

NGU Rapport 98.076

Pukkundersøkelser ved Skutvik,  
Hamarøy kommune.

Rapport nr.: 98.076		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Pukkundersøkelser ved Skutvik, Hamarøy kommune.				
Forfatter: Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: Nordland fylkeskommune og NGU		
Fylke: Nordland		Kommune: Hamarøy		
Kartblad (M=1:250.000) Svolvær		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1231-III Hamarøya		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 23	Pris: 45	
Feltarbeid utført: Høsten 1997		Rapportdato: 01.07.98	Prosjektnr.: 2365.18	Ansvarlig: <i>Pers. Richard Næby</i>
Sammendrag:				
<p>På oppdrag er det knust ned og analysert materiale fra en gabbroforekomst ved Skutvik i Hamarøy kommune. To prøver fra samme lokalitet er testet med fallprøven, abrasjon, kulemølle og Los Angeles-metoden.</p> <p>Analyseresultatene vurderes opp mot gjeldende kvalitetskrav og anbefalinger innen veg- og betongformål.</p> <p>Resultatene viser at den ene prøven er noe bedre egnet til pukkframstilling enn den andre. Den beste prøven viser middels gode styrkemessige og abrasive egenskaper. Etter norske forhold tilfredsstiller materialet kravet til vegdekker for middels trafikkerte veger med årsdøgntrafikk, ÅDT, inntil 5000 kjøretøy. Materialet er også egnet som tilslag i betong og til bære- og forsterkningslag.</p> <p>I forhold til trafikkbelastningen i området, viser det undersøkte materialet seg å være egnet til alle bruksformål innen veg og betong lokalt. Imidlertid bør det foretas en mer detaljert geologisk kartlegging med ytterligere prøvetaking for å avdekke eventuelle variasjoner i bergartskvaliteten før et eventuelt pukktak finner sted.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi	Pukk		Abrasjon	
Fallprøve	Kulemølle		Los Angeles	
Byggeråstoff			Fagrapport	

## INNHold

<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2. KONKLUSJON</b> .....	<b>5</b>
<b>3. BERGGRUNNSGEOLOGI</b> .....	<b>6</b>
<b>4. PRØVETAKING</b> .....	<b>6</b>
<b>5. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER</b> .....	<b>7</b>
<b>6. ANALYSERESULTATER</b> .....	<b>8</b>
6.1 Tynnslipanalyse.....	8
6.2 Mekaniske analyseresultater .....	8
<b>7. VURDERING AV RESULTATENE</b> .....	<b>9</b>
7.1 Vurdering av prøvepunkt 1 .....	9
7.2 Vurdering av prøvepunkt 2 .....	9
7.3 Oppsummering.....	10
<b>8. LITTERATURLISTE</b> .....	<b>11</b>

## VEDLEGG

1	Mekaniske analyseresultater for prøvepunkt 1
2	Mekaniske analyseresultater for prøvepunkt 2
Vedlegg A	Beskrivelse til laboratoriemetoder.
Vedlegg C	Oversikt over kvalitetskrav for norske tilslagsmaterialer

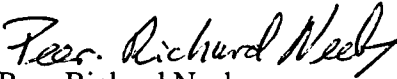
## 1. INNLEDNING


Ved Skutvik i Hamarøy kommune har NGU undersøkt en gabbroforekomst med tanke på bruk til naturstein og/eller pukk. I denne rapporten blir bare pukkdelen omtalt.

To prøver er hentet inn fra det samme geografiske området nordvest for tettstedet Skutvik for analysering i laboratorium.

Analyseresultatene for prøvene blir vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innenfor veg og betong i Norge.

Trondheim, 1. juli 1998  
Hovedprosjekt for byggeråstoffer

  
Peer-Richard Neeb  
hovedprosjektleder

  
Arnhild Ulvik  
overingeniør

## 2. KONKLUSJON

Lokaliteten som er prøvetatt ligger ved tettstedet Skutvik på Hamarøya. Prøvepunktene som ble valgt ut for mekanisk testing ligger begge innenfor bergartsgrensen til gabbro.

Bergartskvaliteten ved Skutvik karakteriseres generelt som middels god. Etter norske forhold tilfredsstillende materialet i det ene prøvetatte punktet kravet til vegdekker for middels trafikkerte veier med årsdøgntrafikk opp til 5000. Materialet fra det andre prøvepunktet tilfredsstillende kravene til vegdekker på lavtrafikkerte veier, tilsvarende ÅDT < 1500. I tillegg egner materialet seg for bruk i bære- og forsterkningslag. Det er også egnet som tilslag i betong.

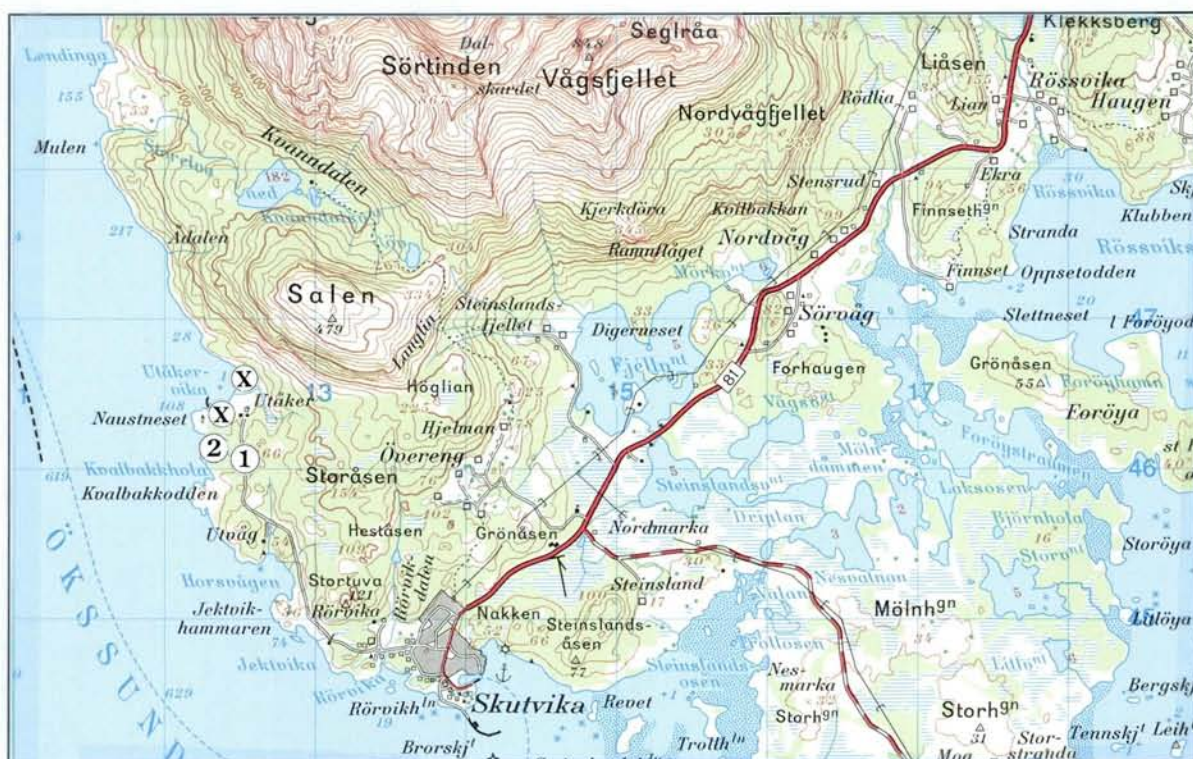
Den gjennomsnittlige årsdøgntrafikken på E6 ved Ulvsvåg ligger i underkant av 1000 kjøretøy. Som den turistmagnet Hamarøy er, er trafikkbelastningen i sommerhalvåret mangedoblet på enkelte vegstrekninger. Gjennomsnittlig trafikkbelastning på europavegene i fylket ligger rundt ÅDT 1500, riksvegnettet med ÅDT < 1000 og fylkesvegene med ÅDT < 200.

Ut fra trafikkbelastningen i området og anlyseresultatene, er det undersøkte materialet egnet til alle bruksformål innen veg og betong lokalt. Imidlertid bør det foretas en mer detaljert geologisk kartlegging med ytterligere prøvetaking for å avdekke eventuelle variasjoner i bergartskvaliteten før et eventuelt pukuttak finner sted.

### 3. BERGGRUNNSGEOLOGI

Berggrunnen på Hamarøy består vesentlig av grunnfjellsbergartene mangeritt og monsonittisk gneis. Det forekommer også stedvis inneslutninger av gabbro i mangerittene. Mangeritten er aldersbestemt til å være ca. 1700 millioner år gammel.

Den nordligste delen av øya består av granitt. Berggrunnskart i målestokk 1:250 000 viser et felt like nord for Skutvik, Utåkerвика, bestående av pyroksenitt og olivinstein. Det er fra dette området prøvene er hentet. Prøvepunktene er merket av på kartet i figur 1.



Figur 1. Topografisk kart over prøveområde, M 1:50.000 med prøvepunkter avmerket.  
⊗ angir tidligere prøvetatte punkter fra 1986.

### 4. PRØVETAKING

Lokaliteten som er prøvetatt ligger 1½ -2 km nordvest for tettstedet Skutvik på Hamarøya.

Forekomsten ble befart i felt høsten 1997. Prøvetakingen på to steder ble foretatt ved Bjørn Lund, NGU. Ved begge prøvepunktene virket fjellet å være friskt, men det ble boret ned til ½-1 meters dyp for å unngå en mulig overflateforvitring i bergarten. Prøvepunktene 1 og 2 er merket av på figur 1.

Det er også tidligere (1986) utført analyser på prøvemateriale fra dette området. Prøvepunktene er merket av på figur 1 med ⊗. Analyseresultatene fra disse to prøvene er vist i tabell 3.

## 5. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Densitet, fallprøven (sprøhet og flisighet), abrasjon, kulemølle, Los Angeles og mineralfordeling ved tynnslipanalyse er analyser som er utført ved NGU (vedlegg 1 og 2). Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Materialet som prøvetas er bergartsstykker i knyttneve størrelse som til sammen utgjør ca. 60 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmateriale gjelder i første rekke for materiale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist 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.

## 6. ANALYSERESULTATER

### 6.1 Tynnslianalyse

Fra hvert prøvepunkt er det laget et tynnslip for mikroskopanalyse. Mineralfordelingen til de to prøvene ses i tabell 2. Det presiseres at en tynnslianalyse ikke nødvendigvis er representativ for bergarten i et område, da det svært ofte kan være lokale variasjoner.

**Tabell 2. Tynnslianalyse. Mineralinnhold i %.**

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Kv	Klor	Glim	Epi	Amf	Pyr	Oliv	Opak	And
Skutvik 1	Gabbro	middels- til finkornet/jevnkornet	granulær	45	-	1	5	x	1	25	15	5	3
Skutvik 2	Gabbro	middels- til finkornet/jevnkornet	granulær	40	-	1	5	x	1	20	15	5	13

Felt - feltspat, Kv - kvarts, Glim - glimmer, Klor - kloritt, Epi - epidot, Amf - amfibol, Pyr - pyroksen, Oliv - olivin, Opak - opake, And - andre mineraler, x - spor.

### 6.2 Mekaniske analyseresultater

Det er utført ulike laboratorietester på det prøvetatte materialet. Analyseresultatene fra fallprøven, abrasjon, kulemlle og Los Angeles er vist i tabell 3 og i vedlegg 1 og 2. Både prøvene fra 1997 og 1986 er blitt analysert i NGUs laboratorium.

**Tabell 3. Mekaniske analyseresultater fra prøveområdet.**

	Nye prøver (1997)		Tidligere prøver (1986)	
	Skutvik 1	Skutvik 2	1	2
Densitet	3.05	3.22	3.33	3.22
Pakningsgrad	1	1	0	0
Sprøhetstall	45.6	33.2	43.4	41.6
Flisighetstall	1.26	1.30	1.38	1.40
Steinklasse	3	1	2	2
Abrasjonsverdi	0.56	0.52	0.53	-
Sa-verdi	3.8	3.0	4.8	-
Kulemlleverdi	15.6	12.3	-	-
Los Angeles	27.7	17.1	-	-



## 7. VURDERING AV RESULTATENE

### 7.1 Vurdering av prøvepunkt 1

Fallprøven plasserer materialet i steinklasse 3. Omslagsverdien viser en svak forbedring, noe som indikerer at man kan oppnå bedre resultater ved å utføre flere knusetrinn. Ved laboratorieknusing knuses materialet bare to ganger. Kulemølleverdien, fallprøveresultatet og abrasjonsverdien viser at materialet egner seg kun som tilslag i asfalt på veger med lav trafikkbelastning.

I følge CEN-krav for Los Angeles oppnår materialet kategori D, hvor A er best. Se for øvrig vedlegg A-5. Materialet karakteriseres som middels godt mekanisk.

Tabell 4 viser en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (se også tabell 1). En ser av denne tabellen at materialet er best egnet til bære- og forsterkningslag, men det tilfredsstillende også krav for tilslag i asfaltdekker med ÅDT inntil 1500.

Til betongformål er materialet også egnet. 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.

**Tabell 4. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav - prøvepunkt 1**

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitastjmotstand, 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 slitastjmotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris

### 7.2 Vurdering av prøvepunkt 2

Fallprøven plasserer materialet innenfor steinklasse 1. Omslagsverdien gir en ytterligere forbedring. De abrasive egenskapene som testes ut ved abrasjon og kulemølle indikerer at materialet er egnet for bruk i vegdekker med middels trafikkbelastning (ÅDT inntil 5000). I tillegg kan materialet benyttes til bære- og forsterkningslag og som tilslag i betong. Tabell 5 viser en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (se også tabell 1).

**Tabell 5. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav -prøvepunkt 2.**

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, 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.

### 7.3 Oppsummering

Prøvematerialet i lokalitet 1 tilfredsstillende kravene til vegdekker med en trafikkbelastning inntil 1500, mens materialet i prøvepunkt 2 aksepteres brukt som tilslag i vegdekker med ÅDT 5000. Analysene viser også at materialet fra begge lokalitetene egner seg til bære- og forsterkningslag og til betongframstilling.

I tabell 6 er det foretatt en rangering av bergartskvaliteten til prøvepunktene basert på egnethetsvurderingen til veg- og betongformål. Da bergartsmaterialet i begge prøvepunktene innfris kravene for anvendelse i vegdekker med minst lett trafikkbelastning og betong, karakteriseres den generelle bergartskvaliteten som middels god.

**Tabell 6. 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

Årsdøgntrafikken på E6 ved trafikk-knutepunktet Ulsvåg ligger i underkant av 1000, mens gjennomsnittstallet på fylkesvegene i kommunen ligger lavere enn 300 kjøretøy. Gjennomsnittlig trafikkbelastning på europavegene i fylket ligger rundt ÅDT 1500, riksvegnettet med ÅDT < 1000 og fylkesvegene med ÅDT < 200.

Ut fra trafikkbelastningen i området og analyseresultatene, er det undersøkte materialet egnet til alle bruksformål innen veg og betong lokalt. Imidlertid bør det foretas en mer detaljert geologisk kartlegging med ytterligere prøvetaking for å avdekke eventuelle variasjoner i bergartskvaliteten før et eventuelt pukkuttak finner sted. Variasjoner mellom analyse-resultatene for prøvepunktene 1 og 2 og fra 1986 tyder på at gabbroforekomsten ved Skutvik ikke er helt homogen.

## 8. LITTERATURLISTE

- 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*.
- Furuhaug, O. m.fl. 1986: Grusregisteret i Ofoten med Tysfjord, Hamarøy og Steigen. *NGU Rapport 86.085*.
- Furuhaug, O. m.fl. 1986: Sand- og grusressurskart 1231-III Hamarøy M 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Statens vegvesens Normaler 018, Vegbygging, 1992.
- Stokke, J.A. 1987: Kartlegging og undersøkelse av gabbroforekomst ved Skutvik med tanke på pukkproduksjon. *NGU Rapport 87.056. Norges geologiske undersøkelse*.
- Tveten, E. 1978: Bodø 2029 IV. Berggrunnskart, M 1:250 000 Svolvær. *Norges geologiske undersøkelse*.



## Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon  
kulemølle / Los Angeles / PSV

SKUTVIK 1.

Lab.prøve nr.: 980018

KOMMUNE : Hamarøy  
KARTBLADNR. : 1231-III Hamarøy  
FOREKOMSTNR.:

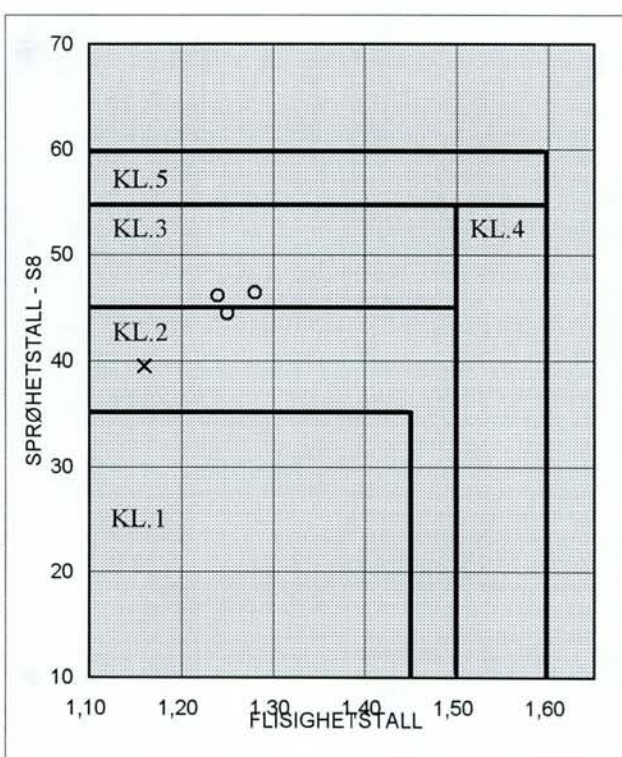
KOORDINATER :  
DYBDE I METER : 1/2-1 m  
UTTATT DATO :  
SIGN. :

### Visuell kvalitetsklassifikasjon :

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

### Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,24	1,28	1,25	1,16	1,28	1,28
Ukorr. Sprøhetstall-S0	43,9	44,2	42,3	37,6		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	46,1	46,4	44,4	39,5		
Materiale < 2mm-S2	12,0	11,3	11,3	9,3		
Kulemølleverdi, Km					15,3	15,8
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 22,5				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,26	/	45,6	Middel S2 : 11,5		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,28	/	15,6	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,58	0,54	0,56	Middel : 0,56		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,8	Densitet : 3,05				
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/	6,9	LA-verdi : 27,7		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Gabbro

Mineralinnhold: Mineralinnholdet i bergarten er som følger: 45% feltspat, 25% pyroksen, <1% amfibol, <1% kloritt, 2% serpentin, 15% olivin, 5% glimmer, <1% apatitt og 5% opake mineraler, og noe zoisitt.

Gabbroen er noe forvitret og omvandlet. Olivinen har tynne koronaer av augittisk pyroksen og biotitt. Spinell er ikke synlig i koronaene. Olivinen er delvis serpentinisert. Feltspatene består i hovedsak av plagioklas, pertittisk utløst. Det er maksimum 2% kalifeltspat.

Bergarten er middels- til finkornet, og kornene varierer usystematisk i størrelse på tynnslipet.

Reaksjon med HCL:

Sted:  
Trondheim

Dato:  
01.04.98

Sign.:

*Annika Merik*



## Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon  
kulemølle / Los Angeles / PSV

SKUTVIK.2.

Lab.prøve nr.: 980019

KOMMUNE : Hamarøy  
KARTBLADNR. : 1231-III Hamarøy  
FOREKOMSTNR.:

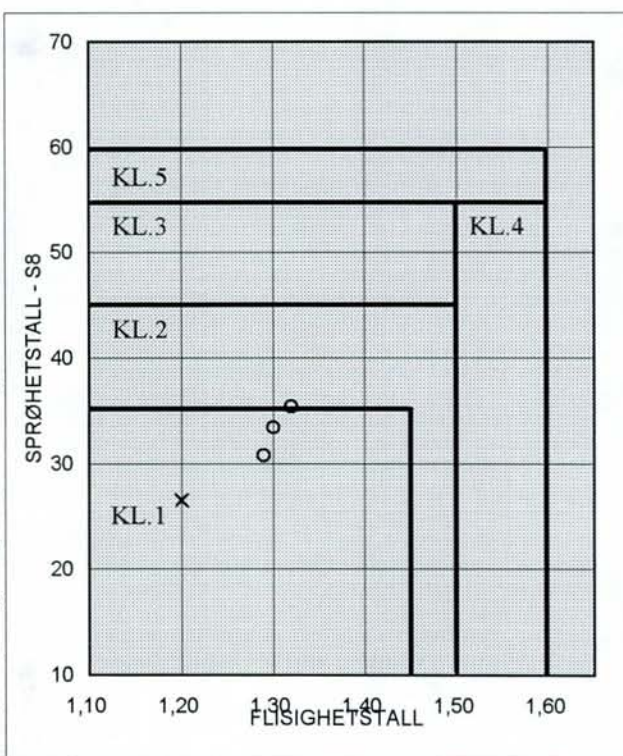
KOORDINATER :  
DYBDE I METER : 1/2-1 m  
UTTATT DATO :  
SIGN. :

### 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	1,29	1,30	1,32	1,20	1,33	1,33
Ukorr. Sprøhetstall-S0	29,3	31,8	33,7	26,5		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	30,8	33,4	35,4	26,5		
Materiale < 2mm-S2	6,1	5,8	6,4	4,8		
Kulemølleverdi, Km					12,3	12,2
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 25,1				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,30	/	33,2	Middel S2 : 6,1		
Middel fli 11,2-16/Km:	1,33	/	12,3	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,53	0,57	0,46	Middel : 0,52		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,0			Densitet : 3,22		
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	9,8	LA-verdi : 17,1		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Gabbro

Mineralinnhold: Mineralinnholdet i bergarten er som følger: 40% feltspat, 25% pyroksen, <1% amfibol, <1% kloritt, 2% serpentin, 10% olivin, 5% glimmer, 10% apatitt og 5% opake mineraler, og noe zoisitt.

Gabbroen er noe forvitret og omvandlet. Olivinen har tynne koronaer av augittisk pyroksen og biotitt. Spinell er ikke synlig i koronaene. Olivinen er delvis serpentinisert. Feltspatene består i hovedsak av plagioklas, pertittisk utløst. Det er maksimum 2% kalifeltspat. Omvandlingen er sterkere i Skutvik 2 enn i Skutvik 1.

Reaksjon med HCL:

Sted:  
Trondheim

Dato:  
01.04.98

Sign.:  
*Annild Merik*

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

## Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller 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 tilsvarer minst 15% av produktet og som ligger så nær produktets øvre navngitte kornstørrelse som mulig. Ved produksjon stilles det krav til flisighetstallet for materiale > 11.2 mm.

## Abrasjon

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

Et representativt utvalg med pukknorn 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	<b>meget god</b>
0.35-0.45	<b>god</b>
0.45-0.55	<b>middels</b>
0.55-0.65	<b>svak</b>
> 0.65	<b>meget svak</b>



## 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	<b>meget god</b>
2.0-2.5	<b>god</b>
2.5-3.5	<b>middels</b>
3.5-4.5	<b>svak</b>
> 4.5	<b>meget svak</b>

## 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:

$\leq 7.0$	<b>kategori A</b>
$\leq 10.0$	<b>kategori B</b>
$\leq 14.0$	<b>kategori C</b>
$\leq 19.0$	<b>kategori D</b>
$\leq 30.0$	<b>kategori E</b>
Ingen krav	<b>kategori F</b>

Kategori A er best og kategori F dårligst.

## Los Angeles

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

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 veghjul 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	<b>kategori A</b>
≥ 62.0	<b>kategori B</b>
≥ 56.0	<b>kategori C</b>
≥ 50.0	<b>kategori D</b>
≥ 44.0	<b>kategori E</b>
Ingen krav	<b>kategori F</b>

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 Abrasjonsverdi	3 1,55	3 1,55 (0,65)	3 1,55 (0,65)		
Forkilt pukk, Fp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,60	3 1,60 (0,65)	3 1,60 0,65	3 1,60 0,65	
Forkilingspukk, Fkp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,65	3 1,50 0,65	
Asfaltert pukk, Ap	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			4 1,60 (0,65)	3 1,55 0,65	3 1,55 0,65
Penetrert pukk, Pp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi		5 1,60 (0,75)	5 1,60 0,75	5 1,60 0,75	4 1,60 0,75
Emulsjonspukk, Ep	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	4 1,60	4 1,60	3 1,55 (0,65)	3 1,55 0,65	
Sementstabilisert pukk, Cp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			(5) 1,50	(5) 1,50	5 1,50

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

( ) = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

( ) = ønskede abrasjonsverdier

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT &gt; 10.000

Tabell 2a

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2b

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

( ) = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

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

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

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

Tall i parentes angir ønsket verdi.

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

## Betongformål:

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

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

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

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

De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- \* 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.