


NGU Rapport 96.152

Kystnære store pukkverk i Norge,
forprosjekt med Fosen som prøveområde.

Rapport nr.: 96.152		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Kystnære store pukkverk i Norge, forprosjekt med Fosen som prøveområde.			
Forfatter: Eyolf Erichsen og August Nissen		Oppdragsgiver: NGU, NT-programmet	
Fylke: Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag		Kommune: Osen, Roan, Åfjord, Leksvik	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1623-4 Osen, 1523-2 Stokksund, 1622-3 Leksvik	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 77	Pris: 275,-
Feltarbeid utført: juni-august 1994 / juni 1996		Rapportdato: 13. januar 1997	Prosjektnr.: 2634.00
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>Etter initiativ fra Sør-Trøndelag Fylkeskommune ble kommunene på Fosen-halvøya oppfordret til å lokalisere egnede områder for etablering av kystnære store pukkverk. Fire av kommunene fulgte oppfordringen og det videre arbeidet har vært konsentrert om Langstrandheia (Osen kommune), Skjøråfjorden (Roan og Åfjord kommune) og Sjertuliheia (Leksvik kommune).</p> <p>Prosjektet er gjennomført som en del av «samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen». Prosjektet er definert som et forprosjekt for det mer landsomfattende prosjektet for kartlegging av store kystnære pukkverk som er tenkt gjennomført fra Vest-Agder til Troms.</p> <p>Bergartskvalitet er vanskelig å vurdere samlet i og med at kravene varierer avhengig av bruksområdet og innbyrdes mellom landene i Europa. Generelt vurderes bergartskvalitete som middels til svak for Langstrandheia og middels for Raudhammaren og Sjertuliheia i forhold til kvalitetskrav til byggeråstoffer i England, Tyskland, Frankrike, Nederland, Belgia og Norge. For etablering av storskala drift vurderes området ved Langstrandheia som uinteressant pga. av for dårlig bergartskvalitet. Også bergartskvaliteten for de to øvrige områdene er på grensen av hva som bør aksepteres som minimumskrav.</p> <p>Berggrunnen innenfor alle tre områdene varierer en del. Ut fra densitetsanalysene og pakningsgraden etter fallprøven vurderes berggrunnen innenfor Langstrandheia og Sjertuliheia som homogen, mens Raudhammaren bedømmes som mindre homogen.</p> <p>Densiteten bør være så lav som mulig (helst < 2,80) og er i så måte i høyeste laget innenfor Raudhammaren. I de to andre områdene er verdiene bedre.</p>			
Emneord: Ingeniørgeologi	Byggeråstoff	Mikroskopering	
Fallprøve	Abrasjon	Kulemølle	
Los Angeles	Pukk	Fagrapport	

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
KONKLUSJON	4
1 FORORD	5
2 INNLEDNING	6
3 METODIKK	7
3.1 VALG AV OMRÅDER	7
3.2 FELTUNDERSØKELSER.....	8
4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER	9
5 RESULTATER	12
5.1 LANGSTRANDHEIA (OSEN KOMMUNE)	12
5.1.1 <i>Geologi</i>	13
5.1.2 <i>Uttaksmuligheter</i>	14
5.1.3 <i>Analyseresultater - vurdering</i>	19
5.1.4 <i>Anvendelse som byggeråstoff</i>	21
5.2 SKJØRAFJORDEN (ÅFJORD/ROAN KOMMUNE)	23
5.2.1 <i>Geologi</i>	24
5.2.2 <i>Uttaksmuligheter</i>	25
5.2.3 <i>Analyseresultater - vurdering</i>	29
5.2.4 <i>Anvendelse som byggeråstoff</i>	30
5.3 SJERTULIHEIA (LEKSVIK KOMMUNE)	32
5.3.1 <i>Geologi</i>	33
5.3.2 <i>Uttaksmuligheter</i>	34
5.3.3 <i>Analyseresultater - vurdering</i>	38
5.3.4 <i>Anvendelse som byggeråstoff</i>	39
6 SAMLET VURDERING AV METODIKK OG RESULTATER	41
6.1 METODIKK	41
6.2 RESULTATER	41
7 REFERANSE	44

VEDLEGGSLISTE

Vedlegg A	:	Beskrivelse av laboratoriemetoder
Vedlegg C	:	Norske kvalitetskrav for knust tilslag
Vedlegg D	:	Europeiske krav for knust tilslag
Vedlegg 1/16	:	Analyseresultater

KONKLUSJON

Resultatene for de tre undersøkte områdene i kommunene Osen (Langstrandheia), Åfjord (Raudhammaren) og Leksvik (Sjertuliheia) er sammenstilt i følgende tabell;

Kriterier	Langstrandheia	Raudhammaren	Sjertuliheia
Plassering	Gunstig	Gunstig	Gunstig
Reserver	Gunstig	Gunstig	Gunstig
Sjodybde	Gunstig / ?	Gunstig	Gunstig
Densitet	Gunstig	Mindre gunstig	Gunstig
Berggrunnens homogenitet	Gunstig	Mindre gunstig	Gunstig
Bergartskvalitet	Middels - Svak	Middels	Middels
Miljøforhold	Gunstig	Gunstig	Gunstig

Bergartskvalitet er vanskelig å vurdere samlet i og med at kravene varierer avhengig av bruksområdet og innbyrdes mellom landene i Europa. Generelt vurderes bergartskvalitete som middels til svak for Langstrandheia og middels for Raudhammaren og Sjertuliheia i forhold til kvalitetskrav til byggeråstoffer i England, Tyskland, Frankrike, Nederland, Belgia og Norge.

For etablering av storskala drift vurderes området ved Langstrandheia som uinteressant pga. av for dårlig bergartskvalitet. Også bergartskvaliteten for de to øvrige områdene er på grensen av hva som bør aksepteres som minimumskrav.

Rent uttaksmessig er alle tre områder egnet for uttak basert på dagbruddsdrift. Ved å plassere nødvendige anlegg mest mulig skånsomt i terrenget vil anleggene effektivt kunne skjermes for innsyn. Berggrunnen innenfor alle tre områdene varierer en del. Ut fra densitetsanalysene og pakningsgraden etter fallprøven vurderes berggrunnen innenfor Langstrandheia og Sjertuliheia som homogen, mens Raudhammaren bedømmes som mindre homogen. Densiteten bør være så lav som mulig (helst $< 2,80$) og er i så måte i høyeste laget innenfor Raudhammaren. I de to andre områdene er verdiene bedre med tanke på storskala drift for eksport.

Prøvetaking ved utsprengning av prøver fra dagoverflaten kan gi feil resultat for bedømmelse av mekaniske egenskaper. Når prøvene taes lengre ned i dagfjellsonen viser resultater fra Nord-Fosen pukkverk en forbedring på inntil 30%, for de fleste mekaniske testmetodene. Det antas at årsaken til svekkelsen i de mekaniske egenskapene skyldes svak forvitring i dagfjellsonen. For å unngå problemet anbefales at det ved denne type undersøkelser taes referanseprøver av friskt representativt materiale, fortrinnsvis fra nærliggende vegskjæringer, på et dyp under dagfjellsonen. Referanseprøvene kan så sammenholdes med prøver tatt innenfor leteområdet. Det vil være behov for berggrunnskartlegging både innenfor leteområdet, men også å få kartlagt hvor det er mulig å få tatt friske representative prøver for området.

1 FORORD

Eksport av pukk har vært økende det seneste ti-året. Flere selskap, både nasjonale og utenlandske, 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 NGU å gjennomføre en ressurskartlegging for å avgrense mulige uttaksområder for pukk langs kyststrekningen 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.

2 INNLEDNING

Etter initiativ fra Sør-Trøndelags Fylkeskommune ble kommunene på Fosen-halvøya oppfordret til å lokalisere områder der de naturgitte forutsetningene er tilstede for etablering av kystnære store pukkverk. Arbeidet ble koordinert gjennom Fosen Regionråd som er et interkommunalt samarbeidsorgan. Fire av kommunene fulgte oppfordringen og det videre arbeidet har vært konsentrert om Langstrandheia (Osen kommune), Skjøråfjorden (Roan og Åfjord kommune [3]) og Sjørtuliheia (Leksvik kommune [4]).

Prosjektet er utført innenfor «samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen». Prosjektet er gjennomført som forprosjekt for et landsomfattende prosjekt for kartlegging av store kystnære pukkverk som er tenkt gjennomført fra Vest-Agder til Troms. Prosjektet hadde følgende delmål:

1. Utarbeide en undersøkelsesmetodikk for det planlagte prosjektet kystnære store pukkverk i Norge.
2. Undersøke uttaksmulighetene for tre utvalgte områder på Fosen-halvøya basert på geologisk kartlegging og mekanisk prøvetaking.
3. Opparbeide erfaring og rutiner med de nye CEN-laboratoriemetodene Los Angeles og poleringstest (PSV).

På grunn av problemer med prøvetakingsmetodikken, ble prosjektet utvidet og forlenget i tid. Det viste seg at flere av de mekaniske testprøvene var påvirket av svak overflateforvitring. Det ble derfor bestemt å ta nye mekaniske testprøver fra henholdsvis Nord-Fosen pukkverk i Osen kommune og fra friske vegskjæringer i Åfjord kommune. Resultatene fra prøvetakingen i Nord-Fosen pukkverk er rapportert i en egen delrapport, NGU rapport 96.153.

I prosjektet er lagt vekt på å utarbeide en metodikk for berggrunnsgeologiske - og ingeniørgeologisk kartlegging for denne type objektrettede undersøkelser. I tillegg er det lagt ned mye arbeide i å visualiserer effekten av store inngrep i terrenget i form av dagbrudd. For dette arbeidet er det benyttet et verktøy for digitale terrenngmodellering (SiteWorks og Micro-Station). Verktøyet er også benyttet for volumberegning for det enkelte uttak.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden juli-september 1994 og juni 1996 av Eyolf Erichsen, Norodd Meisfjord og August Nissen, alle NGU.

3 METODIKK

3.1 Valg av områder

For dette prosjektet var aktuelle leteområdene på forhånd valgt ut av kommunene. En generell beskrivelse av hvilke kriterier som bør vektlegges ved utvalg av nye mulige uttaksområder for pukk, er tatt med for helhetens skyld. I tabell 1 er det angitt en del viktige kriterier [6].

Kriterier	Beskrivelse
Plassering	Nærhet til sjø, < 2-3km
Reserver	Minimum 250 millioner tonn
Sjødybde	Minimum 12 meter for båter med Panmax størrelse (65.000 tonn)
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 innfries
Miljøforhold	Innsyn mot anlegget, avstand til bebyggelse, forurensing

Tabell 1. Kriterier for kystnære store pukkverk.

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 ifra 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 tettbebygde områdene enn hva som ellers vil være tilfelle ved dagbruddsdrift.

Forekomster i størrelsesorden 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 [5].

Ressursgrunnlaget for store pukkverk med årsproduksjon i størrelsesorden 5 mill. tonn bør være minimum 250 mill. tonn (50 års drift) [6]. Nyetablering av kystnære store pukkverk vil sannsynligvis i en oppstartingsfase ha en lavere årsproduksjon og deretter over tid bygge seg opp til full produksjonskapasitet. Det som er nødvendig er 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 en bør kontakte Fylkesmannen ved miljøvernavdeling, Fylkeskommunen og berørte kommuner. 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 Feltundersøkelser

Feltundersøkelser av nye pukkeforekomster består av berggrunnsgeologisk og ingeniørgeologisk kartlegging. Formålet er å kartlegge parametre som har betydning ved uttak og produksjon av pukk. Resultatene vil gi en oversikt over registrerte variasjoner i berggrunnens egenskaper og kvalitet slik at man i en eventuell driftsfase ikke kommer ut for uventede overraskelser.

Kartlegging innebærer i første rekke registrering og avgrensning av bergartstyper. Andre viktige parametre er registrering av bergartenes kornstørrelse, tekstur og homogenitet. I tillegg kartlegges struktur, sprekkefrekvens- og retning, overflateforvitring, radioaktivitet og ikke minst mekaniske og fysiske parametre. Radioaktiviteten registreres med et bærbart scintillometer som gir utslag for stråling fra berggrunnen. Undersøkelse av mekaniske og fysiske egenskaper medfører en del prøvetaking. Omfanget av prøvetakingen justeres i forhold til variasjonen i områdets geologi, og på basis av kvalitative forskjeller som kan registreres ved overflatekartlegging av bergartene. Prøvetakingen utføres 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.

I enkelte tilfeller kan det være aktuelt med kjerneboring for å dokumentere forholdene mot dypet.

4 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Følgende analyser er utført ved NGU; densitet, fallprøven (sprøhet, flisighet, pakningsgrad), abrasjon, kulemølle og Los Angeles (vedlegg 1- 16). Poleringstest, Polished Stone Value (PSV), er utført av Messrs. Sandberg, England. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig av August Nissen og Harald Skålvoll, begge 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 [7] 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 eller steinklassen, som er en kombinasjon av sprø- og flisighetstallet, og abrasjonsmetoden. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) og 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	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
"	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 innfries, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfries 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 tildels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene [8]. 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 kvalitetkrav 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.

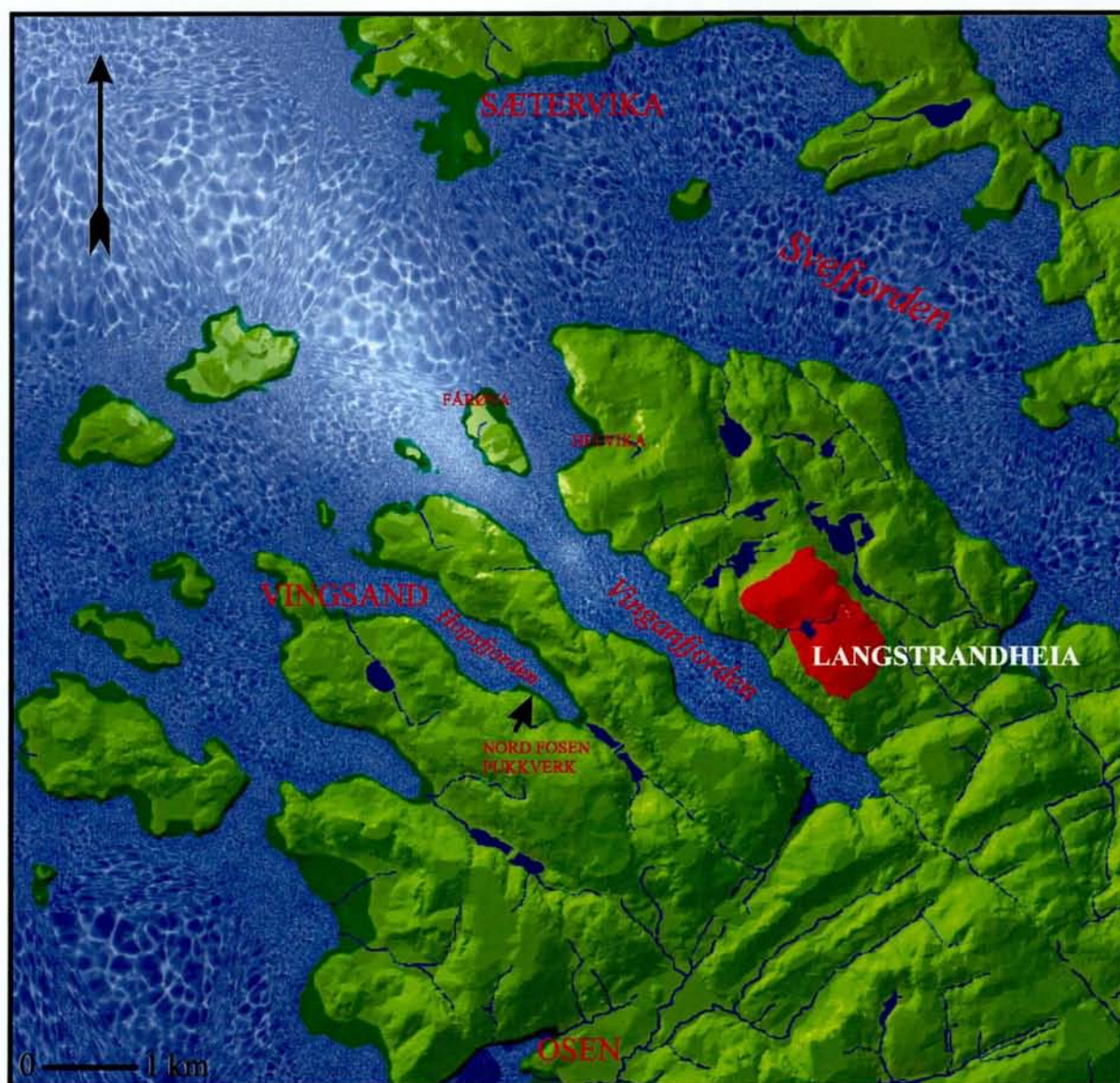
Generelt bør kravene for normal trafikkerte veger innfries, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfries for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet.

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 Langstrandheia (Osen kommune)

Langstrandheia ligger ca. 6 km nordøst for Osen sentrum på halvøya mellom Vinganfjorden og Svefjorden (figur 1). Det undersøkte område er et flattliggende fjellplatå på ca. 300-360 meters høyde. På den ene siden av platået stuper fjellsiden steilt ned i Vinganfjorden mot sørvest. Området er godt blottlagt, men med stedvis glissen overdekning i dalsenkninger oppe på platået. Nærmeste tettsted er Vingsand ved Hopsfjorden der også Nord-Fosen pukkverk har sitt uttak.

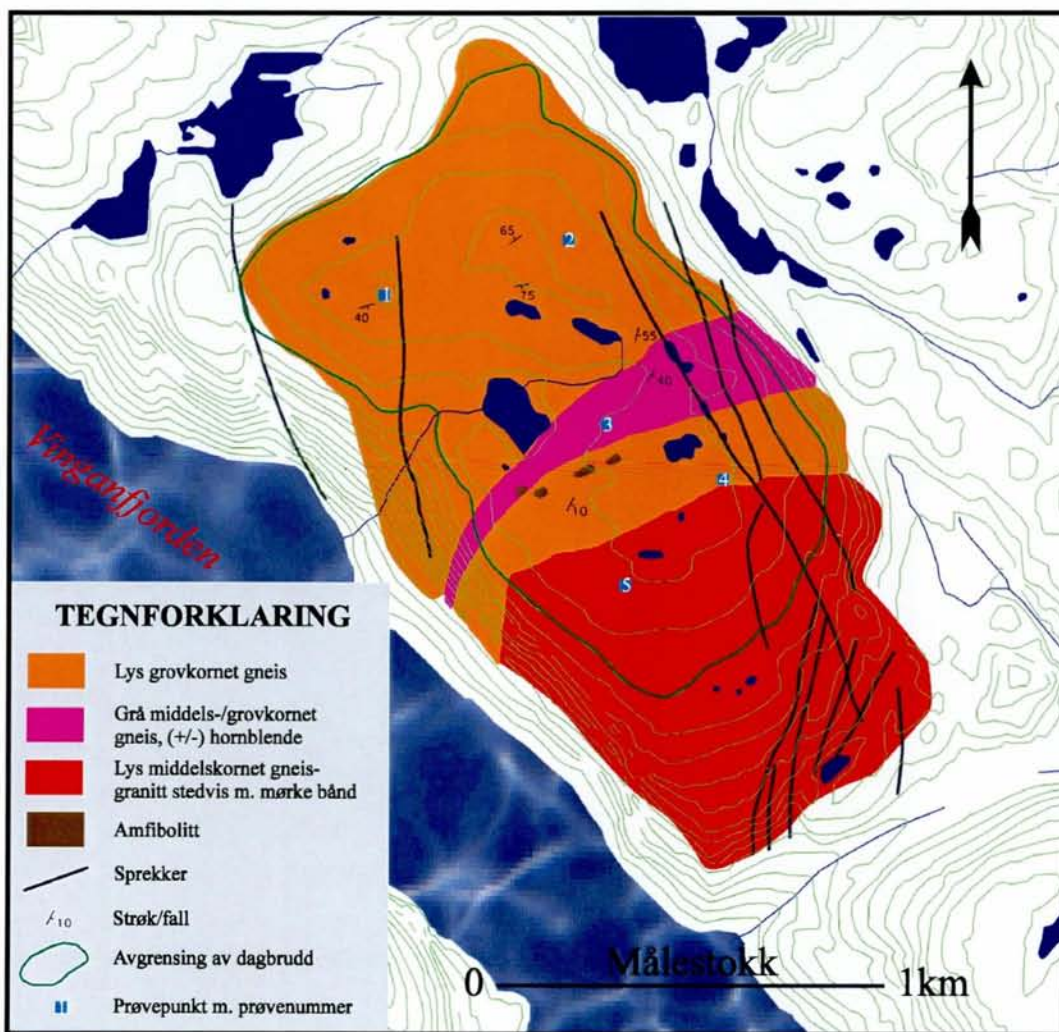


Figur 1. Langstrandheia. Leteområde er angitt med rødt.

5.1.1 Geologi

Området består av tre bergartstyper; lys grovkornet gneis, grå middels-/grovkornet gneis og lys middelskornet gneisgranitt (figur 2). Et alminnelig trekk hos de tre bergartene er at man i tynn-slip ser en god del mikrosprekker i mineralkornene. Dette sees tydeligst i de lyse mineralene, kvarts og feltspat. I den østlige-/sydøstlige delen av området opptrer en del utholdende sprekker. Disse kan tydelig sees på flyfoto.

Den lyse grovkornete gneisen som dekker størst areal, opptrer i to adskilte områder, det største som dominerer den nordlige del av området er adskilt fra det mindre av den grå middels- til grovkornete gneisen. Den lyse grovkornete gneisen er vanligvis tydelig foldet. Noen fremherskende foliasjonsretning sees derfor ikke. Stedvis kan den være svakt øyegneisaktig. I den sørøstlige delen av det nordlige området sees en del inneslutninger av amfibolitt, men så små at de ikke kan fremstilles på kartet. I det minste arealet opptrer tre amfibolittiske kropper som kommer frem på kartet.



Figur 2. Geologisk kart m. prøvepunkt.

Den grå middels-/grovkornete gneisen dekker minst areal og danner et kileformet areal i den midtre del av området. Det som gir den mørkere fargen er høyere innhold av både biotitt og hornblende enn i bergarten beskrevet ovenfor, men den fører også enkelte lyse kvarts-/feltspatrike slirer og bånd.

Den sydlige delen av området består av den lyse middelskornete gneisgranitten. Dette er den lyseste bergarten i området. Mengden av mørke mineraler er lavere enn de to bergartene beskrevet ovenfor. De mørke mineralene er jevnt fordelt i bergarten, men man ser en svak foliasjon i håndstykke. I felt ser bergarten meget homogen ut. I tillegg sees tydelig eksfoliasjon av bergarten, som også framkommer på flyfoto.

Det har ved kartlegging i dagen ikke vært mulig å påvise noen form for overflateforvitring. De radiometriske målingene i området viser lav radioaktiv stråling, varierende mellom 2-4 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.1.2 Uttaksmuligheter

Landstrandheia er et ideelt område for uttak basert på dagbruddsdrift. Det er gode muligheter for å skjerme bruddet og tilhørende anlegg for innsyn. Figur 3 viser et utkast til driftsopplegg med plassering av dagbrudd, knuse-/sikteverk og utskipningshavn. Anleggene er tilpasset de topografiske forholdene og skjermes mest mulig for innsyn. Bruddkanten på dagbruddet er plassert langs høydekoten 300 moh, mens den totale skråningsvinkel i bruddet er satt til ca. 50° som bør være akseptabelt ut fra stabilitetshensyn. Sålen i bruddet er på 200 moh. Figur 4



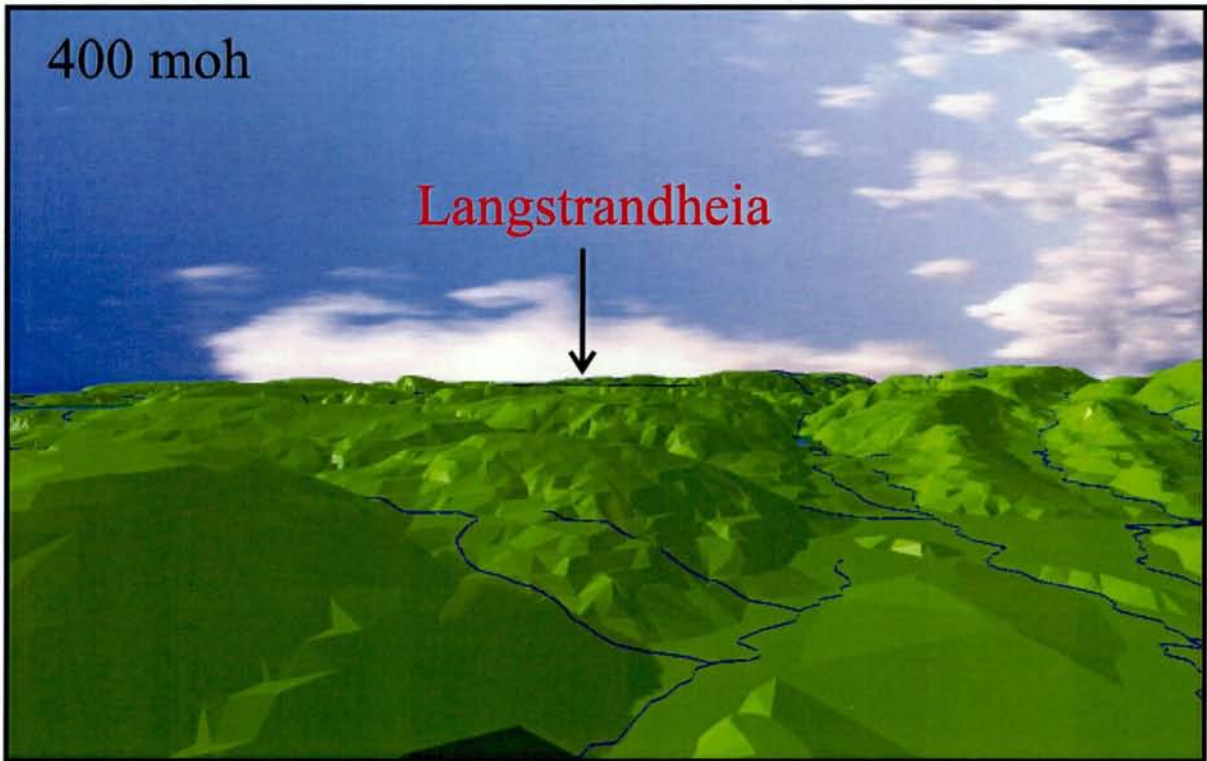
Figur 3. Utkast til plassering av anlegg.



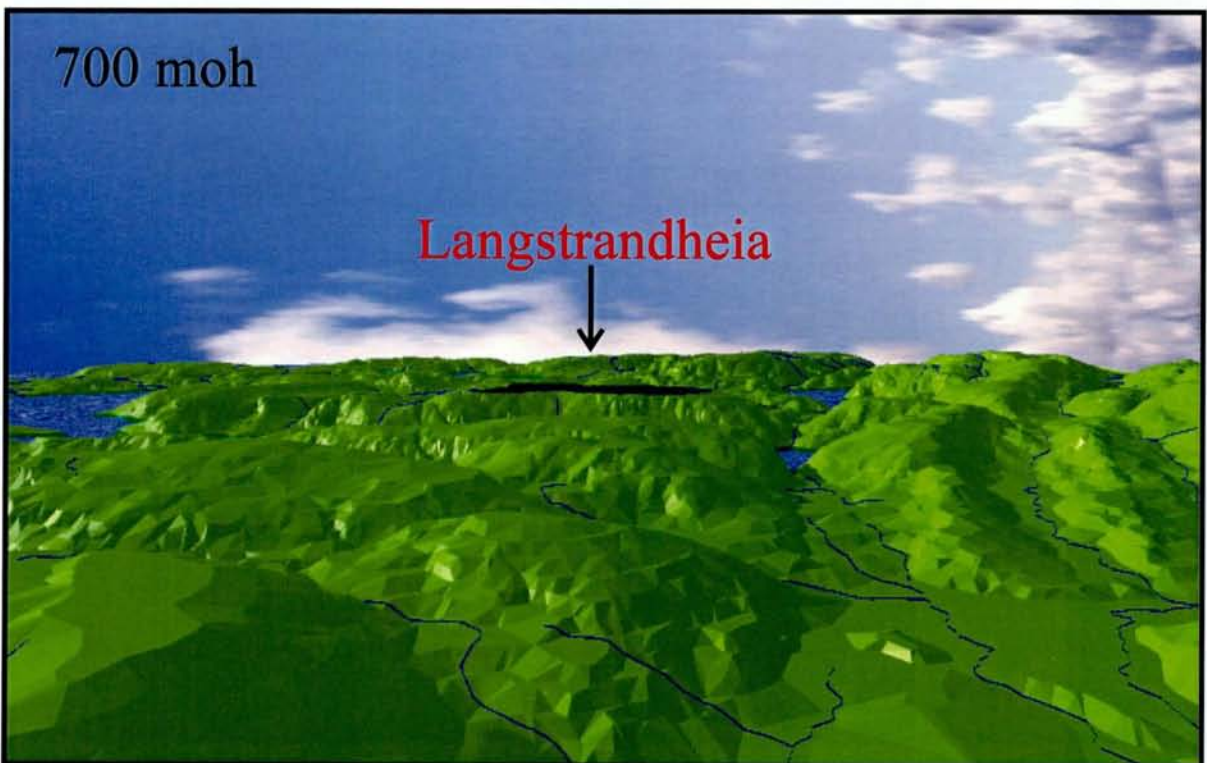
Figur 4. Langstrandheia sett i perspektiv mot nord.

viser samme situasjon som figur 3, men sett i perspektiv med retning mot nord. Deler av fjellflaten er gjort transparent slik at forslaget til transport- og lageropplegg plassert inn i fjellet kan sees. Figurene 5 til 10 viser innsyn mot Langstrandheia sett fra henholdsvis Osen sentrum, Vingsand og Sætervika fra ulike høyder angitt med meter over havet (moh).

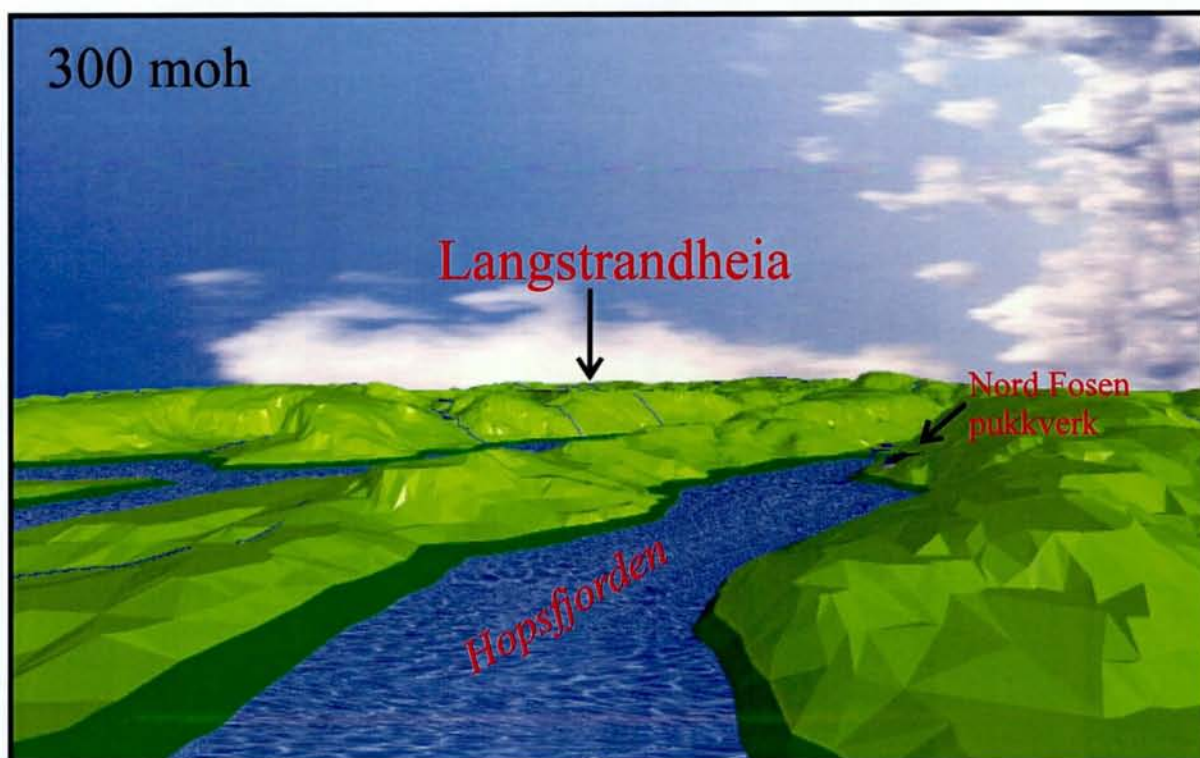
Vinganfjorden har bredde-/dybdeforhold som kan ta imot store skip. Bunnforholdene er dog ikke undersøkt nærmere ut over det som kan leses av et vanlig topografisk kart i målestokk 1:50.000. Et problem er strømkabelen over til Sætervika som går som luftkabel fra fastlandet til Fårøya (se figur 1). Den har en høyde på 28 moh ved høy vannstand. En båt på 15.000 dwt. krever minimum 32 m fri høyde. Et alternativ er å legge kabelen som sjøkabel, eventuelt at frakten kan skje mellom Fårøya og Helvika. Her er dybdeforholdene mindre



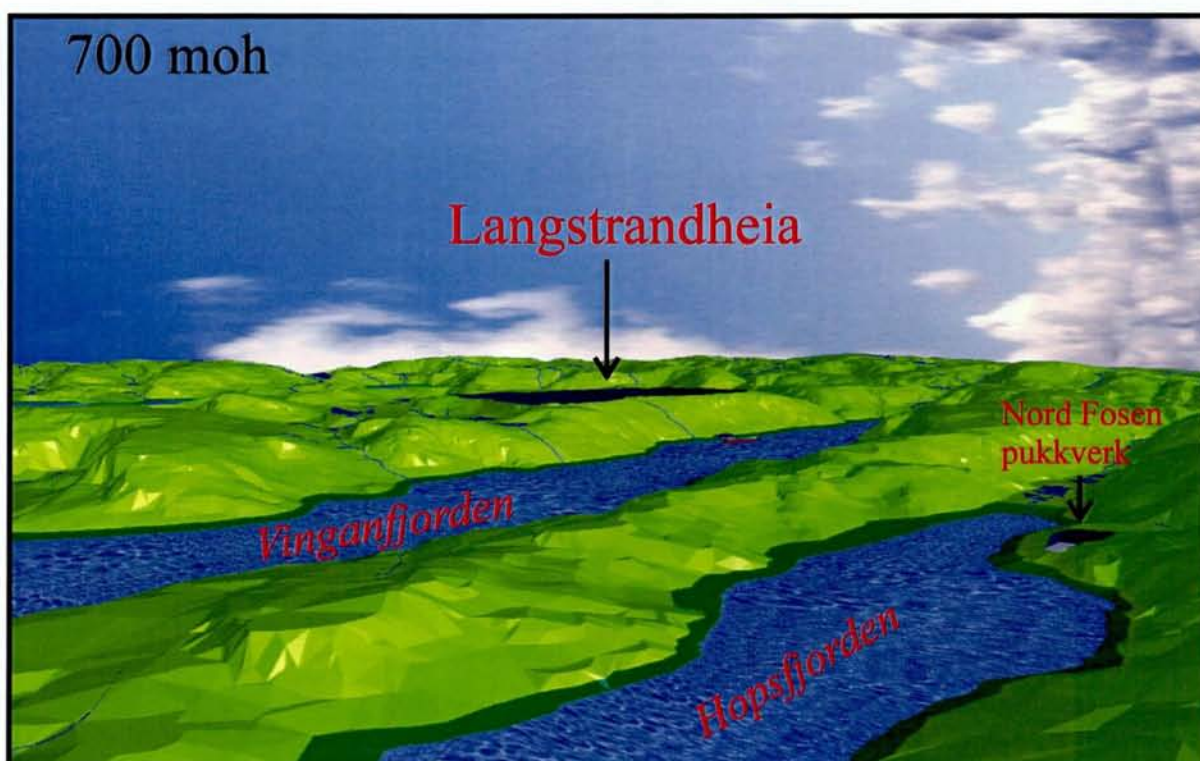
Figur 5. Innsyn mot Langstrandheia sett fra Osen sentrum , 400 moh.



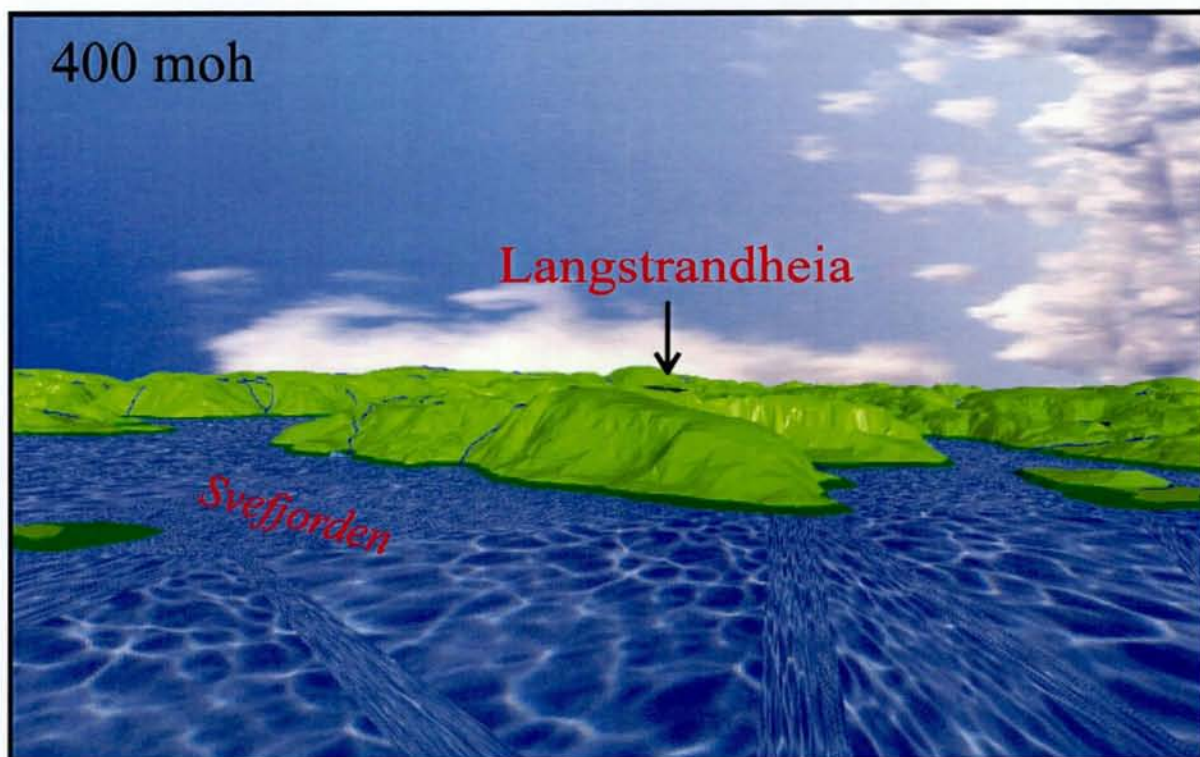
Figur 6. Innsyn mot Langstrandheia sett fra Osen sentrum, 700 moh.



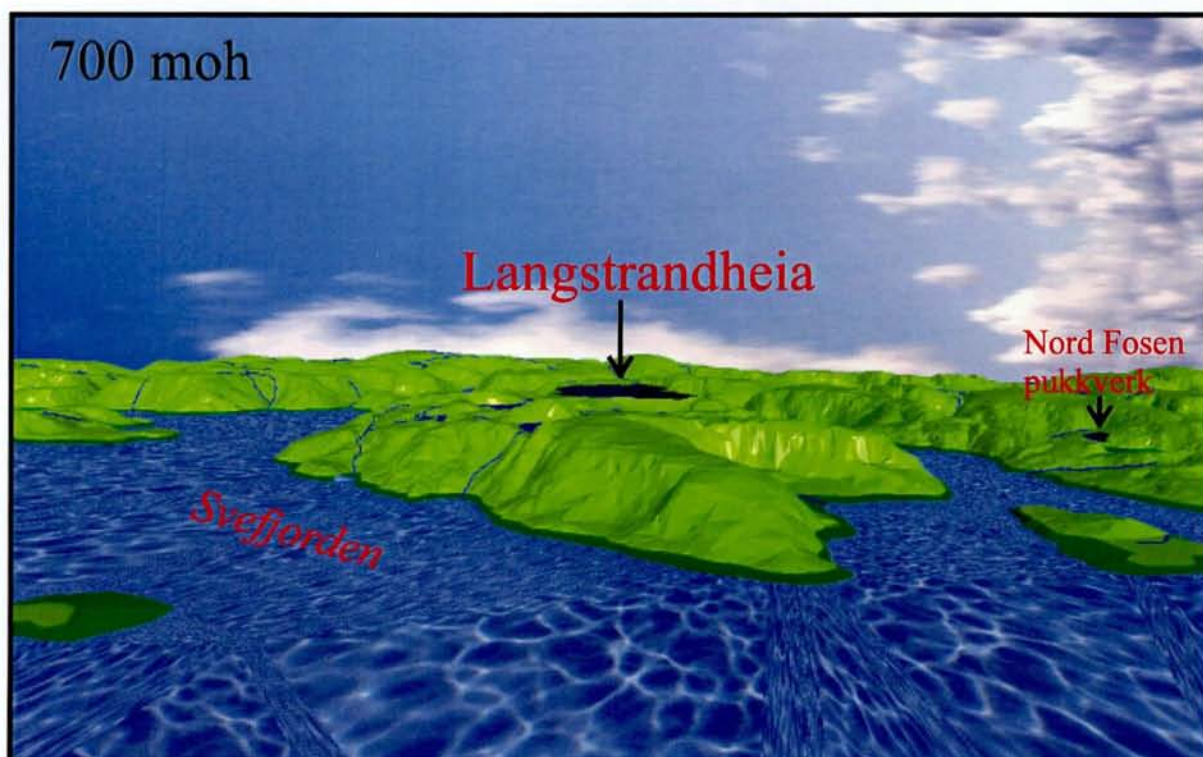
Figur 7. Innsyn mot Langstrandheia sett fra Vingsand, 300 moh.



Figur 8. Innsyn mot Langstrandheia sett fra Vingsand, 700 moh.



Figur 9. Innsyn mot Langstrandheia sett fra Sætervika, 400 moh.



Figur 10. Innsyn mot Langstrandheia sett fra Sætervika, 700 moh.

gunstige (maks. 17 m dyp ?). Et tredje alternativ er å legge utskipningsanlegget i forbindelse med Svefjorden. Dette vil medføre noe lengre transport av massene fram til kai.

Totale reserver innenfor det vurderte området vil variere avhengig av hvor dypt sålen på bruddet plasseres. Tabell 4 viser reservegrunnlag beregnet for to ulike nivå på sålens høyde over havet. Reserveanslaget angitt i tonn er beregnet med en densitet på 2,69 (se tabell 6).

Såle moh	Reserver i mill. fm ³	Reserver i mill. tonn
200	134	360
150	162	435

Tabell 4. Reserver i millioner faste kubikkmeter (fm³) og tonn.

5.1.3 Analyseresultater - vurdering

Samtlige prøver er sprengt ut fra dagoverflaten. Figur 2 viser hvor prøvene er tatt. Tynnslip-analyser og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 5 og 6. Tabellene er gruppert etter hvilken bergartssone prøvene er tatt fra. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 1 - 5.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Kv	Felts	Glim	Amf	Klor	Mag	Apa
1	Gneis	Fin-/Middelskornet	svakt orientert	20	50	15	15			
2	Gneis	Fin-/Middelskornet	svakt orientert	20	64	6	7	2	1	
4	Gneis	Middels-/Grovkornet	granulær	25	53	20			1	1
3	Gneis	Fin-/Middelskornet	svakt orientert	20	50	15	15			
5	Gneisgranitt	Middelskornet	granulær	25	69	3	2		1	

Tabell 5. Tynnslipanalyse, Langstrandheia. Mineralinnhold i %.

Kv - kvarts, Felts - feltspat, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Klor - kloritt, Mag - magnetitt, Apa - apatitt.

Prøve	Densitet	Pak.grad	Sprøhet	Flisighet	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle	LA-verdi	PSV
1 (sone 1)	2,66	2	65,1	1,33	0,94	7,6	18,4	55,2	57
2 (sone 1)	2,69	2	72,0	1,34	1,12	9,5	-	60,0	57
4 (sone 1)	2,69	2	69,3	1,32	1,06	8,8	30,4	70,7	61
Gj.snitt (sone 1)	2,68	-	68,8	1,33	1,04	8,6	24,4	62,0	58
Std.avvik (sone 1)	0,01	-	2,8	0,01	0,07	0,8	6,0	6,5	2
3 (sone 2)	2,78	2	64,1	1,36	0,99	7,9	26,6	51,0	57
5 (sone 3)	2,62	2	63,4	1,31	0,69	5,5	11,0	37,9	54
Gj.snitt alle prøver	2,69	-	66,8	1,33	0,96	7,9	21,6	55,0	57
Std.avvik alle prøver	0,05	-	3,3	0,02	0,15	1,4	7,5	10,8	2

Tabell 6. Mekaniske egenskaper, Langstrandheia.

Resultatene av de mekaniske analysene er bemerkelsesverdig dårlige sett i forhold til “normalverdier” for gneisbergarter. Både sprøhetstallene og spesielt abrasjonsverdiene, som NGU har mest erfaringsdata på gjennom informasjon fra Pukkregisteret, viser ekstremt høye verdier i forhold til det som er vanlig for denne type bergarter. Statistikk fra Pukkregisteret viser for 218 gneisbergarter (gneis, gneisgranitt og øyegneis) et gjennomsnittlig sprøhetstall på 44,0 med standardavvik 6,9. Tilsvarende tall for 179 abrasjonsverdier gir en gjennomsnitt på 0,51 med standardavvik 0,09.

Årsaken til de dårlige mekaniske analyseresultatene må tillegges forvitring av prøvematerialet. Resultater fra Nord-Fosen pukkverk, der geologien i henhold til berggrunnskartet [10] er den samme som på Langstrandheia, viser en forbedring på inntil 30%, for de fleste mekaniske testmetodene, når prøven taes lengre ned i dagfjellsonen [9]. Selv om det ikke er observert noe omfattende forvitring ved kartleggingen, antas det at årsaken til de dårlige analyseresultatene skyldes svak forvitring i dagfjellsonen. De registrerte mikrosprekkene som kan sees i tynnslip, kan også være med på å forklare de dårlige verdiene.

Når de mekaniske egenskapene sammenholdes med geologien i området, framkommer følgende trekk. Prøve 1, 2 og 4 er tatt innenfor bergartssonen med lys grovkornet gneis, heretter kalt sone 1, prøve 3 innenfor sonen med grå middels- til grovkornet gneis, heretter kalt sone 2 og prøve 5 av den lyse middelskornete gneisgranitten, heretter kalt sone 3 (figur 2 og tabell 6). Både densitets-, sprøhets- og Los Angeles resultatene viser verdier som skiller mellom de tre bergartssonene. Densiteten er høyest for sone 2 og lavest for sone 3. Sone 1 viser mellomliggende verdier. Sone 1 viser de høyeste sprøhetstallene og Los Angeles-verdiene, mens sone 3 viser de laveste. Sone 3 viser også lavest verdi for de øvrige mekaniske egenskapene.

Forbedringen i de mekaniske egenskaper mellom sone 1 og 3 kan muligens forklares ved at kornstørrelsen reduseres. Dette til tross for at tynnslipanalysene i tabell 2 angir et noe annet forhold mht. kornstørrelse enn det tegnforklaringen på det geologiske kartet (figur 2). En må anta at det geologiske kartet er mer korrekt mht. registrering av kornstørrelsesvariasjoner enn resultatene fra "tilfeldige utvalgte tynnslip" i tabell 2. Vurderingene må sees i lys av at prøveantallet innenfor de tre bergartstypene er begrenset og at forvitningsgraden mellom prøvene kan variere.

5.1.4 Anvendelse som byggeråstoff

Det kan ikke trekkes klare konklusjoner mht. hva bergartene på Langstrandheia kan benyttes til som byggeråstoff. Forvitring av prøvematerialet gjør at det er vanskelig å bedømme de mekaniske egenskapene. Egenskapene vil med stor sannsynlighet forbedres mot dypet.

I og med at geologien innefor Nord-Fosen pukkverk og Langstrandheia er lik [10] kan en benytte resultater fra pukkverket [9] for å anslå hva en kan forvente av kvalitet innenfor Langstrandheia (tabell 7). De utvalgte prøvene viser litt av variasjonsbredden innenfor forekomsten og ansees som representative for pukkverket.

Prøve	Sprøhet	Flisighet	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemolle	LA-verdi
1985 - 1	43,1	1,37	0,51	3,4	-	-
1996-2	57,2	1,35	0,71	5,4	11,3	31,6
1996-4	48,2	1,32	0,60	4,2	9,1	27,4
Prod. 5-11 mm/11-16mm	45,4	1,29	0,70	4,7	14,6	34,7
Gj.snitt	48,5	1,33	0,63	4,4	11,7	31,2
Std.avvik	6,2	0,03	0,09	0,8	2,8	3,7
Prognose (gj.snitt+std.avvik)	42 - 55	1,30 - 1,36	0,54 - 0,72	3,6 - 5,2	9 - 15	27 - 35

Tabell 7. Mekaniske egenskaper, Nord-Fosen pukkverk.
Prognose for mekaniske egenskaper, Langstrandheia.

Tar en utgangspunkt i gjennomsnittstallet for PSV i tabell 6 og gjennomsnittstallene i tabell 7, som gyldige for hva en kan forvent oppnådd av resultater innenfor Langstrandheia, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 8, se også tabell 2) og tilsvarende for en del utvalgte land i det øvrige Europa (tabell 9, 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	-	-	-	-	Uegnet
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

Tabell 8. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2).

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 9. Egnethetsvurdering til vegformål.

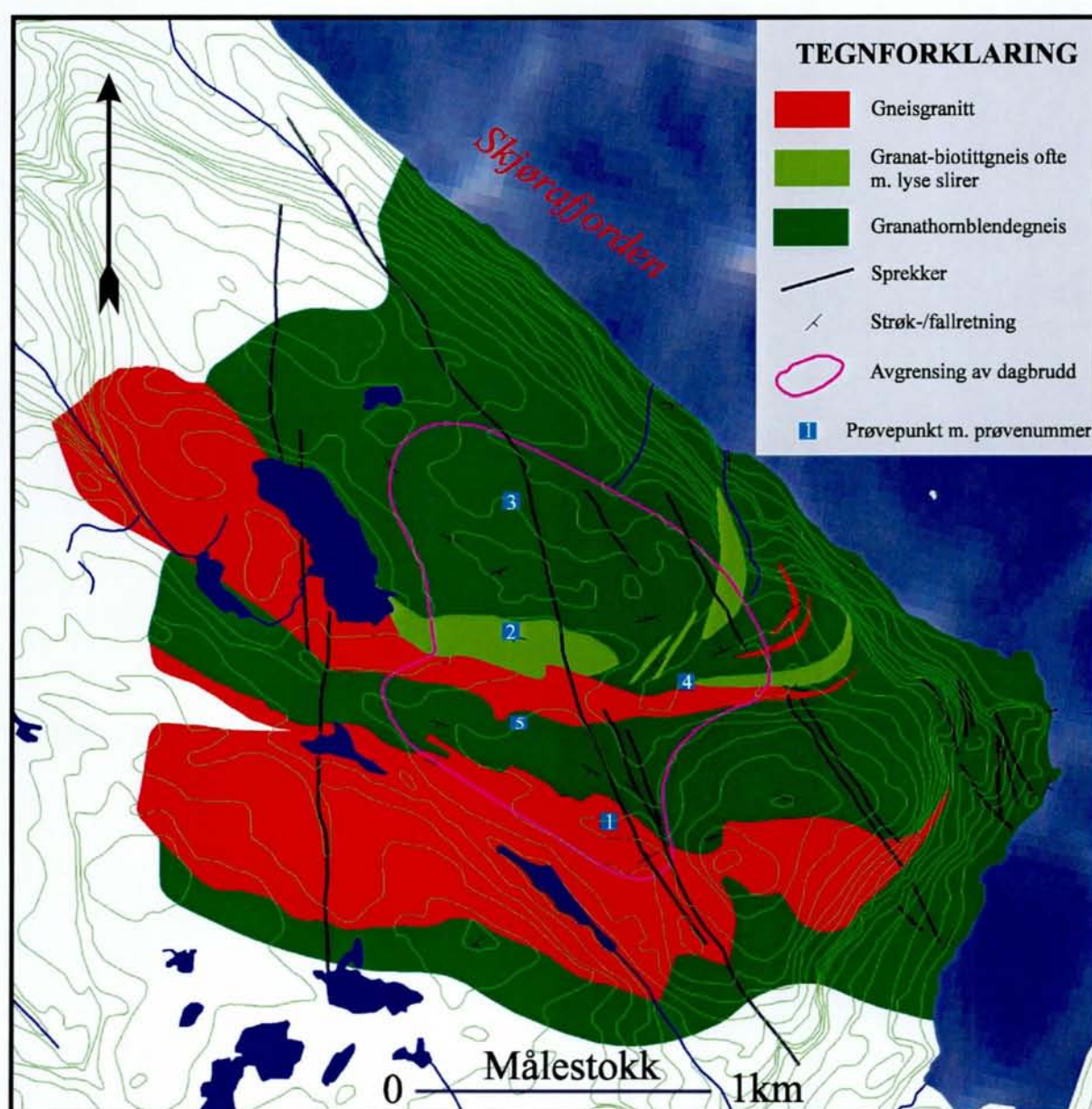
For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. Krav som nesten innfries gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell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

5.2.1 Geologi

Tre bergartstyper er påvist i området (figur 12). Den dominerende bergarten er granat-hornblendegneis. I to mindre arealer opptrer gneisgranitt, mens granatbiotittgneis opptrer i mindre områder. Utholdende sprekker sees tydelig på flyfoto.

Granathornblendegneisen er en mørkegrønn middelskornet bergart. Lyse mineraler er feltspat (plagioklas) og kvarts. Mengden av kvarts er lav eller mangler helt. De mørke mineralene består av hornblende og pyroksen, mens biotitt enten mangler eller bare opptrer i mindre mengder. Andelen med granat er høy. Magnetitt opptrer underordnet, men kan stedvis utgjøre



Figur 12. Geologisk kart m. prøvepunkt.

opptil 3%. Bergarten er meget heterogen. Den kan være tydelig planfoliert, med vekslende granatrike og granatfattige bånd. I de granatfattige båndene opptrer gjerne mineralet skapolitt. Andre steder er bergarten foldet. I området mellom det største vannet og prøvepunkt 3, virker bergarten ganske homogen med svak foliasjon. Her er det registrert et granatinnhold i bergarten på hele 30%.

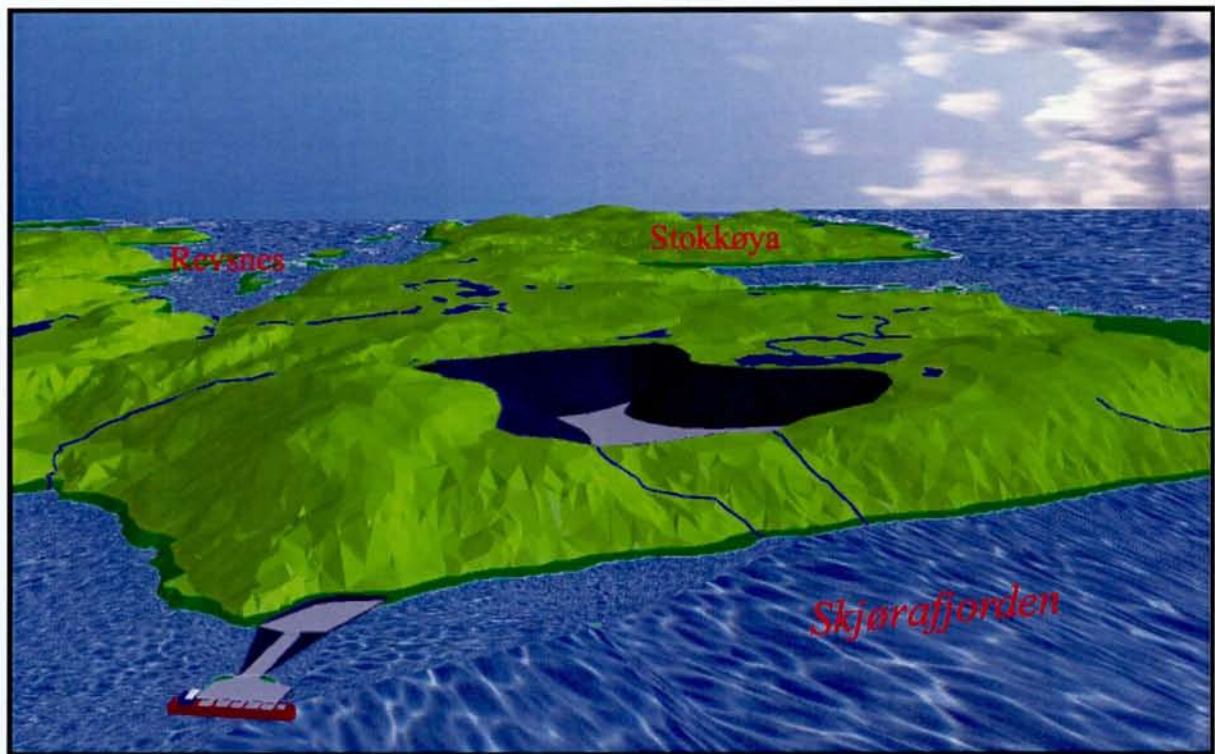
Granatbiotittgneis er en mørk middels- til grovkornet bergart ofte med lyse slirer, vanligvis planfoliert, men kan også være foldet. De lyse mineralene er feltspat (plagioklas) og kvarts. Når kvarts er til stede opptrer den i lyse slirer og mangler i de mørke delene av bergarten. De mørke mineralene består av biotitt og hornblende. Mengden av hornblende varierer meget og kan mangle helt. Mengden av granat er vanligvis lavere enn hos granathornblendegneisen, men kornene er gjerne større i granatbiotittgneisen. Magnetitt finnes, men er ikke så vanlig som i de to andre bergartene.

Gneisgranitten som opptrer i to adskilte areal, danner gjerne de høyereliggende deler av området. Bergarten er en lys vanligvis finkornet, svakt foliert bergart med en jevn fordeling i kornstørrelse. Stedvis kan den imidlertid være mere sliret hvor de lyse slirene er fin- til middelskornet. Bergarten kan også være tydelig båndet med vekslende lyse og lysegrå bånd. Gneisgranitten består hovedsakelig av de lyse mineralene kvarts og feltspat (plagioklas og kalifeltspat). De mørke mineralene består av glimmer (biotitt) og kloritt. Noen få steder sees også hornblende. Mengden av mørke mineraler er vanligvis lav, under 5%. Vanlige underordnede mineraler er magnetitt, apatitt, titanitt og zirkon.

Det har ved kartlegging i dagen ikke vært mulig å påvise noen form for overflateforvitring. De radiometriske målingene i området viser lav radioaktiv stråling, varierende mellom 2-3 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.2.2 Uttaksmuligheter

Området er velegnet for dagbruddsdrift. Ved å legge bruddkanten som vist i figur 12 skjermes dagbruddet for innsyn. Figur 13 viser bruddet i perspektiv med synsretning mot sørvest. Total skråningsvinkel er satt til ca. 50° og sålen i bruddet er 100 moh. Det er på figuren skissert et forslag til havn for utskipning ved Sunnskjørholmen. Figurene 14 til 17 viser innsyn mot området fra henholdsvis Kiran og Joskjør fra ulike høyder.



Figur 13. Raudhammaren sett i perspektiv mot sørvest.

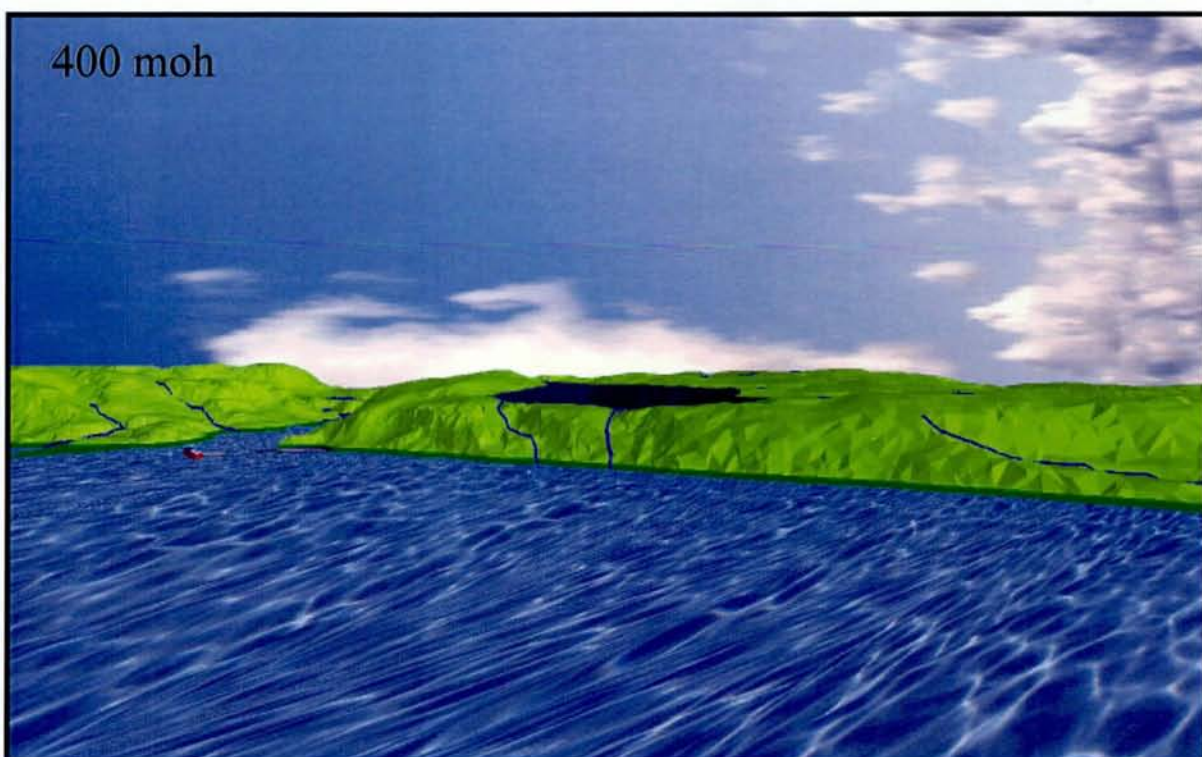
Totale reserver innenfor det aktuelle området er gitt i tabell 6 ved forskjellig dybde på på sålen i bruddet. I og med at bergarten granathornblendegneis dominerer innenfor området er det benyttet en densitet på 3,09 for beregning av tonnasje (tabell 12).

Såle moh	Reserver i mill. fm ³	Reserver i mill. tonn
100	113	350
50	118	365

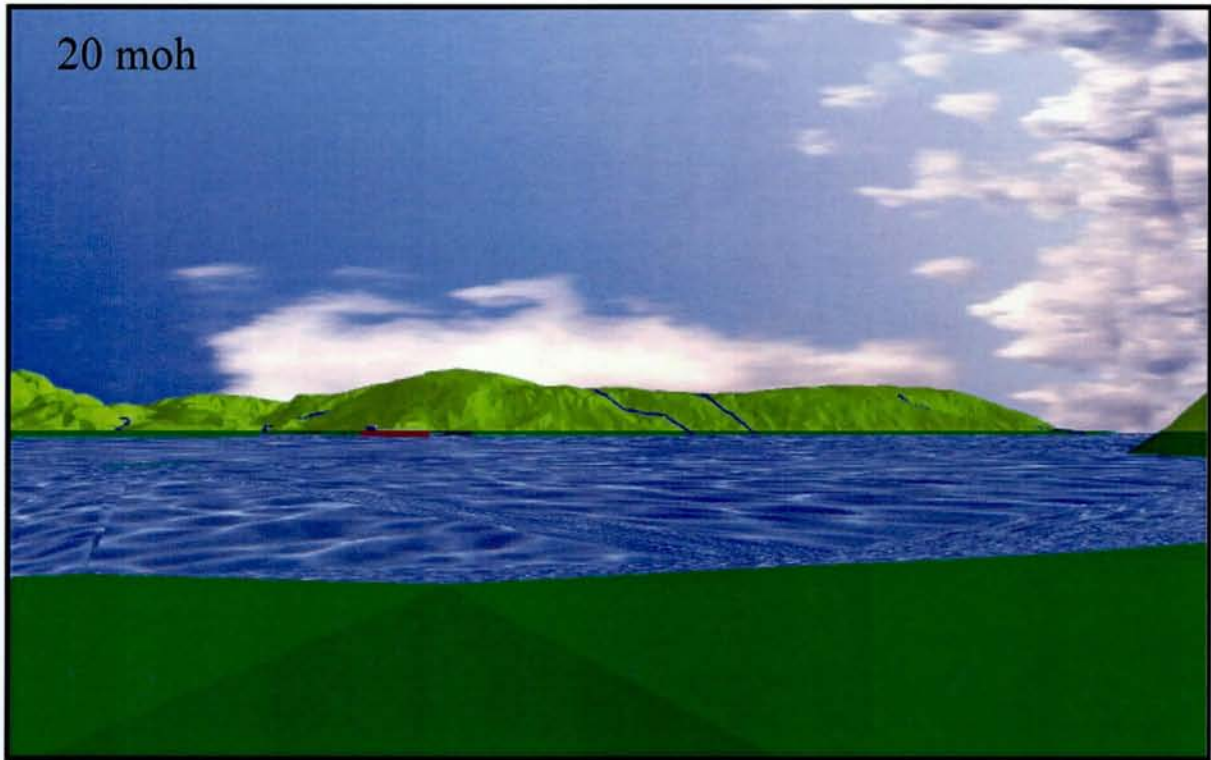
Tabell 10. Reserver i millioner faste kubikkmeter (fm³) og tonn.



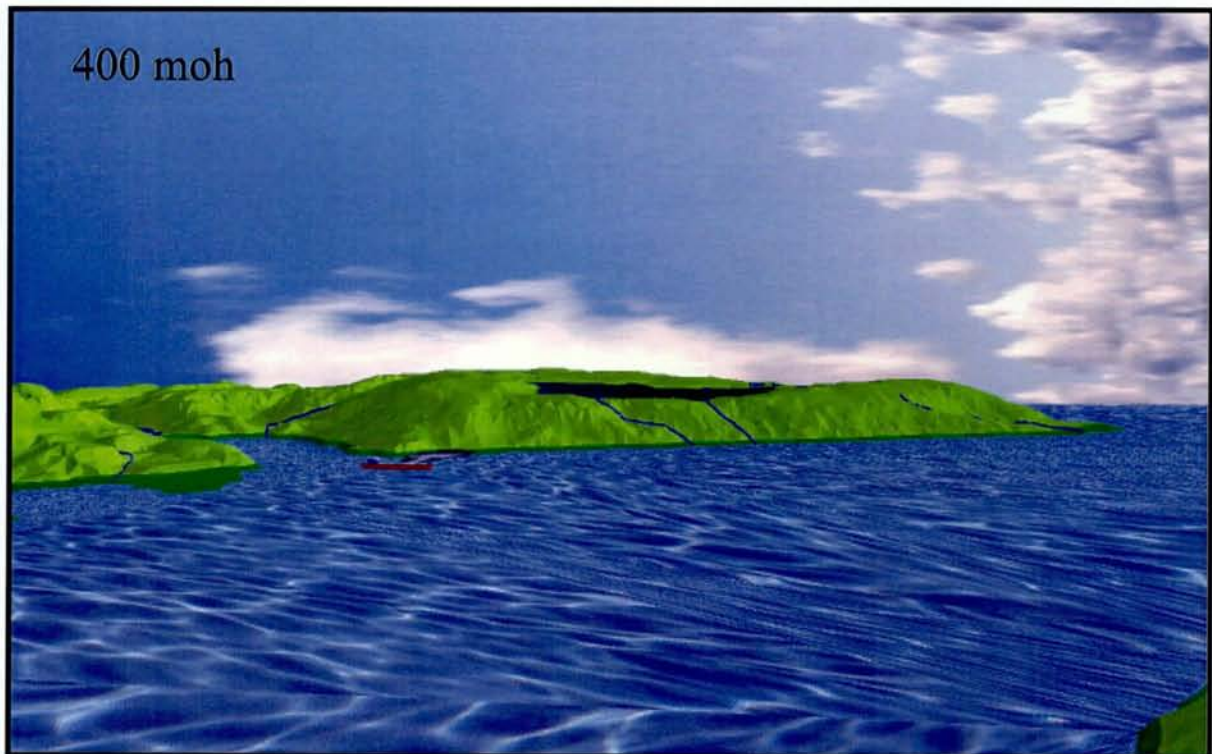
Figur 14. Innsyn mot Raudhammaren sett fra Kiran, 10 moh.



Figur 15. Innsyn mot Raudhammaren sett fra Kiran, 400 moh.



Figur 16. Innsyn mot Raudhammaren sett fra Joskjør, 20 moh.



Figur 17. Innsyn mot Raudhammaren sett fra Joskjør, 400 moh.

5.2.3 Analyseresultater - vurdering

Samtlige prøver innenfor leteområdet ved Raudhammaren, markert med 1 til 5 på figur 12, er sprengt ut fra dagoverflaten. De to øvrige prøvene A og B er tatt fra friske vegskjæringer ved oppfølgingsarbeidet i juni 1996 (figur 11). De to sistnevnte prøvene er tenkt å fungere som referanseprøver for hva som kan forventes oppnådd av kvalitetsforbedring, mot dypet i bergmassivet ved Raudhammaren. Prøve A kan, i henhold til det berggrunnsgeologiske kartet for området [11], sammenholdes med prøve 1 og 4 som er tatt i sonen med gneisgranitt. Prøve B kan sammenliknes med prøve 3 og 5 som er tatt innenfor granathornblendegneisen. Det er ikke tatt referanseprøve for prøve 2 som er en granatbiotittgneis. Tynnslipanalyser og mekaniske analyseresultater er vist i tabell 11 og 12. Tabellene er gruppert etter hvilken bergartstype prøvene er tatt fra. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 6 - 12.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Kv	Felts	Glim	Amf	Pyro	Epi	Gra	Sca	Mag	And
1	Gneisgranitt	Middels-/Grovkornet	sliret	20	59	20						1	
4	Gneisgranitt	Fin-/Middelskornet	båndet	30	58	10						2	
A	Gneisgranitt	Middelskornet	parallellorientert	25	50	7	8		3				7
2	Granatbiotittgneis	Middels-/Grovkornet	sliret	20	50	20				10			
3	Granathornblendegneis	Middelskornet	granulær		20		22	25	1	30		2	
5	Granathornblendegneis	Middels-/Grovkornet	granulær		25		35	25		3	12		
B	Granathornblendegneis	Middels-/Grovkornet	svakt orientert		30	2	35		5	20		2	6

Tabell 11. Tynnslipanalyse, Raudhammaren. Mineralinnhold i %.

Kv - kvarts, Felts - feltspat, Glim - glimmer, Amf - amfibol, Pyro - pyroksen, Epi - epidot, Gra - granat, Sca - scapolitt, Mag - magnetitt, And - andre mineraler.

Prøve	Densitet	Pak.grad	Sprøhet	Flisighet	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle	LA-verdi	PSV
1	2,70	2	63,8	1,35	0,97	7,8	21,8	48,7	60
4	2,67	0	45,0	1,33	0,62	4,2	8,3	24,9	52
A	2,65	0	47,1	1,32	0,54	3,7	9,5	29,1	-
Gj.snitt	2,67	-	52,0	1,33	0,71	5,2	13,2	34,2	56
Std.avvik	0,02	-	8,4	0,01	0,19	1,8	6,1	10,4	4
2	2,81	2	46,6	1,32	0,81	5,5	19,5	33,3	61
3	3,24	2	69,0	1,32	0,96	8,0	36,2	52,0	58
5	3,06	1	54,5	1,36	0,66	4,9	17,6	36,0	53
B	2,98	1	43,6	1,33	0,63	4,2	12,9	22,3	-
Gj.snitt	3,09	-	55,7	1,34	0,75	5,7	22,2	36,8	56
Std.avvik	0,11	-	10,4	0,02	0,15	1,7	10,1	12,4	3
Gj.snitt alle prøver	2,87	-	52,8	1,33	0,72	5,5	18,0	35,2	57
Std.avvik alle prøver	0,21	-	9,3	0,01	0,13	1,6	8,8	10,6	4

Tabell 12. Mekaniske egenskaper, Raudhammaren.

Både prøve 1 og 3 viser stort avvik i forhold til tilhørende referanseprøve, henholdsvis prøve A og B. Begge prøvene viser dårligere mekaniske egenskapene enn det som kan forventes for disse bergartstypene, j.fr. kap. 5.1.3 og det antas at de er lite representative for området. Overflateforvitring antas å være årsak til de dårlige verdiene. Prøve 4 og 5 ligger mer på linje med referanseprøvene og viser normale resultater i forhold gneisbergarter generelt.

Densitetsanalysene gir verdier som markerer skille mellom de tre bergartstypene. Gneisgranitten gir lavest tallverdi (2,65-2,70), granatbiotittgneisen ligger i et mellomstikt (2,81), mens granathornblendegneisen er tyngst (2,98-3,24). Den store variasjonen både mht. densitet og pakningsgrad mellom prøvene viser at området er lite ensartet/homogent.

For de mekaniske egenskapene er det ingen klare trekk som skiller mellom de tre ulike bergartstypene. Mekanisk betraktes bergartene som forholdsvis like.

5.2.4 Anvendelse som byggeråstoff

I tabell 13 og 14 er det utført en egnethetsvurdering for området i forhold til henholdsvis norske krav til vegformål og tilsvarende krav for en del andre land i Europa. I og med at granathornblendegneisen dominerer innenfor det foreslåtte uttaksområdet (figur 12) er det

benyttet analyseverdier for denne bergarten ved egnethetsvurderingen. Det er valgt å benytte de beste analyseverdiene, dvs. resultatene for prøve B, med uttak av PSV resultatet der verdien for prøve 5 er benyttet. En må anta at de beste analysene vil være mest representative for friskt upåvirket materialet som befinner seg under dagfjellsonen.

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

Tabell 13. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemolleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2).

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	?	+	? / 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 14. Egnethetsvurdering til vegformål.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. 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).

5.3 Sjertuliheia (Leksvik kommune)

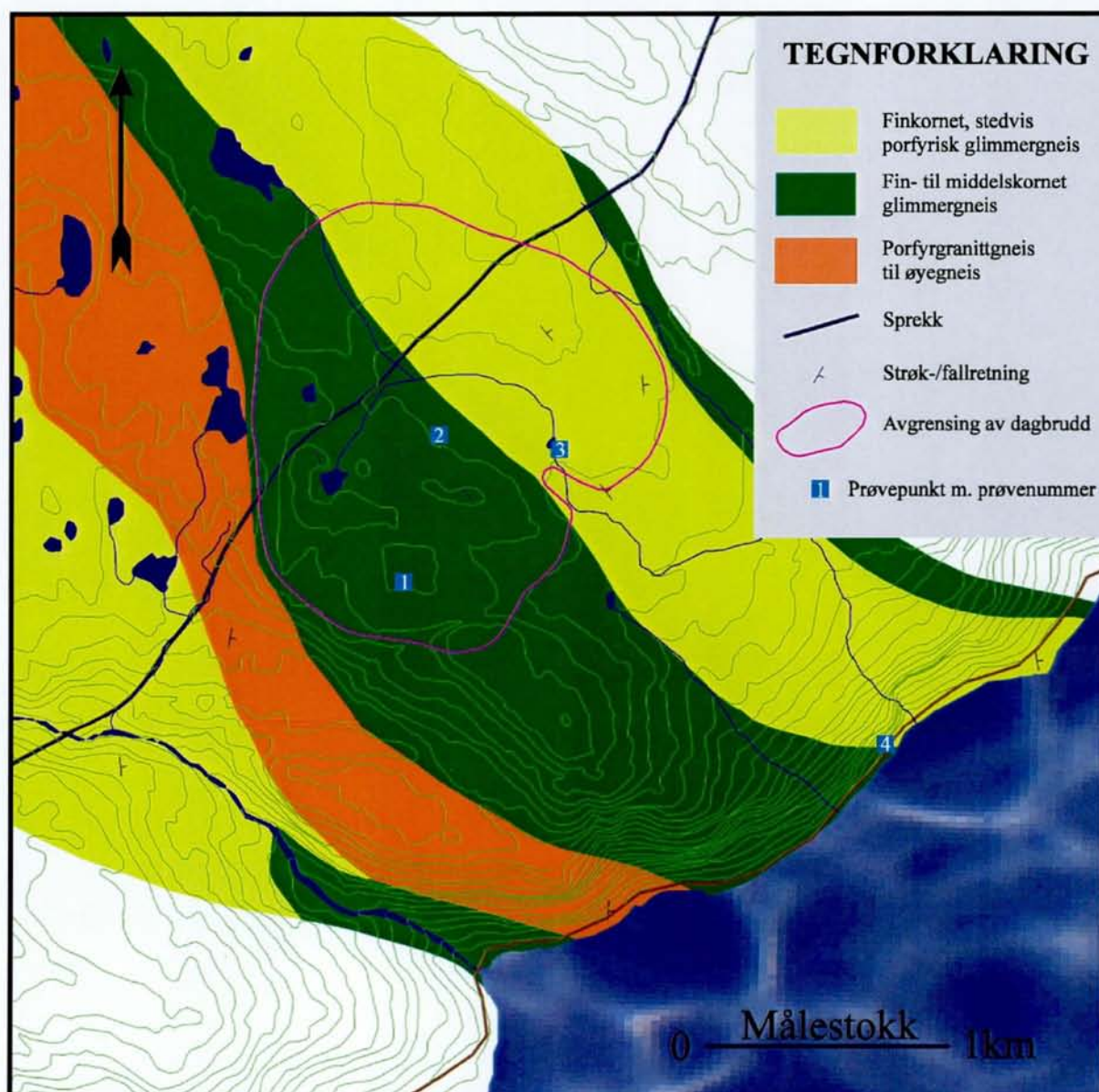
Leksvik kommune har i et notat [4] pekt på ett område som kan være aktuelt, beliggende ved Sjertuliheia (figur 18). Området ligger ca. 10 km sørvest for Leksvik. Det angitte uttaksområde ligger på et flatt platå ca. 400 moh. Området er tynt til moderat overdekket med myr og lyng vegetasjon.



Figur 18. Sjertuliheia. Leteområde er angitt med rødt.

5.3.1 Geologi

Området består av tre bergartstyper (figur 19). Finkornet, stedvis porfyrisk glimmergneis, fin- til middelskornet glimmergneis og porfyrranittgneis til øyegneis. I dagen opptrer kun glimmergneisene innenfor det aktuelle området for uttak av pukkk, og hvor fordelingen av arealet mellom de to er omtrent lik. Alle de tre bergartene har en fremherskende strøkretning NV - SØ, med fall mot NØ. Pga. fallretningen vil også porfyrranitten mot dypet i berggrunnen komme innenfor det skisserte dagbruddsområde.



Figur 19. Geologisk kart m. prøvepunkt.

Det er lite som skiller de to glimmergneisene, både av utseende og med hensyn til mineralogisk sammensetning. Hovedmineralene er kvarts, feltspat, glimmer, epidot og kloritt. Hos begge bergartene er biotitten mer eller mindre klorittisert. Titanitt er et vanlig aksessorisk mineral i begge bergartene. Fin- til middelskornet glimmergneis har gjerne et svakt øyegneisaktig utseende med små hvite/lyserøde feltspatøyne. Mengden av lys glimmer er noe høyere for denne glimmergneisen. Til den finkornet, stedvis porfyrisk glimmergneisen er mengden av epidot høyere enn hos den fin- til middelskornet glimmergneisen.

Porfyrgranittgneis til øyegneis er en middelskornet lys rød farget bergart, gjerne med et stenglig utseende. Mengden av glimmer er lavt.

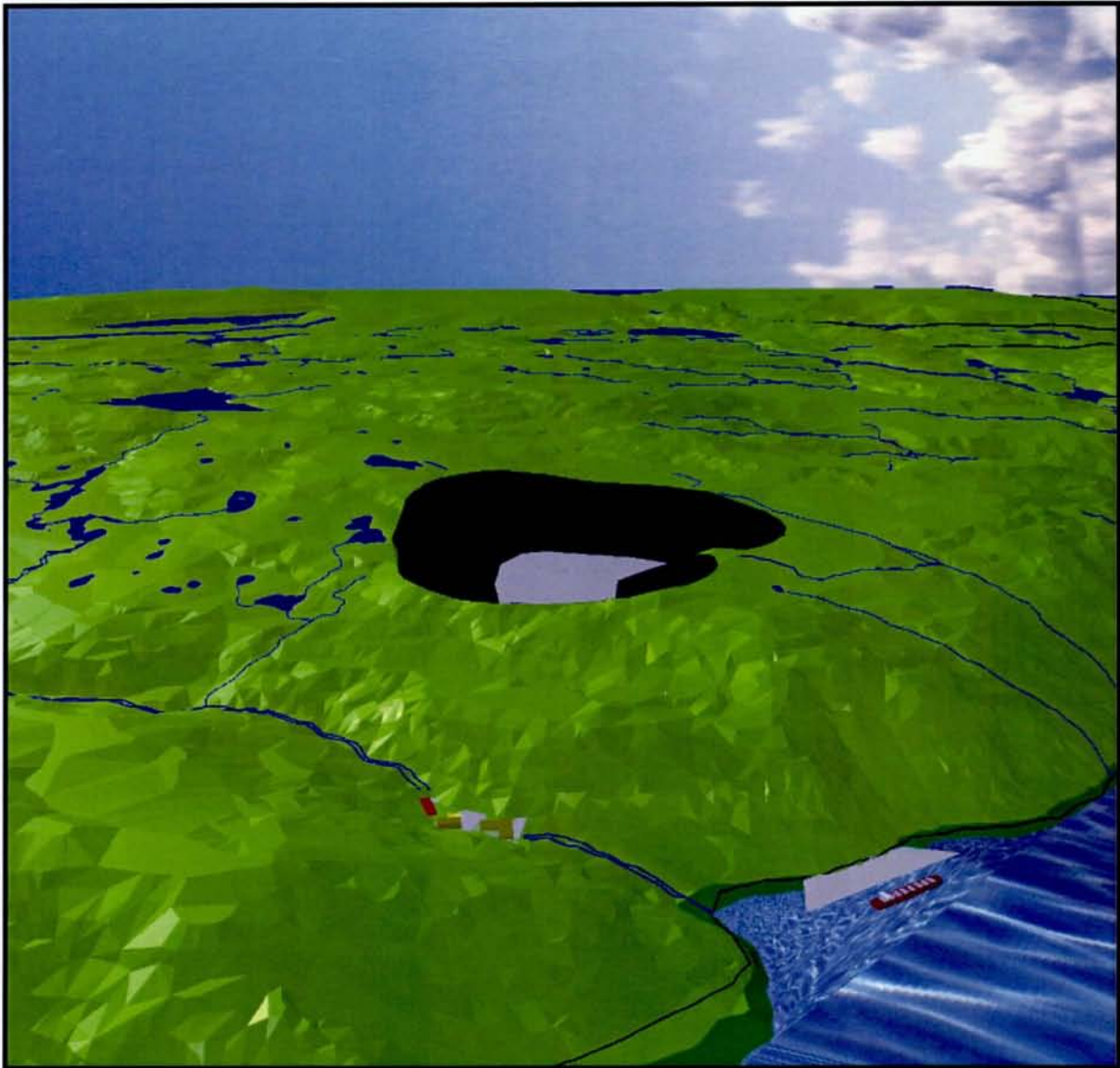
Det har ved kartlegging i dagen ikke vært mulig å påvise noen form for overflateforvitring. De radiometriske målingene i området viser lav radioaktiv stråling, varierende mellom 3-6 impulser pr. sekund. Dette betraktes som normal bakgrunnsstråling.

5.3.2 Uttaksmuligheter

Området er godt egnet for dagbruddsdrift. Figur 20 viser et forslag til plassering av dagbrudd, knuse-/sikteverk og kaianlegg. Bruddkanten er plassert på høydekote 400 moh. og skråningsvinkelen i bruddet er på ca. 50°. Sålen på bruddet er på 200 moh. Figur 21 viser situasjonen sett i perspektiv med retning mot nord. Med det skisserte forslaget skjermes bruddet godt for innsyn fra omlandet. Figurene 22 til 25 viser innsyn mot Skjertuliheia sett fra Tautra med fire ulike høyder.



Figur 20. Utkast til plassering av anlegg.

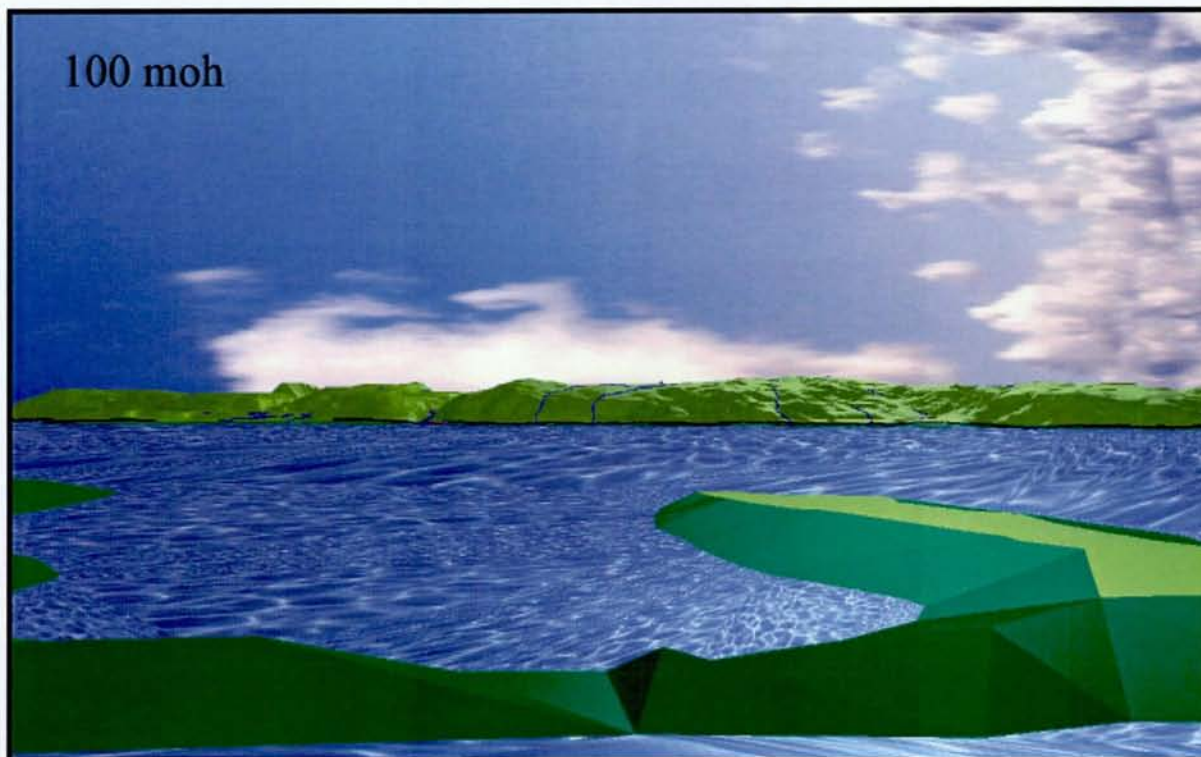


Figur 21. Sjertuliheia sett i perspektiv mot nord.

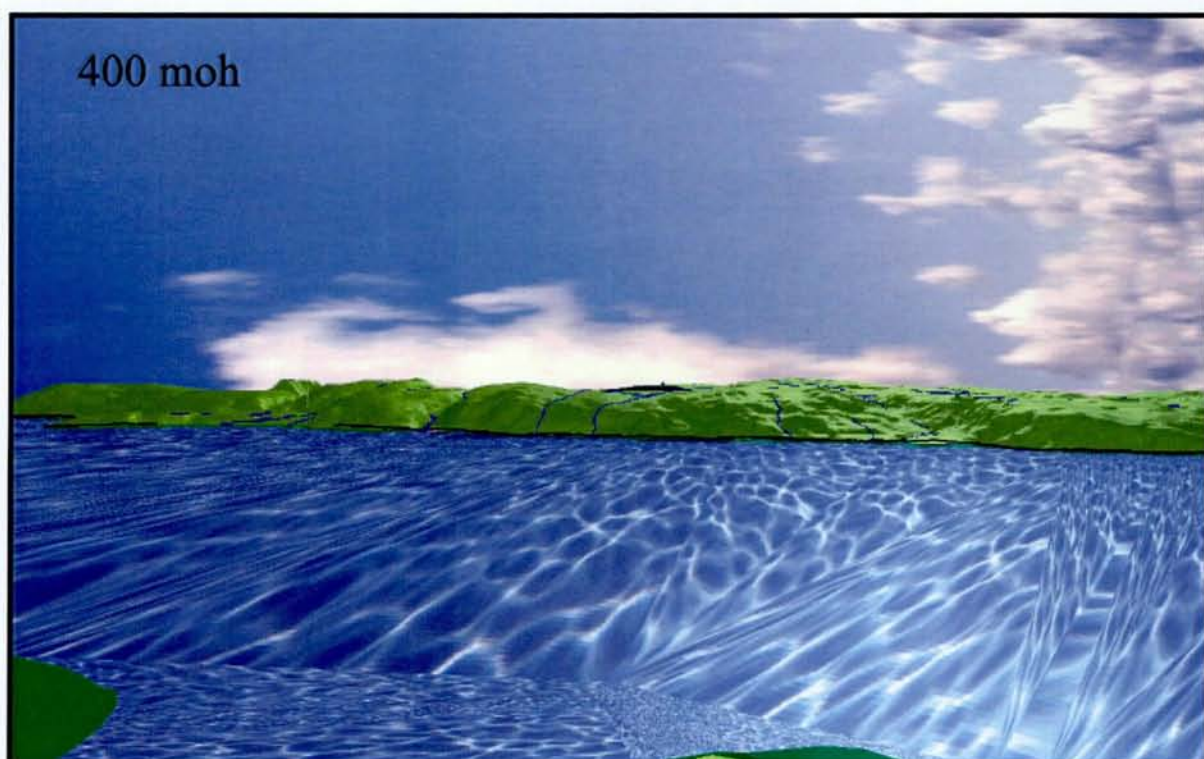
Totalt reserveanslag gitt for to nivåer på sålen i bruddet er gitt i tabell 15. Det er benyttet en densitet lik 2,69 ved beregning av tonnasje (tabell 17).

Såle moh	Reserver i mill. fm ³	Reserver i mill. tonn
300	200	540
200	288	744

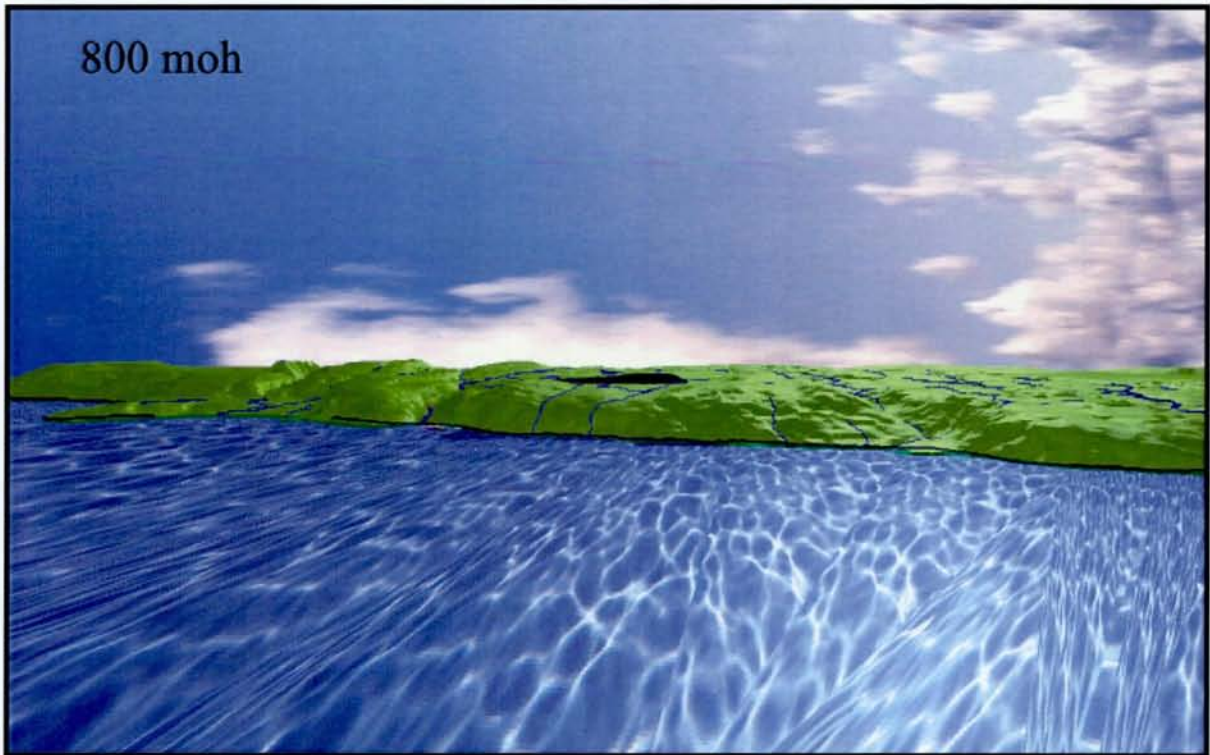
Tabell 15. Reserver i millioner faste kubikkmeter (fm³) og tonn.



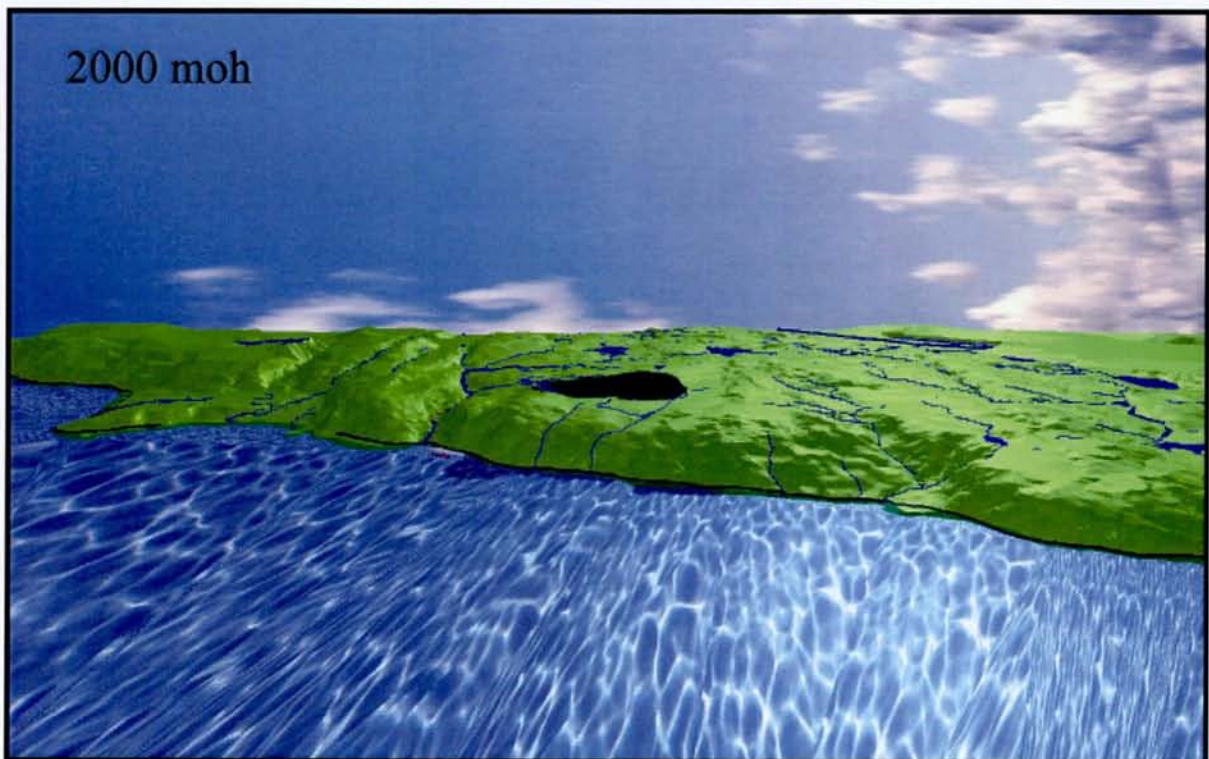
Figur 22. Innsyn mot Sjertuliheia sett fra Tautra, 100 moh.



Figur 23. Innsyn mot Sjertuliheia sett fra Tautra, 400 moh.



Figur 24. Innsyn mot Sjertuliheia sett fra Tautra, 800 moh.



Figur 25. Innsyn mot Sjertuliheia sett fra Tautra, 2000 moh.

5.3.3 Analyseresultater - vurdering

Prøve 1 - 3 er sprengt ut fra dagoverflaten, mens prøve 4 er tatt i frisk vegskjæring. Tynnsliplanalyser og mekanisk analyseresultater er vist i tabell 16 og 17. Mer utfyllende analyseresultater er gitt i vedlegg 13 - 16.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Kv	Felts	Glim	Epi	Klor
1	Glimmergneis	Fin-/Middelskornet	Parallellorientert	40	40	15	4	1
2	Glimmergneis	Fin-/Middelskornet	Parallellorientert	40	40	10	5	5
3	Glimmergneis	Finkornet	Parallellorientert	35	30	18	15	2
4	Glimmergneis	Fin-/Middelskornet	Parallellorientert	40	35	10	5	10

Tabell 16. Tynnsliplanalyse, Sjertuliheia. Mineralinnhold i %.

Kv - kvarts, Felts - feltspat, Glim - glimmer, Epi - epidot, Klor - kloritt.

Prøve	Densitet	Pak.grad	Sprøhet	Flisighet	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle	LA-verdi	PSV
1	2,70	1	55,5	1,37	0,78	5,8	29,1	34,9	58
2	2,67	1	49,0	1,36	0,66	4,6	13,0	26,6	56
3	2,69	1	43,2	1,34	0,64	4,2	12,5	23,1	57
4	2,70	1	48,6	1,39	0,69	4,8	12,9	27,7	55
Gj.snitt 4 prøver	2,69	-	49,1	1,37	0,69	4,9	16,8	28,1	57
Std.avvik	0,01	-	4,4	0,02	0,05	0,6	7,1	4,3	1
Gj.snitt pr. 2,3,4	2,69	-	47,0	1,37	0,67	4,6	12,8	25,8	56
Std.avvik	0,01	-	2,64	0,02	0,02	0,3	0,2	2,0	1

Tabell 17. Mekaniske egenskaper, Sjertuliheia.

Densitet og pakningsgrad viser liten variasjon mellom prøvene, noe som tilsier at materialet er ensartet/homogent. Prøve 3 skiller seg ut med best resultat både for sprøhet, flisighet, abrasjon, Sa-verdi, kulemølleverdi og Los Angeles verdi. Dette kan muligens forklares ved at prøven er tatt innenfor sonen med glimmergneis som er mer finkornet og sannsynligvis også er mer omvandlet, tilkjennegitt ved et høyt epidotinnhold, i forhold til sonen med den andre glimmergneisen der de tre øvrige prøvene er tatt. Prøve 1 gir dårligst resultat uten at dette kan forklares ved tynnsliplanalyse. Det er mulig at denne prøven er utsatt for svak overflateforvitring. Prøve 4, som er tatt i en frisk vegskjæring, gir omtrent samme analyseverdier som prøve 2. Dette viser at prøve 2 er frisk og vurderes sammen med prøve 3 å være mest representative for området. Prøve 1 og 3 antas å representere ytterpunktene for den mekaniske kvaliteten området innehar.

5.3.4 Anvendelse som byggeråstoff

I tabell 18 og 19 er det utført en egnethetsvurdering for området i forhold til henholdsvis krav til vegformål for en enkelte utvalgte land i Europa og tilsvarende norske krav. Det er gjennomsnittverdiene for de mekaniske analyseresultatene for prøve 2, 3 og 4 (tabell 17) som er benyttet ved bedømmelse av egnetheten i tabellene.

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 18. Egnethetsvurdering til vegformål.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. Krav som nesten innfries 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	-	-	-	-	Uegnet
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	- / (+)	i.k.	i.k.	Uegnet / (Egnet)
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

Tabell 19. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. Krav som nesten innfries gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemolleverd, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2).

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

6 SAMLET VURDERING AV METODIKK OG RESULTATER

6.1 Metodikk

Prøvetaking ved utsprengning av prøver fra dagoverflaten for bedømmelse av mekaniske egenskaper har vist seg lite tilfredsstillende for enkelte av områdene/prøvene. Årsaken til at prøvene får dårligere mekaniske egenskaper i dagoverflaten enn lenger ned i undergrunnen er ikke helt klarlagt, men en må forvente at overflateforvitring utgjør et vesentlig bidrag. I og med at fenomenet ikke er påvist for prøvene tatt innenfor Sjertuliheia i Leksvik kommune og enkeltprøver innenfor Raudhammaren i Åfjord kommune, trenger nødvendigvis ikke problemet å være så omfattende. Det at det ikke har vært mulig å påvise forvitringen ved kartlegging i dagen vanskeliggjør forholdet. Inntil videre bør det metodiske arbeidet ved utførelse av denne type undersøkelser ta hensyn til disse problemene ved at det innledningsvis kun taes friske prøver, fortrinnsvis fra nærliggende vegskjæringer, på et dyp helst godt under dagfjellsonen. Bergartene i vegskjæringene må i tilfelle være representative i forhold til bergartene innenfor det aktuelle uttaksområdet. Det vil dermed være behov for bergrunnskartlegging både innenfor det aktuelle uttaksområdet, men også å få kartlagt hvor det er mulig å få tatt friske representative prøver for området.

6.2 Resultater

I tabell 20 er samtlige egnethetsvurderinger for de tre områdene sammenstilt. Det må presiseres at bedømmelsen for Langstrandheia er basert på analyseresultater fra Nord-Fosen pukkverk.

For bedømmelse av bergartskvalitet er det utført en verbal rangering i tabell 21. Rangeringen er basert på egnethetsvurderingen til veg- og betongformål etter følgende inndeling:

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

Land	Bruksområde	Vegtype	Langstrandheia	Raudhammaren	Sjertuliheia
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet / (Egnet)
	“	Lett trafikkert veg	Uegnet / (Egnet)	Egnet	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Uegnet / (Egnet)	Egnet	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Uegnet	Egnet	Uegnet / (Egnet)
	Bære- og forsterkningslag		Uegnet / (Egnet)	Egnet	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?	?
	“	Normal trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		? / Egnet	? / Egnet	? / Egnet
Norge	Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Høy trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lav trafikkert veg	Egnet	Egnet	Uegnet / (Egnet)
	Bærelag		Egnet	Egnet	Egnet
	Forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet
Alle land	Betongformål		Egnet	Egnet	Egnet

Tabell 20. Egnethetsvurdering til veg- og betongformål for en del europeiske land.

Land	Langstrandheia	Raudhammaren	Sjertuliheia
England	Svak - Middels	Middels	Middels - God
Tyskland	Svak - Middels	Middels	Middels
Frankrike	Svak - Meget svak	Middels	Svak - Middels
Nederland	? God	? God	? God
Belgia	? God	? God	? God
Norge	Middels	Middels	Svak - Middels
BERGARTSKVALITET	Middels - Svak	Middels	Middels

Tabell 21. Bedømmelse av bergartskvalitet basert på egnethetsvurdering til veg- og betongformål for en del europeiske land.

Bergartskvalitet er vanskelig å vurdere samlet i og med at kravene varierer avhengig av bruksområdet og innbyrdes mellom landene i Europa. Eksempelvis kan et materiale være fullt ut egnet til bære- og forsterkningslag, men uegnet for slitelag i toppdekke. Med dette som forbehold vurderes bergartskvalitete i henhold til tabell 21, som middels til svak for Langstrandheia og middels for Raudhammaren og Sjertuliheia.

For etablering av storskala drift vurderes området ved Langstrandheia som uinteressant pga. av for dårlig bergartskvalitet. Også bergartskvaliteten for de to øvrige områdene er på grensen av hva som bør aksepteres som minimumskrav.

Rent uttaksmessig er alle tre områder egnet for uttak basert på dagbruddsdrift. Ved å plassere nødvendige anlegg mest mulig skånsomt i terrenget vil anleggene effektivt kunne skjermes for innsyn. Når det gjelder muligheten for storskala underjordsdrift, så må det utføres nærmere undersøkelser angående stabilitetsforhold i undergrunnen for å få fastlagt om denne driftsform er egnet.

Berggrunnen innenfor alle tre områdene varierer en del. Ut fra densitetsanalysene og pakningsgraden etter fallprøven vurderes berggrunnen innenfor Langstrandheia og Sjertuliheia som homogen, mens Raudhammaren bedømmes som mindre homogen. Ved storskaldrift er det å foretrekke at råstoffet er mest mulig homogent. Selv om berggrunnen innenfor Raudhammaren vurderes som mindre homogen, er det ikke påvist store kvalitetsforskjeller i de mekaniske egenskapene mellom de ulike bergartstypene i området.

Egenvekten til råstoffet bør for de fleste anvendelsesområdene være så lav som mulig, helst $< 2,80$. Densiteten innenfor store deler av berggrunnen ved Raudhammaren vil være høy og dermed mindre gunstig, mens de to andre områdene har gunstige verdier.

7 REFERANSE

- [1] - Årsmelding 1993, Norges geologiske undersøkelse.
- [2] - Bergindustrien - en kartlegging av bransjen, SND-rapport Nr. 4-1995.
- [3] - Pukkverk Skjøråfjorden - En innledende egnethetsvurdering, Roan og Åfjord kommune, okt.-1993.
- [4] - Gigantpukkverk på Fosen - Notat Leksvik kommune, nov.-1993.
- [5] - Hansen, S.E. 1994: Storskala underjordsdrift, SINTEF Bergteknikk.
- [6] - Gribble, C. 1991: Coastal Quarries-An Updata, Quarry Management, nov- 1991.
- [7] - Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknusinens innvirkning på fallprøven, Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993.
- [8] - Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strength, VTI Meddelande Nr. 102.
- [9] - Erichsen, E. 1993: Delrapport-Kystnære store pukkverk i Norge. Nord-Fosen pukkverk. NGU Rapport 96.153.
- [10] - Bank, H., 1988 Osen 1623-4, berggrunnskart - 1:50.000, Foreløpig utgave, NGU.
- [11] - Grønlie, A. og Møller, C., 1988 Stokksund 1523-2, berggrunnskart - 1:50.000, Foreløpig utgave, NGU.
- [12] - Fossen, H., Bank, H. og Møller, C., 1988 Roan 1623-3, berggrunnskart 1:50.000, Foreløpig utgave, 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_2).

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 laborieknuser 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 årsgogntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Slitasjemotstand

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

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

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

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

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

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

Vegformål:

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

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

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

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

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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

Vegformål:

Følgende krav er gjeldende i England:

Vegkonstruksjon	Testmetode	Trafikkbelastning (cv/lane/day)		
		1500	6000	
Ubundet	LA	< 35	< 30	< 25
	ACV	< 30	< 27	< 23
	AIV	< 30	< 27	< 23
	10% fines	> 100	> 115	> 130
Bitumen- bundet	Surface dressing, pervious macadam	LA	< 25	< 16
	ACV	< 23	< 16	< 16
	AIV	< 23	< 16	< 16
	10% fines	> 130	-	-
Dens wearing course	LA	< 30	< 25	< 25
	ACV	< 27	< 23	< 23
	AIV	< 27	< 23	< 23
	10% fines	> 115	> 130	> 130
Bære- og forsterkningslag	LA	< 35	< 30	< 30
	ACV	< 30	< 30	< 30
	AIV	< 30	< 30	< 30
	10% fines	> 100	> 100	> 100
Sement- bundet	Betongdekke	LA	< 35	< 30
	ACV	< 30	< 27	< 27
	AIV	< 30	< 27	< 27
	10% fines	> 100	> 115	> 115
Bære- og forsterkningslag	LA	< 35	< 35	< 35
	ACV	< 35	< 35	< 35
	AIV	< 35	< 35	< 35
	10% fines	> 50	> 50	> 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	< 10	< 10	< 10
Wearing courses	< 16	< 14	< 14	< 14	< 12	< 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 (Høboda 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 Keratofyr Porfyrritt Andesitt	Basalt Diabas	Kalkstein Dolomitt	Gråvakke Kvartsitt Gangkvarts Kvarts sandstein	Gneis Granulitt Amfibolitt
Schlagversuch verdi	10 - 22	8 - 18	9 - 22	7 - 17	16 - 30	10 - 22	10 - 22

Tabell 7.

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

Følgende krav er gjeldende i Frankrike:

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

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

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

Tabell 9.
Krav til toppdekke ved forskjellig trafikkbelastning.

Følgende krav er gjeldende i Nederland:

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

Tabell 10.

Grenseverdier for PSV 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 : Osen
KARTBLADNR. : 1623-4
FOREKOMSTNR.: 1633-502-1

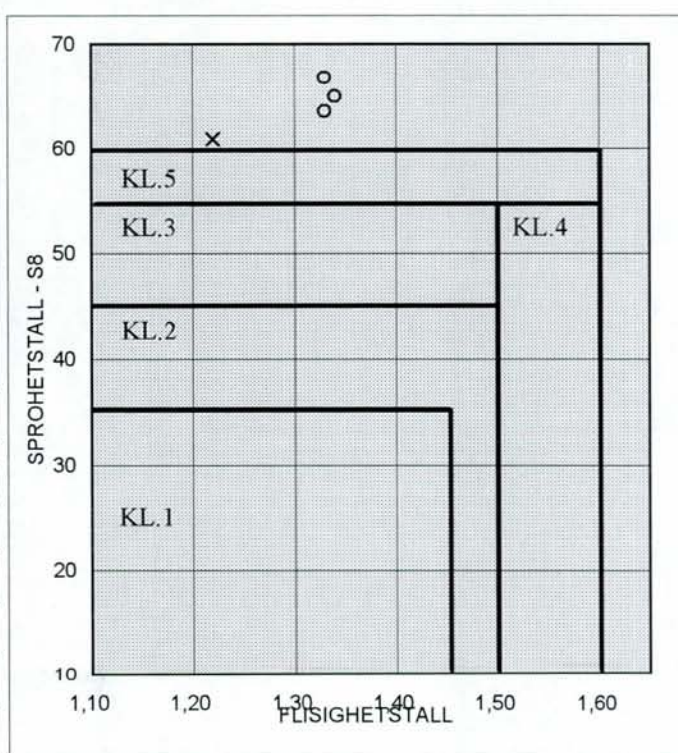
KOORDINATER : 575600/7136850
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 24/8 1994
SIGN. : EE

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	1,33	1,34	1,33	1,22	1,31	1,33
Ukorr. Sprøhetstall-S0	60,7	59,1	57,8	55,4		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	66,8	65,0	63,6	60,9		
Materiale < 2mm-S2	19,7	19,6	19,6	17,4		
Kulemølleverdi, Km					19,2	17,6
Laboratoriekunst i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,33	/	65,1	Middel S2 :	19,6	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,32	/	18,4	PSV :	57	
Abrasjonsverdi-a:	0,97	1,00	0,86	Middel :	0,94	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	7,6			Densitet :	2,66	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,23	/	-	LA-verdi :	55,2	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet gneis.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 20% kvarts, 15% glimmer og 15% amfibol.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byølf Riesen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Langstrandheia-2

Lab.prøve nr.: 950028

KOMMUNE : Osen
KARTBLADNR. : 1623-4
FOREKOMSTNR.: 1633-502-2

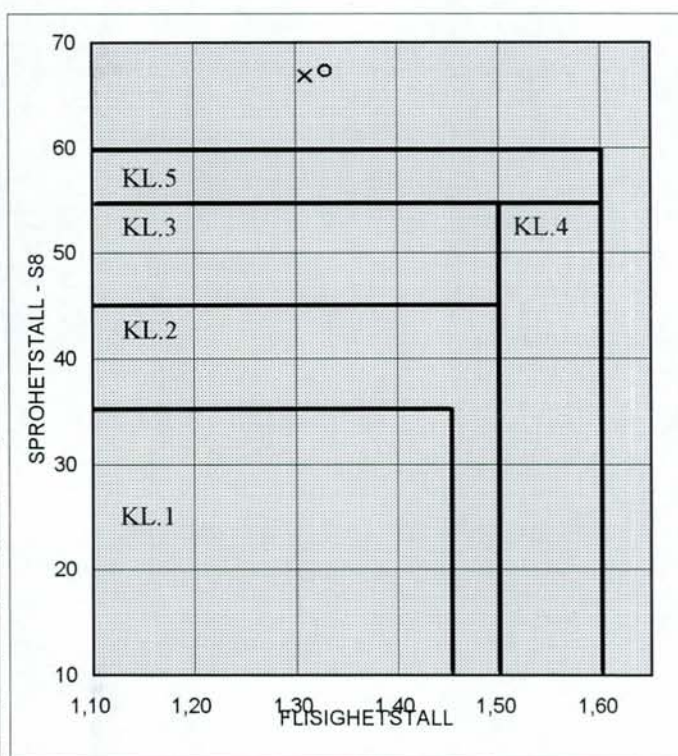
KOORDINATER : 575850/7136950
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 31/8 1994
SIGN. : EE

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	1,33	1,34	1,31		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	69,9	61,2	65,5	60,8		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	76,8	67,3	72,0	66,9		
Materiale < 2mm-S2	25,1	25,0	25,0	24,4		
Kulemølleverdi, Km						
Laboratorieknust i %	100					
Middel fl 8-11,2 / S8:	1,34	/	72,0	Middel S2 :	25,0	
Middel fl 11,2-16/Km:	/			PSV :	57	
Abrasjonsverdi-a:	1,19	1,14	1,04	Middel :	1,12	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	9,5			Densitet :	2,69	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,23	/	-	LA-verdi :	60,0	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet gneis.

Mineralinnhold: 64% feltspat, 20% kvarts, 7% amfibol, 6% glimmer, 2% kloritt og 1% magnetitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byolf Brichsen

KOMMUNE : Osen
KARTBLADNR. : 1623-4
FOREKOMSTNR.: 1633-502-3

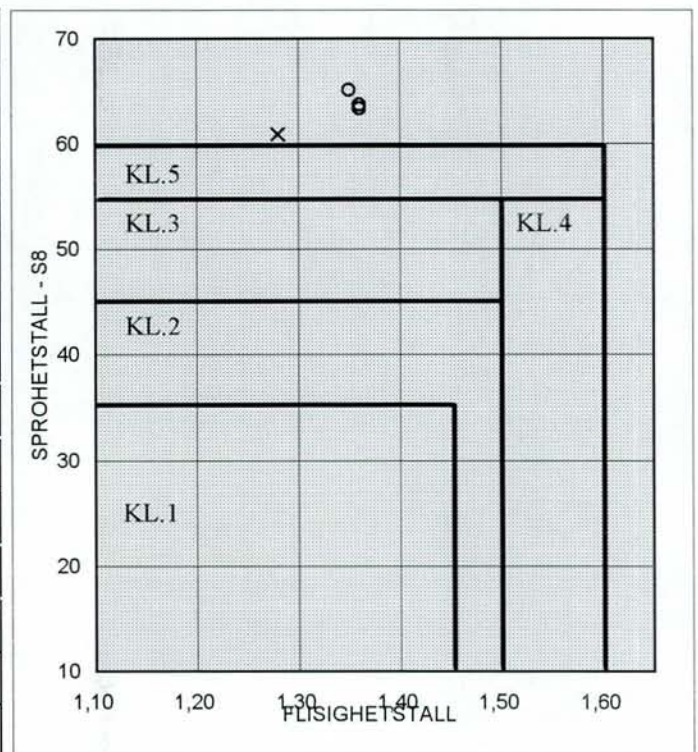
KOORDINATER : 575950/7136500
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 31/8 1994
SIGN. : EE

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	1,36	1,35	1,36	1,28	1,35	1,38
Ukorr. Sprøhetstall-S0	57,9	59,2	57,6	55,4		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	63,7	65,1	63,4	60,9		
Materiale < 2mm-S2	17,8	18,9	18,5	18,6		
Kulemølleverdi, Km					27,7	25,5
Laboratoriekunst i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,36	/	64,1	Middel S2 :	18,4	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,37	/	26,6	PSV :	57	
Abrasjonsverdi-a:	0,98	0,97	1,03	Middel :	0,99	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	7,9			Densitet :	2,78	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,25	/	-	LA-verdi :	51,0	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet gneis.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 20% kvarts, 15% glimmer og 15% amfibol.

Reaksjon med HCL:

Sted: Trondheim	Dato: 23. desember 1996	Sign.: <i>Eyvolf Erichsen</i>
--------------------	----------------------------	----------------------------------

KOMMUNE : Osen
KARTBLADNR. : 1623-4
FOREKOMSTNR.: 1633-502-4

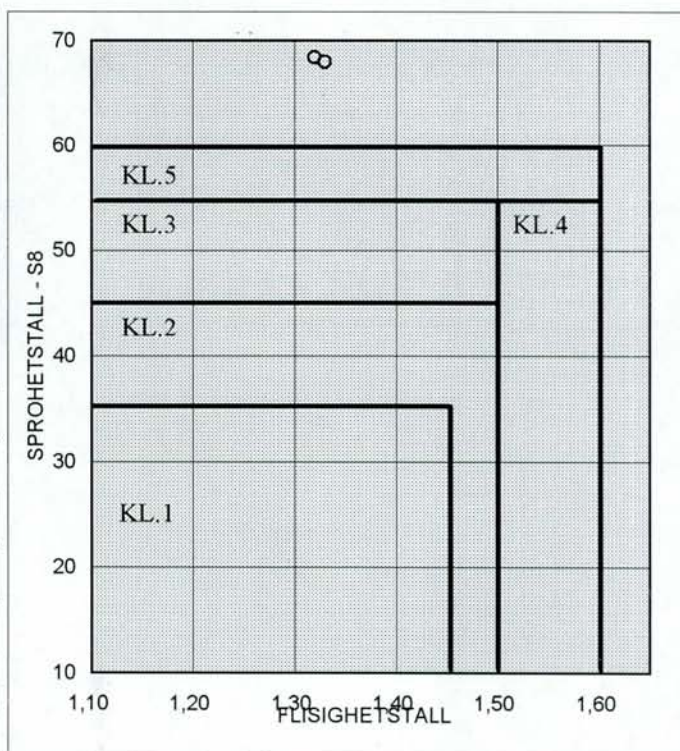
KOORDINATER : 576250/7136350
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 31/8 1994
SIGN. : EE

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	1,32	1,33	1,25	1,35	
Ukorr. Sprøhetstall-S0	65,0	62,2	61,8	64,9		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	71,5	68,4	68,0	71,4		
Materiale < 2mm-S2	25,9	25,2	25,0	26,5		
Kulemølleverdi, Km					30,4	
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,32	/	69,3	Middel S2 :	25,4	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,35	/	30,4	PSV :	61	
Abrasjonsverdi-a:	1,07	1,13	0,97	Middel :	1,06	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	8,8			Densitet :	2,69	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,24	/	-	LA-verdi :	70,7	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet gneis.

Mineralinnhold: 53% feltspat, 25% kvarts, 20% glimmer, 1% apatitt og 1% magnetitt.

Reaksjon med HCL:

Sted: Trondheim	Dato: 23. desember 1996	Sign.: <i>Byolf Bichsen</i>
--------------------	----------------------------	--------------------------------



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Langstrandheia-5

Lab.prøve nr.: 950031

KOMMUNE : Osen
KARTBLADNR. : 1623-4
FOREKOMSTNR.: 1633-502-5

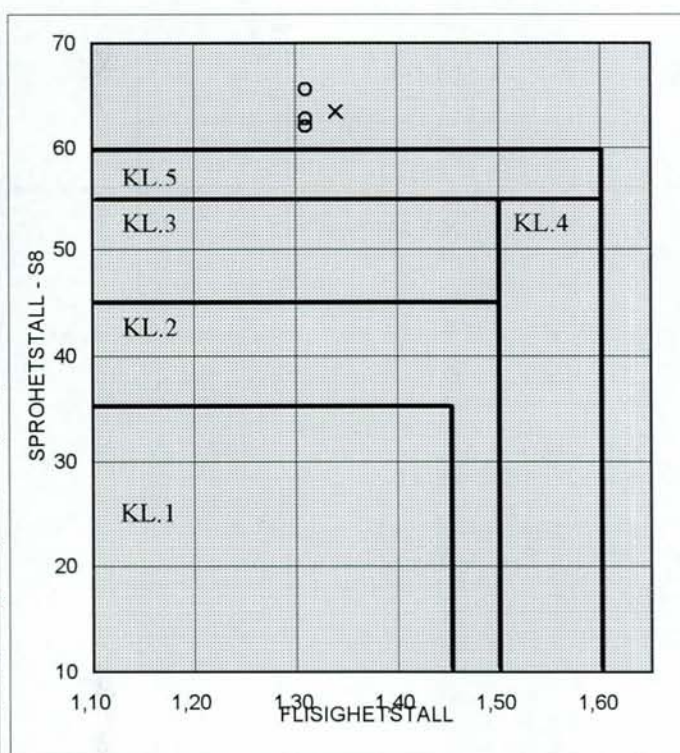
KOORDINATER : 576000/7136050
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 31/8 1994
SIGN. : EE

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	1,31	1,31	1,31	1,34	1,38	
Ukorr. Sprøhetstall-S0	57,1	59,6	56,4	57,7		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	62,8	65,5	62,0	63,5		
Materiale < 2mm-S2	16,8	17,2	15,5	15,7		
Kulemølleverdi, Km					11,0	
Laboratorieknust i %	100					
Middel fl 8-11,2 / S8:	1,31	/	63,4	Middel S2 :	16,5	
Middel fl 11,2-16/Km:	1,38	/	11,0	PSV :	54	
Abrasjonsverdi-a:	0,64	0,71	0,73	Middel :	0,69	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	5,5			Densitet :	2,62	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,27	/	-	LA-verdi :	37,9	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 69% feltspat, 25% kvarts, 3% glimmer, 2% amfibol og 1% magnetitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Eyolf Brichsen

KOMMUNE : Åfjord
KARTBLADNR. : 1523-2
FOREKOMSTNR.: 1630-506-1

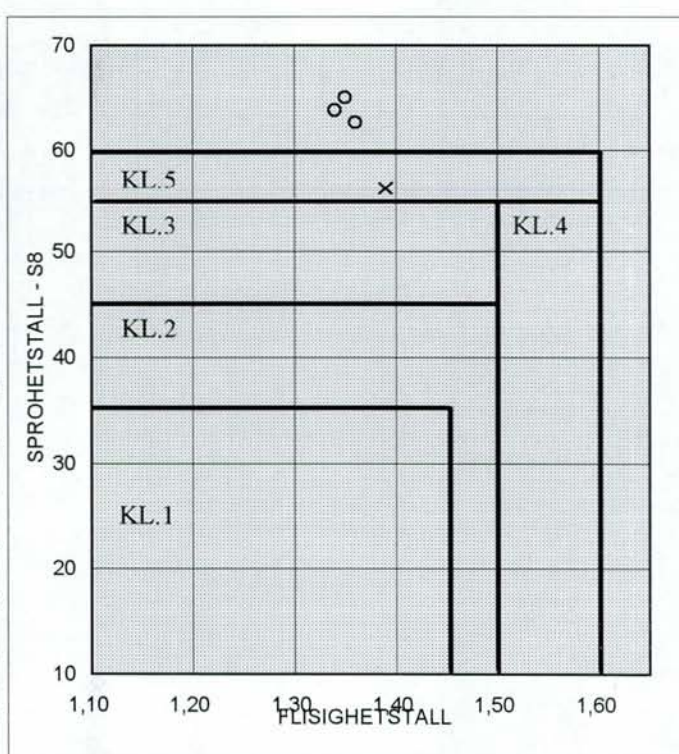
KOORDINATER : 554050/7106300
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 29/8 1994
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
	o	o	o	x		
Tegnforklaring						
Flisighetstall-flis	1,35	1,34	1,36	1,39	1,36	1,36
Ukorr. Sprøhetstall-S0	59,1	58,0	57,0	51,2		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	65,0	63,8	62,7	56,3		
Materiale < 2mm-S2	16,3	17,0	16,0	14,1		
Kulemølleverdi, Km					22,3	21,2
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,35	/	63,8	Middel S2 :	16,4	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,36	/	21,8	PSV :	60	
Abrasjonsverdi-a:	0,99	1,00	0,93	Middel :	0,97	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	7,8			Densitet :	2,70	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	-	LA-verdi :	48,7	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 59% feltspat, 20% kvarts, 20% glimmer og 1% magnetitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byolf Brichen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Raudhammaren-2

Lab.prøve nr.: 950037

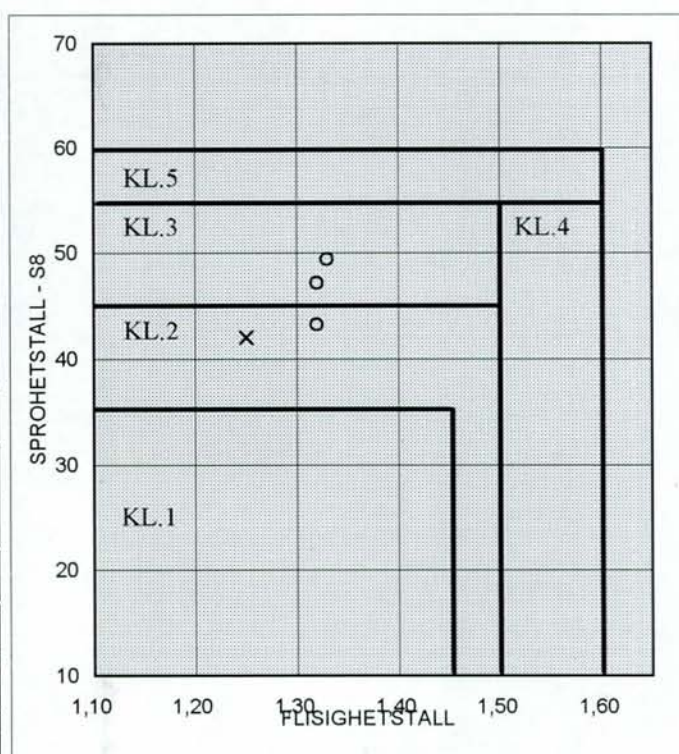
KOMMUNE :	Åfjord	KOORDINATER :	553750/7107000
KARTBLADNR. :	1523-2	DYBDE I METER :	0
FOREKOMSTNR.:	1630-506-2	UTTATT DATO :	29/8 1994
		SIGN. :	EE

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	1,33	1,32	1,32	1,25	1,35	1,38
Ukorr. Sprøhetstall-S0	44,9	42,9	39,3	38,2		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	49,4	47,2	43,2	42,0		
Materiale < 2mm-S2	11,1	10,9	9,4	9,4		
Kulemølleverdi, Km					18,3	20,6
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,32	/	46,6	Middel S2 :	10,5	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,37	/	19,5	PSV :	61	
Abrasjonsverdi-a:	0,85	0,81	0,78	Middel :	0,81	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	5,5			Densitet :	2,81	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,27	/	-	LA-verdi :	33,3	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet granatbiotittgneis.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 20% kvarts, 20% glimmer og 10% granat.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Eyolf Brichsen

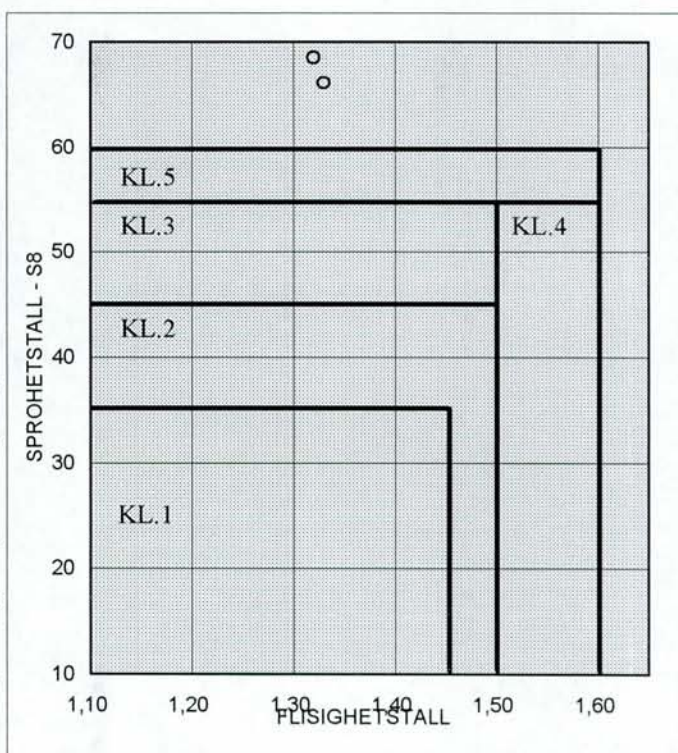
KOMMUNE : Åfjord	KOORDINATER : 553750/7107400
KARTBLADNR. : 1523-2	DYBDE I METER : 0
FOREKOMSTNR.: 1630-506-3	UTTATT DATO : 30/8 1994
	SIGN. : EE

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	1,32	1,33	1,32	1,29	1,36	
Ukorr. Sprøhetstall-S0	62,3	60,1	65,7	65,6		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Sprøhetstall-S8	68,5	66,1	72,3	72,2		
Materiale < 2mm-S2	27,5	26,1	26,6	23,4		
Kulemølleverdi, Km					36,2	
Laboratoriekunst i %	100					
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,32	/	69,0	Middel S2 :	26,7	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,36	/	36,2	PSV :	58	
Abrasjonsverdi-a:	0,98	0,98	0,92	Middel :	0,96	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	8,0			Densitet :	3,24	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/	-	LA-verdi :	52,0	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet granathornblendegneis.

Mineralinnhold: 30% granat, 25% pyroksen, 22% amfibol, 20% feltspat, 2% magnetitt og 1% epidot.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byolf Brichsen

KOMMUNE : Åfjord
KARTBLADNR. : 1523-2
FOREKOMSTNR.: 1630-506-4

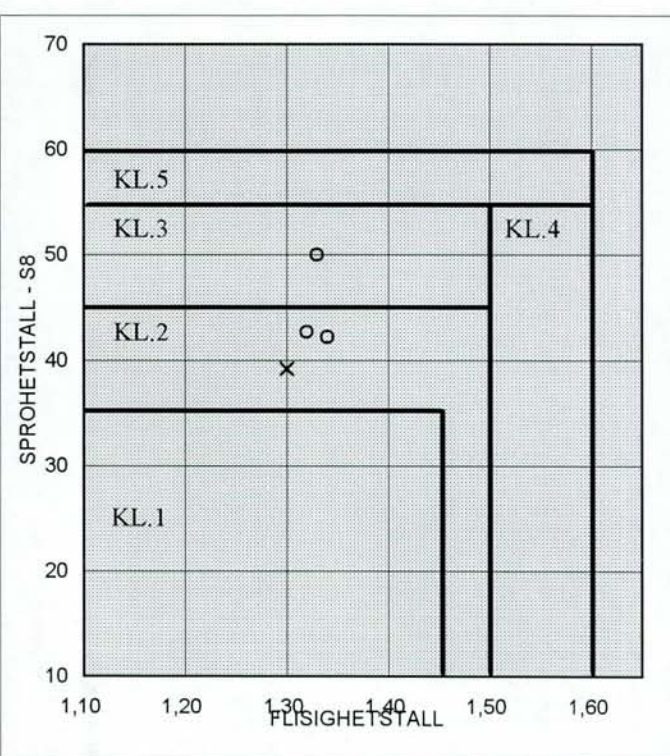
KOORDINATER : 554300/7106900
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 30/8 1994
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
	o	o	o	x		
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-flis	1,32	1,33	1,34	1,30	1,35	1,34
Ukorr. Sprøhetstall-S0	42,7	45,5	42,2	39,2		
Pakningsgrad	0	2	0	0		
Sprøhetstall-S8	42,7	50,1	42,2	39,2		
Materiale < 2mm-S2	10,6	9,5	10,5	8,8		
Kulemølleverdi, Km					8,2	8,4
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,33	/	45,0	Middel S2 :	10,2	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,35	/	8,3	PSV :	52	
Abrasjonsverdi-a:	0,59	0,66	0,62	Middel :	0,62	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,2			Densitet :	2,67	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,31	/	-	LA-verdi :	24,9	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 58% feltspat, 30% kvarts, 10% glimmer og 2% magnetitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byrd Brichsen

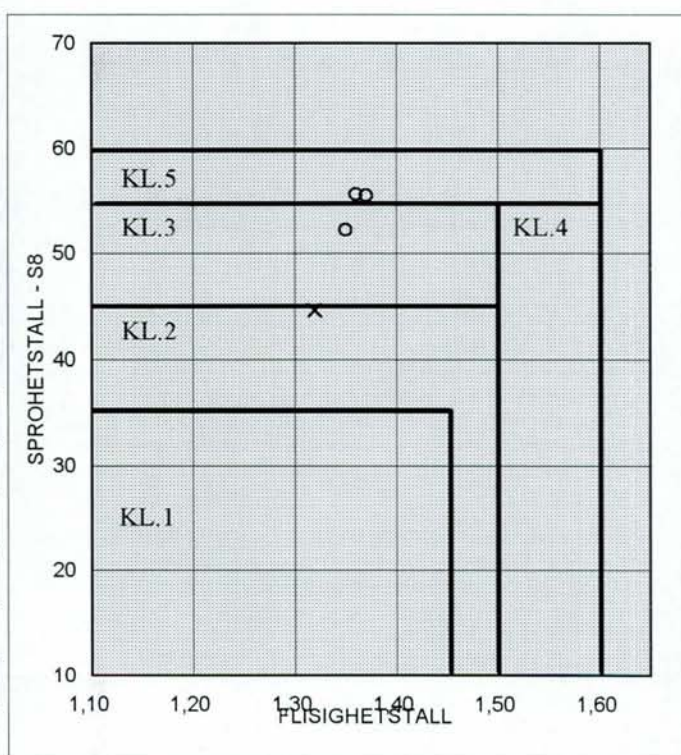
KOMMUNE : Åfjord	KOORDINATER : 553750/7106650
KARTBLADNR. : 1523-2	DYBDE I METER : 0
FOREKOMSTNR.: 1630-506-5	UTTATT DATO : 30/8 1994
	SIGN. : EE

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	1,37	1,36	1,35	1,32	1,36	1,38
Ukorr. Sprøhetstall-S0	52,9	53,0	49,8	42,5		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	55,6	55,7	52,3	44,6		
Materiale < 2mm-S2	16,2	15,6	13,9	13,5		
Kulemølleverdi, Km					17,6	17,6
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,36	/	54,5	Middel S2 :	15,2	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,37	/	17,6	PSV :	53	
Abrasjonsverdi-a:	0,62	0,66	0,69	Middel :	0,66	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,9			Densitet :	3,06	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	-	LA-verdi :	36,0	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet granathornblendegneis.

Mineralinnhold: 35% amfibol, 25% feltspat, 25% pyroksen, 12% scapolitt og 3% granat.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Eyolf Bichsen

KOMMUNE : Åfjord
KARTBLADNR. : 1523-2
FOREKOMSTNR.: 1630-507-1

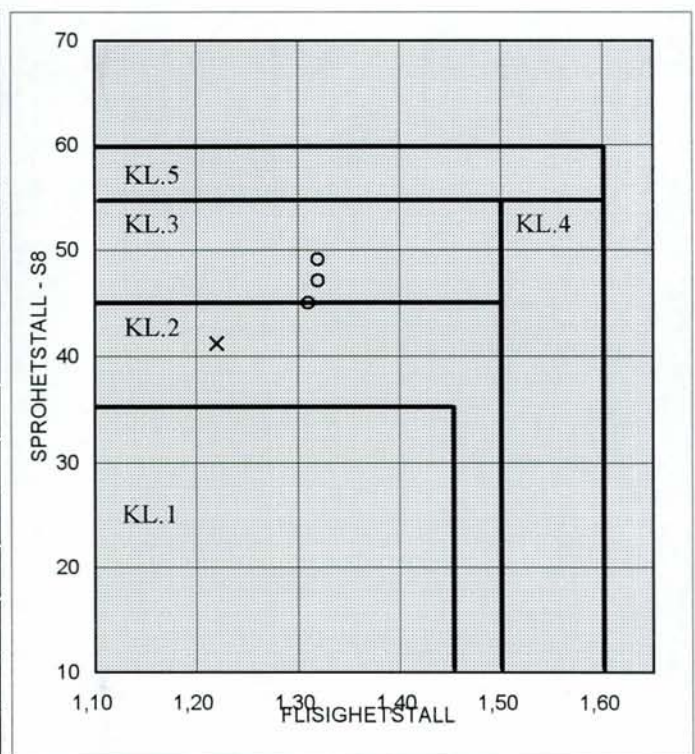
KOORDINATER : 550500/7105300
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 13/6 1996
SIGN. : EE

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	1,31	1,32	1,32	1,22	1,33	1,29
Ukorr. Sprøhetstall-S0	45,0	49,1	47,1	41,2		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	45,0	49,1	47,1	41,2		
Materiale < 2mm-S2	12,2	13,0	13,5	11,9		
Kulemølleverdi, Km					9,5	9,5
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,32	/	47,1	Middel S2 :	12,9	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,31	/	9,5	PSV : -		
Abrasjonsverdi-a:	0,52	0,56	0,53	Middel :	0,54	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,7			Densitet :	2,65	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,27	/	-	LA-verdi :	29,1	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 25% kvarts, 8% amfibol, 7% glimmer, 3% epidot, 3% titanitt, 3% ilmenitt og 1% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byolf Brichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Harbak B

Lab.prøve nr.: 960036

KOMMUNE : Åfjord
KARTBLADNR. : 1523-2
FOREKOMSTNR.: 1630-508-1

KOORDINATER : 551800/7103800
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 13/6 1996
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

Antall korn vurdert
stk.

Meget sterke
%

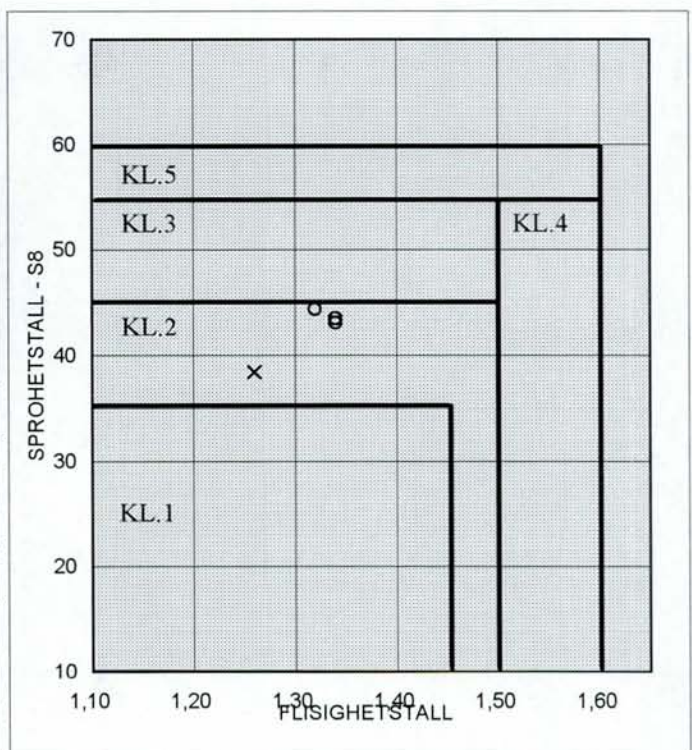
Sterke
%

Svake
%

Meget svake
%

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-flis	1,34	1,34	1,32	1,26	1,28	1,26
Ukorr. Sprøhetstall-S0	41,0	41,4	42,2	38,4		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	43,1	43,5	44,3	38,4		
Materiale < 2mm-S2	9,8	9,2	8,7	7,8		
Kulemølleverdi, Km					13,0	12,8
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,33	/	43,6	Middel S2 :	9,2	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,27	/	12,9	PSV :	-	
Abrasjonsverdi-a:	0,63	0,64	0,63	Middel :	0,63	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,2			Densitet :	2,98	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/	-	LA-verdi :	22,3	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- grovkornet granathornblendegneis.

Mineralinnhold: 35% amfibol, 30% feltspat, 20% granat, 5% epidot, 3% titanitt, 2% glimmer, 2% magnetitt, 2% karbonat og 1% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Eyolf Brichsen

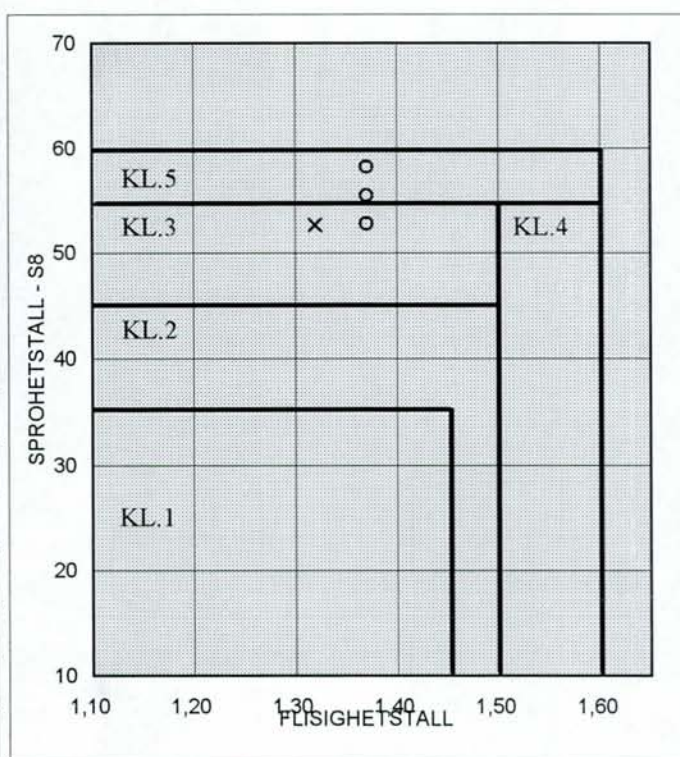
KOMMUNE :	Leksvik	KOORDINATER :	572150/7055000
KARTBLADNR. :	1622-3	DYBDE I METER :	0
FOREKOMSTNR.:	1718-504-1	UTTATT DATO :	25/8 1994
		SIGN. :	EE

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	1,37	1,37	1,37	1,32	1,36	1,37
Ukorr. Sprøhetstall-S0	52,9	55,5	50,3	50,2		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	55,5	58,3	52,8	52,7		
Materiale < 2mm-S2	14,4	15,5	14,5	13,3		
Kulemølleverdi, Km					31,3	26,8
Laboratorieknust i %	100					
Middel fl 8-11,2 / S8:	1,37	/	55,5	Middel S2 :	14,8	
Middel fl 11,2-16/Km:	1,37	/	29,1	PSV :	58	
Abrasjonsverdi-a:	0,75	0,80	0,00	Middel :	0,78	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	5,8			Densitet :	2,70	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,29	/	-	LA-verdi :	34,9	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet glimmergneis.

Mineralinnhold: 40% feltspat, 40% kvarts, 15% glimmer, 4% epidot og 1% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Byolf Brichsen

KOMMUNE : Leksvik
KARTBLADNR. : 1622-3
FOREKOMSTNR.: 1718-504-2

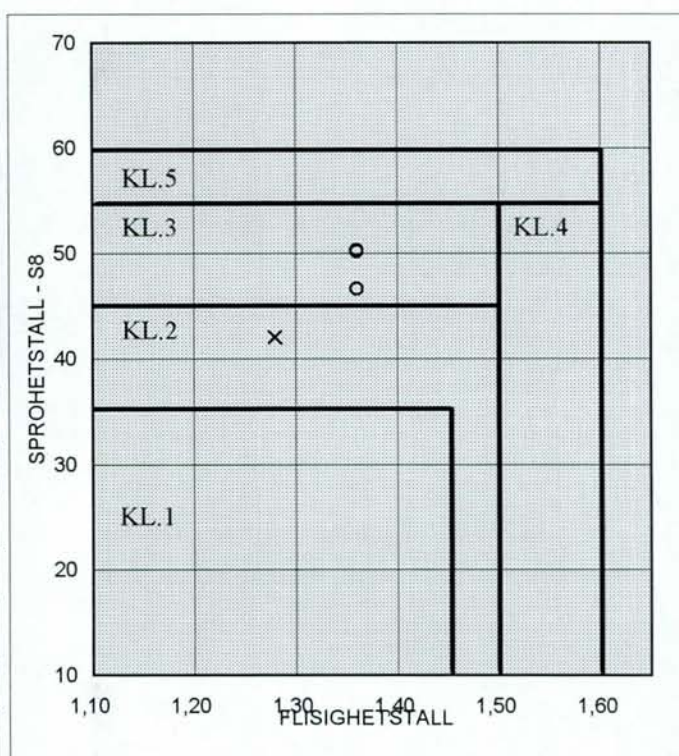
KOORDINATER : 572300/7055650
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 25/8 1994
SIGN. : EE

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	1,36	1,36	1,36	1,28	1,38	1,37
Ukorr. Sprøhetstall-S0	47,8	44,4	47,9	42,0		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	50,2	46,6	50,3	42,0		
Materiale < 2mm-S2	11,6	11,6	11,8	10,1		
Kulemølleverdi, Km					13,3	12,6
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,36	/	49,0	Middel S2 :	11,7	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,38	/	13,0	PSV :	56	
Abrasjonsverdi-a:	0,59	0,74	0,66	Middel :	0,66	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,6			Densitet :	2,67	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,27	/	-	LA-verdi :	26,6	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet glimmergneis.

Mineralinnhold: 40% feltspat, 40% kvarts, 10% glimmer, 5% epidot og 5% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Eyolf Bichon

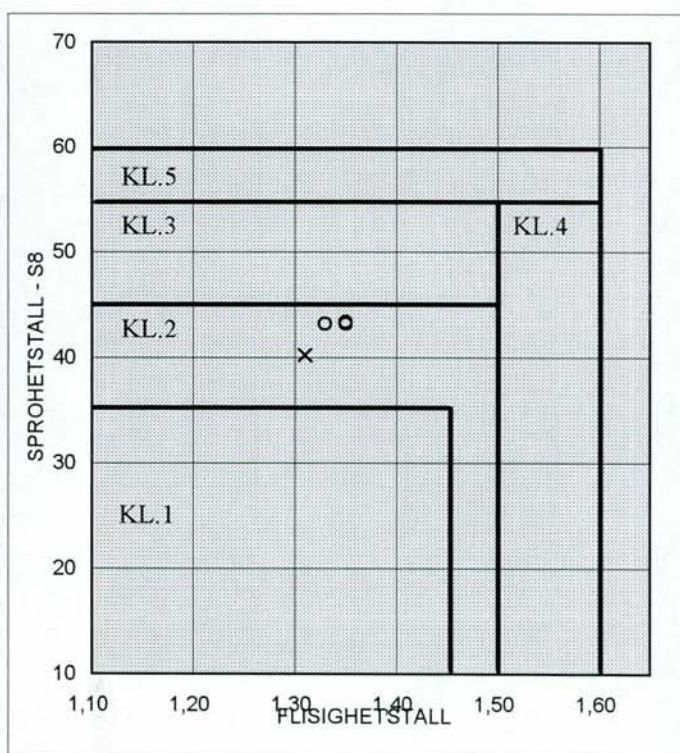
KOMMUNE : Leksvik	KOORDINATER : 572800/7055550
KARTBLADNR. : 1622-3	DYBDE I METER : 0
FOREKOMSTNR.: 1718-504-3	UTTATT DATO : 25/8 1994
	SIGN. : EE

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	1,33	1,35	1,35	1,31	1,40	1,35
Ukorr. Sprøhetstall-S0	41,1	41,1	41,3	40,2		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	43,2	43,2	43,4	40,2		
Materiale < 2mm-S2	9,1	9,4	8,9	8,1		
Kulemølleverdi, Km					12,4	12,5
Laboratoriekunst i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,34	/	43,2	Middel S2 :	9,1	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,38	/	12,5	PSV :	57	
Abrasjonsverdi-a:	0,59	0,69	0,65	Middel :	0,64	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,2			Densitet :	2,69	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	-	LA-verdi :	23,1	



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Finkornet glimmergneis.

Mineralinnhold: 35% kvarts, 30% feltspat, 18% glimmer, 15% epidot og 2% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. desember 1996

Sign.:
Eyolf Brichsen

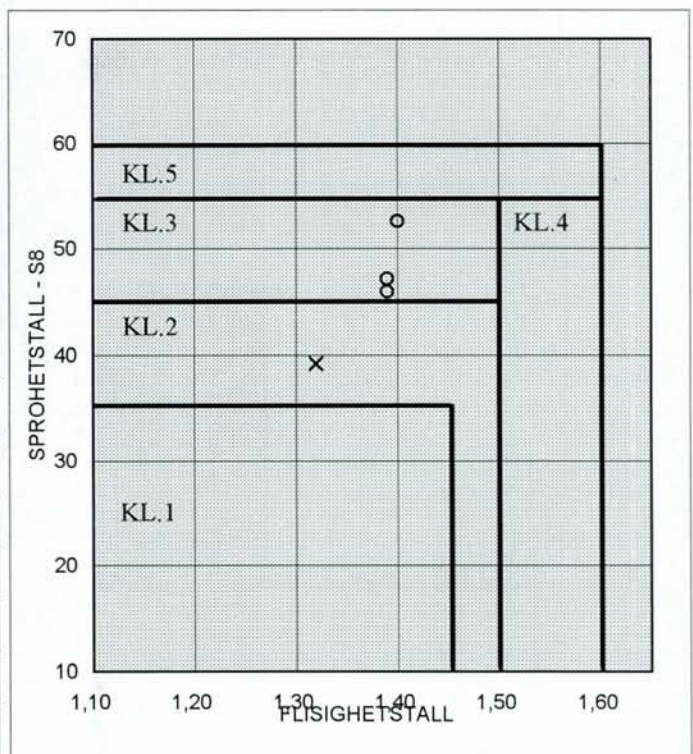
KOMMUNE : Leksvik	KOORDINATER : 573100/7054300
KARTBLADNR. : 1622-3	DYBDE I METER : 0
FOREKOMSTNR.: 1718-505-1	UTTATT DATO : 26/8 1994
	SIGN. : EE

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	1,40	1,39	1,39	1,32	1,35	1,37
Ukorr. Sprøhetstall-S0	50,1	43,8	44,9	39,2		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	52,6	46,0	47,2	39,2		
Materiale < 2mm-S2	10,7	11,3	10,9	8,7		
Kulemølleverdi, Km					13,2	12,6
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,39	/ 48,6		Middel S2 :	11,0	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,36	/ 12,9		PSV :	55	
Abrasjonsverdi-a:	0,70	0,71	0,67	Middel :	0,69	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,8			Densitet :	2,70	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,32	/ -		LA-verdi :	27,7	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet glimmergneis.

Mineralinnhold: 40% kvarts, 35% feltspat, 10% glimmer, 10% klotitt og 5% epidot.

Reaksjon med HCL:

Sted: Trondheim	Dato: 23. desember 1996	Sign.: <i>Byolf Brichsen</i>
--------------------	----------------------------	---------------------------------