

NGU Rapport 97.067

Kystnære store pukker,
sørlige deler av Trøndelagskysten.

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Rapport nr.: 97.067 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen |
| Tittel: Kystnære store pukkverk, sørlige deler av Trøndelagskysten. | | | |
| Forfatter: Eyolf Erichsen | | Oppdragsgiver: Sør-Trøndelag fylkeskommune, Agdenes kommune, Snillfjord kommune, Hemne kommune | |
| Fylke: Sør-Trøndelag | | Kommune: Agdenes, Snillfjord og Hemne | |
| Kartblad (M=1:250.000) | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) | |
| Forekomstens navn og koordinater: | | Sidetall: 65 | Pris: 120,- |
| | | Kartbilag: | |
| Feltarbeid utført: Juni/august 1996 | Rapportdato: 1. mai 1997 | Prosjektnr.: 2365.16 | Ansvarlig: <i>Kjell Kongsbak</i> |
| <p>Sammendrag:</p> <p>Etter initiativ fra NGU ble det i samarbeid med Sør-Trøndelag fylkeskommune og kommunene Agdenes, Snillfjord og Hemne satt igang en undersøkelse for å lokalisere mulige områder der de naturgitte forutsetningene er tilstede for etablering av kystnære store pukkverk. De undersøkte områdene er Håkavikfjellet og Kalurdalsheia i Agdenes kommune, Nonskardsheia, Vilvangheia og Stokkafjellet i Snillfjord kommune og Gjølbergsheia/Kammen i Hemne kommune.</p> <p>Prosjektet er utført som en del av et landsomfattende prosjekt for kartlegging av store kystnære pukkverk som er tenkt gjennomført fra Vest-Agder til Troms.</p> <p>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. Generelt vurderes bergartskvaliteten til Stokkafjellet å være god basert på enkeltprøven som er tatt i tilknytning til området. For Vilvangheia ansees kvaliteten å være middels til god, mens den kun er middels for Håkavikfjellet og Gjølbergsheia/Kammen. Den dominerende bergartsprøven som er ment å representere Kalurdalsheia, viser svak bergartskvalitet. Deler av berggrunnen innenfor Nonskardsheia vurderes som uinteressant for anvendelse som byggeråstoff, slik at området ikke ble nærmere prøvetatt.</p> <p>Områdene Stokkafjellet, Vilvangheia (nordsiden av Snillfjorden) og Gjølbergsheia/Kammen anbefales nærmere undersøkt med tanke på etablering av pukkuttak i stor skala.</p> | | | |
| Emneord: Ingeniørgeologi | Byggeråstoff | Mikroskopering | |
| Fallprøve | Abrasjon | Kulemølle | |
| Los Angeles | Pukk | Fagrapport | |

INNHALDFORTEGNELSE

| | Side |
|---------------------------------------------|------|
| INNHALDFORTEGNELSE | 3 |
| FORORD | 5 |
| 1 KONKLUSJON..... | 6 |
| 2 INNLEDNING..... | 8 |
| 3 METODIKK..... | 8 |
| 3.1 Valg av områder..... | 8 |
| 3.2 Feltbefaring..... | 10 |
| 3.3 Prøvetaking..... | 10 |
| 4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER..... | 11 |
| 5 RESULTATER | 13 |
| 5.1 Håkavikfjellet (Agdenes kommune)..... | 13 |
| 5.1.1 Geologi | 13 |
| 5.1.2 Uttaksmuligheter | 15 |
| 5.1.3 Analyseresultater | 15 |
| 5.1.4 Anvendelse som byggeråstoff | 16 |
| 5.2 Kalurdalsheia (Agdenes kommune)..... | 17 |
| 5.2.1 Geologi | 17 |
| 5.2.2 Uttaksmuligheter | 17 |
| 5.2.3 Analyseresultater | 19 |
| 5.2.4 Anvendelse som byggeråstoff | 20 |
| 5.3 Nonskardsheia (Snillfjord kommune)..... | 22 |
| 5.3.1 Geologi | 22 |
| 5.4 Vilvangheia (Snillfjord kommune) | 22 |
| 5.4.1 Geologi | 22 |
| 5.4.2 Uttaksmuligheter | 24 |
| 5.4.3 Analyseresultater | 24 |
| 5.4.4 Anvendelse som byggeråstoff | 25 |
| 5.5 Stokkafjellet (Snillfjord kommune)..... | 27 |
| 5.5.1 Geologi | 29 |
| 5.5.2 Uttaksmuligheter | 29 |
| 5.5.3 Analyseresultater | 29 |
| 5.5.4 Anvendelse som byggeråstoff | 30 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.6 Gjøbergsheia/Kammen (Hemne kommune)..... | 31 |
| 5.6.1 Geologi..... | 32 |
| 5.6.2 Uttaksmuligheter..... | 32 |
| 5.6.3 Analyseresultater..... | 32 |
| 5.6.4 Anvendelse som byggeråstoff..... | 33 |
| 6 SAMLET VURDERING AV RESULTATENE OG FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER..... | 35 |
| 7 REFERANSE..... | 40 |

VEDLEGGSLISTE

- Vedlegg A : Beskrivelse av laboratoriemetoder**
- Vedlegg C : Norske kvalitetskrav for knust tilslag**
- Vedlegg D : Europeiske krav for knust tilslag**
- Vedlegg 1/8 : Analyseresultater**

FORORD

Eksport av pukk har vært økende det seneste ti-året. Flere selskap, både nasjonale og uten-landske, har vist stor interesse for å finne nye kystnære forekomster for eksport til et europeisk marked. Økt eksport av norsk pukk ansees å ha store muligheter, men utviklingen vil skje over tid og i takt med forbruk og ressursituasjonen i det øvrige Europa. Markedsundersøkelser må til for å avklare muligheten for eksport for det enkelte pukkverk/forekomst. Beliggenhet sett i forhold til transportavstand og kvalitet på steinproduktet vil være viktige faktorer [1],[2].

Med denne bakgrunn ønsker Norges geologiske undersøkelse (NGU) å gjennomføre en ressurskartlegging for å avgrense mulige uttaksområder for pukk langs kyststrekningen fra Vest-Agder til Troms, i samarbeid med kommuner, fylkeskommuner, norsk- og utenlandsk industri. Det vil i første rekke være de sydlige deler av Norge som er av interesse for eksport til kontinentet. NGU's målsetting er at egnete forekomster sikres for framtidig uttaksvirksomhet sett i et langsiktig perspektiv. Dette må sees i lys av den pågående kystsoneplanleggingen som skjer langs deler av norskekysten, og som har til hensikt å verne mot inngrep. Det er viktig at egnete uttaksområder tidlig blir registrert og kartlagt for å unngå unødige framtidige konflikter.

Trondheim 1.mai 1997

Hovedprosjekt for byggeråstoffer.

Peer R. Neeb
Hovedprosjektleder
(Sign.)

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen
Forsker

1 KONKLUSJON

Resultatene for de seks undersøkte områdene i kommunene Agdenes (Håkavikfjellet og Kalurdalsheia), Snillfjord (Nonskardsheia, Vilvangheia og Stokkafjellet) og Hemne (Gjøbergshelia/Kammen) er sammenstilt i følgende tabell:

| Kriterier | Håkavikfjellet | Kalurdalsheia | Nonskardsheia | Vilvangheia | Stokkafjellet | Gjøbergshelia/ Kammen |
|--------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------|---------------|--------------------------|
| Plassering | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Flere alternativer | Gunstig | Gunstig |
| Reserver | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig |
| Sjødybde / fjordbredd | Mindre gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig |
| Klimatiske forhold | Ukjent | Ukjent | Ukjent | Ukjent | Ukjent | Ukjent |
| Densitet | Gunstig | Gunstig | Ikke prøvetatt | Gunstig | Gunstig | Gunstig |
| Berggrunnens homogenitet | Gunstig | Gunstig | Mindre gunstig | Ikke kartlagt | Gunstig | Gunstig |
| Antatt bergartskvalitet | Middels | Svak | Ikke prøvetatt | Middels / God | God | Middels |
| Miljøforhold | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Gunstig | Meget gunstig |

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. Det må i tillegg taes forbehold ved bedømmelse av bergartskvalitet der analysene er basert på en enkeltprøve tatt et stykke utenfor selve uttaksområdet. Selv om prøven var blitt tatt innenfor et aktuelt uttaksområde, vil variasjon i bergarten kunne opptre, og være vanskelig å spore med et begrenset antall prøver.

Bergartskvaliteten for prøven tatt ved Flesvik er god og området ved Stokkafjellet anbefales nærmere undersøkt for etablering av pukkverk for storskala drift.

Basert på prøvene tatt ved Kleivkammen og Heggvik, som betraktes å være av middels til god kvalitet, er det indikasjon på at området ved Vilvangheia kan være av interesse for videre oppfølging. Flere områder på nordsiden av Snillfjorden kan også være av interesse for uttak.

Bergartskvaliteten for prøvene tatt ved Kattavikneset - Sponlandet (Gjøbergshelia/Kammen) og Verrafjorden (Håkavikfjellet) bedømmes å være av middels kvalitet for anvendelse som byggeråstoff. Kvaliteten er på grensen av det som bør aksepteres som minimumskrav for etablering av store pukkverk. Området Gjøbergshelia/Kammen vurderes som meget godt egnet for uttakt ut fra miljømessige forhold. Det er her gode muligheter for å skjerme et større dagbrudd for skjæmmende innsyn. Ut fra dette synspunkt anbefales området nærmere undersøkt

Bergartskvaliteten for prøven tatt ved Dyrvikneset er svak. Selv om prøven tatt i Skreabukta er noe bedre, vurderes området ved Kalurdalsheia som uinteressant for videre oppfølging.

Nonskardsheia vurderes som uinteressant for nærmere undersøkelser p.g.a. manglende homogenitet og innslag av antatt dårlige bergarter i området.

2 INNLEDNING

Etter initiativ fra NGU ble det i samarbeid med Sør-Trøndelag fylkeskommune og kommunene Agdenes, Snillfjord og Hemne satt igang en undersøkelse for å lokalisere mulige områder der de naturgitte forutsetningene er tilstede for etablering av kystnære store pukkverk. Gjennom en innledende høring ble 6 områder vurdert mtp. uttaksvirksomhet. Samtlige områder ble valgt ut for videre feltundersøkelser. De undersøkte områdene er som følger; Håkavikfjellet og Kalurdalsheia i Agdenes kommune, Nonskardsheia, Vilvangheia og Stokkafjellet i Snillfjord kommune og Gjølbjergsheia/Kammen i Hemne kommune. Prosjektet er blitt noe revidert underveis bl.a. ved at det er blitt tatt hensyn til erfaringer opparbeidet ved gjennomføring av tilsvarende undersøkelser på Fosenhalvøya og i Nordland fylke.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden juni-august 1996 av Eyolf Erichsen, Norodd Meisfjord og Arnhild Ulvik, alle NGU.

3 METODIKK

3.1 Valg av områder

En generell beskrivelse av hvilke kriterier som er vektlagt ved utvalg av nye mulige uttaksområder for pukk, er tatt med for helhetens skyld. I tabell 1 er det angitt en del viktige kriterier [3].

| Kriterier | Beskrivelse |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Plassering | Nærhet til sjø, < 2-3km |
| Reserver | Minimum 250 millioner tonn |
| Sjødybde/fjordbredde | Minimum 12 meter dyp og 1km fjordbredde for å kunne snu |
| Klimatiske forhold | Havn og dagbrudd beskyttet mot vær og vind |
| Densitet | Helst lavere enn 2,80 |
| Berggrunnens homogenitet | Mest mulig homogen |
| Bergartskvalitet | Så gode som mulig, en del minimumskrav bør innfris |
| Miljøforhold | Innsyn mot anlegget, avstand til bebyggelse, forurensing |

Tabell 1. Kriterier for kystnære store pukkverk.

Ved denne type innledende geologiske undersøkelser er det lagt spesiell vekt på bedømmelse av ressursgrunnlaget i form av berggrunnens densitet, homogenitet og ikke minst bergarts-

kvalitet. De øvrige faktorene vurderes mer generelt, bl.a ved enkel informasjon hentet fra vanlige topografiske kart.

Ved valg av nye områder for uttak av pukk vil driftsform for forekomsten ha innvirkning for lokalisering av uttaket. Pukkforekomster drives hovedsaklig ved dagbruddsdrift. Unntaksvis finnes forekomster som drives ved underjordsdrift. Ved underjordsdrift kan en se bort i fra en del kriterier som må vektlegges ved dagbruddsdrift. Negative miljømessige konsekvenser som skjemmende innsyn, støv og støy kan skjermes totalt eller mer effektivt ved underjordsdrift. Det er fullt ut mulig å legge et underjords pukkverk nærmere et tettbebygd områdene enn hva som ellers vil være tilfelle ved dagbruddsdrift.

Forekomster som det her er snakk om med en årsproduksjon > 3-5 mill. tonn, vil sannsynligvis kun være egnet for dagbruddsdrift. Det er utført beregninger som viser at pukkforekomster med uttak i størrelsesorden opptil 1 mill. tonn pr. år kan være konkurransedyktig ved underjordsdrift i forhold til dagbruddsdrift [4].

Ressursgrunnlaget for store pukkverk med årsproduksjon i størrelsesorden 5 mill. tonn bør være minimum 250 mill. tonn (50 års drift) [3]. Nyetablering av kystnære store pukkverk vil i en oppstartingsfase sannsynligvis ha en lavere årsproduksjon og over tid bygge seg opp til full produksjonskapasitet. Det er nødvendig at ressursgrunnlaget er tilstrekkelig stort slik at man har mulighet til å øke produksjonsmengden ved en eventuell framtidig økt etterspørsel. Det kan nevnes at Europas første og foreløpige eneste kystnære store pukkverk, Glensanda på nordvestkysten av Skottland, har en reserve på 450 mill. tonn. Årsproduksjonen er 5 mill. tonn med planer om ytterligere økning til 15 mill. tonn.

Ved lokalisering av nye forekomster som er tenkt drevet ved dagbruddsdrift, vil en få nyttig informasjon fra et vanlig topografisk kart. Det er viktig å tenke driftsform allerede fra starten slik at en kan finne områder der et tenkt brudd kan tilpasses topografien for å hindre miljømessige ulemper, i første rekke skjemmende innsyn. Andre viktige momenter vil være mulighet for god havn og at innseilingsmulighetene og sjødybden er tilfredsstillende. Tilgjengelighet til annen type infrastruktur som veg, el-forskyning og bebyggelse kan også vektlegges. Geologisk bør en unngå områder med bergarter med antatt dårlige mekaniske egenskaper (generelt skifrige glimmerrike bergarter) og områder som er overdekket med tykke løsmasseavsetninger.

Etter at et vist antall områder er valgt ut etter de nevnte kriterier, er det naturlig å få en tilbakemelding for å få kartlagt eventuelle åpenbare areal- eller miljømessige konflikter. Det er nyttig med en høringsrunde der Fylkesmannen ved miljøvernavdeling, Fylkeskommunen og berørte kommuner er med. Disse sitter inne med informasjon som i en tidlig fase kan ekskludere områder som er uaktuelle for nærmere undersøkelser. Eksempler på denne type informasjon vil være jord- og skogbruksinteresser, registrerte kulturminner, natur- og kulturlandskapsmessige hensyn.

3.2 Feltbefaring

Ved denne type innledende undersøkelser utføres en enkel feltbefaring som har til hensikt å avklare følgende forhold;

- 1 Bedømmelse av overdekningsgrad innenfor uttaksområdet.
- 2 På grunnlag av blotninger vurdere berggrunnens homogenitet og forvittringsforhold. Berggrunnens homogenitet framkommer også av geologiske kart.
- 3 Påvise egnet prøvetakingssted(er) for mekaniske testanalyser. Stedet kan godt være et stykke fra selve uttaksområdet, men må være mest mulig representativ for dominerende bergart(er) innenfor området.

I forbindelse med dette prosjektet ble det gjennomført feltbefaring innenfor tre av de seks aktuelle uttaksområdene. Berggrunnen innenfor de tre øvrige områdene ble vurdert ved gode snitt langs kystsonen eller i vegskjæringer. I og med at geologiske kart i ulike målestokker er tilgjengelig for alle områdene, har i første rekke befaringen i felt vært konsentrert om å finne egnede steder for den mekaniske prøvtakingen.

3.3 Prøvetaking

Prøvetaking for de mekaniske testprøvene ble gjennomført etter at feltbefaringen var utført. Samtidig med prøvetakingen ble radioaktiviteten i området registrert med et bærbart scintillometer. Dette instrumentet gir utslag for stråling fra berggrunnen.

For å sikre at prøvene er representative for bergartsmaterialet i undergrunnen og minst mulig påvirket av forvitring i overflaten, taes prøver av friskt materiale fra nærliggende vegskjæringer eller der det måtte være tilgjengelig, på et dyp fortrinnsvis under dagfjellsonen. Der skjæringer ikke er tilgjengelig må prøven tas ved «lett sprengning» i dagoverflaten ned til ca. 0.5 meters dyp. For å få nok materiale til de mekaniske testanalysene taes tilsammen ca. 60 kg prøvemateriale fra hver prøvelokalitet.

4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Følgende analyser er utført ved NGU; densitet, fallprøven (sprøhet, flisighet, pakningsgrad), abrasjon, kulemølle og Los Angeles (vedlegg 1- 8). Poleringstest, Polished stone value (PSV), er utført av Celtest limited, Wales. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig av Harald Skålvoll, NGU. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Alle prøvene er prøvetatt som håndstykke store prøverstykker som tilsammen utgjør ca. 60 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmateriale gjelder i første rekke for materiale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist [5] at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til jomfrulige prøver tatt i felt også kalt «stuffprøver». Produksjonsprøvene vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekaniske testing av stuffprøver gir en mer nøytral vurdering av bergartenes «iboende egenskaper» i forhold til produksjonsprøver. Ved optimal bearbeiding i et pukkverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenliknbare med resultatene for stuffprøvene som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighets-tallet. 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 2 gir en forenklet oversikt over norske krav for tilslagsmateriale til vegformål.

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km |
|------------------|------------------------------------------|--------|--------|----------|--------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | ≤ 1 | ≤ 0,40 | ≤ 2,0 | ≤ 6,0 |
| “ | Høy 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 |
| “ | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | ≤ 3 | ≤ 0,65 | - | - |
| Bærelag | | ≤ 4 | ≤ 0,75 | - | - |
| Forsterkningslag | | ≤ 5 | ≤ 0,75 | - | - |

Tabell 2.

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

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene [6]. 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 3 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 |
| | “ | Lett trafikkert veg | < 30 | > 45 |
| | Bære- og forsterkningslag | | < 35 | - |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | < 15 | > 55 |
| | “ | Normal trafikkert veg | < 20 | > 50 |
| | “ | Lett trafikkert veg | < 30 | > 43 |
| | Bære- og forsterkningslag | | < 40* | - |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | < 15 | > 50 |
| | “ | Normal trafikkert veg | < 20 | > 50 |
| | “ | Lett trafikkert veg | < 25 | > 40 |
| | Bære- og forsterkningslag | | < 30 | - |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | > 65 |
| | “ | Normal trafikkert veg | ? | > 53 |
| | “ | Lett trafikkert veg | ? | > 48 |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | - |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? |
| | “ | Normal trafikkert veg | ? | > 50 |
| | “ | Lett trafikkert veg | ? | ? |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | - |

* Krav avhengig av bergartstype.

Tabell 3.

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

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

Selv om det ikke stilles krav til en bergarts egenvekt, uttrykt ved densiteten, bør den hverken være for lav eller for høy (helst $< 2,80$). 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

5.1 Håkavikfjellet (Agdenes kommune)

Håkavikfjellet ligger innerst på vestsiden av Verrafjorden (figur 1). Det undersøkte område utgjør et flattliggende fjellparti med høyeste punkt på 518 m o.h. Mot øst faller terrenget steilt ned mot Verrafjorden. Området er godt blottlagt, varierende fra bart fjell til tynn til moderat overdekning i dalsenkninger. Det er en del spredt bebyggelse på østsiden av Verrafjorden.

5.1.1 Geologi

Geologien i området er framstilt på berggrunnskart Trondheim i målestokk 1:250.000 [7] og på et geologisk kart over strøket fra Agdenes til Hemnefjorden i målestokk 1:100.000 [8]. Ut fra kartene består berggrunnen i området av en hornblendeførende granodiorittisk gneis.

Feltbefaringen viser at bergarten i området er ensartet/homogen med en kornstørrelse som varierer fra middels til grov. Bergarten er markert retningsorientert, til dels kraftig i enkelte partier. Bergarten viser en klar hvit forvittringshud, men det ble ikke observert noe omfattende dypforvitring i området.

De radiometriske målingene ved prøvepunktet i Verrafjorden viser lav radioaktiv stråling, på 3 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.



Figur 1.
14

5.1.2 Uttaksmuligheter

Håkavikfjellet er et gunstig område for uttak basert på dagbruddsdrift. Ved å anlegge et dagbrudd innenfor uttaksområdet som angitt i figur 1, er det gode muligheter for å skjerme bruddet for innsyn. Avstand til sjø og mulighet for etablering av kai med tilstrekkelig dybdeforhold ansees som gunstig. For større skip er fjorden i smaleste laget for å kunne snu. Reservegrunlaget anslås å være tilstrekkelig innenfor området uten at det er beregnet eksakt. De klimatiske forholdene i området eller vind-/strømningsforhold i tilknytting til et eventuelt kaianlegg er ikke kjent.

5.1.3 Analyseresultater

Prøve er tatt i vegskjæring på østsiden av Verrafjorden vist på figur 1. Tynnslipanalyse og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 4 og 5. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 1.

| Prøve | Bergart | Kornstørrelse | Tekstur | Felt | Kv | Glim | Amf | Epi | Ilm | Tit |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| Verrafjorden | Gneisgranitt | Mid.-grovkornet | Parallellorient | 50 | 25 | 10 | 5 | 3 | 3 | 5 |

Tabell 4. Tynnslipanalyse, Verrafjorden. Mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Epi - epidot, Ilm - ilmenitt, Tit - titanitt.

| | Verrafjorden |
|-------------------|--------------|
| Densitet | 2,67 |
| Pakningsgrad | 1 |
| Sprohetstall | 53,7 |
| Flisighetstall | 1,31 |
| Steinklasse | 3 |
| Abrasjonsverdi | 0,62 |
| Sa-verdi | 4,5 |
| Kulemølleverdi | 10,9 |
| Los Angeles verdi | 29,5 |
| Poleringsmotstand | 54 |

Tabell 5. Mekaniske egenskaper, Verrafjorden.

5.1.4 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 6, se også tabell 2) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 7, se også tabell 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). 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 |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | - / (+) | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 7. Egnethetsvurdering til vegformål.

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 3).

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).

5.2 Kalurdalsheia (Agdenes kommune)

Kalurdalsheia ligger ytterst i Trondheimsfjorden (figur 2). Det aktuelle område utgjør et fjellparti som heller svakt mot nord med høyeste punkt på 289 m o.h. Områdets geologi er meget godt tilkjennegitt i vegskjæringer langs Rv. 710. Området ble kun befart langs disse vegskjæringene. På avstand virker det angitte uttaksområdet som godt blottlagt, bestående hovedsakelig av bart fjell.

5.2.1 Geologi

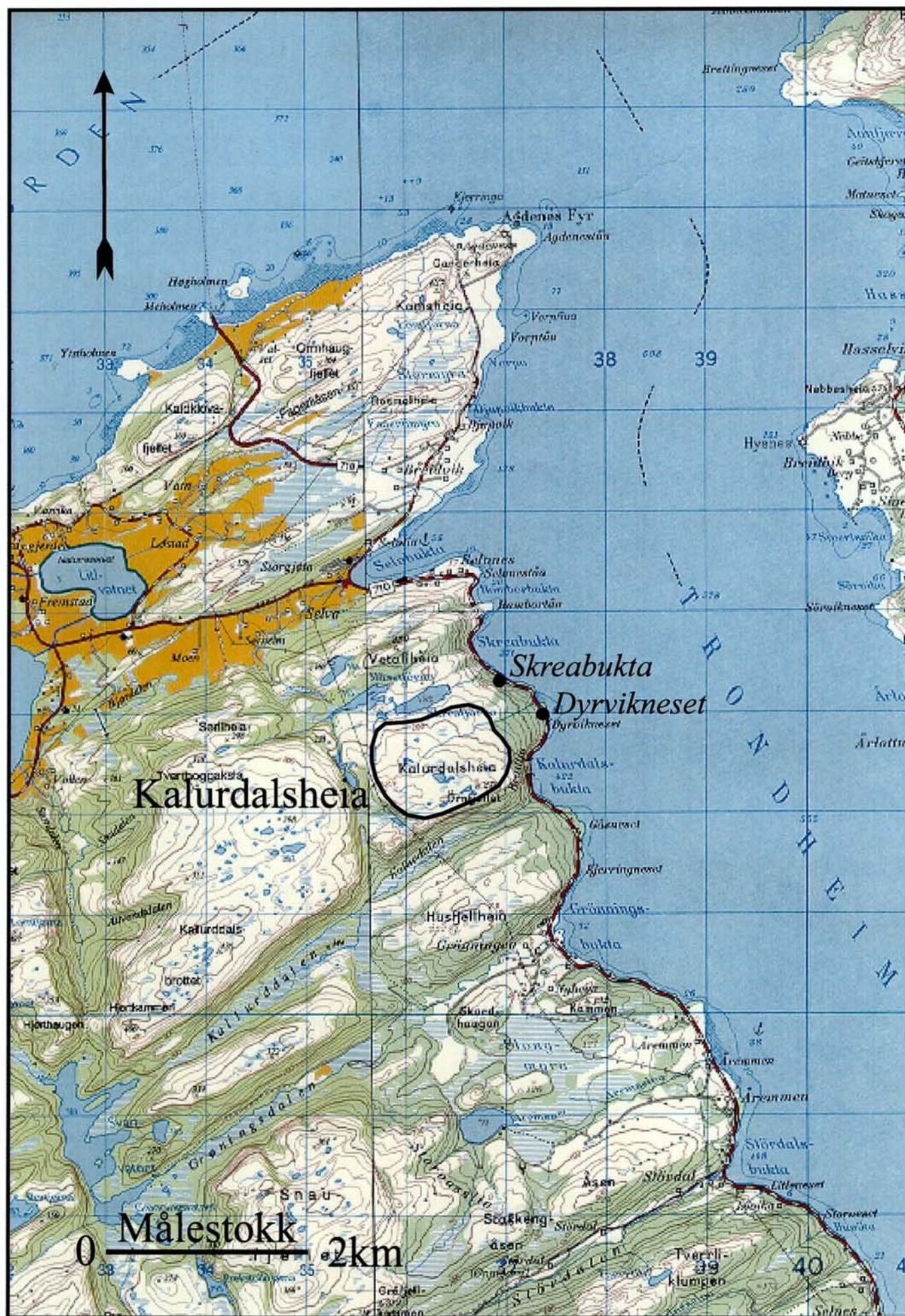
Geologien i området er framstilt på berggrunnskart Rissa i målestokk 1:50.000 [9]. Ut fra kartet domineres berggrunnen innenfor det aktuelle uttaksområdet av en sone med diorittisk gneis. På hver side av sonen opptrer en granodiorittisk gneis.

Bergartene langs vegskjæringene er ensartet/homogene. Den diorittiske gneisen er mørk, mens den granodiorittiske gneisen har lysere egenfarge. Mellom de to bergartene opptrer en overgangssone med en varierende opptreden av diorittisk- og granodiorittisk gneis. Det ble ikke observert omfattende dypforvitring i skjæringene.

De radiometriske målingene langs vegskjæringene viser lav radioaktiv stråling, på 2 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.2.2 Uttaksmuligheter

Området er gunstig for uttak basert på dagbruddsdrift. Det er gode muligheter for å skjerme et eventuelt brudd for innsyn. Avstand til sjø og mulighet for etablering av kai med tilstrekkelig dybdeforhold er meget gode. Reservegrunlaget anslås å være tilstrekkelig innenfor området uten at det er beregnet eksakt. De klimatiske forholdene i området eller vind-/strømningsforhold i tilknytning til et eventuelt kaianlegg er ikke kjent.



Figur 2.
18

5.2.3 Analyseresultater

Det ble tatt to prøver fra vegskjæringene for hver av de to bergartene i området (figur 2). Tynnslipanalyse og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 8 og 9. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 2 og 3.

| Prove | Bergart | Kornstørrelse | Tekstur | Felt | Kv | Glim | Amf | Epi | Klo | Ilm | Tit | And |
|-------------|--------------|-----------------|-----------------|------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Skreabukta | Gneisgranitt | Middelskornet | Parallellorient | 50 | 30 | 10 | | 3 | | 3 | | 4 |
| Dyrvikneset | Monsonitt | Mid.-grovkornet | Svak orientert | 50 | 3 | 15 | 15 | 5 | 2 | | 3 | 7 |

Tabell 8. Tynnslipanalyse, Skreabukta og Dyrvikneset. Mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Epi - epidot, Klo - kloritt, Ilm - ilmenitt, Tit - titanitt, And - andre mineraler.

| | Skreabukta | Dyrvikneset |
|-------------------|------------|-------------|
| Densitet | 2,65 | 2,74 |
| Pakningsgrad | 1 | 1 |
| Sprøhetstall | 49,7 | 48,9 |
| Flisighetstall | 1,30 | 1,36 |
| Steinklasse | 3 | 3 |
| Abrasjonsverdi | 0,65 | 0,91 |
| Sa-verdi | 4,6 | 6,4 |
| Kulemølleverdi | 8,4 | 15,5 |
| Los Angeles verdi | 28,5 | 30,7 |
| Poleringsmotstand | 54 | 55 |

Tabell 9. Mekaniske egenskaper, Skreabukta og Dyrvikneset.

De to prøvene viser liten forskjell i de mekaniske egenskapene som går på evnen til å tåle slagmotstand (sprøhetstall og Los Angeles) og poleringsmotstand. For de abrasive egenskapene (abrasjonsverdi og kulemølleverdi) er det en tydelig forskjell som viser at bergarten prøvetatt ved Skreabukta er best. Ut fra tynnslipanalysen kan dette forklares ved at bergarten inneholder mer kvarts, noe mindre glimmer og er fri for amfibol. I tillegg er kornstørrelsen for denne prøven noe mindre enn for prøven tatt ved Dyrvikneset.

Det dominerende bergartsmateriale innenfor uttaksområdet tilsvarer det som er prøvetatt ved Dyrvikneset. Man må derfor anta at denne prøven er mest representativ for det en kan forvente av kvalitet innenfor området.

5.2.4 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene for Skreabukta og Dyrvikneset, kan det utføres en egnethetsvurdering for de to prøvene i forhold til norske krav til vegformål (tabell 10 og 12, se også tabell 2) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 11 og 13, se også tabell 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 10. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav, Skreabukta.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). 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 |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | - / (+) | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 11. Egnethetsvurdering til vegformål, Skreabukta.

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 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - | - | - | Uegnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | - | i.k. | i.k. | Uegnet |
| Bærelag | | + | - | i.k. | i.k. | Uegnet |
| Forsterkningslag | | + | - | i.k. | i.k. | Uegnet |

Tabell 12. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav, Dyrvikneset.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). 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 |
| | " | Lett trafikkert veg | - / (+) | + | Uegnet/(Egnet) |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | - / (+) | + | Uegnet/(Egnet) |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | - / (+) | i.k. | Uegnet/(Egnet) |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 13. Egnethetsvurdering til vegformål, Dyrvikneset.

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 3).

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

5.3 Nonskardsheia (Snillfjord kommune)

Det undersøkte området ligger mellom Nonskardsheia og Sæterliknubben sør for Snillfjorden (figur 3). Området er et flatt fjellplatå på ca. 400 m o.h. Mot nord faller terrenget bratt ned mot Snillfjorden. Overdekningsgraden i området er moderat.

5.3.1 Geologi

Det foreligger geologisk kart for området i målestokk 1:50.000 [10]. Berggrunnen i området domineres av en grovkornet granodiorittisk gneis med innslag av en sone med glimmerskifer og kvartsitt. Glimmerskiferen setter sitt preg både på kvartsitten og gneisen, spesielt i kontaktsonen mellom bergartene. Glimmerskiferen ble bedømt som uinteressant for pukkframstilling.

Ut fra befaringen i felt ble området vurdert som uinteressant for videre oppfølging og dermed ikke prøvetatt for mekanisk testing av bergartskvalitet.

5.4 Vilvangheia (Snillfjord kommune)

Området ligger nord for Snillfjorden (figur 3) med høyeste punkt på 459 m o.h. Det angitte uttaksområdet på figur 3 ble ikke befart i felt, men gode blotninger i vegskjæringer mellom Tannvikvågen og Hafsmo gir en god oversikt over geologien for området nord for Snillfjorden.

5.4.1 Geologi

Geologien i området er framstilt på foreløpig berggrunnskart Snillfjord i målestokk 1:50.000 [10]. Ut fra kartet domineres berggrunnen innenfor det aktuelle uttaksområdet av en sone med granodiorittisk gneis. Små inneslutninger med gabbro/amfibolitt opptrer stedvis.

I de befarte vegskjæringene opptrer gneisen med en svært varierende karakter (lite homogen) og er stedvis migmatittisk. To lokaliteter ble valgt ut for prøvetaking for å fange opp eventuell variasjon i gneisbergartene. Ved Kleivkvammen opptrer en fin- til middelskornet grålig mylonittisk gneis. Ved Heggvik opptrer den dominerende bergarten i området, en hornblendeførende granodiorittisk gneis. Ved Heggvik sees også en sone med amfibolitt.



Figur 3.

De radiometriske målingene langs vegskjæringene gav lav radioaktiv stråling, på 3 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.4.2 Uttaksmuligheter

Flere områder på nordsiden av Snillfjorden kan være aktuelle for uttak. I tillegg til Vilvangheia er Kalvvikåsen et alternativ som bør vurderes nærmere. Lokalisering av uttak anbefales vurdert nærmere ved utførelse av eventuelle oppfølgende undersøkelser.

5.4.3 Analyseresultater

Prøvelokalitetene for de to prøvene er vist på figur 3. Begge prøvene er tatt i frisk vegskjæring. Tynnslipanalyse og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 14 og 15. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 4 og 5.

| Prøve | Bergart | Kornstørrelse | Tekstur | Felt | Kv | Glim | Amf | Epi | Ilm | Tit |
|-------------|--------------|---------------|-----------------|------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| Kleivkammen | Mylonitt | Middelskornet | Parallellorient | 40 | 25 | 10 | 15 | 5 | 3 | 2 |
| Heggvik | Granodioritt | Middelskornet | Svak orientert | 55 | 25 | 7 | 7 | 1 | 3 | 2 |

Tabell 14. Tynnslipanalyse, Kleivkammen og Heggvik. Mineralinnhold i %.
Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Epi - epidot, Ilm - ilmenitt, Tit - titanitt.

| | Kleiv- kammen | Heggvik |
|-------------------|------------------|---------|
| Densitet | 2,71 | 2,68 |
| Pakningsgrad | 1 - 0 | 0 |
| Sprøhetstall | 47,5 | 42,9 |
| Flisighetstall | 1,36 | 1,33 |
| Steinklasse | 3 | 2 |
| Abrasjonsverdi | 0,65 | 0,67 |
| Sa-verdi | 4,5 | 4,4 |
| Kulemølleverdi | 9,3 | 10,1 |
| Los Angeles verdi | 21,3 | 26,3 |
| Poleringsmotstand | 56 | 56 |

Tabell 15. Mekaniske egenskaper, Kleivkammen og Heggvik.

De to prøvene viser nesten sammenfallende analyseresultater. De abrasive egenskapene (abrasjonsverdi og kulemløleverdi) viser best resultat for prøven tatt ved Kleivkammen. Dette resultatet er noe overraskende da både glimmer- og amfibolinnholdet er høyest for denne prøven. Begge de to nevnte mineralene gir gjerne bergarter med relativt dårlige abrasive egenskaper. Årsaken til at prøven fra Kleivkammen er bedre enn prøven fra Heggvik antas å være det mylonittiske preget til denne bergarten. Mylonittisering har en tendens til å «sveise» bergarten hardere sammen.

Med tanke på slagmotstanden viser prøven fra Kleivkammen best resultat for Los Angeles verdien, mens Heggvik viser noe bedre resultat for sprøhetstallet. Det er vanskelig å fastslå årsaken til disse motstridende resultatene, men det blir påstått at Los Angeles metoden gir uttrykk for en kombinasjon av både slagmotstand og abrasjon.

5.4.4 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene for Kleivkammen og Heggvik, kan det utføres en egnethetsvurdering for de to prøvene i forhold til norske krav til vegformål (tabell 16 og 18, se også tabell 2) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 17 og 19, se også tabell 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 16. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav, Kleivkammen.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemløleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemløleverdi innfris.

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

Tabell 17. Egnethetsvurdering til vegformål, Kleivkammen.

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 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | + | - | - | - | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 18. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav, Heggvik.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 3). 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/Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | - / (+) | + | Uegnet/Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 19. Egnethetsvurdering til vegformål, Heggvik.

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 3).

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

5.5 Stokkafjellet (Snillfjord kommune)

Stokkafjellet ligger ut mot Hemnefjorden mellom Flesvik og Tannvikvågen (figur 4). Fjellet markeres som et flattiggende fjellplatå med høyeste punkt 362 m o.h. Ned mot fjorden er terrenget bratt. Overdekningsgraden i området varierer fra bart fjell til tynn overdekning.



Figur 4.

5.5.1 Geologi

Geologien i området er framstilt på berggrunnskart Trondheim i målestokk 1:250.000 [7] og på et geologisk kart over strøket fra Agdenes til Hemnefjorden i målestokk 1:100.000 [8]. Ut fra kartene består berggrunnen i området av en hornblendeførende granodiorittisk gneis.

Feltbefaringen viser at bergarten i området er en homogen, middelskornet granittisk gneis. Både fin- og grovkornete varianter opptrer. Bergarten er hovedsaklig grå i egenfargen. I nord, ved Stokkaunfjellet, opptere en rødlig variant. Noe overflateforvitring opptrer sporadisk.

De radiometriske målingene ved prøvepunktet ved Flesvik viser lav radioaktiv stråling, på 4-5 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.5.2 Uttaksmuligheter

Stokkafjellet er et gunstig område for uttak basert på dagbruddsdrift. Ved å anlegge et dagbrudd innenfor uttaksområdet som angitt i figur 4, er det gode muligheter for å skjerme bruddet for innsyn. Avstand til sjø og mulighet for etablering av kai ansees som gunstig.

Reservegrunlaget anslås å være tilstrekkelig innenfor området uten at det er beregnet eksakt. De klimatiske forholdene i området eller vind-/strømmningsforhold i tilknytting til et eventuelt kaianlegg er ikke kjent.

5.5.3 Analyseresultater

Prøve er tatt i en naturlig skjæring ved Flesvik vist på figur 4. Tynnslianalyse og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 20 og 21. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 6.

| Prøve | Bergart | Kornstørrelse | Tekstur | Felt | Kv | Glim | Epi | Ilm | Tit |
|---------|---------|---------------|----------|------|----|------|-----|-----|-----|
| Flesvik | Granitt | Middelskornet | Granulær | 50 | 30 | 10 | 3 | 4 | 3 |

Tabell 20. Tynnslianalyse, Flesvik. Mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Epi - epidot, Ilm - ilmenitt, Tit - titanitt.

| | Flesvik |
|-------------------|---------|
| Densitet | 2,64 |
| Pakningsgrad | 0 |
| Sprøhetstall | 41,8 |
| Flisighetstall | 1,34 |
| Steinklasse | 2 |
| Abrasjonsverdi | 0,58 |
| Sa-verdi | 3,7 |
| Kulemølleverdi | 6,4 |
| Los Angeles verdi | 19,6 |
| Poleringsmotstand | 53 |

Tabell 21. Mekaniske egenskaper, Flesvik.

5.5.4 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 22, se også tabell 2) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 23, se også tabell 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - | - | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 22. 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 2). 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 |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 23. Egnethetsvurdering til vegformål.

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 3).

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

5.6 Gjøbergsheia/Kammen (Hemne kommune)

Området ligger ut mot Bjørkøyfjorden (figur 4). To områder ansees som egnet for uttak Gjøbergsheia på 483 m o.h. og Kammen på 365 m o.h. Ingen av områdene ble befart i terrenget, men gode blotninger i strandsonen gav et godt bilde over geologien i området.

5.6.1 Geologi

Berggrunnskart Trondheim i målestokk 1:250.000 [7] og geologisk kart over strøket fra Agdenes til Hemnefjorden i målestokk 1:100.000 [8] gir oversikt over geologien i området. Ut fra kartene består berggrunnen av en hornblendeførende granodiorittisk gneis.

Den granodiorittiske gneisen virker ensartet/homogen og er markert retningsorientert. Bergarten er grå i egenfarge. Lokalt opptrer inneslutninger med amfibolitt/gabbro. Prøven tatt ved Kattavikneset ble tatt like ved en inneslutning med amfibolitt slik at prøver her er mer retningsorientert enn innenfor området forøvrig. Prøven fra Sponlandet er tatt innenfor et parti med middels- til grovkornet granitt som er lite representativ for området.

De radiometriske målingene ved prøvepunktene viser lav radioaktiv stråling, på 2-3 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.6.2 Uttaksmuligheter

Området vurderes som meget godt egnet for uttak. Eventuelle brudd vil kunne skjermes for innsyn. To alternative områder peker seg ut for opparbeidelse av kai, lagerplass og oppstillingsplass for knuseanlegget; området ved Sponlandet og plataet ovenfor Kattavikneset. Her er det mulig å starte drift i mindre skala som en del av opparbeidelsen av de nevnte anleggene, før en starter uttak med selve dagbruddet.

Reservegrunlaget innenfor området er tilstrekkelig uten at det er beregnet eksakt. De klimatiske forholdene i området eller vind-/strømningsforhold i tilknytning til et eventuelt kaianlegg er ikke kjent.

5.6.3 Analyseresultater

Det ble tatt to prøver som ble sprengt ut av grunneier (figur 4). Tynnslipanalyse og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 24 og 25. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 7 og 8.

| Prøve | Bergart | Kornstørrelse | Tekstur | Felt | Kv | Glim | Amf | Klo | Ilm | Tit |
|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| Kattavikneset | Tonalittisk gneis | Middelskornet | Parallellorient | 55 | 20 | 15 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| Sponlandet | Granitt | Mid.-grovkornet | Svak orientert | 65 | 30 | 2 | | 1 | 2 | |

Tabell 24. Tynnslipanalyse, Kattavikneset og Sponlandet. Mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Klo - kloritt, Ilm - ilmenitt, Tit - titanitt.

| | Kattavikneset | Sponlandet |
|-------------------|---------------|------------|
| Densitet | 2,68 | 2,61 |
| Pakningsgrad | 1 - 0 | 0 - 1 |
| Sprøhetstall | 48,1 | 50,2 |
| Flisighetstall | 1,35 | 1,33 |
| Steinklasse | 3 | 3 |
| Abrasjonsverdi | 0,56 | 0,48 |
| Sa-verdi | 3,9 | 3,4 |
| Kulemølleverdi | 8,8 | 8,3 |
| Los Angeles verdi | 23,3 | 27,2 |
| Poleringsmotstand | 52 | 46 |

Tabell 25. Mekaniske egenskaper, Kattavikneset og Sponlandet.

Med hensyn til evnen å tåle slagmotstand (sprøhetstall og Los Angeles) og poleringsmotstand viser prøven fra Kattavikneset best resultat. For de abrasive egenskapene (abrasjonsverdi og kulemølleverdi) er analyseverdiene for prøven fra Sponlandet noe bedre. Dette kan forklares ved at prøven fra Kattavikneset inneholder betydelig mer glimmer og litt amfibol. Disse mineralene slår gjerne negativt ut for de abrasive egenskapene.

5.6.4 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene for Kattavikneset og Sponlandet, kan det utføres en egnethetsvurdering for de to prøvene i forhold til norske krav til vegformål (tabell 26 og 28, se også tabell 2) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 27 og 29, se også tabell 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|---------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | - | - / (+) | - | + | Uegnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | - / (+) | - | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 26. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav, Kattavikneset.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). 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 |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | + | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | - / (+) | ? / Uegnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | " | Normal trafikkert veg | ? | + | ? / Egnet |
| | " | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 27. Egnethetsvurdering til vegformål, Kattavikneset.

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 3).

| Bruksområde | Vegtype | St.kl. | Abr. | Sa-verdi | Km | Egnethetsvurdering |
|------------------|------------------------------------------|--------|------|----------|------|--------------------|
| Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000 | - | - | - | - | Uegnet |
| " | Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000 | - | - | - | + | Uegnet |
| " | Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000 | - | + | - | + | Uegnet |
| " | " , ÅDT 1500-3000 | + | + | + | + | Egnet |
| " | Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500 | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Bærelag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |
| Forsterkningslag | | + | + | i.k. | i.k. | Egnet |

Tabell 28. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav, Sponlandet.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). 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 |
| | “ | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | - | - | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | - | - | Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | + | + | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | - | - | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | - | - | Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | - | + | Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | + | i.k. | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | ? | - | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | ? | - | ? / Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | ? | - | ? / Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? |
| | “ | Normal trafikkert veg | ? | - | ? / Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | ? | ? | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? | i.k. | ? / Egnet |

Tabell 29. Egnethetsvurdering til vegformål, Sponlandet.

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 3).

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

6 SAMLET VURDERING AV RESULTATENE OG FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

I tabell 30 og 31 er samtlige tynnslip- og mekaniske analyseresultater for de seks områdene sammenstilt. Ut fra de geologiske oversiktskartene i området ([9] og [10]) er alle prøvene med unntak prøven fra Dyrvikneset, tatt innenfor bergartssonen med granodiorittisk gneis. Ut fra mineralinnholdet i tabell 30 skiller prøvene Dyrvikneset, Kleivkammen og Sponlandet seg ut. De fem øvrige prøvene ansees som representative for den granodiorittiske gneisen selv om bergartsnavnet i tabell 30 er noe sprikende mellom lokalitetene.

| Prøve | Bergart | Kornstørrelse | Tekstur | Felt | Kv | Glim | Amf | Epi | Klo | Ilm | Tit | And |
|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Verrafjorden | Gneisgranitt | Mid.-grovkornet | Parallellorient | 50 | 25 | 10 | 5 | 3 | | 3 | 5 | |
| Skreabukta | Gneisgranitt | Middelskornet | Parallellorient | 50 | 30 | 10 | | 3 | | 3 | | 4 |
| Dyrvikneset | Monsonitt | Mid.-grovkornet | Svak orientert | 50 | 3 | 15 | 15 | 5 | 2 | | 3 | 7 |
| Kleivkammen | Mylonitt | Middelskornet | Parallellorient | 40 | 25 | 10 | 15 | 5 | | 3 | 2 | |
| Heggvik | Granodioritt | Middelskornet | Svak orientert | 55 | 25 | 7 | 7 | 1 | | 3 | 2 | |
| Flesvik | Granitt | Middelskornet | Granulær | 50 | 30 | 10 | | 3 | | 4 | 3 | |
| Kattavikneset | Tonalittisk gneis | Middelskornet | Parallellorient | 55 | 20 | 15 | 4 | | 1 | 3 | 2 | |
| Sponlandet | Granitt | Mid.-grovkornet | Svak orientert | 65 | 30 | 2 | | | 1 | 2 | | |

Tabell 30. Tynnslipanalyse, mineralinnhold i %.

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Epi - epidot, Klo - kloritt, Ilm - ilmenitt, Tit - titanitt, And - andre mineraler.

| Lokalitetsnavn | Verra-fjorden | Skrea-bukta | Dyrvik-neset | Kleiv-kammen | Heggvik | Flesvik | Kattavik-neset | Spon-landet |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|----------------|-------------|
| Densitet | 2,67 | 2,65 | 2,74 | 2,71 | 2,68 | 2,64 | 2,68 | 2,61 |
| Pakningsgrad | 1 | 1 | 1 | 1 - 0 | 0 | 0 | 1 - 0 | 0 - 1 |
| Sprohetstall | 53,7 | 49,7 | 48,9 | 47,5 | 42,9 | 41,8 | 48,1 | 50,2 |
| Flisighetstall | 1,31 | 1,30 | 1,36 | 1,36 | 1,33 | 1,34 | 1,35 | 1,33 |
| Steinklasse | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Abrasjonsverdi | 0,62 | 0,65 | 0,91 | 0,65 | 0,67 | 0,58 | 0,56 | 0,48 |
| Sa-verdi | 4,5 | 4,6 | 6,4 | 4,5 | 4,4 | 3,7 | 3,9 | 3,4 |
| Kulemølleverdi | 10,9 | 8,4 | 15,5 | 9,3 | 10,1 | 6,4 | 8,8 | 8,3 |
| Los Angeles verdi | 29,5 | 28,5 | 30,7 | 21,3 | 26,3 | 19,6 | 23,3 | 27,2 |
| Poleringsmotstand | 54 | 54 | 55 | 56 | 56 | 53 | 52 | 46 |

Tabell 31. Mekaniske analyseresultater. Prøver med granodiorittisk gneis har uthevet lokalitetsnavn.

Densiteten (tabell 31) viser klart samme avvik som observert for mineralinnholdet ved at prøvene fra Dyrvikneset, Kleivkammen og Sponlandet skiller seg ut fra de fem prøvene med granodiorittisk gneis. Den granodiorittiske gneisen har en densitet som varierer mellom 2,64 - 2,68. Prøvene fra Dyrvikneset og Kleivkammen er tyngre, mens prøven fra Sponlandet er noe lettere.

Egenvekten til byggeråstoff bør for de fleste anvendelsesområdene være så lav som mulig, helst < 2,80. Densiteten for samtlige prøver er godt innenfor dette.

For de mekaniske styrkeparametrene skiller prøven fra Dyrvikneset seg ut i forhold til prøvene med granodiorittisk gneis ved at den har dårligst abrasjonsverdi, Sa-verdi, kulemølleverdi og Los Angeles verdi. Prøven fra Sponlandet viser tilsvarende avvik, men i dette tilfellet ved at

den har best abrasjonsverdi og Sa-verdi og dårligst poleringsmotstand. Prøven fra Kleivkammen viser sammenfallende mekaniske verdier som prøvene med granodiorittisk gneis. Avviket i de mekaniske styrkeparametrene er til dels betydelig for prøvene med granodiorittisk gneis. Selv om prøvene er tatt innenfor et større geografisk område må en anta at tilsvarende avvik kan inntreffe også innenfor mindre avgrensede områder. Det vil derfor være behov for å utføre utvidet prøvetaking innenfor områder som er angitt som egnet med tanke på uttak.

I tabell 33 er samtlige egnethetsvurderinger for de åtte prøvelokalitetene sammenstilt. For bedømmelse av bergartskvalitet er det utført en verbal rangering i tabell 34. Rangeringen er basert på egnethetsvurderingen til veg- og betongformål etter inndeling gitt i tabell 32.

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

Tabell 32.

| Land | Verra-fjorden | Skrea-bukta | Dyrvik-neset | Kleiv-kammen | Heggvik | Flesvik | Kattavik-neset | Spon-landet |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|----------------|-------------|
| England | Middels | Middels | Svak/Middels | God | Middels/God | Middels | Middels | Middels |
| Tyskland | Middels | Middels | Svak/Middels | Middels/God | Middels | God | Middels | Middels |
| Frankrike | Svak | Svak | M.svak/Svak | Middels/God | Svak/Middels | God | Middels | Svak |
| Nederland | ? God | ? God | ? God | ? God | ? God | ? God | ? Middels | ? Svak |
| Belgia | ? God | ? God | ? God | ? God | ? God | ? God | ? God | ? Middels |
| Norge | Middels | Middels | Meget svak | Middels | Middels/God | God | Middels | Middels |
| Bergarts-kvalitet | Middels | Middels | Svak | Middels/God | Middels/God | God | Middels | Middels |

Tabell 34. Bedømmelse av bergartskvalitet basert på egnethetsvurdering til veg- og betongformål for en del europeiske land.

| Land | Bruksområde | Vegtype | Verrafjorden | Skreabukta | Dyrvikneset | Kleivkammen | Heggvik | Flesvik | Kattavikneset | Sponlandet |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| England | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Egnet | Uegnet/Egnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | Egnet | Egnet | Uegnet/(Egnet) | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| Tyskland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet/Egnet | Uegnet | Egnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | Egnet | Egnet | Uegnet/(Egnet) | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| Frankrike | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet/Egnet | Uegnet | Egnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Egnet | Uegnet/Egnet | Egnet | Egnet | Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | Egnet | Egnet | Uegnet/(Egnet) | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| Nederland | Vegdekke | Autobane, spesielle krav | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Normal trafikkert veg | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Uegnet | ? / Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Uegnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet |
| Belgia | Vegdekke | Motorveg, spesielle krav | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| | “ | Normal trafikkert veg | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Uegnet |
| | “ | Lett trafikkert veg | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet |
| | Bære- og forsterkningslag | | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet | ? / Egnet |
| Norge | Vegdekke | Spesiell høy trafikkert veg | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Høy trafikkert veg | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Egnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Middels trafikkert (< 5000) | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Uegnet | Egnet | Egnet | Uegnet | Uegnet |
| | “ | Middels trafikkert (< 3000) | Egnet | Egnet | Uegnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| | “ | Lav trafikkert veg | Egnet | Egnet | Uegnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |
| | Bærelag Forsterkningslag | | Egnet Egnet | Egnet Egnet | Uegnet Uegnet | Egnet Egnet | Egnet Egnet | Egnet Egnet | Egnet Egnet | Egnet Egnet |
| Alle land | Betongformål | | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet | Egnet |

Tabell 33. 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 34, som god for Flesvik (Stokkafjellet), middels til god for Kleivkammen og Heggvik (Vilvangheia), middels for Kattavikneset, Sponlandet (Gjøbergsheia/Kammen), Verrafjorden (Håkavikfjellet) og Skreabukta og svak for Dyrvikneset (Kalurdalsheia).

Ved storskaladrift er områder med et mest mulig homogent råstoff å foretrekke. Ut fra feltbefaringen samt geologien innenfor de seks undersøkte områdene vurderes homogeniteten som gunstig innenfor samtlige områder med unntak for Nonskardsheia og muligens Vilvangheia. Det sistnevnte området er ikke nærmere befart innenfor selve uttaksområdet.

Stokkafjellet anbefales nærmere undersøkt basert på bergartskvaliteten for prøven tatt ved Flesvik. Beliggenhetsmessig er området også av interesse for storskala drift.

Basert på prøvene tatt ved Kleivkammen og Heggvik, som betraktes å være av middels til god kvalitet, er det indikasjoner på at området ved Vilvangheia kan være av interesse for videre oppfølging. Det er mulig at flere områder på nordsiden av Snillfjorden er vel så egnet for uttak ut fra beliggenhetsmessige kriterier. Kalvvikåsen kan være et slikt alternativt uttaksområde.

Både Håkavikfjellet og Gjøbergsheia/Kvammen vurderes kvalitetsmessig å være på grensen av hva som bør aksepteres som minimumskrav. I og med at området Gjøbergsheia/Kvammen vurderes som meget godt egnet for uttak, anbefales også dette området nærmere undersøkt.

Bergartskvaliteten for området Kalurdalsheia er for svak til at området er av interesse for videre oppfølging. Selv om prøven tatt i Skreabukta er av middels kvalitet, domineres området av bergartsmateriale tilsvarende det som ble prøvetatt ved Dyrvikneset.

For etablering av storskala drift vurderes området ved Nonskardsheia som uinteressant pga. av opptreden av bergarter med antatt dårlige mekaniske egenskaper.

7 REFERANSE

- [1] - Årsmelding 1993, Norges geologiske undersøkelse.
- [2] - Bergindustrien - en kartlegging av bransjen, SND-rapport Nr. 4-1995.
- [3] - Gribble, C. 1991: Coastal Quarries-An Updata, Quarry Management, nov- 1991.
- [4] - Hansen, S.E. 1994: Storskala underjordsdrift, SINTEF Bergteknikk.
- [5] - Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknusinsens innvirkning på fallprøven, Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993.
- [6] - Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strength, VTI Meddelande Nr. 102.
- [7] - Wolff, F.Chr. 1976: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Trondheim, 1:250.000, NGU.
- [8] - Ramberg, H. 1973: Geological Map of Central Caledonides, Trøndelag, Norway, 1:100.000.
- [9] - Wolff, F.Chr. 1978: Rissa, berggrunnsgeologisk kart 1522-2, M - 1:50.000, NGU.
- [10] - Tucker, R.D. 1995: Snillfjord, foreløpig berggrunnsgeologisk kart 1521-4, M - 1:50.000, 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 ukorrigerede sprøhetstall (S_0). Dette tallet korrigeres for pakningsgraden i morteren etter slagpåkjenningen, og man får deretter beregnet **sprøhetstallet** (S_8).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

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

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

Abrasjon

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

Et representativt utvalg med pukkkorn 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 (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 pukkk) og ASTM C535 (grov pukkk) eller den nye europeiske CEN prosedyren prEN 1097-2, §4.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

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

Testprosedyren består i at 35 til 50 prøvebiter av en bestemt kornfraksjon, < 10 mm kvadratsikt og > 7.2 mm stavsikt, støpes fast på en konveks rektangulær plate (90.6 x 44.5 mm). 12 testplater (4 testplater for hver prøve) og 2 korreksjonsplater monteres på et 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. Mineralkornstrørrelsen er inndelt etter følgende skala:

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

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

Vegformål:

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

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 2a

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2b

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

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

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

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

Tall i parentes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

Betongformål:

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

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte 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 kiselsyre i kvartskrystaller kan reagere med sementlimet og føre til oppsprekking og volumekspansjon i betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner (AR) i flere betongkonstruksjoner her til lands. Den kjemiske reaksjonen er svært langsom og finner kun sted under ugunstige betingelser med høy fuktighet og temperaturpåkjenninger som f.eks. i broer og damkonstruksjoner. Skader oppdages gjerne ikke før etter 15 til 20 år. De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

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

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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

Vegformål:

Følgende krav er gjeldende i England:

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

Tabell 1.

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

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

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

Tabell 2.

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

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

Tabell 3.

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

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

Følgende krav er gjeldende i Tyskland:

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

Tabell 4.

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

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

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

Tabell 5.

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

Tabell 6.

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

| Bergart | Granitt Syenitt | Dioritt Gabbro | Kvarsporfyrr Keratofyrr Porfyrritt Andesitt | Basalt Diabas | Kalkstein Dolomitt | Gråvakke Kvartsitt Gangkvartr Kvarts sandstein | Gneis Granulitt Amfibolitt |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Schlagversuch verdi | 10 - 22 | 8 - 18 | 9 - 22 | 7 - 17 | 16 - 30 | 10 - 22 | 10 - 22 |

Tabell 7.

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

Følgende krav er gjeldende i Frankrike:

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

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

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

Tabell 9.
Krav til toppdekke ved forskjellig trafikkbelastning.

Følgende krav er gjeldende i Nederland:

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

Tabell 10.

Grenseverdier for PSV for endel europeiske land avhengig av vegtype.

Følgende krav er gjeldende i Belgia: PSV > 50

Betongformål:

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

Kornform for grovt tilslag:

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

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

FIA - Kreves vanligvis ikke for betong.

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

FIC - Kreves vanligvis for uknust sand og grus.

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

Los Angeles:

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

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

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

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

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

KOMMUNE : Agdenes
KARTBLADNR. : 1522-3
FOREKOMSTNR.: 1622-505

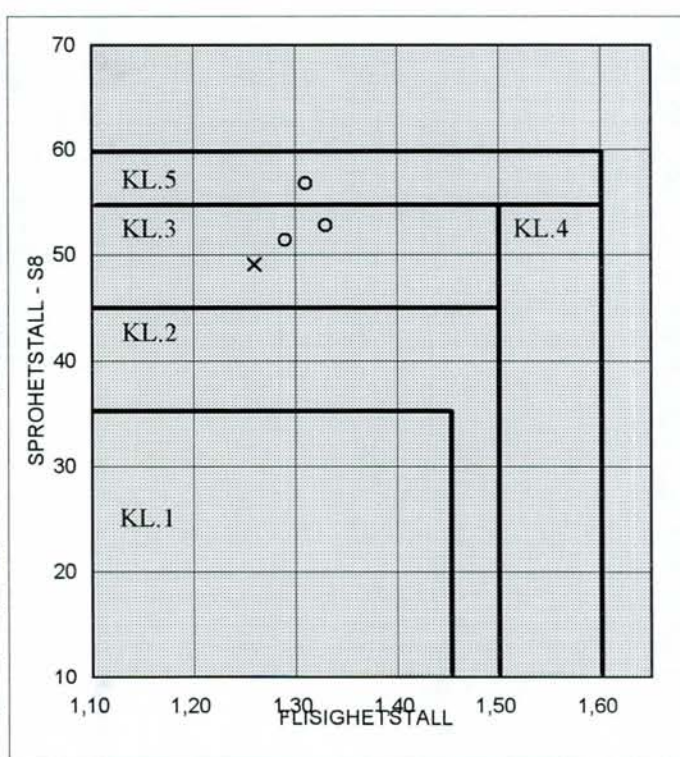
KOORDINATER : 529200/705450
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 6/8-1996
SIGN. : EE

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 | 1,29 | 1,31 | 1,33 | 1,26 | 1,28 | 1,29 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 48,9 | 54,1 | 50,3 | 46,7 | | |
| Pakningsgrad | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 51,4 | 56,8 | 52,8 | 49,1 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 13,0 | 12,9 | 13,8 | 10,6 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 10,7 | 11,1 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde 20,6 | | | | |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,31 | / | 53,7 | Middel S2 : 13,2 | | |
| Middel fli 11,2-16/Km: | 1,29 | / | 10,9 | PSV : 54 | | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,62 | 0,63 | 0,60 | Middel : 0,62 | | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 4,5 | | | Densitet : 2,67 | | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,28 | / | 7,2 | LA-verdi : 29,5 | | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 25% kvarts, 10% glimmer, 5% amfibol, 4% titanitt, 3% epidot og 3% ilmenitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
21. februar 1997

Sign.:
Eyolf Brichsen

KOMMUNE : Agdenes
KARTBLADNR. : 1522-2
FOREKOMSTNR.: 1622-506

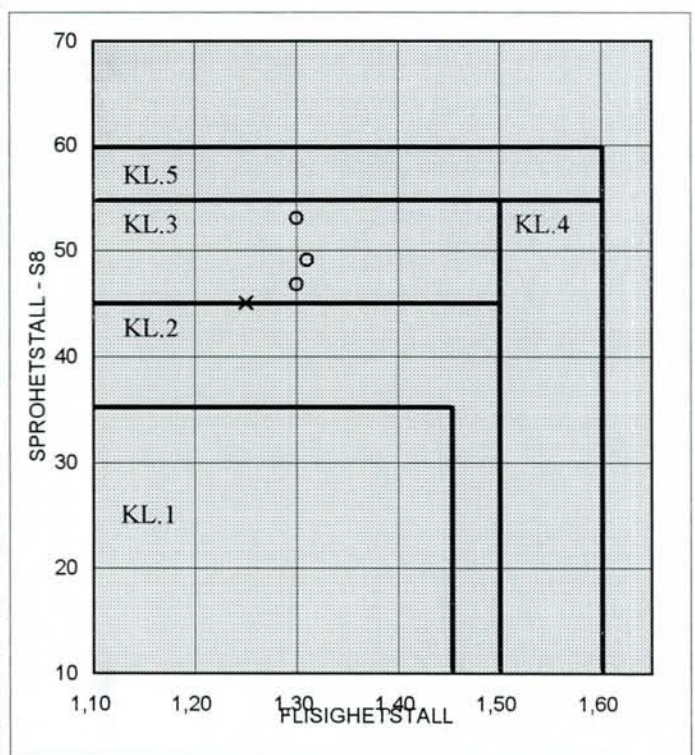
KOORDINATER : 537050/7053550
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 6/8-1996
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

| Kornstørrelse mm | 8 - 11,2 | | | | 11,2 - 16 | |
|-------------------------|----------|-----------------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Tegnforklaring | o | o | o | x | | |
| Flisighetstall-fli | 1,30 | 1,31 | 1,30 | 1,25 | 1,31 | 1,30 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 50,5 | 46,8 | 44,6 | 45,1 | | |
| Pakningsgrad | 1 | 1 | 1 | 0 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 53,1 | 49,1 | 46,8 | 45,1 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 12,7 | 13,4 | 12,2 | 10,8 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 8,4 | 8,3 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde 21,4 | | | | |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,30 | / | 49,7 | Middel S2 : | 12,8 | |
| Middel fli 11,2-16/Km: | 1,31 | / | 8,4 | PSV : | 54 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,67 | 0,67 | 0,61 | Middel : | 0,65 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 4,6 | | | Densitet : | 2,65 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,29 | / | 8,9 | LA-verdi : | 28,5 | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 30% kvarts, 10% glimmer, 3% epidot, 3% granat, 3% ilmenitt og 1% apatitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
21. februar 1997

Sign.:
Eyvolf Brichsen

KOMMUNE : Agdense
KARTBLADNR. : 1522-2
FOREKOMSTNR.: 1622-507

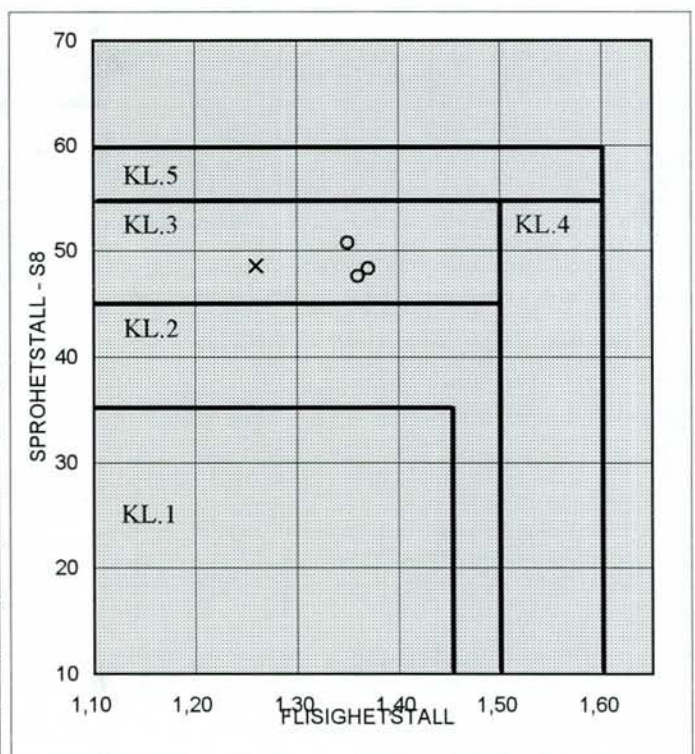
KOORDINATER : 537450/7053200
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 6/8-1996
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

| Kornstørrelse mm | 8 - 11,2 | | | | 11,2 - 16 | |
|-------------------------|----------|-----------------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Tegnforklaring | o | o | o | x | | |
| Flisighetstall-fl | 1,36 | 1,37 | 1,35 | 1,26 | 1,34 | 1,33 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 45,3 | 46,0 | 48,3 | 46,2 | | |
| Pakningsgrad | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 47,6 | 48,4 | 50,7 | 48,6 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 10,9 | 10,8 | 11,3 | 9,9 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 15,7 | 15,2 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde 25,0 | | | | |
| Middel fl 8-11,2 / S8: | 1,36 | / | 48,9 | Middel S2 : | 11,0 | |
| Middel fl 11,2-16/Km: | 1,34 | / | 15,5 | PSV : | 55 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,93 | 0,90 | 0,91 | Middel : | 0,91 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 6,4 | | | Densitet : | 2,74 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,31 | / | 11,9 | LA-verdi : | 30,7 | |



BERGARTS BESKRIVELSE:

Bergart: Middels- til grovkornet monsonitt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 15% amfibol, 15% glimmer, 5% skapolitt, 5% epidot, 3% kvarts, 3% titanitt, 2% kloritt og 2% apatitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
21. februar 1997

Sign.:
Eyolf Brichsen

KOMMUNE : Snillfjord
KARTBLADNR. : 1521-4
FOREKOMSTNR.: 1613-503

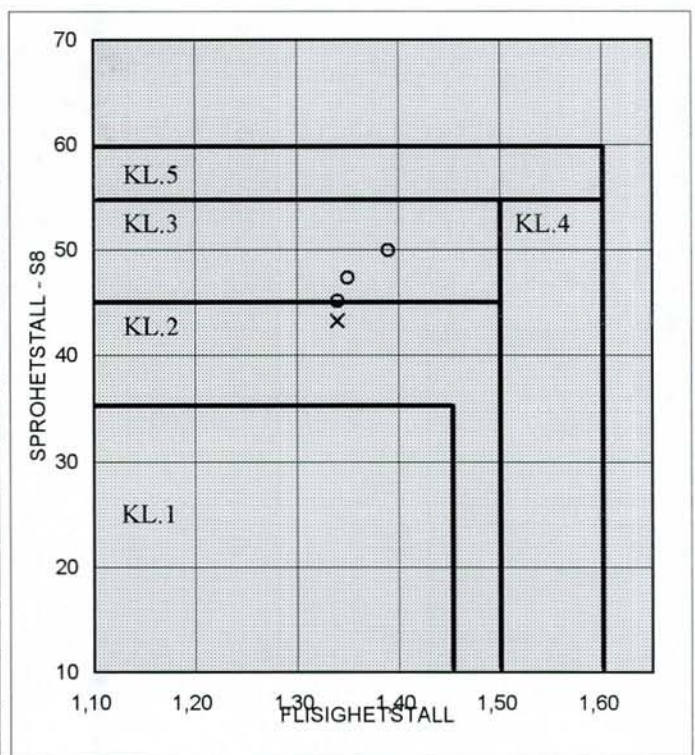
KOORDINATER : 512750/7027350
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 7/8-1996
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

| Kornstørrelse mm | 8 - 11,2 | | | | 11,2 - 16 | |
|-------------------------------|----------|-----------------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Tegnforklaring | o | o | o | x | | |
| Flisighetstall-fl | 1,34 | 1,35 | 1,39 | 1,34 | 1,36 | 1,37 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 45,1 | 45,1 | 47,6 | 41,2 | | |
| Pakningsgrad | 0 | 1 | 1 | 1 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 45,1 | 47,4 | 50,0 | 43,3 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 8,5 | 8,3 | 9,0 | 7,2 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 9,2 | 9,3 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde 23,8 | | | | |
| Middel flisighet 8-11,2 / S8: | 1,36 | / | 47,5 | Middel S2 : | 8,6 | |
| Middel flisighet 11,2-16/Km: | 1,37 | / | 9,3 | PSV : | 56 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,65 | 0,68 | 0,61 | Middel : | 0,65 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 4,5 | | | Densitet : | 2,71 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,32 | / | 12,3 | LA-verdi : | 21,3 | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet mylonitt.

Mineralinnhold: 40% feltspat, 25% kvarts, 15% amfibol, 10% glimmer, 5% epidot, 3% ilmenitt og 2% titanitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
21. februar 1997

Sign.:
Byel/Brichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Heggvik

Lab.prøve nr.: 960094

KOMMUNE : Snillfjord
KARTBLADNR. : 1521-4
FOREKOMSTNR.: 1613-504

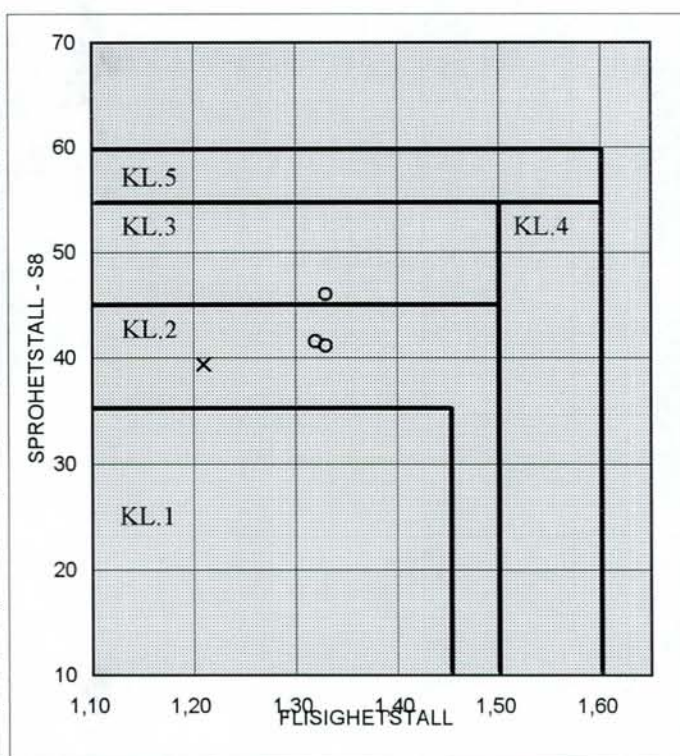
KOORDINATER : 512100/7027900
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 7/8-1996
SIGN. : EE

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 | 1,32 | 1,33 | 1,33 | 1,21 | 1,29 | 1,34 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 41,5 | 41,1 | 46,0 | 39,4 | | |
| Pakningsgrad | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 41,6 | 41,2 | 46,0 | 39,4 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 11,3 | 11,3 | 10,7 | 8,9 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 10,0 | 10,1 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde 23,5 | | | | |
| Middel flis 8-11,2 / S8: | 1,33 | / | 42,9 | Middel S2 : | 11,1 | |
| Middel flis 11,2-16/Km: | 1,32 | / | 10,1 | PSV : | 56 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,66 | 0,70 | 0,66 | Middel : | 0,67 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 4,4 | | | Densitet : | 2,68 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,30 | / | 10,5 | LA-verdi : | 26,3 | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet granodioritt.

Mineralinnhold: 55% feltspat, 25% kvarts, 7% amfibol, 7% glimmer, 3% ilmenitt, 2% titanitt og 1% epidot.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
21. februar 1997

Sign.:
Bydij Brichsen

KOMMUNE : Snillfjord
KARTBLADNR. : 1521-4
FOREKOMSTNR.: 1613-505

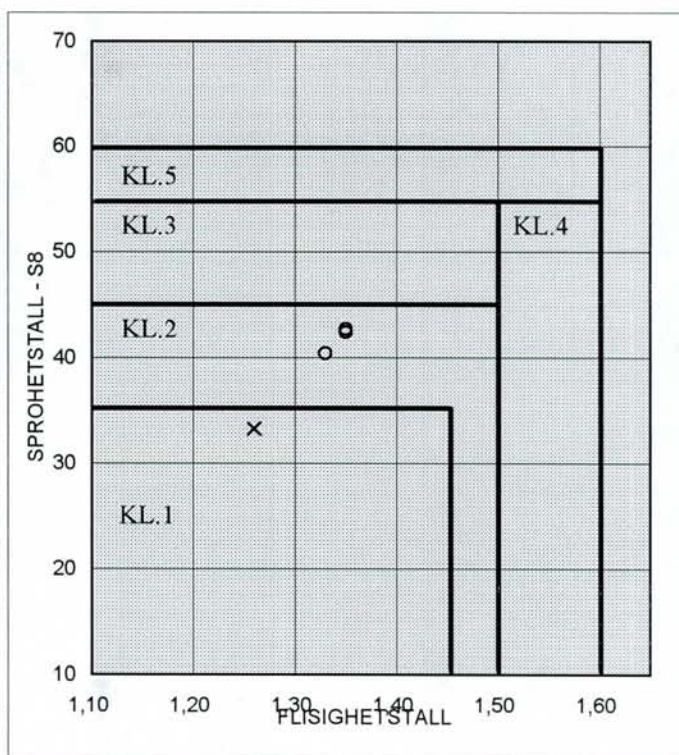
KOORDINATER : 511600/7033200
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 7/8-1996
SIGN. : EE

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 | 1,35 | 1,33 | 1,35 | 1,26 | 1,27 | 1,32 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 42,7 | 40,4 | 42,4 | 33,2 | | |
| Pakningsgrad | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 42,7 | 40,4 | 42,4 | 33,2 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 8,2 | 8,5 | 9,3 | 7,2 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 6,3 | 6,5 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde 23,4 | | | | |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,34 | / | 41,8 | Middel S2 : | 8,7 | |
| Middel fli 11,2-16/Km: | 1,30 | / | 6,4 | PSV : | 53 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,56 | 0,60 | 0,57 | Middel : | 0,58 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 3,7 | | | Densitet : | 2,64 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,29 | / | 11,6 | LA-verdi : | 19,6 | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet granitt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 30% kvarts, 10% glimmer, 3% epidot, 4% ilmenitt og 3% titanitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
21. februar 1997

Sign.:
Byoll Brichsen

KOMMUNE : Hemne
KARTBLADNR. : 1421-1
FOREKOMSTNR.: 1612-506

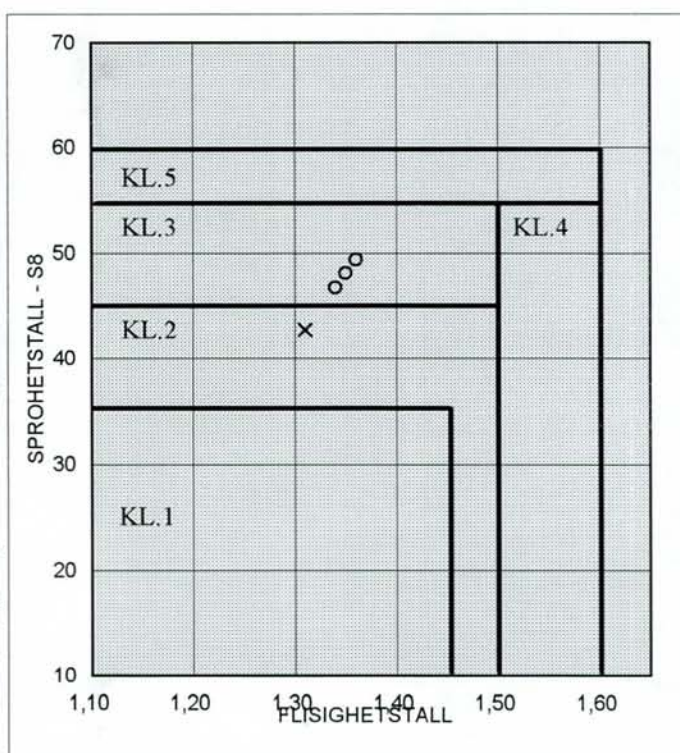
KOORDINATER : 507400/7031000
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 8/8 1996
SIGN. : EE

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 | 1,36 | 1,34 | 1,35 | 1,31 | 1,34 | 1,34 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 47,0 | 46,7 | 45,8 | 40,6 | | |
| Pakningsgrad | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 49,4 | 46,7 | 48,1 | 42,7 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 9,7 | 10,1 | 9,5 | 8,8 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 9,4 | 8,2 |
| Laboratorieknust i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde: | | | | 22,0 |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,35 | / | 48,1 | Middel S2 : | 9,8 | |
| Middel fli 11,2-16/Km: | 1,34 | / | 8,8 | PSV : | 52 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,53 | 0,57 | 0,60 | Middel : | 0,56 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 3,9 | | | Densitet : | 2,68 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,30 | / | 9,6 | LA-verdi : | 23,3 | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE:

Bergart: Middelskornet tonalittisk gneis som er parallellorientert.

Mineralinnhold: 55% feltspat, 20% kvarts, 15% glimmer, 4% amfibol, 3% ilmenitt, 2% titanitt og 1% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
2. januar 1997

Sign.:
Byolf Brichsen

KOMMUNE : Hemne
KARTBLADNR. : 1421-1
FOREKOMSTNR.: 1612-507

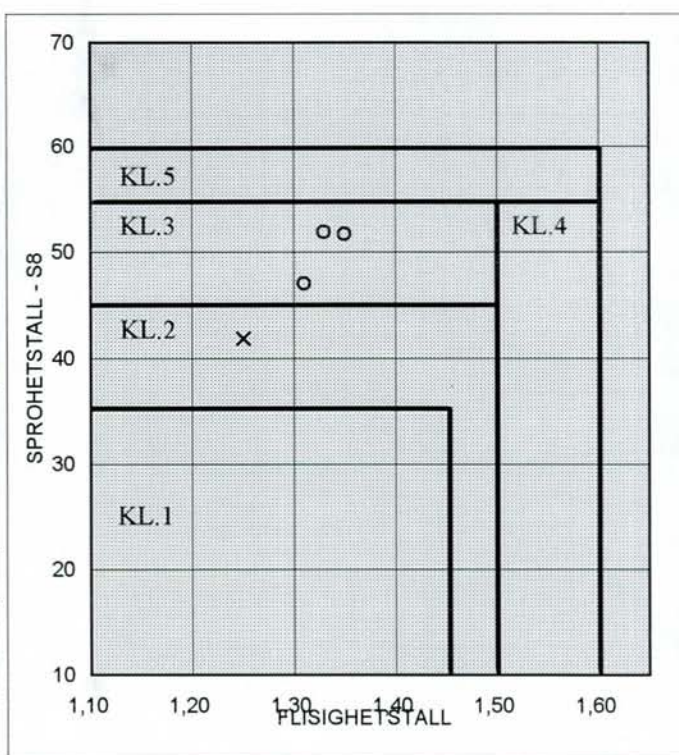
KOORDINATER : 507750/7029600
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 8/8 1996
SIGN. : EE

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 | 1,35 | 1,31 | 1,25 | 1,29 | 1,29 |
| Ukorr. Sprøhetstall-S0 | 49,4 | 51,7 | 47,0 | 41,9 | | |
| Pakningsgrad | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| Sprøhetstall-S8 | 51,9 | 51,7 | 47,0 | 41,9 | | |
| Materiale < 2mm-S2 | 13,6 | 14,0 | 13,5 | 10,6 | | |
| Kulemølleverdi, Km | | | | | 8,4 | 8,1 |
| Laboratoriekunst i %: | 100 | % andel 8-11,2 av tot.mengde: | | | | 20,5 |
| Middel fli 8-11,2 / S8: | 1,33 | / | 50,2 | Middel S2 : | 13,7 | |
| Middel fli 11,2-16/Km: | 1,29 | / | 8,3 | PSV : | 46 | |
| Abrasjonsverdi-a: | 0,45 | 0,50 | 0,49 | Middel : | 0,48 | |
| Sa-verdi (a * sqrt S8): | 3,4 | | | Densitet : | 2,61 | |
| Flis/Flakindeks 10-14: | 1,27 | / | 7,4 | LA-verdi : | 27,2 | |



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet granitt som er svakt orientert.

Mineralinnhold: 65% feldspat, 30% kvarts, 2% glimmer, 2% titanitt og 1% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
2. januar 1997

Sign.:
Byolf Erichsen