

NGU Rapport 97.071

Pukkundersøkelser i Buskerud,
Kongsberg og Flesberg kommuner

Rapport nr.: 97.071		ISSN 0800-3416		Gradering: ÅPEN	
Tittel: Pukkundersøkelser i Buskerud, Kongsberg og Flesberg kommuner.					
Forfatter: Knut Wolden			Oppdragsgiver: Statens vegvesen, Buskerud/ NGU		
Fylke: Buskerud			Kommune: Kongsberg og Flesberg		
Kartblad (M=1:250.000)			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 42		Pris: kr. 100
			Kartbilag:		
Feltarbeid utført: Sept. 1996		Rapportdato: 15. mai 1997		Prosjektnr.: 2680.04 Ressurskartlegging	
				Ansvarlig: <i>Kjell Bergström</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse har på oppdrag fra Statens vegvesen i Buskerud startet undersøkelser for om mulig å finne egnede uttaksområder for produksjon av pukk. Undersøkelsene er konsentrert til de nordlige og vestlige delene av fylket. Undersøkelsesprogrammet er planlagt å strekke seg over to år. I 1996 startet undersøkelsene i Kongsberg og Flesberg kommuner.</p> <p>Flere bergarter ble vurdert og syv prøvetatt for mekaniske analyser. Noen av prøvene er analysert av Statens vegvesens og noen ved NGUs sedimentlaboratorium. Berggrunnen i distriktet domineres av ulike gneiser. I tillegg opptrer bergarter knyttet til det såkalte Oslofeltet som består av vulkanske og sedimentære bergarter. Resultatene fra undersøkelsen viser at de prøvetatte bergartene viser store variasjoner i de mekaniske egenskapene.</p> <p>På grunn av feil knuseprosedyre ved noen av prøvene har disse sannsynligvis fått for dårlig analyseresultat. Basert på de foreliggende analyseresultatene gir imidlertid prøven tatt av en sandstein fra Skrimfjella de beste resultatene og tilfredsstillende minst kravene for bruk på høyt trafikkerte veier (ÅDT > 5000 - 15000).</p> <p>Resultatene viser at prøvene fra Brennåsen, Svene Pukkverk, Mangelen og Damåsen tilfredsstillende kravene til dekker på veier med høy trafikkbelastning (ÅDT 3000 - 5000). Analyseresultatene fra Våtli og Fossan viser dårlige mekaniske egenskaper og gjør bergarten lite egnet for vegformål.</p>					
Emneord: Pukk		Byggeråstoff		Kvalitet	
Ingeniørgeologi		Fagrapport			

INNHold

1. KONKLUSJON	5
2. INNLEDNING	7
3. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFF	8
4. LOKALITETSBEskRIVELSE	11
3.1 Brennåsen	12
3.2 Svene Pukkverk	12
3.3 Mangelen	13
3.4 Damåsen	14
3.5 Våtli	15
3.6 Fossan	16
3.7 Skrim	17
5. VURDERING AV FOREKOMSTENE	19

LITTERATUR

TABELLER

Tabell 1	Forekomstenes anvendelsesområder for norske vegformål
Tabell 2	Norske kvalitetskrav til knuste steinmaterialer
Tabell 3	Klassifisering av bergartene
Tabell 4	Vurdering av forekomstene etter norske krav til vegformål

FIGURER

Figur 1-4	Kartutsnitt fra de prøvetatte områdene
-----------	--

VEDLEGG


1-3	Mekaniske egenskaper for Skrim, Svene pukkverk og Våtli
4-6	Knuseprøve 1 for Skrim, Svene pukkverk og Våtli
7	Laboratorieknusing
A 1-8	Laboratorieundersøkelser
C 1-4	Norske kvalitetskrav for knust tilslag

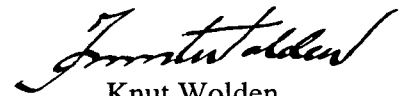
FORORD

I et samarbeidsprosjekt med Statens vegvesen i Buskerud skal Norges geologiske undersøkelse i løpet av to feltsesonger vurdere bergartene i de nordlige og vestlige delene av fylket for om mulig å finne områder aktuelle for produksjon av pukk. I denne rapporten presenteres resultatene fra undersøkelsene i Kongsberg og Flesberg kommuner.

Trondheim 15.mai 1997
hovedprosjekt for byggeråstoffer

Med hilsen


Peer- Richard Neeb
hovedprosjektleder


Knut Wolden
overingeniør

1. KONKLUSJON

Med utgangspunkt i tilgjengelige geologiske kart er ulike bergarter i området Kongsberg - Flesberg befart og vurdert for mulig produksjon av puk. På bakgrunn av visuell vurdering og lokalitetenes beliggenhet med tanke på framtidig uttak er det tatt prøver for mekaniske analyser fra syv områder.

Noen av analysene er utført av Statens vegvesen og noen av NGU. Fordi Veglaboratoriets knuser var ute av drift, ble Veglaboratoriet i Akershus benyttet. Resultatene fra parallelle prøver kjørt ved de to laboratoriene viser en del avvik. Årsaken til dette er sannsynligvis feil prosedyre ved nedknusingen av materialet med laboratorieknuser. Dette kan innebære at flere av analysene fra Statens vegvesen gir for dårlig resultat.

Basert på steinklasse og kulemølleverdi tilfredsstillende de foreliggende analyseresultatene fra Brennåsen, Svene pukverk og Mangelen kravene for vegdekker med ÅDT 3000 - 5000 (tabell 1). Prøven fra Damåsen ligger i steinklasse 3, men vil med optimal knusing også tilfredsstillende kravet.

Prøven fra Brennåsen gir god Sa-verdi (2,7) som ligger litt over kravet til vegdekker på veger med ÅDT 5000 - 15000. For Mangelen ligger kulemølleverdien (10) litt over dette kravet. Omslagstallene gir forbedring i sprø- og flisighetsverdiene og tyder på at flere trinns knusing kan bedre de mekaniske egenskapene.

Prøven fra Våtli viser selv med tilfredsstillende knusing dårlige mekaniske egenskaper og er derfor lite egnet til vegformål. Prøven fra Fossan viser også dårlige mekaniske egenskaper, men disse kan bedres gjennom optimal knusing.

Fra Skrimfjella er det tatt to parallelle prøver av en sandstein. En prøve er analysert ved Statens vegvesens laboratorium på Solbergmoen og en er analysert ved NGU.

Resultatene fra de to laboratoriene er noe sprikende, men begge resultatene tilfredsstillende kravene for vegdekker på veger med ÅDT 5000 - 15000 dersom man legger steinklasse og kulemølleverdien til grunn, (krav se tabell 2).

For prøven utført ved NGU tilfredsstillende resultatene på bakgrunn av steinklasse og kulemølleverdi også kravene for veger med ÅDT 15 000.

Av de undersøkte områdene gir Skrimfjella og Mangelen de beste resultatene. Resultatene fra Mangelen kan også forbedres ved bedre knusing. Disse områdene er derfor interessante for oppfølgende undersøkelser. Denne type undersøkelser vil omfatte geologisk kartlegging for å bestemme bergartens homogenitet og utbredelse, vurdering av områdets beliggenhet med

hensyn til tilgjengelighet og skjerming av uttak, arealplaner for området osv., og prøvetaking for analysering av mekaniske egenskaper.

Forekomstenes anvendelsesområder for norske vegformål

	Brennåsen	Svene p.v.	Mangelen	Damåsen
Bruksområde Vegtype	Egnethets- vurdering	Egnethets- vurdering	Egnethets- vurdering	Egnethets- vurdering
Vegdekke Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
“ Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	Uegnet/Egnet	Uegnet/Egnet	Uegnet/Egnet	Uegnet
“ Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Uegnet/Egnet
“ Middels trafikkert veg, ÅDT 1500 - 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
“ Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Bærelag	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Forsterkningslag	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	Våtli	Fossan	Skrim	Skrim*
Bruksområde Vegtype	Egnethets- vurdering	Egnethets- vurdering	Egnethets- vurdering	Egnethets- vurdering
Vegdekke Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet/Egnet
“ Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet
“ Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet
“ Middels trafikkert veg, ÅDT 1500 - 3000	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet
“ Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet
Bærelag	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet
Forsterkningslag	Egnet	Uegnet	Egnet	Egnet

Tabell 1. Anvendelsesområder til vegformål ut fra norske krav. * Analysert ved NGU.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Uegnet/egnet er brukt der kravene nesten innfris.

2. INNLEDNING

Undersøkelsene ble gjennomført ved gjennomgang av berggrunnsgeologiske kart i ulike målestokker og annet tilgjengelig geologisk materiale. På denne bakgrunn ble interessante bergarter plukket ut for nærmere vurderinger i felt.

Syd i det undersøkte området består berggrunnen av Oslofeltets bergarter. Disse er dannet i tidsperioden kambrium - perm (550-250 mill. år). De dominerende bergartene er ekeritt, syenitt, kalkstein og skifer. Disse bergartene ble vurdert i felt, men ble ikke ansett som interessante for anvendelse til byggeråstoff og derfor ikke prøvetatt. I mindre partier finnes også rombeporfyr, basalt, og sandstein. De to sistnevnte har begge mekaniske egenskaper aktuelle for produksjon av puk. På grunn av utbredelse og beliggenhet ble det tatt prøver av sandsteinen for testing av mekaniske egenskaper.

I nord finnes det prekambriske grunnfjellsbergarter som granittiske dypbergarter og gneiser med varierende opprinnelse og sammensetning. Flere av disse bergartene er visuelt vurdert i vegskjæringer og blottninger. Enkelte utvalgte varianter ble prøvetatt for testing av mekaniske egenskaper.

3. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFF.

Prøvene fra Brenneråsen, Mangelen, Damåsen, Fossan og Skrim er analysert ved Statens vegvesens laboratorium på Solbergmoen. Det er utført analyser med hensyn til sprøhet- og flisighet (steinklasse) og kulemølleverdi. For Mangelen er det også utført abrasjonanalyse. Prøvene fra Våtli, Svene og Skrim er analysert ved NGU. For disse prøvene er det utført sprøhet- og flisighetsanalyse, abrasjonanalyse og kulemølletest. Prøven fra Skrim er analysert på begge laboratoriene for å sammenligne prøveresultatene. Tynnslianalyser fra alle de prøvetatte områdene er utført ved NGU.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes steinklassen basert på sprø- og flisighetstallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølleverdien. Det er meningen at den nye kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden.

Vedlegg C gir en oversikt over kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer. Tabell 2 gir en forenklet oversikt over norske krav til tilslagsmaterialer for vegformål.

Norske kvalitetskrav til knuste steinmaterialer

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	≤ 11
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500 - 3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

Tabell 2. Krav til steinklasse (St.kl.), abrasjonsverdi (Abr.), slitasjemotstand (Sa-verdi) og kulemølleverdi (Km) avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg C.

Samtlige prøver er prøvetatt som håndstykke store steinprøver. Før mekanisk testing skal prøvematerialet knuses ned under kontrollerte former med laboratorieknuser. Etter knusing blir materialet siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet til 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 «stuffprøver».

Produksjonsprøvene vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/ sikteverket. Mekaniske testing av stoffprøver 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 stoffprøvene som er knust kontrollert ved laboratrieknusing.

Under knusingen etterstreber man å få en optimal knusing, dvs. mest mulig materiale innenfor fraksjonen 8,0-11,2 mm. En kan godta at det blir et «visst avvik» ved at det blir noe mer materiale innenfor fraksjonen 11,2-16,0 mm, eventuelt fraksjonen 4,0-8,0 mm (vedlegg 7-9). Hvis avviket fra optimal knusing blir for stort, må en kontrollere knusingen med en referanseprøve og eventuelt justere spalteåpningen. Nye kontrollprøver må kjøres etter eventuell justering av spalteåpning inntil optimal knusing oppnås. Som rutine skal det utføres fallprøve på referanseprøver (vedlegg 10 Laboratrieknusing.)

Variasjon i analyseresultatene mellom NGU og Veglaboratoriet i Buskerud

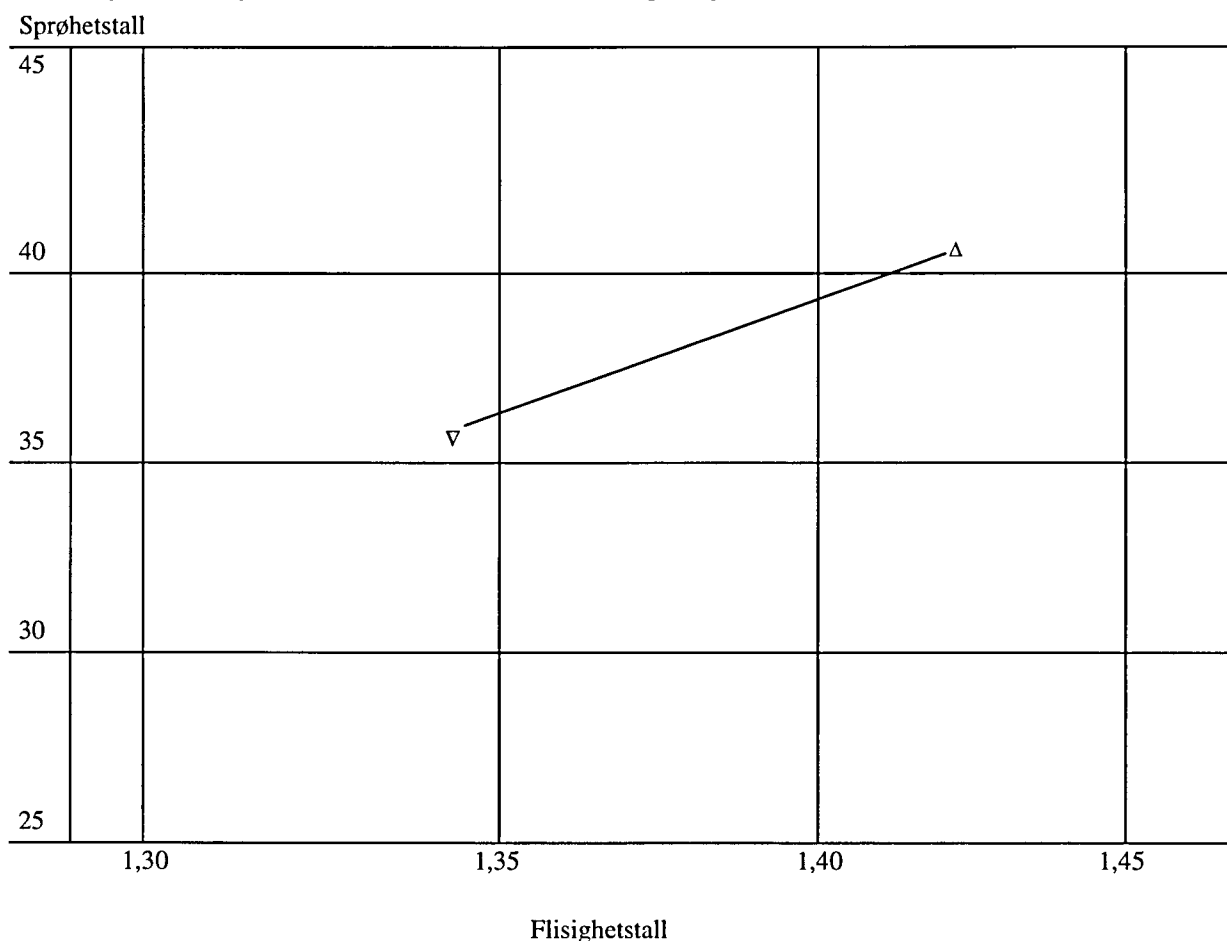


Fig. 1. Variasjon i analyseresultatene for prøve fra Skrimfjella mellom NGU og Veglaboratoriet i Buskerud
▽ prøve analysert ved NGU - Δ prøve analysert ved veglaboratoriet

Forskjellen mellom de to analyseresultatene viser en tendens man ser ved endring av kornform gjennom kontrollert knusing og kan være årsaken til variasjonen i resultatene. For Skrimfjella

er forskjellen i sprøhetstallet 13,7 % og flisighetstallet 6 %. Variasjonen er avhengig av bergartstype, men det er rimelig å anta at flere av prøveresultatene kan forbedres gjennom optimal knusing.

4. LOKALITETSBEKRIVELSE

De enkelte lokalitetene er avmerket på topografisk kart i målestokk 1:50 000. De topografiske hovedtrekkene for området er kort beskrevet sammen med bergartstype og mineralsammensetning basert på tynnslianalyse, og klassifisering av bergarten etter inndeling i tabell 3.

Kartutsnitt: 1714-2 Kongsberg, M 1:50 000

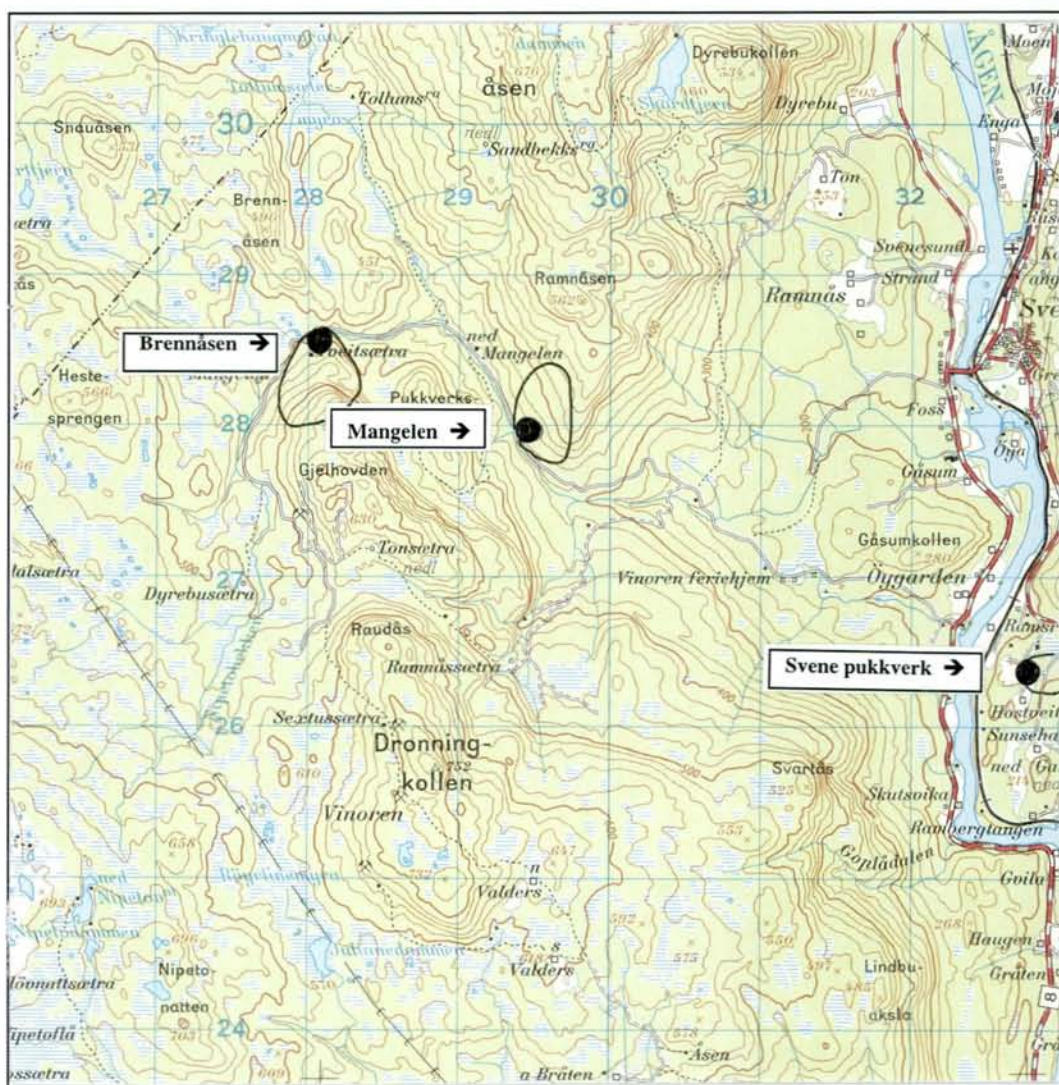


Fig 1. Prøvelokalitetene Brennåsen, Mangelen, Svene Pukkverk ● Prøvepunkt ○ Aktuelt uttaksområde

Klassifisering av bergartene

Bergartskvalitet	Egnethetsvurdering
Meget god	Egnet til alle vegformål
God	Egnet minst til middels / høyt trafikkerte veger
Middels god	Egnet minst til lavt trafikkerte veger
Svak	Egnet til bære- og forsterkningslag
Meget svak	Uegnet til vegformål

Tabell 3. Klassifisering av bergartene for vegformål

3.1 Brennåsen

Prøven er tatt i en vegskjæring sør for Brennåsen i Flesberg kommune. Bergarten er Området har begrenset morenedekke over berggrunnen og et framtidig uttak kan skjermes for innsyn.

Bergarten er en diabas med mørk egenfarge. Den har høy egenvekt og gode mekaniske egenskaper (tabell 49). Kvalitetsmessig er bergarten interessant for oppfølgende undersøkelser.

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Brennåsen	3,02	36,5	1,35	2	0,45	2,7	10,5

Tynnslipsanalyse

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltspat	Pyroksen	Olivin	Magnetitt	Biotitt
Olivindiabas	middels til fin	Offittisk	55 %	22 %	18 %	4 %	2 %

3.2 Svene Pukkverk

Prøven er tatt i Svene Pukkverk på østsiden av Lågen sør i Flesberg kommune. Bergartene i området er ulike gneiser. Innen uttaksområdet er gneisen middelskornet med varierende sammensetning. I partier finnes det lag med amfibolitt. Prøvematerialet er tungt med en densitet på 3,02.

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Svene*	3,02	39.0	1,36	2	0,66	4,1	10

Tynnslipsanalyser

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltsp.	Kvarts	Pyroksen	Amfibol	Glimmer	Svovelkis	Granat
Gneis	Finkornet	Båndet	57 %	15 %	15 %	10 %	1 %	1 %	1 %

Prøven er forsøkt tatt som et gjennomsnitt for å fange opp variasjonene i bergarten. Analyseresultatene gir steinklassen 2, men de abrasive egenskapene varierer avhengig av metode. Abrasjons- og Sa-verdiene er svake, vedlegg 1. Kulemølleverdien derimot tilfredsstillende kravene for bruk til dekker på veger med ÅDT 3000 - 5000.

3.3 Mangelen

Prøven er tatt i en vegskjæring sør for ned. Mangelen i Flesberg kommune. Bergarten er en grå middelskornet granodioritt.

I det aktuelle uttaksområdet er det begrenset morenedekke i høyere partier, mens det i søkk og fordypninger er noe større overdekning. Et framtidig uttak kan skjermes for innsyn.

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Mangelen	2,69	41,5	1,39	2			10

Tynnslipsanalyse

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltspat	Kvarts	Amfibol	Glimmer	Epidot	Andre
Granittisk gneis	Middels	Parallellorientert	45	23	5	15	7	5

Bergarten har gode mekaniske egenskaper. Analyseresultatene gir steinklasse 2 og kulemølleverdien 10 som tilfredsstillende kravene for dekker på veger med ÅDT 3000 - 5000. Kulemølleverdien er litt for høy for ÅDT 5000 - 15000

3.4 Damåsen

Prøven er tatt av utsprengt materiale øst for Kongsberg i Øvre Eiker kommune. Bergarten er en båndet amfibolittisk gneis. Damåsen har begrenset overdekning og et framtidig uttaksområde kan skjermes i terrenget. Analyseresultatene viser at bergarten har middels til gode mekaniske egenskaper.

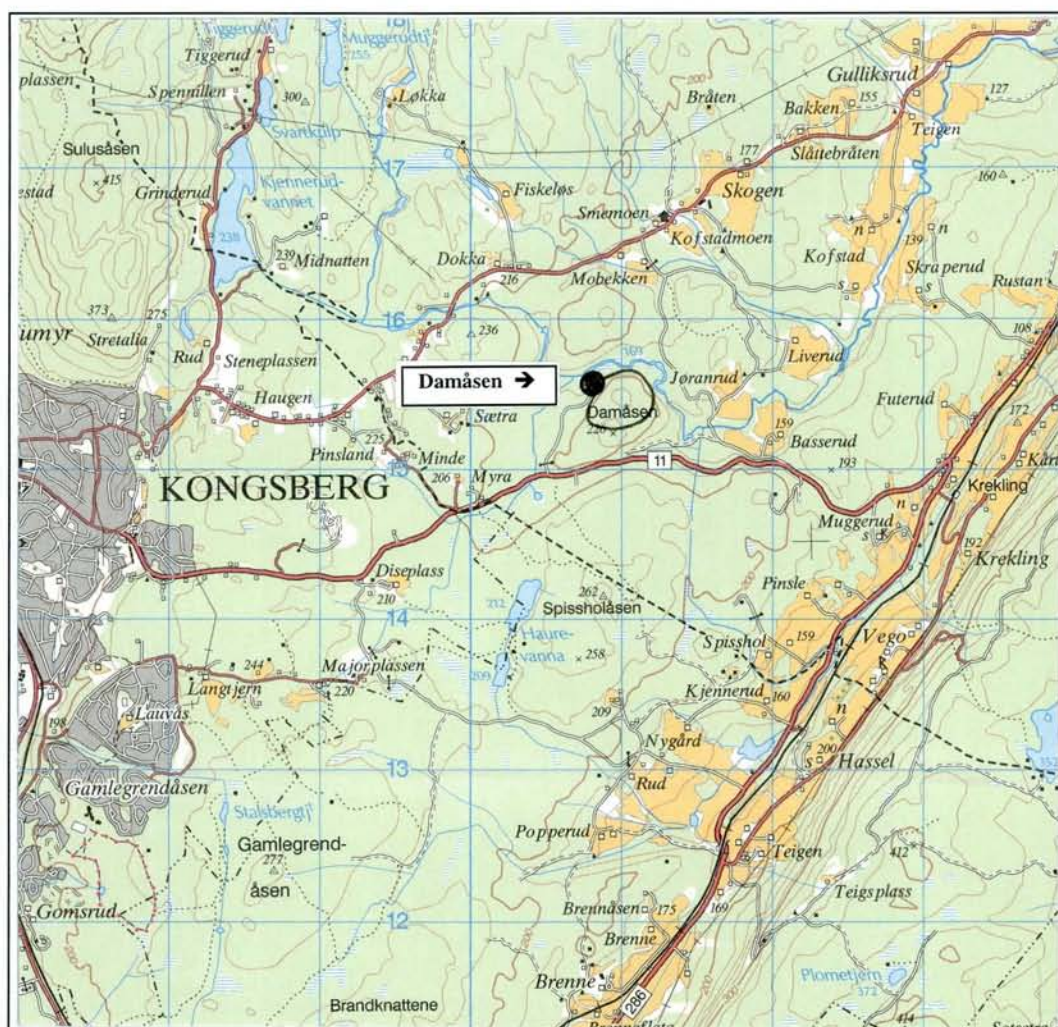
Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Damåsen	2,65	45,5	1,43	3			10

Tynnslipsanalyse

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltspat	Kvarts	Amfibol	Kloritt	Epidot	Andre
Tonalitt	Middels til fin	Svakt orientert	57 %	20 %	10 %	1 %	8 %	4 %

Kartutsnitt:1714-2 Kongsberg, M 1:50 000



Figur 2 Kartutsnitt Damåsen

● Prøvepunkt. ○ Aktuelt uttaksområde

3.5 Våtli

Kartutsnitt: 1714-4 Flesberg, M 1:50 000

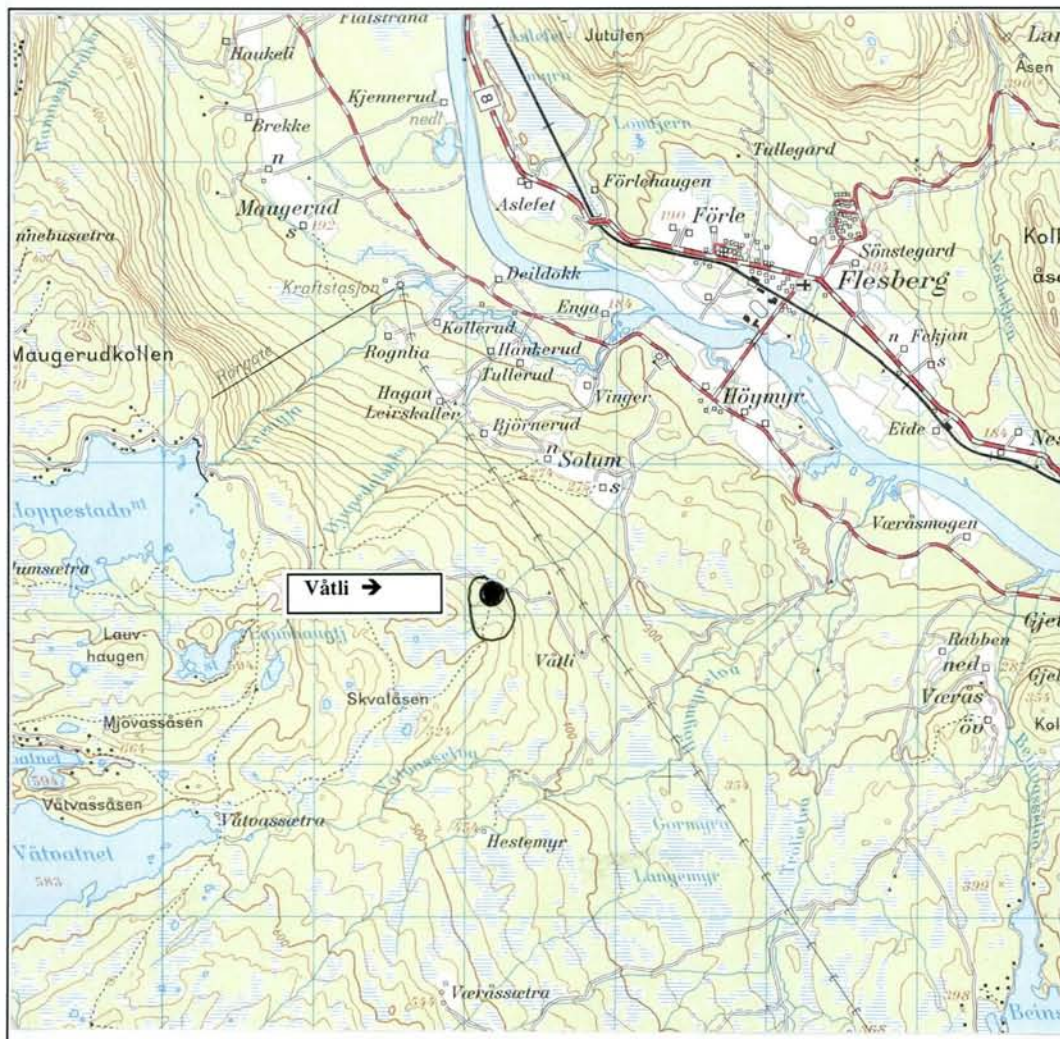


Fig 2. Prøvelokalitet Våtli ● Prøvepunkt. ○ Aktuelt uttaksområde

Prøven er tatt i et lite steinbrudd nord for Våtli, ved Fagerfjellvegen i Flesberg kommune. Bergarten er lys, middels kornet, båndet, til dels glimmerrik gneis. Prøvepunktet ligger forholdsvis høyt oppe i lia og et framtidig uttak vil derfor være utsatt for innsyn. Analyseresultatene viser at bergarten har dårlige mekaniske egenskaper.

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Våtli*	2,66	57,5	1,36	5	0,65	4,9	13,5

Tynnslipsanalyse

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltspat	Kvarts	Glimmer	Andre
Kvartsittisk gneis	Middels til fin	Svakt orientert	10 %	85 %	4 %	1 %

3.6 Fossan

Kartutsnitt: 1714-4 Flesberg, M 1:50 000

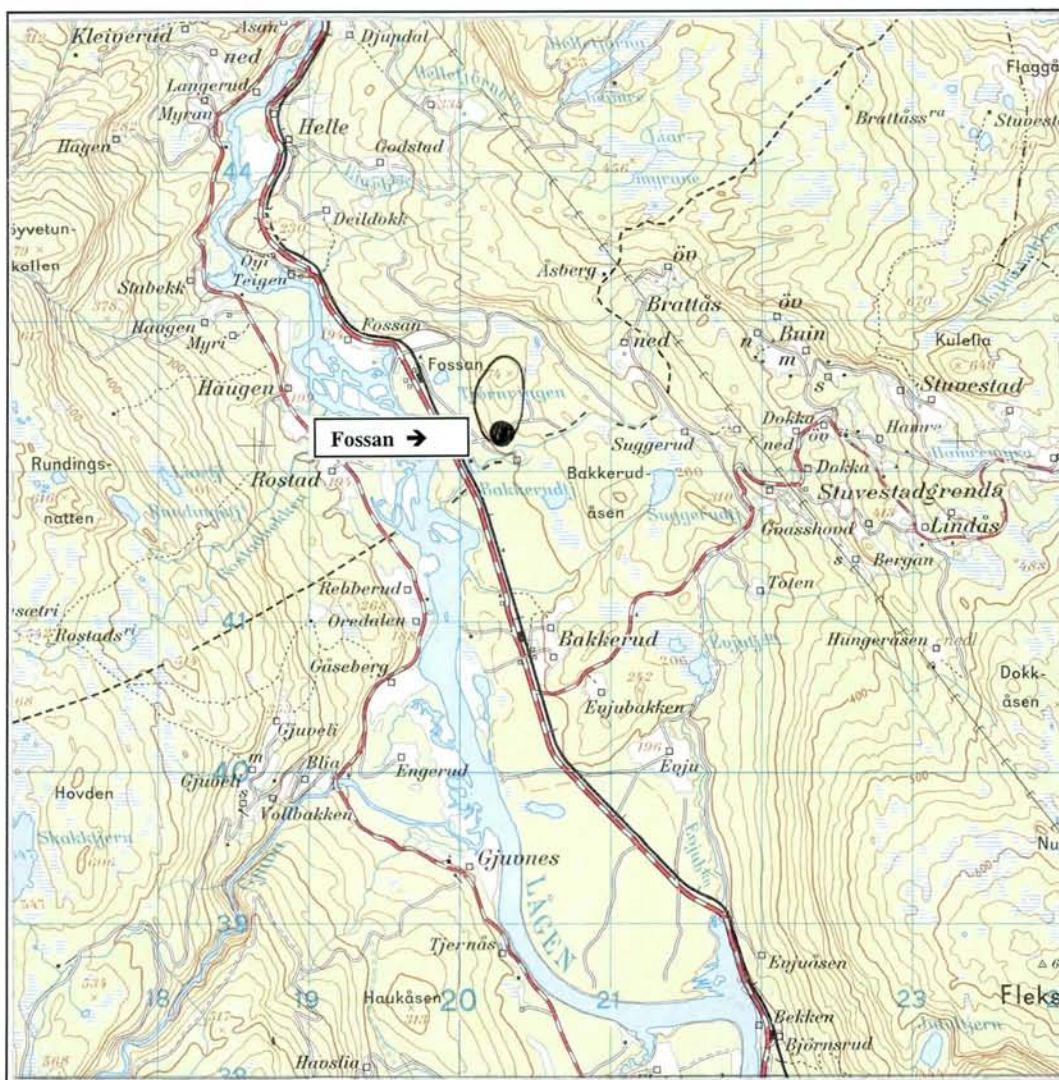


Fig. 3 Prøvelokalitet Fossan

● Prøvepunkt ○ Aktuelt uttaksområde

Prøvelokaliteten er en vegskjæring langs en sideveg ved Fossan helt sør i Rollag kommune. Bergarten er en lys, middels kornet gneis. Området har lite overdekning i de høyere partiene og noe mer i søkk og fordypninger. Analyseresultatene viser at bergarten har meget dårlige mekaniske egenskaper og faller utenfor steinklasse. Bergarten uaktuell for bruk til vegformål.

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Våtli*	2,66	57,5	1,36	5	0,65	4,9	13,5

Tynnslipsanalyse

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltspat.	Kvarts	Glimmer	Andre
Granittisk gneis	Middels	Parallellorientert	60 %	25 %	8 %	7 %

3.7 Skrim

Kartutsnitt: 1714-2 Kongsberg, M 1:50 000

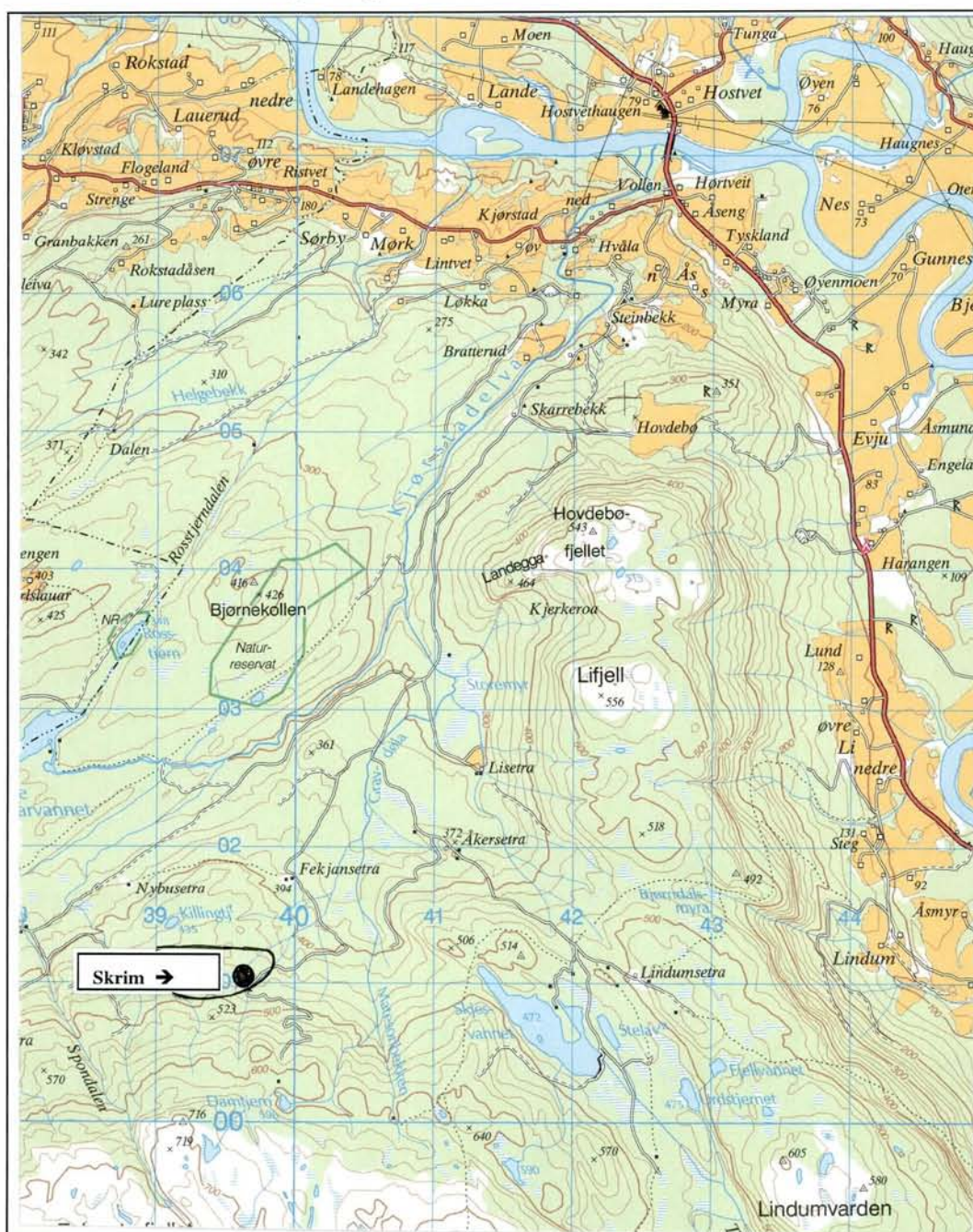


Fig. 4 Prøvelokalitet Skrimfjella ● Prøvepunkt. ○ Aktuelt uttaksområde

Prøveområdet ligger mellom Fekjansetra og Damtjern i Kongsberg kommune. Prøven er tatt i en vegskjæring langs setervegen i en høyde på ca. 450 m o.h.. Dette innebærer en

høydeforskjell på ca. 300 m fra avkjørselen fra hovedvegen ved Vollen. Området har for det meste tynt morenedekke og kan ved fornuftig planlegging delvis skjermes for innsyn.

Bergarten er en tett , homogen sandstein som ligger inn mot Oslofeltets bergarter. Det er tatt to prøver hvor den ene er analysert av Statens vegvesen og den andre av NGU.

Prøvematerialet har en densitet på 2,69 fra begge laboratoriene.

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle
Skrim	2,69	40,2	1,42	2			6,4
Skrim*	2,69	34,7	1,34	1	0,39	2,3	5,3

(* Analyser utført ved NGU)

Tynnslipsanalyse

Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Feltspat.	Kvarts	Amfibol	Epidot	Andre
Kvartsittisk hornfels	Finkornet	svakt båndet	3 %	90 %	3 %	1 %	2 %

5. VURDERING AV FOREKOMSTENE

Vurdering av forekomstene etter norske krav til vegformål

		Brennåsen				Svene p.v.			
Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	÷	+	÷	÷	÷	÷	÷	÷
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	+	+	÷/+	÷	+	÷	÷	÷/+
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	+	+	+	+	+	÷	÷	+
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500 - 3000	+	+	+	i.k.	+	÷	÷	i.k.
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	+	÷/+	i.k.	i.k.
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	+	+	i.k.	i.k.
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	+	+	i.k.	i.k.
		Mangelen				Damåsen			
Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	÷	----	----	÷	÷	----	----	÷
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	+	----	----	÷/+	÷	----	----	÷
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	+	----	----	+	÷/+	----	----	+
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500 - 3000	+	----	----	i.k.	+	----	----	i.k.
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	----	i.k.	i.k.	+	----	i.k.	i.k.
Bærelag		+	----	i.k.	i.k.	+	----	i.k.	i.k.
Forsterkningslag		+	----	i.k.	i.k.	+	----	i.k.	i.k.
		Våtli				Fossan			
Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	÷	+	÷	÷	÷	----	----	÷
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	÷	÷	÷	÷	÷	----	----	÷
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	÷	+	÷	÷	÷	----	----	÷
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500 - 3000	÷	÷	÷	i.k.	÷	----	----	i.k.
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	÷	+	i.k.	i.k.	÷	----	i.k.	i.k.
Bærelag		÷	+	i.k.	i.k.	÷	----	i.k.	i.k.
Forsterkningslag		÷	+	i.k.	i.k.	÷	----	i.k.	i.k.
		Skrim				Skrim*			
Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	÷	----	----	÷	+	+	÷	+
“	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	+	----	----	+	+	+	+	+
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	+	----	----	+	+	+	+	+
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 1000 - 3000	+	----	----	+	+	+	+	+
“	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	----	i.k.	i.k.	+	+	i.k.	i.k.
Bærelag		+	----	i.k.	i.k.	+	+	i.k.	i.k.
Forsterkningslag		+	----	i.k.	i.k.	+	+	i.k.	i.k.

Tabell 4. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, ÷ tilfredsstillende ikke kravene, ÷/+ krav som nesten innfris, i.k. - ingen krav, ---- ingen analyse (krav se tabell 3).

Resultatene fra undersøkelsene viser at prøvene fra Våtli og Fossan har dårlige mekaniske egenskaper og er lite egnet for vegformål.

Damåsen tilfredsstillter kravene for dekker på middels trafikkerte veger med ÅDT 1500 - 3000 og ligger på grensen for ÅDT 3000 - 5000.

Brennåsen, Mangelen og Svene pukkverk tilfredsstillter kravene for dekker på middels trafikkerte veger (ÅDT 3000 > 5000). Resultatene ligger også i grenseområdet for veger med ÅDT 5000 - 150000.

De beste resultatene viser prøvene fra Skrim. De to analyseresultatene spriker en del, med begge tilfredsstillter kravene for vegdekker på veger med ÅDT 5000 - 15000. For prøven analysert ved NGU tilfredsstilltes også kravene for ÅDT > 15 000 dersom man legger steinklasse og kulemølleverdien til grunn for vurderingene.

For enkelte prøver kan optimal knusing forbedre de mekaniske egenskapene.

LITTERATUR

- Bugge, A. 1935: Flesberg. Geologisk gradavdelingskart F 35 V, M 1:100 000
Norges geologiske undersøkelser
- Bugge, A. 1935: Eiker. Geologisk gradavdelingskart F 35 Ø, M 1:100 000
Norges geologiske undersøkelser
- Dons, J.A. & Jorde, K. 1978: Berggrunnskart Skien M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Sigmond, E. M. O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984 Berggrunnskart over Norge M 1:1 mill. *Norges geologiske undersøkelse.*

KOMMUNE : Flesberg
KARTBLADNR. : 1714-4
FOREKOMSTNR.: 501

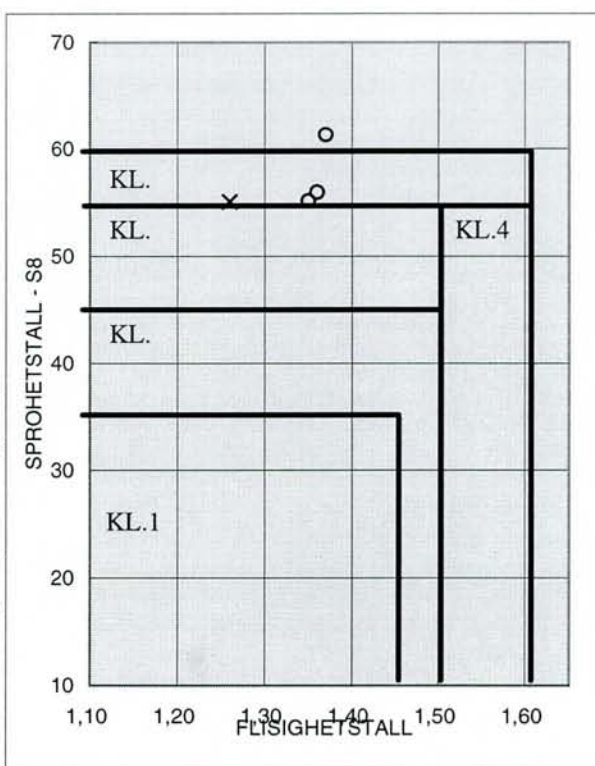
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO :
SIGN. :

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	1,37	1,36	1,35	1,26	1,35	1,35
Ukorr. Sprøhetstall-S0	58,4	53,3	52,5	52,5		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	61,3	55,9	55,2	55,1		
Materiale < 2mm-S2	16,8	15,7	15,6	13,8		
Kulemølleverdi, Km					13,3	13,6
Laboratoriekunst i %	100					
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,36	/	57,5	Middel S2 :	16,0	
Middel fli 11,2-16/Km	1,35	/	13,5	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,71	0,63	0,61	Middel :	0,65	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,9			Densitet :	2,66	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE:

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15.05.97

Sign.:
[Signature]



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedlegg nr. 2

Svene p.v.

Lab.prøve nr.: 960089

KOMMUNE : Flesberg
KARTBLADNR. : 1714-4
FOREKOMSTNR.: 535

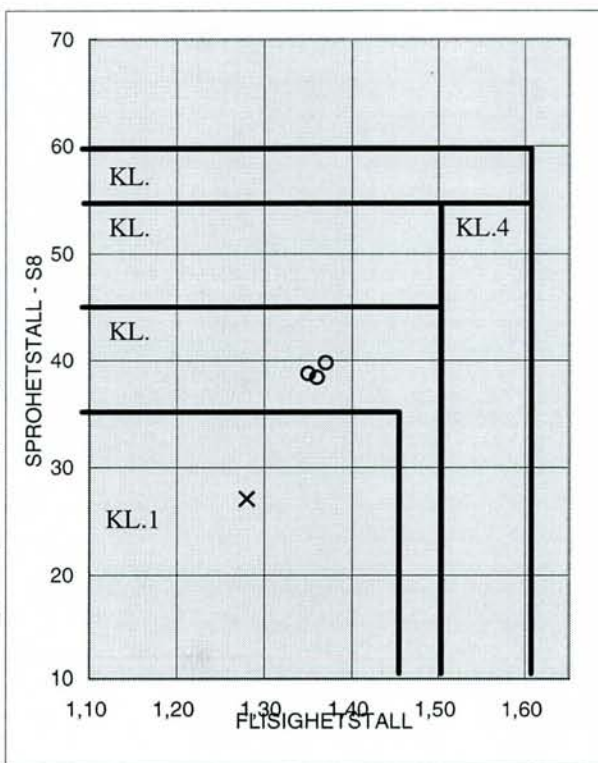
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO :
SIGN. :

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	1,37	1,36	1,28	1,33	1,37
Ukorr. Sprøhetstall-S0	38,8	39,8	38,4	27,1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	38,8	39,8	38,4	27,1		
Materiale < 2mm-S2	7,7	7,7	7,6	5,9		
Kulemølleverdi, Km					9,9	10,0
Laboratorieknust i %	100					
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,36	/	39,0	Middel S2 :	7,7	
Middel fli 11,2-16/Km	1,35	/	10,0	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,65	0,70	0,62	Middel :	0,66	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,1			Densitet :	3,02	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE:

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
15.05.97

Sigr.:
Arnt Toldnes

KOMMUNE : Kongsberg
KARTBLADNR. : 1714-2
FOREKOMSTNR.: 501

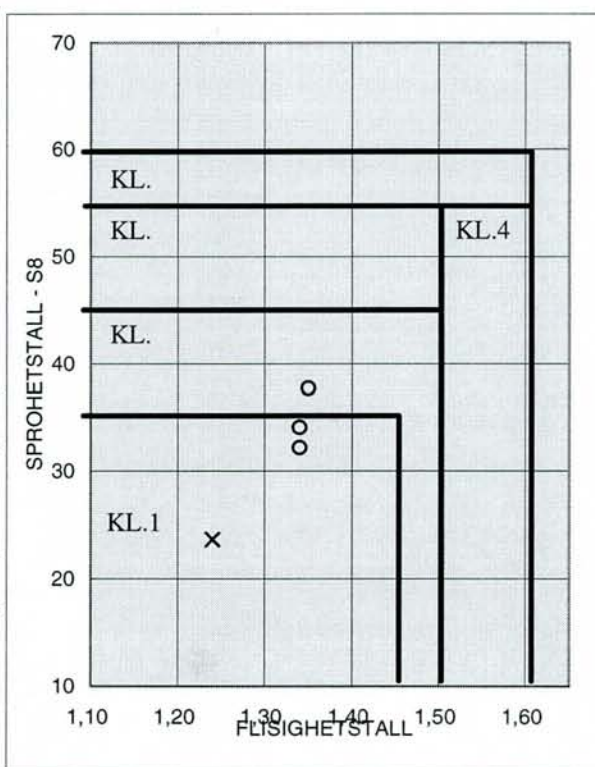
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO :
SIGN. :

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	1,34	1,35	1,34	1,24	1,32	1,32
Ukorr. Sprøhetstall-S0	34,1	37,7	32,2	23,6		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	34,1	37,7	32,2	23,6		
Materiale < 2mm-S2	6,2	6,3	6,2	4,1		
Kulemølleverdi, Km					5,3	5,3
Laboratorieknust i %	100					
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,34	/	34,7	Middel S2 :	6,2	
Middel fli 11,2-16/Km	1,32	/	5,3	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,35	0,40	0,42	Middel :	0,39	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,3			Densitet :	2,69	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,34	/	10,1	LA-verdi :	15,7	



BERGARTS BESKRIVELSE:

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato: 15.05.97

Sign.: *[Signature]*

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Knuseprøve 1

Kornfordeling - Pukk

Sted: Skrimfjerlla Oppdrag: K.Wolden

Utført av: H.V. Dato: 26.11.96 Lab. nr.: 960087

SIKTING Tørr: Justering Våt:

Sikt i mm	Vekt i gram	Fallprøve	Abrasjon	Fallprøve	Kulemjelle	Los Angeles	Vekt i %	Kum %
		8,0-11,2	11,2-12,5	11,2-16,0	11,2-16,0	9,5-19,0		
19.0	76,0						0,3	99,7
16.0	1196,0						4,0	95,7
14.0	2276,0							
(13.2)								
(12.5)							25,3	70,4
11,2	5218,0							
(9.5)								
8.0	7616,0						25,7	44,7
4.0	5726,0						19,3	25,4
2.0	2888,0						9,7	15,7
Bunn	4652,0						15,7	0,0
SUM	29648,0						100,0	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Knuseprøve 1

Kornfordeling - Pukk

Sted: Svene p.v. Oppdrag: K.Wolden

Utført av: H.V. Dato: 27.11.96 Lab. nr.: 960089

SIKTING Tørr:

Våt:

Sikt i mm	Vekt i gram	Fallprøve	Abrasjon	Fallprøve	Kulemølle	Los Angeles	Vekt i %	Kum %
		8,0-11,2	11,2-12,5	11,2-16,0	11,2-16,0	9,5-19,0		
19.0	164,0						0,5	99,5
16.0	1054,0						3,4	96,0
14.0	2452,0							
(13.2)								
(12.5)							25,3	70,7
11,2	5298,0							
(9.5)								
8.0	7546,0						24,6	46,1
4.0	5838,0						19,0	27,1
2.0	2924,0						9,5	17,5
Bunn	5378,0						17,5	0,0
SUM	30654,0						100,0	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Knuseprøve 1

Kornfordeling - Pukk

Sted: Våtli Oppdrag: K.Wolden

Utført av: H.V. Dato: 29.11.96 Lab. nr.: 960090

SIKTING Tørr:

Våt:

Sikt i mm	Vekt i gram	Fallprøve	Abrasjon	Fallprøve	Kulemølle	Los Angeles	Vekt i %	Kum %
		8,0-11,2	11,2-12,5	11,2-16,0	11,2-16,0	9,5-19,0		
19.0	94,0						0,3	99,7
16.0	890,0						2,9	96,8
14.0	1866,0							
(13.2)								
(12.5)							21,3	75,5
11,2	4710,0							
(9.5)								
8.0	7528,0						24,4	51,1
4.0	5706,0						18,5	32,7
2.0	2850,0						9,2	23,4
Bunn	7240,0						23,4	0,0
SUM	30884,0						100,0	

**Laboratorieknusing - Knuseprøve 1.
Prosedyrebeskrivelse for bearbeiding av pukkprøver for
mekaniske testanalyser (Kulemølle - Fallprøve - Abrasjon)**

Til bruk ved Norges geologiske undersøkelse

1. Laboratorieknusing:

Laboratorieknusing har innvirkning på resultatet for de mekaniske testanalysene. Fallprøven er spesielt avhengig av hvordan knuseprosessen er utført. Laboratorieknusingen utføres derfor for å få best mulig resultat for denne metoden (optimal knusing).

Laboratorieknusingen utføres etter følgende prosedyre:

- * For å oppnå god knusing bør en som et minimum knuse 30 kg prøvemateriale.
- * Benytt en utløpsåpning som gir størst andel med nedknust materiale innenfor fallprøvefraksjonen 8.0-11.2 mm.
- * Første gang knuses stykke for stykke, andre gang mates knuseren jevnt slik at "kjeftgapet" hele tiden er fullt av stein.

2. Kornfordelingsanalyse:

Materialet siktes for å få framstilt kornfordelingskurve med følgende korngrenser;

19.0 - 16.0 - (14.0) - 11.2 - 8.0 - 4.0 - 2.0 mm - Bunn

Maskinsikt først materialet på siktene ≤ 16.0 mm. Restmaterialet som blir liggende på 16.0 mm-siktet, håndsiktes deretter på 19.0 mm-siktet. Vei materialet på hvert enkelt sikt.

14.0 mm-siktet benyttes som mellomstekt for materiale som skal fraksjoneres til kulemllemetoden. For framstilling av kornfordelingskurve inngår andelen på 14.0 mm- siktet i 11.2 mm fraksjonen.

Fra bunnfraksjonen (< 2.0 mm) etter kornfordeling tas ut ca. 1 dl materiale som lagres i kompaktlageret.

3. Kvalitetskontroll av laboratorieknusing:

Kontroller at en får optimal knusing, dvs. mest materiale innenfor fraksjonen 8.0-11.2 mm. En kan godta at det blir et "visst avvik" ved at det blir noe mer innenfor fraksjonen 11.2-16.0 mm eventuelt fraksjonen 4.0-8.0 mm. Det er foreløpig ikke fastlagt hvor stort avvik som kan godtaes. Hvis avviket fra optimal knusing blir "for stort" må en kontrollere knusingen med en referanseprøve og eventuelt justere spalteåpningen. Nye referansprøver må kjøres etter en eventuell justering av spalteåpningen inntil optimal knusing oppnåes. Som rutine skal det utføres fallprøve på referanseprøver.

4. Kulemllemetoden:

Kulemllemetoden utføres på fraksjonen 11.2-16.0 mm. For at det skal være tilstrekkelig materiale må fraksjonen inneholde minst 5.0 kg. Dette oppnås ved laboratorieknusing av ca. 30 kg steinprøve.

En mengde på 5.0 kg er nok til 4 paralleller. For at det skal bli nok materiale til både abrasjonstesten (se pkt. 6) og kulemllemetoden benyttes inntil videre kun 2 paralleller (2.5 kg) for kulemllemetoden.

Prosedyren for å framstille 2 paralleller til kulemllemetoden blir som følger; Etter laboratorieknusing og sikting **splittes** ut minimum 1500 g fra delfraksjonen 11.2-14.0 mm og 1000 g fra delfraksjonen 14.0-16.0 mm. Materialet lagres fraksjonert i hver sin pose for senere testing. Hvis det blir for lite materiale til 2 paralleller kan det fylles opp med eventuelt overskuddsmateriale fra Knuseprøve 2.

Restmateriale fra fraksjonen 11.2-14.0 mm benyttes til abrasjonstesten (se pkt. 6). Eventuelt overskytende restmateriale fra fraksjonen 14.0-16.0 mm lagres midlertidig for eventuelt behov for å supplere testmetoden med flere paralleller (se pkt. 5.2 Kulemllemetoden - Prosedyrebeskrivelse).

5. Fallprøve:

Splitt ut passende mengde av materialet på 8.0 mm-siktet. Resikt materialet på siktesatsen for fallprøven som består av følgende sikt; 8.0 - 9.5 - 11.2 mm.

Fallprøven og densitetsanalyse utføres på like deler av fraksjonene 8.0-9.5 mm og 9.5-11.2 mm. Det vil være behov for ca. 1.5 kg fra hver av de to delfraksjonene. Ca. 3 dl fra hver delfraksjon benyttes som referansemateriale og lagres i kompaktlageret. Det øvrige materialet kastes.

Etter utførelse av fallprøven tas ut ca. 1 dl materiale som lagres i kompaktlageret. Denne posen merkes FALLPRØVE for å kunne skilles fra lagringsprøven fra kornfordelingsanalysen.

6. Abrasjonstesten:

Restmateriale fra fraksjonen 11.2-14.0 mm maskinsiktes først på 12.5 mm kvadratsikt og håndsiktes deretter på 8 mm stavsikt, slik at det blir tilstrekkelig mengde materiale for abrasjonstesten. Om nødvendig taes materiale på bekostning av en av parallellene for kulemøllemetoden, eventuelt fra overskuddsmateriale fra Knuseprøve 2. Totalt utsiktet mengde bør være ca. 2 kg. Alt materiale som er utsplittet for abrasjonstesten kastes etter bruk.

7. Fallprøven, densitetsanalysen og abrasjonstesten utføres etter gjeldene regler i henhold til Statens vegvesen håndbok 014, laboratorieundersøkelser.

Kulemøllemetoden utføres etter egen oppsatt prosedyre gjeldende for NGU (Kulemøllemetoden - Prosedyrebeskrivelse).

- * **Fallprøve (sprøhet og flisighet)**
- * **Abrasjon**
- * **Slitasjemotstand**
- * **Kulemølle**
- * **Los Angeles**
- * **Polished Stone Value (PSV)**
- * **Tynnslip**
- * **SieversJ-verdi**
- * **Slitasjeverdi**
- * **Borsynkindeks (DRI)**
- * **Borslitasjeindeks (BWI)**

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

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

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

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

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

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

Klassifisering av steinmaterialer etter fallprøvetesten

Steinklasse 1 er best og 5 er dårligst.

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprenget vegskjæring eller sprenget ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller taes 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 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 årsgjenntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Slitasjemotstand

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

Los Angeles-testen gir uttrykk for materialets evne til å motstå både slag og slitasje.

Metoden er opprinnelig amerikansk, men har lenge vært benyttet i flere europeiske land derav av NSB i Norge. Metoden kan utføres etter den amerikanske standardprosedyren ASTM C131 (fin pukkk) og ASTM C535 (grov pukkk) eller den nye europeiske CEN prosedyren prEN 1097-2, §4.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

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

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

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

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

SieversJ-verdi

En bergarts SieversJ-verdi er et uttrykk for bergartens motstand mot riping med hardmetall-verktøy. Et tilsaget prøvestykke av bergarten utsettes for et roterende hardmetallbor under bestemte betingelser. SieversJ-verdien defineres som hulldybden målt i mm. Metoden er utviklet for bruk i generell vurdering av bergarters borbarhet.

Slitasjeverdi

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Bergartsmaterialet knuses ned til pulverform med kornstørrelse < 1 mm. I et bestemt apparatur påføres bergartspulveret en roterende stålplate. Et hardmetallstykke trykkes mot platen og utsettes for slitasjepåkjenning. Slitasjeverdien fremkommer som vekttapet i milligram for et prøvestykke av hardmetall.

Borsynkindeks (DRI)

På grunnlag av sprøhetstall og SieversJ-verdi kan man beregne forventet borsynk i en undersøkt bergart. En høy verdi av DRI (drilling rate index) indikerer at bergarten er lett å bore i, mens lav borsynkindeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 * DRI$ (cm/min).

Følgende klassifisering benyttes:

< 32	Meget liten
32-43	Liten
43-57	Middels
57-75	Stor
> 75	Meget stor

Borslitasjeindeks (BWI)

Forventet slitasje på en slagborkrone (meiselskjær) kan beregnes på grunnlag av Slitasjeverdi og Borsynkindeks (DRI). Høy verdi av BWI (bit wear index) antyder stor slitasje, og omvendt. Sammenhengen mellom BWI og målt slitasje i felt er logaritmisk.

Følgende klassifisering benyttes:

<18	Meget liten
18-28	Liten
28-38	Middels
38-48	Stor
>48	Meget stor

Vegformål:

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

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

ASFALTDEKKE		ÅDT					
		300	1500	3000	5000	15000	
Støpeasfalt, Sta	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi 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 Abbrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Oljegrus, Og	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abbrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Asfaltskumgrus, Asg	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abbrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50				

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".
* Strengere krav bør vurderes for ADT > 10.000

() = ønskede abbrasjonsverdier

Tabell 2a

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abbrasjonsverdi, 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	Årsdøgntrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15000
Steinklasse	1 - 3		1 - 2		1
Abrasjonsverdi	-	(≤0,65)	≤ 0,55	≤ 0,45	≤ 0,40
Slitasjemotstand	-	≤ 3,5	≤ 3,0	≤ 2,5*	≤ 2,0
Kulemølleverdi	-	≤ 13,0	≤ 11,0	≤ 9,0	≤ 6,0

Tall i parentes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

Betongformål:

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

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

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

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

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

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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