

NGU Rapport 91.281

Undersøkelse- og volumberegning av  
sand- og grusforekomst ved Bruland,  
Førde kommune, Sogn og fjordane  
fylke

Rapport nr. 91.281		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Undersøkelse- og volumberegning av sand- og grusforekomst ved Bruland, Førde kommune, Sogn og fjordane fylke				
Forfatter: Knut Wolden		Oppdragsgiver: Førde Sementvarefabrikk v/John Opseth		
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune: Førde		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 12171 Holsen		
Forekomstens navn og koordinater: Bruland		Sidetall: 26	Pris: 65,-	
Feltarbeid utført: 24. - 25.10.1991		Rapportdato: 08.01.1992	Prosjektnr.: 67.2356.00	Ansvarlig: <i>Morten Thorsen</i>
Sammendrag:  Undersøkelsen er foretatt for å vurdere kvalitet og volum av de resterende massene i Bruland massetak.  Totalt er det ca. 392.000 m <sup>3</sup> løsmasser igjen innen massetaket. Ut fra de undersøkelsene som er utført anses 164.000 m <sup>3</sup> å ha tilfredsstillende egenskaper som betongtilslag.  Deler av de resterende mengder kan sannsynligvis også benyttes, men mer detaljerte undersøkelser må utføres for å gi eksakt volum. Den generelle oppbygningen av slike avsetninger tilsier imidlertid at massene er for ensgraderte og finkornige, spesielt mot dypet, til å være egnet som betongtilslag.				
Emneord: Ingeniørgeologi		Kvalitet		Mengde
Sand		Grus		
				Fagrapport

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 FORORD . . . . .	4
2 INNLEDNING . . . . .	5
3 KONKLUSJON . . . . .	5
4 BESKRIVELSE . . . . .	6
4.1 Område 1	6
4.1.1 Kvalitet	7
4.1.2 Volum	7
4.2 Område 2	7
4.2.1 Volum	7
4.3 Område 3	8
4.3.1 Kvalitet	8
4.3.2 Volum	8
4.4 Område 4	9
4.4.2 Volum	9
5 TOTALE VOLUM . . . . .	10
6 ANDRE MULIGHETER FOR UTTAK . . . . .	10

Bilag 1 - 5 Kornfordelingskurver

### VEDLEGG

Kvalitetskriterier til betong og veiformål

### TEGNING

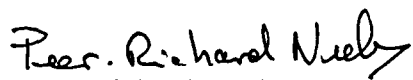
Kartutsnitt av massetaket M 1:1000

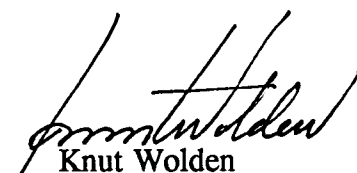
## 1 FORORD

Etter henvendelse fra John Opseth har Norges geologiske undersøkelse (NGU) vurdert kvaliteten og gjenværende volum innen Bruland grustak i Førde kommune. Resultatene fra undersøkelsene er presentert i denne rapporten.

Trondheim, 8. januar 1992

Program for undersøkelse av mineralske ressurser

  
Peer-Richard Neeb  
programkoordinator

  
Knut Wolden  
avd. ing

## 2 INNLEDNING

For å bestemme kornstørrelse og dybde til grunnvannsnivå under sålen i det nåværende massetaket, er det gravd seks prøvegroper med gravemaskin. Massene er vurdert visuelt og det er tatt prøver for kornfordelingsanalyser. På bakgrunn av kart i målestokk 1:1000 og nivellerte høyder, er resterende mengder sand og grus vurdert. Eiendommen er delt inn i fire områder hvor arealene delvis er digitalisert og beregnet i NGU's dataanlegg og delvis ved bruk av planimeter. Hvert delareal er volumberegnet og massenes egnethet som betongtilslag vurdert ut fra tilgjengelige opplysninger. Delareal og prøvegroper er beskrevet for seg og inntegnet på vedlagt kartutsnitt. Alle volum er oppgitt i fast m<sup>3</sup>.

## 3 KONKLUSJON

Muligheten for utvidelse av massetaket er begrenset av elva i nord og riksvegen i sør. I øst er massene tatt ut helt til naboeiendommen og i vest hindrer kommuneplanen videre utnyttelse av ressursene.

I dagens situasjon er mulighetene for videre masseuttak derfor å fortsette mot dypet. Dette begrenses av grunnvannsnivå som er betinget av underliggende finkornige masser. I den sørlige delen av massetaket ligger grunnvannsnivået på ca. 27 m o.h., synkende til 23-24 m o.h. i skråningen ut mot elva. På denne bakgrunn er de resterende volum beregnet til 392.000 m<sup>3</sup>. Ut fra de kvalitetskriterier som i dag settes til betongtilslag vil ca. 164.000 m<sup>3</sup> være egnet til dette formål. Av de resterende masser kan en del av dette sannsynligvis benyttes til fyllmasse. På grunn av ensgradert og finkornig materiale, stedvis med høyt siltinnhold, kan massene være telefarlige.

Dersom kommuneplanen kan avvikes slik at massene i det sørvestlige området mellom massetaket og bekken kan utnyttes til masseuttak, vil de totale uttakbare mengdene egnet som betongtilslag økes med ca. 150.000 m<sup>3</sup>.

## 4 BESKRIVELSE

### 4.1 Område 1

Dette området omfatter sålen i massetaket (se kartvedlegg). Det er gravd seks prøvegroper ned til grunnvannsnivået.

Prøvegrop 1 er gravd i den sørvestlige delen av massetaket fra nivå 32,86 m o.h. Det er tatt 4 kornfordelingsprøver i den 6 meter dype prøvegropa. Massene består av vekslende lag grusig sand ned til fire meters dyp. Deretter ca. 0,7 meter grusig materiale over ensgradert finsand. Grunnvannsnivået ligger på ca. 27 m o.h. Kornfordelingskurvene og prøvedyp er vist i bilag 1.

Prøvegrop 2 er gravd til 6 meters dyp og viser vekslende lag grusig sand i hele snittet. Det er tatt fire kornfordelingsprøver som er vist i bilag 2. Også her er grunnvannsnivået påtruffet ved ca. 27 m o.h.

Prøvegrop 3 er gravd sørøst i massetaket fra kote 32,23 m o.h. Grunnvannsnivået ligger på ca. 26,5 m. Massene består av ensgradert finsand ned til grunnvannsnivå. Prøve 3.1 bilag 3 viser gjennomsnittlig kornstørrelse fra 0 - 3 m. Prøve 3.2 er tatt i bunnen av prøvegropa.

Prøvegrop 4 (se kartutsnitt) er gravd fra kote 32,60 m o.h. til 26,60 m o.h. Massene består av 3 m ensgradert finsand, prøve 4.1 bilag 3 viser gjennomsnittlig kornstørrelse av disse massene. Deretter følger ca. 1,5 m siltig finsand over ensgradert finsand hvor over 85% av materialet er mindre enn 0,250 mm, prøve 4.2.

Prøvegrop 5 er gravd i bunn av den gjenstående skråningen nord i massetaket. Toppen av skråningen ligger på kote 37,34 m o.h. og prøvegropa er gravd fra bunnen av denne, kote 30,71 m o.h. til 24,87 m o.h. hvor grunnvannsnivået ligger. Fra toppen av skråningen til bunnen i prøvegropa består massene av 0,7 m sand og grus, videre ned til 5 m sand med enkelte tynne grusårer. Fra 5 - 7,5 m ligger en siltpakke med kornkurve vist i prøve 5.1 bilag 4. Fra 7,5 - 10 m inneholder massene sand med noe grus over sand ned til 12 m som tilsvarer kote 24,84 m o.h. Prøve 5.2 viser gjennomsnitt av massene under 7,5 m. og prøve 5.3 av massene i bunnen av prøvegropa.

Prøvegrop 6 er gravd i enden av dreneringsgrøfta som strekker seg inn i massetaket fra nord, se kartutsnitt. Toppen av skråningen ligger på kote 29,83 m o.h. og er vel 2,5 m høy. I bunnen av skråningen er det gravd prøvegrop til 24,5 m o.h. som tilsvarer grunnvannsnivå. I hele dette snittet består massene av 0,6 m sand, grus og stein over sand og grus ned til grunnvannsnivået. Prøve 6.1 bilag 4 viser kornfordelingen i bunn av prøvegropa. Prøve 6.2 et gjennomsnitt av de 3 øverste metrene og prøve 6.3 et gjennomsnitt fra 3 - 5 m.

#### 4.1.1 Kvalitet

På bakgrunn av kornfordelingskurvene fra prøver tatt i nivået mellom sålen i massetaket og grunnvannsnivået, (bilag 1 - 4) synes massene å variere i kornstørrelse. I prøvegrop 1, 2, og 6 består massene av sand og grus med en kornkurve egnet for betongtilslag, bortsett fra i bunnen hvor massene er for ensgraderte og finkornige. Tilsvarende ensgraderte og finkornige masser finnes i prøvegrop 3, 4 og 5 hvor kornkurven har en utpreget "sandpukkel" (overskudd av materiale innen bestemte fraksjoner, se også vedlegg) hvor over 80 % av materialet er mindre enn 1 mm. Til disse massene må det tilsettes grovere masser fra andre steder for å få et egnet tilslag.

#### 4.1.2 Volum

Arealet av det som i dag er sålen i massetaket (areal 1 på kartutsnittet) er på 34.976 m<sup>2</sup>. I prøvegropene er mektigheten over grunnvannsnivå henholdsvis 5,86 m, 5,51 m, 5,73 m, 6,0 m, 5,87 m, og 5,26 m. Dette gir en gjennomsnittlig mektighet på 5,70 m. Innen dette arealet finnes det da totalt 199.500 m<sup>3</sup> sand og grus.

For å kunne nyttegjøre seg massene nærmest grunnvannsnivået må dette senkes. Dette vil imidlertid fordyre driften og må derfor vurderes opp mot verdien av de ekstra volum som kan tas ut. I motsatt fall må det settes igjen minimum 1 m over grunnvannsnivået for å kunne kjøre og transportere masser. Under knuse- og sikteverk bør det settes igjen enda mer. De praktisk uttakbare massene er derfor i størrelsesorden ca. 160.000 m<sup>3</sup>.

### 4.2 Område 2

Dette er det lavest området i massetaket og omfatter den innerste delen av dreneringsgrøfta. Massene består av sand og grus som vurdert ut fra de prøver som er tatt, har en egnet kornstørrelse for betongformål, prøve 6.1-6.3, bilag 4.

#### 4.2.1 Volum

Arealet er beregnet til 2490 m<sup>2</sup> og med 2,5 m mektighet ned til grunnvannsnivået gir dette totalt 6225 m<sup>3</sup>. Ved å redusere mektigheten til 1 m over grunnvannsnivå, blir det utnyttbare volum 3700 m<sup>3</sup>.

### 4.3 Område 3

Dette er det høyere nivået som står igjen nord i massetaket. Snittet i skråningen ved prøvegrop 5 (prøve 5.1, bilag 4) viser en mektig siltpakke. I skråningen langs dreneringskanalen vises også ensgraderte finkornig sand og silt i veksling.

#### 4.3.1 Kvalitet

Massene i dette området anses på grunn av høyt silt- og finsandinnhold lite egnet som betongtilslag og til vegformål. Disse vurderingene er gjort på bakgrunn av hva som kan observeres i massetaket og de generelle forhold man vanligvis finner i denne type avsetninger. Sondéboringer eller graving med gravemaskin kan gi bedre holdepunkter for denne vurdering.

Ved enklere fyllmassebehov hvor det ikke stilles krav til kvalitet kan massene benyttes. For fyllmasse finnes det ingen generelle kvalitetskrav, men det finnes retningslinjer og anbefalinger for masstype og kvalitet for flere aktuelle bruksområder. For kvalitetsfyllinger for industriområder, parkeringsplasser etc. eller som dreneringsmasse rundt hus, i grøfter o.l. foretrekkes grove masser som grus og stein eller knust fjell.

På bakgrunn av disse retningslinjene er massene innenfor området for ensgraderte og finkornige til å være godt egnet. Andre forhold som transportavstand, kostnader og praktiske hensyn til beliggenhet kan imidlertid gjøre at man reduserer kravene og bruker lokale, mindre egnede masser.

Ved bruk av mer finkornige sandige masser er det, for å unngå tekniske problemer (bæreevne, setninger, telehiv etc.) viktig at innholdet av silt (materiale mindre enn 0,064 mm) og humus ikke er for høyt.

#### 4.3.2 Volum

Denne delen av forekomsten omfatter et areal på 9715 m<sup>2</sup>. Toppflata ligger på ca. 37 m o.h. og med et grunnvannsnivå på ca. 24 m o.h. gir dette en gjennomsnittlig mektighet på 13 m. Totalt vil dette gi ca. 126.000 m<sup>3</sup>. Det er imidlertid tvilsomt om særlig store volum av dette kan benyttes i betongproduksjon. I tilfelle vil det gi en uforholdsmessig dyr produksjon da de finkornige massene må fjernes.



#### 4.4 Område 4

Dette omfatter de nordligste områdene ut mot elva. Massene er finkornige bortsett fra stedvis noe grovere materiale i toppsjiktet. Prøve 7.1 og 7.2, bilag 5 viser kornfordelingen av massene i skråningen til dreneringsgrøfta helt nord i massetaket, se kartutsnitt. I dette området består massene av ca. 1 m sand, grus og noe stein. Deretter 0,7 m finsand over 0,7 m silt, prøve 7.2. Under dette ca. 2 m ensgradert finsand i veksling med tynne lag siltig sand, prøve 7.1. Mot dypet vil man komme inn i silt og leirige masser uegnet for tekniske formål.

##### 4.4.1 Kvalitet

Ut fra de visuelle vurderingene som er foretatt synes ikke massene i dette området å være egnet for uttak til betongproduksjon. For å dokumentere dette må det imidlertid foretas oppfølgende undersøkelser og prøvetaking.

For enklere fyllmassebehov kan massene benyttes, men massenes egenskaper må i hvert enkelt tilfelle vurderes mot de aktuelle bruksområdene.

##### 4.4.2 Volum

Arealet innen området er beregnet til 11.550 m<sup>2</sup>. Med hensyn til terrengets helning og grunnvannsnivåets beliggenhet er volumet beregnet til ca. 60.000 m<sup>3</sup>.

## **5 TOTALE VOLUM**

Ut fra de beregninger som er utført er det totalt igjen ca. 392.000 m<sup>3</sup> innen eiendommen.

På bakgrunn av denne undersøkelsen er det imidlertid ikke grunnlag for å si annet enn at massene innen areal 1 og 2 kan benyttes til betongproduksjon. Dette utgjør ca. 164.000 m<sup>3</sup>. Ved å senke grunnvannsnivået kan dette volum økes til ca. 200.000 m<sup>3</sup>.

## **6 ANDRE MULIGHETER FOR UTTAK**

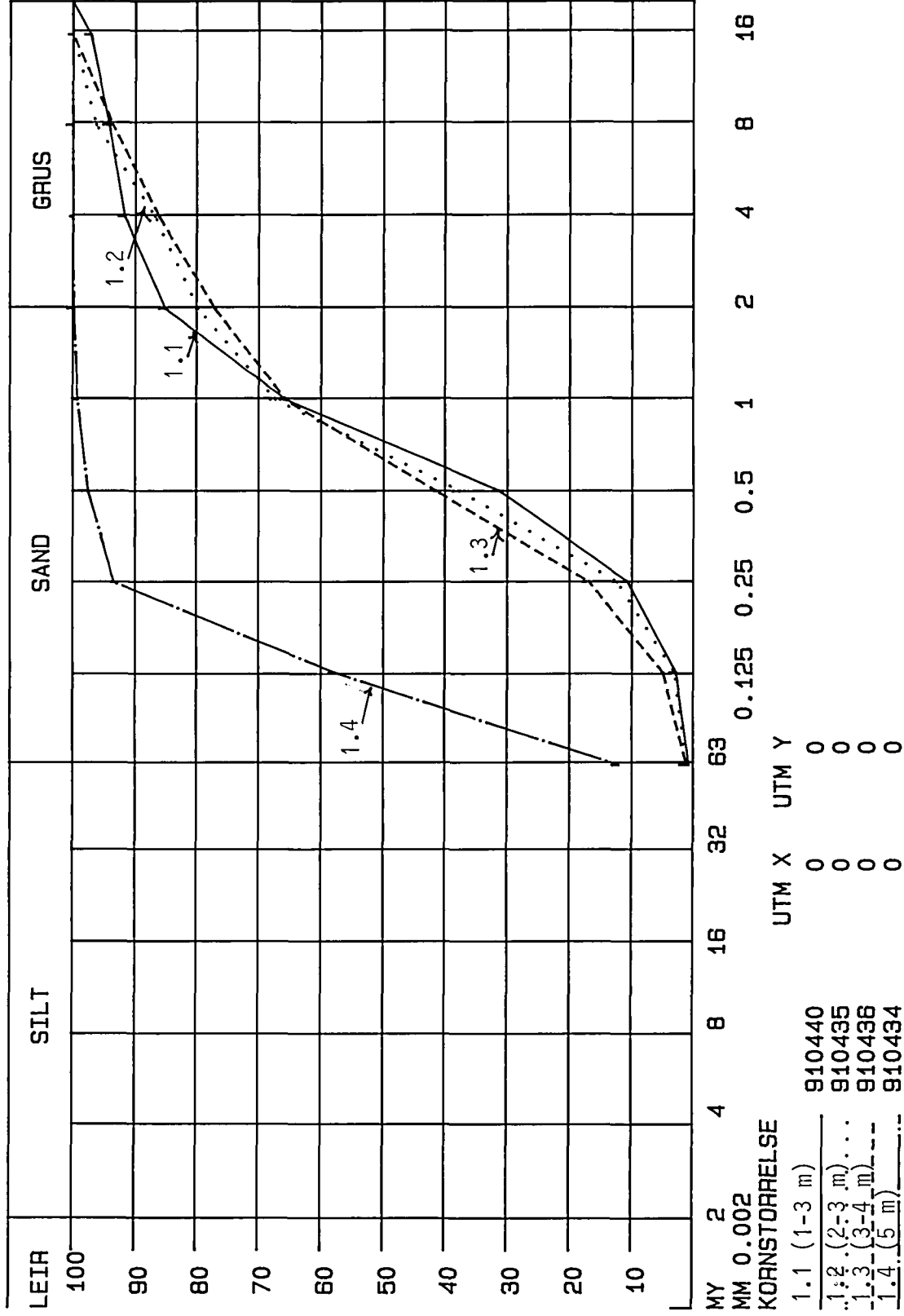
I områdets sørvestre del, mellom massetaket og bekken, synes det å være mest aktuelt med utvidelse av massetaket (Område 5, se kartutsnitt). Det ca. 25 m høye snittet viser et grovt, horisontalt lag med grus og stein over vekslende skrålag med sand og grus. En markert siltpakke sees også i snittet. Selv om det ikke er utført undersøkelser for å bekrefte dette, er det rimelig å anta at det finnes masser av tilsvarende kvalitet helt inn mot bekken.

Dersom disse massene kunne utnyttes som betongtilslag, vil de totale uttakbare massene fra massetaket økes med ca. 150.000 m<sup>3</sup>.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

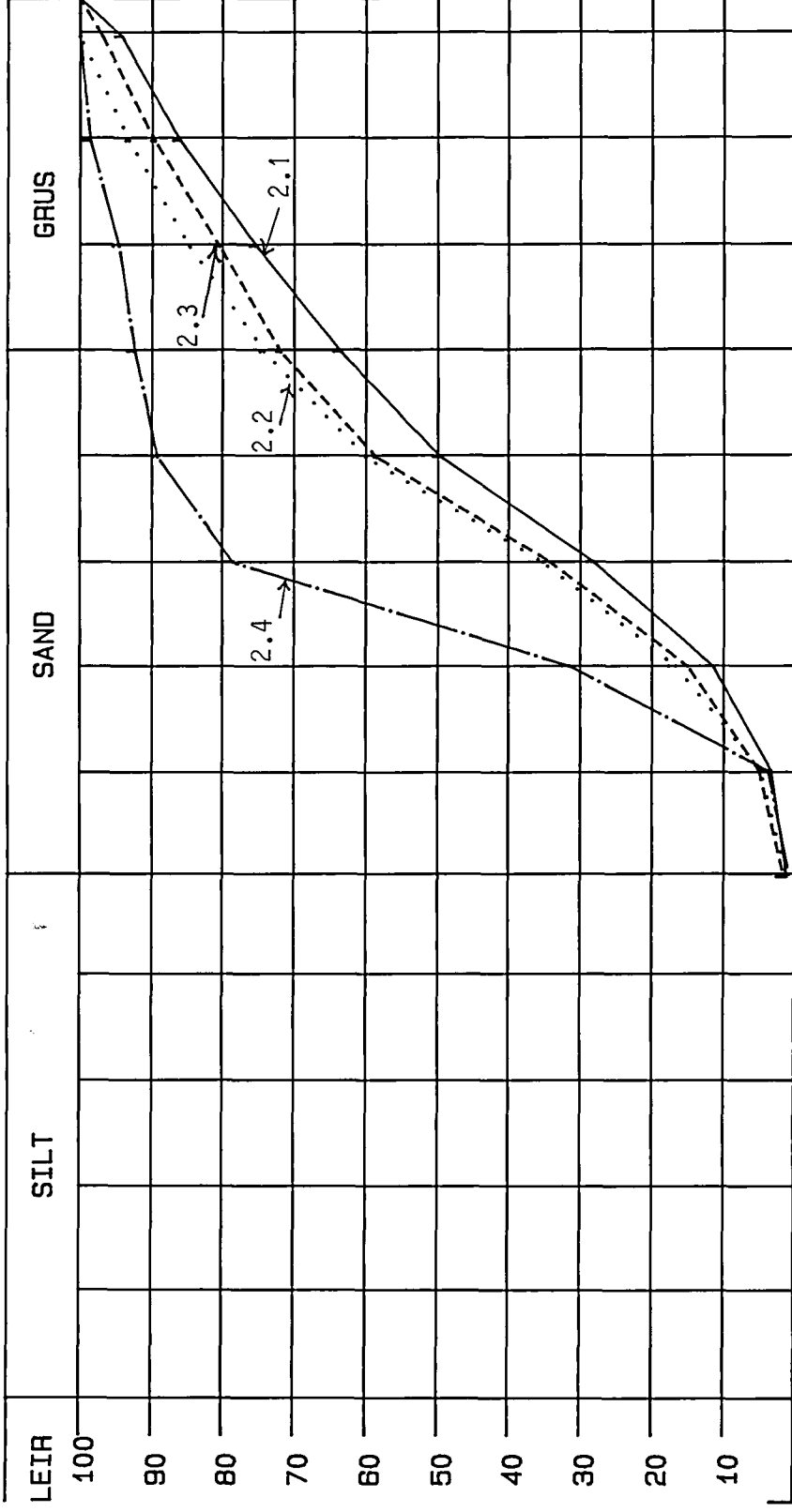
KORNFORDDELINGSKURVE

HOLSEN 12171



NORGES GEOLOGISKE UNDERSOKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE  
 HOLSEN 12171

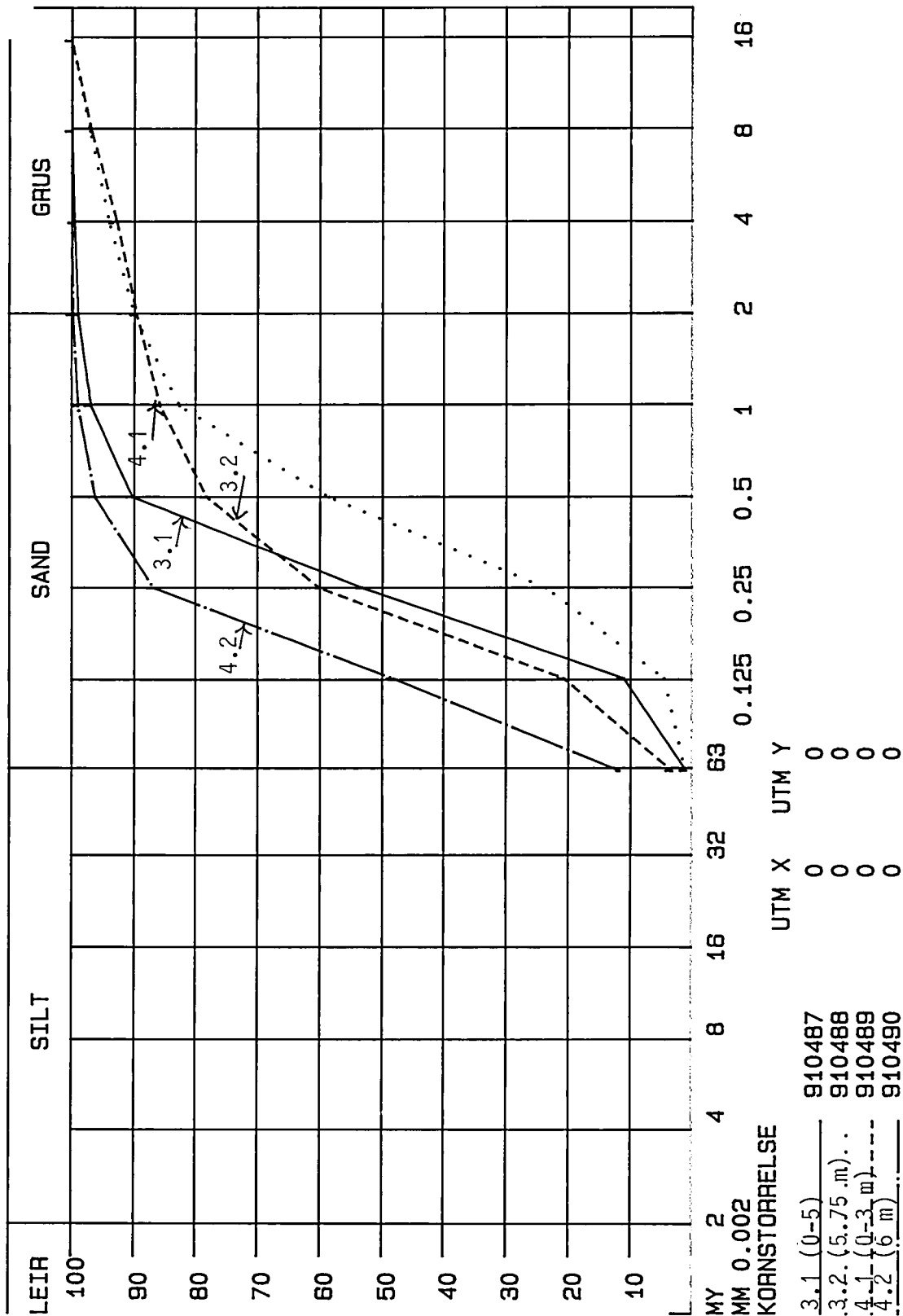


MY	2	4	8	16	32	63	UTM X	UTM Y
MM 0.002								
KORNSTORRELSE								
2.1 (0-3 m)							910437	0
2.2 (3-5 m)							910438	0
2.3 (3-8 m)							910433	0
2.4 (5-7 m)							910438	0

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

XX XX



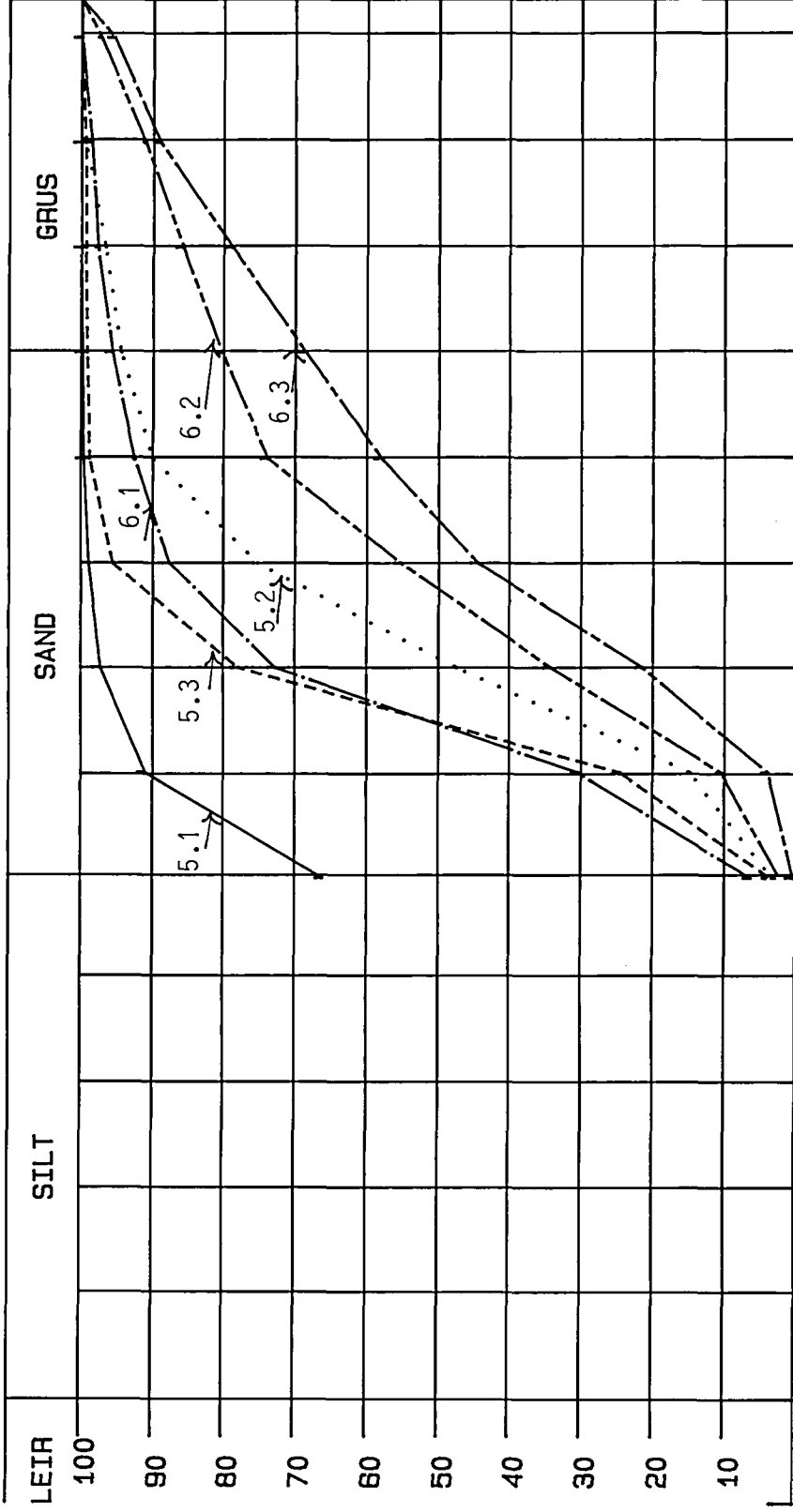
MY 2 4 8 16 32 63  
 MM 0.002 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 16

KORNSTØRELSE  
 3.1 (0-5) 910487  
 3.2 (5.75 .m) 910488  
 4.1 (0-3 m) 910489  
 4.2 (6 m) 910490

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

HOLSEN 12171

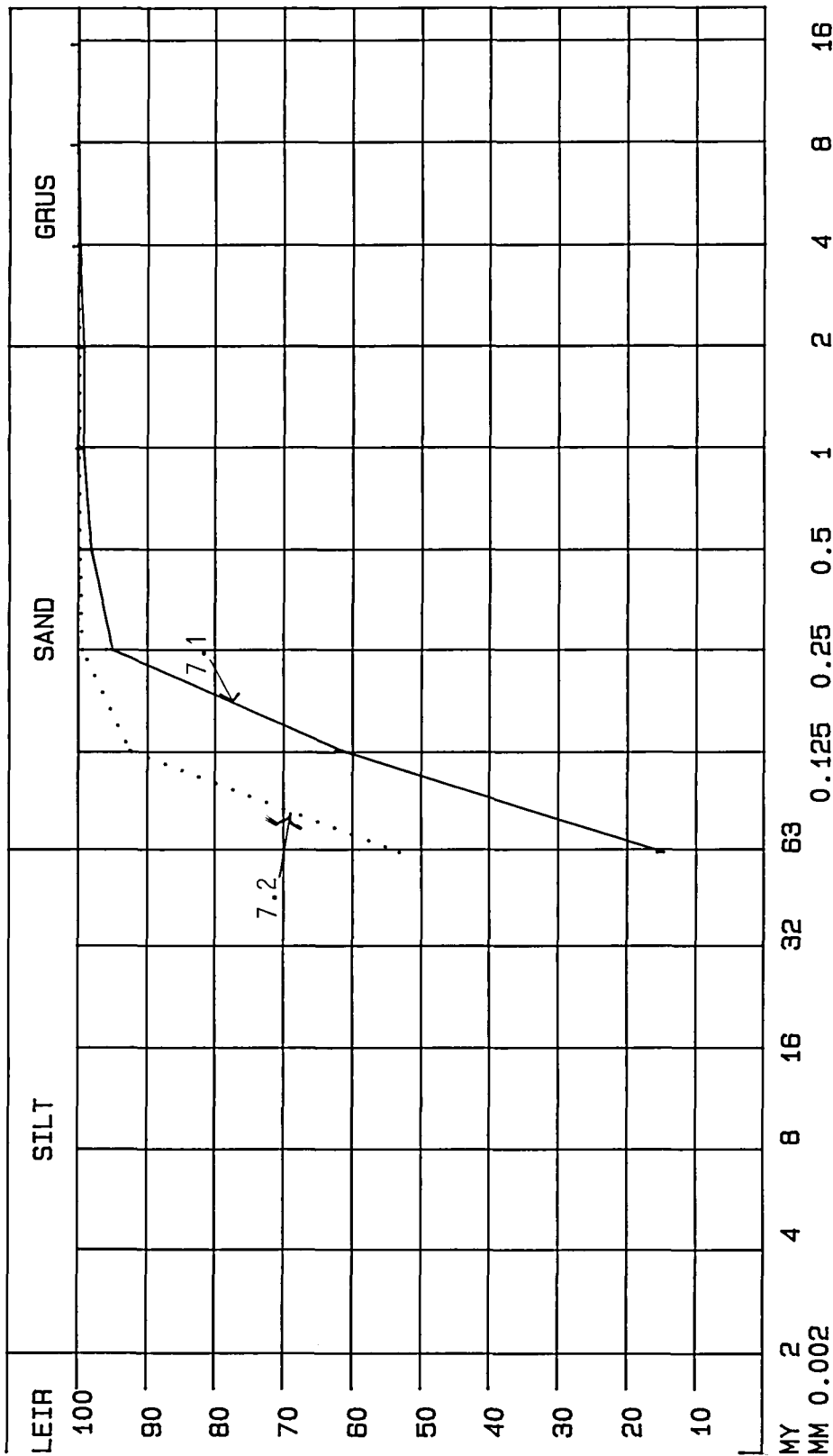


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	
MM	0.002														
KORNSTØRRELSE	(5-67 m)														
5.1	siltpakke														
5.2	fra 12 m														
5.3	(9-11 m)														
6.1	(6 m)														
6.2	(2-3 m)														
6.3	(0-3 m)														
							UTM X	UTM Y							
910427							0	0							
910428							0	0							
910429							0	0							
910430							0	0							
910431							0	0							
910432							0	0							

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

HOLSEN 12171



MY 2 4 8 16 32 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 16000  
 MM 0.002  
 KORNSTØRRELSE  
 7.1 (3-4.5 m) 910441  
 7.2 (2-3 m) ... 910442

UTM X 0 0  
 UTM Y 0 0

## KVALITETSKRITERIER TIL BETONG OG VEIFORMÅL

### Betong

Betongen gjennomgår flere stadier fra fersk tilstand til det ferdige herdede produktet. Tilslaget har som den volummessig dominerende bestanddelen betydning på forskjellig måte. Både i den ferske betongen, i herdestadiet og i langtidsvirkningen i den ferdig herdede betongen.

Graderingen (kornfordelingen) er den parameter som har størst betydning for betongens plastiske egenskaper i fersk tilstand, og påvirker dermed også de senere utviklingsstadier. De betongteknologiske faktorer som knyttes til graderingen er vannbehov, bearbeidbarhet, separasjon/vannutskillelse, slumptap og luftinnhold. Dette har igjen betydning for sementbehov og fasthetsegenskaper.

Blokk	> 256 mm	Sand	2 mm - 0,063 mm
Stein	256 mm - 64 mm	Silt	0,063 mm - 0,002 mm
Grus	64 mm - 2 mm	Leir	< 0,002 mm

*Figur 1 Kornstørrelser*

Det finnes ikke noen allmenngyldig idealkurve for tilslagsmateriale for betongformål. Grensekurvene må tilpasses etter hvilke produkter og kvaliteter man etterstreber.

Med dagens krav til kvalitet er det for betongprodusentene ikke minst viktig å ha en sikker tilgang av masser med en jevn sammensetning uten store variasjoner i graderingen. Store variasjoner i graderingen gir store variasjoner i støpelighet og fasthetsegenskaper. For å oppfylle kvalitetskravene, kompenseres det med økt sementinnhold. Dette er både en teknisk og økonomisk mindre gunstig løsning enn å sørge for bedre styring med kvaliteten på tilslaget.

I en forekomst hvor man ønsker å levere masser for betongproduksjon, eller selv produsere fraksjonert betongtilslag er det av betydning at massene har en jevn fordeling av alle kornstørrelser, slik at de aktuelle sorteringer kan produseres, figur 2. I mange massetak blir i dag tilslaget satt sammen ved at lasteren ut fra erfaringer tar masser fra deler av massetaket med varierende kornstørrelse og blander dette.



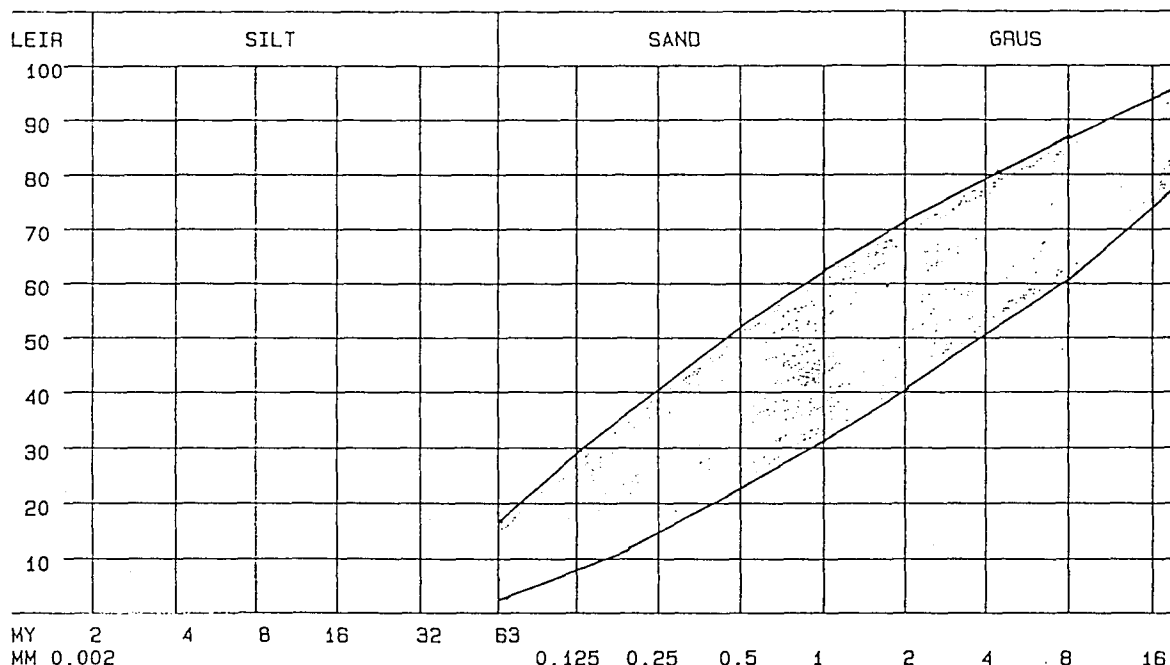
I massetak hvor sand er den dominerende kornstørrelse, men hvor kornfordeling og kvaliteten forøvrig er god, leveres ofte fint tilslag. Betongprodusenten må i disse tilfellene skaffe grovt tilslag fra andre steder. Ofte blir knuste masser fra fast fjell benyttet.

For å få bedre kontroll med kvaliteten på det ferdige produktet, er det imidlertid blitt vanlig for betongprodusenter å benytte ferdigfraksjonert tilslag fra separate lagre. Både for grusleverandører og betongprodusenter er det hensiktsmessig å bruke standardiserte sorteringer. Det stilles derfor krav til tilslagsleverandørene for å imøtekomme dette. Noe som ofte fører til investeringskostnader til knuse- og sorteringsverk.

Den øvre grense for sandtilslaget har gjerne en øvre kornstørrelse i området 8 - 12 mm. Denne delen av tilslaget kan være fraksjonert i 0 - 4 mm og 4 - 8 mm, mens den grove delen av tilslaget kan bestå av en eller flere fraksjoner av grus og stein. Det er viktig at det i hvert enkelt tilfelle foretas proporsjonering og prøvestøping for å få et optimalt tilpasset materiale for de aktuelle bruksformål. Ved slik gradering er forholdet mellom grovt og fint tilslag tilnærmet 50/50, Sammensetning av delfraksjoner er forenklet framstilt i figur 3.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE



Figur 2 Grensekurver for velgradert materiale egnet som betongtilslag

Det er ikke alltid enkelt å finne sand- og grusforekomster hvor alle kornstørrelser er representert. I mange tilfeller må man benytte de masser som finnes og man må inngå kompromissløsninger.

Sandpukkel er et velkjent fenomen for en rekke sandforekomster. Slik sand har liten andel av grove og fine kornstørrelser, slik at kurven får en karakteristisk pukkelform. Et slikt tilslag kan gi økende vannbehov, økende luftinnhold, fare for separasjon/blødning, men lettere flyt/mobilitet, figur 4 kurve 1.

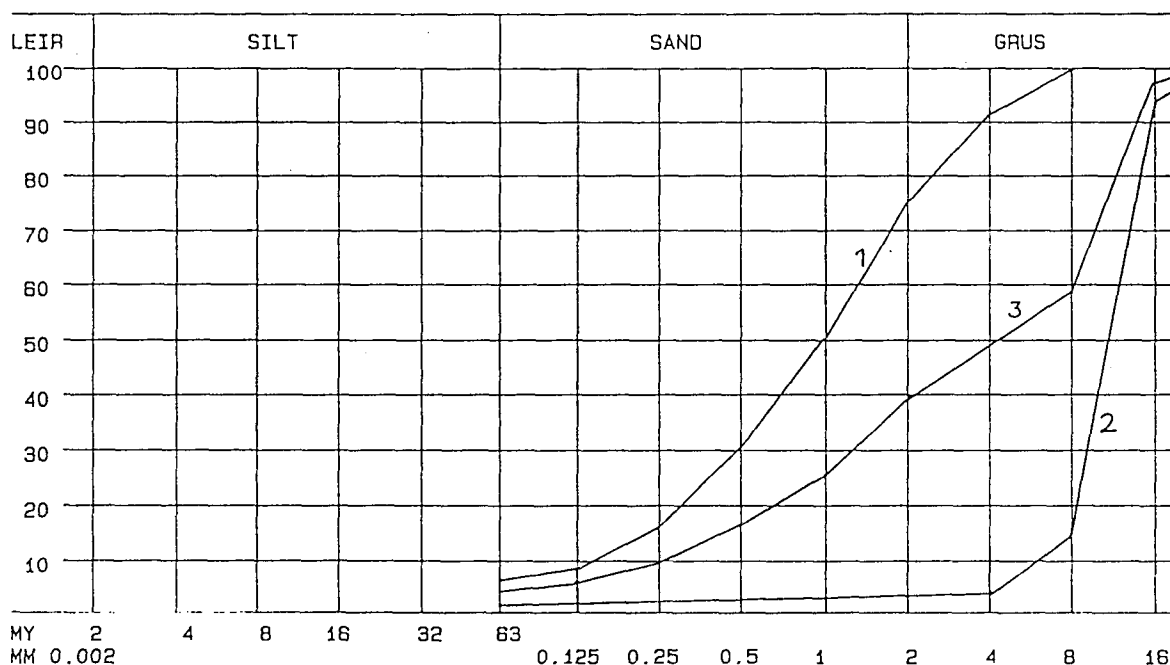
Kurve 2 viser en tettere sandkurve som kan gi redusert vannbehov, tettere pakning og mindre luftinnhold, men mindre flyt/mobilitet ("harsk" betong).

Ved magre blandinger, ved skarp kornform og ved bløt betong kreves høyere fillerinnhold, figur 4 kurve 3,

Ved fete blandinger, ved rund kornform og ved stiv konsistens ("tørr" betong) er en redusert fillermengde tilsvarende kurve 4 fordelaktig.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

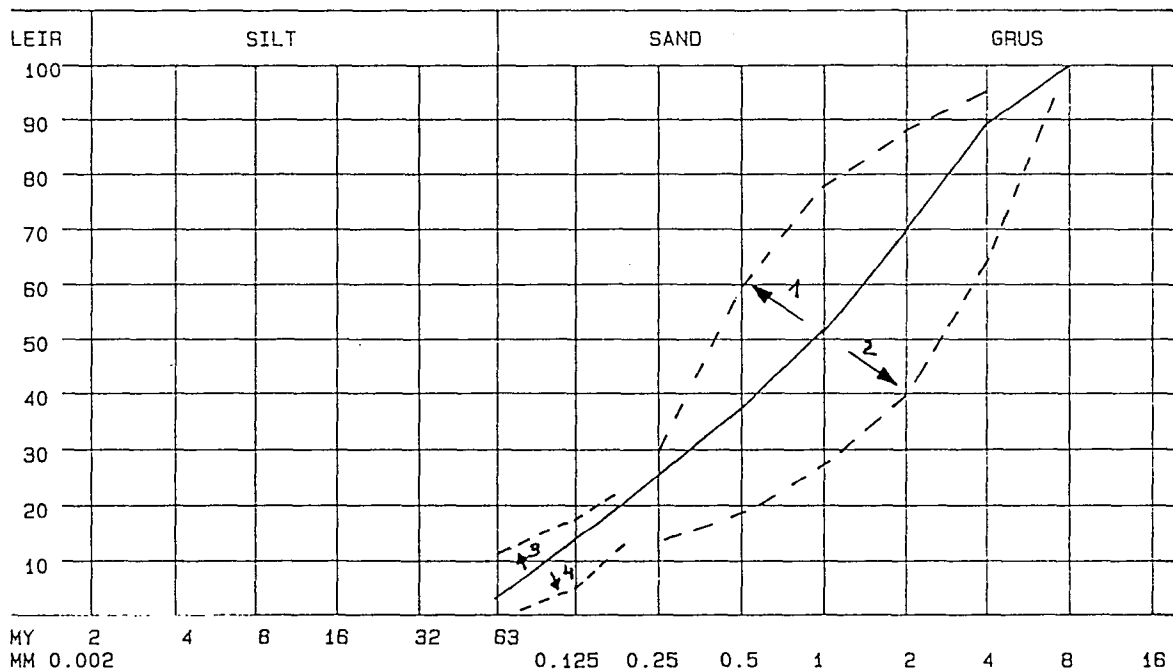


Figur 3 Eksempel på sammensetting av graderinger

For å oppnå det ønskede produkt er det ofte nødvendig å sette sammen ulike fraksjoner av fint og grovt tilslag:

1	Sandtilslag	0 - 8 m
2	Grovt tilslag	8 - 16 m
3	Sammensatt kurve	50/50 av 1 og 2

KORNFORDELINGSKURVE



Figur 4 Graderingseksempler for sandtilslag

Foruten korngraderingen har også andre materialegenskaper betydning for betongkvaliteten.

Kornform og rundingsgrad har vesentlig betydning for egenskapene til fersk betong. Partikler med stor spesifikk overflate i forhold til volum reduserer bearbeidbarheten.

Sandens innhold av fri glimmer har stor betydning for betongens vannbehov. Størst synes den skadelige effekten å være i knust tilslag. Når glimmerinnholdet er høyere en 10 % (andel av telte korn) vil det ha betydning for vannbehovet.

Mineralenes overflateegenskaper har betydning for betongens heftegenskaper.

Innholdet av humus i sandtilslaget forsinket betongens herdeprosess, og kan i verste fall hindre avbindingen.

Silt og særlig leirbelegg på sand og gruskorna kan være fasthetsreduserende gjennom redusert heft mellom tilslag og sementpasta.

## Vegformål

Fra januar 1992 gjelder den nye reviderte håndbok 0-18 Vegbygging. En del av kravene til byggeråstoffkvaliteten og kontrollrutinene for vegbygging er i den nye utgaven skjerpet i forhold til de regler som gjelder i dag.

Å benytte tilslagsmaterialer av riktig kvalitet ved vegbygging betaler seg ved at vedlikeholds-utgiftene reduseres. Dette ligger til grunn for at kvalitetskravene til byggeråstoffene er blitt strengere. Etter sprøhet- og flisighetstesten vil materialet heretter bli klassifisert i fem steinklasser. For å bestemme materialets motstandsevne mot piggdekkslitasje vil det bli foretatt undersøkelse av abrasjonsverdi og slitasjemotstand. Slitasjemotstanden (Sa-verdien) er kvadratroten av sprøhetstallet multiplisert med abrasjonsverdien.

Det er også krav til abrasjonsverdi for bære- og forsterkningslag. Testen er imidlertid utarbeidet for fastfjellsprøver og er mindre egnet for grusprøver.

Steinklasse	Sprøhet	Flisighet
1	< 35	< 45
2	< 45	< 50
3	< 55	< 50
4	< 55	< 60
5	< 60	< 60

Figur 5 Klassifisering av steinmateriale etter fallprøven

Abrasjonsverdi	Slitasjemotstand	Beskrivelse
< 0,35	< 2,0	Meget god
0,35 - 0,45	2,0 - 2,5	God
0,45 - 0,55	0,5 - 3,5	Middels
0,55 - 0,65	3,5 - 4,5	Svak
> 0,65	> 4,5	Meget svak

Figur 6 Rangering av massene etter abrasjon- og slitasjemotstand

Årsdøgnstrafikk	Slitasjemotstand
300 - 1500	Ingen krav
1500 - 3000	< 3,5
3000 - 5000	< 3,0
5000 - 15.000	< 2,5
> 15.000	< 2,0

Figur 7 Krav til slitasjemotstand etter årsdøgntrafikk

### Filterlag

Filterlag brukes der det er stor forskjell mellom kornstørrelsen til materialet i grunnen og i forsterkningslaget. Hensikten er å hindre finstoff fra grunnen å trenge opp i forsterkningslaget og gjøre dette mindre bæredyktig.

Ved bruk av sand og grus som filterlag stilles det krav til kornstørrelse og tykkelsen på filteret avhengig av undergrunnens beskaffenhet og forsterkningslagets sammensetning. I de fleste tilfeller vil fiberduk med fordel kunne benyttes som filter i stedet for sand og grus.

### Forsterkningslag

Sprengt stein, kult eller pukk benyttes normalt som forsterkningslag. Sand og grus kan også benyttes, men knuste masser gir normalt et mer stabilt og bæredyktig lag, og er ikke utsatt for spordannelse, nedkjørte skuldre og erosjon i den grad som sand og grus. Også ressursmessig vil det ofte være riktig å bruke fjellmasser i stedet for sand og grus.

Ved bruk av sand og grus kreves kvalitet i steinklasse minimum 4 for øvre og 5 for nedre lag. Maksimalt skal 9 % av knuste masser < 19 mm passere sikt med 0,075 mm. Det stilles også krav til abrasjonsverdi avhengig av ÅDT. Verdier er imidlertid oppgitt ved bruk av knust fjell. Dette fordi testen krever et ensartet materiale og grus gjerne består av flere bergartstyper med ulike egenskaper.

## Bærelag

For bærelag er det tre aktuelle typer som blir brukt: knust grus, knust fjell og forkilt pukk.

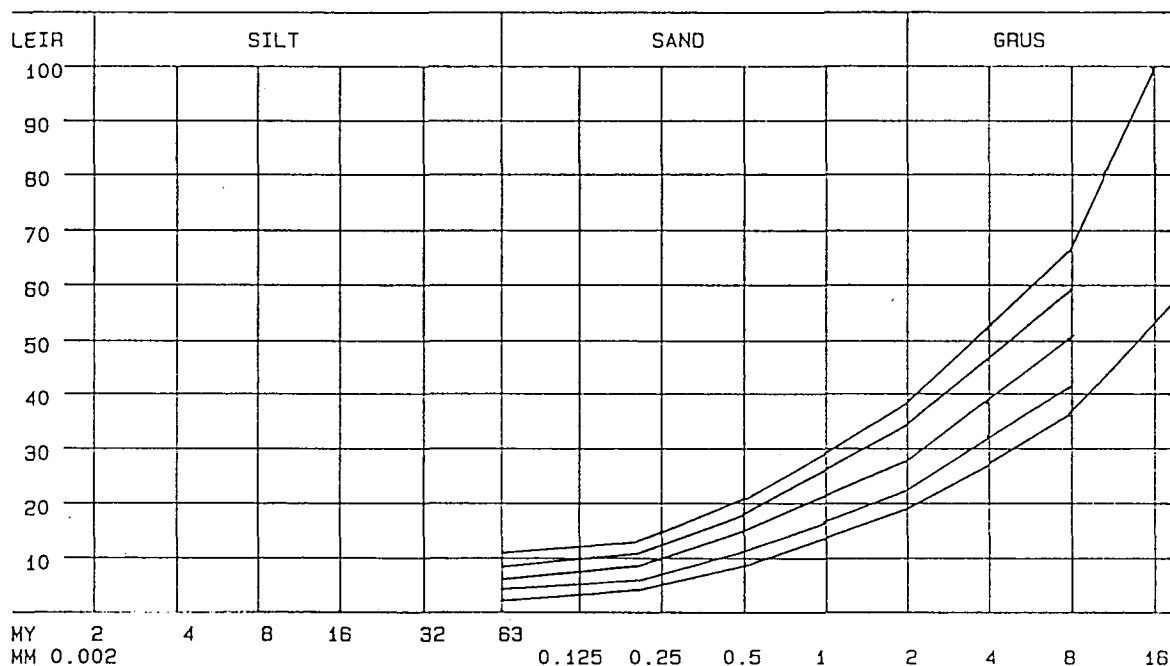
De to først nevnte ble tidligere mye brukt i bærelag. De økte trafikkbelastningene har ført til større materialtekniske krav til bærelaget. Dette har gitt begrensninger i bruk av disse materialene.

Kravene for knust grus er minimum steinklasse 3, et maksimalt inneholde på 25 % svake bergarter, maksimum 9 % materiale < 19 mm skal passere sikt på 0,075 mm, minimum andel knuste flater skal være 50 %. Det stilles også krav til abrasjonsverdiavhengig av ÅDT, og innholdet av humus skal ikke overskride 1 (etter fargeskala).

Krav til kornfordeling er vist i figur 8. Kornkurven bør ligge innenfor og mest mulig parallelt med grensekurvene og bør ikke krysse mer enn to av de stiplede linjene i området 0 - 8 mm materiale 0 - 32 mm bør nyttes.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE



Figur 8 Grensekurver for knust grus til bærelag

Emulsjonsgrus er bitumenstabiliserende stein og grusmasser og kan brukes som bærelag på veger med ÅDT (årsdøgntrafikk) 5000 i nedre bærelag og 3000 i øvre bærelag. Kravene til steinklasse er henholdsvis 1 - 3 og 1 - 4. Videre stilles krav til at flisigheten på materiale > 11,2 mm er < 1,60 henholdsvis < 1,50 og at siktekurven ligger innenfor de fastsatte grenseverdier.

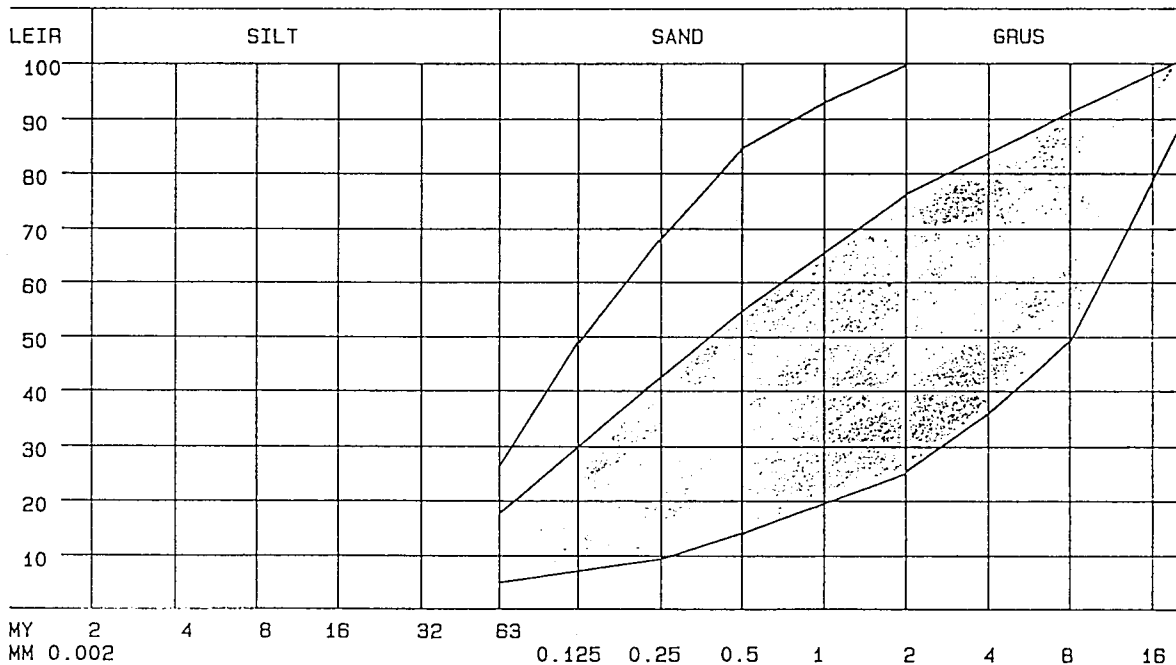
Skumgrus er en kald blanding av skumbitumen, stein og grusmaterialer som brukes som bærelagsmateriale. Kravene til massene er tilsvarende emulsjonsgrus beskrevet ovenfor.

Bitumenstabilisert grus er kaldblandete bitumenstabiliserte stein- og grusmasser som brukes som bærelag på veger med ÅDT 1500 for øvre lag og ÅDT 3000 for nedre lag. Kravspesifikasjonene er forøvrig som for de foran nevnte.

Sementstabiliserende grus er sand- og grusmasser eller knust fjell stabilisert med sement. Ved bruk av sand kan det oppstå svinnsprekker. Finsand krever mye sement og gir en kostbar masse. Figur 9 viser kravene til kornfordeling. Tilslag med kornkurve innen det skraverte området er best egnet og krever minst sement.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE



Figur 9 Grensekurver egnet for sementstabilisert grus

## Grusdekker

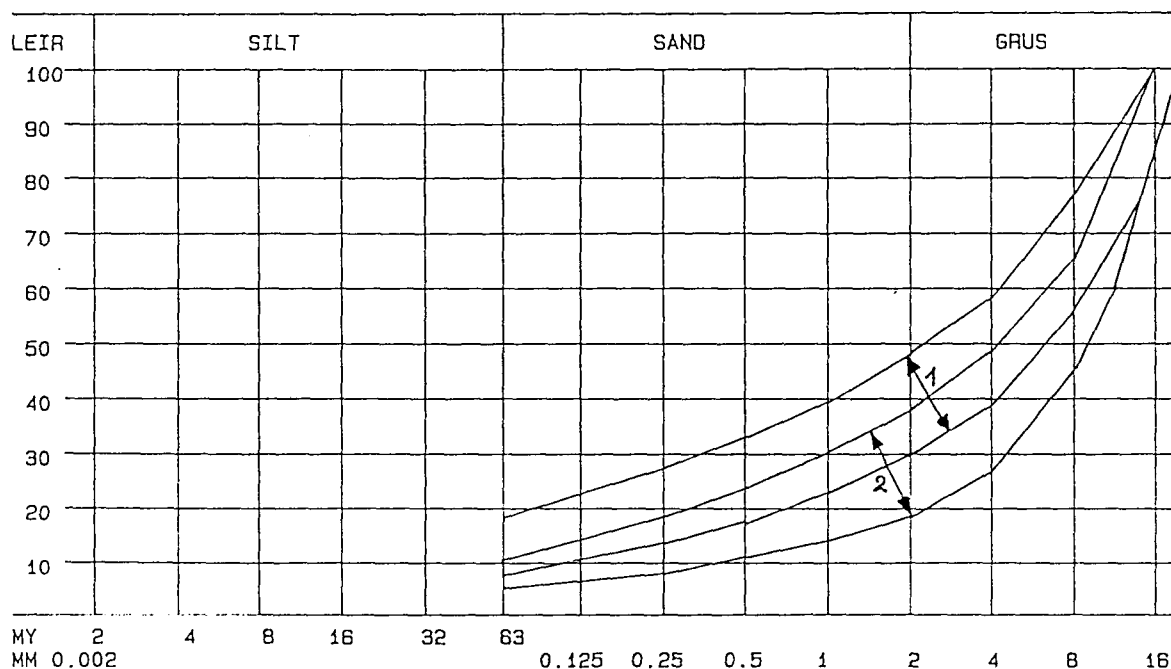
Materialet i grusdekket bør ha en korngradering slik at det er stabilt og tett. Korngraderingen for knust grus bør ligge innenfor toleransegrensene vist i figur 10, maksimal kornstørrelse bør ikke være større enn 19 mm. Grusdekket bør ha et grovt kornskjelett som er fylt ut til maksimal tetthet med passende mengde mindre korn helt ned til leirstørrelse. Materialet må være noe plastisk for å kunne binde sammen de forskjellige fraksjonene. Dersom materialet har en stor andel grovsand (sandpukkel) oppstår lett vaskebrett. Materialer av knust fjell har vanligvis større stabilitet enn tilsvarende av knust grus. For å oppnå en god slitestyrke bør grovfraksjonen bestå av en hard og seig bergart som gir minst mulig nedknusing. Materialet bør være steinklasse 3 eller bedre. For å gi god stabilitet bør minst 30 - 50 % av materialet > 8 mm være knuste masser.

## Slitedekker

Av faste slitedekker finnes mange typer av asfalt, oljegrus og betongblandinger. Disse dekkene har forskjellige egenskaper og leggekostnader og velges ut fra vegstandard og trafikkbelastning. For faste vegdekker med ÅDT over 1500, kreves det i dag abrasjonstesting av tilslagsmaterialet. I figur 11 er slitasjeverdien for en del aktuelle dekketyper vist avhengig av trafikkbelastning.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE



Figur 10 Grensekurver for knust grus og fjell i grusdekker



DEKKETYPE	Årsdøgntrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15.000
Støpeasfalt				2,5*	2,0
Topeka				2,5*	2,0
Skjelettasfalt			3,0	2,5*	2,0
Asfaltbetong	-	3,5	3,0	2,5*	
Drensasfalt	-	3,5	3,0	2,5*	
Asfaltgrus/betong	-	3,5			
Mykasfalt	-	3,5			
Myk drensasfalt	-	3,5			
Emulsjonsgrus	-	3,5			
Overflatebehandl.	-	3,5			

Ikke vanlig bruksområde

\* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Figur 11 Krav til maksimale Sa-verdier for dekketilslag

For de tre første dekketyperne er kravene til steinklasse 1 satt for ÅDT > 15.000, For lavere ÅDT er kravene steinklasse 1 - 2.

For asfaltbetong og drensasfalt er kravene steinklasse 1 - 2 for ÅDT > 1500. For de øvrige dekketyperne er kravene steinklasse 1 - 3. For veger med ÅDT < 1500 stilles det ikke krav til Sa-verdi.

Flisighetsverdien for materiale > 11,2 mm ligger på 1,45 for de aller fleste dekketyper.

VURDERING AV VOLUM  
OG KVALITET I  
BRULAND MASSETAK,  
FØRDE.

