

NGU Rapport 97.141

Oppfølgende pukundersøkelser,
Raudnes, Vindafjord kommune.

Rapport nr.: 97.141		ISSN 0800-3416	Gradering: ÅPEN
Tittel: Oppfølgende pukkundørsøkelser, Raudnes, Vindafjord kommune.			
Forfattere: Eyolf Erichsen, Bouke Zwaan og Maarten Broekmans		Oppdragsgiver: Vindafjord kommune	
Fylke: Rogaland		Kommune: Vindafjord	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr.u og -navn (M=1:50.000) 1213-4, Skjoldastraumen	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 53	Pris: 130,-
Feltarbeid utført: Mai 1997		Rapportdato: 08.09.1997	Prosjektnr.: 2633.13
		Ansvarlig: <i>Eirik Lønn</i>	
Sammendrag: Basert på innledende undersøkelser ble det anbefalt å gjennomføre oppfølgende pukkundørsøkelser ved Raudnes i Vindafjord kommune. Berggrunnen innenfor det undersøkte området består av migmatittisk gneis, granittisk gneis og båndgneis. Den migmatittisk- og granittiske gneisen dominerer. Den tidligere undersøkte prøven ble tatt innenfor en sone med båndgneis ved det eksisterende kaianlegget. Prøven er ikke representativ for de deler av terrenget som betraktes som mest egnet for uttaksdrift. De seks nye prøvene som ble tatt innenfor området, viser en bergartskvalitet av middels til svak karakter. Dette er for dårlig med tanke på eksport til Europa. For et lokalt marked ansees kvaliteten som tilstrekkelig for de fleste veg- og betongformål. Den tidligere undersøkte prøven som ble tatt i en utsprengt skjæring, viser bedre mekaniske egenskaper for enkelte av testmetodene. Denne prøven er tatt dypere ned i fjellgrunnen i forhold til de nye prøvene som er utsprengt i dagoverflaten. Prøver tatt i dagoverflaten kan være utsatt for forvitring som kan gi redusert mekanisk styrke. Indikasjoner tyder imidlertid på at dette ikke er tilfelle for de nye prøvene og at disse dermed kan ansees som representative for området. Er det ønskelig å få en sikrere bekreftelse av mulige kvalitetsforbedringer mot dypet må det sprenges ut prøver på større dyp, anslagsvis 2 til 3 meter under dagoverflaten.			
Emneord: Ingeniørgeologi	Byggeråstoff	Mikroskopering	
Fallprøve	Abrasjon	Kulemølle	
Los Angeles	Pukk	Fagrapport	

INNHALDFORTEGNELSE

1 FORORD	4
2 KONKLUSJON.....	5
3 GJENNOMFØRING	6
4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER.....	6
5 RESULTATER	8
5.1 Geologi.....	10
5.2 Uttaksmuligheter.....	11
5.3 Analyseresultater.....	17
5.4 Anvendelse som byggeråstoff.....	19
5.5 Bergartskvalitet.....	20
6 REFERANSE	22

VEDLEGGSLISTE

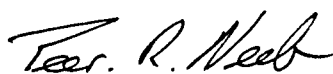
Vedlegg A	:	Beskrivelse av laboratoriemetoder
Vedlegg C	:	Norske kvalitetskrav for knust tilslag
Vedlegg D	:	Europeiske krav for knust tilslag
Vedlegg 1/7	:	Analyseresultater

1 FORORD

Basert på de innledende undersøkelsene rapportert i NGU Rapport 97.017 [1], ble det anbefalt å gjennomføre oppfølgende pukkundersøkelser ved Raudnes i Vindafjord kommune. Undersøkelsene er utført i samarbeid med Vindafjord kommune. Formålet har vært å få undersøkt områdets beskaffenhet med tanke på etablering av et kystnært pukkverk. Knust steinmateriale fra verket er ment brukt både i et innenlands marked og for eksport til det europeiske markedet.

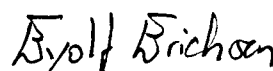
Trondheim 8. september 1997

Hovedprosjekt for byggeråstoffer.



Peer R. Neeb

Hovedprosjektleder



Eyolf Erichsen

Forsker

2 KONKLUSJON

Berggrunnen innenfor det undersøkte området består av migmatittisk gneis, granittisk gneis og båndgneis. Den migmatittisk- og granittiske gneisen dominerer. Den tidligere undersøkte prøven ble tatt innenfor en sone med båndgneis ved det eksisterende kaianlegget. Prøven ansees ikke som representativ for de deler av terrenget som betraktes som mest egnet for uttaksdrift.

De seks nye prøvene som ble tatt innenfor området, viser en bergartskvalitet av middels til svak karakter. Dette er for dårlig med tanke på eksport til Europa. For et lokalt marked ansees kvaliteten som tilstrekkelig for de fleste veg- og betongformål.

Den tidligere undersøkte prøven som ble tatt i en utsprengt skjæring, viser bedre mekaniske egenskaper for enkelte av testmetodene. Denne prøven er tatt dypere ned i fjellgrunnen i forhold til de nye prøvene som er utsprengt i dagoverflaten. Prøver tatt i dagoverflaten kan være utsatt for forvitring som kan gi redusert mekanisk styrke. Indikasjoner tyder imidlertid på at dette ikke er tilfelle for de nye prøvene og at disse dermed kan ansees som representative for området.

Er det ønskelig å få en sikrere bekreftelse av mulige kvalitetsforbedringer mot dypet må det sprenges ut prøver på større dyp, anslagsvis 2 til 3 meter under dagoverflaten.

3 GJENNOMFØRING

Området ble geologisk kartlagt i målestokk 1:5.000 og 6 nye prøver for mekanisk testing ble tatt av de ulike bergartene i området.

Ved den geologiske kartleggingen får en fastlagt forekomster ved at utbredelse av ulike bergarter og deres kontakter med omliggende bergarter registreres. Den geologiske kartleggingen ble gjennomført ved at det ble gått profiler. I tillegg til å bestemme type bergart registreres en rekke parametre som kornstørrelse, retningsorientering i bergarten og bergartens strøk og fall i terrenget.

Den mekaniske prøvetakingen ble gjennomført ved at steinmaterialet ble sprengt ut for å få mest mulig friskt materiale. Prøvene sprenges ut til ca. 0,5 meters dyp. For to av prøvene ble det tatt ca. 60 kg (prøve 1 og 3), mens det for de fire øvrige ble tatt ca. 30 kg. Prøve 3 ble tatt i en tidligere sprengt blotning langs vann-ledningstraséen fra Raudnesvatnet.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 20.-26. mai 1997 av Maartens Broekmans, Eyolf Erichsen og Bouke Zwaan, alle NGU.

4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Følgende analyser er utført ved NGU; densitet, fallprøven (sprøhet, flisighet, pakningsgrad), abrasjon, kulemølle og Los Angeles (vedlegg 1-7). Poleringstest, Polished stone value (PSV), er utført av Celtest limited, Wales. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført av Maartens Broekmans. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Hver prøve er på 30-60 kg og er tatt som håndstore prøvestykker av det utsprengte materialet. Dette materialet blir nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold før det siktes og analyseres for ulike mekaniske- og fysiske egenskaper. Selve kravene til tilslagsmateriale gjelder for produksjonsmateriale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har vist [2] at prøver tatt fra produksjon kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til utsprengte prøver tatt i felt. Resultatet av produksjonsprøver vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekaniske testing av prøver tatt i felt gir en mer nøytral vurdering av bergartenes «iboende egenskaper» i forhold til produksjonsprøver. Ved optimal bearbeiding i et pukkeverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenliknbare med resultatene for prøver tatt i felt 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 slitastjemetstanden (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.

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
"	" , 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	-	-

Tabell 1.

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 høy trafikkerte veger innfris, mens kravene for lavt 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 [3]. 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.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 16	> 65
	"	Normal trafikkert veg	< 25	> 55
	"	Lavt trafikkert veg	< 30	> 45
	Bære- og forsterkningslag		< 35	-
Tyskland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	< 15	> 55
	"	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	"	Lavt trafikkert veg	< 30	> 43
	Bære- og forsterkningslag		< 40*	-

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 15	> 50
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lavt trafikkert veg	< 25	> 40
	Bære- og forsterkningslag		< 30	-
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	> 65
	“	Normal trafikkert veg	?	> 53
	“	Lavt trafikkert veg	?	> 48
	Bære- og forsterkningslag		?	-
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	> 50
	“	Lavt trafikkert veg	?	?
	Bære- og forsterkningslag		?	-

* Krav avhengig av bergartstype.

Tabell 2.

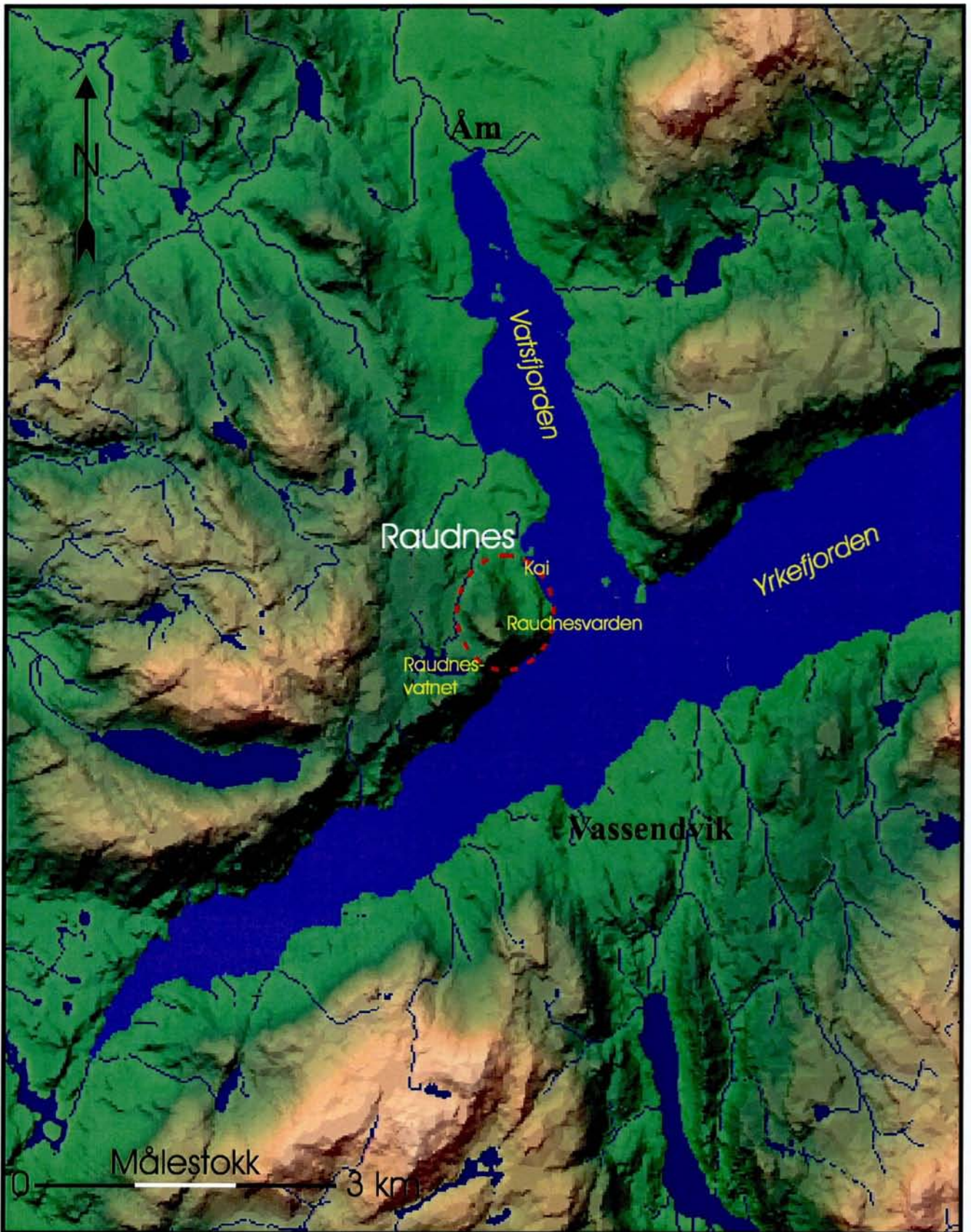
Krav til Los Angelesverdi (LA) og poleringsmotstand (PSV) for en del europeiske land avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg D.

Generelt bør kravene for normal trafikkerte veger innfris, mens kravene for lavt 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). Til enkelte formål, som stor blokkstein til dikeformål, 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.

5 RESULTATER

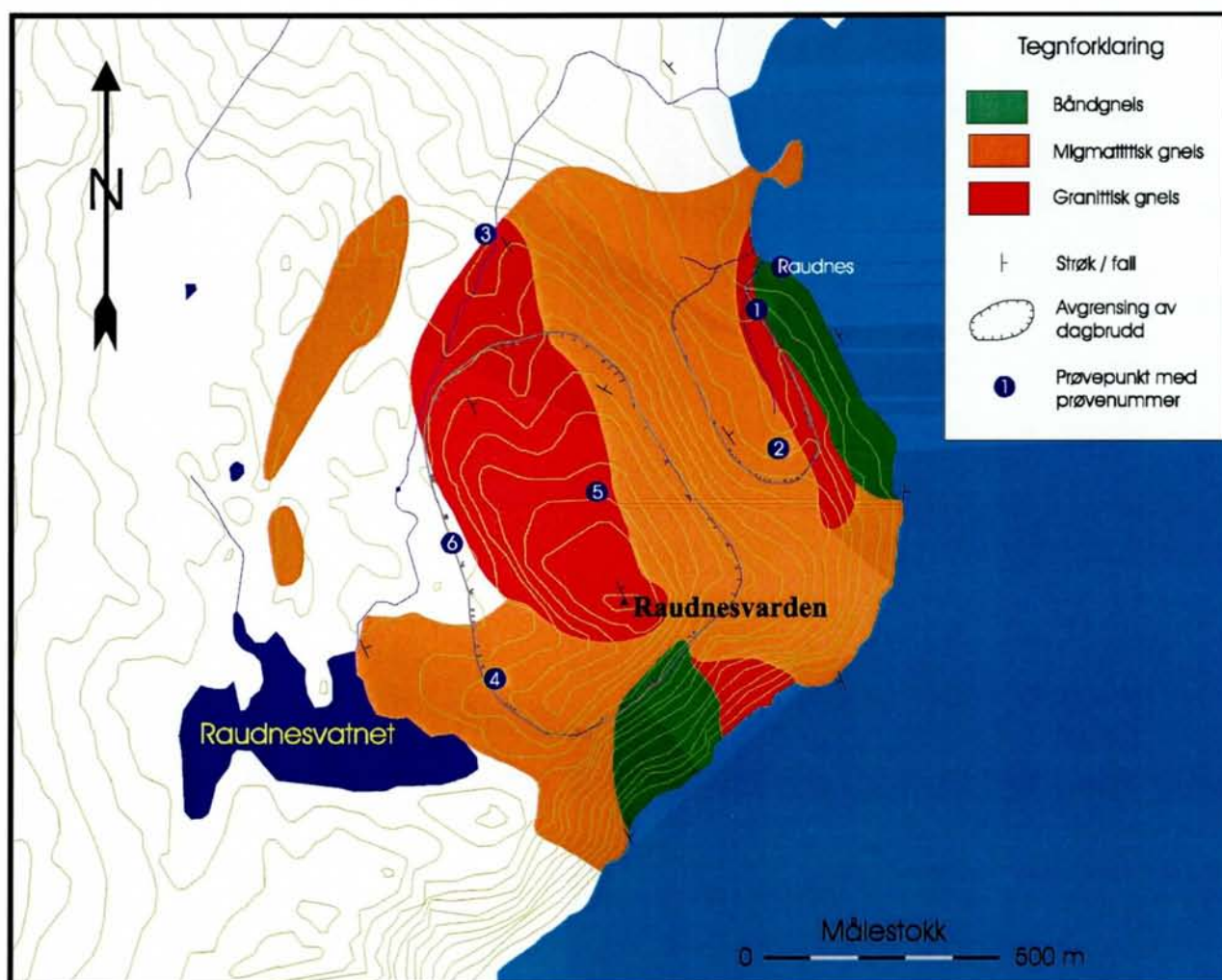
Det undersøkte området ved Raudnes ligger i «krysset» mellom Vatsfjorden og Yrkefjorden (figur 1). Området utgjør et fjellparti med høyeste punkt, Raudnesvarden, på 325 m o.h. Terrenget faller bratt ned mot sjøen. Området er godt blottlagt, varierende fra bart fjell til tynt humusdekke. Det opptrer en del utrast blokkstein i dalsenkningen mellom Raudnesvarden og det opparbeidete kaianlegget ved Vatsfjorden. Langs deler av bekken som renner ut fra Raudnesvatnet, er blotningsgraden dårlig p.g.a. et større myrområde. Det er en del bebyggelse på begge sidene av Vatsfjorden og på motsatt siden av Yrkefjorden (Vassendvik)



Figur 1. Leteområdet ved Raudnes.

5.1 Geologi

Det undersøkte området består av følgende hovedbergarter; migmatittisk gneis, granittisk gneis og båndgneis (figur 2). Den dominerende bergarten er en middel- til grovkornet migmatittisk gneis. Den virker tilsynelatende grovkornet ved at den inneholder 10-20 mm store «øyne». Disse øynene består igjen av flere lyst fargete feltspatkorn der enkeltkornene er ca. 1 mm store. Øynene er avgrenset av uregelmessige inntil 20 mm lange mørke partier bestående av biotitt. Uten de mørke mineralet er øynene ikke synlig og denne varianten av migmatittisk gneis er skilt ut som granittisk gneis. Den granittiske gneisen er finkornet. Når den migmatittiske gneisen blir deformert får den en båndet karakter, betegnet som båndgneis. Sterkere deformasjon omvandler alle gneisvariantene til finkornet mylonitt, som stedvis opptrer i serier av flere maksimalt 0,2 m tykke soner. Disse er ikke blitt skilt ut på det geologiske kartet. Overgangen fra gneis til mylonitt er gradvis. Langs kystsonen ble det observert flere sprekkesoner med inntil 10 m tykkelse hvor bergarten er betydelig knust ned og forholdsvis sterkt forvitret. Disse sonene ble ikke registrert ved befaring i selve terrenget.



Figur 2. Geologisk kart med prøvepunkt.

Den migmatittiske gneisen er betydelig migmatittisert innenfor hele området. Migmatittiseringen har en plastisk, bølgende retningsorientering (foliasjon). Den finkornete granittiske gneisen er hovedsakelig mørk på grunn av høyt innhold av mørke mineraler, men lysere partier opptrer også (aplitt). Skillet mellom slike mørke og lyse partier er uregelmessig og følger ikke båndingen i gneisen (flaser- eller slirestruktur). Stort sett er båndingen i gneisen ikke mer enn 1 m tykk. Andelene av migmatittisk påvirkning, innhold av mørke mineraler og strukturell påvirkning varierer lokalt.

Underordnet opptrer migmatittiske årer. Disse opptrer i flere generasjoner som i de fleste tilfeller gjennomsetter hverandre. Slike årer består nesten bare av feltspat. Dessuten opptrer årer av ren kvarts som av og til gjennomsetter de migmatittiske årene. Kvartsårer er relativt yngre enn de migmatittiske årene. Grovkornete årer/ ganger (pegmatitter) opptrer stedvis med inntil 0,2 m tykkelse. Disse inneholder inntil flere centimeter store korn av svak rosa kalifeltspat og krysser alltid foliasjonen. Det opptrer en del 1-5 m tykke doleritter som vanligvis er fullstendig amfibolittisert eller biotittisert av omdanningsprosesser. De virker for det meste massive og homogene og er finkornete med en mørke grå til svart egenfarge. Stedvis sees mindre enn 10 mm store uregelmessig formede hvite flekker med bare feltspat eller karbonat. Doleritter må opprinnelig være intrudert på tvers av lagdelingen og/eller den førte foliasjonen i området. Nå er de alltid medfoldet og for de meste presset i parallellitet med hovedfoliasjonen.

De radiometriske målingene i området viser lav radioaktiv stråling, med gjennomsnitt på 2-3 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.2 Uttaksmuligheter

Det er teknisk mulig å anlegge et uttak basert på dagbruddsdrift innenfor området ved Raudnes. Utfordringen er å designe et anlegg som gir minst mulig sjenanse for omgivelsene og som i tillegg er av en viss størrelse som gir tilstrekkelig tonnasje med steinmateriale.

Figur 3 viser et utkast til driftsopplegg. Opplegget er basert på to driftsfaser. I første fase utvides eksisterende kaianlegg for plassering av et mindre, gjerne mobilt knuseanlegg, sikteanlegg og lagerplass. Knuse- og sikteanlegget vil ved en slik plassering skjermes godt for innsyn fra bebyggelsen i området. Massene taes fra dagbrudd I som anlegges i dalsenkningen mellom Raudnesvarden og kaianlegget. Sålen i dagbrudd I er på 25 m o.h. og den totale skråningsvinkelen er på 55° som bør være akseptabelt ut fra stabilitetshensyn.

Neste driftsfase igangsettes når dagbrudd I er tilnærmet utdrevet. Det anlegges et dagbrudd II der massene transporteres inne i fjellet først i styrtsjakt ned til en stoll hvor massene fraktes ut til dagbrudd I. Her anlegges et større stasjonært knuse-/sikteanlegget og lagerplass. Sålen i dagbrudd II er på 50 m o.h. og skråningsvinkelen er på 55°. Figur 4 viser situasjonen med kaianlegg og utdrevet dagbrudd I og II sett i perspektiv med retning mot sørvest. Figurene 5-12 viser innsyn mot Raudnes sett fra henholdsvis Åm og Vassendvik før og etter endt uttak.



Figur 3. Utkast til plassering av anlegg.



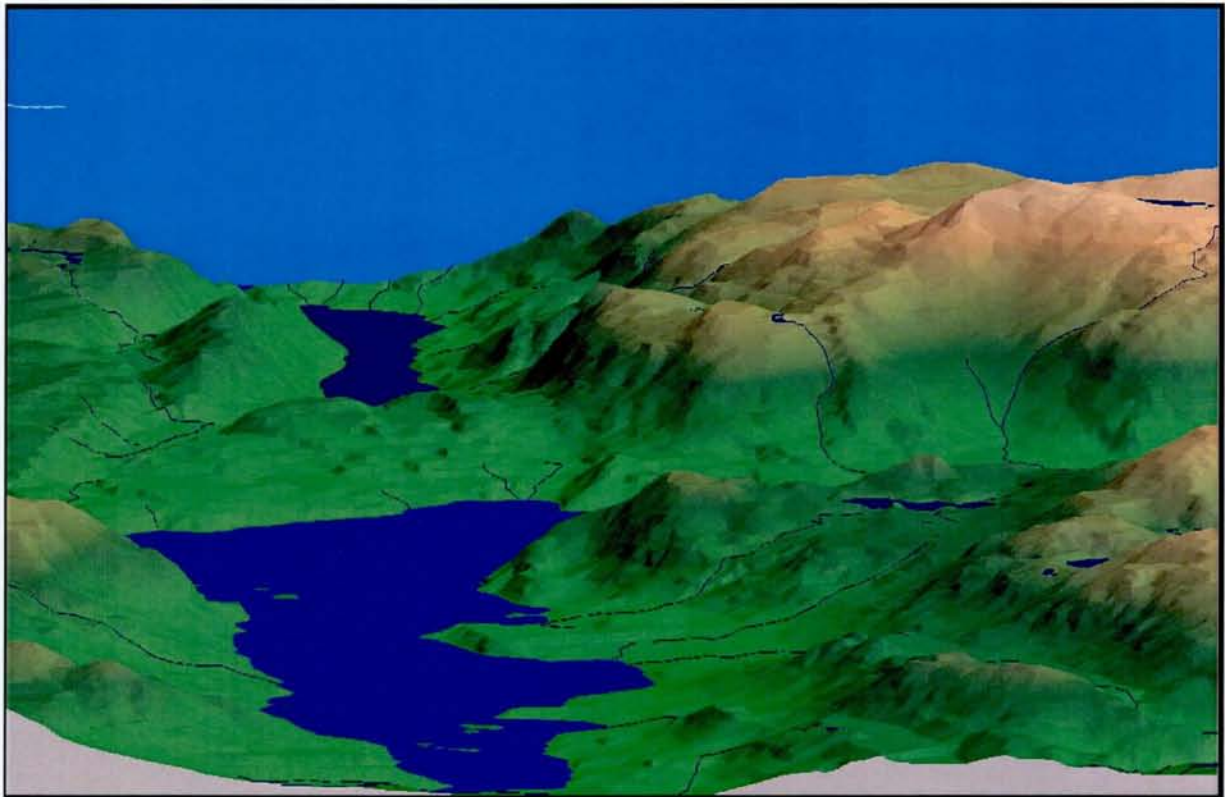
Figur 4. Raudnes sett i perspektiv mot sørvest.



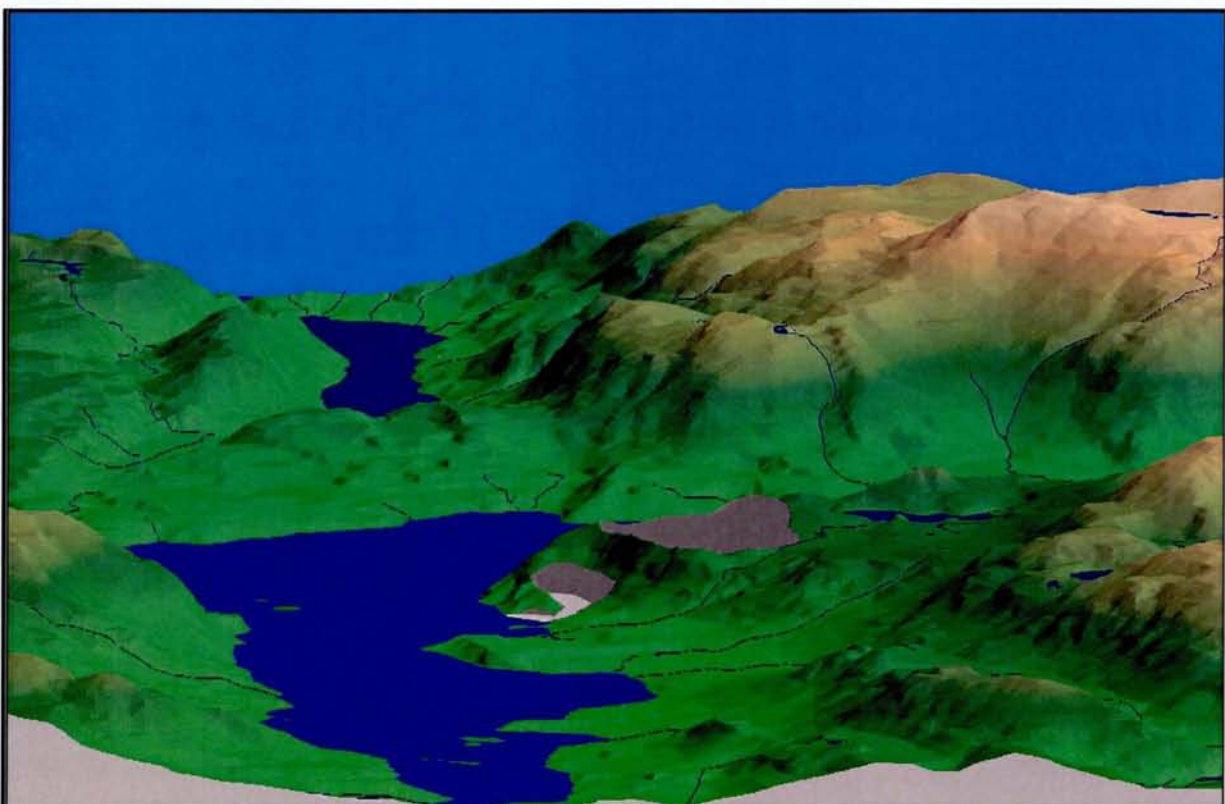
Figur 5. Innsyn mot Raudnes sett fra Åm.



Figur 6. Innsyn mot Raudnes sett fra Åm etter endt uttak.



Figur 7. Innsyn mot Raudnes sett i perspektiv fra Åm.



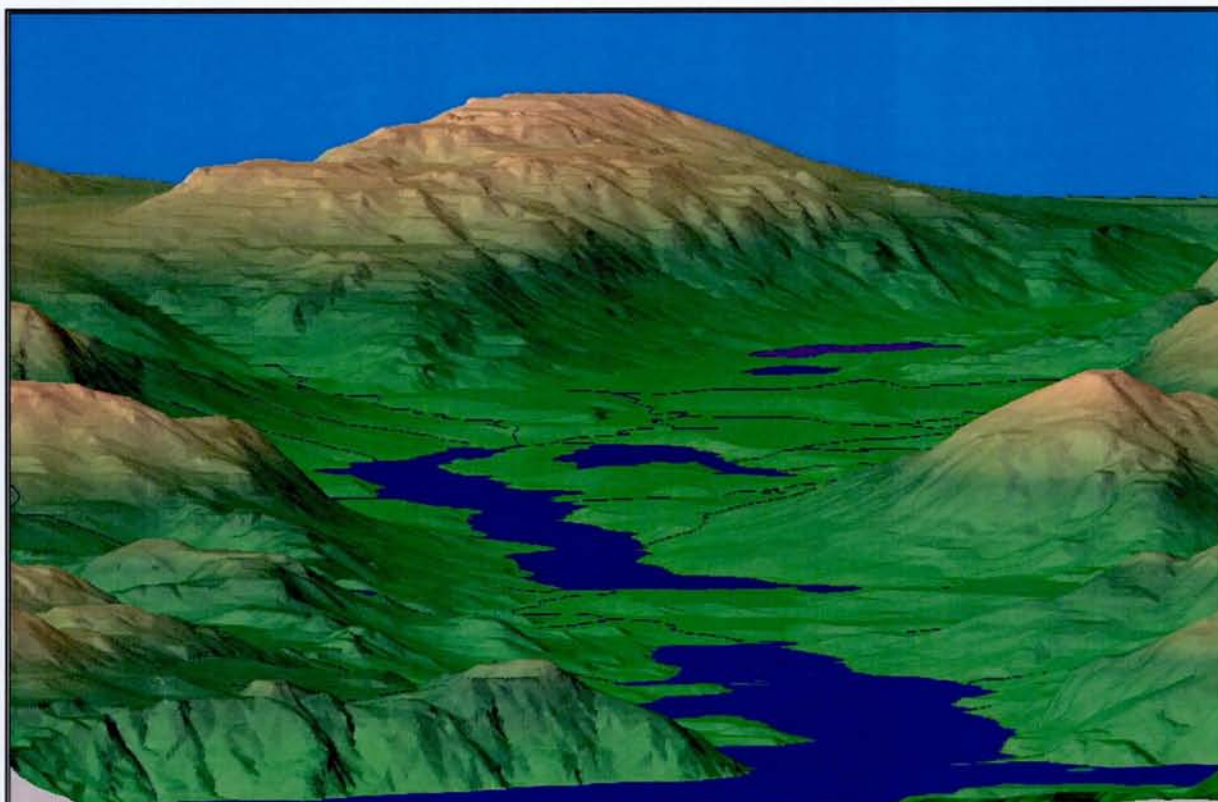
Figur 8. Innsyn mot Raudnes sett i perspektiv fra Åm etter endt uttak.



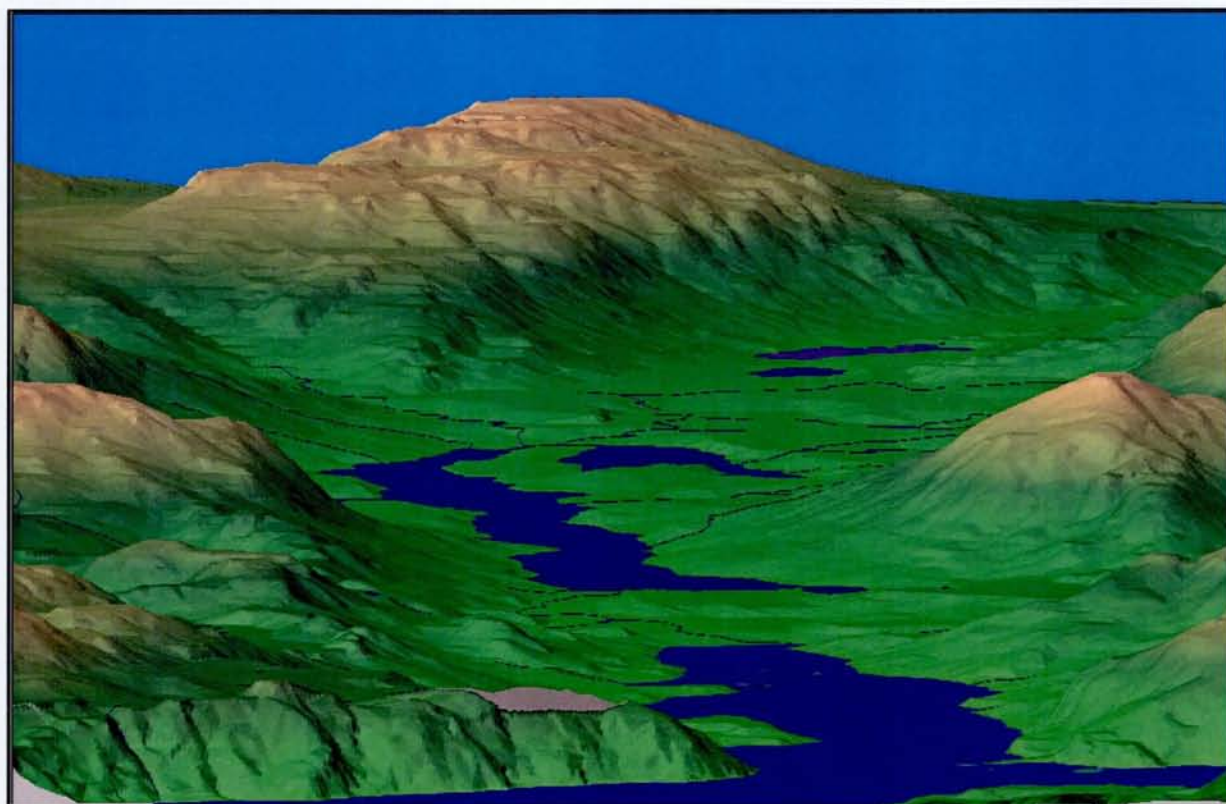
Figur 9. Innsyn mot Raudnes sett fra Vassendvik.



Figur 10. Innsyn mot Raudnes sett fra Vassendvik etter endt uttak.



Figur 11. Innsyn mot Raudnes sett i perspektiv fra Vassendvik.



Figur 12. Innsyn mot Raudnes sett i perspektiv fra Vassendvik etter endt uttak.

Innsynsmessig skjermes dagbrudd II godt både fra Åm og Vassendvik. Høyereliggende områder i bakgrunnen hindrer at terrengprofilen endres etter at Raudnesvarden er «fjernet». Mest skjemmende vil være dagbrudd I sett fra Åm og bebyggelsen langs Vatsfjorden.

Det inngår ikke i denne undersøkelsen å vurdere driftsform, men det skal nevnes at det er utført beregninger som viser at pukkforekomster med uttak i størrelsesorden opptil 1 million tonn pr. år kan være konkurransedyktig ved underjordsdrift i forhold til dagbruddsdrift [4]. Underjordsdrift vil effektivt skjerme for skjemmende innsyn.

Totale reserver innenfor det vurderte området vil variere avhengig av hvordan bruddet utformes. Tabell 3 viser reservegrunnlag beregnet for de to dagbruddene som vist på figur 3. Reserveanslaget angitt i tonn er beregnet med en densitet på 2,64 (se tabell 5).

	Reserver i mill. fm ³	Reserver i mill. tonn
Dagbrudd I	2,0	5,3
Dagbrudd II	55,1	145,5
SUM	57,1	150,8

Tabell 3. Reserver i millioner faste kubikkmeter (fm³) og tonn.

Reservegrunnlaget anslås å være tilstrekkelig for et stasjonært pukkverk med en årsproduksjon i størrelsesorden 2-3 mill. tonn (minimum 50 års drift).

5.3 Analyseresultater

Figur 2 viser hvor prøvene er blitt tatt. Tynnslipanalyse og mekaniske analyseresultater er vist i tabell 4 og 5. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 1-6. Resultatene er sammenholdt med den tidligere undersøkte prøven, betegnet Raudnes (vedlegg 7), som ble tatt i en skjæring ved det eksisterende kaianlegget.

Prove	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Kv	Glim	Klo	Epi	And
1	Granittisk gneis	Fin- til middelskornet	Ujevnkornet	45	35	8	4	6	2
2	Migmatittisk gneis	Fin- til middelskornet	Ujevnkornet	55	35	4		4	2
3	Granittisk gneis	Fin- til middelskornet	Deformert	60	25	7	3	3	2
4	Migmatittisk gneis	Finkornet	Deformert	70	25	3	1		1
5	Granittisk gneis	Fin- til middelskornet	Noe deformert	70	20	5	3		2
6	Granittisk gneis	Fin- til middelskornet	Deformert	75	15	4	2	3	1
Raudnes	Båndgneis	Finkornet	?	70	20	4		3	3

Tabell 4. Tynnslipanalyse, Raudnes. Mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Klo - kloritt, Epi - epidot, And - andre mineraler.

	1	2	3	4	5	6	Gj.snitt	Raudnes
Densitet	2,63	2,62	2,63	2,65	2,64	2,65	2,64	2,71
Pakningsgrad	1	-	1	-	-	-	1	0
Sprøhetstall	56,9	-	50,2	-	-	-	53,6	42,1
Flisighetstall	1,31	-	1,31	-	-	-	1,31	1,33
Steinklasse	5	-	3	-	-	-	3	2
Abrasjonsverdi	0,67	0,67	0,57	0,61	0,60	-	0,62	0,60
Sa-verdi	5,0	-	4,0	-	-	-	4,5	3,9
Kulemølleverdi	10,1	-	6,8	-	-	-	8,5	8,1
Los Angeles verdi	35,9	32,4	29,6	27,5	33,6	40,3	33,2	21,4
Poleringsmotstand	51	-	51	-	-	-	51	54

Tabell 5. Mekaniske egenskaper, Raudnes.

Den tidligere undersøkte prøven er tatt ved kaiområdet innenfor båndgneis (tabell 4 og figur 2). Ut fra tynnslipanalysen skiller ikke denne bergarten seg nevneverdig ut i forhold til den granittiske- og migmatittiske gneisen. Likevel kan ikke prøven med båndgneis ansees som representativ for berggrunnen innenfor store deler av det aktuelle uttaksområdet. Berggrunnen innenfor de angitte bruddområdene domineres av migmatittisk- og granittisk gneis.

De nye prøvene tatt i granittisk- og migmatittisk gneis viser markert dårligere slagmotstand (sprøhetstall og Los Angeles verdi) i forhold til prøven tatt i båndgneisen. For de abrasive egenskapene (abrasjons- og kulemølleverdi) og poleringsmotstanden er det ikke nevneverdige forskjeller mellom de tre bergartstypene.

Det er ingen indikasjoner ved tynnslipanalysene som tilsier at de nye utsprengte prøvene har blitt utsatt for forvitningsprosesser som en eventuell forklaring på de dårlige egenskapene m.h.t. slagmotstand. Tidligere observasjoner tilsier at det spesielt er de abrasive egenskapene som får dårligere verdier ved

forvitring. I og med at prøven med båndgneis, som er tatt i en tidligere utsprengt skjæring dypere ned i fjellgrunnen, ikke viser noen markert forskjell i de abrasive egenskapene i forhold til de nyutsprengte prøvene, er dette også en indikasjon på at de nye prøvene ikke er påvirket av overflateforvitring. Muligens med unntak av prøve 6, må derfor de nye prøvene ansees som representative for området. Det må presiseres at det kun er indikasjoner som tilsier at de nye prøvene er representative for området. For å få en sikrere bekreftelse av mulige kvalitetsforbedringer mot dypet må det sprenges ut prøver på større dyp, anslagsvis 2 til 3 meter under dagoverflaten.

5.4 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i gjennomsnittet for analyseresultatene for de nye prøvene (tabell 5) som representative for steinkvaliteten i området kan en utføre en egnethetsvurdering i forhold til norske og andre europeiske lands krav til vegformål (tabell 6 og 7).

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnethetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	-	-	-	+	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	-	-	-	+	Uegnet
"	" , 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

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

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.

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

Tabell 7. Egnethetsvurdering til vegformål for noen europeiske land.

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).

5.5 Bergartskvalitet

For bedømmelse av bergartskvalitet er det utført en verbal rangering i tabell 9. Rangeringen er basert på egnethetsvurderingen til veg- og betongformål etter inndeling gitt i tabell 8.

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

Tabell 8.

Land	Gj.snitts av prøve 1 - 6
England	Svak
Tyskland	Svak
Frankrike	Meget svak
Nederland	? Middels
Belgia	? God
Norge	Middels - God
Bergartskvalitet	Middels - Svak

Tabell 9. Bedømmelse av bergartskvalitet basert på egnethetsvurdering til veg- og betongformål for en del europeiske land.

I og med at kravene for byggeråstoff varierer både med hensyn til bruksområder og innbyrdes mellom landene i Europa er det vanskelig å vurdere bergartskvaliteten samlet. Eksempelvis kan et materiale være fullt ut egnet til bære- og forsterkningslag, men uegnet for slitelag i toppdekke. Med dette som forbehold vurderes bergartskvaliteten i henhold til tabell 9, som middels til svak for gjennomsnittet av de seks nye innsamlede prøvene. Dette ansees som for dårlig med tanke på eksport til Europa. For et lokalt marked ansees kvaliteten som tilstrekkelig for de fleste veg- og betongformål.

6 REFERANSE

- [1] - Wolden, K. 1997: Undersøkelse av mulige pukkeforekomst ved Raudnes, Vindafjord kommune. NGU rapport nr. 97.017.
- [2] - Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknusnings innvirkning på fallprøven, Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993.
- [3] - Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strength, VTI Meddelande Nr. 102.
- [4] - Hansen, S.E. 1994: Storskala underjordsdrift, SINTEF Bergteknikk.

- * **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_g).

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 knusestrinn 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 taes 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 verksproduisert 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 pukkn 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 piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (Sa-verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_8) 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 tilslaget 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 puk) og ASTM C535 (grov puk) 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 planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen 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	
Asfaltert 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				

Rastrerte 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	Årsdøgnsrafikk (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 kisminaler (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 kiselsyre 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 og finkornet)

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

- * Kvartsitt (grovkornet/kvartsskifer)
- * Finkornet kvartsrik bergart
- * Kalkstein med pelittisk tekstur

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)	Sprøhets-tall	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.



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vindafjord-1

Lab.prøve nr.: 970008

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-1

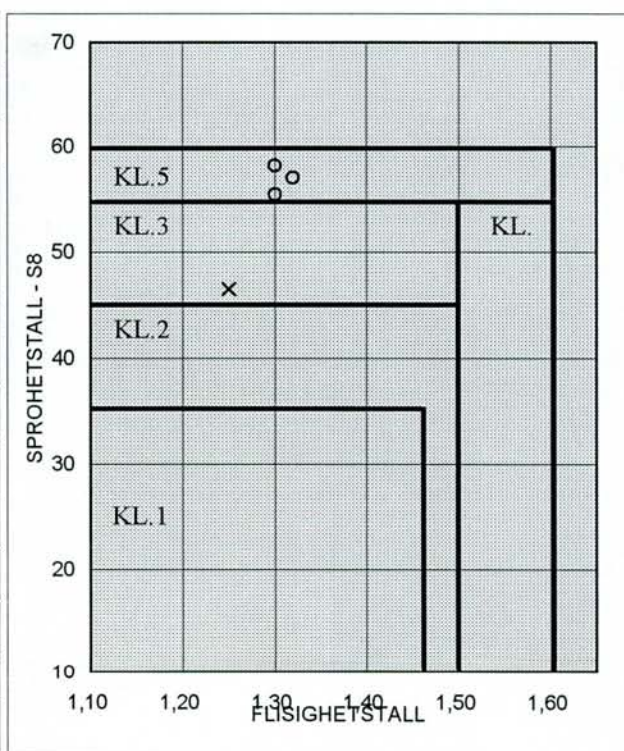
KOORDINATER 315400/6593400
DYBDE I METER 0,5
UTTATT DATO 24.05.97
SIGN. EE

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	1,30	1,30	1,32	1,25	1,34	1,34
Ukorr. Sprøhetstall-S0	52,8	55,4	54,3	46,5		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	55,5	58,2	57,1	46,5		
Materiale < 2mm-S2	14,1	16,8	15,5	13,0		
Kulemølleverdi, Km					10,1	10,1
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:				24,2
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,31	/	56,9	Middel S2 :	15,5	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,34	/	10,1	PSV :	51	
Abrasjonsverdi-a:	0,65	0,64	0,71	Middel :	0,67	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	5,0			Densitet :	2,63	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,29	/	6,4	LA-verdi :	35,9	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 45% feltspat, 35% kvarts, 8% glimmer, 6% epidot, 4% kloritt og 2% andre mineraler (zirkon, apatitt).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:
Eyolf Bichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vindafjord 2

Lab.prøve nr.: 970016

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-2

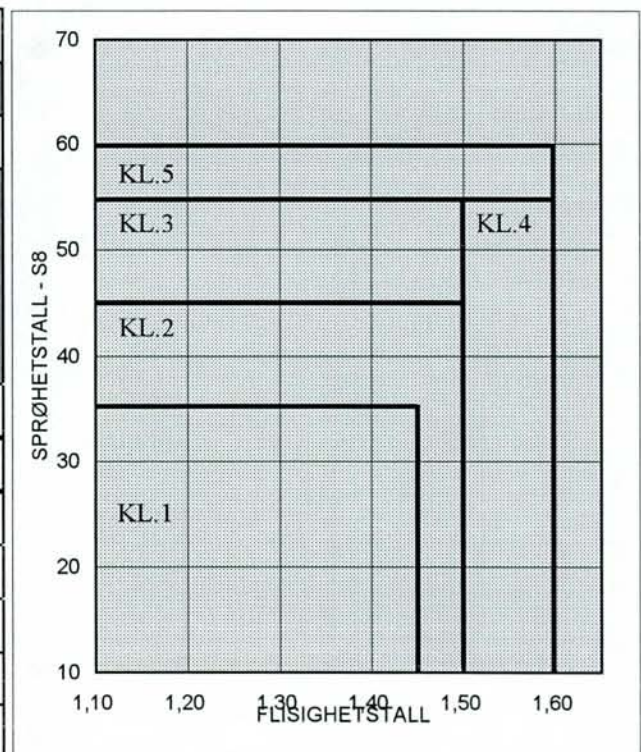
KOORDINATER : 315400/6593150
DYBDE I METER : 0,5
UTTATT DATO : 24.05.97
SIGN. : EE

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-fl				
Ukorr. Sprøhetstall-S0				
Pakningsgrad				
Sprøhetstall-S8				
Materiale < 2mm-S2				
Kulemølleverdi, Km				
Laboratrieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:		
Middel fli 8-11,2 / S8:	/	Middel S2 :		
Middel fli 11,2-16/Km:	/	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,68	0,67	0,67	Middel : 0,67
Sa-verdi (a * sqrt S8):				Densitet : 2,62
Flis/Flakindeks 10-14:	1,37	/	6,7	LA-verdi : 32,4



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet migmatittisk gneis.

Mineralinnhold: 55% feltspat, 35% kvarts, 4% glimmer, 4% epidot og 2% andre mineraler (zirkon, opake).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:
Byolf Eriksen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vindafjord-3

Lab.prøve nr.: 970009

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-3

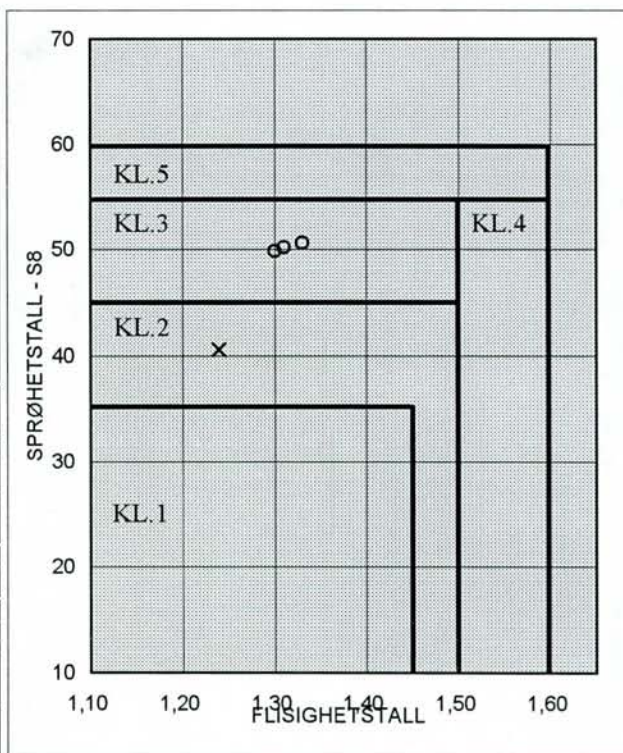
KOORDINATER : 315050/6593650
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 24.05.97
SIGN. : EE

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	1,30	1,33	1,31	1,24	1,36	1,36
Ukorr. Sprøhetstall-S0	49,8	48,2	47,8	40,6		
Pakningsgrad	0	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	49,8	50,7	50,2	40,6		
Materiale < 2mm-S2	10,9	11,6	12,6	10,5		
Kulemølleverdi, Km					6,6	7,0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 25,7				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,31	/	50,2	Middel S2 :	11,7	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,36	/	6,8	PSV :	51	
Abrasjonsverdi-a:	0,56	0,61	0,52	Middel :	0,57	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,0			Densitet :	2,63	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,29	/	7,7	LA-verdi :	29,6	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 60% feltspat, 25% kvarts, 7% glimmer, 3% epidot, 3% kloritt og 2% andre mineraler (zirkon, apatitt).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:
Eyolf Eriksen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vindafjord 4

Lab.prøve nr.: 970017

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-4

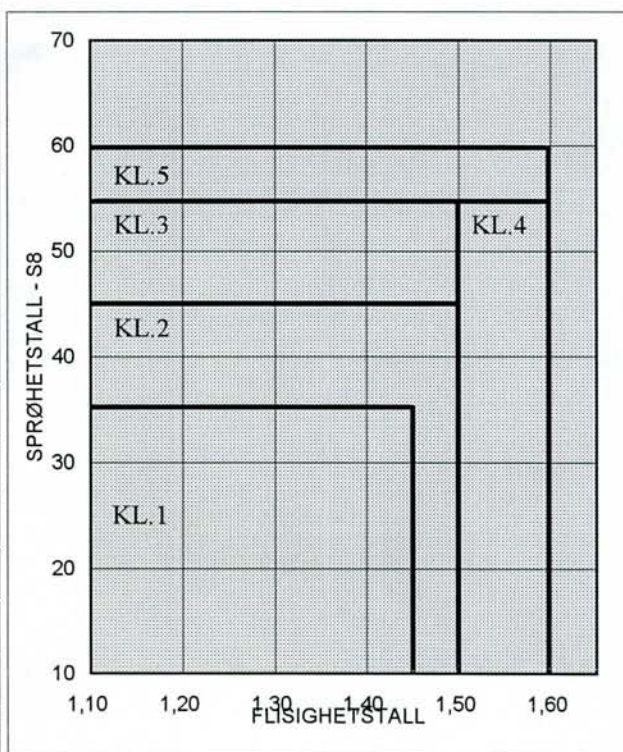
KOORDINATER : 315150/6592650
DYBDE I METER : 0,5
UTTATT DATO : 24.05.97
SIGN. : EE

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-fl						
Ukorr. Sprøhetstall-S0						
Pakningsgrad						
Sprøhetstall-S8						
Materiale < 2mm-S2						
Kulemølleverdi, Km						
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:				
Middel fli 8-11,2 / S8:	/			Middel S2 :		
Middel fli 11,2-16/Km:	/			PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,62	0,62	0,59	Middel : 0,61		
Sa-verdi (a * sqrt S8):				Densitet : 2,65		
Flis/Flakindeks 10-14:	1,27	/	5,5	LA-verdi : 27,5		



Merket X : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Finkornet migmatittisk gneis.

Mineralinnhold: 70% feltspat, 25% kvarts, 3% glimmer, 1% kloritt og 1% andre mineraler (zirkon, apatitt).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:
Eyolf Brichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vindafjord 5

Lab.prøve nr.: 970018

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-5

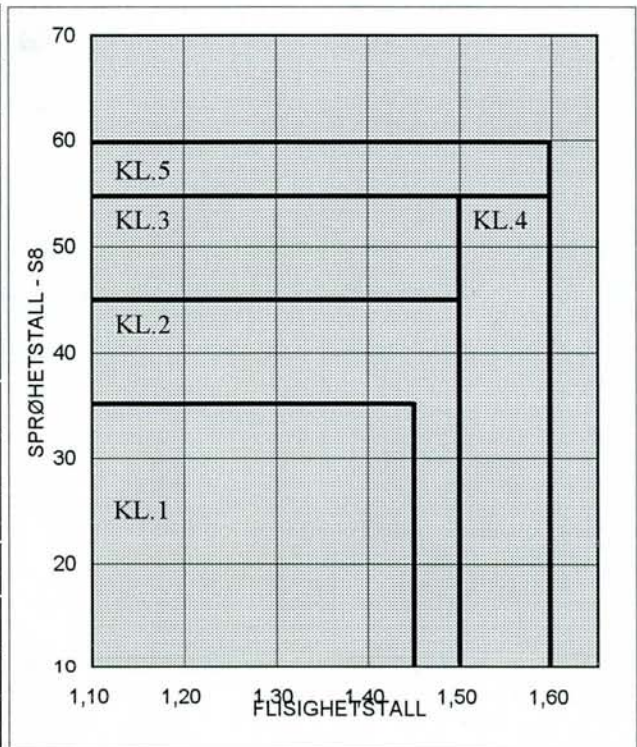
KOORDINATER : 315250/6593050
DYBDE I METER : 0,5
UTTATT DATO : 25.05.97
SIGN. : EE

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-fl		
Ukorr. Sprøhetstall-S0		
Pakningsgrad		
Sprøhetstall-S8		
Materiale < 2mm-S2		
Kulemølleverdi, Km		
Laboratorieknust i %: 100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:	
Middel fli 8-11,2 / S8:	/	Middel S2 :
Middel fli 11,2-16/Km:	/	PSV :
Abrasjonsverdi-a:	0,60 0,58 0,61	Middel : 0,60
Sa-verdi (a * sqrt S8):		Densitet : 2,64
Flis/Flakindeks 10-14:	1,25 / 6,2	LA-verdi : 33,6



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 70% feltspat, 20% kvarts, 5% glimmer, 3% kloritt og 2% andre mineraler (epidot, apatitt, opake).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:
Byolf Bichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vindafjord 6

Lab.prøve nr.: 970019

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-6

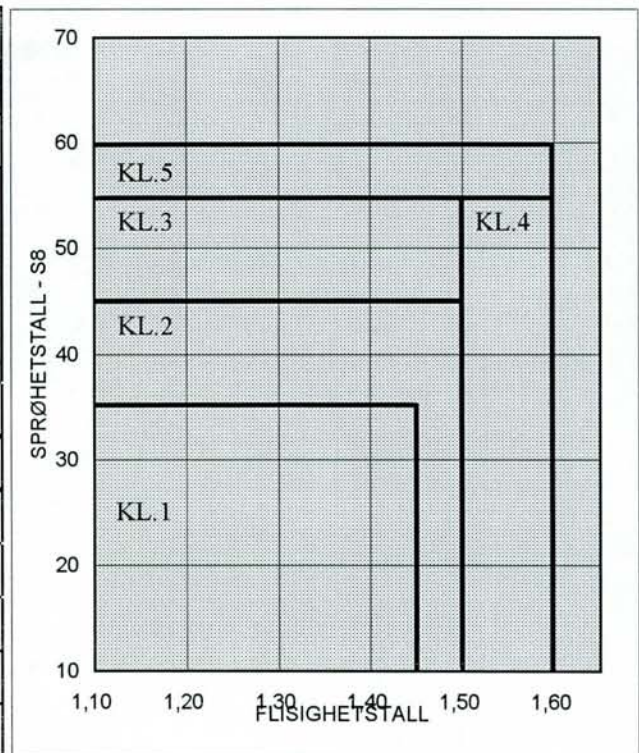
KOORDINATER : 315000/6592950
DYBDE I METER : 0,5
UTTATT DATO : 25.05.97
SIGN. : EE

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-fl		
Ukorr. Sprøhetstall-S0		
Pakningsgrad		
Sprøhetstall-S8		
Materiale < 2mm-S2		
Kulemølleverdi, Km		
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:
Middel fli 8-11,2 / S8:	/	Middel S2 :
Middel fli 11,2-16/Km:	/	PSV :
Abrasjonsverdi-a:		Middel :
Sa-verdi (a * sqrt S8):		Densitet : 2,65
Flis/Flakindeks 10-14:	1,26 / 5,4	LA-verdi : 40,3



Merket X : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet granittisk gneis.

Mineralinnhold: 75% feltspat, 15% kvarts, 4% glimmer, 3% epidot, 2% kloritt og 1% andre mineraler (zirkon, apatitt, opake).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:

Eyvolf Eriksen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Raudnes

Lab.prøve nr.: 960080

KOMMUNE : Vindafjord
KARTBLADNR. : 1213-4
FOREKOMSTNR.: 1154-505-7

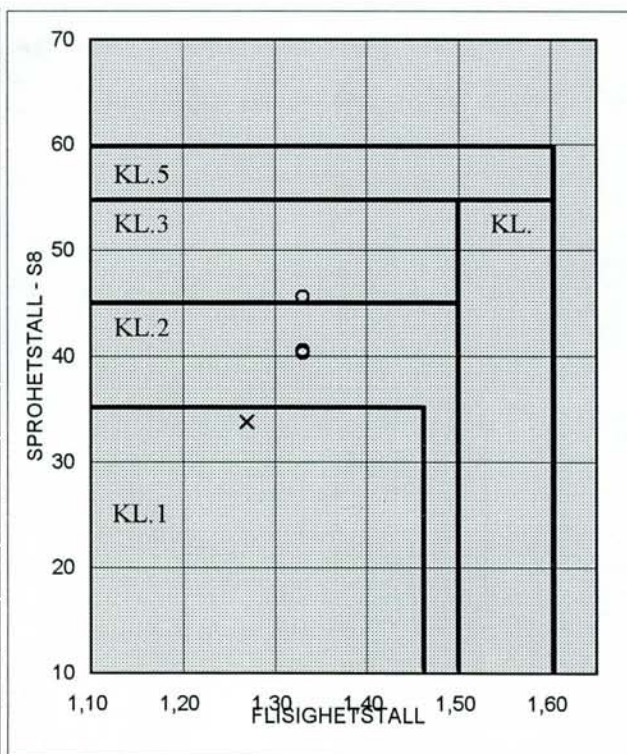
KOORDINATER : 315450/6593500
DYBDE I METER :
UTTATT DATO : okt. 1997
SIGN. : KW

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	1,33	1,33	1,33	1,27	1,25	1,27
Ukorr. Sprøhetstall-S0	40,3	40,5	45,6	33,8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	40,3	40,5	45,6	33,8		
Materiale < 2mm-S2	7,7	8,1	8,2	6,6		
Kulemølleverdi, Km					8,0	8,2
Laboratoriekunst i %	100					
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,33	/	42,1	Middel S2 :	8,0	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,26	/	8,1	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,53	0,65	0,60	Middel :	0,60	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,9			Densitet :	2,71	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/	9,6	LA-verdi :	21,4	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Finkornet båndgneis.

Mineralinnhold: 70% feltspat, 20% kvarts, 4% glimmer, 3% epidot og 3% andre mineraler (zirkon, apatitt, opake).

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
1. september 1997

Sign.:
Byolf Brichsen