

NGU Rapport 98.129

Pukkundersøkelser i Rekefjord

Rapport nr.: 98.129		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 1. desember 2000 ÅPEN	
Tittel: Pukkundersøkelser i Rekefjord				
Forfattere: Arnhild Ulvik, Mogens Marker og Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: Rieber & Sønn ASA avd. Fjordstein, NGU		
Fylke: Rogaland		Kommune: Sokndal		
Kartblad (M=1:250.000) Mandal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1311-IV Sokndal		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 73	Pris: Kr. 130.-	
Feltarbeid utført: Juni 1998		Rapportdato: 30.11.1998	Prosjektnr.: 982700	Ansvarlig: <i>Kjell Kongsbørn</i>
Sammendrag:				
<p>På oppdrag for Rieber & Sønn ASA avdeling Fjordstein er det foretatt en kartlegging av berggrunnen i og rundt dagens anortosittbrudd ved Rekefjord. Formålet med kartleggingen var å undersøke nye områder som kan være med på å øke ressursgrunlaget for bedriftens fremtidige uttaksvirksomhet.</p> <p>Tre delområder ble kartlagt, hvorav to er prøvetatt og analysert. Disse to områdene domineres av grovkornet primær anortositt som er brunlilla på farge. Det siste området, Ostervikknuten, anbefales også prøvetatt, da det inneholder større mengder av omvandlet/hvit anortositt.</p> <p>I områdene Røyrfeddalen og Immersteinfjellet er det boret, sprengt og samlet inn i alt seks prøver, som igjen er blitt knust ned og analysert med hensyn til kvalitet for framstilling av pukk. I tillegg er det blitt prøvetatt og analysert materiale fra anortosittbruddet. Tester som er utført er fallprøven, abrasjon, kulemølle, Los Angeles, tynnslipsanalyse og PSV. Analyseresultatene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innen veg- og betongformål i Norge og enkelte europeiske land.</p> <p>Analyseresultatene fra Røyrfeddalen viser at materialet kun egner seg til bruk der kvalitetskravene ikke er strenge. Materialet fra Immersteinfjellet viser egenskaper tilsvarende primær anortositt i steinbruddet, og kan følgelig anvendes som tilslag i asfaltdekker med lav trafikkbelastning, samt til betong, bære- og forsterkningslag. En prøve tatt av hvit anortositt i bruddet viser betydelig bedre kvalitet, og dette materialet aksepteres generelt brukt i veger med middels trafikkbelastning, både i Norge og i Europa.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi		Pukk		Abrasjon
Kulemølle		Los Angeles		PSV
Fallprøve		Kvalitet		Fagrapport

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. KONKLUSJON	6
2. INNLEDNING	7
3. GEOLOGI I REKEFJORD-OMRÅDET	8
3.1 Bakgrunn	8
3.2 Hellenen anortositt-massivet.....	9
3.2.1 Omdannelsessoner med hvit anortositt	9
3.3 Anortosittbruddet ved Immersteinfjellet	10
3.4 Området ved Røyrfeddalen	12
3.5 Området ved Ostervikknuten	13
4. PRØVETAKING	16
5. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER	17
6. ANALYSERESULTATER	19
6.1 Tynnslipanalyse.....	19
6.1.1 Anortositt	19
6.1.2 Noritt	19
6.2 Mekaniske analyseresultater	20
6.2.1 Anortositt	20
6.2.2 Noritt	21
6.3 Schmidt hammer	21
7. VURDERING AV RESULTATENE	22
7.1 Mulig overflateforvitring/bruk av Schmidt hammer.....	22
7.2 Anortositt	24
7.2.1 Anortosittbruddet	24
7.2.2 Immersteinfjellet	25
7.2.3 Røyrfeddalen.....	26
7.3 Noritt	27
7.3.1 Norittbruddet.....	27
7.3.2 Vedåsen.....	27
8. VURDERING AV BRUKSEGENSKAPER FOR DE UNDERSØKTE OMRÅDENE	28
8.1 Anortositt	28
8.1.1 Anortosittbrudd	28
8.1.1.1 Brunlilla (primær) anortositt	28
8.1.1.2 Hvit (omvandlet) anortositt.....	29
8.1.2 Immersteinfjellet	30

8.1.3 Røyfeddalen.....	31
8.2 Noritt.....	33
8.2.1 Norittbrudd.....	33
8.2.1.1 «Såle 0».....	33
8.2.1.2 «Såle 24».....	34
8.2.2 Vedåsen.....	35
8.3 Sammenstilling av anortosittprøvene.....	36
9. STATISTISK VURDERING AV BERGARTSPRØVER MED ANORTOSITT.....	37
10. REFERANSER.....	40

VEDLEGG

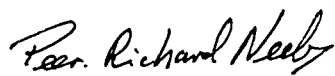
1-13	Mekaniske analyseresultater for prøvepunktene	13 sider
Vedlegg 14	Statistikk over analyser i Pukkregisteret	2 sider
Vedlegg A	Beskrivelse til laboratoriemetoder.	6 sider
Vedlegg B	Beskrivelse av Schmidt hammer metoden	1 side
Vedlegg C	Oversikt over kvalitetskrav for norske tilslagsmaterialer	4 sider
Vedlegg D	Oversikt over kvalitetskrav i Europa	7 sider

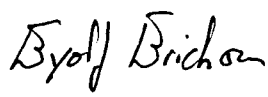
FORORD


Vi vil med dette rette en takk til Rieber & Søn ASA, avdeling Fjordstein for et godt og interessant samarbeidsprosjekt.

Mogens Marker har stått for den geologiske kartleggingen med beskrivelse. Eyolf Erichsen har vektorisert de geologiske dataene og koblet dette mot det digitale kartgrunnlaget for framstilling av berggrunnskart. Han har også sammenstilt alle anortosittprøver fra NGUs Pukkregister og utført en statistisk analyse. Arnhild Ulvik har ledet prosjektet og sammenstilt sluttrapporten.

Trondheim, 30. november 1998
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder


Eyolf Erichsen
forsker


Arnhild Ulvik
overingeniør


Mogens Marker
forsker

1. KONKLUSJON

Områdene som er detaljkartlagt ligger nord og sørvest for dagens anortosittbrudd i Rekefjord. Grovkornet primær brunlilla anortositt dominerer i Røyrfeddalen og ved Immersteinfjellet, mens det ved området Ostervikknuten er påvist større volum med hvit/omvandlet anortositt.

Lokalitetene som ble valgt ut for prøvetaking for mekanisk testing ligger i Røyrfeddalen og Immersteinfjellet, mens det for Ostervikknuten ikke eksisterer prøvedata. Det ble også tatt prøver i både anortositt- og norittbruddet. I etterkant ble det også prøvetatt noritt i Vedåsen.

I områdene Røyrfeddalen og Immersteinfjellet er det boret, sprengt og samlet inn i alt seks prøver, som igjen er blitt knust ned og analysert med hensyn til kvalitet for framstilling av puk. I tillegg er det blitt prøvetatt og analysert materiale fra anortosittbruddet. Tester som er utført er fallprøven, abrasjon, kulemølle, Los Angeles, tynnslipsanalyse og PSV. Analyseresultatene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innen veg- og betongformål i Norge og enkelte europeiske land.

Analyseresultatene fra Røyrfeddalen viser at materialet kun egner seg til bruk der kvalitetskravene ikke er strenge. Materialet fra Immersteinfjellet viser egenskaper tilsvarende primær anortositt i steinbruddet, og kan følgelig anvendes som tilslag i asfaltdekker med lav trafikkbelastning, samt til betong, bære- og forsterkningslag. En prøve tatt av hvit anortositt i bruddet viser betydelig bedre kvalitet, og dette materialet aksepteres generelt brukt i veger med middels trafikkbelastning, både i Norge og i Europa.

Konklusjonen er at hvit anortositt gir best bergartskvalitet. Denne anortositten har følgelig flest bruksområder.

Det bør prøvetas innenfor området Ostervikknuten for å dokumentere kvaliteten på den hvite bergarten.

2. INNLEDNING

Oppdragsgiver Rieber og Søn ASA, avdeling Fjordstein har i en årrekke drevet pukkuttak på to ulike bergarter som ligger på hver sin side av Rekefjord. På vestsiden opptrer bergarten anortositt, mens det på østsiden produseres pukk av noritt.

Hovedtyngden av produktene eksporteres ut av landet. Enkelte år er det totalt blitt produsert 1.5 mill. tonn. Etter norske forhold er dette mye. Med relativt store uttaksmengder vil det på sikt bli behov for nye uttaksområder. Det søkes derfor etter utvidelsesområder i nærheten av dagens brudd.

Det vurderes å investere i et nytt og større knuseanlegg på vestsiden. For å kunne forsvare investeringene kreves et tilstrekkelig ressursgrunnlag. Ressursene må ha jevn og god kvalitet. Ved å kartlegge berggrunnen og prøveta materiale for ulike analyser vil man få en indikasjon på fjellets homogenitet og kvalitet.

To områder ble først kartlagt og prøvetatt for analysering. Det ene området, Immersteinfjellet, har oppdragsgiver allerede konsesjon for uttak på, mens det andre, Røyrfeddalen, er helt nytt. Da kartleggingen og analyseresultatene fra de nevnte områder forelå, ble det besluttet å kartlegge et nytt område, Ostervikknuten. Dette fordi kartleggingen i eksisterende brudd ga indikasjoner på at den kvalitetsmessige beste anortositten ville kunne opptre i dette området.

Fra Immersteinfjellet ble det sprengt ut to prøver, mens det fra Røyrfeddalen ble hentet inn fire prøver i felt. I tillegg ble det samlet inn tre prøver fra anortosittbruddet. Som et tillegg ble det tatt to prøver fra norittbruddet. Fjordstein foretok også innsamling av to norittprøver i Vedåsen som er blitt analysert ved NGU. Selv om undersøkelse av norittområdet ikke inngår i de opprinnelige planene er resultatene sammenstilt og vurdert i denne rapporten.

Analyseresultatene for prøvene er blitt vurdert opp mot gjeldende kvalitetskrav innenfor veg- og betongformål i Norge og enkelte land i Europa.



3. GEOLOGI I REKEFJORD-OMRÅDET.

3.1 Bakgrunn

De tre områdene som er undersøkt i forbindelse med ressurskartleggingen for Fjordstein ligger innenfor Hellingen anortositt-massivet sørvest for Hauge i Dalene. Undersøkelsen er foretatt i det eksisterende bruddet ved Immersteinfjellet rett vest for Rekefjord, og i et planlagt nytt bruddområde ved Røyrfeddalen. Det tredje området ligger ved Ostervikknuten sørvest for Nordfjord. Formålet har vært gjennom kartlegging og etterfølgende laboratorieundersøkelser å bedømme bergartskvaliteten med hensyn til anvendelse som byggeråstoff. Figur 1 viser områdenes beliggenhet i forhold til Hauge og eksisterende brudd.



Figur 1. Kartskisse som viser beliggenheten til de undersøkte delområdene samt prøvepunkter i norittområdet. Kilde: Statens kartverk, topografisk kart 1311 -VI Sokndal, målestokk 1:50.000.

-  Prøvepunkt med nummer referert i rapporten.
-  Kartlagt område med navn brukt i rapporten.

3.2 Helleren anortositt-massivet

Anortositten i Helleren-massivet er i sin primære form en homogen, grovkornet lillabrun bergart, som overveiende består av plagioklas-feltspat (mer enn 90%). De siste mindre enn 10% består hovedsakelig av mørke mineraler (mest ortopyroksen som oftest forekommer jevnt fordelt i bergarten). Kvarts forekommer ikke.

Anortositten ble dannet som en magmatisk bergart, som størknet for ca. 930 millioner år siden (Schärer et al., 1996). Størkningsprosessen medførte at det etter hvert ble utkrystallisert tyngre mørke mineraler og lettere plagioklas, som etter hvert ble sedimentert forskjellig i suksessive pulser av magmaet, slik at en magmatisk lagdeling oppstod med vekslende innhold av mørke mineraler i cm- til dm-skala. Mange steder inneholder anortositten spredte 5-20 cm store grovkorete mineralkrystaller (fenokrystaller) av ortopyroksen og plagioklas. Det ser ut til at dette forekommer i partier der bergarten er mest grovkornet. På et senere tidspunkt er anortositten blitt satt gjennom av sprekker og mindre forkastninger av ukjent alder.

3.2.1 Omdannelsessoner med hvit anortositt

Langs visse sprekkesoner har løsninger med vann (fluider) strømmet gjennom og omvandlet anortositten helt eller delvis til hvit anortositt. Undersøkte soner varierer i tykkelse fra dm til mer enn 70 m i det eksisterende bruddet, og mer enn 200 m sørvest for dette. Under omdannelsesprosessen har den opprinnelige kalsiumrike lillabrune plagioklasen blitt omdannet til hvit natriumrik plagioklas. Anortosittens mørke mineraler har under denne prosessen blitt omdannet til blant annet kloritt og epidot. Alle grader av omvandling forekommer i disse sonene. Det er ennå ukjent hva som egentlig skjer under prosessen, og en undersøkelse av dens forløp er påbegynt. Men det er opplagt at de petrologiske og kjemiske forandringer som skjer under omvandlingsprosessen endrer på anortosittens tekniske egenskaper.

Tidligere undersøkelser av omvandlet anortositt i komplekset (Karlsen et al., 1998) viser, at den har en tendens til å følge bestemte sprekkeretninger, og at sprekkelineamenter med mer omfattende omdannelser oftest er steiltstående og orientert mellom NØ-SV og ØNØ-VSV. I områder med omdannelser finnes i tillegg sprekker med mm-tynne hvitaktige eller grønnlige avsetninger av karbonat og epidot, som må antas å være sene unnvikelseskanaler for mindre aggressive fluider i sluttfasen av prosessen. Det er ennå ukjent fra hvilken kilde fluidene har kommet, og hvilken alder prosessen har. En analyse av sprekke mønsteret for omdannede soner lenger mot øst (Karlsen et al., 1998) antyder en maksimal trykkomponent nedenfra, som kunne være relatert til et oppbygd fluidtrykk i sluttfasen av anortosittmagmaets størkning. Men fluidene kan også ha en langt senere opprinnelse (f.eks. i Permtid). Et eller flere senere steiltstående sprekkesystemer postdaterer de omdannede lineamenter. Dominerende retninger for slike sprekker er NNØ-SSV og ØSØ-VNV.

Kartleggingen er blitt utført på økonomisk kartverk i målestokk 1:5000. Kartbladene som er benyttet er Rekefjord AP 008-5-2 og Presteskjær AP 008-5-4.

I det følgende beskrives de geologiske forhold i de tre undersøkte områdene.

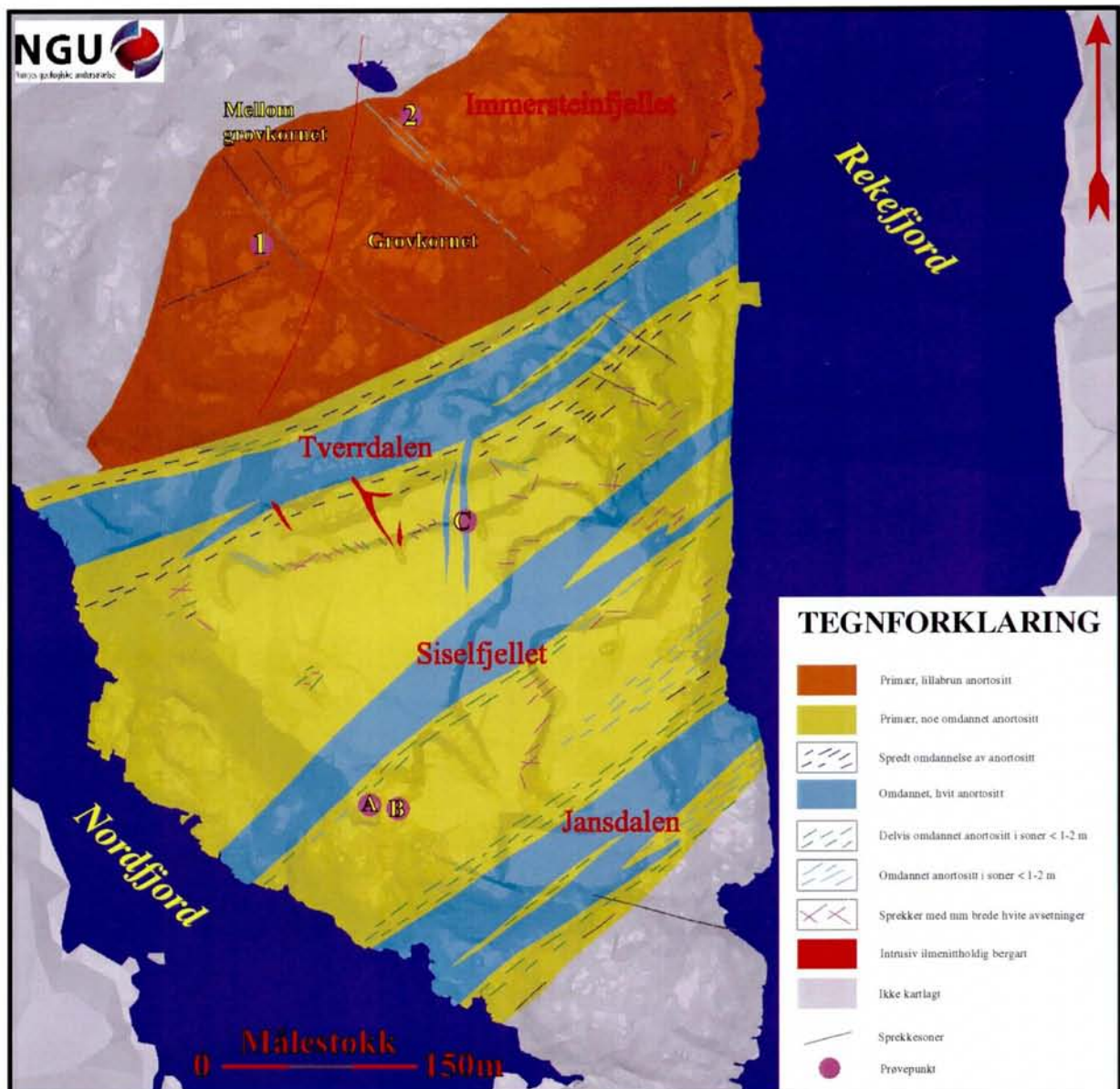
3.3 Anortosittbruddet ved Immersteinfjellet

Kartleggingen i det eksisterende anortosittbruddet og området ved Immersteinfjellet viser at det gjennomskjæres av tre 40-70 m mektige, NØ-SV-orienterte, steiltstående soner med omdannet/hvit anortositt, som følger henholdsvis Tverrdalen i nord, dalen sør for det opprinnelige Siselfjellet i midten og Jansdalen i sør (figur 2). Selve Immersteinfjellet og de mellomliggende områder mellom de hvite anortosittsonene består av primær lillabrun anortositt, hvor mindre soner med omdannelser dog kan forekomme. Lokaliseringen av observasjonspunkter i den uttatte delen av bruddet er forbundet med usikkerheter på grunn av manglende topografisk grunnlag ved registrering i felt. Alle observasjoner er i ettertid overført til et mer detaljert digitalt kart med 1 m ekvidistanse (figur 2).

Immersteinfjellet i nord domineres av primær lillabrun grovkornet anortositt, som generelt viser en litt mindre kornstørrelse i vest. Omvandlinger forekommer kun i en ubetydelig, 1-2 m bred sone i et NV-SØ orientert lineament i den østlige delen. Anortositten ellers er gjennomsatt av få sprekker.

Tverrdalen-sonen viser en ganske gjennomgående omvandling til grovkornet hvit anortositt med kun få lameller av mere uomdannet karakter. Sonen forgrener seg i SV. Den primære anortositten langs begge kontakter viser tynne diffust avgrensede delvise omdannelser i en 10-15 m bred overgangssone. Tverrdalen-sonen er ennå ikke tatt ut, og det eksisterende knuseanlegget ligger på denne. Sonen danner den sørvestlige fortsettelsen av Blåfjellforkastningen gjennom Tellnes lenger i nordøst. Langs denne forkastningen er det observert tilsvarende fluide omdannelser (Karlsen et al., 1998).

Sonen mellom Tverrdalen og Siselfjellet består av primær grovkornet lillabrun anortositt med en del tynne, inntil få meter mektige soner av varierende orientering med hel eller delvis omdannelse til hvitaktig bergart. De viktigste er to 5-10 m brede N-S løpende soner nord for Siselfjellet (figur 2). I tillegg gjennomsettes sonen av mange sprekker av varierende orientering med mm-tynne hvitaktige avsetninger, men disse bidrar ikke noe volummessig. I den nordvestlige delen intruderes sonen av flere opptil noen meter mektige lag av ilmenittrik bergart. Der er en god sjanse for at ikke selektiv brytning i denne sone vil gi en viss komponent av hvit anortositt.



Figur 2. Oversikt over det kartlagte området i anortosittbruddet og Immersteinfjellet.

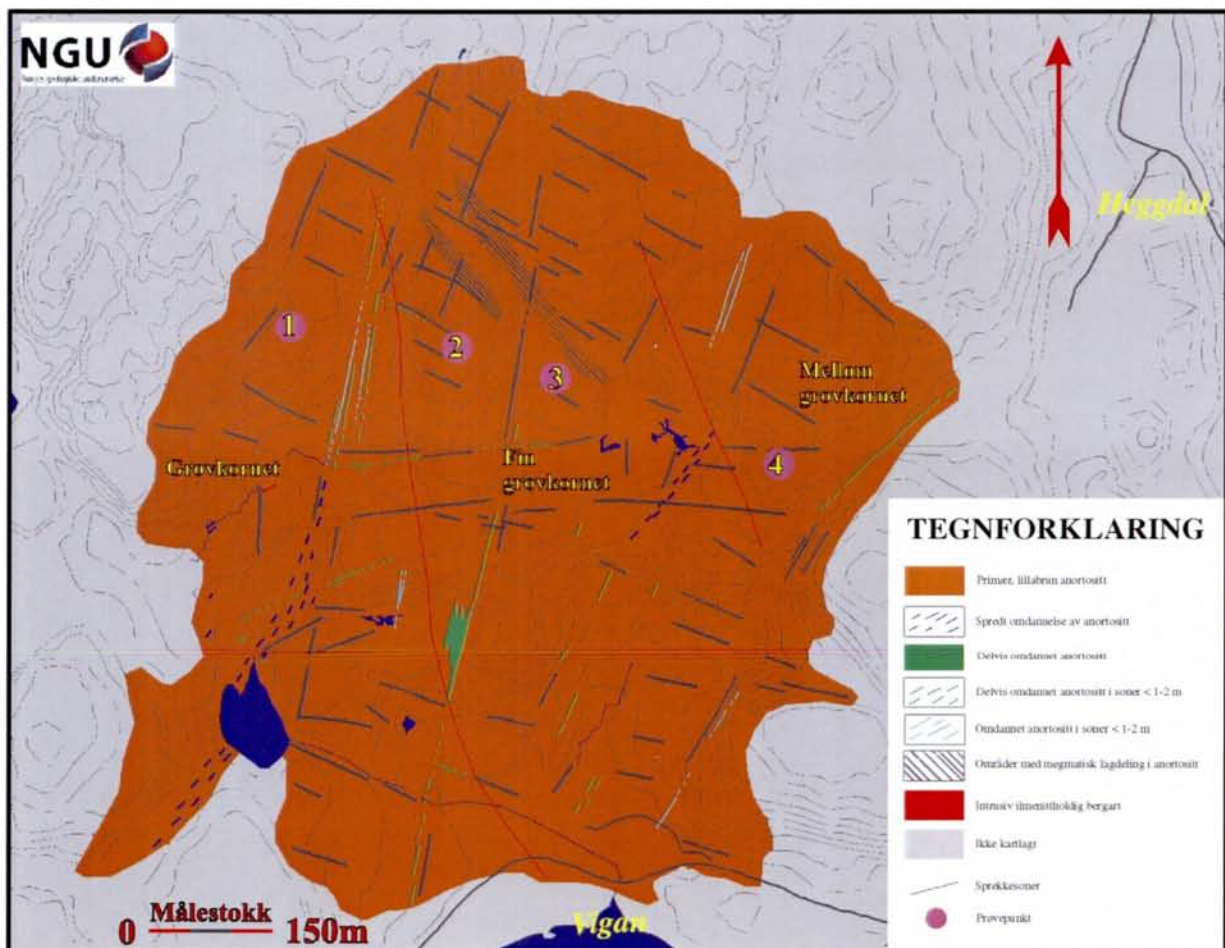
Siselfjellet-sonen av hvit anortositt forgrener seg i nordøst ved en kile av primær anortositt. Sonen, som er godt blottet i en vegg i den sentrale delen av bruddet viser, som Tverrdalen-sonen, en overgangssone med tynne omvandlinger langs begge kontakter. Internt ses underordnede partier med mindre omfattende omvandlinger.

Sonen mellom Siselfjellet og Jansdalen har likhetstrekk med sonen mellom Tverrdalen og Siselfjellet og domineres av primær grovkornet lillabrun anortositt. Også her finnes spredte tynne soner (oftest <1 m) med helt eller delvis omdannet anortositt, som synes å være mest hyppige i øst. Tallrike sprekker av varierende orientering med mm-tynne hvitaktige belegg er også hyppige.

Jansdalen-sonen i den sørlige delen av bruddet består av omdannet hvit anortositt hvor omvandlingene synes å være mindre omfattende enn i Tverrdalen- og Siselfjellet-sonene. Flere tynne lameller av mer primær anortositt forekommer internt i sonen. Også her finnes en overgangssone med tynne omvandlinger langs kontaktene.

3.4 Området ved Røyfeddalen

Kartleggingen av området ved Røyfeddalen viser, at området stort sett utelukkende består av primær lillabrun anortositt uten nevneverdige forekomster av hvite omdannelser (figur 3). Hvit, helt eller delvis omdannet anortositt forekommer som ellers i sprekke-lineamenter, hvor de normalt NØ- til ØNØ retninger nesten ikke er representert. Den hvite anortositten finnes mest i <1-2 m brede soner, der alle følger fremtredende steile sprekkeretninger som har fungert som kanaler under inntrengningen av de omdannende fluider. De hyppigste retninger for disse er NNØ-SSV, med sonen vest for Geiteknuten og videre ned gjennom Stemmetjørn som den mest fremtredende. Her forekommer 4-5 tettliggende 1-2 m brede soner med omdannelser, men som ikke er særlig utholdende langs strøkretningen. Andre sprekker, som av og til kan lokalisere tynne omdannelsessoner, er orienteret mellom Ø-V og ØNØ-VSV. Men alt i alt bidrar den hvite anortositten i omdannelsessonene kun ubetydelig av det samlede bergartsvolum i området, og kan i en ressursmessig sammenheng ses bort fra.



Figur 3. Oversikt over det kartlagte området ved Røyfeddalen.

Den primære, grovkornede lillabrune anortositten synes å variere litt i kornstørrelse i det kartlagte området, en variasjon som skjer fra VSV mod ØNØ (figur 3). Den mest grovkornede anortositten forekommer i den vestlige delen av området, hvor den kan inneholde spredte 5-20

cm store korn av plagioklas og ortopyroksen. Den midterste delen av området har den minste kornstørrelsen og fenokrystaller, mens den østlige delen har en middels kornstørrelse, hvor fenokrystaller kan forekomme. Magmatisk lagdeling kan ofte observeres i den nordlige, midterste delen. Lagdelingen er generelt orientert NV-SØ, og det er mulig at kornstørrelsesfordelingen avspeiler en variasjon på tvers av denne.

Området gjennomsettes av et system av senere steiltstående sprekker som grupperer seg i et NNØ-SSV og et VNV-ØSØ orientert sett. Intensiteten av det sistnevnte settet er størst i den nord-nordøstlige delen av området, mens anortositten inneholder noen færre sprekker i den sør-sørvestlige delen.

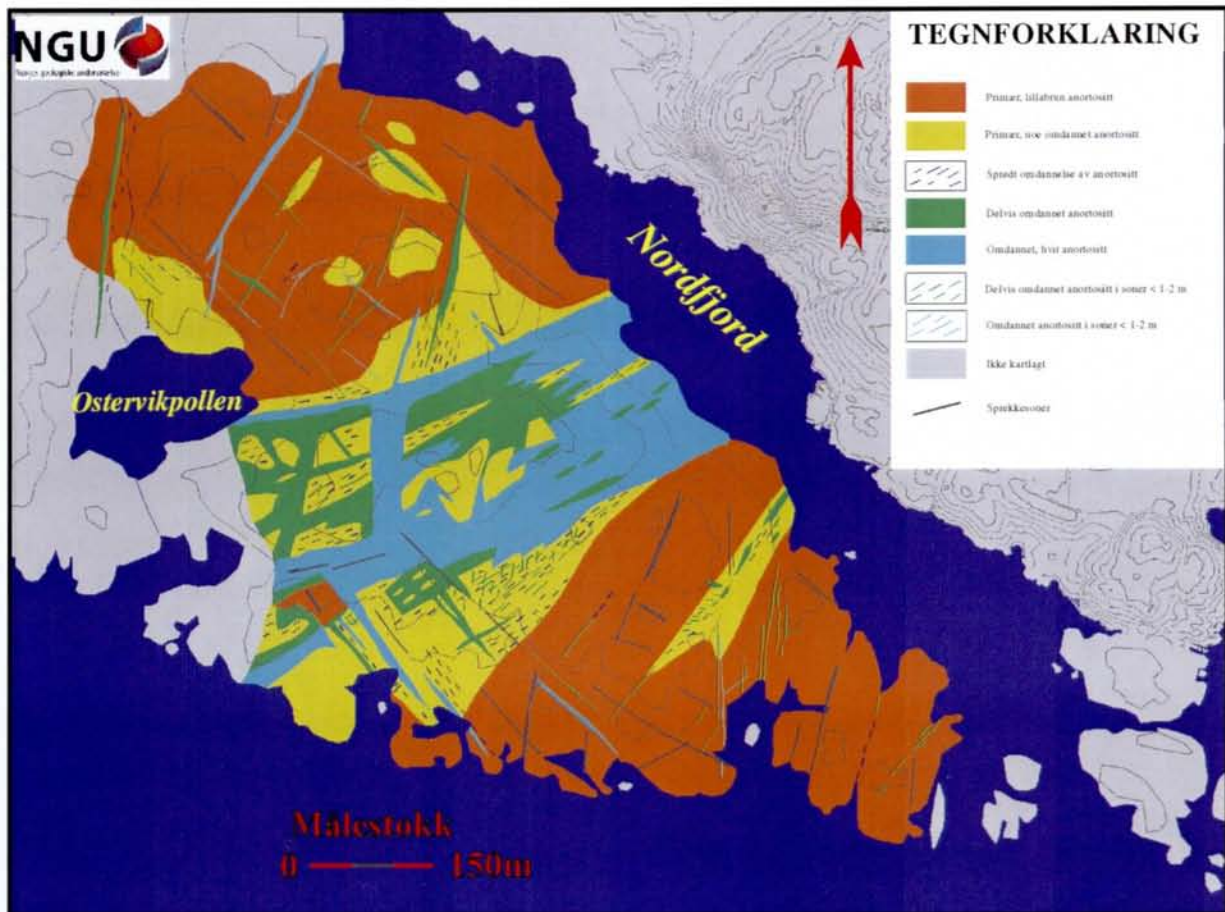
Konklusjonen for området ved Røyfeddalen er at det ikke vil inneholde noe hvit/omdannet anortositt. For den primære lillabrune anortosittens vedkommende kan det imidlertid forventes, at kornstørrelsen i den midterste delen av prosjektområdet vil være litt mindre enn i det eksisterende anortosittbruddet ved Immersteinfjellet.

3.5 Området ved Ostervikknuten

Ostervikknuten-området ligger rett sørvest for anortosittbruddet ved Immersteinfjellet, kun adskilt ved den smale Nordfjorden. Området ble undersøkt fordi sonene med hvit anortositt var forventet å fortsette videre mot sørvest med et potentiale, som kunne svare til det i bruddet.

Området inneholder utbredte omvandlinger til hvit anortositt konsentrert i en mer enn 200 meter bred sentral sone gjennom selve Ostervikknuten, som grovt sett avgrenses av to markante ØNØ-VSV orienterte daler (figur 4). Områdene nord og sør for denne domineres oftest av primær lillabrun anortositt, men inneholder tallrike tynne omdannelsessoner og områder med begynnende omdannelse. Intensiteten av disse omvandlingene fremgår av kartet. Hele området domineres av markante steiltstående sprekker, som er orientert NV-SØ, mens NNØ-SSV til N-S retninger opptrer underordnet.

Området nord for den sentrale sonen består mest av primær lillabrun anortositt av en mellom-grov kornstørrelse. Større fenokrystaller av plagioklas og ortopyroksen forekommer, men er ikke utbredt. Tynne, 1-3 meter mektige omdannelsessoner med helt eller delvis omdannet hvit anortositt forekommer hyppig langs NNØ-SSV- eller NV-SØ-lige sprekkeretninger (figur 4). To av de NNØ-SSV orienterte sonene når tykkelser på 10 meter. I tillegg til disse lokaliserte sonene er begynnende omdannelse med diffus avgrensning vanlig, spesielt i den sentrale og sørvestlige delen av området. Det er en tendens til at begynnende omdannelse er mest utbredt i områder med stor tetthet av lokaliserte omdannelsessoner, som i det trekantede området inntil den sentrale sonen. Dette må ses som et resultat av, at gjennomstrømmingen av vandige oppløsninger har vært mer intens her, og derved har påvirket sidesteinen i større grad.



Figur 4. Oversikt over det kartlagte Ostervikknuten-området.

Den sentrale sonen er mer enn 200 meter bred og inneholder omdannelser til hvit eller hvitaktig anortositt. Graden av omdannelse varierer både lateralt og vertikalt på tvers og på langs av strøketningen. Den mest omfattende omvandlingen forekommer langs sonens ØNØ-VSV orienterte avgrensning i nord og sør, i et N-S orientert belte i dens sentrale del og i den østlige delen av sonen, hvor helt omdannet hvit anortositt er vanlig. De gjennomstrømmende oppløsninger synes å ha vært konsentrert langs ØNØ-VSV-, N-S- og NV-SØ-lige sprekkeretninger, hvorfra de er diffundert inn i sidesteinen. Herved kom sonen til å inneholde partier og celler med mindre omfattende omdannelser. Sonens nordlige avgrensning danner, som Tverrdalen-sonen i anortosittbruddet, den sørvestlige fortsettelsen av Blåfjellforkastningen. Den primære anortositten langs begge kontakter viser diffust avgrensede delvise eller begynnende omdannelser, og er mest utbredt i sørvest. Her tiltar sonen i bredde med en diffus avgrensning til det sørlige området. Årsaken til dette må være, at det her også forekommer omfattende omdannelser til hvit anortositt langs tettliggende, mektige NV-SØ-gående soner, samtidig med at tettheten av tynne omdannelsessoner stiger kraftig. Begge vitner om en stor fluid gjennomstrømning med omdannelse av sideberg langs kanalene.

Området sør for den sentrale sonen domineres, bortsett fra i vest, av primær lillabrun anortositt. Anortositten har mellomgrovt kornstørrelse bortsett fra lengst i øst, hvor den er grovkornet. I tillegg til omdannelsene i den vestlige delen finnes en 50 meter bred, NØ-SV orientert, diffust

avgrenset sone med begynnende omdannelser i øst, som kiler ut mod SV. Området inneholder flere tynne omdannelsessoner med hvit anortositt, som mest følger N-S-, NV-SØ- og NØ-SV-lige retninger. De NV-SØ-lige retningene er mest fremtredende og tettliggende i områdets vestlige del, hvor de følger topografisk markante lineamenter, med hvit anortositt i en bredde på opp til 5-15 meter.

Konklusjonen fra undersøkelsen av området omkring Ostervikknuten er at det inneholder et stort volum av helt eller delvis omdannet hvit anortositt av en kvalitet som kan vise seg å være enda bedre enn i det eksisterende bruddet ved Immersteinfjellet. Det er ikke bare den 200 meter brede sentrale sonen med omfattende omdannelser til hvit anortositt som er interessant for eventuell drift. Både områdene nord og sør for denne er sterkt påvirket av begynnende og delvise omdannelser, som sannsynligvis har en forbedret kvalitet i forhold til den primære anortositten. De sterkest omdannede sonene inneholder flere partier med helt hvit anortositt, og muligheten for at disse kan brytes selektivt, kan ikke utelukkes.

4. PRØVETAKING

Områdene Immersteinfjellet og Røyrfeddalen ble kartlagt i detalj i juni måned av Mogens Marker, NGU. Ved Ostervikknuten ble kartleggingen utført i første del av oktober.

Marker foreslo utvelgelse av aktuelle prøvepunkter for mekanisk testing i Røyrfeddalen og Immersteinfjellet på grunnlag av observasjoner han hadde gjort.

Fjordstein stilte med egne folk til boring og sprengning, mens NGU foretok innsamlingen av prøvene delvis sammen med Pål Thjømøe, Fjordstein. Det ble hentet inn prøvemateriale fra fire punkter i Røyrfeddalen, to fra Immersteinfjellet, og tre fra anortosittbruddet. Alle disse prøvepunktene ligger innenfor anortosittvarianter. Det ble også tatt med prøver fra norittbruddet. I etterkant prøvetok Fjordstein to punkter ved Vedåsen, som også er blitt analysert og rapportert i denne omgang.

Det var ønskelig å bore og sprengre så dypt som mulig for å unngå mulige effekter av overflateforvitring. Prøvene ble tatt ned til ca. 1.5 meters dyp. Boreren ga uttrykk for at fjellet var hardere å bore i ved prøvepunkt 2 enn 1 i Røyrfeddalen.

Innsamlingen av prøvene foregikk i tidsrommet 23.-26. juni 1998. Prøvesekkene ble hentet ned med helikopter i slutten av august måned.

5. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Densitet, fallprøven (sprøhet og flisighet), abrasjon, kulemølle, Los Angeles og mineralfordeling ved tynnslianalyse er analyser som er utført ved NGU (vedlegg 1-13). PSV (Polished Stone Value) utføres av Celtest limited i Wales. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

Materialet som prøvetas er bergartsstykker, helst i knyttneve størrelse, som til sammen utgjør ca. 60 kg. Før mekanisk testing blir prøvematerialet nedknust med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet blir videre siktet til de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmateriale gjelder i første rekke for materiale som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til ubehandlede prøver tatt i felt, også kalt «stuffprøver» (Erichsen, E. 1992, 1993). Produksjonsprøvene vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekanisk testing av stuffprøver gir en mer nøytral vurdering av bergartenes «i-boende egenskaper» i forhold til produksjonsprøver. Ved optimal bearbeiding i et pukkeverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenlignbare med resultatene for stuffprøvene som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven og abrasjonsmetoden. Ved fallprøven beregnes en steinklasse basert på sprøhets- og flisighets-tallet. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) alternativt kulemølleverdien. Det er meningen at den nye kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden. Vedlegg C gir en oversikt over kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer. Tabell 1 gir en forenklet oversikt over norske krav for tilslagsmateriale til vegformål.

Tabell 1. Norske kvalitetskrav til vegformål

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

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

Generelt bør kravene for høyt trafikkerte veger innfris, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfris for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet. Fallprøven, abrasjonsmetoden og kulemøllemetoden er også standard testmetoder i de øvrige nordiske landene. Unntaket er at det testes på noe ulike kornfraksjoner.

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene. Gjennom det pågående CEN-arbeidet (Comite Europeen de Normalisation) er det blitt standardisert hvilke metoder som skal være gjeldende for alle EU/EFTA-land. Kulemølle, Los Angeles og PSV er alle godkjent som «CEN-metoder». Vedlegg D gir en oversikt over kvalitetskrav for tilslagsmaterialer for en del utvalgte europeiske land.

I tabell 2 er det laget en forenklet oversikt over krav for tilslagsmateriale til vegformål for disse.

Tabell 2. Europeiske kvalitetskrav til vegformål

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 16	> 60
	“	Normal trafikkert veg	< 25	> 55
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> 45
	Betongdekke		< 35	
	Bære- og forsterkningslag		< 35	
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	< 15	> (55)
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> (50)
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> (43)
	Bære- og forsterkningslag		< 40*	-
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 15	> 50
	“	Normal trafikkert veg	< 20	>
	“	Lett trafikkert veg	< 25	> 45
	Bære- og forsterkningslag		< 30	-
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	> 60
	“	Normal trafikkert veg	?	> 53
	“	Lett trafikkert veg	?	> 48
	Bære- og forsterkningslag		?	-

* Krav avhengig av bergartstype. ()-verdier som diskuteres

Krav til Los Angeles verdi (LA) og poleringsmotstand (PSV) for noen europeiske land avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg D.

Generelt bør kravene for normalt trafikkerte veger innfris, mens kravene for lett trafikkerte veger må innfris for at en forekomst skal være av interesse for uttaksvirksomhet.

Selv om det ikke stilles krav til en bergarts egenvekt, uttrykt ved densiteten, bør den hverken være for lav eller for høy (helst < 2,80 g/cm³). Til enkelte formål, som stor blokkstein til diker, tung ballast, tildekkingsmateriale til oljerørledninger på sjøbunnen etc., kan det stilles krav til minimum egenvekt, men dette er unntaket. Markedsandelen for spesialprodukter med høy egenvekt er forholdsvis liten.

6. ANALYSERESULTATER

Det er utført ulike laboratorietester på det prøvetatte materialet. Analyseresultatene fra tynnslip (utført av M. Broekmans, NGU), fallprøven, abrasjon, kulemmølle Los Angeles og PSV framstilles i delkapitlene under. Alle testene er utført ved NGUs laboratorium bortsett fra PSV. Denne testen er utført ved Celtest limited i Wales. Et delkapittel omhandler også resultater i tilknytning til målinger ved bruk av Schmidt hammer.

6.1 Tynnslipanalyse

Tabell 3-7 viser en oversikt over mineralinnholdet i de ulike prøvepunktene. I vedlegg 1-13 gis det mer utfyllende detaljer omkring opptreden av de ulike mineralene for hvert tynnslip.

6.1.1 Anortositt

Tabell 3. Tynnslipanalyse for prøvepunkter i anortosittbruddet. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Saus	Epi	Glim	Serp	Klor	Pyr	Opake	And
A	Anortositt-topp (primær)	middels- til grovkornet	granulær	100		x					x	
B	Anortositt-såle (primær)	middels- til grovkornet	granulær	99		x			x	1	x	
C	Anortositt - hvit	middels- til finkornet	granulær	56	20	10	5	5	3			1

Felt - feltspat, Saus - saussuritt, Epi - epidot, Glim - glimmer, Serp - serpentin, Klor - kloritt, Pyr - pyroksen, Opake - opake mineraler, And - andre mineraler, x - spor,

Tabell 4. Tynnslipanalyse for prøvepunkter på Immersteinfjellet. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Epi	Klor	Glim	Opake	Pyr	And
1	Anortositt (primær)	middelskornet	granulær	97	x	1	1	1		
2	Anortositt (primær)	middels- til finkornet	granulær	81			1	1	15	2

Felt - feltspat, Epi - epidot, Klor - kloritt, Glim - glimmer, Opake - opake min., Pyr - pyroksen, And - andre mineraler, x - spor

Tabell 5. Tynnslipanalyse for prøvepunkter i Røyrfeddalen. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Epi	Klor	Glim	Opake	Pyr	And
1	Anortositt (primær)	middels- til grovkornet	granulær	97				1	1	1
2	Anortositt (primær)	middelskornet	granulær	94		1	1	1	3	
3	Anortositt (primær)	middelskornet	granulær	91	1		1	1	5	1
4	Anortositt (primær)	middels- til grovkornet	granulær	98			1	1		

Felt - feltspat, Epi - epidot, Klor - kloritt, Glim - glimmer, Opake - opake mineraler, Pyr - pyroksen, And - andre mineraler

6.1.2 Noritt

Tabell 6. Tynnslipanalyse for prøvepunkter i norittbruddet. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Pyr	Klor	Glim	Epi	Opake	And
Såle 0	Noritt	middelskornet	granulær	50	40	2	2		5	1
Såle 24	Noritt	middelskornet	granulær	50	40	2	2		5	1

Felt - feltspat, Pyr - pyroksen, Klor - kloritt, Glim - glimmer, Epi - epidot, Opake - opake min, And - andre mineraler, x - spor

Tabell 7. Tynnslipanalyse for prøvepunkter i Vedåsen. Mineralinnhold i %.

Prøve	Bergart	Kornstørrelse	Tekstur	Felt	Pyr	Klor	Glim	Epi	Opake	And
- 2	Noritt	fin- til middelskornet	granulær	55	35		1		5	4
-10	Noritt	fin - til middelskornet	granulær	55	35		1		5	4

Felt - feltspat, Pyr - pyroksen, Klor - kloritt, Glim - glimmer, Epi - epidot, Opake - opake min, And - andre mineraler, x - spor

6.2 Mekaniske analyseresultater

Det er utført en analyseserie for hvert prøvepunkt (se figur 1-3). De mekaniske analyseresultatene er vist i tabell 8-12 og mer utfyllende i vedlegg 1-13.

6.2.1 Anortositt

Tabell 8. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter i anortosittbruddet.

	A	B	C
	Anortositt - topp	Anortositt - såle	Anortositt - hvit
Densitet	2.70	2.71	2.81
Pakningsgrad	0	0	1
Sprøhetstall	54.2	48.4	33.6
Flisighetstall	1.30	1.29	1.32
Steinklasse (St.kl.)	3	3	1
St.kl. ved omslag	3	2	1
Abrasjonsverdi	0.50	0.52	0.59
Sa-verdi	3.7	3.6	3.4
Kulemølleverdi	11.4	10.6	11.0
Los Angeles	33.2	29.8	14.4
PSV	49	46	53

Tabell 9. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter på Immersteinfjellet.

	1	2
	Anortositt	Anortositt
Densitet	2.70	2.83
Pakningsgrad	1	1
Sprøhetstall	49.8	48.6
Flisighetstall	1.28	1.30
Steinklasse	3	3
St.kl. ved omslag	2	3
Abrasjonsverdi	0.57	0.63
Sa-verdi	4.0	4.4
Kulemølleverdi	15.0	16.7
Los Angeles	28.2	32.8
PSV	52	52

Tabell 10. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter i Røyfeddalen

	1	2	3	4	Gjennomsnitt
	Anortositt	Anortositt	Anortositt	Anortositt	1-4
Densitet	2.69	2.78	2.72	2.69	2.72
Pakningsgrad	1	1	1	1	1
Sprøhetstall	56.7	52.3	50.7	56.2	54.0
Flisighetstall	1.28	1.29	1.29	1.29	1.29
Steinklasse	5	3	3	5	3-5
St.kl. ved omslag	3	3	3	3	3
Abrasjonsverdi	0.57	0.74	0.59	0.59	0.62
Sa-verdi	4.3	5.4	4.2	4.4	4.6
Kulemølleverdi	15.2	23.5	18.4	17.8	18.7
Los Angeles	35.0	36.8	32.1	37.9	35.5
PSV	51	54	53	47	51

6.2.2 Noritt

Tabell 11. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter i norittbruddet.

	Såle 0	Såle 24
	Noritt	Noritt
Densitet	3.15	3.17
Pakningsgrad	0	1
Sprøhetstall	43.5	51.5
Flisighetstall	1.31	1.33
Steinklasse	2	3
St.kl. ved omslag	2	2
Abrasjonsverdi	0.59	0.70
Sa-verdi	3.9	5.0
Kulemølleverdi	16.7	18.7
Los Angeles	23.5	35.8
PSV	55	55

Tabell 12. Mekaniske analyseresultater for prøvepunkter i Vedåsen.

	(-2)	(-10)
	Noritt	Noritt
Densitet	3.16	3.07
Pakningsgrad	0	0
Sprøhetstall	38.6	34.3
Flisighetstall	1.31	1.31
Steinklasse	2	1
St.kl. ved omslag	2	1
Abrasjonsverdi	0.59	0.54
Sa-verdi	3.7	3.1
Kulemølleverdi	13.7	12.4
Los Angeles	24.6	19.6
PSV	55	55

6.3 Schmidt hammer

NGU har i en del år registrert måleresultater med Schmidt hammer i felt i tillegg til mekaniske egenskaper analysert i laboratorium. Vedlegg B gir en presentasjon av metoden.

Tabell 13. Analyseresultater for Schmidt hammer .

Prøvenavn/bergart	Målt på		
	Dagflate	Sprengt flate	Blokk
A - An-brudd topp/primær anortositt	-	-	43.0
B - An-brudd bunn/primær anortositt	-	-	50.5
C - An-brudd/omvandlet anortositt	-	67.5	-
Immersteinfjellet 1/primær anortositt	39.5	55.0*/50.0**	
Immersteinfjellet 2/primær anortositt	38.0	51.0	
Røyfeddalen 1/primær anortositt	38.0	54.0	-
Røyfeddalen 2/primær anortositt	39.0	50.0	-
Røyfeddalen 3/primær anortositt	46.0	50.5	-
Røyfeddalen 4/primær anortositt	51.5	54.5	-
Noritt såle 0 (10 målepunkter)	-	-	52.3
Noritt såle 24 (10 målepunkter)	-	-	49.5

* - grovkornet variant, ** - middelskornet variant

7. VURDERING AV RESULTATENE

7.1 Mulig overflateforvitring/bruk av Schmidt hammer

Resultatene av Schmidt hammer målingene, tabell 13, viser tydelig forskjell på verdiene tatt på sprengt flate og i dagen for Immersteinfjellet og Røyrfeddalen, figur. Sprengt flate gir vesentlig bedre verdier enn målinger fra dagoverflata. En del av forskjellen skyldes trolig overflateforvitring.

I anortositbruddet gjenspeiler også dette seg. I tabell 14 er prosentvis endring mellom prøven tatt i overflata (A) sammenholdt med prøven tatt på større (12-15 m) dyp (B). De fleste mekaniske egenskapene viser en forbedring mot dypet. Endringen er størst for slagmotstandstestene (Schmidt hammer, sprøhet og Los Angeles) Innenfor anortositområdet kan en forvente noe bedre mekaniske egenskaper mot dypet.

Tabell 14. Prosentvis forskjell i analyseresultater for prøve A og B i anortositbruddet.

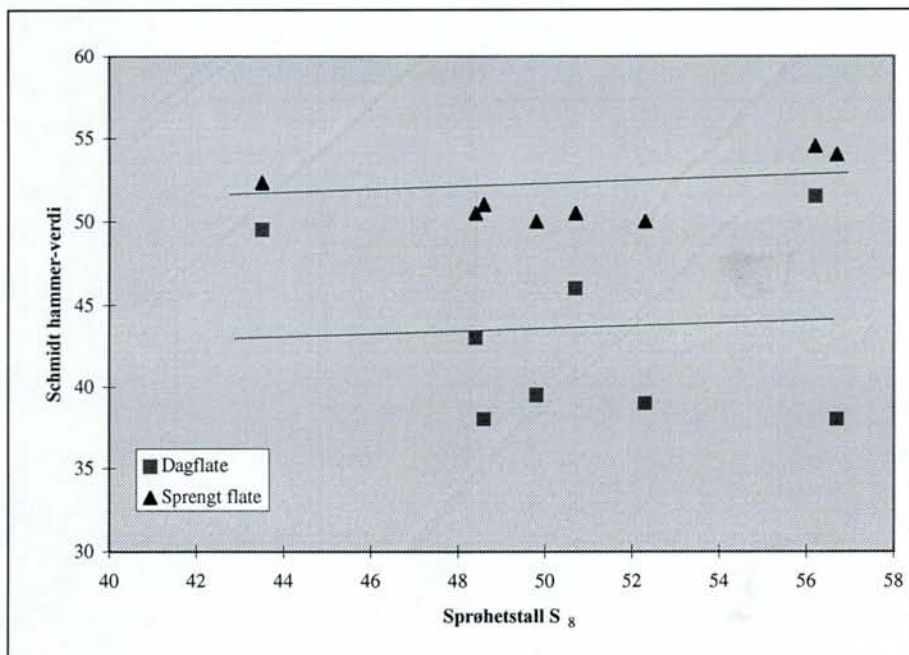
Analysemetode	Overflate (A)	Bunn (B)	%-vis endring
Schmidt hammer	43.0	50.5	17.4
Sprøhetstall S_8	54.2	48.4	10.7
Los Angeles verdi	33.2	29.8	9.6
Abrasjonsverdi	0.50	0.52	-4.0
Kulemølleverdi	11.6	10.6	8.6
Poleringsverdi (PSV)	49	46	-6.1

De samme iakttakelsene ble gjort i norittbruddet for «såle 24» og «såle 0». Dette gjenspeiles også for de mekaniske egenskapene, tabell 15, hvor man får en merkbar forbedring mot dypet.

I tynnslip er det ikke mulig å se forskjell på disse to prøvene, mens det i bruddet ble observert klare ulikheter. Feltspaten var mer «gulaktig» sør i bruddet og preget av overflateforvitring.

Tabell 15. Prosentvis forskjell i analyseresultater for «såle24» og «såle 0» i norittbruddet.

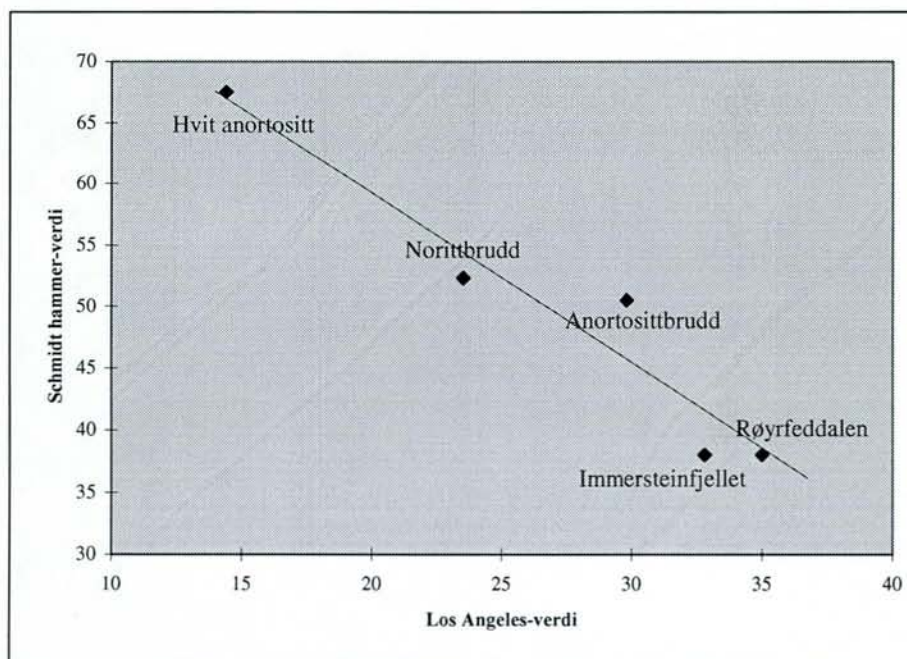
Analysemetode	Overflate «såle 24»	Bunn «såle 0»	%-vis endring
Schmidt hammer	52.3	49.5	5.4
Sprøhetstall S_8	51.5	43.5	15.5
Los Angeles verdi	35.8	23.5	34.4
Abrasjonsverdi	0.70	0.59	15.7
Kulemølleverdi	16.7	18.7	10.7
Poleringsverdi (PSV)	55	55	0



Figur 5. Forskjell i Schmidt hammer-verdi i dagflate og på sprengt flate.

Sammenligner man de målte Schmidt hammer-verdiene med mekaniske analyseresultater, eksempelvis Los Angeles-verdien, kan man observere en god korrelasjon, figur 6. Resultatet for hvit (omvandlet) anortositt skiller seg klart ut blant alle måleresultatene med de beste verdier, mens Røyrfeddalen med svakest (høyest) Los Angeles-tall også gir svakest (lavest) Schmidt hammer-verdi (målt i dagoverflata).

Selv om erfaringen med apparaturen ennå er liten, kan metoden gi gode indikasjoner spesielt på mekanisk sterke bergarter.



Figur 6. Grafisk framstilling av Los Angeles-verdier mot Schmidt hammer-verdier.

7.2 Anortositt

7.2.1 Anortosittbruddet

Selve anortosittbruddet domineres av primær lillabrun anortositt, men tre utpregede soner med hvit/omvandlet anortositt skjærer gjennom det, figur 2. Det ble samlet inn to prøver av den primære anortositten i sonen mellom Siselfjellet og Jansdalen. Den ene prøven ble tatt nær overflata, mens den andre ble tatt 12-15 meter dypere ned. Dette for å påvise en eventuell overflateforvitring.

Bergarten i prøveområdet beskrives som grovkornet, mens den ved tynnslipanalyse betegnes som middels til grovkornet. Det er lettere å angi eksakt kornstørrelse ved mikroskopering enn ved observasjoner i felt. Det er viktig å være klar over at et lite tynnslip nødvendigvis ikke gjengir de riktige forhold, da kornstørrelsesvariasjoner opptrer lokalt.

Mineralinnholdet i disse to prøvene er identisk, men prøven nærmest overflata (A) viser at en stor del av mineralene er under omvandling langs sprekker.

Variasjonene i de mekaniske analyseresultatene for disse to prøvepunktene, skyldes trolig overflateforvitring. Det er ikke mulig å påvise overflateforvitring i tynnslip. For Los Angeles og sprøhetstallet oppnår en ca. 10% forbedring i verdiene på prøven tatt dypest ned i forhold til prøven nær overflata, tabell 14. For abrasive egenskaper synes ikke virkningen å være like stor.

Schmidt hammer-verdiene som er registrert for de samme prøvene indikerer også et mer mekanisk svakt materiale nær overflata, se for øvrig figur 5.

Det ble også selektivt valgt ut hvit/omvandlet anortositt for analysering. Denne prøven (C) ble tatt fra en 5-10 meter bred nord-sørgående sone mellom Tverrdalen- og Siselfjellsonen, figur 2. Ved mikroskopering er det fastslått at den prøvetatte bergarten er middels til finkornet. Mineralinnholdet skiller seg vesentlig ut fra den primære anortositten, ved at feltspatmengden er nærmest halvert. Feltspaten (plagioklasen) er blitt saussurittisert og omvandlet til andre mineraler som epidot, glimmer, kloritt og serpentin under prosesser som vi ikke helt har kjennskap til. Sprekker fylles av epidot som fungerer som lim. På denne måten virker bergarten å bli mer motstandsdyktig ovenfor mekanisk påkjenning.

De mekaniske egenskapene skiller seg vesentlig ut fra den primære anortositten. Eksempelvis nevnes at Los Angeles-verdien er over 50% bedre og sprøhetstallet ca. 30% bedre enn for prøven tatt dypest ned i steinbruddet. Kulemølleverdien viser ingen forskjell, men PSV gir en klar forbedring. En god PSV-verdi indikerer ofte at det er kontrast i hardheten på mineralinnholdet i et prøvemateriale. Abrasjonsverdien viser derimot svakest resultat for den omvandlede anortositten. Hva dette skyldes vites ikke.

Schmidt hammer-verdien som er målt på den hvite anortositten er svært høy , noe som indikerer et mekanisk sterkt bergartsmateriale.

Konklusjonen for anortosittbruddet er at den hvite/omvandlede bergarten opplagt gir de beste analyseresultatene og er derfor best egnet som byggeråstoff.

7.2.2 Immersteinfjellet

På og rundt selve Immersteinfjellet er det observert primær lillabrun anortositt. Lengst vest er det påvist en generell kornstørrelse som er litt mindre enn den grovkornede varianten i øst.

Det ble prøvetatt i begge kornstørrelsesområdene. Prøve 1 skulle ligge innenfor den fineste varianten, og er ved tynnslipanalyse betegnet som middelskornet. Prøve 2 er tatt lengst øst i et område hvor berggrunnskartet viser grovkornig anortositt. Mikroskoperingen viser imidlertid en middels til finkornet bergart. Det viser at det er lokale variasjoner innenfor et begrenset område, og kanskje er ikke prøven representativ for området heller.

Mineralinnholdet for de to prøvene varierer litt. Prøve 1 er svært lik anortositten vi finner igjen i anortosittbruddet, mens prøve 2 har et lavere innhold av feltspat. Prøve 2 inneholder 15% av mineralet pyroksen, noe som kan forklare forskjellen i egenvekt på prøvene.

Det er ellers svært liten forskjell i analyseresultatene mellom disse to prøvene. Mekanisk er de tilnærmet like, mens de abrasive egenskapene viser seg å være best for prøve 1. PSV-verdien er identisk for begge prøvene.

Schmidt hammer-målingene viser en merkbar forskjell mellom de mekaniske egenskapene i dagflata og på sprengt flate (friskt fjell).

Sammenligner vi med prøvene fra Immersteinfjellet med den primære anortositten i bruddet ser vi ingen store forskjeller i de mekaniske analysedataene. Dersom noe skal kommenteres er det at kulemølle- og abrasjonsverdiene er noe svakere for Immersteinfjellet, mens PSV-verdien er bedre.

7.2.3 Røyfeddalen

Røyfeddalen domineres i likhet med Immersteinfjellet av brunlilla primær anortositt. Lengst vest innenfor området er den grovkornet, i et midtparti er den finere, mens den lengst øst er middelskornet.

Det er tatt en prøve av den grove typen i vest (prøvepunkt 1), to fra midtpartiet (prøvepunkt 2 og 3), samt en prøve fra den middelskornede delen av området i øst (prøvepunkt 4).

Tynnslianalyser viser at prøve 1 og 4 er middels- til grovkornet, mens prøve 2 og 3 er middelskornet. Mineralinnholdet for alle prøvene er nokså likt med en høy andel feltspat. Prøve 2 og 3 inneholder noe mer av mineralet pyroksen enn prøve 1 og 4, men det er ubetydelige mengder. Likevel synes det som det forklarer densitetsforskjellene som opptrer mellom prøvene. Omvandlingen er tydelig langs korngrenser. Prøve 3 viser små tegn på omvandling.

De mekaniske testene viser at prøve 1 og 4 (de mest grovkornete) er svakest. Det rimer bra med observasjoner i felt. Prøve 2 og 3 gir heller ikke spesielt gode verdier. Boreren antydte at fjellet var merkbart hardere å bore i ved prøvepunkt 2 framfor prøvepunkt 1. Dette ser ikke ut til samsvare med verken mekaniske eller abrasive analyseresultater. De abrasive resultatene for prøve 2 viste seg å være betydelig svakere enn materialet fra de andre prøvene i området.

PSV-verdiene for prøve 2 og 3 er akseptable, mens de abrasive egenskapene representert ved kulemølle og abrasjon ikke holder mål. Abrasjonsverdien for tre av prøvene ligger mellom 0.57 og 0.59. Røyfeddalen 2 avviker som nevnt fra dette med verdien 0.74. Årsaken til at denne verdien skiller seg ut er vanskelig å forklare. Alle tre parallellene som testes under abrasjonsmetoden er relativt like, så en kan utelukke at det har falt av større biter under selve abrasjonsslipingen. Når biter faller av under slipingen forklarer det ofte avvik.

Schmidt hammer-målingene indikerer bedre mekanisk styrke mot dypet. Registrerte målinger i dagoverflata gir gjennomgående svakere (lavere) verdier enn på sprengt flate, figur 5.

7.3 Noritt

7.3.1 Norittbruddet

Det er ikke foretatt noen kartlegging av norittforekomsten, men etter ønske fra oppdragsgiver og for oppdatering av Pukkregisteret ble det prøvetatt i bruddet for analysering, figur 1.

Som nevnt tidligere viste bergarten sør i bruddet, kalt «såle 24», tydelig tegn på omvandling. Den var «gulgrønn» på farge. I mikroskop synes det ikke at den middelskornige noritten var utsatt for omvandling.

Den andre prøven fra bruddet, «såle 0», ble valgt ut da oppdragsgiver hadde registrert en svakere kvalitet på materialet enn «normalt» fra denne delen av bruddet. Prøvestedet lå i bunnen av steinbruddet. Tynnslip av denne prøven viser identisk mineralsammensetning og kornstørrelse som «såle 24».

Til tross for dette viser de mekaniske analyseresultatene forskjeller. «Såle 0» gir 35% bedre Los Angeles-verdier enn «såle 24», sprøhetstallet og abrasjonsverdien forbedres med 16%, og kulemølleverdien med 11%, tabell 15. Dette sannsynliggjør trolig en overflateforvitring.

Schmidt hammer-verdiene viser seg også å være noe bedre for «såle 0» enn «såle 24». PSV-verdiene er derimot like for begge prøvene

7.3.2 Vedåsen

Fjordstein prøvetok selv to steder i Vedåsen og sendte prøvene for analysering ved NGU.

Mineralinnholdet for begge prøvene er identisk, og bergarten er fin- til middelskornet.

De mekaniske analyseresultatene indikerer et sterkt bergartsmateriale. Prøven merket (-10) er tatt i en vegskjæring ca. 1 km nord for norittbruddet, og er litt bedre enn prøven merket (-2). Denne prøven er tatt nærmere inntil dagens steinbrudd, se figur 1.

Etter norske kriterier er ikke de abrasive egenskapene for materialet i Vedåsen spesielt gode. PSV-verdien på 55 er lik for norittprøvene både i Vedåsen og i bruddet.

8. VURDERING AV BRUKSEGENSKAPER FOR DE UNDERSØKTE OMRÅDENE

8.1 Anortositt

8.1.1 Anortosittbrudd

8.1.1.1 Brunlilla (primær) anortositt

Analyseresultatene for primær anortositt er vesentlig dårligere enn for selektivt utvalgt hvit. Det er derfor skilt mellom disse to typene ved vurderingen av resultatene og bruksegenskaper.

De to prøvene (A og B) av primær anortositt som er tatt i bruddet viser best resultat for prøven tatt dypest ned.

Fallprøven plasserer materialet fra den primære anortositten i steinklasse 3. Prøvematerialet som er tatt i sålen gir også forbedring til steinklasse 2 ved omslag, vedlegg 1 og 2.

Kulemølleverdien ligger rundt 11 for begge prøvene, og abrasjonsresultatene vitner også om jevnhet. I Norge godkjennes materialet benyttet som tilslag i asfaltdekker med en årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 3000 kjøretøyer. I tillegg kan materialet anvendes til betong, bærelag og forsterkningslag, tabell 16.

Tabell 16. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for primær anortositt

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris

Prøven tatt dypest gir dårligst poleringsverdi (46). Prøven i overflata viser verdien 49. Normalt er det ulike kontraster i mineralhardhet i bergartsprøvene som forårsaker forskjellene. Tynnslipanalyse viser imidlertid likt innhold av mineraler, men graden av forvitring er ulik. Overflateforvitring kan medføre at mineralhardhetskontrast oppnås.

Under vurderingen som er foretatt i tabell 17 er det tatt hensyn til prøvemateriale fra både topp og bunn (A og B). Generelt kan man si at materialet egner seg til asfalttilslag i lett trafikkerte veger i europeiske land. I Frankrike vil materialet kun være egnet som bærelag og forsterkningslag.

Tabell 17. Egnethetsvurdering til vegformål - primær anortositt i brudd (såle og topp).

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	-	-	Uegnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	-	-	Uegnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	-	-	Uegnet
	"	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	?	-	Uegnet
	"	Lett trafikkert veg	?	-(+)	Uegnet/(Egnet)?
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

8.1.1.2 Hvit (omvandlet) anortositt

Tabell 18 viser at prøvematerialet fra den selektivt utvalgte hvite/omvandlede anortositten i steinbruddet er egnet som tilslag i vegdekker med en middels trafikkbelastning, tilsvarende ÅDT < 5.000. Det er analyseresultatene fra fallprøven og kulemåle som er gjenstand for vurderingen som er foretatt. Fallprøven indikerer et mekanisk sterkt materiale i overgangen mellom steinklasse 1 og 2, vedlegg 3.

Tabell 18. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for hvit anortositt

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemåleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemåleverdi innfris

Den gode Los Angeles-verdien øker anvendelsesmulighetene etter europeiske krav. Tabell 19 viser at materialet generelt aksepteres benyttet i vegdekker med «normal» trafikkbelastning. I Frankrike oppfyller materialet kravet for anvendelse som tilslag i asfalt på motorveger og veger med spesielle krav.

Tabell 19. Egnethetsvurdering til vegformål i Europa - hvit anortositt i brudd.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	+	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	+	-	Uegnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	+	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	+	+	Egnet
	"	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	?	+	Egnet?
	"	Lett trafikkert veg	?	+	Egnet?
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

8.1.2 Immersteinfjellet

Tabell 20 viser at materialet fra Immersteinfjellet innfris krav til bruk i vegdekker på lavt trafikkerte veger (ÅDT < 1500). Det innfris også kravene til bære- og forsterkningslag, og kan brukes som tilslag i betong. Materialet plasseres i steinklasse 3 etter fallprøven, vedlegg 4 og 5. Prøvematerialet fra Immersteinfjellet 1 viser steinklasse 2 ved omslag.

Tabell 20. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Immersteinfjellet

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris

Tabell 21 gir en oversikt over hvor det prøvetatte materialet fra Immersteinfjellet aksepteres brukt i ulike europeiske land. Generelt kan man si at materialet fra prøvepunkt 1 tillates brukt som asfalttilslag på lett trafikkerte veger og til bære-/forsterkningslag i Europa.

Tabell 21. Egnethetsvurdering til vegformål i Europa - Immersteinfjellet.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	-	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	-(+)	Uegnet /(Egnet)?
	“	Lett trafikkert veg	?	+	Egnet?
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gis koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

8.1.3 Røyrfeddalen

Fallprøven plasserer materialet fra to av de fire prøvepunktene (1 og 4) i Røyrfeddalen i steinklasse 5, vedlegg 6 og 9. Omslagsverdien viser en vesentlig forbedring til klasse 3. Det indikerer at det kan være en del å hente på flere knusetrinn. I laboratoriet knuses materialet to ganger. I prøvepunkt 2 og 3 viser fallprøven steinklasse 3 for materialet.

Ved å vurdere gjennomsnittresultatene for Røyrfeddalen (tabell 10) vil materialet være egnet til asfalt på lavt trafikkerte veger. Det vil også være egnet til bære- og forsterkningslag og som tilslag i betong, tabell 22. Det er først og fremst flisigheten det stilles krav til ved betongtilslag. Men generelt bør bergarter til bruk i betong være «mekanisk gode» og inneholde minst mulig glimmer.

Merk at dersom prøvepunkt 1 og 4 vurderes alene (steinklasse 5 etter fallprøven), vil materialet kun være akseptert brukt i forsterkningslag.

Ifølge Statens vegvesen er kulemølleverdien og abrasjonsverdien likestilte. Dette medfører at man fritt kan velge hvilke av de to analyseresultatene som skal gjelde for prøvematerialet. For at et materiale skal få betegnelsen egnet i tabell 22 må *enten* kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitastemotstand *eller* kun steinklasse og kulemølleverdi innfris.

Tabell 22. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav for Røyrfeddalen

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris

Etter europeiske forhold blir de mekaniske egenskaper uttrykt ved Los Angelesverdien og poleringsegenskaper ved «polished stone value» (PSV). Disse metodene er gjenstand for vurderingene. Los Angeles-verdiene for prøvene i Røyrfeddalen varierer mellom 32 og 38. PSV-verdiene varierer mellom 47 og 54. Gjennomsnittsverdien på 51 tilsier at materialet kanskje blir vurdert på et for strengt grunnlag (grenseverdi på 53 i Tyskland).

Etter europeiske krav kan man si at materialet på generelt grunnlag kun er egnet til bære- og forsterkningslag, tabell 23.

Tabell 23. Egnethetsvurdering til vegformål i Europa - Røyrfeddalen.

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	-	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
		Betongdekke	-	i.k.	Uegnet
		Bære- og forsterkningslag	-	i.k.	Uegnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
		Bære- og forsterkningslag	+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
		Bære- og forsterkningslag	-	i.k.	Uegnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	-	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	?	+	Egnet?
		Bære- og forsterkningslag	?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

8.2 Noritt

8.2.1 Norittbrudd

8.2.1.1 «Såle 0»

Ut fra tabell 24 går det fram at prøvematerialet fra «såle 0» i bruddet er egnet som tilslag i vegdekker med en ÅDT inntil 1500. Det er analyseresultatene fra fallprøven og kulemåle som er lagt til grunn for vurderingen. Fallprøven plasserer prøvematerialet i steinklasse 2, og omslagsverdien havner godt innenfor steinklasse 1, vedlegg 10.

Tabell 24. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav i norittbruddet - «såle 0»

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemåle, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemåle innfris

Tabell 25. Egnethetsvurdering til vegformål i Europa i norittbruddet - «såle 0».

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	+	Egnet?
	“	Lett trafikkert veg	?	+	Egnet?
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

Generelt kan det sies at materialet er egnet som tilslag i asfaltdekker i lett trafikkerte veger i Europa, mens det etter engelske krav aksepteres brukt på veger med «normal» trafikk, tabell 25.

8.2.1.2 «Såle 24»

Prøven som ble tatt ved «såle 24» viser svakere mekaniske resultater enn for «såle 0», spesielt for fallprøven, abrasjon og Los Angeles, vedlegg 11. Dette er kommentert i forrige kapittel.

Etter norske krav kan materialet benyttes som tilslag i asfaltdekker med ÅDT 1500, og til bære- og forsterkningslag, tabell 26.

Tabell 26. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav i norittbruddet, «såle 24»

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris

Tabell 27. Egnethetsvurdering til vegformål i Europa i norittbruddet, «såle 24».

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
	Bære- og forsterkningslag		-	i.k.	Uegnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	+	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	-	+	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	-	+	Uegnet
	Bære- og forsterkningslag		-	i.k.	Uegnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	?	+	Egnet?
	“	Lett trafikkert veg	?	+	Egnet?
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

I forhold til krav som stilles ute i Europa, vil materialet knapt nok være egnet for annet enn bære- og forsterkningslag, tabell 27. Dette skyldes den svake Los Angeles-verdien.

8.2.2 Vedåsen

Fjordstein sprengte selv ut prøver i Vedåsen for analysering. Ut fra tabell 28 går det fram at prøvematerialet fra «Vedåsen (-10)» er egnet som tilslag i vegdekker med en ÅDT opp til 3000, på grensen mot 5000. Det er analyseresultatene fra fallprøven og abrasjon som er lagt til grunn for vurderingen. Fallprøven plasserer prøvematerialet i steinklasse 1, vedlegg 13. Resultatene for «Vedåsen (-2)» er også tilnærmet like gode, vedlegg 12.

Tabell 28. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav «Vedåsen (-10)»

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

St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 1). For å få betegnelsen egnet må enten kravene til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller kun steinklasse og kulemølleverdi innfris. Krav som nesten innfris metoden -(+) og vurderes som Uegnet/(Egnet)

Tabell 29. Egnethetsvurdering til vegformål i Europa - «Vedåsen (-10)»

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	-	+	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	+	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	+	+	Egnet
	"	Lett trafikkert veg	+	+	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		+	i.k.	Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	-	Uegnet
	"	Normal trafikkert veg	?	+	Egnet?
	"	Lett trafikkert veg	?	+	Egnet?
	Bære- og forsterkningslag		?	i.k.	Egnet?

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 2).

Etter europeiske krav som stilles, vil materialet fra Vedåsen kunne anvendes som tilslag i asfaltdekker med «normal» trafikk, i tillegg til bærelag og forsterkningslag og betong, tabell 29.

8.3 Sammenstilling av anortosittprøvene

I tabell 30 er egnethetsvurderinger for anortosittprøvene fra Røyrfeddalen, Immersteinfjellet og eksisterende brudd sammenstilt.

Som det går fram av tabellen dekker den hvite/omvandlede anortositten kravene til de fleste bruksegenskaper i forhold til primær anortositt.

Tabell 30. Sammenstilling av egnethetsvurdering av anortosittprøver .

Land	Bruksområde	Vegtype	Brudd -hvit (omvandlet)	Brudd (primær)	Immerstein- fjellet	Røyrfed- dalen
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet	Uegnet
		Bære- og forsterkningslag	Egnet	Egnet	Egnet	Uegnet
Tyskland	Vegdekke	Autobahn, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Egnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet	Uegnet
		Bære- og forsterkningslag	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Egnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Egnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
		Bære- og forsterkningslag	Egnet	Egnet	Egnet	Uegnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Egnet?	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet?	Uegnet	Egnet?	Egnet?
		Bære- og forsterkningslag	Egnet?	Egnet?	Egnet?	Egnet?
Norge	Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Høyt trafikkert veg (ÅDT 5000-15000)	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 3000-5000)	Egnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
	“	Middels trafikkert veg (ÅDT 1500-3000)	Egnet	Egnet	Uegnet	Uegnet
	“	Lavt trafikkert veg	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
		Bærelag	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	Forsterkningslag	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	
Alle land	Betongformål		Egnet	Egnet	Egnet	Egnet

Det foretas ingen sammenstilling av norittprøvene, da de egentlig ikke inngår i prosjektet.

9. STATISTISK VURDERING AV BERGARTSPRØVER MED ANORTOSITT.

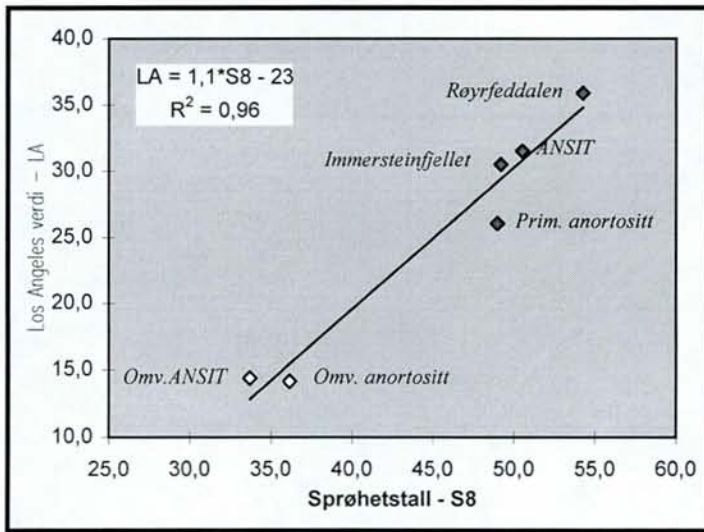
For å få en oversikt over eventuelle kvalitetsvariasjoner mellom anortositt fra Rekefjordområdet med anortositt fra andre steder i landet er samtlige prøver med anortositt i NGUs Pukkregister blitt behandlet statistisk (vedlegg 14). Prøver fra eksisterende anortosittbrudd er betegnet ANSIT (6 stk.). De øvrige prøvene er fra Vesterålen (5 stk.), fra gneisområdet på Møre (4 stk.), fra Bergensområdet (2 stk.), fra Jotundekket (5 stk.) og fra andre lokaliteter i Egersundfeltet (16 stk.).

Generelt kan mekaniske egenskaper deles i tre hovedgrupper; evnen til å motstå slag (sprøhetstall, Los Angeles verdi, Schmidt hammer verdi), abrasive egenskaper (abrasjonsverdi, slitasjemotstand, mølleverdi) og poleringsegenskaper (PSV). De ulike testmetodene som benyttes innenfor hver av disse tre hovedgruppene viser gjerne innbyrdes god samvariasjon. Dette kan benyttes for grafisk å framstille kvalitetsvariasjonen mellom prøver med anortositt (figur 7-12). Det er medianverdien som er brukt ved framstilling av disse figurene. Medianverdien er mindre «følsom» for ekstremalverdier i et datasett i forhold til gjennomsnittsverdien.

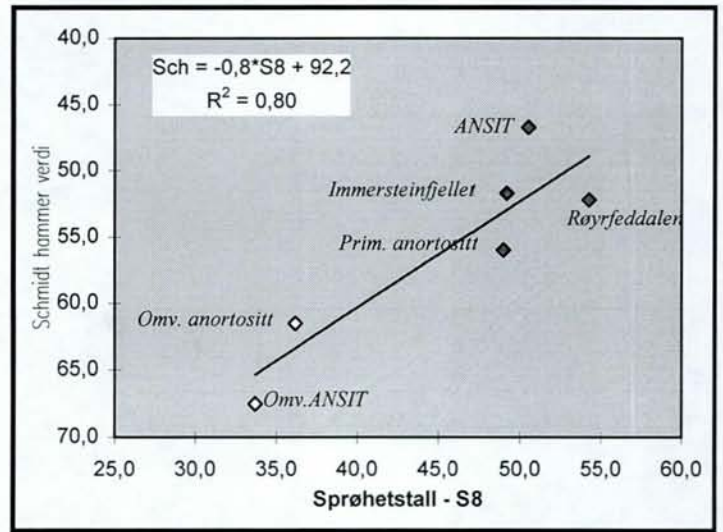
Figur 7 viser at hvit/omvandlet anortositt er markert bedre enn primær anortositt for slagmotstandsegenskapene. Den hvite/omvandlede varianten i bruddet viser samme gode kvalitet som andre omvandlede anortositter. Primær anortositt i Rekefjordområdet derimot er noe dårligere i forhold til andre prøver av primær anortositt. Innenfor Rekefjord viser Røyrfeddalen dårligere verdier i forhold til bruddområdet (ANSIT og Immersteinfjellet). Med enkelte unntak viser figur 8 nesten samme forhold som figur 7. Det må tas i betraktning at der er forholdsvis få registreringer av Schmidt hammer målinger (tabell 3 i vedlegg 14).

For de abrasive egenskapene er bildet noe annet (figur 9 og 10). Fortsatt er hvit/omvandlet anortositt «best» og primær anortositt inklusiv prøvene fra Immersteinfjellet og Røyrfeddalen «dårligst». Tilsynelatende viser prøvene fra bruddet like resultater med en kvalitet som ligger mellom hvit/omvandlet og primær anortositt (figur 10). Figur 11 viser derimot at abrasjonsverdien for den primære varianten i bruddet er generelt mer lik hvit/omvandlet anortositt og tilsvarende at hvit/omvandlet anortositt i bruddet er mer lik primær anortositt.

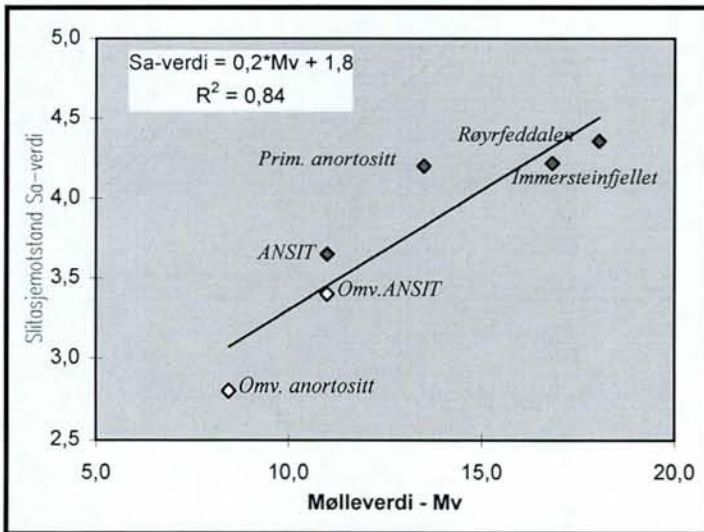
Poleringsegenskaper viser, basert på erfaring fra data i Pukkregisteret, ingen samvariasjon med øvrige mekaniske egenskaper. For enkelte bergarter er det utført undersøkelser som viser at det kan forekomme en samvariasjon mellom poleringsverdien og abrasjonsverdien. Det må taes forbehold ved at prøveantallet er lavt, men i henhold til figur 11 kan det tyde på at hvit/omvandlet og primær anortositt innbyrdes viser samvariasjon mot de abrasive egenskapene (tilsvarende trendlinjer opptrer hvis abrasjonsverdiene byttes med enten Sa-verdier eller mølleverdier).



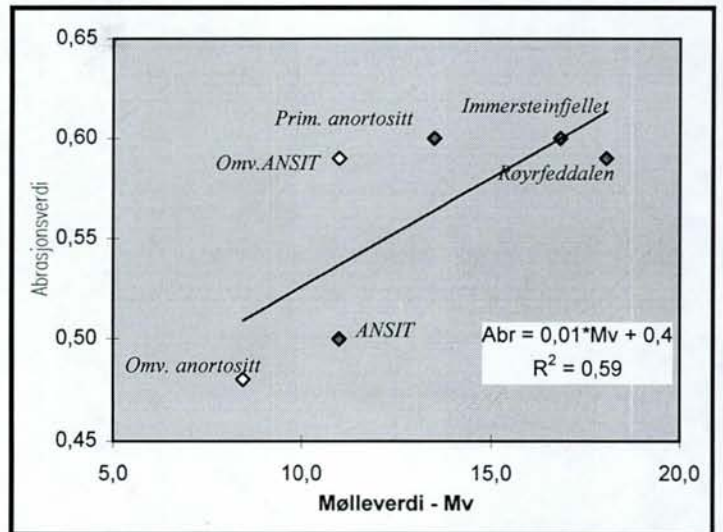
Figur 7. Sprøhetstall og Los Angeles.



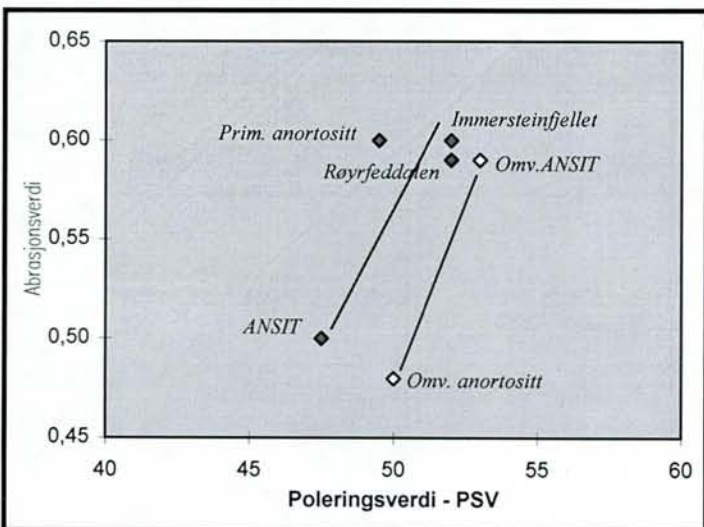
Figur 8. Sprøhetstall og Schmidt hammer verdi.



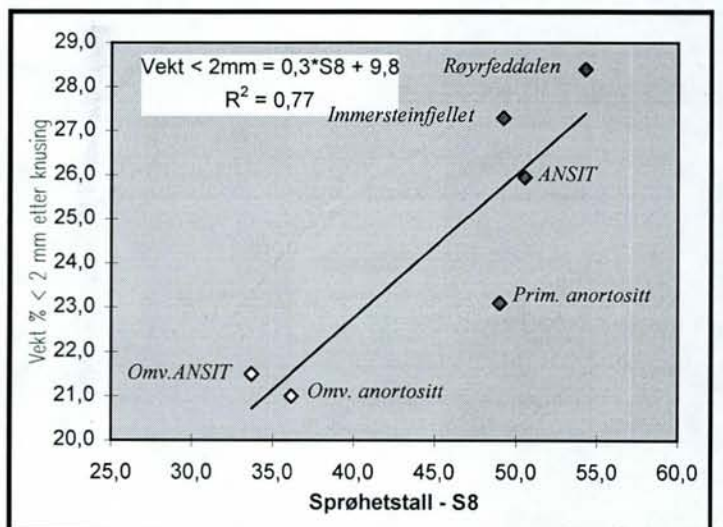
Figur 9. Kulemølle og slitasjemetstand.



Figur 10. Kulemølle og abrasjonsverdi.



Figur 11. Poleringsverdi og abrasjonsverdi.



Figur 12. Sprøhetstall og vekt % < 2mm etter knusing.

◇ Hvit/omvandlet anortositt ◆ Primær anortositt

Andel finstoffproduksjon etter knusing (figur 12) viser samme fordeling som øvrige bergarter registrert i Pukkregisteret. Mekanisk «sterke bergarter» gir mindre finstoff enn mekaniske «svake bergarter». I figur 12 er sprøhetstallet benyttet for å skille mekanisk «sterke og svake bergarter». En får samme fordeling hvis en benytter abrasjonsverdi, Sa-verdi, mølleverdi eller Los Angeles-verdi istedenfor sprøhetstallet.

10. REFERANSER

- Erichsen, E. 1992: Knuseprosedyrens innvirkning på fallprøven. Delrapport 1. *NGU Rapport 92.289*.
- Erichsen, E. 1993: Prøving av steinmaterialer-Laboratorieknuserens innvirkning på fallprøven, *Konferansen «Stein i vei» i Bergen, februar 1993*.
- Høbeda, P. 1978: Suggestions to the International Standardization of Test Methods for Aggregate Strength, *VTI Meddelande Nr. 102*.
- Falkum, T. 1982: Berggrunnskart Mandal, M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*
- Karlsen, T.A., Nilsson, L.P., Marker, M., Gautneb, H. & Erichsen, E., 1998: Berggrunnsgeologi og mineralske ressurser i Sokndals-området, Rogaland. *NGU Rapport 98.068 Norges geologiske undersøkelse*.
- Schärer, U., Wilmart, E. & Duchesne, J.-C., 1996: The short duration and anorogenic character of anorthosite magmatism: U-Pb dating of the Rogaland complex, Norway. *Earth Planet. Sci. Lett. 139, 335-350*.
- Statens kartverk: Økonomisk kartverk M 1:5000, AP 008-5-2 Rekefjord
- Statens kartverk: Økonomisk kartverk M 1:5000, AP 008-5-4 Presteskjær
- Statens vegvesens Normaler 018, Vegbygging, 1992.

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Anortositt såle

Lab.prøve nr.: 980042

 KOMMUNE : SOKNDAL
 KARTBLADNR. : 1311-IV
 FOREKOMSTNR.: 1111-501

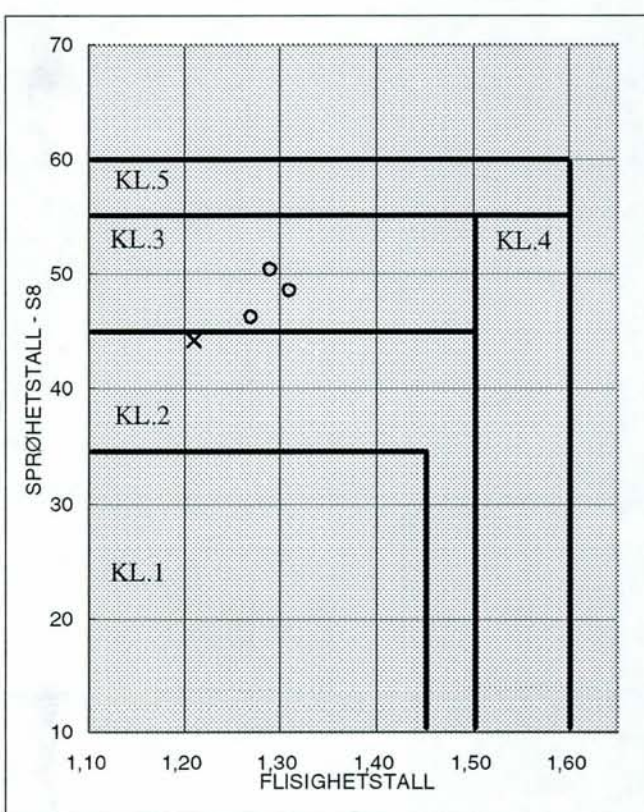
 KOORDINATER : X = 339197, Y = 6468542
 DYBDE I METER :
 UTTATT DATO : 25.06.98
 SIGN. : AU

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,31	1,27	1,29	1,21	1,31	1,33
Flisighetsindeks-FI	7	5	5	1	9	9
Ukorr. Sprøhetstall-S0	48,6	46,2	50,4	44,2		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	48,6	46,2	50,4	44,2		
Materiale < 2mm-S2	14,3	14,0	13,7	11,7		
Kulemølleverdi, Mv					10,8	10,4
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,7				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,29	6	48,4	Middel S2 : 14,0		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,32	9	10,6	PSV : 46		
Abrasjonsverdi-a:	0,54	0,50	0,51	Middel : 0,52		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,6			Densitet : 2,71		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,28	/	7,3	LA-verdi : 29,8		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Anortositt

Mineralinnhold: Anortositten er middels til grovkornet og består av 99% feltspat og 1% pyroksen. I tillegg er det spor av kloritt, epidot og opake mineraler. Feltspaten består overveiende av plagioklas. Betydelig saussurittisk omvandling. Avsetning av epidot langs korn grensene.

Total omvandling er estimert til ca. 3-5 %.

Reaksjon med HCL:

 Sted:
 Trondheim

 Dato:
 26.10.98

Sign.:



Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Immersteinfjellet 1

Lab.prøve nr.: 980055

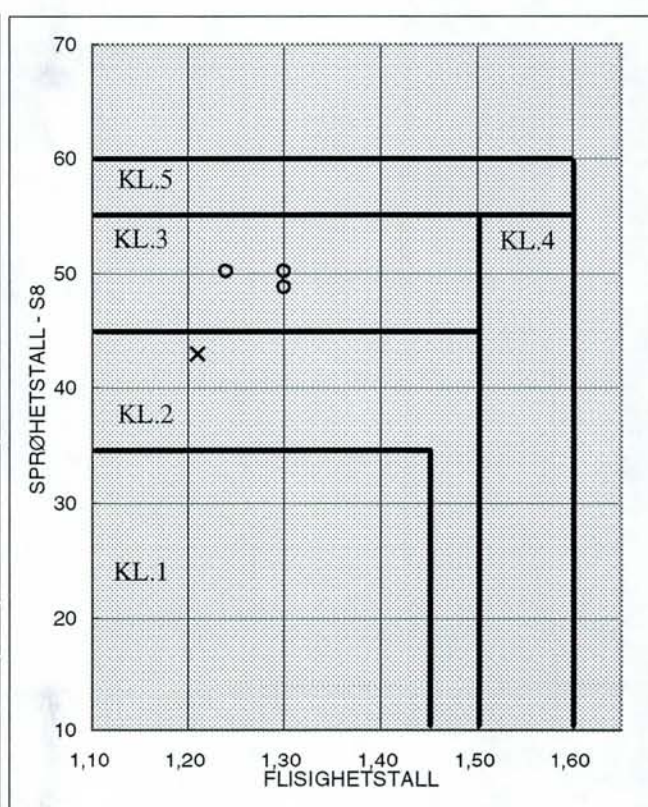
KOMMUNE :	SOKNDAL	KOORDINATER :	X = 339112, Y = 6468982
KARTBLADNR. :	1311-IV SOKNDAL	DYBDE I METER :	1.5-2 m
FOREKOMSTNR.:	1111-501	UTTATT DATO :	25.06.98
		SIGN. :	AU

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,30	1,24	1,30	1,21	1,32	1,31
Flisighetsindeks-FI	7	4	4	2	8	7
Ukorr. Sprøhetstall-S0	46,5	47,8	47,8	43,0		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	48,9	50,2	50,2	43,0		
Materiale < 2mm-S2	12,9	12,2	12,6	11,1		
Kulemølleleverdi, Mv					14,9	15,0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 19,9				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,28	5	49,8	Middel S2 : 12,6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,32	8	15,0	PSV : 52		
Abrasjonsverdi-a:	0,54	0,57	0,60	Middel : 0,57		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,0			Densitet : 2,70		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,26	/	7,1	LA-verdi : 28,2		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Anortositt

Mineralinnhold: Anortositten er middelskornet og inneholder 97% feltspat, 1% kloritt, 1% glimmer og 1% opake mineraler. Spor av epidot opptrer også. Feltspaten består av 92% plagioklas og 5% kalifeltspat.

Total omvanling er estimert til 3%, og langsprekker hele 20%.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
26.10.98Sign.:
Annika Uvik



KOMMUNE : SOKNDAL

KARTBLADNR. : 1311-IV SOKNDAL

FOREKOMSTNR.: 1111-501

KOORDINATER : X= 339232, Y= 6469075

DYBDE I METER : 1.5-2 m

UTTATT DATO : 25.06.98

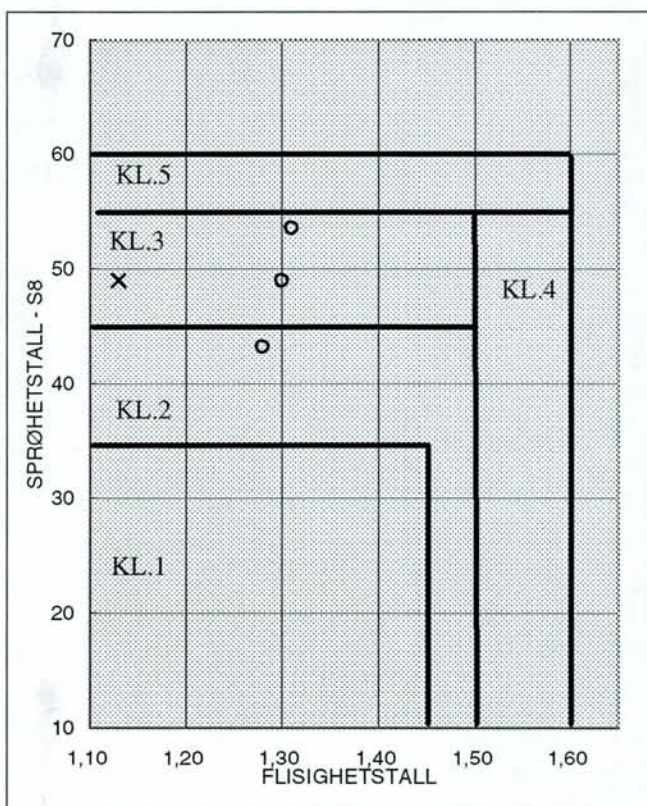
SIGN. : AU

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,28	1,30	1,31	1,13	1,30	1,30
Flisighetsindeks-FI	5	9	8	1	7	8
Ukorr. Sprøhetstall-S0	41,2	46,7	51,0	46,6		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	43,2	49,0	53,6	49,0		
Materiale < 2mm-S2	13,2	12,6	12,3	12,2		
Kulemølleverdi, Mv					18,6	18,8
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,5				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,30	7	48,6	Middel S2 : 12,7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,30	8	18,7	PSV : 52		
Abrasjonsverdi-a:	0,64	0,62	0,64	Middel : 0,63		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,4			Densitet : 2,83		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,27	/	6,3	LA-verdi : 32,8		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Anortositt

Mineralinnhold: Middels- til finkornet bergart bestående av 81% feltspat, 15% pyroksen, 2% serpentin, <1% glimmer og <1% opake mineraler. I tillegg er det også spor av kloritt og apatitt. Glimmeret består av både primær og sekundær biotitt. Serpentin er omvandlingsprodukt fra ortopyroksen. Betydelig omvandling langs korgrensene. Total omvandling er anslått til 5% av slipet. Håndstuppen virker frisk.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
26.10.98

Sign.:

Annika Ulrik



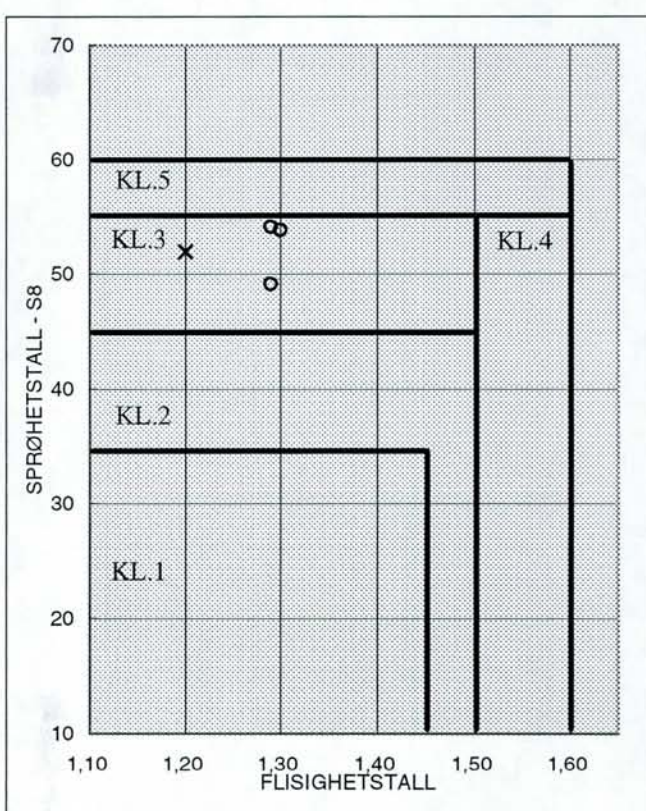
KOMMUNE :	SOKNDAL	KOORDINATER :	X = 338341, Y = 6470162
KARTBLADNR. :	1311-IV SOKNDAL	DYBDE I METER :	1.5-2 m
FOREKOMSTNR.:	1111-505	UTTATT DATO :	24.06.98
		SIGN. :	AU

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,30	1,29	1,29	1,20	1,29	1,30
Flisighetsindeks-FI	5	3	4	1	5	7
Ukorr. Sprøhetstall-S0	51,3	46,8	51,5	49,5		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	53,8	49,1	54,1	52,0		
Materiale < 2mm-S2	14,7	14,2	15,2	13,2		
Kulemølleverdi, Mv					24,2	22,8
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 20,4				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,29	4	52,3	Middel S2 : 14,7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,30	6	23,5	PSV : 54		
Abrasjonsverdi-a:	0,77	0,72	0,74	Middel : 0,74		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	5,4			Densitet : 2,78		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,26	/	5,6	LA-verdi : 36,8		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Anortositt

Mineralinnhold: Bergarten er middelskornet og inneholder 94% feltspat, 3% pyroksen, 1% kloritt, 1% glimmer og 1% opake mineraler. Det er også spor av serpentin. Feltspaten deles inn i 90% plagioklas og 4% kalifeltspat.

Omvandling av bergarten er estimert til 8%.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
27.10.98

Sign.:
Annhild Urick

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Røyrfeddalen 3

Lab.prøve nr.: 980053

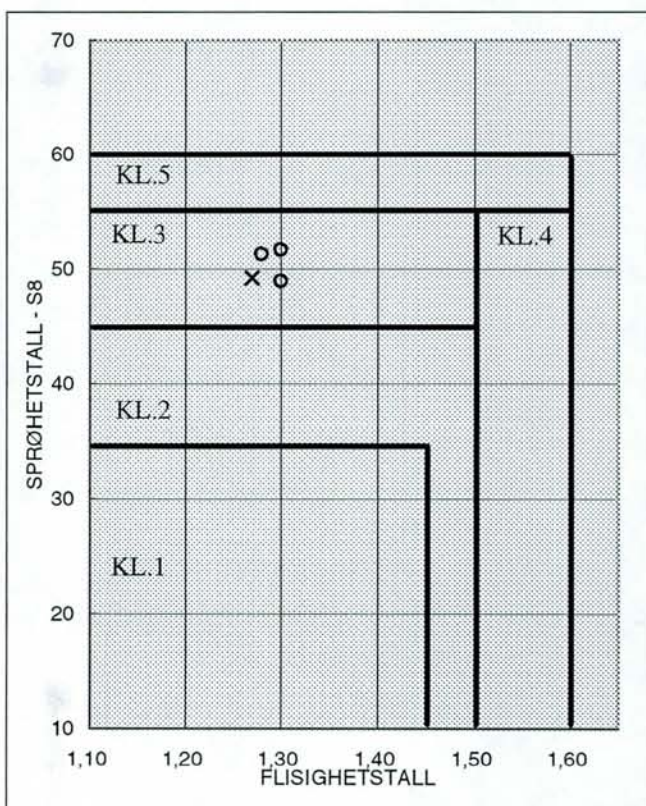
KOMMUNE :	SOKNDAL	KOORDINATER :	X = 338458, Y = 6470120
KARTBLADNR. :	1311-IV SOKNDAL	DYBDE I METER :	1,5-2 m
FOREKOMSTNR.:	1111-505	UTTATT DATO :	24.06.98
		SIGN. :	AU

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,30	1,28	1,30	1,27	1,30	1,32
Flisighetsindeks-FI	5	5	8	3	8	7
Ukorr. Sprøhetstall-S0	49,2	48,8	46,6	46,9		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	51,7	51,3	49,0	49,2		
Materiale < 2mm-S2	12,5	12,4	12,9	11,1		
Kulemølleverdi, Mv					18,1	18,6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,0				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,29	6	50,7	Middel S2 : 12,6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,31	8	18,4	PSV : 53		
Abrasjonsverdi-a:	0,61	0,60	0,57	Middel : 0,59		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,2	Densitet : 2,72				
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,25	/	5,2	LA-verdi : 32,1		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Anortositt

Mineralinnhold: Middelskornet anortositt bestående av 91% feltspat, 5% pyroksen, 1% serpentin, 1% glimmer, 1% opake mineraler og 1% epidot. Liten omvandling.

Reaksjon med HCL:

 Sted:
 Trondheim

 Dato:
 27.10.98

Sign.:





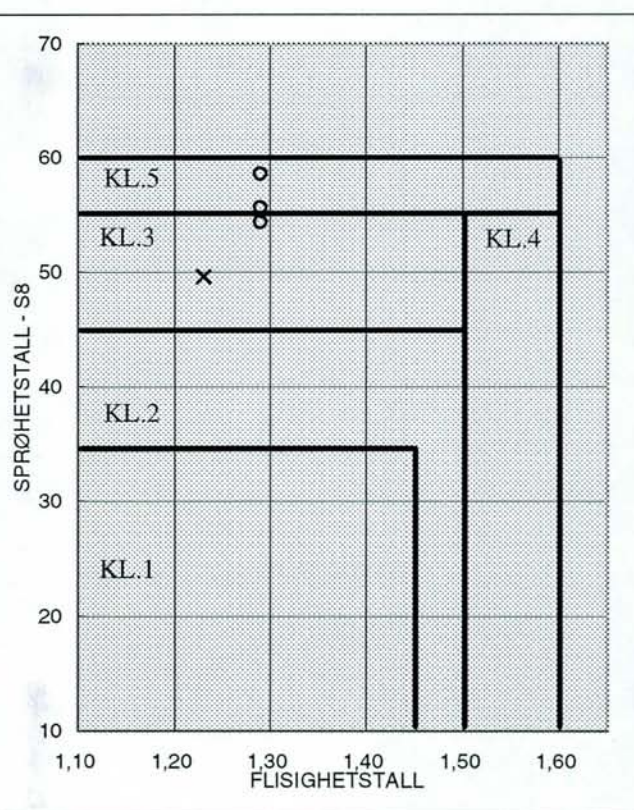
KOMMUNE :	SOKNDAL	KOORDINATER :	X = 338724, Y = 6470004
KARTBLADNR. :	1311-IV SOKNDAL	DYBDE I METER :	1.5-2 m
FOREKOMSTNR.:	1111-505	UTTATT DATO :	24.06.98
		SIGN. :	AU

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,29	1,29	1,29	1,23	1,30	1,28
Flisighetsindeks-FI	4	4	5	1	6	8
Ukorr. Sprøhetstall-S0	55,8	51,7	53,0	49,6		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	58,6	54,3	55,6	49,6		
Materiale < 2mm-S2	15,7	16,6	15,1	13,5		
Kulemølleverdi, Mv					17,9	17,6
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 20,3				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,29	4	56,2	Middel S2 : 15,8		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,29	7	17,8	PSV : 47		
Abrasjonsverdi-a:	0,59	0,56	0,63	Middel : 0,59		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	4,4			Densitet : 2,69		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,24	/	5,0	LA-verdi : 37,9		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Anortositt

Mineralinnhold: Middels til grovkornet bergart med granulær tekstur. 98% feltspat, 1% glimmer og 1% opake utgjør mineralene i slipet. Feltspaten består av 93% plagioklas og 5% kalifeltspat. Det er en betydelig omvandling langs korn grensene. Omvandlingen utgjør ca. 5% av slipet. Håndstufen virker frisk og uforvitret.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
26.10.98

Sign.:

Annhild Mørk

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Noritt, såle 0

Lab.prøve nr.: 980038

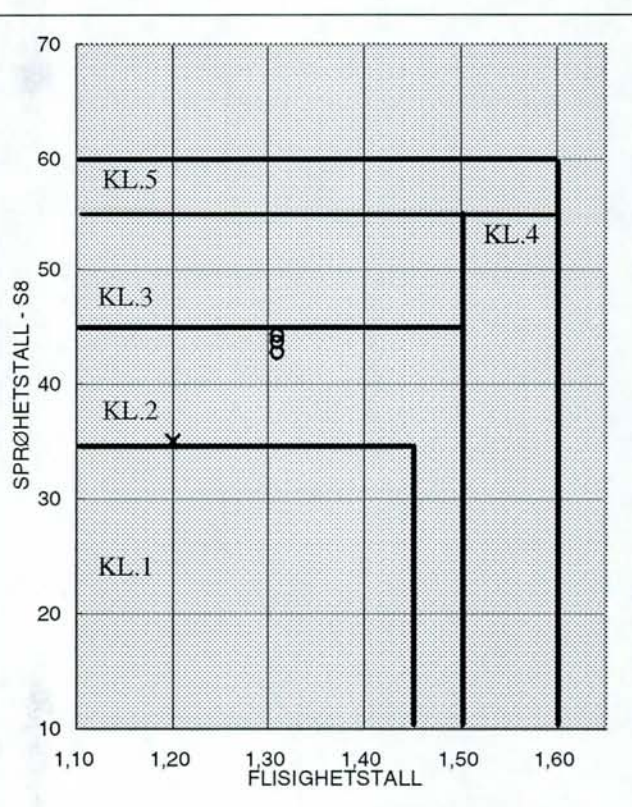
KOMMUNE : Sokndal
KARTBLADNR. : 1311-4
FOREKOMSTNR.: 1111-501KOORDINATER : 389860/6468520
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 26.06.1998
SIGN. : EE

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-fli	1,31	1,31	1,31	1,20	1,35	1,36
Flisighetsindeks-FI	8	8	7	3	10	9
Ukorr. Sprøhetstall-S0	44,2	43,7	42,7	35,1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	44,2	43,7	42,7	35,1		
Materiale < 2mm-S2	10,6	9,9	9,4	8,5		
Kulemølleverdi, Mv					16,8	16,5
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,5				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,31	8	43,5	Middel S2 : 10,0		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,36	10	16,7	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,58	0,61	0,59	Middel : 0,59		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,9			Densitet : 3,15		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,28	/	9,2	LA-verdi : 23,5		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet noritt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 40% pyroksen, 5% opake, 2% kloritt, 2% glimmer og 1% apatitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
26.10.1998Sign.:
Annild Uvik



KOMMUNE : Sokndal
KARTBLADNR. : 1311-4
FOREKOMSTNR.: 1111-501

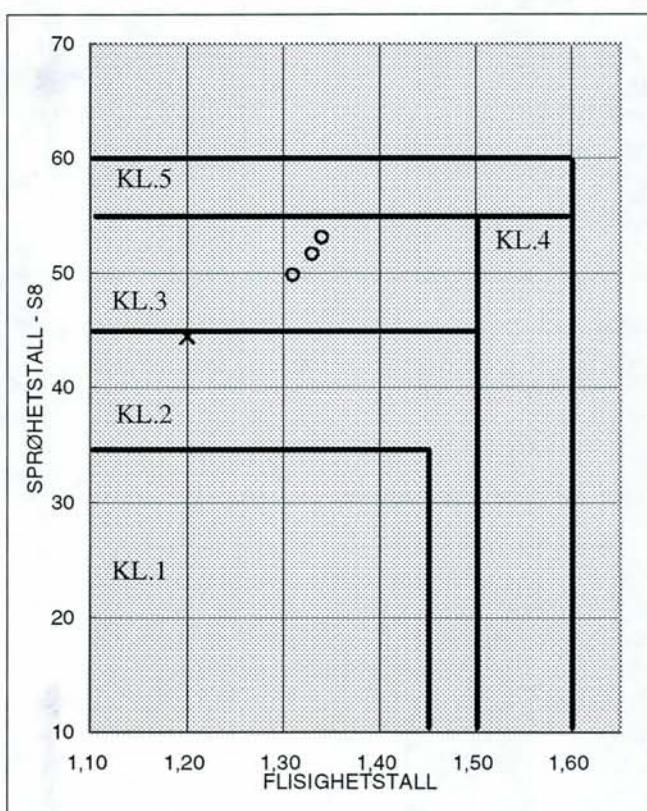
KOORDINATER : 389860/6468520
DYBDE I METER : 0
UTTATT DATO : 26.06.1998
SIGN. : EE

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-fli	1,33	1,34	1,31	1,20	1,35	1,37
Flisighetsindeks-FI	9	13	7	2	11	11
Ukorr. Sprøhetstall-S0	49,2	50,6	47,5	42,3		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	51,7	53,1	49,8	44,4		
Materiale < 2mm-S2	12,8	12,9	12,5	11,2		
Kulemølleverdi, Mv					18,4	19,0
Laboratoriekunst i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 20,4				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,33	10	51,5	Middel S2 : 12,7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,36	11	18,7	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,65	0,71	0,73	Middel : 0,70		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	5,0			Densitet : 3,17		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,30	/	10,9	LA-verdi : 35,8		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet noritt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 40% pyroksen, 5% opake, 2% kloritt, 2% glimmer og 1% apatitt.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:
26.10.1998

Sign.:

Annhild Uvik

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedåsen-2

Lab.prøve nr.: 980056

KOMMUNE : Sokndal

KARTBLADNR. : 1311-4

FOREKOMSTNR.:

KOORDINATER :

DYBDE I METER :

UTTATT DATO :

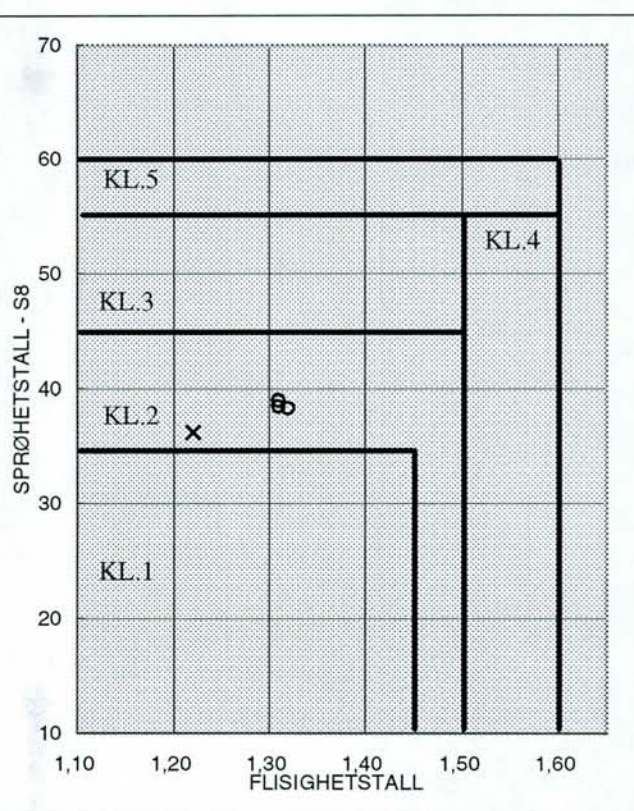
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,31	1,32	1,31	1,22	1,29	1,30
Flisighetsindeks-FI	5	8	6	2	9	7
Ukorr. Sprøhetstall-S0	38,5	38,4	39,0	36,2		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	38,5	38,4	39,0	36,2		
Materiale < 2mm-S2	8,0	9,1	8,8	7,8		
Kulemølleverdi, Mv					14,1	13,3
Laboratrieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 20,2				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,31	6	38,6	Middel S2 : 8,6		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,30	8	13,7	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,61	0,58	0,58	Middel : 0,59		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,7			Densitet : 3,16		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,27	/	7,9	LA-verdi : 24,6		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet noritt.

Mineralinnhold: 55% feltspat, 35% pyroksen, 5% opake, 3% apatitt, 1% serpentin og 1% glimmer.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
26.10.1998

Sign.:

Annhild Urick

Mekaniske egenskaper

 Sprøhet / flisighet / abrasjon
 kulemølle / Los Angeles / PSV

Vedåsen-10

Lab.prøve nr.: 980057

KOMMUNE : Sokndal

KARTBLADNR. : 1311-4

FOREKOMSTNR.:

KOORDINATER :

DYBDE I METER :

UTTATT DATO :

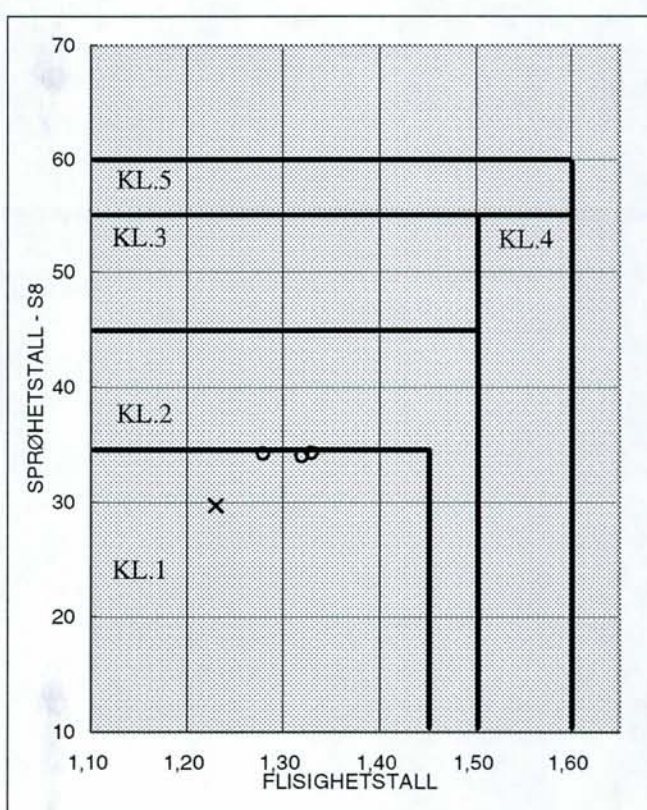
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,32	1,33	1,28	1,23	1,26	1,28
Flisighetsindeks-FI	6	8	7	2	9	6
Ukorr. Sprøhetstall-S0	34,1	34,4	34,3	29,7		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	34,1	34,4	34,3	29,7		
Materiale < 2mm-S2	6,4	6,9	6,7	5,3		
Kulemølleverdi, Mv					12,7	12,0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 21,1				
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,31	7	34,3	Middel S2 : 6,7		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,27	8	12,4	PSV : 55		
Abrasjonsverdi-a:	0,53	0,54	0,54	Middel : 0,54		
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,1			Densitet : 3,07		
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,28	/	7,9	LA-verdi : 19,6		



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Fin- til middelskornet noritt.

Mineralinnhold: 55% feltspat, 35% pyroksen, 5% opake, 3% apatitt, 1% serpentin og 1% glimmer.

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
26.10.1998Sign.:
Arnhild Mørk

Tabell 1 Statistiske data for anortositt, sprøhetstall-S₈

Sprøhetstall - S ₈	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	23	36,2	37,0	1,71
Primær anortositt	9	49,0	49,5	1,72
Omv. ANSIT	1	33,6	33,6	-
ANSIT	4	50,5	52,3	1,97
Immersteinfjellet	2	49,2	49,2	2,98
Røyrfeddalen	4	54,3	54,0	2,73

Tabell 2 Statistiske data for anortositt, Los Angeles

Los Angeles	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	10	14,2	14,9	3,0
Primær anortositt	8	26,1	27,1	3,5
Omv. ANSIT	1	14,4	14,4	-
ANSIT	2	31,5	31,5	2,4
Immersteinfjellet	2	30,5	30,5	3,3
Røyrfeddalen	4	35,9	35,5	2,5

Tabell 3 Statistiske data for anortositt, Schmidt hammer verdi

Schmidt hammer verdi	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	3	61,5	59,2	4,9
Primær anortositt	1	56,0	56,0	-
Omv. ANSIT	1	67,5	67,5	-
ANSIT	2	46,8	46,8	5,3
Immersteinfjellet	2	51,8	51,8	1,1
Røyrfeddalen	4	52,3	52,3	2,3

Tabell 4 Statistiske data for anortositt, slitasjemotstand

Slitasjemotstand Sa-verdi	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	23	2,8	3,0	0,9
Primær anortositt	9	4,2	4,1	0,4
Omv. ANSIT	1	3,4	3,4	-
ANSIT	4	3,6	3,6	0,2
Immersteinfjellet	2	4,2	4,2	0,3
Røyrfeddalen	4	4,4	4,6	0,5

Tabell 5 Statistiske data for anortositt, mølleverdi

Mølleverdi - Mv	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	10	8,5	8,5	3,6
Primær anortositt	8	13,5	14,4	2,7
Omv. ANSIT	1	11,0	11,0	-
ANSIT	2	11,0	11,0	0,6
Immersteinfjellet	2	16,8	16,8	2,7
Røyrfeddalen	4	18,1	18,7	3,5

Tabell 6 Statistiske data for anortositt, abrasjonsverdi

Abrasjonsverdi	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	23	0,48	0,49	0,02
Primær anortositt	9	0,60	0,58	0,02
Omv. ANSIT	1	0,59	0,59	-
ANSIT	5	0,50	0,52	0,05
Immersteinfjellet	2	0,60	0,60	0,02
Røyrfeddalen	4	0,59	0,62	0,02

Tabell 7 Statistiske data for anortositt, poleringsverdi

Poleringsverdi-PSV	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	11	50	50	6
Primær anortositt	8	50	50	3
Omv. ANSIT	1	53	53	-
ANSIT	2	48	48	2
Immersteinfjellet	2	52	52	0
Røyrfeddalen	4	52	51	3

Tabell 8 Statistiske data for anortositt, finstoffandel etter knusing

Finstoffandel Vekt % < 2mm	Antall prøver	Median	Gjennomsnitt	Standardavvik
Omv. anortositt	10	21,0	20,7	1,2
Primær anortositt	8	23,1	23,7	2,2
Omv. ANSIT	1	21,5	21,5	-
ANSIT	2	26,0	26,0	0,2
Immersteinfjellet	2	27,3	27,3	0,8
Røyrfeddalen	4	28,4	28,1	0,9

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

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform uttrykkes ved **flisighetstallet**. Flisighetstallet er en fysisk egenskap som angir forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisighetstesten utføres som en del av fallprøven og bestemmes på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon 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 puk.

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

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

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

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

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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller taes også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for 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 årsgogntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

Et representativt utvalg med 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	meget god
0.35-0.45	god
0.45-0.55	middels
0.55-0.65	svak
> 0.65	meget svak

Slitasjemotstand

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

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

Etter CEN prosedyren utføres metoden ved at 5 kg steinmateriale i fraksjonen 10.0-14.0 mm roteres i en trommel sammen med 11 stålkuler. Innvendig har trommelen en stålplate som ved omdreining løfter materialet og stålkulene opp før det deretter slippes ned. Etter ca. 15 min. og 500 omdreininger taes materialet ut, våtsiktes og tørkes. Etter veiing beregnes prosentvis andel som passerer et 1.6 mm kvadratsikt. 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 piggedekk i vintersesongen som «rubber opp» og gir tilslaget i toppdekket en ru overflate.

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

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

SCHMIDT HAMMER - METODEN

Metoden ved bruk av Schmidt hammer er praktisk til å vurdere bergartsstyrke og -kvalitet på en enkel og rask måte.

Det finnes to typer Schmidt hammer. L-typen er beregnet for bruk på fjell, mens N-typen benyttes på betong.

Måleutstyret består av en fjærbelastet stålhammer som løses ut automatisk når den presses mot fjelloverflata. Verdien kan leses av på en skala på selve apparaturen. Det må foretas korrigeringer dersom det utføres målinger som avviker fra horisontal registrering, så det vil derfor være mest hensiktsmessig å holde seg til en måleretning.

Målingene kan utføres blant annet på blokk, steiner, sprengte flater og på dagfjell.

Det er viktig at hammeren slår på en glatt flate som overhodet mulig. Det slås i alt 20 ganger på forskjellige steder innenfor et begrenset område. Verdiene noteres og de 10 laveste strykes for siden å beregne den endelige Schmidt hammer-verdien, som beregnes som medianverdien av de 10 gjenværende målingene.

Metoden egner seg ikke på alle bergartstyper. Bergarter som er oppsprukket og/eller skifrige er et eksempel. Ei overflate som skal måles må være uten sprekker til et dyp på minimum 6 cm. I tillegg må alt løst overflatemateriale fjernes før registreringene tar til. Metoden egner seg heller ikke til bergarter som er veldig eller ekstremt svake. Konglomerater og breksje er inhomogene bergarter, og vil sannsynligvis ikke gi «riktige» verdier for bergartene ved bruk av Schmidt hammer.

NGU har benyttet Schmidt hammer systematisk de siste årene i tilknytning til andre mekaniske tester. Dette for å teste ut metodens anvendbarhet i forhold til laboratorietester som fallprøven og Los Angeles. Apparaturen tar liten plass og er enkel å betjene. Det stilles ingen krav til Schmidt hammer-verdier.

NGU kalibrerer apparaturen med jevne mellomrom. Det gjøres ved at det slås mot en referansestein der verdiene sammenlignes over tid og for hver registrering.

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.

Tabell 1. Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm og abrasjonsverdi for materiale til bærelag av knust fjell.

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

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.

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

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 > 10.000

() = ønskede abrasjonsverdier

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

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

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

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

Tabell 3

Egenskap	Årsdøgnsstrafikk (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

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

Betongformål:

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

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

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

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

De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

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

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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

Vegformål:

Følgende krav er gjeldende i England:

Vegkonstruksjon	Testmetode	Trafikkbelastning (cv/lane/day)		
		1500	6000	
Ubundet	LA	< 35	< 30	< 25
	ACV	< 30	< 27	< 23
	AIV	< 30	< 27	< 23
	10% fines	> 100	> 115	> 130
Bitumen- bundet Surface dressing, pervious macadam	LA	< 25		< 16
	ACV	< 23		< 16
	AIV	< 23		< 16
	10% fines	> 130		-
Dens wearing course	LA	< 30		< 25
	ACV	< 27		< 23
	AIV	< 27		< 23
	10% fines	> 115		> 130
Bære- og forsterkningslag	LA		< 35	
	ACV		< 30	
	AIV		< 30	
	10% fines		> 100	
Sement- bundet Betongdekke	LA	< 35		< 30
	ACV	< 30		< 27
	AIV	< 30		< 27
	10% fines	> 100		> 115
Bære- og forsterkningslag	LA		< 35	
	ACV		< 35	
	AIV		< 35	
	10% fines		> 50	

Tabell 1.

Kritiske grenseverdier for en del mekaniske testmetoder i forhold til trafikkbelastning (cv/lane/day) og type vegkonstruksjon.

LA - Los Angeles, ACV - aggregate crushing value,
AIV - aggregate impact value, 10% fines - tørr tilstand.

Vegdekke	Trafikkbelastning (cv/lane/day)				
	250	1000	1750	2500	3250 4000
Chippings	< 14	< 12		< 10	
Wearing courses	< 16		< 14		< 12

Tabell 2.

Kritiske grenseverdier for aggregate abrasion value (AAV) i forhold til trafikkbelastning (cv/lane/day) og vegdekke.

Vegkategori	Andel veg- lengde i England	Trafikkbelastning (cv/lane/day)					
		250	1000	1750	2500	3250	4000
A1	< 0.1%	> 60	> 65	> 70	> 75		
A2	< 4%	> 60			> 65	> 70	> 75
B	< 15%	> 55			> 60		> 65
C	< 81%	> 45					

Tabell 3.

Kritiske grenseverdier for polished stone value (PSV) i forhold til trafikkbelastning (cv/lane/day) og vegkategori;

- A1 - Ved trafikksignal, gangfelt og farlige vegstrekninger i tettbebygd strøk.
- A2 - Ved større vegkryss, rundkjøringer, skarpe svinger og bratte stigninger.
- B - Motorveger, hovedveger, andre veger med trafikkbelastning > 250.
- C - Lett trafikkerte veger (cv/lane/day < 250) og på veger uten fare for friksjonsulykker.

Følgende krav er gjeldende i Tyskland:

Vegklasse	Trafikkmengde for kjøretøy med vekt > 5 tonn				
	>3000	3000-1500	1500-500	500-100	<100
	I	II	III	IV	V
Bituminøse vegdekker	18 (20)	18 (20)	18 (20)	22 (25)	26 (30)
Bindelag	18 (20)	18 (20)	22 (25)	26 (30)	26 (30)
Spesielle bruksformål	15 (15)	15 (15)	15 (15)	-	-

Tabell 4.

Grenseverdier for Schlagversuch verdi (Los Angeles verdi) i forhold til trafikkbelastning/vegklasse og bruksområde. Los Angeles verdiene er ikke gjeldende, men beregnet ut fra forholdstall mellom de to metodene som framkommer i tabell 5.

Det er utført korrelasjon mellom Schlagversuch, Los Angeles og den svenske fallprøven (Høbeda 1981). På basis av disse undersøkelsene og gjeldene kategoriinndeling etter europeisk norm er det mulig å sette opp følgende korrelasjonstabell for grenseverdier mellom metodene;

Kategori (LA)	Los Angeles (LA)	Sprøhetstall	Schlagversuch (SL)	Kategori (SL)
A	≤ 15	≤ 40	≤ 15	-
B	≤ 20	≤ 45	≤ 18	A/B
C	≤ 25	≤ 50	≤ 22	C
D	≤ 30	≤ 60	≤ 26	D/E
E	≤ 40	-	≤ 32	F
F	≤ 50	-	-	

Tabell 5.

Vegklasse	Trafikkmengde for kjøretøy med vekt > 5 tonn				
	>3000	3000-1500	1500-500	500-100	<100
	I	II	III	IV	V
Bituminøse vegdekker	> 50			> 43	
Spesielle bruksformål	> 55				

Tabell 6.

Forslag til grenseverdier for PSV i forhold til trafikkbelastning/vegklasse og bruksområde.

Bergart	Granitt Syenitt	Dioritt Gabbro	Kvarsporfyr Keratofyr Porfyr Andesitt	Basalt Diabas	Kalkstein Dolomitt	Gråvakke Kvartsitt Gangkvarts Kvarts sandstein	Gneis Granulitt Amfibolitt
Schlagversuch verdi	10 - 22	8 - 18	9 - 22	7 - 17	16 - 30	10 - 22	10 - 22

Tabell 7.

Tillatte Schlagversuch verdier for bærelagsmateriale for endel bergarter.
Verdiene varierer mellom 7 - 30.

Følgende krav er gjeldende i Frankrike:

BÆRE- OG FORSTERKINGS-LAG	TEST-METODE	Trafikkbelastning for kjøretøy med vekt over > 5 tonn						
		75	100	150	300	500	600	1000
Asfaltgrus	Los Angeles	< 30			< 25			
Semetstabilisert grus	Los Angeles	< 35		< 30				
Bærelagsgrus	Los Angeles	≤ 30	≤ 25		≤ 20			

Tabell 8
Krav til bære- og forsterkningslag ved forskjellig trafikkbelastning.

TOPPDEKKE	TEST-METODE	Trafikkbelastning for kjøretøy med vekt over > 5 tonn						
		75	100	150	300	500	600	1000
Overflatebehandlet	Los Angeles	-	< 25	< 20	< 15		-	
	PSV	> 40	> 40	> 40	> 45		> 45	
Asfaltbetong	Los Angeles	< 20				< 15		
	PSV	> 50				> 50		
Asfaltgrus	Los Angeles	< 30				< 25		
Semetstabilisert grus	Los Angeles	< 35				< 30		
Bærelagsgrus	Los Angeles	≤ 30	≤ 25					

Tabell 9.
Krav til toppdekke ved forskjellig trafikkbelastning.

Følgende krav er gjeldende i Nederland:

Vegklasse	1 - 2	3	4 (Autobanen)
PSV	≥ 48	≥ 53 (50)	≥ 65

Tabell 10.
Grenseverdier for PSV avhengig av vegtype.

Følgende krav er gjeldende i Belgia: PSV > 50

Betongformål:

Krav til tilslag for betong, inkludert betong til vegbygging foreligger som forslag til europeisk norm i prEN 12620:1996. Det kan ved behov stilles krav til en rekke fysiske- og mekaniske egenskaper. Her vil kravene kun for to egenskaper bli gjengitt.

Kornform for grovt tilslag:

Flakindeks for tilslagsmateriale > 4 mm, som bestemmes i henhold til prEN 933-3, deles inn i følgende kategorier avhengig av behov:

Flakindeks	Kategori
≤ 20	FIA
≤ 35	FIB
≤ 50	FIC
Ingen krav	FID

FIA - Kreves vanligvis ikke for betong.

FIB - Kreves vanligvis for knust stein og grus, slagg og kunstig tilslag.

FIC - Kreves vanligvis for uknust sand og grus.

FID - Gjelder i de tilfeller der det er vist at tilfredsstillende betong kan produseres.

Los Angeles:

Ved behov kan det stilles krav til Los Angeles, som skal utføres i henhold til prEN 1092-2. Følgende kategoriinndeling gjelder:

Los Angeles verdi	Kategori
≤ 20	LAA
≤ 30	LAB
≤ 40	LAC
>40	LAD

LAA - Vil vanligvis bare bli krevd i spesielle tilfeller bl.a. der piggdekk benyttes.

LAB - Kan kreves for toppdekke og golv konstruksjoner som utsettes for store belastning.

LAD - Gjelder i de tilfeller der det er vist at tilfredsstillende betong kan produseres.