



Statens vegvesen

# Ringanalyser CEN-metoder for tilslag Kornfordeling ved sikting

**RAPPORT**

Teknologiavdelingen

Nr. 2388



Vegteknologiseksjonen  
Dato: 2005-05-12



**Statens vegvesen**

## TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2388

Tittel

**Ringanalyser CEN-metoder for tilslag  
Kornfordeling ved sikting**

Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Kristin Sævik \ Geir Andersen

Dato:

2005-05-12

Saksbehandler

Svein Ryan

Prosjektnr:

Kontrollert av

Nils Uthus

Antall sider og vedlegg:

16

### Sammendrag

Prøvetaking og tillaging av prøver er utført av Sentrallaboratoriet Oslo.

Metodebeskrivelse og bruksanvisning ble lagt ved hver prøve.

Det er utført sikting på fraksjon 0/4 mm og 0/16 mm fra verk 1, og fraksjon 11/16 mm fra alle tre verk.

Laboratoriene ble nummerert fra 1 til 13.

### Summary

Emneord:

Ringanalyser CEN-metoder for tilslag, Sikting

<b>FORORD .....</b>	<b>2</b>
<b>1 INNLEDNING.....</b>	<b>2</b>
<b>2 FORARBEID.....</b>	<b>2</b>
<b>3 RESULTATER.....</b>	<b>4</b>
3.1 FRAKSJON 0/4 MM OG 0/16 MM FRA VERK 1 .....	4
3.2 FRAKSJON 1 1/16 MM .....	6
<b>VEDLEGG 1.....</b>	<b>9</b>
<b>VEDLEGG 2.....</b>	<b>10</b>
<b>VEDLEGG 3.....</b>	<b>12</b>

## Forord

En ringanalyse viser hvor pålitelig en analysemetode er. Alle laboratorier deltar på likest mulige vilkår, og analysene skal utføres så likt som mulig. Store avvik i resultater skyldes enten feilkilder ved analysemetoden, eller ved laboratoriet. Ringanalyse er et ledd i kvalitetssikring av laboratoriene.

## 1 Innledning

Resultatene fra ringanalysen er brukt i revisjonsarbeidet for Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser. Mange tilslagsanalyser måtte skrives om i henhold til de nye metodene. Ringanalysen kom i stand etter avtale med Vegdirektoratet og Sentrallaboratoriet (region øst) høsten 2003. Finansieringen var klar våren 2004, og materialer til analysene ble hentet inn sommeren 2004.

Planlegging av hvilke analyser som skulle utføres og hvilke laboratorier som skulle delta, var et samarbeid mellom Vegdirektoratet og Sentrallaboratoriet. Det var enighet om at det skulle delta *to* laboratorier fra hver region, og at det burde delta to eller tre eksterne laboratorier. Ingen skulle betale, eller få betaling for å delta. De eksterne laboratorier er Norges geologiske undersøkelse og leverandører av steinmaterialer.

Metodene som er valgt, er møllemetoden, Los Angeles-metoden, siktemetoden og bestemmelse av flisighetsindeks. De valgte materialene er en finkornet porfyr/felsittisk trachytt, en fin- til middelskornet mørk båndgneis og en middels- til grovkornet lys båndgneis. Materialene fikk vi gratis hos leverandørene, og de ble merket "Verk 1", "Verk 2" og "Verk 3". Sentrallaboratoriet hentet forskjellige sorteringer av hvert materiale til denne ringanalysen, og hver sortering ble grundig homogenisert for at de utsendte prøvene skulle være så like som mulig.

Metodebeskrivelse og bruksanvisning ble lagt ved hver prøve (se vedlegg 1-3). Laboratoriene ble nummerert fra 1 til 13 i den rekkefølge de meldte sin interesse. De er altså ikke rangert alfabetisk eller geografisk. Laboratorium 3, 8 og 9 er eksterne.

Det er blitt gjort sikting på fraksjon 0/4 mm og 0/16 mm fra verk 1, og fraksjon 11/16 mm fra alle tre verk.

## 2 Forarbeid

Tidspunkt for besvarelsene fra laboratoriene er vist i tabell 1.

Lab nr.	Analyser	Mottatt	Frist	Anmerkning
<b>1</b>	Mølleverdier	15.09.2004	15.10.2004	
	LA-verdier	15.09.2004	01.11.2004	
	Sikteverdier	10.01.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	10.01.2005	15.02.2005	
<b>2</b>	Mølleverdier	15.11.2004	15.10.2004	Vrak
	LA-verdier	15.11.2004	01.11.2004	
	Sikteverdier	08.04.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	29.04.2005	15.02.2005	
<b>3</b>	Mølleverdier	14.12.2004	15.10.2004	Problem med postgang Problem med postgang Faks Faks
	LA-verdier	14.12.2004	01.11.2004	
	Sikteverdier	04.04.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	04.04.2005	15.02.2005	
<b>4</b>	Mølleverdier	31.01.2005	15.10.2004	Og 04.04.2005 Og 04.04.2005
	LA-verdier	31.01.2005	01.11.2004	
	Sikteverdier	15.03.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	15.03.2005	15.02.2005	
<b>5</b>	Mølleverdier	08.02.2005	15.10.2004	
	LA-verdier	08.02.2005	01.11.2004	
	Sikteverdier	21.03.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	21.03.2005	15.02.2005	
<b>6</b>	Mølleverdier	10.03.2005	15.10.2004	
	LA-verdier	04.03.2005	01.11.2004	
	Sikteverdier	04.04.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	04.04.2005	15.02.2005	
<b>7</b>	Mølleverdier I	13.09.2004	15.10.2004	
	Mølleverdier II	18.03.2005	15.10.2004	
	LA-verdier	13.09.2005	01.11.2004	
	Sikteverdier	17.03.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	17.03.2005	15.02.2005	
<b>8</b>	Mølleverdier	14.02.2005	15.10.2004	
	LA-verdier	14.02.2005	01.11.2004	
	Sikteverdier	14.02.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	14.02.2005	15.02.2005	
<b>9</b>	Mølleverdier	28.02.2005	15.10.2004	
	LA-verdier		01.11.2004	
	Sikteverdier		01.02.2005	
	Flisighetsindekser		15.02.2005	
<b>10</b>	Mølleverdier	29.07.2004	15.10.2004	
	LA-verdier	30.08.2004	01.11.2004	
	Sikteverdier	31.01.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	31.01.2005	15.02.2005	
<b>11</b>	Mølleverdier	15.07.2004	15.10.2004	
	LA-verdier	27.12.2004	01.11.2004	
	Sikteverdier	31.01.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	31.01.2005	15.02.2005	
<b>12</b>	Mølleverdier	18.03.2005	15.10.2004	
	LA-verdier		01.11.2004	
	Sikteverdier		01.02.2005	
	Flisighetsindekser		15.02.2005	
<b>13</b>	Mølleverdier	30.08.2004	15.10.2004	Har ikke LA-maskin
	LA-verdier			
	Sikteverdier	14.03.2005	01.02.2005	
	Flisighetsindekser	14.03.2005	15.02.2005	

Tabell 1: Deltakende laboratorier, dato for frister og når analyseverdiene ble mottatt.

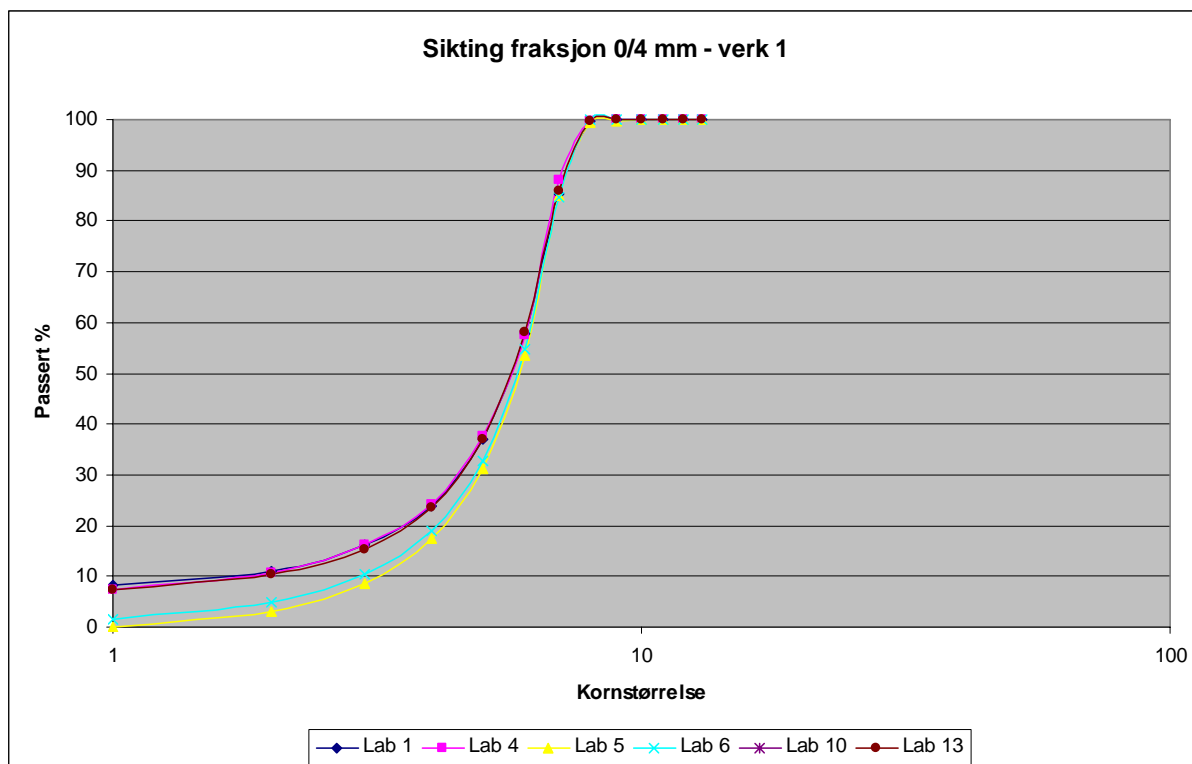
### 3 Resultater

#### 3.1 Fraksjon 0/4 mm og 0/16 mm fra verk 1

Tabell 2 og figur 1 viser resultatene fra siktingen av fraksjon 0/4 mm fra verk 1.

Fraksjon	Lab 1	Lab 4	Lab 5	Lab 6	Lab 10	Lab 13
Bunn	8,4	7,3	0	1,4	0,3	7,4
0,063	11,1	10,7	3	4,8	3,1	10,3
0,125	16,2	16,2	8,6	10,4	8,1	15,4
0,25	23,9	24,3	17,5	19	16,3	23,5
0,5	37,1	37,6	31,1	32,6	29,3	37,1
1	57,9	57,6	53,4	54,6	49,7	58,2
2	85,3	88,2	84,9	84,6	78,3	85,9
4	99,7	99,8	99,4	99,9	92,1	99,6
8	100	100	99,7	100	100	100
11,2	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100
31,5	100	100	100	100	100	100

Tabell 2: Sikting av fraksjon 0/4 mm fra verk 1.

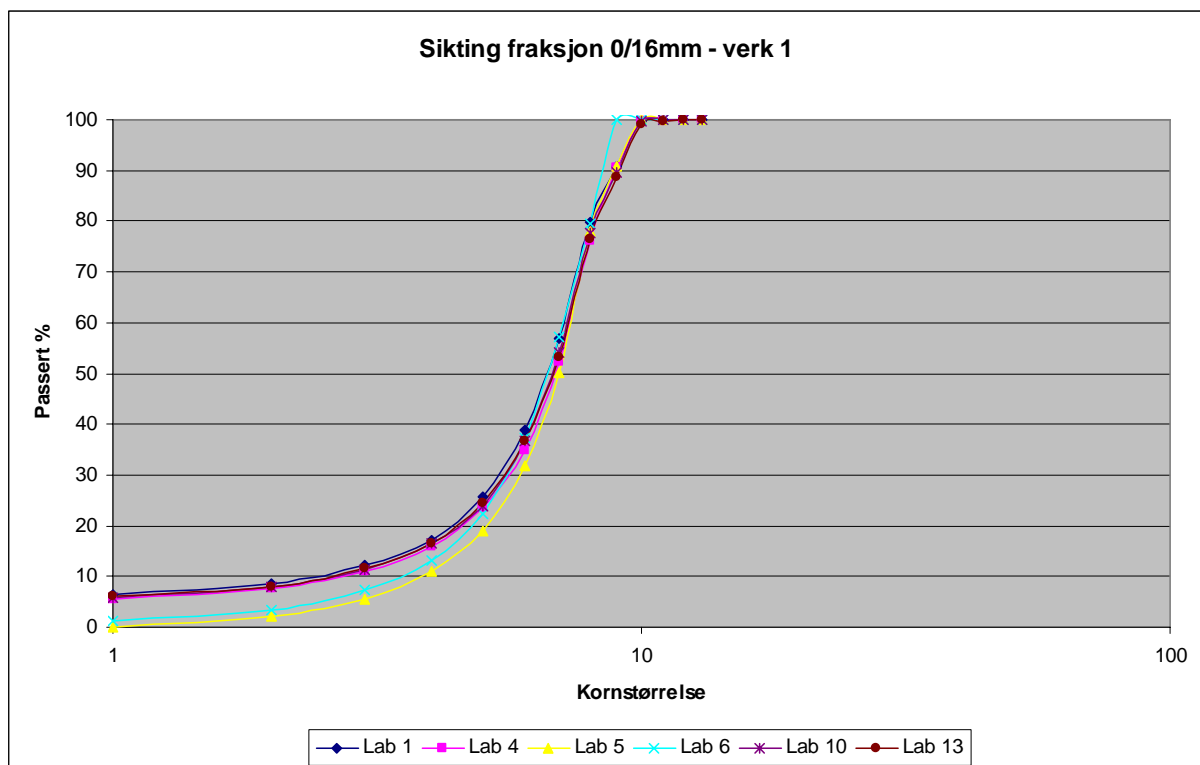


Figur 1: Siktetkurve for fraksjon 0/4 mm fra verk 1.

Tabell 3 og figur 2 viser resultatene fra siktingen av fraksjon 0/16 mm fra verk 1.

Fraksjon	Lab 1	Lab 4	Lab 5	Lab 6	Lab 10	Lab 13
Bunn	6,5	5,4	0	1,1	5,9	6,1
0,063	8,6	7,6	2	3,5	8	8,1
0,125	12,1	11	5,5	7,4	11,2	11,5
0,25	17,2	16	10,9	13,3	16,4	16,4
0,5	25,6	23,6	18,9	22,4	23,9	24,5
1	38,9	34,8	31,8	37,3	36,6	36,7
2	57	52,3	50,2	57,1	54	53,3
4	79,8	76,1	77,9	79,5	77,6	76,6
8	90,7	90,4	90,7	100	89,7	88,6
11,2	99,8	99,6	100	100	99,7	99,2
16	100	99,8	100	100	100	99,8
20	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100
31,5	100	100	100	100	100	100

Tabell 3: Sikting av fraksjon 0/16 mm fra verk 1.



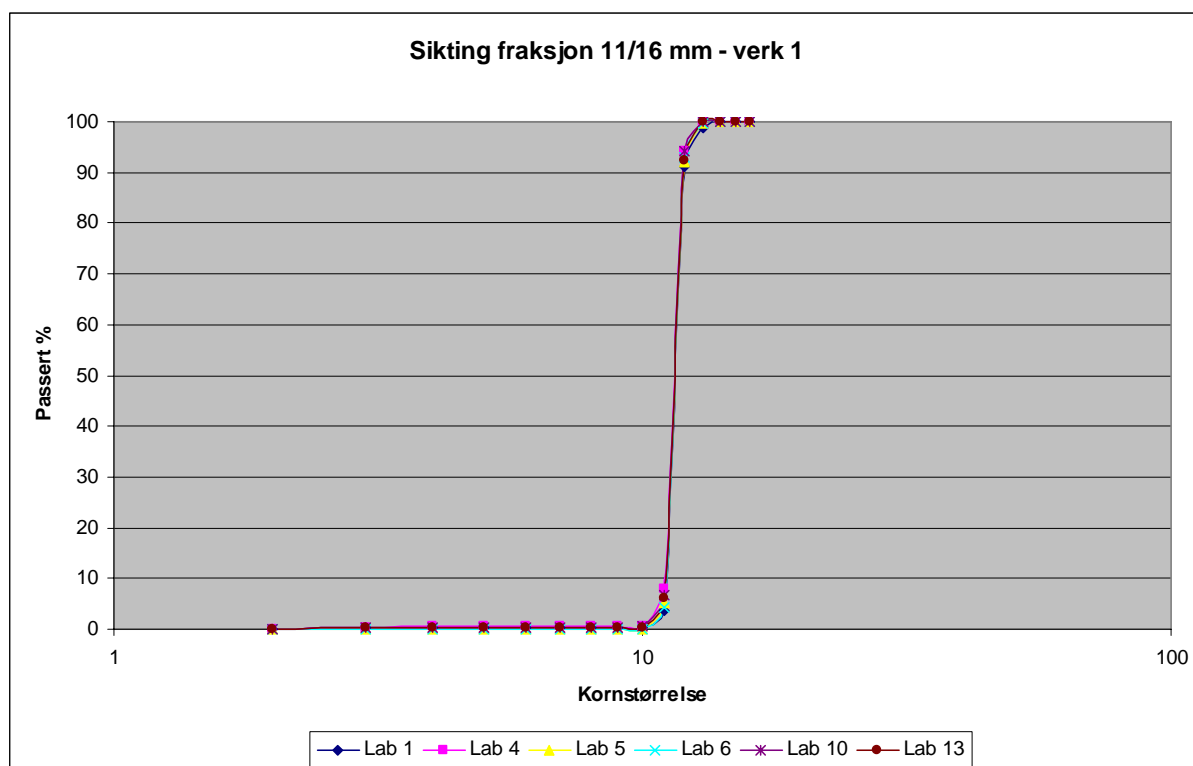
Figur 2: Siktekurve for fraksjon 0/16 mm fra verk 1.

### 3.2 Fraksjon 11/16 mm

Tabell 4, 5 og 6, samt figur 3, 4 og 5 viser resultatene fra siktingen av fraksjon 11/16 mm, fra alle tre verk.

Fraksjon	Lab 1	Lab 4	Lab 5	Lab 6	Lab 10	Lab 13
Bunn	0,2	0,3	0	0	0,3	0,2
0,063	0,2	0,6	0	0	0,4	0,3
0,125	0,2	0,6	0	0	0,4	0,3
0,25	0,2	0,6	0	0	0,4	0,3
0,5	0,2	0,6	0	0	0,4	0,3
1	0,2	0,6	0	0	0,4	0,3
2	0,2	0,6	0	0	0,4	0,3
4	0,3	0,6	0	0	0,5	0,4
8	3,6	7,9	5,1	4,4	6,8	6
11,2	91,2	94,2	92,1	92,9	94,3	92,5
16	98,9	100	99,7	99,8	100	100
20	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100
31,5	100	100	100	100	100	100

Tabell 4: Sikting av fraksjon 11/16 mm fra verk 1

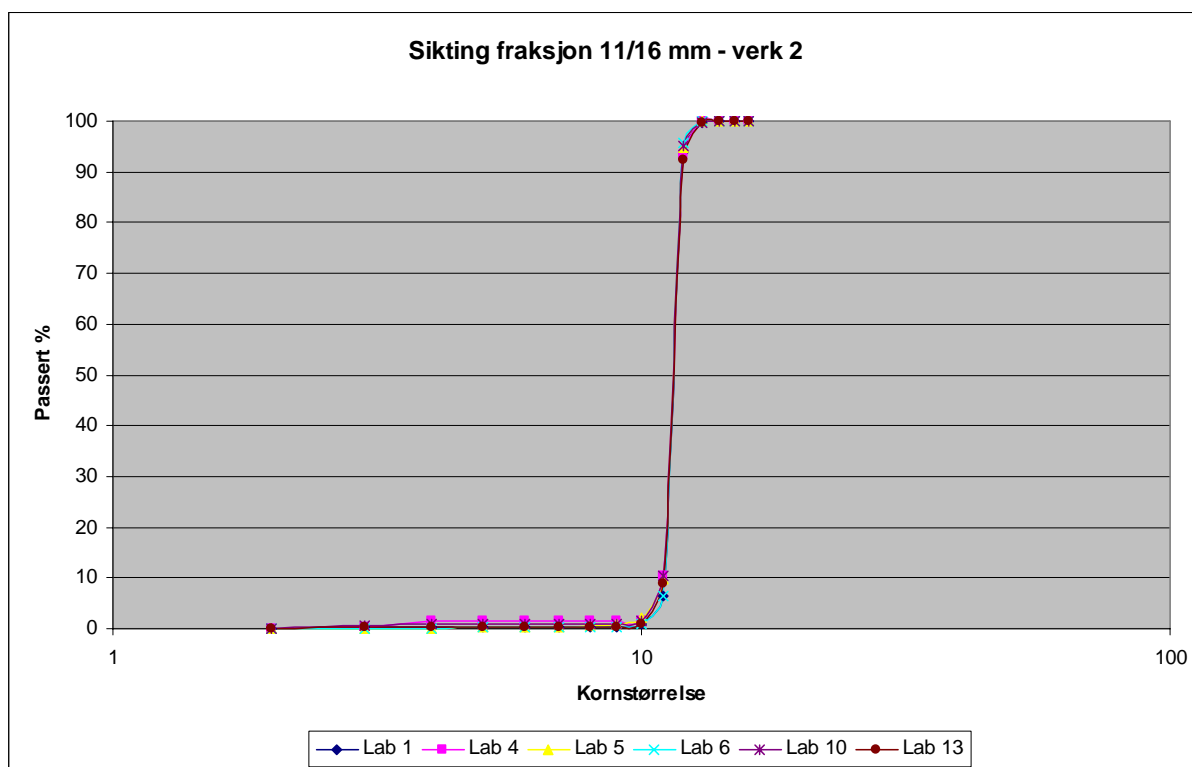


Figur 3: Siktekurve for fraksjon 11/16 mm fra verk 1.



Fraksjon	Lab 1	Lab 4	Lab 5	Lab 6	Lab 10	Lab 13
Bunn	0,4	0,4	0	0	0,6	0,2
0,063	0,4	1,5	0,1	0,1	0,8	0,2
0,125	0,4	1,5	0,2	0,2	0,8	0,2
0,25	0,4	1,5	0,3	0,2	0,8	0,2
0,5	0,4	1,5	0,4	0,2	0,8	0,2
1	0,4	1,5	0,5	0,2	0,8	0,2
2	0,4	1,5	0,8	0,3	0,8	0,2
4	1	1,5	2	0,9	1,4	1
8	6,4	10,4	9,7	6,4	10,3	8,9
11,2	93,8	93,3	94,7	95,6	95,1	92,3
16	99,6	100	99,9	99,9	99,8	99,7
20	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100
31,5	100	100	100	100	100	100

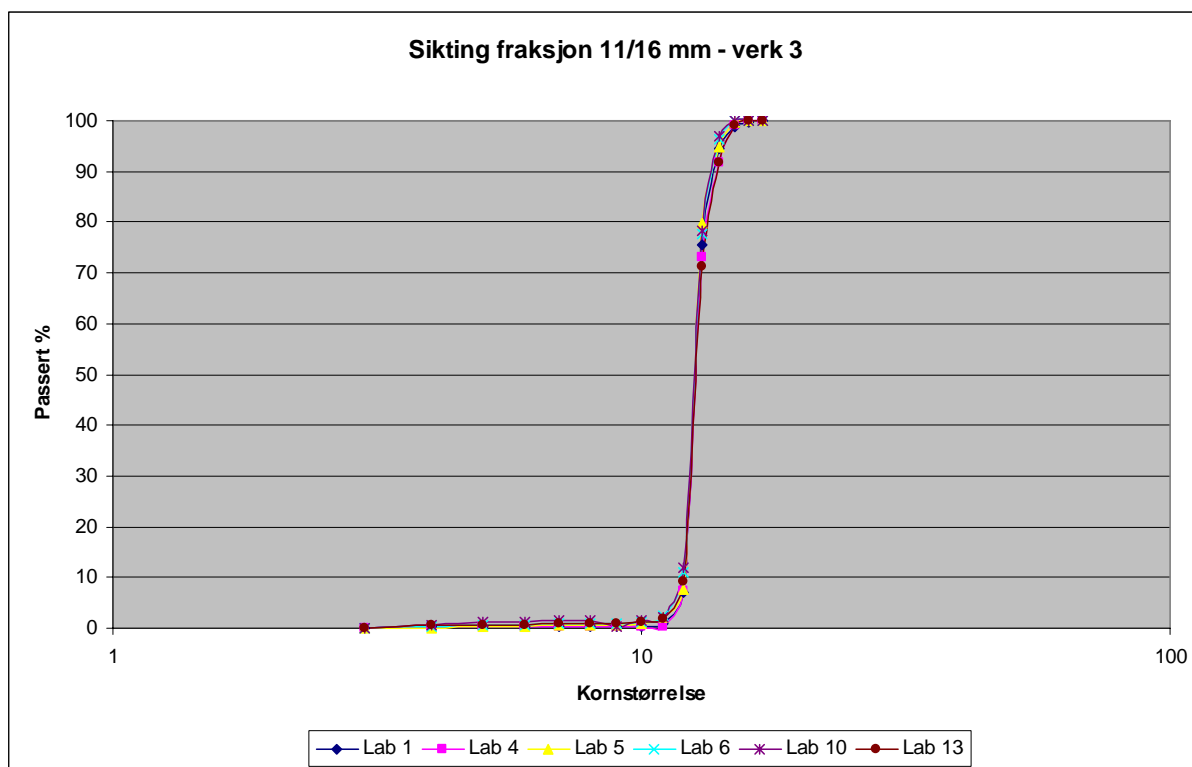
Tabell 5: Sikting av fraksjon 11/16 mm fra verk 2.



Figur 4: Siktekurve for fraksjon 11/16 mm fra verk 2.

Fraksjon	Lab 1	Lab 4	Lab 5	Lab 6	Lab 10	Lab 13
Bunn	0,4	0,3	0	0,2	0,7	0,5
0,063	0,4	0,4	0,2	0,5	1,1	0,6
0,125	0,4	0,4	0,4	0,7	1,3	0,7
0,25	0,4	0,4	0,5	0,8	1,4	0,8
0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,4	0,9
1	0,4	0,4	0,7	1	0,4	1
2	0,4	0,4	0,9	1,2	1,5	1,1
4	0,9	0,4	2,1	2,4	2	1,9
8	7	7,4	7,6	10,9	11,9	9,3
11,2	75,4	73,1	79,9	77,8	78,4	71,3
16	94,5	91,6	94,8	96,4	96,9	91,8
20	98,9	99,1	99,8	99,9	99,9	99
25	99,8	100	100	100	100	100
31,5	100	100	100	100	100	100

Tabell 6: Sikting av fraksjon 11/16 mm fra verk 3.



Figur 5: Siktekurve for fraksjon 11/16 mm fra verk 3.

## Vedlegg 1

### Ringanalyser - CEN-metoder – Sikting

NS-EN 933-1

Vegdirektoratets prosjektnr. 600536

#### Dette må være klart før analysene kan påbegynnes:

For at resultatene skal kunne brukes i denne ringanalysen, må det være *samme* person som utfører *alle* sikteanalysene.

Når ble vekten sist kalibrert ? .....

dato

Legg ved kopi av vektens kontrollkort når analyseresultatene sendes.

Er det brukt platesikter til materiale større enn 4 mm ? .....

Når ble siktene sist kontrollert ? .....

dato

Hvordan ble de kontrollert ? .....

Hvor mange analyser er utført siden siste kontroll ? .....

Når ble siktemaskinen sist kontrollert ? .....

dato

Hvordan ble den kontrollert ? .....

Hvor mange analyser er utført siden siste kontroll ? .....

#### Anmerkninger:

.....

.....

.....

.....

dato

Signatur av utførende laborant

## Vedlegg 2

# Ringanalyser - CEN-metoder – Sikting NS-EN 933-1

## Vegdirektoratets prosjektnr. 600536

### Informasjon

De tilsendte prøvene har tre forskjellige graderinger: 0/4 mm fra Verk 1, 0/16 mm fra Verk 1 og 11/16 mm fra tre verk. **Merknad:** Ta vare på prøvene av 0/16 mm og 11/16 mm etter sikteanalysen, for disse prøvene skal også undersøkes med hensyn til flisighetsindeks. Prøvene kan være fuktige, og de er ikke vasket. Splitt ned prøvene til to paralleller og tørk dem til konstant vekt ved  $(110 \pm 5)$  °C. Når de er avkjølt til romtemperatur, veies de, og vekten noteres ( $m_1$ ). Så skal prøvene vaskes og tørkes.

### Vasking og tørking

Hver parallell vaskes for seg. Hell materialet i et stort kar med mye vann og rør kraftig slik at finstoffet løsner fra steinkornene. Sil vaskevann og finstoff gjennom en 63 µm-sikt. **Merknad:** 63 µm-sikten tåler ikke mer enn 39 gram belastning. Bruk gjerne en kassert 1 mm-sikt som beskyttelsessikt for å skåne finsikten. Skyll materialet gjennom siktene. Vaskevann med materiale finere enn 63 µm kastes. Materialet større enn 63 µm tørkes så til konstant vekt ved  $(110 \pm 5)$  °C før det avkjøles til romtemperatur og veies. Parallellenes masse noteres ( $m_2$ ).

### Fremgangsmåte

Sikt hver parallell for seg. Hell det rene og tørre materialet i siktesatsen og sett på bunnpanne og lokk. Selv en vasket prøve kan inneholde finstoff, så la 63 µm-sikten være med i siktesatsen. Hele satsen settes så i en siktemaskin som skal gå i 10 min. Det må ikke være mer materiale på siktene enn de tåler, og det er:

Siktåpning, mm	31,5	25	20	16	11,2	8	4	2	1	0,500	0,250	0,125	0,063
Maksimum sikterest i gram for sikt med diameter 20 cm	881	785	702	628	525	444	314	222	157	111	78	55	39

**Merknad 1:** Hvis parallellen er for stor, må den splittes ned. **Merknad 2:** Blir siktesatsen for høy, kan den deles opp og ristes i to eller flere omganger.

### Veiging

Ved oppveiging etter sikting skal hver sikterest veies separat. **Merknad:** Det skal ikke veies kumulativt! Vekt av groveste sikterest noteres som  $R_1$ , nest groveste som  $R_2$ , og så videre nedover i siktesatsen ... $R_3$ ,  $R_4$ ,... $R_i$ ...til  $R_n$ . Hvis det er materiale i bunnpannen, noteres massen som P.

### Ivaretagelse av prøver

Prøvene 0/16 mm fra ett verk og 11/16 mm fra tre verk skal tas vare på, for de skal brukes om igjen til måling av Flisighetsindeks (NS-EN 933-3).

### Rapportering

Analyseresultatene føres inn i tabeller på eget ark, og den som har utført arbeidet, signerer det. Det blir ett skjema for hver sortering fra hvert verk (0/4 mm, 0/16 mm og 11/16 mm). Ble parallellene så store at de måtte splittes ned, sendes også kopi av arbeidspapirene fra dette arbeidet. Både arbeidsskjemaene og den utfylte tabellen i denne beskrivelsen returneres til:

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen  
Seksjon for geo- og tunnelteknikk v/ Brit E. Løberg  
Postboks 8142 Dep  
0033 OSLO  
innen 1. februar 2005.

## Vedlegg 3

14.432 - side 1 av 5



### Statens vegvesen

## Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser

14.4 Løsmasser, fjell og steinmaterialer  
14.43 Korngradering

### 14.432 Kornfordeling ved sikting

Versjon april 2005  
erstatte prosess 14.422 av juli 1997

#### Omfang

Dette er en metode for bestemmelse av korngradering i tilslag ved bruk av sifter. Metoden gjelder for alle tilslag opp til 90 mm nominell størrelse. Det benyttes stan-dardiserte siktesatser. Mengdebestemmelsen av fraksjon-ene baseres på separat veiing av de enkelte sifterester.

#### Prinsipp

Metoden går ut på å vaske, tørke og torrsikte materialet. Hvis vasking kan endre de fysiske egenskapene i et tilslag, skal det brukes torrsikting, og bare da.

Torrsikting må bare brukes når finstoffinnholdet er lite, høyst 5 % mindre enn 63 µm og når det ikke forekommer som belegg på steinene.

Våtsikting kombinert med slemmeanalyse (se kap. 14.434) brukes når materialets telefarlighetsgrad skal bestemmes.

#### Definisjoner

**Finstoff:** materiale finere enn 63 µm  
**Konstant masse:** resultat av påfølgende veiinger med minst en times intervaller etter tørking ved  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  og som ikke avviker mer enn 0,1 %.  
**Kornfordeling:** masseandeler av standardiserte fraksjoner som forekommer i en prøve

#### Referanser

ISO 3310-1 (1990): *Test sieves of metal wire cloth.*  
ISO 3310-2 (1990): *Test sieves of perforated metal plate.*  
NS 8005 (1990): *Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Kornfordelingsanalyse av jordprøver.*  
NS 8010 (1982): *Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Jords oppbygning. Begreper, terminologi og symboler.*  
NS-EN 932-2 (1999): *Prøvmingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag Del 2: Metoder for deling av laboratorieprøver.*

NS-EN 932-5 (2000): *Prøvmingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag Del 5: Vanlig utstyr og kalibrering*

NS-EN 933-1 (1998): *Prøvmingsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag Del 1: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikteanalyse*

NS-EN 933-2 (1996): *Prøvmingsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 2: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling. Sifter, nominell størrelse av siktåpninger*

#### Utstyr

##### Beskrivelse

- kalibrert vekt med kapasitet 2 kg, nøyaktighet  $\pm 0,5$  g (10 kg vekt ved grove materialer)
- kontrollert varmeskap, regulerbart til  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$
- kontrollert siktesats med følgende siktåpninger: 63,0 mm, 31,5 mm, 20 mm, 16 mm, 11,2 mm, 8,0 mm, 4,0 mm, 2,0 mm, 1,0 mm og 500 µm, 250 µm, 125 µm, 63 µm + bunn og lokk
- diverse bakker til å tørke prøvene i
- kontrollert siktemaskin
- ultralydutstyr til rensing av fine maskesifter

##### Vedlikehold

Rengjøring: Sifter med maskeåpning 500 µm og mindre kan renses med ultralydutstyr.

*Kommentar: Ytterligere sifter velges etter behov i henhold til NS-EN 933-2. Fortrinnsvis brukes sifter med diameter 200 mm og dybde 50 mm. Til sikting av grove materialer og store prøvemengder kan det være ønskelig med sikt diameter 300 mm og dybde 75 mm.*

#### Fremgangsmåte

##### Gjennomsnittsprøve

Uttak av gjennomsnittsprøver er beskrevet i kap. 14.431. Skal vanninnholdet bestemmes, tas to gjennomsnittsprøver. Provestørrelsen må tilpasses de største kornstørrelsene i prøven og skal ikke være mindre enn vist i figur 14.432-1. Det kan interpoleres i tabellen.

*Kommentar: Jo grovere materialet er, desto større må prøven være for at analysen skal gi et riktig bilde av den grove delen av prøven. Dersom materialet er velgradert, vil en stor prøve bety at det ved siktingen blir liggende mye materiale på hver sikt. Især for de mindre kornstørrelsene kan dette medføre at sikten blir overbelastet og utsiktingen av fine partikler ikke blir effektiv. Dette gir feil resultat.*

D (mm)	90	63	31,5	16	8	< 4
m <sub>min</sub> (kg)	80	40	10	2,6	0,6	0,2

Figur 14.432-1 Minste prøvemengde (m<sub>min</sub>) for sikteanalyse. D er den kornstørrelse (siktåpning) som 100 % av materialet passerer.

Overbelastning av siktene kan unngås ved at prøven siktes porsjonsvis. Overbelastning kan også unngås ved at det tas delprøver for sikting av de finere partiklene etter at grovdelen er sikket ut (dette vil medføre noe mer regnearbeid ved utregning av kornfordelingen, se Tillegg 1.). Maksimalverdier for sikterester er vist i figur 14.432-2.

#### Bestemmelse av vanninnhold

Det er vanligvis ikke nødvendig å bestemme vanninnholdet hvis alt materiale i prøven er grovere enn 20,0 mm, men prøven må i alle tilfeller veies torr før den siktes.

Gjennomsnittsprøven (materiale < 20,0 mm) plasseres i en bakke, veies og settes til tørking (vanligvis natten over) ved (110 ± 5) °C. Etter tørking og avkjøling veies prøven igjen. Vanninnholdet bestemmes i prosent av prøvens tørre masse, se også kap. 14.426.

#### Vasking og tørking av prøven

Ha prøven i en beholder og tilsett vann til hele prøven er dekket. En lagringsperiode på 24 timer under vann hjelper for å løse opp klumper. Et dispergeringsmiddel kan brukes. Rist prøven så kraftig at finstoffet blir fullstendig suspendert.

Fukt begge sider av en 63 µm-sikt som er forbeholdt denne analysen, og sett en beskyttelsessikt (maskeåpning 1 mm eller 2 mm) over den. Plasser siktene slik at sus-pensjonen som renner gjennom 63 µm-sikten, kan renne ut i avlopet eller opp i en oppsamlingstank. Hell prove-beholderens innhold på den øverste sikten og fortsett vaskingen til det som renner fra 63 µm-sikten, er helt klart.

Siktåpninger (mm)	20	16	8	4	2	1	0,500	0,250	0,125	0,063
Maks. sikterest (g) med Ø 200 mm sikt	702	628	444	314	222	157	111	78	55	39

Figur 14.432-2: Maksimalt tillatt masse for sikterester etter NS-EN 933-1

Tork alt materialet som er grovere enn 63 µm ved (110 ± 5) °C til konstant masse, vei og noter massen som M<sub>2</sub>.

Hell det vaskede og tørkede materialet i siktesatsen. Ettersom vasking ikke alltid fjerner alt finstoffet, er det nødvendig å ha med 63 µm-sikten ved torskiktingen.

#### Sikting av materiale grovere enn 20,0 mm

Sikterest på 20,0 mm-sikten overføres til en siktesats med 63,0 - 31,5 - 20,0 mm sifter og ristes maskinelt i minst 10 minutter – eller til det ikke passerer mer materiale gjennom siktene. Er prøven for stor til å siktes i én omgang, må den deles opp i passende porsjoner.

#### Sikting av materiale finere enn 20,0 mm

Den tørre gjennomsnittsprøven veies og overføres til en siktesats med følgende sifter: 16,0 - 8,00 - 4,00 - 2,00 - 1,00 mm og 500 - 250 - 125 - 63 µm + bunn.

*Kommentar: Ved sikting av hovedsakelig grove materialer kan det være aktuelt å kombinere sifter større enn 20 mm med noen av siktene mindre enn 20 mm. Ved svært ensgraderte materialer (trange fraksjoner - som pukk til penetrasjonsbærelag eller overflatebehandling), kan det være ønskelig å sette inn mellomstikt for å få et bedre bilde av kornfordelingen.*

Det skal brukes siktemaskin, og siktesatsen ristes i minst 10 min. Deretter skal hver enkelt sikt kontrollristes for hånd over et tilstrekkelig stort papir (ca. 40 cm × 50 cm). Det materiale som samles opp på papiret, overføres til underliggende sikt. (Siktingen kan avsluttes når det i løpet av et minutt resting ikke passerer mer enn 1 % materiale beregnet av den mengde som ligger på sikten.)

#### Veiting

Det benyttes separat veiting. Dette utføres ved først å veie materialet på 63,0 mm-sikten, og massen noteres på arbeidsskjemaet. Materialet som ligger igjen på 31,5 mm-sikten tommes i rengjort vektskål, og massen noteres. Til slutt legges fraksjonen mellom 31,5 og 20,0 mm (sikterest på 20,0 mm-sikten) på ren vektskål, og den massen noteres også.

Materialet grovere enn 20,0 mm fjernes fra vekten, og veiting av gjennomsnittsprøvens fraksjoner finere enn 20,0 mm utføres på tilsvarende måte helt ned til finstoff (finere enn sikt 63 µm)

### Kontroll av siktetap

Dersom forskjellen mellom innveid torr masse (gjennomsnittsprøve) og sum av separat veide masser etter siktingen (dvs. samlet sikterest pluss materiale som passerer den minste sikten) utgjør mer enn 1 % av den innveide massen, skal siktingen gjentas med en ny prøve.

## Resultater

### Beregninger

Det beregnes hvor store andeler av prøven (i masseprosent) som er større enn de respektive siktåpninger som er benyttet ved analysen. Utregningen foretas automatisk i EDB-programmet LABSYS. Eksempler på utregning, se Tillegg 1. Merk følgende:

#### Prøve som bare inneholder materiale finere enn 20 mm

Når prøven bare inneholder materiale mindre enn 20 mm, er utregningen enkel. Massen på hver sikt tillagt massen av alle foregående (grovere) sikt, beregnes i masseprosent av total masse for torr prøve.

#### Prøve som inneholder materiale grovere enn 20 mm

Inneholder prøven materiale større enn 20 mm og var fuktig ved uttak av gjennomsnittsprøven, må tørrmassen for den totale prøven (inkludert materiale større enn 20 mm) bestemmes på grunnlag av masse av fuktig prøve (inkludert materiale større enn 20 mm) og en representativ bestemmelse av vanninnholdet, f.eks. vanninnholdet av gjennomsnittsprøven av materiale mindre enn 20 mm. Fuktigheten på stein større enn 20 mm regnes å være så liten at den ikke har noen praktisk betydning.

Mengden av fraksjonene grovere enn 20 mm beregnes direkte i prosent av tørrmassen for total prøve. Den samlede massen av disse fraksjonene utgjør en viss andel av den totale prøven (f.eks. a %).

Sikteresten på hver sikt skal ikke overstige i gram:

$$\frac{A\sqrt{d}}{200}$$

hvor

A = siktarealet i kvadratmillimeter  
d = størrelsen på siktåpningen i millimeter  
200 = siktens diameter i millimeter

Hvis sikteresten overstiger denne mengden, må fraksjon-en deles inn i mindre porsjoner som siktes én etter én.

Materiale mindre enn 20 mm, representert av gjennomsnittsprøven, utgjør bare en viss prosentandel (b %) av totalprøven (b = 100 - a). For å få sammenhengende verdier for materiale større og mindre enn 20 mm, må sikterestene på de respektive siktter mindre enn 20 mm

først beregnes som andel av materiale av det som er mindre enn 20 mm - og deretter korrigeres ved å multiplisere med den prosentandel (b) som gjennomsnittsprøven representerer. Til slutt tillegges prosentandel materiale (a) som er større enn 20 mm.

### Beregning av avledede data

Når kornfordelingen for materialet er tegnet opp i diagram (se *Opptegning*) kan f.eks. materialets graderingstall ( $C_u$ ) beregnes.  $C_u = D_{60}/D_{10}$ , der  $D_{60}$  er den siktåpning som 60 % av materialet passerer, og  $D_{10}$  er den siktåpning som 10 % av materialet passerer. I spesielle tilfeller kan graderingstallet uttrykkes ved  $D_{75}/D_{25}$ , se Vedlegg 1: Jordartsklassifisering.

Materialets betegnelse bestemmes bl.a. på grunnlag av kornfordelingen, se Vedlegg 1.

### Usikkerhet

Forskjellen mellom innveid torr masse og sum av separat oppveide masser etter siktingen (inkludert materiale som passerer det minste sikt), skal som regel ikke overstige 0,5 % om sikteanalysen er utført korrekt. Hvis forskjellen er 1 % eller mer, skal prøvingen utføres på nytt.

## Rapportering

Resultatene rapporteres som LABSYS-utskrift. Rapporten skal inneholde følgende opplysninger:

- prøvingslaboratorium (navn og adresse)
- ansvarlig for prøvingen
- prøvingsmetode (denne beskrivelsens nr. og tittel)
- identifikasjon av prøve og prøvetakingssted
- registrerte veiedata
- beregnet prosentandel for de ulike kornstørrelsene
- opptegnet kornkurve
- materialets betegnelse etter Vedlegg 1: Jordartsklassifisering
- de vanligste data som avledes fra kornfordelingen, som f.eks. graderingstall ( $C_u = D_{60}/D_{10}$ )
- dato og signatur

Dersom utstyr eller fremgangsmåte ikke er i samsvar med denne beskrivelsen, skal det angis i rapporten.

### Opptegning

Resultatene av kornfordelingsanalysen tegnes inn i diagram fra LABSYS der kornstørrelsen er avsatt i logaritmisk skala på abscissen og masseprosenten i lineær skala som ordinat.

Ved å avsette prosentmengden i forhold til den siktåpning materialet ligger på, fås ett punkt, og ved å trekke en linje gjennom punktene, fremkommer en kontinuerlig kornkurve.

Opptegning utføres automatisk av LABSYS.



**Tillegg 1****Eksempler på utregning av kornfordeling**

Kornfordelingen beregnes automatisk av EDB-programmet LABSYS.

For å gi en bedre forståelse av beregningsgangen vises her en del eksempler på manuell utregning.

**Eksempel på beregning av vanninnhold**

Dersom prøven inneholder materiale større enn 20,0 mm og er fuktig ved uttaket er det nødvendig å finne vanninnholdet i gjennomsnittsprøven (materiale mindre enn 20,0 mm). Vanninnholdet (w) bestemmes i prosent av prøvens tørre masse (dvs. gram vann pr. 100 gram tørr prøve).

Eksempel på utregning:

- |                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| (1) Masse av fuktig prøve + bakke | = 1064 g |
| (2) Masse av tørr prøve + bakke   | = 1037 g |
| (3) Masse av bakke                | = 270 g  |
| (2 - 3) Masse tørr prøve          | = 767 g  |
| (1 - 2) Masse vann                | = 27 g   |

$$w = \frac{27 \text{ g vann} \times 100}{767 \text{ g tørr prøve}} = \frac{3,5 \text{ g vann}}{100 \text{ g tørr prøve}} \quad \text{Dvs. } w = 3,5 \%$$

**Eksempel på utregning av kornfordeling**

Kornfordeling når prøven bare inneholder materiale mindre enn 20,0 mm:

Størrelser	Separat veiing	Kumulert summering	Materialmengde
> 16 mm	23,0 g	23,0 g	$\frac{23 \times 100}{767}$ 3,0 %
> 8 mm	119,0 g	142,0 g	18,5 %
> 4 mm	107,0 g	249,0 g	32,5 %
> 2 mm	104,0 g	353,0 g	46,0 %
> 1 mm	107,0 g	460,0 g	60,0 %
> 500 µm	100,0 g	560,0 g	73,0 %
> 250 µm	88,5 g	468,5 g	84,5 %
> 125 µm	65,0 g	713,5 g	93,0 %
> 63 µm	38,0 g	751,5 g	98,0 %
< 63 µm	13,5 g	13,5 g	1,8 %
	765,0 g	765,0 g	99,8 %
Tap ved analysen	2,0 g	2,0 g	0,2 %
Sum	767,0 g	767,0 g	100,0 %

**Beregning av tørr masse for total prøve**

Inneholder prøven materiale grovere enn 20 mm og er fuktig ved uttaket av gjennomsnittsprøven, må total tørrmasse bestemmes på grunnlag av vanninnholdet for materiale mindre enn 20 mm. Fuktigheten på stein større enn 20 mm regnes å være så liten at den ikke har noen praktisk betydning ved beregningen.

Eksempel (vanninnhold w = 3,5 %):

Masse fuktig prøve, total	6478 g
- stein på 20,0 mm-sikt	1044 g
= Masse fuktig prøve < 20,0 mm	5434 g
- 3,5 % vann = $5434 \times 3,5 / (100 + 3,5)$	184 g
= Masse tørr prøve < 20,0 mm	5250 g
+ sikterest på 20,0 mm-sikt	1044 g
= Masse tørr prøve, total	6294 g

**Beregning av kornfordeling for materiale grovere enn 20 mm**

Mengden av fraksjonene større enn 20,0 mm regnes i prosent av tørr masse for total prøve.

Eksempel:

Siktåpninger	Masse	% materiale
> 63,0 mm	0 g	
> 31,5 mm	620 g	$\frac{620 \times 100}{6294}$ 9,9 %
> 20,0 mm	1044 g	16,6 %

Materiale større enn 20,0 mm, som ble frasiktet for uttak av gjennomsnittsprøven, utgjør 16,6 masseprosent av hele prøven.

**Beregning av kornfordeling for materiale finere enn 20,0 mm**

Materiale større enn 20,0 mm utgjør som nevnt 16,6 % av hele prøven (a %). Materiale mindre enn 20,0 mm, som gjennomsnittsprøven representerer, utgjør  $100 - 16,6 = 83,4$  % (b %).

For å få sammenhengende verdier for materiale større og mindre enn 20,0 mm, må kornfordelingen for gjennomsnittsprøven beregnes på 83,4 % i stedet for 100 % og til den beregnede masseprosent må en legge til 16,6 % for å få sum materiale større enn de respektive siktåpninger.

Eksempel:

Siktåpning	Separat innveide masser	Sum masser	% materiale	
> 16,0 mm	31,0 g	31,0 g	$\frac{31,0 + 83,4}{767}$	3,4 + 16,6 = 20,0 %
> 8,00 mm	129,0 g	160,0 g		17,4 + 16,6 = 34,0 %
> 4,00 mm	101,0 g	261,0 g		28,4 + 16,6 = 45,0 %
> 2,00 mm	106,0 g	367,0 g		39,9 + 16,6 = 56,5 %
> 1,00 mm	92,0 g	459,0 g		49,9 + 16,6 = 66,5 %
> 500 µm	105,5 g	564,5 g		61,4 + 16,6 = 78,0 %
> 250 µm	92,0 g	656,5 g		71,4 + 16,6 = 88,0 %
> 125 µm	64,5 g	721,0 g		78,4 + 16,6 = 95,0 %
> 63 µm	32,0 g	753,0 g		81,9 + 16,6 = 98,5 %
< 63 µm	12,0 g	12,0 g		1,3 %
Sum sikterester	765,0 g	765,0 g		99,8 %
Tap ved analysen	2,0 g	2,0 g		0,2 %
Total sum	767 g	767,0 g		100,0 %

Her kommer en ny figur med 63 µm, for 75 µm utgår.

Figur 14.432-3: Kornkurve



**Statens vegvesen**

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030  
E-post: [publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)

ISSN 1504-5005