

NGU Rapport 98.098  
Ressurskartlegging av steinforekomster i  
Stjørdal kommune, Nord-Trøndelag.

Rapport nr.: 98.098		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Ressurskartlegging av steinforekomster i Stjørdal kommune, Nord-Trøndelag.				
Forfatter: Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: Stjørdal kommune, NGU		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Stjørdal		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621-1 Stjørdal, 1622-2 Frosta		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 35	Pris: 65,-	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført: Mai 1998	Rapportdato: 17. juni 1998	Prosjektnr.: 2633.18	Ansvarlig: <i>Per R. Neeby</i>	
Sammendrag:				
<p>På grunn av den høye aktiviteten i bygge- og anleggsvirksomheten i Stjørdal (Hell - Halsen området) har det vært et stort press på kommunen for etablering av nye steinuttak. For å få en bedre oversikt over ressurs-situasjonen ønsker Stjørdal kommune å starte et planarbeid der knust stein som byggeråstoff (pukk) skal innarbeides i kommuneplanens arealdel.</p> <p>Innenfor de undersøkte delene av Stjørdal kommune er det store reserver av bergarter med meget svak kvalitet. Knuste produkter av bergarter med denne kvalitet er kun egnet til bruksformål der det ikke stilles krav til mekanisk styrke. Bergarter med middels kvalitet er det derimot vanskeligere å påvise, mens god til meget god kvalitet ikke er påvist.</p> <p>Ett av problemene er å finne uttaksmessige store nok areal der berggrunnen er ensartet. Gjennomgående er berggrunnen i kommunen svært varierende med innslag av svartskifer, leirskifer og fyllitt. Dette er uheldig ikke bare rent kvalitetsmessig, men også driftsteknisk.</p> <p>Best kvalitet er påvist i områder med massiv rhyolitt (Fossberga pukkverk og Bergsmoen ?) og konglomerat (Lauvåsen). Ressursmessig vil kommunens behov for kvalitetsstein være knyttet til områder der disse bergartene opptrer innenfor større areal. Områder innenfor grønnstein (E6 nord Stjørdal) kan også gi middels kvalitet, men dette må kartlegges nærmere ved undersøkelse av mekaniske egenskaper.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi		Byggeråstoff		Fagrapport
Fallprøve		Abrasjon		Kulemølle
Pukk				

## INNHALDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON.....	4
1 FORORD.....	5
2 GJENNOMFØRING.....	6
3 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER .....	8
5 RESULTATER OG VURDERINGER .....	9
5.1 BERGET/FORBORDSFJELLET .....	9
5.2 E6 NORD STJØRDAL.....	10
5.3 KYLLOBRUDET .....	11
5.4 KNOTTBAKKAN PUKKVERK.....	12
5.4.1 Analyseresultater.....	12
5.4.2 Anvendelse som byggeråstoff .....	12
5.5 ØFSTI.....	13
5.5.1 Analyseresultater.....	13
5.5.2 Anvendelse som byggeråstoff .....	14
5.6 BERGSKLEIVA PUKKVERK .....	15
5.6.1 Analyseresultater.....	15
5.6.2 Anvendelse som byggeråstoff .....	15
5.7 BERGSMOEN .....	16
5.8 GJEVINGÅSEN.....	16
5.9 KORSVEI .....	17
5.10 FURUBERGET .....	18
5.10.1 Analyseresultater.....	18
5.10.2 Anvendelse som byggeråstoff .....	19
5.11 FOSSBERGA PUKKVERK.....	19
5.11.1 Analyseresultater.....	20
5.11.2 Anvendelse som byggeråstoff .....	20
5.12 LAUVÅSEN.....	21
5.12.1 Analyseresultater.....	21
5.12.2 Anvendelse som byggeråstoff .....	22
6 RESSURSOVERSIKT .....	23
7 FORSLAG TIL FORSYNINGSPLAN OG VIDERE UNDERSØKELSER.....	24
8 REFERANSE .....	26

## VEDLEGGSLISTE

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

## KONKLUSJON

Innenfor de undersøkte delene av Stjørdal kommune er det store reserver av bergarter med meget svak kvalitet (tabell 1). Knuste produkter av bergarter med denne kvalitet er kun egnet til bruksformål der det ikke stilles krav til mekanisk styrke. Bergarter med middels kvalitet er det derimot vanskeligere å påvise, mens god til meget god kvalitet ikke er påvist.

Ett av problemene er å finne store nok uttaksareal med ensartet berggrunn. Gjennomgående er berggrunnen i kommunen svært varierende med innslag av svartskifer, leirskifer og fyllitt. Dette er uheldig ikke bare rent kvalitetsmessig, men også driftsteknisk.

Best kvalitet er påvist i områder med massiv rhyolitt (Fossberga pukverk og Bergsmoen ?) og konglomerat (Lauvåsen). Ressursmessig vil kommunens behov for kvalitetsstein være knyttet til områder der disse bergartene opptrer innenfor større areal. Områder innenfor grønnstein (E6 nord Stjørdal) kan også gi middels kvalitet, men dette må kartlegges nærmere ved undersøkelse av mekaniske egenskaper.

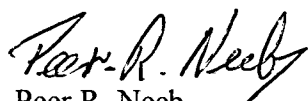
Område	Antatt bergartskvalitet innenfor området
01-Berget/Forbordsfjellet	Meget svak
02-E6 nord Stjørdal	Middels / Meget svak
03-Kyllobruddet	Meget svak
04-Knottbakkan pukverk	Middels / Svak
05-Øfsti	Svak
06-Bergskeiva pukverk	Meget svak
07-Bergsmoen	Middels / ?
08-Gjevingåsen	Meget svak
09-Korsvei	Middels / Meget svak
10-Furuberget	Middels / Meget svak
11-Fossberga pukverk	Middels
12-Lauvåsen	Middels / Meget svak

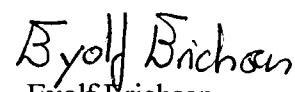
Tabell 1. Ressursoversikt over antatt bergartskvalitet.

## 1 FORORD

På grunn av den høye aktiviteten i bygge- og anleggsvirksomheten i Stjørdal (Hell - Halsen området) har det vært et stort press på kommunen for etablering av nye steinuttak. For å få en bedre oversikt over ressurs situasjonen ønsker Stjørdal kommune å starte et planarbeid der knust stein som byggeråstoff (pukk) skal innarbeides i kommuneplanens arealdel. Siktemålet er at aktiviteten i forbindelse med uttak av byggeråstoff kan foregå etter samfunnsøkonomiske og miljømessige akseptable kriterier. Norges geologiske undersøkelse (NGU) er engasjert av kommunen for å utrede den faggeologiske delen av planen. Arealdelen skal rulleres slik at nye forslag til uttak løpende skal kunne innarbeides i planen.

Trondheim 17. juni 1998  
Hovedprosjekt for byggeråstoffer

  
Peer R. Neeb  
Hovedprosjektleder

  
Eyolf Erichsen  
Forsker

## 2 GJENNOMFØRING

De utvalgte lokalitetene som er undersøkt i denne runden er valgt ut etter følgende kriterier;

- Områder som ut fra transportavstand kan være av interesse for leveranse til forbruksområdet Hell-Halsen
- Eksisterende uttak i drift eller nedlagt
- Områder som ønskes vurdert av entreprenører
- Områder som ut fra geologi kan være av interesse ut fra antatt bergartskvalitet

Stjørdal kommune, entreprenører og NGU har alle kommet med innspill med valg av områder (figur 1) i denne innledende fasen. Samtlige områder er befart og for hvert enkelt område er følgende faktorer vurdert og beskrevet;

- Overdekningsgraden av løsmasser og blotningsgrad
- Geologien
- Vurdering av bergartskvaliteten
- Generell bedømmelse av uttaksmulighetene

Opprinnelig var det ønske om å prøveta de fleste lokalitetene for å få en mer eksakt bedømmelse av de mekaniske egenskapene til de ulike bergartstypene. Omfanget av prøvetakingen ble noe redusert, men sammen med prøver som tidligere er blitt tatt av NGU, er grunnlaget tilstrekkelig for å få en oversikt over bergartskvaliteten innenfor kommunen.

Da en stor andel av forbruket i kommunen [1] er basert på byggeråstoff av lav kvalitet (fyllmassekvalitet), er det av Stjørdal kommune blitt presisert at god kvalitet alene ikke skal vektlegges.

Feltundersøkelsene ble gjennomført i mai 1998 av Eyolf Erichsen, Arnt Ove Grønbech og Norodd Meisfjord, alle NGU.



Figur 1. Undersøkte områder.

### 3 ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Analyser som er utført ved NGU er densitet, fallprøven (sprøhet, flisighet, pakningsgrad), abrasjon og kulemølle. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig av Maarten Broekmans, NGU. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Vanligvis blir prøvene tatt som håndstore prøvestykker som tilsammen utgjør ca. 30 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet knust ned med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmateriale gjelder i første rekke for materiale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist [2] at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til jomfruelige prøver tatt i felt, også kalt «stuffprøver». Produksjonsprøvene vil være avhengige 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 sammenliknbare med resultatene for stuffprøvene som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

For materialer som skal anvendes som tilslag i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighetstallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitastjemetstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølleverdien. Det er meningen at 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 for tilslagsmaterialer 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 5000-15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0
"	" , ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

Tabell 2.

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



Til betongformål stilles ingen spesielle krav til mekanisk styrke, med unntak for høyfastbetong. For høyfastbetong er det viktig at steinmaterialet er «sterkt» da tilslaget ofte er bestemmende for betongens totalstyrke. For vanlig betong bør tilslaget generelt være «mekanisk godt» og inneholde minst mulig glimmer. Det er først og fremst kornformen uttrykt ved flisigheten og kornfordelingen etter sikting som er avgjørende for om et tilslagsmateriale er egnet til betongformål.

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

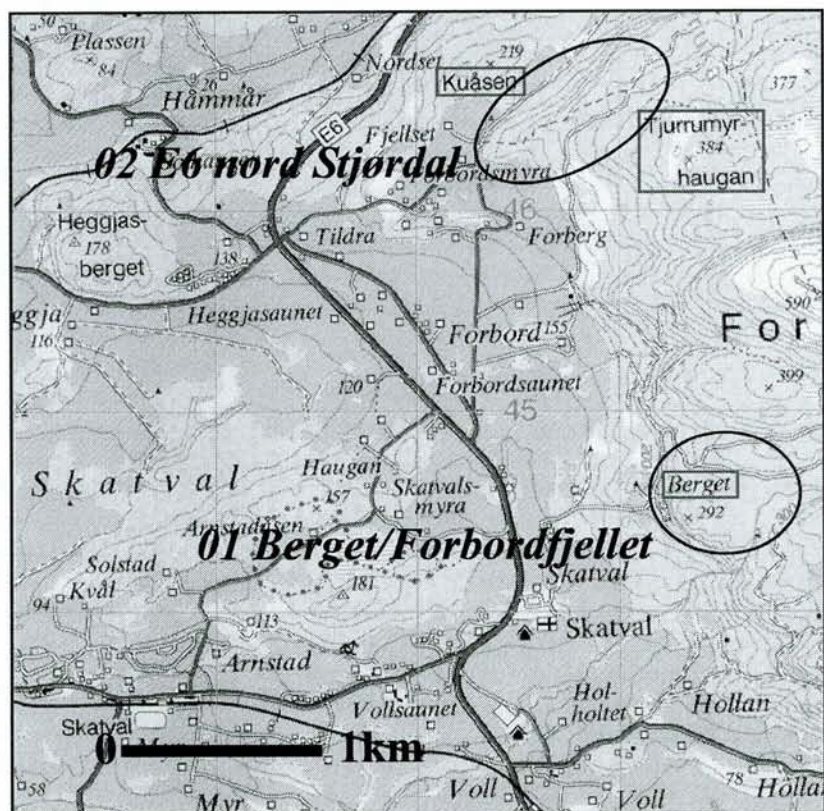
Etter NGU's oppfatning bør generelt kravene for høyt trafikkerte veger innfris, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfris for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet. Selv om det for lett trafikkerte veger stilles en del krav som ikke er nødvendige for fyllmassekvaliteter, bør produktspekteret for et pukkverk, som bestemmes av bergartskvaliteten, ha en viss bredde for å kunne forsvare investeringene i et nytt verk.

## **5 RESULTATER OG VURDERINGER**

### **5.1 Berget/Forbordsfjellet**

Området (figur 2) er moderat overdekket (d.v.s. <1m). Blotningsgraden er god spesielt langs vegen opp mot Forbordsfjellet. I skrenten nedenfor Berget opptrer en grensesone mellom overliggende grønnstein og underliggende bergarter som er kalkstein og en tynn mellomliggende sone med svartskifer. Grønnsteinen er markert oppsprukket og vurderes derfor å være av en dårlig kvalitet. Det er tatt ut litt urmasser i skrenten under Berget. De underliggende bergartene sees her godt og spesielt svartskiferen med antatt meget svak bergartskvalitet, ansees som uinteressant for pukkframstilling.

Uttaksmessig ansees området som mindre interessant. Det er vanskelig å få plassert et brudd som er skjermet for innsyn. I tillegg er stigningen langs vegen opp til «plataet» ved høydepunktet Berget noe for bratt for tungtransport.



Figur 2. Utsnitt av kartblad 1622-2, Frosta.

## 5.2 E6 nord Stjørdal

Det undersøkte området (figur 2) er moderat overdekket, men blotningsgraden er såpass lav at det er vanskelig å observere berggrunnen. Forekomsten er markert som en åsrygg som strekker seg med en sørvest-nordøstlig retning. Langs toppen av ryggen ble det observert en massiv grønnstein. Bergarten virker ensartet og homogen. Ryggen faller bratt mot nordvest som i.h.t. berggrunnskartet [3] markerer grensen mellom grønnsteinen og underliggende bergarter som er fyllitt/leirskifer med tynne lag med metasandstein. I og med at underliggende bergarter faller på skrå inn under grønnsteinen kan mektigheten av grønnsteinen være begrenset mot dypet i dette området. I så måte kan området noe lenger mot øst være bedre (Tjurrumyrhaugan).

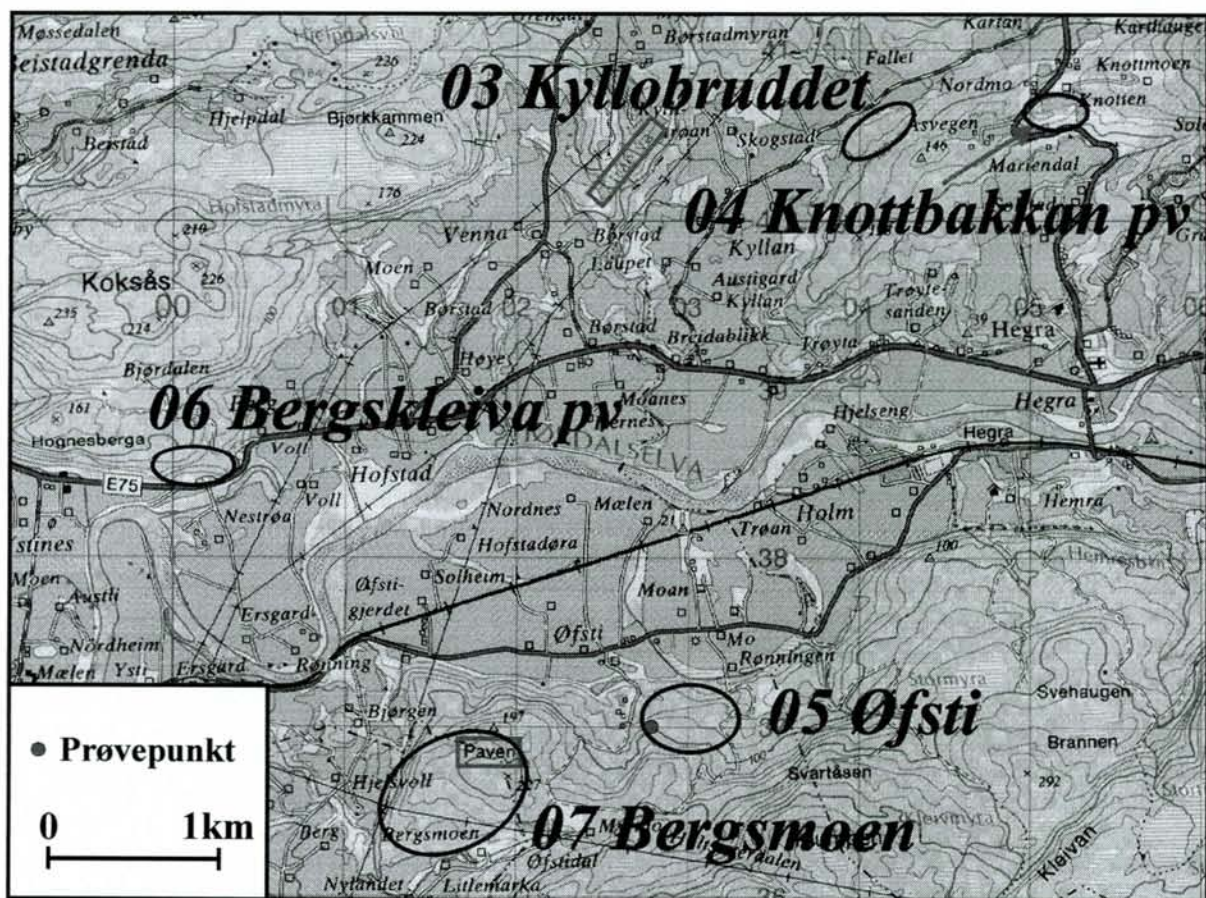
Massiv grønnstein kan gi brukbare resultater i mekanisk styrke og vurderes å ha inntil middels bergartskvalitet. Erfaringsvis kan de abrasive egenskapene være forholdsvis svake slik at tilslag av denne bergartstypen kan være mindre egnet til vegdekke med en viss trafikkbelastning. De underliggende bergartene, fyllitt og leirskifer, antas å ha meget svak bergartskvalitet. Metasandstein kan være noe bedre hvis bergarten opptrer ensartet innenfor mektigere soner.

Området ligger sentralt i forhold til E6. Uttaksmessig ville det være gunstig «å angripe» åsryggen i bratthellningen mot nordvest slik at Kuåsen kan fungere som skjerm som hindrer innsyn. I bratthellningen opptrer som nevnt bergarter med antatt dårlig kvalitet. Med et uttak på østsiden av selve åsryggen vil det lett bli innsyn fra et stort omland.

### 5.3 Kyllobruddet

Bergarten i bruddet (figur 3) er dominert av en svart leirskifer og fyllitt som gjør at bergarten etter knusing er svært flisig. Stedvis opptrer tynne sandsteinslag. Bergarten vurderes som uegnet til veg- og betongformål. Materialet fra bruddet er av NVE benyttet som plastringsstein langs Gråelva. Til dette formålet samt andre anvendelsesområder der det ikke stilles krav til kvalitet, vil materialet være egnet såfremt finstoffandelen etter knusing/sikting er på et akseptabelt lavt nivå.

For et steinbrudd av denne typen, der det sannsynligvis kun sporadisk er aktuelt å ta ut masser, bør en velge en driftsform der det utføres planering og vegetering av tidligere utdrevne partier suksessivt med at bruddet utvides.



Figur 3. Utsnitt av kartblad 1621-1, Stjørdal.

#### 5.4 Knottbakkan pukverk

Dominerende bergart i bruddet (figur 3) er en massiv fin- til middelskornet gråvakkesandstein. Vest i bruddet ved innkjøringen opptrer en svart leirskifer/fyllitt. Mindre parter av leirskifer/fyllitt opptrer også innenfor sonen med gråvakkesandstein og andelen synes å tilta østover i bruddet. Det er montert et 2 trinns knuseverk i bruddet. Gråvakkesandsteinen gir en høy andel finstoff ved knusing/sikting.

Det er mulig å få til en akseptabel skjerming av bruddet ved videre drift østover langs åsen. Ved å sette igjen fjellpartier både mot sør og nord, og kun drive ut deler av toppen, vil bruddet kunne skjermes m.h.t. innsyn.

##### 5.4.1 Analyseresultater

Prøve er tatt selektivt av den massive gråvakkesandsteinen uten innslag av leirskifer/fyllitt. Resultatene er oppgitt i tabell 3. Analysene vurderes til å representere det beste som kan oppnås innenfor bruddområdet. Ved innblanding av leirskifer/fyllitt må en anta at verdiene kan bli betydelig dårligere.

Lab.nr.	980028
Densitet	2,74
Pakningsgrad	1
Sprøhetstall	33,2
Flisighetstall	1,36
Steinklasse	1
Abrasjonsverdi	0,63
Sa-verdi	3,6
Kulemølleverdi	17,6

Tabell 3. Mekaniske egenskaper.

##### 5.4.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 4, se også tabell 2)

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnetetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-	-	-	Uegnet
“	“ , ÅDT 1500-3000	+	-	-	-	Uegnet
“	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.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris.

Til vegformål er materialet egnet til bære- og forsterkningslag og til vegdekke med lav trafikkbelastning. Gråvakkessandstein klassifiseres som en potensiell alkalireaktiv bergart slik at spesialundersøkelser må utføres for å få klarlagt om bergarten er egnet som tilslag i betong. For andre typer anvendelse med lave eller ingen kvalitetskrav er bergarten fullt ut egnet. Spesielt må påpekes bergartens gode slagmotstand som gjør at den faller inn under steinklasse 1.

## 5.5 Øfsti

Området (figur 3) er moderat overdekket, men blotningsgraden er lav så det er vanskelig å få en fullgod oversikt over geologien. I henhold til berggrunnskartet [4] opptrer en gråvakkessandstein med tynne lag av leirskifer. Dette synes å stemme for de få blotningene som ble observert.

Uttaksmessig virker området gunstig i forhold til å få til et skjermet driftsopplegg.

### 5.5.1 Analyseresultater

Prøven ble tatt langs en sti inn mot området (figur 3) der det tidligere er sprengt eller røsket ut en del masser. Prøven er tatt innenfor en sone med en massiv finkornet gråvakkessandstein. Lokalt opptrer mer retningsorienterte (folierte) partier i gråvakkessandsteinen. Resultatene er oppgitt i tabell 5.

Lab.nr.	980029
Densitet	2,88
Pakningsgrad	1
Sprøhetstall	32,1
Flisighetstall	1,36
Steinklasse	1
Abrasjonsverdi	0,75
Sa-verdi	4,3
Kulemølleverdi	14,9

Tabell 5. Mekaniske egenskaper.

### 5.5.2 Anvendelse som byggeråstoff

På basis av analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 6, se også tabell 2)

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnethetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-	-	-	Uegnet
“	“ , ÅDT 1500-3000	+	-	-	-	Uegnet
“	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	-	i.k.	i.k.	Uegnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris.

For vegformål er materialet kun egnet til bære- og forsterkningslag. Gråvakkessandstein klassifiseres som potensiell alkalireaktiv slik at nærmere analyser må utføres for å få klarlagt om bergarten er egnet som tilslag i betong. For andre typer anvendelse med lave eller ingen kvalitetskrav er bergarten fullt ut egnet hvis finstoffandelen etter knusing/ sikting er på et akseptabelt lavt nivå. Spesielt må påpekes bergartens gode slagmotstand som gjør at den faller inn under steinklasse 1.

## 5.6 Bergskeiva pukverk

Bergartene i bruddet (figur 3) veksler sterk mellom leirskifer, fyllitt og sandstein. Partiene med sandstein varierer i mektighet fra centimeters tykkelse opp til massive benker på meters tykkelse. Berggrunnen i området er svært lite ensartet. Overdekningsgraden i terrenget ovenfor bruddet er moderat.

Det er fullt ut mulig å ta ut mer masse videre bakover i terrenget uten at dette vil medføre ytterligere innsynsproblemer i forhold til det som eksisterer i dag.

### 5.6.1 Analyseresultater

Det er tidligere blitt tatt prøver fra bruddet som er analysert av NGU (tabell 7) i forbindelse med flere forskjellige prosjekt ([5], [6]).

Lab.nr.	862195	892031	892096	922018	932040	Gj.snitt
Densitet	2,70	2,73	2,72	2,71	2,73	2,72
Pakningsgrad	2	1	2	3	3	1-3
Sprøhetstall	41,8	42,7	45,0	45,4	43,2	43,6
Flisighetstall	1,41	1,41	1,39	1,37	1,42	1,40
Steinklasse	2	2	2	3	2	2
Abrasjonsverdi	1,05	-	-	1,37	1,05	1,16
Sa-verdi	6,8	-	-	9,2	6,9	7,7
Kulemølleverdi	-	-	-	-	29,4	29,4

Tabell 7. Mekaniske egenskaper.

Variasjonen i bergartssammensetningen i bruddet framkommer best mekanisk ved pakningsgraden og abrasjonsverdien. Innslag med fyllitt/leirskifer gir ofte høy pakningsgrad. Når pakningsgraden er lik 3, er fallprøven (sprøhet-, flisighetstall og steinklasse) ikke egnet som testmetode for bedømmelse av mekaniske styrkeegenskaper. De ekstremt høye abrasjonsverdiene kan også forklares ved innslag av mekanisk svakt bergartsmateriale.

### 5.6.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i gjennomsnittsverdien for analyseresultatene i tabell 7, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 8, se også tabell 2)

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnethetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	Uegnet
"	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-	-	-	Uegnet
"	" , ÅDT 1500-3000	+	-	-	-	Uegnet
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	-	i.k.	i.k.	Uegnet
Bærelag		+	-	i.k.	i.k.	Uegnet
Forsterkningslag		+	-	i.k.	i.k.	Uegnet

Tabell 8. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemetstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemetstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris.

Til vegformål der det stilles krav til materialet er tilslag fra denne forekomsten uegnet (tabell 8). De glimmerrike partiene med leirskifer/fyllitt gjøre at materialet også til betongformål er lite egnet. For anvendelse til bruksområder der behovet kun er lav-kvalitetspukk vil materialet være egnet såfremt finstoffandelen etter knusing/sikting er på et akseptabelt lavt nivå.

### 5.7 Bergsmoen

Overdekningen i området (figur 3) er moderat. Grensene mellom de ulike bergartene som er oppgitt på det geologiske kartet [4] synes å være korrekt i dette området. På toppen av Paven (figur 3) ble det observert en forholdsvis massiv rhyolitt. Den grenser i øst mot en finbåndet bergart som viser sterk veksling mellom leirskifer, fyllitt og sandstein. Området ble ikke nærmere befart vest for toppen av Paven p.g.a. at stedet uttaksmessig virker mindre interessant. Et eventuelt dagbrudd lar seg vanskelig kunne skjerme for innsyn i et terreng som dette.

Den massive rhyolitten vurderes generelt å ha middels bergartskvalitet.

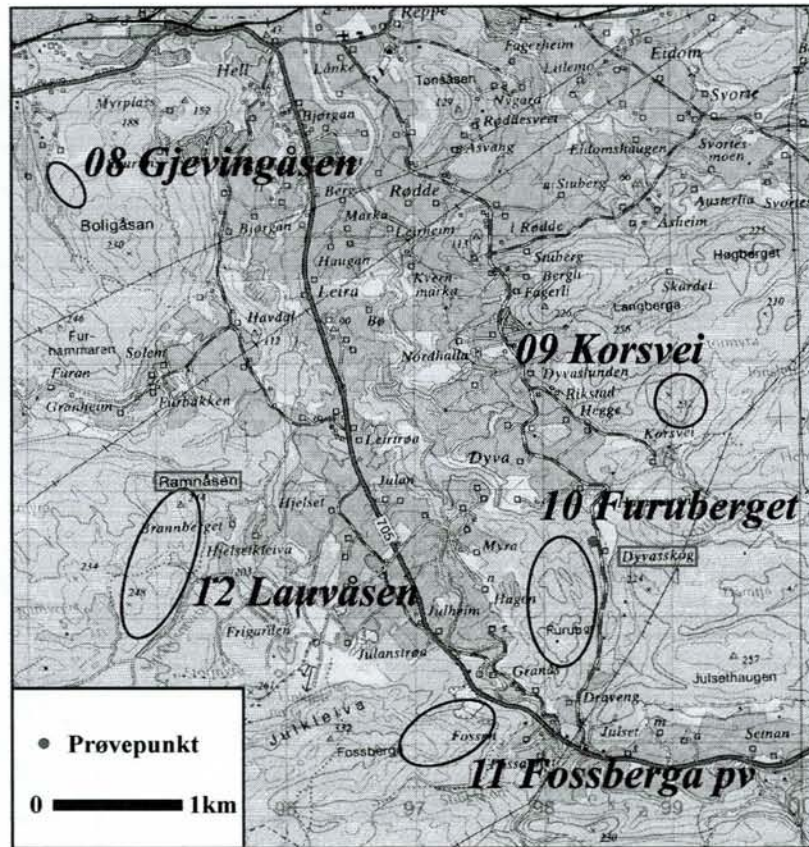
### 5.8 Gjevingåsen

Området (figur 4) er moderat overdekket, men blotningsgraden er lav. I de få blotningene av berggrunnen som ble observert opptrer en sterk veksling mellom leirskifer og sandstein. I overflaten er bergarten forvitret og danner «fløssberg». Denne type bergart vil sannsynligvis ikke kunne anvendes til bruksområder der det stilles krav til mekaniske egenskaper. For bruk som lav-kvalitetsmasse bør material være egnet såfremt finstoffandelen etter knusing/sikting er



er på et akseptabelt lavt nivå. Driftsteknisk er innblanding av for høy andel leirskifer og fyllitt uheldig.

Et eventuelt uttak vil vanskelig kunne skjermes for innsyn fra nærliggende bebyggelse.



Figur 4. Utsnitt av kartblad 1621-1, Stjørdal.

## 5.9 Korsvei

Området (figur 4) er moderat overdekket med stedvis gode blotninger spesielt i de bratteste delene av terrenget. Berggrunnen i området er mer kompleks enn det som framkommer på det geologiske kartet [4]. Sonen med rhyolittisk tuffitt er unntaksvis massiv. Sonen viser innblanding med svartskifer/fyllitt og rhyolitten opptrer i sterk veksling med disse. Tilsvarende inhomogenitet innenfor samme sone med rhyolittisk tuffitt er tidligere kartlagt lenger mot vest, sør for Hommelvik [7].

Vest for sonen med rhyolittisk tuffitt opptrer i.h.t. det geologiske kartet [4] en sone med leirskifer eller fyllitt med tynne lag med metasandstein. Kartet er trolig feil for ved feltbefaringen ble det her observert en massiv gråvakkessandstein som muligens også kan klassifiseres som en massiv rhyolitt. Denne sonen bør kanskje inngå i det som på det geologiske kartet er betegnet rhyolittisk tuffitt, tilsvarende som ved Fossberga pukkeværk (se kap. 5.11)

Bergartskvaliteten er vanskelig å vurdere p.g.a. inhomogenitet. Generelt vurderes den som middels til meget svak p.g.a. betydelig innblanding av svartskifer/fyllitt.

Uttaksmessig er området meget godt egnet m.t.p. å plassere et dagbrudd med tilhørende knuse-/sikteverk som er skjermet for innsyn.

## 5.10 Furuberget

Området (figur 4) er moderat overdekket med middels blotningsgrad. Som for lokaliteten Korsvei er berggrunnen mer kompleks enn det som framkommer på det geologiske kartet [4]. I den nordlige delen av området opptrer topografisk tre parallelle høydedrag med nordvest-sørøstlig retning. På toppen av høydedragene opptrer massive rhyolittbenker som faller mot nordøst.

I underkant av rhyolittbenkene, d.v.s. topografisk i bratthelningene sørvest, nedenfor høydedragene, opptrer en sterk veksling mellom svartskifer, fyllitt og mer massiv sandstein muligens rhyolitt. Disse partiene er svært skifrige og tildels mektige. Det geologiske kartet stemmer også dårlig i forhold observasjoner langs den gamle traseen for Rv. 705 som går på nordsiden av elva Leksa. Her dominerer bergarten konglomerat kun med en mindre sone rhyolitt helt sør for bebyggelsen langs vegen. Berggrunnen i området må derfor betegnes som inhomogen og lite i samsvar med det geologiske kartet.

### 5.10.1 Analyseresultater

Det ble tatt en prøve selektivt av massiv fin- til middelskornet rhyolitt i vegskjæringer ved gården Dyvasskog (figur 4). Også her opptrer partier med finkornet svartskifer, så prøven er på ingen måte representativ for området. Det ble valgt å prøveta den bergartstypen som antas å gi best resultat. Resultatene er vist i tabell 9.

Lab.nr.	980030
Densitet	2,71
Pakningsgrad	1
Sprøhetstall	41,6
Flisighetstall	1,35
Steinklasse	2
Abrasjonsverdi	0,62
Sa-verdi	4,0
Kulemølleverdi	9,5

Tabell 9. Mekaniske egenskaper.

### 5.10.2 Anvendelse som byggeråstoff

Ut fra analyseresultatene er det utført en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 10, se også tabell 2)

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnethetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	Uegnet
“	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	Uegnet
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-	-	+	Egnet
“	“ , ÅDT 1500-3000	+	-	-	+	Egnet
“	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

Tabell 10. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris.

Materialet dekker kravene for bære- og forsterkningslag og til vegdekke på veier med gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 5.000 kjøretøyer. Det sistnevnte gjelder kun hvis man legger kulemølleverdien til grunn for bedømmelsen. Hvis en tar utgangspunkt i abrasjonsverdien er materialet kun egnet som tilslag til toppdekke ved ÅDT < 1500, mens kulemølleverdien tilfredsstillende kravene for ÅDT < 5000. Abrasjonsverdien og kulemølleverdien skal være likestilt, slik at det er tilstrekkelig at kun en av metodene dekker kravene som stilles til tilslagets abrasive egenskaper. Ellers er materialet egnet for betong og for bruk som lav-kvalitetsmasse.

### 5.11 Fossberga pukkerverk

Området (figur 4) som er regulert for uttak, er i 1993 blitt kartlagt i detalj av Franzefoss Bruk AS. Dette kartet viser et noe annet bilde enn NGUs foreløpige kart [4]. Den mektigste sonen med rhyolittisk tuffitt på NGUs kart er blitt utvidet og slått sammen med en tynnere sone med rhyolittisk tuffitt som ligger noe lenger mot nord. Denne utvidete sonen på Franzefoss sitt kart omfatter også mellomliggende bergart som i følge NGUs kart skal være en sone med leirskifer/fyllitt med tynne lag med metasandstein. Kartet som Franzefoss har utarbeidet viser at rhyolitt er den dominerende bergarten i denne utvidete sonen. Sporadisk opptrer mindre tynne soner med svartskifer/fyllitt. Innslaget med svartskifer/ fyllitt er dog helt underordnet og på ingen måte så omfattende som observert ved områdene Korsvei og Furuberget. Alt tyder på at det er et markert geologisk brudd (forkastning, bergartsendring) langs elva Leksa. Sørvest for elva (Fossberga) er innslaget med rhyolitt dominerende innenfor sonen med rhyolittisk tuffitt,

mens nordøst for elva er innslaget med svartskifer/fyllitt (Korsvei, Furuberget) mer vanlig og kanskje dominerende.

### 5.11.1 Analyseresultater

Det er tidligere blitt tatt prøver fra bruddet som er analysert av NGU (tabell 11) i forbindelse med flere forskjellige prosjekt ([5], [6], [8], [9]).

Lab.nr.	862194	882001	882002	892050	922019	932042	Gj.snitt
Densitet	2,60	2,70	2,70	2,70	2,68	2,72	2,68
Pakningsgrad	0	0	0	0	0	0	0
Sprøhetstall	42,8	42,9	36,5	34,4	37,4	35,8	38,3
Flisighetstall	1,45	1,48	1,45	1,33	1,38	1,39	1,41
Steinklasse	2	2	2	1	2	2	2
Abrasjonsverdi	0,46	0,51	0,60	0,65	0,56	0,58	0,56
Sa-verdi	3,0	3,3	3,6	3,8	3,4	3,5	3,5
Kulemølleverdi	-	-	-	-	-	8,7	8,7

Tabell 11. Mekaniske egenskaper.

Det er noe forskjell i de mekaniske egenskapene for de ulike prøvene. Prøvene med best sprøhetstall (lab.nr. 892050, 932042 og 882002) gir dårligst abrasjonsverdi og motsvarende gir prøvene med dårligst sprøhetstall (lab.nr. 862194 og 882001) best abrasjonsverdi. Variasjonen er dog ikke stor, men tyder på en viss inhomogenitet i materialet.

### 5.11.2 Anvendelse som byggeråstoff

Med utgangspunkt i gjennomsnittsverdien for analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 12, se også tabell 2).

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnethetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	-	-	-	-	Uegnet
"	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	+	Egnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-(+)	-	+	Egnet
"	" , ÅDT 1500-3000	+	-(+)	+	+	Egnet
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

Tabell 12. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris. Krav som nesten innfris gies koden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet).

Til vegformål dekkes kravene for bære- og forsterkningslag og til vegdekke på veger med gjennomsnittlig årsdøgnsrafikk (ÅDT) inntil 15.000 kjøretøyer. Det sistnevnte gjelder kun hvis man legger kulemølleverdien til grunn for bedømmelsen. Hvis en tar utgangspunkt i abrasjonsverdien tilfredsstillende materialet kun kravene som tilslag til toppdekke på veger med  $\text{ÅDT} < 1.500$ /(unntaksvis 3.000) kjøretøyer. I utgangspunktet skal abrasjonsverdien og kulemølleverdien være likestilt slik at det er tilstrekkelig at kun en av metodene dekker kravene som stilles til tilslagets abrasive egenskaper. Da det kun foreligger en kulemølleverdi og at abrasjonsverdiene er forholdsvis entydige, er det antatt at abrasjonsanalysene er mest representative for bergartens abrasive egenskaper. Dette betyr at materialet fra bruddet mest sannsynlig kun vil være egnet til vegdekker med lav ( $< 1.500$ ) unntaksvis middels ( $< 3.000$ ) trafikkbelastning. Forøvrig er materialet fullt ut egnet til betongformål og annen byggeteknisk anvendelse.

## 5.12 Lauvåsen

Området (figur 4) er moderat overdekket, men blotningsgraden er forøvrig god. Sentrale deler av ryggen som betegnes Lauvåsen består av bergarten konglomerat. Sonen er begrenset i mektighet og ved Stammyrvatnet opptrer en finbåndet bergart bestående av vekselvis leirskifer og sandstein. Den sistnevnte bergarten finnes også langs «foten» av åsryggen langs skogsbilvegen. Bergarten viser her dannelsen av «fløssberg» som er beskrivende for denne bergartens bestandighet som må betegnes som dårlig. I skardet mellom Lauvåsen og Ramnåsen (Nordre Lauvåsen) ble det observert innblanding av den finbåndete bergarten innenfor sonen med konglomerat. Området må betegnes som inhomogent. Uttaksmessig ligger området godt til m.h.t å anlegge et dagbrudd skjermet for innsyn fra omgivelsene.

### 5.12.1 Analyseresultater

Prøve er tatt innenfor sonen med konglomerat. Prøven er ikke representativ for forekomsten som helhet da det også opptrer andre bergarter med sannsynligvis dårligere mekaniske egenskaper. Resultatene er oppgitt i tabell 13.

Lab. nr.	980022
Densitet	2,75
Pakningsgrad	1
Sprøhetstall	34,9
Flisighetstall	1,33
Steinklasse	1
Abrasjonsverdi	0,63
Sa-verdi	3,7
Kulemølleverdi	17,8

Tabell 13. Mekaniske egenskaper.

## 5.12.2 Anvendelse som byggeråstoff

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske krav til vegformål (tabell 14, se også tabell 2).

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km	Egnethetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	+	-	-	-	Uegnet
"	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	+	-	-	-	Uegnet
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	+	-	-	-	Uegnet
"	" , ÅDT 1500-3000	+	-	-	-	Uegnet
"	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Bærelag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet
Forsterkningslag		+	+	i.k.	i.k.	Egnet

Tabell 14. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 2). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris.

Til vegformål tilfredsstilles kravene for både fyllmasse, bære- og forsterkningslag. Som tilslag til toppdekke er kulemølleverdien for dårlig til at materialet tilfredsstiller kravene. Abrasjonsverdien derimot dekker kravene for toppdekke på lavt trafikkerte veger med gjennomsnittlig årsdøgnstrafikk < 1.500 kjøretøyer. I og med at abrasjonsmetoden er likestilt med kulemøllemetoden er det tilstrekkelig at kun en av metodene dekker kravene som stilles til tilslaget abrasive egenskaper.

Ellers er materialet fullt ut egnet som tilslag i betong og for bruk til annen anvendelse der behovet kun er lav-kvalitetsmasser.

## 6 RESSURSOVERSIKT

Ut fra resultater og vurderinger (kap. 5) er det laget en samlet oversikt (tabell 15) over analysert og antatt bergartskvalitet for de undersøkte områdene. Bergartskvaliteten er rangert etter hvilke anvendelsesområder materialet er egnet til i.h.t. tabell 16.

Område	Analysert / vurdert bergartstype(r)	Analysert bergartskvalitet	Antatt bergartskvalitet innenfor området
01-Berget/Forbordsfjellet	Grønnstein/kalkstein/svartskifer	-	Meget svak
02-E6 nord Stjørdal	Grønnstein/leirskifer/fyllitt/metasandstein	-	Middels / Meget svak
03-Kyllobruddet	Leirskifer/fyllitt	-	Meget svak
04-Knottbakkan pukkverk	Gråvakkessandstein/leirskifer/fyllitt	Middels	Middels / Svak
05-Øfsti	Gråvakkessandstein/leirskifer	Svak	Svak
06-Bergskeiva pukkverk	Leirskifer/sandstein	Meget svak	Meget svak
07-Bergsmoen	Rhyolitt/Usikker geologi	-	Middels / ?
08-Gjevingåsen	Leirskifer/sandstein	-	Meget svak
09-Korsvei	Rhyolittisk tuffitt/svartskifer/fyllitt	-	Middels / Meget svak
10-Furuberget	Rhyolitt/svartskifer/fyllitt	Middels	Middels / Meget svak
11-Fossberga pukkverk	Rhyolitt	Middels	Middels
12-Lauvåsen	Konglomerat/leirskifer/sandstein	Middels	Middels / Meget svak

Tabell 15. Ressursoversikt basert på analysert/antatt bergartskvalitet.

Bergartskvalitet	Egnehetsvurdering i forhold til anvendelsesområder
Meget god	Egnet til alle typer byggetekniske anvendelser
God	Egnet til minst normal/høy trafikkerte veier, betong og som lav kvalitetsmasse
Middels	Egnet til minst lett trafikkerte veier, betong og som lav kvalitetsmasse
Svak	Egnet til bære- og forsterkningslag, betong og som lav kvalitetsmasse
Meget svak	Uegnet til veg- og betongformål, men egnet til som lav kvalitetsmasse

Tabell 16.

Da kravene for byggeråstoff varierer med hensyn til bruksområder, er det vanskelig å vurdere bergartskvaliteten samlet. Eksempelvis kan et materiale være fullt ut egnet til fyllmasse, men ellers uegnet til vegformål. Kvalitetsbegrepet blir i så måte noe upresist. Med dette som forbehold vurderes bergartskvaliteten i henhold til tabell 15 som middels innenfor områder med massiv rhyolitt (Fossberga, Bergsmoen ?). Områder med rhyolittisk tuffitt iblandet svartskifer og fyllitt (Korsvei, Furuberget) bedømmes å ha varierende bergartskvalitet fra middels til meget svak. Bergartsområder med gråvakkessandstein, sandstein, leirskifer eller fyllitt (Øfsti, Bergskeiva pukkverk, Gjevingåsen) vil sannsynligvis gi meget svak til svak kvalitet.

Kvaliteten forbedres sannsynligvis noe, men ikke mer enn til middels til svak når andel gråvakkesandstein eller sandstein øker i forhold til leirskifer/fyllitt (Knottbakkan pukverk). Områder med større andel leirskifer/fyllitt antas kun å gi meget svak bergartskvalitet (Kyllobruddet). Lokalteter innenfor områder med grønnstein (Berget/Forbordsfjellet, «E6 nord Stjørdal») vurderes å gi middels kvalitet, men ved kraftig deformasjon (oppsprekking) kan kvaliteten bli redusert. Områder med konglomeratiske bergarter (Lauvåsen) antas å gi middels bergartskvalitet. Kvaliteten kan variere avhengig av mengde og type innhold av bollemateriale i konglomeraten.

Innenfor de undersøkte områdene av Stjørdal kommune er der store reserver av bergarter med meget svak kvalitet. Knuste produkter av bergarter med denne kvalitet er kun egnet til bruksformål der det ikke stilles krav til mekanisk styrke.

Stedvis opptrer bergartstyper som gir noe bedre kvalitet og som dermed er egnet innenfor et noe bredere spekter av anvendelsesområder. Problemet er å finne større areal med ensartet homogen bergart. Gjennomgående er berggrunnen svært varierende og inhomogen med innslag av leirskifer, fyllitt eller svartskifer. Dette er uheldig ikke bare rent kvalitetsmessig, men også driftsteknisk. Innslag av skifrige bergarter medfører ofte problemer for knuse- og sikte-prosessen ved at de produserer høy andel finstoff ved knusing. Også i forbindelse med boring og sprengning kan innblanding av skifrige bergarter skape problemer.

Best kvalitet er påvist i områder med massiv rhyolitt og konglomerat. Selv disse bergartene kan være variable m.h.t. kvalitet. Spesielt gjelder dette områder med konglomerat der en må forvente innblanding av leirskifer eller fyllitt. Ressursmessig vil kommunens behov for kvalitetsstein være knyttet til områder der disse bergartene opptrer innenfor større areal.

## **7 FORSLAG TIL FORSYNINGSPLAN OG VIDERE UNDERSØKELSER**

Ved siden av kvalitet i forhold til bruksområde er transportavstand og begrensninger i vegnettets beskaffenhet viktige momenter i en forsyningsplan for byggeråstoffer. Det er tre hovedvegretninger inn mot Stjørdal sentrum (Hell - Halsen området), E6 nordover, E14 østover og Rv.705 sørøver.

Langs E6 nordover er potensialet knyttet til områder med grønnstein. Bergarten kan gi middels bergartskvalitet, men bør prøvetas og undersøkes nærmere for bedømmelse av mekaniske egenskaper. Området «E6 nord Stjørdal» kan være et aktuelt leteområde, men geologien i området må kartlegges nærmere for å avklare avgrensingen mellom grønnstein og nabobergarter. Et område noe lenger mot øst i forhold til «E6 nord Stjørdal» kan være et alternativ som bør vurderes nærmere (Tjurrumyrhaugan, se kap. 5.2 og figur 2). Området



Berget/Forbordfjellet ansees som uinteressant både kvalitets- og beliggenhetsmessig for videre oppfølging.

Langs E14 østover er det flere aktuelle uttaksområder, men der vil bergartene sannsynligvis kun være av svak til meget svak kvalitet. Bergskeiva pukkverk er det området som er nærmest sentrum og en videreføring av eksisterende uttak vil i så måte være gunstig. Et alternativt område vil være Knottbakkan pukkverk. Her bør det utføres nærmere geologisk kartlegging for å avklare forholdet mellom mektig gråvakkessandstein og soner med leirskifer/fyllitt. Kyllobruddet ansees kun å være av interesse for anvendelse som materiale til elveforbygning lokalt.

Langs Rv.705 er det i første rekke eksisterende uttak ved Fossberga pukkverk som vil være en viktig leverandør av knuste steinmaterialer til Stjørdalsområdet. Ut fra kvalitet vil også dette området på lang sikt være meget viktig for kommunen uavhengig av transportretning inn mot Stjørdal sentrum. Lauvåsen kan være et alternativt område for leveranse av lav-kvalitetsstein. Området bør kartlegges nærmere for å avgrense forløpet mellom konglomerat og øvrige bergarter. En må imidlertid vurdere om det er behov for et alternativt uttaksområde ved Lauvåsen, som ligger like ved, og langs samme transportretning inn mot Stjørdal sentrum som Fossberga pukkverk.

Bergartskvaliteten ved Furuberget antas å variere fra middels til meget svak p.g.a. innblanding av svartskifer og fyllitt. For å påvise eventuelle mektigere soner med rhyolitt må det utføres detaljert geologisk kartlegging. Igjen kan det stilles spørsmål om behovet for et nytt pukkverk i nærområdet til et større eksisterende uttak.

Områder som vurderes som mindre interessant bl.a. fordi vegnettet må rustes opp betraktelig for å tåle økt aksellast påkjønning er Øfsti, Bergsmoen og Korsvei.

Gjevingåsen har en gunstig beliggenhet i forhold til transportavstand. Kvaliteten vurderes som meget svak. Områdets potensial vurderes i første rekke å være av interesse ved en eventuell utvikling av den planlagte næringsparken i området. Det vil da være et stort behov for planeringsmasser lokalt og det utsprengte området kan senere inngå som næringsareal.

Potensialet for å finne bergarter av god kvalitet er i første rekke knyttet til sonen med rhyolittisk tuffitt på det foreløpige geologiske kartet [4]. Erfaring fra feltundersøkelsene tyder på at kartet ikke er kartlagt i en målestokk der eventuelle mindre områder med mer massiv rhyolitt framkommer. For en framtidsrettet planlegging av ressursene anbefales det at denne sonen kartlegges mer i detalj for om mulig å få påvist eventuelle nye områder med ensartet kvalitetsstein innenfor større areal.

## 8 REFERANSE

- [1] - Raaness, S. 1989: Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Nord-Trøndelag fylke 1988. *NGU Rapport 89.092*.
- [2] - Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratrieknusingens innvirkning på fallprøven, *Konferanse «Stein i vei» i Bergen, feb-1993*.
- [3] - Roberts, D. 1985: Frosta, foreløpig berggrunnsgeologisk kart 1622-2, 1:50.000, *NGU*.
- [4] - Wolff, Fr.Chr. 1988: Stjørdal, foreløpig berggrunnsgeologisk kart 1621-1, 1:50.000, *NGU*.
- [5] - Holt, E. 1993: Vurdering av kulemøllemetoden, fallprøven og abrasjonsmetoden for laboratrieknust og produksjonsknust steinmateriale. *Upubl. hovedoppgave ved NTH*.
- [6] - Erichsen, E. 1992: Knuseprosedyrens innvirkning på fallprøven. Delrapport 1. *NGU Rapport 92.289*.
- [7] - Erichsen, E. 1988: Pukkundersøkelser Trondheim - Stjørdal. *NGU Rapport 88.022*.
- [8] - Hugdahl, H. 1985: Vurdering av steinmateriale fra Lånke pukkverk. *NGU Rapport 85.121*.
- [9] - Hugdahl, H. 1988: Pukkundersøkelser i Fossberga pukkverk, Lånke. *NGU Rapport 88.044*.

- \* **Fallprøve (sprøhet og flisighet)**
- \* **Abrasjon**
- \* **Slitasjemotstand**
- \* **Kulemølle**
- \* **Tynnslip**

## Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

Fallprøven utføres ved at en bestemt fraksjon, 8,0-11,2 mm, med en kjent kornform av grus eller pukk, knuses i et fallapparat. Apparatet består av en morter hvor materialet utsettes for slag fra et 14 kg lodd som faller med en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korgrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets 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 tas også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflateforvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

Stoffprøvetaking kan også utføres i pukkverk, men det er som regel av større interesse å få undersøkt kvaliteten av steinmaterialet etter at det er bearbeidet i knuse-/sikteverket (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 puk Korn i fraksjonsområdet 11.2-12.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Platen presses med en gitt vekt mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

< 0.35	<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 ( $S_p$ ) 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.

## 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.

## 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".

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

( ) = ønskede abrasjonsverdier

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	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 kisminerale (svovelkis, magnetkis) er uønsket.

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

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

De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- \* Sandsteiner (arkose, sandstein, kvartssandstein, gråvakke)
- \* Deformasjonsbergarter (mylonitter, kataklasitter, mikrokrystallin kvartsitt)
- \* Sure vulkanske bergarter (rhyolitter, kvartskeratofyr)
- \* Argillitter (fyllitt, leirskifer, siltstein, skifer, mergel)
- \* Kvartsitt (mikrokrystallin)

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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