

NGU Rapport 97.025

Pukkundersøkelser i utvalgte områder  
i Halden kommune.

Rapport nr.: 97.025		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Pukkundersøkelser i utvalgte områder i Halden kommune.				
Forfatter: Peer-R. Neeb og Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: AS Veidekke og Halden kommune		
Fylke: Østfold		Kommune: Halden		
Kartblad (M=1:250.000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1913-2 Halden		
Forekomstens navn og koordinater: Hov, Unnebergåsen, Knivsøy		Sidetall: 25	Pris: 50,-	
Feltarbeid utført: Mai, okt. 1996		Rapportdato: 30.01.1997	Prosjektnr.: 2633.00	Ansvarlig: <i>Helle Angdahl</i>
Sammendrag:				
<p>Sauøya i Halden kommune er på bakgrunn av tidligere undersøkelser klassifisert som en viktig forekomst. Som et alternativ til Sauøya har NGU undersøkt tre nye områder.</p> <p>Områdene er befart og vurdert med hensyn til bergartstype og homogenitet. Det er tatt prøver for bedømmelse av mekaniske egenskaper. Resultatene viser at bergartene kan variere en del innenfor undersøkelsesområdene. Det er derfor nødvendig med oppfølgende berggrunnsgeologisk kartlegging og utvidet prøvetaking.</p> <p>Undersøkelsene viser at analyseresultatene av bergartene i de undersøkte forekomstene varierer noe kvalitetsmessig, men har generell god kvalitet og tilfredsstillende kravene til de fleste aktuelle bruksområder. Unntaket er området ved Hov i Iddefjorden.</p> <p>Etter en samlet vurdering av analyseresultatene prioriteres forekomstene som følger:</p> <p>1. Sauøya    2. Unnebergåsen    3. Knivsøy</p>				
Emneord: Ressurskartlegging		Pukk		Kvalitet
Ingeniørgeologi		Fagrapport		

## INNHOOLD

1. FORORD .....	4
2. KONKLUSJON.....	5
3. UTFØRELSE .....	6
4. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER.....	6
5. RESULTATER .....	7
6. SAMLET VURDERING AV RESULTATENE .....	14

## VEDLEGGSLISTE


- Vedlegg A : Beskrivelse av laboratoriemetoder.  
Vedlegg C : Norske kvalitetskrav for knust tilslag.

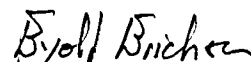
## 1. FORORD

På oppdrag fra Halden kommune og AS Veidekke har NGU vurdert mulige forekomster egnet for produksjon av pukk fra Svinesund til Iddefjorden. På bakgrunn av studier av berggrunnskart, topografiske kart, kommuneplaner, havneforhold og befaring med kommunen, ble i første omgang 3 områder ansett som interessante.

Områdene ved Hov i Iddefjorden, Knivsøy - Alcatel og Unnebergåsen ble valgt ut som interessante. Områdene ble befart 8. mai og prøvetatt 3 - 4 oktober 1996. Resultatene fra disse undersøkelsene presenteres i denne rapporten og sammenlignes med analyseverdier fra eksisterende uttak på Sauøya.

Trondheim 30. januar 1997  
Hovedprosjekt for byggeråstoffer

  
Peer-Richard Neeb  
hovedprosjektleder

  
Eyolf Erichsen  
forsker

## 2. KONKLUSJON

Bergartene i undersøkelsesområdene er ulike prekambriske gneiser og granitter. Granitten synes å være meget homogen, mens det innen gneisområdene er store variasjoner i berggrunnen. Dette kan også medføre variasjoner i de mekaniske egenskapene. Ut fra geologien og de mekaniske resultatene for de underøkte prøvene kan en forvente bedre mekaniske egenskaper i gneisområdene, fra Sauøya og utover fjorden mot Svinesund, enn i granittene i Iddefjorden.

Da det bare er tatt noen prøver fra hvert område, må analyseresultatene sees på som orienterende for hva man kan forvente å få av kvalitet i de forskjellige områdene. For å avklare eventuelle store variasjonene er det nødvendig med mer detaljert berggrunnsgeologisk kartlegging og utvidet prøvetaking for nøyaktig bestemmelse av bergartenes kvalitet. Det kan også bli behov for diamantboring for undersøkelser av bergartene mot dypet.

Prøven fra Hov viser at materialet er uegnet til vegformål pga. for høyt sprøhetstall. NGU har tidligere analysert en prøve med granitt tatt noe lenger syd i Iddefjorden som viser bedre mekanisk kvalitet. Prøvene fra Knivsøy, Unnebergåsen og brudd Unnebergåsen viser tilnærmet like mekaniske egenskaper og er egnet til bære- og forsterkningslag og til vegdekke på veier med gjennomsnittlig årsdøgnstrafikk (ÅDT) inntil 5000 kjøretøyer. Det er meget godt samsvar mellom analyseresultatene for prøvene utsprengt innenfor Unnebergåsen og resultatene for friske prøver tatt i bruddet. Prøven tatt på Sauøya viser noe bedre abrasjonsverdi som medfører at materialet tilfredsstillende kravene for vegdekke med ÅDT inntil 15000 kjøretøyer. Av de prøvetatte områdene viser analysene fra Sauøya de beste resultatene.

Ut fra mekaniske egenskaper og bedømmelse av muligheten for uttaksvirksomhet ansees området ved Unnebergåsen som mest interessant for framtidig uttaksvirksomhet. Området ved Knivsøya er også et aktuelt alternativ, men vurderes som mindre interessant uttaksmessig. Innenfor et område sydøst for Unnebergåsen er det gode muligheter for å skjerme et eventuelt framtidig uttak for innsyn. Dette området bør kartlegges nærmere for å finne det best egnede sted med nærhet til fjorden.

### **3. UTFØRELSE**

De utvalgte områdene ble befart i to perioder i mai og oktober 1996. Det ble i oktober gått profiler gjennom områdene hvor bergartstype og homogenitet ble vurdert. For å unngå overflateforvitring ble det tatt prøver på ca. 60 kg fra friske skjæringer med mest mulig representativt materiale for undersøkelsesområdet. Det ble også sprengt ut fire prøver ved Unnebergåsen. Prøvematerialet ble tatt av friskt materiale uten overflatepåvirket forvitningshud. Det må likevel tas forbehold for hvor representativ en enkelt prøve vil være innenfor et mulig uttaksområde. Lokalt kan det være store variasjoner i de mekaniske egenskapene.

Prøvematerialet er knust til ønskede fraksjoner og klargjort for videre analysering ved AS Veidekkes laboratorium på Jessheim og ved NGUs laboratorium. En prøve fra brudd 1 og 2 utenfor Unnebergåsen er analysert ved NGU. Vedlegg A gir en beskrivelse av laboratoriemetodene.

### **4. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER**

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Det er meningen at den nye kulemllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden.

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

Samtlige prøver er prøvetatt som håndstykke store «stuffprøver». Før mekanisk testing blir prøvematerialet nedknust med laboratrieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til i 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 «stuffprøver». Produksjonsprøvene vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekaniske 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 og kontrollert ved laboratrieknusing.

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 flisighetstallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitastjemetstanden (Sa-verdien) alternativt kulemlleverdien. Det er meningen at den nye kulemllemetoden 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.

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

Tabell 1.

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

## 5. RESULTATER

Forekomstene med lokalisering av prøvepunkt er vist på topografisk kart i målestokk 1:50 000 (figur 1). De topografiske hovedtrekkene er beskrevet sammen med bergart og mineralsammensetning på bakgrunn av observasjoner i felt. I de fleste områdene varierer bergartene både med hensyn til kornstørrelse og mineralinnhold.

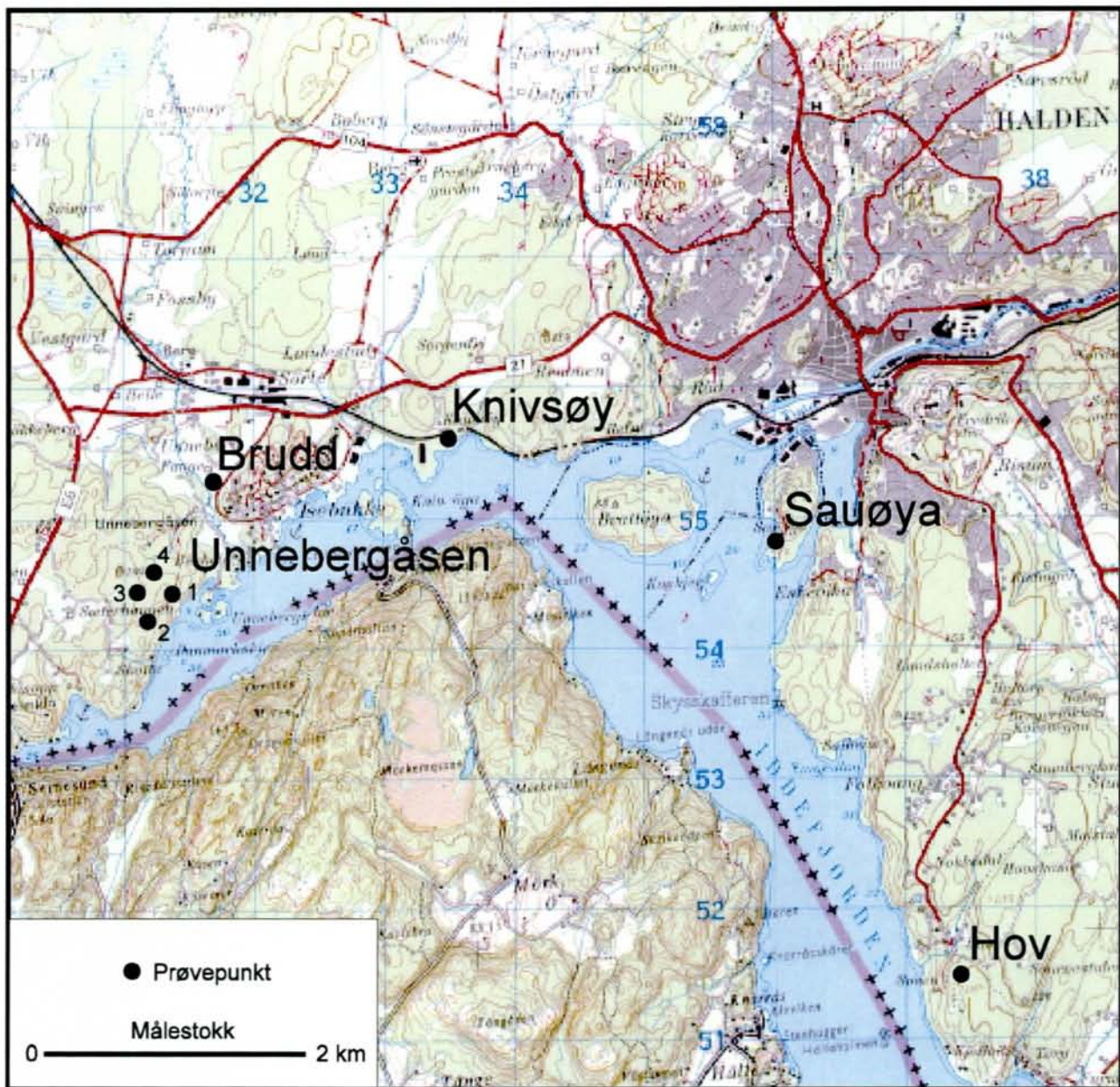
### 5.1 Hov

#### 5.1.1 Forekomstbeskrivelse og analyseresultater

**Kommune:** Halden  
**Kartblad:** 1913-2 Halden  
**Økonomisk kart:** CU - 026  
**Grunneiere:** Gnr./Bnr. 176/4,8

Området ved Hov er et gammelt natursteinbrudd med mye vrakstein fra tidligere drift. Bergarten er en homogen, grå og middelkornet granitt. Det er tatt en gjennomsnittsprøve fra hele området for analysing. Det er mulig å ta ut vrakstein og senere fortsette drift i flere av de små steinbruddene i området. Bergarten er fra tidligere erfaring kjent for å være sprø for bruk til vegformål.





Figur 1.

Analyseresultatene er som følger:

<b>Bergart:</b>	Granitt
<b>Densitet:</b>	2,66
<b>Sprøhet - S8:</b>	62,3
<b>Flisighet:</b>	1,33
<b>Steinklasse:</b>	Utenom steinklasse
<b>Abrasjonsverdi:</b>	0,57
<b>Sa-verdi:</b>	4,5

AS Veidekkes analyse 96.1110



Det er tidligere av NGU analysert en prøve tatt noe lenger syd i Iddefjorden med bedre mekanisk egenskaper (steinklasse 3 etter fallprøven).

### 5.1.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt analyseresultatene kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 2, se også tabell 1).

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

Tabell 2. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1).

## 5.2 Knivsøy

### 5.2.1 Forekomstbeskrivelse og analyseresultater

**Kommune:** Halden  
**Kartblad:** 1913-2 Halden  
**Økonomisk kart:** CT - 026, CT - 027  
**Grunneiere:** Gnr./Bnr. 4/1

Området øst og vest for Knivsøy barnehjem består av gneiser med varierende mineralsammensetning og strukturer. Bergatene er lite homogene. Det ble valgt å ta friske prøver i skjæringer ved Alcatels anlegg. Bergartene der er ulike gneiser som er representative for hele området.

Analyseresultatene er som følger:

<b>Bergart:</b>	Gneis
<b>Densitet:</b>	2,72
<b>Sprøhet - S8:</b>	37,2
<b>Flisighet:</b>	1,37
<b>Steinklasse:</b>	2
<b>Abrasjonsverdi:</b>	0,47
<b>Sa-verdi:</b>	2,9

AS Veidekkes analyse 96.1109

### 5.2.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt analyseresultatene kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 3, se også tabell 1).

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

Tabell 3. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1).

## 5.3 Unnebergåsen

### 5.3.1 Forekomstbeskrivelse og analyseresultater

<b>Kommune:</b>	Halden
<b>Kartblad:</b>	1913-2 Halden

**Økonomisk kart:** CT-026-5-1  
**Grunneiere:** Gnr./Bnr. 6/1

Området syd-øst for Unnebergåsen ble befart og prøvetatt fire steder for å få en oversikt over mulig variasjon i gneisene (figur 1). Bergatene varierer i kornstørrelse og mineralsammensetning fra grov- til finkornet gneis, øyegneis og båndet gneis med stedvis pegmatittganger. Prøvene er utsprengt og analysert på Veidekkes laboratorium.

Analyseresultatene er som følger:

	<u>Unneb. 1</u>	<u>Unneb. 2</u>	<u>Unneb. 3</u>	<u>Unneb. 4</u>	<u>Gj.snitt</u>
<b>Bergart:</b>	Gneis	Gneis	Gneis	Gneis	Gneis
<b>Densitet:</b>	2,65	2,68	2,75	2,68	2,69
<b>Sprøhet - S8:</b>	37,9	36,2	34,3	42,1	37,6
<b>Flisighet:</b>	1,31	1,34	1,38	1,35	1,35
<b>Steinklasse:</b>	2	2	1	2	2
<b>Abrasjonsverdi:</b>	0,44	0,40	0,51	0,47	0,46
<b>Sa-verdi:</b>	2,7	2,4	3,0	3,1	2,8

AS Veidekkes analyse 96.1105, 96.1106, 96.1107, 96.1108

### 5.3.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt gjennomsnittresultatene kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 4, se også tabell 1).

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

Tabell 4. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1).

## 5.4 Brudd Unnebergåsen

### 5.4.1 Forekomstbeskrivelse og analyseresultater

**Kommune:** Halden  
**Kartblad:** 1913-2 Halden  
**Økonomisk kart:** CT-026-5-1  
**Grunneiere:** Gnr./Bnr. 6/1

Det ligger et lite nedlagt steinbrudd langs vegen ca. 500 meter sydøst for Unneberg. Det ble valgt å ta med prøver fra bruddet for å kontrollere om gneisen der hadde samme kvalitet som dagfjellsprøvene utsprengt i Unnebergåsen.

Gneisene i bruddet ble delt i prøver merket Brudd 1 og 2, analysert av Veidekke og Brudd1/2 analysert av NGU. Gneisene varierer i kornstørrelse og mineralsammensetning, men er like de en har befart ved Unnebergåsen 1-4.

Analyseresultatene er som følger:

	<u>Brudd 1</u>	<u>Brudd 2</u>	<u>Brudd 1/2</u>	<u>Gj.snitt</u>
<b>Bergart:</b>	Gneis	Gneis	Gneis	Gneis
<b>Densitet:</b>	2,74	2,74	2,75	2,74
<b>Sprøhet - S8:</b>	31,1	40,9	36,2	36,1
<b>Flisighet:</b>	1,32	1,31	1,34	1,32
<b>Steinklasse:</b>	1	2	2	2
<b>Abrasjonsverdi:</b>	0,44	0,48	-	0,46
<b>Sa-verdi:</b>	2,5	3,1	-	2,8
<b>Kulemølleverdi:</b>	-	-	13,0	13,0
<b>Los Angeles verdi:</b>	-	-	16,0	16,0

AS Veidekkes analyse 96.1103, 96.1104 og NGU analyse 96.0083

### 5.4.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt gjennomsnittresultatene kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 5, se også tabell 1).



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

Tabell 5. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1).

## 5.5 Sauøya

### 5.5.1 Forekomstbeskrivelse og analyseresultater

**Kommune:** Halden  
**Kartblad:** 1913-2 Halden  
**Økonomisk kart:**  
**Grunneiere:**

Samtlige prøver er tatt innenfor pukkverket på øya.

Analyseresultatene er som følger:

	<u>1991</u>	<u>1992</u>	<u>1994</u>	<u>1995</u>	<u>1996</u>	<u>NGU</u>	<u>Gj.snitt</u>
<b>Bergart:</b>	-	-	-	-	-	Gneisgranitt	
<b>Densitet:</b>	2,64	2,63	2,66	2,64	2,62	2,60	2,63
<b>Sprøhet - S8:</b>	38,9	33,9	47,7	44,3	48,0	38,3	41,9
<b>Flisighet:</b>	1,37	1,31	1,38	1,34	1,37	1,35	1,35
<b>Steinklasse:</b>	2	1	3	2	3	2	2
<b>Abrasjonsverdi:</b>	0,38	0,37	0,39	0,38	0,37	0,38	0,38
<b>Sa-verdi:</b>	2,4	2,2	2,7	2,5	2,6	2,4	2,5
<b>Kulemølleverdi:</b>	-	6,9	7,8	8,2	9,2	-	8,0

AS Veidekkes analyse M5154, M5888, M8991, M8099, M8731 og NGU analyse 87.2062

### 5.5.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt gjennomsnittresultatene kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 6, se også tabell 1).

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

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfries. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1).

## 6. SAMLET VURDERING AV RESULTATENE

I tabell 7 og 8 er samtlige resultater sammenstilt og sammenholdt med analysedata fra Halden pukkverk på Sauøya.

Prøven fra Hov viser at materialet er uegnet til vegformål pga. for høyt sprøhetstall. Prøvene fra Knivsøy, Unnebergåsen og brudd Unnebergåsen viser tilnærmet like mekaniske egenskaper og er egnet til bærelag og forsterkningslag og til vegdekke på veger med gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 5000 kjøretøyer. Det er meget godt samsvar mellom gjennomsnittet for analyse-resultatene for prøvene utsprengt innenfor Unnebergåsen og resultatene for friske prøver tatt i bruddet. Prøvene tatt på Sauøya viser noe bedre abrasjonsverdier som medfører at materialet tilfredsstillende kravene for vegdekke med ÅDT inntil 15000 kjøretøyer.

Sted	Bergart	Densitet	Flisighet	Sprøhet	Steinkl.	Abrasjon	Sa-verdi
Hov	Granitt	2,66	1,33	62,3	Utenom	0,57	4,5
Knivsøy	Gneis	2,72	1,37	37,2	2	0,47	2,9
Gj. snitt Unnebergåsen	Gneis	2,69	1,35	37,6	2	0,46	2,8
Gj.snitt brudd Unnebergåsen	Gneis	2,74	1,32	36,1	2	0,46	2,8
Gj.snitt Sauøya	Gneisgranitt	2,63	1,35	41,9	2	0,38	2,5

Tabell 7. Analyseresultater.



Bruksområde	Vegtype	Hov	Knivsoy	Unneberg- åsen	Unneberg- åsen, brudd	Sauøya
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
"	Høy trafikkert veg, ÅDT > 5000	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-5000	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Bærelag		Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Forsterkningslag		Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet

Tabell 8. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

Ut fra mekaniske egenskaper og bedømmelse av muligheten for uttaksvirksomhet ansees området ved Unnebergsåsen som mest interessant for framtidig uttaksvirksomhet. Området ved Knivsoya er også et aktuelt alternativ, men vurderes som mindre interessant uttaksmessig. Bergarten på Sauøya har imidlertid de beste mekaniske egenskaper i undersøkelsesområdet til vegformål.

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

## Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller tas også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflateforvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratrieknuser 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 årsgjennsnittstrafikk (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 (Sa-verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet ( $S_8$ ) og abrasjonsverdien.

Følgende klassifisering benyttes:

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

## Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

## Los Angeles

Los Angeles-testen gir uttrykk for materialets evne til å motstå både slag og slitasje. Metoden er opprinnelig amerikansk, men har lenge vært benyttet i flere europeiske land derav av NSB i Norge. Metoden kan utføres etter den amerikanske standardprosedyren ASTM C131 (fin pukk) og ASTM C535 (grov pukk) 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 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	<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 planparallel akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineral Kornstrørrelsen 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 > 10.000

Tabell 2a

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2b

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

( ) = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

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

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

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

Tall i parentes angir ønsket verdi.

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

Krav til steinklasse, abrasjonsverdi, slitasjemotstand og kulemølleverdi for dekketilsag. **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 kisminerale (svovelkis, magnetkis) er uønsket.

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

Alkaliløselig 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.