

NGU-rapport nr. 89.060

Oppfølgende pukkundersøkelser
i Orkdal

Rapport nr. 89.060	ISSN 0800-3416	År /Fortrolig til 01.04.90
Tittel: Oppfølgende pukkundersøkelser i Orkdal		
Forfatter: Eyolf Erichsen	Oppdragsgiver: Orkla Betongstasjon A/S NGU	
Fylke: Sør-Trøndelag	Kommune: Orkdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Trondheim	Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1521-1 Orkanger	
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall: 21	Pris: 40,-
Feltarbeid utført: august 1988	Rapportdato: 05.04.1989	Prosjektnr.: 53.2358.16
Seksjonssjef: <i>Peer R. Neely</i>		
Sammendrag: Etter oppdrag fra Orkla Betongstasjon A/S ble det utført oppfølgende pukkundersøkelser i nærheten av Gangåsvatnet i Orkdal. Bergarten har gode mekaniske egenskaper og er egnet både til veg- og betongformål. Vanskelig topografi og bergartens ugunstige fallretning kan medføre problemer ved uttak. Disse forholdene bør derfor vurderes nærmere ved eventuell videre oppfølging av prosjektet.		
Emneord	Ingeniørgeologi	Byggeråstoff
Pukk	Kvalitetsundersøkelse	Mineralogi
Abrasjon	Fallprøve	Fagrapport

INNHOLDSFORTEGNELSE

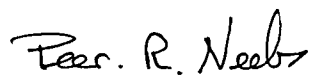
	Side
KONKLUSJON	4
1.0 INNLEDNING	
2.0 ANALYSER	
3.0 GEOLOGISK KARTLEGGING	
4.0 ANALYSERESULTATER	
4.1 Tynnslipanalyse	7
4.2 Mekaniske egenskaper	8
4.3 Betongegenskaper	8
4.4 Vedheftsegenskaper	9
5.0 VURDERING AV BERGARTENS ANVENDELSE SOM BYGGERÅSTOFF	10
6.0 DISKUSJON	10
VEDLEGGSLISTE	
Vedlegg A Beskrivelse av laboratorieundersøkelser	
1-5 Mekaniske analyseresultater	
6-1,6 Prøvingsrapport SINTEF - FCB	
7 Vedheftsanalyse SINTEF/Veglaboratoriet	
8-1,2 Riedel kokeprøve Veglaboratoriet	
9 Fallprøveresultater	
10 Slitasjemotstand	

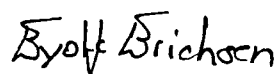
KONKLUSJON

Bergartene ved Øyan kan anvendes til både veg- og betongformål. En del av prøvene tilfredsstillter de strengeste krav som stilles for tilslag til asfalt. Materialet må imidlertid tilføres vedheftingsmiddel ved anvendelse som asfalttilslag.

Det er utarbeidet et forslag til uttaksplan. Topografiske forhold og bergartens ugunstige fallretning kan skape driftstekniske problemer.

Trondheim, den 05.04.1989


Peer-R. Neeb
(seksjonssjef)


Eyolf Erichsen
(forsker)

1.0 INNLEDNING

Etter oppdrag fra Orkla Betongstasjon A/S er det foretatt pukundersøkelser ved Øyan i Orkdal.

Tidligere er det tatt en bergartsprøve fra området som viser meget gode mekaniske egenskaper (NGU-rapport nr. 88.104). Det ble ovenfor oppdragsgiver anbefalt å utføre nærmere undersøkelser med geologisk kartlegging og utvidet prøvetaking.

Feltarbeidet ble utført den 02.08 og 12.08.88 av Eyolf Erichsen og Helge Hugdahl, begge fra NGU.

2.0 ANALYSER

De mekaniske analysene (sprøhet, flisighet, abrasjon) er utført ved NGU. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig. Kornformanalysen er utført av J. A. Stokke, NGU. Vedlegg A gir en beskrivelse av de utførte laboratorieundersøkelser.

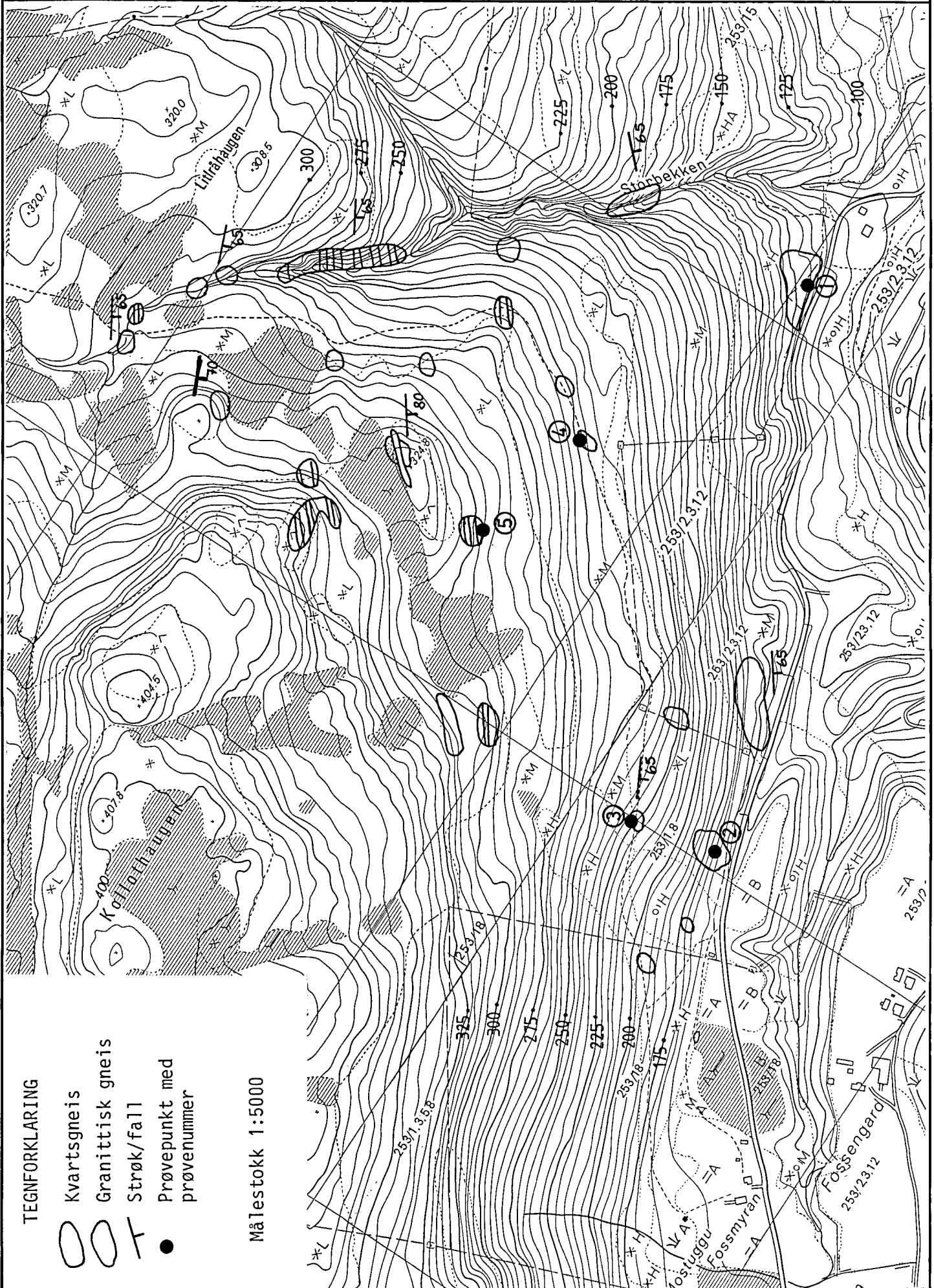
De betongtekniske analysene (betongprøvestøping) er utført ved SINTEF - FCB, mens vedheftningsanalysene er utført av henholdsvis Veglaboratoriet og SINTEF Avd. for vegteknikk.

3.0 GEOLOGISK KARTLEGGING

Det kartlagte området befinner seg på nordvestlig side av riksvegen like ved utløpet av Gangåsvatnet (figur 1).

Overdekningsgraden varierer noe innenfor området. Fra vegen og mot høydekote 225 er det stort sett bart fjell, mens det på høyere nivå er et tynt (0,5-1 m) dekke med morene.

Det er mulig å skille mellom to gneistyper i området. Den ene typen er en lys grå, båndet kvartsgneis. En mørk variant med planparallelle bånd er observert øverst i bekkefaret langs Storbekken. Den andre typen er en rødlig, båndet granittisk gneis, ofte med tynne årer/soner med mineralet epidot.



TEGNFORKLARING

- Kvartsgneis
- Granittisk gneis
- Strøk/fall
- Prøvepunkt med prøvenummer

Målestokk 1:5000

Det antas at den granittiske gneisen opprinnelig har vært en kvartsgneis som har blitt påvirket av forkastningsaktivitet i området. Det er mulig at den lys grå kvartsgneisen delvis har blitt påvirket av forkastningsaktiviteten og representerer ett mellomledd mellom den mørke kvartsgneisen og den granittiske gneisen.

Den granittiske gneisen opptrer fra veggen og opp til ca. høydekote 250. Videre oppover i terrenget finner en innslag av den lyse kvartsgneisen i veksling med bånd/soner av granittisk gneis. Vekslingen mellom de to gneistypene er meget intens og lar seg vanskelig kartlegge i detalj.

Bergartens strøk følger stort sett dalsiden, mens bergartene har et fall på ca. 65° mot sørøst.

4.0 ANALYSERESULTATER

Fem prøver ble tatt innenfor området (figur 1). Prøve Øyan 1 er tatt i samme vegskjæring som prøven fra november 1987. Materiale fra Øyan 1 er også benyttet for de betongtekniske analysene og vedheftsanalysene.

4.1 Tynnslipanalyse

Prøve 1-4 er tatt innenfor området med granittisk gneis, mens prøve 5 består av både granittisk gneis og kvartsgneis. Tynnslipanalysen for prøve 5 viser en granittisk gneis. Mineralfordelingen for de fem prøvene er som følger (alle tall i %):

Mineraler	Prøve					Gj.snitts- verdi
	1	2	3	4	5	
Kvarts	50	40	54	60	52	51
Feltspat	30	50	33	30	33	35
Glimmer	15	5	8	6	8	8
Epidot	4	4	4	4	4	4
Kloritt		-			1	0
Svovelkis					2	1

4.2 Mekaniske egenskaper

Resultatene for de viktigste mekaniske egenskapene er som følger:

	Prøve					Gj.snitts- verdi
	1	2	3	4	5	
Korr. sprøhetstall	43,4	44,8	45,1	44,5	42,2	44,0
Flisighetstall	1,45	1,38	1,41	1,38	1,38	1,40
Abrasjonsverdi	0,32	0,36	0,42	0,45	0,45	0,40
Slitasjemotstand	2,1	2,4	2,8	3,0	2,9	2,6

Se forøvrig vedlegg 1-5.

4.3 Betongegenskaper

Utførelse og resultatene av betongundersøkelsene er utførlig beskrevet i FCBs prøvingsrapport (vedlegg 6).

Materialet benyttet til betongundersøkelsen er knust av NGU. For å få nok materiale i de forskjellige kornfraksjonene er steinen knust med forskjellig spalteåpning på laboratorieknuseren. Materiale > 4 mm er knust med spalteåpning 12 mm, mens materiale < 4 mm er knust med både 12 mm og 4 mm spalteåpning.

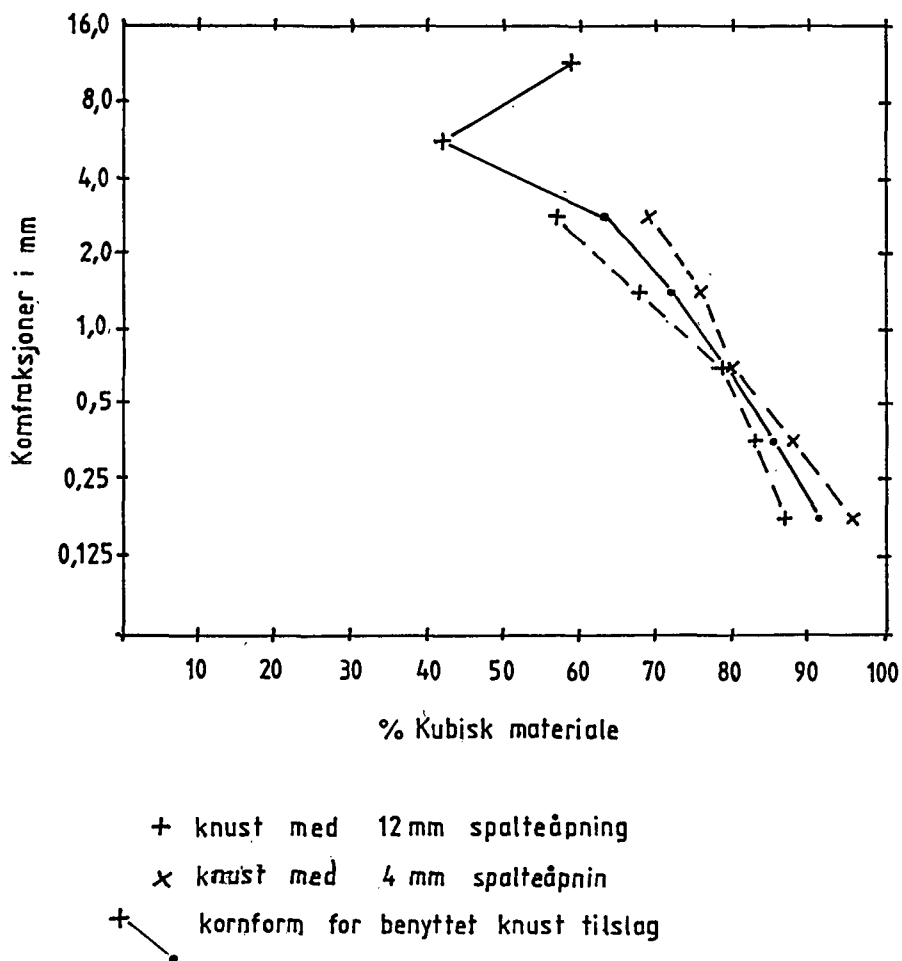
Knust tilslag < 4 mm i betongresepten er en blanding av sand knust med henholdsvis 4 mm og 12 mm spalteåpning.

Kornformundersøkelsene gav følgende resultater (i % av talte korn):

Kornform	Fraksjon i mm													
	16-8		8-4		4-2		2-1		1-0,5		0,5-0,25		0,25-0,125	
Spalteåpning i mm	12	12	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4		
Kubisk	59	42	57	69	68	76	79	80	83	88	87	96		
Flisig	36	51	32	18	24	21	12	14	7	9	10	3		
Stenglig	5	7	11	13	8	3	9	6	10	3	3	1		

Resultatene er framstilt grafisk i figur 2.

Figur 2: Kornformanalyse



4.4 Vedheftsegenskaper

Vedlegg 7 viser resultatet av vedheftningsanalysen. Vedheftsegenskapene er undersøkt mot bindemiddel B180. Det anbefales at steinmaterialet tilsettes vedheftingsmiddel ved bruk som tilslag i asfalt.

Vedlegg 8 viser analyseresultatet etter testing med Riedel kokeprøve. Etter en skala fra 0 til 10 (0 = dårlig vedheft, 10 = god vedheft) er materialet angitt med Riedeltall 4. Verdier ≥ 5 på Riedelskalaen anses som brukbare, mens verdier < 5 anses som ikke-brukbare.

5.0 VURDERING AV BERGARTENES ANVENDELSE SOM BYGGERÅSTOFF

Alle de fem prøvene faller inn under klasse 2 etter fallprøven (vedlegg 9). Det er et meget stort avvik i fallprøveresultatene for prøve Øyan 1 prøvetatt henholdsvis november 1987 og august 1988. Abrasjonsanalysen viser derimot identiske verdier. De fem prøvene tatt i august 1988 viser liten spredning i sprøhetsverdier. En må anta at disse prøvene er mer representativ for hva en kan vente å oppnå i kvalitet av bergarten i området. Årsaken til den "sannsynligvis for gode sprøhetsverdien" fra november 1987 kan være prøvetakingsfeil i felt eller feil ved utførelsen av laboratorieanalysene.

Slitasjemotstanden varierer noe for de fem prøvene (vedlegg 10). Prøvene Øyan 1 og 2 viser verdier $< 2,5$ mens de resterende prøvene ligger mellom 2,5 og 3,0.

Vedheftningsanalysene (vedlegg 7 og 8) viser at materialet må tilføres vedheftningsmiddel ved bruk som tilslag i asfalt.

Bergarten i området er egnet til alle typer vegformål. Prøvene fra Øyan 1 og 2 tilfredsstiller kravet for tilslag i asfalt for sterkt trafikkerte veger (ÅDT > 6000), mens Øyan 3, 4 og 5 dekker kravet for middels trafikkbelastede veger (ÅDT 2000-6000).

For anvendelse som tilslag i vanlig betong viser både stein- (16-4 mm) og sandfraksjonen (< 4 mm) for det knuste materialet gode egenskaper. Det er ikke registrert uheldige bestanddeler i prøvene for bruk i betong. Som figur 2 viser, kan en optimalisere kornformen ved mer effektiv knuseprosess og dermed forberede egenskapene med hensyn til støpelighet og sementbehov.

Kornfraksjonen 8-4 mm lar seg vanskelig kubisere. Årsaken til dette antas å være bergartens båndete struktur som begrenser kubisiteten for denne kornstørrelsen.

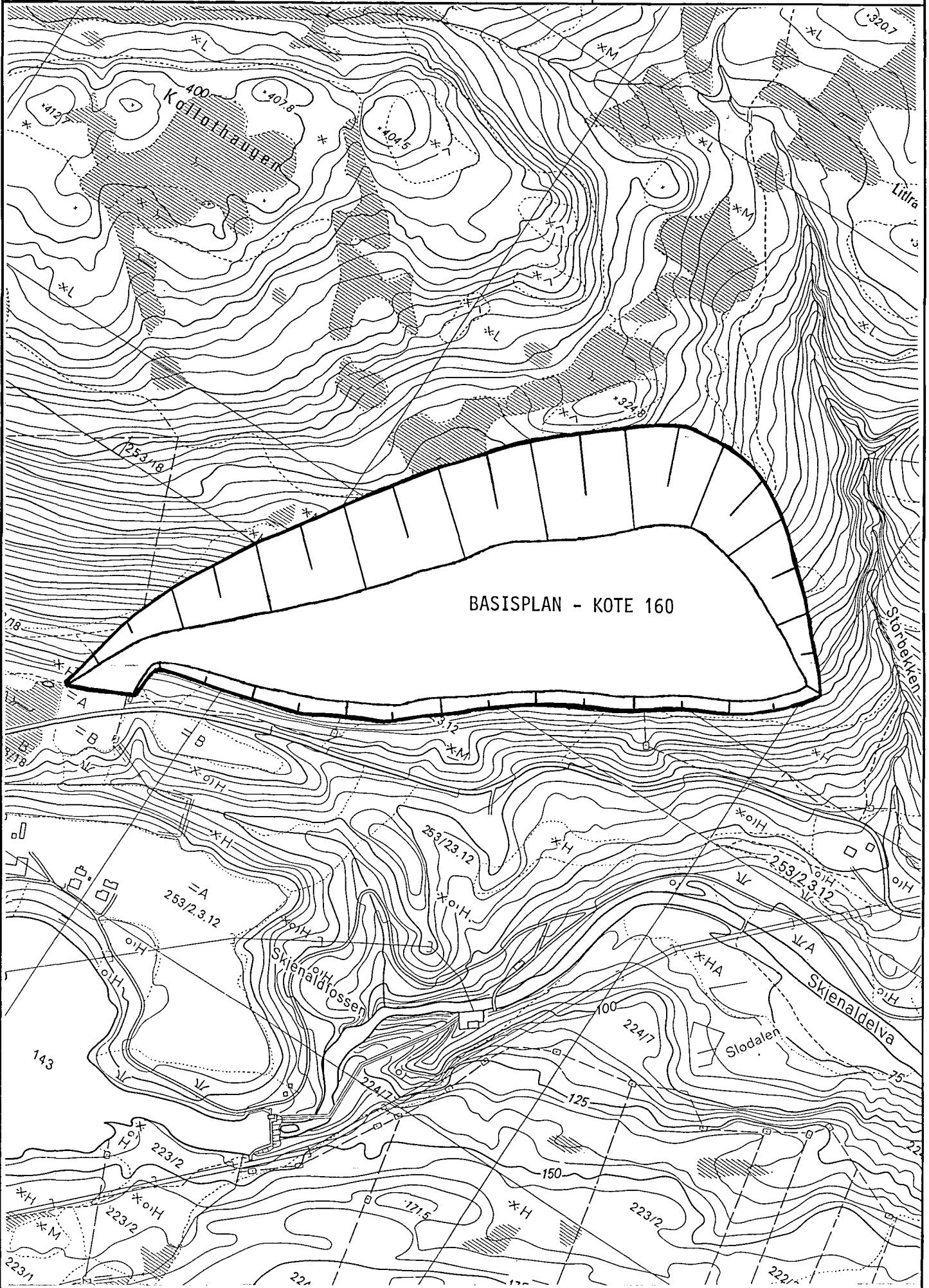
6.0 DISKUSJON

Sammenholder man resultatene fra den geologiske kartleggingen (figur 1) med slitasjemotstandresultatene (vedlegg 10), viser bergarten best mekaniske egenskaper langs riksvegen. En mulig årsak til dette forholdet kan være at forkastningsaktivitets innvirkning på de mekaniske egenskapene

avtar med økende avstand til forkastningssonen som antas å følge dalbunnen. Det vil dermed være mest gunstig å foreta uttak nærmest mulig vegen. Rent praktisk bør eventuell uttaksdrift skjermes for vegen og nærliggende bebyggelse.

Figur 3 viser et forslag til uttaksplan med angrepspunkt sørvest i området og driftsretning mot nordøst. Figuren viser situasjonen etter endt uttak. Ved en slik uttaksplan vil en ta rimelig hensyn til både veg og bebyggelse. Hovedmengden av stein innenfor et slikt område vil bestå av materiale tilsvarende prøvetatt i punktene 3, 4 og 5. Det vil ellers være gode muligheter for selektiv drift med uttak av masser forskjellige steder i bruddet avhengig av bruksområdet for materialet. Tonnasjen innenfor det angitte driftsområdet vil utgjøre ca. 8 mill. m³ av fast stein.

Rent driftsteknisk er området noe vanskelig tilgjengelig. Den steile topografien samt fallet på bergarten kan resultere i stabilitetsproblemer i bruddet. Videre vil fallretningen kunne medføre problemer ved boring med forkiling av borstrengen. Disse forholdene bør undersøkes nærmere ved eventuell videre oppfølging av prosjektet.



PUKK

- * **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 korngrænse, 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 korngrense 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. Bestemmelsen 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 årsdøgntrafikk (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 (K_S , M_S eller O_S) og abrasjonsverdien.

Når det gjelder beregning av S_a -verdier bemerkes at resultatet er avhengig av hvilket sprøhetstall man benytter. Generelt sett representerer **omslagsverdien (O_S)** 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, 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). Folliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at har en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallell bånd eller årer. Mineralcornstørrelsen 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 borbarehet.

Slitasjeverdi.

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Slitasjeverdien fremkommer som vektetapet 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 SleversJ-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



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET / FLISIGHET

VEDLEGG 1

Øyan 1

LAB. PRØVE NR.: 882060

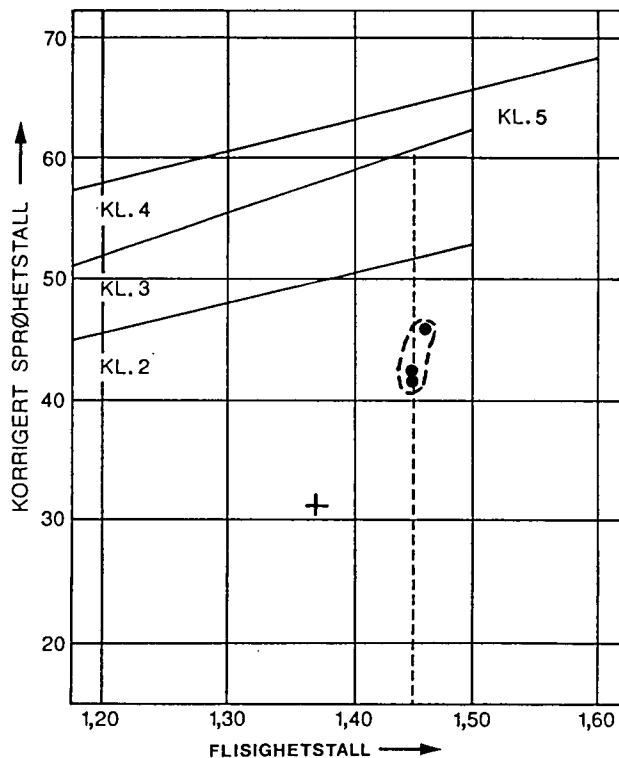
KOMMUNE: Orkdal
KARTBLADNR.: 1521-1
FOREKOMSTNR.: 1638-502-1KOORDINATER: 5367/70191
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 12.08.88
SIGN.: EE

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	●	●	●	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1.46	1.45	1.45	1.37		
Sprøhetstall - s	46.2	42.5	41.5	31.3		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	46.2	42.5	41.5	31.3		
Materiale <2mm-%	7.5	8.0	7.0	<input checked="" type="checkbox"/>		
Laboratoriepuddet-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.45 / 43.4		<input checked="" type="checkbox"/>	/		
Abrasjonsverdi - a: 1) _____ 2) _____ 3) _____ Middell: 0.32						
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 2.1$						
Spesifikk vekt: 2.67 Humus: _____						



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Finkornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 50 % kvarts, 30 % feltspat, 15 % glimmer, 4 % epidot, 1 % svovelkis.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

22.02.89

Sign:

Byolf Erichsen
Eyolf Erichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET / FLISIGHET

VEDLEGG 2

Øyan 2

LAB. PRØVE NR.: 882061

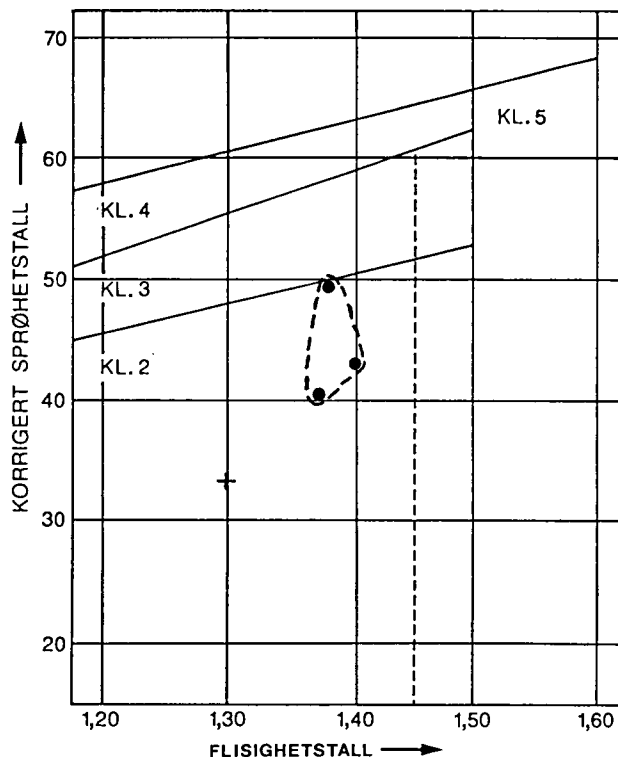
KOMMUNE: Orkdal
KARTBLADNR.: 1521-1
FOREKOMSTNR.: 1638-502-2KOORDINATER: 5363/70189
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 12.08.88
SIGN.: EE

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	●	●	●	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1.37	1.40	1.38	1.30		
Sprøhetstall - s	40.9	43.6	49.8	33.6		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	40.9	43.6	49.8	33.6		
Materiale <2mm-%	9.1	10.2	11.0	<input checked="" type="checkbox"/>		
Laboratoriepuvket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.38 / 44.8		<input checked="" type="checkbox"/>	/		
Abrasjonsverdi - a: 1)..... 2)..... 3).....					Middel: 0.36	
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} =$	2.4					
Spesifikk vekt:	2.67	Humus:				



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Finkornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 50 % feltspat, 40 % kvarts, 5 % glimmer, 4 % epidot, 1 % svovelkis.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

22.02.89

Sign:

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET / FLISIGHET

VEDLEGG 3

Øyan 3

LAB. PRØVE NR.: 882062

KOMMUNE: Orkdal
 KARTBLADNR.: 1521-1
 FOREKOMSTNR.: 1638-502-3

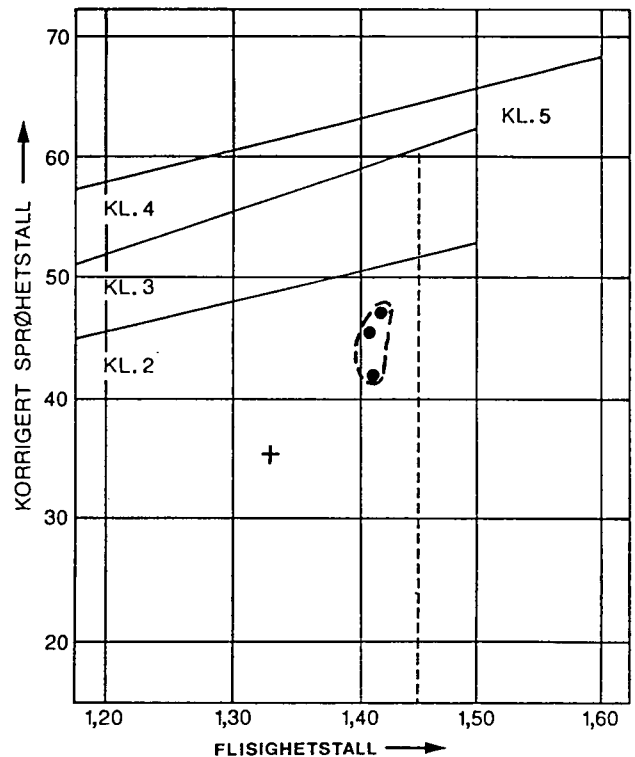
KOORDINATER: 5363/70190
 DYBDE I METER: 0
 UTTATT DATO: 12.08.88
 SIGN.: EE

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	●	●	●	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1.42	1.41	1.41	1.33		
Sprøhetstall - s	47.1	45.8	42.3	35.7		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	47.1	45.8	42.3	35.7		
Materiale <2mm -%	10.3	10.3	10.3	⊗		
Laboratoriepuvket -%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.41 / 45.1		⊗		/	
Abrasjonsverdi - a: 1) _____ 2) _____ 3) _____	Middel: 0.42					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} =$	2.8					
Spesifikk vekt:	2.68		Humus:			

**PETROGRAFISK BESKRIVELSE:** Finkornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 54 % kvarts, 33 % feltspat, 8 % glimmer, 4 % epidot, 1 % svovelkis.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

22.02.89

Sign:

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/ FLISIGHET

VEDLEGG 4

Øyan 4

LAB. PRØVE NR.: 882063

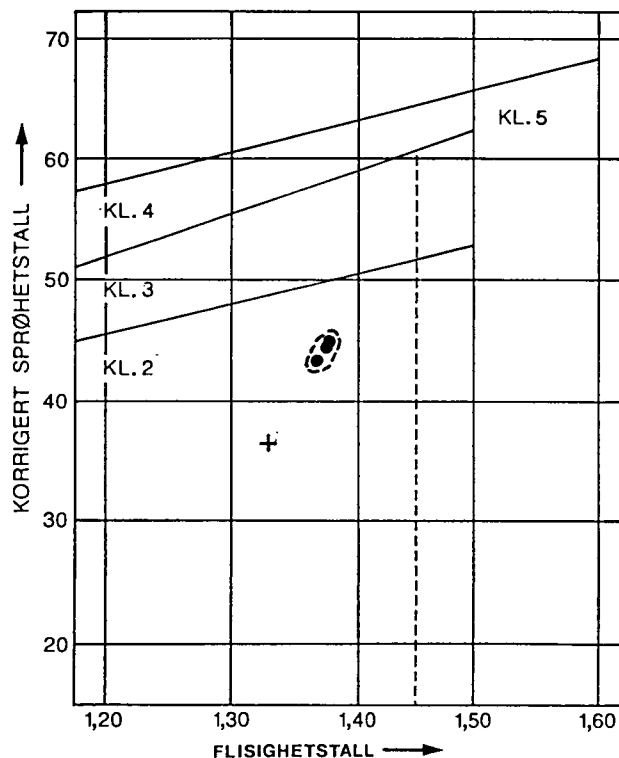
KOMMUNE: Orkdal
KARTBLADNR.: 1521-1
FOREKOMSTNR.: 1638-502-4KOORDINATER: 5365/70191
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 12.08.88
SIGN.: EE

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	●	●	●	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1.38	1.37	1.38	1.33		
Sprøhetstall - s	45.0	43.7	44.8	36.5		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	45.0	43.7	44.8	36.5		
Materiale <2mm-%	10.6	10.9	11.1	⊗		
Laboratoriepuddet - %	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.38 / 44.5		⊗	/		
Abrasjonsverdi - a: 1)..... 2)..... 3).....					Middel: 0.45	
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 3.0$						
Spesifikk vekt: 2.67			Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Finkornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 60 % kvarts, 30 % feltspat, 6 % glimmer, 4 % epidot.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

22.02.89

Sign:

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET /
FLISIGHET

VEDLEGG 5

Øyan 5

LAB. PRØVE NR.: 882064

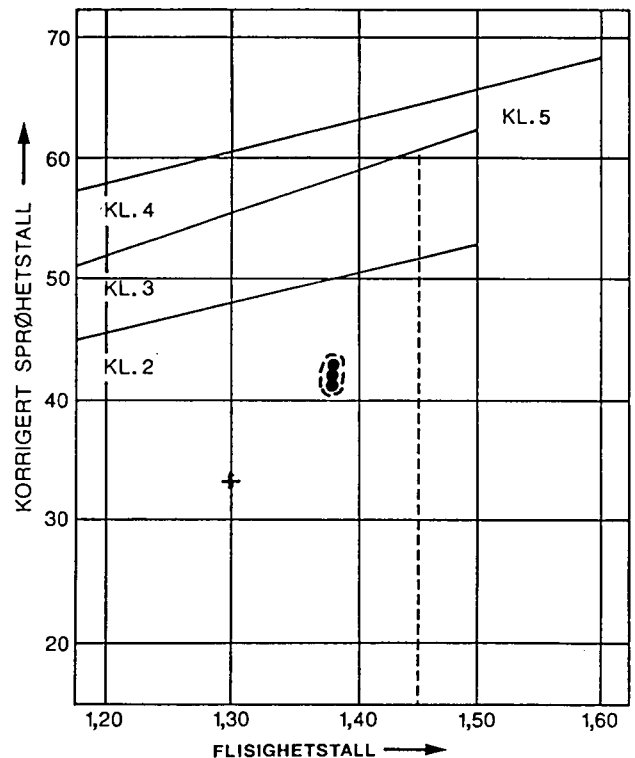
KOMMUNE: Orkdal
KARTBLADNR.: 1521-1
FOREKOMSTNR.: 1638-502-5KOORDINATER: 5364/70192
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 12.08.88
SIGN.: EE

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	●	●	●	+	▼	▼
Flisighetstall-f	1.38	1.38	1.38	1.30		
Sprøhetstall-s	42.2	41.2	43.1	33.6		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst.-s1	42.2	41.2	43.1	33.6		
Materiale <2mm-%	9.7	10.0	9.9	✗		
Laboratoriepuvket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.38 / 42.2		✗		/	
Abrasjonsverdi -a: 1)----- 2)----- 3)-----	Middel: 0,45					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} =$	2.9					
Spesifikk vekt:	2.68		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Finkornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 52 % kvarts, 33 % feltspat, 8 % glimmer, 4 % epidot, 2 % svovelkis,
1 % kloritt.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

22.02.89

Sign:

Byolf Brichsen
Eyolf Erichsen

7034 Trondheim - NTH

TELEFON: (07) 59 52 25
TELEX: 55 620 SINTF N
TELEFAX: (07) 59 24 80

Side 1 av 4

Prøving av betongtilslag

Oppdrag fra NGU, Postboks 3006, Lade, 7002 TRONDHEIM
ved skriv av 1988-11-29 Deres ref. Jnr. 4790/88L/PRN/jgwh
Arkivnr. 2358.16.53

Oppdragets art prøvestøping i betong

Provens ankomst 1988-12-06 emballasje plastposer i trekasse
merke "Øyan 1, 882069, Orkanger, v/Erichsen" samt som angitt
nedenfor

mengde	merke	FCBs merke
1 pose a 7 kg	8-16 mm, 12 mm spalte	1
1 pose a 3,3 kg	4 mm knust 12 mm	2
1 pose a 6 kg	2 mm knust 4 mm	3
1 pose a 3,9 kg	1 mm knust 4 mm	4
1 pose a 3,2 kg	0,5 mm	5
1 pose a 1,8 kg	0,25 mm knust 12 mm	6
1 pose a 1,1 kg	0,125 mm knust 12 mm	7
1 pose a 3 kg	Bunn knust 4 mm spalte	8

Med

- de innsendte tilslag
modifisert portlandsement, MP30 fra Norcem avd Dalen
med følgende trykkfastheter etter NS 3049:
Kp₇ = 37,7 MPa Kp₂₈ = 48,6 MPa
naturesand og knust singel fra Singel & Grus A/S i Årdal
(vedr korngradering, se Formular 2A)

- ble det utført to prøveblandinger i betong med hhv bruk av:
- sand 0 - 4 mm fra Singel & Grus sammensatt med innsendt
pukk i fraksjonene 4 - 8 og 8 - 16 mm (Blanding 1)
innsendt fraksjonert sand mindre enn 4 mm samt knust
singel mellom 4 og 16 mm fra Singel & Grus A/S (Blanding
2)

Vedlegg 6-2

For begge blandinger ble det benyttet tilslagsgraderinger i henhold til "Forslag til Norsk Standard Betongresept, NSB".

Betongen ble framstilt i tvangsblender. Først ble sement, tilslag og vann blandet i forholdet 1:6,5:0,58. Etter 1 min våtblanding ble sementpasta med $v/c = 0,58$ tilsatt til tilsiktet konsistens (7 - 9 cm) ble oppnådd.

Etter at betongen var blandet i totalt 4 min (våtblanding) ble synkmål, romdensitet og luftporeinnhold bestemt i henhold til reglene i NS 3662, NS 3660 og NS 3659. Deretter ble det utstøpt 4 stk 10 cm terninger for trykkprøving i henhold til NS 3668 ved henholdsvis 7 og 28 døgns alder.

Blandingenes materialsammensetning og resultatene fra prøvingen er gjengitt i Tabell 1.

Korngraderingen er gjengitt i Formular 2B.

Tabell 1. Materialsammensetning og resultater

Blanding nr		1	2	Ref etter NSB	
Materialsemensetning i kg/m ³ betong	Innsendte tilslag (fraksjonert av NGU)	Sement	365	367	333
		1. 8-16 mm	646	-	-
		2. 4-8 mm	303	-	-
		3. 2-4 mm	-	198	-
		4. 1-2 mm	-	198	-
		5. 0,5-1 mm	-	198	-
		6. 0,25-0,5 mm	-	114	-
		7. 0,125-0,25 mm	-	62	-
	8. 0-0,125 mm	-	71	-	
	FCB's tilslag	9. Sand 0-8 mm uharpet	-	-	1014
		9a. 9 Sand < 4 mm	845	-	-
10. Knust singel 8-11 mm		-	741	415	
11. Knust singel 11-16 mm		-	198	415	
Vann		212	213	193	
v/c		0,58	0,58	0,58	
Støpelighet/bearbeidbarhet:		God	God	God	
Synkmål, cm		8	7	8	
Densitet, kg/dm ³		2,37	2,36	2,37	
Luftinnhold, %		1,3	1,3	1,4	
Trykkfasthet	7 døgn	30,2	28,3	32	
	MPa etter 28 døgn	39,1	36,3	42	

KOMMENTARER

Referanseblandingen er utført med velgraderte, mekanisk sterke naturlige tilslag som gir betong med god støpelighet, et moderat sementbehov og relativt høy trykkfasthet i forhold til anvendt v/c-forhold. Sammenlignet med denne viser de utførte prøveblandinger at bruk av det innsendte tilslags:

sandfraksjon (Blanding 2) har gitt betong med god støpelighet, et sementbehov (økonomi) som ligger ca 10 % høyere og en 28 døgns trykkfasthet som ligger ca 14 % lavere

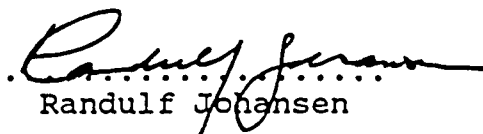
Vedlegg 6-4

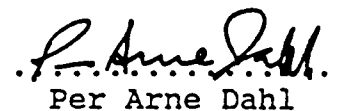
steinfraksjonen (Blanding 1) har gitt betong med god støpelighet, et sementbehov som ligger ca 10 % høyere og en 28 døgns trykkfasthet som ligger ca 7 % lavere

Sammenligner en resultatene med det som erfaringsmessig oppnås i tilsvarende blandinger ved bruk av andre, både naturlige og knuste tilslag, vil en karakterisere både sand- og steinfraksjonen av det innsendte tilslag som relativt godt egnet for produksjon av godt støpelig "vanlig" betong, dvs betong som tilfredsstiller v/c-kravet (maks v/c = 0,60) til miljøklasse NA, "noe aggressivt miljø" og fasthetskravet til fasthetsklasse C35.

Det kan nevnes at det ved en optimalisering av tilslagetts samlede korngradering (fraksjonering) og kornform (knusing) sannsynligvis kan la seg gjøre å forbedre egenskapene både hva angår støpelighet og sementbehov (økonomi). Videre at en ved "normal" bruk av tilsetningsstoffer (2 - 3 liter lignosulfonatbasert P-stoff pr m³ betong) sannsynligvis vil redusere betongens vann- og sementbehov (v/uendret konsistens/støpelighet) med ca 10 %.

Trondheim den 2 februar 1989


Randulf Johansen


Per Arne Dahl

7034 Trondheim · NTH

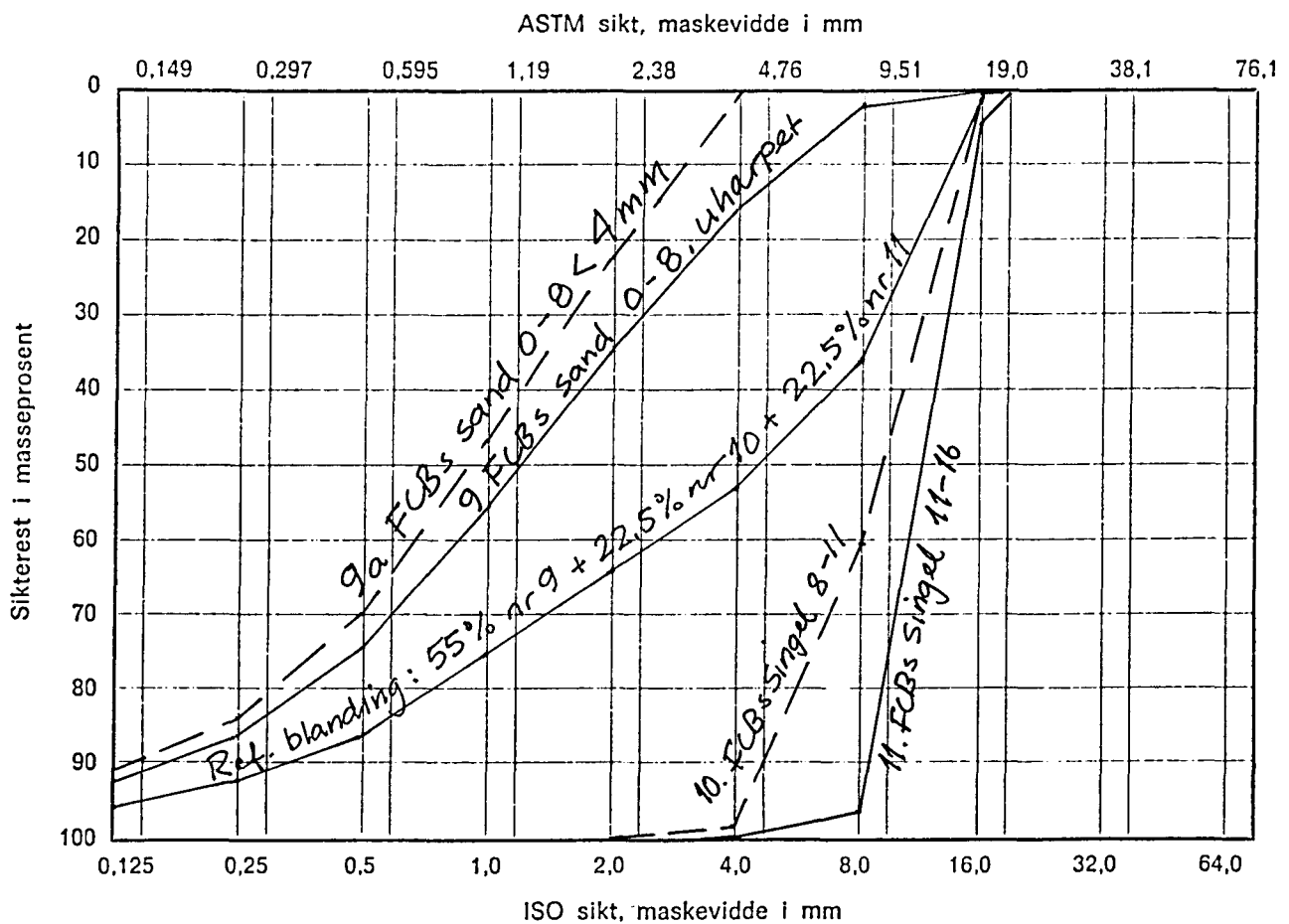
TELEFON: (07) 59 52 25
TELEX: 55 620 SINTF N
TELEFAX: (07) 59 24 80

Formular 2 a
Side av

PRØVING AV TILSLAG, NS 3474

KORNGRADERING:

Vårt merke	Sikterest i masseprosent på sikt med maskevidde i mm:								
	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	32,0
									19,0
9. FCB's Sand 0-8, uharpet	92,5	86,5	74,7	55,3	34,4	15,8	1,5	0	
9a. FCB's Sand 0-8 < 4 mm	91,1	84,0	70,0	46,9	22,1	0			
10. FCB's singel 8-11	100	100	100	100	100	98,2	60,5	0	
11. FCB's singel 11-16	100	100	100	100	100	99,3	96,5	4,1	0
Ref. blanding 55% nr 9 + 22,5% nr 10 + 22,5% nr 11	95,9	92,6	86,1	75,4	63,9	53,1	36,1	0,9	0



P. Anne John

7034 Trondheim - NTH

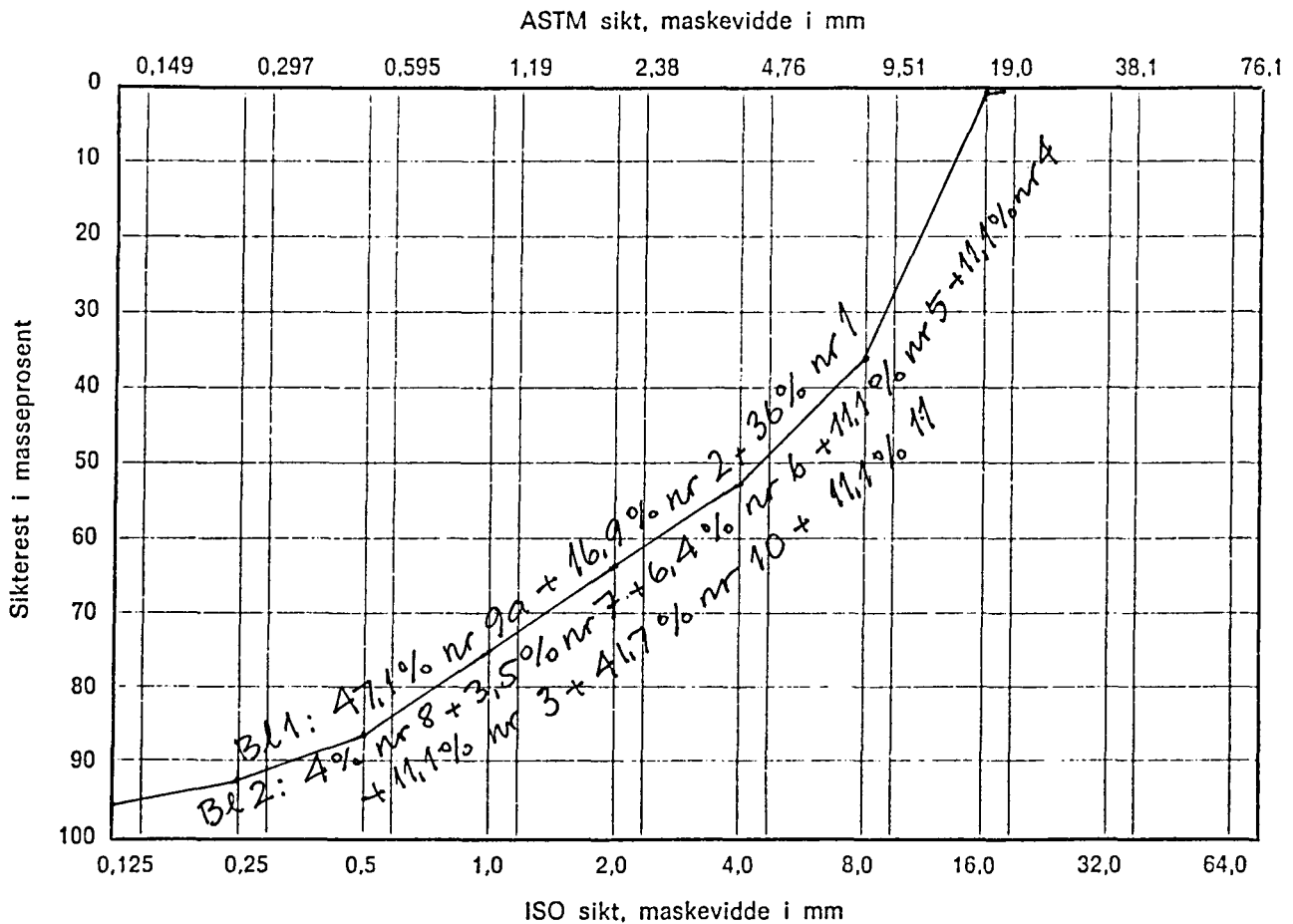
TELEFON: (07) 59 52 25
TELEX: 55 620 SINTF N
TELEFAX: (07) 59 24 80

Formular 2 b
Side av

PRØVING AV TILSLAG, NS 3474

KORNGRADERING:

Vårt merke	Sikterest i masseprosent på sikt med maskevidde i mm:								
	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	32,0
									19,0
B1 1: 47,1% 9a (FCB's sand 0-8 < 4 mm)+ 16,9% 2. Pukk 4-8 +36% 1. Pukk 8-16	95,8	92,5	85,9	75,0	63,3	52,9	36,0	0	
B1 2: 47,2% fraksjonert 8-3 (0-4 mm inn-sendt) + 41,7 %									
10. Singel 8-11 + 11,1%	96,0	92,5	86,1	75,0	63,9	51,9	35,9	0,5	0
11. Singel 11-16									



P. Amundsen



Avdeling for vegteknikk
Division of Road Technology

NGU seksjon for ingeniørgeologi
v/E. Erichsen
Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 TRONDHEIM

Deres ref.:
Your ref.:

Vår ref.:
Our ref.:
NSU/1j

Direkte innvalg:
Direct line:
07-594727

Trondheim
1988-11-23

VEDHEFTNINGSANALYSE

SINTEF avd. Vegteknikk har mottatt 1 prøve merket "Øyan fra Orkanger". Etter avtale er det utført vedheftningsanalyse på materialet.

Resultatet av analysen er vist i tabell under.

Matr.	Prosent slipp etter		
	0 timer	1 time	24 timer
Kvarts	0	0	0
Kalk	2	4	10
Øyan fra Orkanger	0	1	6

Materialet har noe slipp etter 24 timer. Dette gjør at det anbefales å bruke vedheftningsmiddel ved bruk av dette materialet i asfalt.

Med hilsen
for SINTEF avd. Vegteknikk

Nils S. Uthus
Nils S. Uthus



Vår dato
1989-02-27

Vår referanse
89/-
Lab/Asfalt

Vår saksbehandler - innvalgsnr.
O.ing. B.E. Løberg - (02) 639968

Vårt ark.nr.
441

Deres referanse
Eyolf Erichsen

ANK.	1389
AVD.	L
BESV.	
JNR.	949
KONT.	
S.BEH.	J2/3
ARK.	

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 3006 Lade
7002 TRONDHEIM

RIEDEL KOKEPRØVE PÅ TILSENDT STEINMATERIALE


Veglaboratoriet har mottatt finknust steinmateriale til testing med Riedel kokeprøve. Materialet fikk Lab.prøvenr. A29.89.

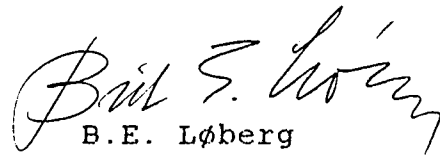
Resultatet av testen er gitt på skjemaet, bilag nr. Riedeltall 4 betyr at materialet har forholdsvis dårlige vedheftsegenskaper mot bitumen.

Uttalelsen gjelder tilsendt prøve og ikke forekomsten som helhet da kvalitetsvariasjoner er vanlige.

Regning for utført arbeid vedlegges.

Veglaboratoriet
Asfalt- og kjemiseksjonen
Med hilsen


S. Dørum
seksjonsleder


B.E. Løberg

2 vedlegg

BEL./JFB

STATENS VEGVESEN Blankett nr. 420	STEINMATERIALERS BRUKBARHET TIL VEGFORMÅL	Arkiv nr. <u>441</u>
		Bilag nr. <u>1</u>
		Lab.pr.nr. <u>A 29. 89</u>

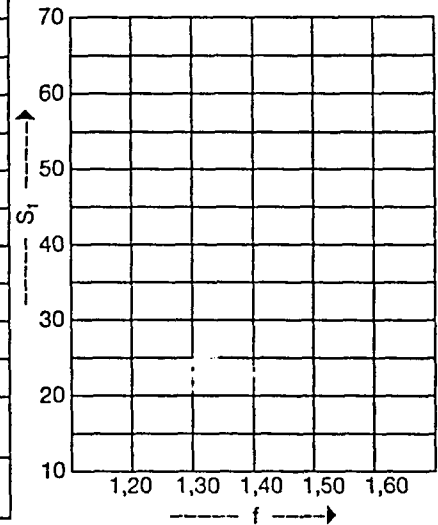
Fylke: (Sør-Trøndelag) Kommune: _____ nr.: _____
 Kartblad nr.: _____, serie: _____ UTM-koord.: _____
 Veg nr.: _____ Hp.: _____ Km/profil: _____ Oppdr. nr.: _____
 Materialtak: Oyan, Orkanger, nr.: _____ Eier: _____
 Prøvested i taket: Orkdal betongstasjon, dybde, m: _____ Uttatt dato / -

VISUELL KVALITETSKLASSIFISERING¹⁾:

Antall stk. korn vurdert	Kvalitetsklassifisering – %-vis fordeling av korn vurdert i grupper			
	Meget sterke (1)	Sterke (2)	Svake (3)	Meget svake (4)
stk.	%	%	%	%

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2	11,2-16 ²⁾
Tegnforklaring	• • •	♀ ▲ ▲
Flisighetstall – f		
Sprøhetstall – s		
Pakningsgrad ³⁾		
Korr. sprøhetstall – s ₁		
Materiale < 2 mm – % ⁴⁾		X
Laboratoriepukket – %		
Merket ♀: Slått 2 ganger		
Middel: \bar{f}/s_1	/	X
Abrasjonsverdi – a:	1) _____ 2) _____ 3) _____	Middel: _____
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{\frac{s_1^5}{s_1}}$		



ANDRE EGENSKAPER:

Densitet ρ_s : 2,67 Humusinnhold: _____
 Lyshet⁶⁾ klasse: _____ Vedheftning til bitumen: Riedeltall 4
 Belegg⁷⁾: _____ v/metode: Riedel kokeprøve

Tilleggsanalyse: _____

Merknad: _____

sign.

PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Oppløst: Sur mylonitt med mye lys glimmer (opptil 15%)

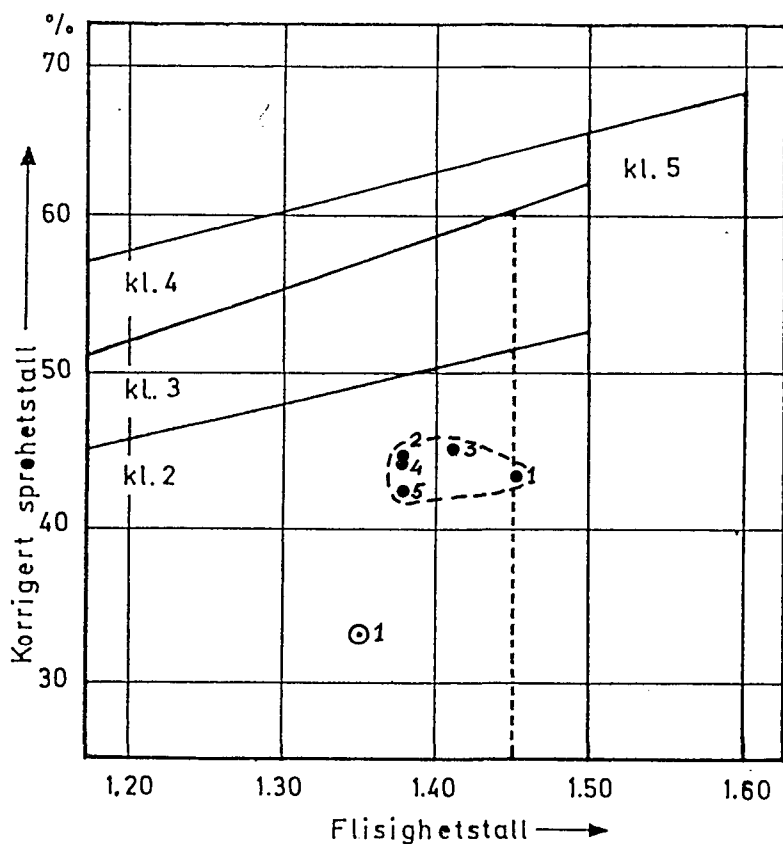
Undersøkt: Finkornet lyst surt materiale som likner kvartsitt. Det er relativt lite glimmer i prøven. Prøven inneholdt størkorn av ertsmineraler (oksydiske). Skadelige mineraler ble ikke observert.

Reaksjon med HCL⁸⁾: _____

Beskrivelse av materiale < 2 mm: _____

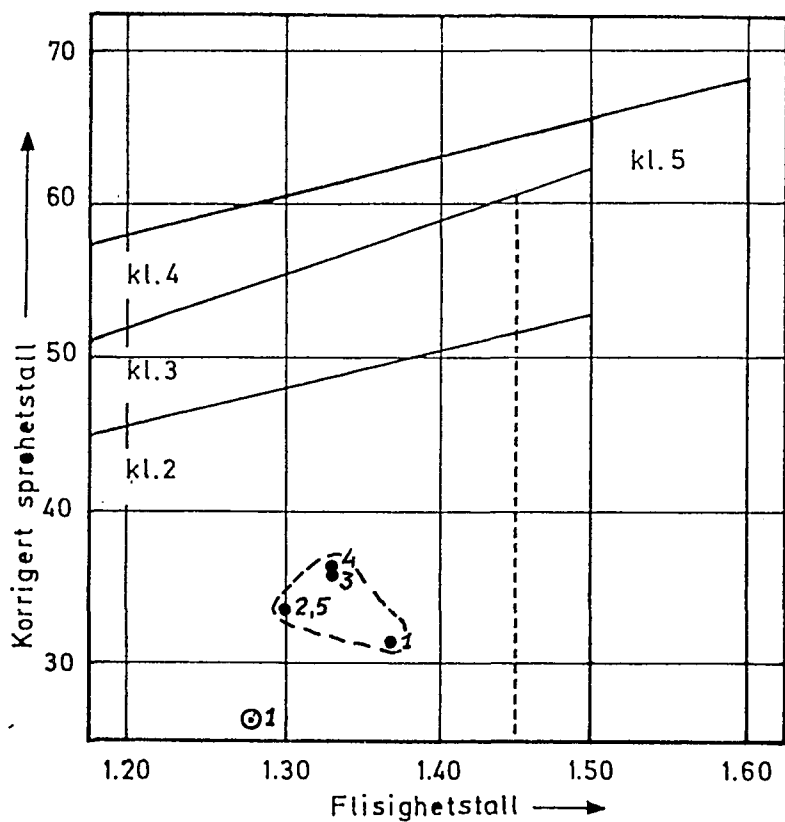
*) Se baksiden: _____ sign.

STED: Veglaboratoriet DATO: 24/2-89 UNDERSKRIFT: Brit S. Ljerner



Gjennomsnittsverdi

- ⊙ - Prøvetatt november 1987
- - Prøvetatt august 1988

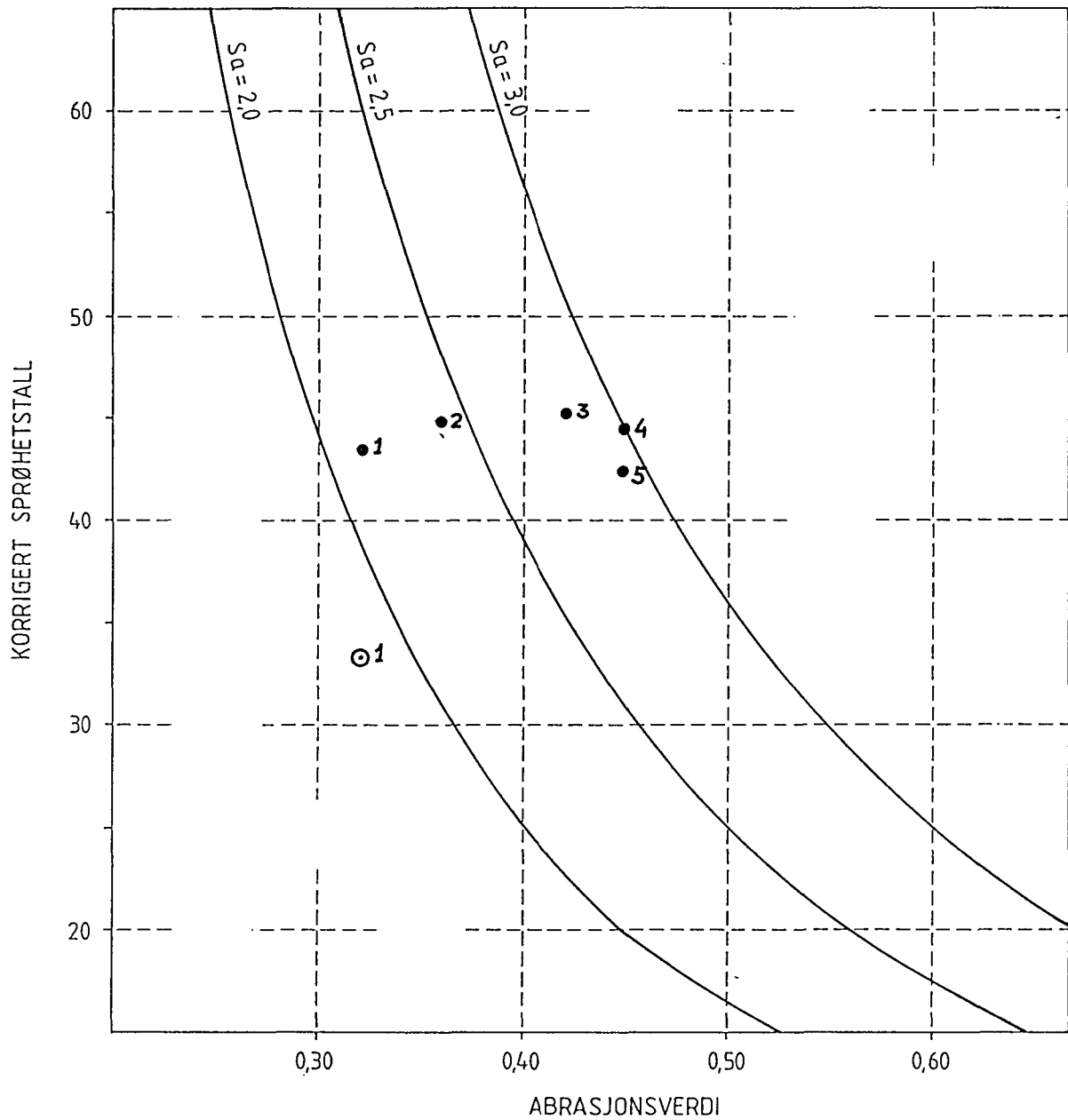


Omslagsverdi

SPRØHET OG FLISIGHET VED FALLPRØVEN

KARTBLAD:

KOORDINAT



$$\text{Slitasjemotstand (Sa)} = \sqrt{\text{Korr. sprøhetstall} \times \text{abrasjonsverdi}}$$

Krav til slitelagsmateriale avhengig av gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ADT):

ADT	Sa
<2000	Ingen krav
2000-6000	<3.0
>6000	<2.5

Tegnforklaring, se Vedlegg 9.

SLITASJEMOTSTAND