

NGU Rapport 93.113

**Oppfølgende pukundersøkelser,
Hordaland fylke**

Rapport nr. 93.113		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Oppfølgende pukkundørsøkelser, Hordaland fylke.				
Forfatter: Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: Hordaland fylkeskommune og NGU		
Fylke: Hordaland		Kommune: Kvinnherad, Sveio, Fitjar, Fjell, Meland og Lindås.		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 40	Pris: 60	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført: 29/8-3/9 1993	Rapportdato: 6.12.1993	Prosjektnr.: 67.2365.12	Ansvarlig: <i>Hofen Mæsen</i>	
Sammendrag:				
<p>I samarbeid med Hordaland fylkeskommune utførte NGU i 1993 en pukkundørsøkelse i fylket. Målet var å få fastlagt bruksegenskapene til bergarter innenfor enkelte prioriterte områder med tanke på eksport til Europa.</p> <p>Totalt 5 forekomster er prøvetatt og analysert (tynnslip, sprøhet, flisighet og abrasjon) for bedømmelse av de mekaniske egenskapene. Tre av de fem forekomstene viser gode analyseresultater.</p> <p>I Kvinnherad kommune ble aktuelle uttaksområder kun befart og prøvetatt for tynnslipanalyse. Tre av områdene ansees som interessante mht. uttak.</p>				
Emneord:	Ingeniørgeologi		Byggeråstoff	
Mikroskopering	Fallprøve		Abrasjon	
Ressurskartlegging	Fagrapport		Pukk	

INNHALDSFORTEGNELSE

Side

KONKLUSJON	4
1 INNLEDNING	5
2 ANALYSER	5
3 OVERSIKT OVER PRØVETATTE OG BEFARTE FOREKOMSTER	6
4 RESULTATER	6
4.1 Kvinnherad kommune	8
4.1.1 Mauranger kraftstasjon	8
4.1.2 Skotberg	8
4.1.3 Årsnes	9
4.1.4 Mordarerinda	10
4.1.5 Børnes	10
4.1.6 Raudstein steinbrudd	11
4.1.7 Storemyr	12
4.1.8 Amland	13
4.2 Sveio kommune	14
4.2.1 Hausbu	14
4.3 Fitjar kommune	15
4.3.1 Svartasmoget	15
4.4 Fjell kommune	16
4.4.1 Vindnes	16
4.5 Meland kommune	17
4.5.1 Garnviki	17
4.6 Lindås kommune	20
4.6.1 Kvernhusviki	20
5 OPPSUMMERING	21
6 FORSLAG TIL FORVALTNING AV PUKK VED KOMMUNAL AREAL- PLANLEGGING	23
7 REFERANSE	25

VEDLEGG:

Vedlegg A: Generell beskrivelse av laboratorieundersøkelsene

Vedlegg C: Kvalitetskrav for tilslagsmaterialer

Vedlegg 1/5: Analyseresultater

Vedlegg 6: Egnethetsrangering, pukk


KONKLUSJON

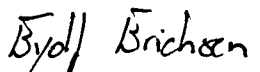
I Kvinnherad kommune ansees Børnes og deretter Årsnes som mest interessante for uttak av pukk. Ressursgrunnlaget for begge områdene er såpass begrenset at det kun vil være aktuelt å forsyne et mindre, lokalt marked med råstoff fra disse områdene. Storemyr vurderes som det beste området mht. uttaksforhold og ressursgrunnlag for eksport til et europeisk marked.

Av de fem forekomstene som ble prøvetatt for mekaniske egenskaper er Svartasmoget i Fitjar kommune mest lovende med tanke på eksport til Europa. Mulig uttaksmengde av den undersøkte bergarten er såpass stor at storskala drift (gigantpukkverk) kan være aktuelt. Garnviki i Meland kommune vurderes som interessant for leveranse til et innenlands marked. Ut fra norske krav viser analysene meget gode mekaniske egenskaper. Bergarten er noe "tung" (høy densitet) som er ugunstig for transport over lengre distanser. Ved Kvernhusviki i Lindås kommune er prøven tatt selektivt av den bergartstypen som ansees å ha størst avsetningsmulighet på et europeisk marked. Resultatene av de mekaniske egenskapene er positive, men nærmere kartlegging må utføres.

To av de prøvetatte forekomstene viser dårlige mekaniske resultater. Hausbu i Sveio kommune vurderes som lite interessant mht. uttak, både pga. dårlig kvalitet og lite ressursgrunnlag. Vindnes i Fjell kommune kan være av interesse, men nærmere undersøkelser av de mekaniske egenskapene må først utføres.

Trondheim, 15. desember 1993
Program for undersøkelse av mineralske ressurser


Peer-Richard Neeb
programleder


Eyolf Erichsen
forsker

1 INNLEDNING

Etter forespørsel fra Hordaland fylkeskommune (Utviklingsavdelinga) har NGU utført pukkundersøkelser innenfor en del utvalgte områder i fylket. Områdene er prioritert av fylket i samarbeid med aktuelle kommuner og grunneiere. Kvinnherad kommune hadde ikke valgt ut bestemte områder på forhånd. Denne kommunen ble derfor kun befart, og egnete områder ble vurdert med hensyn til uttak underveis.

Undersøkelsene ble utført som et samarbeidsprosjekt mellom Hordaland fylkeskommune og NGU. Målet med prosjektet har vært å få fastlagt bruksegenskapene til bergartene med tanke på eksport av pukk til Europa.

Feltundersøkelsene ble utført i august/september 1993 av Eyolf Erichsen og Norodd Meisfjord, NGU og Kari Sand, Hordaland fylkeskommune. Representanter fra Kvinnherad kommune var med ved befaringen innenfor kommunen. For øvrig var Fjell kommune og enkelte grunneiere behjelpelig med båttransport og prøvetaking.

2 ANALYSER

Alle analyser er utført ved NGU. NGUs fallapparat gir etter ringanalyser resultater som er i samsvar med resultater fra Veglaboratoriets fallapparat. Mineralfordelingen ved tynnslip-analyse er utført skjønnsmessig av Harald Skålvoll, NGU.

Vedlegg A gir en generell beskrivelse av laboratorieundersøkelsene, mens vedlegg C angir de forskjellige kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer.

De fleste land i Vest-Europa benytter til dels forskjellige mekaniske testmetoder for å bedømme bruksegenskapene til byggeråstoffer. Selv om metodene er noe forskjellige, gir de som oftest uttrykk for de samme mekaniske egenskapene som framkommer ved de norske metodene; fallprøven (evnen til å motstå slag) og abrasjonsmetoden (evnen til å motstå riping). De norske testmetodene er derfor benyttet for generelt å bedømme om steinmaterialet er egnet for det europeiske markedet. Ved nærmere detaljundersøkelser av en forekomst som er tenkt utnyttet for eksport, bør steinmaterialet undersøkes med de testmetoder som det stilles krav til i de enkelte europeiske landene.

Tilslag med høy ripemotstand tillegges gjerne mer vekt i Norden pga. stor slitasje av vegdekket ved bruk av piggdekk. Tilslag med meget god ripemotstand kan gi vegdekker som blir glatte eller polerte (friksjons- eller poleringsmotstand). Denne effekten er uheldig, men unngås i Norden pga. at piggdekkene rubber opp tilslagets overflate i løpet av vintersesongen. Når steinmaterialet vurderes for det europeiske markedet utenom Norden, er derfor fallprøven tillagt mer vekt enn abrasjonsmetoden.

Alle analysene er basert på prøvetaking av håndstykkestore stuffprøver. Kravene for knust steinmateriale, gitt i håndbok 018 - Statens vegvesen, gjelder for prøver tatt etter bearbeiding ved knusing/sikting i et verk (produksjonsprøver). Det kan være et betydelig avvik mellom analyseresultatene av prøver tatt fra stuff og fra produksjon. Produksjonsprøvene er avhengig

av hvor godt steinmaterialet bearbeides i knuse-/sikteverket. Ved en optimal bearbeiding antas at analysene av produksjonsprøver blir sammenliknbare med resultatene for stoffprøver.

3 OVERSIKT OVER PRØVETATTE OG BEFARTE FOREKOMSTER

Følgende 13 forekomster er enten mekanisk prøvetatt (-●-) eller befart (-0-), figur 1. Dominerende bergartstype innenfor forekomsten er angitt i parentes.

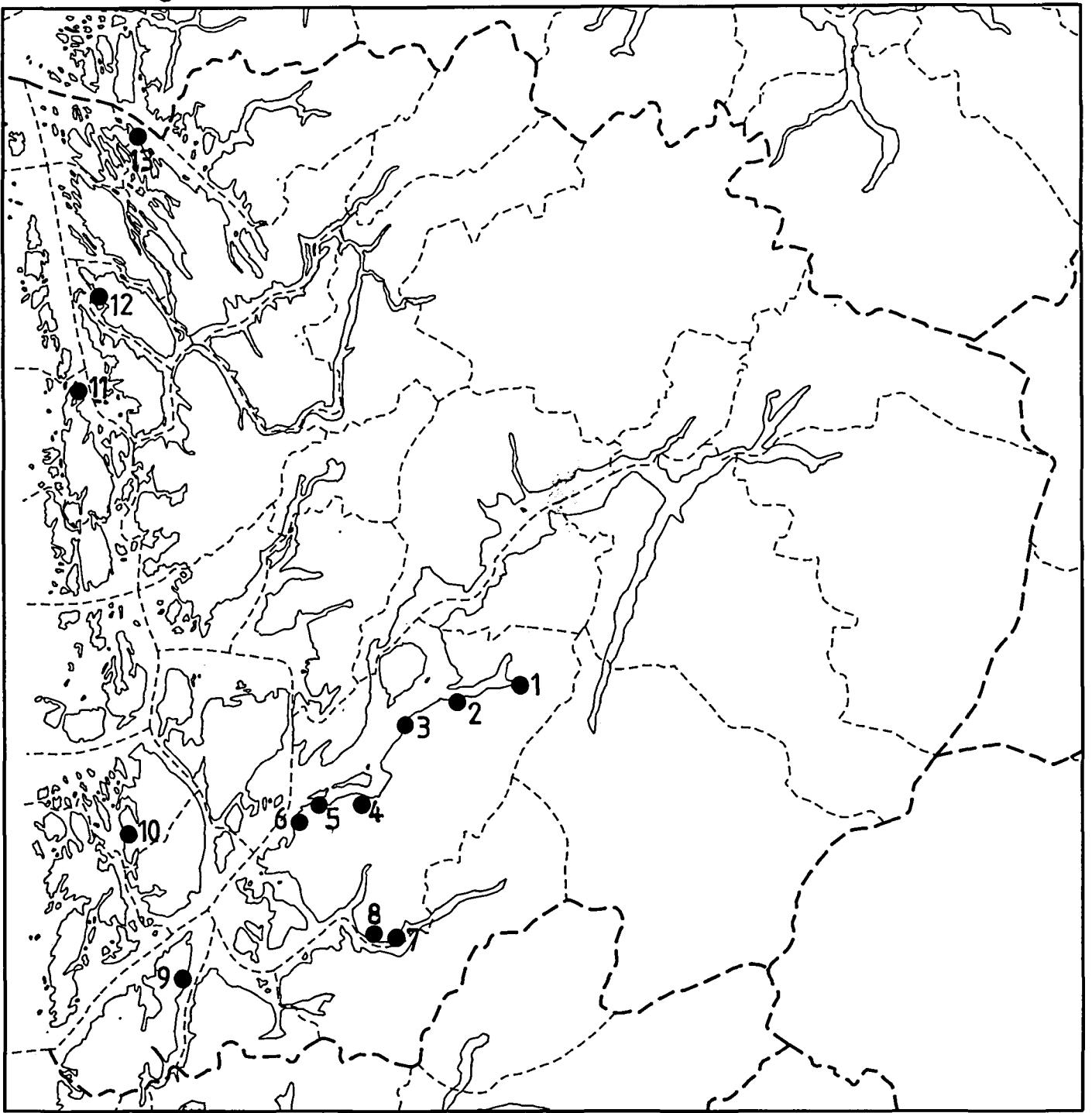
Kommune

Kvinnherad:	1	-0-	Mauranger kraftstasjon (gneis)
	2	-0-	Skotberg (gneisgranitt)
	3	-0-	Årsnes (øyegneis)
	4	-0-	Mordarerinda (gneis)
	5	-0-	Børnes (kvartsdioritt)
	6	-0-	Raudstein steinbrudd (øyegneis)
	7	-0-	Storemyr (granitt)
	8	-0-	Amland (gneis)
Sveio:	9	-●-	Hausbu (gneisgranitt)
Fitjar:	10	-●-	Svartasmoget (granitt)
Fjell:	11	-●-	Vindnes (gneis)
Meland:	12	-●-	Garnviki (eklogittisert anorthositt)
Lindås:	13	-●-	Kvernhusviki (anorthositt)

4 RESULTATER

Det er kun tatt en prøve, mekanisk- og/eller tynnslipsprøve, pr. forekomst. Bedømmelse av bruksegenskapene gjelder kun for selve prøvelokaliteten og ikke for forekomsten som helhet. For de fleste bergartstypene kan det forekomme til dels store variasjoner i de mekaniske egenskapene. For å få nærmere kartlagt eventuell mekanisk variasjon innenfor et egnet uttaksområde må det foretas utvidet prøvetaking.

HORDALAND fylke



Figur 1.
Lokalitetskart.

4.1 Kvinnherad kommune

4.1.1 Mauranger kraftstasjon

(Kartblad: 1315-3, UTM: 3518/66692)

Området ble befart med tanke på den planlagte tunneltraseen mellom Odda og Mauranger som skal gå under Folgefonni. Tunnelprosjektet vil gi store mengder overskuddsmasser som kan foredles og anvendes som byggeråstoff til lokal forsyning.

I henhold til berggrunnskartet [1] vil tunnelen hovedsakelig gå gjennom bergarter av tilsvarende type som ved kraftstasjonen. Bergarten er en heterogen gneis med varierende glimmerinnhold. Lokalt sees kvarts-/feltspatrike pegmatittiske årer og slirer. Diorittiske gneisvarianter opptrer sporadisk. Gneisen er markert retningsorientert (foliert).

Bergarter av denne typen gir generelt store variasjoner i de mekaniske egenskapene, men antas å være egnet til bære- og forsterkningslag. Ved tunnelsprengning fragmenteres bergartene såpass kraftig at en stor andel av massene kun er egnet til fyllmasse.

4.1.2 Skotberg

(Kartblad: 1215-2, UTM: 3422/66661)

Mulig uttaksområde er vist på figur 2. Området kan være egnet for uttak i stor skala (gigantpukkverk), men stedets topografi og høyde over havet (400-500 m) tilsier at dette er noe spekulativt.

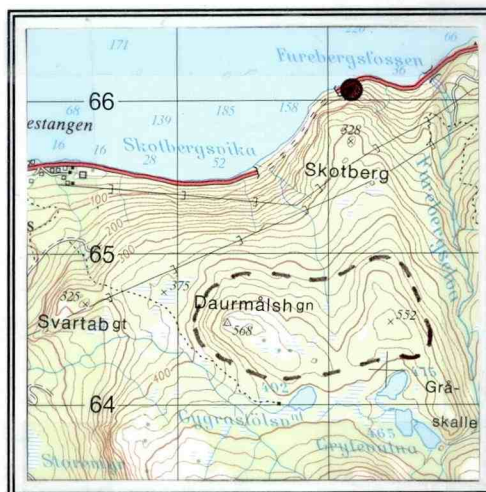
Det ble tatt en tynnslipsprøve ved det østlige tunnelutløpet under Skotberget. Bergarten her viser en middels- til grovkornet gneisgranitt som inneholder 50 % feltspat, 25 % kvarts, 10 % glimmer, 8 % epidot, 3 % titanitt og 1 % andre mineraler som zirkon, apatitt og ilmenitt.

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som godt egnet til betongformål.

Generelt vurderes bergarten å være av en egnet kvalitet for eksport, men de mekaniske egenskapene må først undersøkes nærmere.

Figur 2
Skotberg

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde



4.1.3 Årsnes

(Kartblad: 1215-2, UTM: 3341/66613)

Aktuelt uttaksområde ligger ved et eksisterende industriområde. Det er begrensede ressurser innenfor området. Stedet er derfor kun egnet for et anleggspukkverk bestående av et mindre, mobilt knuse-/sikteverk. God havn er opparbeidet på stedet. Uttaket vil kun være egnet som råstoffkilde for det lokale markedet.

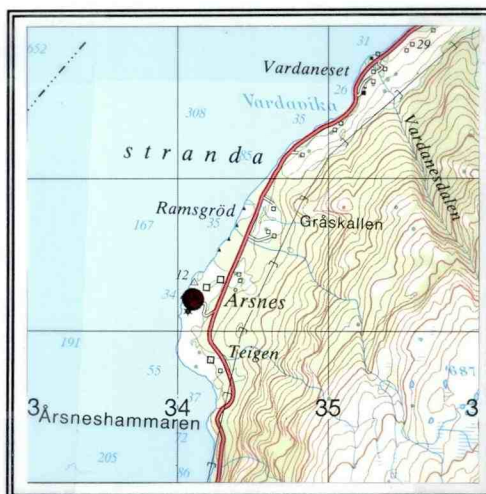
Prøvetatt bergart er en middels- til grovkornet øyegneis som inneholder 50 % feltspat, 25 % kvarts, 10 % glimmer, 7 % epidot, 5 % titanitt, 1 % kloritt, 1 % karbonat og 1 % andre mineraler som zirkon, apatitt og ilmenitt.

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som middels egnet til betongformål.

Generelt vurderes bergarten som egnet til bære- og forsterkningslag, men de mekaniske egenskapene må først undersøkes nærmere.

Figur 3
Årsnes

- - Prøvepunkt



4.1.4 Mordarerinda

(Kartblad: 1214-1, UTM: 3298/66496)

Mulig uttaksområde ved Josnesaksla er vist på figur 4. Området kan være egnet som ressursgrunnlag for et stasjonært pukkverk. Beliggenheten er noe ugunstig ved at høyden over havet er over 400 meter. Ved prøvepunktet er det et mindre brudd hvor et knuse-/sikteverk er i drift. Det drives på en nærliggende moreneavsetning.

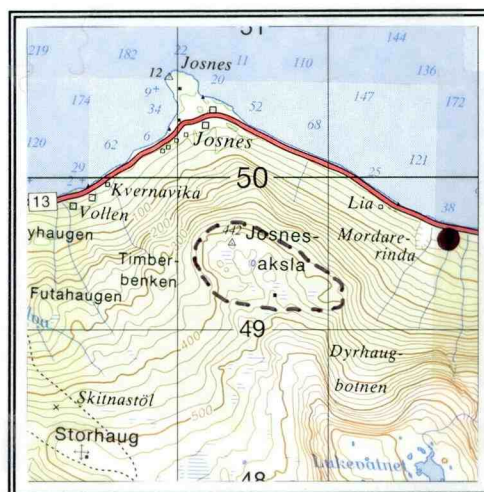
Bergarten er en grå middelskornet gneis av heterogen karakter som inneholder 50 % feltspat, 25 % kvarts, 12 % glimmer, 10 % epidot, 2 % titanitt og 1 % zirkon og ilmenitt. Videre kan det i bruddet observeres soner med pegmatitt og amfibolitt. Enkelte markerte sprekkesoner opptrer sporadisk.

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som middels egnet til betongformål.

Generelt vurderes bergarten å være av middels kvalitet, men de mekaniske egenskapene må først undersøkes nærmere. Bergartens heterogene karakter tilsier at de mekaniske egenskapene kan variere en del.

Figur 4
Mordarerinda

● - Prøvepunkt
- - - Mulig uttaksområde



4.1.5 Børnes

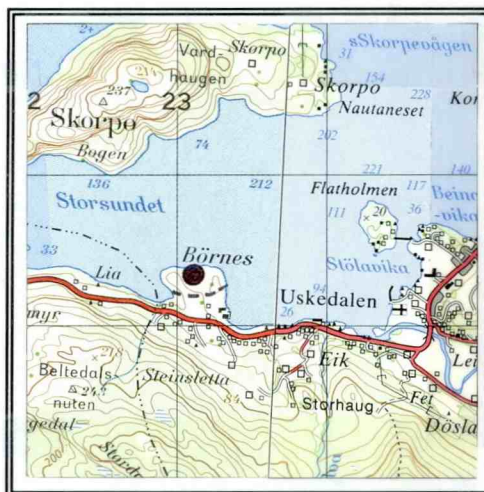
(Kartblad: 1214-4, UTM: 3231/66483)

Deler av neset har en god beliggenhet som er egnet for uttak. Det er lite innsyn mot området og kai er opparbeidet på stedet. Ressursgrunnlaget er begrenset, noe som tilsier kun bruk av et mindre, mobilt knuse-/sikteverk for å produsere byggeråstoff til det lokale markedet.

Bergarten har en begrenset utbredelse på selve neset og er en massiv middelskornet kvartsdioritt. Mineralinnholdet er 35 % feltspat, 15 % kvarts, 15 % amfibol, 15 % glimmer, 8 % epidot, 5 % kloritt, 3 % magnetitt, 2 % karbonat og 2 % titanitt.

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som middels egnet til betongformål.

Generelt vurderes bergarten som egnet til bære- og forsterkningslag, men de mekaniske egenskapene må først undersøkes nærmere.



Figur 5
Børnes

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde

4.1.6 Raudstein steinbrudd

(Kartblad: 1214-4, UTM: 3192/66445)

Befart område er et nedlagt steinbrudd som ligger ved Rv 13. Dominerende bergart er en middels- til grovkornet øyegneis som inneholder 50 % feltspat, 25 % kvarts, 10 % glimmer, 6 % epidot, 2 % kloritt, 2 % granat, 2 % titanitt, 2 % svovelkis og 1 % zirkon. Nord i bruddet opptrer en grå gneis.

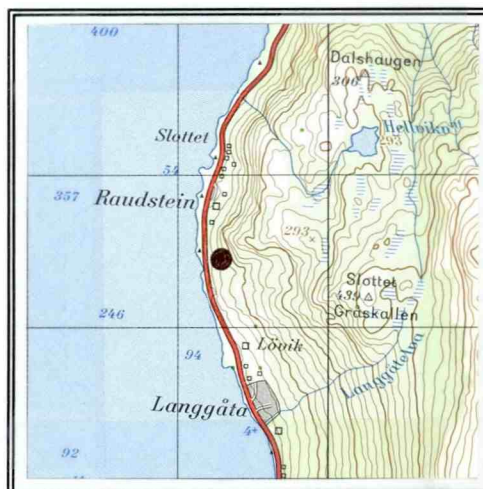
En eventuell videre drift må skje med uttak noe høyere opp i lia (palldrift). Dette vil medføre skjemmende sår i terrenget med innsyn fra Husnes.

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som middels egnet til betongformål.

Bergarten er grovkornet og vurderes dermed generelt å være av dårlig kvalitet for enkelte byggetekniske anvendelser. En mekanisk analyse vil kunne avklare dette nærmere.

Figur 6
Raudstein steinbr.

● - Prøvepunkt



4.1.7 Storemyr

(Kartblad: 1214-1, UTM: 3369/66291)

Det aktuelle uttaksområde kan være egnet som ressursgrunnlag for et stasjonært pukkverk. Det vil være naturlig å starte opp med å planere ytterste del av Alsåkernes for senere å benytte dette for plassering av knuse-/sikteverket, lagerplass og kai. Forekomsten ved Storemyr kan deretter utnyttes ved dagbruddsdrift med transport av massene langs en grunnstoll fram til Alsåkernes.

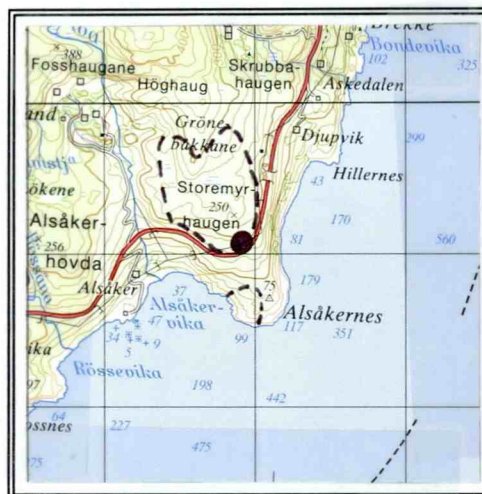
Bergarten er en middels- til grovkornet granitt som inneholder 45 % feltspat, 20 % kvarts, 15 % glimmer, 10 % epidot, 8 % titanitt og 2 % flusspat. Bergarten er av samme type som den som er prøvetatt ved Krossnes [2].

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som middels egnet til betongformål.

Generelt vurderes bergarten som egnet til bære- og forsterkningslag, men de mekaniske egenskapene må først undersøkes nærmere. Området ansees som interessant mht. eksportmarkedet.

Figur 7
Storemyr

● - Prøvepunkt
○ - Mulig uttaksområde



4.1.8 Amland

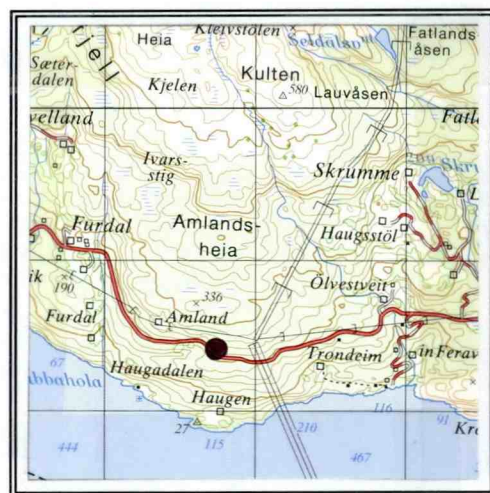
(Kartblad: 1214-1, UTM: 3328/66284)

Prøvetatt bergart er flintaktig og antas å ha høy ripemotstand. Bergarten er en fin- til middelskornet gneis som inneholder 45 % feltspat, 25 % pyroksen, 15 % glimmer, 8 % epidot, 5 % kvarts og 2 % titanitt. Egnert uttaksområde med den prøvetatte bergarten er ikke påvist.

Ut fra mineralinnholdet bedømmes bergarten som middels egnet til betongformål.

Generelt vurderes bergarten som egnet til vegdekke, bære- og forsterkningslag, men egnert uttaksområde må først påvises.

Figur 8
Amland
● - Prøvepunkt



4.2 Sveio kommune

4.2.1 Hausbu

(Kartblad: 1214-3, UTM: 3048/66199)

Prøven er sprengt ut fra toppen av åsryggen som er tenkt utdrevet. Aktuelt uttaksvolum er forholdsvis begrenset og er beregnet til maksimalt å utgjøre ca. 1 mill. tonn.

Det er liten til ingen overdekning av løsmasser innenfor det mulige uttaksområdet. Prøvetatt bergart er en middels- til grovkornet gneisgranitt som inneholder 50 % feltspat, 25 % kvarts, 10 % glimmer, 7 % epidot, 3 titanitt, 3 % granat og 2 % apatitt. Bergarten er forholdsvis homogen innenfor det aktuelle uttaksområde, men med sporadisk innslag av pegmatittganger. Disse gangene viser til dels kraftig forvitring i dagen. Den prøvetatte gneisgranitten opptrer innenfor en forholdsvis tynn sone som har en begrenset utbredelse i området [3].

Mekaniske egenskaper, se vedlegg 1.

Prøven faller inn under klasse 2 etter fallprøven. Omslagsverdien viser en liten forbedring i sprøhets-/flisighetstall, noe som tilsier at materialet kan foredles ved flere knusetrinn i knuseverk. Abrasjonsverdien og slitasjemotstanden klassifiseres som meget svak.

Materialet er egnet som tilslag i vegdekker på veger med årsdøgntrafikk < 300, se vedlegg C. Ellers dekker materialet såvidt kravene mht. bruk i bære- og forsterkningslag. Ingen uheldige mineraler er observert for bruk som tilslag i betong. Bergarten bedømmes som middels egnet til betongformål.

Figur 9
Hausbu

● - Prøvepunkt
○ - Mulig uttaksområde



4.3 Fitjar kommune

4.3.1 Svartasmoget

(Kartblad: 1114-1, UTM: 2938/66405)

Prøven er tatt fra en nylig utsprengt vegskjæring som er laget i tilknytning til avfallsanlegget i området. Området ansees som meget godt egnet for uttak med mulighet for drift i stor skala (gigantpukkverk). Utfordringen ligger i å skjerme bruddet mest mulig for innsyn, hovedsakelig fra Rubbestadneset, og samtidig å få til en driftsplan som muliggjør en kontinuerlig gjennfylling av uttatt volum for avfallsanlegget. Det er gode havnemuligheter på stedet, og overdekningen er moderat.

To prøver ble tatt for tynnslipanalyse. Den bergarten som dominerer er en grønnlig middels- til grovkornet granitt som inneholder 40 % feltspat, 30 % kvarts, 10 % glimmer, 5 % amfibol, 5 % epidot, 5 % titanitt, 3 % kloritt og 2 % ilmenitt. Den andre varianten er også en middels- til grovkornet granitt, men med en grålig egenfarge. Mineralinnholdet for denne prøven er 45 % feltspat, 20 % kvarts, 10 % glimmer, 8 % amfibol, 5 % epidot, 5 % titanitt, 5 % ilmenitt og 2 % kloritt. Den grønne varianten antas å være en omvandlet variant av den grå. Begge typene er homogene og massive og opptrer innenfor store deler av de nordvestlige deler av Stord og de nordlige deler av Bømlo [4].

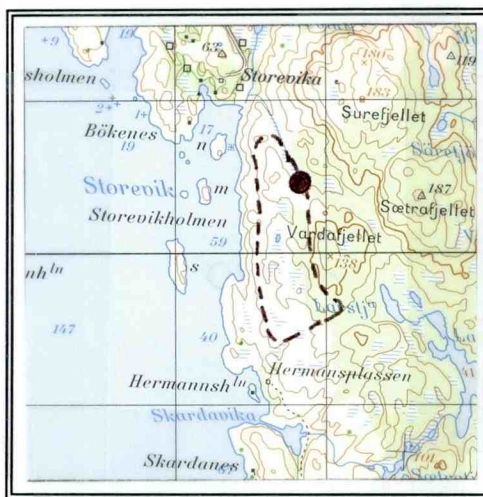
Mekaniske egenskaper, se vedlegg 2.

Prøven faller såvidt inn under klasse 1 etter fallprøven. Omslagsverdien viser en forbedring i sprøhets-/flisighetstall som tilsier at materialet kan foredles ved flere knusetrinn i knuseverk. Abrasjonsverdien og slitastjmotstanden klassifiseres som middels.

Materialet er egnet som tilslag i vegdekker på veger med årstdøgntrafikk < 5000, se vedlegg C. For øvrig er materialet egnet for bruk i bære- og forsterkningslag. Ingen uheldige mineraler er observert for bruk som tilslag i betong, og bergarten bedømmes som middels egnet til betongformål.

Figur 10
Svartasmoget

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde



4.4 Fjell kommune

4.4.1 Vindnes

(Kartblad: 1115-4, UTM: 2800/67075)

Prøven er sprengt ut i et område hvor det vil være naturlig å begynne et eventuelt uttak. Det er store steinressurser innenfor området hvor topografien er forholdsvis flat. Området er lite overdekket, men det finnes en del organisk materiale i dalsøkkene. Gode muligheter for å opparbeide kai på stedet. Dominerende bergart innenfor Vindneshavøya består av gneis [5].

Prøvetatt bergart er en foliert middelskornet gneis som inneholder 50 % feltspat, 20 % kvarts, 15 % glimmer, 10 % amfibol, 3 % titanitt, 1 % epidot og 1 % ilmenitt. Den prøvetatte bergarten dominerer i området, men enkelte granittiske årer og amfibolittrike soner opptrer lokalt. Moderat oppsprekking av bergarten. Enkelte markerte nord-sørlige søkk skjærer gjennom terrenget.

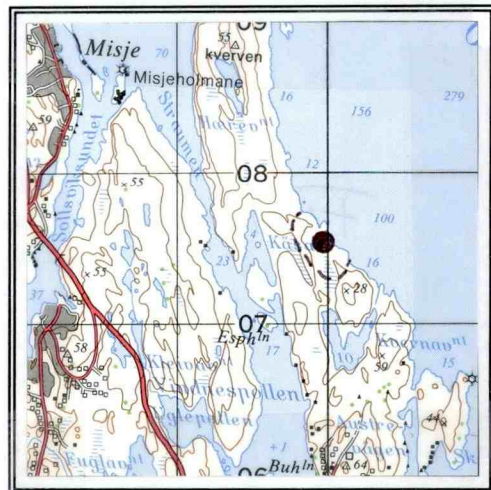
Mekaniske egenskaper, se vedlegg 3.

Prøven faller inn under klasse 2 etter fallprøven. Omslagsverdien viser en forbedring i sprøhets-/flisighetstall (klasse 1) som tilsier at materialet kan foredles ved flere knusetrinn i knuseverk. Abrasjonsverdien og slitasjemotstanden klassifiseres som meget svak.

Materialet er uegnet som tilslag i vegdekker der det stilles krav til abrasjonsverdien og slitasjemotstand (årsdøgntrafikk > 300, vedlegg C). Materialet dekker såvidt kravene for bære- og forsterkningslag. Ingen uheldige mineraler er observert for bruk som tilslag i betong, og bergarten bedømmes som middels egnet til betongformål.

Figur 11
Vindnes

- - Prøvepunkt
- - - Mulig uttaksområde



4.5 Meland kommune

4.5.1 Garnviki

(Kartblad: 1116-3, UTM: 2819/67224)

Prøven er sprengt ut like ved sjøen på et sted hvor det vil være naturlig å starte opp et eventuelt uttak. Bergarten er en middelskornet eklogittisert anorthositt som inneholder 46 % granat, 35 % pyroksen, 17 % feltspat og 2 % karbonat.

Det er moderat til liten overdekning innenfor det aktuelle uttaksområdet, men det er en del organisk materiale i dalsenkningene. Dominerende bergart i området er en anorthositt [6] som i varierende grad er eklogittisert tilkjenngitt ved mineralene granat, pyroksen og amfibol. Den varierende eklogittiseringsgraden gjør at bergarten må karakteriseres som svært heterogen. Det opptrer mer eller mindre rene eklogittpartier i klyser/årer med varierende utbredelse. Bergarten er foliert, tildels båndet. Oppsprekkingsgraden er moderat.

Like utenfor området som er regulert for uttak, er det tidligere tatt ut et større prøveparti for bl.a. mekanisk testing. Dominerende bergart her er en hvit anorthositt som inneholder flekker og bånd med granat og amfibol. Denne varianten viser en klar til diffus overgang til en mer krystallin grå-brunlig anorthositt som også er granatrik.

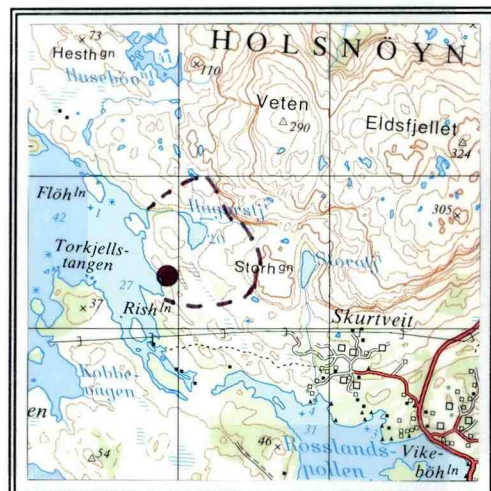
Mekaniske egenskaper, se vedlegg 4.

Prøven faller godt inn under klasse 1 etter fallprøven. Abrasjonsverdien og slitasjemotstanden klassifiseres som meget god.

Materialet tilfredstiller alle norske krav for tilslag til både vegdekker, bære- og forsterkningslag. Ingen uheldige mineraler er observert for bruk som tilslag i betong, og bergarten bedømmes som godt egnet til betongformål.

Figur 12
Garnviki

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde



Det er tidligere tatt en del prøver innenfor anorthosittområdet på Holsenøy [7] (tabell 1 og 2).

Prøvested	UTM-koord.	Bergartstype
Garnviki	2819/67224	Eklogittisert anorthositt
Skurtveit	2836/67218	Hvit anorthositt
Husebø	2804/67251	Eklogittisert mangeritt
Ådnefjell 1	2850/67246	Eklogittisert anorthositt
"	"	Eklogittisert anorthositt
Ådnefjell 2	2847/67240	Eklogittisert anorthositt
Odland	2874/67238	Eklogittisert anorthositt

Tabell 1

Prøvested	Dens	Flis	S ₈	Abr	PSV	Sa-verdi
Garnviki	3.17	1.34	24.6	0.35	56	1.76
Skurtveit	2.82	1.42	50.1	0.89		6.30
Husebø	3.11	1.33	34.1	0.50		2.92
Ådnefjell 1	3.25	1.37	25.9	0.36	53	1.83
"	3.28	1.34	16.6	0.33		1.35
Ådnefjell 2	3.30	1.34	27.9	0.38		2.01
Odland	3.14	1.36	33.2	0.30		1.73

Tabell 2

Dens - densitet Flis - flisighetstall
 S₈ - sprøhetstall Abr - abrasjonsverdi
 PSV - polished stone value
 Sa-verdi - slitasjemotstand

Den eklogittiserte anorthositten viser noe variasjon i de mekaniske egenskapene, men er jevt over av meget god kvalitet. Den hvite anorthositten, som er prøvetatt ved Skurtveit, skiller seg ut med meget dårlig kvalitet og er lite egnet for byggeteknisk anvendelse.

Den høye densiteten til den eklogittiserte varianten er uheldig både anvendelses- og transportmessig (gjennomsnittlig densitet 3.21). Sett i forhold til gjennomsnittlig densitet for norske pukkbegarter (2.77, som er basert på 689 analyser fra Pukkregisteret) utgjør forskjellen hele 16 %. For veg- og betongkonstruksjoner er et av tilslagets viktigste formål å fylle opp et bestemt volum. Det kreves vekt- eller tonnasmessig mer stein når tilslagets densitet øker ved et gitt volum (se formel 1).

$$(\text{Volum (m}^3\text{)} = \text{Vekt (tonn)} / \text{Densitet}). \quad (\text{Formel 1})$$

Transportbehovet øker tilsvarende ved at lastekapasiteten begrenses av vekten ved bl.a. krav til maksimum aksellast. Det vil med andre ord bli en merkostnad på 16 % både for råstoffet og for transporten av en bergart som den eklogittiserte anorthositten.

For anvendelse til en del bestemte formål som f.eks. ballastmedium og blokkstein til dikeformål, vil høy densitet derimot kunne være en positiv egenskap.

4.6 Lindås kommune

4.6.1 Kvernhusviki

(Kartblad: 1116-4, UTM: 2863/67461)

Det aktuelle uttaksområdet har stor arealmessig utbredelse, men høyden over havet er forholdsvis lav (20-30m). Prøven er tatt like sør for det aktuelle uttaksområdet ved et kaianlegg der en del masser er sprengt ut. Området er moderat overdekket med løsmasser (lyngmark). Egnede kaianlegg som kan benyttes ved et eventuelt uttak, er opparbeidet i nærheten av oljeraffineriet ved Mongstad (figur 13). Her er det også tidligere sprengt ut en del masser.

Den mekaniske prøven er tatt selektivt av en hvit middelskornet anorthositt. Bergarten er "uren anorthositt" og inneholder 50 % feltspat, 30 % epidot, 10 % amfibol, 4 % kloritt, 4 % glimmer og 2 % kvarts. Enkelte partier av anorthositten er til dels grovkornet. Ellers innenfor det aktuelle uttaksområdet opptrer soner med anorthositt med varierende innblanding med amfibol, rene amfibolittiske soner og en mørk gneis med granittiske årer [8]. Sonene med anorthositt og amfibolitt varierer i mektighet.

Mekaniske egenskaper, se vedlegg 5.

Prøven faller inn under klasse 1 etter fallprøven. Omslagsverdien viser en forbedring i sprøhets-/flisighetstallet som tilsier at materialet kan foredles noe ved flere knusestrinn i knuseverk. Abrasjonsverdien og slitasjemotstanden klassifiseres som middels.

Materialet er egnet som tilslag i vegdekker på veger med årsdøgntrafikk < 5000. For øvrig er materialet egnet for bruk i bære- og forsterkningslag. Ingen uheldige mineraler er observert for bruk som tilslag i betong, og bergarten bedømmes som godt egnet til betongformål.



5 OPPSUMMERING

I tabell 3 er hver lokalitet som er prøvetatt for mekanisk testing rangert mht. egnethet for anvendelse til vegdekke, bære- og forsterkningslag og fyllmasse. For vegdekke er egnetheten vurdert i forhold til trafikkbelastningen uttrykt ved gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT). Inndelingen i tabellen er basert på norske kvalitetskrav. De lokalitetene som er prøvetatt med tynnslipanalyse er rangert mht. kvalitet for bruk til betong. Vedlegg 6 gir en oversikt over hvilke kriterier som ligger til grunn for rangeringen.

Lokalitet	Vegdekke	Bærelag	Forsterkningslag	Fyllmasse	Betongformål
<u>Kvinnherad</u>					
Skotberg	-	-	-	Egnet	Middels
Årsnes	-	-	-	Egnet	Middels
Mordarerinda	-	-	-	Egnet	Middels
Børnes	-	-	-	Egnet	Middels
Raudstein	-	-	-	Egnet	Middels
Storemyr	-	-	-	Egnet	Middels
Amland	-	-	-	Egnet	Middels
<u>Sveio</u>					
Hausbu	< 300	Egnet	Egnet	Egnet	Middels
<u>Fitjar</u>					
Svartasmoget	< 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Middels
<u>Fjell</u>					
Vindnes	< 300	Egnet	Egnet	Egnet	Middels
<u>Meland</u>					
Garnviki	> 15000	Egnet	Egnet	Egnet	God
<u>Lindås</u>					
Kvernhusviki	< 5000	Egnet	Egnet	Egnet	God

Tabell 3

For de mekanisk prøvetatte forekomstene gis i tillegg en vurdering av avsetningsmulighetene i markedet og vurdering av behovet for tilleggsundersøkelser.

Hausbu

Selv om fallprøven viser middels godt resultat er abrasjonsverdien for dårlig for leveranse til et lokalt innenlands marked. Ressursgrunnlaget ansees for lite for et eksportmarked.

Svartasmoget

Materialet er av en kvalitet som tilfredsstiller de fleste bruksområder ut fra norske krav. Det at abrasjonsverdien "ikke er for god" kan være gunstig for leveranse til et europeisk marked der det stilles krav til poleringsmotstand for tilslag til asfalt.

Vindnes

Denne ene prøven viser ut fra norske krav dårlige resultater pga. meget svak abrasjonsverdi. For øvrig viser fallprøven gode resultater som gjør at steinmaterialet kan være egnet for eksport til Europa. Utvidet prøvetaking med bl.a. testing med engelske/tyske metoder må først utføres for å få fastslått dette.

Garnviki

Denne prøven viser meget gode mekaniske egenskaper ut fra norske krav. Leveranse til et innenlands marked er derfor gunstig. Det er mulig at abrasjonsverdien "er for god" ved anvendelse som tilslag til vegdekker for enkelte land i Europa. Poleringsmotstanden bør derfor undersøkes nærmere (polished stone value, PSV). Den høye densiteten slår uheldig ut med tanke på transport over lengre distanser.

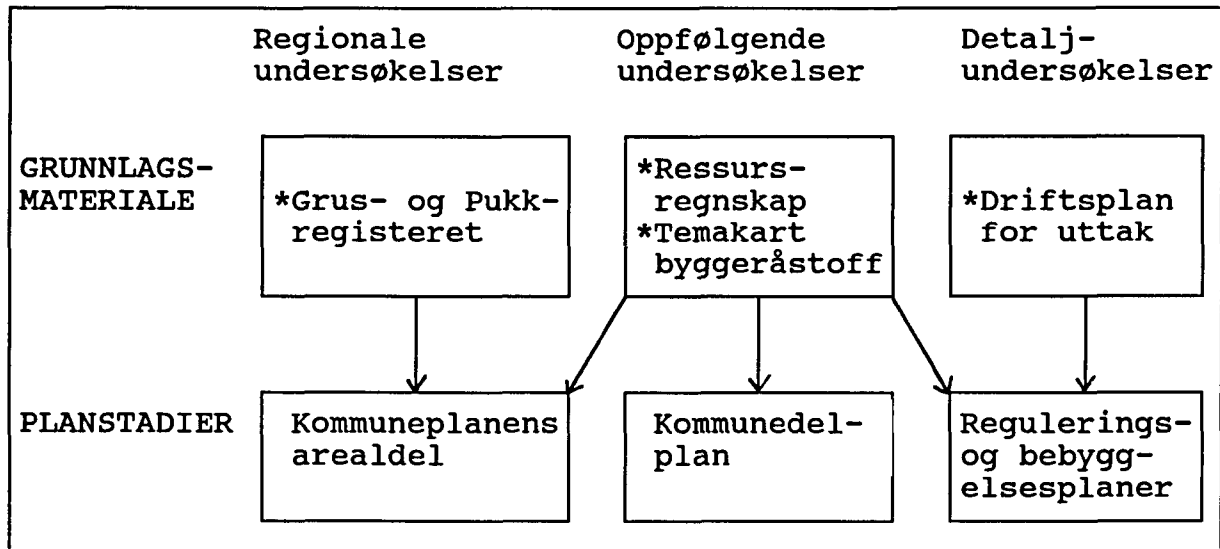
Kvernhusviki

Prøven er tatt selektivt av den bergartstypen som ansees å ha størst potensiale for eksport. Resultatene fra denne ene prøven er positive. Området må detaljundersøkes for å få kartlagt utbredelsen av de forskjellige bergartstypene i området. Deretter bør de forskjellige bergartstypene prøvetas for mekanisk testing.

6 FORSLAG TIL FORVALTNING AV PUKK VED KOMMUNAL AREALPLANLEGGING

Ved arealplanlegging etter plan- og bygningsloven, har kommunene et verktøy for å styre all aktivitet knyttet til råstoffutvinning.

Arealplanlegging utføres i forskjellige planstadier fra grove oversiktsplaner til detaljplaner. Grunnlagsmaterialet må tilrettelegges i forhold til det planstadiet informasjonen skal brukes (figur 14).



Figur 14.

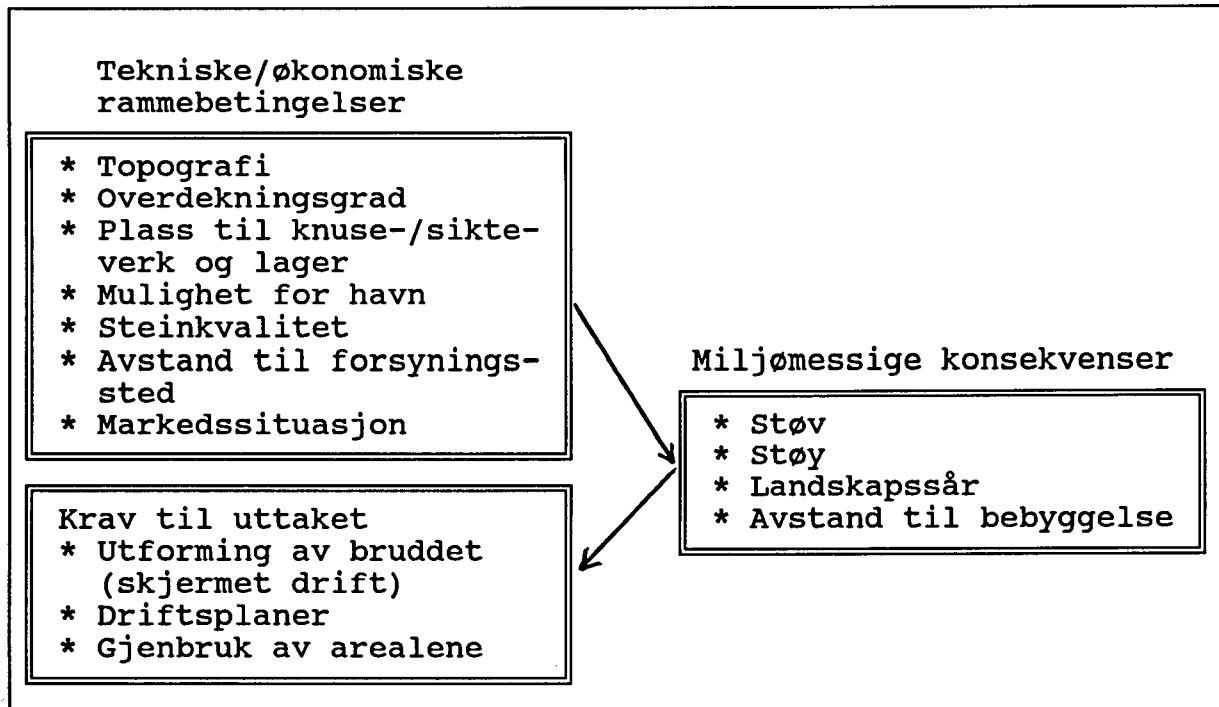
Ved arealplanlegging kan framtidig behov for pukkprodukter dekkes. Det bør utarbeides forvaltningsplaner for hvordan forekomster skal utnyttes, slik at kvalitetsmessig gode forekomster sikres for framtiden.

Ved åpning eller utvidelse av steinuttak som dekker minst 50 dekar samlet berørt overflate eller at samlet uttaksmengde utgjør mer enn 500.000 m³ masse, der hensikten er salg, industriell utnytting mm., kreves melding til Nærings- og energidepartementet.

Uttak av pukk medfører naturinngrep som ofte kommer i konflikt med andre arealinteresser. Uttaksvirksomheten kan også resultere i miljøbelastninger i form av støvflukt, støy fra knuseverk, skjemmende sår i landskapsbildet og stor trafikk med tunge kjøretøyer.

Ved prosjektering av nye pukkanlegg bør det være et samspill mellom de tekniske/økonomiske rammebetingelsene og de miljømessige konsekvensene som et pukkkuttak medfører (figur 15). Vanligvis er det kun de tekniske betraktninger som blir lagt til grunn ved bedømmelse om et prosjekt er økonomisk gjennomførbart.

Ved å sette krav til uttaket, basert på de miljømessige belastningene denne næringsaktiviteten medfører, kan f.eks. en skjermet driftsform redusere støv og støyplagen slik at anlegget kan etableres nærmere bebyggelsen enn ellers.



Figur 15

Ved en sterkere vektleggelse på de miljømessige konsekvensene, kan virksomheten gjennom arealplanlegging styres til de minst konfliktfylte områdene.

7 REFERANSE

- [1] - Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. og Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge, M 1:1 mill, NGU.
- [2] - Erichsen, E. 1992. Regionale pukkundersøkelser, Hordaland fylke. NGU Rapport 92.237.
- [3] - Berggrunnsgeologisk manuskart. Kartblad 1214-3 Ølen, M 1:50.000, NGU.
- [4] - Berggrunnsgeologisk manuskart. Kartblad 1114-1 Fitjar, M 1:50.000, NGU.
- [5] - Berggrunnsgeologisk manuskart. Kartblad 1115-4 Fjell, M 1:50.000, NGU.
- [6] - Berggrunnsgeologisk manuskart. Kartblad 1116-3 Herdla, M 1:50.000, NGU.
- [7] - Korneliussen, A. m.fl. 1990. Rutilforekomster på Holsenøy, Meland kommune, Hordaland. NGU Rapport 90.008.
- [8] - Berggrunnsgeologisk manuskart. Kartblad 1116-4 Mongstad, M 1:50.000, NGU.

- * **Sprøhetstall**
- * **Flisighetstall**
- * **Sprøhet og flisighet**
- * **Abrasjonsverdi**
- * **Slitasjemotstand**
- * **Tynnslip**

Sprøhetstall

Et steinmateriales motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger kan bl.a. uttrykkes ved hjelp av sprøhetstallet. Dette bestemmes ved den såkalte fallprøven.

En bestemt fraksjon av prøvematerialet, 8.0-11.2 mm, knuses i en morter av et 14 kgs lodd som faller en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrænse, i dette tilfellet 8.0 mm, kalles steinmaterialeets ukorrigerte sprøhetstall (S_0).

Dette tallet korrigeres for pakningsgrad i morteren etter slagpåkjenningen, og man får

sprøhetstall (S_g)

Resultatene kan variere fra laboratorium til laboratorium, men f.o.m. 1988 er analyse-apparaturen 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 knusestrinn i et knuseverk.

Flisighetstall

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform uttrykkes ved **flisighetstallet**. Flisighetstallet er forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon som for sprøhetstallet. I tillegg utføres det flisighetskontroll av fraksjoner > 11.2 mm. Bredden bestemmes på sikt med kvadratiske åpninger, og tykkelsen på sikt med rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

Sprøhet og flisighet

Steinmaterialer klassifiseres i steinklasser etter resultatene i 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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller tas også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflateforvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

Stoffprøvetaking kan også utføres i pukkverk, men det er som regel av større interesse å få undersøkt kvaliteten av steinmaterialet etter at det er bearbeidet i knuse-/sikteverket (produksjonsprøver). I knuseverk er det vanlig å knuse materialet i flere trinn. Dette forbedrer kvaliteten ved at materialet får en mer kubisk kornform (lavere flisighetstall). Kubisering medfører også at sprøhetstallet blir bedre. Denne foredlingseffekten er til en viss grad avhengig av bergartstypen.

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

- a) For sortering med øvre navngitte kornstørrelse mindre enn 22 mm utføres fallprøven på fraksjon 8.0-11.2 mm utsiktet fra det aktuelle produktet dersom denne fraksjonen utgjør minst 15% av produktet. Hvis dette kravet ikke kan oppfylles, utføres fallprøven som etter punkt b.
- b) For sorteringer med øvre navngitte kornstørrelse større enn 22 mm utføres fallprøven på fraksjonen 8.0-11.2 mm utsiktet fra laboratorieknust materiale fra det aktuelle produktet.

I tillegg skal det for produksjonsprøver utføres flisighetskontroll på grovfraksjonen av verksproduisert materiale på en av følgende fraksjoner: 11.2-16.0 mm, 16.0-22.4 mm, 22.4-32.0 mm, 32.0-45.2 mm eller 45.2-64.0 mm. Det skal velges en fraksjon som tilsvarer minst 15% av produktet og som ligger så nær produktets øvre navngitte kornstørrelse som mulig. Ved produksjon stilles det krav til flisighetstallet for materiale > 11.2 mm.

Abrasjonsverdi

Abrasjonsverdien gir uttrykk for steinmaterialers abrasive slitestyrke eller motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst for kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årsgogntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det stilles også krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

Et representativt utvalg med pukk-korn i fraksjonsområdet 11.2-11.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Platen presses med en gitt vekt mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

< 0.35	meget god
0.35-0.45	god
0.45-0.55	middels
0.55-0.65	svak
> 0.65	meget svak

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (Sa-verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_8) og abrasjonsverdien. Ved prøvetaking av stoffprøver vil det som regel oppnås best resultat for Sa-verdien ved å benytte omslagsverdien for sprøhetstallet.

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

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.

Vegformål:

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

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

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

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2a

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2b

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

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

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

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

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

Egenskap	Årsdøgntrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15000
Steinklasse	1-3			1-2	1
Abrasjonsverdi	-	(≤ 0.65)	≤ 0.55	≤ 0.45	≤ 0.40
Slitasjemotstand	-	≤ 3.5	≤ 3.0	≤ 2.5*	≤ 2.0

Tall i parentes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

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

Betongformål:

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

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte 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 kiselsyre i kvartskrystaller kan reagere med sementlimet og føre til oppsprekking og volum-ekspansjon i betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner (AR) i flere betongkonstruksjoner her til lands. Den kjemiske reaksjonen er svært langsom og finner kun sted under ugunstige betingelser med høy fuktighet og temperaturpåkjenninger som f.eks. i broer og damkonstruksjoner. Skader oppdages gjerne ikke før etter 15 til 20 år. De skadelige reaksjonene kan knyttes til følgende potensielle alkalireaktive bergarter:

- * Sandstein/gråvakke/siltstein
- * Mylonitt/kataklasitt
- * Rhyolitt/sur vulkansk bergart
- * Argillitt/fyllitt
- * Kvartsitt (mikrokrystallin og finkornet)

I tillegg klassifiseres følgende bergarter som mulige alkalireaktive:

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

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



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Mekaniske egenskaper Sprøhet / flisighet

Hausbu

Lab.prøve nr.: 932068

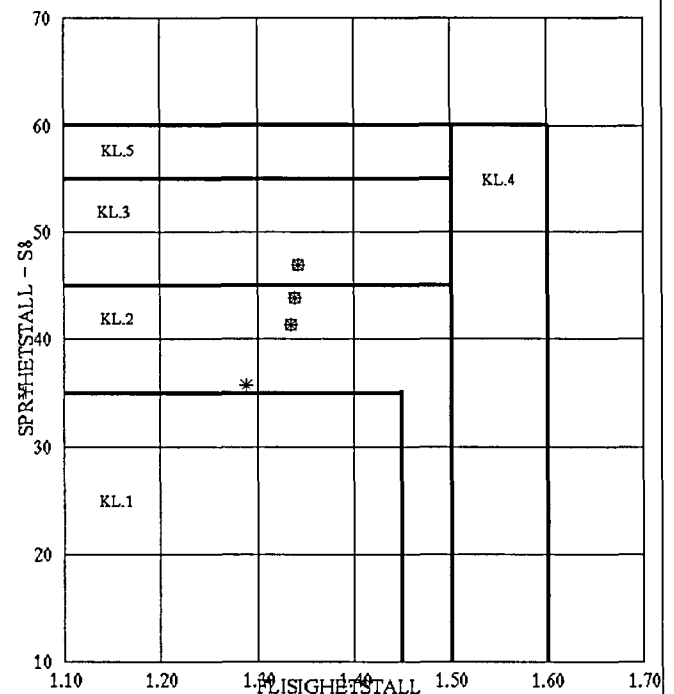
KOMMUNE : Sveio	KOORDINATER : 3048/66199
KARTBLADNR. : 1214-3	DYBDE I METER: 0
FOREKOMSTNR.: 1216-504	UTTATT DATO : 930901
	SIGN. : EE

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	*	+	+
Flisighetstall-f	1.33	1.34	1.34	1.29		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	39.4	44.7	41.7	34.0		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Sprøhetstall-S8	41.4	47.0	43.8	35.7		
Materiale < 2mm-S2	9.2	9.1	8.7	8.9		
Laboratoriepukket %	100					
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f/S8	1.34	/	44.1			
Abrasjonsverdi-a:	<u>0.67</u>	<u>0.70</u>	<u>0.76</u>	Midde	<u>0.71</u>	
Slitasjemotstand: (a * rot S8) =	4.71					
Densitet:	2.73		Humus:			


PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Bergart: Middels- til grovkornet gneisgranitt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 25% kvarts, 10% glimmer, 7% epidot, 3% titanitt, 3% granat og 2% apatitt.

Reaksjon med HCL:
MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

 Sted:
Trondheim

 Dato:
23. november 1993

 Sign.:
Syolf Bråthen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Mekaniske egenskaper Sprøhet / flisighet

Svartasmoget

Lab.prøve nr.: 932067

KOMMUNE : Fitjar
KARTBLADNR. : 1114-1
FOREKOMSTNR.: 1222-504

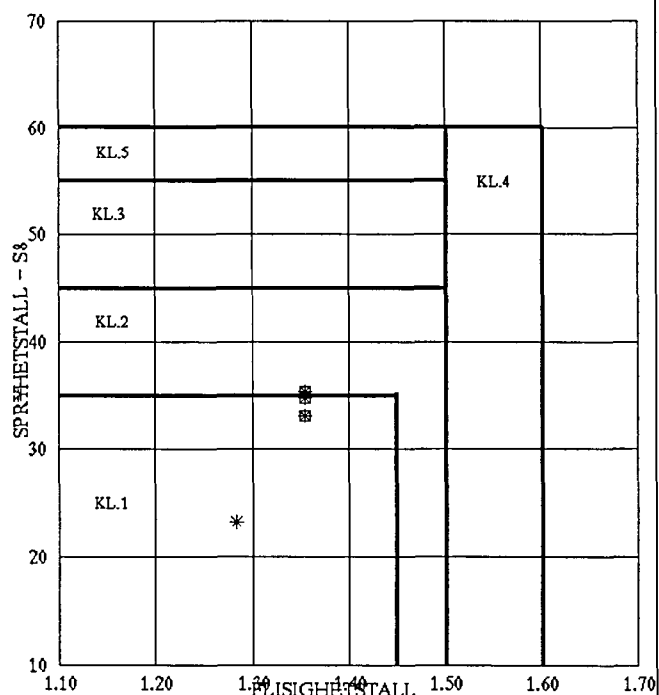
KOORDINATER : 2938/66405
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO : 930901
SIGN. : EE

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	*	+	+
Flisighetstall-f	1.35	1.36	1.35	1.28		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	33.1	31.5	33.6	23.3		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	34.8	33.1	35.3	23.3		
Materiale < 2mm-S2	6.6	6.6	6.3	5.2		
Laboratoriepukket %	100					
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f/S8	1.35	/	34.4			
Abrasjonsverdi-a:	0.47	0.50	0.51	Middel	0.50	
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 2.93						
Densitet:	2.76		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Bergart A og B: Middels- til grovkornet granitt.

Mineralinnhold bergart A: 40% feltspat, 30% kvarts, 10% glimmer, 5% amfibol, 5% epidot, 5% titanitt, 3% kloritt og 2% ilmenitt.
Mineralinnhold bergart B: 45% feltspat, 20% kvarts, 10% glimmer, 8% amfibol, 5% epidot, 5% titanitt, 5% ilmenitt og 2% kloritt.

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. november 1993

Sign.: *Byol/ Bichen*



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet

Vindnes

Lab.prøve nr.: 932066

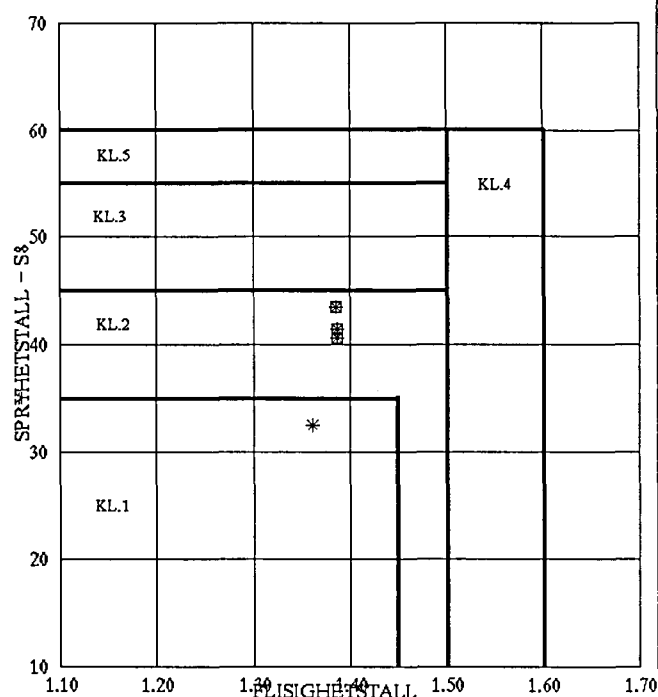
KOMMUNE : Fjell
 KARTBLADNR. : 1115-4
 FOREKOMSTNR.: 1246-505
 KOORDINATER : 2800/67075
 DYBDE I METER: 0
 UTTATT DATO : 930831
 SIGN. : EE

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	*	+	+
Flisighetstall-f	1.39	1.39	1.39	1.36		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	39.5	41.4	38.6	32.5		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	41.5	43.5	40.6	32.5		
Materiale < 2mm-S2	7.5	8.5	9.0	7.0		
Laboratoriepukket %	100					
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f/S8	1.39	/	41.8			
Abrasjonsverdi-a:	0.70	0.73	0.74	Middel	0.72	
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 4.66						
Densitet:	2.74		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet gneis.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 20% kvarts, 15% glimmer, 10% amfibol, 3% titanitt, 1% epidot og 1% ilmenitt.

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. november 1993

Sign.:
Eyvolf Brichan



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Mekaniske egenskaper Sprøhet / flisighet

Garnviki

Lab.prøve nr.: 932064

KOMMUNE : Meland
KARTBLADNR. : 1116-3
FOREKOMSTNR.: 1256-507

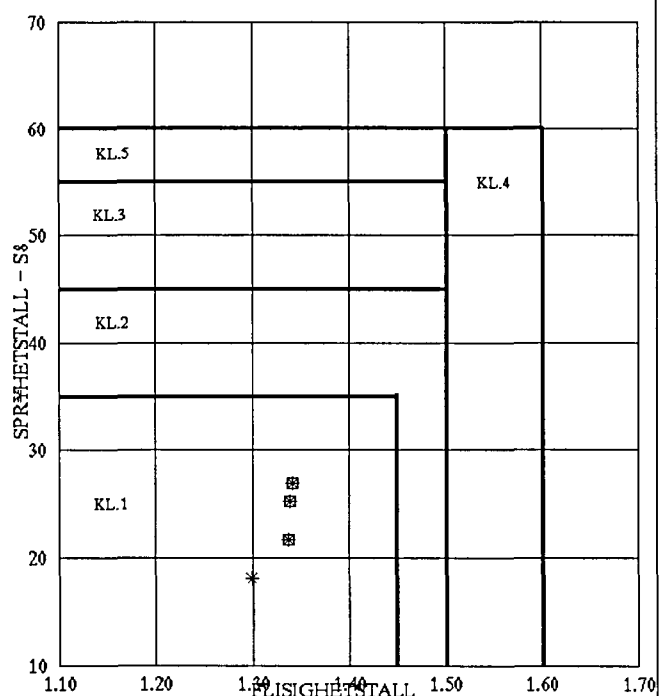
KOORDINATER : 2819/67223
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO : 930830
SIGN. : EE

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	*	+	+
Flisighetstall-f	1.34	1.34	1.34	1.30		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	26.9	21.7	25.3	18.1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	26.9	21.7	25.3	18.1		
Materiale < 2mm-S2	4.2	3.4	4.3	3.0		
Laboratoriepukket %	100					
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f/S8	1.34	/	24.6			
Abrasjonsverdi-a:	0.34	0.37	0.36	Middel	0.35	
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 1.74						
Densitet:	3.17		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet eklogittisert anorthositt.

Mineralinnhold: 46% granat, 35% pyroksen, 17% feltspat og 2% karbonat.

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. november 1993

Sign.:
Byolf Brichørn



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Mekaniske egenskaper Sprøhet / flisighet

Vedlegg nr. 5

Kvernhusviki

Lab.prøve nr.: 932065

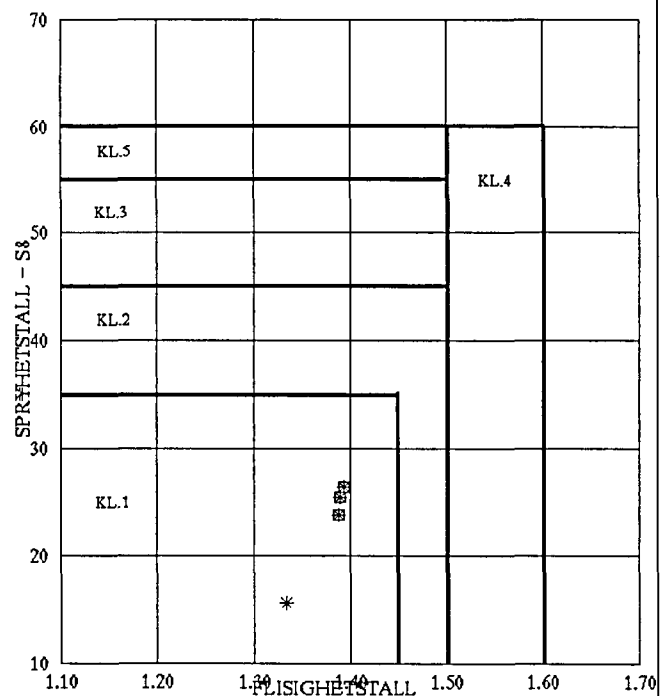
KOMMUNE :	Lindås	KOORDINATER :	2863/67461
KARTBLADNR. :	1116-4	DYBDE I METER:	0
FOREKOMSTNR.:	1263-505	UTTATT DATO :	930830
		SIGN. :	EE

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	*	+	+
Flisighetstall-f	1.39	1.39	1.39	1.33		
Ukorr. Sprøhetstall-S0	25.2	24.3	22.7	15.6		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Sprøhetstall-S8	26.5	25.5	23.8	15.6		
Materiale < 2mm-S2	3.7	4.0	4.1	2.6		
Laboratoriepukket %	100					
Merket * : slått 2 ganger (omslagsverdi)						
Middel f/S8	1.39	/	25.3			
Abrasjonsverdi-a:	0.51	0.52	0.50	Middel	0.51	
Slitasjemotstand: (a * rot S8) = 2.57						
Densitet:	2.85		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Bergart: Middelskornet anorthositt.

Mineralinnhold: 50% feltspat, 30% epidot, 10% amfibol, 4% kloritt, 4% glimmer og 2% kvarts.

Reaksjon med HCL:

MINERALOGI TIL MATERIALE < 2 mm:

Sted:
Trondheim

Dato:
23. november 1993

Sign.:
Eyolf Brichsen

Egnethetsrangering, pukk

Grenseverdiene som er benyttet for steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand er basert på kravspesifikasjoner gitt i håndbok for vegbygging (Normaler 018, Statens Vegvesen, 1991). For vegdekke og bærelag er egnetheten rangert opp mot trafikkbelastningen gitt ved gjennomsnittlig årsdøgntrafikk, ÅDT.

Vegdekke:

Egnethetsrangering	Steinklasse	Abrasjonsverdi	Slitasjemotstand
Egnet for ÅDT > 15000	1	≤ 0.40	≤ 2.0
Egnet for ÅDT < 15000	≤ 2	≤ 0.45	≤ 2.5
Egnet for ÅDT < 5000	≤ 2	≤ 0.55	≤ 3.0
Egnet for ÅDT < 3000	≤ 3	≤ 0.55	≤ 3.5
Egnet for ÅDT < 1500	≤ 3	(≤ 0.65)	-
Egnet for ÅDT < 300	≤ 3	-	-
Uegnet	> 3	-	-
	<u>Bergart:</u> Dolomitt, dunit, fyllitt, glimmerskifer, grønskifer, kalkskifer, kalkstein, kleberstein, leirskifer, marmor, olivinstein, skifer og svartskifer.		

Bærelag:

Egnethetsrangering	Steinklasse	Abrasjonsverdi	Slitasjemotstand
Egnet	≤ 5	-	-
Uegnet	= 0	-	-
	<u>Bergart:</u> Dolomitt, fyllitt, glimmerskifer, grønskifer, kalkskifer, leirskifer, marmor, skifer og svartskifer.		

Forsterkningslag:

Egnethets-rangering	Stein-klasse	Abrasjons-verdi	Slitasje-motstand
Egnet	≤ 5	≤ 0.75	-
Uegnet	= 0	> 0.75	-
<u>Bergart:</u> Fyllitt, kalkskifer, leirskifer, skifer og svart-skifer.			

Fyllmasse:

Egnethets-rangering	Stein-klasse	Abrasjons-verdi	Slitasje-motstand
Egnet	-	-	-

Kvalitetsrangering for betongformål:

Den verbale kvalitetsrangering er basert på grunnlag av eget skjønn. Det finnes ingen krav til mineralinnhold basert på tynnslipanalyse, jfr. vedlegg C-4.

Kvalitets-rangering	Glimmer og kloritt innh	Sulfid-innhold
GOD	≤ 10%	≤ 1%
MIDDELS	≤ 20%	≤ 4%
DÅRLIG	> 20%	> 5%
UEGNET	Spesielle bergartstyper	