

NGU-rapport nr. 87.129

KVALITETSUNDERSØKELSE AV TILSENDT
SAND- OG GRUSPRØVE FRA
KARLSTAD MASKIN & TRANSPORT A/S
MEHAMN, FINNMARK 1987



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 87.129	ISSN 0800-3416	Y. APEN	
Tittel: Kvalitetsvurdering av tilsendt sand- og grusprøve fra Karlstad Maskin & Transport A/S, Mehamn, Finnmark, 1987			
Forfatter: John Anders Stokke		Oppdragsgiver: Karlstad Maskin & Transport A/S	
Fylke: Finnmark		Kommune: Mehamn	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 42	Pris: Kr. 62,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 18.07.1987	Prosjektnr.: 2362.00.53	Prosjektleder: John Anders Stokke
Sammendrag: Etter henvendelse fra Karlstad Maskin & Transport A/S har NGU foretatt kvalitetsvurdering av en innsendt sand- og grusprøve. Det er utført sikteanalyser, bergarts- og mineralkorntellinger, sprøhets- og flisighetsanalyse, abrasjonsundersøkelse og mørtelprøvestøping. Analysene av det innsendte materialet viser at det har en ugunstig bergarts- og mineralkornsammensetning. Materialet bør derfor ikke benyttes til høyverdige veg- og betongformål. Materialet kan dog benyttes i forsterkningslag og bærelag i mindre trafikkpåkjente veg-overbygninger. Likedan kan materialet benyttes til vanlig konstruksjonsbetong forutsatt at det bare tilsiktes fastheter i området C25. Det forutsettes i dette tilfellet at det benyttes materiale med tilfredsstillende og godt tilpasset gradering. En slik betong forventes å kreve mer vann og cement enn når det benyttes tilslag av bedre kvalitet.			
Emneord	Ingeniørgeologi	Byggeråstoff	
Sand	Grus	Kvalitetsundersøkelse	
Mørtelprøving			

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNLEDNING.....	2
UTFØRELSE.....	2
RESULTATER.....	3
KONKLUSJON.....	4

VEDLEGG

1. Kvalitetsvurdering av naturgrus
2. Mørtelprøving
3. Sprøhet og flisighetsanalyse
4. Siktekurve

STANDARDVEDLEGG

INNLEDNING


Etter henvendelse fra Karlstad maskin & Transport a/s, har NGU foretatt kvalitetsvurdering av en innsendt sand- og grusprøve med tanke på både veg- og betongformål. Det vises i denne sammenhengen til den skriftlige henvendelsen fra firmaet datert 26.02.87 (jnr. 898).


UTFØRELSE

Det er utført sikteanalyser, bergarts- og mineralkorntellinger, sprøhets- og flisighetsanalyse, abrasjonsundersøkelse og mørtelprøvestøping. Mørtelprøvestøpingen er utført ved Noteby a/s i Trondheim. Forøvrig er alle analyser, videre bearbeiding og rapportering utført ved NGU. Ved NGU har sivilingeniør Siw Kjeldsen utført endel bergarts- og mineralkorntellinger.

Alle resultater er omtalt i et eget kapittel. Det vurderingsgrunnlaget og de analysemetodene konklusjonen bygger på er forøvrig detaljert beskrevet i et eget standardvedlegg.

Trondheim 18.7.87


Peer R. Neeb
(seksjonssjef)


John Anders Stokke
(forsker)

RESULTATER

Korngradering

Det ble utført to sikteanalyser. Sikteanalysen for materiale med maksimal kornstørrelse på 63 mm, vedlegg 4, ble utført ved NGU. Siktekurven for mørtelprøven, vedlegg 2, ble utført ved laboratoriet til Noteby a/s. Begge kornkurvene har et gunstig forløp, men sikteanalysen utført ved NGU (vedlegg 4) viser et noe høyere fillerinnhold (materiale mindre 125 mikron), enn tilsvarende ved Noteby. Dette skyldes nok at materialet ikke ble godt nok blandet før prøvene til de ulike analyser ble tatt ut.

Bergarts- og mineralkorntellinger.

Bergarts- og mineralkorntellingene i vedlegg 1 viser at innholdet av glimmerskifer og fyllitt er meget høyt. Et så høyt innhold av uheldige mineraler og bergarter vil redusere materialets kvalitet til høyverdige formål.

Sprøhets- og flisighetsprøving

Sprøhets- og flisighetsanalysene i vedlegg 1 og 3, viser at materialet faller i kvalitetsklasse 4 iht. kvalitetskriteriene. Dette skyldes i første rekke en høy flisighet. Omslagsverdien indikerer at en egnet knuseprosess vil kubisere og dermed gi steinmaterialet forbedrede mekaniske egenskaper. Det må imidlertid gjøres oppmerksom på at kalibreringsforsøk med NGUs nye fallapparatet tyder på at verdiene ligger noe høyere enn det som laboratoriene ved Statens Vegvesen har oppgitt for de samme materialene.

Abrasjonsprøving

Abrasjonsprøvene i vedlegg 1 viser at materialet har liten motstand mot abrasiv slitasje. Materialet er derfor lite egnet for tilslag i bituminøse vegdekker.

Mørtelprøvestøping

Resultatene fra mørtelprøvestøpingen i vedleggene 1 og 2 viser at materialet gir relativt høyt vannbehov og lav mørtelfasthet. Dette skyldes nok det ugunstige bergarts- og mineralinnholdet. Materialet kan likevel anvendes som tilslag i vanlig konstruksjonsbetong forutsatt at det bare tilsiktes fastheter i området C25.

KONKLUSJON

Analysene av det innsendte materialet viser at det har en ugunstig bergarts- og mineralkornsammensetning. Materialet bør derfor ikke benyttes til høyverdige veg- og betongformål. Materialet kan dog benyttes i forsterkningslag og bærelag i mindre trafikkpåkjente vegoverbygninger. Likedan kan materialet benyttes til vanlig konstruksjonsbetong forutsatt at det bare tilsiktes fastheter i området C25. Dette forutsetter selsagt at det benyttes materiale med en tilfredstillende og godt tilpasset korngradering. En slik betong forventes å kreve mer vann og cement enn når det benyttes tilslag av bedre kvalitet.

KVALITETSUNDERSØKELSE AV SAND OG GRUS

Analyse	Enkeltanalyser	Gj. sn.	Kommentar til kvaliteten
<u>Sprøhet og flisighet</u> (j.nr. 872067)			
-Densitet	2.70		
-Sprøhetstall (S)	47.1 45.5 51.6	48.1	noe høy verdi
-Flisighetstall (F)	1.47 1.46 1.47	1.47	
-Pakningsgrad (P)	0 1 0		
-Korrigert sprøhetstall (KS)	47.1 47.7 51.6	48.8	noe høy verdi
-Omslagsverdi (O)	37.9		
-Flisighet for omslaget (FLO)	1.40		
-Modifisert spr.tall, f=1.40 (MS)	41.9 43.6 46.7	44.1	
-Modifisert omslagsverdi, f=1.40 (MO)	37.9		
<u>Mørtelprøvningsresultater</u> (Noteby j.nr. 37164)			
-Gradering, finhetsmodul Dmax = 4 mm	3.27		
- Vannbehovsindeks	4.1		høyt vannbehov
- Mørtelromvekt	2.27		
- Tilslagets tetthet	2.73		
- Tetthet fast stoff	2.82		
- Lagringstetthet	0.80		
- Fastheter MPA			
7 døgn	30.5		lav fasthet
28 døgn	38.1		"-
- v/c tall	0.50		
<u>Abrasjonsverdi</u> (j.nr. 872067)			
-Abrasjonstall (ABR)	0.59		
-Slitasjemotstand1 (kvadratroten av KS*ABR)	5.37		
-Slitasjemotstand2 (kvadratroten av MS*ABR)	5.10		



NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A/S

RÅDGIVENDE INGENIØRER - MRIF

GEOTEKNIKK, INGENIØRGEOLOGI,
HYDROGEOLOGI, GEOFYSIKK, BETONG-
TEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL

DISTRIKTSKONTOR TRONDHEIM
SVERRESDALSVN. 26
POSTBOKS 1139 SVERRESBORG
7002 TRONDHEIM
TLF.: (07) 55 25 00
TELEX: 66 263 NOTBY.N
TELEFAX: (07) 55 26 61

Norges Geologiske Undersøkelse
Postboks 3006

7001 TRONDHEIM

Deres ref.
Jon Stokke

Vår ref.
37164/EiS/iw

Dato
08.09.1987

MØRTELPRØVING AV SAND FRA MEHAMN

Som avtalt har vi foretatt mørtelprøving med vannbehovsmåling av 1 tilsendt sandprøve fra Mehamn.

Prøven var merket:

- Karlstad Maskin og Transport A/S
9970 Mehamn
Fra massetak: < 4,75 mm

Undersøkelsene har bestått i måling av:

- Tilslagetets korngradering, humusinnhold, slaminnhold og spesifikke vekt.
- Powers vannbehovsindeks, i henhold til metode beskrevet i NOTEBY-rapport nr. 13861/2.
- Sandens fasthetsegenskaper i mørtel, i henhold til metode beskrevet i NOTEBY-rapport nr. 13861/3.
- Petrografisk undersøkelse.

Resultatene er presentert på vedlagte tegninger nr. 37164 -60, 37164 -700 og 37164 -190.

Sanden har et høyt vannbehov og gir dårlig fasthet i mørtel/betong. Den petrografiske undersøkelsen viser at årsaken til dette er den mineralogiske sammensetningen og fysiske tilstanden i sanden.

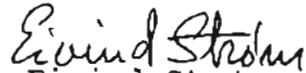
Ved bruk til betong ville denne sanden gi et høyt cement og vannbehov, og ha et lavt fasthetspotensiale.

Vennlig hilsen

NOTEBY

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S


Svein Willy Danielsen


Eivind Strøm

Vedlegg: Tegninger nr. 37164 -60, -700 og -190

BYGGEPLASS :

OPPDRAGSGIVER: Norges Geologiske Undersøkelse

 TILSLAG : Sand 0 - 4,75 mm MENGDEN KG

 HVOR UTTATT : ~~Karlstad~~ maskin og transport A/S DATO
 MEFLAMN

 HUMUSPRØVE - FARVE : 0,4 ANM. Tilfredsstillende

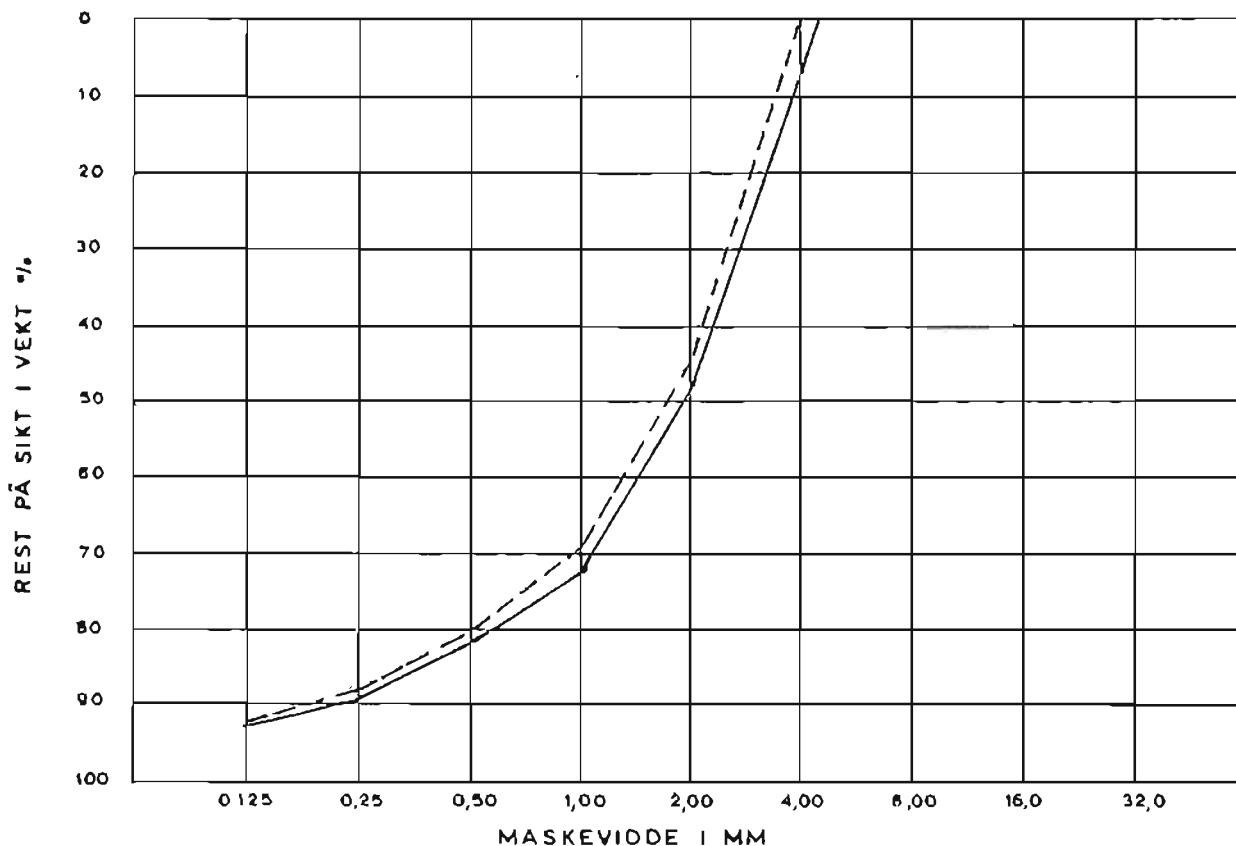
 SLAMM - VOLUM % : 11,4 ANM. "

 SPESIFIKK VEKT : 2,73 kg/dm³ ANM. Normalt

KORNFØRM: AVRUNDET - SKARPKANTET - FLAT - LANGSTRAKT - KUBISK - UREGELMESSIG

SIKTEPRØVE

MASKEVIDDE MM	0,125	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,0	32,0	F.M.
REST PÅ SIKT, VEKT %	92,8	88,6	81,2	70,8	47,4	5,9				3,40
REST, REQ. TIL 4 MM	92,4	87,9	80,0	69,0	44,1	0				3,27



————— Naturlig gradering

- - - - - Redusert til Dmax = 4,0 mm

ANSVARSHAVENDE

ANG.: PETROGRAFISK UNDERSÖKELSE AV SAND/GRUS MATERIALE

LOKALITET :		PRÖVE NR. :	FRAKSJON (mm)			
			2 - 4	0,5-1,0	0,125-0,250	
Grus fra Mehamn						
			1 % AV HELE FRAKSJONEN			
KORNFORM	Kubisk skarpkantet	9				
	Kubisk rundkantet	47				
	Kubisk rundet	28				
	Flisig	14				
	Stenglig					
OVERFLATE- BELEGG	Siltbelegg i alle fraksjoner	100	100	100		
FYSISK TILSTAND	Svake og/eller forvitrede korn	6	24			
BERGARTSTYPE / MINERAL	Sandstein/metaarkose	49	15			
	Fyllitt	25	13			
	Glimmerskifer	21	16			
	Kvartsitt	1	2			
	Kvarts/feltspat	4	15	17		
	Glimmerrike bland.korn (kvartsskifer glimmerskifer)		39	46		
	Kloritt			23		
	Glimmer			11		
	Mørke mineraler			3		

DIFFERENTIALTERMISK ANALYSE (DTA)

ANMERKNINGER:

En tynnslipstudie har gitt en sikrere oversikt over mineralfordelingen i de finere fraksjonene. Materialet inneholder en høy andel glimmerrike korn i alle fraksjoner. Spesielt i de to fineste fraksjonene er det en stor andel finkorna mineraler med svak binding.

Kornformen i fraksjonen 2-4 mm er ugunstig med hele 42% flisige og stenglige korn.

Materialet må forventes å gi høyt vann- og sementbehov.

4000 - 602	LAB. NR. 27/87	UTF. AV KEK	TEGNET iw	DATO 08.09.87	SAK NR. 37164	TEGN. NR. 190	REV
------------	-------------------	----------------	--------------	------------------	------------------	------------------	-----

PRØVE NR./STED	MEHAMN			
GRADERING, FM ¹⁾	3,27			
VANNBEHOVSINDEKS, K_N	4,1			
MØRTELROMVEKT, ρ_m	2,27			
TILSLAGETS TETTHET, D_T	2,73			
TETTHET FAST STOFF, D_F	2,82			
LAGRINGSTETTHET $I_\rho = \frac{\rho}{D_F}$	0,80			
FASTHETER, MPa				
σ_7	30,5			
σ_{28}	38,1			
V/C-TALL	0,50			

- 1) Benyttet naturlig gradering 0-4,0 mm karakterisert ved følgende finhetsmoduler.

SAMMENSTILLING AV RESULTATER MØRTELPRØVING, SAND FRA MEHAMN	MÅLESTOKK	TEGNET IW	REV.
		KONTR. E.S.	KONTR.
		DATO 08.09.87	DATO
OPPDRAG NR. 37164	TEGN. NR. 700	REV.	SIDE

Journalnr. -----

Rapportnr. -----

Flisighet og sprøhet av bergarter

Vedlegg 3

Lokalitet : MEHAMN

Kartblad :

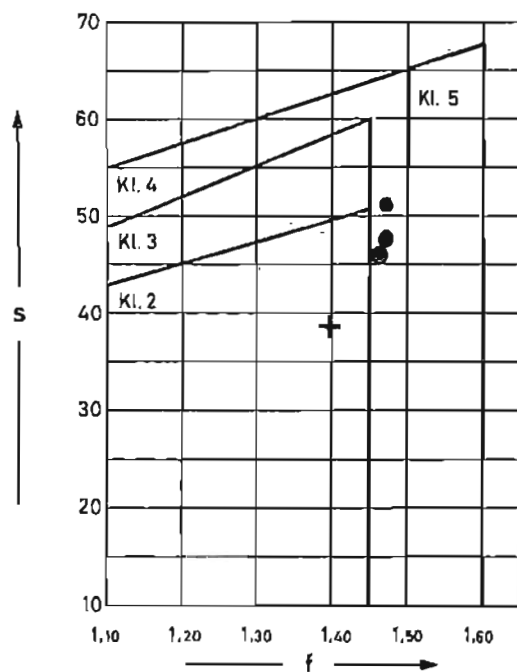
Koordinater :

Innsamlet av : KARLSTAD MASKIN A/S

Bergartsundersøkelse :

Kornstørrelse	● 8,0 - 11,3mm					▼ 11,3 - 16,0 mm				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Prøve nr.										
Flisighetstall (f)	1.47	1.46	1.47		1.40					
Sprøhetstall (s)	47.1	45.5	51.6		37.9					
Pakningsgrad	0	1	0		0					
Korrigert sprøhetstall (s)	47.1	47.7	51.6		37.9					
% Laboratoriepukket	50	50	50		+					

Sprøhet og flisighet

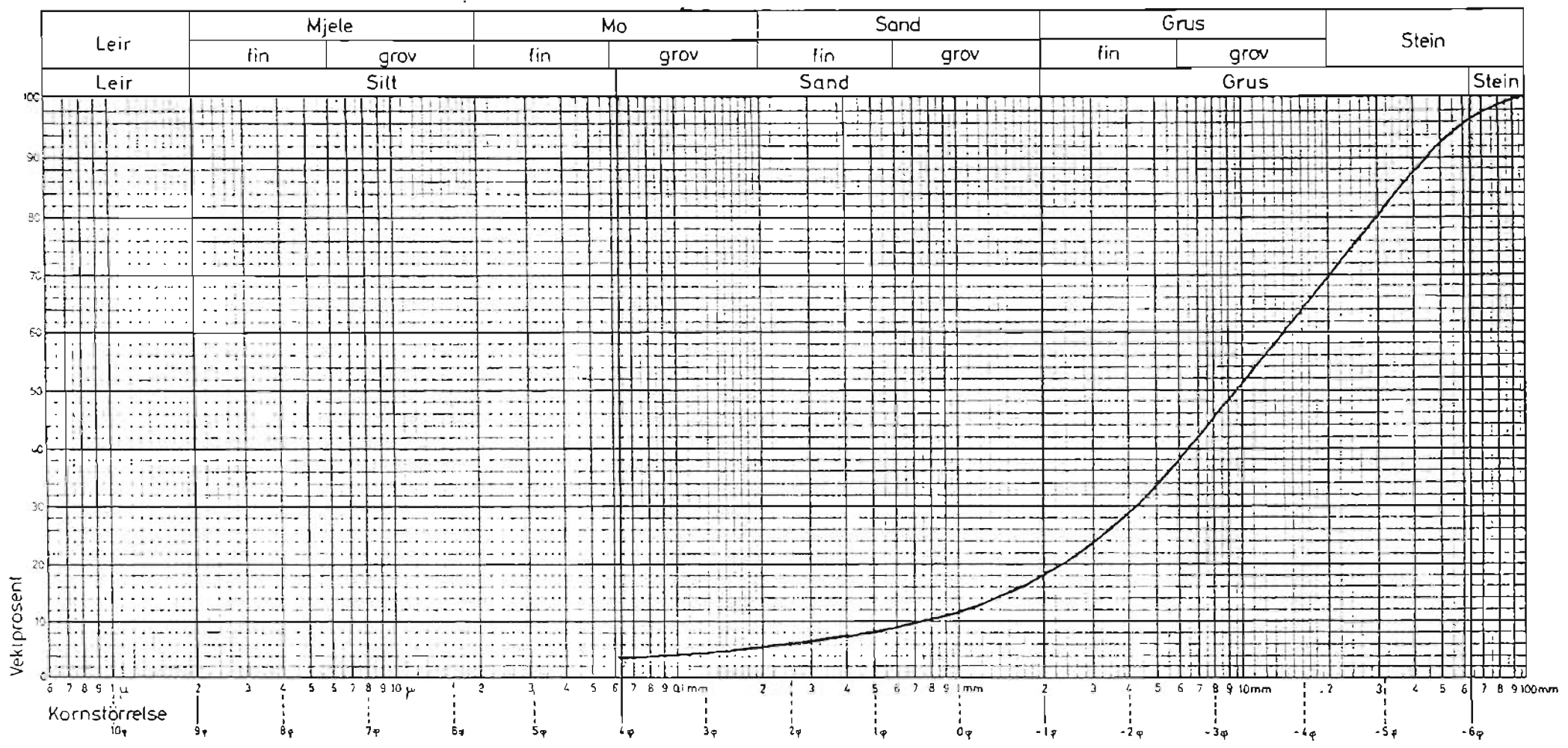


Mrk. + : Slått to ganger

Spesifikk vekt: 2.70

Merknad :

Kornfordelingskurver



Prøve nr	Sted	Dyp	> 19,1mm	< 0,002 mm	Md	So		Merknader
	KARLSTAD MASKIN & TRANSPORT AS							
	9970 HEHAMN, FINNMARK							
87 0288	TIDLIGERE GRUSTAK ETTER STATENS VEGVESEN							

Trondheim den 9/6 1987

Arvid Stenlund

STANDARDVEDLEGG

A. NGU'S MODELL FOR SAND OG GRUSUNDERSØKELSER.....	A-1
B. KVALITESVURDERING OG KVALITESKRAV AV SAND OG GRUS TIL BETONG OG VEGFORMÅL.....	B-1
C. VOLUMVURDERING.....	C-1
D. FELTUNDERSØKELSER.....	D-1
E. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENE'S INNDELING.....	E-1
F. LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	F-1
Kornfordelingsanalyse.....	F-1
Sprøhet (Fallprøven).....	F-1
Flisighet.....	F-2
Sprøhet og flisighet.....	F-3
Bergarts- og mineralkorntelling.....	F-2
Humus og slambestemmelse.....	F-3
Abrasjon.....	F-3
Slitasjemotstand.....	F-4
Tynnslip.....	F-4
SieversJ-verdi.....	F-4
Slitasjeverdi.....	F-5
Borsynkindeks (DRI).....	F-5
Borslitasjeindeks (BWI).....	F-5
Prøvestøping.....	F-5

A. NGU'S MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER

"Sand" og "grus" er geologisk sett løsmasser innenfor de bestemte kornfraksjonene: sand 0.06-2 mm, grus 2-64 mm og stein 64-256mm. Uttrykkene sand og grus blir i daglig tale brukt om hverandre som en fellesbetegnelse på løsmasser til bygge- og anleggsformål. I praksis gjelder det kornstørrelsene sand-grus-stein.

Sand og grus er i naturen konsentrert i forekomster som er bygget opp av vannbehandlet materiale. Særlig viktig er breelvavsetninger dannet under innlandsisens avsmelting. Enkelte steder kan også elveavsetninger, strandavsetninger og morenemateriale være viktige forekomsttyper.

Sand- og grusforekomster har flere anvendelsesmuligheter enn som byggeråstoff til bygge- og anleggsformål. De kan nyttes som byggegrunn, landbruksareal, grunnvannsuttak, kloakkresipient og avfallsdeponier. Alle disse anvendelsesmuligheter blir belyst ved sand- og grusundersøkelser, men hver anvendelse krever spesialundersøkelser.

Forundersøkelse

I forundersøkelsen vil en normalt få lokalisert og arealavgrenset et områdes sand- og grusforekomster. Det blir også gjort en grov vurdering av mengde og kvalitet på grunnlag av geologisk tolkning av forekomstenes dannelse og oppbygning. Denne tolkingen er basert på overflatekartlegging, snittbeskrivelse og spredt prøvetaking. Prøvene analyseres med hensyn på kornfordeling og bergarts-mineralkornsammensetning. Resultatene blir presentert som mulig mengde og kvalitet for de enkelte forekomstene, f.eks. 19 (min.) -20 (max) mill. m³, middels til gode tekniske egenskaper.

Der det er utført regional kvartærgeologisk kartlegging i M 1:50 000, vil det vesentligste av forundersøkelsen være utført.

De videre undersøkelsene i fase 1 og 2 har som viktigste mål å gi sikrere informasjon om mengde og kvalitet for et utvalg av forekomstene. Normalt vil kostnadene pr. arealenheter øke drastisk når en må ta i bruk teknisk utstyr for å fremskaffe disse informasjonene.

Oppfølgende undersøkelse

Ved de direkte metodene tar en prøver eller sonderborer på ønskede steder i avsetningen. Prøvene tas oftest kontinuerlig ved sjakting på overflaten eller i snitt, eller unntaksvis ved prøvetakende boringer nedover i forekomsten. Prøvene analyseres for vurdering av egnethet til teknisk bruk, oftest sprøhets- og flisighetsanalyse, kjemisk og mineralogisk analyse og i visse tilfeller utføres betongprøvestøping.

Ved bruk av indirekte metoder tolkes materialsammensetninger mot dypet ut fra registrering av f.eks. lyd gjennomgangshastighet (refraksjonsseismikk)

eller elektrisk ledningsevne (elektriske motstandsmålinger). De indirekte metodene er viktige i denne fase av undersøkelsene.

Resultatene blir presentert som sannsynlig mengde og kvalitet og framkommer som en syntese av indirekte metoder, kartlegging og tolkning av geologisk dannelseshistorie og noe prøvetaking. Eksempel på konklusjon av oppfølgende undersøkelser kan være minimum 13-maksimum 17 mill. m³ sand og grus av god teknisk kvalitet.

Fase	Innhold	Resultat
Forundersøkelse	-Tidligere undersøkelser	-Lokalisering av forekomster
	-Løsmasse registrering kartlegging målestokk 1:50.000	-Mulig mengde og kvalitet
	-Flyfotostudier	
	-Befaringer	
	-Evt. prøvetaking	
Oppfølgende undersøkelse	-Kartlegging målestokk 1:20.000	-Skille ut viktige forekomster
	-Geofysiske undersøkelser	-Sannsynlig mengde og kvalitet
	-Sonderboringer	
	-Prøvetaking	
Detaljundersøkelse	-Kartlegging målestokk 1:20.000	-Påvise enkelt forekomsters egnethet for ulik anvendelse
	-Geofysiske undersøkelser	-Påvist mengde og kvalitet
	-Sonderboringer	
	-Prøvetaking	

FIG. 1 NGU'S MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER

Detaljundersøkelse

Detaljundersøkelse skiller seg fra oppfølgende undersøkelser ved et tettere undersøkelsesnett og mer bruk av prøvetakende boringer. Det samles inn materiale i større prøver til spesialundersøkelser som betongprøvestøping. Eksempler på konklusjon av detaljundersøkelsen kan være 14 (min.) -16 (max.) mill. m³ sand og grus med god teknisk kvalitet, egnet som tilslag i høyfasthets betong og vegoverbygning.

B. KVALITETSVURDERING OG KVALITETSKRAV AV SAND OG GRUS
TIL BETONG OG VEGFORMÅL.

Kvalitetsvurdering av sand og grus skjer vanligvis med tanke på veg og betongformål. To sett av parametre er særlig viktig i denne sammenhengen:
-Materialets materialtekniske egenskaper.
-Materialets sammensetning (fordeling og indre oppbygging) innen forekomsten.

Det er utviklet mange laboratorieundersøkelser for å vurdere sand og grusmaterialers egnethet til ulike veg og betongformål. De viktigste og mest relevante metoder for å undersøke de materialtekniske egenskaper er beskrevet i egne vedlegg.

Materialsammensetningen vil normalt, mer eller mindre lovmessig, variere både horisontalt og vertikalt innen forekomster. Materialsammensetningen omfatter både løsmassenes kornstørrelesfordeling, lagdeling og indre oppbygging. En vesentlig del av feltundersøkelsene (beskrevet i eget vedlegg) vil bestå i vurdering og dokumentasjon av materialets sammensetning. Omfang og opplegg for feltundersøkelsene må tilpasses ambisjonsnivået, kravet til dokumentasjon og de naturgitte forutsetninger i tilknytning til forekomstene.

Det er de opprinnelig dannelsesprosesser og det geologiske miljø i tilknytning til disse som bestemmer materialkvaliteten og sammensetningen. Det er derfor viktig å ha kunnskap om både de regionale og lokale kvartærgeologiske forhold i tilknytning til sand og grusforekomster.

Sand og grus til betongformål.

Norske standardspesifikasjoner for betong er lite presise og må justeres etter behov og bruk. Det er en lang rekke materialtekniske egenskaper som har betydning og bare de viktigste blir omtalt i det følgende. Direkte funksjonsorientert testing av ett tilslag, som prøvestøping og etterkontroll av konstruksjoner der det aktuelle tilslaget inngår, kan i mange tilfeller være enklere og sikrere enn å foreta omfattende undersøkelser av tilslagets materialtekniske egenskaper. Enkle kvalitative vurderinger basert på viktige materialtekniske egenskaper er derimot viktige når en vil foreta en grov sammenligning av ulike forekomster som tidligere har vært lite undersøkt.

Korngradering

Bearbeidbarheten av fersk betong er først og fremst avhengig av mengdeforholdet mellom sand og stein. Økes sandinnholdet vil bearbeidbarheten også øke. Sandpartiklene gir kulelagereffekt i den ferske betongen. Når middelkornstørrelsen (D50) minskes vil også vannbehovet øke. Dette skyldes først og fremst økningen i spesifikk overflate for

tilslaget. Det vil nå kreves mer vann for å fukte mineraloverflatene. Skal v/c forholdet opprettholdes må det nå tilsettes mer sement.

Fastheten av en fullt komprimert betongblanding er først og fremst avhengig av vann/cementforholdet. Det har også vist seg at betongstyrken er noe avhengig av av graderingen og den maksimale kornstørrelsen. Et finkornig tilslag med liten middelkornstørrelse gir lavere fasthet enn en betong med et grovere tilslag når betongsammensetningen forøvrig er gitt. Med tanke på både materialkostnad og fasthet er det gunstig å benytte en stor maksimal kornstørrelse (D-max). Det er imidlertid påvist at det eksisterer en D-max som gir optimal betongfasthet. En D-max utover dette nivået gir indre bleeding og separasjon og vil redusere betongfastheten. Hensynet til betongens bearbeidbarhet, stabilitet og armeringsnettets tetthet vil også begrense betongprodusentens handlefrihet.

Fillerinnholdet, materiale mindre enn 125 mikron, har en viss betydning for betongens stabilitet. Et høyt fillerinnhold motvirker betongens tendens til bleeding og vannutskillelse. På den annen side vil et høyt fillerinnhold gi et større vannbehov. Normalt bør fillerinnholdet være omlag 2-5 vektprosent for sand i fraksjonsområdet 0-4 mm.

I praksis må det velges tilslag som gir rimelig bearbeidbarhet, lavt vannbehov og minimal separasjonsfare. I figur 3 er det vist eksempel på veiledende kurver for betongtilslag. Kurver som faller innenfor sone 1 gir en lett bearbeidbar betong og passer for blandinger med lavt v/c forhold. Det lave finstoffinnholdet gir imidlertid en viss fare for separasjon. Kurver i sone 3 er den andre ytterligheten. En slik gradering gir en kohesiv og lite bearbeidbar betong.

I naturen har sand ofte et høyt innhold av partikler i fraksjonsområdet 1-4 mm. En slik partikkelinterferens gir kurven en karakteristisk "sandpukkel". Dette gir stor hullromsprosent og blandingen må tilsettes mere vann for å oppnå samme bearbeidbarhet som i sone 1. Dette fører i sin tur til et høyere v/c forhold og lavere fasthet. Kreves på den annen side samme fasthet og bearbeidbarhet må sementmengden økes.

For å ha bedre kontroll med graderingen er det vanlig å benytte separate lagre med ferdigfraksjonert materiale i sand- og steinfraksjonen når betongen settes sammen. Med disse to fraksjonene kan sand/stein forholdet fikseres og lett tilpasses den tilsiktede korngradering. Undertiden benyttes flere enn to delmaterialer. Med for eksempel to typer sand og en type stein kan kornkurven fikseres på to punkter. Siktekurven for de tre delmaterialene må selvsagt være kjent på forhånd. I tillegg til sand/stein forholdet, kan nå fillerinnholdet også fikseres. Benyttes sand med lav middelkornstørrelse må steininnholdet økes og motsatt.

Det må imidlertid presiseres at den ideelle gradering ikke eksisterer når andre relevante tilslagsparametre kan variere fritt. En kan i beste fall angi soner med veiledende kurve for betongsand. I norsk standard er , NS 427A, er av denne grunn de veiledende betongkurvene nå fjernet.

Kunstig innført luft har både stabiliserende og "smørende" virkning på betong. Fordi luftinnførende tilsetningsstoff erstatter endel av sand og fillerinnholdet bør det benyttes graderinger med lavere finstoffinnhold.

Graderingskurven er noe uhåndterlig og i proporsjoneringsøyemed benyttes ofte avlede parametre som finhetsmodulen (FM) og maksimal kornstørrelse (D-max).

Kornform og overflateforhold

Flisig og kantet materiale vil generelt gi større vannbehov og dermed høyere cementforbruk (om v/c og dermed fastheten skal opprettholdes). Dårlig kornform kan bare delvis kompenseres for ved tilsats av plastiserende stoff, derimot kan knusing av tilslaget grovere fraksjoner virke gunstig.

Uheldig bergarts-/mineralfordeling

Innhold av fri glimmer, skiferkorn og fysisk svake korn i tilslaget vil både øke den ferske betongs vannbehov og virke ugunstig inn på fasthetsutviklingen. Dette kan bare i en viss grad kompenseres for ved bruk av plastiserende tilsetningsstoffer.

Innhold av magnetkis og svovelkis kan redusere en hernende betongs fasthet ved at sulfider fra kis i kontakt med cementlimet kan reagere kjemisk. Dette vil primært være et problem der en anvender tilslag med knust steinmateriale, da kis i naturgrus som regel er vitret bort. Denne type uheldige reaksjoner kan imidlertid motvirkes ved bruk av sulfatbestandig cement.

Alkaleløselig kiseltsyre i kvartsvarianten opal og i en viss grad kisel i bergarter som flint, rhyolitt og fyllitt kan reagere med cementlimet, og ha skadelig innflytelse på den herdende betongs fasthet. Slik bergarter er lite utbredte i Norge og følgelig er denne type reaksjoner svært sjeldne i Norge.

Det er forøvrig utarbeidet en metode for visuell kvalitetsklassifisering av mørtelsand. Metoden er basert på innholdet av fri glimmer og skiferkorn i to fraksjoner. Diagrammet for kvalitetsbestemmelsen er vist i figur 3. Glimmer og skiferinnholdet vurderes visuelt ved mineral og bergartstillinger (s.d.).

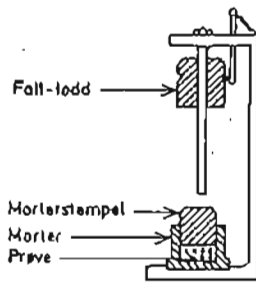
Forurensninger

Om tilslaget inneholder humus (dekomponert organisk materiale) kan dette forsinke og i verste fall forhindre cementens herdning. Salter og klorider kan skape korrosjonsproblemer på innstøpt stål.

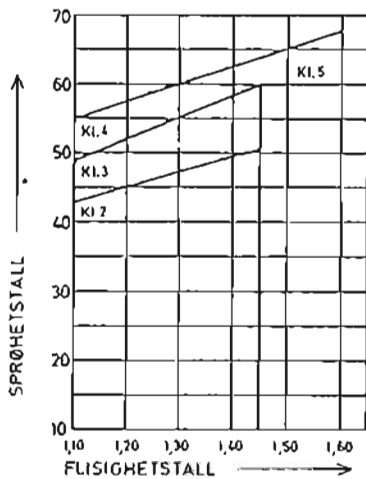
Belegg (beising) av finstoff (leir evt. siltfraksjonen) kan redusere heftfastheten pasta/tilslagskorn og redusere den generelle betongfastheten.

KVALITETSUNDERSØKELSE AV VEGMATERIALE VED FALLPRØVEN

FALLAPPARAT



KLASSEINDELING VED FALLPRØVEN



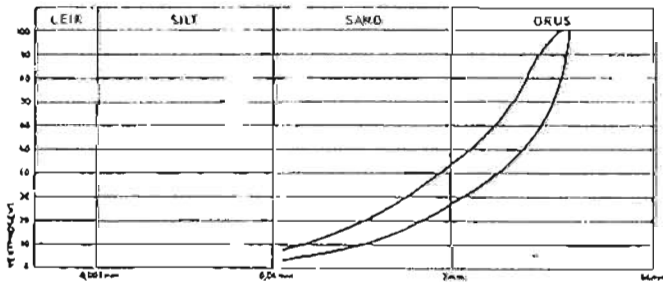
VEILEDENDE KRAV TIL KVALITETSKLASSE FOR VEGMATERIALE

MATERIALTYPE	ÅRSØGNTRAFIKK				
	> 6000	3000-6000	1000-3000	500-1000	< 500
DEKKER:					
TOPEKA	2	2	2	2	2
ASFALTBETONG	3	3	3	3	3
ASFALTGRUSBETONG	4	4	4	4	4
ASFALTØSNINGSGRUS			2	3	3
OVERFLATEBEHANDLING	3	3	3	3	3
OTTADEKKE			3	4	4
OLJEGRUS				2	3
GRUSDEKKE					3
BÆRELAG:					
ASFALTSTAB. GRUS	4	4	5	5	5
ASFALTERT PUKK	3	3	4	4	4
PENETRERT PUKK	5	5	5	5	5
MEKANISK STAB. MATR.	3	3	3	3	3
FORSTERKNINGSLAG $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \geq 10$	5	5	5	5	5

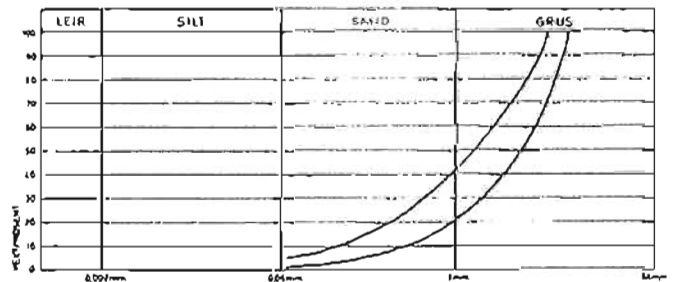
KVALITETSKLASSE

■ Max 2000

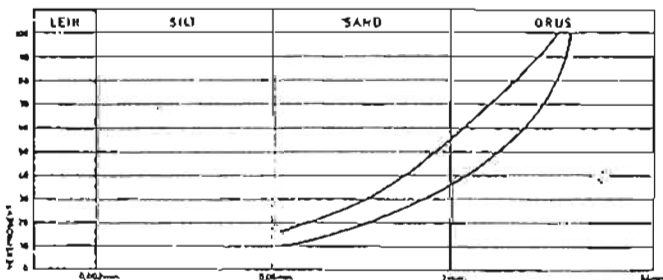
KRAV TIL KORNFORDELING FOR VEGMATERIALE



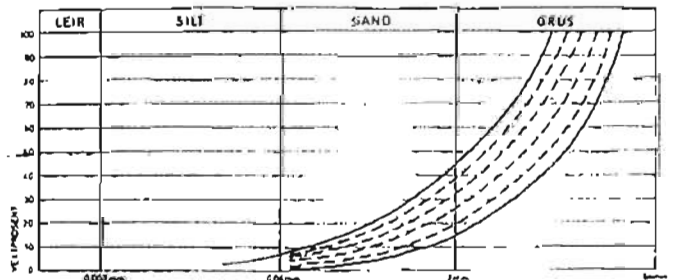
Asfaltgrusbetongdekker (Agb 16)



Dekker av oljegrus og asfaltløsingsgrus



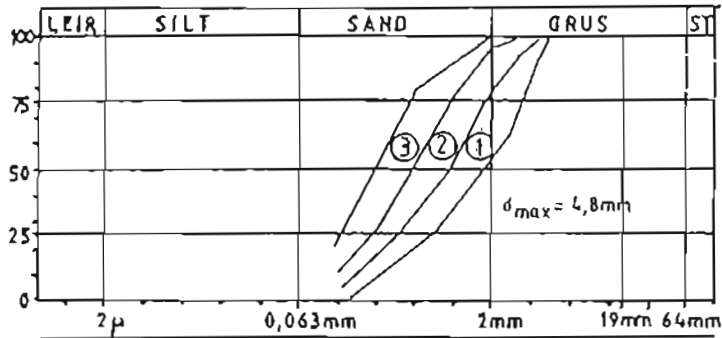
Mekanisk stabilisert grusdekke



Bærelag

FIG. 2

ORIENTERENDE SIKTEKURVER FOR MØRTELSAND

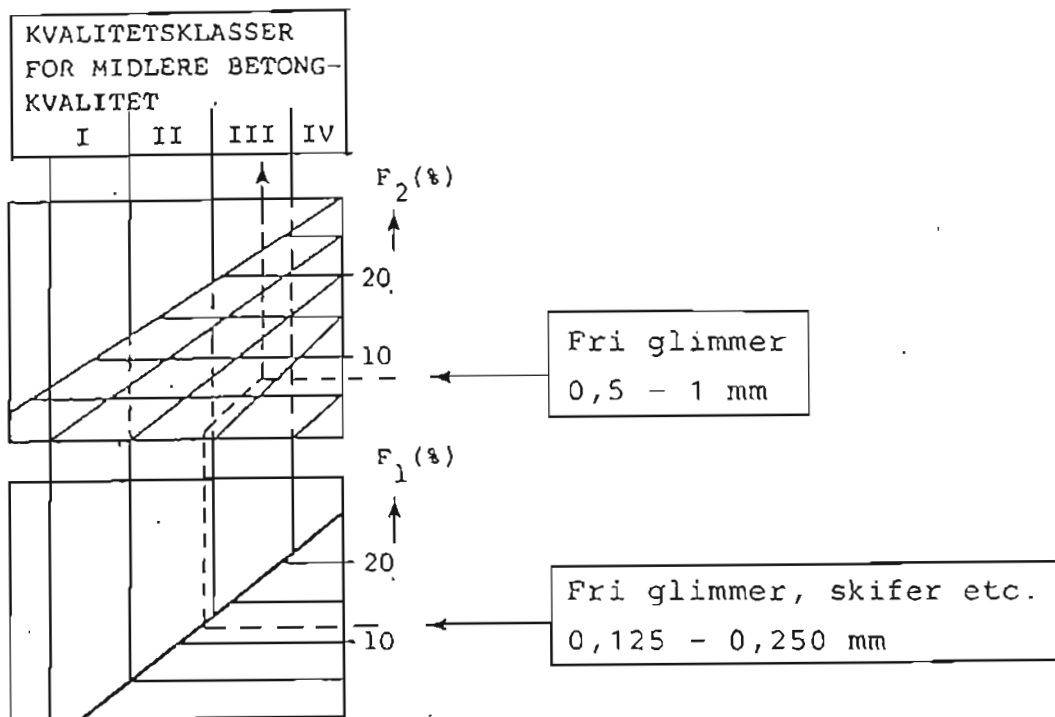


SONE

EGNETHET

- | | |
|---|--|
| 1 | Tilslag til betong med høy fasthet |
| 2 | Tilslag til vanntett betong |
| 3 | Pussand, filler, ikke egnet som fullstendig tilslag. |

DIAGRAM FOR VISUELL KVALITETSKLASSIFISERING AV MØRTELSAND



KVALITETSKLASSENE

- I Meget god kvalitet
- II God kvalitet
- III Middels kvalitet
- IV Dårlig kvalitet

FIG. 3

Innhold av humus, salter, klorider og overflatebelegg kan effektivt motvirkes ved en vaskeprosess.

Sand og grus til vegformål.

Mekaniske egenskaper og kornform.

Ut fra mekanisk styrke (sprøhetstallet) og kornformen (flisighetstallet) klassifiseres veggrus i kvalitetsklasser i henhold til gjeldende norm i fire kvalitetsklasser fra klasse 2 til 5 (5 er laveste kvalitet). Figur 2 gir en oppstilling over forholdet mellom vegdekketyper, trafikkbelastning og krav til kvalitetsklasser.

Uheldig bergartsfordeling.

Enkelte bergartsmineral er ifølge forskriftene ikke anbefalt i vegdekker. Dette gjelder for eksempel fyllitt, kalkstein og olivin.

Korngradering.

Statens Vegvesen stiller også krav til korngradering til de forskjellige vegdekketyper. Figur 2 viser grensekurver for dekker og bærelag. Vegteknisk skilles det klart mellom dekker, bærelag og forsterkningslag. Disse tre forskjellige lag i vegens oppbygging stiller vesensforskjellige krav til materialet. Asfaltgrus-betong brukes som slitelag og bærelag på vegger med lavere årsdøgntrafikk. Grusdekker består av mekanisk stabilisert grus med passende mengder korn helt ned til leirstørrelsen. Bærelag av velgraderte materialer ligger under veidekket. Storparten av sand-og grusmateriale anvendt til vegformål går til vegens bærelag. Kornfordelingskurven skal ligge innenfor og mest mulig parallell grensekurvene og må ikke krysse mer enn 2 av de stiplede linjene. Forsterkningslag ligger under bærelaget og øker vegoverbygningens styrke. Krav til kornfordelingskurve har man ikke, men forholdt mellom 60 og 10% gjennomgangen skal være større en 10.

C. VOLUMVURDERING

Ressursenes volum er primært ved de fleste sand-og grusundersøkelser. I denne sammenheng regner en vanligvis all sand og grus med middelkornstørrelse større enn omlag 0,2 mm som ressurs. Ressursenes mektighet fra overflaten (evt. under tynt dekke av andre løsmasetyper) til fast fjell, grunnvann eller andre løsmasser, må stipuleres innen det arealavgrensede forekomstområdet. Nøyaktigheten vil foruten de naturgitte forutsetninger være avhengig av omfang og ambisjonsnivå ved undersøkelsene. Innen større detaljundersøkte forekomter er det ofte naturlig å dele forekomsten i flere mektighetssoner og fremstille dette på såkalte mektighetskart. Ikke minst er slike kart svært illustrative og til god hjelp for alle kategorier brukere av geologisk informasjon. Forekomstens totale volum vil da fremkomme som summen over alle sonevolum, der det enkelte sonevolum er produktet av en sones areal og midlere sonemektighet.

Ved de fleste volumvurderinger er økonomisk kartverk med 5 m's koter som regel et nødvendig hjelpemiddel.

Ved volumvurderinger tar NGU som regel ikke hensyn til om nåværende eller planer for fremtidig arealbruk er forenlig med eventuelle masseuttak.

D. FELTUNDERSØKELSER

Kvartærgeologisk kartlegging (KK)

KK omfatter en oversiktlig klassifisering og tolkning av løsmassene etter deres dannelse. Kartets innhold og løsmassenes inndeling er forøvrig beskrevet i et eget vedlegg. Flyfoto, som ved bruk av enkle stereobriller gir tredimensjonale terrengmodeller, er et nødvendig hjelpemiddel under større kartleggingsoppgaver. Tolkning av flybilder sammen med systematisk registrering og befaring i felt er de viktigste elementer under all KK. I områder med dårlig billeddekning og under mindre oppdrag kan en alternativt benytte økonomisk kartverk (M 1:5 000-20 000) under kartlegging. Relevante opplysninger fra tidligere geologiske undersøkelser er som regel svært nyttige og kan gi mulighet for mer rasjonelt feltarbeid.

Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter

Opplysninger om løsmassenes mektighet, lagfølge og sammensetning har foruten allmen vitenskapelig interesse, også stor interesse for løsmassenes egnethet som byggeråstoff. Inspeksjon, beskrivelse og prøvetaking i åpne snitt og gravde sjakter langs utvalgte profil er ofte et nødvendig supplement til kartlegging. Ofte gir åpne lett tilgjengelige snitt i massetak, vegskjæringer, byggeproper og naturlige utglidninger etc. tilstrekkelig informasjon under regional kartlegging og andre forundersøkelser. Er kravet til dokumentasjon stort (ved oppfølgende og detaljerte undersøkelser), og forekomsten har få åpne snitt, må det graves sjakter med gravemaskin eller manuelt der maskinelt utstyr ikke kommer fram. Sjaktene plasseres på steder der det er lett å nå ned til urørt, humusfritt materiale. I grusterasser graves det som regel sjakter langs utvalgte profil i brattskråningene ned fra terrasseflaten.

Prøvetaking

Vekten av prøvetatt materiale i snitt og sjakter varierer fra 0,5 til 22 kg ved kornfordelingsanalyser (avhengig av toppsiktets lysåpning) 5-15 kg ved sprøhet og flisighetsprøver og 30-80 kg ved betongprøver.

Seismiske undersøkelser

Seismiske undersøkelser går ut på å måle lyd hastigheten innenfor de enkelte lag i løsavsetninger og berggrunn. Lydbølgende forplanter seg med ulik hastighet i forskjellige jordarter og er sterkt avhengig av vannmetningsgrad. Målingene skjer ved at en gjennom sprengning eller slag initierer lydbølger som forplanter seg gjennom avsetningene. Geofoner utplassert langs en profillinje registrerer når lydbølgen når fram til de enkelte geofonpunkter, og tiden avleses på et instrument seismograf). Disse tidsavlesningene danner basis for beregning av lyd hastighet som funksjon av dyp, og resultatene fremstilles i seismiske profiler. På disse er inntegnet de sjiktgrenser der endringer i lyd hastighet opptrer, og disse grensene korreleres med endringer i geologiske forhold (korngradering, vanninnhold, pakningsgrad, porøsitet). Metoden er oftest

velegnet til å bestemme dyp til grunnvannsnivå og fjell, da disse overganger vanligvis medfører store sprang i lyd hastighet. Nøyaktigheten avhenger av en rekke faktorer, med grovt sett antas nøyaktigheten i sjiktgrensebestemmelse å ligge på 1 m fra 0-10 m dyp. Over 10 m settes nøyaktigheten generelt til 10%.

Følgende oversikt viser "normal" variasjon i lyd hastighet innenfor spesielle avsetningstyper:

- sand/grus	over grunnvannsnivå	200-800 m/s
- sand/grus	under "	1400-1600 m/s
- morene	over "	700-1500 m/s
- morene	under "	1500-1900 m/s
- leire		1100-1800 m/s

Løsmasseboring med Borros Polhydrill.

Borros beltegående borerigg er en lett og mobil enhet som benyttes under oppfølgende og detaljerte løsmasseundersøkelser. Borrhinnen er utrustet til å kunne foreta både sonderende og prøvehentende boring. Rikken blir særlig brukt i forbindelse med detaljerte sand og grusundersøkelser der det er behov for å dokumentere materialsammensetningen innen forekomstene. Særlig verdifull blir boringene om en kan knytte dem til indirekte undersøkelsesmetoder som seismikk og elektriske målinger. I praksis har det vist seg at riggens penetrasjonsevne ved sonderboringer er 40-50m og 20-30m ved de prøvehentende boringene.

Boringene foregår både med slag og rotasjon og det skjer en kontinuerlig spyling med vann (evt tilsatt stabiliserende kjemikalier). Under sonderboringen benyttes 36mm 1m's borstenger med 40 mm kryssjærkrone. Under de prøvehentende boringene benyttes en borkrone på 74 mm. I prøvefangeren kan det tas opp prøver på omlag 1 kg.

Enkel sondering med Pionjaerbormaskin.

Dette er en lett mobil utrustning som kan betjenes av to bormannskaper uten særlig opplæring. Sonderingene foregår ved at den skjøtbare borstengen blir slått ned i grunnen ved hjelp av den bensindrevne Pionjaer slgboremaskinen. Det benyttes 1 m's borstenger med diameter 25 mm og en kantformet borspiss hvis maksimale diameter er noe større enn selve borstrengens. Det kan til denne utrustningen også benyttes en enkel prøvehentende gruskannebor, men prøvemengden er liten og påliteligheten heller dårlig. For hver boremeter er det vanlig at bormannskapene roterer borstrengen manuelt for å "høre" hvilket materiale borspissen befinner seg i. Tolkningern er subjektiv, men på begrensede dyp inntil 10-15m gir metoden ofte verdifull informasjon, særlig om den suppleres med geofysike undersøkelser.

E. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENE INNDELING

Generelle trekk i Norges kvartærgeologi

Kvartærgeologien omhandler den yngste perioden av Jordens geologiske historie -Kvartærtiden. Perioden er preget av store klimasvingninger med istider og varmere mellomistider. Under istidene var landet mer eller mindre dekket av innlandsbreer som gravde ut og transporterte med seg store mengder løsmateriale. Mye av dette materialet ble fraktet ut i havet og avsatt der. Tyngden av ismassene førte til at jordskorpen ble presset ned. Da isen smeltet vekk, hevet landet seg igjen i forhold til havnivået, mest i indre strøk, noe mindre ved kysten. Landhevingen har ført til at store arealer med gammel hav-og fjordbunn i dag ligger over havnivået.

Løsmassene som finnes på land i dag, er for det meste dannet under og etter siste istid. De største forekomstene er knyttet til hevede hav og fjordområder, dalførere og enkelte viddeområder i innlandet.

Innholdet på kvartærgeologiske kart

Kartet viser løsmassenes utbredelse og egenskaper. Det gir også opplysninger om dannelsesmåte, overflateformer, innlandsisens bevegelsesretning og avsetningsforhold. Kartet fremstiller forholdene nær markoverflaten. Mektighet og lagfølge er angitt hvor data foreligger. For de sortertete avsetninger som f.eks. breelvavsetninger og elveavsetninger er kornstørrelsene på kartet angitt på grunnlag av en visuell vurdering i felt og bruk av 1m's lett bærbar stikkbor. For de usorterte avsetninger (f.eks. morenemateriale) er kornstørrelser ikke vist på kartet, men blokkrik overflate og store enkeltblokker kan være angitt.

Løsmassenes inndeling

Løsmassene er inndelt etter dannelsesmåte og -miljø. Det er således de ulike geologiske prosessene som avspeiles gjennom inndelingen på kartet.

-Morenemateriale er løsmasser avsatt direkte av isbreer.

Det danner et mer eller mindre sammenhengende dekke over berggrunnen. Andre løsmassetyper ligger ofte på et underlag av morenemateriale. Morenematerialet består oftest av alle kornstørrelser fra blokk til leir, men mengden av ulike kornstørrelser kan variere. Bergartsfragmenter i materialet er som regel ganske skarpkantet. På og nær markoverflaten er som regel blokk og steninnholdet høyere enn mot dypet. Særlig blokkrike arealer er angitt. Utrast materiale fra mektige moreneavsetninger er svært vanskelig å avgrense fra morenemateriale forøvrig ved vanlig overflatekartlegging.

-Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis stor

mektighet brukes for arealer med få eller ingen fjellblotninger. Berggrunnens småformer trer ikke tydelig fram på grunn av morenemektigheten som vanligvis er fra en halv til noen få meter. Lokalt kan imidlertid mektigheten være langt større.

- Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke* over fjellgrunnen brukes for arealer hvor mektigheten er liten. Berggrunnens småformer trer tydelig fram, og som regel finnes mange små fjellblotninger. I enkelte mindre berggrunnsforsknninger kan mektigheten være mer enn en halv meter.
- Breelavsetninger* er løsmasser avsatt av strømmende smeltevann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter kornstørrelser. Sand og grus er oftest de dominerende kornstørrelser. Stein og gruskorn er som regel rundet.
- Hav-og fjordavsetninger* er brukt for løsmasser bunnfelt i havet. På grunn av landhevingen finnes disse avsetningene ofte høyt over dagens havnivå. Silt og leir er oftest de dominerende kornstørrelser. I mange områder har det gått leirskred. Tydelige skredkanter tegnes på kartet, men utraste leirmasser kan være vanskelig å skille fra uforstyrrede hav-og fjordavsetninger ved vanlig overflatekartlegging.
- Elve-og bekkeavsetninger* er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelavsetningene, men de er som regel bedre sortert, og har ofte bedre rundete korn.

Lave elvesletter omfatter de lave elveslettene og elveleiematerialet i tilknytning til dagens elveløp. De er karakterisert ved lite mektige sand-og grusavsetninger over andre løsmassetyper og generelt høy grunnvannstand (1-2 m under overflaten).

Elvedelta får en dannet der elver munner ut i rolig vann. Eldre elvedelta vil p.g.a. landhevingen bli hevet over havnivået. Har elven hatt stor materialtilgang kan elvedelta være betydelige sand-og grusressurser.

Flomskredvifter dannes der bekker i dalsidene munner ut i flatt terreng. Deres ytre form er meget karakteristisk. Materialet kan variere mye fra litt omlagret morenematerialet avsatt under flomskred til bedre sortert sand, grus og stein. Grusvifter kan i enkelte tilfelle egne seg til høyverdige formål, men i mange vifter er innholdet av organisk materiale skadelig høyt.
- Ur* er brukt som en fellesbetegnelse på avsetninger dannet ved steinsprang.
- Skredmateriale* er brukt om materiale i bratte dal-eller fjellsider og består av en blanding av nedrast forvittringsmateriale og morenemateriale med innslag av ur og organisk materiale. Mektigheten er ofte liten, men tiltar mot de lavereliggende deler av skråningen. Mektige flomskredvifter foran elver og bekker i dalsider kartlegges ofte som elve-og bekkeavsetninger.
- Torv-og myrdannelser* er brukt som fellesbetegnelse på

forekomster av torv, dy og gytje med mektighet større enn omlag 0,3 m.

-Fyllmasser er løsmasser tilført av mennesker. Betegnelsen er brukt for steintipper, søppelfyllinger og andre større fyllinger. Bakkeplanering i jordbruksområder er ikke inkludert.

Kornstørrelser

De hovedfraksjoner for kornstørrelser som brukes er følgende:

Blokk(Bl)	større enn 256mm
Stein(St)	256-64mm
Grus(G)	64-2mm
Sand(S)	2-0.063mm
Silt(Si)	0.063-0.002mm
Leir(L)	minre enn 0.002mm

Ved omtalen av sorterte avsetninger angis hovedfraksjonen i substantivform, f.eks. grusig sand(mest sand, grus utgjør mer enn 10%, andre hovedfraksjoner utgjør mindre enn 10%) I parentes er angitt de ulike fraksjoners standardiserte forkortelse.

F. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Kornfordelingsanalyse
 Sprøhet (fallprøven)
 Flisighet
 Sprøhet og flisighet
 Bergarts- og mineralkorntelling
 Humus- og slambestemmelse
 Abrasjon
 Slitasjemotstand
 Tynnslip
 SieversJ-verdi
 Slitasjeverdi
 Borsynkindeks
 Borslitasjeindeks
 Prøvestøping

Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingsanalysen viser kornstørrelsesfordelingen i prøvene. Metoden blir utført i.h.t. Vegdirektoratets analyseforskrifter og Norsk Standard 427A del 2. En avpasset mengde skaptørket materiale tørrsiktet i en ferdig oppsatt siktesats med kvadratiske lysåpninger av definerte dimensjoner. Det benyttes ved NGU ordinært en siktesats med følgende lysåpninger: (64) - (32) -16 -8 -4 -2 -1 -0.5 -0.25 -0.125 og 0.063mm. Toppsiktet er vanligvis på 16mm, men når det er viktig å bestemme korngraderingen for grovere fraksjoner benytter en alternativt toppsikt på 32 eventuelt helt opp til 64mm. I de sistnevnte tilfelle kreves det at den innsamlede prøvemengden er atskillig større. Etter sikting veies materialet på hvert sikt og vektprosent av totalt materiale i analysen bestemmes. På grunn av finkornig materiales materialtekniske egenskaper må kornstørrelsesfordelingen for materiale mindre enn sand (0.063mm) bestemmes ved slemmeanalyse.

Gjennomgangsprosenten for et sikt er summen av vektprosentene på alle mindre sikt. Resultatene presenteres vanligvis i et kornfordelingsskjema, der gjennomgangsprosent plottes mot den tilhørende lysåpning. Ut fra kornfordelingsanalysen kan en bestemme flere parametre som karakteriserer materialets kurveforløp:

middelkornstørrelsen	50% gjennomgang
sorteringstallet	mål for spredning i kornstørrelse

Sprøhet (Fallprøven)

Et steinmaterials motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger uttrykkes ved hjelp av sprøhetstallet som bestemmes ved hjelp av fallhammerprøven. En bestemt fraksjon av grus eller pukk, oftest 8,0-11,2 mm, knuses i en morter av et 14 kgs lodd som faller en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som ved sikting etter knusingen har

en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrænse, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets sprøhetstall. Denne tallverdien uttrykker ingen eksakt fysisk egenskap, men er avhengig av framgangsmåte (laboranten), apparatutforming og kornenes gjennomsnittlige form (se Flisighet). Hvis ikke annet er nevnt, oppgis sprøhetstallet som gjennomsnittsverdien av tre enkeltmålinger. Sammen med flisighet og abrasjon er disse størrelsene grunnlaget for bedømmelse av steinmaterialets brukbarhet til veiformål.

Flisighet

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved angivelse av et flisighetstall. Dette defineres som 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 naturlig rundet grus og skarpkantet pukk.

Sprøhet og flisighet

Sprøhetstallet er som nevnt ovenfor avhengig av materialets kornform. Økende flisighetstall fører til økende sprøhetstall. Figur 2 i standardvedlegg B viser en skisse av fallapparatet og en oversiktdiagrammet som benyttes ved fallprøven. På grunnlag av erfaringsdata er det satt opp en formel for å kunne regne om sprøhetstallet ved ulike flisighetstall. For å unngå kornformens innflytelse, er det derfor best å sammenlikne sprøhetstall ved en bestemt flisighetsverdi. Kornformen hos pukk er først og fremst bestemt av selve knuseprosessen, men også til en viss grad av bergartens struktur og materialtekniske egenskaper. En har valgt å sette referanseflisigheten lik 1.40 som er ment å representere middelveien for norsk pukk.

Bergarts-og mineralkorntelling

Formålet med denne tellingen er å klarlegge materialets bergarts-/mineralkornsammensetning, fysiske tilstand, overflateegenskaper og i enkelte tilfelle kornform og rundingsgrad. Tellingene er nødvendig når en skal dokumentere egnethet til høyverdige formål. I mange tilfelle kan resultatene gi viktig informasjon om de geologiske dannelsesbetingelser.

Materiale til tellingene splittes enten ut fra sprøhets-flisighets og kornfordelingsprøvene eller fra prøver spesielt innsamlet til dette formålet. Tellinger utføres vanligvis på utvalgte fraksjoner i grusfraksjonen og i enkelte tilfelle også sandfraksjonen. Omlag 100 korn splittes ut fra fraksjonene og man klassifiserer de enkelte korn ett for ett visuelt i mikroskop eller for øyet. For å hjelpe den visuelle identifikasjon er det vanlig å teste gruskornenes ripemotstand med stålspatel, anvende saltsyre for å identifisere kalkstein og magnet for å

påvise magnetitt. I sjeldne tilfelle blir det utført røntgen, D.T.A. eller kjemiske analyser på pulverpreparater av prøvene.

Bergartskorn i prøvene deles inn/samles i grupper som er av betydning materialets egnethet som tilslag til høyverdige formål og som det samtidig er praktisk mulig å identifisere sikkert under telling. Det er av særlig betydning å klarlegge innholdet av bløte mekanisk svake og forvitrede bergartskorn, som alle vil forringe materialets verdi som tilslagsmateriale i ulike konstruksjoner. Innhold av skifre, fyllitter, porøse kalksteiner, kis evt. andre forurensninger vilvirke skadelig.

Mineralkorn i sandfraksjonen deles vanligvis bare inn i 2-3 grupper og disse er samtidig enklere å identifisere enn bergartskorn. Normalt følges denne inndelingen:

1. *Lyse korn*: for det meste feltspat og kvarts, men i en del tilfelle kalkspat, zeolitter etc.
2. *Mørke korn*: vanlige er hornblende, feltspat, pyroksen, granat, ertskorn etc.
3. *Glimmerkorn*: for det meste frikorn av muskovitt og biotitt. Det har vist seg at høyt glimmerinnhold i sandfraksjonen reduserer materialets egnethet som betongtilslag. Innhold av kis og kalk angis separat. Likedan ser en spesielt etter overflatebelegg på kornene.

Humus-og slambestemmelse

Humusinnholdet bestemmes ved natronlutmetoden i.h.t. Norsk Standard 427A, del 2. En viss mengde prøvemateriale mindre enn 4 mm rystes i en natronoppløsning med bestemt konsentrasjon. Etter en tids henstand registreres eventuell misfarging av væskesøylen over det bunnfelte materialet og vurderes visuelt etter en oppsatt skala. Slamhøyden registreres også. Metoden må kun betraktes som orienterende. Prøvestøpning må til om man med sikkerhet skal avgjøre om eventuelle humussyrer er skadelige for betong. Testen viser kun at prøvene inneholder humussyrer, men sier ikke noe om den skadelige innflytelsen på betong.

Abrasjon

Abrasjonsmetoden måler steinmaterialers abrasive slitestyrke. Denne uttrykker pukkens eller grusens motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst for å kvalitetsbestemme steinmaterialer som tilslag til bituminøse slitedekker på veier med en årsgjennomsnittlig døgntrafikk (ADT) på over 2000 kjøretøyer. Et representativ utvalg med grus- eller pukkorn fra fraksjonsområdet 11.2-12.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate 10x10 cm. Kornene presses mot den roterende skiven. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

mindre enn 0,35	-	<i>meget god</i>
0,35 - 0,55	-	<i>god</i>
større enn 0,55	-	<i>dårlig</i>

Slitasjemotstand.

For å bestemme steinmaterialers egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (SM), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet korrigert til referanseflisighet 1.40 og abrasjonsverdien. Dette tallet kan ikke fortelle hvor stor slitasjen vil bli målt i millimeter siden det er avhengig av en rekke andre forhold i tillegg, men er i stand til å rangere ulike materialer innbyrdes. Jo lavere tall desto bedre er kvaliteten.

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 bergarters mineraler og inbyrdes 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 planparallell 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 representativ 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 borbarhet.

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 å bore i, mens lav borsynk- indeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 \cdot \text{DRI}$ (cm/min).

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.

Prøvestøping

Prøvestøping er nødvendig når det forlanges en sikker vurdering av tilslagsmaterialers egnethet i mørtel og betong.

Mørtelprøving

Valigvis er det mest interessant å undersøke sandfraksjonens (0-4 mm) egnethet til mørtel. Dette er en enkel og grei måte å beskrive og klassifisere det fine tilslagsmaterialets kvalitet. Metoden gir mulighet for å stille reelle kvalitetskrav til det fine tilslaget. Metoden er særlig av stor verdi når det skal velges mellom flere aktuelle tilslag. Det behøves ikke store prøvemengder og metoden er relativt enkel å utføre i laboratoriet. Et gitt antall prøvelegemer er støpt ut og avformet ved en standardisert prosedyre. Metoden er basert på at vann/cementforholdet og volumforholdet cement/tilslag holdes konstant. Det er derfor tilslagets egenskaper som påvirker resultatet. Fastheten regnes om til et referanseporinnhold tilsvarende den tettste relative lagringstettheten i forsøksreien (i dette tilfellet 81%). For å vurdere mørtelens plastiske egenskaper bestemmes vannbehovsindeksen. Konstante mengder tilslag og cement blandes med en tilstrekkelig mengde vann for å oppnå passelig bearbeidbarhet slik denne bestemmes ved et konusforsøk. Vannbehovsindeksen er først og fremst avhengig av prøvens korngradering. En viss innflytelse øver også tilslaget mineralogi, kornform, overflate-ruhet og eventuelle belegg.

Betongprøving

Når det foretas oppfølgende undersøkelser av tilslagsmaterialer eller når det settes store krav til dokumentasjon av kvalitet foretas det prøvestøping med betong. Det viser seg at de ulike delmaterialer i en betong ikke fullt ut kan verdsettes uavhengig av hverandre. Mørtelfastheter kan derfor ikke tillegges for stor vekt når betongen skal vurderes. Riktig sammensetning og proporsjonering av fint og grovt tilslag kan utjevne forskjeller i mørtelkvalitet. Et eksempel på dette er "sprangradert" materiale som først kommer til sin rett under betongprøving. Betongprøving er i praksis noe mer tungvint å utføre enn mørtelprøving. Det kreves større prøvemengder og bedre laboratorieutrustning. Flere faktorer øver innflytelse på resultatene og det er derfor vanskeligere å vurdere enkeltresultater mot hverandre. Under prøvestøping benyttes det vanligvis et konstant vann/cementforhold og en gitt sementmengde. For prøving til vanlig konstruksjonsbetong støpes det ut 6 stk. 10 cm terninger som trykkprøves etter 1, 7 og 28 døgn. I tillegg til bruddfastheten måler en også bearbeidbarhet/støpelighet og måler romdensitet og luftporeinnhold.