

NGU Rapport 99.087

Pukkundersøkelser av forekomsten
Berakvam i Suldal kommune.

Rapport nr.: 99.087		ISSN 0800-3416	Gradering: . <i>Åpen</i>	
Tittel: Pukkundersøkelser av forekomsten Berakvam i Suldal kommune.				
Forfatter: Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: Norsk Stein A/S og Kon-Sul as		
Fylke: Rogaland		Kommune: Suldal		
Kartblad (M=1:250.000) Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Vindafjord 1213-1		
Forekomstens navn og koordinater: Berakvam		Sidetall: 46	Pris: 85,-	
Feltarbeid utført: 28/6-1/7 1999		Rapportdato: 15. oktober 1999	Prosjektnr.: 2633.20	Ansvarlig: <i>Bjørn Krogstam</i>
Sammendrag:				
<p>På oppdrag for Norsk Stein A/S og Kon-Sul as er det utført en undersøkelse av forekomsten Berakvam i Suldal kommune. Norsk Stein A/S driver i dag et større pukkuttak innenfor deler av forekomsten. Formålet med oppdraget har vært å få undersøkt om berggrunnen i området nord for eksisterende uttak er egnet for pukkproduksjon, og om mulig få registrert variasjoner i berggrunnens mekaniske egenskaper.</p> <p>Innenfor det nye området dominerer en mørk mylonittisk gneis. I det eksisterende bruddområdet opptrer i tillegg granitt, gneisgranitt og biotittgneis. Både mineralinnhold og densitet kan brukes som hjelpemiddel for å skille mellom de granittiske bergartene (granitt og gneisgranitt) og den mylonittiske gneisen.</p> <p>Schmidt hammer målingene antyder at det er liten variasjon i de mekaniske egenskapene mellom de ulike bergartene og innbyrdes hver enkelt bergartstype som opptrer innenfor det nye området. Videre viser analyseresultater at det er liten forskjell i de mekaniske og fysiske egenskapene for prøver tatt innenfor det nye området i forhold til prøver tatt innenfor det eksisterende bruddområdet.</p> <p>Bergartsmateriale innenfor det nye undersøkelsesområdet kan anvendes til de fleste byggetekniske formål.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi		Byggeråstoff		Pukk
Mekanisk styrke		Mineralogi		Los Angeles
Fallprøve		Abrasjon		Fagrapport

INNHold

KONKLUSJON	4
1. FORORD.....	5
2. GJENNOMFØRING.....	6
3. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER.....	7
4. RESULTATER	9
4.1 Geologi.....	9
4.2 Schmidt hammer målinger.....	14
4.3 Mekaniske og fysiske analyseresultater.....	16
5. VURDERING AV RESULTATENE	18
6. REFERANSE.....	20

VEDLEGG

Vedlegg A	:	Beskrivelse av laboratoriemetoder
Vedlegg B	:	Beskrivelse av Schmidt hammer metoden
Vedlegg C	:	Norske kvalitetskrav for knust tilslag
Vedlegg D	:	Europeiske krav for knust tilslag
Vedlegg 1-8	:	Analyseresultater

KONKLUSJON

Berggrunnen i området:

Innenfor bruddområdet opptrer to dominerende bergartstyper;

- Lys til lysegrå granitt eller gneisgranitt avhengig av deformasjonsgrad. (tidligere betegnet granitt, lys granodioritt).
- Mørk mylonittisk gneis med karakteristiske porfyrer med feltspat. (tidligere betegnet mylonitt, mørk granodioritt).

I det nye undersøkte området dominerer mørk mylonittisk gneis. Underordnet opptrer gneisgranitt og biotittgneis.

Både mineralinnhold og densitet kan brukes som hjelpemiddel for å skille mellom de to dominerende bergartstypene.

Mekaniske egenskaper:

Schmidt hammer målingene antyder at det er liten variasjon i de mekaniske egenskapene mellom de ulike bergartene og innbyrdes hver enkelt bergartstype som opptrer.

Analyseresultater viser at det er liten forskjell i de mekaniske og fysiske egenskapene for prøver tatt innenfor det nye området i forhold til prøver tatt innenfor det eksisterende bruddområdet.

Anvendelse som byggeråstoff:

Bergartsmateriale innenfor det nye undersøkte området er egnet til vegformål i forhold til krav i Norge og en del andre europeiske land, unntatt som tilslag til vegdekke for de mest trafikkbelastede vegstrekninger.

For anvendelse til betongformål vurderes materialet som egnet ut fra både norske krav og krav innenfor andre land i Europa. Det må bemerkes at den mylonittiske gneisen klassifiseres som potensiell alkalireaktiv.

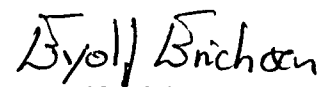
1. FORORD

På oppdrag for Norsk Stein A/S og Kon-Sul as har Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomført en undersøkelse av forekomsten Berakvam i Suldal kommune. Norsk Stein A/S driver i dag et større pukkuttak innenfor deler av forekomsten. Det undersøkte området ligger nord-nordøst for eksisterende uttak og representerer et viktig reserveområde ved en eventuell utvidelse av bruddområdet.

Formålet har vært å få undersøkt om berggrunnen i området er egnet for pukkproduksjon, og videre få registrert mulige variasjoner i berggrunnens mekaniske egenskaper.

Trondheim 15. oktober 1999
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-R. Neeb
Hovedprosjektleder

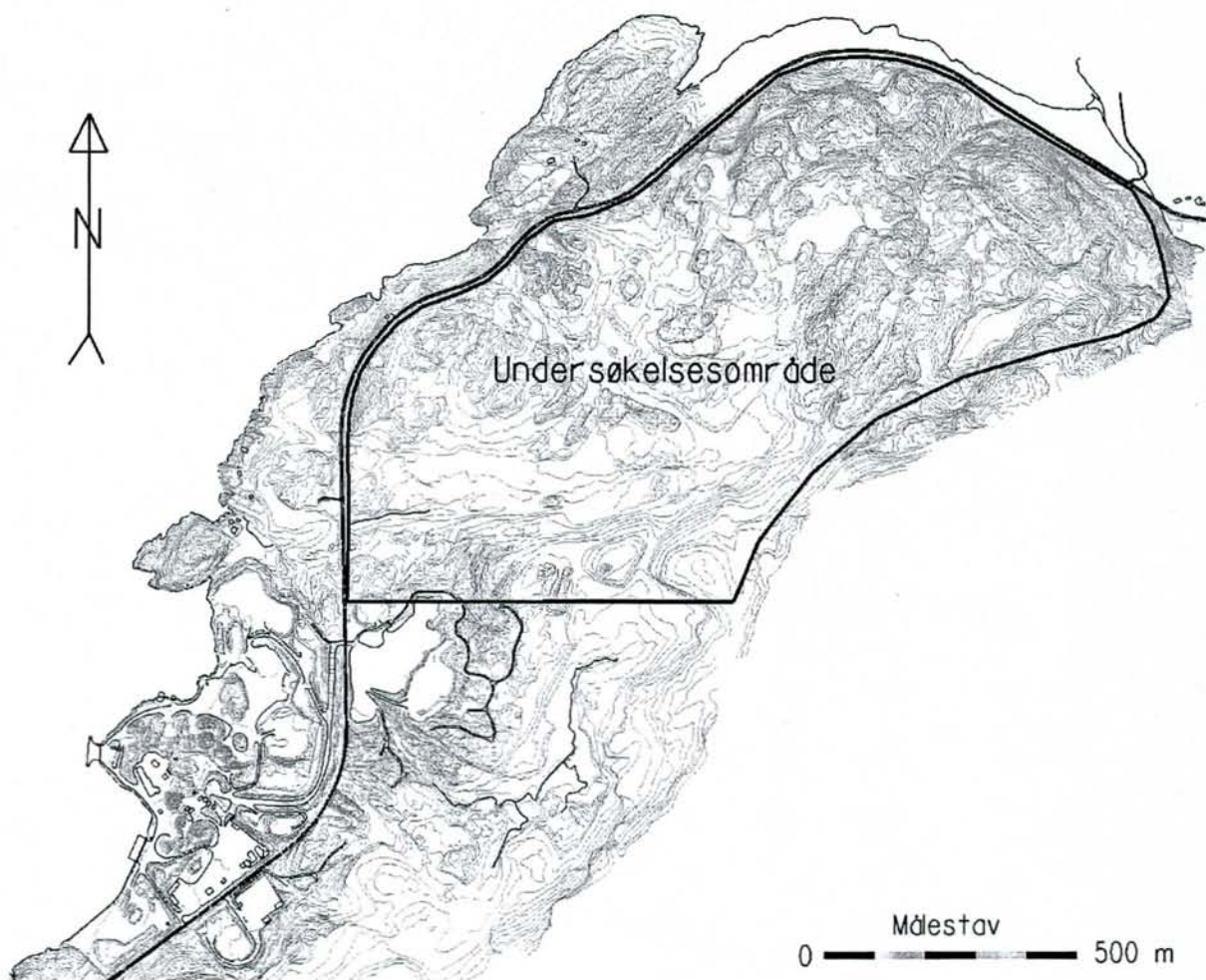

Eyolf Erichsen
Forsker

2. GJENNOMFØRING

For å kartlegge mulig variasjon i berggrunnens mekaniske egenskaper ble det utført målinger med et enkelt feltinstrument, Schmidt hammer, innenfor bruddet og i vegskjæringer langs riksveg 517 som omkranser det undersøkte området (figur 1). I tillegg ble området befart for lokalisering av egnete steder for uttak av prøver for mekanisk analysering. Samtidig med denne befaringen ble hovedtrekkene i berggrunnen registrert.

Rapporter fra tidligere undersøkelser av bruddområdet [2-5] har vært tilgjengelig. Resultater fra disse undersøkelsene er brukt for å sammenholde bergartstyper og mekaniske egenskaper innenfor dagens brudd med prøver tatt innenfor det nye området.

Feltundersøkelsene ble utført i juni/juli 1999 av Eyolf Erichsen, NGU og Reidar Blesvik, Kon-Sul as. Utsprengning og innsamling av prøvene for mekanisk testing ble utført av Reidar Blesvik i samarbeid med personell fra Norsk Stein A/S.



Figur 1. Undersøkesområde. (Kotebildet i bruddområdet er fra 1996/97 og stemmer ikke med dagens terreng. Det samme gjelder figurene 2, 4 og 6).

3. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Densitet, fallprøve (sprøhet og flisighet), abrasjon, kulemølle, Los Angeles og mineralfordeling ved tynnslipanalyse er analyser som er utført ved NGU (vedlegg 1-8). PSV (Polished Stone Value) utføres av Celtest limited i Wales. Tynnslipanalysene er utført av Harald Skålvoll, NGU. Vedlegg A gir en utfyllende beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Materialet som prøvetas er bergartsstykker, helst i knyttneve størrelse, som til sammen utgjør ca. 60 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet knust ned 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 [1] at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyse-resultater i forhold til nyutsprenge prøver tatt i felt, også kalt «stuffprøver». Produksjonsprøvene vil være avhengige av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekanisk 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 materialer som skal anvendes som tilslag i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighetstallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølleverdien. Det er meningen at kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden. Vedlegg C gir en oversikt over kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer. Tabell 1 gir en forenklet oversikt over norske krav for tilslagsmaterialer til vegformål.

Tabell 1. Norske kvalitetskrav til vegformål.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0
“	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0
“	“ , ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0
“	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

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

Til betongformål stilles ingen spesielle krav til mekanisk styrke, med unntak for høyfastbetong. For høyfastbetong er det viktig at steinmaterialet er «sterkt» da tilslaget ofte er bestemmende for betongens totalstyrke. For vanlig betong bør tilslaget generelt være «mekanisk godt» og inneholde minst mulig glimmer. Det er først og fremst kornformen uttrykt ved flisigheten og kornfordelingen etter sikting som er avgjørende for om et tilslagsmateriale er egnet til betongformål.

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene. Gjennom det pågående CEN-arbeidet (Comite Europeen de Normalisation) er det blitt standardisert hvilke metoder som skal være gjeldende for alle EU/EFTA-land. Kulemølle, Los Angeles og PSV er alle godkjent som «CEN-metoder». Vedlegg D gir en oversikt over kvalitetskrav for tilslagsmaterialer for en del utvalgte europeiske land. I tabell 2 er det laget en forenklet oversikt over krav for tilslagsmateriale til vegformål for disse.

Tabell 2. Europeiske kvalitetskrav til vegformål.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 16	> 65
	“	Normal trafikkert veg	< 25	> 55
	“	Lavt trafikkert veg	< 30	> 45
		Bære- og forsterkningslag	< 35	-
Tyskland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	< 15	> 55
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lavt trafikkert veg	< 30	> 43
		Bære- og forsterkningslag	< 40*	-
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 15	> 50
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lavt trafikkert veg	< 25	> 40
		Bære- og forsterkningslag	< 30	-
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	> 65
	“	Normal trafikkert veg	?	> 53
	“	Lavt trafikkert veg	?	> 48
		Bære- og forsterkningslag	?	-
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	> 50
	“	Lavt trafikkert veg	?	?
		Bære- og forsterkningslag	?	-

* Krav avhengig av bergartstype.

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

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

Selv om det ikke stilles krav til en bergarts egenvekt, uttrykt ved densiteten, bør den hverken være for lav eller for høy (helst < 2,80). Til enkelte formål, som stor blokkstein til dikeformål, tung ballast, tildekkingsmateriale til oljerørledninger på sjøbunnen etc., kan det stilles krav til minimum egenvekt, men dette er unntaket. Markedsandelen for spesialprodukter med høy egenvekt er forholdsvis liten.

4. RESULTATER

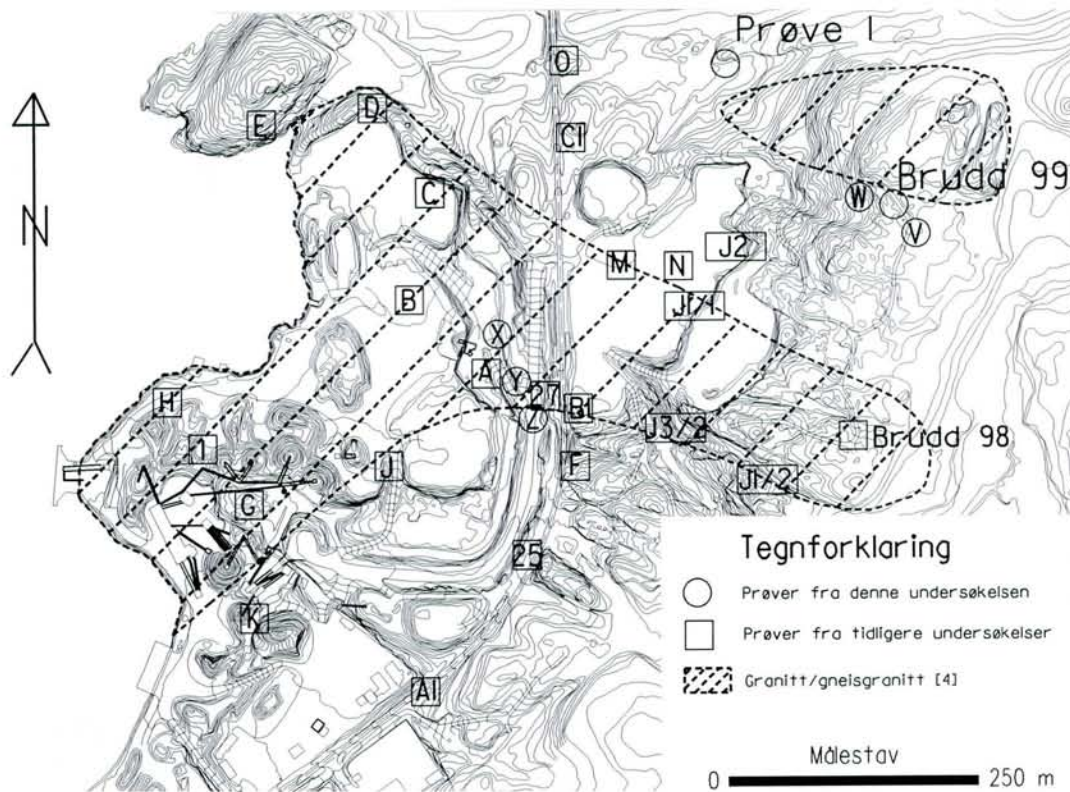
4.1 Geologi

Berggrunnen innenfor eksisterende bruddområde er tidligere kartlagt [2-5] og tre dominerende bergartstyper er registrert i området (figur 2 og tabell 3). De er blitt klassifisert som granitt, granodioritt og mylonittisk gneis. Egenfargen for bergartene er blitt betegnet som lys til lys grå for granitten og granodioritten, en mørk variant av granodioritten og mørk farge for den mylonittiske gneisen. Det er blitt benyttet forskjellig betegnelse for samme type bergart ved de tidligere undersøkelsene [3]. I tillegg er bruken av bergartsnavnet granodioritt feil i forhold til de oppgitte opplysninger om mineralinnholdet i bergartene ⁽¹⁾. For de utførte analysene der bergarten er oppgitt til å være "granodioritt" (prøve G, B, J1/1 og J1/2) vil korrekt bergartsnavn være granitt under forutsetning av at bergartene kan betegnes som dypbergarter. Mange av prøvene er såpass deformert (tabell 3 og 4) at bergartsbetegnelsen mylonittisk gneis vil være mer dekkende enn å klassifisere dem som dypbergarter. Spesielt gjelder dette prøvene med mørk egenfarge og som i tillegg inneholder centimeter store "øyne" (porfyrer) bestående av feltspat i en mer finkornig mørk grunnmasse (figur 3).



Figur 3. Mylonittisk gneis.

⁽¹⁾ I to av rapportene [3] og [5] er det skilt mellom to typer feltspat; plagioklas og alkalifeltspat. Ved klassifisering av dypbergarter [6] defineres granodioritt ved et %-vis forhold mellom alkalifeltspat og plagioklas gitt ved et plagioklasinnhold på mellom 65 og 90% avhengig av kvartsinnholdet.



Figur 2. Geologi og prøvepunkt i bruddområdet.

Tabell 3. Tynnslipanalyse fra bruddområdet. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Farge	Kv	Fsp	Gli	Epi	Tit	Kar	Amf	Klo	And
G	"Granodioritt"	Middels- til grovkornet	Granulær	Lys	30	58	10					2	
B	"Granodioritt"	Middels- til grovkornet	Svak orientert	Lys	40	47	5	5				3	
J 1/1	"Granodioritt"	Middelskornet	Deformert	?	40	35	15					5	5
J 1/2	"Granodioritt"	Fin- til grovkornet	Deformert	?	40	40	10					5	5
J 2	Biotittgneis	Finkornet	Deformert	Mørk	45	40	5					5	5
J 3/2	Felsitt	Middelskornet	Parallellorientert	Lys	30	60	5						5
A ¹	Blastomylonitt	Fin- til middelskornet	Deformert	?	25	40	15	10	8	1			1
B ¹	Granitt	Fin- til middelskornet	Granulær	?	34	65							1
C ¹	Kvartsdioritt	Fin- til middelskornet	Svakt orientert	?	25	40	10	8	5		3	7	2
X	Granitt	Fin- til middelskornet	Svakt orientert	Lys	30	55	4	5	3	1			2
Y	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	20	40	11	16	6	5			2
Z	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	15	10	10	5			
V	Biotittgneis	Fin- til middelskornet	Svakt orientert	Mørk	10	60	20	8	2				
W	Dioritt	Fin- til middelskornet	Granulær	Svart	4	30	10	16	3		35		2
Brudd 90	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	30	40	10	6	5	2		5	2
Brudd 98A	Trondhjemit	Middelskornet	Svakt orientert	Grå	25	55	13	3	2	2			
Brudd 98B	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	20	35	15	15	10	5			
Brudd 99	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	15	10	10	5			

Kv - kvarts, Fsp - feltspat, Gli - glimmer, Epi - epidot, Tit - titanitt, Kar - karbonat, Amf - amfibol, Klo - kloritt og And - andre mineraler. Tynnslipanalysene er utført av NGU med unntak av; G og B - NOTEBY [3], J1/1, J1/2, J2 og J3/2 - Schellenberg [5]. Det er ikke kjent hvor i bruddet prøven Brudd 90 er tatt.

Tynnslipanalyser i tabell 3 viser at bergarten er til dels kraftig deformert og omdannet. Det er denne bergarten som gjerne er blitt betegnet som den mørke varianten av "granodioritt" innenfor eksisterende bruddområde. Bergartsprøvene med lys egenfarge viser ofte lite deformert tekstur (granulær til svakt orientert). Granitt eller gneisgranitt vil være en korrekt og dekkende betegnelse for disse bergartstypene.

Innenfor bruddområdet vil en som en oppsummering kunne skille ut to dominerende bergartstyper;

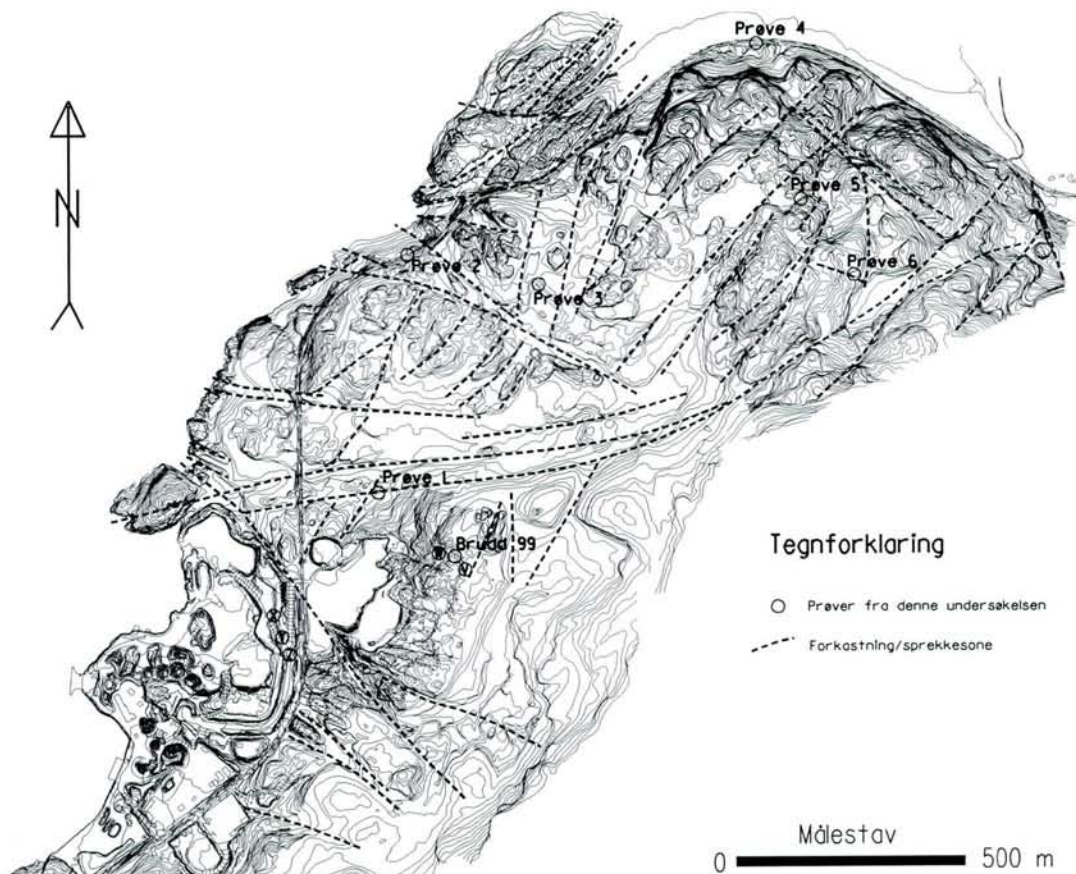
- Lys til lysegrå granitt eller gneisgranitt avhengig av deformasjonsgrad. (tidligere betegnet granitt, lys granodioritt).
- Mørk mylonittisk gneis med karakteristiske porfyrer med feltspat. (tidligere betegnet mylonitt, mørk granodioritt).

Underordnet de to hovedtypene av bergarter i bruddområdet opptrer en lys bergart rik på kvarts og feltspat (felsitt). Denne varianten ble observert i begrensede partier innenfor soner med granitt/gneisgranitt, men i kontaktsonen mot omliggende bergarter. Tilsvarende opptrer mer finkornige varianter innenfor den mylonittiske gneisen betegnet både som biotittgneis, kvartsdioritt og trondhemitt. Disse oppfattes å være dannet ved tektonisk deformasjon internt innenfor sonen med mylonittisk gneis. Helt nordøst i bruddet (prøve W) ble det observert enkelte avsnørte linser med dioritt med en karakteristisk svart egenfarge. I tillegg opptrer soner med pegmatitt med varierende utbredelse.

Innenfor det nye undersøkte området ble det tatt seks nye prøver bl.a. for tynnslipanalyse (figur 4 og tabell 4). Blotningsgraden innenfor dette område er moderat, men områdets geologi framkommer godt ved observasjoner i vegskjæringene som begrenser området mot vest og nord. Blotningsgraden er noe bedre i den nordøstlige delen av området.

Ved befaring i området ble det observert tre bergartstyper. Området domineres av mørk mylonittisk gneis. Kornstørrelsen varierer noe, men er gjennomgående middels- til grovkornet. Stedvis, spesielt langs sprekkesoner (figur 4) er bergarten kraftig foliert (prøve 6). Tynne årer og opp til cm tykke bånd med epidot opptrer stedvis langs disse folierte partiene.

Underordnet den mylonittiske gneisen opptrer, spesielt i de helt vestlige delene av området, både gneisgranitt (prøve 2) og biotittgneis. Den førstnevnte er lett å kjenne ved sin lyse egenfarge. Andel mørke mineraler kan bli såpass høy at det er vanskelig å skille mellom gneisgranitten og den mylonittiske gneisen. Det kan virke som om det er en gradvis og flytende overgang mellom de to variantene. P.g.a. denne flytende overgangen er det vanskelig å kartlegge grensen mellom de to bergartstypene. Biotittgneisen er som i bruddområdet gjennomgående finkornet. Det gjør at den skiller seg klart ut fra de øvrige bergartstypene.



Figur 4. Nye prøvelokaliteter og forkastninger/sprekkesoner

Tabell 4. Tynnslipanalyse av prøver tatt innenfor det nye undersøkte området. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Farge	Kv	Fsp	Gli	Epi	Tit	Kar	Amf	And
1	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	40	14	10	8	2		1
2	Gneisgranitt	Middels- til grovkornet	Deformert	Lys grå	30	40	18	5	3	2		2
3	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	18	10	8	2		2
4	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	13	10	8	5	2	2
5	Mylonittisk gneis	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	30	15	15	8	5		2
6	Mylonittisk gneis	Middelskornet	Deformert	Mørk	25	30	18	10	10	2		5

Kv - kvarts, Fsp - feltspat, Gli - glimmer, Epi - epidot, Tit - titanitt, Kar - karbonat, Amf - amfibol og And - andre mineraler.

For om mulig å spore mineralogiske forskjeller mellom de to hovedbergartene i bruddområdet og det nye området, er aktuelle prøver i tabell 3 og 4 sortert etter bergartstype (tabell 5 og 6). Kvarts- og feltspatinnholdet er markert høyere for de granittiske bergartene (granitt og gneisgranitt) i forhold til den mylonittiske gneisen, mens gneisen er rikere på glimmer (biotitt), epidot og titanitt.

Tabell 5. Tynnslipanalyse for prøver med mylonittisk gneis. Mineralinnhold i %.

Prøve	Kornstørrelse	Tekstur	Farge	Kv	Fsp	Gli	Epi	Tit	Kar	Amf	Klo	And
A ¹	Fin- til middelskornet	Deformert	?	25	40	15	10	8	1			1
Y	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	20	40	11	16	6	5			2
Z	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	15	10	10	5			
Brudd 90	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	30	40	10	6	5	2		5	2
Brudd 98B	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	20	35	15	15	10	5			
Brudd 99	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	15	10	10	5			
1	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	40	14	10	8	2			1
3	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	18	10	8	2			2
4	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	35	13	10	8	5	2		2
5	Middels- til grovkornet	Deformert	Mørk	25	30	15	15	8	5			2
6	Middelskornet	Deformert	Mørk	25	30	18	10	10	2			5
Gj.snitt				25	36	14	11	8	4	2	5	2
Std.avvik				3	4	3	3	2	2			1

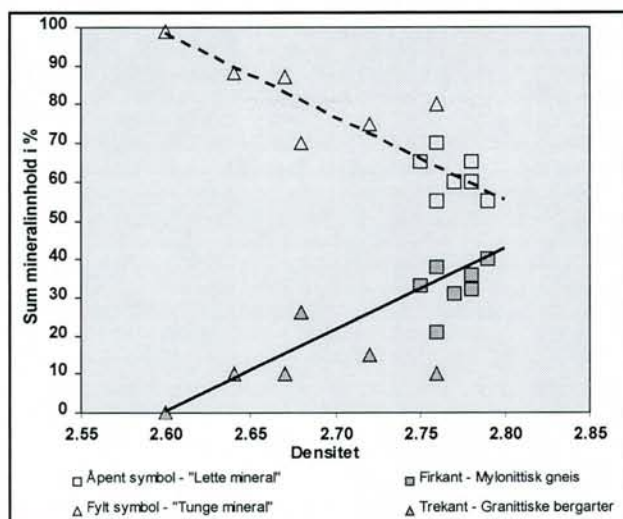
Kv - kvarts, Fsp - feltspat, Gli - glimmer, Epi - epidot, Tit - titanitt, Kar - karbonat, Amf - amfibol, Klo - kloritt og And - andre mineraler.

Tabell 6. Tynnslipanalyse for prøver med granitt og gneisgranitt. Mineralinnhold i %.

Prøve	Kornstørrelse	Tekstur	Farge	Kv	Fsp	Gli	Epi	Tit	Kar	Amf	Klo	And
G	Middels- til grovkornet	Granulær	Lys	30	58	10					2	
B	Middels- til grovkornet	Svak orientert	Lys grå	40	47	5	5				3	
J 1/1	Middelskornet	Deformert	?	40	35	15					5	5
J ½	Fin- grovkornet	Deformert	?	40	40	10					5	5
B ¹	Fin- til middelskornet	Granulær	?	34	65							1
X	Fin- til middelskornet	Svakt orientert	Lys	30	55	4	5	3	1			2
2	Middels- til grovkornet	Deformert	Lys grå	30	40	18	5	3	2			2
Gjennomsnitt				35	49	10	5	3	2		4	3
Standardavvik				5	11	6	0	0	1		2	2

Kv - kvarts, Fsp - feltspat, Gli - glimmer, Epi - epidot, Tit - titanitt, Kar - karbonat, Amf - amfibol, Klo - kloritt og And - andre mineraler.

Denne forskjellen har betydning for bergartenes densitet (figur 5). Den høye andelen med de relativt "lette mineralene" kvarts og feltspat i de granittiske bergartene, gjør at disse bergartene har lavere densitet i forhold til den mylonittiske gneisen som domineres av "tunge mineraler" som biotitt, epidot og titanitt. Det er større spredning i densiteten for de granittiske bergartene i forhold til hva som er tilfelle for den mylonittiske gneisen. *Både mineralinnhold og densitet kan derfor brukes som hjelpemiddel for å skille mellom de to dominerende bergartstypene i området.*



Figur 5. Variasjon i densitet for de granittiske bergartene (granitt og gneisgranitt) og mylonittisk gneis avhengig av mineralinnhold.

Innenfor området opptrer en rekke forkastninger/sprekkesoner (figur 4). Det er mulig å skille mellom tre sett med sprekkeretninger. To av dem har forholdsvis kort utstrekning og med henholdsvis sørvest-nordøstlig og sørøst-nordvestlig retning. Den siste har større utstrekning gjennom hele området, men med varierende sprekkeretning. Den intense oppkomsten av sprekkesoner kan sees i sammenheng med den nære beliggenheten i forhold til det kaledonske skyvedekket rett øst for undersøkelsesområdet. Det er mulig at skyvedekket også er årsaken til at bergartene i området er såpass kraftig deformert.

4.2 Schmidt hammer målinger

Det ble utført målinger med Schmidt hammer (se vedlegg B) både i bruddet og langs vegskjæringene som omkranser undersøkelsesområdet (figur 6). P.g.a. usikkerhet med målinger på forvitret dagfjell (tabell 7) ble det ikke utført målinger innenfor det undersøkte området, men kun i friske skjæringene. Det ble utført målinger på forskjellig dyp for eventuelt å kunne påvise mekanisk svekkelse øverst i dagfjellsonen. Ut fra målingene er det intet som tyder på mekanisk svekkelse øverst i dagfjellsonen (fra 0 til 3 meter).

Tabell 7. Schmidt hammer verdier for prøver tatt på forskjellig dyp og forvitret dagfjell. (Resultatet blir bedre med høyere tallverdier).

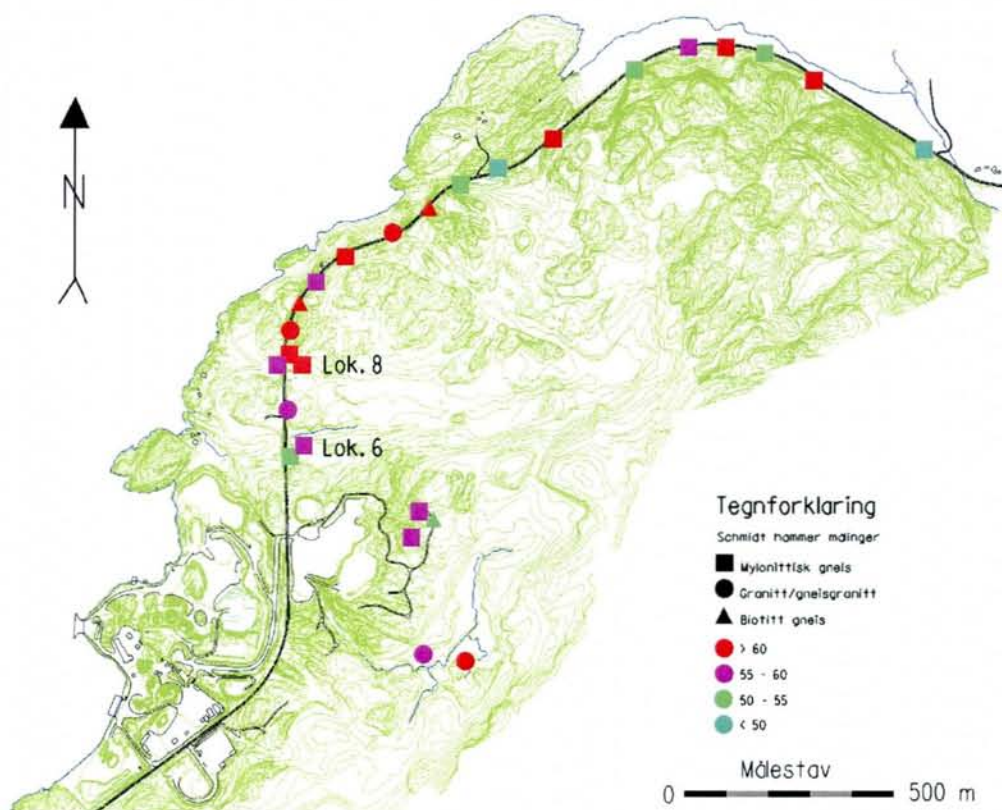
	Forvitret dagfjell	0 - 0,5 meters dyp	3 meters dyp
Lokalitet 6	-	59,5	54,0
Lokalitet 8	55,5	61,5	61,0

Sammenstilling av resultatene av de øvrige målingene er gitt i tabell 8 og vist i figur 6. Den mylonittiske gneisen viser lavest (dårligst) gjennomsnittlig medianverdi av de tre undersøkte bergartene, mens de granittiske bergartene gir noe høyere (bedre) verdier. Forskjellen i gjennomsnittlig medianverdi for de ulike bergartene er for liten til å kunne påstå at metoden fanger opp noen markert mekanisk ulikhet mellom bergartstypene. Også innbyrdes hver bergartstype er det liten variasjon ut fra tallverdien på standardavviket og variansen. Unntaket er den høyere variansen for den mylonittiske gneisen. For denne bergarten var det store forskjeller i målingene avhengig om det ble slått på rene flater med feltspat porfyrer eller på grunnmassen.

Schmidt hammer målingene antyder at det er liten variasjon i de mekaniske egenskapene mellom de ulike bergartene og innbyrdes hver enkelt bergartstype som opptrer innenfor det nye undersøkte området.

Tabell 8. Gjennomsnitt av median og varians for Schmidt hammer målingene.

Bergart	Antall prøve-lokaliteter	Median	Standard-avvik	Varians
Mylonittisk gneis	18	56,9	2,8	9,7
Granitt/gneisgranitt	5	61,9	2,1	5,5
Båndgneis	3	59,8	1,9	4,1



Figur 6. Schmidt hammer målinger.

4.3 Mekaniske og fysiske analyseresultater

Tidligere utførte analyser fra bruddområdet (figur 2) er sammenstilt i tabell 9 og 10 inndelt etter bergartstype. Med unntak av en prøve (Brudd 98) havner alle prøvene i tabell 9 med

Tabell 9. Mekaniske- og fysiske analyseresultater for prøver med mylonittisk gneis.

Prøve	Densitet	Sprøhets-tall	Flisighets-tall	Stein-klasse	Sprøhet, omslag	Flisighet, omslag	Abrasjons-verdi	Sa-verdi
E		33,7	1,34	1	26,8	1,29	0,46	2,7
K	2,80	40,0	1,37	2	35,3	1,33	0,56	3,5
J	2,69	45,6	1,33	3	37,2	1,33	0,49	3,3
F	2,78	36,6	1,35	2	33,3	1,35	0,60	3,6
25	2,77	41,2	1,41	2	41,5	1,35	-	-
N	2,73	36,3	1,31	2	30,6	1,25	0,43	2,6
O	2,83	33,5	1,36	1	31,6	1,32	0,46	2,7
A ¹	2,75	44,1	1,35	2	40,7	1,31	0,40	2,7
C ¹	2,77	31,8	1,40	1	24,5	1,36	0,37	2,1
Brudd 90	2,76	45,0	1,39	2	36,2	1,32	0,70	4,7
Brudd 98	2,79	34,5	1,34	1	22,8	1,22	0,55	3,2
Brudd 99	2,78	41,3	1,34	2	36,2	1,31	0,51	3,3
Gj.snitt	2,77	38,6	1,36	2	33,1	1,31	0,50	3,1
Std.avvik	0,04	4,8	0,03	0,6	6,0	0,04	0,10	0,7

Prøvene E, K, J, F, 25, N og O er analysert av NOTEBY [3], mens prøvene A¹, C¹, Brudd 90, -98 og -99 er analysert ved NGU. Det er ikke kjent hvor i bruddet prøven Brudd 90 er tatt.

Tabell 10. Mekaniske- og fysiske analyseresultater for prøver med granitt og gneisgranitt.

Prøve	Densitet	Sprøhets-tall	Flisighets-tall	Stein-klasse	Sprøhet, omslag	Flisighet, omslag	Abrasjons-verdi	Sa-verdi
G	2,64	38,9	1,30	2	29,5	1,26	0,38	2,4
H	2,70	38,6	1,34	2	28,6	1,27	0,39	2,4
I	2,63	31,6	1,37	1	28,3	1,32	0,40	2,2
A	2,71	40,8	1,37	2	33,0	1,30	0,49	3,1
B	2,67	44,8	1,35	2	33,4	1,28	0,39	2,6
C	2,69	35,9	1,33	2	29,2	1,29	0,43	2,6
D	2,69	38,1	1,34	2	31,0	1,29	0,39	2,4
27	2,64	50,9	1,42	3	46,4	1,35	-	-
M	2,67	43,8	1,32	2	39,4	1,26	0,45	3,0
B ¹	2,60	51,4	1,34	3	41,0	1,25	0,32	2,3
Brudd 89	2,61	41,4	1,31	2	30,6	1,21	0,35	2,2
Gj.snitt	2,66	41,5	1,34	2	33,7	1,28	0,40	2,5
Std.avvik	0,04	6,0	0,03	0,5	6,0	0,04	0,05	0,3

Prøvene G, H, I, A, B, C, D, 27 og M er analysert av NOTEBY [3], mens prøvene B¹ og Brudd 89 er analysert ved NGU. Det er oppgitt at prøven Brudd 89 er tatt innenfor Sone I, d.v.s. innenfor granittområdet.

mylonittisk gneis utenfor området som er kartlagt som granitt/gneisgranitt (figur 2) i.h.t. ingeniørgeologisk kart utarbeidet av SINTEF [4]. Alle prøvene i tabell 10 med granitt/gneisgranitt faller tilsvarende innenfor dette området. Den mest markante forskjellen i mekaniske og fysiske egenskaper for de to bergartstypene er som tidligere vist i figur 5, ulik densitet. Den mørke mylonittiske gneisen er tyngre i forhold til de granittiske bergartene. Ellers er det liten forskjell i fallprøveresultatene (sprøhet- og flisighetstall) som angir steinklasse 2 med mulighet for ytterligere forbedring til steinklasse 1 ved optimal knusing (omslagsverdien er gjennomsnittlig ≤ 35 for sprøhetstallet, noe som tilsier steinklasse 1). De abrasive egenskapene er noe bedre for de granittiske bergartene, noe som sannsynligvis skyldes at denne bergartens har et høyere innhold av kvarts (tabell 6).

I tabell 11 er resultatene fra det nye området (figur 4) sammenstilt med de to siste analysene bra bruddområdet øst for riksvegen. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 1-8.

Tabell 11. Mekaniske- og fysiske analyseresultater.

Prøve	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Prøve 5	Prøve 6	Gj.snitt pr. 1-6	Brudd 98	Brudd 99
Bergart	Mygneis	Grgneis	Mygneis	Mygneis	Mygneis	Mygneis	-	Mygneis	Mygneis
Densitet	2,78	2,68	2,78	2,77	2,76	2,76	2,76	2,79	2,78
Pakningsgrad	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Sprøhetstall	41,9	40,3	40,1	37,9	34,5	36,7	38,6	34,5	41,3
Flisighetstall	1,33	1,32	1,33	1,31	1,32	1,34	1,33	1,34	1,34
Steinklasse	2	2	2	2	1	2	2	1	2
Abrasjonsverdi	0,57	0,48	0,58	0,46	0,52	0,54	0,53	0,55	0,51
Sa-verdi	3,7	3,1	3,7	2,9	3,1	3,3	3,3	3,2	3,3
Kulemølleverdi	12,0	7,4	11,0	8,9	9,7	10,7	9,9	11,2	10,9
Los Angeles verdi	20,0	19,2	19,5	18,2	18,2	17,2	18,7	15,4	18,0
PSV	53	52	55	53	54	55	54	58	53

Mygneis - mylonittisk gneis, Grgneis - gneisgranitt

Ut fra tabell 11 kan det fastslås at det er liten forskjell i de mekaniske- og fysiske egenskapene for prøver tatt innenfor det nye undersøkte området i forhold til prøver tatt innenfor det eksisterende bruddområdet.

Med unntak av densiteten, vil det sannsynligvis ikke være nevneverdig forskjell i de mekaniske og fysiske egenskapene mellom de granittiske bergartene og den mylonittiske gneisen. Uavhengig om den mylonittiske gneisen synes å dominere innenfor det nye området, må det antas at det vil forekomme en viss variasjon i de mekaniske og fysiske egenskapene uten at dette skulle by på driftstekniske problemer. Denne variasjonen vil sannsynligvis være mer preget av varierende deformasjon enn hva slags bergartstype som opptrer.

5. VURDERING AV RESULTATENE

Tar en utgangspunkt i gjennomsnittsverdiene for analyseresultatene innenfor det nye området (tabell 11), kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske og andre europeiske lands krav til vegformål (tabell 12 og 13, se også tabell 1 og 2).

Tabell 12. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

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

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

Tabell 13. Egnethetsvurdering til vegformål for noen europeiske land.

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

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

Som det framgår av tabell 12 og 13 er materiale innenfor det undersøkte området egnet til vegformål, unntatt som tilslag til vegdekke for de mest trafikkbelastede vegstrekninger.

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). Det må bemerkes at mylonittiske bergarter klassifiseres som potensiell alkalireaktive. Det må derfor utføres spesielle analysetester for å avklare om den mylonittiske gneisen er alkalireaktiv ved eventuell anvendelse til betongformål.

6. REFERANSE

- [1] Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknusingens innvirkning på fallprøven. Konferanse "Stein i vei". Bergen, feb- 1993.
- [2] Blesvik, R. 1987: Berakvam, Ingeniørgeologiske forundersøkelser. Suldal kommune. NOTEBY rapport 35121-1.
- [3] Blesvik, R. og Kristiansen, K. 1987: Berakvam, Ingeniørgeologiske forundersøkelser. Suldal kommune. NOTEBY rapport 35121-2.
- [4] Danielsen, S.W. 1989: Hard rock quarry at Berakvam. SINTEF SWD/651880.00.
- [5] Schellenberg, F. 1996: Gutachten und Eignungsnachweis. Gleisschotter Jelsa/Norwegen. Abbaufeld V. GEO montan.
- [6] Steckeisen, A. 1973: Plutonic Rocks. Classification and nomenclature recommended by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Geotimes, October 1973, pp. 26-31.

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

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

Fallprøven utføres ved at en bestemt fraksjon, 8,0-11,2 mm, med en kjent kornform av grus eller pukk, knuses i et fallapparat. Apparatet består av en morter hvor materialet utsettes for slag fra et 14 kg lodd som faller med en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets ukorrigerede sprøhetstall (S_0). Dette tallet korrigeres for pakningsgraden i morteren etter slagpåkjenningen, og man får deretter beregnet **sprøhetstallet** (S_8).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

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

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

Abrasjon

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Slitasjemotstand

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

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

Testprosedyren består i at 35 til 50 prøvebiter av en bestemt kornfraksjon, < 10 mm kvadratsikt og > 7.2 mm stavsikt, støpes fast på en konveks rektangulær plate (90.6 x 44.5 mm). 12 testplater (4 testplater for hver prøve) og 2 korreksjonsplater monteres på et 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 og gir et utslag på en kalibrert skala. Utslaget angir friksjonskoeffisienten angitt i prosent, også benevnt **PSV-verdi**.

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

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

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

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

BESKRIVELSE AV SCHMIDT HAMMER METODEN

Metoden ved bruk av Schmidt hammer er praktisk til å vurdere bergartsstyrke og -kvalitet på en enkel og rask måte.

Det finnes to typer Schmidt hammer. L-typen er beregnet for bruk på fjell, mens N-typen benyttes på betong.

Måleutstyret består av en fjærbelastet stålhammer som løses ut automatisk når den presses mot fjelloverflata. Verdien kan leses av på en skala på selve apparaturen. Det må foretas korrigeringer dersom det utføres målinger som avviker fra horisontal registrering, så det vil derfor være mest hensiktsmessig å holde seg til en måleretning.

Målingene kan utføres blant annet på blokk, steiner, sprengte flater og på dagfjell.

Det er viktig at hammeren slår på en glatt flate som overhodet mulig. Det slås i alt 20 ganger på forskjellige steder innenfor et begrenset område. Verdiene noteres og de 10 laveste strykes for siden å beregne den endelige Schmidt hammer-verdien, som beregnes som medianverdien av de 10 gjenværende målingene.

Metoden egner seg ikke på alle bergartstyper. Bergarter som er oppsprukket og/eller skifrige er et eksempel. Ei overflate som skal måles må være uten sprekker til et dyp på minimum 6 cm. I tillegg må alt løst overflatemateriale fjernes før registreringene tar til. Metoden egner seg heller ikke til bergarter som er veldig eller ekstremt svake. Konglomerater og breksje er inhomogene bergarter, og vil sannsynligvis ikke gi «riktige» verdier for bergartene ved bruk av Schmidt hammer.

NGU har benyttet Schmidt hammer systematisk de siste årene i tilknytning til andre mekaniske tester. Dette for å teste ut metodens anvendbarhet i forhold til laboratorietester som fallprøven og Los Angeles. Apparaturen tar liten plass og er enkel å betjene. Det stilles ingen krav til Schmidt hammer-verdier.

NGU kalibrerer apparaturen med jevne mellomrom. Det gjøres ved at det slås mot en referansestein der verdiene sammenlignes over tid og for hver registrering.

Vegformål:

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

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2a

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2b

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

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

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

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

Tall i parantes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

Betongformål:

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

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte kismineraler (svovelkis, magnetkis) er uønsket.

Ved fremstilling av høyfast betong opererer man med så høye fastheter at tilslaget utgjør det svake punkt. Kravet til de mekaniske egenskapene er dermed større uten at det foreligger nærmere kvalitetskriterier.

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

De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- * Sandsteiner (arkose, sandstein, kvartssandstein, gråvakke)
- * Deformasjonsbergarter (mylonitter, kataklasitter, mikrokrySTALLIN kvartsitt)
- * Sure vulkanske bergarter (rhyolitter, kvartskeratofyr)
- * Argillitter (fyllitt, leirskifer, siltstein, skifer, mergel)
- * Kvartsitt (mikrokrySTALLIN)

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

- * Kvartsitt (finkornet/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
	AIV	< 23		< 16
	10% fines	> 130		-
Dens wearing course	LA	< 30		< 25
	ACV	< 27		< 23
	AIV	< 27		< 23
	10% fines	> 115		> 130
Bære- og forsterkningslag	LA		< 35	
	ACV		< 30	
	AIV		< 30	
	10% fines		> 100	
Sement- bundet Betongdekke	LA	< 35		< 30
	ACV	< 30		< 27
	AIV	< 30		< 27
	10% fines	> 100		> 115
Bære- og forsterkningslag	LA		< 35	
	ACV		< 35	
	AIV		< 35	
	10% fines		> 50	

Tabell 1.

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

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

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

Tabell 2.

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

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

Tabell 3.

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

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

Følgende krav er gjeldende i Tyskland:

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

Tabell 4.

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

Det er utført korrelasjon mellom Schlagversuch, Los Angeles og den svenske fallprøven (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)	Sprøhets-tall	Schlagversuch (SL)	Kategori (SL)
A	≤ 15	≤ 40	≤ 15	-
B	≤ 20	≤ 45	≤ 18	A/B
C	≤ 25	≤ 50	≤ 22	C
D	≤ 30	≤ 60	≤ 26	D/E
E	≤ 40	-	≤ 32	F
F	≤ 50	-	-	

Tabell 5.

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

Tabell 6.

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

Bergart	Granitt Syenitt	Dioritt Gabbro	Kvarsporfyr Keratofyr Porfyr Andesitt	Basalt Diabas	Kalkstein Dolomitt	Gråvakke Kvartsitt Gangkvarts Kvarts sandstein	Gneis Granulitt Amfibolitt
Schlagversuch verdi	10 - 22	8 - 18	9 - 22	7 - 17	16 - 30	10 - 22	10 - 22

Tabell 7.

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

Følgende krav er gjeldende i Frankrike:

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

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

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

Tabell 9.
Krav til toppdekke ved forskjellig trafikkbelastning.

Følgende krav er gjeldende i Nederland:

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

Tabell 10.
Grenseverdier for PSV avhengig av vegtype.

Følgende krav er gjeldende i Belgia: PSV > 50

Betongformål:

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

Kornform for grovt tilslag:

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

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

FIA - Kreves vanligvis ikke for betong.

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

FIC - Kreves vanligvis for uknust sand og grus.

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

Los Angeles:

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

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

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

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

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

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Prøve 1

Lab.prøve nr.: 990050

KOMMUNE : Suldal

KOORDINATER : 332800/6585950

KARTBLADNR. : 1213-1

DYBDE I METER : 0

FOREKOMSTNR.: 1134-501

UTTATT DATO :

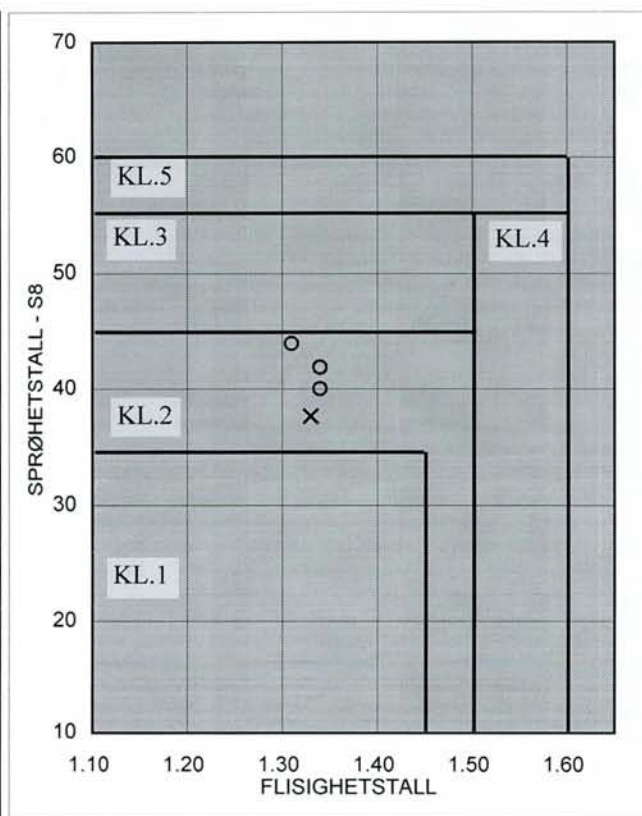
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1.34	1.31	1.34	1.33	1.39	1.38
Flisighetsindeks-FI	9	11	9	7	11	14
Ukorr. Sprøhetstall-S0	39.9	41.9	38.1	37.7		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	41.9	43.9	40.0	37.7		
Materiale < 2mm-S2	6.3	6.7	6.9	6.4		
Kulemølleverdi, Mv					11.9	12.0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 26.8				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.33	10	41.9	Middel S2 : 6.6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.39	13	12.0	PSV : 53		
Abrasjonsverdi-a:	0.55	0.59	0.56	Middel : 0.57		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.7	Densitet : 2.78				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.32	/	10.9	LA-verdi : 20.0		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet mylonittisk gneis.

Mineralinnhold: 40% feltspat, 25% kvarts, 14% glimmer, 10% epidot, 8% titanitt, 2% kalkspat og 1% opake mineral.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
15. oktober 1999Sign.:
Syolf Brichsen

KOMMUNE : Suldal
KARTBLADNR. : 1213-1
FOREKOMSTNR.: 1134-501

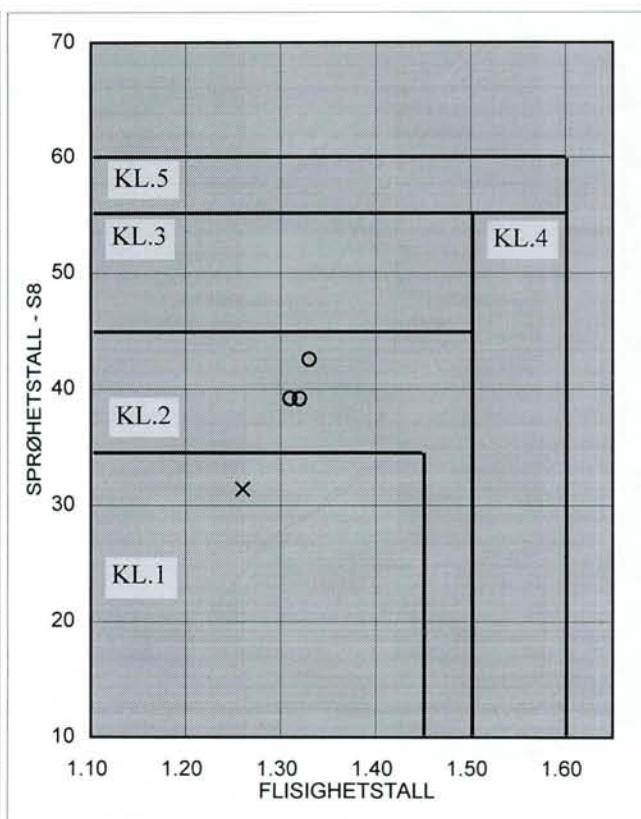
KOORDINATER : 332900/6586450
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO :
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1.33	1.31	1.32	1.26	1.33	1.35
Flisighetsindeks-FI	12	11	9	4	8	11
Ukorr. Sprøhetstall-S0	42.6	39.2	39.2	31.4		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	42.6	39.2	39.2	31.4		
Materiale < 2mm-S2	8.9	8.7	8.5	6.3		
Kulemølleverdi, Mv					7.4	7.4
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 25.4				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.32	11	40.3	Middel S2 : 8.7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.34	10	7.4	PSV : 52		
Abrasjonsverdi-a:	0.49	0.50	0.46	Middel : 0.48		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.1				Densitet : 2.68	
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.28	/	8.8	LA-verdi : 19.2		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 40% feltspat, 30% kvarts, 18% glimmer, 5% epidot, 3% titanitt, 2% kalkspat og 2% opake mineral.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15. oktober 1999

Sign.:
Eyolf Bichsen

KOMMUNE : Suldal
KARTBLADNR. : 1213-1
FOREKOMSTNR.: 1134-501

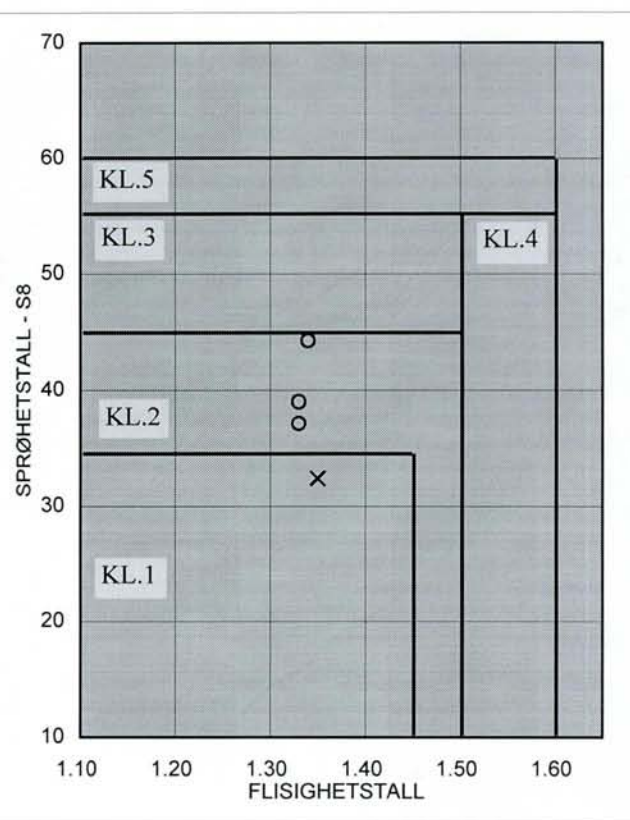
KOORDINATER : 333200/6586400
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO :
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifikasjon :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1.34	1.33	1.33	1.35	1.36	1.35
Flisighetsindeks-FI	13	10	9	7	10	12
Ukorr. Sprøhetstall-S0	44.2	39.0	37.2	32.4		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	44.2	39.0	37.2	32.4		
Materiale < 2mm-S2	7.1	6.3	6.8	5.7		
Kulemølleverdi, Mv					11.3	10.6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 25.7				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.33	11	40.1	Middel S2 : 6.7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.36	11	11.0	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0.62	0.59	0.54	Middel : 0.58		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.7	Densitet : 2.78				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.33	/	11.4	LA-verdi : 19.5		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet mylonittisk gneis.

Mineralinnhold: 35% feltspat, 25% kvarts, 18% glimmer, 10% epidot, 8% titanitt, 2% kalkspat og 2% opake mineral.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15. oktober 1999

Sign.:
Eyolf Brichsen

KOMMUNE : Suldal
KARTBLADNR. : 1213-1
FOREKOMSTNR.: 1134-501

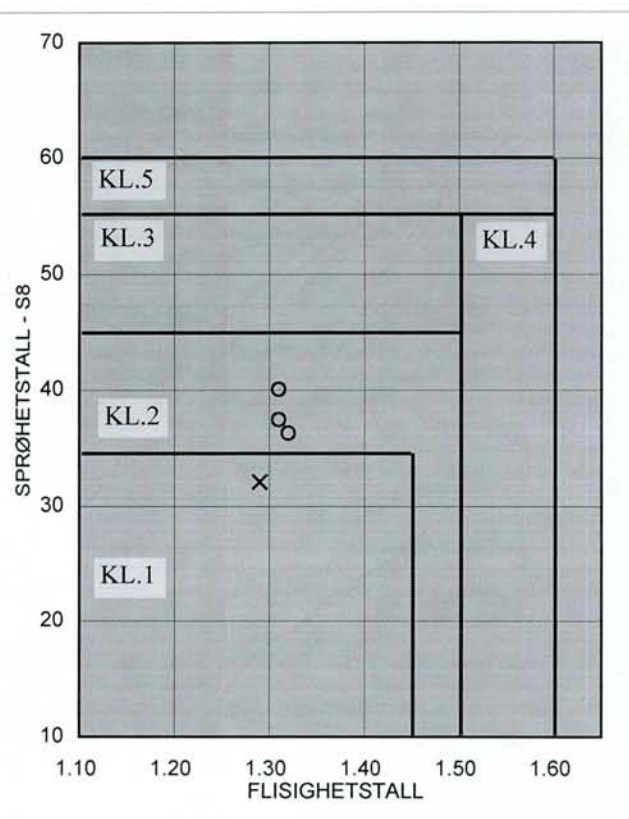
KOORDINATER : 333700/6586900
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO :
SIGN. : EE

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	1.31	1.31	1.32	1.29	1.34	1.34
Flisighetsindeks-FI	9	7	8	4	10	11
Ukorr. Sprøhetstall-S0	40.0	37.4	36.3	32.1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	40.0	37.4	36.3	32.1		
Materiale < 2mm-S2	7.1	7.1	6.9	5.1		
Kulemølleverdi, Mv					8.5	9.2
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 24.2				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.31	8	37.9	Middel S2 : 7.0		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.34	11	8.9	PSV : 53		
Abrasjonsverdi-a:	0.47	0.48	0.44	Middel : 0.46		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2.9			Densitet : 2.77		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.28	/	9.3	LA-verdi : 18.2		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet mylonittisk gneis.

Mineralinnhold: 35% feltspat, 25% kvarts, 13% glimmer, 10% epidot, 8% titanitt, 5% kalkspat, 2% amfibol og 2% opake mineral.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15. oktober 1999

Sign.:
Eyolf Brachsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Prøve 5

Lab.prøve nr.: 990054

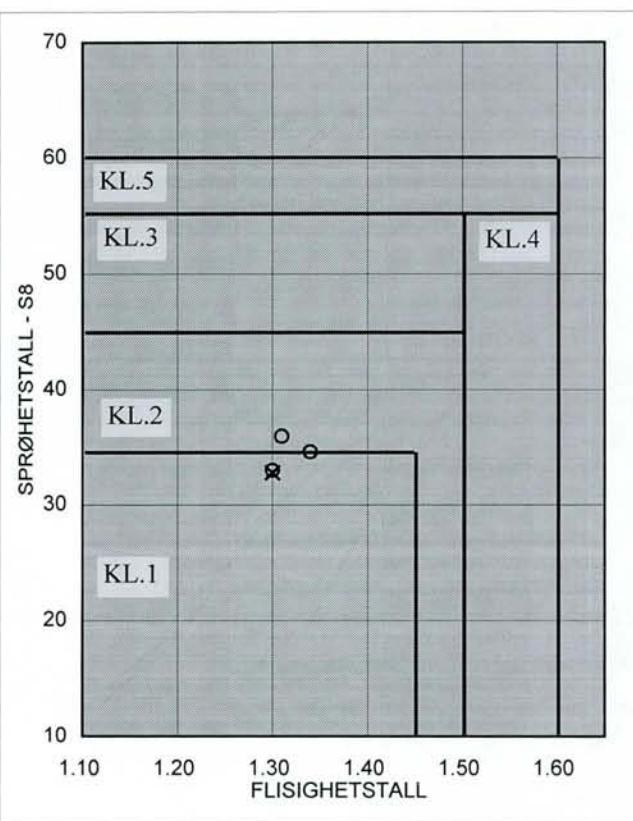
KOMMUNE : Suldal KOORDINATER : 333800/6586550
KARTBLADNR. : 1213-1 DYBDE I METER : 0
FOREKOMSTNR.: 1134-501 UTTATT DATO :
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1.30	1.34	1.31	1.30	1.33	1.35
Flisighetsindeks-FI	6	11	8	4	8	9
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33.0	34.6	35.9	32.8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	33.0	34.6	35.9	32.8		
Materiale < 2mm-S2	6.5	6.2	6.4	6.3		
Kulemølleverdi, Mv					9.7	9.6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 25.9				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.32	8	34.5	Middel S2 :	6.4	
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.34	9	9.7	PSV :	54	
Abrasjonsverdi-a:	0.53	0.54	0.49	Middel :	0.52	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.1			Densitet :	2.76	
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.28	/	9.3	LA-verdi :	18.2	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet myllonittisk gneis.

Mineralinnhold: 30% feltspat, 25% kvarts, 15% glimmer, 15% epidot, 8% titanitt, 5% kalkspat og 2% opake mineral.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15. oktober 1999

Sign.:
Eyolf Bichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Prøve 6

Lab.prøve nr.: 990055

KOMMUNE : Suldal

KOORDINATER : 333900/6586400

KARTBLADNR. : 1213-1

DYBDE I METER : 0

FOREKOMSTNR.: 1134-501

UTTATT DATO :

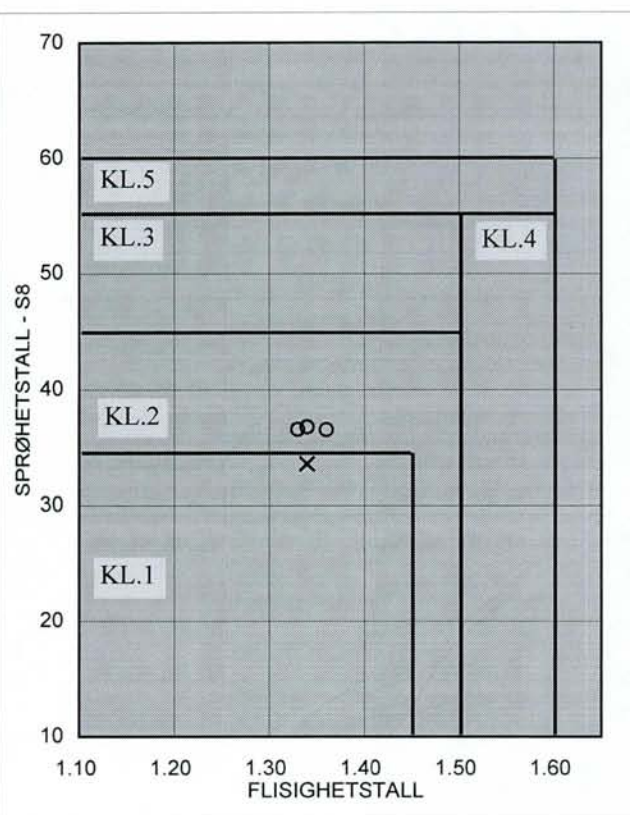
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifikasjon :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1.36	1.34	1.33	1.34	1.38	1.37
Flisighetsindeks-FI	11	11	11	10	14	14
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36.6	35.1	36.6	33.6		
Pakningsgrad	0	1	0	0		
Sprøhetstall-S8	36.6	36.8	36.6	33.6		
Materiale < 2mm-S2	6.5	6.2	6.1	6.1		
Kulemølleverdi, Mv					10.8	10.6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 24.8				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.34	11	36.7	Middel S2 : 6.3		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.38	14	10.7	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0.57	0.55	0.51	Middel : 0.54		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.3	Densitet : 2.76				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.32	/	11.7	LA-verdi : 17.2		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet mylonittisk gneis.

Mineralinnhold: 30% feltspat, 25% kvarts, 18% glimmer, 10% epidot, 10% titanitt, 2% kalkspat og 5% opake mineral.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
15. oktober 1999

Sign.:

Byolf Brichon



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Brudd 98

Lab.prøve nr.: 980058

KOMMUNE : Suldal
KARTBLADNR. : 1213-1
FOREKOMSTNR.: 1134-501

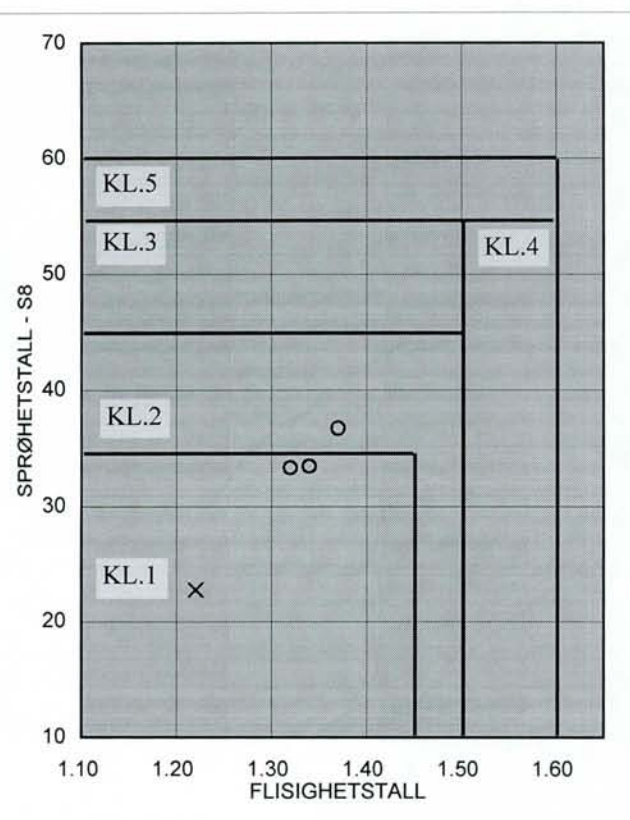
KOORDINATER : 330000/6585550
DYBDE I METER : Pall nr. 2, salve 139
UTTATT DATO : 09.07.98
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifikasjon :

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	1.37	1.32	1.34	1.22	1.35	1.35
Flisighetsindeks-FI	15	13	15	3	11	14
Ukorr. Sprøhetstall-S0	35.0	31.8	31.9	21.7		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	36.7	33.3	33.5	22.8		
Materiale < 2mm-S2	5.7	5.3	5.6	4.0		
Kulemølleverdi, Mv					10.8	11.6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 20.0				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.34	14	34.5	Middel S2 : 5.5		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.35	13	11.2	PSV : 58		
Abrasjonsverdi-a:	0.58	0.53	0.54	Middel : 0.55		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.2			Densitet : 2.79		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.31	/	13.6	LA-verdi : 15.4		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: A - Middelskornet trondhemitt (biotittgneis).
B - Middels- til grovkornet mylonittisk gneis.
Mineralinnhold: A - 55% feltspat, 25% kvarts, 13% glimmer, 3% epidot, 2% titanitt og 2% kalkspat.
B - 35% feltspat, 20% kvarts, 15% glimmer, 15% epidot, 10% titanitt og 5% kalkspat.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15. oktober 1999

Sign.:
Bydolf Brichsen



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Brudd 99

Lab.prøve nr.: 990044

KOMMUNE : Suldal

KOORDINATER : 331500/6585800

KARTBLADNR. : 1213-1

DYBDE I METER : Såle av pall nr. 55

FOREKOMSTNR.: 1134-501

UTTATT DATO : 30.06.99

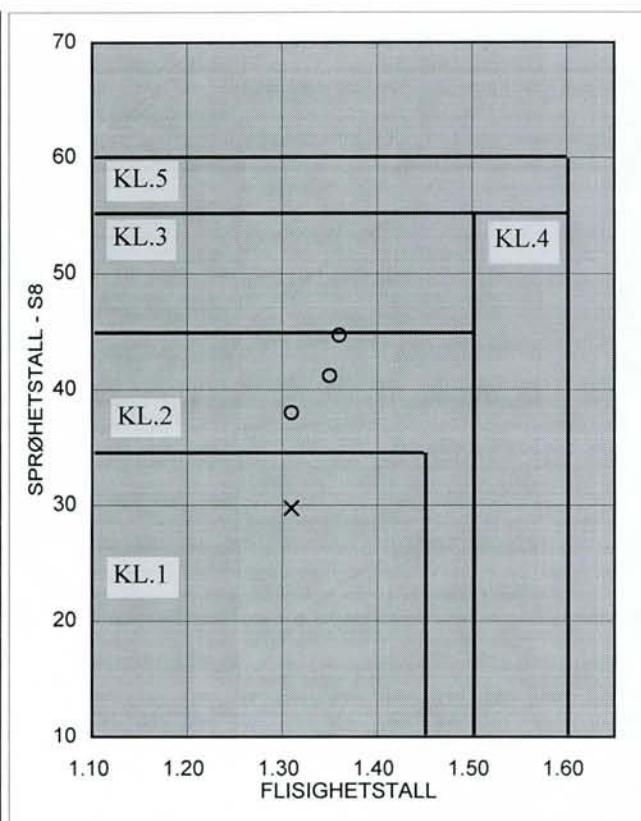
SIGN. : EE

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	1.31	1.35	1.36	1.31	1.36	1.32
Flisighetsindeks-FI	10	11	9	6	11	9
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36.2	39.2	42.6	29.7		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	38.0	41.2	44.7	29.7		
Materiale < 2mm-S2	7.9	7.2	7.0	5.3		
Kulemølleverdi, Mv					10.4	11.3
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23.9				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1.34	10	41.3	Middel S2 : 7.4		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1.34	10	10.9	PSV : 53		
Abrasjonsverdi-a:	0.55	0.49	0.50	Middel : 0.51		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3.3	Densitet : 2.78				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1.28	/	9.0	LA-verdi : 18.0		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet mylonittisk gneis.

Mineralinnhold: 35% feltspat, 25% kvarts, 15% glimmer, 10% epidot, 10% titanitt og 5% kalkspat.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
15. oktober 1999Sign.:
Eyolf Bichsen