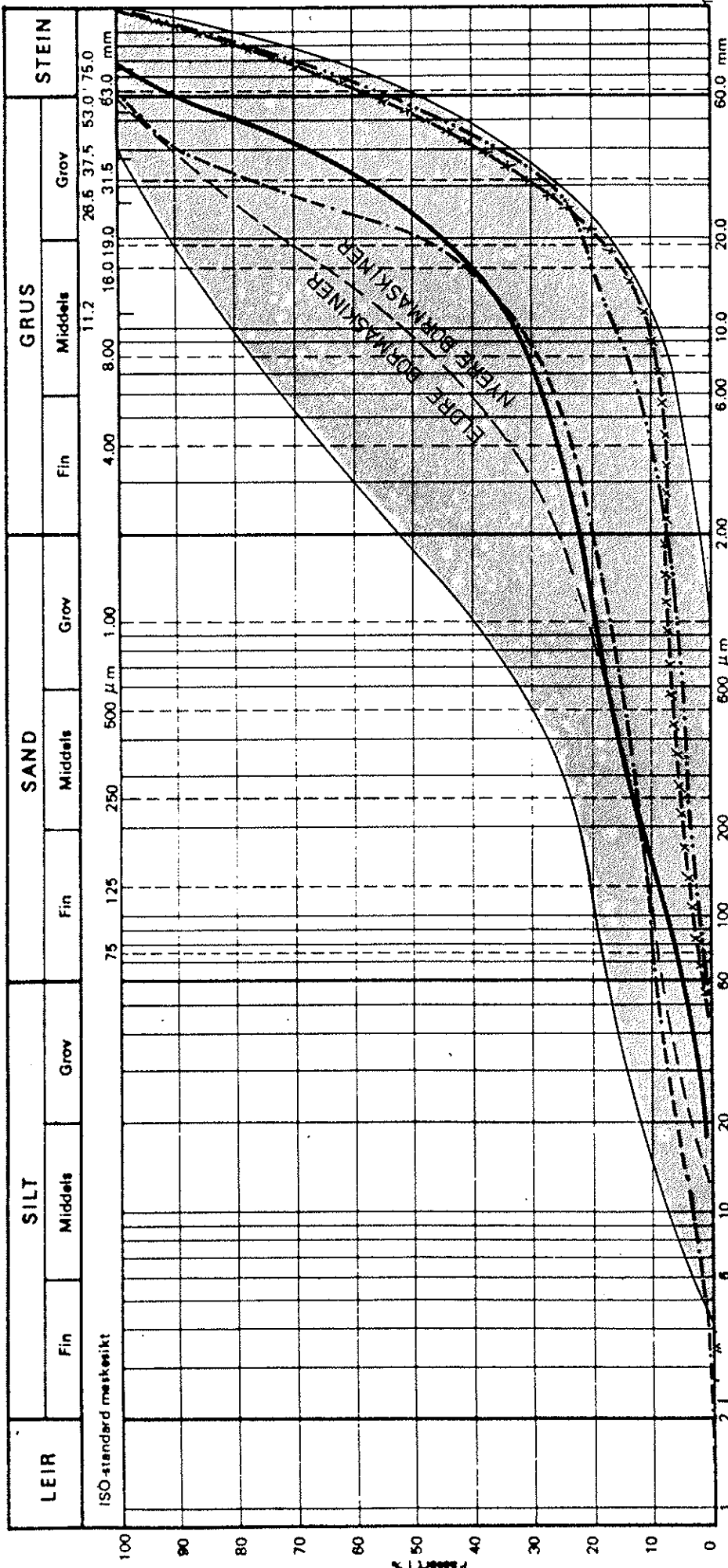
A/S GEOTEAM

KORNKURVER

Fylke

Sign.

Sted..... Dato..... Oppdrag/Ark.nr..... Bilag nr.....



Eksempler

Prøvested	
ATLANTA	
NEW YORK	
NEVERDAL pr1	
SEABROOK	

VARIASJONSOMRÅDE FOR KORNKURVEN
AV BORKAKS FRA FULLPROFILBORING

Dato: 25.01.83

Tegn. av: AA. M.

Godkjent: BAA/OTB 26.1.83

Tegn. nr.: 8190-1

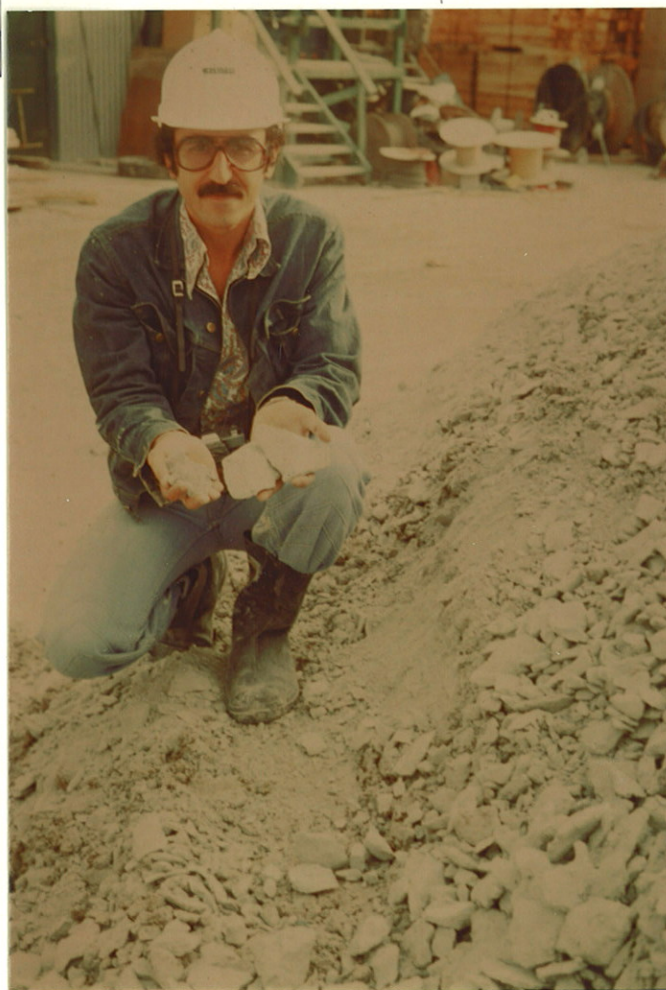
A/s **GEOTEAM**



Borkaks av gneis
fra Stølsdal, Ulla-Førre

(Bilde av samme
borkaks er vist
på forsiden)

Borkaks av kalkstein
i Chicago



BILDER AV BORKAKS

A/s **GEOTEAM**

Dato:
28.1.83

Tegn. av:
AME

Godkjent:
BAa 28.1.83

Tegn. nr.:
8190-2