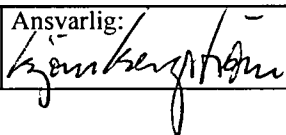


NGU Rapport 99.102

Pukkundersøkelser i Solør, Hedmark fylke.

Rapport nr.: 99.102		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Pukkundersøkelser i Solør, Hedmark fylke.				
Forfatter: Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: Solørfondet og NGU		
Fylke: Hedmark		Kommune: Våler, Åsnes og Grue		
Kartblad (M=1:250.000) Hamar og Torsby		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 51	Pris: 100,-	
Feltarbeid utført: August 1999		Rapportdato: 25.01.2000	Prosjektnr.: 2848.00	Ansvarlig: 
Sammendrag:				
<p>På oppdrag for Solørfondet er det foretatt prøvetaking av ulike bergartstyper i kommunene Åsnes, Våler og Grue for analysering i laboratorium. Totalt ble ti prøver tatt inn og analysert med tanke på bruk som byggeråstoff til vegformål.</p> <p>Bergartene som er prøvetatt er varianter av gabbro og gneis. Gneisene er både granittiske og ryolittiske. Tester som er utført er fallprøven, abrasjon, kulemølle, Los Angeles, tynnslipsanalyse og PSV (Polished Stone Value). En del av oppdraget gikk ut på å undersøke og vurdere bergartenes, og da spesielt gabbroens poleringsverdi. Analyseresultatene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innen veg- og betongformål i Norge. Da Norge ikke stiller krav til PSV, er verdiene sammenlignet med utenlandske krav.</p> <p>Tre av de analyserte prøvene har svært gode mekaniske egenskaper. Den prøvetatte gabbroen ved Flisa, den granittiske gneisen ved Skasen og den ryolittiske gneisen ved Torpsætra aksepteres alle brukt i vegdekker med en årsdøgntrafikk (ÅDT) på inntil 15.000. Trafikkbelastningen på riksvegnettet i Solørregionen varierer mellom ÅDT 1000 - 6500, mens fylkesvegnettet har et gjennomsnittstall lavere enn 400. Med unntak av to prøvesteder er bergartsmaterialet ved alle prøvetatte områder egnet til vegformål. Dog synes gabbroen å ha gjennomgående bedre mekaniske egenskaper enn gneisene. Ved bruk av ryolittisk gneis til betongformål må man være klar over at det i den ferdige betongen under spesielle forutsetninger kan oppstå alkalireaksjoner.</p> <p>Poleringsmotstanden viser seg å være best for bergartsprøver med gneis, mens gabbro kommer dårligst ut. Lotteriet og Bjørnåsen, med best poleringsmotstand, viste dårlige resultater for de øvrige egenskapene, og det prøvetatte materialet karakteriseres som fyllmassekvalitet.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi	Pukk	PSV		
Los Angeles	Abrasjon	Fallprøve		
Kvalitet	Tynnslip	Fagrapport		

INNHOOLD

1. KONKLUSJON.....	6
2. INNLEDNING.....	7
3. GEOLOGI I SOLØR-REGIONEN.....	8
3.1 Berggrunnsgeologi	8
3.2 Kwartærgeologi.....	9
4. PRØVETAKING.....	10
4.1 Feltbeskrivelse av prøvelokalitetene.	10
5. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER.....	13
5.1 Norske krav	13
5.2 Europeiske krav.....	14
6. ANALYSERESULTATER.....	16
6.1 Tynnslianalyse.....	16
6.2 Mekaniske analyseresultater	17
6.2.1 Gabbro.....	17
6.2.2 Gneis.....	17
6.3 Schmidt hammer og radioaktivitet.	18
7. VURDERING AV RESULTATENE.....	19
7.1 Bruk av Schmidt hammer.....	19
7.2 Måling av radioaktivitet	19
7.3 Forekomstene vurdert etter bergartsnavn.....	20
7.3.1 Gabbro.....	20
7.3.2 Gneis.....	20
7.4 Slagmotstand.....	22
7.5 Abrasive egenskaper og poleringsegenskaper.....	22
7.6 Poleringsegenskaper.....	24
8. VURDERING AV BRUKSEGENSKAPENE FOR BERGARTENE.....	25
8.1 Gabbro.....	25
8.1.1 Bronken.....	25
8.1.2 Bølsjøen.....	25
8.1.3 Ramsli.....	26
8.1.4 Flisa.....	26
8.2 Granittiske gneiser.....	27
8.2.1 Bjørnåsen.....	27
8.2.2 Skasen.....	27
8.2.3 Glorvika.....	28
8.3 Ryolittiske gneiser.....	29
8.3.1 Lotteriet.....	29
8.3.2 Torpsætra.....	29
8.3.3 Rusvekk.....	30
9. GABBRO OG GNEIS FRA SOLØR KONTRA RESTEN AV LANDET.....	31
10. REFERANSER.....	32

VEDLEGG

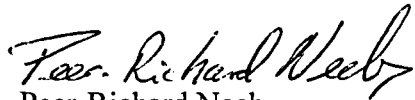
1-10	Mekaniske analyseresultater for prøvepunktene	10 sider
Vedlegg A	Beskrivelse til laboratoriemetoder.	6 sider
Vedlegg B	Beskrivelse av Schmidt hammer metoden	1 side
Vedlegg C	Oversikt over kvalitetskrav for norske tilslagsmaterialer	2 sider


FORORD

For Solørfondet er det utført analyser på ulike bergartstyper i kommunene Våler, Åsnes og Grue med hensyn til kvalitetsbedømmelse for anvendelse som byggeråstoff.

Feltarbeidet ble foretatt i tidsrommet 23. – 26. august 1999, og bearbeiding av prøvetatt materiale ble utført på høsten/vinteren 1999. Resultatene fra analysene med vurdering presenteres i denne rapporten.

Trondheim, 25. januar 2000
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder


Arnhild Ulvik
overingeniør

1. KONKLUSJON

Lokalitetene som ble valgt ut for prøvetaking for mekanisk testing ligger spredt over hele Solørregionen. I området er det samlet inn i alt ti prøver, som er analysert med hensyn til kvalitet for framstilling av puk. Tester som er utført er fallprøven, abrasjon, kulemølle, Los Angeles, tynnslipsanalyse og PSV. Analyseresultatene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav for veg- og betongformål i Norge. Fordi det ikke stilles krav til PSV i Norge, er "kravene" for enkelte europeiske land tatt med for oversiktens del.

Analyseresultatene fra tre av områdene viser at materialene egner seg til bruk som tilslag i asfaltdekker med en gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) på inntil 15.000 kjøretøyer, samt til bære- og forsterkningslag og betong. Rundt Flisa sentrum ligger ÅDT på 6500. Ellers ligger trafikkmengden på ca. 3000 langs riksveg 20. Fylkesvegnettet opererer med gjennomsnittstall for regionen med ÅDT på 400.

De tre områdene som skiller seg ut med god kvalitet ligger innenfor tre ulike bergartstyper. Skasen er en granittisk gneisvariant, Flisa en gabbro, mens Torpsætra betegnes som en ryolittisk gneis.

Poleringsverdiene viser at bergartsprøver med gabbro er mindre egnet som tilslagsmateriale i asfalt ved et eventuelt piggdekkforbud. Vegbanen vil bli glattere ved å bruke gabbro framfor å benytte gneis, da bergartsprøver med gneis kommer noe bedre ut. Foreløpig er det kun i de fem største byene det er innført/har vært aktuelt å innføre forbud mot bruk av piggdekk. Det har så langt ikke vært aktuelt å innføre restriksjoner med hensyn til bruk av piggdekk for hele Norge.

2. INNLEDNING

Etter henvendelse fra Solørfondet var det ønskelig å få vurdert berggrunnen innenfor Solørregionen med hensyn til produksjon av puk for asfalttilslag. Det var spesielt ytre ønske om å få vurdert den lokale gabbroens poleringsegenskaper.

Støvplagen i flere norske storbyer har aktualisert behovet for å innføre restriksjoner på bruk av piggdekk. Piggdekk er blitt et av storbyenes miljøproblem, men det er ikke til å underslå at bruk av piggdekk også har positiv innvirkning på vegbanens beskaffenhet. Det er i første rekke på veger med snø- og isdekke at bruk av piggdekk har gunstig innvirkning på vegbanens friksjonsforhold. Erfaringer fra byer i Japan, hvor piggdekkforbud er innført, viser at en får glattere og mer polerte vegbaner med dårlige friksjonsegenskaper. Dette har resultert i en økning i antall trafikkulykker (Norem 1998).

Steinmaterialets poleringsegenskaper er bare en av flere faktorer som er bestemmende for vegdekkets friksjonsmotstand. Andre viktige faktorer som har betydning er trafikkforholdene (våt/tørr vegbane, snø- eller isdekke), overflata til vegdekket (makrotekstur) og type gummi som benyttes i bildekket (Dørum 1998). Poleringsverdien er også avhengig av bergartens "ruhet" (mikrotekstur). I Norden har omfattende bruk av piggdekk medført at tilslaget i asfaltdekket blir "rubbet opp" og gir vegdekket høy friksjonsmotstand også ellers i året. Som følge av dette stilles det i dag ikke krav til steinmaterialers poleringsegenskaper.

Under innsamlingen av prøver fra Solørdistriktet ble det lagt vekt på å få en spredning i de ulike bergartene som er representert i kommunene. Sentral beliggenhet ble det i første rekke ikke fokusert på.

I alt ti lokaliteter ble prøvetatt for analysering. To prøver kommer fra brudd der det er uttaksvirksomhet, mens de åtte andre er tatt i vegskjæringer. Dette for å lette prøvetakingen, og for å få friskest mulige bergartsprøver.

Lengst øst i området var det svært få vegskjæringer med fjellblotninger på grunn av stor løsmasseoverdekning. Det var hovedsakelig vest for Glomma det var mulig å observere friskt fjell langs vegskjæringer.

De fleste av prøvene kan være påvirket av overflateforvitring ved at vegskjæringene hovedsakelig var grunne. Erfaringsvis bør prøvene tas på minimum 3-5 meters dyp under overflata for å unngå overflateforvitring

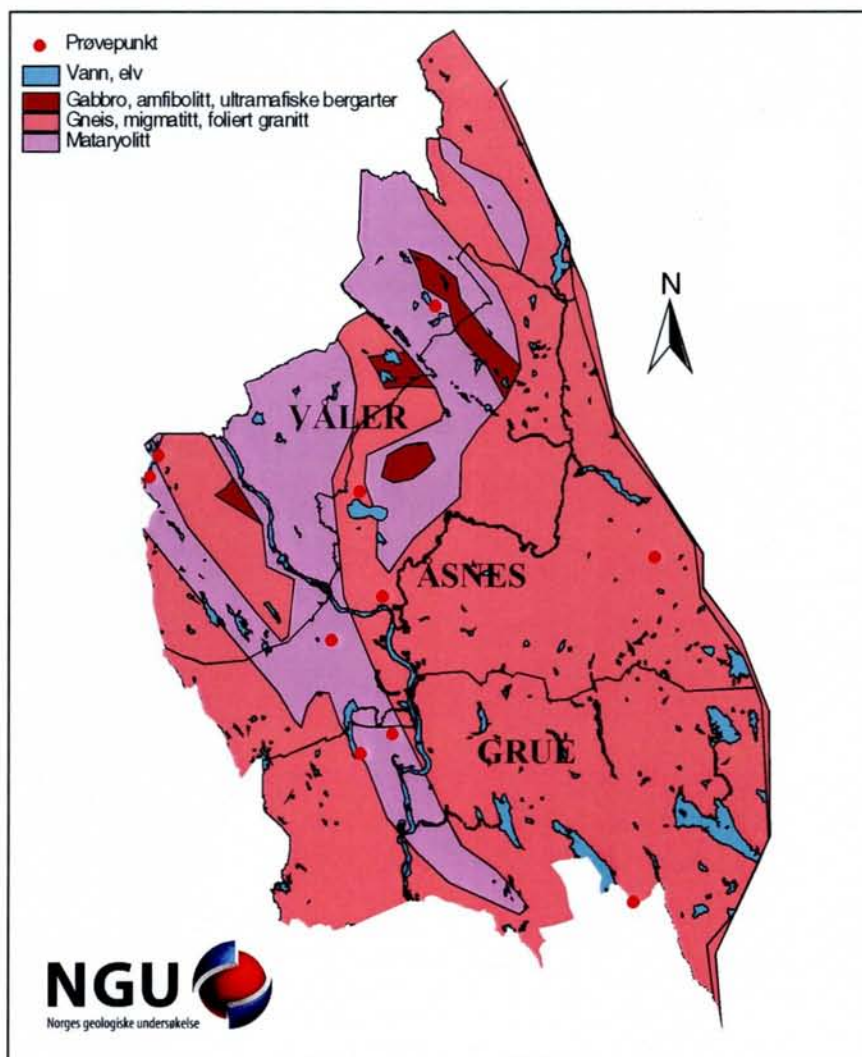
Analyseresultatene for prøvene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innenfor veg- og betongformål i Norge. Poleringsverdien er blitt sammenstilt mot andre europeiske lands kravspesifikasjoner.

3. GEOLOGI I SOLØR-REGIONEN.

3.1 Berggrunnsgeologi

Berggrunnskartene Hamar og Torsby i målestokk 1:250.000 dekker både Våler, Åsnes og Grue kommune. Bergartene som opptrer innenfor det såkalte Solørkomplekset omfatter både overflate- og dypbergarter. Det finnes svært få aldersbestemmelser fra bergartene i dette området, men lignende bergarter i Sverige gir grunn til å anta at de er blitt dannet for 1650-1800 mill. år siden. Bergartene som dominerer i området er ulike typer gneiser, gabbroer og metaryolitt. Ved Hukusjøen opptrer det en liten sone med grønnstein og grønnskifer.

Figur 1 viser et forenklet berggrunnsgeologisk kart over Solør-kommunene Våler, Åsnes og Grue.



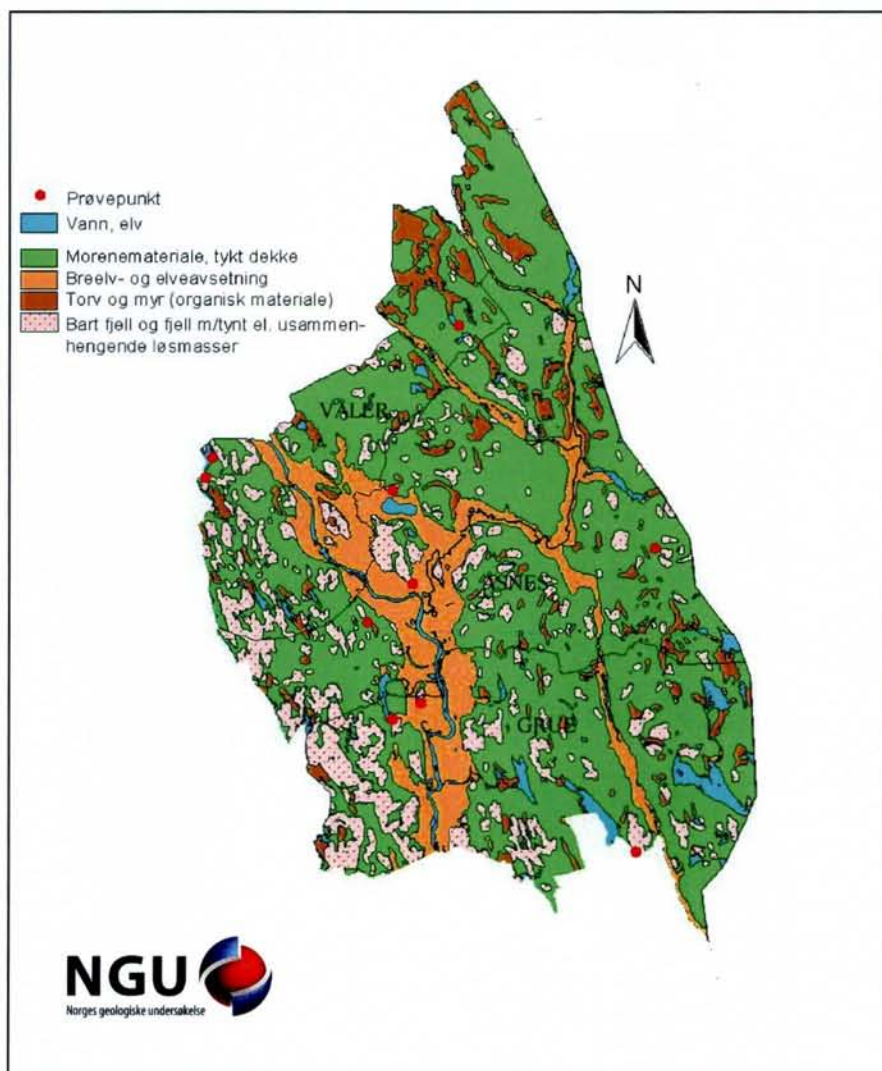
Figur 1. Forenklet berggrunnskart over Våler, Åsnes og Grue.

Gneisene i Solør-regionen er varierende i utseende og antas opprinnelig å ha vært dannet som dypbergarter. Røde til rosa, granittiske til granodiorittiske gneiser med varierende struktur synes å dominere. Middels til finkornet gneis opptrer for det meste langs Glomma. Innen området finnes det også middels til grovkornet granittisk gneis.

3.2 Kvartærgeologi

Løsmasser dekkerr en stor del av overflatearealet i Solør. Det er til dels mektig morenemateriale, spesielt øst for Glomma. I hoveddalføret dominerer mektige avsetninger med sand. Det er både breelv- og elveavsetninger over store sammenhengende arealer. Materialet er godt rundet.

Figur 2 viser et kvartærgeologisk kart over ulike løsmasstyper som opptrer i Solør-regionen.



Figur 2. Kvartærgeologisk kart over Våler, Åsnes og Grue.

4. PRØVETAKING

Store deler av Solør-regionen ble befart ved at det ble kjørt langs hovedvegene og på en del stikkveger. Lengst øst i Finnskogene var det langt mellom hver vegskjæring i fjell. Mot Glomma økte hyppigheten på antall observasjoner av fast fjell i vegskjæringer.

Det var ønskelig å samle inn prøver bestående av ulike bergartstyper, og med antatt best mulig kvalitet. Grovkornige bergarter ble bevisst ikke prøvetatt, da de som regel viser svake mekaniske egenskaper, og følgelig er mindre egnet som byggeråstoff.

For hvert prøvested ble det tatt til sammen ca. 60 kg materiale bestående av håndstykke store størrelser. Prøvene ble tatt i vegskjæringer, med unntak fra to steder hvor det allerede eksisterte uttak. Der ble prøvene tatt i bruddene. Figur 3 viser en oversikt over hvor de ulike prøvepunktene i regionen befinner seg. Prøvenavnene er også vist på kartet.

Feltarbeidet ble utført i tidsrommet 23. – 26. august 1999 av Eyolf Erichsen og Arnhild Ulvik, NGU.

4.1 Feltbeskrivelse av prøvelokalitetene.

Prøvepunkt *Skasen* ble tatt langs fylkesvei 202 ved kommunegrensen mot Kongsvinger, i nærheten av Svullrya i Grue kommune. Vegskjæringen var maksimal 1.5 m høy og 10 m bred. Langs sprekker ble det observert forvittringshud. Det ble tatt med to prøver for tynnslipanalyse, da kornstørrelsen på bergarten viste variasjon. Ellers er området dekket av morene og furuskog.

Prøven merket *Ramsli* ble tatt ved Tyskeberget helt øst i Åsnes kommune. Vegskjæringen viste en tett og homogen bergart med noe oppsprekking.

Ved *Bølsjøen* i Våler kommune ble en skjæring med svært begrenset utstrekning (8 m) prøvetatt. Beliggenheten er svært usentral, og det er en del hyttebebyggelse i nærheten. Bergarten er en god del oppsprukket, og det kan synes som den er noe påvirket av overflateforvitring.

Ved *Glorvika* i Åsnes kommune er det i dag drift i et natursteinsbrudd. Det ble tatt med en prøve fra bruddet for analyse av materialet med hensyn til kvaliteten på et pukkprodukt. Ved natursteinsbrudd blir det ofte mye vrakstein. Denne kan, om kvaliteten tilsier det, benyttes til pukkframstilling.

Vest i Våler kommune ligger typelokalitetene *Bronken* og *Torpsætra*. Prøven merket Bronken er en gabbrovariant som virker å være "frisk" og homogen. Beliggenheten er imidlertid usentral. Torpsætra ligger like i nærheten, og er en ryolittisk/mylonittisk gneis. Denne bergarten er en god del oppsprukket, og har stedvis et rødbrunt belegg på slepper.

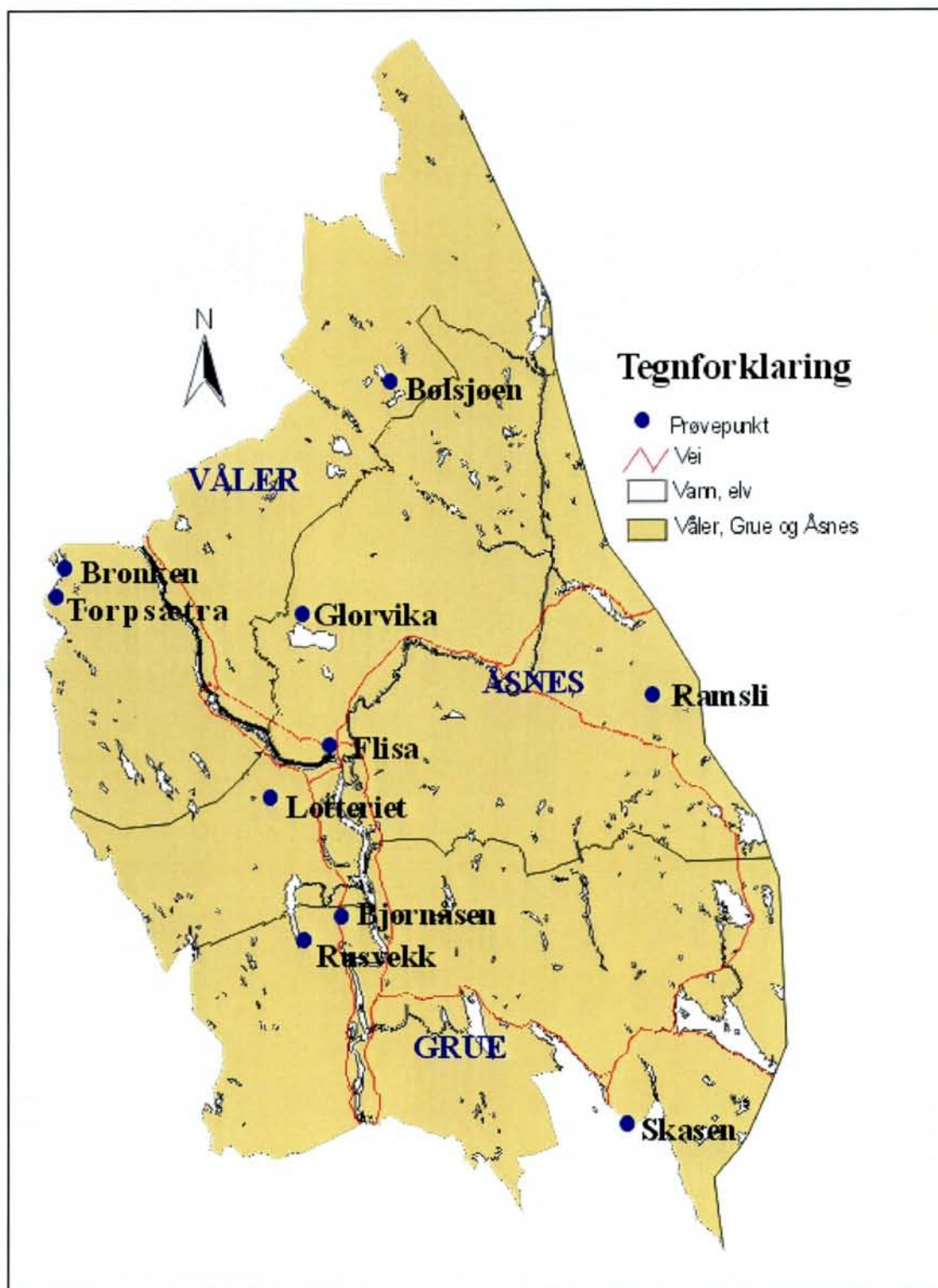
Ved riksveg 20 like vest for Flisa sentrum ble typelokaliteten *Flisa* prøvetatt i en stor vegskjæring med friskt snitt. Bergarten virker massiv og homogen med noe oppsprekking. Det ble observert noe rustutfelling langs noen stikkflater.

Videre langs riksvegen ble det tatt en prøve for tynnslipanalyse ved Våler i en gneisbergart. Denne er ikke prøvetatt med hensyn på full analyseserie. Også ved Strætåsen i Våler, litt vest for Glorvika, ble det tatt med en håndstuf for tynnslipanalyse.

Lotteriet er prøvetatt ved Hovelsåsen i Åsnes kommune. Bergarten viser noe oppsprekking, er noe foliert og viser mylonittisk karakter. Ikke alle håndstykkene som ble samlet inn virket å være like friske.

Rusvekk er et prøvepunkt sør for Hukusjøen i Grue kommune. Bergarten viste et flisig og lagdelt preg. Skjæringen hadde et 3 m høyt midtparti, og er maksimal 25 m bred.

Den siste prøven ble tatt i Gunnar Holths steinbrudd ved fylkesvei 210, *Bjørnåsen*, i Grue kommune. Det var masser lagret i bruddet, men det var tydelig ingen kontinuerlig uttaksvirksomhet. Bergarten synes å være oppsprukket.



Figur 3. Oversiktskart over prøvetatte områder i Solør.

5. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

5.1 Norske krav

Analyser som er utført ved NGU er densitet, fallprøven (sprøhet og flisighet), abrasjon, kulemølle og Los Angeles. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig av Maarten Broekmans, NGU. PSV (Polished Stone Value) utføres av Celtest limited i Wales. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Vanligvis blir prøvene tatt som håndstore prøvestykker 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 for materiale som er produsert i et fullskala knuse-/sikteverk og resultatene vil være avhengige av hvor godt materialet er bearbeidet. Undersøkelser har vist at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til jomfruelige prøver tatt i felt, kalt «stuffprøver» (Erichsen 1992 og 1993). 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 flisighets-tallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitastjemotstanden (Sa-verdien). Det er meningen at kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden, men foreløpig stilles det ikke krav til metoden og det oppgis kun veiledende verdier. For Los Angeles metoden oppgis også kun veiledende verdier. 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. Kravspesifikasjoner for tilslag til vegformål.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0	≤ 15
“	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0	≤ 20
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0	≤ 20
“	“ , ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0	≤ 20
“	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-	≤ 25
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-	≤ 30
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-	≤ 30

Krav til steinklasse (St.kl.), abrasjonsverdi (Abr.) og slitastjemotstand (Sa-verdi) avhengig av bruksområde. For mølleverdi (Mv) og Los Angeles verdi (LA) stilles det foreløpig ikke krav, men veiledende verdier er oppgitt. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg C.

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.

For enkelte bruksområder som fyllmasse, drensmasse, hagesingel, filterlag o.s.v. stilles heller ingen krav til mekanisk styrke. Denne type lav-kvalitetsmasser (fyllmassekvalitet, kommunalvare puk) bør dog ha en viss styrke (minimum steinklasse 5) slik at finstoffproduksjonen ikke blir for stor. For høy andel produsert finstoff gjør at materialet blir telefarlig og lite drenerende. Spesielt skifrige bergarter som fyllitt, leirskifer, svartskifer (alunskifer), glimmerskifer og grønnskifer gir ofte store mengder med finstoff. Rent driftsteknisk kan innslag av disse bergartene også skape problemer ved at de vanskeliggjør sprengningsarbeidet og den videre bearbeidingen i knuse-/sikteverket.

Etter NGUs oppfatning bør generelt kravene for høyt trafikkerte veger innfris, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfris for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet.

5.2 Europeiske krav

Fallprøven, abrasjonsmetoden og kulemøllemetoden er også standard testmetoder i de øvrige nordiske landene. Unntaket er at det testes på noe ulike kornfraksjoner.

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene. Gjennom det pågående CEN-arbeidet (Comité Européen de Normalisation) er det blitt standardisert hvilke metoder som skal være gjeldende for alle EU/EFTA-land. Kulemølle, Los Angeles og PSV er alle godkjente som «CEN-metoder».

I tabell 2 er det laget en forenklet oversikt over krav for tilslagsmaterialer til vegformål for noen europeiske land.

Tabell 2. Europeiske kvalitetskrav til vegformål.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 16	> 65
	“	Normal trafikkert veg	< 25	> 55
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> 45
	Betongdekke		< 35	
	Bære- og forsterkningslag		< 35	
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, 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	>
	“	Lett trafikkert veg	< 25	> 45
	Bære- og forsterkningslag		< 30	-
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	> 60
	“	Normal trafikkert veg	?	> 53
	“	Lett trafikkert veg	?	> 48
	Bære- og forsterkningslag		?	-

* Krav avhengig av bergartstype. ()-verdier som diskuteres

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

6. ANALYSERESULTATER

Det er utført ulike laboratorietester på det prøvetatte materialet. Analyseresultatene fra tynnslip, fallprøven, abrasjon, kulemølle Los Angeles og PSV framstilles i delkapitlene under. Et delkapittel omhandler også resultater i tilknytning til målinger ved bruk av Schmidt hammer og undersøkelse av lokalitetenes radioaktivitet.

6.1 Tynnslipanalyse

Tabell 3-5 viser en oversikt over mineralinnholdet i de ulike prøvepunktene. I vedlegg 1-10 gis det mer utfyllende detaljer omkring opptreden av de ulike mineralene for hvert tynnslip. Tabell 3 gjelder for gabbroer, tabell 4 for granittiske gneiser og tabell 5 for ryolittiske gneiser.

Tabell 3. Tynnslipanalyse for lokaliteter med gabbro. Mineralinnhold i %.

Prøve	Kommune	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Kv	Felt	Pyr	Amf	Oli	Klor	Glim	Karb	Serp	Opa	And
Bronken	Våler	Olivingabbro	middels-finkornet	ofittisk		64	20		10	x	1			5	
Bølsjøen	Våler	Hornblendegabbro	finkornet	ofittisk		58		37			10			3	
Ramsli	Asnes	Gabbro	middelskornet	ofittisk		53	15	5	10		5			10	2
Flisa	Asnes	Pyroksen-hornblendegabbro	finkornet	ofittisk		48	10	10		10		5	10	5	2

Kv - kvarts, Felt - feltspat, Pyr - pyroksen, Amf – amfibol, Oli – olivin, Klor - kloritt, Glim - glimmer, Karb – karbonat, Serp - serperntin, Opa - opake mineraler, And - andre mineraler, x – spor

Tabell 4. Tynnslipanalyse for lokaliteter med granittisk gneis. Mineralinnhold i %.

Prøve	Kommune	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Kv	Felt	Klor	Glim	Epi	Opa	And
Glørvika	Asnes	Granittisk gneis	middels-finkornet	parallellorientert	40	58	x	1	x		1
Skasen (fin)	Grue	Granittisk gneis	middels-finkornet	parallellorientert	45	50	x	4	x		1
Skasen (grov)	Grue	Granittisk gneis	middels-finkornet	svakt orientert	45	50	x	4	x		1
Bjørnåsen	Grue	Gneis	finkornet	parallellorientert	62	30	1	4	2		1
Våler	Våler	Gneis	middels-finkornet	svakt orientert	30	67	x	2	x	x	1
Strætåsen	Våler	Gneis	finkornet	svakt orientert	58	40	x	1	x		1

Kv - kvarts, Felt - feltspat, Klor - kloritt, Glim - glimmer, Epi - epidot, Opa - opake mineraler, And - andre mineraler, x – spor

Tabell 5. Tynnslipanalyse for lokaliteter med ryolittisk gneis. Mineralinnhold i %.

Prøve	Kommune	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Kv	Felt	Klor	Glim	Epi	Opa	And
Torpsætra 1	Våler	Ryolittisk gneis	finkornet	svakt orientert	62	30	3	3	1		1
Torpsætra 2	Våler	Ryolittisk gneis	finkornet	parallellorientert	68	30	x	1			1
Torpsætra 3	Våler	Ryolittisk gneis	finkornet	svakt orientert	69	25	1	3	1		1
Rusvekk	Grue	Ryolittisk gneis	finkornet	svakt orientert	68	20	2	6	3	x	1
Lotteriet	Asnes	Ryolittisk gneis	finkornet	granulær/båndet	77	15	1	4	1		2

Kv - kvarts, Felt - feltspat, Klor - kloritt, Glim – glimmer, Epi - epidot, Opa - opake mineraler, And - andre mineraler, x – spor

6.2 Mekaniske analyseresultater

Det er utført en analyseserie for alle innsamlede prøver (se figur 3). De mekaniske analyseresultatene er vist i tabell 6 og 7 og mer utfyllende i vedlegg 1-10. Prøvestedene er satt opp under tilhørende bergart, og er samtidig knyttet til kommunenavn.

6.2.1 Gabbro

Tabell 6. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter i gabbro.

	Bronken	Bølsjøen	Ramsli	Flisa
	Våler	Våler	Åsnes	Åsnes
Densitet	2.98	3.04	3.04	2.98
Pakningsgrad	0	1	1	1
Sprøhetstall	36.7	42.8	34.6	33.5
Flisighetstall	1.32	1.33	1.34	1.35
Steinklasse	2	2	1	1
St.kl. ved omslag	1	1	1	1
Abrasjonsverdi	0.49	0.48	0.45	0.44
Sa-verdi	3.0	3.1	2.6	2.5
Mølleverdi	11.6	12.0	11.5	9.9
Los Angeles	18.3	-	18.8	15.8
PSV	47	-	49	46

6.2.2 Gneis

Tabell 7. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter i gneis.

	Glorvika	Skasen	Bjørnåsen	Lotteriet	Torpsætra	Rusvekk
	Granittisk gneis	Granittisk gneis	Gneis	Ryolittisk gneis	Ryolittisk gneis	Ryolittisk gneis
Densitet	2.64	2.63	2.73	2.68	2.73	2.69
Pakningsgrad	0	0	1	1	0	1
Sprøhetstall	51.7	40.3	58.8	59.2	40.5	39.2
Flisighetstall	1.35	1.34	1.40	1.39	1.36	1.40
Steinklasse	3	2	5	5	2	2
St.kl. ved omslag	2	2	3	3	1	2
Abrasjonsverdi	0.58	0.43	0.95	1.00	0.58	0.50
Sa-verdi	4.2	2.7	7.3	7.7	3.7	3.2
Mølleverdi	7.3	5.5	14.6	16.0	8.6	10.7
Los Angeles	29.5	17.6	33.0	33.1	16.2	16.1
PSV	52	53	55	56	54	55

6.3 Schmidt hammer og radioaktivitet.

NGU har i en del år registrert måleresultater med Schmidt hammer i felt i tillegg til mekaniske egenskaper analysert i laboratorium. Vedlegg B gir en presentasjon av metoden.

Under prøveinnsamlingen ble det også målt radioaktivitet på bergartene med et scintillometer. Det som måles er total gamma-stråling (uran, thorium og kalium). Resultatet er vist i tabell 8 sammen med Schmidt hammer-registreringene.

Tabell 8. Analyseresultater for Schmidt hammer og radioaktivitet (impuls/min).

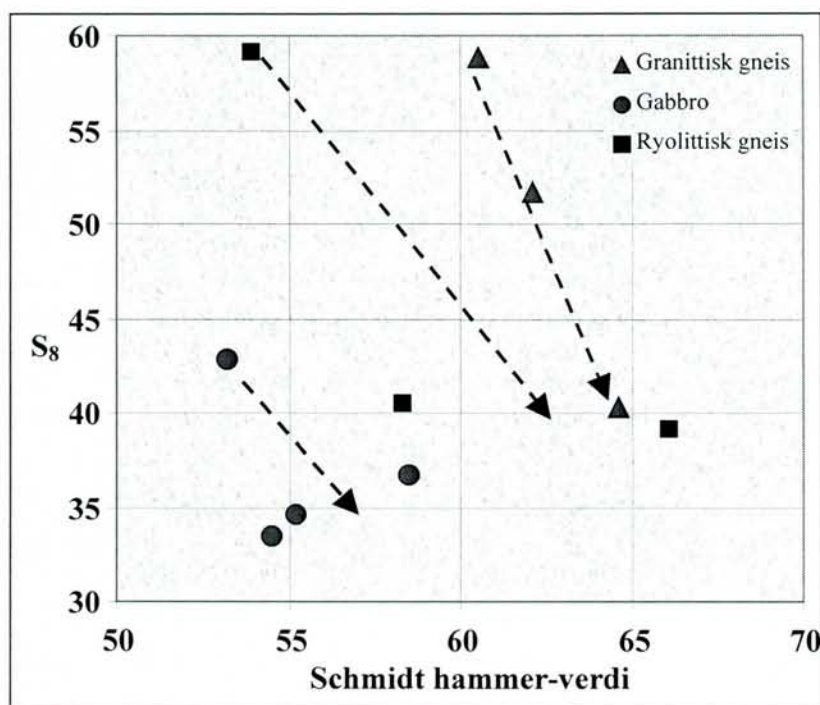
Forekomstnavn	Kommune	Bergart	Schmidt-verdi	Radioaktivitet
Rusvekk	Grue	Ryolittisk gneis	66.1	-
Skasen	Grue	Granittisk gneis	64.6	5-6
Glorvika	Åsnes	Granittisk gneis	62.1	2-3
Bjørnåsen	Grue	Gneis	60.5	3-4
Bronken	Våler	Olivingabbro	58.5	1
Torpsætra	Våler	Ryolittisk gneis	58.3	3-4
Ramsli	Åsnes	Gabbro	55.2	1
Flisa	Åsnes	Pyroksenhornblendegabbro	54.5	1
Lotteriet	Åsnes	Ryolittisk gneis	53.9	3-4
Bølsjøen	Våler	Hornblendegabbro	53.2	1

7. VURDERING AV RESULTATENE

7.1 Bruk av Schmidt hammer

Sammenligner man de målte Schmidt hammer-verdiene med mekaniske analyseresultater, eksempelvis sprøhetstall fra fallprøven, kan man ikke observere noen god korrelasjon, figur 2. Man forventer at prøvene med lavest sprøhetstall vil gi høyest Schmidt hammer-verdi. Det er ikke tilfelle for disse målingene. Det virker mer som om det motsatte skjer. Gabbroene med de beste sprøhetstallene gir dårligst Schmidt hammer-verdi. Ser man imidlertid på *bergartene hver for seg*, kan man ane en sammenheng i forhold til forventningene ved at både gabbroene samt de granittiske og ryolittiske gneisene forbedrer Schmidt hammer-verdi med lavere sprøhetstall.

Selv om erfaringen med apparaturen ennå er liten, kan metoden gi gode indikasjoner spesielt på mekanisk sterke bergarter.



Figur 2. Sammenheng mellom Schmidt hammer-verdi og sprøhetstall.

7.2 Måling av radioaktivitet

I tabell 8 er resultatene fra den radioaktive målingen av prøveområdene satt opp. Gabbroene ligger jevnt på verdier rundt 1 impuls per minutt. Dette karakteriseres som *lav stråling*. Gneisene viser noe høyere stråleverdier (opp til 5-6 impulser per minutt), men verdiene faller inn under det som betegnes som *vanlig stråling*. Dette er meget lave og ufarlige verdier med hensyn til anvendelse som tilslag for byggetekniske formål.

7.3 Forekomstene vurdert etter bergartsnavn

7.3.1 Gabbro

Det er viktig å være klar over at et lite tynnslip nødvendigvis ikke gjengir de riktige forhold, da kornstørrelsesvariasjoner opptrer lokalt samt at mineralsammensetningen gjerne varierer.

Mineralinnholdet i de fire gabbroprøvene varierer litt. Feltspatinnholdet ligger rundt 50-60%, mens pyroksen-, olivin- og amfibolinnholdet varierer i takt med bergartsnavnene i tabell 3. Egenvekten til de fire gabbrovariantene varierer mellom 2.98 og 3.04 g/cm³. Bølsjøen skiller seg ut med det høyeste amfibolinnholdet, mens Ramsli og Bronken inneholder olivin.

De mekaniske analyseresultatene viser sterke bergartsmaterialer. Både Flisa og Ramsli havner i steinklasse 1, mens Bronken og Bølsjøen faller inn under klasse 2. Abrasjonsverdiene er nokså jevne, og varierer fra 0.44-0.49, mens mølleverdiene ligger i intervallet 10-12. Det er ikke utført Los Angeles-test og PSV-test på materialet fra Bølsjøen fordi materialet fra denne lokaliteten synes å være påvirket av noe overflateforvitring. De øvrige tre prøvene gir Los Angeles-verdier mellom 16-19, og PSV-verdier i intervallet 46-49.

7.3.2 Gneis

Mineralinnholdet for de to gneisvariantene varierer også noe. Den ryolittiske typen viser et høyere kvartsinnhold enn den granittiske, og er gjennomgående mer finkornig. Ryolittvarianten har en egenvekt rundt 2.70 g/cm³, mens den granittiske gneisen ligger lavere enn 2.65 g/cm³. Den granittiske gneisen inneholder til gjengjeld mer feltspat enn den ryolittiske.

De mekaniske analyseresultatene for den ryolittiske gneisen indikerer at to av prøvestedene, Rusvekk og Torpsætra, innehar god kvalitet. Begge disse materialene havner i steinklasse 2 i fallprøvediagrammet. Abrasjonsverdiene for disse to prøvene er på henholdsvis 0.50 og 0.58, og mølleverdiene rundt 9 og 11. Los Angelesstallene ligger jevnt rundt 16.

Prøvematerialet fra Lotteriet viser seg å være både mekanisk og abrasivt svakt. Materialet havner i steinklasse 5, har en svak abrasjonsverdi på 1.00, mølleverdi på 16 og en Los Angeles verdi som er høyere enn 30.

Imidlertid gir Lotteriet best PSV (56), mens de andre to prøvene gir 55 og 54. *Lotteriet virket å være stedvis påvirket av overflateforvitring, så materialet er kanskje ikke representativt for typelokaliteten.*

For den granittiske gneisen gir fallprøven steinklasse 2 for Skasen og steinklasse 3 for natursteinsbruddet Glorvika. Gneisen i steinbruddet Bjørnåsen havner i steinklasse 5.

Skasen gir også det beste abrasjonsresultatet og mølleverdi, mens Bjørnåsen viser vesentlig dårligere egenskaper. Los Angelesresultatene viser samme innbyrdes rangering, hvor Skasen innehar det mekanisk sterkeste materialet. Både Glorvika og Bjørnåsen viser betydelig svakere mekanisk styrke.

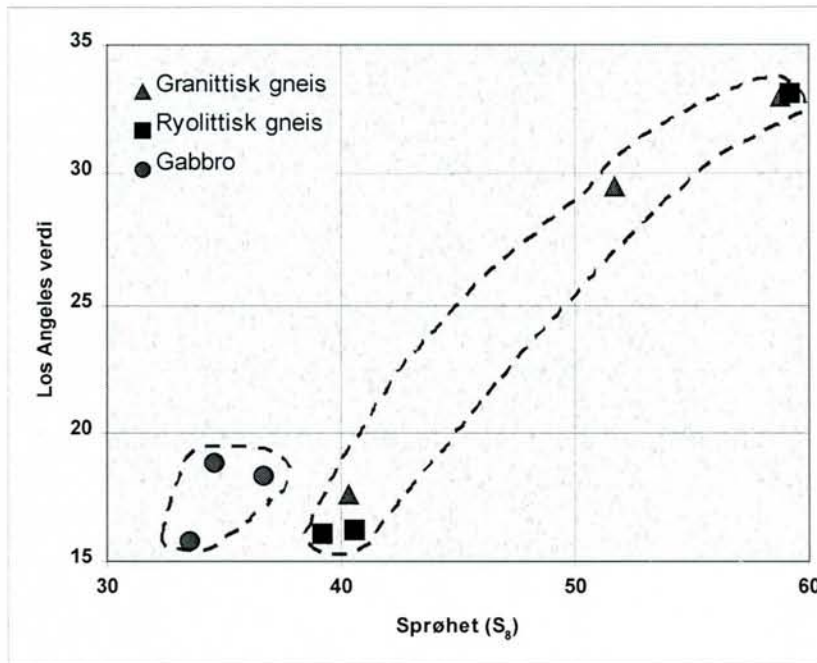
PSV viser også her at den mekanisk og abrasive svakeste prøve, Bjørnåsen, gir den beste poleringsverdien.

Normalt er det ulike kontraster i mineralhardhet i bergartsprøvene som forårsaker forskjellene i poleringsverdi. Tynnslipanalyse viser imidlertid et relativt likt innhold av mineraler, men graden av forvitring er ulik. Overflateforvitring kan medføre at mineralhardhetskontrast oppnås.

Det har vist seg at selve nedknusingen av bergartsstykkene har innvirkning på fallprøveresultatet. Ved NGU utføres en kvalitetskontroll for hver knuste prøve, hvor formålet er å oppnå størst andel av materiale i fraksjonen 8.0-11.2 mm (optimal knusing). Dersom det oppstår stor variasjoner mellom enkelte knuseserier kan det forklare forskjeller i analyseresultatene. For prøvene fra Solør er det ikke observert nevneverdig avvik mellom knuseseriene. Følgelig skyldes forskjellene mellom analyseresultatene faktorer knyttet til bergartene.

7.4 Slagmotstand

Ved å bearbeide de framkomne analysedata bergartsvis, kan man av figur 4 se en ansamling av gabbroene, mens gneisene har et større spenn. Til tross for få analysedata viser fallprøven god korrelasjon med Los Angeles testen. Dette stemmer godt med tidligere undersøkelser.



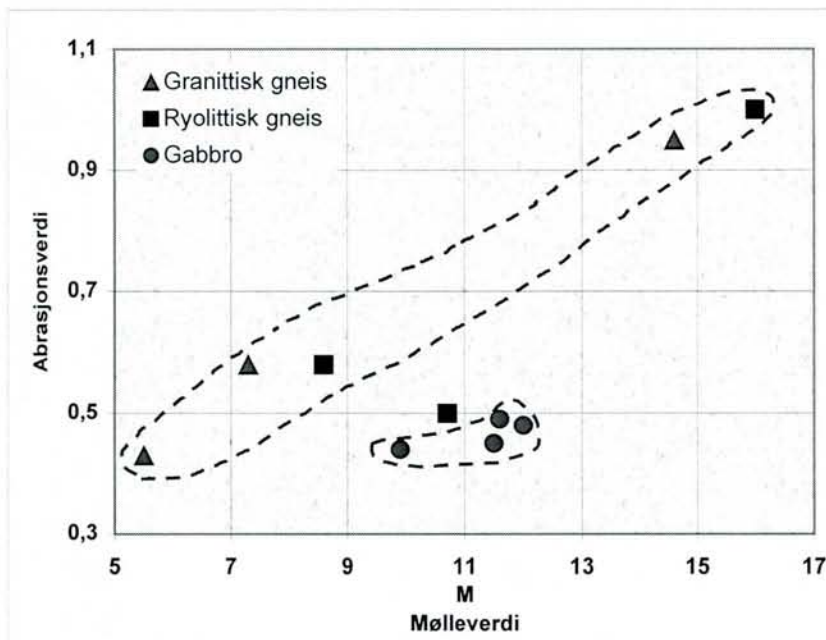
Figur 4. Fallprøven sammenlignet med Los Angelesmetoden.

7.5 Abrasive egenskaper og poleringsegenskaper.

I figur 5 er de to abrasive metodene abrasjon og kulemølle sammenstilt. Disse metodene benyttes i Norge i dag, hvor kulemølletesten er ment å erstatte abrasjonsmetoden. Foreløpig stilles det ingen krav til mølleverdien, jamfør tabell 1.

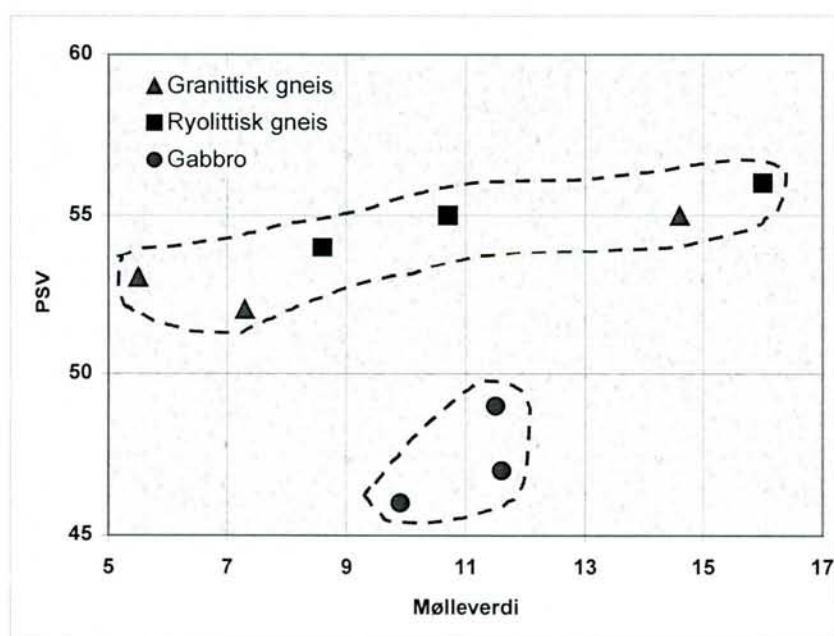
Av figuren kan man ane en viss korrelasjon mellom metodene dersom bergartene behandles hver for seg. Gneisene danner en linje på et høyere nivå enn gabbroene. Gabbrolinjas helning synes også å være mindre enn for gneisene. Det presiseres at datamaterialet er svært spinkelt.

Hvis vi derimot ikke skiller mellom bergartsnavnene, kan sammenstillingen tyde på at det ikke er noen god korrelasjon mellom metodene. Metodene er nokså ulike, og tester ikke helt de samme egenskapene. Kulemølla tester blant annet på vått materiale, mens abrasjonsmetoden tester ut materialet i tørr tilstand. Abrasjonsmetoden foretar en bortsliping av volum, mens kulemølla har en kombinasjon av slitasje og nedknusing ved slag.



Figur 5. Sammenstilling av kulemølle mot abrasjon.

Poleringsegenskaper viser, basert på erfaring fra data i Pukkdatabasen, ingen samvariasjon med øvrige mekaniske egenskaper. For enkelte bergarter er det utført undersøkelser som viser at det kan forekomme en samvariasjon mellom poleringsverdien og abrasjonsverdien. I figur 6 er den abrasive kulmøllemetoden og PSV sammenstilt. Det er tydelig at gneisene gjennomgående har bedre poleringsegenskaper enn gabbroene.



Figur 6. Kulemølle sammenlignet med PSV.

7.6 Poleringsegenskaper

Siden vi ikke stiller krav til poleringsmotstand i Norge, vil det være hensiktsmessig å sammenligne verdiene fra Solør med europeiske krav. Tabell 2, side 15, viser kravene som stilles til PSV og Los Angeles i en del europeiske land. I tabell 22 er PSV-og Los Angelesresultatene fra Solør-regionen satt opp med lokalitetsnavn.

Tabell 22. PSV og Los Angeles-verdier.

Forekomstnavn	Bergart	PSV	LA-verdi
Lotteriet	Ryolittisk gneis	56	33
Rusvekk	Ryolittisk gneis	55	16
Torpsætra	Ryolittisk gneis	54	16
Gjennomsnitt		55	16*
Ramsli	Gabbro	49	19
Bronken	Gabbro	47	18
Flisa	Gabbro	46	16
Gjennomsnitt		47	18
Bjørnåsen	Granittisk gneis	55	33
Skasen	Gneis	53	18
Glorvika	Granittisk gneis	52	30
Gjennomsnitt		53	27

* Gjennomsnitt av to prøver, da den tredje avviker mye fra de andre to.

Ved å benytte tabell 2, kommer man fram til at de *ryolittiske gneisene* i gjennomsnitt aksepteres så vidt brukt som tilslag i vegdekker med normal trafikkbelastning i England. I Tyskland, Nederland og Frankrike oppfylles kravene til normal trafikkbelastning med bedre margin. De *granittiske gneisene* oppfylder kravene for lett trafikk i England. Skasen oppfylder kravet for normal trafikkbelastning i Tyskland, Nederland og Frankrike, men legges gjennomsnittstallene til grunn, vil trafikkbelastningen reduseres til lett i Tyskland, samtidig som Frankrike faller fra. Det skyldes at Frankrike opererer med strengere krav til Los Angeles-verdi enn det Tyskland gjør. *Gabbroene* oppfylder kravene til lett trafikkbelastning i England, Tyskland og Frankrike. PSV er for lav til at materialet kan anvendes i Nederland.

Ved en eventuell innføring av krav til PSV i Norge, for eksempel i området 50-55 for de mest trafikkbelastede vegstrekninger, vil en rekke av våre bergarter være egnet. I området 55-60 vil enkelte bergarter kunne innfri kravene, men ved eventuelt krav til PSV > 60 vil kun et fåtall av norske bergarter kunne anvendes (Erichsen 1999).

8. VURDERING AV BRUKSEGENSKAPENE FOR BERGARTENE

8.1 Gabbro

8.1.1 Bronken

I Norge godkjennes materialet fra prøvepunkt Bronken benyttet som tilslag i asfaltdekker med en årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 5000 kjøretøyer. I tillegg kan materialet anvendes til betong, bære- og forsterkningslag, tabell 9.

Tabell 9. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Bronken.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	+	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	+	-	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.1.2 Bølsjøen

Materialet fra Bølsjøen godkjennes benyttet som tilslag i asfaltdekker med en årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 3000 kjøretøyer. I tillegg kan materialet anvendes til betong, bære- og forsterkningslag, tabell 10.

Tabell 10. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Bølsjøen.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	-	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	- (+)	-	-	Uegnet (Egnet)
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.1.3 Ramsli

Materialet fra Ramsli godkjennes benyttet som tilslag i asfaltdekker med en årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 5000 kjøretøyer. Med optimal knusing vil kanskje sprøhetstallet forbedres ytterligere, slik at Sa-verdien også forbedres. Det vil i såfall akseptere materialet benyttet på veger med en ÅDT på 15.000. I tillegg kan materialet anvendes til betong, bære- og forsterkningslag, tabell 11.

Tabell 11. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Ramsli

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	+	-(+)	-	+	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	+	-	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.1.4 Flisa

Materialet fra Flisa godkjennes benyttet som tilslag i asfaltdekker med en årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 15.000 kjøretøyer. I tillegg kan materialet anvendes til betong, bære- og forsterkningslag, tabell 12.

Tabell 12. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Flisa.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	-(+)	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	+	+	-(+)	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	+	+	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

En sammenstilling av gabbprøvene er utført i tabell 13, og den viser at Flisa innehar den beste kvaliteten av prøvene. Likevel er det jevnt gode materialtyper som er blitt testet. Bergartsmaterialet fra Flisa kan benyttes i asfaltdekker med høy trafikkbelastning, mens de andre tre prøvene aksepteres anvendt som tilslag i middels trafikkerte vegdekker.

Tabell 13. Sammenstilling av egnethetsvurdering av gabbprøvene .

Land	Bruksområde	Vegtype	Bronken	Bølsjøen	Ramsli	Flisa
Norge	Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Høyt trafikkert veg (ÅDT 5000-15000)	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Egnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 3000-5000)	Egnet	Uegnet	Egnet	Egnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 1500-3000)	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	“	Lavt trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	Bærelag		Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	Forsterkningslag		Egnet	Egnet	Egnet	Egnet

8.2 Granittiske gneiser

8.2.1 Bjørnåsen

Tabell 14 viser at materialet fra Bjørnåsen ikke innfrir noen av kravene for bruk i vegbygging. Materialet er mekanisk svakt, og innehar ingen gode abrasive egenskaper.

Tabell 14. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Bjørnåsen

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	-	-	-	-	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	-	-	-	-	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	-	-	-	-	-	Uegnet
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	-	-	i.k.	i.k.	-	Uegnet
Bærelag		-	-	i.k.	i.k.	-	Uegnet
Forsterkningslag		+	-	i.k.	i.k.	-	Uegnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.2.2 Skasen

Tabell 15 viser at materialet fra Skasen innfrir krav til bruk i vegdekker på høyt trafikkerte veger (ÅDT < 15.000). Det innfrir også kravene til bærelag og forsterkningslag, og kan brukes som tilslag i betong.

Tabell 15. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Skasen.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	+	-	Uegnet
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	+	-	+	+	Egnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	+	+	+	Egnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	+	Egnet
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.2.3 Glorvika

Tabell 16 viser at materialet fra Glorvika innfris krav til bruk i vegdekker på middels trafikkerte veger (ÅDT < 3000). Det innfris også kravene til bære- og forsterkningslag, og kan brukes som tilslag i betong.

Tabell 16. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Glorvika.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	-	-	-	+	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	-	-	-	+	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	-	-	+	-	Egnet
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	-	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

Av de granittiske gneisene er bergartsmaterialet fra Skasen egnet som tilslag i asfaltdekker med en høy trafikkbelastning med inntil 15.000 kjøretøyer daglig. Glorvika eger seg for lavere trafikkmengde, mens Bjørnåsen helst bør unngås til alt annet enn fyllmasse.

Tabell 17. Sammenstilling av egnethetsvurdering av granittisk gneis .

Land	Bruksområde	Vegtype	Bjørnåsen	Skasen	Glorvika
Norge	Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Høyt trafikkert veg (ÅDT 5000-15000)	Uegnet	Egnet	Uegnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 3000-5000)	Uegnet	Egnet	Uegnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 1500-3000)	Uegnet	Egnet	Egnet
	“	Lavt trafikkert veg	Uegnet	Egnet	Egnet
	Bærelag		Uegnet	Egnet	Egnet
	Forsterkningslag		Uegnet	Egnet	Egnet

8.3 Ryolittiske gneiser

8.3.1 Lotteriet

Materialet fra Lotteriet innfrir ingen av kravene for bruk i vegbygging. Materialet er mekanisk svakt, og innehar dårlige abrasive egenskaper, tabell 18. Analyseresultatene tyder på at materialet er påvirket av overflateforvitring.

Tabell 18. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Lotteriet.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	-	-	i.k.	i.k.	-	Uegnet
Bærelag		-	-	i.k.	i.k.	-	Uegnet
Forsterkningslag		+	-	i.k.	i.k.	-	Uegnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.3.2 Torpsætra

Tabell 19 viser at materialet fra Torpsætra innfrir krav til bruk i vegdekker på høyt trafikkerte veier (ÅDT < 15.000). Det innfrir også kravene til bærelag og forsterkningslag, og kan brukes som tilslag i betong.

Tabell 19. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Torpsætra.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	+	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-	-	+	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	-	-	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA - Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

8.3.3 Rusvekk

Tabell 20 viser at materialet fra Rusvekk innfrir krav til bruk i vegdekker på middels trafikkerte veger (ÅDT < 5000). Det innfrir også kravene til bære- og forsterkningslag, og kan brukes som tilslag i betong

Tabell 20. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Rusvekk.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	+	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	+	-	+	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	+	+	+	+	+	Egnet
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	Egnet

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Mv - mølleverdi, LA – Los Angeles-verdi, + 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 mølleverdi innfris

Av de ryolittiske gneisene viser Torpsætra seg å være egnet til asfatdekker med høy trafikkbelastning, mens Rusvekk egner seg til vegdekker med middels trafikkbelastning. Lotteriet er ikke egnet til annet enn fyllmasse, og eventuelt som betongtilslag. Imidlertid må en være klar over at de ryolittiske gneisene kan medføre alkalireaksjoner i betong.

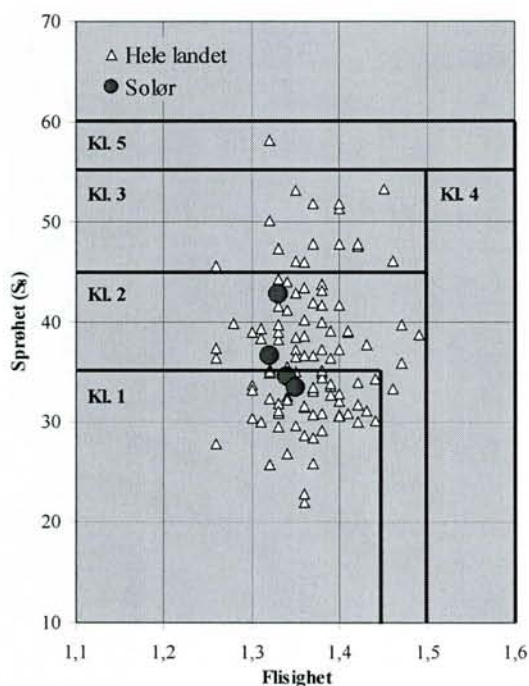
Tabell 21. Sammenstilling av egnethetsvurdering av ryolittisk gneis .

Land	Bruksområde	Vegtype	Lotteriet	Torpsætra	Rusvekk
Norge	Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	"	Høyt trafikkert veg (ÅDT 5000-15000)	Uegnet	Egnet	Uegnet
	"	Middels trafikkert veg (ÅDT 3000-5000)	Uegnet	Egnet	Egnet
	"	Middels trafikkert veg (ÅDT 1500-3000)	Uegnet	Egnet	Egnet
	"	Lavt trafikkert veg	Uegnet	Egnet	Egnet
	Bærelag		Uegnet	Egnet	Egnet
	Forsterkningslag		Uegnet	Egnet	Egnet

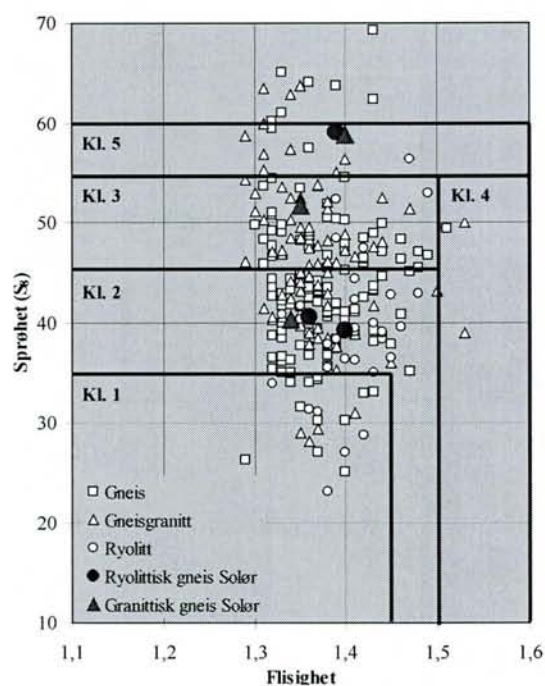
9. GABBRO OG GNEIS FRA SOLØR KONTRA RESTEN AV LANDET.

For å få en oversikt over eventuelle kvalitetsvariasjoner mellom gabbroene og gneisene fra Solør med tilsvarende bergarter fra andre steder i landet er samtlige fallprøveresultater med gabbro og gneiser i NGUs Pukkkdatabase satt sammen i figur 7 og 8. Figur 9 og 10 viser sprøhetstallene med minimums-, gjennomsnitts- og maksimumsverdier for hver bergartstype.

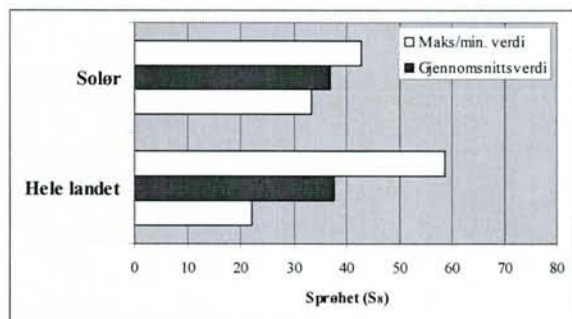
Figur 7 og 9 viser at gabbroene fra Solør representerer landsgjennomsnittet hva mekanisk styrke angår. Figur 8 viser at enkelte av Solørgneisene tilhører noen av landets svakeste, mens de resterende ligger innenfor steinklasse 2 og 3. Hovedvekten av alle landets gneis/granittprøver havner også i de samme steinklassene. Gneiser og granitter er de bergartsgruppene som gir størst rom for variasjon i mekaniske egenskaper, da kornstørrelse, mineralinnhold, tekstur m.m. kan variere mye fra ett prøvested til et annet, både lokalt og regionalt.



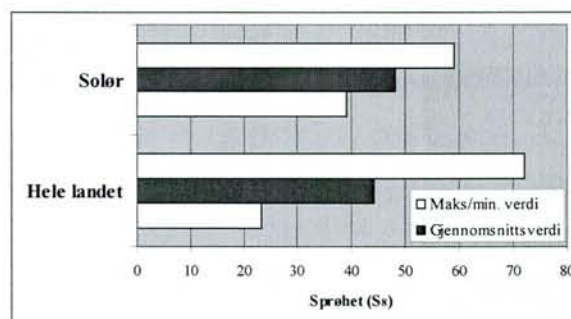
Figur 7. Fallprøven for norske gabbroer.



Figur 8. Fallprøven for norske gneiser og ryolitter.



Figur 9. Sprøhetstall for gabbro.



Figur 10. Sprøhetstall for gneis, granitt og ryolitt.

10. REFERANSER

- Dørum, S. 1998: Vegdekkers friksjonsegenskaper. Konferansen "Stein i vei", Stavanger 1998.
- Erichsen, E. 1991: Regionale pukundersøkelser, Hamar – Elverum. *NGU Rapport 91.174*.
- Erichsen, E. 1992: Knuseprosedyrens innvirkning på fallprøven. Delrapport 1. *NGU Rapport 92.289*.
- Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknuserens innvirkning på fallprøven, *Konferansen «Stein i vei» i Bergen, februar 1993*.
- Erichsen, E. 1999: Bergarters poleringsegenskaper uttrykt ved polished stone value (PSV). *NGU Rapport 99.045*.
- Falck-Muus, R. 1929: Side 19-30. Årbok for 1924-1928. *Norges geologiske undersøkelse nr. 133*.
- Gvein, Ø., Skålvoll, H. og Sverdrup, T. 1973: Berggrunnskart Torsby, M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*
- Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strength, *VTI Meddelande Nr. 102*.
- Nordgulen, Ø. 1999: Berggrunnskart Hamar, M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Norem, H. 1998: Høy pris for forbud mot piggdekk. Artikkel i *Våre Veiger* nr. 2 1998.
- Statens vegvesens Normaler 018, Vegbygging, 1999.

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Lotteriet

Lab.prøve nr.: 990056

KOMMUNE : Åsnes
KARTBLADNR. : 2016 II Flisa
FOREKOMSTNR.: 0425-501

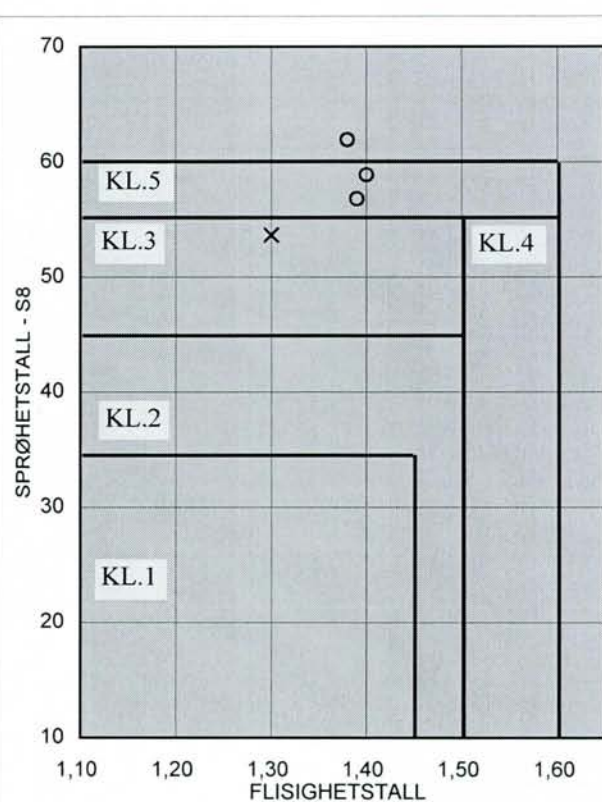
KOORDINATER : X=659830, Y=6719600 (UTM 32)
DYBDE I METER : Vegskjæring
UTTATT DATO : 24.08.1999
SIGN. :

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	1,39	1,38	1,40	1,30	1,41	1,41
Flisighetsindeks-FI	18	19	18	8	18	20
Ukorr. Sprøhetstall-S0	54,1	59,0	56,1	51,1		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	56,8	61,9	58,9	53,7		
Materiale < 2mm-S2	16,1	16,3	15,0	14,0		
Kulemølleverdi, Mv					16,5	15,5
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,5				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,39	18	59,2	Middel S2 : 15,8		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,41	19	16,0	PSV : 56		
Abrasjonsverdi-a:	0,81	1,08	1,12	Middel : 1,00		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	7,7	Densitet : 2,68				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,37	/	18,4	LA-verdi : 33,1		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Ryolittisk gneis

Mineralinnhold: Bergarten består av 77% kvarts, 15% feltspat, 4% glimmer, 1% kloritt, 1% svovelkis, 1% epidot og 1% andre mineraler (zirkon og apatitt). Feltspaten er noe omvandlet (saussuritt). Det kan være mer feltspat i grunnmassen, men den er for finkornig til å kunne skille ut fra kvartsen. Bergarten er finkornet med granulær og båndet tekstur.
Måling av radioaktivitet: 3-4 impulser per minutt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
12.01.2000Sign.:
Annhild Mørk

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Ramsli

Lab.prøve nr.: 990057

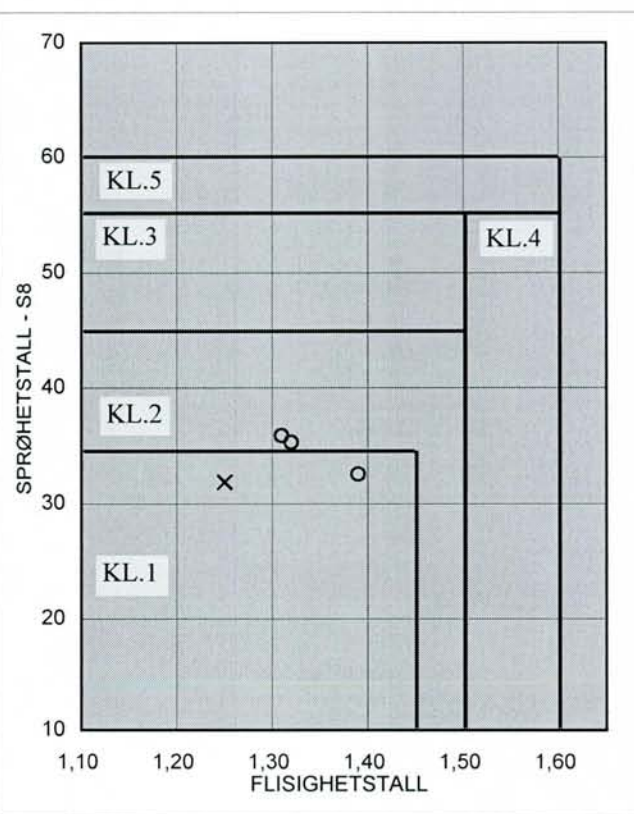
KOMMUNE :	Åsnes	KOORDINATER :	X = 688455, Y= 6726975 (UTM 32)
KARTBLADNR. :	2116 III Finnskog	DYBDE I METER :	Vegskjæring
FOREKOMSTNR.:	0425-502	UTTATT DATO :	24.08.1999
		SIGN. :	

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	1,39	1,31	1,25	1,35	1,32
Flisighetsindeks-FI	11	22	10	3	12	9
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33,6	31,0	34,2	30,3		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	35,3	32,6	35,9	31,9		
Materiale < 2mm-S2	7,1	6,1	7,0	5,6		
Kulemølleverdi, Mv					11,4	11,5
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,7				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,34	14	34,6	Middel S2 : 6,7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,34	11	11,5	PSV : 49		
Abrasjonsverdi-a:	0,45	0,44	0,45	Middel : 0,45		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,6	Densitet : 3,04				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,28	/	8,1	LA-verdi : 18,8		


BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Gabbro (koronittisk)

Mineralinnhold: Bergarten består av 53% feltspat, 15% pyroksen (ortopyroksen), 10% olivin, 5% glimmer, 5% amfibol, 10% opake og 2% andre mineraler. Ortopyroksen er stappfull av opake mikroinneslutninger. Olivinen er også full med opaker. Andre mineraler består av granat, zoisitt, spinell og apatitt. Glimmer opptrer i form av biotitt rundt opake korn. Bergarten er massiv og middelskornet med jevn kornstørrelse. Ofittisk struktur. Måling av radioaktivitet: 1 impuls per minutt.

Reaksjon med HCL:

 Sted:
 Trondheim

 Dato:
 12.01.2000

 Sign.:
Annika Ulrik

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Rusvekk

Lab.prøve nr.: 990058

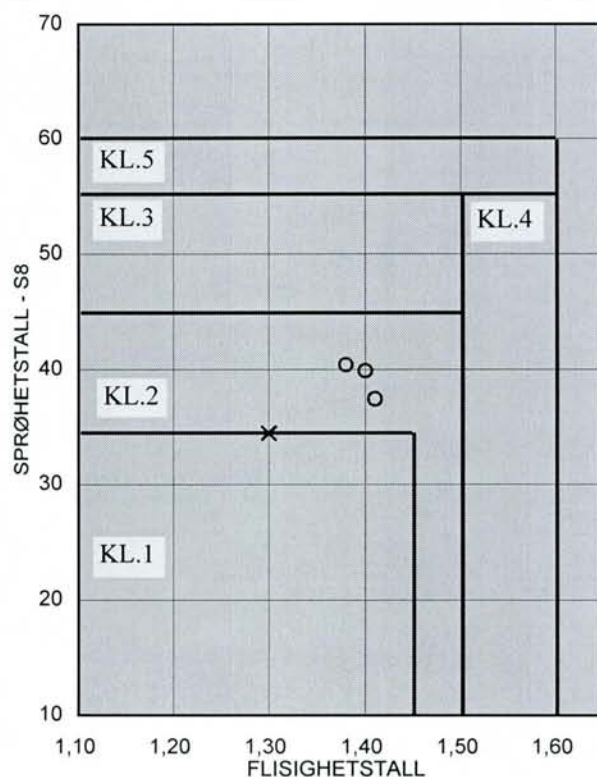
KOMMUNE :	Grue	KOORDINATER :	X=662380, Y=6709550 (UTM 32)
KARTBLADNR. :	2015 I Brandval	DYBDE I METER :	Vegskjæring
FOREKOMSTNR.:	0423-502	UTTATT DATO :	24.08.1999
		SIGN. :	

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	1,38	1,40	1,41	1,30	1,38	1,40
Flisighetsindeks-FI	19	18	21	7	20	17
Ukorr. Sprøhetstall-S0	38,5	38,0	35,7	32,8		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	40,4	39,9	37,4	34,5		
Materiale < 2mm-S2	7,6	7,5	7,8	6,1		
Kulemølleverdi, Mv					10,4	11,0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,2				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,40	19	39,2	Middel S2 : 7,6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,39	19	10,7	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,50	0,49	0,52	Middel : 0,50		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,2			Densitet : 2,69		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,37 /		19,3	LA-verdi : 16,1		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Ryolittisk gneis

Mineralinnhold: Bergarten består av 68% kvarts, 20% feltspat, 6% glimmer, 2% kloritt, 3% epidot og 1% titanitt. I tillegg er det observert spor av svovelkis. Bergarten er finkornet, men med ujevn kornstørrelse. Den er svakt orientert.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
12.01.2000Sign.:
Annhild Ulvik

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Skasen

Lab.prøve nr.: 990059

KOMMUNE : Grue
KARTBLADNR. : 2115 IV Lundersæter
FOREKOMSTNR.: 0423-503

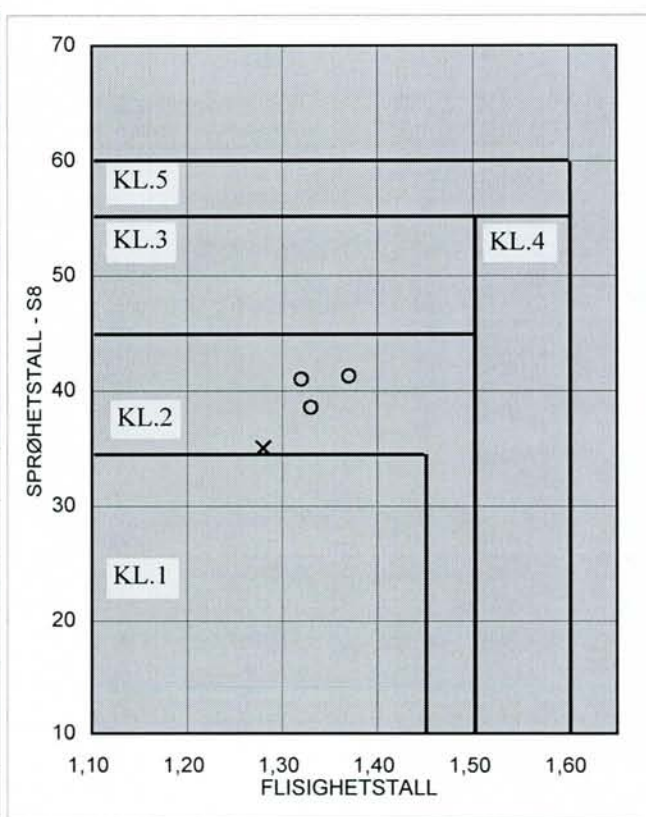
KOORDINATER : X=686580, Y=6696400 (UTM 32)
DYBDE I METER : Vegskjæring
UTTATT DATO : 23.08.1999
SIGN. :

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	1,32	1,37	1,33	1,28	1,31	1,34
Flisighetsindeks-FI	11	13	11	4	10	12
Ukorr. Sprøhetstall-S0	41,0	41,3	38,6	35,1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	41,0	41,3	38,6	35,1		
Materiale < 2mm-S2	8,0	8,3	8,3	6,6		
Kulemølleverdi, Mv					5,7	5,3
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 24,2				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,34	12	40,3	Middel S2 : 8,2		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,33	11	5,5	PSV : 53		
Abrasjonsverdi-a:	0,38	0,46	0,45	Middel : 0,43		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,7			Densitet : 2,63		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,31	/	12,3	LA-verdi : 17,6		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Granittisk gneis

Mineralinnhold: Tynnslip 1 (fin): 45% kvarts, 50% feltspat, 4% glimmer, 1% opaker/apatitt/titanitt/zirkon. I tillegg spor av kloritt, epidot og fluoritt. Middels til finkornet med parallellorientering.
Tynnslip 2 (grov): 45% kvarts, 50% feltspat, 4% glimmer, 1% titanitt/apatitt/zirkon/opake. I tillegg spor av kloritt og epidot. Middels til finkornet bergart med svak orientering.
Måling av radioaktivitet: 5-6 impulser per minutt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
12.01.2000Sign.:
Annhild Ulvik

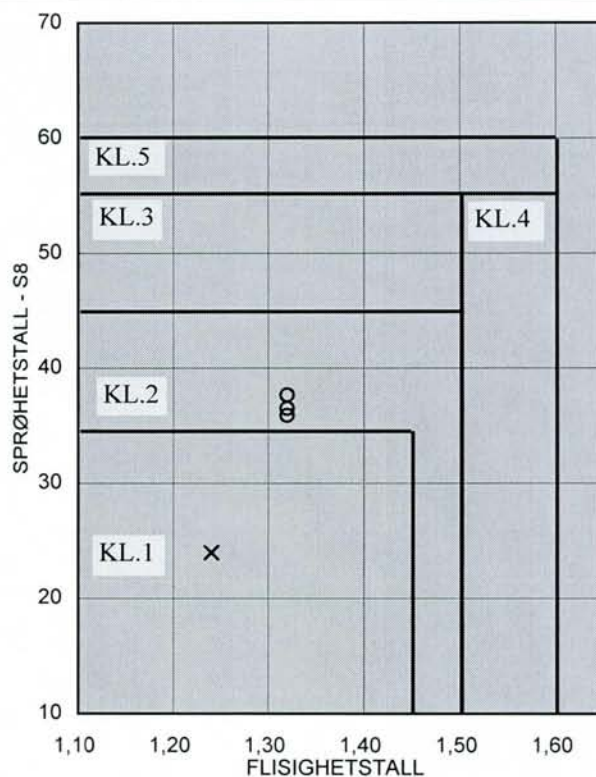
KOMMUNE : Våler
KARTBLADNR. : 2016 III Våler
FOREKOMSTNR.: 0426-502
KOORDINATER : X=644380, Y=6736000 (UTM 32)
DYBDE I METER : Vegskjæring
UTTATT DATO : 25.08.1999
SIGN. :

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	1,32	1,32	1,24	1,33	1,32
Flisighetsindeks-FI	12	13	9	3	10	8
Ukorr. Sprøhetstall-S0	37,7	35,9	36,5	24,0		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	37,7	35,9	36,5	24,0		
Materiale < 2mm-S2	6,6	7,1	6,3	5,2		
Kulemølleverdi, Mv					11,4	11,7
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 24,1				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,32	11	36,7	Middel S2 : 6,7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,33	9	11,6	PSV : 47		
Abrasjonsverdi-a:	0,48	0,50	0,50	Middel : 0,49		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,0	Densitet : 2,98				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,28	/	9,0	LA-verdi : 18,3		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Olivingabbro/ortopyroksengabbro

Mineralinnhold: Tynnslipet viser 64% feltspat, 20% pyroksen, 10% olivin, 1% glimmer, 5% opake mineraler og spor av kloritt og talk. Bergarten er middels- finkornet med ofittisk struktur.

Måling av radioaktivitet: 1 impuls per minutt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
12.01.2000

Sign.:
Arnhild Mørk

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Torpsætra

Lab.prøve nr.: 990061

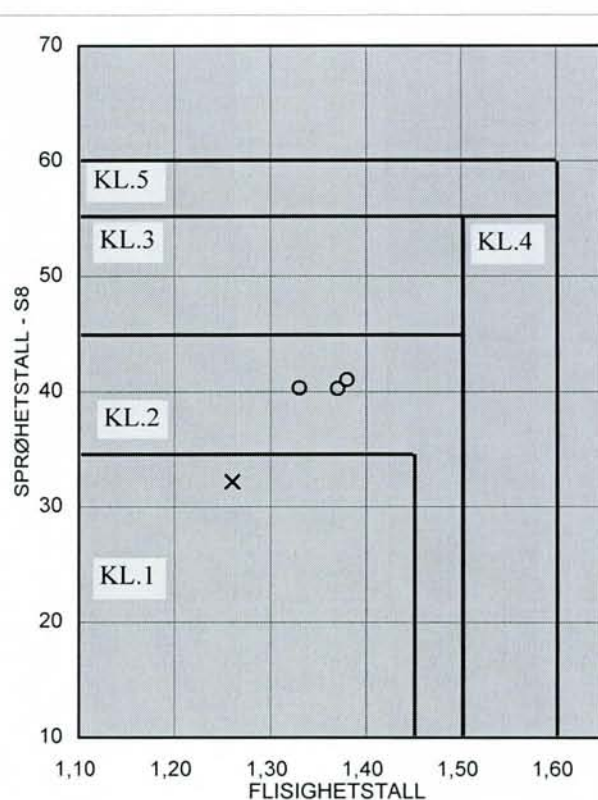
KOMMUNE : Våler	KOORDINATER : X=643680, Y=6734000 (UTM 32)
KARTBLADNR. : 2016 III Våler	DYBDE I METER : Vegskjæring
FOREKOMSTNR.: 0426-503	UTTATT DATO : 24.08.1999
	SIGN. :

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	1,37	1,38	1,26	1,38	1,38
Flisighetsindeks-FI	11	16	16	7	16	14
Ukorr. Sprøhetstall-S0	40,3	40,3	41,0	32,2		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	40,3	40,3	41,0	32,2		
Materiale < 2mm-S2	7,7	7,7	7,9	7,4		
Kulemølleverdi, Mv					8,5	8,7
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,1				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,36	14	40,5	Middel S2 : 7,8		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,38	15	8,6	PSV : 54		
Abrasjonsverdi-a:	0,48	0,64	0,62	Middel : 0,58		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,7	Densitet : 2,73				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,34	/	13,6	LA-verdi : 16,2		


BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Ryolittisk gneis (mylonittisert)

Mineralinnhold: Tynnslip 1: 62% kvarts, 30% feltspat, 3% glimmer, 3% kloritt, 1% epidot og 1% zirkon, allanitt og apatitt.
 Tynnslip 2: 68% kvarts, 30% feltspat, 1% glimmer og 1% zirkon, allanitt og apatitt.
 Tynnslip 3: 69% kvarts, 25% feltspat, 3% glimmer, 1% kloritt, 1% epidot og 1% zirkon, allanitt og apatitt.
 Bergarten er finkornig med en svak orientering.
 Måling av radioaktivitet: 3-4 impulser per minutt.

Reaksjon med HCL:

 Sted:
 Trondheim

 Dato:
 12.01.2000

 Sign.:
Annhild Uvik

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Glorvika

Lab.prøve nr.: 990062

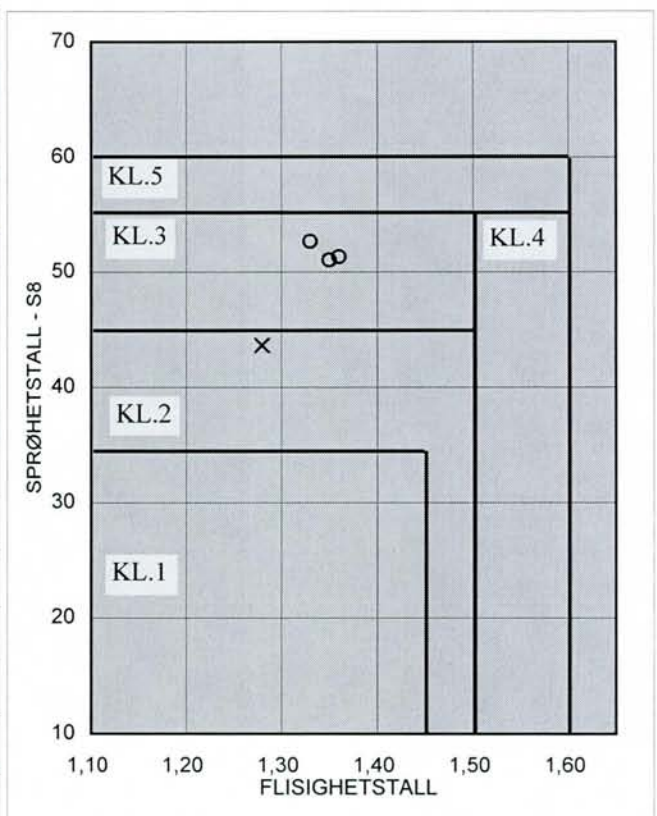
KOMMUNE : Åsnes	KOORDINATER : X=662295, Y=6732760 (UTM 32)
KARTBLADNR. : 2016 II Flisa	DYBDE I METER : I brudd
FOREKOMSTNR.: 0425-542	UTTATT DATO : 25.08.1999
	SIGN. :

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	1,36	1,35	1,28	1,36	1,34
Flisighetsindeks-FI	11	15	13	6	14	11
Ukorr. Sprøhetstall-S0	52,7	51,3	51,1	43,6		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	52,7	51,3	51,1	43,6		
Materiale < 2mm-S2	12,4	12,9	11,7	9,6		
Kulemølleverdi, Mv					7,4	7,2
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,9				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,35	13	51,7	Middel S2 : 12,3		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,35	13	7,3	PSV : 52		
Abrasjonsverdi-a:	0,51	0,62	0,62	Middel : 0,58		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,2			Densitet : 2,64		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,30	/	11,3	LA-verdi : 29,5		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Granittisk gneis

Mineralinnhold: Bergarten er sammensatt av 40% kvarts, 58% feltspat, 1% glimmer og 1% zirkon/titanitt/apatitt/allanitt/fluoritt. I tillegg er det observert spor av kloritt og epidot.

 Bergarten er middels- til finkornet med parallellorientering.
 Måling av radioaktivitet: 2-3 impulser per minutt.

Reaksjon med HCL:

 Sted:
 Trondheim

 Dato:
 12.01.2000

 Sign.:
 Arnhild Uvik

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Flisa

Lab.prøve nr.: 990063

KOMMUNE : Våler
KARTBLADNR. : 2016 II Flisa
FOREKOMSTNR.: 0426-503

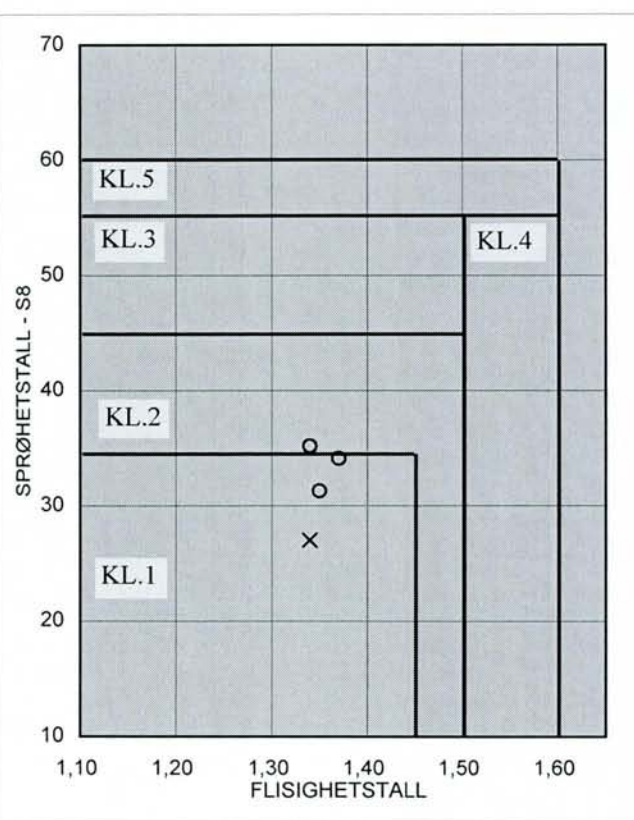
KOORDINATER : X=664300, Y=6723450 (UTM 32)
DYBDE I METER : Vegskjæring
UTTATT DATO : 24.08.1999
SIGN. :

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	1,35	1,37	1,34	1,32	1,33
Flisighetsindeks-FI	15	16	16	16	14	13
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33,5	29,8	32,5	27,0		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	35,2	31,3	34,1	27,0		
Materiale < 2mm-S2	4,9	5,1	4,7	4,5		
Kulemølleverdi, Mv					9,8	10,0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 23,3				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,35	16	33,5	Middel S2 : 4,9		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,33	14	9,9	PSV : 46		
Abrasjonsverdi-a:	0,44	0,45	0,42	Middel : 0,44		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,5			Densitet : 2,98		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,28	/	10,1	LA-verdi : 15,8		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Pyroksenhornblendegabbro

Mineralinnhold: Bergarten består av 48% feltspat, 10% pyroksen, 10% amfibol, 10% kloritt, 10% serpentin, 5% karbonater, 5% opake mineraler og 2% granat/spinell.

Bergarten er finkornig med ofittisk struktur.
Måling av radioaktivitet: 1 impuls per minutt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
12.01.2000

Sign.:
Annild Ulvik

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Bjørnåsen

Lab.prøve nr.: 990064

KOMMUNE : Grue
KARTBLADNR. : 2016 II Flisa
FOREKOMSTNR.: 0423-501

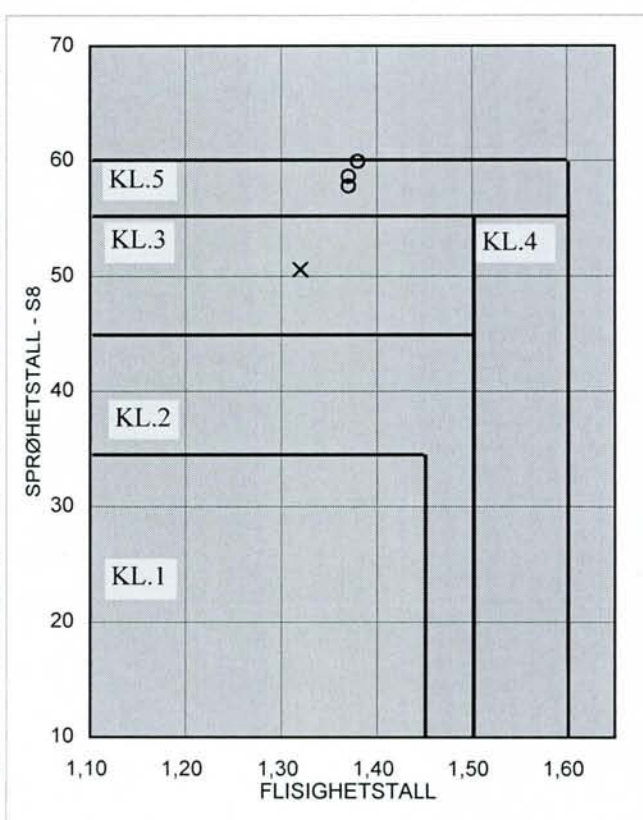
KOORDINATER : X=665180, Y=6711200 (UTM 32)
DYBDE I METER : I brudd
UTTATT DATO : 25.08.1999
SIGN. :

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	1,37	1,38	1,32	1,40	1,39
Flisighetsindeks-FI	13	14	17	7	17	15
Ukorr. Sprøhetstall-S0	55,8	55,0	57,0	50,6		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	58,6	57,8	59,9	50,6		
Materiale < 2mm-S2	13,7	14,2	15,9	14,2		
Kulemølleverdi, Mv					14,9	14,2
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,3				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,37	15	58,8	Middel S2 : 14,6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,40	16	14,6	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,87	0,94	1,04	Middel : 0,95		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	7,3			Densitet : 2,73		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,34	/	14,1	LA-verdi : 33,0		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Gneis

Mineralinnhold: 62% kvarts, 30% feltspat, 4% glimmer, 2% epidot, 1% kloritt og 1% titanitt/zirkon/apatitt/opake. Det er også observert spor av karbonater i tynnslipet.

Bergarten er finkornet med parallellorientering.
Måling av radioaktivitet: 3-4 impulser/minutt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
12.01.2000

Sign.:
Annild Merik

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Bølsjøen

Lab.prøve nr.: 990065

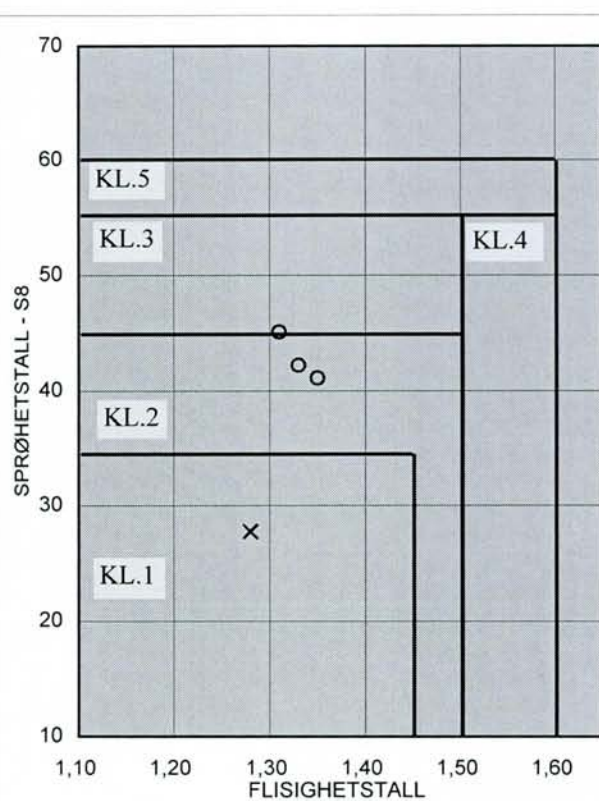
KOMMUNE :	Våler	KOORDINATER :	X=668904, Y=6749237 (UTM 32)
KARTBLADNR. :	2016 I Kynna	DYBDE I METER :	Vegskjæring
FOREKOMSTNR.:	426-501	UTTATT DATO :	24.08.1999
		SIGN. :	

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,35	1,31	1,33	1,28	1,33	1,31
Flisighetsindeks-FI	12	8	12	5	12	10
Ukorr. Sprøhetstall-S0	39,2	43,0	40,2	27,7		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	41,1	45,1	42,2	27,7		
Materiale < 2mm-S2	7,5	8,2	7,2	4,7		
Kulemølleverdi, Mv					12,2	11,7
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 22,8				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,33	11	42,8	Middel S2 : 7,6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16:	1,32	11	12,0	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,49	0,47	0,47	Middel : 0,48		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,1	Densitet : 3,04				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	/				LA-verdi :	


BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Hornblendegabbro

Mineralinnhold: Tynnslipet er sammensatt av 58% feltspat, 37% amfibol, 10% glimmer og 3% opake mineraler. I tillegg er det observert spor av zoisitt og apatitt.

 Bergarten er finkornet med ofittisk tekstur.
 Måling av radioaktivitet: 1 impuls per minutt.

Reaksjon med HCL:

 Sted:
 Trondheim

 Dato:
 12.01.2000

 Sign.:
Annild Mwik

- * 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 kornrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets ukorrigerede sprøhetstall (S_0). Dette tallet korrigeres for pakningsgraden i morteren etter slagpåkjenningen, og man får deretter beregnet **sprøhetstallet** (S_8).

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

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

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

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

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

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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller tas også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflateforvitring. Stoffprøver blir alltid knust i 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 (produksjonsprøve). I knuseverk er det vanlig å knuse materialet i flere trinn. Dette forbedrer kvaliteten ved at materialet får en mer kubisk kornform (lavere flisighetstall). Kubisering medfører også at sprøhetstallet blir bedre. Denne foredlingseffekten er til en viss grad avhengig av bergartstypen.

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

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

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

Abrasjon

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (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 puk) og ASTM C535 (grov puk) eller den nye europeiske CEN prosedyren prEN 1097-2, §4.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

≤ 15.0	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 piggedekk 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.

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 steinmateriale varierer avhengig av hvor i vegoverbygningen materialet skal benyttes. Vegoverbygningen kan deles inn i fem deler; filterlag, forsterkningslag, bærelag, bindelag og slitelag. De to sistnevnte utgjør selve vegdekket.

Det kan skilles mellom tre typer vegdekker; grusdekke, asfaltdekke og betongdekke. Knust stein benyttes vanligvis i alle dekketyper. For bærelag varierer kravene avhengig av bærelagstype. Det kan skilles mellom mekanisk-, bitumen- og sementstabilisert bærelag. Forsterkningslaget kan deles inn i øvre- og nedre forsterkningslag.

Tabell 1 viser kravene til de forskjellige delene i vegoverbygningen sett i forhold til vegens gjennomsnittlige årsdøgntrafikk uttrykt ved ÅDT.

Lagtype/Egenskap for tilslaget	ÅDT					
	0-300	300-1500	1500-3000	3000-5000	5000-15000	> 15000
Dekk/slitelag (grus, asfalt, betong)						
Steinklasse, minimum	3	3	3	2 el. 3	2	1
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.	1,50	1,50	1,50	1,45	1,45	1,45
Abrasjonsverdi, maks.	-	(0,65)	0,55	0,55	0,45	0,40
Sa-verdi, maks.	-	-	3,5	3,0	2,5	2,0
Mølleverdi, veiledende maks. verdi	-	-	13	11	9	6
LA-verdi, veiledende maks. verdi	25	25	20	20	20	15
Bærelag (mekanisk stab., bitumenstab.)						
Steinklasse, minimum	3 el. 4	3, 4 el. 5		3, 4 el. 5		3 el. 4
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.	1,50-1,60	1,50-1,60		1,50-1,60		1,50-1,60
Abrasjonsverdi, maks.	-	(0,65)		0,65		0,65
LA-verdi, veiledende maks. verdi	25	30		30		25
Bærelag (sementstabilisert)						
Steinklasse, minimum				5		
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.				1,50-1,60		
LA-verdi, veiledende maks. verdi				30		
Forsterkningslag						
Steinklasse, minimum	4 el. 5 (4 i øvre forst.lag og 5 i nedre forst. lag, for atkomstveger 5)					
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.	1,70 for forsterkningslag av pukkk/kult, forøvrig ingen krav					
Abrasjonsverdi, maks.	0,75 for forsterkningslag sprengt stein eller pukkk/kult, ellers ingen krav					
LA-verdi, veiledende maks. verdi	30					

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

Krav til steinklasse, flisighetstall av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand (Sa-verdi) samt veiledende verdier for mølleverdi og Los Angeles verdi (LA-verdi).

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 kisminerale (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:

- * 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.