

NGU-rapport nr. 88.059

Pukkundersøkelser ved
Rudskogen, Rakkestad kommune
Østfold



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

NGUPostboks 3006 - Lade
7002 Trondheim
Tlf. (07) 92 16 11
Telefax (07) 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr. 88.059	ISSN 0800-3416	<i>Åpenhet</i>	
Tittel: Pukkundersøkelser ved Rudskogen, Rakkestad kommune			
Forfatter: Peer-Richard Neeb		Oppdragsgiver: Rakkestad kommune NGU	
Fylke: Østfold		Kommune: Rakkestad	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1913-1 Sarpsborg	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 18	Pris: 40,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 15.12.1987	Rapportdato: 07.03.1988	Prosjektnr.: 2344.01.53	Seksjonssjef: <i>Peer. R Neeb</i>
Sammendrag: Etter forespørsel fra Rakkestad kommune har NGU supplert Pukkregisteret ved Rudskogen i forbindelse med vurdering av om de lokale bergartene egner seg til bærelag i en småflyplass. Det er tatt 4 prøver ved Rudskogen. Analysene viser at prøvetatte lokale bergarter tilfredsstillter kravene til bruk i bærelag.			
Emneord	Ingeniørgeologi	Abrasjon	
Byggeråstoff	Kvalitetsundersøkelse	Mineralogi	
Pukk	Fallprøve	Fagrapport	

INNHold

	Side
1. KONKLUSJON	4
2. INNLEDNING	5
3. BERGGRUNN	6
4. RESULTATER	7

VEDLEGG

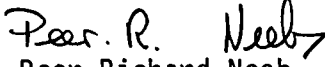
1. Oversikt over laboratorieanalyser
- 2-7 Analyseresultater

1. KONKLUSJON

De fire bergartene som er prøvetatt ved Rudskogen i Rakkestad tilfredsstiller kvalitetskravene til bærelag og forsterkingslag som skal benyttes på flyplassen. Alle prøvene ligger innenfor klasse 2 etter fallprøvens klassifiseringsdiagram.

Tre av de prøvetatte bergartene kan også benyttes som tilslag i slitedekker på vegger med årsdøgntrafikk under 6000 kjøretøyer.

Trondheim, 7. mars 1988


Peer-Richard Neeb
seksjonssjef

2. INNLEDNING

Etter forespørsel fra Rakkestad kommune ble det i desember 1987 foretatt en orienterende undersøkelse av mulig bruk av lokale bergarter til pukk i Rudskogen.

Kommunen var interessert i om bergartene ved Rudskogen kunne benyttes til bærelag for en mulig landingsstripe til en flyplass.

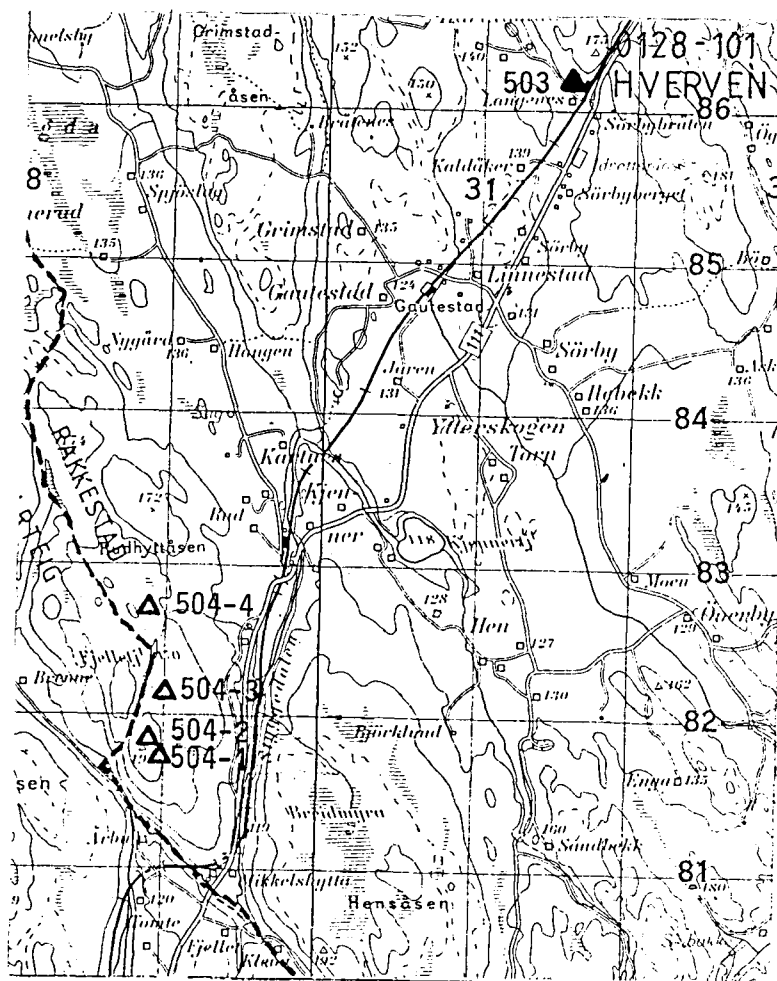
Det ble sprengt ut 4 prøvesteder før befaringen. Prøvested 2 og 3 ble utsprengt på nytt da en ikke hadde kommet gjennom dagfjellsonen.

Befaringen ble utført av P.-R. Neeb, NGU og av avd.ing. K. Bye, Rakkestad kommune.

Fig. 1.

- ▲ Pukkverk i drift
- △ Prøvested

Kartblad 1913-1 Sarpsborg
M 1:50 000.



3. BERGGRUNN

Gneis er den dominerende bergart i området. Gneisene kan inndeles i flere typer som kvartsdiorittiske-, granodiorittiske- og granittiske gneiser. De granittiske gneisene har opprinnelig vært granitter, og har i hovedsak samme mineralogi. I tillegg kan det også forekomme betydelige innslag av mineralet granat, som ved pukverket ved Hverven i Rakkestad.

Ellers forekommer mindre gabbrointrusjoner og amfibolitter som er omdannede gabbrobergarter.

4. RESULTATER

Rudskogen

Prøvested nr. 1 ligger sydligst ved Rudskogen på en kolle ca. 191 m o.h.

Bergarten er en middelskornet til grovkornet gabbro som opptrer i en linse med liten utbredelse. Sidebergarten er gneis.

Det analyserte tynnslipet består av 75 % amfibol, 5 % pyroksen, 5 % kvarts, 10 % feltspat, 3 % glimmer og 2 % andre.

De mekaniske egenskapene er som angitt nedenfor:

Densitet	:	3.0
Korr. sprøhetstall:		29.5
Flisighet	:	1.33
Abrasjon	:	0.53
Sa-verdi	:	2.88

Se forøvrig vedlegg 2 og 3.

Prøvested nr. 2 ligger ca. 100 m mot nordvest i forhold til prøvested nr. 1.

Bergarten er en middelskornet båndet gneis. Bergarten opptrer i hele området med noe forvitret overflate. Utsprengt prøver er uforvitret på ca. 0.5-1 m dyp.

Det analyserte tynnslipet består av 32 % kvarts, 60 % feltspat, 7 % glimmer og 1 % oksyd.

De mekaniske egenskaper er som angitt nedenfor:

Densitet	:	2.70
Korr. sprøhetstall:		36.5
Flisighet	:	1.32
Abrasjon	:	0.53
Sa-verdi	:	2.48

Se forøvrig vedlegg 2 og 4.

Prøvested nr. 3 ligger ca. 250 m nord for prøvested nr. 2.

Bergarten er en middelskornet båndet gneis tilnærmet lik prøve nr. 2.

Det analyserte tynnslipet består av 20 % kvarts, 68 % feltspat, 10 % glimmer og 2 % svovelkis.

De mekaniske egenskaper er som angitt nedenfor:

Densitet	:	2.70
Korr. sprøhetstall:		45.8
Flisighet	:	1.31
Abrasjon	:	0.55
Sa-verdi	:	3.72

Se forøvrig vedlegg 2 og 5.

Prøvested nr. 4 ligger ca. 600 m nord for prøvested nr. 3.

Bergarten er en middelskornet gneis tilnærmet lik prøve nr. 3.

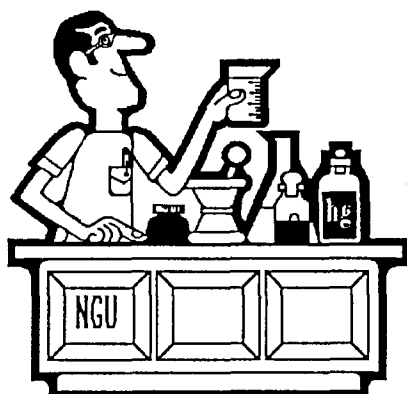
Det analyserte tynnslipet består av 20 % kvarts, 65 % feltspat og 15 % glimmer.

De mekaniske egenskaper er som angitt nedenfor:

Densitet	:	2.70
Korr. sprøhetstall:		39.2
Flisighet	:	1.33
Abrasjon	:	0.44
Sa-verdi	:	2.75

Se forøvrig vedlegg 2 og 6.

LABORATORIEUNDERSØKELSER



- * 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 korngrense 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. Be-

stemmelsen 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 puk.

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 puk 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 årsgjennsnittstrafikk (ÅDT) større enn 2000 kjøretøyer.

Et representativt utvalg med puk-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 piggdekksslitasje, kalt

slitasjemotstanden (S_a), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (KS, MS eller OS) og abrasjonsverdien.

De krav som Vegvesenet stiller til materialet når det brukes i slitelag er avhengig av årsdøgnstrafikken:

ÅDT	Slitasjemotstand
< 2000	Ingen krav
2000-6000	< 3,00
> 6000	< 2,50

Når det gjelder beregning av S_a -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, minaralkornenes 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 planparallel akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen 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:

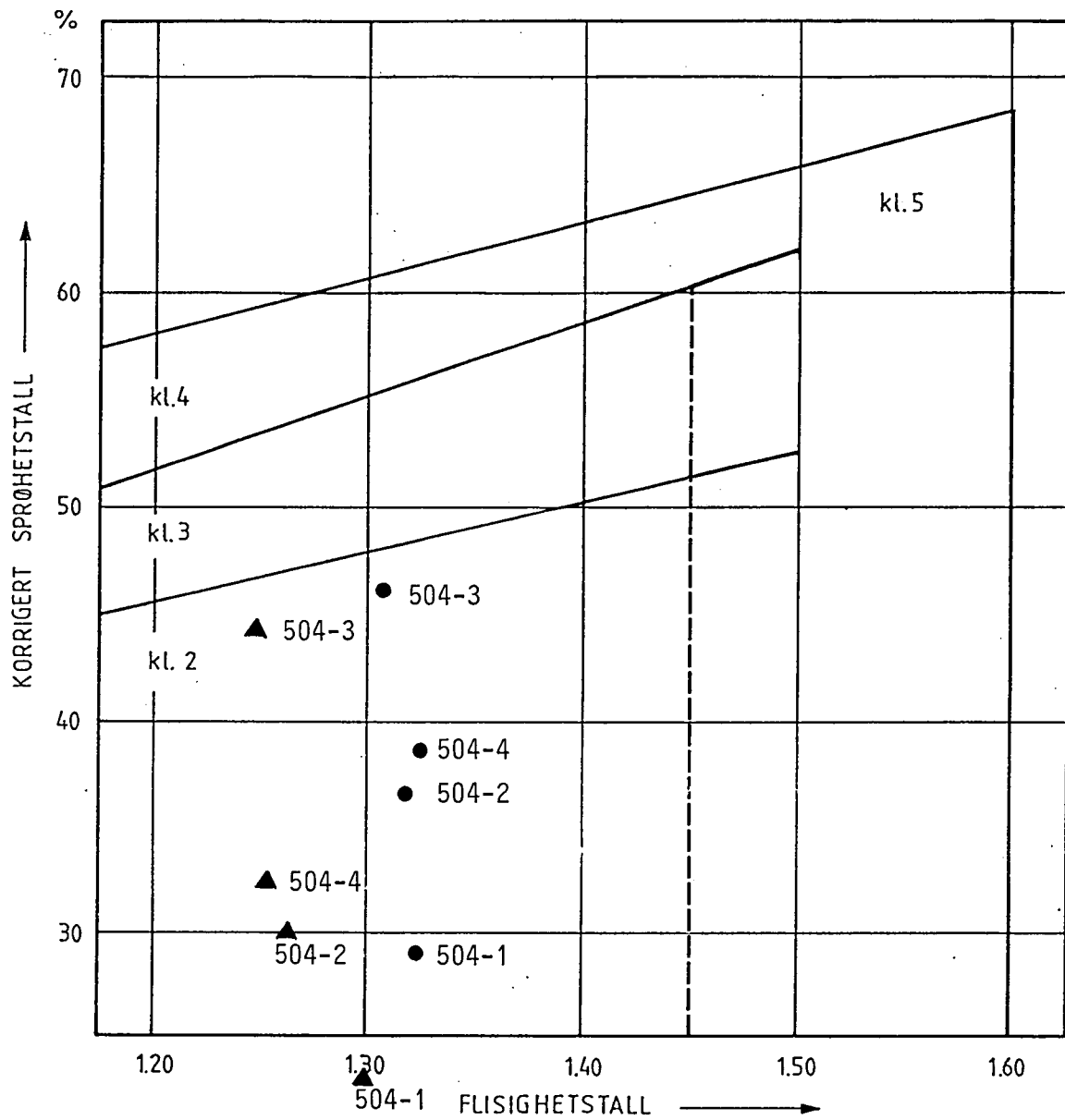
Meget liten	:mindre enn 32
Liten	:32-43
Middels	:43-57
Stor	:57-75
Meget stor	:større enn 75

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	:18-26
Middels	:28-38
Stor	:38-48
Meget stor	:større enn 48



TEGNFORKLARING :

- Knust materiale 8 - 11.2 mm
- ▲ Knust materiale slått 2 ganger i knuser

SPRØHET OG FLISIGHET VED FALLPRØVEN

KARTBLAD :

KOORDINAT :



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

LAB. PRØVE NR.: 882003

KOMMUNE: Rakkestad 0128
KARTBLADNR.: 1913-1 Sarpsborg
FOREKOMSTNR.: 504-1

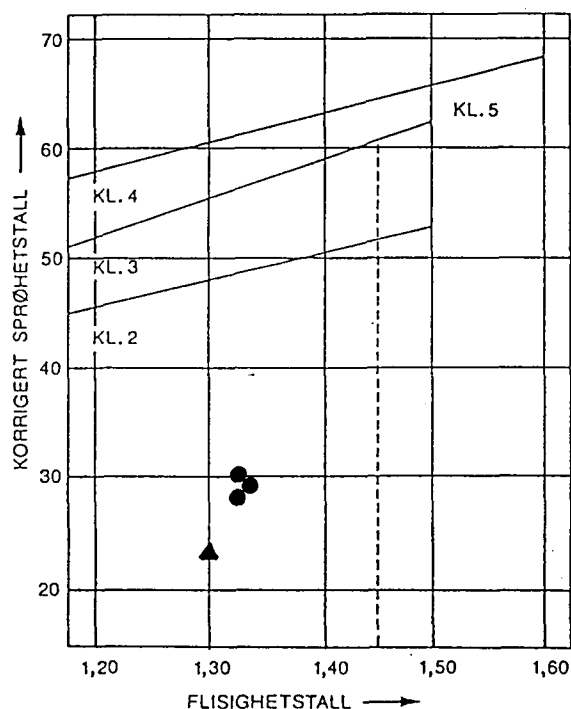
KOORDINATER:
DYBDE I METER:
UTTATT DATO: 871216
SIGN.: Peer-Richard Neeb

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	1.34	1.33	1.30		
Sprøhetstall - s	29.0	27.7	27.5	22.0		
Pakningsgrad	1	1	1	1		
Korr. sprøhetst. - s1	30.4	29.1	28.9	23.2		
Materiale <2mm-%	6.0	5.9	5.7	⊗		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.33 / 29.5		⊗		/	
Abrasjonsverdi - a: 1)----- 2)----- 3)-----	Middel: 0,53					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} =$	2.88					
Spesifikk vekt: 3.00	Humus:					



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Bergartsnavn: Gabbro

Amfibol 75 %, kvarts 5 %, feltspat 10 %, pyroksen 5 %, glimmer 3 %
og andre 2 %.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Lagret, ikke analysert.

Sted:

Trondheim

Dato:

15.02.1988

Sign:

Peer-Richard Neeb



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/ FLISIGHET

LAB. PRØVE NR.: 882004

KOMMUNE: Rakkestad 0128
KARTBLADNR.: 1913-1 Sarpsborg
FOREKOMSTNR.: 504-2

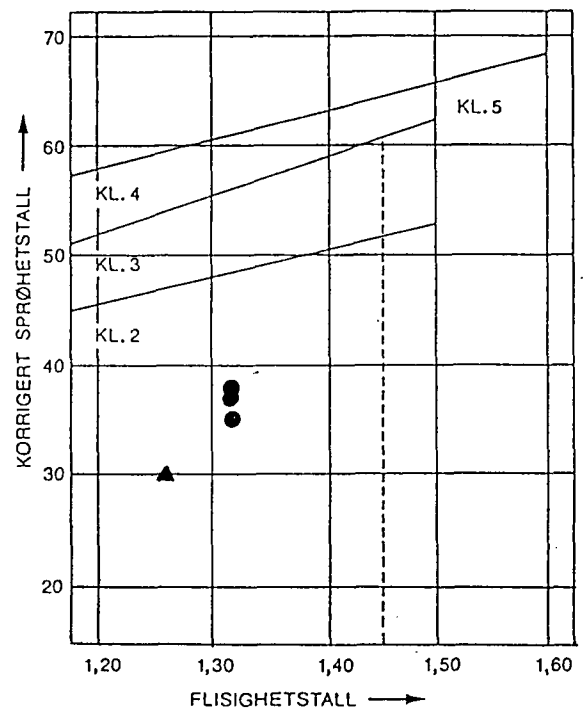
KOORDINATER:
DYBDE I METER:
UTTATT DATO: 871216
SIGN.: Peer-Richard Neeb

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	1.32	1.32	1.32	1.26		
Sprøhetstall - s	37.9	35.3	37.0	30.0		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	37.9	35.3	37.0	30.0		
Materiale <2mm - %	9.5	9.0	9.3	X		
Laboratoriepukket - %	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.32 / 36.5		X	/		
Abrasjonsverdi - a: 1) _____ 2) _____ 3) _____	Middel: 0.41					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 2.48$						
Spesifikk vekt: 2.70	Humus:					



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Bergartsnavn: Gneis

Kvarts 32 %, feltspat 60 %, glimmer 7 % og sovelkis 1 %

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Lagret, ikke analysert.

Sted:

Trondheim

Dato:

07.03.1988

Sign:

Peer-Richard Neeb



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

LAB. PRØVE NR.: 882005

KOMMUNE: Rakkestad 0128
KARTBLADNR.: 1913-1 Sarpsborg
FOREKOMSTNR.: 504-3

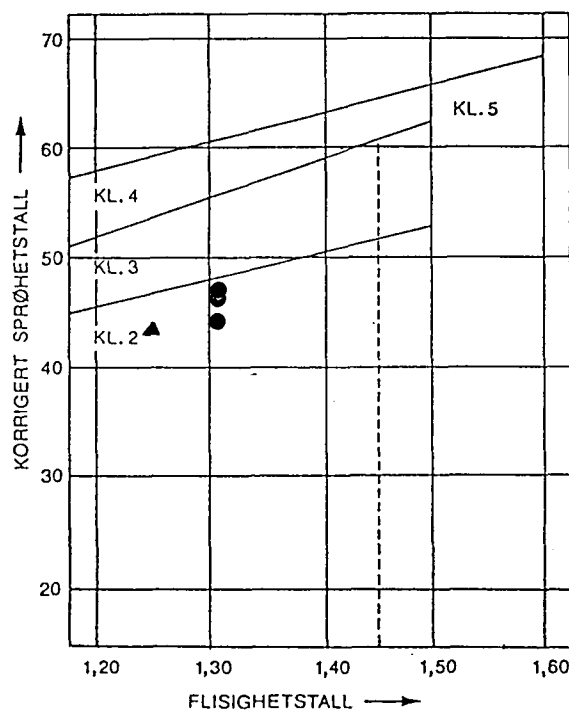
KOORDINATER:
DYBDE I METER:
UTTATT DATO: 871216
SIGN.: Peer-Richard Neeb

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	1.31	1.31	1.25		
Sprøhetstall-s	46.7	44.5	47.0	43.9		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst.-s1	46.7	44.5	47.0	43.9		
Materiale <2mm-%	14.4	14.1	14.9	⊗		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.31 / 45.8		⊗	/		
Abrasjonsverdi -a: 1)----- 2)----- 3)-----	Middel: 0.55					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} =$	3.72					
Spesifikk vekt: 2.70	Humus:					



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Bergartsnavn: Gneis

Kvarts 20 %, feltspat 68 %, glimmer 10 % og svovelkis 2 %.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Lagret, ikke analysert.

Sted:

Trondheim

Dato:

07.03.1988

Sign:

Peer-Richard Neeb



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/ FLISIGHET

LAB. PRØVE NR.: 882006

KOMMUNE: Rakkestad 0128
KARTBLADNR.: 1913-1 Sarpsborg
FOREKOMSTNR.: 504-4

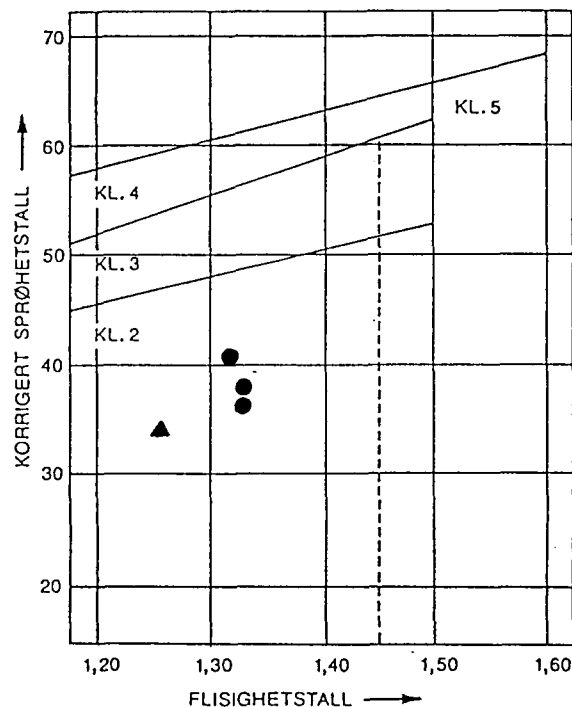
KOORDINATER: 32 0628 65817
DYBDE I METER:
UTTATT DATO: 871216
SIGN.: Peer-Richard Neeb

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	1.32	1.33	1.33	1.26		
Sprøhetstall-s	40.8	37.2	38.2	34.5		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst.-s1	40.8	37.2	38.2	34.5		
Materiale <2mm-%	10.6	9.3	10.1	⊗		
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1.33 / 39.2		⊗		/	
Abrasjonsverdi - a: 1) _____ 2) _____ 3) _____	Middel: 0.44					
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 2.75$						
Spesifikk vekt: 2.70	Humus:					



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Bergartsnavn: Gneis

Kvarts 20 %, feltspat 65 % og glimmer 15 %.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Lagret, ikke analysert.

Sted:

Trondheim

Dato:

15.02.1988

Sign:

Peer-Richard Neeb

