

NGU-rapport nr. 88.164

Pukkundersøkelser på
Romerike

Rapport nr. 88.164		ISSN 0800-3416		Åpen/ Kartografisk	
Tittel: Pukkundersøkelser på Romerike					
Forfatter: Eyolf Erichsen			Oppdragsgiver: NGU Ullensaker kommune Nannestad kommune		
Fylke: Akershus			Kommune: Ullensaker Nannestad		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hamar			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1915-1 Eidsvoll 1915-3 Nannestad 1915-2 Ullensaker 1915-4 Hurdal		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 37		Pris: 60,-
Feltarbeid utført: juni/juli 1988			Rapportdato: 15.11.1988		Prosjektnr.: 2345.02.53
			Seksjonssjef: <i>Peer R. Neely</i>		
Sammendrag:					
<p>Innenfor deler av Romerike er 18 områder undersøkt med tanke på uttak av knust stein.</p> <p>9 av områdene ble prøvetatt for vurdering av de mekaniske egenskaper. Alle prøvene tilfredsstillter kravene til bærelagsmaterialer. Kun en prøve har tilfredsstillende slitasjemotstand for bruk i asfalt på middels trafikkerte vegger (ADT 2000-6000).</p> <p>Fire av områdene vurderes som velegnet for produksjon av pukk.</p>					
Emneord		Ingeniørgeologi		Pukk	
Fallprøve		Abrasjon		Kvalitetsundersøkelse	
Byggeråstoff		Fagrapport			

INNHOOLD

	Side
KONKLUSJON	4
1. INNLEDNING	5
2. ANALYSER	5
3. BERGGRUNNSOVERSIKT MED VURDERING AV BERGARTENES ANVENDELSE SOM PUKK	6
4. OVERSIKT OVER PRØVETATTE OG BEFARTE LOKALITETER	8
5. RESULTATER	
5.1 Nannestad kommune	10
Melbybyen	10
Harstad	11
5.2 Eidsvoll kommune	12
Sundet	12
Råholt nord/sør	13
5.3 Ullensaker kommune	14
Låveggsåsen	14
Flatbysæter	15
Presterud	16
Oppenfjellet	17
6. VURDERING AV PRØVENES ANVENDELSE SOM BYGGERÅSTOFF	18
7. SAMLET VURDERING AV UTTAKSMULIGHETENE OG FORSLAG TIL VIDERE OPPFØLGING	18
VEDLEGGSLISTE	
A	Generell beskrivelse av laboratorieundersøkelser
C	Krav til tilslagsmateriale
1	Analyseresultater Melbybyen
2	" Harstad
3	" Sundet
4	" Råholt nord
5	" Råholt sør
6	" Låveggsåsen
7	" Flatbysæter
8	" Presterud
9	" Oppenfjellet
10	Sprøhet og flisighet ved fallprøven
11	Slitasjemotstand

KONKLUSJON

Alle de ni undersøkte bergartsprøver fra Romerike har en kvalitet som tilfredsstillende kravet til bærelagsmateriale. For anvendelse som tilslag til asfalt er det kun en prøve, Harstad, som har tilfredsstillende slitasjemotstand for middels trafikkerte veier (ADT 2000-6000). Alle de undersøkte bergarter kan brukes som grovt tilslag til vanlig betongformål.

For å dekke behovet for knust stein innenfor de sentrale deler av Romerike er fire områder avgrenset og vurdert som best egnet for uttak (Harstad, Råholt, Presterud og Oppenfjellet). Det anbefales at disse områder undersøkes nærmere før eventuell oppstart av uttaksdrift.

1. INNLEDING

Etter initiativ fra Ullensaker kommune og Norges geologiske undersøkelse (NGU) ble det i 1988 foretatt undersøkelser av mulige uttakssteder for pukk på Romerike. Undersøkelsene ble foretatt som en del av NGUs pukkregistrering i Akershus fylke.

Som følge av den store byggeaktiviteten i regionen, er det et stort behov for byggeråstoff. Behovet dekkes i dag hovedsakelig ved uttak fra lokale sand- og grusforekomster.

Nye krav til byggematerialet, spesielt til vegformål, har resultert i et økende behov for knust stein. Prosjektets formål var å avgrense egnede uttakssteder for pukkproduksjon.

Feltarbeidet ble foretatt i perioden 29.06.-03.07.1988 av Eyolf Erichsen og Peer-Richard Neeb, begge NGU.

2. ANALYSER

Alle analyser er utført ved NGU.

Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig.

Vedlegg A gir en generell beskrivelse av de utførte laboratorieundersøkelser, mens vedlegg C angir krav til tilslagsmateriale anvendt til veg- og betongformål.

3. BERGGRUNNSOVERSIKT MED VURDERING AV BERGARTENES ANVENDELSE SOM PUKK

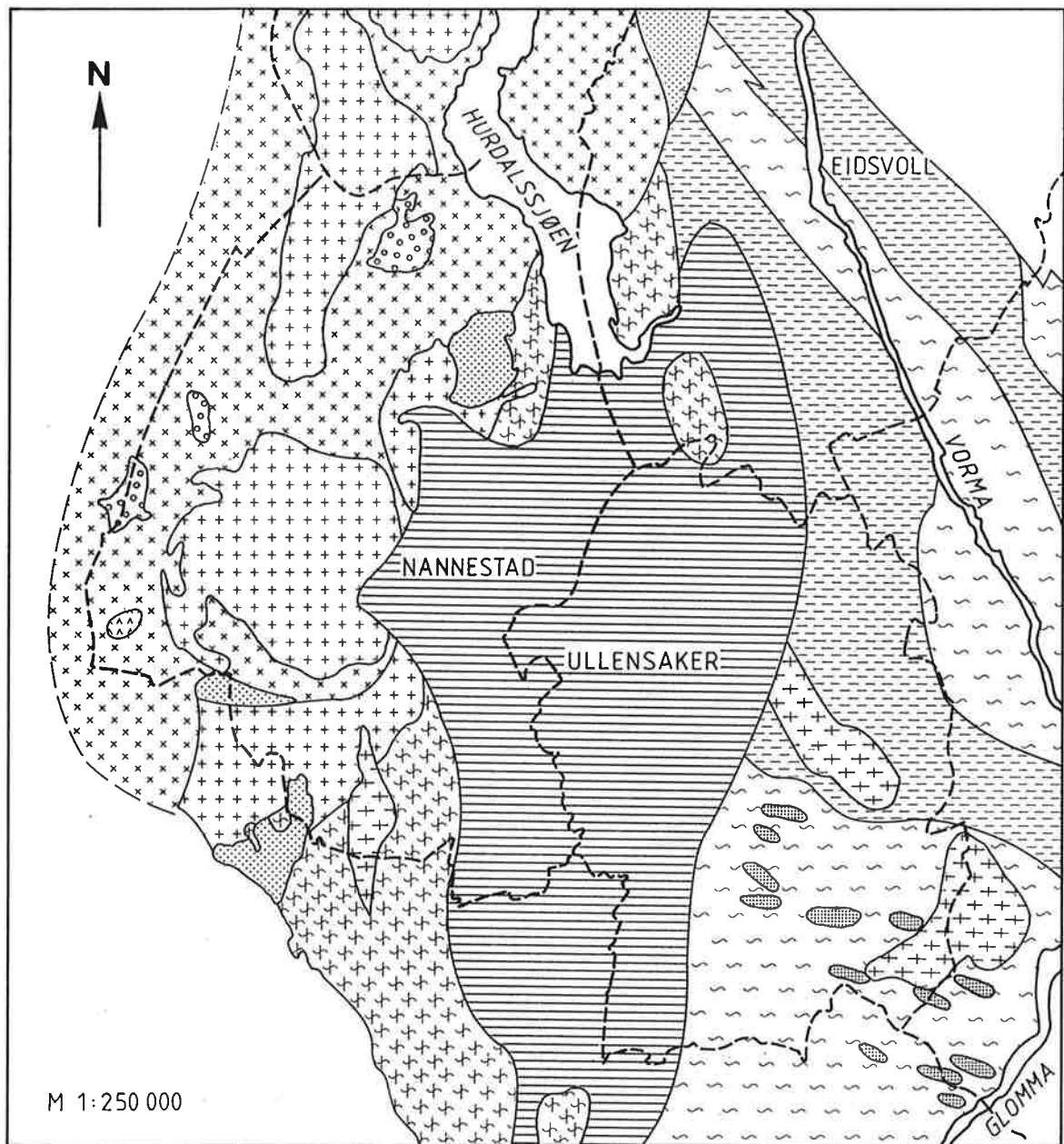
Berggrunnen på Romerike kan deles inn i to hovedgrupper; det sørøstnorske grunnfjell av prekambrisk alder (ca. 1600 mill. år) og Oslofeltets bergarter fra tidsepoken kambrium (570 mill. år) til perm (280 mill. år).

Grunnfjellsbergartene opptrer i de sør- og østlige deler av området (figur 1), og domineres av forskjellige typer gneis. Generelt viser gneisbergartene stor variasjon i opptreden også innenfor små, begrensede areal. Dette vil sannsynligvis medføre en tilsvarende stor variasjon i bergartenes mekaniske egenskaper lokalt. Gneisene i området vurderes ellers å være velegnet for de fleste tilslagsformål.













Lokalt innenfor gneiskomplekset finnes gneisgranitter og pegmatittiske ganger. Pegmatitten er grovkornet og uegnet som pukk, mens fin- til middelskornete varianter av gneisgranitt kan ha gode mekaniske egenskaper.

Oslofelt-bergartene består i hovedsak av grovkornede dypbergarter som granitt, syenitt og monzonitt. I pukksammenheng vurderes disse bergartene generelt å være av middels til dårlig kvalitet.

Til Oslofelt-bergartene opptrer også enkelte mindre felt med vulkanske bergarter (rhyolitt) og sedimentære bergarter (kalkstein, leir- og alunskifer). Sedimentærbergartene som opptrer i kontakt med dypbergartene blir kontaktomvandlet ("stekt"). Erfaringsmessig medfører dette en betydelig forbedring av de mekaniske egenskapene. Innhold av alunskifer er uheldig for anvendelse til byggeråstoff. Ellers vurderes kontaktomvandlet kalkstein (hornfels) og rhyolitt som best egnet for pukkproduksjon.



TEGNFORKLARING

 KVARTÆRE AVSETNINGER	PREKAMBRIUM
PERM	 GNEISGRANITT
 GRANITT	 PEGMATITT
 SYENITT	 BIOTITTFØRENDE GNEIS
 MONZONITT	 HORNLENDEFØRENDE GNEIS
KARBON	 UDIFFERENSIERT GNEIS
 RHYOLITT, VULKANSK BREKSJE	 FYLKE / KOMMUNE GRENSE
KAMBRIUM - SILUR	
 KALKSTEIN, LEIRSKIFER, ALUNSKIFER	

Figur 1: Forenklet berggrunnskart over Romerike etter Ø. Gvein, T. Sverdrup, H. Skålvo11 (NGU, 1973) og S. Olerud (NGU, 1982).

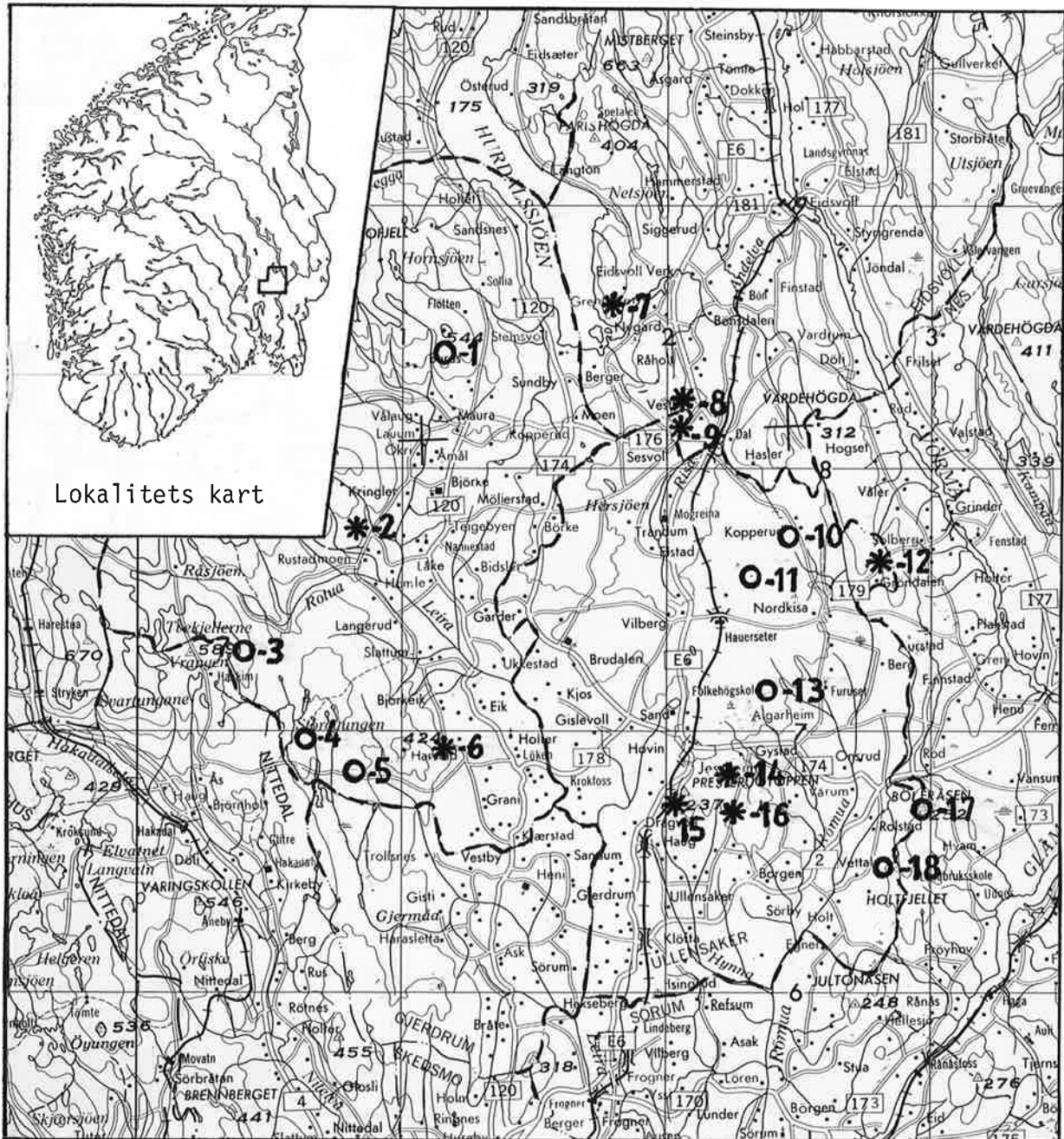
4. OVERSIKT OVER PRØVETATTE OG BEFARTE LOKALITETER

Følgende lokaliteter er befart (- 0 -) eller prøvetatte (- * -), figur 2. Ved mulig observasjon i felt er den dominerende bergartstype innenfor den enkelte lokalitet angitt i parentes.

- 1 - 0 - Nipkollen (leirskifer, siltstein)
- 2 - * - Melbybyen (granitt)
- 3 - 0 - Engelstadkampen (hornfels)
- 4 - 0 - Østbyvengen (hornfels, alunskifer)
- 5 - 0 - Gimilen (granitt)
- 6 - * - Harstad (gneis)
- 7 - * - Sundet (amfibolitt)
- 8 - * - Råholt nord (gneis)
- 9 - * - Råholt sør (gneis)
- 10 - 0 - Stensby (gneis)
- 11 - 0 - Hovifjellet
- 12 - * - Låveggsåsen (gneis)
- 13 - 0 - Brennifjellet
- 14 - * - Flatbysæter (gneis)
- 15 - * - Presterud (gneis)
- 16 - * - Oppenfjellet (gneis)
- 17 - 0 - Bøleråsen
- 18 - 0 - Vetta1

Årsaken til at de befarte lokaliteter ble ansett som lite interessante for prøvetaking skyldes en eller flere av følgende faktorer:

- Opptreden av bergartstyper uegnet som byggeråstoff.
- For liten mektighet av den aktuelle bergart.
- For mektig overdekning som vil vanskeliggjøre uttak.
- Beliggenhetsmessige forhold som avstand til hovedvegnett og nærhet til forsvarets aktiviteter.



Figur 2:

0 - Befart lokalitet

* - Prøvetatt lokalitet

5. RESULTATER

5.1 Nannestad kommune

Melbybyen

(Kartblad 1915-3, UTM 6080/66777)

Prøven er tatt i en vegskjæring langs en skogsbilveg. En del løsmasser opptrer i området. Bergarten i området er en middels til grovkornet granitt.

Granitten er massiv og homogen og består av 80 % feltspat, 16 % kvarts, 2 % glimmer og 2 % svovelkis.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.57

Pakningsgrad: 0

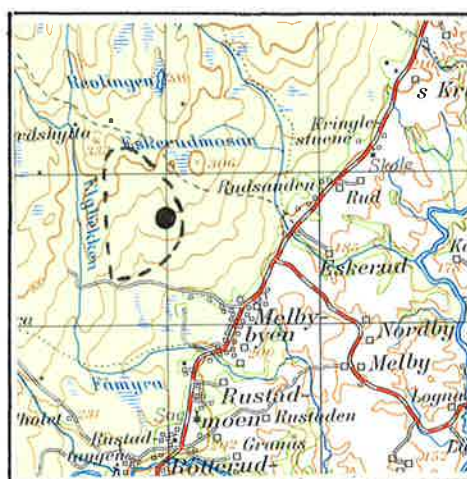
Flisighetstall: 1.32

Korr. sprøhetstall: 49.1

Abrasjonsverdi: 0.48

Slitasjemotstand: 3.36

Se ellers vedlegg 1.



Figur 3
Melbybyen

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde

Harstad steinbrudd

(Kartblad 1915-3, UTM 6116/66695)

Prøven er tatt i et eldre steinbrudd, ca. 2 km vest for Holter. Bruddet ligger nær (< 100 m), men delvis skjermet i forhold til bebyggelsen. Videre drift kan skje mot sør og sørvest. Gode muligheter for knusing og lagring i et dalsøkk nedenfor selve bruddet.

Bergarten i området er en blanding av grå og lys gneis med innslag av enkelte amfibolittlinser.

Den grå gneisen dominerer i bruddet og ble undersøkt ved tynnslianalyse. Mineralinnholdet er 50 % kvarts, 43 % feltspat og 7 % glimmer. Enkelte tynne sprekker opptrer i bergarten som ellers er middels-/finkornet.

En samleprøve av de tre bergartstypene ble innsamlet for mekanisk analyse.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.68

Pakningsgrad: 0

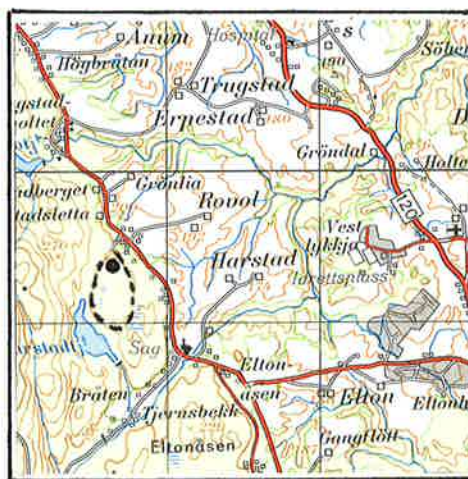
Flisighetstall: 1.35

Korr. sprøhetstall: 40.0

Abrasjonsverdi: 0.47

Slitasjemotstand: 2.97

Se ellers vedlegg 2.



Figur 4

Harstad

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde

5.2 Eidsvoll kommune

Sundet

(Kartblad 1915-1, UTM 6181/66859)

Prøven er tatt i en vegskjæring langs den nye E6-traséen forbi Råholt. Bergarten i området er en middels-/finkornet hornblendeførende gneis. En del masser er allerede uttatt i forbindelse med bygging av den nye E6.

Gneisen består av 46 % feltspat, 35 % amfibol (hornblende), 10 % kvarts, 7 % glimmer, 1 % svovelkis og 1 % titanitt.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.92

Pakningsgrad: 0

Flisighetstall: 1.37

Korr. sprøhetstall: 38.9

Abrasjonsverdi: 0.62

Slitasjemotstand: 3.87

Se ellers vedlegg 3.



Figur 5

Sundet

● - Prøvepunkt

○ - Mulig uttaksområde

Råholt nord/sør

(Kartblad 1915-1, UTM 6207/66816, 6205/66824)

To prøver tatt i vegskjæringer langs den nye E6-traséen sør for Råholt. Flere alternative uttaksområder finnes i nærheten av den nye E6-traséen. Bergarten i området består av middelskornete lyse og mørke gneisvarianter som opptre i soner med sterk innbyrdes veksling. Stedvis opptre tynne (cm-tykkelse) lag/soner med ren glimmer.

Tynnslipanalyse for prøven fra Råholt nord viser 59 % feltspat, 20 % kvarts, 20 % glimmer og 1 % svovelkis, mens mineralinnholdet for Råholt sør er 47 % feltspat, 35 % kvarts, 15 % glimmer, 2 % svovelkis og 1 % titanitt.

Mekaniske egenskaper:

	<u>sør</u>	<u>nord</u>
Densitet:	2.74	2.70
Pakningsgrad:	1	2
Flisighetstall:	1.33	1.34
Korr. sprøhetstall:	40.0	46.7
Abrasjonsverdi:	0.53	0.51
Slitasjemotstand:	3.35	3.49

Se ellers vedlegg 4 og 5.

Prøven Råholt sør er tatt innenfor Ullensaker kommune.



Figur 6

Råholt nord/sør

● - Prøvepunkt

○ - Mulige uttaksområder

5.3 Ullensaker kommune

Låveggsåsen

(Kartblad 1915-2, UTM 6283/66767)

Vegskjæring langs RV 179 prøvetatt for mekanisk analyse. Åsen sør for prøvepunktet er egnet for uttak. Overdekningen er moderat og sammenhengende.

Bergarten er en middelskornet hornblendeførende gneis bestående av 39 % feltspat, 25 % amfibol (hornblende), 20 % kvarts, 15 % glimmer og 1 % zoisitt.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.79

Pakningsgrad: 1

Flisighetstall: 1.32

Korr. sprøhetstall: 43.5

Abrasjonsverdi: 0.56

Slitasjemetstand: 3.69

Se ellers vedlegg 6.



Figur 7

Låveggsåsen

- - Prøvepunkt
- - Mulig uttaksområde

Flatbysæter

(Kartblad 1915-2, UTM 6227/66684)

Prøven er tatt i en utsprengt bygningsgrop i Flatbysæter nybyggfelt. Området er uaktuelt som uttakssted og fungerer kun som en typelokalitet for gneisen i området.

Bergarten er en middelskornet hornblendeførende gneis. Tynnslipanalyse viser 60 % feltspat, 20 % kvarts, 19 % amfibol (hornblende) og 1 % titanitt.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.75

Pakningsgrad: 1

Flisighetstall: 1.36

Korr. sprøhetstall: 42.5

Abrasjonsverdi: 0.59

Slitasjemotstand: 3.85

Se ellers vedlegg 7.



Figur 8

Flatbysæter/Presterud/
Oppenfjellet

- - Prøvepunkt
- - Mulige uttaksområder

Presterud

(Kartblad 1915-2, UTM 6203/66671)

Prøven er tatt langs en større vegskjæring ved E6 ca. 2 km sør for Jessheim. Eventuell drift må skjermes mot E6. Bergarten er en middelskornet biotittførende gneis. Glimmerinnholdet varierer sterkt langs vegskjæringen.

Mineralinnholdet er 60 % feltspat, 27 % kvarts, 10 % glimmer og 3 % zoisitt.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.73

Pakningsgrad: 1

Flisighetstall: 1.40

Korr. sprøhetstall: 47.9

Abrasjonsverdi: 0.51

Slitasjemotstand: 3.53

Se ellers vedlegg 8.

Oppenfjellet

(Kartblad 1915-2, UTM 6225/66670)

Prøven er tatt i et nedlagt steinbrudd ca. 4 km fra Jessheim. Bergarten i området er en middelskornet biotittførende gneis med varierende glimmerinnhold. Et alpinanlegg ligger ca. 150 m sør for bruddet og et oppdemt vannmagasin ligger på motsatt side av vegen.

Bergarten består av 65 % feltspat, 20 % kvarts, 12 % glimmer, 2 % amfibol og 1 % svovelkis.

Mekaniske egenskaper:

Densitet: 2.76

Pakningsgrad: 0

Flisighetstall: 1.34

Korr. sprøhetstall: 35.0

Abrasjonsverdi: 0.52

Slitasjemotstand: 3.08

Se ellers vedlegg 9.

6. VURDERING AV PRØVENES ANVENDELSE SOM BYGGERÅSTOFF

Vedlegg 10 viser fallprøveresultatene. En prøve ligger i klasse 3 (Melbybyen), mens resten klassifiseres som klasse 2 materiale.

Vedlegg 11 gir en oversikt over slitasjemotstanden.

Til vegformål tilfredsstillende alle prøvene de krav som stilles til bære- og forsterkningslag. Ingen av prøvene oppfyller kravet som tilslag til asfalt for regionens mest trafikkerte vegnett (ÅDT > 6000). Prøven fra Harstad kan brukes som tilslag i slitedekket for veger med middels trafikkbelastning (ÅDT 2000-6000).

Alle prøvene anses som egnet som grovt tilslag til vanlig betongformål. Glimmerinnholdet er noe høyt for prøvene Råholt nord/sør, Låveggsåsen og Oppenfjellet.

7. SAMLET VURDERING AV UTTAKSMULIGHETENE OG FORSLAG TIL VIDERE OPPFØLGING

Ved vurdering av uttaksmulighetene inngår en rekke faktorer. Foruten de mekaniske egenskapene til bergarten som er med på å definere bruksområdet, inngår en del "ytre faktorer" av helt avgjørende betydning. Gunstig topografi og lav overdekningsgrad er viktige faktorer. Videre er faktorer som avstand til hovedvegnett, bebyggelse og marked bestemte for om et område kan utnyttes. Eventuell annen disponering av arealet eller nærliggende areal (friareal, vernehensyn etc.) må i tillegg inngå for en total helhetsvurdering.

I tabell 1 er det forsøkt å vurdere uttaksmulighetene basert på en del av de nevnte faktorer.

Lokalitetene Harstad, Råholt, Presterud og Oppenfjellet vurderes som best egnet for uttak av pukk.

Vurdering av uttaksmulighetene innenfor et areal basert på en mekanisk analyse er i minste laget. En kan forvente forholdsvis store variasjoner i de mekaniske egenskapene for de fleste av bergartene som er undersøkt. En mer detaljert prøvetaking/geologisk kartlegging innenfor ett eller flere av de best egnede områder anbefales gjennomført før eventuell oppstart av uttaksdrift.

Forekomst	Kvalitetsvurdering for anvendelse til				Topografi / overdekning	Avstand til		
	betong	slitelag	bærelag	fyllmasse		hovedveg	bebyggelse	mark
Melbybyen		■	▨		▨	▨		▨
Harstad		▨				▨	▨	▨
Sundet		■			▨			
Råholt	▨	■						
Låveggsåsen	▨	■			▨			▨
Presterud		■						
Oppenfjellet	▨	■						

God
 Middels
 Dårlig
 Uegnet

Tabell 1

Vurdering av uttaksmulighetene.

PUKK

- * **Sprøhetstall**
- * **Flisighet**
- * **Sprøhetstall og flisighet**
- * **Abrasjon**
- * **Slitasjemotstand**
- * **Tynnslip**
- * **SieversJ-verdi**
- * **Slitasjeverdi**
- * **Borsynkindeks**
- * **Borslitasjeindeks**

Sprøhetstall

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

En bestemt fraksjon av grus eller pukk, oftest 8,0-11,2mm, 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 korngrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets sprøhetstall.

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

korrigert sprøhetstall (KS).

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

I tillegg til disse enkeltmålinger oppgis også vanligvis den såkalte **omslagsverdi (OS)**, dvs. sprøhetstall for det materialet som under slagpåkjenningen ikke ble nedknust under nedre korngrænse for prøvefraksjonen. Dette tallet samsvarer gjerne med de resultater man oppnår ved fullskala produksjon i 2-3 trinns verk.

Flisighet

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved dets **flisighetstall (FL)**, som er forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes parallellt med og på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon som for sprøhetstallet, vanligvis 8,0-11.2 mm. Bestemmelsen av bredden skjer ved sikting på sikt med kvadratiske åpninger, og tilsvarende for tykkelsen ved å bruke rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

Sprøhetstall og flisighet

Sprøhetstallet er avhengig av materialets kornform. Økende flisighetstall fører til økende sprøhetstall. På grunnlag av erfaringsdata er det satt opp en formel for beregning av sprøhetstallet ved ulike flisighetstall (Selmer-Olsen 1971), og for sammenligning av verdier har NGU funnet det hensiktsmessig å relatere sprøhetstall til en flisighet på 1,40.

Sprøhetstallet ved flisighet 1,40 benevnes **modifisert sprøhetstall (MS)**, og beregnes etter formelen

$$MS = KS - (FL - 1,40) * K$$

der K er en bergartskoeffisient. For eruptive og metamorfe bergarter (unntatt skifrene), ligger K omkring 70.

Kornformen hos pukk er først og fremst bestemt av selve knuseprosessen, men også til en viss grad av bergartens struktur og materialtekniske egenskaper.

Abrasjon

Abrasjonsmetoden måler steinmaterialers abrasive slitestyrke. Denne uttrykker pukkens motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst ved kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årsdøgntrafikk (ÅDT) større enn 2000 kjøretøyer.

Et representativt utvalg med pukk-korn fra fraksjonsområdet 11.2-12.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Kornene presses mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

mindre enn 0,35	meget god
0,35 - 0,55	god
større enn 0,55	dårlig

Slitasjemotstand.

For bestemme steinmaterialers egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (Sa), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (KS, MS eller OS) og abrasjonsverdien.

Når det gjelder beregning av Sa-verdier bemerkes at resultatet er avhengig av hvilket sprøhetstall man benytter. Generelt sett representerer **omslagsverdien (OS)** den beste tilpasning til det produkt man får ved fullskala knusing, og denne verdi bør derfor anvendes for å beskrive materialets optimale egenskaper.

Når det er spørsmål om innbyrdes kvalitativ rangering av ulike bergartstyper kan det imidlertid være hensiktsmessig å benytte det **modifiserte** sprøhetstall (FL = 1,40).

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 bergartsnavnet. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, mineralernes 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 har en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallell bånd eller årer. Mineralornstørrelsen 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 tynnslipundersøkelse blir derfor sjelden helt representative for bergarten.

SieversJ-verdi

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

Slitasjeverdi.

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Slitasjeverdien fremkommer som vekttapet i mg for et prøvestykke av hardmetall, som utsettes for en slitasjepåkjenning fra bergarten i pulverform i en bestemt apparatur.

Borsynkindeks (DRI).

På grunnlag av sprøhetstall og SieversJ-verdi kan man beregne forventet borsynk i den undersøkte bergart. En høy verdi av DRI indikerer at bergarten er lett bore i, mens lav borsynkindeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 \cdot \text{DRI}$ (cm/min).

Følgende klassifisering benyttes:

Meget liten	:mindre enn 32
Liten	:32-43
Middels	:43-57
Stor	:57-75
Meget stor	:større enn 75

Borslitasjeindeks (BWI)

Forventet slitasje på en slagborkrone (meiselskjær) kan beregnes på grunnlag av Slitasjeverdi og Borsynkindeks (DRI). Høy verdi av BWI antyder stor slitasje, og omvendt. Sammenhengen mellom BWI og målt slitasje (som sum av front- og sideslitasje) er logaritmisk.

Følgende klassifisering benyttes:

Meget liten	:mindre enn 18
Liten	:18-28
Middels	:28-38
Stor	:38-48
Meget stor	:større enn 48

KRAV TIL TILSLAGSMATERIALE

Vegformål.

Krav til nedknust materiale for bruk til vegformål varierer avhengig av hvor i vegoverbygningen materialet skal benyttes. For forsterknings- og bærelag bør materialet ligge innenfor klasse 3 eller bedre etter fallprøven.

I tillegg bør glimmer- og kisinnholdet i bergarten være lavt. Et høyt glimmerinnhold i bergarten gir ofte et flisig knuseprodukt som igjen kan være årsak til dannelse av telefarlig materiale. Eksakte verdier for hvor mye glimmer og kis som kan godtaes i en bergart finnes ikke. Generelt bør ikke glimmerandelen overstige 10-15% og kisinnholdet (spesielt magnetkis) bør være mindre enn et par prosent.

De strengeste krav til materialet stilles ved bruk som tilslag i asfaltdekker for sterkt trafikkerte veger. Materialet må falle inn under klasse 2 etter fallprøven og samtidig gi en tilfredsstillende slitasjemotstand avhengig av trafikkmengden.

Vegdirektoratet stiller idag følgende krav til slitasjemotstand:

ÅDT større enn 6000:	Mindre enn 2,5
ÅDT fra 2000 - 6000:	Mindre enn 3,0
ÅDT mindre enn 2000:	Ingen krav

Betong

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 11.3 - 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 $\leq 10\%$). 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.

Ved siden av gode sprøhets- og abrasjonsegenskaper er følsomheten for vannfukting av betydning.



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Melbybyen

Vedlegg 1.

LAB. PRØVE NR.: 882029

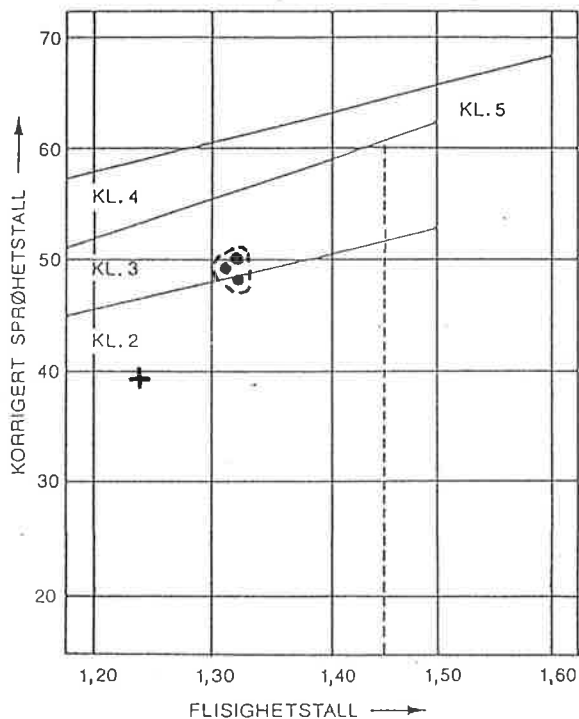
KOMMUNE: Nannestad
KARTBLADNR.: 1915-3
FOREKOMSTNR.: 0238501KOORDINATER: 6080/66777
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 3/7 - 88
SIGN.: *EB*

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,31	1,32	1,32	1,24		
Sprøhetstall - s	49,2	50,1	48,0	39,5		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	49,2	50,1	48,0	39,5		
Materiale <2mm -%	14,9	14,0	14,7	⊗		
Laboratoriepukket -%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,32 / 49,1		⊗	/		
Abrasjonsverdi - a:	1) 0,46 2) 0,50 3) 0,48			Middel: 0,48		
Slitasjemotstand:	$a \cdot \sqrt{s1} = 3,36$					
Spesifikk vekt:	2,57		Humus:			

PETROGRAFISK BESKRIVELSE: *Middels til grovkornet granitt.*Mineralinnhold: *80% jeltopet, 16% kvarts, 2% glimmer og 2% svovelkis*

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Byolf Bichen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Harstad

Vedlegg 2.

LAB. PRØVE NR.: 882030

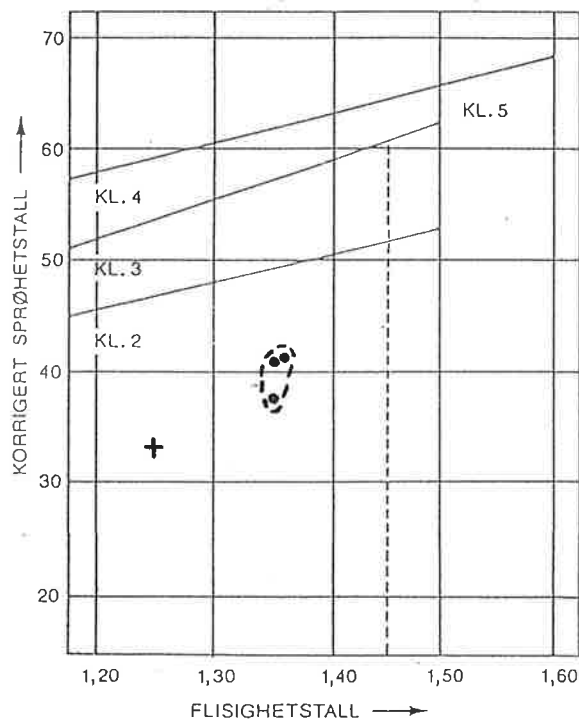
KOMMUNE: Nannestad
KARTBLADNR.: 1915-3
FOREKOMSTNR.: 0238502KOORDINATER: 6116/66695
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 2/7-88
SIGN.: BB

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,36	1,35	1,35	1,25		
Sprøhetstall - s	41,3	41,0	37,6	33,5		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	41,3	41,0	37,6	33,5		
Materiale <2mm -%	9,7	9,3	9,0	✗		
Laboratoriepukket -%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,35 / 40,0		✗	/		
Abrasjonsverdi - a:	1) 0,44 2) 0,50 3) 0,47		Middel: 0,47			
Slitasjemotstand:	$a \cdot \sqrt{s1} = 2,97$					
Spesifikk vekt:	2,68		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Fin til middelskornet gneis.
 Mineralinnhold: 43% jeltspat, 50% kvarts og 7% glimmer.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Eivind Brichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Sundet

Vedlegg 3.

LAB. PRØVE NR.: 882025

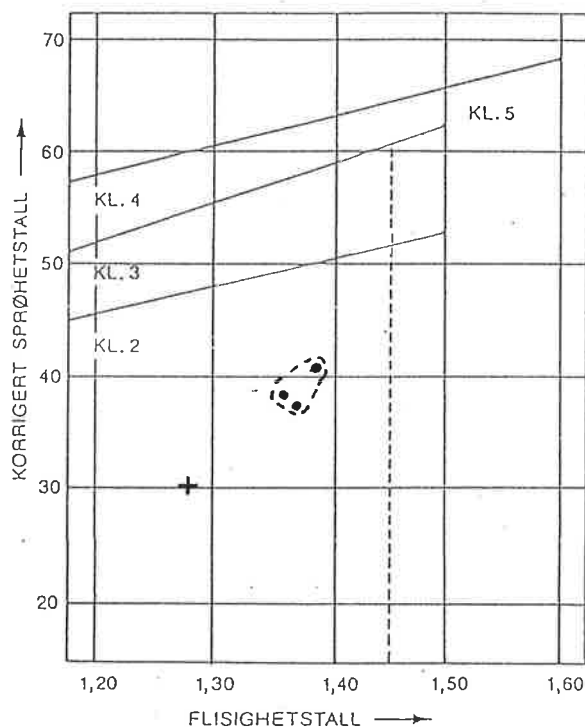
KOMMUNE: *Bidsvoll*
KARTBLADNR.: *1915-1*
FOREKOMSTNR.: *0237508*KOORDINATER: *6181/66859*
DYBDE I METER: *0*
UTTATT DATO: *2/7-88*
SIGN.: *BB*

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall-f	1,36	1,39	1,37	1,28		
Sprøhetstall-s	38,2	41,1	37,4	30,1		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst.-s1	38,2	41,1	37,4	30,1		
Materiale <2mm-%	7,6	7,7	6,9	×		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,37/38,9		×	/		
Abrasjonsverdi - a:	1) <u>0,58</u> 2) <u>0,64</u> 3) <u>0,64</u>		Middel: <u>0,62</u>			
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1}$	= <u>3,87</u>					
Spesifikk vekt:	<u>2,92</u>		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: *Fin til middels kornet hornblendeførende gneis*
 Mineralinnhold: *46% feltspat, 35% amfibol, 10% kvarts, 7% glimmer, 1% svovelkis og 1% titanitt.*

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Byolf Brichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Råholt nord

Vedlegg 4.

LAB. PRØVE NR.: 882026

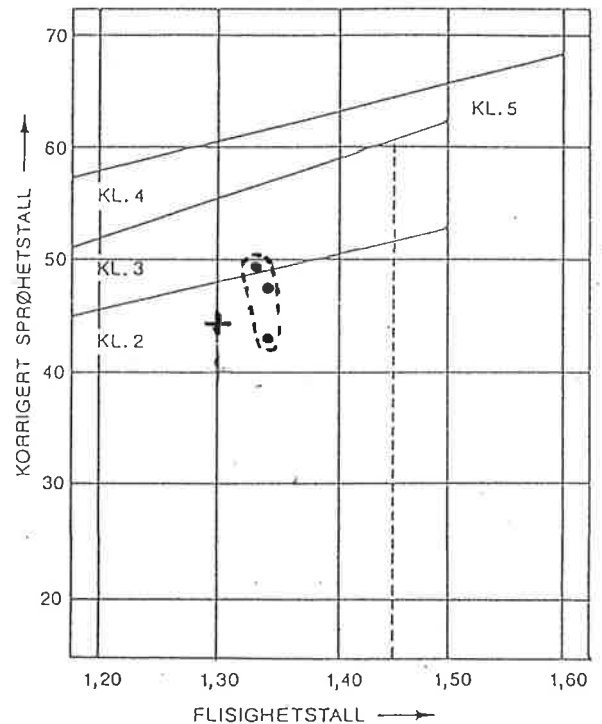
KOMMUNE: Eidsvoll
KARTBLADNR.: 1915-1
FOREKOMSTNR.: 0237509KOORDINATER: 6205/66824
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 2/7-88
SIGN.: *EB*

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,34	1,33	1,34	1,30		
Sprøhetstall - s	39,3	44,8	43,4	40,3		
Pakningsgrad	2	2	2	2		
Korr. sprøhetst. - s _f	43,2	49,3	47,7	44,4		
Materiale <2mm-%	11,4	10,6	11,1	⊗		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s _f	1,34/46,7		⊗		/	
Abrasjonsverdi - a: 1) 0,61 2) 0,51 3) 0,40					Middel: 0,51	
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s_f} =$	3,49					
Spesifikk vekt:	2,70		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Middelskornet bånd gneis.

Mineralinnhold: 59% jeltspet, 20% kvarts, 20% glimmer og 1% svovelkis.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Eyvolf Brichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Råholt sør Vedlegg 5.

LAB. PRØVE NR.: 882027

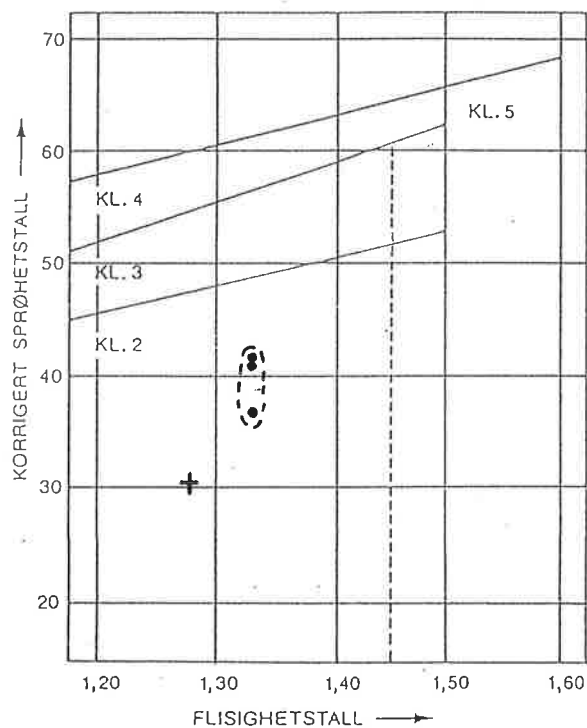
KOMMUNE: Ullensaker
KARTBLADNR.: 1915-1
FOREKOMSTNR.: 0235501KOORDINATER: 6207 / 66 816
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 2/7-88
SIGN.: BB

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall-f	1,33	1,33	1,33	1,28		
Sprøhetstall-s	39,9	35,1	39,1	30,3		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Korr. sprøhetst.-s1	41,9	36,9	41,1	31,8		
Materiale <2mm-%	10,3	9,6	10,8	⊗		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,33 / 40,0		⊗		/	
Abrasjonsverdi -a:	1) 0,52		2) 0,50		3) 0,56 Middel: 0,53	
Slitasjemotstand:	$a \cdot \sqrt{s1} = 3,35$					
Spesifikk vekt:	2,74		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Middels kornet biotittfjærende gneis.

Mineralinnhold: 47% jeltspet, 35% kvarts, 15% glimmer, 2% svovelkis og 1% titanitt.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Byolf Brichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Vedlegg 6.

Låveggsvåsen

LAB. PRØVE NR.: 882028

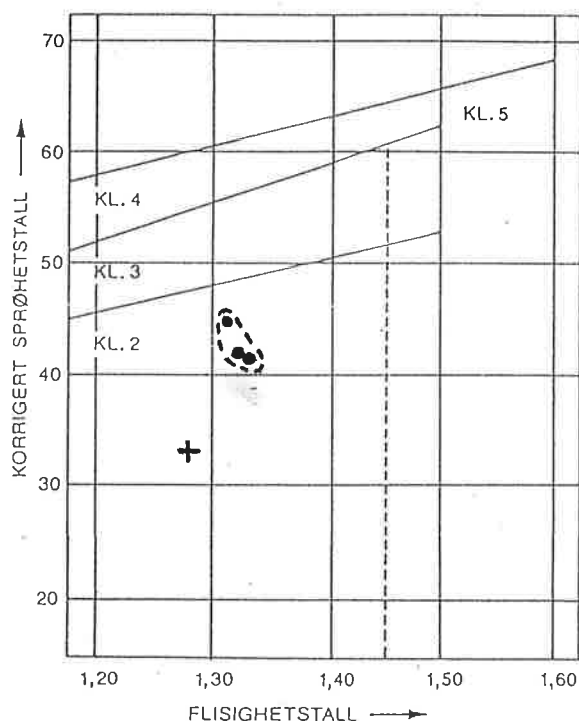
KOMMUNE: Ullensaker
KARTBLADNR.: 1915-2
FOREKOMSTNR.: 0235502KOORDINATER: 62 83 / 66767
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 1/7-88
SIGN.: JB

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2-16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall-f	1,31	1,32	1,33	1,28		
Sprøhetstall-s	42,8	40,0	41,6	33,3		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Korr. sprøhetst.-s _f	44,9	42,0	43,7	34,9		
Materiale <2mm-%	11,4	10,0	10,8	✕		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s _f	1,32 / 43,5				✕	/
Abrasjonsverdi - a:	1) 0,55 2) 0,53 3) 0,60				Middel: 0,56	
Slitasjemotstand:	a · √s _f = 3,69					
Spesifikk vekt:	2,79		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Middelskornet hornblendeførende gneis.

Mineralinnhold: 39% jeltspit, 25% amfibol, 20% kvarts, 15% glimmer og 1% zoisitt.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Byolf Bichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Flatbysøter

Vedlegg 7.

LAB. PRØVE NR.: 882031

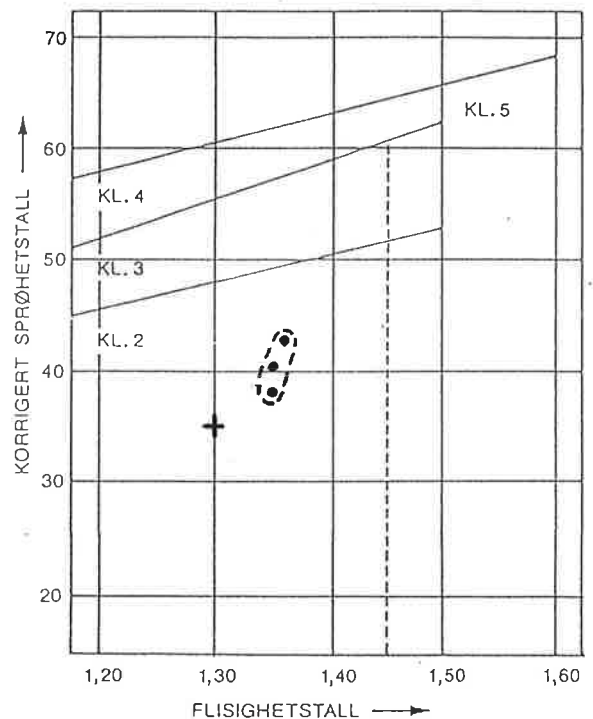
KOMMUNE: Ullensaker
KARTBLADNR.: 1915-2
FOREKOMSTNR.: 0235504KOORDINATER: 6227/66684
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 1/7-88
SIGN.: 155

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,36	1,35	1,36	1,30		
Sprøhetstall - s	38,0	40,5	43,0	35,2		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Korr. sprøhetst.-sl	39,9	42,5	45,1	36,9		
Materiale <2mm -%	9,8	10,2	11,3	✗		
Laboratoriepukket -%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/sl	1,36/42,5		✗		/	
Abrasjonsverdi - a:	1) 0,59		2) 0,60		3) 0,59	
Middel:	0,59					
Slitasjemotstand:	$a \cdot \sqrt{s} = 3,85$					
Spesifikk vekt:	2,75		Humus:			



PETROGRAFISK BESKRIVELSE: Middelskornet hornblendejørnde gneis.
 Mineralinnhold: 60% jeltupet, 20% kvarts, 19% amfibol og 1% titanitt.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Eyvolf Brichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Presterud

Vedlegg 8.

LAB. PRØVE NR.: 882032

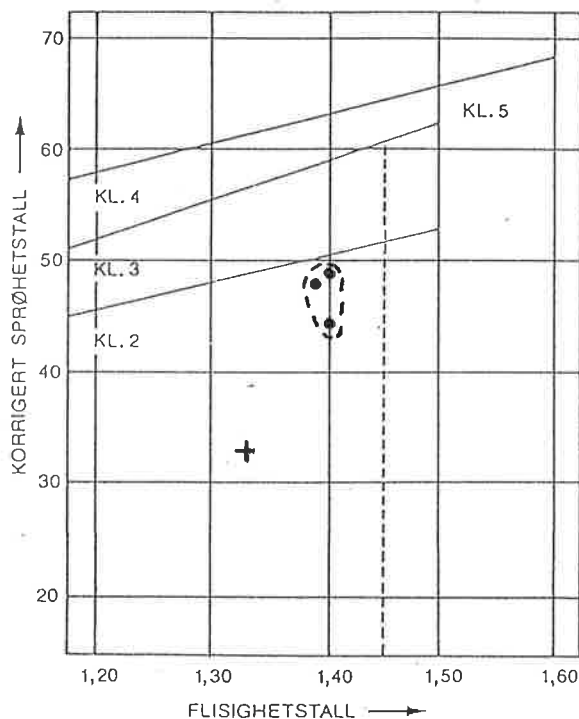
KOMMUNE: Ullensaker
KARTBLADNR.: 1915-2
FOREKOMSTNR.: 0235503KOORDINATER: 6203/66671
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 1/7-88
SIGN.: EE

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,39	1,40	1,40	1,33		
Sprøhetstall - s	45,7	46,7	44,4	33,1		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Korr. sprøhetst.-s1	48,0	49,0	46,7	33,1		
Materiale <2mm-%	10,0	11,1	10,2	<input checked="" type="checkbox"/>		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,40 / 47,9		<input checked="" type="checkbox"/>	/		
Abrasjonsverdi - a: 1) 0,48 2) 0,52 3) 0,52					Middel: 0,51	
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} =$	3,53					
Spesifikk vekt: 2,73	Humus:					



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Middelstørret biotittførende gneis.

Mineralinnhold: 60% jeltspet, 27% kvarts, 10% glimmer og 3% zoisitt.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Eivolf Bichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHETOppen fjellet Vedlegg 9.

LAB. PRØVE NR.: 882033

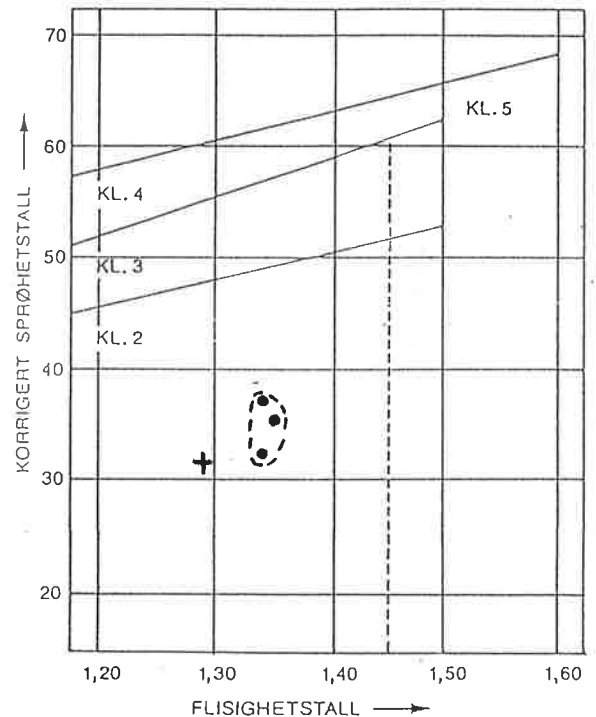
KOMMUNE: Ullensaker
KARTBLADNR.: 1915-2
FOREKOMSTNR.: 0235505KOORDINATER: 6225/66670
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 17-88
SIGN.: EB

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

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

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,34	1,35	1,34	1,29		
Sprøhetstall - s	32,6	35,5	37,0	31,8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	32,6	35,5	37,0	31,8		
Materiale <2mm-%	7,9	7,7	8,5	✗		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,34/35,0		✗		/	
Abrasjonsverdi - a: 1)0,52 2)0,52 3)0,53	Middel: 0,52					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 3,08$						
Spesifikk vekt: 2,76	Humus:					



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Middelskornet biotittførende gneis.

Mineralinnhold: 65% jeltspat, 20% kvarts, 12% glimmer, 2% amfibol og 1% svovelkis

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

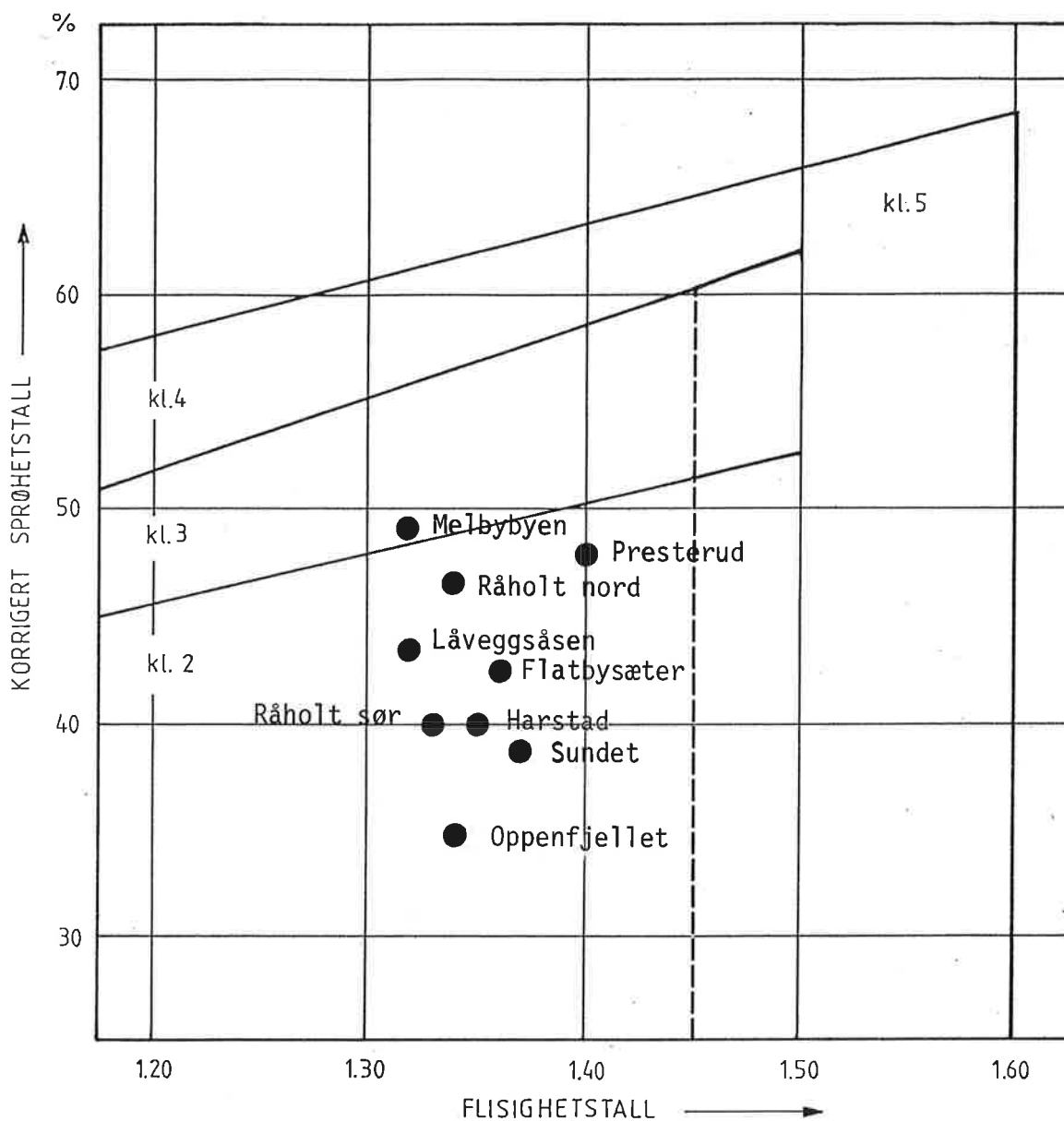
Trondheim

Dato:

9/11-88

Sign:

Byolf Brichsen.

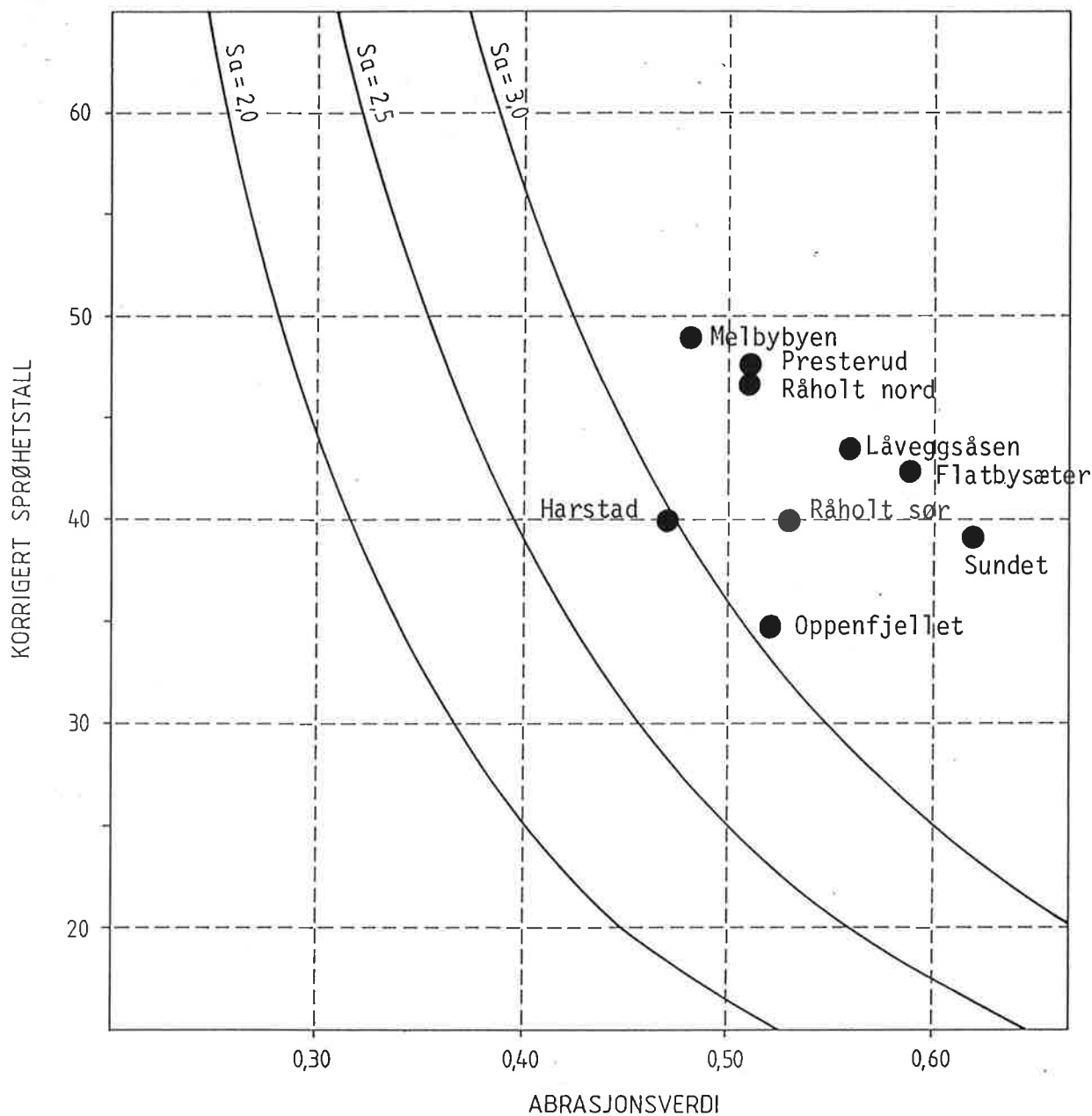


TEGNFORKLARING :

SPRØHET OG FLISIGHET VED FALLPRØVEN

KARTBLAD :

KOORDINAT :



$$\text{Slitasjemotstand (Sa)} = \sqrt{\text{Korr. sprøhetstall} \times \text{abrasjonsverdi}}$$

Krav til slitelagsmateriale avhengig av gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ADT):

ADT	Sa
<2000	Ingen krav
2000-6000	<3.0
>6000	<2.5

SLITASJEMOTSTAND