

NGU Rapport 98.069

Pukkundersøkelser ved Finnesåsen,
Tromsø kommune.

Rapport nr.: 98.069		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Pukkundersøkelser ved Finnesåsen, Tromsø kommune.			
Forfatter: Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: Vekve Pukkverk A/S	
Fylke: Troms		Kommune: Tromsø	
Kartblad (M=1:250.000) Tromsø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1534-III Tromsø	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 33	Pris: 60,-
Feltarbeid utført: 1996 og 1997		Rapportdato: 01.04.1998	Prosjektnr.: 2633.11
		Ansvarlig: <i>Eiliv Han.</i>	
Sammendrag:			
<p>På oppdrag for Vekve Pukkverk A/S er berggrunnen for et 2 km² stort område kartlagt i detalj i målestokk 1:5000. Området ligger på Kvaløya i nærheten av Tromsø by.</p> <p>I området er det boret, sprengt og samlet inn i alt fem prøver, som igjen er blitt knust ned og analysert med hensyn til kvalitet for framstilling av pukk. Tester som er utført på materialet er fallprøven, abrasjon og kulemølle.</p> <p>Analyseresultatene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innen veg- og betongformål.</p> <p>Resultatene viser en jevn og god kvalitet på alle de fem prøvene. Etter norske forhold tilfredsstiller materialet kravet til vegdekker for høyt trafikkerte veger med gjennomsnittlig årsdøgnetrafikk (ÅDT) inntil 15000. I tillegg kan materialet benyttes til bære- og forsterkningslag. Materialet er også egnet som tilslag i betong. Bergartskvaliteten generelt karakteriseres som god.</p> <p>Ved Tromsø by ligger ÅDT mellom 10.000-16.600, mens de fleste fylkesvegene sjelden overstiger ÅDT >1500.</p>			
Emneord: Ingeniørgeologi	Pukk	Abrasjon	
Fallprøve	Kulemølle	Kvalitetsundersøkelse	
Byggeråstoff		Fagrapport	

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. KONKLUSJON	5
3. BERGGRUNNSGEOLOGI	6
4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	7
5. PRØVETAKING	8
6. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER	10
7. ANALYSERESULTATER	11
7.1 Visuell bedømmelse av prøvematerialet	11
7.2 Tynnslipanalyse.....	12
7.3 Mekaniske analyseresultater	12
8. VURDERING AV RESULTATENE	14
8.1 Prøvepunkt 7	14
8.2 Prøvepunkt 8	14
8.3 Prøvepunkt 9	15
8.4 Prøvepunkt 10	16
8.5 Prøvepunkt 11	16
8.6 Oppsummering.....	17
9. FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER	17
10. LITTERATURLISTE	18

VEDLEGG

1-5	Mekaniske analyseresultater for prøvepunkt 7-11
Vedlegg A	Beskrivelse til laboratoriemetoder.
Vedlegg C	Oversikt over kvalitetskrav for norske tilslagsmaterialer

1. INNLEDNING

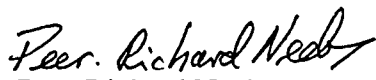
Oppdragsgiver Vekve Pukkverk A/S har siden 1975 knust ned fast fjell til pukk på leide arealer i Ørndalen nord på Tromsøya. Da grunneier, Tromsø kommune, vurderer å benytte arealene til andre formål, må driver finne et nytt område for etablering av pukkverksvirksomhet. Foreløpig har bedriften en 3-årig avtale om pukkkuttak i et område like nord for det tidligere pukkverket. Det søkes derfor etter et alternativt område for pukkproduksjon i omegnen.


I 1976 kartla NGU alternative områder for pukkkuttak på oppdrag for Tromsø kommune. Konklusjonen i denne rapporten dannet grunnlag for utvelgelse av området ved Toftåsen og Finnesåsen på Kvaløya. Det var Grøner A/S avdeling Tromsø og Vekve Pukkverk A/S som i fellesskap valgte ut området. NGU ble bedt om å kartlegge berggrunnen i detalj i 1996. Det ca. 2 km² store området ble kartlagt i målestokk 1:5000.

Da kartleggingen var avsluttet ble det valgt ut steder for prøvetaking. Prøvene ble hentet inn av representanter fra Vekve Pukkverk A/S og Rolv Dahl fra NGU i november 1997. Deretter ble prøvene analysert i NGUs laboratorium.

Analyseresultatene for prøvene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innenfor veg- og betongformål i Norge.

Trondheim, 1. april 1998
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder


Arnhild Ulvik
overing.

2. KONKLUSJON

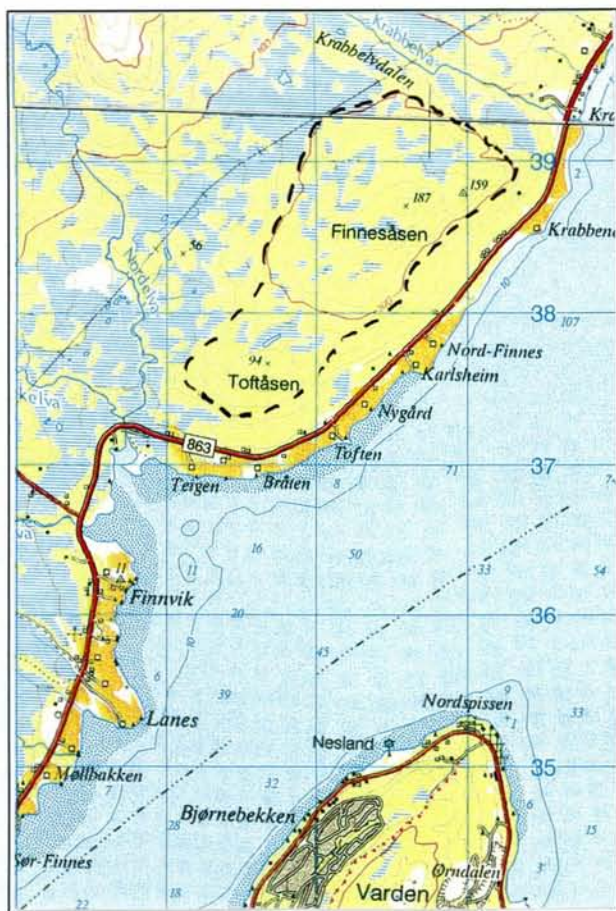
Området som er detaljkartlagt ligger på østsida av Kvaløya, omtrent 7-8 km fra Tromsø by. Det består i hovedsak av tonalittiske (granittiske) og båndete gneiser, med innslag av pegmatitter og amfibolitt stedvis.

Lokalitetene som ble valgt ut for prøvetaking for mekanisk testing ligger alle innenfor bergartsgrensen til tonalittisk gneis. Dette er bergarter med kvalitet av det beste en kan vente å finne i området rundt Tromsø.

Bergartskvaliteten i Finnesåsen karakteriseres generelt som god. Etter norske forhold tilfredsstillende materialet i alle de prøvetatte punktene kravet til vegdekker for høyt trafikkerte veger med årsgjennsnitt (ÅDT) mellom 5000-15000. I tillegg kan materialet brukes i bærebæreslag og forsterkningslag. Materialet er også egnet som tilslag i betong.

ÅDT på vegene i og rundt Tromsø by ligger i størrelsesorden 10.000-15.000, mens gjennomsnittlig trafikkbelastning på riksvegnettet i fylket er 1130. Landsgjennomsnittet på riks- og fylkesvegene er ÅDT 1500.

3. BERGGRUNNSGEOLOGI

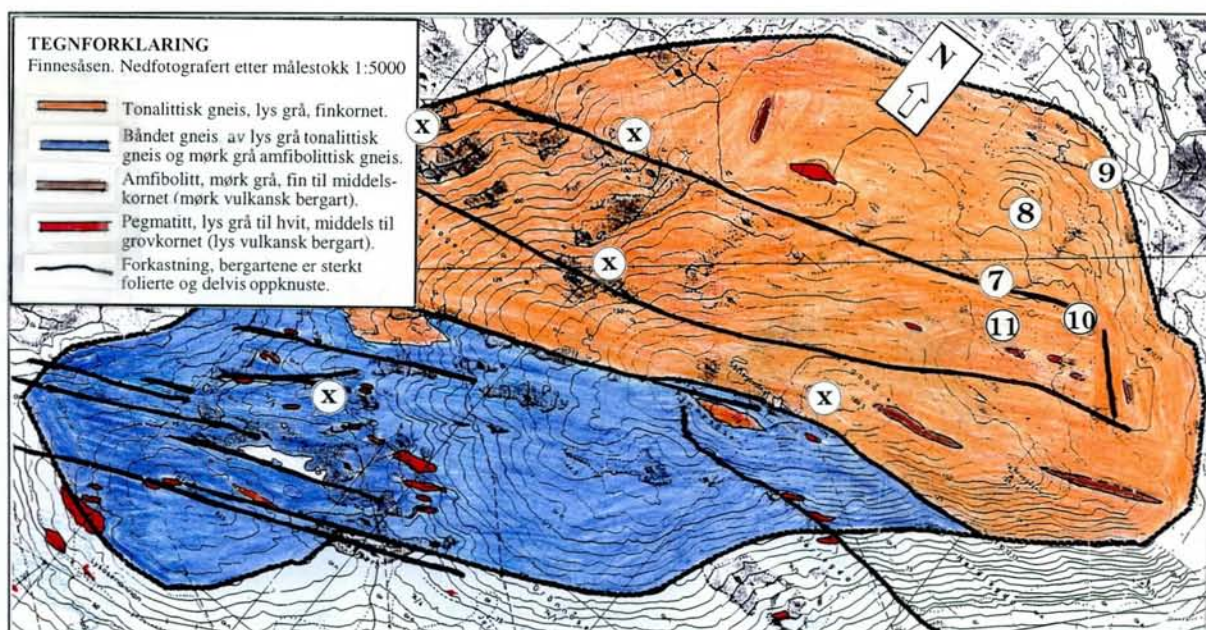


Figur 1. Topografisk kart over kartlagt område i målestokk 1:50000.

Området som er prøvetatt hører inn under våre grunnfjellsbergarter av prekambrisk alder. På foreløpig berggrunnskart i målestokk 1:250.000 betegnes bergarten i det prøvetatte området for *biotitt- og amfibolrike gneiser med partier av dioritt og amfibolitt*.

Figur 1 viser et utsnitt av det topografiske kartbladet 1534-III Tromsø over Finnesåsen og Toftåsen.

Det stiplede området på topografikartet er blitt kartlagt i detalj i målestokk 1:5000 av Bouke Zwaan, NGU, i 1996. Figur 2 viser resultatet av kartleggingen nedfotografert tilsvarende målestokk ca. 1:17.000. Figuren viser også hvor de ulike prøvene er tatt, samt tidligere prøvepunkter.



Figur 2. Berggrunnsgeologisk kart over området med prøvepunkter 7-11 avmerket.

⊗ angir tidligere prøvetatte punkter fra 1982.

Berggrunnen i området dekkes av en god del løsmasser og vegetasjon. Kartleggingen til Zwaan viser at den nordligste delen av feltet består av en lys grå bergart, kalt tonalittisk gneis. Det er i dette området alle prøvene er tatt for mekanisk testing. Denne bergarten er trolig mer homogen enn bergarten i den sørligste delen av det kartlagte området. Der består den av mørke og lyse gneiser i vekslende bånd. Den mørke gneisen er rik på mineralet amfibol, mens den lyse varianten inneholder mest av mineralet feltspat.

I hele området opptrer også mindre inneslutninger av rene amfibolitter og pegmatitter.

4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Som tidligere nevnt utførte NGU en undersøkelse av mulige pukkeforekomster på oppdrag for Tromsø kommune i 1976. Innen hele kommunen ble det prøvetatt og analysert knust materiale fra 16 områder. Det ble konkludert med at «kvaløygneis» og «skulgamgneis» innehadde de beste tekniske egenskapene til veg- og betongformål, og at eventuelle uttak burde etableres i disse bergartene vest for Sandnessundet.

Det har i en lengre periode vært sterke ønsker i kommunen om å etablere et alternativt uttakssted for pukkeproduksjon i Ørmdalen nord på Tromsøya. I den forbindelse har områder ved Finnvika på Kvaløya vært pekt ut som alternativer tidligere.

Det er utført noe geologisk arbeid i området. I 1982 ble det prøvetatt materiale i overflata fra Finnesåsen i Finnvikdalen for mekanisk testing, figur 2. Analyseresultatene, tabell 4, kapittel 7, viser variasjoner, noe som kan skyldes ulik grad av overflateforvitring. Prøvene ble analysert ved Statens vegvesen ved laboratoriet i Nordkjosbotn. En visuell bedømmelse av bergarten samt en tynnslipanalyse utført ved Tromsø Museum klassifiserte den ene av prøvene til å være kvartsdiorittisk gneis. Mineralinnholdet i prøven var som følger; 39% kvarts, 35% feltspat, 5% epidot, 5% hornblende, 15% glimmer og 1% aksessoriske mineraler.

I 1986 ble det foretatt en berggrunnsgeologisk kartlegging i Toftåsen og Hermansåsen. I Toftåsen viser bergarten foliasjon med en tydelig gneisstruktur, mens den i Hermansåsen er mer massiv. Innholdet av hornblende viste seg å variere i området.

5. PRØVETAKING

Etter at området ble kartlagt i detalj i 1996, ble det foretatt en befaringsreise av Peer-Richard Neeb og Bouke Zwaan fra NGU for utvelgelse av aktuelle prøvepunkter for mekanisk testing. 11 forslag til prøvepunkter ble merket av med spraymaling så de kunne gjenkjennes senere.

Det ble hentet inn prøvemateriale fra fem av stedene, prøvepunkt 7-11. Alle disse prøvepunktene ligger innenfor området med bergarten tonalittisk gneis. Beliggenheten for de øvrige foreslåtte prøvepunktene er også innenfor denne bergarten, men anses som mindre aktuelle på grunn av grunneierforhold og andre bruksinteresser for arealene.

Innhenting av prøvemateriale foregikk i tidsrommet 14.-19. november 1997 av Rolv Dahl, NGU, og tre personer fra Vekve Pukkverk A/S. Årstiden og forholdene med snø vanskeliggjorde prøvetakingen.

Det var ønskelig å bore og sprengte så dypt som mulig for å unngå mulige effekter av overflateforvitring samtidig som terrenget også skulle skånes mest mulig. Prøvene ble tatt ned til ca. 1.5 meters dyp.

Lokalitetene i felt beskrives nedenunder med identisk nummerering som på kartet i figur 2.

Prøvepunkt 7

En sleppe med fall ca. 60° mot vest kompliserte boringen betydelig. Bergarten er betydelig lysere i fargen enn på de andre prøvestedene. Slepper gjør det vanskelig å si noe eksakt om forholdene mot dypet.

Punktet ligger i nærheten av et markert søkk i terrenget (forkastning), noe som kan innvirke på kvaliteten og sprekkefrekvensen.

Prøvepunkt 8

Det ble skutt to salver i dette prøvepunktet. Først ble det boret en rad med tre hull med 80 cm bor og sprengt. Deretter ble det boret hull på 150 cm bak den første salven, innover i benken.

I toppen viste det seg å være mye overflateforvitring, sprekker og stikk. Noen vertikale slepper ble også funnet.

Det ble tatt to håndstuffer på ½ meters dybde etter første sprengning. Bergarten her er en finkornig, grålig gneis med enkelte ansamlinger av lyse mineraler i bånd.

Forvitringen og frekvensen av mindre sprekker avtar nedover i dypet. Bergarten blir også mer homogen (mindre båndet) mot dypet, og den virker å være massiv, seig og lite flisig.

Prøvepunkt 9

Bergarten var på dette stedet svært hard å bore i, og ingen slepper ble påtruffet under boringen.

Bergarten har mer bånding øverst i profilet, mens den blir mer massiv og grå med dypet. Prøvematerialet virker noe flisig.

Prøvepunkt 10

Prøvepunktet ligger gunstig til for utsprenging (forholdsvis høy kant), men steiltstående slepper gjør det vanskelig å ta prøver som ikke er påvirket av forvitring.

Bergarten har ansamlinger av lyse mineraler i veksling med mørkere lag. Mot dypet blir den mer homogen, og har likhetstrekk med bergarten i lokalitet nummer 8, men lokalitet 10 er mer grovkornet.

Prøvepunkt 11

Den avmerkede lokaliteten ble først funnet etter at boring og sprenging var utført 10 meter unna. Først ble det boret 80 cm og en salve ble skutt for å fjerne noe «overberg». Etter å ha kommet ned i tilsynelatende «friskt» fjell, ble det boret tre hull hver på 150 cm, og sprengt.

Bergarten har båndet karakter nær overflata. Dypere ned er fjellet hardere. Bergarten er fin- til middelskornet. Noe av prøvematerialet har forvitring på enkelte av flatene.

6. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Densitet, fallprøven (sprøhet og flisighet), abrasjon, kulemølle og mineralfordeling ved tynnslipanalyse er analyser som er utført ved NGU (vedlegg 1-5). Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Materialet som prøvetas er bergartsstykker, helst i knyttneve størrelse, som til sammen utgjør ca. 30 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmateriale gjelder i første rekke for materiale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til ubehandlede prøver tatt i felt, også kalt «stuffprøver». Produksjonsprøvene vil være avhengig 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 sammenlignbare med resultatene for stuffprøvene som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighets-tallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølleverdien. Det er meningen at den nye kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden. Vedlegg C gir en oversikt over kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer. Tabell 1 gir en forenklet oversikt over norske krav for tilslagsmateriale til vegformål.

Tabell 1. Norske kvalitetskrav til vegformål

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

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.

7. ANALYSERESULTATER

Det er utført ulike laboratorietester på det prøvetatte materialet. Analyseresultatene fra fallprøven, abrasjon, kulemølle og tynnslip framstilles i kapitlene under. I kapittel 8 vurderes resultatene opp mot gjeldende kvalitetskrav i Norge, både til veg- og betongformål.

Da undertegnede ikke var med på feltarbeidet, er de innsamlede prøvene vurdert for å få et innblikk av materialet før det ble behandlet i laboratoriet. Bedømmelsene er av visuell art.

7.1 Visuell bedømmelse av prøvematerialet

Prøvepunkt 7

Bergarten er grovkornet og spettet, og veksler mellom mørke og lyse mineraler. Kornstørrelsen synes å være jevn. Det er noe forvittringshud på overflaten av en del håndstykker. Håndstykkene varierer veldig i størrelse.

Prøvepunkt 8

Bergarten som dominerer er mørk, jevnkornet og homogen. Det er innslag av to andre bergartsvarianter, men disse utgjør bare en liten del av hele prøven. Det er tatt ut prøve for tynnslip av bergarten som dominerer, merket 8.1. Det er også tatt en prøve lenger opp i profilet og denne er finkornig og lys. Denne prøven er merket 8.2 for tynnslip.

Prøvepunkt 9

Inhomogen prøve med to bergarter representert. Den ene er lys grå av farge og utgjør ca. 60% av innhentet materiale, merket 9.1 for tynnslip. Den andre varianten er spettet og grovkornet og utgjør de siste 40%. Denne er merket 9.2, og opptrer nærmere overflata.

Prøvepunkt 10

To bergarter ser ut til å representere prøven. Den mørkeste inneholder mye amfibol og er massiv og jevnkornet. Den utgjør ca. 40% av prøven, merket 10.1. 60% av prøven er lys av farge og nokså grovkornet, og en tydelig bånding opptrer. Slip er merket 10.2.

Prøvepunkt 11

Prøve 11 ligner den finkornige varianten i prøvepunkt 9. Noe kis kan observeres med det blotte øyet. Svovelkis er ikke skadelig for betong, men det kan medføre rustutfellinger på overflata. Prøven er homogen, massiv og finkornig, og fargen er lys. Slip er merket 11. Ca. 5% av prøven er spettet. Spettet bergart opptrer nærmest overflata.

7.2 Tynnslipanalyse

Tabell 2 viser en oversikt over mineralinnholdet i de ulike prøvepunktene. For prøve 8, 9 og 10 er det laget to tynnslip fordi materialet syntes å variere noe. I vedlegg 1-5 gis det mer utfyllende detaljer omkring oppreden av de ulike mineralene for hvert tynnslip.

Tabell 2. Tynnslipanalyse. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Kv	Klor	Glim	Epi	Amf	And
7	Tonalittisk gneis	middels- til finkornet/ujevnkornet	granulær/svakt orientert	60	3	2	9	7	18	1
8.1	Amfibolittisert gabbro	middelskornet/ujevnkornet	svakt orientert	58	1	5	3	3	30	
8.2	Granodiorittisk gneis	middelskornet	parallellorientert	70	25	1	2	1		1
9.1	Granodiorittisk gneis	middelskornet	parallellorientert	70	25	1	2	1		1
9.2	Båndgneis	middelskornet	orientert	64	13	3	3	2	15	x
10.1	Amfibolittisert gabbro	middelskornet/ujevnkornet	svakt orientert	58	1	5	3	3	30	
10.2	Båndgneis	middelskornet	orientert	64	13	3	3	2	15	x
11	Granodiorittisk gneis	middelskornet/jevnkornet	parallellorientert	70	25	1	2	1		1

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Klor - kloritt, Epi - epidot, Amf - amfibol, And - andre mineraler, x - spor

7.3 Mekaniske analyseresultater

Det er utført en analyseserie for hvert prøvepunkt. De mekaniske analyseresultatene er vist i tabell 3 og i vedlegg 1-5.

Tabell 3. Mekaniske analyseresultater fra prøveområdet.

	7	8	9	10	11
	Tonalittisk gneis	Gabbro/gneis	Granodiorittisk gneis	Gabbro/gneis	Granodiorittisk gneis
Densitet	2.85	2.96	2.77	2.81	2.75
Pakningsgrad	1	1	0	0	0
Sprøhetstall	35.4	34.9	36.6	35.3	36.1
Flisighetstall	1.32	1.32	1.33	1.32	1.33
Steinklasse	2	1	2	2	2
Abrasjonsverdi	0.58	0.66	0.57	0.49	0.51
Sa-verdi	3.5	3.9	3.4	2.9	3.0
Kulemølleverdi	8.3	9.9	8.5	8.0	7.9

Til sammenligning gjengis analyseresultatene fra tidligere undersøkelser i 1982 i tabell 4.

Tabell 4. Prøveresultater fra tidligere undersøkelser i området utført i 1982.

	Finnesåsen/Toftåsen				Toftåsen
	1	2	3	4	Kvartsdiorittisk gneis
Densitet	?	2.68	2.70	2.77	?
Pakningsgrad	1	1	0	0	
Sprøhetstall	53.1	74.0	39.2	53.7	46
Flisighetstall	1.39	1.33	1.37	1.37	1.41
Steinklasse	3	Utenom steinklasse	2	3	3

En av årsakene til at de mekaniske analyseresultatene er vesentlig dårligere for prøvene tatt i 1982 enn prøver fra 1997 skyldes med stor sannsynlighet at 1982-prøvene er tatt helt i terrengoverflata hvor forvitring kan være utbredt. Materialer som har vært utsatt for overflateforvitring er ofte mekanisk svakere enn uforvitrede prøver. I tillegg er materialet analysert ved forskjellige laboratorier. Det kan forekomme avvik i mekaniske testresultater mellom ulike laboratorier.

Prøvene tatt i 1997 ble bevisst tatt på større dyp for å unngå uheldige effekter i form av overflateforvitring. Forvitringen av bergartene i området er vanskelig å vurdere, men ved selvsyn virker materialet lite påvirket 0.5-1 meter under bakkenivå.

8. VURDERING AV RESULTATENE

8.1 Prøvepunkt 7

Fallprøven plasserer materialet fra lokalitet 7 i steinklasse 2, på grensen mot steinklasse 1, vedlegg 1. Omslagsverdien viser også klasse 2. Abrasjonsverdien på 0.58 tilsier at materialet er egnet til vegdekker på lavt trafikkerte veger, med en årssdøgntrafikk (ÅDT) < 1500, mens kulemølleverdien på 8.3 indikerer at materialet godkjennes som tilslag i vegdekker med høy trafikkbelastning, ÅDT 5.000-15.000. Materialet er også egnet til bære- og forsterkningslag og som tilslag i betong. Se for øvrig tabell 1. Det er først og fremst flisigheten det stilles krav til ved betongtilslag. Men generelt bør bergarter til bruk i betong være «mekanisk gode» og inneholde minst mulig glimmer.

Ifølge Statens vegvesen er kulemølleverdien og abrasjonsverdien likestilte. Dette medfører at man fritt kan velge hvilke av de to analyseresultatene som skal gjelde for prøvematerialet. For at et materiale skal få betegnelsen egnet i tabell 5 må *enten* kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand *eller* kun steinklasse og kulemølleverdi innfris

Tabell 5. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for prøvepunkt 7

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	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, 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. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

8.2 Prøvepunkt 8

Tabell 6 viser at materialet fra lokalitet 8 innfris krav til bruk i vegdekker på middels trafikkerte veger. Det innfris også kravene til bære- og forsterkningslag, og kan brukes som tilslag i betong.

Materialet plasseres i steinklasse 1 etter fallprøven, vedlegg 2. Omslagsverdien viser en vesentlig forbedring, noe som indikerer at det kan være en del å hente på flere knusetrinn. I laboratoriet knuses materialet to ganger. Når flisighetstallet til omslaget er lavere enn 1.2 er det uheldig fordi materialet blir *for* kubisk. Det påpekes imidlertid at flisighet ved laboratorieknusing ikke nødvendigvis kan sammenlignes flisighet ved fullskalaknusing i verk.

Abrasjonsverdien på 0.66 tilsier at materialet ikke er egnet til vegdekker. Tynnslip viser at prøven inneholder mye av mineralet amfibol. Erfaringsmessig gir amfibolholdige bergarter høye abrasjonsverdier. Kulemølleverdien gir derimot et bedre inntrykk av materialet. Når verdien er lavere enn 9.0 kan materialet anvendes som tilslag i vegdekker med høy trafikkbelastning, mens den i dette tilfellet er 9.9. Det tilsvarer bruk i vegdekker med middels trafikkbelastning med ÅDT mellom 3000 og 5000.

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for prøvepunkt 8

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Vurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	Uegnet
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-(+)	Uegnet/(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, 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. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet).

8.3 Prøvepunkt 9

Ut fra tabell 7 går det fram at prøvematerialet i lokalitet 9 er egnet som tilslag i vegdekker med en ÅDT opp til 15.000. Det er analyseresultatene fra fallprøven og kulemølle som er lagt til grunn for vurderingen. Fallprøven plasserer prøvematerialet i steinklasse 2, og omslagsverdien havner godt innenfor steinklasse 1, vedlegg 3. Flisigheten til omslaget er < 1.2. Det er ikke ønskelig på grunn av at materialet da blir kubisk og hefter dårligere.

Tabell 7. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for prøvepunkt 9

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	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, 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. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet).

8.4 Prøvepunkt 10

Tabell 8 viser at prøvematerialet fra lokalitet 10 er egnet som tilslag i vegdekker med en høy trafikkbelastning, tilsvarende ÅDT 5.000-15.000. Det er analyseresultatene fra fallprøven og kulemølle som er gjenstand for vurderingen som er foretatt. Det er likevel mer overensstemmelse mellom abrasjons- og kulemølleresultatene for denne lokaliteten, selv om kulemølleverdien også her kommer heldigst ut.

Fallprøven indikerer et mekanisk sterkt materiale i overgangen mellom steinklasse 1 og 2, vedlegg 4. Omslagsverdien plasserer materialet godt innen klasse 1, men flisigheten til fraksjon 8.0-11.2 mm er lavere enn 1.2. Det stilles riktignok krav til flisighet > 1.2 for fraksjonen 11.2-16.0 mm.

Tabell 8. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for prøvepunkt 10

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	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, 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. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

8.5 Prøvepunkt 11

Fallprøven viser at det analyserte prøvematerialet havner i steinklasse 2, mens omslagsverdien havner innen steinklasse 1, vedlegg 5. Kulemølleverdien på 7.9 tilsier at materialet er egnet for vegdekker med høy trafikkbelastning med ÅDT mellom 5000-15.000, tabell 9.

Det er heller ikke for denne prøven samsvar mellom kulemølle og abrasjon. Abrasjonsverdien på 0.51 tilfredsstillende kravene for bruk i vegdekker med middels trafikkbelastning med ÅDT inntil 5.000. Prøvematerialet fra lokalitet 11 er også egnet til bærelag og forsterkningslag og som tilslag i betong.

Tabell 9. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for prøvepunkt 11.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	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, 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. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

8.6 Oppsummering

Kvaliteten på bergartsmaterialet innenfor det prøvetatte området er jevn og god, selv om bergartssammensetningen varierer noe. Med unntak av lokalitet 8 er materialet i de resterende prøvepunktene egnet som tilslag i vegdekker med en trafikkbelastning inntil 15.000. Prøvematerialet i lokalitet 8 tilfredsstiller kravene til vegdekker med en trafikkbelastning inntil 5.000, men ligger på grensen til ÅDT 5.000-15.000. Analysene viser også at materialet fra alle lokalitetene egner seg til bære- og forsterkningslag og til betongframstilling.

I tabell 10 er det foretatt en rangering av bergartskvaliteten til prøvepunktene basert på egnethetsvurderingen til veg- og betongformål.

Da bergartsmaterialet i alle prøvepunktene innfrir kravene for anvendelse i vegdekker med minst normal/høy trafikkbelastning og betong, karakteriseres den generelle bergartskvaliteten som god.

Tabell 10. Rangering av bergartskvalitet ut fra egnethet til veg- og betongformål.

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

9. FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER

Analyseresultatene for 1997 var vesentlig bedre enn for prøver tatt i terrengoverflata i 1982. Dersom man tar ut prøver mot større dyp kan det være mulighet for ytterligere forbedring av de mekaniske resultatene. Dagfjellsonen som kan påvirke de mekaniske egenskapene negativt *kan* gå dypt. Hvor dypt den går i det undersøkte området er ukjent.

For å få et sikrere inntrykk av bergartens homogenitet foreslås det at dypere boringer foretas. Det kan utføres med flere typer utstyr. En lett og bærbar bensindrevet maskin, av typen Packsack, er det rimeligste alternativet. Maskinen kan bore ned til 30 m dyp og i alle retninger innenfor en fallvinkel $> 40^\circ$.

Det foreslås også at det utføres en tredimensjonal (3D) modell over området som viser hvordan et eventuelt pukkverk vil ta seg ut i terrenget og hvordan en best mulig oppnår skjerming for innsyn.

10. LITTERATURLISTE

- Berg-Rolness, E. 1982: Befaringsrapport. Steinbrudd Finnvika. Kvaløya, Tromsø kommune. Upublisert. *O. Kummeneje*.
- Erichsen, E. 1992: Knuseprosedyrens innvirkning på fallprøven. Delrapport 1. *NGU Rapport 92.289*.
- Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknuserens innvirkning på fallprøven, *Konferanse «Stein i vei» i Bergen, februar 1993*.
- Fareth, E., 1983: Berggrunnskart Tromsø, M 1:250 000 Foreløpig utgave. *Norges geologiske undersøkelse*
- Sandvik, K.O., 1976: Undersøkelse av knust fjell til bygningsformål, Tromsø kommune, Troms. *NGU Rapport 1539*.
- Strand, K. 1986: Berggrunnskartlegging av Storskogen-Finnesåsen-Krabbåsen og Hermansåsen på Kvaløya, Tromsø kommune 1986. *Troms fylkeskommune, Plan- og utbyggingsavdelingen, Tromsø*.
- Statens vegvesens Normaler 018, Vegbygging, 1992.
- Våre Veger nr. 2 1998, side 11. «Håp for Vekve Pukkverk»



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tromsø 7

Lab.prøve nr.: 980008

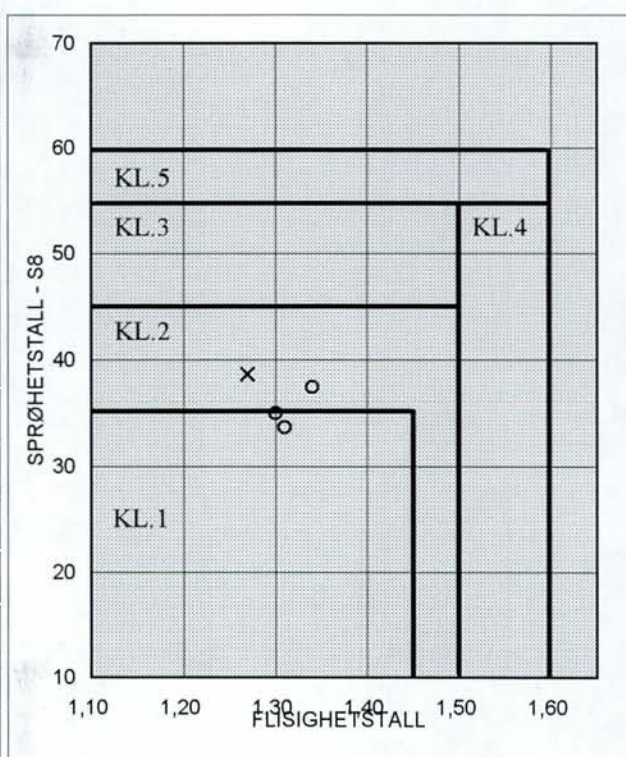
KOMMUNE : Tromsø
KARTBLADNR. : 1534-III
FOREKOMSTNR.:KOORDINATER :
DYBDE I METER : 1.5 m
UTTATT DATO : 14.-19.11 -97
SIGN. :

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	1,30	1,31	1,34	1,27	1,34	1,36
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33,4	33,7	35,7	38,7		
Pakningsgrad	1	0	1	0		
Sprøhetstall-S8	35,0	33,7	37,4	38,7		
Materiale < 2mm-S2	5,6	5,7	5,7	4,1		
Kulemølleverdi, Km					8,3	8,3
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:				25,6
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,32	/	35,4	Middel S2 :	5,7	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,35	/	8,3	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,61	0,60	0,53	Middel :	0,58	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,5			Densitet :	2,85	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Tonalittisk/diorittisk gneis

Mineralinnhold: Tynnslipet består av ca. 60% feltspat fordelt på 53% saussurittisert plagioklas og ca. 7% kalifeltspat. Ellers inneholder slipet 3% kvarts, 18% amfibol, 2% kloritt, 7% epidot, 1% titanitt, spor av karbonat, samt 9% glimmer. Glimmermineralene fordeles mellom 7% biotitt/omvandlet amfibol og 2% serisitt.

Amfibolen inneholder flekker av de opprinnelige pyroksenene, eller lokalt også strimler av nydannet biotitt. Bergarten er granulær til svakt orientert, og finkornet.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
31.03.98Sign.:
A. Mørk



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tromsø 8

Lab.prøve nr.: 980009

KOMMUNE : Tromsø
KARTBLADNR. : 1534-III
FOREKOMSTNR.:

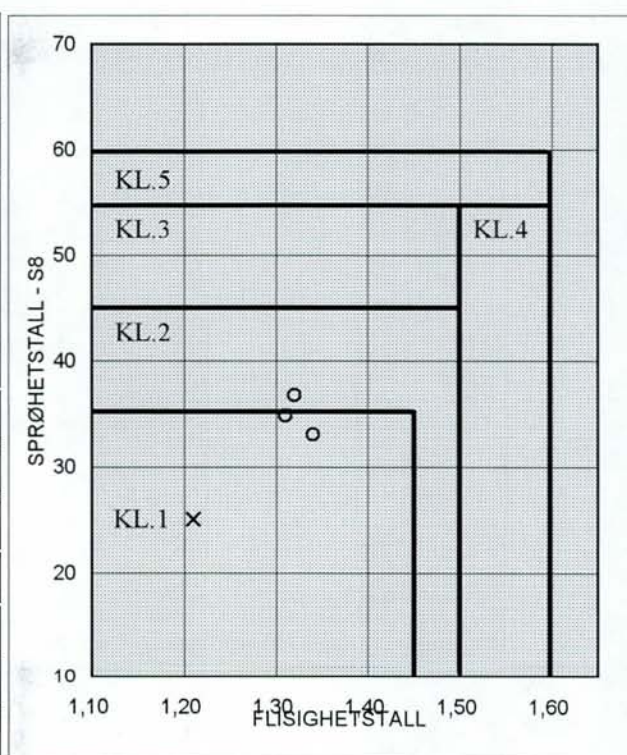
KOORDINATER :
DYBDE I METER : 1-1.5 m
UTTATT DATO : 14.-19.11. -97
SIGN. :

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	1,31	1,34	1,32	1,21	1,37	1,36
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33,2	31,5	35,0	23,9		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	34,8	33,1	36,7	25,1		
Materiale < 2mm-S2	4,8	4,9	5,0	4,2		
Kulemølleverdi, Km					10,0	9,7
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 26,0				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,32	/	34,9	Middel S2 :	4,9	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,37	/	9,9	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,69	0,69	0,61	Middel :	0,66	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,9			Densitet :	2,96	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Amfibolittisert gabbro (8.1) og granodiorittisk gneis (8.2)

Mineralinnhold: 8.1. Tynnslipet består av 58% feltspat, mindre enn 1% kvarts, 3% glimmer, 5% kloritt, 3% epidot og 30% amfibol. Glimmeret består for det meste av muskovitt eller serisitt. Biotitt opptrer i noen få korn. Feltspaten er i hovedsak plagioklas, mens kalifeltspat sjelden forekommer. Bergarten er middels- til finkornet.

Mineralinnhold: 8.2. Tynnslipet består av 70% feltspat, 25% kvarts, 2% glimmer, 1% kloritt, 1% epidot og 1% titanitt. Glimmeret består av biotitt og serisitt etter omvandling. Av feltspat utgjør plagioklas 65% og kalifeltspat 5%. Bergarten er middelskornet og viser parallell orientering.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
31.03.98

Sign.:
A. Mwik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tromsø.9.

Lab.prøve nr.: 980011

KOMMUNE : Tromsø
KARTBLADNR. : 1534-III
FOREKOMSTNR.:

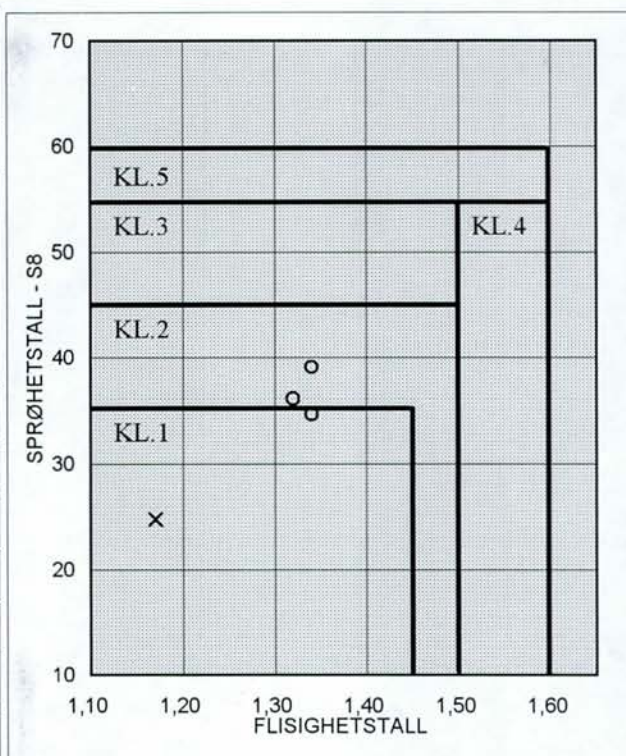
KOORDINATER :
DYBDE I METER 1-1.5 m
UTTATT DATO 14.-19.11. -97
SIGN. :

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-flis	1,32	1,34	1,34	1,17	1,37	1,38
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36,1	34,6	39,1	24,8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	36,1	34,6	39,1	24,8		
Materiale < 2mm-S2	6,6	6,5	6,8	5,6		
Kulemølleverdi, Km					8,1	8,8
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 25,8				
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,33	/	36,6	Middel S2 :	6,6	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,38	/	8,5	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,61	0,57	0,52	Middel :	0,57	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,4			Densitet :	2,77	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Granodiorittisk gneis (9.1) og Amfibolholdig granodiorittisk gneis (9.2)

Mineralinnhold: 9.1. Tynnslipet består av 70% feltspat, 25% kvarts, 2% glimmer, 1% kloritt, 1% epidot og 1% titanitt. Glimmeret består av biotitt og serisitt etter omvandling. Av feltspat utgjør plagioklas 65% og kalifeltspat 5%. Bergarten er middelskornet og viser parallell orientering.

Mineralinnhold: 9.2. Tynnslipet viser en overgangsbergart mellom slip 8.1 og 9.1. Mineralinnholdet er derfor en middelvei av de to slipene. 13% kvarts, 64% feltspat, 15% amfibol, 3% kloritt, 3% glimmer, 2% epidot og spor av titanitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
31.03.98

Sign.:
A. Murik



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tromsø 10

Lab.prøve nr.: 980014

KOMMUNE : Tromsø
KARTBLADNR. : 1534-III
FOREKOMSTNR.:

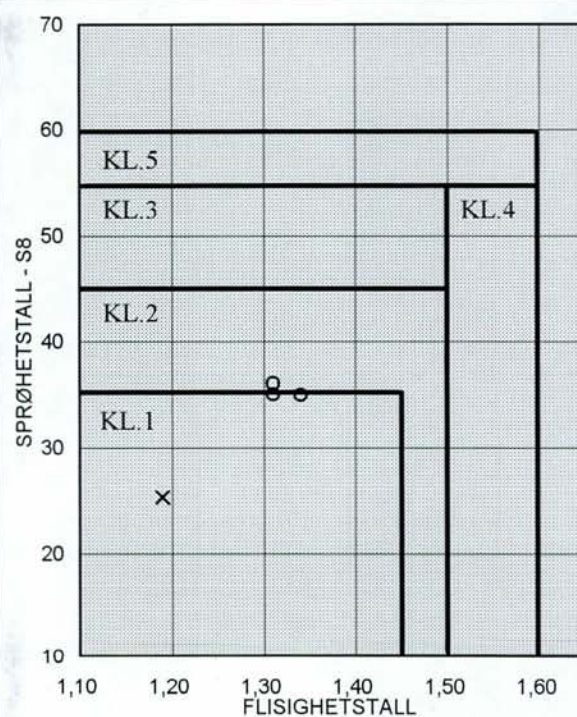
KOORDINATER :
DYBDE I METER : 1-1,5 m
UTTATT DATO : 14.-19.11. -97
SIGN. :

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-flis	1,31	1,31	1,34	1,19	1,36	1,40
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36,0	35,0	34,9	25,3		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	36,0	35,0	34,9	25,3		
Materiale < 2mm-S2	6,4	6,4	6,4	4,9		
Kulemølleverdi, Km					7,6	8,3
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde:				27,4
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,32	/	35,3	Middel S2 :	6,4	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,38	/	8,0	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,46	0,53	0,48	Middel :	0,49	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,9			Densitet :	2,81	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Amfibolittisert gabbro (10.1) og amfibolholdig granodiorittisk gneis (10.2)

Mineralinnhold: 10.1. Tynnslipet viser denne fordelingen mellom mineralene: 58% feltspat, <1% kvarts, 30% amfibol, 5% kloritt, 3% glimmer og 3% epidot, og er identisk med slip 8.1. Amfibolene inneholder mye mindre av de opprinnelige pyroksenene og biotittene. Bergarten er middelskornet og svakt orientert.

Mineralinnhold: 10.2. Tynnslipet viser en overgangsbergart mellom slip 8.1 og 9.1. Mineralinnholdet er derfor en middelvei av de to slipene. 13% kvarts, 64% feltspat, 15% amfibol, 3% kloritt, 3% glimmer, 2% epidot og spor av titanitt.

Reaksjon med HCL:

Sted: Trondheim	Dato: 31.03.98	Sign.: <i>A. uvik</i>
--------------------	-------------------	--------------------------



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Tromsø 11

Lab.prøve nr.: 980015

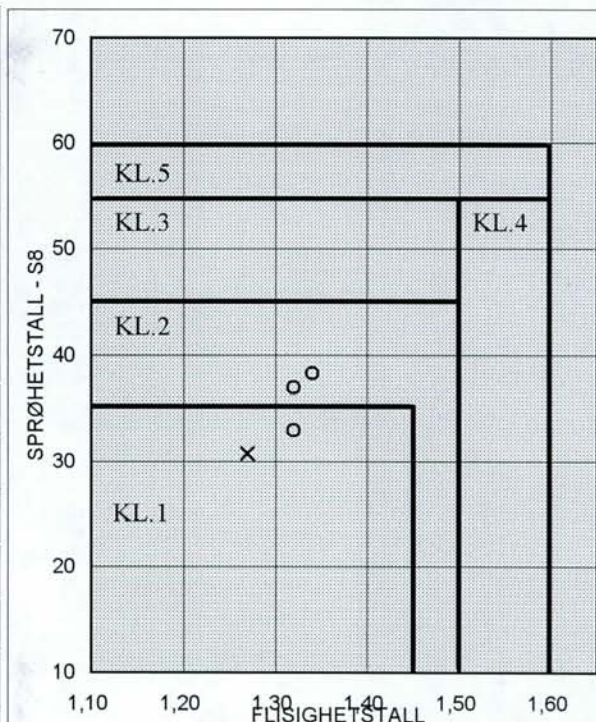
KOMMUNE : Tromsø
KARTBLADNR. : 1534-III
FOREKOMSTNR.:KOORDINATER :
DYBDE I METER : 1-1.5 m
UTTATT DATO : 14.-19.11. -97
SIGN. :

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	1,34	1,32	1,27	1,37	1,36
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36,9	38,3	33,0	30,8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	36,9	38,3	33,0	30,8		
Materiale < 2mm-S2	6,2	6,7	6,5	3,8		
Kulemølleverdi, Km					7,8	7,9
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 26,1				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,33	/	36,1	Middel S2 :	6,5	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,37	/	7,9	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,53	0,50	0,49	Middel :	0,51	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,0			Densitet :	2,75	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Granodiorittisk gneis

Mineralinnhold: Dette slipet er identisk med slip 8.2 og 9.1. Den eneste forskjellen er at dette slipet har en mindre andel med biotitt.

Bergarten er middelskornet og parallellorientert. Mineralinnholdet er som følger: 25% kvarts, 70% feltspat (65% plagioklas og 5% kalifeltspat), 1% kloritt, 2% glimmer, 1% epidot og 1% titanitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
31.03.98

Sign.:

A. uuik

- * **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 korgrense, 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 knusestrinn 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 overflate-forvitring. 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 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

Kulelølle

Kuleløllemetoden 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 tilslaget 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 **kulelølleverdien** (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 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 som gir et utslag på en kalibrert skala. Utslaget angir friksjonskoeffisienten angitt i prosent, også benevnt **PSV-verdi**.

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

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

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

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

Vegformål:

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

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

For bærelag varierer kravene avhengig av bærelagstype. Valg av bærelagstype må sees i forhold til vegens gjennomsnittlige 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 Abbrasjonsverdi	3 1,55	3 1,55 (0,65)	3 1,55 (0,65)		
Forkilt pukk, Fp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abbrasjonsverdi	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 Abbrasjonsverdi	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 Abbrasjonsverdi			4 1,60 (0,65)	3 1,55 0,65	3 1,55 0,65
Penetrert pukk, Pp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abbrasjonsverdi		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 Abbrasjonsverdi	4 1,60	4 1,60	3 1,55 (0,65)	3 1,55 0,65	
Sementstabilisert pukk, Cp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abbrasjonsverdi			(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	Årsdøgnstrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15000
Steinklasse	1 - 3		1 - 2		1
Abrasjonsverdi	-	(≤0,65)	≤ 0,55	≤ 0,45	≤ 0,40
Slitasjemotstand	-		≤ 3,5	≤ 3,0	≤ 2,5* ≤ 2,0
Kulemølleverdi	-		≤ 13,0	≤ 11,0	≤ 9,0 ≤ 6,0

Tall i parentes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

Betongformål:

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

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

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

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

De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- * 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.