

NGU Rapport 97.155

Pukkundersøkelser i Bjørnevatn dagbrudd,
Sør-Varanger kommune

Rapport nr.: 97.155		ISSN 0800-3416	Gradering: <i>ÅPEN</i>
Tittel: Pukkundersøkelser i Bjørnevatn dagbrudd, Sør-Varanger kommune			
Forfatter: Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: Kirkenes Utvikling AS	
Fylke: Finnmark		Kommune: Sør-Varanger	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 45	Pris: Kr. 65,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 12.11.97	Prosjektnr.: 2633.14	Ansvarlig: <i>Eiliv Ean.</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Gruvedriften ved Sydvaranger ASA etterlater seg store mengder gråberg. På oppdrag for Kirkenes Utvikling AS i Sør-Varanger kommune har NGU knust ned og analysert materiale fra to av gråbergtippene samt fra to fastfjellsprøver i bjørnevannsgneis. Deretter er pukkens bruksmuligheter som byggeråstoff innen veg, betong og asfalt vurdert.</p> <p>Fordi kvalitetskravene varierer både med hensyn til bruksområder og innbyrdes mellom landene i Europa, er det vanskelig å vurdere bergartens kvalitet samlet. Analyseresultatene viser at prøvene jevnt over har svært gode Los Angeles-verdier og middels gode PSV-tall. Dette indikerer gode egenskaper for bruk i enkelte vegdekker i Europa, samt i bære- og forsterkningslag. Det er materialkrav for byggeråstoffer i landene England, Tyskland, Frankrike, Nederland og Belgia som er lagt til grunn for denne vurderingen.</p> <p>Ut fra «materialkrav» som gjelder i USA er materialet fra gråbergtippene samt bjørnevannsgneisen godkjent for bruk i vegdekker, og da også i bære- og forsterkningslag.</p> <p>Kulemølleverdien for materialet er meget god, og tilfredsstillende det norske kravet til vegdekker for høyt trafikkerte veger med ÅDT (årsdøgntrafikk) 15.000. I tillegg oppfylles kravene til bære- og forsterkningslag i Norge.</p> <p>Materialet i steintippene kan også benyttes i betong i de nevnte land. Det kan imidlertid oppstå alkalireaksjoner dersom betongen benyttes i fuktbelastet miljø. Ved å tilsette en lav-alkali sement ved slik anvendelse kan uheldige alkalireaksjoner unngås.</p>			
Emneord: Ingeniørgeologi	Byggeråstoff	Mikroskopering	
Fallprøve	Abrasjon	Kulemølle	
Los Angeles	Pukk	Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	4
2. PRØVETAKING	5
2.1 Prøvetaking ved Bjørnevatn.....	5
3. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER	6
3.1 Materialkrav i USA.....	8
4. RESULTATER.....	9
4.1 Bergartssammensetning i innhentet prøvemateriale	9
4.2 Tynnslipanalyse	9
4.3 Mekaniske analyseresultater	10
4.3.1 Vurdering av Steintipp A	10
4.3.2 Vurdering av Steintipp B	11
4.3.3 Vurdering av nytt brudd.....	13
4.4 USA som eksportmål	14
5. SAMLET VURDERING AV RESULTATENE	15
6. KONKLUSJON	17
7. VIDERE UNDERSØKELSER.....	17
8. REFERANSER	18
ABSTRACT.....	19
CONCLUSION.....	20
FURTHER INVESTIGATIONS	20

VEDLEGG

1-8	Mekaniske egenskaper
A 1-6	Beskrivelse av laboratoriemetoder
C 1-4	Norske kvalitetskrav for knuste tilslag
D 1-7	Europeiske krav for tilslag

1. INNLEDNING

Sydvaranger ASA har hatt kontinuerlig gruvedrift i Bjørnevatn siden 1906. Driften på jernmalm ble vedtatt nedlagt i 1996 etter nærmere 90 års virke. Etter gruvedriften ligger det igjen store steintipper med gråberg. Dette er ressurser som det kan være mulig å utnytte til pukkframstilling i større målestokk.


Det har lenge foregått pukkproduksjon ved Sydvaranger ASA parallelt med gruvedriften. Pukken har i første rekke blitt brukt til vegbygging og vedlikehold i selve gruveområdet, men noe er også blitt solgt til det lokale markedet, der krav til kvalitet ikke har vært av stor betydning.


Grøner Tromsø AS henvendte seg til NGU da de hadde fått i oppdrag av Kirkenes Utvikling AS å utrede bruksmulighetene av utsprengt gråberg innen asfaltproduksjon, betong og vegbygging, både for lokale formål og for eksport til andre deler av landsdelen.

Vanligvis bør en del kriterier være oppfylt for at en forekomst skal være av interesse for storskala drift. Først og fremst er bergartskvaliteten viktig. For det andre må reservene være av tilstrekkelig størrelse. En forekomsts beliggenhet er også av betydning med hensyn på transportavstand til markedet, avstand til bebyggelse, innsyn, miljøhensyn m.m. Andre faktorer som virker inn kan være bergartens egenvekt og homogenitet, klimatiske forhold og sjødybde.

På oppdrag for Kirkenes Utvikling AS i Sør-Varanger kommune har NGU knust ned og analysert materiale fra to av gråbergtipperne samt fra to fastfjellsprøver. Deretter er det foretatt en vurdering av bruksmulighetene opp mot de kvalitetskrav som stilles, både nasjonalt og i noen europeiske land i tillegg til USA.

Trondheim, 12. november 1997
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder


Arnhild Ulvik
siv.ing.

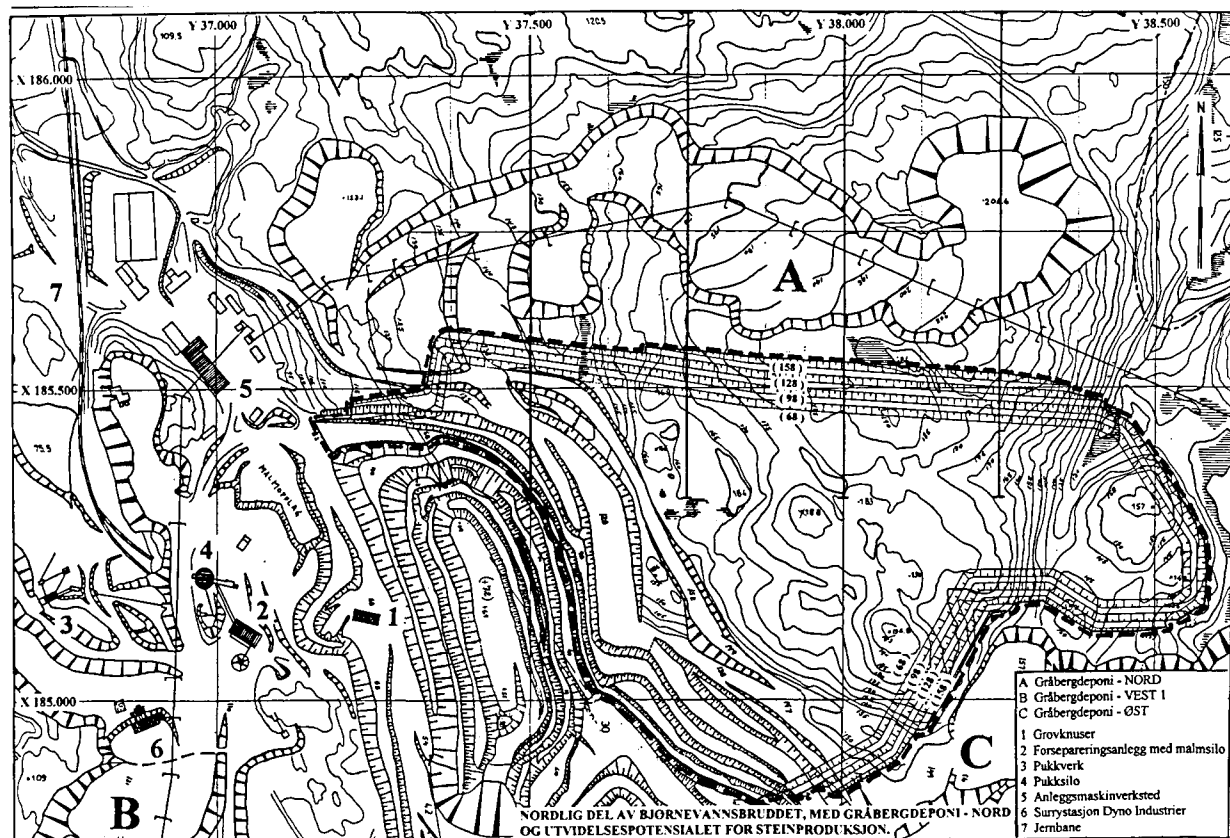
2. PRØVETAKING

2.1 Prøvetaking ved Bjørnevattn

Totalt ligger det omkring 250 mill. tonn gråberg deponert i gruveområdet. I forbindelse med dette oppdraget er det hentet inn prøver direkte fra gråbergstippene. Steintippene består av en blanding mellom bergartene bjørnevannsgneis og hornblendegneis med stedvis innslag også av diabas og malm. Dette medfører en variasjon i kvaliteten på materialet, alt etter blandingsforholdet mellom bergartstypene. Det er foretatt en selektiv innhenting av ren bjørnevannsgneis og hornblendegneis fra tipp A og B. I tillegg er det tatt blandingsprøver fra de samme tippene som skal representere forekomsten. Det er også tatt to fastfjellsprøver av bjørnevannsgneis i et mulig nytt steinbrudd inne i gruveområdet.

Innhenting av prøver er utført av oppdragsgiver ved Per Helge Høgås etter instruks fra NGU.

Figur 1 viser en oversikt over gruveområdet hvor gråbergstippene ligger, og hvor prøve i «nytt brudd» er tatt.



Figur 1. Oversikt over gråbergdeponi i nordre del av Bjørnevannsbrygget. Ny prøve er tatt innenfor stiplet område mellom tipp A og C.

3. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Densitet, fallprøven (sprøhet og flisighet), abrasjon, kulemølle, Los Angeles (vedlegg 1-8) og mineralfordeling ved tynnslipanalyse er analyser som er utført ved NGU. Poleringstest, Polished stone value (PSV), er utført av Celtest limited, Wales. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Materialet som prøvetas er bergartsstykker i knyttneve størrelse som til sammen utgjør ca. 60 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmateriale gjelder i første rekke for materiale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til ubehandlede prøver tatt i felt, også kalt «stuffprøver» [1]. Produksjonsprøvene vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekanisk testing av stuffprøver gir en mer nøytral vurdering av bergartenes «iboende egenskaper» i forhold til produksjonsprøver. Ved optimal bearbeiding i et pukkverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenlignbare med resultatene for stuffprøvene som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighetstallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølleverdien. Det er meningen at den nye kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden. Vedlegg C gir en oversikt over kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer. Tabell 1 gir en forenklet oversikt over norske krav for tilslagsmateriale til vegformål.

Tabell 1. Norske kvalitetskrav til vegformål

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

Krav til steinklasse (St.kl.), abrasjonsverdi (Abr.), slitasjemotstand (Sa-verdi) og kulemølleverdi (Km) avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg C.

Generelt bør kravene for høyt trafikkerte veger innfris, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfris for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet. Fallprøven, abrasjonsmetoden og kulemøllemetoden er også standard testmetoder i de øvrige nordiske landene. Unntaket er at det testes på noe ulike kornfraksjoner.

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene [2]. Gjennom det pågående CEN-arbeidet (Comite Europeen de Normalisation) er det blitt standardisert hvilke

metoder som skal være gjeldende for alle EU/EFTA-land. Kulemølle, Los Angeles og PSV er alle godkjent som «CEN-metoder». Vedlegg D gir en oversikt over kvalitetskrav for tilslagsmaterialer for en del utvalgte europeiske land.

I tabell 2 er det laget en forenklet oversikt over krav for tilslagsmateriale til vegformål for en del utvalgte europeiske land.

Tabell 2. Europeiske kvalitetskrav til vegformål

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 16	> 65
	“	Normal trafikkert veg	< 25	> 55
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> 45
	Bære- og forsterkningslag		< 35	-
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	< 15	> 55
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> 43
	Bære- og forsterkningslag		< 40*	-
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 15	> 50
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lett trafikkert veg	< 25	> 40
	Bære- og forsterkningslag		< 30	-
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	> 65
	“	Normal trafikkert veg	?	> 53
	“	Lett trafikkert veg	?	> 48
	Bære- og forsterkningslag		?	-
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	> 50
	“	Lett trafikkert veg	?	?
	Bære- og forsterkningslag		?	-

* Krav avhengig av bergartstype.

Krav til Los Angeles verdi (LA) og poleringsmotstand (PSV) for endel europeiske land avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg D.

Generelt bør kravene for normal trafikkerte veger innfris, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfris for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet.

Selv om det ikke stilles krav til en bergarts egenvekt, uttrykt ved densiteten, bør den hverken være for lav eller for høy (helst < 2,80 g/cm³). Til enkelte formål, som stor blokkstein til diker, tung ballast, tildekkingsmateriale til oljerørledninger på sjøbunnen etc., kan det stilles krav til minimum egenvekt, men dette er unntaket. Markedsandelen for spesialprodukter med høy egenvekt er forholdsvis liten.

3.1 Materialkrav i USA

I alle områder i USA vil lokalt tilgjengelig materiale gå foran import av pukk, nærmest uavhengig av krav.

I USA varierer materialkravene til asfaltdekke fra stat til stat eller innenfor ulike regioner. Det skyldes blant annet variasjoner i klima, materialtilgjengelighet og trafikkbelastning. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration har kommet med en anbefaling om at en del kriterier blir fulgt innen hver stat [4].

For at et materiale skal kunne brukes i asfaltdekke bør det ha en Los Angeles-verdi lavere enn 45. Til bruk i bære- og forsterkningslag forventes at materialkravene avtar.

Inndelingen av veger skjer etter trafikkbelastning. Følgende benyttes i USA.

Høyt trafikkert veg	>1.000 000 (ESAL*)
Middels trafikkert veg	10.000-1.000 000 (ESAL*)
Lavt trafikkert veg	<10.000 (ESAL*)

* Equivalent Single-Axle Load (årsdøgntrafikk ut fra enakslet kjøretøy)

4. RESULTATER

4.1 Bergartssammensetning i innhentet prøvemateriale

Som nevnt består gråbergtypene av en blanding mellom bergartene bjørnevannsgneis, hornblendegneis og diabas, med stedvis innblanding av malm. En produksjonsprøve fra pukkverket hentet inn av NGU i juli 1997 viste et blandingsforhold på 56% bjørnevannsgneis og 38% hornblendegneis.

Det er utført en bergartstelling både for de rene bergartsprøvene og blandingsprøvene som en slags kontroll på prøveinnhenting, og for å kunne vurdere de mekaniske testresultatene bedre. Resultatet ses i tabell 3.

Tabell 3. Bergartssammensetning i prøvene, vist i %.

Prøve	Hornblendegneis	Bjørnevannsgneis	Kvartsitt
Tipp A - Bjørnevannsgneis	6	93	1
Tipp A Hornblendegneis	92	8	-
Tipp A Blandingsprøve	42	56	2
Tipp B- Bjørnevannsgneis	7	89	4
Tipp B - Hornblendegneis	99	-	1
Tipp B - Blandingsprøve	42	58	-

For blandingsprøvene virker bjørnevannsgneisen i tipp B noe lysere og mer grovkornig enn i tipp A.

4.2 Tynnslipanalyse

Tabell 4 viser en oversikt over mineralinnholdet i bjørnevannsgneis og hornblendegneis fra steintipp A og B. I vedlegg 1, 2, 4 og 5 gis det mer utfyllende detaljer omkring opptreden av de ulike mineralene for hvert tynnslip.

Tabell 4. Tynnslipanalyse. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Kv	Klor	Glim	Epi	Amf	And
Tipp A-Bjørnevannsgneis	Gneis	finkornet/ujevnkornet	svakt orientert	44	30	x	25	x		1
Tipp A-Hornblendegneis	Gneis	finkornet/ujevnkornet	svakt orientert	32	30		15	2	20	1
Tipp B-Bjørnevannsgneis	Gneis	middels-finkornet/ ujevnkornet	svakt orientert	52	35	x	10	2		1
Tipp B-Hornblendegneis	Gneis	middels-finkornet/ jevnkornet	svakt orientert	29	30		20	1	20	1

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Klor - kloritt, Epi - epidot, Amf - amfibol, And - andre mineraler, x - spor

Det gjøres oppmerksom på at tidligere mineralanalyser har vist et til dels høyt innhold av kloritt. Det kan være ugunstig ved asfaltframstilling fordi det reduserer vedheftgenskapene mot bitumen.

4.3 Mekaniske analyseresultater

Det er tatt 3 prøver hver fra steintipp A og B, samt to fastfjellsprøver av bjørnevannsgneis i en mulig ny driftsretning. De mekaniske analyseresultatene er vist i tabell 5 og i vedlegg 1-8. I tillegg er det tatt med et analyseresultat for produksjonsknust materiale fra juli 1997.

Tabell 5. Mekaniske analyseresultater fra Bjørnevatn gruveområde

	Tipp A			Tipp B			Nytt brudd		Verksknust prøve
	Bjørnevannsgneis	Hornblendegneis	Blandingsprøve	Bjørnevannsgneis	Hornblendegneis	Blandingsprøve	Prøve 1	Prøve 2	
Densitet	2.67	2.72	2.70	2.64	2.79	2.71	2.68	2.68	2.89
Pakningsgrad	0	0	0	0	1	0	0	0	-
Sprøhetstall	38.6	38.2	36.3	38.2	34.5	32.6	34.2	34.1	-
Flisighetstall	1.36	1.38	1.34	1.34	1.37	1.35	1.35	1.36	-
Steinklasse	2	2	2	2	1	1	1	1	-
Abrasjonsverdi	0.48	0.61	0.49	0.45	0.58	0.50	0.54	-	-
Sa-verdi	3.0	3.8	2.9	2.8	3.4	2.9	3.1	-	-
Kulemølleverdi	6.5	10.6	7.4	6.0	9.0	6.8	8.3*	7.7	-
Los Angeles verdi	14.3	15.2	13.7	13.5	12.4	13.3	18.2	16.0	17.5
Poleringsmotstand	54	55	52	51	55	53	52	-	56

* parallellene under testing avviker mer enn 10% fra middelverdien, noe som kan skyldes inhomogent materiale

4.3.1 Vurdering av Steintipp A

Fra steintipp A gir bjørnevannsgneis og hornblendegneis omtrent like resultater styrkemessig. Den største forskjellen ligger som ventet i kulemølle- og abrasjonsverdien, der hornblendegneisen kommer dårligst ut med høyeste tallverdier. Det skyldes sannsynlig at bergarten inneholder amfibol.

Resultatene for blandingsprøven er nokså like bjørnevannsgneisen. Dette rimer bra med at det er overvekt av denne bergarten i prøven. Derfor er det blandingsprøven som er gjenstand for den videre vurdering. Tabell 6 viser en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (se også tabell 1) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 6, se også tabell 2).

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav - steintipp A.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	+	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris. Krav som nesten innfris metoden -(/+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

Tabell 7. Egnethetsvurdering til vegformål- steintipp A.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	+	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	-	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	+	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	+	+	Egnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	- (+)	Uegnet / (Egnet)
	“	Lett trafikkert veg	?	+	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	? / Egnet
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	+	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	?	?	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	? / Egnet

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

For anvendelse til betongformål vurderes materialet som egnet ut fra både norske krav (vedlegg C-4) og krav innenfor andre land i Europa (vedlegg D-7).

Det påpekes imidlertid at det tidligere er utført prøvestøping av betong på produksjonsknust materiale. Siktekurven til materialet viste seg da å ha en ugunstig sammensetning med mye over- og understørrelser, noe som gjør betongen vanskelig å blande. I tillegg var materialet svært flisig. Laboratorieknusing under kontrollerte forhold har imidlertid gitt akseptable resultater. Det betyr at det kan være mye å hente på en optimalisert knuseprosess i pukkverket.

Det er også utført petrografisk telling med hensyn på alkalireaktivitet. Bjørnevannsgneisen er funnet å være alkalireaktiv med et innhold av reaktive korn høyere enn grenseverdien som DGB (frivillig Deklarasjons- og Godkjenningsordning for Betongtilslag) har satt på 20%. Hvis betongen skal benyttes i fuktutsatte konstruksjoner må det derfor benyttes en type sement som ikke gir reaksjoner.

4.3.2 Vurdering av Steintipp B

For steintipp B opptrer de største forskjellene også i kulemølle- og abrasjonsverdiene hvor bjørnevannsgneis kommer best ut. Hornblendegneisen gir noe bedre poleringsmotstand. Fallprøveresultatet for hornblendegneisen er også noe bedre enn for bjørnevannsgneisen.

Resultatene for blandingsprøven virker å være middelveier av de to bergartsprøvene i steintippen. Blandingsprøven gir et bedre fallprøveresultat enn tilsvarende for tipp A. Tabell 8 viser en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (se også tabell 1) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 9, se også tabell 2).

Tabell 8. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav - steintipp B.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	+	Egnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	-(+)	+	Egnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	Egnet
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

Tabell 9. Egnethetsvurdering til vegformål- steintipp B.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	+	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	-	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	+	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	+	+	Egnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	+	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	?	+	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	? / Egnet
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	+	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	?	?	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	? / Egnet

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

For anvendelse til betongformål vurderes materialet som egnet ut fra både norske krav (vedlegg C-4) og krav innenfor andre land i Europa (vedlegg D-7). Se for øvrig anmerking under kapittel 4.3.1.

4.3.3 Vurdering av nytt brudd

I tabell 10 er det foretatt en egnethetsvurdering av materialet i nytt prøvetatt brudd. Av tabellen går det fram at materialet egner seg til vegdekke i høyt trafikkerte vegger, eller som bære- og forsterkningslag.

Tabell 10. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav - nytt brudd.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	+	Egnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	-(+)	+	Egnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	Egnet
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris. Krav som nesten innfris metoden -/(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

Tabell 11. Egnethetsvurdering til vegformål - nytt brudd.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	-	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	-(+)	Uegnet/(Egnet)
	“	Lett trafikkert veg	?	+	?/Egnet
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	?/Egnet
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	+	?/Egnet
	“	Lett trafikkert veg	?	?	?/Egnet
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	?/Egnet

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden -/(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

For anvendelse til betongformål vurderes materialet som egnet ut fra både norske krav (vedlegg C-4) og krav innenfor andre land i Europa (vedlegg D-7). Se for øvrig anmerkning under kapittel 4.3.1.

4.4 USA som eksportmål

For at et materiale skal kunne benyttes til vegdekke i USA bør det ha en Los Angeles-verdi lavere enn 45. Dette «kravet» oppfylles av forekomsten i Bjørnevatn. Det forekommer imidlertid mange ulike varianter på krav mellom statene.

Dersom «kravet» for bruk i vegdekker er innfridd forventes at materialet også kan brukes til bære- og forsterkningslag. Materialet antas også å bli godkjent som tilslag i betong.

5. SAMLET VURDERING AV RESULTATENE

I tabell 12 er egnethetsvurderinger for steintipp A og B og nytt steinbrudd sammenstilt.

Tabell 12. Sammenstilling av egnethetsvurdering av prøver fra Bjørnevatn

Land	Bruksområde	Vegtype	Tipp A	Tipp B	Nytt brudd
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Egnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	Uegnet	? / Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	? / Uegnet	? / Egnet	? / Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?	?
	“	Normal trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
Norge	Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Høyt trafikkert veg (ÅDT 5000-15000)	Egnet	Egnet	Egnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 3000-5000)	Egnet	Egnet	Egnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 1500-3000)	Egnet	Egnet	Egnet
	“	Lavt trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet
	Bærelag		Egnet	Egnet	Egnet
	Forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Alle land	Betongformål		Egnet	Egnet	Egnet

I tabell 13 er det foretatt en rangering basert på egnethetsvurderingen til veg- og betongformål etter følgende inndeling:

Tabell 13. Egnethetsvurdering til veg- og betongformål for en del europeiske land.

Bergartskvalitet	Egnethetsvurdering
Meget god	Egnet til alle veg- og betongformål
God	Egnet til minst normal/høyt trafikkerte veger og betong
Middels	Egnet til minst lett trafikkerte veger og betong
Svak	Egnet til bære- og forsterkningslag og betong
Meget svak	Uegnet til veg- og betongformål

For bedømmelse av bergartskvalitet er det utført en verbal rangering i tabell 14. Tabell 13 er lagt til grunn for denne vurderingen.

Tabell 14. Bedømmelse av bergartskvalitet basert på egnethetsvurdering til veg- og betongformål for en del europeiske land.

Land	Tipp A	Tipp B	Nytt brudd
England	Middels god	Middels god	Middels god
Tyskland	God	God	God
Frankrike	Meget god	God	God
Nederland	Middels god	God	Middels god
Belgia	Meget god?	Meget god?	Meget god?
USA	Meget god	Meget god	Meget god
Norge	God	God	God
BERGARTSKVALITET	God	God	God

I og med at kravene varierer både med hensyn til bruksområdet og innbyrdes mellom landene i Europa er det vanskelig å vurdere bergartskvalitet samlet. Eksempelvis kan et materiale være fullt ut egnet til bære- og forsterkningslag og lavtrafikkerte veier, men uegnet for slitelag i toppdekke. Med dette som forbehold vurderes bergartskvaliteten, i henhold til tabell 14, som god for både blandingsprøvene og bjørnevannsgneisen i «nytt brudd»

Det nevnes også at de gode Los Angeles-verdiene for tipp A og B oppfyller de strengeste krav til bruk i vegdekke i Europa, mens PSV-verdiene ikke innfrir kravene til tilsvarende anvendelse.

For «nytt brudd» er Los Angeles-verdien noe dårligere enn for de rene bergartsprøvene og blandingsprøvene i tipp A og B. Dette kan muligens skyldes at materialet er inhomogent. Resultatet fra kulemolletesten for «prøve 1» gir også antydninger i denne retningen ved at de to parallellene gir et større avvik fra middelverdien enn hva som godtas. Det skal i utgangspunktet kjøres en ny parallell når slike avvik oppstår, men når tallverdiene fra begge parallellene er såpass gode vil det ikke føre fram til noen stor endring.

6. KONKLUSJON

Bjørnevatn ligger 8 km fra havn i Kirkenes. Infrastrukturen er god da det eksisterer jernbane etter gruvedriften. Totalt er det 250 mill. tonn gråberg lagret i steintipper i gruveområdet. Bergartskvaliteten varierer en del i de lagrede tippene. I tillegg er det muligheter til å ta ut fastfjell i bjørnevannsgneis.

Analyseresultatene viser at prøvene jevnt over har svært gode Los Angeles-verdier og middels gode PSV-tall. Dette indikerer gode egenskaper for bruk i enkelte vegdekker i Europa, samt i bære- og forsterkningslag. Det er materialkrav for byggeråstoffer i landene England, Tyskland, Frankrike, Nederland og Belgia som er lagt til grunn for denne vurderingen.

Ut fra «materialkrav» som gjelder i USA er materialet fra gråberg tippene samt bjørnevannsgneisen godkjent for bruk i vegdekker, og da også i bære- og forsterkningslag.

Kulemølleverdien fra analysene er veldig gode. Etter norske forhold tilfredsstillende materialet kravet til vegdekker for høyt trafikkerte veger med ÅDT (årsdøgntrafikk) inntil 15000. Ellers oppfylles kravene til bære- og forsterkningslag også i Norge.

Materialet i steintippene kan også benyttes i betong i Norge, Europa og USA. Det kan imidlertid oppstå alkalireaksjoner dersom betongen benyttes i fuktig miljø. Ved å tilsette en lav-alkali sement ved slik anvendelse kan uheldige alkalireaksjoner unngås.

7. VIDERE UNDERSØKELSER

NGU foreslår at det utføres en vedheftstest på tilslag med varierende klorittinnhold. Som nevnt under kapittel 4.2 kan høyt klorittinnhold i et materiale medføre en reduksjon av hefteegenskapene mot bitumen ved asfaltproduksjon. Med høyt klorittinnhold menes mer enn 2%.

Det er gjennom petrografisk telling fastsatt at bergartsmaterialet ved Bjørnevatn kan være alkalireaktivt. Det foreslås at det utføres Sør-Afrikansk test, en prøvestøping på betong, for å tallfeste og vurdere hvor stor en eventuell volumutvidelse vil bli.

8. REFERANSER

- [1] - Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknuserens innvirkning på fallprøven, *Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993.*
- [2] - Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strength, *VTI Meddelande Nr. 102.*
- [3] - Muurmans, J. 1997: Geologisk og teknisk grunnlag for framtidig produksjon av stein og pukk i Sydvaranger ASAs anlegg. Status pr. juli 1997. *Upublisert.*
- [4] - T 5040.27 1988: Asphalt Concrete Mix Design And Field Control. *U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration, 10. Mars 1988.*

ABSTRACT

The mining activities of Sydvaranger ASA have left a vast amount of rock waste. Via a commissional project, for Kirkenes Utvikling AS in the Sør-Varanger municipality, NGU has crushed and analysed material from two of the waste-rock tips together with a gneiss sample from bedrock in the Bjørnevatn Group.

Owing to the fact that quality requirements vary both in relation to the end-user and also in the various European countries, it is difficult to give an evaluation of the general rock quality. Test-results show that the specimens examined give very good Los Angeles values and medium-good PSV values. This indicates good qualities for use in a numbers of road surfaces, together as material in the bearer and strengthening layers. The material qualities for construction materials in England, Germany, France, Netherlands and Belgium are used as the basis for this evaluation.

On a basis of the "material quality demand" relevant to the USA the materials would be acceptable for use in road surfacing, and also for the bearer and strengthening layers.

The Ball Mill values are very good and satisfy the Norwegian requirements for road surfaces for highly trafficed roads with ÅDT (yearly day traffic) 15,000. In addition the Ball Mill values satisfy the requirement for bearer and strengthening layers in Norway.

Material from the waste-rock tips can also be used in concrete in the countries named above. There may, however, be the possibility of alkali reaction if the concrete is used in a moisture-laden environment. The addition of a low-alkali cement can prevent that this unfortunate reaction takes place.

CONCLUSION

Bjørnevatn lies some 8 km south of the harbour facilities at Kirkenes. The infrastructure is good especially with the existing railway left after the mining. Totally there is some 250 million tons of rock waste in the tips of the mining area. The quality of the rock in these tips is somewhat variable. In addition is the possibility of extraction of stone from the local bedrock.

The results of the test analysis show that the specimens analysed have evenly very good Los Angeles-values and medium good PSV-values. These indicate good properties for use in road surfacing in Europe, and also in the bearer and strengthening layers. The material qualities for construction materials in England, Germany, France, Netherlands and Belgium are used as the basis for this evaluation.

On a basis of the "material quality demand" relevant to the USA the materials would be acceptable for use in road surfacing, and also for the bearer and strengthening layers.

The Ball Mill values are very good and satisfy the Norwegian requirements for road surfaces for highly trafficed roads with ÅDT (yearly day traffic) 15,000. In addition the Ball Mill values satisfy the requirement for bearer and strengthening layers in Norway.

Material from the waste-rock tips can also be used in concrete in the countries named above. There may, however, be the possibility of alkali reaction if the concrete is used in a moisture-laden environment. The addition of a low-alkali cement can prevent that this unfortunate reaction takes place.

FURTHER INVESTIGATIONS

NGU recommends that adhesion tests are carried out in materials with variable chlorite content. As mentioned in chapter 4.2 a high content of chlorite can result in a reduction of the adhesive properties of aggregate particles during asphalt production. By high chlorite content is meant >2 %.

It is necessary to carry-out petrographic point-counting in order to establish whether or not the Bjørnevatn rock material are potentially alkali reactive. It is further proposal that a "South African" test, this is a trial casting of concrete, in order to quantify and evaluate how large an eventual volume expansion would be.



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tipp A Bjørnev.gn.

Lab.prøve nr.: 970023

KOMMUNE : Sør-Varanger
KARTBLADNR. : 2434-2
FOREKOMSTNR.: 2030-501

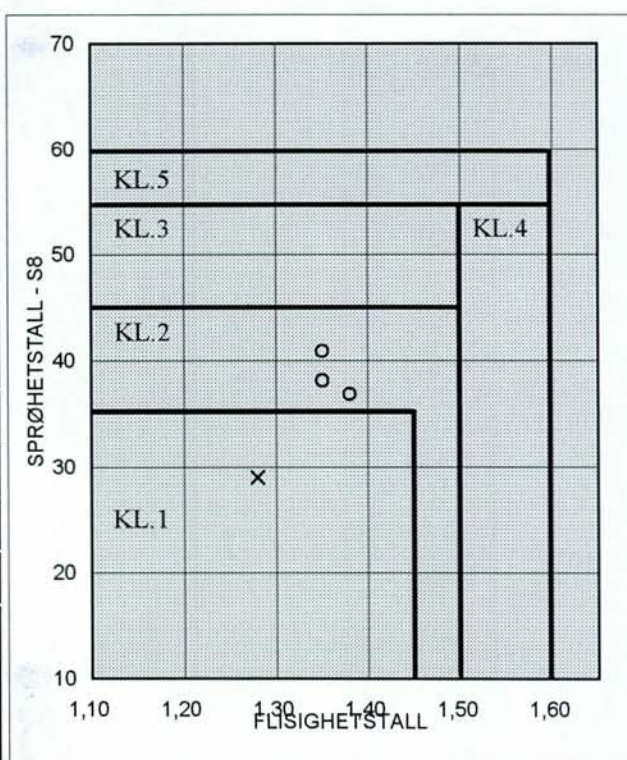
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO : 21.08.97
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,35	1,35	1,38	1,28	1,35	1,36
Ukorr. Sprøhetstall-S0	40,9	38,1	36,8	29,0		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	40,9	38,1	36,8	29,0		
Materiale < 2mm-S2	6,5	6,2	6,6	5,1		
Kulemølleverdi, Km					6,5	6,5
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,9				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,36	/	38,6	Middel S2 : 6,4		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,36	/	6,5	PSV : 54		
Abrasjonsverdi-a:	0,49	0,48	0,46	Middel : 0,48		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,0	Densitet : 2,67				
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	11,4	LA-verdi : 14,3		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Bjørnevannsgneis

Mineralinnhold: 30% kvarts, 44% feltspat, 25% glimmer, 1% karbonat og innslag av kloritt, svovelkis, epidot og andre mineraler.

Bergarten har en heteroblastisk tekstur med en svak foliasjon. De største kornene består av kvarts og karbonat. Kvartsen opptrer i anhedrale og undulerende korn. Feltspaten opptrer også i anhedrale korn, og består av både plagioklas og mikroklin. Plagioklasen er delvis serisittisert, mens mikroklingitter og pertitter er vanlig i mikroklinen. Glimmer består overveiende av små anhedrale korn av biotitt, og av mindre mengder muskovitt. Lyse grønne anhedrale korn av kloritt er ansamlet i et par aggregater. Karbonat som muligens er dolomitt, da den ikke gir brusende reaksjon med fortynnet saltsyre, opptrer for det meste i en ca. 2 mm bred åre sammen med kvarts og feltspat. Andre mineraler er aksessoriske mengder av apatitt og zirkon.

Reaksjon med HCL: Nei

Sted:
Trondheim

Dato:
05.11.97

Sign.:
A. Mwik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tipp A Hornbl. gn.

Lab.prøve nr.: 970024

KOMMUNE : Sør-Varanger

KARTBLADNR. : 2434-2

FOREKOMSTNR.: 2030-501

KOORDINATER :

DYBDE I METER :

UTTATT DATO : 21.08.97

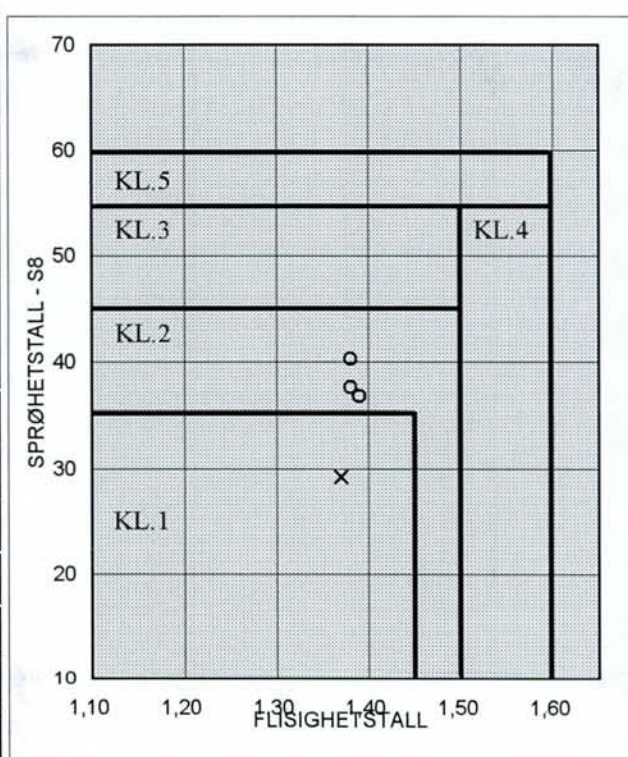
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,39	1,38	1,38	1,37	1,36	1,34
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36,8	38,3	37,6	29,2		
Pakningsgrad	0	1	0	0		
Sprøhetstall-S8	36,8	40,3	37,6	29,2		
Materiale < 2mm-S2	6,0	6,2	5,7	4,7		
Kulemølleverdi, Km					10,3	10,8
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,8				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,38	/	38,2	Middel S2 : 6,0		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,35	/	10,6	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,60	0,62	0,61	Middel : 0,61		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,8			Densitet : 2,72		
Flis/Flakindeks 10-14:	1,33	/	11,0	LA-verdi : 15,2		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Hornblendegneis

Mineralinnhold: 30% kvarts, 32% feltspat, 20% amfibol, 15% glimmer, 2% epidot, 1% karbonat og 1% andre mineraler

Bergarten har en heteroblastisk tekstur med en svak foliasjon. Kvartsen opptrer i anhedrale korn. De største kornene (opptil 0,2 mm) opptrer gjerne i linseformede aggregater konkordant med foliasjonen. Feltspaten består av anhedrale korn av mikroklin. Mikroklingitter er vanlig. Amfibolen opptrer i anhedrale og ofte avlange korn. egenfargen er blek grønn. Glimmer som består av biotitt opptrer i anhedrale korn og har en brunlig egenfarge. Karbonat som muligens er dolomitt opptrer i anhedrale korn jevnt fordelt i slipet. Epidoten opptrer i anhedrale og fargeløse korn. Andre mineraler er for det meste titanitt foruten en del zirkon.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
05.11.97

Sign.:
A. Uvik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tipp A Bl.bergart

Lab.prøve nr.: 970025

KOMMUNE : Sør-Varanger
KARTBLADNR. : 2434-2
FOREKOMSTNR.: 2030-501

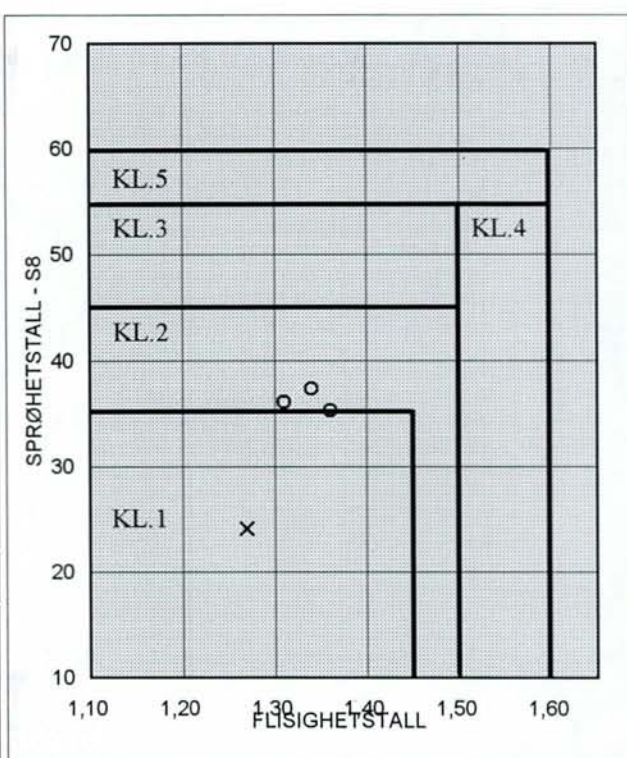
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO : 21.08.97
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,31	1,34	1,36	1,27	1,31	1,32
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36,1	37,3	35,3	24,1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	36,1	37,3	35,3	24,1		
Materiale < 2mm-S2	5,8	6,0	5,8	4,2		
Kulemølleverdi, Km					7,1	7,6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,1				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,34	/	36,3	Middel S2 : 5,8		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,32	/	7,4	PSV : 52		
Abrasjonsverdi-a:	0,53	0,46	0,47	Middel : 0,49		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,9			Densitet : 2,70		
Flis/Flakindeks 10-14:	1,27	/	10,9	LA-verdi : 13,7		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: 42% hornblendegneis, 56% bjørnevannsgneis og 2% kvartsitt

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
05.11.97

Sign.:
A. Uvik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tipp B Bjørnev.gn.

Lab.prøve nr.: 970026

KOMMUNE : Sør-Varanger
KARTBLADNR. : 2434-2
FOREKOMSTNR.: 2030-501

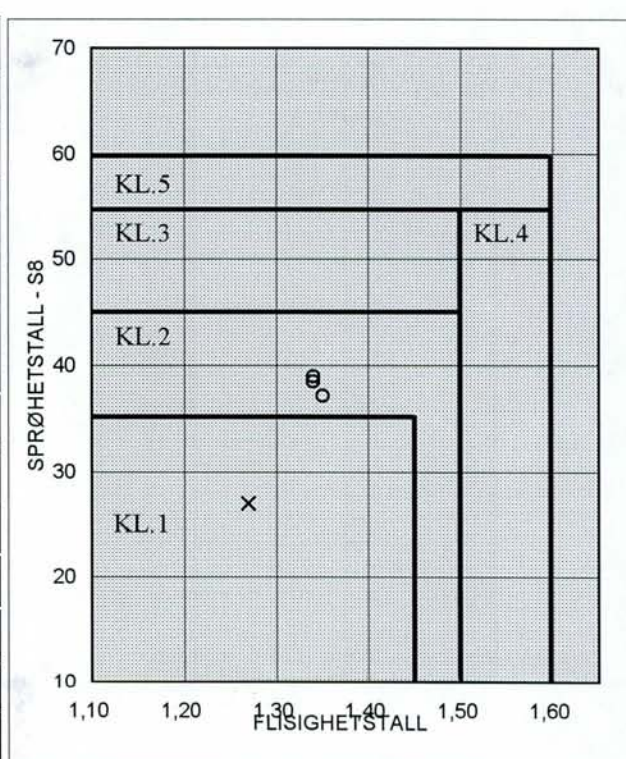
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO : 21.08.97
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,35	1,34	1,34	1,27	1,33	1,31
Ukorr. Sprøhetstall-S0	37,1	38,5	38,9	27,0		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	37,1	38,5	38,9	27,0		
Materiale < 2mm-S2	6,1	6,4	6,4	4,9		
Kulemølleverdi, Km					5,7	6,3
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,0				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,34	/	38,2	Middel S2 : 6,3		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,32	/	6,0	PSV : 51		
Abrasjonsverdi-a:	0,47	0,46	0,43	Middel : 0,45		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,8			Densitet : 2,64		
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/	11,6	LA-verdi : 13,5		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Gneis

Mineralinnhold: 35% kvarts, 52% feltspat, 10% glimmer, 2% epidot, 1% karbonat og spor av kloritt og svovelkis.

Bergarten er heteroblastisk med en svak antydning til foliasjon. Kvartsen opptrer i anhedrale korn og viser undulerende utslukning. Feltspaten dannes av anhedrale korn av plagioklas og mikroklin med gitter. Plagioklasen har inneslutninger av glimmer eller serisitt.

Glimmerkornene varierer i kornstørrelse. Biotittkornene er delvis omvandlet til kloritt. Karbonaten opptrer i anhedrale korn, muligens er det dolomitt da den ikke gir brusende reaksjon med fortennet saltsyre. Epidoten opptrer i anhedrale, fargeløse korn. Ertsmineralene er sannsynligvis svovelkis.

Reaksjon med HCL: Nei

Sted:
Trondheim

Dato:
05.11.97

Sign.:
A. Ulvik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tipp B Hornbl.gneis

Lab.prøve nr.: 970027

KOMMUNE : Sør-Varanger

KARTBLADNR. : 2434-2

FOREKOMSTNR.: 2030-501

KOORDINATER :

DYBDE I METER :

UTTATT DATO : 21.08.97

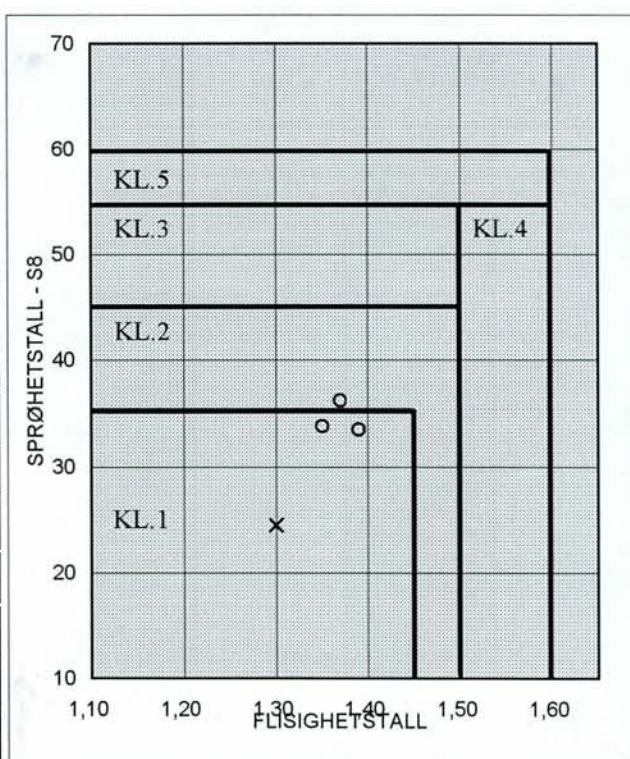
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,39	1,37	1,35	1,30	1,34	1,31
Ukorr. Sprøhetstall-S0	31,9	34,4	32,2	24,5		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	33,5	36,1	33,8	24,5		
Materiale < 2mm-S2	5,8	5,5	5,5	4,0		
Kulemølleverdi, Km					9,2	8,7
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 22,2				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,37	/	34,5	Middel S2 : 5,6		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,33	/	9,0	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,58	0,61	0,54	Middel : 0,58		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,4	Densitet : 2,79				
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	12,8	LA-verdi : 12,4		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Hornblendegneis

Mineralinnhold: 30% kvarts, 29% feltspat, 20% amfibol, 20% glimmer, 1% epidot og innslag av andre mineraler.

Bergarten har en heteroblastisk tekstur hvor de mørke mineralene viser en svak foliasjon. De største kornene består av amfibol. Kvartsen opptrer i anhedrale korn og viser undulerende utslukning. Feltspaten som er plagioklas opptrer i anhedrale korn der enkelte er sterkt serisittisert. Amfibolen opptrer i anhedrale, delvis avlange korn med en egenfarge som er blek brun/lys brungrønn/lys blågrønn. Glimmer består av anhedrale biotittkorn, hvor egenfargen er brunlig. Enkelte korn har inneslutninger av sannsynligvis zirkon. Epidoten opptrer i anhedrale korn som er fargeløse. Andre mineraler er anhedrale korn av titanitt. På tvers av foliasjonen ses enkelte tynne sprekker fylt med feltspat.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
05.11.97Sign.:
A. Uurik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tipp B Bl.bergart

Lab.prøve nr.: 970028

KOMMUNE : Sør-Varanger
KARTBLADNR. : 2434-2
FOREKOMSTNR.: 2030-501

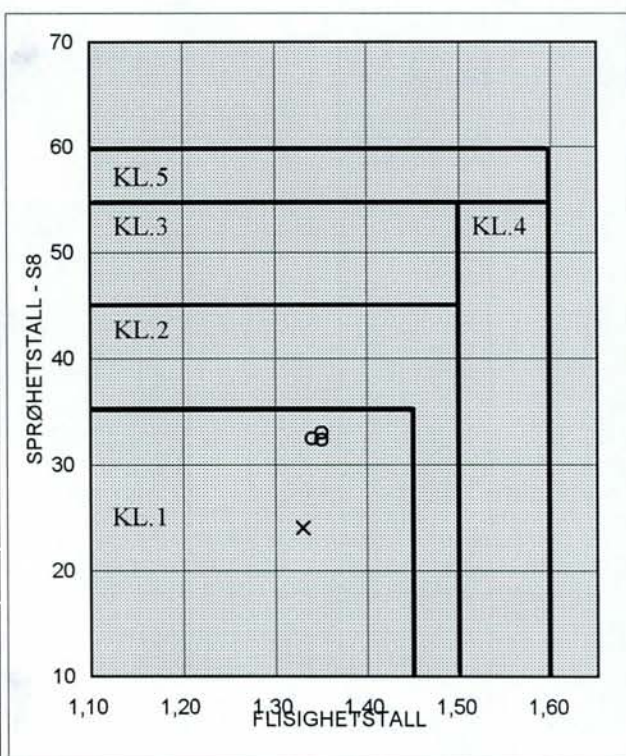
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO : 21.08.97
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-flis	1,34	1,35	1,35	1,33	1,30	1,31
Ukorr. Sprøhetstall-S0	32,5	33,0	32,4	24,0		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	32,5	33,0	32,4	24,0		
Materiale < 2mm-S2	5,2	5,2	5,1	3,9		
Kulemølleverdi, Km					6,6	6,9
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:				21,1
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,35	/	32,6	Middel S2 :	5,2	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,31	/	6,8	PSV :	53	
Abrasjonsverdi-a:	0,48	0,62	0,41	Middel :	0,50	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,9			Densitet :	2,71	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	12,7	LA-verdi :	13,3	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: 42% hornblendegneis og 58% bjørnevannsgneis.

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
05.11.97

Sign.:
A. Uvik

KOMMUNE : Sør-Varanger
KARTBLADNR. : 2434-2
FOREKOMSTNR.: 2030-501

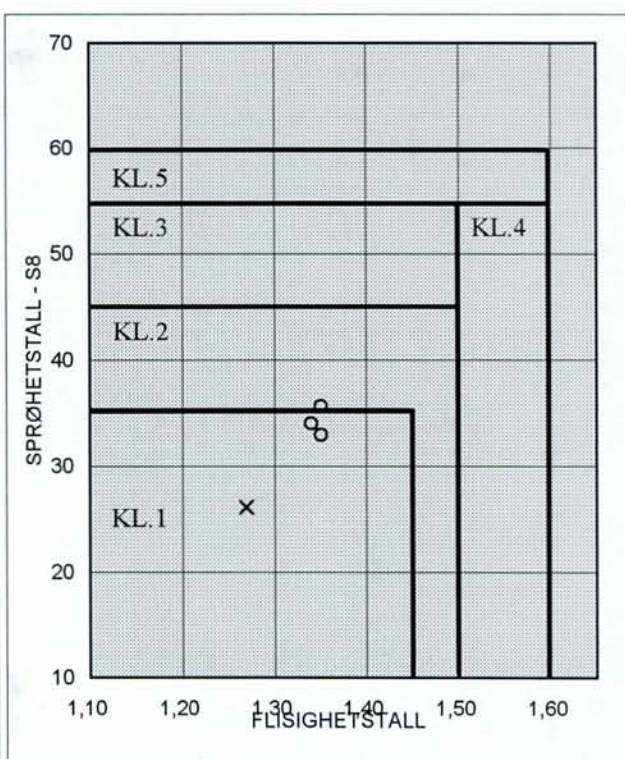
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO : 21.08.97
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
	o	o	o	x		
Tegnforklaring						
Flisighetstall-fli	1,35	1,34	1,35	1,27	1,29	1,29
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33,9	34,1	33,0	26,1		
Pakningsgrad	1	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	35,6	34,1	33,0	26,1		
Materiale < 2mm-S2	6,2	6,7	6,7	4,6		
Kulemølleverdi, Km					7,8	8,7
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,5				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,35	/	34,2	Middel S2 : 6,5		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,29	/	8,3	PSV : 52		
Abrasjonsverdi-a:	0,54	0,56	0,52	Middel : 0,54		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,1					Densitet : 2,68
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	13,6	LA-verdi : 18,2		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Bjørnevannsgneis

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
05.11.97

Sign.:
A. Mørk



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Nytt br.Bjørnev.gn.

Lab.prøve nr.: 970039

KOMMUNE : Sør-Varanger

KARTBLADNR. : 2434-2

FOREKOMSTNR.: 2030-501

KOORDINATER :

DYBDE I METER :

UTTATT DATO : 21.08.97

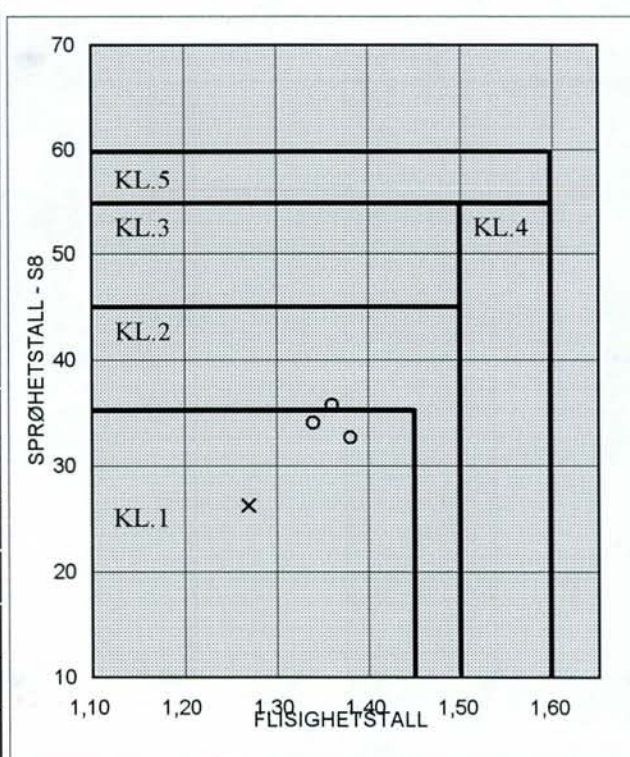
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16		
Tegnforklaring	o	o	o	x			
Flisighetstall-fli	1,36	1,34	1,38	1,27	1,28	1,31	
Ukorr. Sprøhetstall-S0	34,0	34,1	32,6	26,2			
Pakningsgrad	1	0	0	0			
Sprøhetstall-S8	35,7	34,1	32,7	26,2			
Materiale < 2mm-S2	6,5	7,4	6,2	5,0			
Kulemølleverdi, Km					7,8	7,6	
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:				19,9	
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,36	/	34,1	Middel S2 :		6,7	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,30	/	7,7	PSV :			
Abrasjonsverdi-a:						Middel :	
Sa-verdi (a * sqrt S8):						Densitet :	2,68
Flis/Flakindeks 10-14:	1,31	/	11,6	LA-verdi :		16,0	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Bjørnevannsgneis

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
12.11.97Sign.:
A. Uvik

- * Fallprøve (sprøhet og flisighet)
- * Abrasjon
- * Slitasjemotstand
- * Kulemølle
- * Los Angeles
- * Polished Stone Value (PSV)
- * Tynnslip

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

Steinmaterialers motstandsdyktighet mot mekaniske slagpåkjenninger kan bl.a. bestemmes ved den såkalte fallprøven. Metoden er utbredt i de nordiske land (noe avvik i gjennomførelsen av testen mellom landene) og kan til dels sammenliknes med den engelske aggregate impact test, den tyske Schlagversuch og den amerikanske Los Angeles test.

Fallprøven utføres ved at en bestemt fraksjon, 8,0-11,2 mm, med en kjent kornform av grus eller pukk, knuses i et fallapparat. Apparatet består av en morter hvor materialet utsettes for slag fra et 14 kg lodd som faller med en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets ukorrigerte sprøhetstall (S_0). Dette tallet korrigeres for pakningsgraden i morteren etter slagpåkjenningen, og man får deretter beregnet **sprøhetstallet (S_8)**.

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform uttrykkes ved **flisighetstallet**. Flisighetstallet er en fysisk egenskap som angir forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisighets-testen utføres som en del av fallprøven og bestemmes på samme utsiktede kornstørrelses-fraksjon som for sprøhetstallet. I tillegg kan det utføres flisighetskontroll på alle fraksjoner som måtte ønskes. Bredden bestemmes på sikt med kvadratiske åpninger, og tykkelsen på sikt med rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

Resultatene etter fallprøven 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.

Vanligvis prøves materialet to ganger i fallapparatet. Sprøhetstallet for omslaget, omslagsverdien, gir uttrykk for materialets motstand mot repetert slagpåkjenning. Omslagsverdien gjenspeiler ofte den kvalitetsforbedring som kan oppnås ved å benytte flere knusetrinn i et knuseverk.

Steinmaterialer klassifiseres i steinklasser etter resultatene fra fallprøven. Avhengig av sprøhets- og flisighetstallet er det definert fem steinklasser:

Steinklasse	Sprøhet	Flisighet
1	≤ 35	≤ 1.45
2	≤ 45	≤ 1.50
3	≤ 55	≤ 1.50
4	≤ 55	≤ 1.60
5	≤ 60	≤ 1.60

Klassifisering av steinmaterialer etter fallprøvetesten
Steinklasse 1 er best og 5 er dårligst.

Sprøhet- og flisighetsresultatene kan variere avhengig av hvordan steinmaterialet er blitt prøvetatt og behandlet før selve fallprøven. Steinmaterialet blir enten prøvetatt som stoffprøver (håndstykke store bergartsprøver) eller tatt fra en bestemt fraksjon som er bearbeidet i et knuseverk (produksjonsprøve).

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller tas også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflateforvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

Stoffprøvetaking kan også utføres i pukkverk, men det er som regel av større interesse å få undersøkt kvaliteten av steinmaterialet etter at det er bearbeidet i knuse-/sikteverket (produksjonsprøver). I knuseverk er det vanlig å knuse materialet i flere trinn. Dette forbedrer kvaliteten ved at materialet får en mer kubisk kornform (lavere flisighetstall). Kubisering medfører også at sprøhetstallet blir bedre. Denne foredlingseffekten er til en viss grad avhengig av bergartstypen.

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

- a) For sortering med øvre navngitte kornstørrelse mindre enn 22 mm
utføres fallprøven på fraksjon 8.0-11.2 mm utsiktet fra det aktuelle produktet dersom denne fraksjonen utgjør minst 15% av produktet. Hvis dette kravet ikke kan oppfylles, utføres fallprøven som etter punkt b.
- b) For sorteringer med øvre navngitte kornstørrelse større enn 22 mm
utføres fallprøven på fraksjonen 8.0-11.2 mm utsiktet fra laboratorieknust materiale fra det aktuelle produktet.

I tillegg skal det for produksjonsprøver utføres flisighetskontroll på grovfraksjonen av verksprodusert materiale på en av følgende fraksjoner: 11.2-16.0 mm, 16.0-22.4 mm, 22.4-32.0 mm, 32.0-45.2 mm eller 45.2-64.0 mm. Det skal velges en fraksjon som tilsvarer minst 15% av produktet og som ligger så nær produktets øvre navngitte kornstørrelse som mulig. Ved produksjon stilles det krav til flisighetstallet for materiale > 11.2 mm.

Abrasjon

Abrasjon eller **abrasjonsverdien** gir uttrykk for steinmaterialers abrasive slitestyrke eller motstand mot ripeslitasje. Abrasjonsmetoden er en nordisk metode (noe avvik i gjennomføringen av testen mellom landene) som opprinnelig er utviklet fra den engelske aggregate abrasion test. Metoden anvendes først og fremst for kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årsdøgntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

< 0.35	meget god
0.35-0.45	god
0.45-0.55	middels
0.55-0.65	svak
> 0.65	meget svak

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekksslitasje, kalt slitasjemotstanden (S_a -verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_s) og abrasjonsverdien.

Følgende klassifisering benyttes:

< 2.0	meget god
2.0-2.5	god
2.5-3.5	middels
3.5-4.5	svak
> 4.5	meget svak

Kulemølle

Kulemøllemetoden gir som abrasjonsmetoden uttrykk for steinmaterialets slitestyrke. Den er innført som en nordisk metode i forbindelse med det europeiske standardiseringsprogrammet for tilslagsmaterialer (CEN/TC 154). Metoden er til for å bestemme tilslagets motstand mot slitasje ved bruk av piggdekk. Det er ønskelig at metoden på sikt skal erstatte abrasjonsmetoden.

I korte trekk går metoden ut på at 1 kg steinmateriale i fraksjonen 11.2-16.0 mm roteres i en trommel i 1 time med 5400 omdreininger sammen med 7 kg stålkuler og 2 liter vann. Trommelen har en bestemt utforming og er utstyrt med tre «løftere» som blander innholdet ved rotasjon. Steinmaterialet blir utsatt for både slag og slitasje, men med hovedvekt på slitasje.

Etter rotasjon blir materialet våtsiktet og tørket. Etter veiing beregnes prosentvis andel som passerer et 2 mm kvadratsikt. Dette gir uttrykk for slitasjen, og betegnes kulemølleverdien (K_m).

Følgende klassifisering benyttes:

≤ 7.0	kategori A
≤ 10.0	kategori B
≤ 14.0	kategori C
≤ 19.0	kategori D
≤ 30.0	kategori E
Ingen krav	kategori F

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

Los Angeles-testen gir uttrykk for materialets evne til å motstå både slag og slitasje. Metoden er opprinnelig amerikansk, men har lenge vært benyttet i flere europeiske land derav av NSB i Norge. Metoden kan utføres etter den amerikanske standardprosedyren ASTM C131 (fin pukkk) og ASTM C535 (grov pukkk) eller den nye europeiske CEN prosedyren prEN 1097-2, §4.

Etter CEN prosedyren utføres metoden ved at 5 kg steinmateriale i fraksjonen 10.0-14.0 mm roteres i en trommel sammen med 11 stålkuler. Innvendig har trommelen en stålplate som ved omdreining løfter materialet og stålkulene opp før det deretter slippes ned. Etter ca. 15 min. og 500 omdreininger taes materialet ut, våtsiktes og tørkes. Etter veiing beregnes prosentvis andel som passerer et 1.6 mm kvadratsik. Dette gir uttrykk for den mekaniske påkjenningen, og betegnes **Los Angeles-verdien (LA-verdien)**.

Det benyttes følgende klassifisering:

≤ 15.0	kategori A
≤ 20.0	kategori B
≤ 25.0	kategori C
≤ 30.0	kategori D
≤ 40.0	kategori E
≤ 50.0	kategori F
Ingen krav	kategori G

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

PSV er en engelsk metode som benyttes for å registrere poleringmotstanden til tilslaget som skal anvendes i toppdekke. I Mellom-Europa er det ønskelig med vegdekker med høy friksjonsmotstand for å unngå at de blir «glatte». I Norden er dette et ukjent problem p.g.a. bruk av piggdekk i vintersesongen som «rubber opp» og gir tilslaget i toppdekket en ru overflate.

Testprosedyren består i at 35 til 50 prøvebiter av en bestemt kornfraksjon, < 10 mm kvadratsikt og > 7.2 mm stavsikt, støpes fast på en konveks rektangulær plate (90.6 x 44.5 mm). 12 testplater (4 testplater for hver prøve) og 2 korreksjonsplater monteres på et veghjulet som er montert vertikalt på en poleringsmaskin. Veghjulet roterer 3 timer med en hastighet på 315-325 omdr/min. Veghjulet blir belastet med et hjul bestående av kompakt gummi som blir roterende motsatt i forhold til veghjulet. Gummihjulet blir tilført vann og

slipemiddel. Etter bearbeiding av testplatene i poleringsmaskinen blir poleringsmotstanden målt med et pendelapparat. En pendelarm stryker over testplaten som gir et utslag på en kalibrert skala. Utslaget angir friksjonskoeffisienten angitt i prosent, også benevnt **PSV-verdi**.

Det benyttes følgende klassifisering:

≥ 68.0	kategori A
≥ 62.0	kategori B
≥ 56.0	kategori C
≥ 50.0	kategori D
≥ 44.0	kategori E
Ingen krav	kategori F

Kategori A er best og kategori F dårligst.

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 bergartstype. 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). Foliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at den har en foretrukket planparallel akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstrørrelsen 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 tynnslipanalyse blir derfor sjelden helt representativ for bergarten.

Vegformål:

Kravene til knust steinmateriale (framstilt av knust fjell/pukk) varierer avhengig av hvor i vegoverbygningen materialet skal benyttes. Vegoverbygningen kan deles inn i fem deler; filterlag, forsterkningslag, bærelag, bindlag og slitelag. De to sistnevnte utgjør selve vegdekket. Knust steinmateriale er en viktig bestanddel i forsterkningslag, bærelag og vegdekke.

I øvre del av forsterkningslaget kreves det steinmateriale av steinklasse 4 eller bedre, mens det for nedre del av forsterkningslaget kreves klasse 5 eller bedre. Flisighetstallet for materiale > 11,2 mm må være < 1,70. Kravet til abrasjonsverdien er < 0,75.

For bærelag varierer kravene avhengig av bærelagstype. Valg av bærelagstype må sees i forhold til vegens gjennomsnittlige årsdøgntrafikk uttrykt ved ÅDT. Tabell 1 viser kravene til de forskjellige bærelagstypene.

BÆRELAGSTYPE		ÅDT				
		300	1500	5000	15000	
Knust fjell, Fk	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,55	3 1,55 (0,65)	3 1,55 (0,65)		
Forkilt pukk, Fp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,60	3 1,60 (0,65)	3 1,60 0,65	3 1,60 0,65	
Forkilingspukk, Fkp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,65	3 1,50 0,65	
Asfaltet pukk, Ap	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			4 1,60 (0,65)	3 1,55 0,65	3 1,55 0,65
Penetrert pukk, Pp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi		5 1,60 (0,75)	5 1,60 0,75	5 1,60 0,75	4 1,60 0,75
Emulsjonspukk, Ep	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	4 1,60	4 1,60	3 1,55 (0,65)	3 1,55 0,65	
Sementstabilisert pukk, Cp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			(5) 1,50	(5) 1,50	5 1,50

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm og abrasjonsverdi for materiale til bærelag av knust fjell.

Det kan skilles mellom tre typer vegdekker; asfaltdekke grusdekke, og betongdekke. Knust stein benyttes vanligvis i alle dekketyper. Kravene til vegdekker er framstilt i tabell 2a-c.

ASFALTDEKKE		ÅDT					
		300	1500	3000	5000	15000	
Støpeasfalt, Sta	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi					2 1,45 0,45 2,5* 9,0	1 1,45 0,40 2,0 6,0
Topeka, Top	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi					2 1,45 0,45 2,5* 9,0	1 1,45 0,40 2,0 6,0
Skjelettasfalt, Ska	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi				2 1,45 0,55 3,0 11,0	2 1,45 0,45 2,5* 9,0	1 1,45 0,40 2,0 6,0
Asfaltbetong, Ab	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi			3 1,45 0,55 3,5 13,0	3 1,45 0,55 3,0 11,0	2 1,45 0,45 2,5* 9,0	1 1,45 0,40 2,0 6,0
Drensasfalt, Da	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi			3 1,45 0,55 3,5 13,0	2 1,45 0,55 3,0 11,0	2 1,45 0,45 2,5* 9,0	
Asfaltgrusbetong, Agb	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,55 3,5 13,0			
Mykasfalt, Ma Myk drensasfalt, Mda	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,45 (0,55) 3,5 13,0			
Emulsjonsgrus, Egt, Egd	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi	3 1,50	3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55 3,5 13,0			
Overflatebehandling, Eo Do	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand Kulemølleverdi	3 1,50	3 1,45 (0,55)	3 1,45 0,50 3,5 13,0			
Overflatebehandling m/ grus Eog, Dog	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Oljegrus, Og	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Asfaltskumgrus, Asg	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50				

Rasterte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2a

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi, slitasjemotstand og kulemølleverdi for tilslag til asfaltdekke.

GRUSDEKKE		ÅDT				
		300	1500	3000	5000	15000
Grus	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm	3 1,50				

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2b

Krav til maksimalverdier for steinklasse og flisighet av materiale > 11,2 mm for tilslag til grusdekke.

BETONGDEKKE		ÅDT					
		300	1500	3000	5000	15000	
Betong, C70 - C90	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi					2 1,45 0,45	1 1,45 0,40
Betong, C40 - C70	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			3 1,45 0,55	2 1,45 0,45	2 1,45 0,40	
Valsebetong, C35 - C55	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55	3 1,45 0,55			

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm og abrasjonsverdi for tilslag til betongdekke.

Med enkelte unntak kan tabell 2a, krav til asfaltdekke, forenkles som vist i tabell 3.

Egenskap	Årsdøgnstrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15000
Steinklasse	1 - 3		1 - 2		1
Abrasjonsverdi	-	(≤0,65)	≤ 0,55	≤ 0,45	≤ 0,40
Slitasjemotstand	-	≤ 3,5	≤ 3,0	≤ 2,5*	≤ 2,0
Kulemølleverdi	-	≤ 13,0	≤ 11,0	≤ 9,0	≤ 6,0

Tall i parentes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

Krav til steinklasse, abrasjonsverdi, slitasjemotstand og kulemølleverdi for dekketilslag. **Unntakene i tabellen** gjelder asfaltbetong som godtar inntil steinklasse 3 for ÅDT < 5000 og overflatebehandling der kravene for abrasjonsverdien er ≤ 0,50 for ÅDT 1500-3000 og (≤ 0,55) for ÅDT 300-1500.

Betongformål:

Med unntak av flisighetstallet er det ikke fastlagt spesifikke krav til de mekaniske egenskapene for knust tilslag til betong. Flisighetstallet bør være mindre enn 1,45 for kornfraksjonen 11,2-16,0 mm. Erfaringsmessig er flisigheten mer avhengig av knuseutstyret og knuseprosessen enn mineralinnhold og tekstur i bergarten.

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte kisminerale (svovelkis, magnetkis) er uønsket.

Ved fremstilling av høyfast betong opererer man med så høye fastheter at tilslaget utgjør det svake punkt. Kravet til de mekaniske egenskapene er dermed større uten at det foreligger nærmere kvalitetskriterier.

Alkaliløselig kiseltsyre i kvartskrystaller kan reagere med sementlimet og føre til oppsprekking og volumekspansjon i betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner (AR) i flere betongkonstruksjoner her til lands. Den kjemiske reaksjonen er svært langsom og finner kun sted under ugunstige betingelser med høy fuktighet og temperaturpåkjenninger som f.eks. i broer og damkonstruksjoner. Skader oppdages gjerne ikke før etter 15 til 20 år. De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- * Sandstein/gråvakke/siltstein
- * Mylonitt/kataklasitt
- * Rhyolitt/sur vulkansk bergart
- * Argillitt/fyllitt
- * Kvartsitt (mikrokrystallin)

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

- * Kvartsitt (finkornet)/kvartsskifer
- * Finkornet kvartsrik bergart
- * Kalkstein med urenheter

Listen over skadelige bergarter er ikke endelig. Nyere forskningsresultater medfører en kontinuerlig revisjon.

Vegformål:

Følgende krav er gjeldende i England:

Vegkonstruksjon	Testmetode	Trafikkbelastning (cv/lane/day)		
		1500	6000	
<u>Ubundet</u>	LA	< 35	< 30	< 25
	ACV	< 30	< 27	< 23
	AIV	< 30	< 27	< 23
	10% fines	> 100	> 115	> 130
<u>Bitumen-</u> <u>bundet</u> Surface deressing, pervious macadam	LA	< 25	< 16	
	ACV	< 23	< 16	
	AIV	< 23	< 16	
	10% fines	> 130	-	
Dens wearing course	LA	< 30	< 25	
	ACV	< 27	< 23	
	AIV	< 27	< 23	
	10% fines	> 115	> 130	
Bære- og forsterkningslag	LA	< 35		
	ACV	< 30		
	AIV	< 30		
	10% fines	> 100		
<u>Sement-</u> <u>bundet</u> Betongdekke	LA	< 35	< 30	
	ACV	< 30	< 27	
	AIV	< 30	< 27	
	10% fines	> 100	> 115	
Bære- og forsterkningslag	LA	< 35		
	ACV	< 35		
	AIV	< 35		
	10% fines	> 50		

Tabell 1.

Kritiske grenseverdier for en del mekaniske testmetoder i forhold til trafikkbelastning (cv/lane/day) og type vegkonstruksjon.

LA - Los Angeles, ACV - aggregate crushing value,
AIV - aggregate impact value, 10% fines - tørr tilstand.

Vegdekke	Trafikkbelastning (cv/lane/day)				
	250	1000	1750	2500	3250 4000
Chippings	< 14	< 12		< 10	
Wearing courses	< 16		< 14		< 12

Tabell 2.

Kritiske grenseverdier for aggregate abrasion value (AAV) i forhold til trafikkbelastning (cv/lane/day) og vegdekke.

Vegkategori	Andel veg- lengde i England	Trafikkbelastning (cv/lane/day)					
		250	1000	1750	2500	3250	4000
A1	< 0.1%	> 60	> 65	> 70	> 75		
A2	< 4%	> 60			> 65	> 70	> 75
B	< 15%	> 55			> 60		> 65
C	< 81%	> 45					

Tabell 3.

Kritiske grenseverdier for polished stone value (PSV) i forhold til trafikkbelastning (cv/lane/day) og vegkategori;

- A1 - Ved trafikksignal, gangfelt og farlige vegstrekninger i tettbebygd strøk.
- A2 - Ved større vegkryss, rundkjøringer, skarpe svinger og bratte stigninger.
- B - Motorveger, hovedveger, andre veger med trafikkbelastning > 250.
- C - Lett trafikkerte veger (cv/lane/day < 250) og på veger uten fare for friksjonsulykker.

Følgende krav er gjeldende i Tyskland:

Vegklasse	Trafikkmengde for kjøretøy med vekt > 5 tonn				
	>3000	3000-1500	1500-500	500-100	<100
Bituminøse vegdekker	18 (20)	18 (20)	18 (20)	22 (25)	26 (30)
Bindelag	18 (20)	18 (20)	22 (25)	26 (30)	26 (30)
Spesielle bruksformål	15 (15)	15 (15)	15 (15)	-	-

Tabell 4.

Grenseverdier for Schlagversuch verdi (Los Angeles verdi) i forhold til trafikkbelastning/vegklasse og bruksområde. Los Angeles verdiene er ikke gjeldende, men beregnet ut fra forholdstall mellom de to metodene som framkommer i tabell 5.

Det er utført korrelasjon mellom Schlagversuch, Los Angeles og den svenske fallprøven (Høbeda 1981). På basis av disse undersøkelsene og gjeldene kategoriinndeling etter europeisk norm er det mulig å sette opp følgende korrelasjonstabell for grenseverdier mellom metodene;

Kategori (LA)	Los Angeles (LA)	Sprøhetstall	Schlagversuch (SL)	Kategori (SL)
A	≤ 15	≤ 40	≤ 15	-
B	≤ 20	≤ 45	≤ 18	A/B
C	≤ 25	≤ 50	≤ 22	C
D	≤ 30	≤ 60	≤ 26	D/E
E	≤ 40	-	≤ 32	F
F	≤ 50	-	-	

Tabell 5.

Vegklasse	Trafikkmengde for kjøretøy med vekt > 5 tonn				
	>3000	3000-1500	1500-500	500-100	<100
Bituminøse vegdekker	> 50			> 43	
Spesielle bruksformål	> 55				

Tabell 6.

Forslag til grenseverdier for PSV i forhold til trafikkbelastning/vegklasse og bruksområde.

Bergart	Granitt Syenitt	Dioritt Gabbro	Kvarsporfyr Keratofyr Porfyr Andesitt	Basalt Diabas	Kalkstein Dolomitt	Gråvakke Kvartsitt Gangkvarts Kvarts sandstein	Gneis Granulitt Amfibolitt
Schlagversuch verdi	10 - 22	8 - 18	9 - 22	7 - 17	16 - 30	10 - 22	10 - 22

Tabell 7.

Tillatte Schlagversuch verdier for bærelagsmateriale for endel bergarter.
Verdiene varierer mellom 7 - 30.

Følgende krav er gjeldende i Frankrike:

BÆRE- OG FORSTERKINGS-LAG	TEST-METODE	Trafikkbelastning for kjøretøy med vekt over > 5 tonn						
		75	100	150	300	500	600	1000
Asfaltgrus	Los Angeles	< 30			< 25			
Semetstabilisert grus	Los Angeles	< 35		< 30				
Bærelagsgrus	Los Angeles	≤ 30	≤ 25		≤ 20			

Tabell 8
 Krav til bære- og forsterkningslag ved forskjellig trafikkbelastning.

TOPPDEKKE	TEST-METODE	Trafikkbelastning for kjøretøy med vekt over > 5 tonn						
		75	100	150	300	500	600	1000
Overflatebehandlet	Los Angeles	-	< 25	< 20	< 15		-	
	PSV	> 40	> 40	> 40	> 45		> 45	
Asfaltbetong	Los Angeles	< 20					< 15	
	PSV	> 50					> 50	
Asfaltgrus	Los Angeles	< 30				< 25		
Semetstabilisert grus	Los Angeles	< 35			< 30			
Bærelagsgrus	Los Angeles	≤ 30	≤ 25					

Tabell 9.
 Krav til toppdekke ved forskjellig trafikkbelastning.

Følgende krav er gjeldende i Nederland:

Vegklasse	1 - 2	3	4 (Autobanen)
PSV	≥ 48	≥ 53 (50)	≥ 65

Tabell 10.
 Grenseverdier for PSV avhengig av vegtype.

Følgende krav er gjeldende i Belgia: PSV > 50

Betongformål:

Krav til tilslag for betong, inkludert betong til vegbygging foreligger som forslag til europeisk norm i prEN 12620:1996. Det kan ved behov stilles krav til en rekke fysiske- og mekaniske egenskaper. Her vil kravene kun for to egenskaper bli gjengitt.

Kornform for grovt tilslag:

Flakindeks for tilslagsmateriale > 4 mm, som bestemmes i henhold til prEN 933-3, deles inn i følgende kategorier avhengig av behov:

Flakindeks	Kategori
≤ 20	FIA
≤ 35	FIB
≤ 50	FIC
Ingen krav	FID

FIA - Kreves vanligvis ikke for betong.

FIB - Kreves vanligvis for knust stein og grus, slagg og kunstig tilslag.

FIC - Kreves vanligvis for uknust sand og grus.

FID - Gjelder i de tilfeller der det er vist at tilfredsstillende betong kan produseres.

Los Angeles:

Ved behov kan det stilles krav til Los Angeles, som skal utføres i henhold til prEN 1092-2. Følgende kategoriinndeling gjelder:

Los Angeles verdi	Kategori
≤ 20	LAA
≤ 30	LAB
≤ 40	LAC
>40	LAD

LAA - Vil vanligvis bare bli krevd i spesielle tilfeller bl.a. der piggdekk benyttes.

LAB - Kan kreves for toppdekke og golv konstruksjoner som utsettes for store belastning.

LAD - Gjelder i de tilfeller der det er vist at tilfredsstillende betong kan produseres.