

# **Intern rapport nr. 2355**

**Tilslag til vegbygging**

**Tekst til veiledningshefte til  
Håndbok 018 Vegbygging  
om bruk av tilslag**

26.03.2004

Teknologiavdelingen/Vegdirektoratet

# Intern rapport nr. 2355

## Tilslag til vegbygging Tekst til veiledningshefte til Håndbok 018 Vegbygging om bruk av tilslag

### Sammendrag

I denne rapporten er det forsøkt forklart hvordan de nye metodene fra CEN skal brukes, og hvordan resultatene skal tolkes. En del andre metoder er også nevnt.

Det er utført både "gamle tester" og CEN-metoder på samme materialet for å finne eventuelle korrelasjoner, og krav til steinmaterialer etter CEN-metodene er i våre håndbøker basert på disse korrelasjonene.

Noe av det nye er at:

- \* Alt materiale (som tåler det) skal vaskes og tørkes ved  $(110 \pm 5)$  °C før det analyseres.
- \* Alt materiale grovere enn 4 mm skal heretter siktes på platesikter med utstansede kvadratiske åpninger.
- \* Alle sikter skal kontrolleres med sertifiserte kalibreringssikter. Brukssikter må kastes hvis de avviker 5 % eller mer fra kalibreringssiktene. Er brukssiktene nye, får de returneres til leverandøren.
- \* Alle graderinger og fraksjoner betegnes heretter med skråstrek (for eksempel 4/8 mm og 8/16 mm).
- \* Oppveiing etter sikting skal heretter være separat og ikke kumulativ.
- \* Det blir noen nye siktåpninger å forholde seg til, og en del "gamle" siktåpninger må vrakes.
- \* Det er nye krav til sikterenheter.
- \* Det blir en ny metode for å måle kornform – Flisighetsindeks (Flakindeks)
- \* Det blir nye krav til kornform.
- \* Motstand mot nedknusing måles heretter med Los Angeles-metoden (CEN-versjonen *ikke* ASTM !)
- \* Det blir nye krav til sprøhet.
- \* Slitasjemotstand skal heretter bare måles med Møllemetoden.
- \* Det blir satt krav til mølleverdier.
- \* Det kan settes krav til poleringsverdi.
- \* Det blir deklarasjonsplikt for leverandører.

I Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser blir metodene beskrevet, og i Håndbok 018 Vegbygging kommer krav til analyseverdier.

Denne rapporten belyser noe av dette.

Emneord: *Tilslag, CEN-metoder, nye krav, valg av metoder*

Kontor: *Seksjon for geo- og tunnelteknikk*  
Saksbehandler: *Brit E. Løberg*

*/ britlo*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen/Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Dato:

26.03.2004

---

## Forord

Denne teksten er utarbeidet av Steinmaterialkomiteen og erstatter tidligere ”Publikasjon nr. 67 Steinmaterialer”, Vegdirektoratet 1993. Innholdet er tilpasset stoffet i høringsutgaven av Håndbok 018 Vegbygging (2004).

Steinmaterialkomiteen ble nedsatt av Vegdirektoratet i 1987 og har som formål å være rådgivende komité innen fagområdet stein. Følgende institusjoner deltar:

Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling

Statens vegvesen Region vest

Mesta

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU

Norges geologiske undersøkelser, NGU

Pukk- og Grusleverandørenes Landsforening, PGL

Asfaltteknisk Institutt, ATI

De som aktivt har deltatt i utformingen av denne teksten, er i alfabetisk rekkefølge:

Eyolf Erichsen, NGU

Svein Helge Frækaland, Statens vegvesen, Region vest

Elisabeth Gammelsæter, PGL

Ivar Horvli, NTNU

Brit E. Løberg, Vegdirektoratet Teknologivdelingen

John Natvik, PGL

Peer-Richard Neeb, NGU

Olav E. Ruud, ATI

Kai-Frode Solbakk, Mesta

Vidar Tjervåg, PGL

Arnhild Ulvik, NGU

Redaktør: Brit E. Løberg, Vegdirektoratets Teknologivdeling

Teknologivdelingen, mars 2004

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
**Teknologivdelingen/Vegdirektoratet**

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

# Innhold

	Side
Innholdsfortegnelse .....	1
Generelt .....	3
Formål med denne veiledningen .....	3
Innledning .....	3
Sand, grus, pukk og gjenbruksmaterialer .....	4
Sand og grus .....	4
Pukk .....	4
Gjenbruksmaterialer .....	5
Ressurser og bruk .....	5
Analyser, klassifisering og krav.....	5
Generelt .....	5
Preparering av prøver til laboratorieundersøkelser ..	6
Fysiske og mekaniske tester .....	6
Sikting .....	6
Densitetsbestemmelse .....	9
Bestemmelse av flisighetsindeks (Flakindeks) .....	9
Bestemmelse av motstand mot nedknusing (Los Angeles-metoden) .....	10
Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje (Møllemetoden).....	11
Bestemmelse av Poleringsverdi (PSV) .....	12
Andre tester .....	12
Mikroskopering .....	12
Lyshetsmåling .....	13
Vedheftningstester .....	13
Stabilitet .....	14
Krav til gjenbruksmaterialer .....	14
Helse, miljø og sikkerhet .....	15
Deklarasjonsplikt leverandør .....	15
Henvisning til relevant regelverk .....	17
Lover og regelverk .....	17

	Side
Statens vegvesens håndbøker .....	17
Andre .....	17
Produktstandarder .....	17
Litteratur .....	17
Korrelasjoner.....	21

## Generelt

### Formålet med denne rapporten

Formålet med rapporten er å gi en kortfattet oversikt over prøvningsmetoder og krav til steinmaterialer. I den nye reviderte Håndbok 018 Vegbygging er det krav til nye metoder fra CEN. CEN-arbeidet med steinmaterialer er snart ferdig, de fleste metodene foreligger som Norsk Standard, og samtlige produktstandarder er nå Europa-normaler. Alt dette er nå Norsk Standard. Tilbaketrekning av gamle nasjonale standarder er 1. juni 2004, så innen da *må* de nye metodene være implementert. Noen av de nye metodene er forklart, se kap. 5.

### Innledning

Det brukes pukk og grus til de fleste bygge- og anleggsformål. Omlag 50 prosent av produksjonen nyttes til vegformål, rundt 20 prosent går til betongproduksjon, og ca. 30 prosent går til andre formål. Stein er tungt, og transportkostnader utgjør derfor en høy andel av kostnadene ved pukk- og grusleveranser. Derfor finnes det pukkverk og grustak i de fleste av landets kommuner. For lokal bruk er biltransport det vanligste. Båttransport er vesentlig rimeligere og er derfor vanlig for leveranser over lengre avstander.

Uttak av sand, grus og pukk kan komme i konflikt med andre interesser. Byggeråstoffene må ha en kvalitet som er tilpasset bruken i det enkelte tilfellet. Det er forskjellige krav til tilslaget avhengig av hva det skal brukes til, og produktstandardene angir hvilke krav det er til asfalttilslag, betongtilslag og tilslag til bære- og forsterkningslag. Det er viktig å ikke sløse med ressurser av høy kvalitet til formål der en lavere kvalitet er god nok.

Valget mellom pukk og naturgrus som byggeråstoff avgjøres av anvendelse, økonomi og den kvantitative og kvalitative fordeling av naturgrus. I områder med underskudd av naturgrus er pukk et naturlig byggemateriale. Samme forhold gjør seg gjeldende i områder der naturgrusen ikke tilfredsstiller krav til byggetekniske formål. De siste årene er pukk i stadig større grad anvendt til bruk i bærelag og i vegdekker. Forbruket av pukk vil nok øke mer enn natursand og -grus i årene fremover. Noe grus og pukk kan også erstattes av resirkulerte materialer.

Sand- og grusforekomster blir i tillegg til byggeråstoffer også brukt som byggegrunn, landbruksareal, grunnvannsuttak, kloakkresipient og avfallsdeponier. Dette legger restriksjoner på uttak av grus. Ved Norges geologiske undersøkelse (NGU) er det etablert en Grus- og Pukk-database som gir oversikt og detaljkunnskap om ressursene i hele landet. Databasen er tilgjengelig på internett <http://www.ngu.no/grusogpukk>. Det er områder i landet med knapphet på gode steinmaterialer, og viktige råstoffkilder er ved å bli uttømt. For vegvesenet er det viktig å vite *hvor* de tilgjengelige ressursene er.

Uttak av stein må skje på en måte som tar hensyn til omgivelsene. Plan- og bygningsloven, Forurensningsloven og Konesjonsloven er blant de viktigste lovene som utgjør rammerket for uttak av pukk og grus.

## Sand, grus, pukk og gjenbruksmaterialer

### Sand og grus

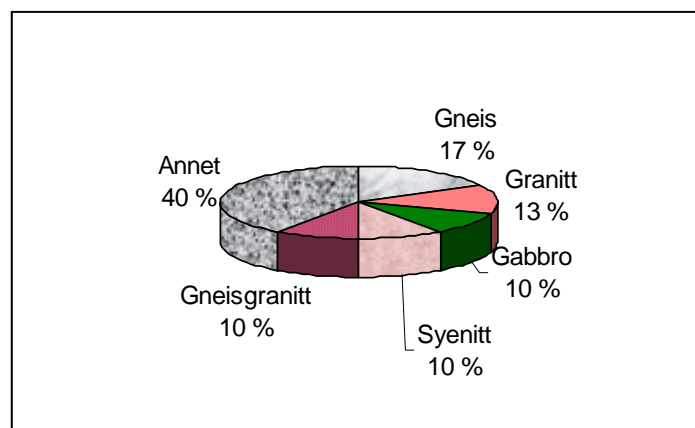
"Sand" og "grus" er geologisk sett løsmasser innenfor de bestemte fraksjonene: sand 0,06/2 mm, grus 2/64 mm og stein 64/250 mm. Uttrykkene sand og grus blir i daglig tale brukt om hverandre som en fellesbetegnelse på løsmasser til bygge- og anleggsformål.

Sand og grus er i naturen konsentrert i forekomster bygget opp lagdelt med ulike kornstørrelser. Særlig viktig er breelvavsetninger og elveavsetninger. Strandavsetninger og morenemateriale kan også være viktige forekomsttyper.

### Pukk

Pukk er knust bergart fra 4 mm til 80 mm og kan anvendes til de samme formål som naturlig sand, grus og stein, men er vanligvis dyrere å produsere. I tillegg benyttes også null-materialer av knust fjell.

En bergart kan bestå av ett eller flere mineraler, og den kan ha et variert mineralinnhold, men enkelte mineraler dominerer. De mest vanlige mineralene i Norge er feltspat, kvarts og glimmer. De vanligste bergartene som brukes til pukk er vist i Fig. 1.



Figur 1: Fordeling av bergartstyper i norske pukkverk. Gruppen "Annet" omfatter også noen av de nevnte bergarter.

Mer enn halvparten av norske pukkverk driver i disse bergartene.

Bergartenes navn er ikke avgjørende for hvilke mekaniske egenskaper knust fjell har. Men kornstørrelse, -form, orientering og omvandlingsgrad av mineraler i bergarter har innvirkning på bergartenes mekaniske egenskaper. Kornstørrelsen i en bergart kan variere fra finkornet (< 1 mm) og middelskornet (fra 1 mm til 5 mm) til grovkornet (> 5 mm), og bergarten kan være jevnkornet til ujevnkornet. Finkornede bergarter har ofte bedre mekaniske egenskaper og gir et sterkere materiale enn grovkornede bergarter. Parallellorienterte mineraler gjør bergarten mer sprø enn tilfeldig orienterte mineraler. Produktets egenskaper er også avhengig av hvordan steinen er sprengt, knust og siktet.

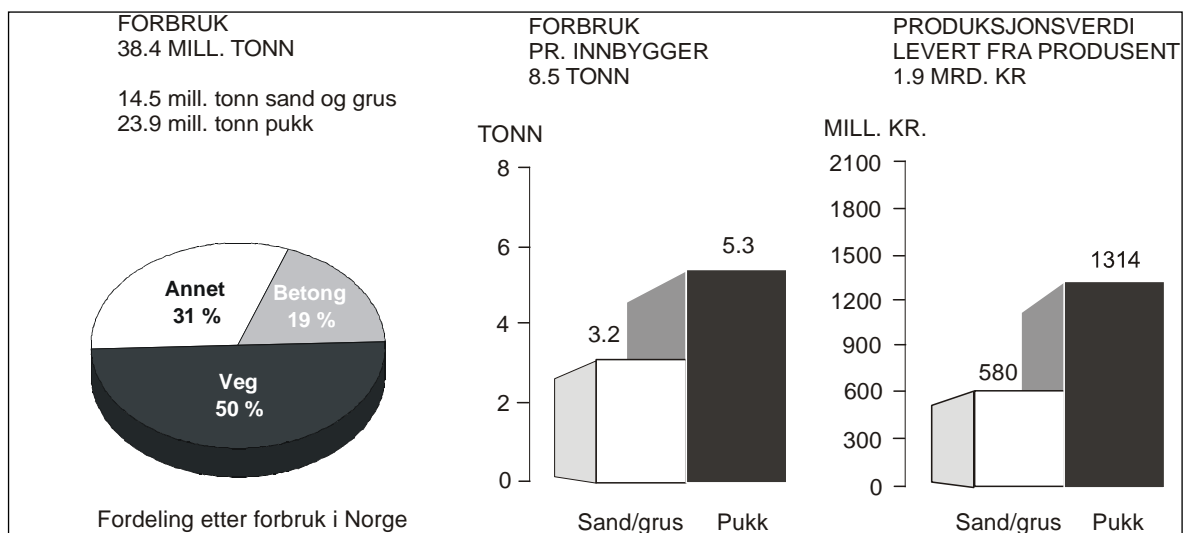
## Gjenbruksmaterialer

Der gjenbruksmaterialer eller restprodukt fra industri er tilgjengelig og av tilstrekkelig kvalitet, kan disse vurderes som et alternativ. De må deklarerer mht. renhet, kvalitet og miljøegenskaper. Mest aktuell er gjenbruksbetong og resirkulert asfalt, se RESIBA – Prosjektrapportene: 02/2002, 03/2002, 06/2002 og 07/2002.

## Ressurser og bruk

NGU har kartlagt 9000 sand- og grusforekomster og 1000 steinforekomster i Norge med ca. 7600 produksjonssteder med varierende driftsforhold. Nytteverdien er å sikre at områder for eksisterende og fremtidige uttak av grus og pukk blir tatt med i areal- og reguleringsplaner i kommuner og fylker og for planlegging av nye vegtraseer.

Det norske forbruket av byggeråstoffer ligger i dag i verdenstoppen. I år 2003 ble det tatt ut ca. 39 millioner tonn med sand, grus og pukk i Norge som tilsvarer et forbruk på 8,5 tonn på hver nordmann, se Fig. 2. Halvparten av produksjonen går til vegformål. Produksjonsverdien av pukk og grus var i 2003 på 1,9 milliarder kroner. Det er ca. 100 viktige sand-, grus- og pukkprodusenter i landet, og ca. 2500 personer er sysselsatt i produksjon i denne næringen.



Figur 2: Forbruk av sand, grus og pukk i Norge i 2003, beregnet av NGU.

## 5 Analyser, klassifisering og krav

### Generelt

Både i vegvesenets håndbøker og i CENs produktstandarder for tilslag er det krav til steinmaterialer og andre tilslag. I Håndbok 018 Vegbygging er krav til tilslag gitt ved hver masse / hvert lag som er beskrevet, og en oppsummering er gitt i Vedlegg 3 i håndboken. Fig. V3.2 der er den samme som Fig. 12 her.

Når vi skal velge steinmaterialer som byggeråstoff, er det viktig å vurdere materialenes fysiske og mekaniske egenskaper for å velge materialer som tåler de påkjenningene de vil bli utsatt for i vegen eller konstruksjonen - og som gir en god bestandighet og tilstrekkelig lang levetid. Men også korngradering, kornform, lyshet, poleringsegenskaper, vedheftningsegen-



skaper, overflatestruktur og -tekstur har betydning for en del bruksområder. Tilslagets egenskaper er betinget av dets mineralsammensetning, krystallstørrelse, -form, omvandlingsgrad og den knuseprosess det har vært igjennom.

Aktuelle analysemetoder er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, i Håndbok 018 Vegbygging Vedlegg 3, i Håndbok 223 Steinmaterialer til veger – flyplasser – jernbaner Vedlegg 5, i noen interne rapporter fra Vegteknisk avdeling og i nye standarder med forstavelsen NS-EN. Metoder for undersøkelse av tilslag er listet opp i litteraturlisten, og de minst aktuelle metodene er skrevet med liten skrift.

## Preparering av prøver til laboratorietesting

Analyseresultatene påvirkes av hvordan steinmaterialet er behandlet *før* testing. Spesielt er kornformen følsom for hvordan prøvematerialet er bearbeidet.

Prøvematerialet tas som løsmasseprøve (sand, grus og gjenbruksmaterialer), som stoffprøver (knyttnevestore bergartsprøver) eller fra en bestemt fraksjon produsert i knuseverk / siktestasjon (produksjonsprøve). Prøvene skal tas i henhold til Håndbok 015 Feltundersøkelser eller NS-EN 932-1. Stoffprøvene blir alltid laboratrieknust for å gi materiale til delprøver til de forskjellige metodene.

Kornformen har betydning for de mekaniske egenskapene. I knuseverk er det vanlig å knuse materialet i flere trinn. Dette forbedrer kvaliteten ved at materialet får en kubisk kornform. En kubisering av prøvematerialet gir et forbedret resultat ved slagmotstandstestene. Denne foredlingseffekten er til en viss grad avhengig av bergartstypen eller gjenbruksmaterialet.

## Fysiske og mekaniske tester

### Sikting

Sikteanalyser viser hvordan andeler av ulike kornstørrelsene fordeler seg i prøven. Metoden er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.432 og 14.434 – og beskrevet i NS-EN 933-1 og NS-EN 933-2. Referansemetoden er vasking, tørking og tørrsikting. Tørrsikting uten vasking er en *alternativ* metode som *kan* brukes for tilslag som er fritt for materiale som kan forårsake sammenkitting. Hvis våtsikting kan endre de fysiske egenskapene til et lett tilslag, brukes tørrsikting.

Det kan velges mellom en rekke kvalitetsklasser med hensyn til sikterenhet, se Intern rapport nr. 2174 fra Vegteknisk avdeling. Vær oppmerksom på at fra 1. juni 2004 skal *alt* materiale som er 4 mm eller grovere siktes på platesikter med utstansede kvadratiske hull.

Det benyttes sikter med disse kvadratiske åpninger i henhold til ISO 3310-1 og ISO 3310-2, se Fig. 3:

0,063 mm; 0,125 mm; 0,250 mm; 0,5 mm; 1 mm; 2 mm; 4 mm; 8 mm; 16 mm; 31,5 mm; 63 mm og 125 mm. Disse kalles Standard sikter.

Tilleggssikter kan brukes, og de kan være:

*enten* Sats 1: 5,6 mm; 11,2 mm; 22,4 mm; 45 mm osv.

*eller* Sats 2: 6,3 mm; 12,5 mm; 14 mm; 20 mm; 40 mm osv.

Handelssorteringene angis som d/D der d er den laveste og D den høyeste nominelle verdi angitt i mm.

Ved sikting finnes kornstørrelse og korngradering. Alle tilslag har sin siktekurve, og ved mottakskontroll kontrolleres det om siktekurven stemmer med det som er oppgitt fra selger eller produsent.

Et nytt krav er at hvis det er mer enn 99 % gjennomgang på D, skal selgeren deklare hvilke sikter som er brukt; og hvis gjennomgangen på d er mindre enn 1 % skal selgeren dokumentere og forklare hvordan den typiske graderingen er i forhold til siktene.

Siktåpninger i mm		
Standard	Standard + sats 1	Standard + sats 2
0,063	0,063	0,063
0,125	0,125	0,125
0,250	0,250	0,250
0,500	0,500	0,500
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	-	5
-	5,6 (5)	-
-	-	6,3 (6)
8	8	8
-	-	10
-	11,2 (11)	-
-	-	12,5 (12)
-	-	14
16	16	16
-	-	20
-	22,4 (22)	-
-	-	25
31,5 (32)	31,5 (32)	31,5 (32)
-	-	40
-	45	-
-	-	50
-	56	-
63	63	63
-	-	80
-	90	-
125	125	125
-	180	-
250	250	250
-	360	-

Avrundede verdier i parentes kan brukes ved beskrivelse av tilslaget.

*Figur 3: Sikter tillatt brukt*

Etter sikting veies materialet på hver sikt separat, og vektprosent av hver fraksjon i analysen bestemmes. Resultatet presenteres i et diagram (siktekurve).

Korngradering for fillere og andre finkornede materialer bestemmes ved slemmeanalyse eller luftstrålesikting, se ”NS-EN 933-10 Kornstørrelsesfordeling for fyllstoff (luftstrøm-sikting)”. Dette utstyret finnes ved noen norske pukkverk. Nå samarbeider de tekniske komiteene CEN/TC 154 Aggregates og CEN/TC 341 Geotechnical investigations and testing for å enes om metode for bestemmelse av det mest finkornede materialet.

I Norge har vi stort sett hatt en sikterenhetsgrad som tillater 15 % overkorn og ca. 15 % underkorn. I de nye reglene for sikterenhetsgrader tilsvarer det  $G_{85/15}$ . Dette er et krav som kan stilles til asfalttilslag og tilslag til ubundne og hydraulisk bundne bærelag. For betongtilslag er kravet noe slakkere:  $G_{85/20}$  som betyr at det kan være opptil 20 % underkorn. Disse sikterenhetsgradene anbefales brukt.

Klassifisering av sikterenheter fra de forskjellige produktstandarder er gitt i tabellene nedenfor.

Tilslag	Størrelse i mm	Vektprosent gjennomgang					Gradering G
		2D	1,4D <sup>1)</sup>	D <sup>2)</sup>	d	d/2 <sup>1)</sup>	
Grovt, G	D > 2	100	100	90-99	0-10	0-2	$G_{G90/10}$
		100	98-100	90-99	0-15	0-5	$G_{G90/15}$
		100	98-100	90-99	0-20	0-5	$G_{G90/20}$
		100	98-100	85-99	0-15	0-2	$G_{G85/15}$
		100	98-100	85-99	0-20	0-5	$G_{G85/20}$
		100	98-100	85-99	0-35	0-5	$G_{G85/35}$
Fint, F	D ≤ 2	100	-	85-99	-	-	$G_{F85}$
Nullvarer, N	D ≤ 45 og d = 0	100	98-100	90-99	-	-	$G_{N90}$
		100	98-100	85-99	-	-	$G_{N85}$

1) Når siktene 1,4D og d/2 ikke finnes, kan den nærmeste sikten i serien ISO 565/R20 anvendes.  
2) Hvis sikteresten på D utgjør mindre enn 1 % av prøven, skal leverandøren dokumentere og kunngjøre at dette er en spesiell gradering.

Figur 4: Klassifisering av sikterenheter for asfalttilslag i henhold til NS-EN 13043. Tilleggskravene i NS-EN 13043 er ikke tatt med her.

Tilslag	Størrelse i mm	Vektprosent gjennomgang					Gradering G <sup>d)</sup>
		2D	1,4D <sup>a &amp; b)</sup>	D <sup>c)</sup>	d	d/2 <sup>a &amp; b)</sup>	
Grovt, G	Forholdet D/d ≤ 2 eller D ≤ 11,2	100	98-100	85-99	0-20	0-5	$G_{G85/20}$
		100	98-100	80-99	0-20	0-5	$G_{G80/20}$
	D/d > 2 og D > 11,2	100	98-100	90-99	0-15	0-5	$G_{G90/15}$
Fint, F	D ≤ 4 og d = 0	100	95-100	85-99	-	-	$G_{F85}$
Naturlig gradert 0/8 mm, NG	D = 8 og d = 0	100	98-100	90-99	-	-	$G_{NG90}$
Nullvarer, N	D ≤ 45 og d = 0	100	98-100	90-99	-	-	$G_{N90}$
		100	98-100	85-99	-	-	$G_{N85}$

a) Når siktene 1,4D og d/2 ikke finnes, kan den nærmeste sikten i serien ISO 565/R20 anvendes.  
b) For betong med partikkelsprang i kurven eller andre spesialbetonger kan det være tilleggskrav.  
c) Hvis sikteresten på D utgjør mindre enn 1 % av prøven, skal leverandøren dokumentere og kunngjøre at dette er en spesiell gradering som omfatter siktene D, d og d/2 – og sikter i serien ISO 565/R20 som ligger mellom d og D. Sikter med ratio mindre enn 1,4 ganger underliggende sikt kan utelukkes.  
d) Andre produktstandarder kan ha andre krav til de samme graderingene.

Figur 5: Klassifisering av sikterenheter for betongtilslag i henhold til NS-EN 12620 av april 2002. Tilleggskrav i NS-EN 12620 er ikke tatt med her.

Tilslag	Størrelse i mm	Vektprosent gjennomgang					Gradering G
		2D <sup>1)</sup>	1,4D <sup>2) 3)</sup>	D <sup>4)</sup>	d <sup>3) 5)</sup>	d/2 <sup>2) 3)</sup>	
Grovt, G	d ≥ 1 og D > 2	100	98-100	85-99	0-15	0-5	G <sub>G85/15</sub>
		100	98-100	80-99	0-20	0-5	G <sub>G80/20</sub>
Fint, F	d = 0 og D ≤ 6,3	100	98-100	85-99	-	-	G <sub>F85</sub>
		100	98-100	80-99	-	-	G <sub>F80</sub>
Nullvarer, N	d = 0 og D > 6,3	-	100	85-99	-	-	G <sub>N85</sub>
		100	98-100	80-99	-	-	G <sub>N80</sub>
		100	-	75-99	-	-	G <sub>N75</sub>

1) For tilslag der D er større enn 63 mm (dvs. 80 mm og 90 mm) kan det bare brukes sikter i forholdet 1,4 D ettersom det ikke finnes sikter større enn 125 mm i ISO 565/R20-serien.

2) Når siktene som er beregnet å være 1,4D og d/2 ikke finnes i serien ISO 565/R20, kan nærmest sikt anvendes.

3) For spesiell bruk kan det være tilleggskrav.

4) Hvis sikteresten på D utgjør mindre enn 1 % av prøven, skal leverandøren dokumentere og kunngjøre at dette er en spesiell gradering som omfatter siktene D, d og d/2. Sikter fra Standard + sats 1 eller Standard + sats 2 som ligger mellom d og D og med ratio mindre enn 1,4 ganger underliggende sikt kan utelukkes.

5) Grenser satt for gjennomgang på d kan modifiseres til 1 til 15 for G<sub>C85-15</sub> og 1 til 20 for G<sub>C80-20</sub> når det er nødvendig for å få et velgradert tilslag.

Figur 6: Klassifisering av sikterenheter for tilslag til ubundne og hydraulisk bundne bærelag i henhold til NS-EN 13242. Tilleggskrav i NS-EN 13242 er ikke tatt med her.

### Densitetsbestemmelse

Densitet er definert som masse i forhold til volum. Metoden er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieanalyser, kap. 14.42 og i NS-EN 1097-6. Et materiales densitet betyr mye for transportkostnader og for resepter til asfalt og betong, og metoden inngår i svært mange analyser. Steinmaterialer i Norge har vanligvis densitet på mellom 2,5 g/cm<sup>3</sup> og 3,2 g/cm<sup>3</sup>. Ved lavere eller høyere densitet enn dette bør tilslaget undersøkes petrografisk (Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.419 eller NS-EN 932-3). Gjenbruksmaterialer kan være atskillig lettere enn steinmaterialer.

### Bestemmelse av Flisighetsindeks (Flakindeks)

Kornformen skyldes i alt vesentlig knuseprosessen og bestemmes med metoden for bestemmelse av flisighetsindeks (NS-EN 933-3 og Intern rapport nr. 2285 fra Vegteknisk avdeling). Flakformede eller stenglige korn er uønsket, for de er svakere enn kubiske korn av det samme materialet. Jo lavere indeks, jo mer kubisk er materialet. Materiale som er finere enn 4 mm, kan måles etter NS-EN 933-6 Strømningskoeffisient for tilslag.

Flisighetsindeks erstatter flisighetstallet som inngår i fallprøven. Undersøkelse av kornform utføres på pukk som er mellom 4 mm og 80 mm innenfor følgende trange fraksjoner som angitt i Fig. 7.

Fraksjon i mm	63/80	50/63	40/50	31,5/40	25/31,5	20/25	16/20	12,5/16	10/12,5	8/10	6,3/8	5/6,3	4/5
Spaltebredde i stavsikt, mm	40	31,5	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	3,15	2,5

Figur 7: Sikter til bestemmelse av flisighetsindeks.

Flisighetsindeksen beregnes for hver fraksjon (FI<sub>i</sub>) som prosentvis gjennomgang på stavsikten. Det beregnes deretter en total flisighetsindeks (FI) for hele den undersøkte prøven.

Asfalttilslag		Betongtilslag		Bærelagsmaterialer	
Flisighetsindeks	Klassifisering	Flisighetsindeks	Klassifisering	Flisighetsindeks	Klassifisering
≤ 10	FI <sub>10</sub>	-	-	-	-
≤ 15	FI <sub>15</sub>	≤ 15	FI <sub>15</sub>	-	-
≤ 20	FI <sub>20</sub>	≤ 20	FI <sub>20</sub>	≤ 20	FI <sub>20</sub>
≤ 25	FI <sub>25</sub>	-	-	-	-
≤ 30	FI <sub>30</sub>	-	-	-	-
≤ 35	FI <sub>35</sub>	≤ 35	FI <sub>35</sub>	≤ 35	FI <sub>35</sub>
≤ 50	FI <sub>50</sub>	≤ 50	FI <sub>50</sub>	≤ 50	FI <sub>50</sub>
> 50	FI <sub>Deklarert</sub>	> 50	FI <sub>Deklarert</sub>	> 50	FI <sub>Deklarert</sub>
Ingen krav	FI <sub>Ik</sub>	Ingen krav	FI <sub>Ik</sub>	Ingen krav	FI <sub>Ik</sub>

Figur 8: Klassifisering av flisighetsindeks FI

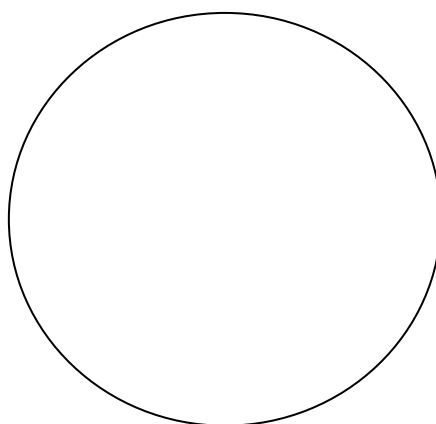
For kult gjelder at forholdet lengde:tykkelse ikke skal overstige 3.

Krav til kornform er gitt i beskrivelsen av hver enkelt masse, se også Fig. 14. Korrelasjon mellom flisighetsindeks og flisighetstall er gitt i figurene 17, 18 og 19.

#### Bestemmelse av motstand mot nedknusing (Los Angeles-metoden)

Los Angeles-metoden erstatter fallprøven fra 1. desember 2003. Den angir et materiales evne til å motstå nedknusing. Metoden er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.456 og i NS-EN 1097-2. Der er det angitt at referansegraderingen er 10/14 mm, men andre graderinger *kan* brukes (se NS-EN 1097-2 side 10). Det må *alltid* angis hvilken gradering som er undersøkt, for forskjellige graderinger gir forskjellige Los Angeles-verdier.

Prosedyren går i korthet ut på å tromle tørt 5 kg steinmaterialer i en gitt fraksjon med et gitt antall stålkuler ca. 45 mm i diameter. Innvendig har trommelen en stålhylle som ved omdreining løfter prøven og kulene – som så faller ned. Etter 500 omdreininger (1000 omdreininger for grovt materiale) tas prøven ut, våtsiktes og tørkes. LA-verdien er prosent gjennomgang på 1,6 mm-sikten etter tromling. Fig. 9 viser prinsippet og Fig. 10 viser klassifiseringen.



Figur 9: Tverrsnitt av en Los Angeles-trommel

Asfalttilslag		Betongtilslag		Bærelagsmaterialer	
Los Angeles-verdi	Klassifisering	Los Angeles-verdi	Klassifisering	Los Angeles-verdi	Klassifisering
≤ 15	LA <sub>15</sub>	≤ 15	LA <sub>15</sub>	-	-
≤ 20	LA <sub>20</sub>	≤ 20	LA <sub>20</sub>	≤ 20	LA <sub>20</sub>
≤ 25	LA <sub>25</sub>	≤ 25	LA <sub>25</sub>	≤ 25	LA <sub>25</sub>
≤ 30	LA <sub>30</sub>	≤ 30	LA <sub>30</sub>	≤ 30	LA <sub>30</sub>
-	-	≤ 35	LA <sub>35</sub>	≤ 35	LA <sub>35</sub>
≤ 40	LA <sub>40</sub>	≤ 40	LA <sub>40</sub>	≤ 40	LA <sub>40</sub>
≤ 50	LA <sub>50</sub>	≤ 50	LA <sub>50</sub>	≤ 50	LA <sub>50</sub>
> 50	LA <sub>Deklarert</sub>	> 50	LA <sub>Deklarert</sub>	-	-
-	-	-	-	≤ 60	LA <sub>60</sub>
-	-	-	-	> 60	LA <sub>deklarerert</sub>
Ingen krav	LA <sub>Ik</sub>	Ingen krav	LA <sub>Ik</sub>	Ingen krav	LA <sub>Ik</sub>

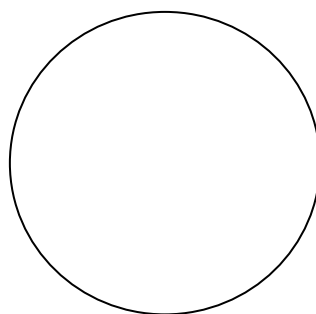
Figur10: Klassifisering etter Los Angeles-metoden

Kravene til Los Angeles-verdier i Håndbok 018 Vegbygging er basert på erfaringene med steinklasser og korrelasjon med testmetodene. Korrelasjon er vist i Fig. 20 med angivelse av klassifisering. Kravene gjelder *kun* for referansegraderingen 10/14 mm.

#### Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje (møllemetoden)

Møllemetoden er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.455 og i NS-EN 1097-9. Den gir uttrykk for steinmaterialets motstandsevne mot slipende slitasje, og den erstatter abrasjonsmetoden og Sa-verdien.

Prosedyren går i korthet ut på å tromle *vått* ca. 1 kg (avhengig av densitet) steinmateriale i fraksjonen 11,2-16,0 mm med 7 kg stålkuler 15 mm i diameter. Innvendig har trommelen tre ribber som blander innholdet ved rotasjon, så prøve og kuler gnisser mot hverandre. Etter 5400 omdreininger tas prøven ut, våtsiktes og tørkes. Mølleverdien er prosent gjennomgang på 2 mm-sikten etter tromling. Fig. 11 viser prinsippet og Fig. 12 viser klassifiseringen.



Figur 11: Tverrsnitt av kulemølle

Mølleverdi	Klassifisering
≤ 7	M <sub>V7</sub>
≤ 10	M <sub>V10</sub>
≤ 14	M <sub>V14</sub>
≤ 19	M <sub>V19</sub>
≤ 30	M <sub>V30</sub>
Ingen krav	M <sub>VIk</sub>

Figur 12: Klassifisering av asfalt- og betongtilslag etter møllemetoden

Krav til mølleverdi er beskrevet for de masser som skal brukes til dekker, se også Fig. 14. Korrelasjon mellom Sa-verdi og mølleverdi er vist i Fig. 21.

### Bestemmelse av poleringsverdi (PSV)

Glatte vegdekker om sommeren kan skyldes at steinmaterialet i dekket lett poleres. Med metoden NS-EN 1097-8 Bestemmelse av poleringsverdi kan tilslagets poleringsverdi bestemmes. Våre tilslag med høy slitestyrke kan ha lave PSV-verdier som betyr stor poleringsevne. Men det finnes en del sterke bergarter som har rimelig god motstand mot polering ved spesiell mineralsammensetning og tekstur.

PSV er forkortelse for Polished Stone Value. Det er stilt minimumskrav til *friksjon* for vegdekker. Dette kan gi visse føringer for valg av tilslag. Piggdekk benyttes i stor grad, og dette gir en effekt med oppruing av vegoverflaten om vinteren, slik at polering fra sommerens trafikk ikke tidligere har vært noe problem her til lands. Piggdekkbruk i våre største byer er nå sterkt redusert pga. restriksjoner. Det betyr at vi bør ha kunnskap om poleringsegenskapene før vi velger tilslag for de mest trafikkerte vegene.

Prosedyren går i korthet ut på at 36 til 46 steinkorn av en bestemt fraksjon: < 10 mm kvadratsikt og > 7 mm stavsikt, limes i en støpeform til et prøvestykke som har en buet rektangulær utforming. 12 prøvestykker og 2 kontrollstykker bearbeides videre ved at de monteres på et hjul som er plassert loddrett på en poleringsmaskin. Hjulet blir belastet med et løpehjul av kompakt gummi, og det blir tilført vann og et grovt slipemiddel for å slippe prøvestykket. Samme prosedyre gjentas på nytt, men nå med et poleringsmiddel og et eget løpehjul for å polere prøvestykket. Poleringsverdien blir så målt med et pendelapparat: En pendelarm stryker over prøvestykket, og en viser gir et utslag på en skala. Utslaget angir poleringsverdien. Klassifiseringen er gitt i Fig. 13.

Poleringsverdi (PSV)	Klassifisering
≤ 68	PSV <sub>68</sub>
≤ 62	PSV <sub>62</sub>
≤ 56	PSV <sub>56</sub>
≤ 50	PSV <sub>50</sub>
≤ 44	PSV <sub>44</sub>
Ingen krav	PSV <sub>Ik</sub>

Figur 13: Klassifisering av asfalt- og betongtilslag etter poleringsverdi.

Her gjelder at jo lavere tallverdi, jo mindre friksjon, dvs. at de laveste verdier viser at materialet lett poleres.

I enkelte tilfeller kan det være et krav at PSV skal være større enn 50 på høytrafikkerte vegger.

## Andre tester

### Mikroskopering

*Grusprøver* undersøkes i mikroskop med pålys, og fraksjonen er 0,125 / 0,500 mm (se Peer-Richard Neeb: Byggeråstoffer, NGU 1992).

*Glimmerinnhold* i grus undersøkes med mikroskop med pålys, og det benyttes fraksjonen 0,125 / 0,250 mm. Metoden er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap.

14.417. Ved knusing av glimmerholdige bergarter, anrikes glimmeren i finfraksjonen og kan gi problemer i mørteldelen av asfalt eller betong.

Det kan stilles krav til maksimalt glimmerinnhold i anbudsdokumenter.

*Steinprøver* undersøkes ved at tynnslip av prøven mikroskoperes med gjennomfallende polarisert lys (se Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.419 og NS-EN 932-3 Prosedyre og terminologi for forenklet petrografisk beskrivelse). Tynnslip er betegnelsen på en 20-30 µm tykk skive av en steinprøve som er limt fast til en glassplate. Når polarisert lys passerer tynnslipet, kan de ulike mineralene identifiseres i mikroskopet på grunnlag av sine optiske egenskaper. Ved mikroskopering registreres mineralenes innbyrdes mengdeforhold, form, størrelse, orientering, sammenføyning og omvandlingsfenomener.

Ved vurdering av *alkalireaktivitet* lages det også tynnslip - foruten den undersøkelsesmetoden som er beskrevet i Håndbok 014, kap. 14.611. Det blir laget såkalte innstøpte slip med grus i fraksjonene 1/2 mm og 2/4 mm eller for knust fjell i fraksjonen 2/4 mm. Prøvene deles inn i tre varianter: alkalireaktive, mulig alkalireaktive eller ikke alkalireaktive. Summen av alkalireaktive og mulige alkalireaktive må være under 20 % for at prøven skal få betegnelsen ikke alkalireaktiv. Prøver som får betegnelsen alkalireaktive eller mulig alkalireaktive, behøver ikke å være skadelige i betong. Ekspansjonstester må utføres for å få fastlagt dette nærmere.

For betongtilslag er det krav til alkalireaktivitet.

*Gjenbruksmaterialer* kan også mikroskoperes, men det er ikke vanlig.

### **Lyshetsmåling**

Begrunnelse for tilsetning av lyst tilslag er å få lysere vegdekker og økt trafikksikkerhet. Til lyshetsmåling benyttes fraksjonen 0,125 / 0,250 mm (125 / 250 µm), og det måles tørt og vått. Det er refleksjonen fra vått materiale som gir lyshetstallet. Metoden er beskrevet i Vegteknisk avdelings Intern rapport nr. 2190, 2001.

De fleste norske bergarter har lyshetstall mellom 10 og 35. Jo høyere lyshetstall, jo lysere er materialet i våt tilstand. I anbudsdokumenter kan det være krav til lyshet.

### **Vedheftningstester**

I asfalterte dekker og bærelag må det være god vedheft mellom tilslag og bindemiddel for å gi dekker og bærelag med gode styrkeegenskaper og bestandighet. Vedheftningsegenskapene er et samspill mellom tilslag og bindemiddel, og kan derfor ikke bare tilskrives stein eller bindemiddel som en særegen materialparameter. Derfor må vedheftningstester *alltid* utføres på aktuelle blandinger av bindemiddel og tilslag (se Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.57 og Laboratorierapport nr. 87 fra Veglaboratoriet 1996).

*Kvartsrike (sure) bergarter* vil i utgangspunktet ha dårlig vedheftning til bitumen. Her kan det oppnås tilstrekkelig vedheft ved å velge riktig bindemiddel eller tilsetningsstoff (ulike typer amin o.a.) til bindemiddelet.

Pukk krever mer bindemiddel (bitumen eller sement) enn grus, men den gir bedre stabilitet på grunn av stor indre friksjon i massen. Til asfalt og betong kan det være en fordel med



noe uknust tilslag i de fine fraksjonene for å få tilstrekkelig smidighet. Betong kan bli lettere bearbeidelig med tilførsel av plastiserende stoffer.

**Belegg** på tilslag kan hindre vedheft mellom bindemiddel og steinmaterialer, og da må det fjernes. Belegg kan opptre i form av finstoff på naturgrus eller støv på puk fra knuseprosessen (se Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.453). Det kan kreves at pukken er vasket.

De forskjellige krav til vedheftning er gitt i Veiledning til asfaltkapittelet i Håndbok 018 Vegbygging.

	ÅDT					
	0-300	300-1500	1500-3000	3000-5000	5000-15000	> 15000
<b>Dekke</b>						
FI <sub>(8/16 mm)</sub> <sup>1)</sup>	≤40	≤30	≤30	≤30	≤25	≤25
Los Angeles-verdi	≤35	≤35	≤35	≤35	≤25	≤15
Mølleverdi	-	-	≤14	≤10	≤10	≤7
<b>Bærelag</b> <sup>2)</sup>						
FI <sub>(8/16 mm)</sub> Mekanisk stab. bærelag	≤40	≤40	≤30	≤30	-	-
FI <sub>(8/16 mm)</sub> Bitumenstab. bærelag	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40
Los Angeles-verdi <sup>3)</sup>	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35
<b>Forsterkningslag</b>						
Los Angeles-verdi for:						
Øvre forsterkningslag	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35
Nedre forsterkningslag	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40

1) Kravet gjelder *innen* graderingen 8/16 mm og dermed også for graderingene 8/11 mm og 11/16 mm og for delfraksjonene 8/10 mm; 10/12,5 mm og 12,5/16mm. For Eo og Do må FI ≤ 25.

2) For forkilingspukk til Fp og Pp må FI ≤ 30 og LA ≤ 35

3) For Cp bør LA ≤ 40 (intet krav)

*Figur 14: Oversikt over noen viktige krav til kornform og styrke. For to massetyper er kravene strengere enn vist i tabellen.*

### Stabilitet

Stabilitet i massen er avhengig av korngradering, overflateruhet, knusningsgrad, bergartstype, og kornstørrelse. Metoden "NS-EN 933-5 Måling av antall knuste korn" tallfester antall prosent knuste korn i en masse – som gjelder for materiale grovere enn 4 mm. For materiale finere enn 4 mm finnes metoden: "NS-EN 933-6 Bedømmelse av overflateegenskaper Strømningskoeffisient for tilslag".

En elvegrus med godt rundede korn er mindre stabil som bærelag eller forsterkningslag enn knust fjell der bergartskornene har skarpe kanter.

For noen masser er det krav til andel knuste korn, for knuste materialer gir bedre stabilitet i massen enn uknust.

### Krav til gjenbruksmaterialer

Gjenbruksmaterialer kan anvendes til formål der materialet tilfredsstillende gir krav.

## Helse, miljø og sikkerhet

Generelle forhold er beskrevet i Håndbok 214 Helse, miljø og sikkerhet (HMS). Det skal stilles miljøkrav som sikrer bærekraftig ressursbruk og hindrer en negativ HMS-påvirkning ved produksjon og bruk. Der det er teknisk, økonomisk og miljømessig forsvarlig, skal det vurderes å bruke resirkulerte materialer.

Arbeidsgiver har ansvar for at lover og regelverk for miljø og sikkerhet blir fulgt, og arbeidstaker har plikt til å følge opp dette. Arbeidstilsynet er øverste kontrollinstans for arbeidsmiljø og Statens forurensningstilsyn (SFT) for øvrig miljø.

Planer for drift av materialtak skal foreligge. Ved uttak, produksjon og transport av steinmaterialer skal gjeldende lover og regler følges. For øvrig regulerer Plan- og bygningsloven og Vassdragsloven ethvert masseuttak. Krav til massetak er gitt i egne forskrifter. Det er også krav til deponi for resirkulerte materialer. Her kan det være fare for forurensing ved utvasking.

Uttak av stein og grus kan komme i konflikt med andre interesser som bebyggelse, jordbruk, grunnvann, fornminner og rekreasjon.

Støv fra grus- og steinproduksjon og fra håndtering av resirkulerte materialer kan være helseskadelig og bør unngås i størst mulig grad. Arbeidstilsynets administrative norm er vist i Fig. 15.

	Totalstøv i mg/m <sup>3</sup>	Respirabelt støv i mg/m <sup>3</sup>
Kvarts	≤ 0,3	≤ 0,1
Glimmer	≤ 6	≤ 3
Støv generelt	≤ 10	≤ 5

Figur 15: Arbeidstilsynets administrative norm for arbeidsmiljø (2001)

Produsent og/eller selger av tilslag må kunne dokumentere at produktet er tilvirket etter gjeldende regler.

## Deklarasjonsplikt for leverandør

Her spesifiseres produsentens/leverandørens deklarasjonsplikt for tilslag. Dette inkluderer krav til uttesting og kvalitetskontroll, krav til dokumentasjon og krav til merking og følgeseddel ved levering.

### Evaluerings av overensstemmelse

Produsenten skal utføre oppstartkontroll og produksjonskontroll for å sikre at produktet oppfyller krav satt i aktuell produktstandard, og for å kunne deklare verdier for relevante egenskaper.

### Oppstartkontroll

Det skal utføres oppstartkontroll som er relevant for endelig bruk av tilslaget for å kontrollere at disse er i henhold til krav i følgende tilfeller:

- a) Ved uttak fra ny forekomst hvor det mangler data eller erfaring.
- b) Ved større endringer i råmaterialet eller hvor produksjonsprosessen kan påvirke egenskapene til tilslaget.

Resultatene fra oppstartkontrollen skal foreligge som grunnlag for produksjonskontrollen. For gjenbruksmaterialer gjelder spesielt identifisering av bestanddeler som kan gi stråling over normale bakgrunnsverdier og komponenter som sannsynligvis kan avgi polyaromatiske karbonforbindelser eller andre farlige komponenter. Dersom innholdet av noen av disse komponentene overstiger grenseverdier satt for bruken av tilslaget, skal resultatene fra oppstartkontrollen deklarerer.

### **Kvalitetskontroll**

Produsenten skal ha et system for produksjonskontroll som oppfyller krav angitt i vedlegg til aktuell produktstandard. Produsenten skal kunne dokumentere hvilke prosedyrer for kvalitetskontroll som er gjeldende for produksjonen av tilslaget.

### **Betegnelse og beskrivelse**

Tilslaget skal være identifisert ved:

- a) Forekomst og produsent. Dersom tilslaget er håndtert av flere ledd i form av mellom-lagring, skal både forekomst og lagersted angis.
- b) Type tilslag (NS-EN 932-3 Prosedyre og terminologi for forenklet petrografisk beskrivelse).
- c) Tilslagets nominelle størrelse.

### **Tilleggsinformasjon for beskrivelse av tilslag**

Behovet for tilleggsinformasjon er avhengig av situasjonen og endelig bruk. For eksempel:

- a) En kode for å relatere betegnelse til beskrivelse.
- b) Annen tilleggsinformasjon som er nødvendig for å identifisere det enkelte tilslag.

Bestiller skal informere leverandør ved bestilling om spesielle krav knyttet til endelig bruk av tilslaget, og krav om tilleggsinformasjon.

### **Merking og følgeseddel**

Følgeseddelen skal inneholde følgende informasjon:

- a) Leveringssted
- b) Utleveringsdato
- c) Serienummer for følgeseddel
- d) Angivelse av produktstandard

CE merking er angitt i vedlegg til produktstandarden.

### **Utdrag av Byggeveredirektivets Kapittel V og Vedlegg III**

I standardiseringsarbeidet i CEN vil hvert produkt til bruk i byggverk bli vurdert med hensyn til dets egenskaper med betydning for byggverkets funksjon og med tanke på den endelige bruken som produktet vil få. En ferdig standard som kan omfatte flere produkter og produktgrupper med samme funksjon i byggverket, vil sette funksjonskrav til produktenes egenskaper.

System for samsvarserklæring		Produsentens samsvarserklæring					Produkt-sertifisering		
		4	3	2 - -	2 -	2	2+	1	1+
Utføres av produsenten	Produksjonskontroll								
	Prøving etter plan								
	Innledende typeprøving (ITP)								
Utføres av det utpekte organ	Innledende typeprøving								
	Innledende fabrikkinspeksjon								
	Sertifisering av produksjonskontroll								
	Overvåking av produksjonskontroll								
	Stikkprøver av produkter								
	Produktsertifikat								

Figur 16: Byggeverdirektivets moduler for vurdering og erklæring av samsvar med tekniske spesifikasjoner

Statens vegvesen har valgt modul 4 for ubundne materialer og modul 2+ for bundne materialer.

## Henvisninger til relevant regelverk

### Lover og regelverk

- Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter
- Forurensningsloven

### Statens vegvesens håndbøker

- Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser
- Håndbok 015 Feltundersøkelser
- Håndbok 018 Vegbygging
- Håndbok 066 Anbudsgrunnlag bygg- og anleggsarbeid
- Håndbok 106 Knuseverksutstyr
- Håndbok 178 Planlegging av massetak
- Håndbok 214 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)
- Håndbok 223 Steinmaterialer til vegger, flyplasser og jernbaner

### Andre

- NS 3400 Regler om anbudskonkurranse for bygg og anlegg
- NS 3420 Tekniske bestemmelser
- NS 3430 Almennelige kontraktsbestemmelser
- Veiledning til asfaltkapittelet i Håndbok 018 Vegbygging (Asfaltretningslinjene)
- Kontrollrådet for betongprodukter. Tekniske bestemmelser Klasse P

### Produktstandarder

- NS-EN 12620 Tilslag for betong
- NS-EN 13043 Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for vegger, flyplasser og andre trafikkarealer
- NS-EN 13139 Tilslag til mørtel
- NS-EN 13242 Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging

NS-EN 13285 Mekanisk stabiliserte masser Spesifikasjoner

## Litteratur

Byggevedirektivet, Statens byggetekniske etat, Oslo

ISO 565 Test sieves – Woven metal wire cloth, perforated plate and electroformed sheet – Nominal sizes of openings

ISO 3310-1 Test sieves – Technical requirements and testing – Part 1: Test sieves of metal wire cloth

ISO 3310-2 Test sieves – Technical requirements and testing – Part 2: Test sieves of perforated metal plate

ISO 5725 Precision of test methods – Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by inter-laboratory tests

ISO 8402 Kvalitetsledelse og kvalitetssikring Terminologi

Kontrollrådet for betongprodukter. Tekniske bestemmelser Klasse P

Neeb, Peer-Richard: Byggeråstoffer, NGU 1992

NGU-rapport 92.289 Knuseprosedyrens innvirkning på fallprøven. Delrapport 1.

NGU-rapport 94.063 Knuseprosedyrens innvirkning på fallprøven. Delrapport 2.

NGU-rapport 96.013 Mekaniske testmetoder – Prøvepreparering og prosedyrebeskrivelse

NGU-rapport 99.045 Bergarters poleringsegenskaper uttrykt ved polished stone value (PSV)

NGU-rapport 2001.072 Revisjon av Statens vegvesens håndbok 018 – Vegbygging. Bidrag fra NGUs Pukkdatabase med statistikk over bergarters mekaniske og fysiske egenskaper.

NS 3400 Regler om anbudskonkurranse for bygg og anlegg

NS 3420 Tekniske bestemmelser

NS 3430 Alminnelige kontraktsbestemmelser

NS-EN 932-1 Prøvingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 1: Metoder for prøvetaking

NS-EN 932-2 Prøvingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 2: Metoder for deling av laboratorieprøver

NS-EN 932-3 Prøvingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 3: Prosedyre og terminologi for forenklet petrografisk beskrivelse

NS-EN 932-5 Prøvingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 5: Vanlig utstyr og kalibrering

NS-EN 932-6 Prøvingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 6: Definisjoner av repeterbarhet og reproduserbarhet

NS-EN 933-1 Prøvingsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 1: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikteanalyse

NS-EN 933-2 Prøvingsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 2: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikter, nominell størrelse av siktåpninger

- NS-EN 933-3 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 3: Bestemmelse av kornform Flisighetsindeks (dvs. Flakindeks)
- NS-EN 933-4 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 4: Bestemmelse av kornform Formindeks (stenglighetsmåling)
- NS-EN 933-5 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 5: Bestemmelse av prosentinnhold av knuste korn i grovt tilslag
- NS-EN 933-6 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 6: Bedømmelse av overflateegenskaper Strømningskoeffisient for tilslag
- NS-EN 933-7 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 7: Bestemmelse av skjellinnhold Prosentdel skjell i grovt tilslag
- NS-EN 933-8 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 8: Bedømmelse av finstoffinnhold Sandekvivalent-metoden
- NS-EN 933-9 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 9: Bedømmelse av finstoffinnhold Metyllenblått-metoden
- NS-EN 933-10 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 10: Bedømmelse av finstoffinnhold Kornstørrelsesfordeling for fyllstoff (luftstrømsikting)
- prEN 933-11 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregates
- NS-EN 1097-1 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 1: Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval)
- NS-EN 1097-2 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 2: Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing. (Los Angeles-metoden)
- NS-EN 1097-3 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 3: Bestemmelse av løst lagret densitet og hulrominnhold
- NS-EN 1097-4 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 4: Bestemmelse av hulrominnhold i tørt komprimert fyllstoff
- NS-EN 1097-5 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 5: Bestemmelse av vanninnhold ved tørking i ventilert tørkeskap
- NS-EN 1097-6 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 6: Bestemmelse av korndensitet og vannabsorpsjon
- NS-EN 1097-7 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 7: Bestemmelse av korndensitet for fyllstoff Pyknometermetoden
- NS-EN 1097-8 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 8: Bestemmelse av poleringsverdi
- NS-EN 1097-9 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 9: Bestemmelse av motstand mot piggedekkslitasje Nordisk metode
- NS-EN 1097-10 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 10: Bestemmelse av kapillær stighøyde
- NS-EN 1367-1 Prøvningsmetoder for termiske egenskaper og forvittringsmotstand for tilslag. Del 1: Bestemmelse av motstand mot frysing og tining
- NS-EN 1367-2 Prøvningsmetoder for termiske egenskaper og forvittringsmotstand for tilslag. Del 2: Magnesiumsulfat-metoden
- NS-EN 1367-3 Prøvningsmetoder for termiske egenskaper og forvittringsmotstand for tilslag. Del 3: Kokeprøving for "Sonnenbrand-basalt"

- NS-EN 1367-4 Prøvningsmetoder for termiske egenskaper og forvittringsmotstand for tilslag. Del 4: Bestemmelse av uttørkingssvinn
- NS-EN 1367-5 Prøvningsmetoder for termiske egenskaper og forvittringsmotstand for tilslag. Del 5: Bestemmelse av bestandighet mot varmesjokk
- NS-EN 1744-1 Prøvningsmetoder for kjemiske egenskaper for tilslag. Del 1: Kjemisk analyse
- NS-EN 1744-3 Prøvningsmetoder for kjemiske egenskaper for tilslag. Del 3: Tilberedning av væske for analyse ved utvasking av tilslag
- prEN 1744-5 Tests for chemical properties of aggregates Part 5: Determination of acid soluble chloride salts
- prEN 1744-6 Tests for chemical properties of aggregates Part 6: Determination of the influence of aggregate extract on the initial setting time of cement
- NS-EN 12620 Tilslag for betong
- NS-EN 13043 Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veier, flyplasser og andre trafikkarealer
- NS-EN 13055-1 Lette tilslag for betong, mørtel og injiseringsmasse
- prEN 13055-2 Lette tilslag til bruk i bygg og anlegg – unntatt betong, mørtel og injiseringsmasse
- NS-EN 13139 Tilslag for mørtel
- NS-EN 13242 Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging
- NS-EN 13285 Mekanisk stabiliserte masser Spesifikasjoner
- NS-EN 13383-1 Vassbyggingsstein Spesifikasjoner
- NS-EN 13383-2 Vassbyggingsstein Prøvningsmetoder
- NS-EN 13450 Tilslag for jernbaneballast
- RESIBA – Prosjektrapport 02/2002 Materialeegenskaper for resirkulert tilslag Norsk Byggeforskningsinstitutt, 2002
- RESIBA – Prosjektrapport 03/2002 Miljøpåvirkning ved bruk av resirkulert tilslag Norsk Byggeforskningsinstitutt, 2002
- RESIBA – Prosjektrapport 06/2002 Ubunden bruk av resirkulert tilslag i VA-grøfter Norsk Byggeforskningsinstitutt, 2002
- RESIBA – Prosjektrapport 07/2002 Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter Norsk Byggeforskningsinstitutt, 2002
- Statens vegvesen Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser
- Statens vegvesen Håndbok 015 Feltundersøkelser
- Statens vegvesen Håndbok 018 Vegbygging
- Statens vegvesen Håndbok 066 Anbudsgrunnlag bygg- og anleggsarbeid
- Statens vegvesen Håndbok 106 Knuseverksutstyr
- Statens vegvesen Håndbok 178 Planlegging av massetak
- Statens vegvesen Håndbok 214 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)
- Statens vegvesen Håndbok 223 Steinmaterialer til veier, flyplasser og jernbaner

Statens vegvesen Veiledning til asfaltkapittelet i Håndbok 018 Vegbygging

Vegdirektoratet, Veglaboratoriet Laborativerapport nr. 87 Mixdesign (AUT – Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark), 1997

Vegteknisk avdeling Intern rapport nr. 2174 CEN/TC 154 Tilslag: Handelssorteringer og krav til sikterenhet, 2000

Vegteknisk avdeling Intern rapport nr. 2190 Lyshetsmåling av tilslag, 2001

Vegteknisk avdeling Intern rapport nr. 2285 CEN-metoder – Tilslag SK-kurs ved Vegteknisk avdeling Tirsdag 16. april 2002, 2002

Vegdirektoratet / Teknologiavdelingen Intern rapport nr. 2330 Kontroll av laboratoriesikter, 2003

Vegdirektoratet / Teknologiavdelingen Intern rapport nr. 2353 SK-kurs Nye testmetoder for tilslag 25. og 26. november 2003 Lysark vist på kurset, 2004

[www.asfaltteknisk.com/KFA](http://www.asfaltteknisk.com/KFA)

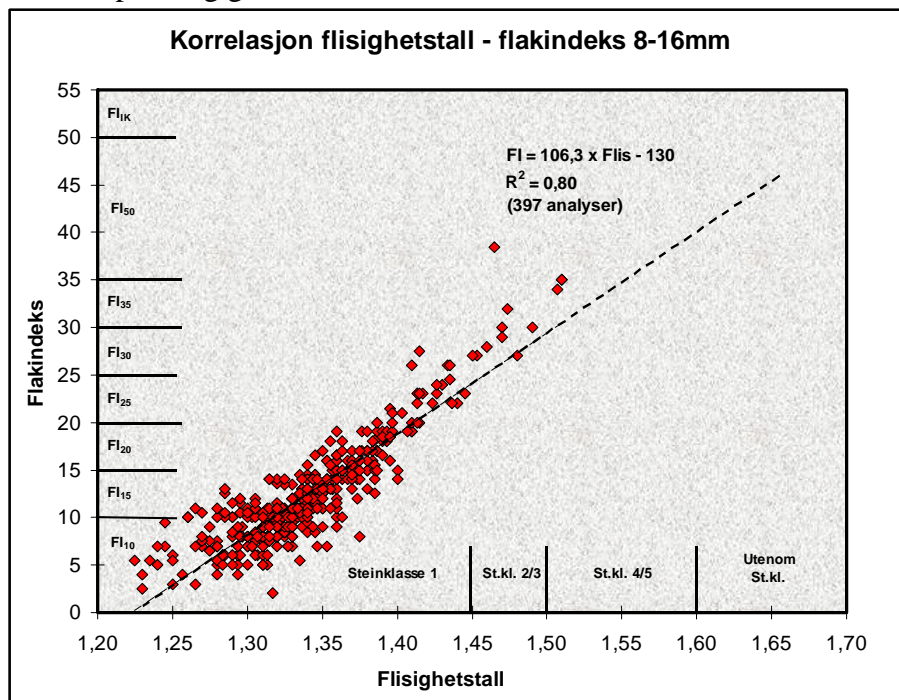
[www.BE.no](http://www.BE.no)

[www.ngu.no/grusogpukk](http://www.ngu.no/grusogpukk)

[www.pgl.no](http://www.pgl.no)

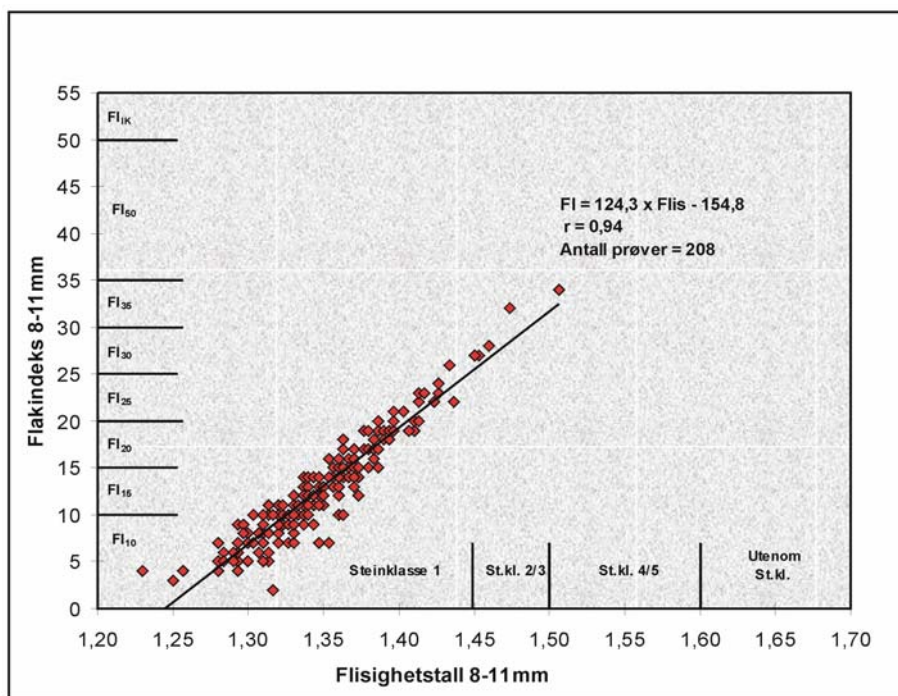
## Korrelasjoner mellom hittil brukte norske analysemetoder og metoder fra CEN/TC 154

Alle diagrammer og deres bakgrunnsverdier kommer fra Norges geologiske undersøkelse og NGUs database for pukk og grus.

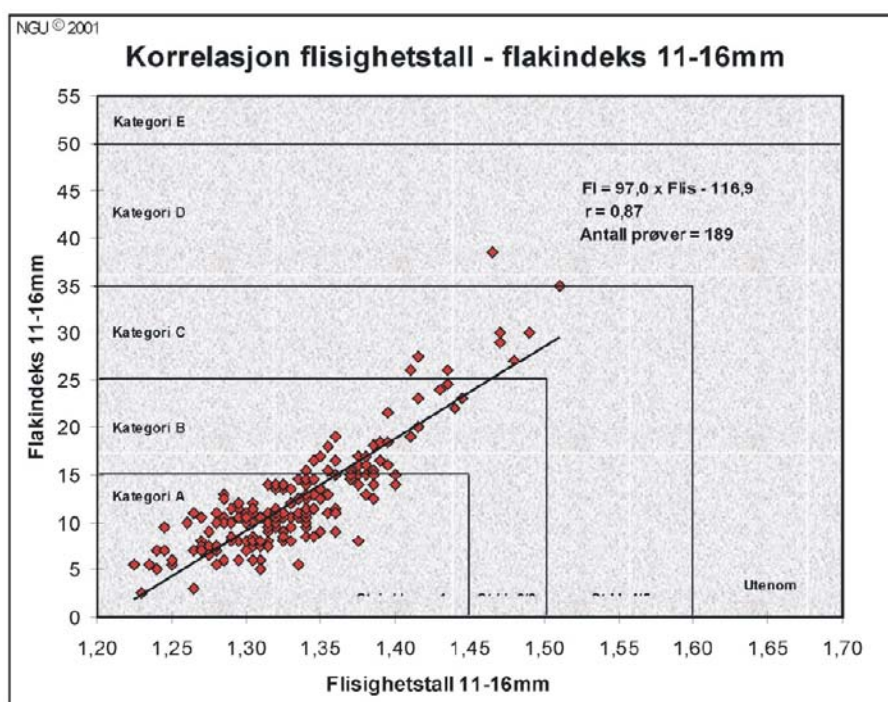


Figur 17: Korrelasjon mellom flisighetstall og flakindeks for graderingen 8/16 mm

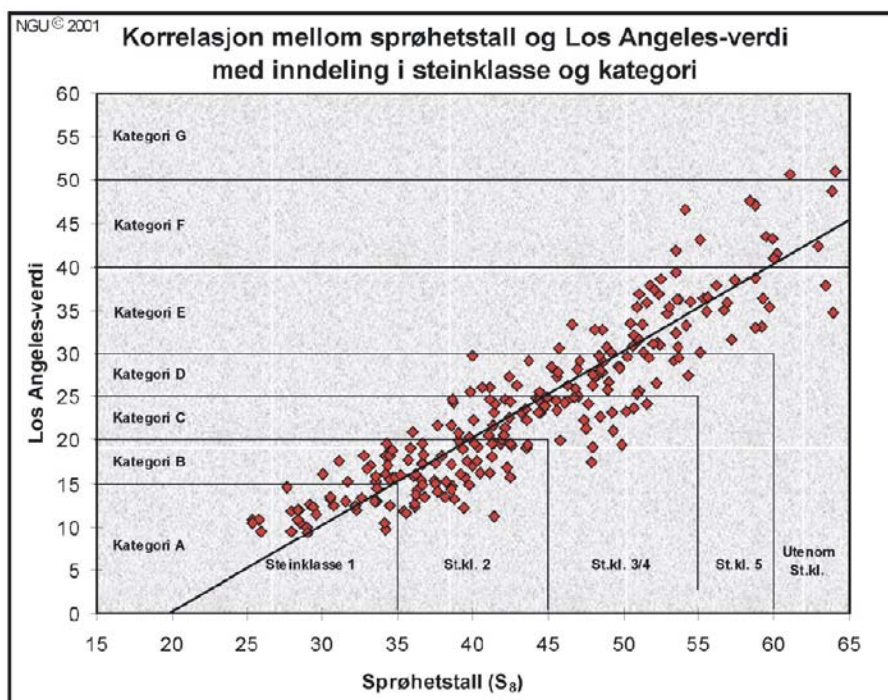




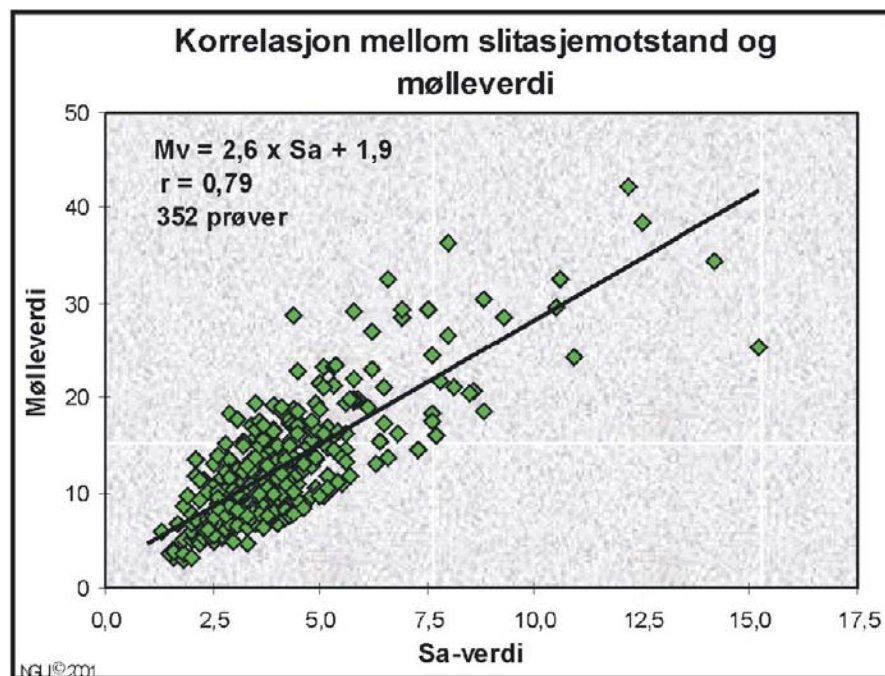
Figur 18: Korrelasjon mellom flisighetstall og flakindeks for fraksjonen 8/11,2 mm



Figur 19: Korrelasjon mellom flisighetstall og flakindeks for fraksjonen 11,2/16 mm



Figur 20: Korrelasjon mellom sprøhetstallet  $s_8$  og Los Angelesverdi (10/14 mm).



Figur 21: Korrelasjon mellom Sa-verdi og mølleverdi.