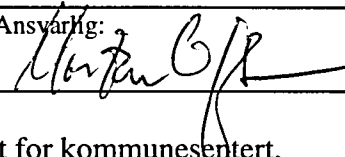


NGU Rapport 96.129

**Anortositundersøkelser
i Markane, Stryn kommune**

Rapport nr.: 96.129		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Anortosittundersøkelser i Markane, Stryn kommune				
Forfatter: Jan Egil Wanvik og Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: Stryn kommune		
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune: Stryn		
Kartblad (M=1:250.000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1318-4 Hornindal, 1318-1 Stryn		
Forekomstens navn og koordinater: Markane 3700 68670		Sidetall: 32 Pris: kr. 80,- Kartbilag:		
Feltarbeid utført: sept. 1995	Rapportdato: 14.11.96	Prosjektnr.: 2633.06	Ansvarlig: 	
<p>Sammendrag:</p> <p>Etter initiativ fra Stryn kommune er et anortosittfelt i Markane en mils veg vest for kommunesentert, undersøkt i ressursammenheng. Anortositten viser seg å være lys grå og veksler mellom å være relativt massiv og noe skifrig. Den er stort sett mye oppsprukket.</p> <p>Mekaniske tester av bergarten viser at den er middels til god etter norske krav, og er godt egnet til vegformål innelands. Den har meget god mekanisk styrke etter europeiske krav, men meget dårlig poleringsmotstand og er således uegnet som tilslag i vegdekke i de land som stiller slike krav. Til betongformål er den god.</p> <p>Bortsett fra avstand på noen kilometer til sjøen ligger den brukbart til i terrenget for et eventuelt uttak. Den mest aktuelle sonen har en bredde på over hundre meter og en lengde på flere kilometer. Store tonnasje er således tilstede.</p>				
Emneord:	industriminerale	ingeniørgeologi	anortositt	
	pukkundersøkelser	fagrapport		

INNHold

1 FORORD / INNLEDNING	4
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	4
3 GEOLOGISK OVERSIKT	5
4 UNDERSØKELSER I 1995	7
4.1 Feltresultater	7
5.1 Mekaniske analyseresultater	12
5.2 Kjemiske analyser.....	13
5.2.1 Hovedelementer.....	13
5.2.2 Syreløselighet.....	14
6 POTENSIELLE ANVENDELSER	14
6.1 Anvendelse som byggeråstoff.....	14
6.2 Mulige industrimineralanvendelser	15
6.3 Natursteinsformål.....	15
7 KONKLUSJON	16
8 REFERANSER.....	17

FIGURER

Figur 1. Anortosittens beliggenhet i Markane-området, 1:50.000

Figur 2. Skjæring ved skogsveg opp for Flore

Figur 3. Eksempel på anortosittens lyse utseende. Fra samme lokalitet som i figur 1.

Figur 4. Skjæring ved ny skogsveg opp for Nybø

Figur 5. Skifrihet og oppsprekning ved samme lokalitet som i figur 3.

Figur 6. Prøvetakingslokaliteter, 1:25.000

TABELLER

Tabell 1. Mineralfordeling i prøvene

Tabell 2. Mekaniske egenskaper

Tabell 3. Klassifisering (mekaniske egenskaper)

Tabell 4. Kjemisk analyse av hovedelementer

Tabell 5. Syreløselighet

Tabell 6. Grenseverdier for PSV for en del europeiske land

VEDLEGG

Vedlegg 1-3. Mekaniske egenskaper

Vedlegg A. Laboratorieundersøkelser (mekaniske egenskaper)

Vedlegg C. Norske kvalitetskrav for knust tilslag

1 FORORD / INNLEDNING

Sommeren 1995 ble NGU kontaktet av næringssjef Bjørn Blindheim Stryn kommune, med forespørsel om undersøkelser av et område med bergarten anortositt i Markane mellom Hornindalsvatnet i nordvest og Faleide i sørøst. Fra kommunens side var det bergartens potensiale i pukksammenheng som var av hovedinteresse. Anortositt har imidlertid flere ulike potensielle anvendelsesområder, og det ble enighet om at anortositten skulle vurderes også ut ifra de kriterier som legges til grunn ved slike alternative anvendelser.

Avtale om undersøkelser ble inngått, med en utgiftsfordeling på kr 31.900 for Stryn kommune og ca. kr 60.000 for NGU. Feltundersøkelsene ble utført av forsker Jan Egil Wanvik i september 1995.

2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Ved gjennomgang av NGU's arkivmateriale ble det konstatert at det for 30 år siden, nærmere bestemt desember 1965, ble foretatt en geologisk undersøkelse av det aller østligste partiet av det aktuelle større anortosittfeltet. Undersøkelsene som gikk ut på å vurdere anortosittens pukkpotensiale ble utført av NGU på oppdrag fra Olaf Haugen og Akers Mekaniske Verksted i Oslo. Feltet som den gang ble detaljert prøvetatt ligger på gården Sæterens (på nåværende kart Sætra) eiendom ved åsryggen Kjølen sør for Langesetvatnet.

Undersøkelsene er rapportert i NGU rapport nr. 677. En rekke prøver fra feltet ble testet for sprøhet og flisighet, og det ble konstatert at materialet under tvil tilfredstilte datidens krav til tette asfaltdekker med middels tung trafikk.

Ut fra dagens krav er materialet uegnet til vegdekke og unntaksvis egnet til bærelag. Av totalt 18 analyserte prøver var samtlige av meget dårlig kvalitet. Spesielt kornformen, flisighetstallet (1.51 i gjennomsnitt), gav dårlige verdier. P.g.a. den dårlige kornformen ble også sprøhetstallene (55.6 i gjennomsnitt) høye. To forhold kan forklare dette. Enten er prøvene tatt i et område med spesiell sterk forskifring av bergarten, noe som kan medføre dårlig kornform ved knusing. Alternativt er prøven bearbeidet feil ved knusing i laboratoriet som ofte medfører at kornformen blir uforutsett dårlig. I 1965 hadde de ikke kvalitets-rutiner for hvordan pukmprøver skal knuses ved laboratorieknusing. På grunn av avstanden til sjøen ble ikke det undersøkte feltet vurdert som interessant nok til oppstart av pukproduksjon.

I 1992 ble det tatt en prøve i Kongsvik steinbrudd i forbindelse med regionale pukkundørser fylket (NGU rapport nr. 93.058). Analyseresultatene fra denne nærliggende anortosittforekomsten taes med i denne rapporten for oversiktens skyld.

3 GEOLOGISK OVERSIKT

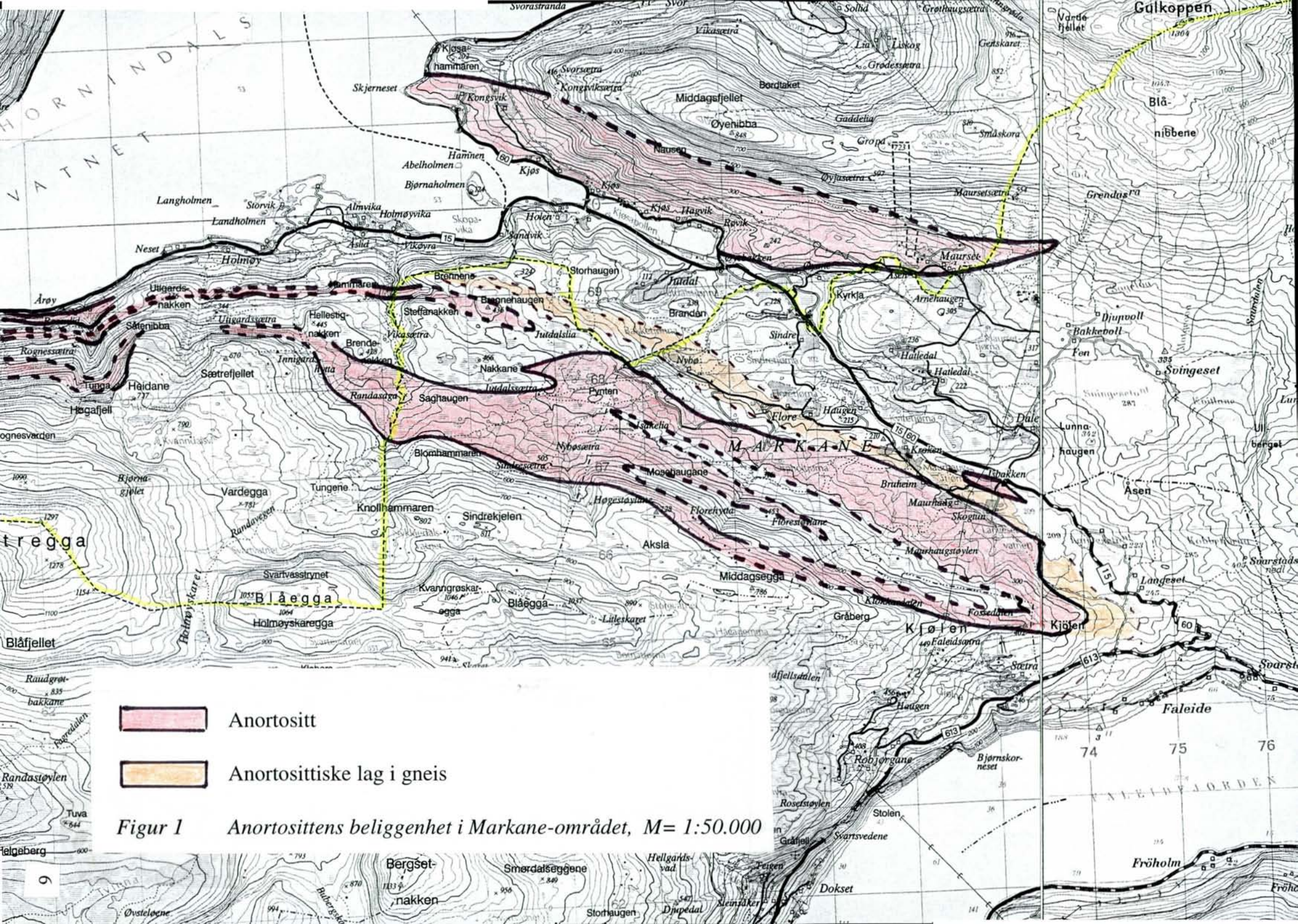
Bergartene innenfor Stryn kommune domineres av ulike gneistyper og granitter. Dertil opptrer i de vestlige og nordlige områder en del kvartsittskiferhorisonter, ultramafittkropper og eklogittlinser. Anortositt opptrer foruten i Markane også i fjellpartiet på sørsiden av Utvikfjorden. Anortositten opptrer der i tre ulike horisonter som for det meste ligger over skoggrensa. Også lengre vest i Nordfjord og videre nedover mot Sunnfjord opptrer anortositt

Anortositt er forøvrig en størkningsbergart som per definisjon inneholder minst 90% av mineralet feltspat. I tillegg inneholder den normalt en del mørke mineraler som amfibol, plagioklas, biotitt o.a.

I det aktuelle området ved Markane strekker det seg to hovedbelter med anortositt. Se figur 1. I nord går et felt fra Skjerneset ved Hornindalsvatnet i vest, forbi Maurset i øst og videre litt inn i Stryn kommune. I sør strekker så det andre feltet seg fra Skrede ved Hornindalsvatnet og østover gjennom Markane der det avsluttes vel 1 km nordvest for Faleide. Begge disse anortosittbeltene er av samme alder og opprinnelse.

I tillegg til de forannevnte områder med anortositter opptrer det i Markane også en enhet som er betegnet som anortosittiske lag i gneis. Denne ligger parallelt med og på nordøstsiden av Markane-anortositten. Enheten inneholder tynnere lag og belter med anortositt i veksling med en mørk og oftest båndet gneis. Disse anortosittlagene er alt for smale til å være av interesse i en økonomisk bergartsvurdering.

Alle bergartene i Stryn kommune er fra jordens urtid (prekambrium) og således mer enn 1 milliard år gamle. Under den kaledonske fjellkjedefoldning for omkring 500 millioner år siden ble alle bergartene i området utsatt for kraftige bevegelser, med foldninger og omvandling av mineraler som resultat. Alle anortosittområdene i kommunen gjennomgikk de samme påkjenninger, og de er således gjennomgående ganske kraftig omvandlet og mer og mindre forgneiset og forskifret.



4 UNDERSØKELSER I 1995

For å få en god oversikt over anortositten i Markane-området ble først de ulike partier av anortositten befart.

Anortosittbeltet i Markane strekker seg som nevnt videre vestover langs Hornindalsvatnet, og selv om vi der er inne i Eid kommune var det nyttig å kunne studere vegskjæringene med anortositt for å kunne danne et mest mulig helhetlig bilde av anortosittens variasjoner i området. Det samme gjelder anortositten langsetter vegen fra Kjøsapollen til Skjerneset.

Ovenfor gården Nybø er det anlagt en ny skogsveg som byr på helt friske vegskjæringer i anortositten. (se fig. 2) Også skogsvegen opp fra gården Flore har gode skjæringer (fig 4), og begge disse lokaliteter gir gode snitt gjennom sentrale deler av hovedanortosittbeltet.

I tillegg ble det gått en del profiler i terrenget på flere steder i det aktuelle området, opp for Nybø, Flore og Skogtun, samt i området nær hoppbakken ved Sætra der undersøkelsene for 30 år siden ble utført.

Fra utvalgte lokaliteter ble det tatt ut prøver for analyser, og ved de to skogsvegene opp for Nybø og Flore ble det på hvert sted samlet en 60-kilos prøve for testing av mekaniske og fysiske egenskaper. Se figur 6.

4.1 Feltresultater

Anortositten i det aktuelle området i Markane er stort sett lys grå, bortimot hvit. (se figur 2 og 3). Mørke mineraler opptrer kun i beskjeden mengde, men flekker, aggregater, striper og partivis bånd av grønnlig amfibol og epidot er tilstede i en viss grad. Noe mørk biotittglimmer opptrer også. Kun i enkelte partier er imidlertid de mørke mineraler tilstede i en slik mengde at bergarten ikke lengre kan karakteriseres som meget lys.

Anortositten i Markane skiller seg således positivt ut i sammenligning med feltet i Kongsvik-Kjøs der anortositten er mørkere og domineres av lag og bånd med biotitt og amfibol. I tillegg er Kongsvik-anortositten relativt skifrig.

Når det gjelder *skifrighet*, så varierer anortosittfeltet i Markane-Hornindalsvatnet en god del. I vest, langsetter Hornindalsvatnet er bergarten i stor grad relativt skifrig. Den delen av anortosittfeltet som ligger i Stryn kommune viser seg imidlertid i større partier å være dominert av en ganske *massiv* variant med relativt lite skifrighet (se fig.2). En viss skifrighet/foliasjon er

imidlertid tilstede også i de mest massive partier, og en relativt markert skifrihet som vist på figur 5 fra skjæring på den nye skogsbilvegen ovenfor Nybø er partivis tilstede.

Selv om anortositten i Markane kan betegnes som relativt massiv med tanke på skifrihet, er den samtidig også dominert av oppsprekning. Dette kan lettest observeres i skjæringene ved skogsvegene ovenfor Flore og Nybø der anortositten ser relativt "oppknust" ut.

Ved vanlig pukk- eller industrimineraluttak vil en slik oppsprekning ikke slå negativt ut. Snarere vil den gjøre bergarten lett å knuse, og således redusere knusekostnadene.

Detaljerte undersøkelser av anortosittens utbredelse og mektigheter i Markane var det ikke rom for innenfor rammene av disse undersøkelsene, men som det geologiske kartet viser er anortositten her delvis splittet opp i tre adskilte belter. De to øverste ligger et godt stykke opp i lia, og ved et eventuelt dagbrudd innenfor området er det naturlig nok den lavest beliggende sonen som er aktuell. Uttak til pukktester ble da også tatt i denne sonen. Bredden av sonen er på flere hundre meter, men bergartsgrensene har her et relativt slakt fall mot syd, og mektigheten av sonen kan anslåes til omkring 100 m. Ovenfor Nybø og Pynten ser de tre sonene ut til å gå sammen til en, og terrenget her er relativt slakt - gunstig for uttak.

Feltet har en samlet lengde på omkring 8 km i Stryn kommune, og volumer og tonnasje ser derfor ut til å være rikelig tilstede. Ettersom en angivelse av tonnasje er ønsket kan vi indikere, uten å ta for hardt i, at med en bredde på 100 m, og dyp på 40 m vil det kunne produseres 100 millioner tonn for hver kilometers lengde av denne sonen.



Figur 2. Skjæring ved skogsveg opp for Flore.



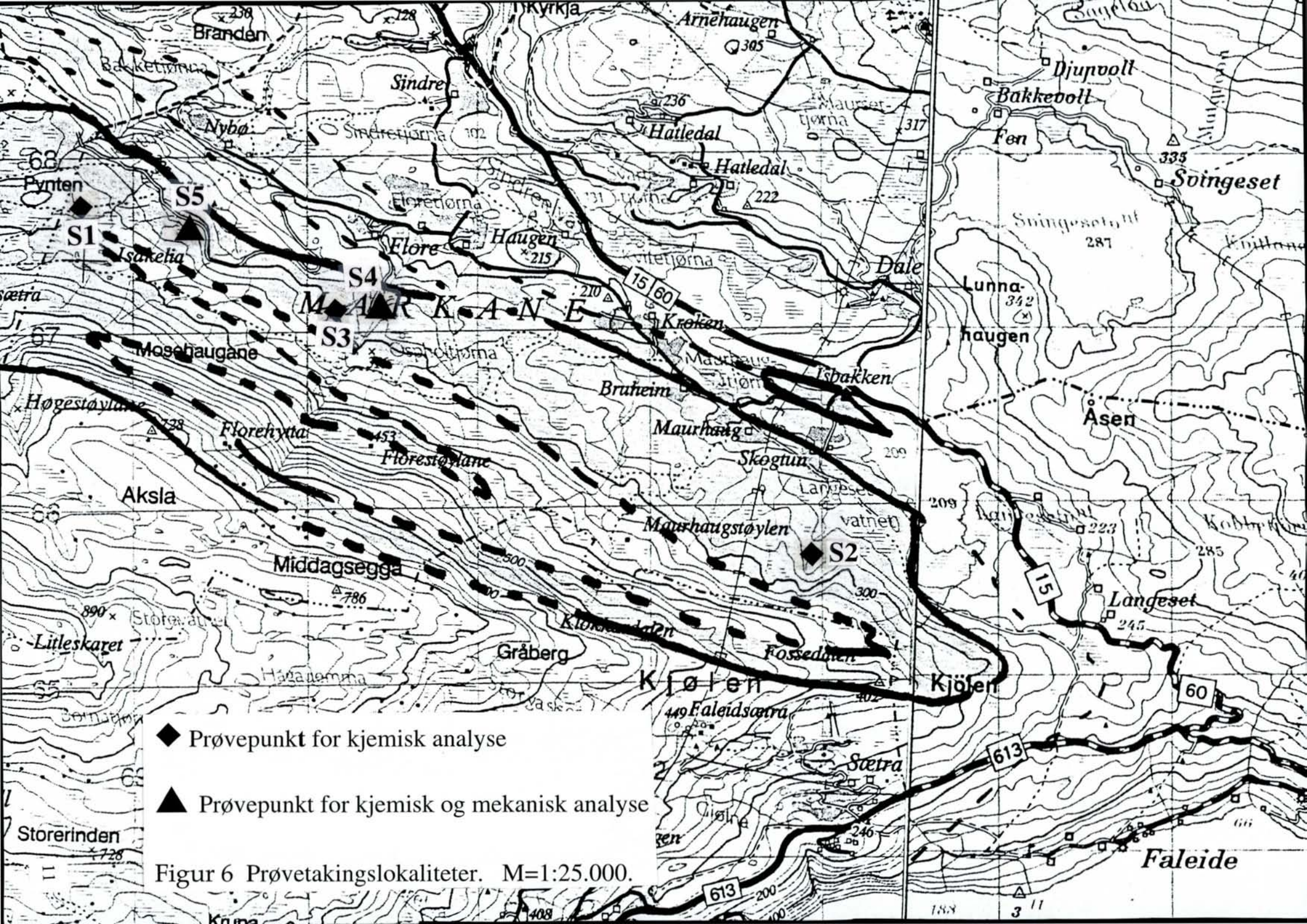
Figur 3. Eksempel på anortosittens lyse utseende. Fra samme lokalitet som i figur 2.



Figur 4. Skjæring ved ny skogsveg opp for Nybø



Figur 5. Skifrihet og oppsprekning ved samme lokalitet som i figur 4.



- ◆ Prøvepunkt for kjemisk analyse
- ▲ Prøvepunkt for kjemisk og mekanisk analyse

Figur 6 Prøvetakingslokaliteter. M=1:25.000.

5 RESULTATER FRA ANALYSENE

To større prøver fra vegskjæringer opp for Nybø og Flore er analysert for mekaniske egenskaper med tanke på byggeråstoff. Her var det mulig å ta friske uforvitrede prøver, noe som er meget viktig ved mekaniske tester. Fem prøver fra ulike steder innenfor feltet er dessuten analysert på kjemisk innhold med tanke på eventuelle industrimineral-anvendelser.

5.1 Mekaniske analyseresultater

Som bakgrunnsdata for de mekaniske testresultater gies i tabell 1 en prosentvis fordeling av de enkelte mineraler i de to undersøkte prøver, samt en tidligere undersøkt prøve fra Kongsvik steinbrudd:

Prøve	kornstørrelse	feltspat	epidot	glimmer	kloritt	kalkspat	zeolitt	titanitt
S4 (Flore)	middels	85	7	4	3			1
S5 (Nybø)	fin/middels	85	9	4	2			
Kongsvik stb.	middels/grov	80	10	5	1	2	2	

Tabell 1. Mineralfordeling i prøvene

Tabell 2 viser analyseresultatene. Vedlegg 1-3 gir en mer utfyllende oversikt over analyseresultatene. Vedlegg A beskriver laboratorieundersøkelsene for de forskjellige testmetodene og hvordan materialet klassifiseres.

Prøve	Densitet	Pak.grad	Sprøhet	Flisighet	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle	LA-verdi	PSV
S5 (Nybø)	2,70	0	38,8	1,33	0,43	2,7	5,3	13,2	45
S4 (Flore)	2,70	0	36,1	1,31	0,41	2,5	4,8	12,7	42
Kongsvik stb.*	2,84	0	38,1	1,30	0,48	3,0	-	-	-

* Resultat fra undersøkelse i 1992

Tabell 2. Mekaniske egenskaper.

Tabell 3 viser hvordan materialet klassifiseres etter norsk- (steinklasse, abrasjon og Sa-verdi) og europeisk (kulemøll, Los Angeles og PSV) standard normer.

Prøve	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle	LA-verdi	PSV
S5 (Nybø)	2	God	Middels	A	A	E
S4 (Flore)	2	God	God	A	A	F
Kongsvik stb.*	2	Middels	Middels	-	-	-

* analyse fra 1992

Tabell 3. Klassifisering (vedlegg A viser kode for inndeling).

Prøvene viser godt sammenfallende resultater som tyder på lite variasjon i de mekaniske egenskapene. Bergarten bedømmes som middels til god etter norske krav. Den mekaniske styrken viser meget god kvalitet etter europeisk norm. Poleringsmotstanden er derimot av meget dårlig kvalitet. Dette kan forklares ved at bergarten hovedsakelig består av ett mineral. Bergarter som domineres av ett mineral gir erfaringsvis dårlig kontrast i evnen til å motstå polering, i motsetning til bergarter som inneholder en rekke mineraler med forskjellig hardhetsgrad.

5.2 Kjemiske analyser

5.2.1 Hovedelementer.

Fem samleprøver fra feltet ble analysert på 10 ulike hovedelementer. Resultatene er vist i tabell 1. Sammenlignet med de aktuelle store anortosittfelter i indre Sogn viser Stryn-prøvene et Al_2O_3 -innhold som ligger omkring 2% lavere, og CaO -innholdet ligger ca. 3% lavere. Høye verdier for aluminium og kalsium er viktige for flere aktuelle anvendelsesområder, og Stryn-prøvene skiller seg her negativt ut.

SiO_2 -innholdet er derimot omkring 3% høyere enn i Sogn og dette kan være gunstig med tanke på en eventuell utnyttelse til både silisium og aluminiums-produksjon. En ny prosess med denne målsettingen er nå under utvikling, og anortositten i Markane vil være en av flere norske anortosittforekomster som vil bli vurdert om denne prosessutviklingen blir vellykket.

P.nr	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	Gl.tap	Sum
S1	53,55	27,82	0,88	0,13	0,03	10,76	5,03	0,38	<0,01	0,06	0,82	99,45
S2	53,06	27,73	0,64	0,13	<0,01	10,68	4,85	0,47	<0,01	0,06	0,92	99,55
S3	52,81	28,45	0,35	0,07	<0,01	11,30	4,76	0,20	<0,01	0,05	1,51	99,42
S4	52,89	28,18	0,65	0,08	<0,01	11,53	4,63	0,25	<0,01	0,05	1,49	99,53
S5	53,01	29,00	1,05	0,12	0,27	11,49	4,50	0,29	0,01	0,05	1,00	100,78

Tabell 4. Kjemisk analyse av hovedelementer

5.2.2 Syreløselighet

De innsamlede prøvene ble testet med saltsyre for å finne løseligheten

Prøve	S1	S2	S3	S4	S5
Syreløselighet %	15,1	16,2	23,9	23,8	21,2

Tabell 5 Syreløselighet

For de bruksområder som fordrer oppløsning av anortositten i syre er dette helt klart for lave verdier. Til sammenlikning viser de bedre partier av de store anortosittfeltene i Indre Sogn en løselighet på hele 40%.

6 POTENSIELLE ANVENDELSER

6.1 Anvendelse som byggeråstoff

Ut fra norske krav til knust tilslag (vedlegg C) er materialet fullt ut egnet til forsterkningslag og bærelag. For anvendelse til vegdekke dekkes kravene for veier med en gjennomsnittlig årsdøgnstrafikk (ÅDT) inntil 5000 kjøretøyer. Prøve 5 (fra Flore) dekker også kravene for vegdekke med ÅDT inntil 15000. På riksvegnettet i Norge er det kun 15% av vegnettet som har en ÅDT større enn 5000. Dette vegnettet er konsentrert til de største byene med høy befolkningstetthet.

Materialet er fullt ut egnet som tilslag i betong. Bergarten klassifiseres ikke som alkalireaktiv. Det er ikke observert uheldige mineraler med tanke på anvendelse til betong.

Europeiske krav for tilslag til veg- og betongformål varierer noe fra land til land. Den lave Los Angeles verdien gjør at materialet dekker alle krav m.h.t. mekanisk styrke. Problemet er den lave poleringsmotstanden som gjør at bergarten i de fleste tilfeller er uegnet som tilslag til vegdekke der det stilles krav til PSV. Grenseverdier for PSV i en del europeiske land er gitt i tabell 6.

Land	Vegtype	PSV	Vegtype	PSV
England	Lett trafikkerte veger med ÅDT < 250	> 45	Motorveger, hovedveger med ÅDT > 4000	> 65
Frankrike	Nedre vegklasse	≥ 45	Øvre vegklasse	≥ 50
Nederland	Vegklasse 1-2	≥ 48	Motorveg, vegklasse 4	≥ 65
Belgia		> 50		
Tyskland	Vegklasse < III	> 43	Vegklasse I-III	> 50

Tabell 6 Grenseverdier for PSV for en del europeiske land avhengig av vegtype. I

Tyskland er det pr. i dag ikke krav, men det foreligger forslag til grenseverdier.

6.2 Mulige industrimineralanvendelser

De kjemiske analyser indikerer at forekomsten kan ha en kvalitet som vil gjøre det aktuelt å vurdere den som råstoff for mulig fremtidig silisium- og aluminiumfremstilling. En ny norsk prosess med denne målsettingen er nå under utvikling, og anortositten i Markane vil være en av flere norske anortosittforekomster som vil bli vurdert om denne prosessutviklingen blir vellykket. Ettersom prosessen kun er på et tidlig forsøksstadium er det ikke mulig i dag å si noe om prosjektet blir realisert.

Ingen øvrige industrimineral-anvendelser peker seg i dag ut, i konkurranse med andre norske anortosittforekomster. Men analysedataene er nå registrert og Stryn- anortositten vil vurderes av NGU etterhvert som eventuelle nye anvendelser eller råstoffkrav blir aktuelle.

6.3 Natursteinsformål

Anortositten i Markane er for kraftig oppsprukket til at uttak av blokk for produksjon av plater og flis er mulig. Om partier av forekomsten kan egne seg til produksjon av gate/kantstein må eventuelt prøves ut. I utgangspunktet vurderes den imidlertid ikke å ha spesielt gode kløvegenskaper.

7 KONKLUSJON

Anortosittfeltet i Markane består i hovedsak av en lys grå anortositt som veksler noe mellom å være relativt massiv og en del skifrig. Som helhet er feltet relativt homogent, og dette gjenspeiles i analysene som stort sett viser små variasjoner.

De mekaniske testene viser at bergarten er middels til god etter norske krav til vegformål. Lav poleringsmotstand gjør den uegnet til vegdekker der det stilles krav til dette, som i en del europeiske land.

Av industrimineral-formål er det mulig at bergarten kan egne seg som råstoff for en kombinert silisium- og aluminiumfremstilling. Ingen øvrige industrimineral-anvendelser peker ut anortositten i Markane som fordelaktig i sammenligning med andre norske anortosittfelter.

Forekomsten er på grunn av mye oppsprekning mindre egnet til natursteinsformål. Eventuell gate/kantstein-produksjon er også mindre sannsynlig, men kan utprøves.

Feltet har en brukbar beliggenhet i terrenget og masser på totalt flere hundre millioner tonn ser ut til å være tilstede. Avstand til sjøen er i luftlinje på minst 1,5 til 2 km og langs veg omkring 5 km. Som byggeråstoff er derfor forekomsten best egnet til lokale formål.

Trondheim 10.11.1996

Jan Egil Wanvik
Jan Egil Wanvik
(forsker)

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen
(forsker)

8 REFERANSER

Bryhni, I. 1972: Hornindal. Preliminært berggrunnskart, 1318 IV 1:50.000, Norges geologiske undersøkelse.

Erichsen, E. 1993: Regionale pukundersøkelser, Sogn og Fjordane fylke. NGU rapport 93.058.

Lutro, O & Tveten, E. 1985: Stryn. Berggrunnsgeologisk kart 1318 1. M 1:50.000, foreløpig utgave. Norges geologiske undersøkelse.

Sverdrup, T. 1965: Geologisk undersøkelse av anortosittfelt, Stryn, Sogn og Fjordane fylke, NGU rapport nr. 677.

NGU

Norges geologiske undersøkelse



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedlegg nr. 1

Nybø (S5)

Lab.prøve nr.: 960024

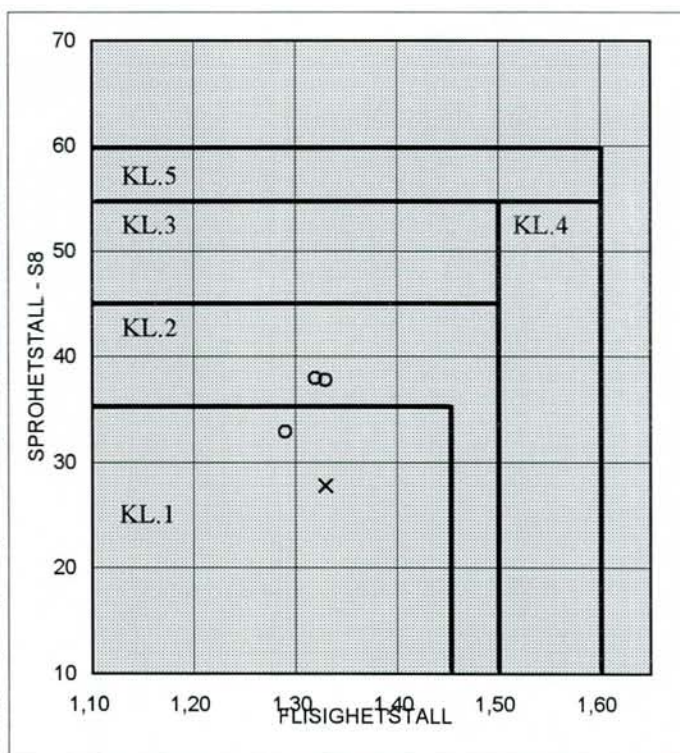
KOMMUNE : Stryn
KARTBLADNR. : 1318-4
FOREKOMSTNR.:KOORDINATER : 3694/68676
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : sep 95
SIGN. : JEW

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-flis	1,32	1,29	1,33	1,33	1,25	1,28
Ukorr. Sprøhetstall-S0	37,9	32,9	37,7	27,8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	37,9	32,9	37,7	27,8		
Materiale < 2mm-S2	6,0	5,9	6,1	4,7		
Kulemølleverdi, Km					4,6	4,9
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,31	/ 36,1			6,0	
Middel flis 11,2-16/Km:	1,27	/ 4,8			PSV : 42	
Abrasjonsverdi-a:	0,41	0,42	0,40	Middel : 0,41		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,5			Densitet : 2,70		
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/			LA-verdi : 12,7	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet anorthositt.

Mineralinnhold: 85 % feldspat, 9% epidot, 4% glimmer og 2 % kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
12. november 1996

Sign.:

Eyolf Brichsen

NGU

Norges geologiske undersøkelse



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedlegg nr. 2

Flore (S4)

Lab.prøve nr.: 960023

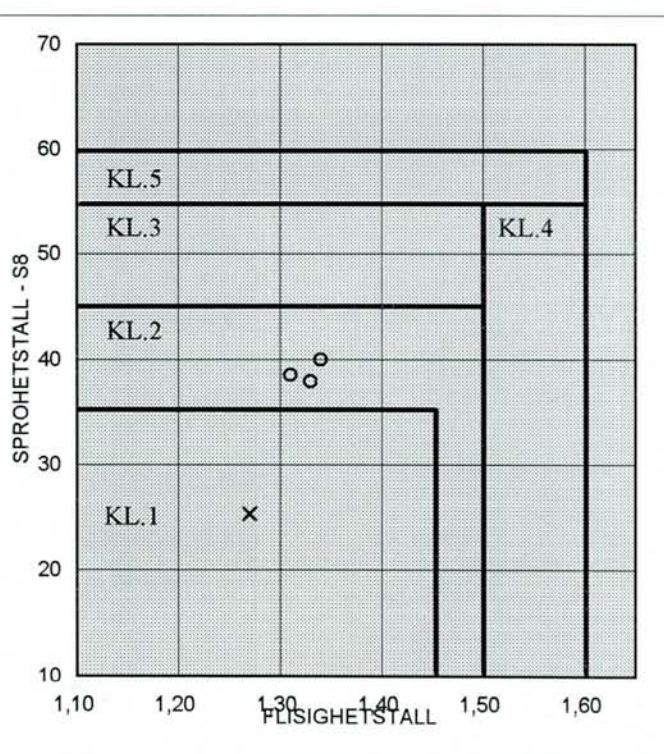
KOMMUNE : Stryn
KARTBLADNR. : 1318-4
FOREKOMSTNR.:KOORDINATER : 3704/68674
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : sept 96
SIGN. : JEW

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-flis	1,33	1,31	1,34	1,27	1,27	1,26
Ukorr. Sprøhetstall-S0	37,9	38,5	40,0	25,3		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	37,9	38,5	40,0	25,3		
Materiale < 2mm-S2	6,0	6,0	6,1	4,3		
Kulemølleverdi, Km					5,2	5,4
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,33	/	38,8			6,0
Middel flis 11,2-16/Km:	1,27	/	5,30	PSV :	45	
Abrasjonsverdi-a:	0,45	0,43	0,41	Middel :	0,43	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,7			Densitet :	2,70	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,29	/		LA-verdi :	13,2	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Middelskornet anorthositt.

Mineralinnhold: 85 % feltspat, 7 % epidot, 4 % glimmer, 3 % kloritt og 1 % titanitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
12. november 1996

Sign.:

Byolf Bichsen

NGU

Norges geologiske undersøkelse



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedlegg nr. 3

Kongsvik steinbrudd

Lab.prøve nr.: 922055

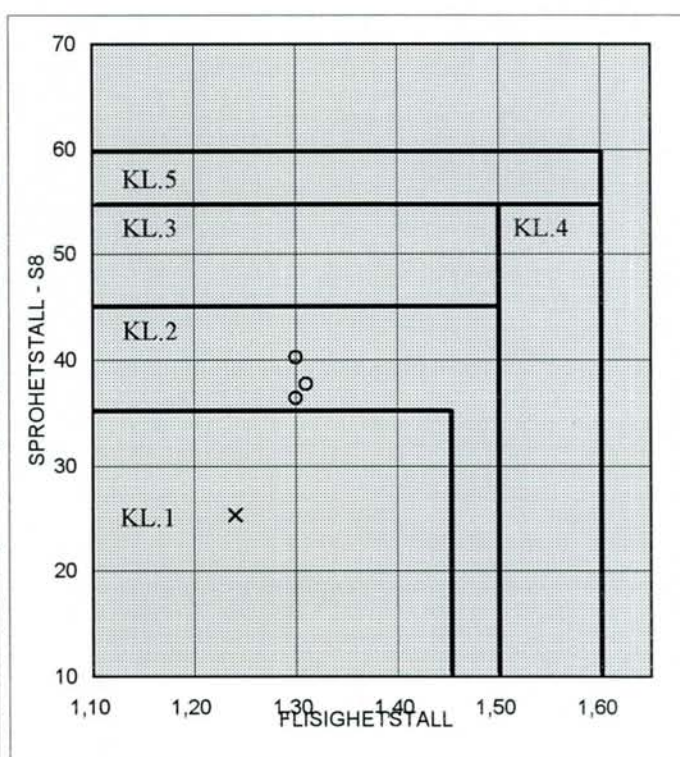
KOMMUNE : Hornindal
KARTBLADNR. : 1318-4
FOREKOMSTNR.: 1444-501KOORDINATER : 3672/68714
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 16/6-1992
SIGN. : EE

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-flis	1,30	1,31	1,30	1,24		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	36,4	37,7	40,2	25,3		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	36,4	37,7	40,2	25,3		
Materiale < 2mm-S2	6,1	5,8	6,4	4,7		
Kulemølleverdi, Km						
Laboratorieknust i %	100					
Middel flis 8-11,2 / S8:	1,30	/	38,1	Middel S2 :	6,1	
Middel flis 11,2-16/Km:	/			PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,46	0,49	0,48	Middel :	0,48	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,9			Densitet :	2,84	
Flis/Flakindeks 10-14:	/			LA-verdi :		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Middels- til grovkornet anortositt.

Mineralinnhold: 80% feltspat, 10% epidot, 5% glimmer, 2% kalkspat, 2% zeolitt og 1% kloritt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
1. april 1993Sign.:
Byolf Riche

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

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en 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 laborieknuser 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 verksproduert materiale på en av følgende fraksjoner: 11.2-16.0 mm, 16.0-22.4 mm, 22.4-32.0 mm, 32.0-45.2 mm eller 45.2-64.0 mm. Det skal velges en fraksjon som tilsvarer minst 15% av produktet og som ligger så nær produktets øvre navngitte kornstørrelse som mulig. Ved produksjon stilles det krav til flisighetstallet for materiale > 11.2 mm.

Abrasjon

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

Et representativt utvalg med 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_g) og abrasjonsverdien.

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

Los Angeles-testen gir uttrykk for materialets evne til å motstå både slag og slitasje. Metoden er opprinnelig amerikansk, men har lenge vært benyttet i flere europeiske land derav av NSB i Norge. Metoden kan utføres etter den amerikanske standardprosedyren ASTM C131 (fin 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	kategori A
≤ 20.0	kategori B
≤ 25.0	kategori C
≤ 30.0	kategori D
≤ 40.0	kategori E
≤ 50.0	kategori F
Ingen krav	kategori G

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

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

Testprosedyren består i at 35 til 50 prøvebiter av en bestemt kornfraksjon, < 10 mm kvadratsikt og > 7.2 mm stavsikt, støpes fast på en konveks rektangulær plate (90.6 x 44.5 mm). 12 testplater (4 testplater for hver prøve) og 2 korreksjonsplater monteres på et veghjulet som er montert vertikalt på en poleringsmaskin. Veghjulet roterer 3 timer med en hastighet på 315-325 omdr/min. Veghjulet blir belastet med et hjul bestående av kompakt gummi som blir roterende motsatt i forhold til veghjulet. Gummihjulet blir tilført vann og

slipemiddel. Etter bearbeiding av testplatene i poleringsmaskinen blir poleringsmotstanden målt med et pendelapparat. En pendelarm stryker over testplaten som gir et utslag på en kalibrert skala. Utslaget angir friksjonskoeffisienten angitt i prosent, også benevnt **PSV-verdi**.

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

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

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

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

SieversJ-verdi

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

Slitasjeverdi

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

Borsynkindeks (DRI)

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Borslitasjeindeks (BWI)

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Vegformål:

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

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2a

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2b

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

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, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til betongdekke.

Med enkelte unntak kan tabell 2b, 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

Tall i parantes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

Krav til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand 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 volum-ekspansjon i betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner (AR) i flere betongkonstruksjoner her til lands. Den kjemiske reaksjonen er svært langsam 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.