

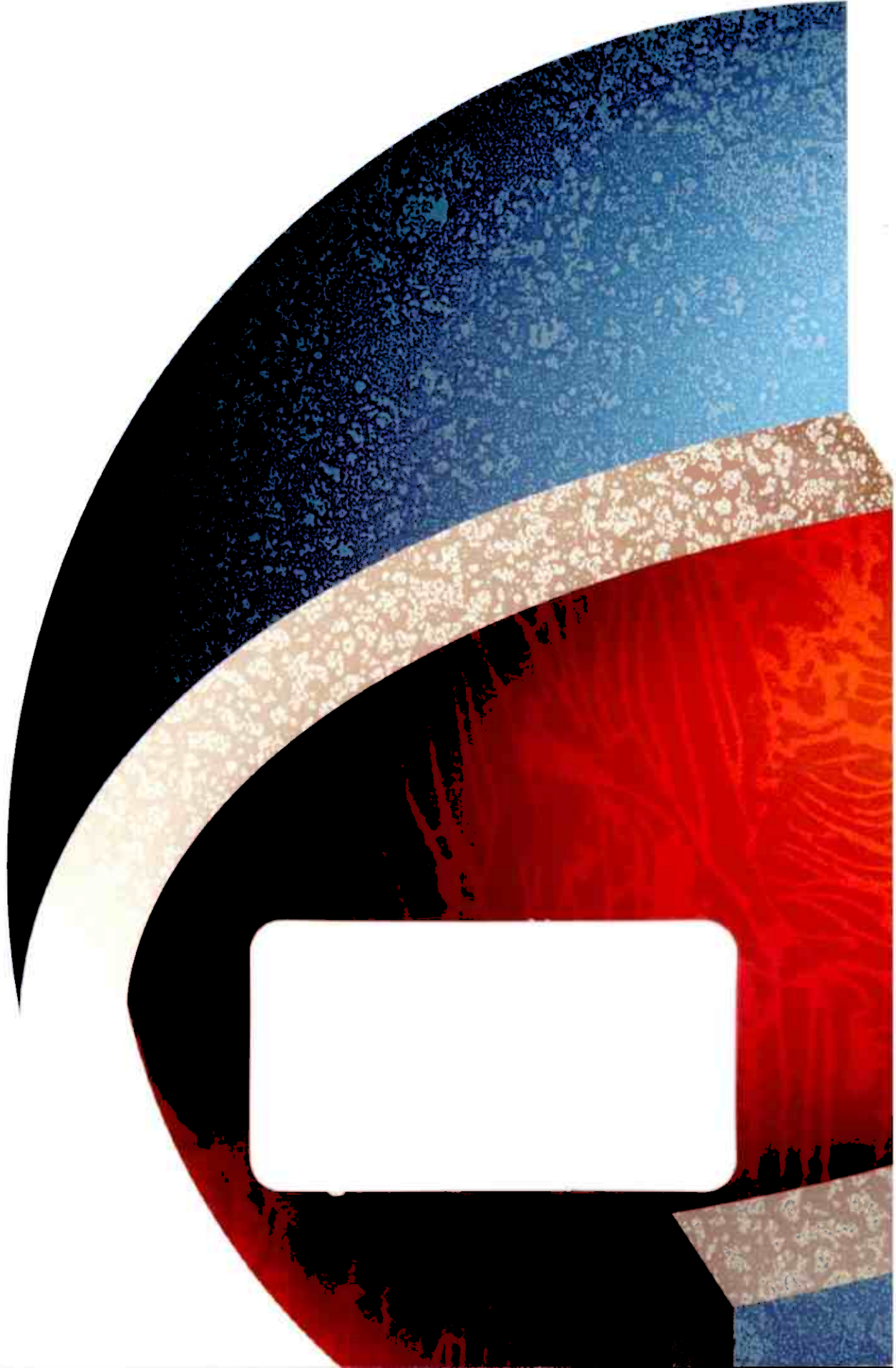


# Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

## Rapportarkivet

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                 |                                                                             |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Bergvesenet rapport nr<br><b>4709</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Intern Journal nr<br>1664/97     | Internt arkiv nr                | Rapport lokalisering                                                        | Gradering<br><b>Åpen</b>         |
| Kommer fra ..arkiv                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ekstern rapport nr<br>NGU 97.141 | Oversendt fra<br>NGU            | Fortrolig pga                                                               | Fortrolig fra dato:              |
| Tittel<br>Oppfølgende pukkundersøkelser, Raudnes, Vindafjord kommune                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                 |                                                                             |                                  |
| Forfatter<br>Erichsen, Eyolf<br>Zwaan, Bouke<br>Broekmans, Maarten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  | Dato    År<br>08.09 1997        | Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)<br>Vindafjord Kommune<br>NGU |                                  |
| Kommune<br>Vindafjord                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fylke<br>Rogaland                | Bergdistrikt                    | 1: 50 000 kartblad<br>12134                                                 | 1: 250 000 kartblad<br>Haugesund |
| Fagområde<br>Produktundersøkelse<br>Geologi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | Dokument type                   | Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)<br>Raudnes            |                                  |
| Råstoffgruppe<br>Byggeråstoff                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | Råstofftype<br>granittisk gneis |                                                                             |                                  |
| Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse<br>Oppfølgende pukkundersøkelser ved Raudnes i Vindafjord kommune.<br>De seks 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. |                                  |                                 |                                                                             |                                  |



NGU Rapport 97.141

Oppfølgende pukkundersøkelser,  
Raudnes, Vindafjord kommune.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |                                                                |                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rapport nr.: 97.141                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | ISSN 0800-3416                                                 | Gradering: Fortrolig til 08.09.1998                                                               |
| Tittel:<br>Oppfølgende pukkundørsøkelser, Raudnes, Vindafjord kommune.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |                                                                |                                                                                                   |
| Forfattere:<br>Eyolf Erichsen, Bouke Zwaan og<br>Maarten Broekmans                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            | Oppdragsgiver:<br>Vindafjord kommune                           |                                                                                                   |
| Fylke:<br>Rogaland                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            | Kommune:<br>Vindafjord                                         |                                                                                                   |
| Kartblad (M=1:250,000)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            | Kartbladnr. u og -navn (M=1:50,000)<br>1213-4, Skjoldastraumen |                                                                                                   |
| Forekomstens navn og koordinater:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | Sidetall: 46      Pris: 130,-<br>Kartbilag:                    |                                                                                                   |
| Feltarbeid utført:<br>Mai 1997                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Rapportdato:<br>08.09.1997 | Prosjektnr.:<br>2633.13                                        | Ansvarlig:<br> |
| Sammendrag:<br><p>Basert på innledende undersøkelser ble det anbefalt å gjennomføre oppfølgende pukkundørsøkelser ved Raudnes i Vindafjord kommune.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> |                            |                                                                |                                                                                                   |
| 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 tynnslianalyse 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 laboratrieknuser 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 pukkverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenliknbare med resultatene for prøver tatt i felt som er knust kontrollert ved laboratrieknusing.

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.

| 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.

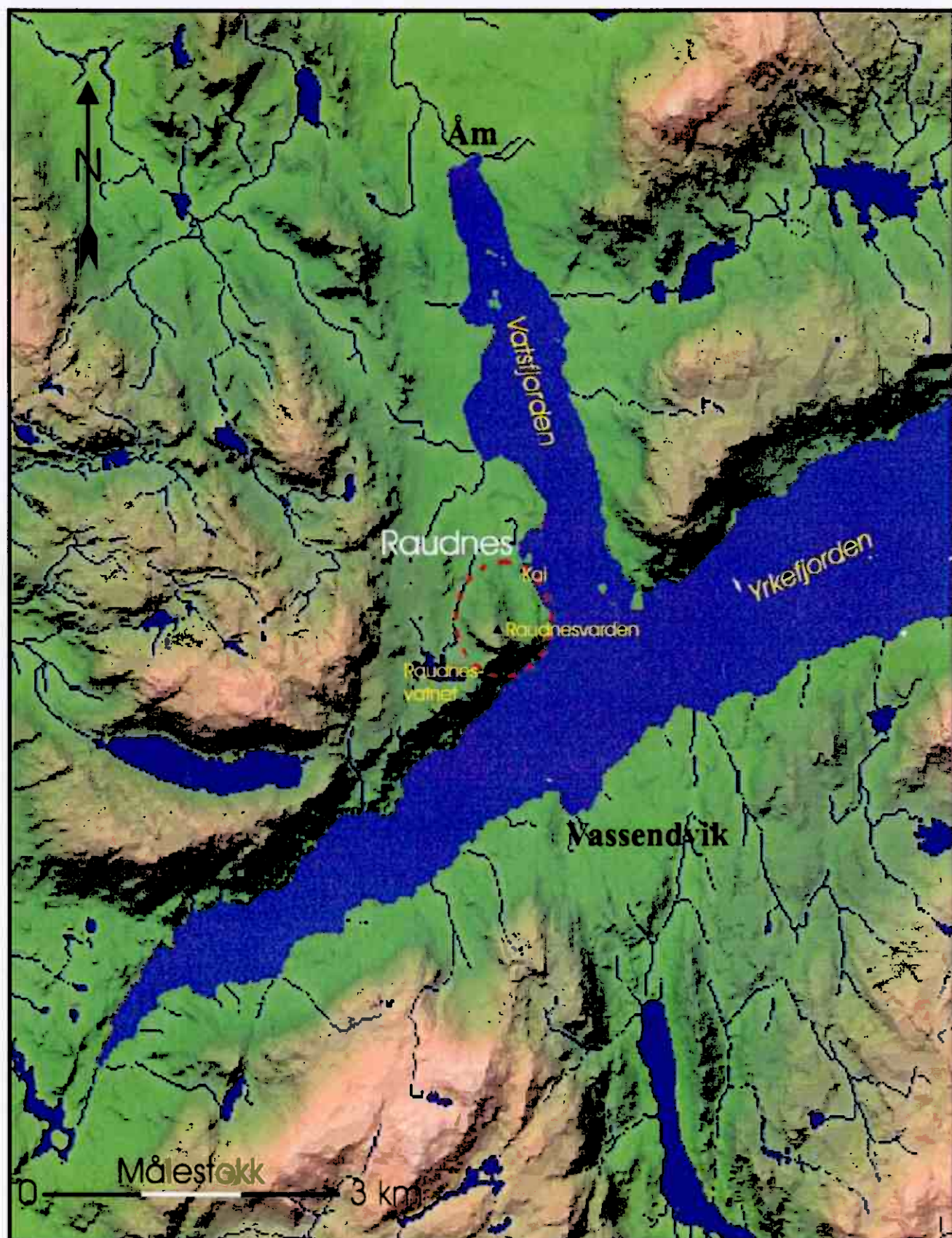
Krav til Los Angelesverdi (LA) og poleringsmotstand (PSV) for en del europeiske land avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg D.

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

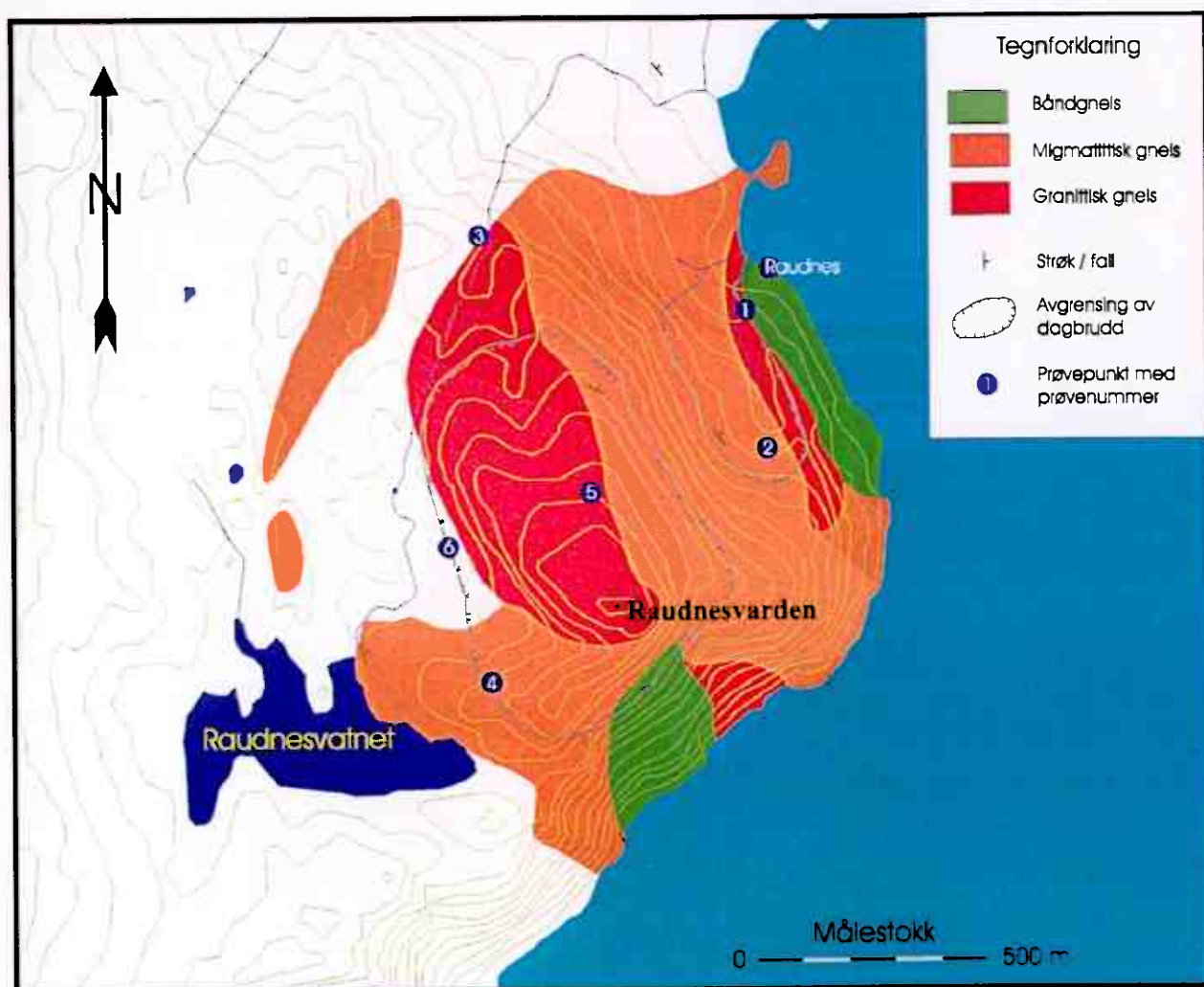
Det undersøkte området ved Raudnes ligger i «krysset» mellom Vatsfjorden og Yrkefjorden (figur 1). Området utgjør et fjellparti med høyeste punkt, Raudnesvarden, på 325 m o.h. Terrenget faller bratt ned mot sjøen. Området er godt blottlagt, varierende fra bart fjell til tynt humusdekke. Det opptrer en 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 amfibolitisert 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.

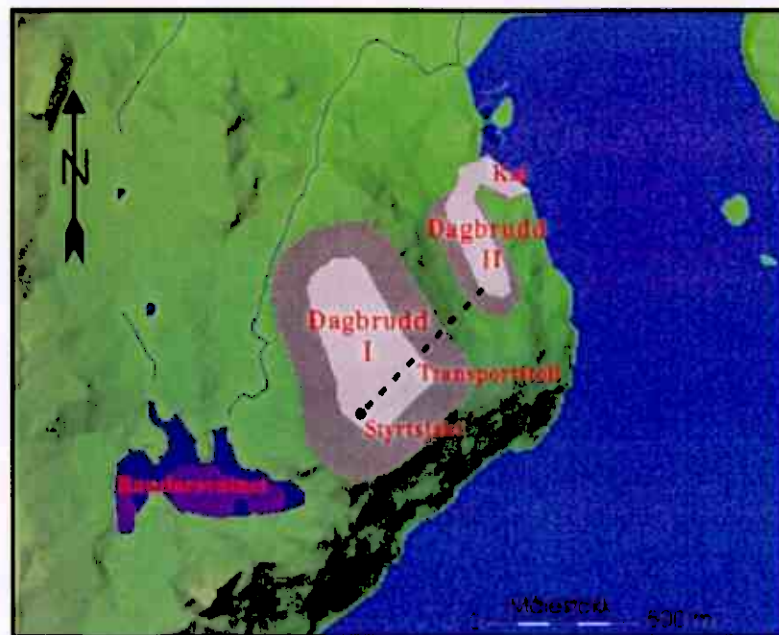
De radiometriske målingene i området viser lav radioaktiv stråling, med gjennomsnitt på 2-3 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

## 5.2 Uttaksmuligheter

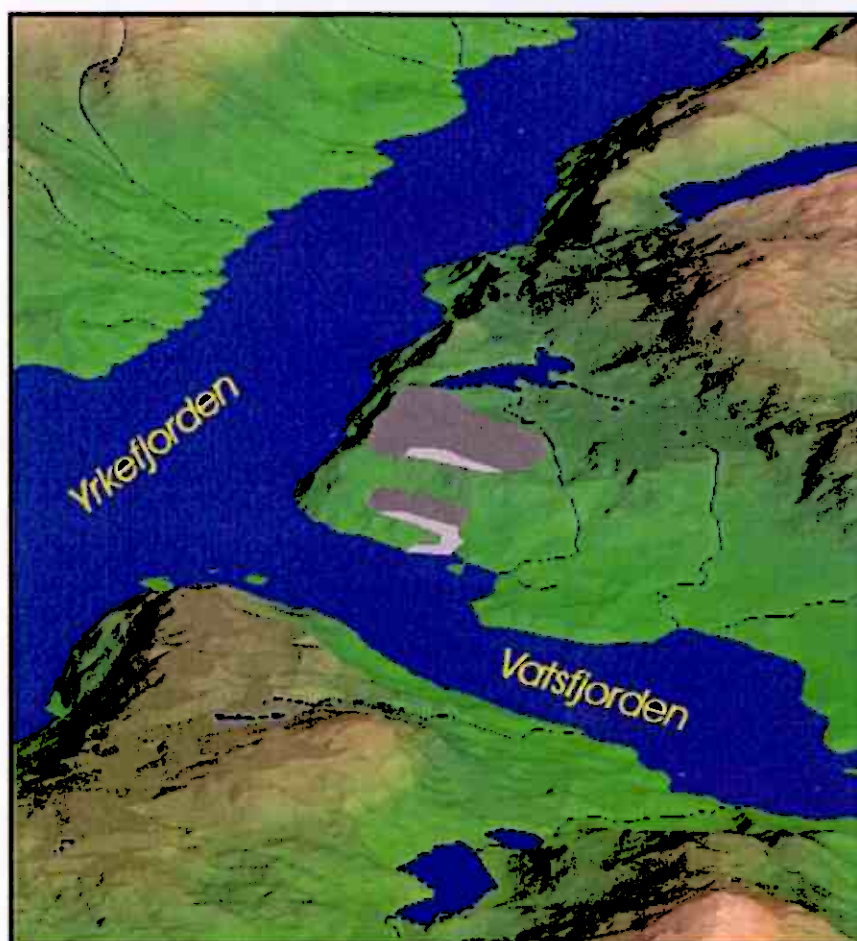
Det er teknisk mulig å anlegge et uttak basert på dagbruddsdrift innenfor området ved Raudnes. Utfordringen er å designe et anlegg som gir mist mulig sjenanse for omgivelsene og som i tillegg er av en viss størrelse som gir tilstrekkelig tonnasje med steinmateriale.

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.



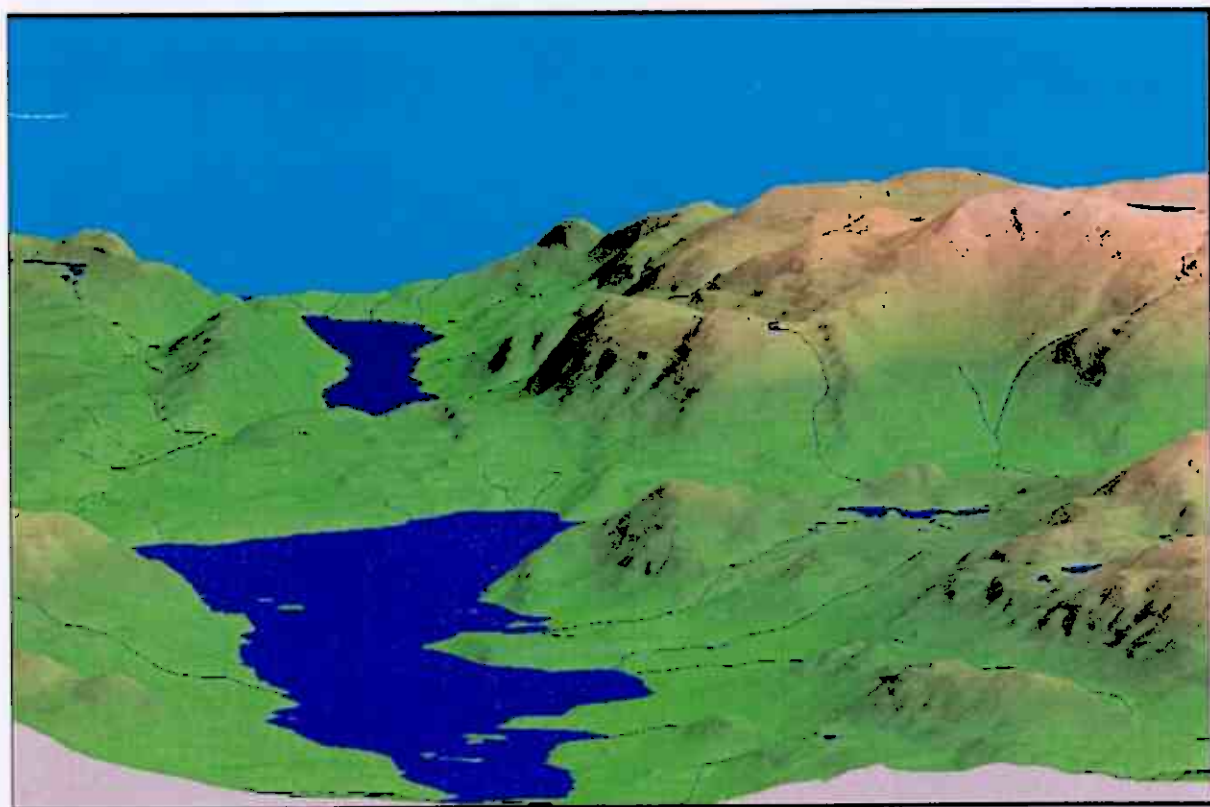
Figur 4. Rødnes sett i perspektiv mot sørvest.



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<br>mill. fm <sup>3</sup> | Reserver i<br>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 (fm<sup>3</sup>) 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.

| Prøve   | Bergart            | Kornstørrelse          | Tekstur       | Felt | Kv | Glim | Klo | Epi | And |
|---------|--------------------|------------------------|---------------|------|----|------|-----|-----|-----|
| 1       | Granittisk gneis   | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet  | 45   | 35 | 8    | 4   | 6   | 2   |
| 2       | Migmatittisk gneis | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet  | 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. Tynnslianalyse, 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 kaionrådet innenfor båndgneis (tabell 4 og figur 2). Ut fra tynnslianalysen 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 tynnslianalysene som tilsier at de nye utsprengte prøvene har blitt utsatt for forvittringsprosesser 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 - kulemolleeverdi, + tilfredsstiller kravene, - tilfredsstiller 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 kulemolleeverdi innfris.

| Land      | Bruksområde               | Vegtype                  | LA | PSV  | Egnethets-<br>vurdering |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----|------|-------------------------|
| 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<br>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 innsamlete 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-Laboratorieknsinens innvirkning på fallprøven, Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993.
- [3] - Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Metods for Aggregate Strenght, 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 korngrænse, 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           | $\leq 35$ | $\leq 1.45$ |
| 2           | $\leq 45$ | $\leq 1.50$ |
| 3           | $\leq 55$ | $\leq 1.50$ |
| 4           | $\leq 55$ | $\leq 1.60$ |
| 5           | $\leq 60$ | $\leq 1.60$ |

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 årsgjennsnitts trafikk (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 ( $S_g$ ) 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 pukk) og ASTM C535 (grov pukk) 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 tas 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 veghjul 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. 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<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi | 3<br>1,55 | 3<br>1,55<br>(0,65) | 3<br>1,55<br>(0,65) |                   |                   |
| Forkilt pukk, Fp           | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi | 3<br>1,60 | 3<br>1,60<br>(0,65) | 3<br>1,60<br>0,65   | 3<br>1,60<br>0,65 |                   |
| Forkilingspukk, Fkp        | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi | 3<br>1,50 | 3<br>1,50<br>(0,65) | 3<br>1,50<br>0,65   | 3<br>1,50<br>0,65 |                   |
| Asfaltert pukk, Ap         | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi |           |                     | 4<br>1,60<br>(0,65) | 3<br>1,55<br>0,65 | 3<br>1,55<br>0,65 |
| Penetrert pukk, Pp         | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi |           | 5<br>1,60<br>(0,75) | 5<br>1,60<br>0,75   | 5<br>1,60<br>0,75 | 4<br>1,60<br>0,75 |
| Emulsjonspukk, Ep          | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi | 4<br>1,60 | 4<br>1,60           | 3<br>1,55<br>(0,65) | 3<br>1,55<br>0,65 |                   |
| Sementstabilisert pukk, Cp | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi |           |                     | (5)<br>1,50         | (5)<br>1,50       | 5<br>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<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi |           |                                  |                                    | 2<br>1,45<br>0,45<br>2,5*<br>9,0 | 1<br>1,45<br>0,40<br>2,0<br>6,0 |  |
| Topeka, Top                             | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi |           |                                  |                                    | 2<br>1,45<br>0,45<br>2,5*<br>9,0 | 1<br>1,45<br>0,40<br>2,0<br>6,0 |  |
| Skjelettasfalt, Ska                     | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi |           |                                  | 2<br>1,45<br>0,55<br>3,0<br>11,0   | 2<br>1,45<br>0,45<br>2,5*<br>9,0 | 1<br>1,45<br>0,40<br>2,0<br>6,0 |  |
| Asfaltbetong, Ab                        | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi |           | 3<br>1,45<br>0,55<br>3,5<br>13,0 | 3<br>1,45<br>0,55<br>3,0<br>11,0   | 2<br>1,45<br>0,45<br>2,5*<br>9,0 | 1<br>1,45<br>0,40<br>2,0<br>6,0 |  |
| Drensasfalt, Da                         | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi |           | 3<br>1,45<br>0,55<br>3,5<br>13,0 | 2<br>1,45<br>0,55<br>3,0<br>11,0   | 2<br>1,45<br>0,45<br>2,5*<br>9,0 |                                 |  |
| Asfaltgrusbetong, Agb                   | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi | 3<br>1,50 | 3<br>1,50<br>(0,65)              | 3<br>1,50<br>0,55<br>3,5<br>13,0   |                                  |                                 |  |
| Mykasfalt, Ma<br>Myk drensasfalt, Mda   | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi | 3<br>1,50 | 3<br>1,50<br>(0,65)              | 3<br>1,45<br>(0,55)<br>3,5<br>13,0 |                                  |                                 |  |
| Emulsjonsgrus, Egt, Egd                 | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi | 3<br>1,50 | 3<br>1,45<br>(0,65)              | 3<br>1,45<br>0,55<br>3,5<br>13,0   |                                  |                                 |  |
| Overflatebehandling, Eo<br>Do           | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi<br>Slitasjemotstand<br>Kulemølleverdi | 3<br>1,50 | 3<br>1,45<br>(0,55)              | 3<br>1,45<br>0,50<br>3,5<br>13,0   |                                  |                                 |  |
| Overflatebehandling m/<br>grus Eog, Dog | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi                                       | 3<br>1,50 | 3<br>1,45                        |                                    |                                  |                                 |  |
| Oljegrus, Og                            | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi                                       | 3<br>1,50 | 3<br>1,45                        |                                    |                                  |                                 |  |
| Asfaltskumgrus, Asg                     | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi                                       | 3<br>1,50 | 3<br>1,50                        |                                    |                                  |                                 |  |

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT &gt; 10.000

( ) = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2a

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

| GRUSDEKKE |                                         | ÅDT       |      |      |      |       |
|-----------|-----------------------------------------|-----------|------|------|------|-------|
|           |                                         | 300       | 1500 | 3000 | 5000 | 15000 |
| Grus      | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm | 3<br>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<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi |                     |                   |                   | 2<br>1,45<br>0,45 | 1<br>1,45<br>0,40 |
| Betong, C40 - C70      | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi |                     |                   | 3<br>1,45<br>0,55 | 2<br>1,45<br>0,45 | 2<br>1,45<br>0,40 |
| Valsebetong, C35 - C55 | Steinklasse<br>Flisighetstall > 11,2 mm<br>Abrasjonsverdi | 3<br>1,45<br>(0,65) | 3<br>1,45<br>0,55 | 3<br>1,45<br>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 parantes angir ønsket verdi.

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

Krav til steinklasse, abrasjonsverdi, slitasjemotstand og kulemølleverdi for dekketilsag. 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 kismineraler (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 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<br>(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-<br/>bundet</u> Surface deressing,<br>pervious macadam | LA         | < 25                               |       | < 16  |
|                                                                   | ACV        | < 23                               |       | < 16  |
|                                                                   | AIV        | < 23                               |       | < 16  |
|                                                                   | 10% fines  | > 130                              |       | -     |
| Dens wearing<br>course                                            | LA         | < 30                               |       | < 25  |
|                                                                   | ACV        | < 27                               |       | < 23  |
|                                                                   | AIV        | < 27                               |       | < 23  |
|                                                                   | 10% fines  | > 115                              |       | > 130 |
| Bære- og<br>forsterkningslag                                      | LA         | < 35                               |       |       |
|                                                                   | ACV        | < 30                               |       |       |
|                                                                   | AIV        | < 30                               |       |       |
|                                                                   | 10% fines  | > 100                              |       |       |
| <u>Sement-<br/>bundet</u> Betongdekke                             | LA         | < 35                               |       | < 30  |
|                                                                   | ACV        | < 30                               |       | < 27  |
|                                                                   | AIV        | < 30                               |       | < 27  |
|                                                                   | 10% fines  | > 100                              |       | > 115 |
| Bære- og<br>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<br>(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-<br>lengde I<br>England | Trafikkbelastning<br>(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:

|                       | Trafikkmengde for kjøretøy med vekt > 5 tonn |           |          |         |         |
|-----------------------|----------------------------------------------|-----------|----------|---------|---------|
|                       | > 3000                                       | 3000-1500 | 1500-500 | 500-100 | < 100   |
| Vegklasse             | I                                            | II        | III      | IV      | V       |
| 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.

|                       | Trafikkmengde for kjøretøy med vekt > 5 tonn |           |          |         |      |
|-----------------------|----------------------------------------------|-----------|----------|---------|------|
|                       | >3000                                        | 3000-1500 | 1500-500 | 500-100 | <100 |
| Vegklasse             | I                                            | II        | III      | IV      | V    |
| Bituminøse vegdekker  | > 50                                         |           |          | > 43    |      |
| Spesielle bruksformål | > 55                                         |           |          |         |      |

Tabell 6.

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

| Bergart                | Granitt<br>Syenitt | Dioritt<br>Gabbro | Kvarsporfyr<br>Keratofyr<br>Porfyr<br>Andesitt | Basalt<br>Diabas | Kalkstein<br>Dolomitt | Gråvakke<br>Kvartsitt<br>Gangkvarts<br>Kvarts<br>sandstein | Gneis<br>Granulitt<br>Amfibolitt |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Schlagversuch<br>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<br>(Autobanen) |
|-----------|-----------|----------------|------------------|
| PSV       | $\geq 48$ | $\geq 53$ (50) | $\geq 65$        |

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 |
|------------|----------|
| $\leq 20$  | FIA      |
| $\leq 35$  | FIB      |
| $\leq 50$  | 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 |
|-------------------|----------|
| $\leq 20$         | LAA      |
| $\leq 30$         | LAB      |
| $\leq 40$         | 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

Vedlegg nr. 1

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  
%

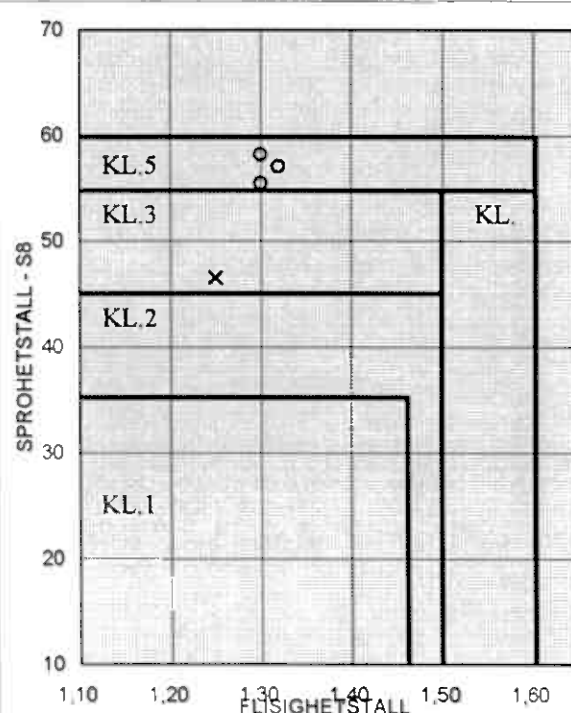
Sterke  
%

Svake  
%

Meget svake  
%

## Mekaniske egenskaper:

| Kornstørrelse mm         | 8 - 11,2 |                               |      |            | 11,2 - 16 |      |
|--------------------------|----------|-------------------------------|------|------------|-----------|------|
| Tegnforklaring           | o        | o                             | o    | x          |           |      |
| Flisighetstall-flis      | 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 flis 8-11,2 / S8: | 1,31     | /                             | 56,9 | Middel S2: | 15,5      |      |
| Middel flis 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 Brichen*

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

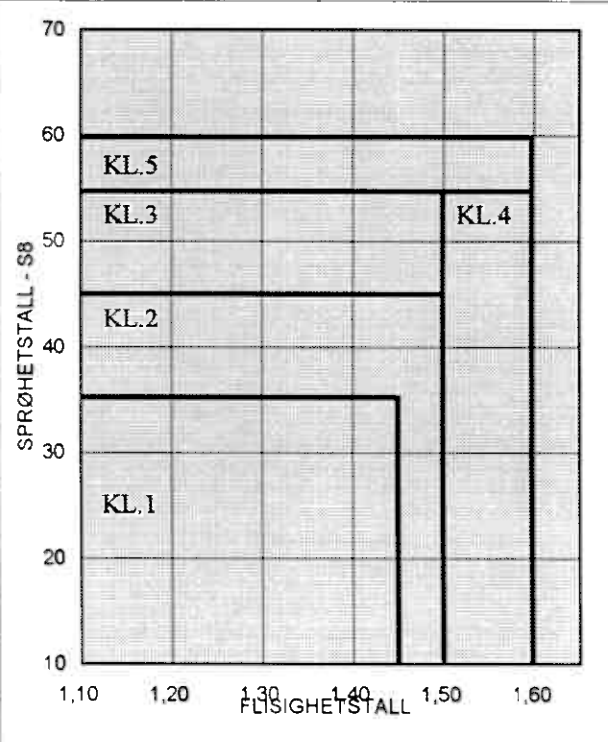
KOORDINATER : 315400/6593150  
DYBDE I METER : 0,5  
UTTATT DATO : 24.05.97  
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifikasjon :

| Antall korn vurdert<br>stk. | Meget sterke<br>% | Sterke<br>% | Svake<br>% | Meget svake<br>% |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|

Mekaniske egenskaper :

|                         |          |      |                               |                 |                 |  |
|-------------------------|----------|------|-------------------------------|-----------------|-----------------|--|
| Kornstørrelse mm        | 8 - 11,2 |      |                               |                 | 11,2 - 16       |  |
| Tegnforklaring          | o        | o    | o                             | x               |                 |  |
| Flisighetstall-fli      |          |      |                               |                 |                 |  |
| 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:       |          | 0,68 | 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:<br>Trondheim | Dato:<br>1. september 1997 | Sign.:<br><i>Byolf Eriksen</i> |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------|

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

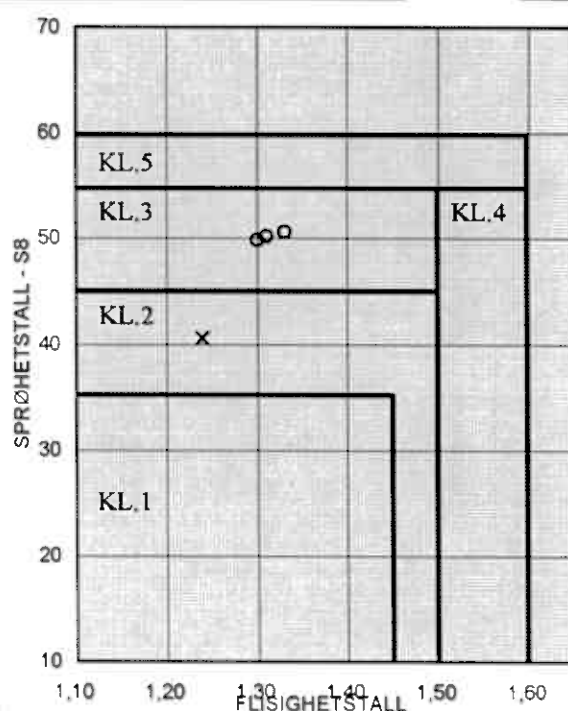
KOORDINATER : 315050/6593650  
DYBDE I METER : 0  
UTTATT DATO : 24.05.97  
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

| Antall korn vurdert<br>stk. | Meget sterke<br>% | Sterke<br>% | Svake<br>% | Meget svake<br>% |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|

Mekaniske egenskaper :

| Kornstørrelse mm        | 8 - 11,2 |                                    |      |             | 11,2 - 16 |                 |
|-------------------------|----------|------------------------------------|------|-------------|-----------|-----------------|
| Tegnforklaring          | o        | o                                  | o    | x           |           |                 |
| Flisighetstall-fl       | 1,30     | 1,33                               | 1,31 | 1,24        | 1,36      | 1,36            |
| Ukorrr. 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 fl 8-11,2 / S8:  | 1,31     | /                                  | 50,2 | Middel S2 : | 11,7      |                 |
| Middel fl 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 Brichen*

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

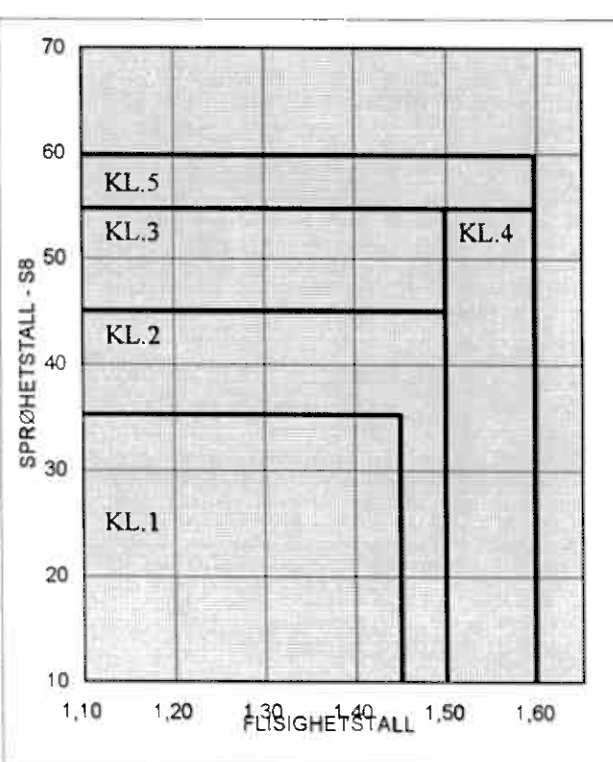
KOORDINATER : 315150/6592650  
DYBDE I METER : 0,5  
UTTATT DATO : 24.05.97  
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifikasjon :

| Antall korn vurdert<br>stk. | Meget sterke<br>% | Sterke<br>% | Svake<br>% | Meget svake<br>% |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|

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      |          |                               |      |                 |                 |
| Laboratoriékunst 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 Brichan

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

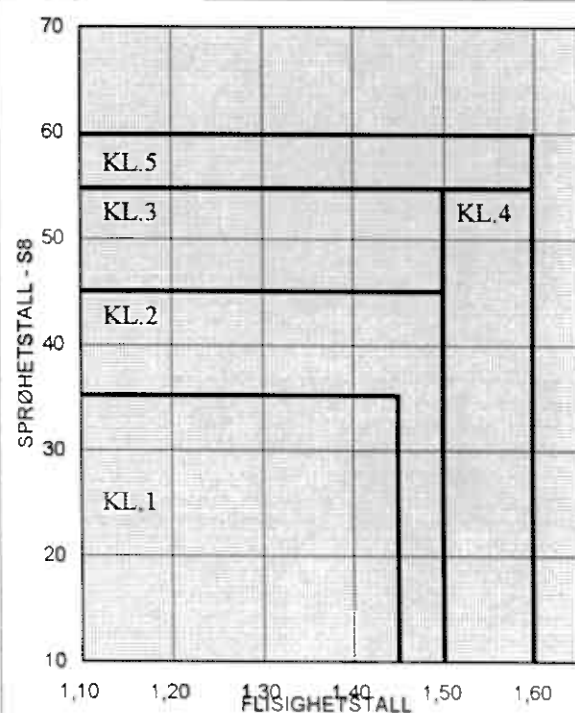
KOORDINATER : 315250/6593050  
DYBDE I METER : 0,5  
UTTATT DATO : 25.05.97  
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

| Antall korn vurdert<br>stk. | Meget sterke<br>% | Sterke<br>% | Svake<br>% | Meget svake<br>% |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|

Mekaniske egenskaper :

|                          |          |      |                               |      |                 |  |
|--------------------------|----------|------|-------------------------------|------|-----------------|--|
| Kornstørrelse mm         | 8 - 11,2 |      |                               |      | 11,2 - 16       |  |
| Tegnforklaring           | o        | o    | o                             | x    |                 |  |
| Flisighetstall-flis      |          |      |                               |      |                 |  |
| Ukorrr. Sprøhetstall-S0  |          |      |                               |      |                 |  |
| Pakningsgrad             |          |      |                               |      |                 |  |
| Sprøhetstall-S8          |          |      |                               |      |                 |  |
| Materiale < 2mm-S2       |          |      |                               |      |                 |  |
| Kulemølleverdi, Km       |          |      |                               |      |                 |  |
| Laboratorieknust i %:    |          | 100  | % andel 8-11,2 av tot.mengde: |      |                 |  |
| Middel flis 8-11,2 / S8: |          |      |                               | /    | Middel S2 :     |  |
| Middel flis 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

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

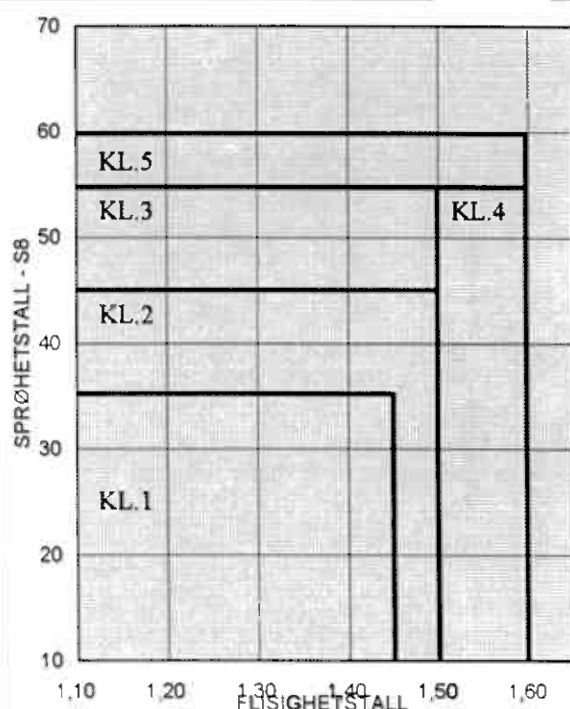
KOORDINATER : 315000/6592950  
DYBDE I METER : 0,5  
UTTATT DATO : 25.05.97  
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

| Antall korn vurdert<br>stk. | Meget sterke<br>% | Sterke<br>% | Svake<br>% | Meget svake<br>% |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|

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 fl 8-11,2 / S8:  | /               | Middel S2 :                   |
| Middel fl 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.:

Egil Brichen

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

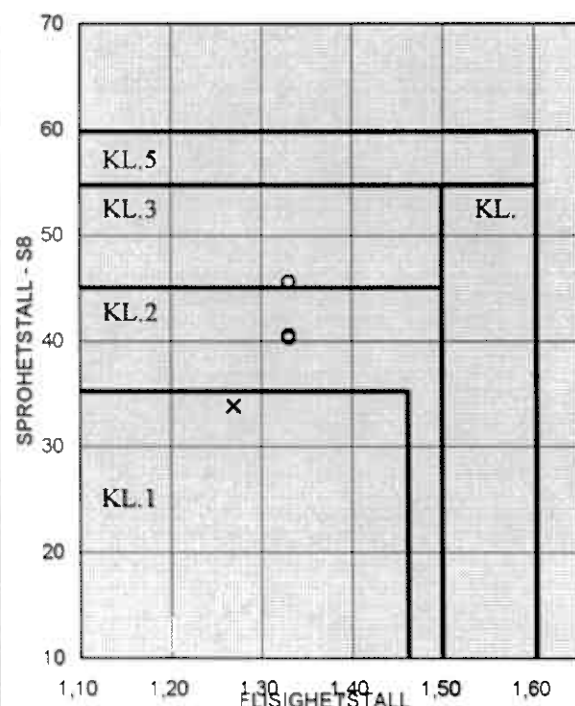
KOORDINATER : 315450/6593500  
DYBDE I METER :  
UTTATT DATO : okt. 1997  
SIGN. : KW

Visuell kvalitetsklassifisering:

| Antall korn vurdert<br>stk. | Meget sterke<br>% | Sterke<br>% | Svake<br>% | Meget svake<br>% |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------------|

Mekaniske egenskaper:

|                          |          |      |      |             |            |      |
|--------------------------|----------|------|------|-------------|------------|------|
| Kornstørrelse mm         | 8 - 11,2 |      |      |             | 11,2 - 16  |      |
| Tegnforklaring           | o        | o    | o    | x           |            |      |
| Flisighetstall-flis      | 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  |
| Laboratorieknust i %     | 100      |      |      |             |            |      |
| Middel flis 8-11,2 / S8: | 1,33     | /    | 42,1 | Middel S2 : | 8,0        |      |
| Middel flis 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



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39  
Postboks 3006 – Lade  
7002 Trondheim  
Tlf. 73 90 40 11  
Telefax 73 92 16 20  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
<http://www.ngu.no>