


NGU Rapport 97.140

Foreløpig rapport.  
Oppfølgende pukkundersøkelser,  
Grunneviksheia, Flekkefjord kommune.

|   |              |   |                         |
|---|--------------|---|-------------------------|
| Rapport nr.: 97.140   |              | ISSN 0800-3416  | Gradering: ÅPEN         |
| Tittel:<br>Foreløpig rapport. Oppfølgende pukkundersøkelser, Grunneviksheia, Flekkefjord kommune.   |              |   |                         |
| Forfattere:<br>Eyolf Erichsen, Jomar Ragnhildstveit og<br>Maarten Broekmans   |              | Oppdragsgiver:<br>Franzefoss Bruk AS  |                         |
| Fylke:<br>Vest Agder  |              | Kommune:<br>Flekkefjord   |                         |
| Kartblad (M=1:250.000)  |              | Kartbladnr.u og -navn (M=1:50.000)<br>1311-1, Flekkefjord   |                         |
| Forekomstens navn og koordinater:   |              | Sidetall: 37  | Pris: 80,-              |
| Feltarbeid utført:<br>Juni 1997   |              | Rapportdato:<br>1.09.1997   | Prosjektnr.:<br>2692.02 |
|   |              | Ansvarlig:<br> |                         |
| Sammendrag:<br><p>Basert på innledende undersøkelser ble det anbefalt å gjennomføre mer detaljert berggrunnsgeologisk kartlegging og utvidet mekanisk prøvetaking ved oppfølgende pukkundersøkelser innenfor bl.a. Grunneviksheia i Flekkefjord kommune.</p> <p>Berggrunnen i området ved Grunneviksheia domineres av to bergartstyper; granittisk gneis og båndgneis. Begge bergartene opptrer sammenblandet med tildels diffuse overganger. Spesielt gjelder dette innenfor områder med båndgneis. Områdene som er kartlagt som granittisk gneis er noe mer ensartede. Begge bergartene er utsatt for tildels omfattende overflateforvitring. Lokalt er det påvist forvitring ned til 0,5 meters dyp, men kan muligens være dypere. Gjennomgående virker det som om forvitringen preger båndgneisen sterkere enn den granittiske gneisen.</p> <p>Utsprengte prøver innenfor leteområdet er såpass påvirket av forvitring at de vanskelig kan bedømmes som representative for steinmaterialet i undergrunnen. En av prøvene, tatt innenfor området med granittisk gneis, virker mindre utsatt for forvitring. Kvalitetsmessig innfrir denne prøven kravene for lavt trafikkerte veger for en del europeiske land og for høyt trafikkerte veger i Norge (ÅDT &lt; 15.000). Prøven viser noe dårligere mekanisk egenskaper enn det som tidligere ble oppnådd ved prøvetaking i vegskjæringene langs E69.</p> <p>Det må taes nye prøver innenfor området for å kunne bedømme steinkvaliteten i undergrunnen. Prøvene må taes ut på et større dyp (2-3 meter) under forvitret sone. Det anbefales at det taes flere prøver (5-6 prøvelokaliteter) av de to dominerende bergartstypene i området.</p> |              |   |                         |
| Emneord: Ingeniørgeologi  | Byggeråstoff | Mikroskopering  |                         |
| Fallprøve   | Abrasjon     | Kulemølle   |                         |
| Los Angeles   | Pukk         | Fagrapport  |                         |

## INNHALDFORTEGNELSE

|  | Side |
|--|------|
| 1 FORORD .....                             | 4    |
| 2 FORELØPIG KONKLUSJON.....                | 5    |
| 3 GJENNOMFØRING .....                      | 6    |
| 4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER..... | 6    |
| 5 RESULTATER .....                         | 8    |
| 5.1 Geologi.....                           | 10   |
| 5.2 Analyseresultater.....                 | 13   |
| 5.3 Anvendelse som byggeråstoff.....       | 14   |
| 6 REFERANSE .....                          | 16   |

## VEDLEGGSLISTE

|                    |          |   |
|--------------------|----------|---|
| <b>Vedlegg A</b>   | <b>:</b> | <b>Beskrivelse av laboriemetoder</b>          |
| <b>Vedlegg C</b>   | <b>:</b> | <b>Norske kvalitetskrav for knust tilslag</b> |
| <b>Vedlegg D</b>   | <b>:</b> | <b>Europeiske krav for knust tilslag</b>      |
| <b>Vedlegg 1/4</b> | <b>:</b> | <b>Analyseresultater</b>                      |

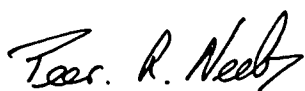
## 1 FORORD

På oppdrag for Franzefoss Bruk AS har NGU vurdert mulige framtidige pukkforekomster på kyststrekningen Vest-Agder til Hardangerfjorden. Basert på resultatene fra de innledende undersøkelsene presentert i NGU Rapport 96.081 [1] og 97. 003 [2], ble 4 av opprinnelig 13 områder undersøkt og rangert etter en prioriteringsliste. Det ble anbefalt å gjennomføre mer detaljert berggrunnsgeologisk kartlegging og utvidet mekanisk prøvetaking for ett eller flere av områdene.

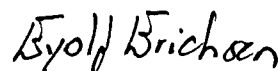
Området ved Grunneviksheia, tidligere betegnet Spjotnes, i Flekkefjord kommune ble valgt ut for videre oppfølgende pukkundersøkelser. Formålet har vært å få undersøkt områdets beskaffenhet med tanke på etablering av et kystnært pukkverk. Knust steinmateriale fra verket er primært ment for leveranse for eksport til det europeiske markedet.

Trondheim 1.september 1997

Hovedprosjekt for byggeråstoffer.



Peer R. Neeb  
Hovedprosjektleder



Eyolf Erichsen  
Forsker

## 2 FORELØPIG KONKLUSJON

Berggrunnen i området ved Grunneviksheia domineres av to bergartstyper; granittisk gneis og båndgneis. Begge bergartene opptrer sammenblandet med tildels diffuse overganger. Spesielt gjelder dette innenfor områder med båndgneis. Områdene som er kartlagt som granittisk gneis er noe mer ensartede. Begge bergartene er utsatt for tildel omfattende overflateforvitring. Lokalt er det påvist forvitring ned til 0,5 meters dyp, men kan muligens være dypere. Gjennomgående virker det som om forvitringen preger båndgneisen sterkere enn den granittiske gneisen.

Det ble sprengt ut 5 prøver innenfor det aktuelle uttaksområdet. Prøvene er såpass påvirket av forvitring at de vanskelig kan bedømmes som representative for steinmaterialet i undergrunnen. En av prøvene, tatt innenfor området med granittisk gneis, virker mindre utsatt for forvitring. Kvalitetsmessig innfrir denne prøven kravene for lavt trafikkerte veier for en del europeiske land og for høyt trafikkerte veier i Norge (ÅDT < 15.000). Prøven viser noe dårligere mekanisk egenskaper enn det som tidligere ble oppnådd ved prøvetaking i vegskjæringene langs E69.

Det må taes nye prøver innenfor området for å kunne bedømme steinkvaliteten i undergrunnen. Prøvene må taes ut på et større dyp (2-3 meter) under forvitret sone. Det anbefales at det taes flere prøver (5-6 prøvelokaliteter) av de to dominerende bergartstypene i området.

### **3 GJENNOMFØRING**

For å få undersøkt områdets homogenitet og eventuell variasjon i de mekaniske egenskapene ble det gjennomført en mer detaljert geologisk kartlegging samt utvidet prøvetaking. Bergartene ble undersøkt innenfor det aktuelle området for pukktak, langs E69 nord for dette og langs fjorden sør for området. Kartleggingen ble utført i målestokk 1:5.000.

Fem nye prøver ble tatt for mekanisk testing av de ulike bergartene i området. Prøvetakingen ble gjennomført ved at steinmaterialet ble sprengt ut for å få mest mulig friskt materiale. Borutstyret gjør at prøvene kan sprenges ut til ca. 0,5 meters dyp. P.g.a. vanskelige landingsforhold for helikopter i terrenget ble kun prøvene 1, 2 og 4 innsamlet. Da de to gjennværende prøvene i tillegg var sterkt påvirket av overflateforvitring, ble det bestemt å la disse bli stående igjen.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 10-16 juni 1997 av Maarten Broekmans, Eyolf Erichsen og Jomar Ragnhildstveit, 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 1-4). Poleringstest, Polished stone value (PSV), er utført av Celtest limited, Wales. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig av Maarten Broekmans. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Hver prøve er på 30-60 kg og er tatt som håndstore prøvestykker av det utsprengte materialet. Dette materialet blir nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold før det siktes og analyseres for ulike mekaniske- og fysiske egenskaper. Selve kravene til tilslagsmateriale gjelder for produksjonsmateriale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har vist [3] at prøver tatt fra produksjon kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til utsprengte prøver tatt i felt. Resultatet av produksjonsprøver vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekaniske testing av prøver tatt i felt gir en mer nøytral vurdering av bergartenes «iboende egenskaper» i forhold til produksjonsprøver. Ved optimal bearbeiding i et pukkeverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenliknbare med resultatene for prøver tatt i felt som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighetstallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitastjernetstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølle-verdien. 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 [4]. 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

Grunneviksheia utgjør en av flere høydetopper langs fjellrygg som strekker seg mellom Selura nordøst og Stolsfjorden i sørvest (figur 1). Området ligger i luftlinje ca. 4 km sørvest for Flekkefjord. Det undersøkte område er småkuppert med markerte dalsøkk med dominerende nordvest-sørøstlig utstrekning. Høyeste punkt er Grunneviksheia på 309 m o.h. Terrenget faller bratt ned mot sjøen. Området er godt blottlagt i et terreng som er preget av glissen, kortvokst furruskog. Det er del vegetasjon langs dalsøkkene.

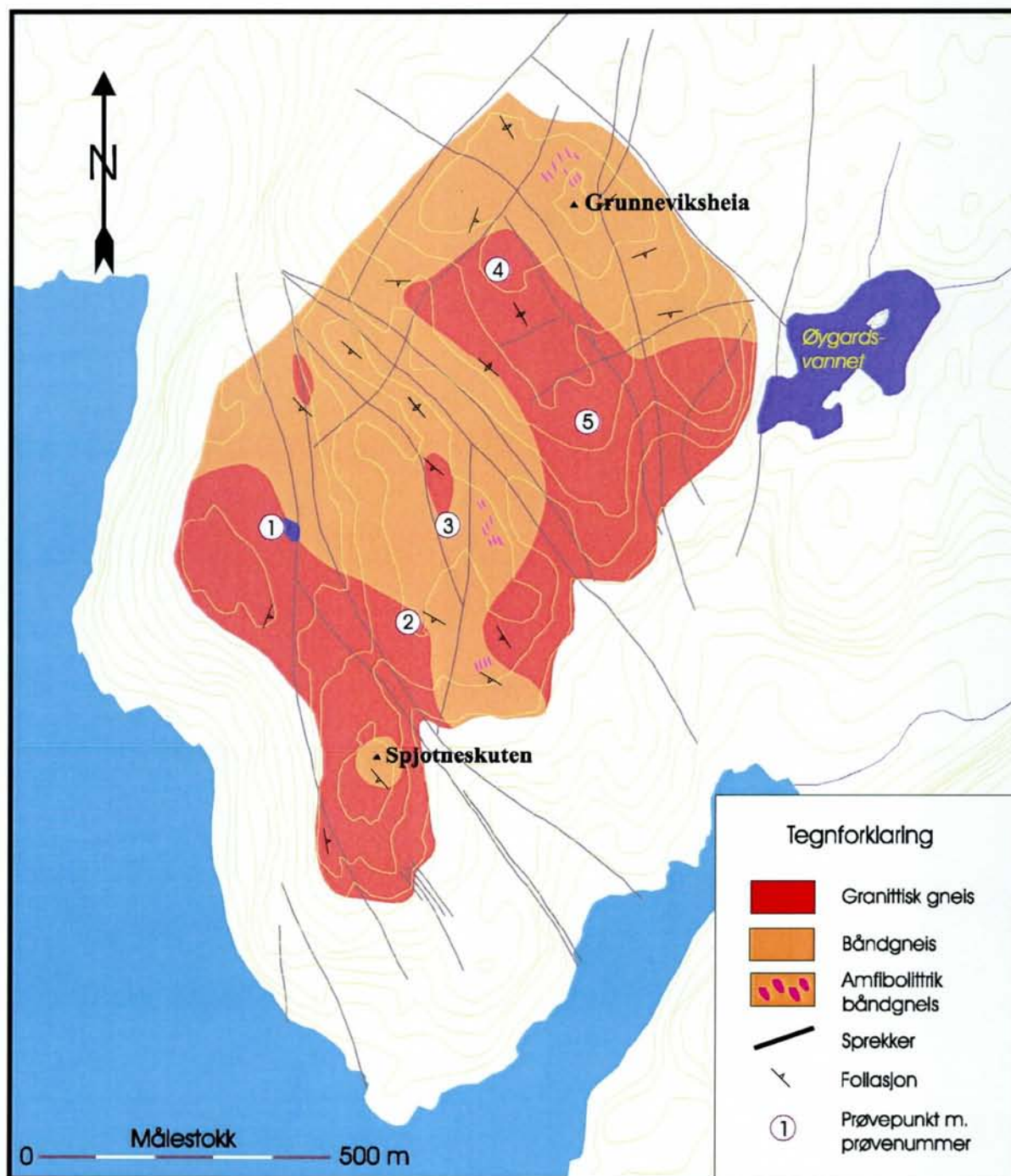




Figur 1. Leteområdet ved Grunneviksheia.

## 5.1 Geologi

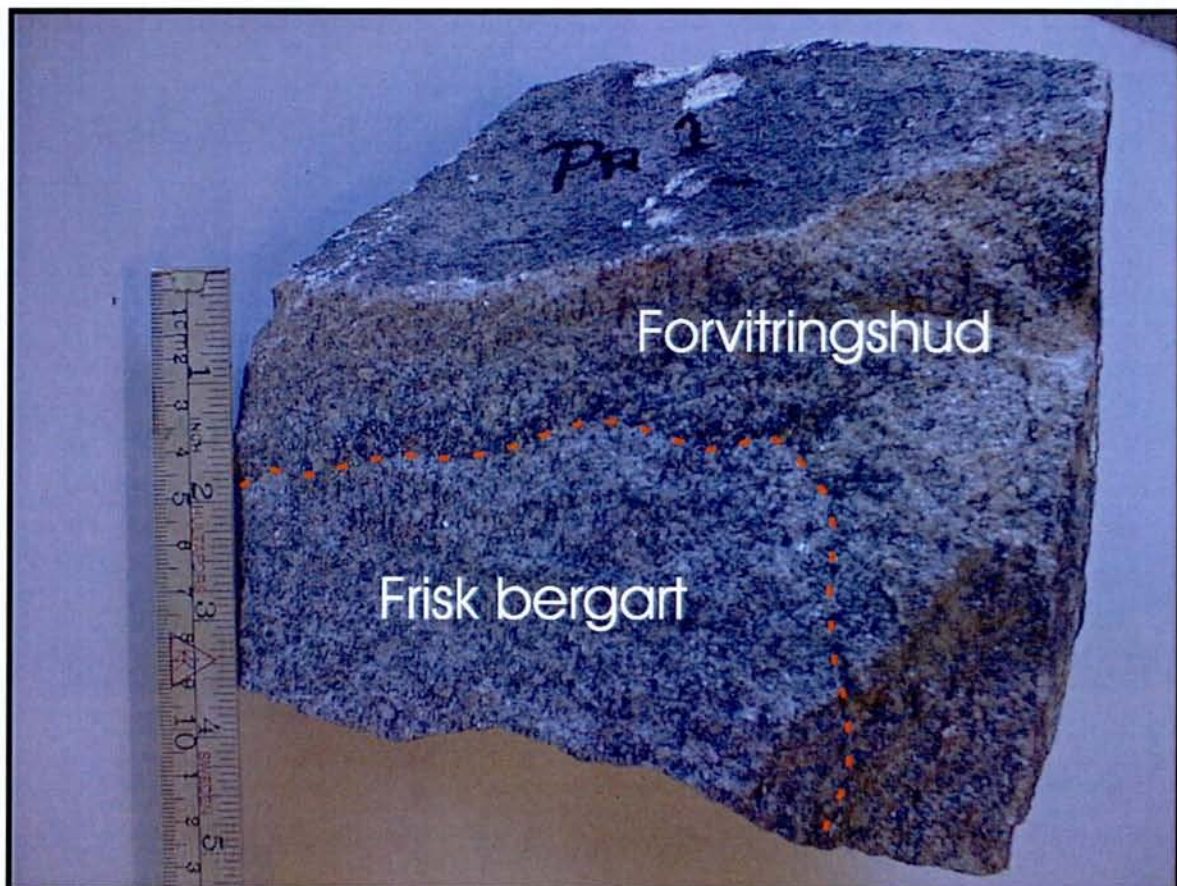
Berggrunnsgeologien i det aktuelle leteområdet har tidligere ikke vært detaljert kartlagt eller undersøkt. Det berggrunnsgeologiske kartet Mandal M 1:250.000 [5] viser at området består av båndgneis, amfibolitt, biotittgneis, lys gneis og stedvis tynne lag av kvartsitt. Båndgneisen er stedvis migmatittisk.



Figur 2. Geologisk kart med prøvepunkt.

Det er kartlagt ut to hovedenheter i området (figur 2). Disse er båndgneis og granittisk gneis. Den granittiske gneisen er omdannet fra granitt som trengte inn i båndgneisen etter at båndgneisen var foldet. Grensen mellom de to enhetene er irregulær. Den granittiske gneisen har stedvis trengt inn som ganger i båndgneisen og blitt en del av båndgneisen. Det finnes ulike generasjoner av granittisk materiale, fra det som er med å bygge opp båndgneisen og inngår som ganger i båndgneisen til granittisk materiale som kutter tvers over båndingen. Da også båndgneisen for en stor del er av granittisk til monzonittisk sammensetning, samt at den granittiske gneisen har tallrike inneslutninger av båndgneis og amfibolitt er grensen mellom det som er kartlagt som granittisk gneis og båndgneis de fleste steder uskarp og overgangsmessig. Bergartene er derfor ikke alltid vesentlig forskjellige. Områdene som er kartlagt som granittisk gneis er likevel mer ensartede enn områder kartlagt som båndgneis. Typisk for området er variabel kornstørrelse i bergartene fra overveiende fin- til middelskornet (1-3 mm mineralkorn) til grovkornet og pegmatittisk (større enn 1 cm). De grov- til middelskornete til pegmatittiske partiene (3mm-3cm store mineralkorn) er allestedsnærværende.

Typisk for bergartene i området er en gulaktig forvittringshud på flere centimeter (figur 3). Lokalt er forvitringen omfattende og ved ett av prøvepunktene (nr. 5) ble det påvist forvitring ned til 0,5 meters dyp muligens dypere. Gjennomgående virker det som om forvitringen går dypere innenfor områder med båndgneis enn innenfor områder med granittiske gneis.



Figur 3. Forvittringshud, prøve 1.

Båndgneisen har forskjellig sammensetning fra sted til sted. De fleste steder er bergarten granittisk til monzonittisk med mindre enn 5% amfibolittbånd. De migmatittiske (neosomatiske) årene viser forskjellig deformasjonsgrad og varierer fra å være parallelle og til dels intrafolialt foldet i gneisbåndingen, til å kutte gneisbåndingen. De migmatittiske årene er av forskjellige generasjoner og kan ha blitt dannet ved delvis oppsmelting av bergarten samtidig som deformasjonen pågikk. Båndgneisen ble også gjennomført av yngre granittiske til granittpegmatittiske årer etter at den var migmatittisert og foldet. Til sammen resulterer dette i en variabel kornstørrelse. Båndgneisen er for det meste fin- til middelskornet (1-3 mm), og varierer fra lys grå til mørkere grå som følge av variabelt innhold av mørke mineraler, særlig biotitt. Båndgneisen har allestedsnærværende, mindre migmatittiske og pegmatittiske partiene og årer, og inneholder stedvis mer eller mindre amfibolittbånd og bånd av intermediær sammensetning. Enkelte steder inneholder båndgneisen mye amfibolitt. Dette gjelder bare mindre områder. Amfibolittbåndene er også fin- til middelskornete, og for det aller meste tynnere enn 0,7 meter. Bare utenfor det aktuelle leteområdet er det funnet noen få amfibolitter som er 5 meter tykke eller tykkere. Amfibolittbåndene er ikke sammenhengende eller av samme tykkelse særlig langt langs bergartsstrøket. Amfibolittene og de intermediære båndene er antatt hovedsakelig å være inneslutninger av eldre bergarter. De eldre bergartene er trolig dels rester etter opprinnelige overflatebergarter, som altså har blitt sterkt gjennomført av granittiske til monzonittiske dypbergarter. Inneslutningene av amfibolitt og intermediære bergarter danner mange steder rotløse folder i den granittiske til monzonittiske gneisen de ligger i. Som regel er det en reaksjonsrand på en til få cm i amfibolittinneslutningene der de grenser til den granittiske gneisen.

Den granittiske gneisen har et mer ensartet preg enn båndgneisen. Den inneholder stedvis en god del inneslutninger av amfibolitt som for det meste er opp til noen få meter store. Teksturen er fin middelskornet (1-3 mm), men som regel er det mer eller mindre skarpt avgrensede granittiske til pegmatittiske partier og ganger i gneisen. De pegmatittiske årene er til dels kvartsrike. Sammen med den granittiske gneisen danner dette en gneis med variabel tekstur som varierer fra grå til rød farge. Mange steder i den granittiske gneisen sees rester etter båndgneis som sterkt omdannede inneslutninger. Ved grensen til amfibolitt er det gjerne utviklet en migmatittisk blandingssone.

Svakhetssoner og forskifring er i liten grad til stede i området. De to mest markerte søkkene stryker nordvestover sentralt i området og er tilnærmet parallelle med foliasjonen. De to søkkene er utgravd tilnærmet langs bergartenes foliasjon, og skyldes trolig ikke yngre forskifring. I søkkene er bergartene skjult av en 20-30 meter bred sone med overliggende løsmasser. Det er ikke observert særlig forskifring eller knusning av bergartene langs søkkene. I områder som er påvirket av den siste foliasjonsbåndingen, er det lokalt funnet små forkastninger og svak breksjering som forkaster båndene i båndgneisen opp til noen få centimeter. Dette ble bare observert langs E69 nord for det aktuelle området. Den mest markerte forskifringen som ble sett langs fjorden er den nordvest-strykende forskifringen med bratt fall mot sørvest som går opp Grasdalen nordøst for Spjodenesknuten. På oversiden av forskifringen ble det sett en del sprekker med moderat fall mot nordøst. I passet nord for Spjodenesknuten er forskifringssonen ikke særlig markert.

De fleste lineamentene i området skyldes sprekker. Langs sprekken er det ikke observert særlig knusning eller forskifring. Langs de største sprekkenes/sprekkesettene/sprekkesonene som lett sees på flybilder, er bergartene gjerne overdekket i minst 5 meters bredde. Sprekkene har forskjellige retninger, varierende fra sted til sted. Det er nødvendig med mer kartlegging for å måle variasjonene fra sted til sted.

De radiometriske målingene i området viser lav radioaktiv stråling, med gjennomsnitt på 3-5 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

## 5.2 Analyseresultater

Samtlige prøver er sprengt ut fra dagoverflaten ned til 0,5 meters dyp. Figur 2 viser hvor prøvene er tatt. Tynnslipanalyser og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 3 og 4. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 1 - 3. Resultatene er sammenholdt med den tidligere undersøkte prøven, betegnet Spjotnes-Knaben (vedlegg 4), som ble tatt i en vegskjæring langs E69 (figur 1).

| Prøve           | Bergart            | Kornstørrelse          | Tekstur      | Felt | Kv | Amf | Px | Serp | Glim/<br>Klo | And |
|-----------------|--------------------|------------------------|--------------|------|----|-----|----|------|--------------|-----|
| 1               | Granittisk gneis   | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet | 60   | 35 |     | 3  | 1    |              | 1   |
| 2               | (Granittisk gneis) | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet | 70   | 20 |     |    | 4    | 2            | 4   |
| 3               | (Granittisk gneis) | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet | 45   | 45 |     |    | 5    | 2            | 3   |
| 4               | Granittisk gneis   | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet | 70   | 20 |     | 5  |      | 2            | 3   |
| 5               | (Granittisk gneis) | Fin- til middelskornet | Ujevnskornet | 65   | 25 |     | 1  | 4    | 2            | 3   |
| Vegskjæring E69 | Båndgneis          | Fin- til middelskornet | Granulær     | 50   | 35 | 7   |    | 3    |              | 5   |

Tabell 3. Tynnslipanalyse, Grunnevikfjell. Mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Amf - amfibol, Px - pyroksen, Serp - serpentin, Glim/Klo - glimmer og/eller kloritt, And - andre mineraler.

|                   | 1    | 2    | 3 | 4    | 5 | Gj.snitt | Vegskj.E69 |
|-------------------|------|------|---|------|---|----------|------------|
| Densitet          | 2,66 | 2,68 |   | 2,67 |   | 2,67     | 2,68       |
| Pakningsgrad      | 0    | 1    |   | 0    |   | 0        | -          |
| Sprohetstall      | 44,8 | 55,7 |   | 52,4 |   | 51,0     | -          |
| Flisighetstall    | 1,31 | 1,34 |   | 1,32 |   | 1,32     | -          |
| Steinklasse       | 2    | 5    |   | 3    |   | 3        | -          |
| Abrasjonsverdi    | 0,49 | 0,70 |   | 0,73 |   | 0,64     | -          |
| Sa-verdi          | 3,3  | 5,2  |   | 5,3  |   | 4,6      | -          |
| Kulemølleverdi    | 8,3  | 16,8 |   | 16,0 |   | 13,7     | -          |
| Los Angeles verdi | 23,9 | 36,5 |   | 38,6 |   | 33,0     | 18,8       |
| Poleringsmotstand | 53   | 54   |   | 52   |   | 53       | 58         |

Tabell 4. Mekaniske egenskaper, Grunnevikfjell.

Samtlige av de nye prøvene skulle i henhold til tabell 3 og figur 2 være tatt innenfor områder med granittisk gneis, mens den tidligere undersøkte prøven består av båndgneis. Dette bildet stemmer ikke. Prøve 1 og 4 ble tatt innenfor granittisk gneis, mens de tre øvrige prøvene (2, 3 og 5) ble tatt innenfor områder med båndgneis. I og med at spesielt båndgneisen er såpass sammenblandet med tildels diffuse overganger til den granittiske gneisen, kan de tre sistnevnte prøvene betraktes som en blanding av de to bergartsvariantene. Mineralfordelingen mellom pyroksen og serpentin gir et klart skille mellom de to prøvetatte bergartene (tabell 3). Den granittiske gneisen inneholder noe pyroksen og lite serpentin, mens båndgneisen inneholder noe serpentin og lite pyroksen. Mineralogisk er prøven med båndgneis tatt langs E69 noe forskjellig ved at den inneholder amfibol som opptrer som bånd i bergarten. Dette tilsvarer partier med amfibolittisk båndgneis som er observert innenfor leteområdet (figur 2).

Alle de nye prøvene er påvirket av forvitring. Prøve 1 og 4 er minst påvirket med en forvittringshud på 3-5 cm. (figur 3). I tillegg ble det observert forvittringsoner som følger sprekker dypere nede i sprengningsgrova. Det var for disse to prøvene vanskelig å få innsamlet prøvemateriale som var helt fri for forvittringspåvirkning. De øvrige prøvene er fullstendig gjennomforvitret ned til minst 0,3-0,5 meters dyp og muligens dypere.

Ut fra de mekaniske resultatene antas det at prøve 1 er relativt representativ for den granittiske gneisen. Uforvitret materiale lenger ned i undergrunnen antas ikke å gi nevneverdig dårligere analyseverdier. Prøve 2, som er tatt innenfor forvitret båndgneis, gir markert dårligere resultat for samtlige mekaniske egenskaper. Prøve 4, som ut fra bergartstype og forvittringsobservasjoner i felt, kan sammenholdes med prøve 1 er sannsynligvis mer forvittringspåvirket enn opprinnelig antatt. Mekanisk viser prøven sammenfallende verdier med prøve 2.

Vegskjæringsprøven langs E69 gir noe bedre mekaniske verdier i forhold til resultatene for den beste utsprengte prøven (prøve 1). I og med at vegskjæringsprøven er tatt på et dypere snitt i undergrunnen og er upåvirket av overflateforvitring ansees prøven som representativ for hva som kan oppnåes for båndgneisen. Det må imidlertid bemerkes at mekanisk variasjoner kan forekomme innenfor bergarts-sonen med båndgneis. Båndgneisen innenfor leteområdet vil sannsynligvis være mer «påvirket» av den granittiske gneisen. Om «påvirkningen» har negativ innvirkning for de mekaniske egenskapene kan foreløpig ikke bekreftes.

### **5.3 Anvendelse som byggeråstoff**

Tar en utgangspunkt i at prøve 1 gir et minimumsanslag for hva den granittiske gneisen i området er god for, kan en på bakgrunn av analyseresultatene utføre en egnethetsvurdering i forhold til norske og andre europeiske lands krav til vegformål (tabell 5 og 6).

| Bruksområde      | Vegtype                                   | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km   | Egnethetsvurdering |
|------------------|---|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke         | Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000 | -      | -    | -        | -    | Uegnet             |
| "                | Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000       | +      | -    | -        | +    | Egnet              |
| "                | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000     | +      | +    | -        | +    | Egnet              |
| "                | " , 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 5. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

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

| Land      | Bruksområde               | Vegtype                  | LA | PSV  | Egnethetsvurdering |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----|------|--------------------|
| England   | Vegdekke                  | Motorveg, spesielle krav | -  | -    | Uegnet             |
|           | "                         | Normal trafikkert veg    | +  | -    | Uegnet             |
|           | "                         | Lavt trafikkert veg      | +  | +    | Egnet              |
|           | Bære- og forsterkningslag |                          | +  | i.k. | Egnet              |
| Tyskland  | Vegdekke                  | Autobane, spesielle krav | -  | -    | Uegnet             |
|           | "                         | Normal trafikkert veg    | -  | +    | Uegnet             |
|           | "                         | Lavt trafikkert veg      | +  | +    | Egnet              |
|           | Bære- og forsterkningslag |                          | +  | i.k. | Egnet              |
| Frankrike | Vegdekke                  | Motorveg, spesielle krav | -  | +    | Uegnet             |
|           | "                         | Normal trafikkert veg    | -  | +    | Uegnet             |
|           | "                         | Lavt trafikkert veg      | +  | +    | Egnet              |
|           | Bære- og forsterkningslag |                          | +  | i.k. | Egnet              |
| Nederland | Vegdekke                  | Autobane, spesielle krav | ?  | -    | Uegnet             |
|           | "                         | Normal trafikkert veg    | ?  | +    | ? / Egnet          |
|           | "                         | 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 6. Egnethetsvurdering til vegformål for noen europeisk 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).

## 6 REFERANSE

- [1] - Ulvik, A. 1996: Kartlegging av mulig pukkeforekomst fra Vest-Agder til Hardangerfjorden. NGU rapport nr. 96.081.
- [2] - Wolden, K. 1997: Pukkundersøkelser i fire utvalgte områder i Vest-Agder og Rogaland. NGU rapport nr. 97.003.
- [3] - Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknsinens innvirkning på fallprøven, Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993.
- [4] - Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strenght, VTI Meddelande Nr. 102.
- [5] - Falkum, T. 1982: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart MANDAL - 1:250.000. NGU.



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

## Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

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

Resultatene etter fallprøven kan variere fra laboratorium til laboratorium, men f.o.m. 1988 er analyseapparatene rimelig godt standardisert. Hvis ikke annet er nevnt, oppgis sprøhetstallet som gjennomsnittsverdien av tre enkeltmålinger.

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

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

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

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

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

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

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

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

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

I tillegg skal det for produksjonsprøver utføres flisighetskontroll på grovfraksjonen av verksproduisert materiale på en av følgende fraksjoner: 11.2-16.0 mm, 16.0-22.4 mm, 22.4-32.0 mm, 32.0-45.2 mm eller 45.2-64.0 mm. Det skal velges en fraksjon som tilsvare 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 årsgjenntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

## Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (Sa-verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet ( $S_8$ ) og abrasjonsverdien.

Følgende klassifisering benyttes:

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

## Kulemølle

Kulemøllemetoden gir som abrasjonsmetoden uttrykk for steinmaterialets slitestyrke. Den er innført som en nordisk metode i forbindelse med det europeiske standardiseringsprogrammet for tilslagsmaterialer (CEN/TC 154). Metoden er til for å bestemme tilslagetets 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:

|             |            |
|-------------|------------|
| $\leq 7.0$  | kategori A |
| $\leq 10.0$ | kategori B |
| $\leq 14.0$ | kategori C |
| $\leq 19.0$ | kategori D |
| $\leq 30.0$ | kategori E |
| Ingen krav  | kategori F |

Kategori A er best og kategori F dårligst.

## Los Angeles

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| ≤ 15.0     | <b>kategori A</b> |
| ≤ 20.0     | <b>kategori B</b> |
| ≤ 25.0     | <b>kategori C</b> |
| ≤ 30.0     | <b>kategori D</b> |
| ≤ 40.0     | <b>kategori E</b> |
| ≤ 50.0     | <b>kategori F</b> |
| Ingen krav | <b>kategori G</b> |

Kategori A er best og kategori G dårligst.

## Polished Stone Value (PSV)

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

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

## Tynnslip

Tynnslip er betegnelsen på en tynn preparert skive av en bergart som er limt fast til en glassplate. Slipet er utgangspunkt for mikroskopisk bestemmelse av mineraler og deres innbyrdes mengdeforhold. Når polarisert lys passerer gjennom det gjennomskinnelige preparatet, som vanligvis har en tykkelse på ca. 0,020 mm, vil de ulike mineraler kunne identifiseres i mikroskopet på grunnlag av deres karakteristiske optiske egenskaper.

Mineralfordelingen sammen med den visuelle vurderingen av strukturer ute i terrenget, er grunnlaget for bestemmelse av bergartstype. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, mineralkornenes form og størrelse, omvandlingsfenomener, dannelsesmåte etc.

Spesielle strukturer kan f.eks. være mikrostikk, som er små brudd i sammenbindingen mellom mineralene, eller stavformede feltspatkorn som fungerer som en slags armering i en ellers kornet masse (ofittisk struktur). Foliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at den har en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen er inndelt etter følgende skala:

|        |                 |
|--------|-----------------|
| < 1 mm | - finkornet     |
| 1-5 mm | - middelskornet |
| > 5 mm | - grovkornet    |

Vanligvis dekker et tynnslip et areal på ca. 5 kvadratcentimeter. Resultatene fra en tynnslipanalyse blir derfor sjelden helt representativ for bergarten.

## Vegformål:

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

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

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

| BÆRELAGSTYPE               |   | ÅDT       |                     |                     |                   |                   |
|----------------------------|---|-----------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
|                            |   | 300       | 1500                | 5000                | 15000             |                   |
| Knust fjell, Fk            | Steinklasse<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         | Årsdøgnsstrafikk (ÅDT) |         |        |        |        |
|------------------|------------------------|---------|--------|--------|--------|
|                  | 300                    | 1500    | 3000   | 5000   | 15000  |
| Steinklasse      | 1 - 3                  |         | 1 - 2  |        | 1      |
| Abrasjonsverdi   | -                      | (≤0,65) | ≤ 0,55 | ≤ 0,45 | ≤ 0,40 |
| Slitasjemotstand | -                      | ≤ 3,5   | ≤ 3,0  | ≤ 2,5* | ≤ 2,0  |
| Kulemølleverdi   | -                      | ≤ 13,0  | ≤ 11,0 | ≤ 9,0  | ≤ 6,0  |

Tall i parentes angir ønsket verdi.

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

## Betongformål:

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

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte 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-</u><br><u>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-</u><br><u>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:

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

Tabell 4.

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

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

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

Tabell 5.

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

Tabell 6.

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

| Bergart                | Granitt<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       | ≥ 48  | ≥ 53 (50) | ≥ 65             |

Tabell 10.  
 Grenseverdier for PSV avhengig av vegtype.

**Følgende krav er gjeldende i Belgia:** PSV > 50



## Betongformål:

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

### Kornform for grovt tilslag:

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

| Flakindeks | Kategori |
|------------|----------|
| $\leq 20$  | 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

Flekkefjord-1

Lab.prøve nr.: 970010

KOMMUNE : Flekkefjord  
KARTBLADNR. : 1311-1  
FOREKOMSTNR.: 1004-505-1

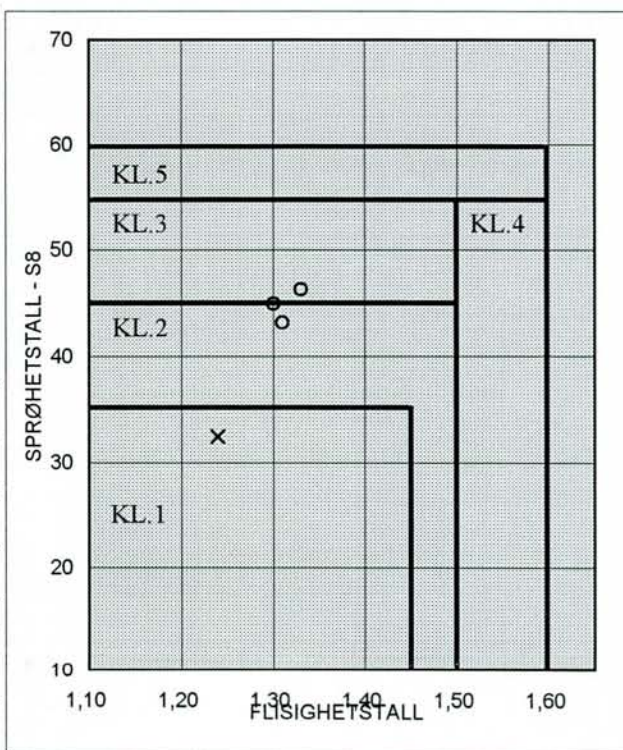
KOORDINATER : 364400/6460200  
DYBDE I METER : 0,5 m  
UTTATT DATO : 14.06.97  
SIGN. : EE

### Visuell kvalitetsklassifisering :

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

### Mekaniske egenskaper :

| Kornstørrelse mm        | 8 - 11,2 |                                    |      |             | 11,2 - 16 |            |      |
|-------------------------|----------|------------------------------------|------|-------------|-----------|------------|------|
| Tegnforklaring          | o        | o                                  | o    | x           |           |            |      |
| Flisighetstall-fli      | 1,33     | 1,31                               | 1,30 | 1,24        | 1,34      | 1,35       |      |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0  | 46,3     | 43,2                               | 45,0 | 32,5        |           |            |      |
| Pakningsgrad            | 0        | 0                                  | 0    | 0           |           |            |      |
| Sprøhetstall-S8         | 46,3     | 43,2                               | 45,0 | 32,5        |           |            |      |
| Materiale < 2mm-S2      | 10,2     | 10,1                               | 10,0 | 8,1         |           |            |      |
| Kulemølleverdi, Km      |          |                                    |      |             | 8,1       | 8,4        |      |
| Laboratorieknust i %:   | 100      | % andel 8-11,2 av tot.mengde: 26,5 |      |             |           |            |      |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,31     | /                                  | 44,8 | Middel S2 : | 10,1      |            |      |
| Middel fli 11,2-16/Km:  | 1,35     | /                                  | 8,3  | PSV :       | 53        |            |      |
| Abrasjonsverdi-a:       | 0,51     | 0,49                               | 0,47 | Middel :    | 0,49      |            |      |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 3,3      |                                    |      |             |           | Densitet : | 2,66 |
| Flis/Flakindeks 10-14:  | 1,29     | /                                  | 8,0  | LA-verdi :  | 23,9      |            |      |



Merket X : slått 2 ganger (omslagsverdi)

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

Mineralinnhold: 60% feltspat, 35% kvarts, 3% pyroksen, 1% serpentint og 1% andre mineraler (apatitt, opake, zirkon).

### Reaksjon med HCL:

Sted:  
Trondheim

Dato:  
1. september 1997

Sign.:  
*Eyvolf Erichsen*



## Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon  
kulemølle / Los Angeles / PSV

Flekkefjord-2

Lab.prøve nr.: 970011

KOMMUNE : Flekkefjord  
KARTBLADNR. : 1311-1  
FOREKOMSTNR.: 1004-505-2

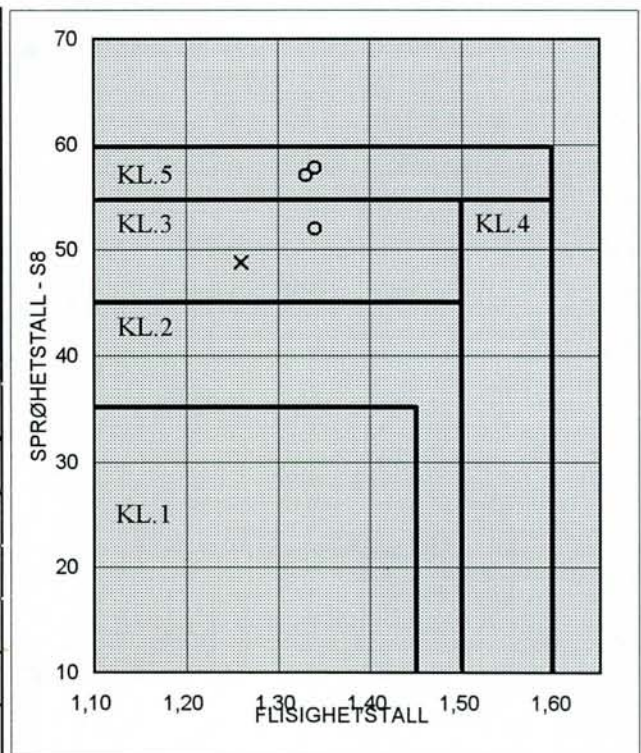
KOORDINATER : 364650/6460050  
DYBDE I METER : 0,5 m  
UTTATT DATO : 14.06.97  
SIGN. : EE

### Visuell kvalitetsklassifisering :

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

### Mekaniske egenskaper :

| Kornstørrelse mm        | 8 - 11,2 |                               |      |             | 11,2 - 16 |      |
|-------------------------|----------|-------------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Tegnforklaring          | o        | o                             | o    | x           |           |      |
| Flisighetstall-fli      | 1,34     | 1,33                          | 1,34 | 1,26        | 1,32      | 1,32 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0  | 55,1     | 54,4                          | 49,6 | 46,5        |           |      |
| Pakningsgrad            | 1        | 1                             | 1    | 1           |           |      |
| Sprøhetstall-S8         | 57,8     | 57,1                          | 52,0 | 48,8        |           |      |
| Materiale < 2mm-S2      | 15,9     | 15,6                          | 14,2 | 12,7        |           |      |
| Kulemølleverdi, Km      |          |                               |      |             | 16,7      | 16,9 |
| Laboratorieknust i %:   | 100      | % andel 8-11,2 av tot.mengde: |      |             |           | 24,3 |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,34     | /                             | 55,7 | Middel S2 : | 15,2      |      |
| Middel fli 11,2-16/Km:  | 1,32     | /                             | 16,8 | PSV :       | 54        |      |
| Abrasjonsverdi-a:       | 0,70     | 0,71                          | 0,67 | Middel :    | 0,70      |      |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 5,2      |                               |      | Densitet :  | 2,68      |      |
| Flis/Flakindeks 10-14:  | 1,28     | /                             | 6,9  | LA-verdi :  | 36,5      |      |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet granittisk gneis (båndgneis).

Mineralinnhold: 70% feltspat, 20% kvarts, 4% serpentin, 2% biotitt, 2% opake, 1% apatitt og 1% zirkon.

### Reaksjon med HCL:

Sted:  
Trondheim

Dato:  
1. september 1997

Sign.:  
*Eyolf Brichsen*



## Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon  
kulemølle / Los Angeles / PSV

Flekkefjord- 4

Lab.prøve nr.: 970012

KOMMUNE : Flekkefjord  
KARTBLADNR. : 1311-1  
FOREKOMSTNR.: 1004-505-3

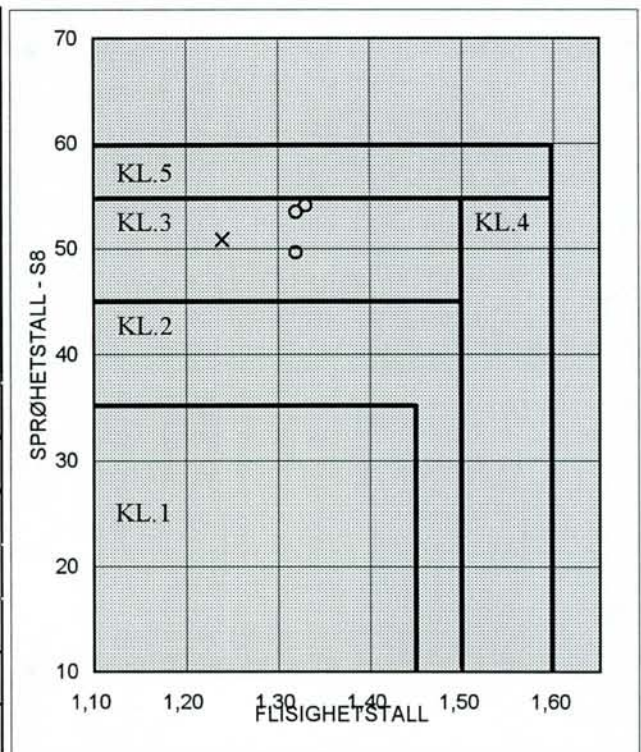
KOORDINATER : 364850/6460600  
DYBDE I METER : 0,5 m  
UTTATT DATO : 15.06.97  
SIGN. : EE

### 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-fli      | 1,33     | 1,32                          | 1,32 | 1,24        | 1,33      | 1,34 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0  | 54,1     | 53,5                          | 49,7 | 50,9        |           |      |
| Pakningsgrad            | 0        | 0                             | 0    | 0           |           |      |
| Sprøhetstall-S8         | 54,1     | 53,5                          | 49,7 | 50,9        |           |      |
| Materiale < 2mm-S2      | 16,8     | 15,1                          | 15,2 | 14,4        |           |      |
| Kulemølleverdi, Km      |          |                               |      |             | 16,5      | 15,4 |
| Laboratorieknust i %:   | 100      | % andel 8-11,2 av tot.mengde: |      |             |           | 24,8 |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,32     | /                             | 52,4 | Middel S2 : | 15,7      |      |
| Middel fli 11,2-16/Km:  | 1,34     | /                             | 16,0 | PSV :       | 52        |      |
| Abrasjonsverdi-a:       | 0,78     | 0,72                          | 0,70 | Middel :    | 0,73      |      |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 5,3      |                               |      | Densitet :  | 2,67      |      |
| Flis/Flakindeks 10-14:  | 1,28     | /                             | 5,1  | LA-verdi :  | 38,6      |      |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

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

Mineralinnhold: 70% feltspat, 20% kvarts, 5% pyroksen, 2% biotitt/kloritt, 2% opake og 1% zirkon.

Reaksjon med HCL:

Sted:  
Trondheim

Dato:  
1. september 1997

Sign.:  
*Eyolf Erichsen*



# Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon  
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedlegg nr. 4

Knaben

Lab.prøve nr.: 960077

KOMMUNE : Flekkefjord  
KARTBLADNR. : 1311-1  
FOREKOMSTNR.: 1004-50?

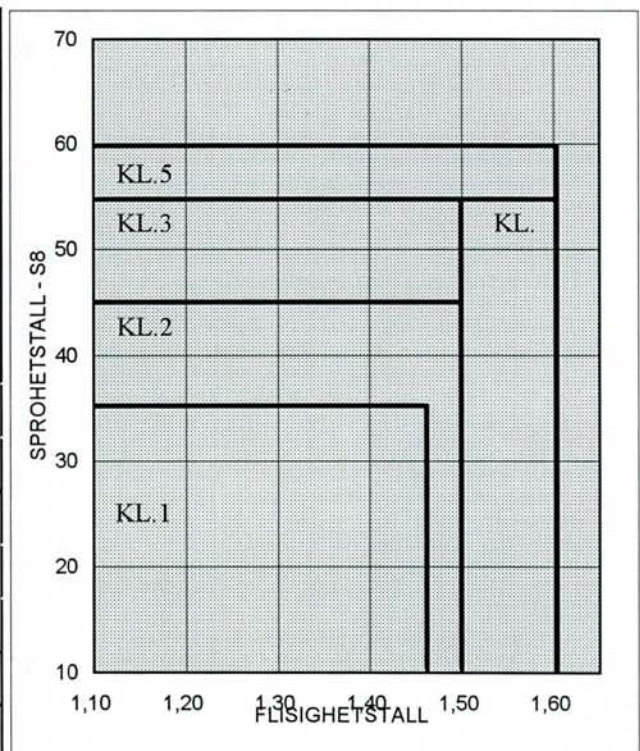
KOORDINATER : 365750/6462400  
DYBDE I METER : 0  
UTTATT DATO : 23.10.96  
SIGN. : KW/EE

## 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-fli      |            |                 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0  |            |                 |
| Pakningsgrad            |            |                 |
| Sprøhetstall-S8         |            |                 |
| Materiale < 2mm-S2      |            |                 |
| Kulemølleverdi, Km      |            |                 |
| Laboratoriekunst i %    |            |                 |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | /          | Middel S2 :     |
| Middel fli 11,2-16/Km:  | /          | PSV : 58        |
| Abrasjonsverdi-a:       |            | Middel :        |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): |            | Densitet : 2,68 |
| Flis/Flakindeks 10-14:  | 1,28 / 7,8 | LA-verdi : 18,8 |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet båndgneis.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 35% kvarts, 7% amfibol, 3% serpentin og 5% andre mineraler.

## Reaksjon med HCL:

Sted:  
Trondheim

Dato:  
1. september 1997

Sign.:  
*Eyvolf Brichsen*