

NGU Rapport 2000.016

Anortositt i «Egersundfeltet»
- Pukkpotensialet.

Rapport nr.: 2000.016		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Anortositt i «Egersundfeltet» - Pukkpotensialet.			
Forfatter: Eyolf Erichsen og Mogens Marker		Oppdragsgiver: Rogaland fylkeskommune og NGU	
Fylke: Rogaland		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000) Stavanger og Mandal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 30	Pris: 100,-
Feltarbeid utført: 1997/98/99		Rapportdato: 21. februar 2000	Prosjektnr.: 2839.00
		Ansvarlig: <i>Pør. Richard Nærbø</i>	

Sammendrag:

I samarbeid med Rogaland fylkeskommune gjennomfører NGU en sammenstilling av berggrunnsgeologien innenfor «Egersundfeltet». Denne rapporten er en statusrapport for kartleggingen av anortositt i kystsonen og en ressursvurdering av bergartens pukspotensiale.

En kan skille mellom to varianter av anortositt; primær fiolettbrun anortositt og omdannet hvit anortositt. Omfattende opptreden med hvit anortositt er registrert langs fem sprekkesoner som alle har en nordøst-sørvestlig orientering. Kartlegging av de hvite sonene vil fortsette og spesielt «Hellevik-sonen» er av interesse som ressurs både for framstilling av pukk og industrimineral.

I gjennomsnitt viser analyser at den omdannede hvite anortositten har bedre mekaniske egenskaper enn den primære anortositten. Den hvite anortositten har en kvalitet som byggeråstoff som dekker et stort spekter av anvendelsesområder. Pukkpotensialet for anortositt i «Egersundfeltet» vil i første rekke være knyttet til den omdannede varianten, og som har en beliggenhet nær kysten.

Lædre/Mong er et nytt kartlagt område ca. 8 km sørøst for Egersund med kystnær beliggenhet og mektige soner med omdannet hvit anortositt. Området betraktes som et interessant ressursområde for etablering av pukkkuttak.

Emneord: Berggrunnsgeologi	Ingeniørgeologi	Anortositt
Byggeråstoff	Mineralogi	Kartlegging
Mekanisk styrke	Pukk	Fagrapport

INNHold

KONKLUSJON	4
1. FORORD.....	5
2. INNLEDNING	6
3. RESULTATER	6
3.1 Anortositt innenfor «Egersundfeltet». Status for den geologiske kartleggingen.....	6
3.2 Mekaniske egenskaper til anortositt.....	9
3.3 Lædre/Mong, et mulig ressursområde for uttak av hvit anortositt.....	14
4. PUKK POTENSIALET.	19
5. REFERANSE	20

KARTBILAG

Kartbilag 2000.016-01 : Omdannet anortositt i «Egersundfeltet».

VEDLEGG

- Vedlegg C : Norske kvalitetskrav for knust tilslag**
- Vedlegg D : Europeiske krav for knust tilslag**
- Vedlegg 1 : Analyseresultater for Lædre**

KONKLUSJON


- Anortositt er en bergart dominert av mineralet feltspat (> 90%). En kan skille mellom to varianter av anortositt i «Egersundfeltet»; primær fiolettbrun anortositt og omdannet hvit anortositt. Den hvite er blitt dannet ved at vannholdige løsninger har trengt inn langs sprekkesoner innenfor områder med opprinnelig primær magmatisk anortositt. Innenfor «Egersund-feltet» er det registrert omfattende omdannelse av anortositt langs fem sprekkesoner som alle har en nordøst-sørvestlig orientering. Kartlegging av de hvite sonene vil fortsette og spesielt «Hellevik-sonen» er av interesse som ressurs både for framstilling av pukke og industrimineral.
- I gjennomsnitt viser analyser at den omdannede hvite anortositten har bedre mekaniske egenskaper enn den primære anortositten. Den hvite anortositten har en kvalitet som byggeråstoff som dekker et stort spekter av anvendelsesområder. Selv om variasjonen i de mekaniske egenskapene er til dels betydelig, vil kvaliteten for den primære anortositten ofte være så dårlig at den i mange tilfeller må kunne betegnes som uinteressant for anvendelse til byggeråstoff.
- Lædre/Mong er et nytt kartlagt område ca. 8 km sørøst for Egersund med kystnær beliggenhet og mektige soner med omdannet hvit anortositt. Området betraktes som et interessant ressursområde for etablering av pukkkuttak. Begrensningen i området er muligheten for opparbeidelse av kai- og havneforhold som er skjermet for vær og vind. Før etablering av uttak må området kartlegges i detalj og prøvetas m.h.t. eventuell variasjon i mekaniske egenskaper.
- Rogaland fylke har p.g.a. kort avstand til det utenlandske markedet en stor andel av norsk eksport av pukke. Pukkpotensialet for anortositt i «Egersundfeltet» vil i første rekke være knyttet til den hvite omdannede varianten som har en kystnær beliggenhet. Ved siden av den gode mekaniske kvaliteten er den helt hvite anortositten etterspurt i markedet ved at den som tilslag til asfaltdekker gir vegbanen en lys overflate. På sikt kan det bli en ytterligere etterspørsel etter bl.a. anortositt ved at den ikke inneholder mineralet kvarts.

1. FORORD

Eksport av pukk har vært økende det seneste ti-året. Flere selskap, både nasjonale og utenlandske, har vist stor interesse for å finne nye kystnære forekomster for eksport til et europeisk marked. Økt eksport av norsk pukk ansees å ha store muligheter, men utviklingen vil skje over tid og i takt med forbruk og ressursituasjonen i det øvrige Europa. Markedsundersøkelser må til for å avklare muligheten for eksport for det enkelte pukkverk/forekomst. Beliggenhet sett i forhold til transportavstand og kvalitet på steinproduktet vil være viktige faktorer [1],[2].

Med denne bakgrunn ønsker Norges geologiske undersøkelse (NGU) å gjennomføre en ressurskartlegging for å avgrense mulige uttaksområder for pukk langs kyststrekningen Vest-Agder til Troms, i samarbeid med fylkeskommuner, kommuner, norsk og utenlandsk industri. Det vil i første rekke være de sydlige deler av Norge som er av interesse for eksport til kontinentet. NGUs målsetting er at egnede forekomster sikres for framtidig uttaksvirksomhet sett i et langsiktig perspektiv. Dette må sees i lys bl.a. av den pågående kystsoneplanleggingen som skjer langs deler av norskekysten, og som har til hensikt å verne mot inngrep. Det er viktig at egnede uttaksområder tidlig blir registrert og kartlagt for å unngå unødige framtidige konflikter.

Trondheim 21. februar 2000
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-R. Neeb
Hovedprosjektleder


Eyolf Erichsen
Forsker


Mogens Marker
Forsker

2. INNLEDNING

I samarbeid med Rogaland fylkeskommune gjennomfører NGU bl.a. en digital sammenstilling av berggrunnsgeologien innenfor «Egersundfeltet». Med denne bakgrunn er et av målene å utarbeide ressurskart, spesielt med henblikk på kystsonen, for vurdering av steinforekomster som kan anvendes som råstoff for pukk og industrimineral.

Denne rapporten er en statusrapport for kartleggingen av anortositt i kystsonen og en ressursvurdering av bergartens pukktensiale. Det er spesielt pekt på ett område der forutsetningene for etablering av et kystnære pukverk kan være til stede.

Den regionale geologiske kartleggingen som inngår som en del av samarbeidsprosjektet ble gjennomført av Mogens Marker og Rune Berg Edland, NGU, sommeren 1999, og omfatter kystsonen mellom Sokndal og Ognå. Undersøkelsene utgjør første fase i en kartlegging der formålet er å få en oversikt over forekomster og omfang av hvit anortositt innenfor hele «Egersundfeltet». De nåværende studier tar utgangspunkt i lokale undersøkelser, som ble utført av Mogens Marker i 1997-98 ([3] og [4]). Framstilling av de digitale geologiske kartene (kartbilag 1 og figur 7) er utført av Torbjørn Sørdal, NGU.

3. RESULTATER

3.1 Anortositt innenfor «Egersundfeltet». Status for den geologiske kartleggingen.

Primær og omdannet anortositt.

Anortositt er en magmatisk bergart uten kvarts, som nesten utelukkende består av feltspat. Mørke mineraler som pyroksen forekommer underordnet, men kan lokalt stige til 10-20%, som gjør at bergarten betegnes som leuconoritt (lys noritt). I tillegg kan små mengder av malmmineraler finnes i bergarten. I «Egersundfeltet» er fargen på den primære magmatiske anortositt fiolettbrun. Der den i løpet av den geologiske utviklingen har blitt utsatt for gjennomstrømning av varme vandige løsninger, er den omdannet helt eller delvis til hvit anortositt (figur 1). De vannholdige løsningene har trengt inn langs sprekkesoner som har fungert som kanaler i den størknende anortositten. Samtidig har løsningene endret den primære anortosittens kjemiske og mineralogiske sammensetning. Graden av omdannelse varierer innenfor sonene og et spekter av fargevarianter mellom primær fiolettbrun og helt omdannet kritthvit anortositt opptrer.



Figur 1. Helt (venstre del av bilde) og delvis omdannet anortositt.

Omdannet anortositt i «Egersundfeltet» .

Innenfor «Egersundfeltet» dekker anortositt store deler av den vestlige og sørlige del av feltet (NGUs 1:250 000 geologiske kartblad Mandal og Stavanger). Kartleggingen av kystsonen viste, at den hvite anortositten opptrer langs markerte, gjerne rettlinjede, soner med varierende mektighet (kartbilag 2000.016-01). Soner over en viss mektighet framkommer tydelig i terrenget og antar ofte bestemte retninger. Som det fremgår av kartet finnes det fem hovedsoner med omfattende omdannelser som er atskilt fra store områder av primær anortositt med kun ubetydelige omdannelser. Alle hovedsonene er orientert NØ-SV og følger markante dalsøkk. I forbindelse med hovedsonene finnes ofte underordnet omdannelsesoner med annen eller samme orientering. Der er en tendens til at volum og intensitet av omdannelsene er størst hvor disse støter til eller krysser en hovedsone.

Fem hovedsoner med hvit anortositt, fra sydøst mot nordvest.

Åna-Sira sonen ble undersøkt i 1997 [3]. Omdannelsene følger det ØNØ-orienterte Åna-Sira dalstrøk og er for mesteparten skjult i fjorden eller av elvesedimenter i dalbunnen. En underordnet omdannelsessone med en mer nordøstlig orientering (Såvatnet-subsonen) møter Åna-Sira sonen mot kysten i sørvest [3]. Såvatnet-subsonen består mest av middels omdannet hvit anortositt med tiltagende omdannelse mot SSV, hvor den når en bredde på ca. 170 m. Den sørvestligste del mot kysten, hvor det antatt største potensiale for drift ligger, er ikke nærmere undersøkt.

Rekefjord-sonen ble undersøkt i 1998 [4]. Den er orientert ØNØ og utgjør den sørøstlige fortsettelse av Blåfjell forkastningssonen [3]. Den omdannede anortositten i Rekefjord-sonen utnyttes til pukkframstilling av Fjordstein A/S.

Lædre-sonen er en forgrenet oppbygget sone med omfattende og voluminøse omdannelser til hvit anortositt. Deler av sonen ble kartlagt sommeren 1999, og en nærmere beskrivelse av resultatene følger under kap. 3.3. Hovedsonen gjennom Lædre er orientert NØ-SV og er opptil 700 meter bred i sydvest. Fortsettelsen av sonen mot nordøst er ennå ikke kartlagt, men ved Kydland, lengst i nordøst, finnes omfattende omdannelser til hvit anortositt som må høre til samme sone. Lædre-sonen har en mektig tverrsone med omfattende omdannelser til hvit anortositt som følger riksvei 44 mot SØ. Tverrsone krysses av flere ganske mektige soner med hvit anortositt, som er orientert NØ-SV parallelt med hovedsonen. Mellom sonene med hvit anortositt viser den primære lillabrune anortositten ofte begynnende omdannelse. Mesteparten av Lædre-området ligger innenfor det såkalte «Håland anortositt-massivet» [5] som generelt har et høyere innhold av mørke mineraler enn de øvrige anortosittene i «Egersundfeltet». Dette betyr at mange av Lædre-sonens omdannede anortositter kan ha et innhold av mørke mineraler på inntil 5-10%. Lædre-sonen er ennå ikke kartlagt nordøst for riksvei 44, langs kysten eller øst for Mong, og omdannelsene kan omfatte et langt større område enn vist på kartbilag 1.

Hellvik-sonen er en minst 12 km lang og inntil ½-1 km bred sone med hvit anortositt som strekker seg fra Hellvik mot nordøst gjennom Eike-området. De primære anortosittene i området er ofte lysere enn normalt og med et sterkt underordnet innhold av mørke mineraler. Dette er sannsynligvis årsaken til at den gjennomskjærende sonen med hvit anortositt i partier er fullstendig omdannet med en helt kritthvit farge. I den sørlige delen, hvor sonen antagelig er bredest og omdannelsene mest omfattende, er det etablert uttak på omdannet anortositt i tre brudd til pukk og industrimineral. Hellvik-sonen er ennå ikke detaljkartlagt, men i området rundt uttakene finnes flere tynne subsidiære soner med omdannelser. Mellom forekomstene og Eike er sonen ikke kartlagt, men fra Eikesvatnet og nordøstover inneholder den ofte sterkt omdannet hvit anortositt. Forekomsten vest for Eike ble undersøkt og beskrevet av NGU i 1965 [6] og 1968 [7], som også utførte analyser av den mekaniske kvaliteten. Nær kysten fra Hellvik mot Egersund finnes en Ø-V gående sone med helt eller delvis omdannet anortositt,

som støter til Hellvik-sonen i Hellvik. Sonen er ikke undersøkt i detalj, men synes å ha en mektighet på inntil 100-200 meter.

Ogna-sonen følger Ognadalen i et skarpt markert ØNØ-lineament. Sonen er bare undersøkt i sørvest, hvor den inneholder hvit omdannet anortositt. Mektighet er muligens bare noen få titalls meter.

Mineralogiske forskjeller mellom primær og omdannet anortositt.

De mineralogiske og kjemiske endringene som skjer ved omdannelsesprosessen fra primær fiolettbrun til omdannet hvit anortositt undersøkes for tiden nærmere i et prosjekt ved NGU. Her gis bare et kort sammendrag av resultatene fra mikroskopi og mikrosonde analyser utført av Lars Petter Nilsson, NGU.

Ved omdannelsen av anortositt under tilstedeværelse av vannholdige løsninger endrer feltspaten kjemiske innhold, samt at en får nydannelse av mineraler som epidot, klinozoisitt og små mengder finkornig lys glimmer (serisitt). De tre sistnevnte mineralene har alt etter graden av omdannelse en diffus, finkornig fordeling i den omdannede anortositten. Pyroksen omdannes til amfibol som eventuelt omdannes videre til kloritt og epidot/klinozoisitt. Malmmineralene omdannes til rutil som kan omdannes videre til titanitt.

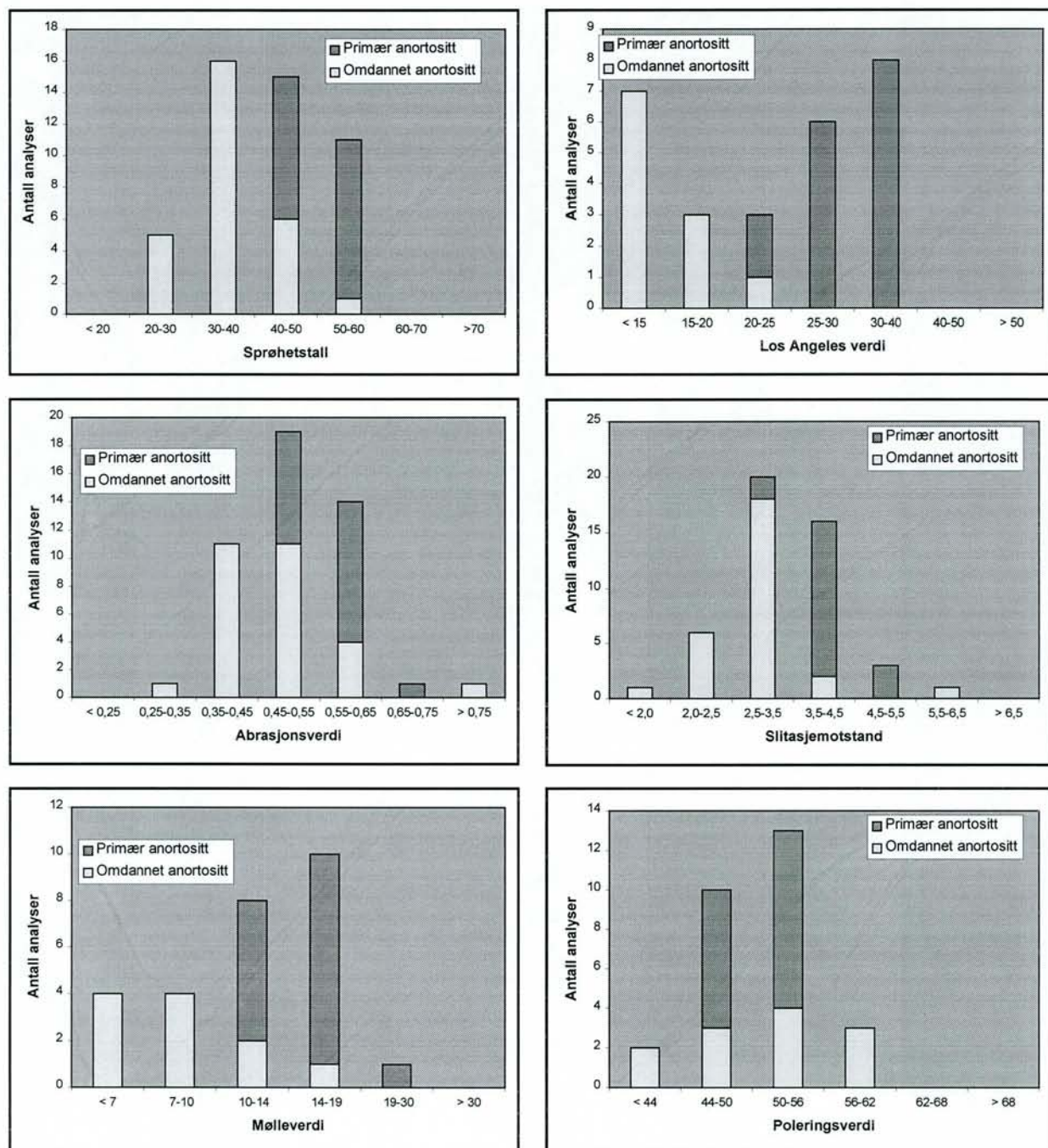
3.2 Mekaniske egenskaper til anortositt.

Det er, som beskrevet i kap. 3.1, et markert skille mellom den hvite omdannede og den primære anortositten. For å kartlegge mulige mekaniske variasjoner mellom de to variantene er alle tilgjengelige analysedata av anortositt i NGUs Pukkdatabase sammenstilt. De benyttede dataene er i hovedsak fra «Egersundfeltet» (29 stykker), men det er også benyttet prøver fra områder med anortositt i tilknytning til de såkalte «Bergensbuene» (2), «Jotundekket» (7), Lofoten (5) og gneisområdet i Sogn og Fjordane (4).

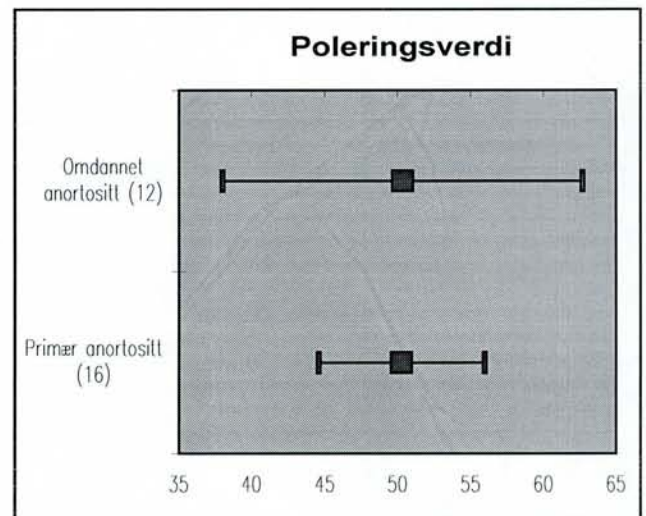
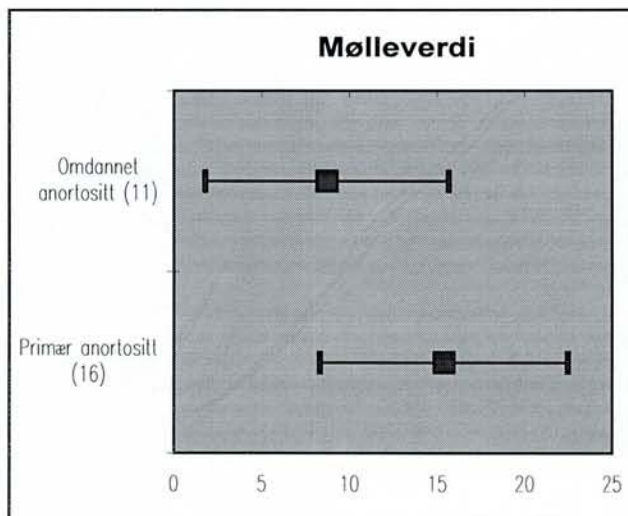
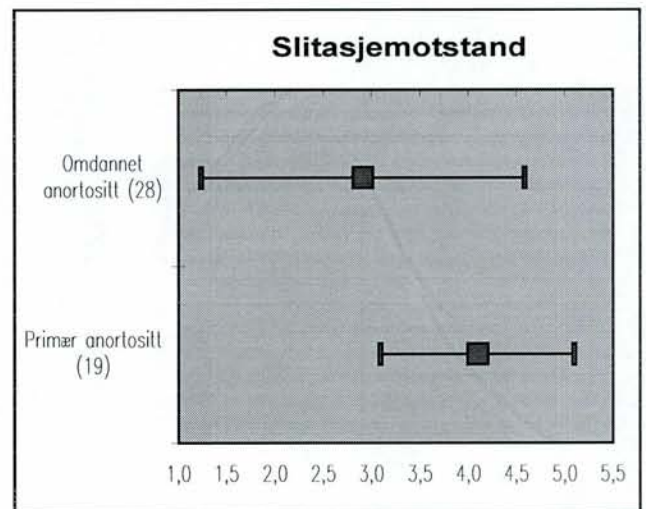
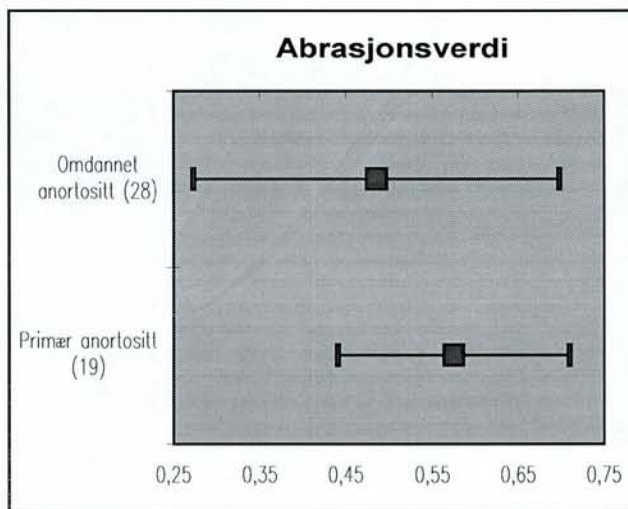
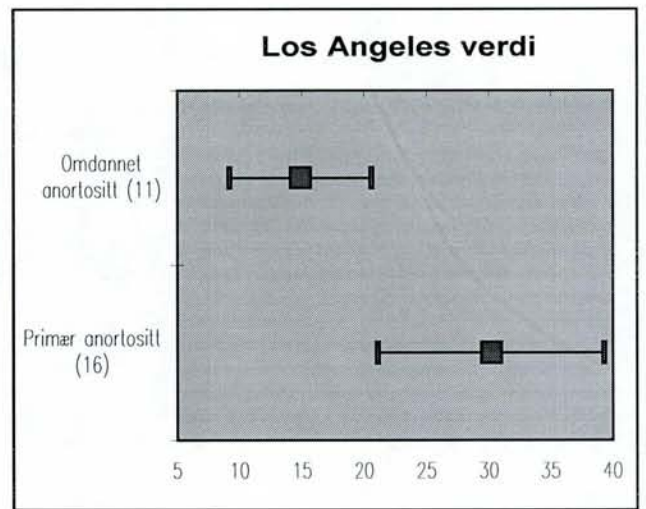
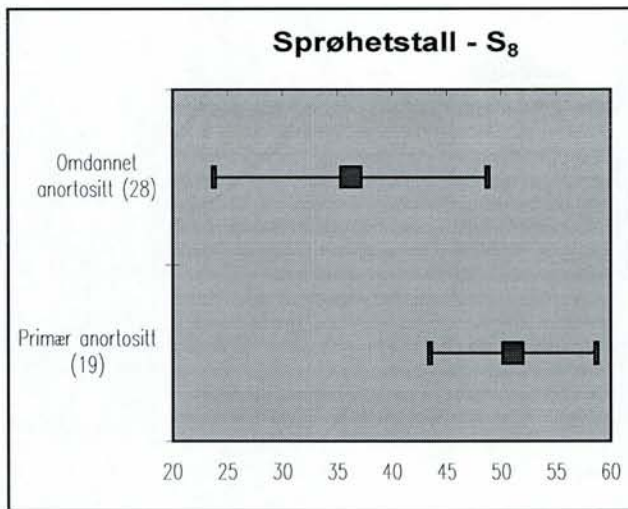
Det stilles krav til mekaniske egenskaper ved anvendelse av bergarter som byggeråstoff til veg- eller betongformål (vedlegg C og D). Det er i første rekke til vegformål og spesielt for tilslag for anvendelse i asfaltdekke det stilles strenge materialkrav. Forenklet kan en dele testmetodene inn i tre hovedgrupper ut fra den mekaniske påkjenningen metodene utsetter prøvematerialet for; *slagpåkjenning* (sprøhetstall og Los Angeles verdi), *ripepåkjenning* (abrasjonsverdi og mølleverdi) og *poloring* (poloringsverdi).

Når en betrakter alle prøvene med anortositt, både omdannet og primær under ett, så viser de fleste mekaniske parametrene en tilnærmet normalfordeling (figur 2) med en forskyvning av

tyngdepunktet mellom de to typene av anortositt. Med unntak for poleringsverdi gir den omdannede hvite anortositten i gjennomsnitt bedre mekaniske resultater enn den primære anortositten (figur 3 og tabell 1). Det er til dels stor overlapp i de mekaniske egenskapene mellom de to variantene som bl.a. skyldes at den omdannede anortositten gjennomgående viser større spredning. Den store spredningen kan forklares ved varierende grad av omdannelse.



Figur 2. Statistisk fordeling av mekaniske egenskaper for primær og omdannet anortositt.



■ - Gjennomsnitt

— - +/- 2 * Std.avviket

Figur 3. Variasjon i mekaniske egenskaper for primær og omdannet anortositt (antall prøver er oppgitt i parantes).

Tabell 1. Mekaniske egenskaper for anortositt.

Mekaniske parametre	Omdannet	Primær
Sprøhetstall	36,2 / 6,2	51,0 / 3,8
Abrasjonsverdi	0,49 / 0,11	0,57 / 0,07
Slitasjemotstand	2,9 / 0,8	4,1 / 0,5
Mølleverdi	8,7 / 3,5	15,4 / 3,5
Los Angeles verdi	14,9 / 2,8	30,2 / 4,5
Poleringsverdi	50 / 6,2	50 / 2,8

Mekaniske egenskaper for omdannet og primær anortositt. Gjennomsnitt / standardavvik for ulike mekaniske parametre.

Krav som stilles til byggeråstoff er en kombinasjon av flere mekaniske parametre. Til vegdekke stilles det f.eks. i Norge krav til steinklasse (bestemt ved sprøhetstall og flisighetstall), abrasjonsverdi og slitasjemotstand eller mølleverdi. For mange av landene i mellom Europa stilles det krav til Los Angeles verdi og poleringsverdi. Tar en utgangspunkt i gjennomsnittsverdiene for omdannet og primær anortositt (tabell 1), kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til krav til vegformål for en del utvalgte europeiske land (tabell 2, krav se vedlegg C og D).

Tabell 2. Egnethetsvurdering til vegformål.

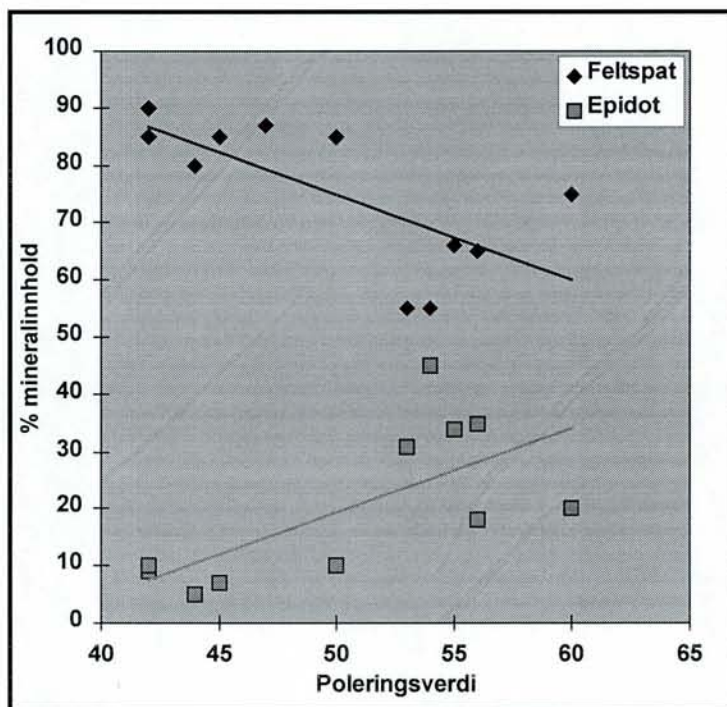
Bruksområde	Vegtype	Norge		England		Tyskland		Frankrike	
		Omd	Prim	Omd	Prim	Omd	Prim	Omd	Prim
Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	-	-	-	-	-	-	x	-
"	Normal trafikkert veg	x	-	-	-	x	-	x	-
"	Lavt trafikkert veg	x	x	x	-	x	-	x	-
Bære- og forsterkningslag		x	x	x	x	x	x	x	-

Egnethetsvurdering for omdannet (Omd) og primær (Prim) anortositt. x - Egned, - - Uegnet

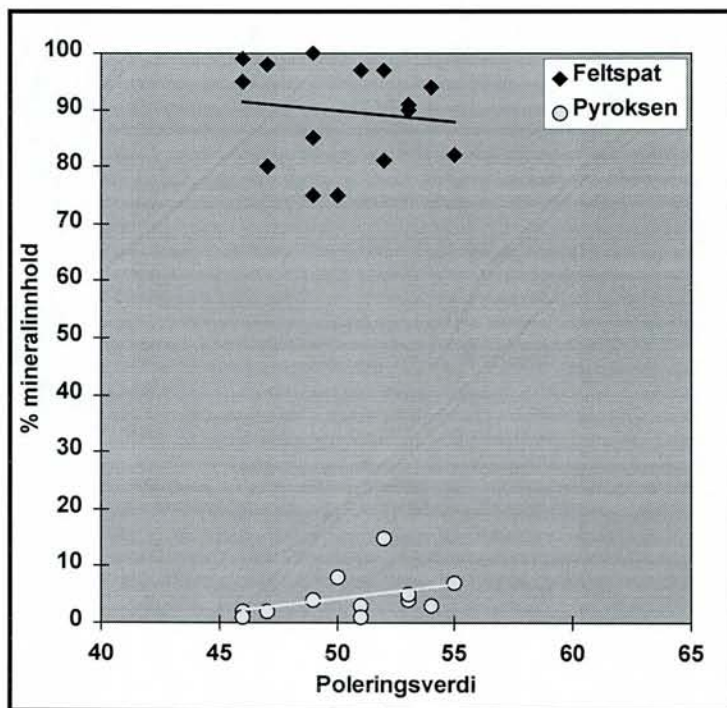
Kravene til bruksegenskapene varierer noe for de ulike landene. Den omdannede anortositten dekker ut fra gjennomsnittlige mekaniske egenskaper flere bruksområde i forhold til den primære. Selv om variasjonen i de mekaniske egenskapene er til dels betydelig så vil den primære anortositten i gjennomsnitt være av så dårlig kvalitet at den i mange tilfeller må kunne betegnes som uinteressant for anvendelse til byggeråstoff.

Som vist i figur 3 og i tabell 1 er det vanskelig ut fra poleringsverdien å skille mellom omdannet og primær anortositt. Ved å sammenholde poleringsverdi med hovedmineralene, henholdsvis feltspat/epidot for den omdannede anortositten (figur 4) og feltspat/pyroksen for den primære (figur 5), framkommer at poleringsverdien øker med økende innhold av henholdsvis epidot og pyroksen. Endring både i mineralinnhold og poleringsverdi er liten for

den primære anortositen i forhold til den omdannede varianten. For den omdannede anortositen er endringen i mineralinnholdet et resultat av økende omvandlingsgrad. Økende omvandlingsgrad er i henhold til figur 4 gunstig m.h.t. poleringsegenskapene.



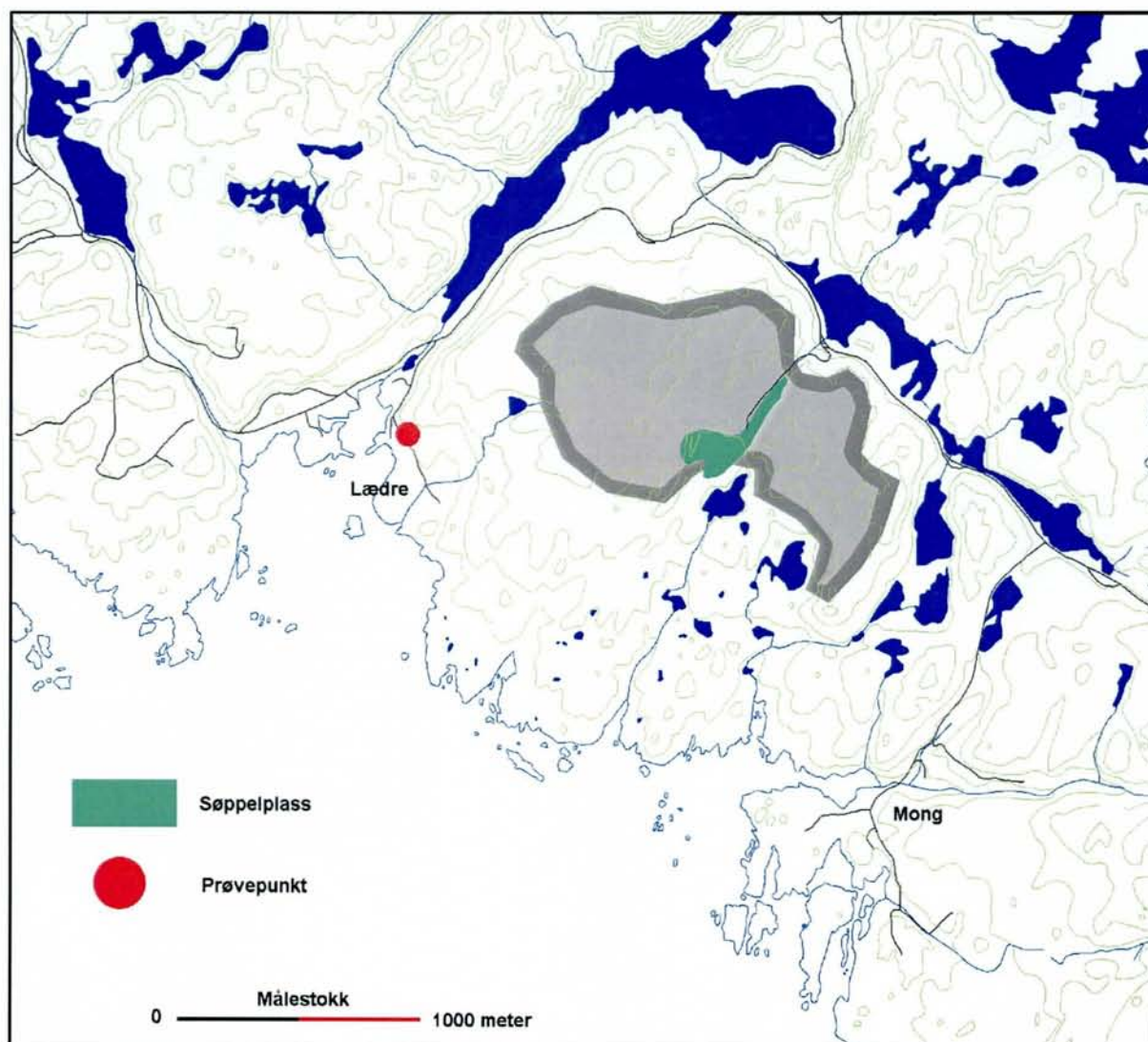
Figur 4. Poleringsverdi sammenholdt med mineralinnhold for omdannet anortosit.



Figur 5. Poleringsverdi sammenholdt med mineralinnhold for primær anortosit.

3.3 Lædre/Mong, et mulig ressursområde for uttak av hvit anortositt.

Området ligger ca. 8 km sørøst for Egersund. Et mulige uttaksområdet (figur 6) begrenses av eksisterende bebyggelse ved Lædre og Mong og av riksveg 44. Sentralt i området er det etablert en avfallsplass som ikke nødvendigvis vil være til hinder for et eventuelt pukktak. Området er småkupert med liten til ingen overdekning av løsmasser med unntak av dalsøkkene. Det ansees som mulig å etablere et dagbrudd innenfor det skisserte området på figur 6 som hindrer innsyn fra omkringliggende bebyggelse. Tonnasjen innenfor dette området utgjør ca. 75 mill. m³ fast fjell eller ca. 210 mill. tonn (beregnet ved en densitet på 2.78, se tabell 3). Begrensningen i området er muligheten for opparbeidelse av kai- og havneforhold som er skjermet for vær og vind.



Figur 6. Mulig uttaksområde og prøvepunkt. (Kartgrunnlag Statens kartverk, Rogaland).

Geologi

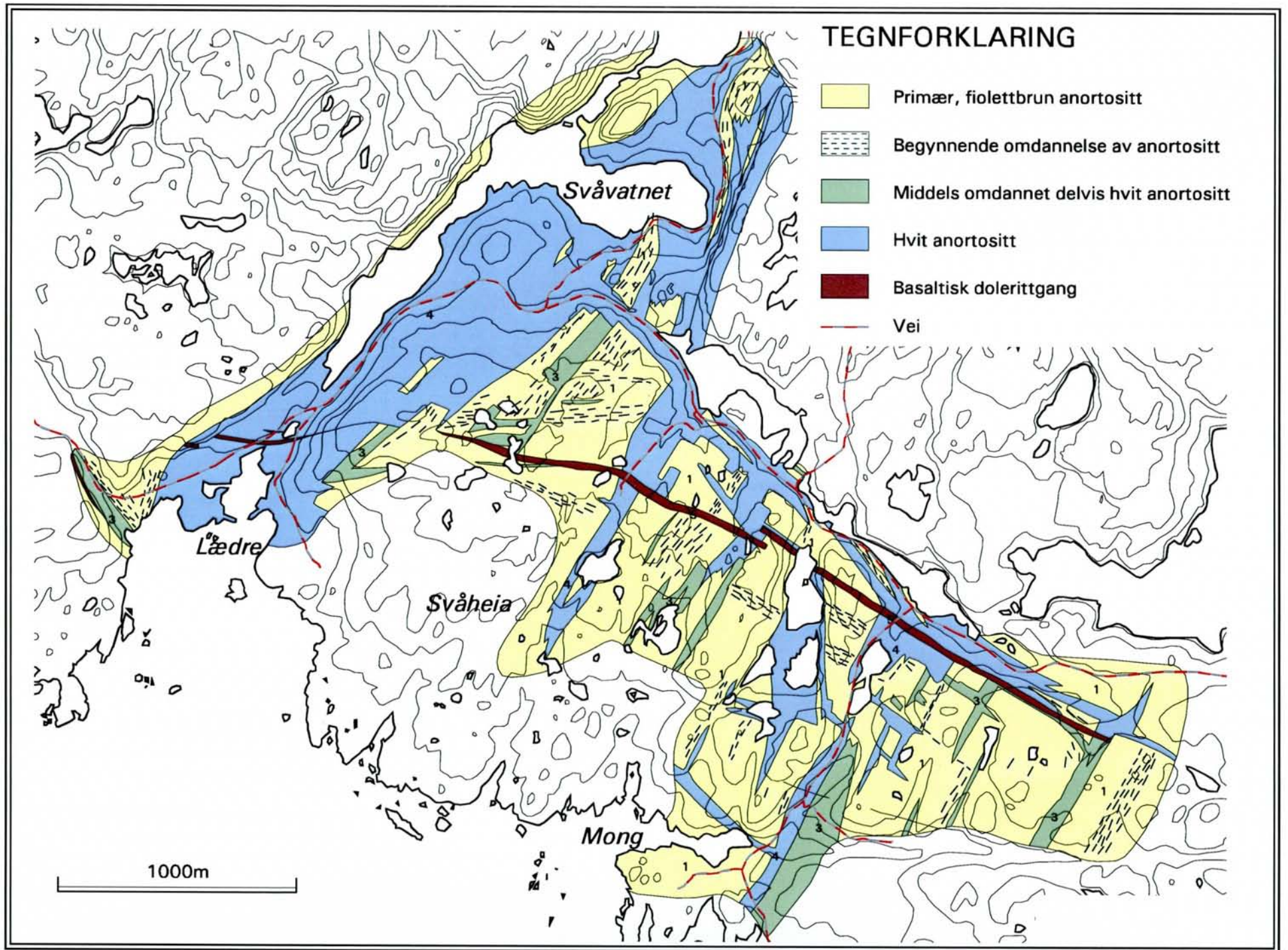
Lædre-sonen er undersøkt i detalj i området mellom Svåvatnet og Mong (figur 7). Den hvite anortositten følger overveiende to markante sprekkeretninger, som er orientert henholdsvis NØ-SV og NV-SØ parallelt med tydelige lineamenter i terrenget. Hovedsonen er 600-700 meter bred med omfattende omdannelse til hvit anortositt i vest som strekker seg fra Lædre mot NØ opp langs østsiden av Svåvatnet. En ca. 100 meter bred tverrsonen, også med omfattende omdannelser, følger riksvei 44 i et markant NV-SØ gående terreng lineament. Området nordøst for denne er ennå ikke undersøkt; men mot sørvest er kartlagt flere NØ-orienterte soner med omdannet anortositt som støter til tverrsonen i nord (figur 7). De fem mektigste av disse sonene er 100-200 meter brede og med en innbyrdes avstand på 300-500 meter. Dertil finnes tynnere omdannelsessonener med både NØ-SV og NV-SØ orienteringer, slik at området blir oppdelt i en form for blokkmønster. I blokkene mellom omdannelsessonene er den primære anortositten imidlertid sjelden helt frisk, men kan inneholde spredte, mindre omdannelser.

Som nevnt skiller Lædre-sonen seg ut fra de øvrige anortositter ved å inneholde flere mørke mineraler [5]. Under omdannelsesprosessen til hvit anortositt omdannes de opprinnelige mørke mineralene til nye mørke mineraler, men strukturen bevares. I store deler av Lædre-Mong området finnes de mørke mineraler jevnt fordelt i anortositten som centimeter lange aggregater. Denne type kan ofte alternere i meter-skala med benker uten mørke mineraler. Det gjennomsnittlige innholdet av mørke mineraler anslås generelt til å være under 5%. I et NØ-gående belte gjennom Mong er innholdet av mørke mineraler høyere enn vanlig. Der hvor anortositten alternerer med en bergart rikere på mørke mineraler (leuconoritt til noritt), i centimeter til desimeter tykke lag, kan gjennomsnittlig innhold av mørke mineraler nå 10%. Som observert for hele regionen er det en klar tendens til at et stigende innhold av mørke mineraler i anortositten kan korreleres med en fallende kornstørrelse. Den hvite omdannede anortositten i hovedsonen som strekker seg fra Lædre opp langs østsiden av Svåvatnet tilhører den del av «Håland massivet», som inneholder færrest mørke mineraler.

Lædre-Mong området gjennomsettes av en større og flere mindre VNV-ØSØ orienterte gangbergarter (doleritt). Den mektigste, som er 10-25 meter bred, går tvers gjennom området og skjærer de hvite anortosittene. Selve doleritten er frisk og uomodannet og tilhører den såkalte «Egersund gang sverm» [8]. I området finnes også spredte tynne granittganger. Disse gangene er normalt 1-5 cm tykke og kan ha flere retninger. De forekommer meget spredt i anortositten og er volum-messig helt uten betydning.

Graden av omdannelse til hvit anortositt i de forskjellige delene av Lædre-sonen framgår av figur 7, hvor områder med høy og middels omdannelsesgrad er skilt ut. Også der anortositten har spredt begynnende omdannelse er angitt. Det største sammenhengende feltet med høy omdannelsesgrad, og dermed de hviteste anortosittene, ligger i hovedsonen fra Lædre opp langs Svåvatnet. Men også tverrsonen langs riksvei 44 og flere av de kartlagte, tilstøtende NØ-sonene har store volum med høy omdannelse.

Figur 7. Geologisk kart (Kartgrunnlag Statens kartverk, Rogaland).



Mekaniske egenskaper.

Det er tatt en prøve i et mindre nedlagt steinbrudd ved Lædre (figur 6). Mekanisk analyseresultater er vist i tabell 3. Mer utfyllende oversikt over analyseresultatene er gitt i vedlegg 1.

Tabell 3. Mekaniske egenskaper, Lædre.

Densitet	2,78
Pakningsgrad	0
Sprøhetstall	30,6
Flisighetstall	1,32
Steinklasse	1
Abrasjonsverdi	0,47
Sa-verdi	2,6
Kulemølleverdi	8,8
Los Angeles verdi	13,4
Poleringsmotstand	56

Tar en utgangspunkt i analyseresultatene, kan det utføres en egnethetsvurdering i forhold til norske og andre europeiske lands krav til vegformål (tabell 4 og tabell 5).

Tabell 4. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

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

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

Tabell 5. Egnethetsvurdering til vegformål for noen europeiske land.

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

Som det framgår av tabellene er materiale i den prøvetatte lokaliteten egnet til vegformål, med unntak som tilslag til vegdekke for de mest trafikkbeltede vegstrekninger for enkelte land i Europa. For anvendelse til betongformål vurderes materialet som egnet ut fra både norske krav (vedlegg C-4) og krav innenfor andre land i Europa (vedlegg D-7). *Som byggeråstoff betraktes materialet å være av meget god kvalitet.*

Hvis det er mulig å opparbeide gode kai- og havneforhold i området anbefales det at berggrunnen i området kartlegges i detalj og at det utføres utvidet mekanisk prøvetaking for å registrere eventuell variasjoner.

4. PUKKPOTENSIALET.

Rogalands beliggenheten med kort avstand til det utenlandske markedet er sannsynligvis den viktigste årsaken til at fylket står for 2/3 av Norges eksport av pukk. Innenfor «Egersundfeltet» eksporteres det pukk fra fire pukkuttak som alle driver på hvit eller delvis hvit anortositt. I tillegg tas det ut betydelig mengde anortositt (hovedsakelig primær) som gråberg i tilknytting til Titanias uttaksvirksomhet for ilmenitt i Sokndal. Ved siden av den gode mekaniske kvaliteten er den helt hvite anortositten etterspurt i markedet ved at den som tilslag til asfaltdekker gir vegbanen en lys overflate. På sikt kan det bli en ytterligere etterspørsel etter bl.a. anortositt ved at den ikke inneholder kvarts. Det kan ut fra helse- og miljømessige forhold bli innført strenge krav til mineralinnhold i byggeråstoffer. Kvarts som er en viktig faktor for utvikling av silikose, kan bli forbudt i byggeråstoff.

En begrensende faktor for etablering av kystnære pukkverk i tilknytting til «Egersundfeltet» er vanskeligheten med å finne egnede områder for etablering av gode kai- og havneforhold som er skjermet for vær og vind. Det er stort sett kun Jøssingfjord, Rekefjord og områder i nærheten av «Egersundbassenget» som peker seg ut som egnede.

Pukkpotensialet for anortositt i «Egersundfeltet» vil i første rekke være knyttet til den hvite omdannede varianten som har en kystnær beliggenhet. Kvalitetsmessig vil den dekke et større anvendelsesområde som byggeråstoff i forhold til den primære anortositten.

5. REFERANSE

- [1] Årsmelding 1993, Norges geologiske undersøkelse.
- [2] Bergindustrien - en kartlegging av bransjen, SND-rapport Nr. 4-1995.
- [3] Karlsen, T.A. et al. 1998: Berggrunnsgeologi og mineralske ressurser i Sokndal-området, Rogaland. Statusrapport. NGU Rapport 98.068.
- [4] Ulvik, A. et al. 1998: Pukkundersøkelser i Rekefjord. NGU Rapport 98.129. Fortrolig inntil 01.12.2000.
- [5] Michot, J. 1961: The anorthositic complex of Haaland-Helleren. Norsk Geologisk Tidsskrift, 41, 157-172.
- [6] Sverdrup, T.L. 1966: Hvit anorthositt til vegformål, Eigersund kommune. Rapport nr. 682.
- [7] Sørensen, E. 1968: Anorthositt til vegformål, Eigersund kommune. Rapport nr. 873.
- [8] Bingen, B. & Demaiffe, D., 1999: Geochemical signature of the Egersund basaltic dyke swarm, SW Norway, in the context of late-Neoproterozoic opening of the Iapetus Ocean. Norsk Geologisk Tidsskrift, 79, 69-86.

Vegformål:

Kravene til steinmateriale varierer avhengig av hvor i vegoverbygningen materialet skal benyttes. Vegoverbygningen kan deles inn i fem deler; filterlag, forsterkningslag, bærelag, bindelag og slitelag. De to sistnevnte utgjør selve vegdekket.

Det kan skilles mellom tre typer vegdekker; grusdekke, asfaltdekke og betongdekke. Knust stein benyttes vanligvis i alle dekketyper. For bærelag varierer kravene avhengig av bærelagstype. Det kan skilles mellom mekanisk-, bitumen- og sementstabilisert bærelag. Forsterkningslaget kan deles inn i øvre- og nedre forsterkningslag.

Tabell 1 viser kravene til de forskjellige delene i vegoverbygningen sett i forhold til vegens gjennomsnittlige årsdøgntrafikk uttrykt ved ÅDT.

Lagtype/Egenskap for tilslaget	ÅDT					
	0-300	300-1500	1500-3000	3000-5000	5000-15000	> 15000
Dekk/slitelag (grus, asfalt, betong)						
Steinklasse, minimum	3	3	3	2 el. 3	2	1
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.	1,50	1,50	1,50	1,45	1,45	1,45
Abrasjonsverdi, maks.	-	(0,65)	0,55	0,55	0,45	0,40
Sa-verdi, maks.	-	-	3,5	3,0	2,5	2,0
Mølleverdi, veiledende maks. verdi	-	-	13	11	9	6
LA-verdi, veiledende maks. verdi	25	25	20	20	20	15
Bærelag (mekanisk stab., bitumenstab.)						
Steinklasse, minimum	3 el. 4	3, 4 el. 5		3, 4 el. 5		3 el. 4
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.	1,50-1,60	1,50-1,60		1,50-1,60		1,50-1,60
Abrasjonsverdi, maks.	-	(0,65)		0,65		0,65
LA-verdi, veiledende maks. verdi	25	30		30		25
Bærelag (sementstabilisert)						
Steinklasse, minimum				5		
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.				1,50-1,60		
LA-verdi, veiledende maks. verdi				30		
Forsterkningslag						
Steinklasse, minimum	4 el. 5 (4 i øvre forst.lag og 5 i nedre forst. lag, for atkomstveger 5)					
Flisighetstall av materiale > 11,2 mm, maks.	1,70 for forsterkningslag av pukkk/kult, forøvrig ingen krav					
Abrasjonsverdi, maks.	0,75 for forsterkningslag sprengt stein eller pukkk/kult, ellers ingen krav					
LA-verdi, veiledende maks. verdi	30					

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

Krav til steinklasse, flisighetstall av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand (Sa-verdi) samt veiledende verdier for mølleverdi og Los Angeles verdi (LA-verdi).

Betongformål:

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

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

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

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

De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

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

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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

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 deressing, 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
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
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 for endel europeiske land 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 piggedekk 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.



Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Lædre

Lab.prøve nr.: 980036

KOMMUNE : Eigersund

KOORDINATER : 328650/6475350

KARTBLADNR. : 1211-1

DYBDE I METER : 0

FOREKOMSTNR.: 1101-504

UTTATT DATO : 26.06.1998

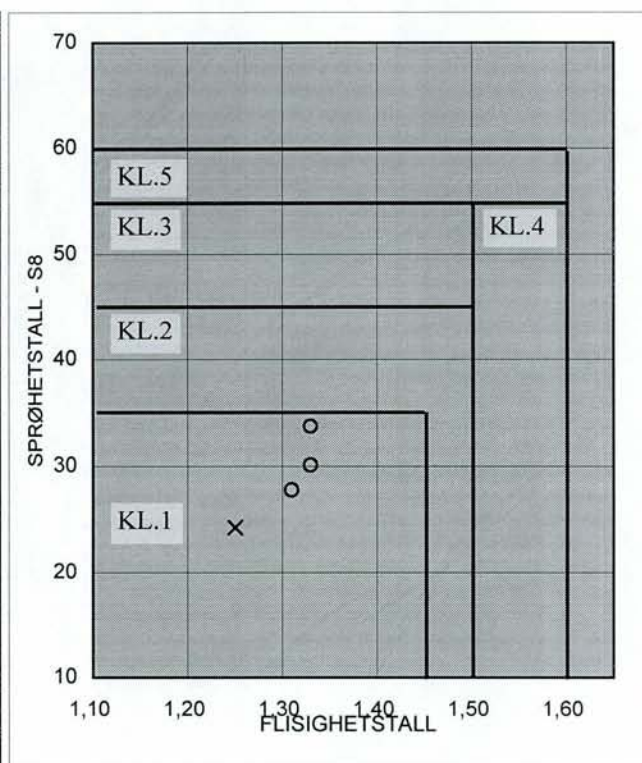
SIGN. : EE/AU

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	1,33	1,33	1,25	1,31	1,32
Ukorr. Sprøhetstall-S0	27,8	30,1	33,8	24,3		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	27,8	30,1	33,8	24,3		
Materiale < 2mm-S2	5,3	5,1	5,2	4,4		
Kulemølleverdi, Km					8,6	9,0
Laboratorieknust i %:	100	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 22,9				
Middel fli 8-11,2 / S8:	1,32	/	30,6	Middel S2 :	5,2	
Middel fli 11,2-16/Km:	1,32	/	8,8	PSV :	56	
Abrasjonsverdi-a:	0,47	0,47	0,48	Middel :	0,47	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	2,6			Densitet :	2,78	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,30	/	8,8	LA-verdi :	13,4	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart: Hvit fin- til middelskornet anortositt.

Mineralinnhold: 65% feltspat og 35% epidot.

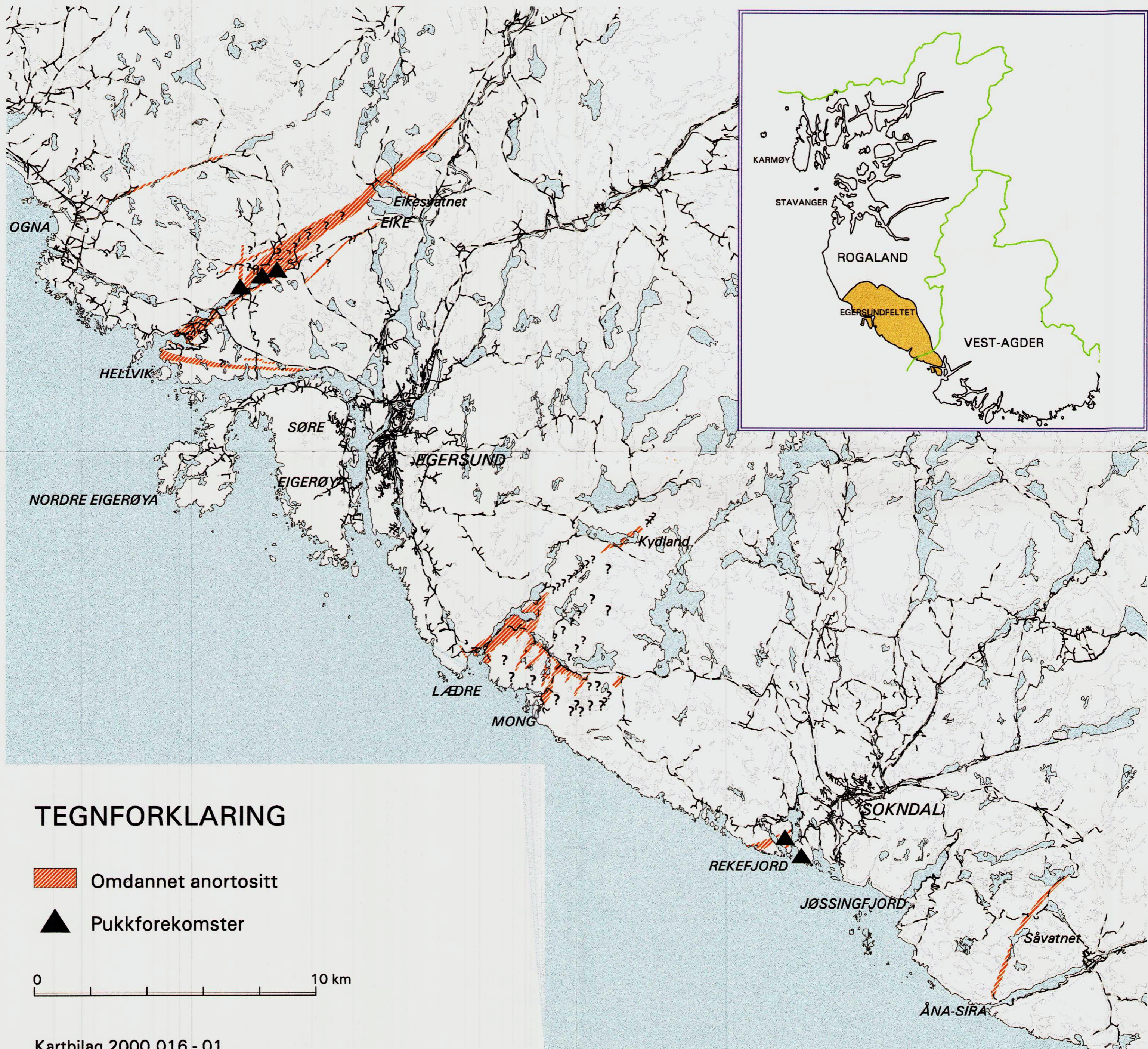
Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim


Dato:
26. november 1999

Sign.:
Eyolf Eriksen

Omdannet anortositt i Egersundfeltet



TEGNFORKLARING

 Omdannet anortositt

 Pukkforekomster

0 10 km