

NGU Rapport 97.017

Undersøkelse av mulig pukkeforekomst ved
Raudnes, Vindafjord kommune

Rapport nr.: 97.017		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 30.03.1997	
Tittel: Undersøkelse av mulig pukkforekomst ved Raudnes, Vindafjord kommune				
Forfatter: Knut Wolden		Oppdragsgiver: Vindafjord kommune / NGU		
Fylke: Rogaland		Kommune: Vindafjord		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1213-4 Skjoldastraumen		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 34	Pris: 75.-	
Feltarbeid utført: oktober 1996		Rapportdato: 15. januar 1997	Prosjektnr.: 2633.00	Ansvarlig: <i>Per. Richard Næby</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Den 26. september 1996 ble det holdt et møte mellom Vindafjord kommune, Invest in Norway og NGU hvor muligheten for å etablere et pukkverk for eksport av knust stein for det europeiske markedet ble diskutert. Under møtet ble fra kommunens side området ved Raudnes nevnt som meget interessant da det her allerede var etablert kaianlegg. Under befaringen i området ble bergarten i skjæringen ved kaianlegget vurdert som interessant for prøvetaking.</p> <p>I oktober ble det tatt 60 kg friske bergartsprøver for analysering av de mekaniske egenskapene for byggetekniske formål. Samtidig ble området befart og berggrunnens homogenitet og sammensetning vurdert.</p> <p>Resultatene viser at analyseresultatene tilfredsstillende kravene for dekkemateriale på norske veger med ÅDT<1500.</p> <p>For England, Tyskland, Frankrike, Nederland og Belgia tilfredsstillende analyseresultatene kravene for dekkemateriale på lett trafikkerte veger og for bære- og forsterkningslag.</p>				
Emneord: Ressurskartlegging		Pukk		Kvalitet
Ingeniørgeologi		Fagrapport		

INNHOOLD

1. FORORD	4
2. KONKLUSJON	5
3. GJENNOMFØRING	7
4. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER.....	7
5. LOKALITETSBEKRIVELSE.....	10
6. RESULTATER OG KVALITETSVURDERINGER.....	11
7. OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER	14

VEDLEGG

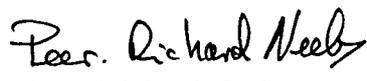
1. Laboratorieundersøkelse, Vedlegg A1-A8
2. Norske kvalitetskrav, Vedlegg C
3. Europeiske krav til knust tilslag, Vedlegg D1-D7
4. Eksempel på tredimensjonal framstilling av steinbrudd
5. Analyseresultater

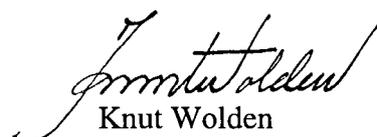
1. FORORD

På oppdrag fra Vindafjord kommune har NGU prøvetatt og befart et område ved Raudnes for å vurdere muligheten for produksjon av pukk. Formålet er å utnytte de etablerte kaianleggene for eksport av pukk til det europeiske markedet.

Resultatene av undersøkelsene presenteres i denne rapporten.

Trondheim 10. februar 1997
hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder


Knut Wolden
overing.

2. KONKLUSJON

I det prøvetatte området består berggrunnen av en fin- til middelskornet grå gneis. I undersøkelsesområdet varierer bergarten en del både i mineralsammensetning og kornstørrelse, noe som er vanlig for gneisområdene i denne delen av landet. Dette innebærer at det må utføres detaljert berggrunnsgeologisk kartlegging og utvidet prøvetaking for å bestemme bergartenes eventuelle variasjoner i de mekaniske egenskapene. Det kan også bli nødvendig med diamantboring for undersøkelse av berggrunnen mot dypet.

Ved god planlegging er det innenfor området mulig å skjerme et mulig framtidig uttak for innsyn.

For norske forhold tilfredsstiller prøveresultatene kravene for bruk i vegdekker med lav trafikkbelastning ($\text{ÅDT} < 1500$) og for bære- og forsterkningslag, vedlegg C, tabell 1.

Forekomstens anvendelsesområder for norske vegformål

Bruksområde	Vegtype	Egnehetsvurdering
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, $\text{ÅDT} > 15000$	Uegnet
“	Høyt trafikkert veg, $\text{ÅDT} > 5000$	Uegnet
“	Lavt trafikkert veg, $\text{ÅDT} < 1500$	Egnet
Bærelag		Egnet
Forsterkningslag		Egnet

Tabell 1. Anvendelsesområder til vegformål ut fra norske krav.
(krav se tabell 3).

For det europeiske markedet settes det krav til PSV-test. I England og Frankrike er det også krav til Los Angeles-test med varierende grenseverdier avhengig av hvor i vegkroppen materialet skal brukes, vedlegg D1-D7.

I Tyskland gjelder Schlagversuch-verdi. Los Angeles-verdiene er derfor ikke gjeldene, men beregnet ut fra forholdstall mellom de to metodene. Tallene må derfor ses på som veiledende. Det er pr. i dag heller ikke krav til PSV-test, men det foreligger forslag til grenseverdier. De foreslåtte verdiene er her brukt i vurderingene.

For Nederland og Belgia er vi ikke kjent med om det finnes krav til Los Angeles. Vurderingen er derfor gjort på bakgrunn av PSV-verdiene.

Egnethetsvurdering for ulike bruksområder for noen europeiske land basert på PSV- og Los Angeles test

Land	Bruksområde	Vegtype	Egnethetsvurdering
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Uegnet
	“	Normalt trafikkert veg	Uegnet / (egnet)
	“	Lett trafikkert veg	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet
Tyskland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	Uegnet
	“	Lett trafikkert veg	Egnet
	Bære- og forsterkningslag		Egnet
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	Uegnet
	“	Normal trafikkert veg	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		? / Egnet
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?
	“	Normal trafikkert veg	? / Egnet
	“	Lett trafikkert veg	? / Egnet
	Bære- og forsterkningslag		? / Egnet

Tabell 2. Egnethetsvurdering til vegformål på bakgrunn av Los Angeles- og PSVtest (krav se tabell 4).

Prøven fra Raudnes har middels kvalitet for bruk til vegformål og ligger på grensen til det man må forlange for byggeråstoffer til eksport. Resultatene tilfredsstillende kravene til dekkmateriale for lett trafikkerte veger i landene nevnt i tabellen over. Basert på PSV-testen tilfredsstillende kravene for normalt trafikkerte veger i Nederland og Belgia. Til bære- og forsterkningslag er materialet egnet.

For det Engelske markedet tilfredsstillende Los Angeles-testen de gjeldende krav til normalt trafikkert veg. PSV-resultatet ligger imidlertid i grenseområdet (litt for dårlig) i forhold til de krav som stilles. Resultatene fra begge testmetodene må tilfredsstillende for at prøven skal kunne klassifiseres som egnet.

3. GJENNOMFØRING

Den 26. september ble det holdt et møte mellom Vindafjord kommune og NGU om muligheter for produksjon av pukk for det europeiske markedet i kommunen. Da det ved Raudnes allerede fantes egnede kaianlegg, ble dette området vurdert som aktuelt. Under en påfølgende befaring ble bergarten i en skjæring ved kaianlegget vurdert som interessant for videre oppfølging.

I oktober ble det tatt 60 kg friske bergartsprøver fra skjæringen for mekaniske analyser av bergarten. Samtidig ble området mellom kaianlegget og Stauråsen befart og bergartens homogenitet vurdert.

4. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Følgende analyser er utført ved NGU; densitet, fallprøven (sprøhet, flisighet, pakningsgrad), abrasjon, kulemølle og Los Angeles. Poleringstest, Polished stone value (PSV), er utført av Celtest Limited, England. Mineralfordelingen ved tynnslipanalyse er utført skjønnsmessig av August Nissen, NGU. Vedlegg A gir en beskrivelse av disse laboratoriemetodene.

For materiale som skal anvendes som tilslagsmateriale i Norge stilles det krav til fallprøven eller steinklassen, som er en kombinasjon av sprø- og flisighetstallet, og abrasjonsmetoden. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) og kulemølleverdien. Det er meningen at den nye kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden.

Vedlegg C gir en oversikt over kvalitetskrav som gjelder for norske tilslagsmaterialer. Tabell 3 gir en forenklet oversikt over norske krav til tilslagsmaterialer til vegformål.

Fallprøven, abrasjonsmetoden og kulemøllemetoden er også standard testmetoder i de øvrige nordiske landene, men det testes på noe ulike kornfraksjoner.

Norske kvalitetskrav til knuste steinmaterialer

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0
“	Høy trafikkert veg, ÅDT > 5000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
“	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

Tabell 3. Krav til steinklasse (St.kl.), abrasjonsverdi (Abr.), slitasjemotstand (Sa-verdi) og kulemølle-verdi (Km) avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg C.

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene.

Gjennom det pågående CEN arbeidet (Comite Europeen de Normalisation) er det blitt standardisert hvilke metoder som skal være gjeldende for EU/EFTA land. Kulemølle, Los Angeles og PSV er alle godkjent som «CEN metoder». Vedlegg D gir en oversikt over kvalitetskriterier for tilslagsmaterialer for en del utvalgte europeiske land.

I tabell 4 er det laget en forenklet oversikt over krav til tilslagsmaterialer til vegformål for en del utvalgte europeiske land. Tabellen er basert på data fra vedlegg D.

Kvalitetskrav til knuste steinmaterialer i en del europeiske land

Land	Bruksområde	Vegtype	LA	PSV
England	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 16	> 65
	“	Normal trafikkert veg	< 25	> 55
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> 45
	Bære- og forsterkningslag		< 35	-
Tyskland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	< 15	> 55
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lett trafikkert veg	< 30	> 43
	Bære- og forsterkningslag		< 40*	-
Frankrike	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	< 15	> 50
	“	Normal trafikkert veg	< 20	> 50
	“	Lett trafikkert veg	< 25	> 40
	Bære- og forsterkningslag		< 30	-
Nederland	Vegdekke	Autobane, spesielle krav	?	> 65
	“	Normal trafikkert veg	?	> 53
	“	Lett trafikkert veg	?	> 48
	Bære- og forsterkningslag		?	-
Belgia	Vegdekke	Motorveg, spesielle krav	?	?
	“	Normal trafikkert veg	?	> 50
	“	Lett trafikkert veg	?	?
	Bære- og forsterkningslag		?	-

Tabell 4. Krav til Los Angelesverdi (LA) og poleringsmotstand (PSV) for en del europeiske land avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg D.

* Krav avhengig av bergartstype.

Prøven er tatt av håndstore bergartstykker slått løs fra skjæringen «stuffprøve». Før mekanisk testing ble prøvematerialet knust ned med laboratorieknuser under kontrollerte forhold. Materialet ble videre siktet til i de forskjellige kornfraksjoner som blir benyttet for de ulike testmetodene. Krav til tilslagsmaterialer gjelder i første rekke for materialer som er bearbeidet i et fullskala knuse-/sikteverk. Undersøkelser har imidlertid vist at prøver tatt fra produksjon, «produksjonsprøver», kan gi et betydelig avvik i analyseresultater i forhold til «stuffprøver». Produksjonsprøvene vil være avhengig av hvor godt materialet er bearbeidet i knuse-/sikteverket. Mekanisk testing av stuffprøver gir en mer nøytral vurdering av bergartenes «iboende egenskaper» i forhold til produksjonsprøver. Ved optimal bearbeiding i et pukkverk antas det at analyseresultatene av produksjonsprøver blir sammenlignbare med resultatene for stuffprøvene som er knust kontrollert ved laboratorieknusing.

5. LOKALITETSBEKRIVELSE

Kartutsnitt over undersøkelingsområdet



Fig. 1. Kartutsnitt over undersøkelingsområdet (M 1.50 000).

Området er skogkledd og strekker seg fra sjøen og opp til ca. 300 m o.h. Fra Raudnesvatnet og i tilnærmet nordlig retning går det et dalføre hvor Raudneselva renner. I bratte skråninger og på de høyeste toppene er fjellet blottet eller dekket med et tynt morenedekke. I flatere områder og forsenkninger er morenetykkelsen større. Ved en eventuell framtidig utnyttelse er det mulig å skjerme uttaksområdet for innsyn.

Den prøvetatte bergarten er en fin-, til middelskornet, lys grå gneis med svakt utviklet foliasjon. Gjennom tynnslipsanalyse er mineralinnholdet beregnet til 35% kvarts, 50 % feltspat, 10 % glimmer, 3 % kloritt og 2 % epidot. Av andre mineraler (<1 %) finnes titanitt og kalkspat.

I området varierer bergarten en del både i sammensetning og kornstørrelse. Dette kan også medføre variasjoner i de mekaniske egenskapene. Da det bare er tatt en prøve fra området, må analyseresultatene ses på som orienterende for hva man kan forvente å få av kvalitet. For å avklare eventuelle store variasjoner, er det nødvendig med detaljert berggrunnskartlegging og utvidet prøvetaking for nøyaktig bestemmelse av bergartens kvalitet.



Bilde 1. Prøvetatt område ved kaianlegget ved Raudnes

Foto: K. Wolden

6. RESULTATER OG KVALITETSVURDERINGER

Analyseresultater

Sted	Densitet	Sprøhet	Flisighet	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulem	LA-verdi	PSV
Raudnes	2,71	42,1	1,33	2	0,60	3,9	8,1	21,4	54

Tabell 5. Analyseresultater fra Raudnes

Sprøhet- og flisighetsverdiene ligger i steinklasse 2 og tilfredsstillende kravene for bruk til vegdekker på høy trafikkerte veger (ÅDT 5000) i Norge. Det samme gjelder også de oppnådde kulemølleverdiene. Abrasjons- og slitasjemotstanden er imidlertid for dårlig for denne bruken. Dersom abrasjon- og slitasjemotstanden benyttes i vurderingen, tilfredsstillende resultatene kravene for dekker på lavt trafikkerte veger (ÅDT 1500). Det er imidlertid meningen at den nye kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden. Dersom kulemølleverdien legges til grunn for vurderingene, vil analysen ligge innenfor kravene for høyt trafikkert veg (ÅDT > 5000), tabell 6. For bære- og forsterkningslag på alle typer veger er materialet godt egnet.

Vurdering av forekomsten etter norske krav til vegformål

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

Tabell 6. Egnethetsvurdering til vegformål ut fra norske krav.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. St.kl. - Steinklasse, Abr. - abrasjonsverdi, Sa-verdi - slitasjemotstand, Km - kulemølleverdi, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav (krav se tabell 3).

For transport med båt til det europeiske markedet er densiteten av betydning. Prøven fra Raudnes har en densitet innenfor de aksepterte grenseverdiene (< 2,80).

Los Angeles- testen tilfredsstillende kravene for normalt trafikkerte veger i England, men ikke for tilsvarende vegtyper i Tyskland og Frankrike (tabell 4, vedlegg D1-D7). I Nederland og Belgia er det uklart om det stilles krav til denne testmetoden.

For England ligger PSV-verdien i grenseområdet (litt for dårlig) for bruk til dekker på normalt trafikkerte veger. For tilsvarende vegtyper i Tyskland og Frankrike ligger PSV-verdiene innenfor kravene. I Tyskland også i grenseområdet for bruk på Autobane.

For det europeiske markedet må kravene både til Los Angeles og PSV tilfredsstillende for at bergarten skal være egnet. For vegdekker på lett trafikkerte veger tilfredsstillende prøven fra Raudnes både Los Angeles- og PSV- kravene i England, Tyskland og Frankrike (tabell 7). PSV-kravene tilfredsstillende for normalt trafikkerte veger i Nederland og Belgia. Materialet er godt egnet til bære- og forsterkningslag.

I tabell 7 er resultatene fra de to testmetodene vurdert opp mot de ulike krav som stilles i noen europeiske land. + viser at kravene tilfredsstilles og - at kravene ikke tilfredsstilles.

Vurdering av forekomsten etter krav til Los Angeles og PSV

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

Tabell 7. Egnethetsvurdering til vegformål.

For å få betegnelsen egnet må alle krav innfris. Krav som nesten innfris gies koden - / (+) og vurderes som Uegnet / (Egnet). LA - Los Angelesverdi, PSV - poleringsmotstand, + tilfredsstillende kravene, - tilfredsstillende ikke kravene, i.k. - ingen krav, ? - eventuelle krav ikke kjente (krav se tabell 4).

7. OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

I denne delen av landet er det, innenfor gneisområdene, store variasjoner i bergartene over begrensede avstander. Befaringen i det aktuelle området ved Raudnes viser at kornstørrelsen varierer fra fin,- til middels- og grovkornig. Samtidig er det også variasjon i mineralsammensetningen og fordelingen av de ulike mineralene. Dette innebærer at også de mekaniske egenskapene kan variere. Det er derfor nødvendig med detaljert berggrunnskartlegging og utvidet prøvetaking for å få nødvendig informasjon om eventuelle variasjoner i bergartens mekaniske egenskaper og anvendelsesmuligheter. Det kan også bli behov for diamantboring for å vurdere bergartens egenskaper på større dyp.

Det vil også være nødvendig med volumberegning av ressursen som er egnet for uttak. Hvordan et uttak best mulig kan skjermes for innsyn er et annet moment som må tas med ved oppfølgende undersøkelser. Det er mulig å lage tredimensjonale modeller som viser hvordan et eventuelt dagbrudd vil kunne legges mest mulig skånsomt inn i terrenget (vedlegg 4).

- * **Fallprøve (sprøhet og flisighet)**
- * **Abrasjon**
- * **Slitasjemotstand**
- * **Kulemølle**
- * **Los Angeles**
- * **Polished Stone Value (PSV)**
- * **Tynnslip**
- * **SieversJ-verdi**
- * **Slitasjeverdi**
- * **Borsynkindeks (DRI)**
- * **Borslitasjeindeks (BWI)**

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

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

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform uttrykkes ved **flisighetstallet**. Flisighetstallet er en fysisk egenskap som angir forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisighets-testen utføres som en del av fallprøven og bestemmes på samme utsiktede kornstørrelses-fraksjon som for sprøhetstallet. I tillegg kan det utføres flisighetskontroll på alle fraksjoner som måtte ønskes. Bredden bestemmes på sikt med kvadratiske åpninger, og tykkelsen på sikt med rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

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

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

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

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

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

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

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller 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 overflate-forvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

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

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

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

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

Abrasjon

Abrasjon eller **abrasjonsverdien** gir uttrykk for steinmaterialers abrasive slitestyrke eller motstand mot ripeslitasje. Abrasjonsmetoden er en nordisk metode (noe avvik i gjennomføringen av testen mellom landene) som opprinnelig er utviklet fra den engelske aggregate abrasion test. Metoden anvendes først og fremst for kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årsgjenntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (Sa-verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_8) og abrasjonsverdien.

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kulemølle

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

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

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

Følgende klassifisering benyttes:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

Los Angeles-testen gir uttrykk for materialets evne til å motstå både slag og slitasje.

Metoden er opprinnelig amerikansk, men har lenge vært benyttet i flere europeiske land derav av NSB i Norge. Metoden kan utføres etter den amerikanske standardprosedyren ASTM C131 (fin pukk) og ASTM C535 (grov pukk) eller den nye europeiske CEN prosedyren prEN 1097-2, §4.

Etter CEN prosedyren utføres metoden ved at 5 kg steinmateriale i fraksjonen 10.0-14.0 mm roteres i en trommel sammen med 11 stålkuler. Innvendig har trommelen en stålplate som ved omdreining løfter materialet og stålkulene opp før det deretter slippes ned. Etter ca. 15 min. og 500 omdreininger taes materialet ut, våtsiktes og tørkes. Etter veiing beregnes prosentvis andel som passerer et 1.6 mm kvadratsik. Dette gir uttrykk for den mekaniske påkjenningen, og betegnes **Los Angeles-verdien (LA-verdien)**.

Det benyttes følgende klassifisering:

≤ 15.0	kategori A
≤ 20.0	kategori B
≤ 25.0	kategori C
≤ 30.0	kategori D
≤ 40.0	kategori E
≤ 50.0	kategori F
Ingen krav	kategori G

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

PSV er en engelsk metode som benyttes for å registrere poleringmotstanden til tilslaget som skal anvendes i toppdekke. I Mellom-Europa er det ønskelig med vegdekker med høy friksjonsmotstand for å unngå at de blir «glatte». I Norden er dette et ukjent problem p.g.a. bruk av piggdekk i vintersesongen som «rubber opp» og gir tilslaget i toppdekket en ru overflate.

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

Spesielle strukturer kan f.eks. være mikrostikk, som er små brudd i sammenbindingen mellom mineralene, eller stavformede feltspatkorn som fungerer som en slags armering i en ellers kornet masse (ofittisk struktur). Foliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at den har en foretrukket 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 tynnslipanalyse blir derfor sjelden helt representativ for bergarten.

SieversJ-verdi

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

Slitasjeverdi

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Bergartsmaterialet knuses ned til pulverform med kornstørrelse < 1 mm. I et bestemt apparatur påføres bergartspulveret en roterende stålplate. Et hardmetallstykk trykkes mot platen og utsettes for slitasjepåkjenning. Slitasjeverdien fremkommer som vekttapet i milligram for et prøvestykke av hardmetall.

Borsynkindeks (DRI)

På grunnlag av sprøhetstall og SieversJ-verdi kan man beregne forventet borsynk i en undersøkt bergart. En høy verdi av DRI (drilling rate index) indikerer at bergarten er lett å bore i, mens lav borsynkindeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 * DRI$ (cm/min).

Følgende klassifisering benyttes:

< 32	Meget liten
32-43	Liten
43-57	Middels
57-75	Stor
> 75	Meget stor

Borslitasjeindeks (BWI)

Forventet slitasje på en slagborkrone (meiselskjær) kan beregnes på grunnlag av Slitasjeverdi og Borsynkindeks (DRI). Høy verdi av BWI (bit wear index) antyder stor slitasje, og omvendt. Sammenhengen mellom BWI og målt slitasje i felt er logaritmisk.

Følgende klassifisering benyttes:

<18	Meget liten
18-28	Liten
28-38	Middels
38-48	Stor
>48	Meget stor

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

- * 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.

Vegformål:

Følgende krav er gjeldende i England:

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

Tabell 1.

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

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

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

Tabell 2.

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

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

Tabell 3.

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

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

Følgende krav er gjeldende i Tyskland:

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

Tabell 4.

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

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

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

Tabell 5.

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

Tabell 6.

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

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

Tabell 7.

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

Følgende krav er gjeldende i Frankrike:

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

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

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

Tabell 9.
Krav til toppdekke ved forskjellig trafikkbelastning.

Følgende krav er gjeldende i Nederland:

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

Tabell 10.

Grenseverdier for PSV for endel europeiske land avhengig av vegtype.

Følgende krav er gjeldende i Belgia: PSV > 50

Betongformål:

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

Kornform for grovt tilslag:

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

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

FIA - Kreves vanligvis ikke for betong.

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

FIC - Kreves vanligvis for uknust sand og grus.

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

Los Angeles:

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

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

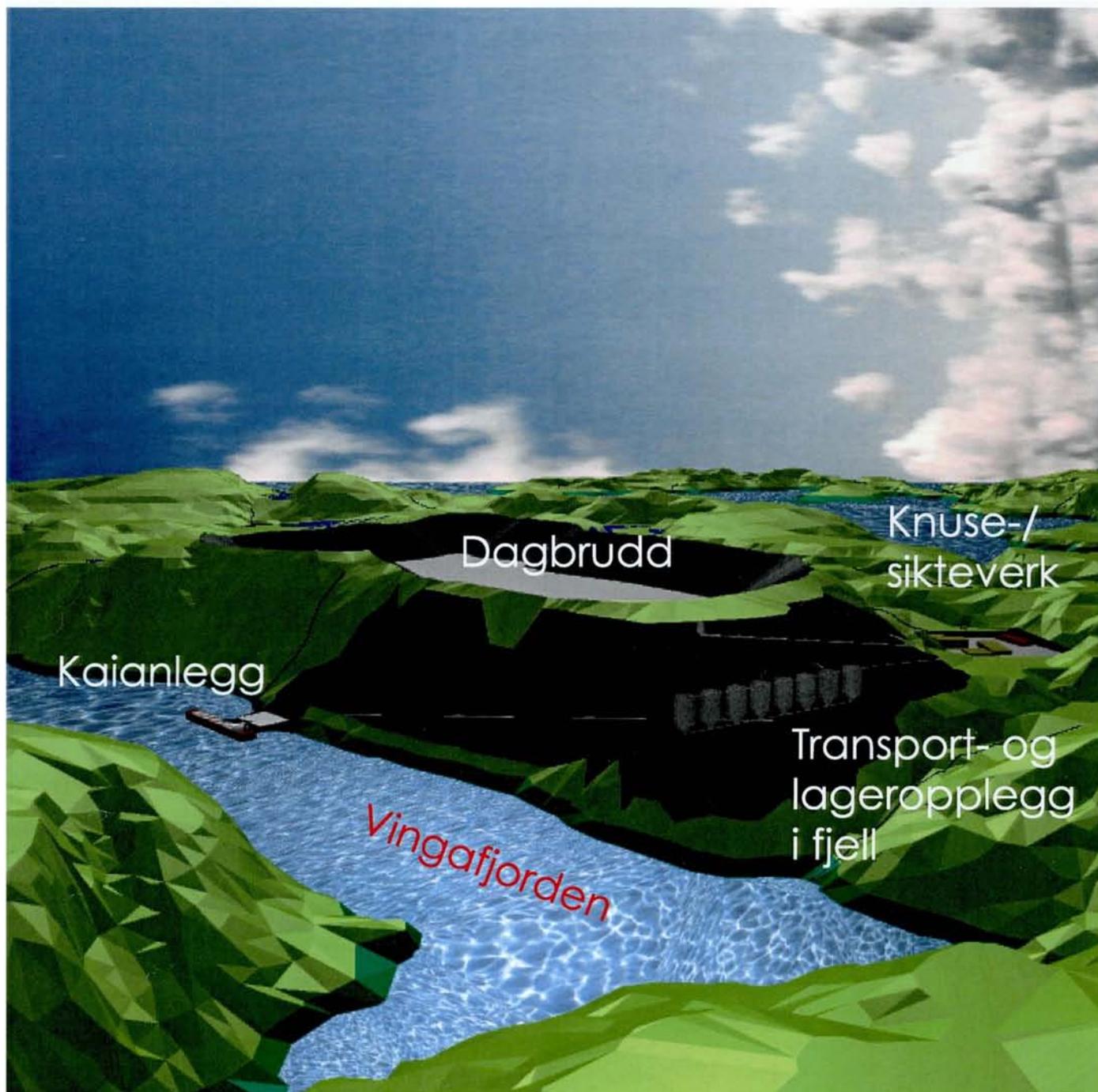
LAA - Vil vanligvis bare bli krevd i spesielle tilfeller bl.a. der piggdekk benyttes.

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

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

Kystnære store pukkverk

Langstrandheia - Osen kommune





Mekaniske egenskaper

Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

Raudnes

Lab.prøve nr.: 960080

KOMMUNE : 1154 Vindafjord
KARTBLADNR. :
FOREKOMSTNR.:

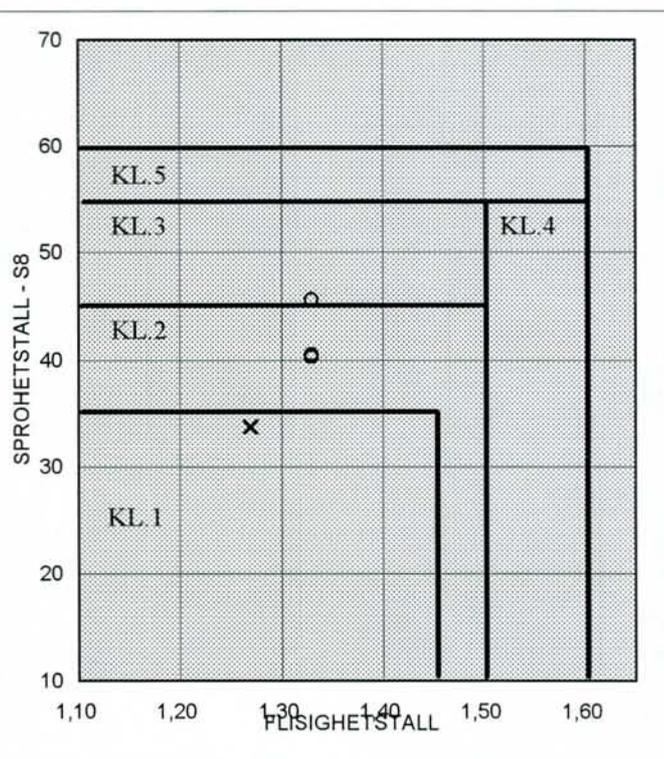
KOORDINATER :
DYBDE I METER :
UTTATT DATO :
SIGN. :

Visuell kvalitetsklassifisering :

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

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fl	1,33	1,33	1,33	1,27	1,25	1,27
Ukorr. Sprøhetstall-S0	40,3	40,5	45,6	33,8		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	40,3	40,5	45,6	33,8		
Materiale < 2mm-S2	7,7	8,1	8,2	6,6		
Kulemølleverdi, Km					8,0	8,2
Laboratoriekunst i %	100					
Middel fl 8-11,2 / S8:	1,33	/	42,1	Middel S2 :	8,0	
Middel fl 11,2-16/Km:	1,26	/	8,1	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	0,53	0,65	0,60	Middel :	0,60	
Sa-verdi (a * sqrt S8):	3,9			Densitet :	2,71	
Flis/Flakindeks 10-14:	1,28	/	9,6	LA-verdi :	21,4	



Merket x : slått 2 ganger (omslagsverdi)

BERGARTS BESKRIVELSE: Bergarten er en lys, grå gneis med svakt utviklet foliasjon.

Mineralinnhold: Kvarts 35 %, feltspat 50 %, glimmer 10 %, kloritt 3 %, epidot 2 %.

Reaksjon med HCL:

Sted:
Trondheim

Dato:

18/2 - 97

Sign.: