

# **Intern rapport nr. 2181**

**Resultater fra det europeiske  
prosjektet med ringanalyser  
av steinmaterialer:  
Testing of industrial products;  
aggregates for construction.  
MAT1-CT93-0040 (1993-1997)**

**Oktober 2000**

**Vegteknisk**

# Intern rapport nr. 2181

## Resultater fra det europeiske prosjektet med ringanalyser av steinmaterialer: Testing of industrial products; aggregates for construction. MAT1-CT93-0040 (1993-1997)

### Sammendrag

Prosjektet som fikk støtte fra CEC DG XII, består av tre deler:

- 1) *Et litteraturstudium* over mekaniske tester for tilslag ga konklusjonen at Los Angeles-metoden er egnet som referansetest for motstand mot nedknusing.
- 2) *Ringanalyseprogrammet* ble gjennomført i tiden 1993 - 1997, og det omfattet 20 metoder for 21 forskjellige egenskaper. Det var mer enn 50 europeiske laboratorier som deltok.

Detaljerte rapporter er utgitt om 19 ringanalyser, og de inneholder beskrivelse av analysemetode, statistisk evaluering av resultater og oppnådde presisjonsdata. Rapportene inneholdt også forslag til forbedringer av noen prosedyrer og gjorde hvert eneste deltakende laboratorium i stand til å vurdere sin egen utførelse. Ringanalysen for petrografi ble evaluert deskriptivt.

Et utdrag av analysebeskrivelsene og midlertidig rangering av metodenes presisjon er gitt. Det er angitt hvilke tester som har god presisjon og hvilke som ikke har det. Faktorer som påvirker variasjonen i resultatene er diskutert, og mulige endringer er foreslått.

- 3) *Prøvetakingmetoder* er undersøkt grundig mht. variasjon som skyldes variasjon i produktene og prøvetaking under forskjellige forhold. Det ble utført 22 prøvetakingseksperimenter, og de omfatter de fleste tilfeller som opptrer i praksis. Prøvetakingssituasjonene omfatter transportbånd og forskjellige slags lagerhauger.

Undersøkelsen viste at for å unngå at variasjon i prøvetaking gir større utslag enn variasjon i testing, må prøven inneholde *minst* 15 delprøver. Men prøvetaking fra transportbånd viste seg å være den foretrukne metoden. Hvis det er god kontroll med graderingen på båndet, kan det tas *en* enkelt stor prøve.

Emneord: *Europastandarder, steinmaterialer, ringanalyser*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *Brit E. Løberg*

Dato: *Oktober 2000*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
**Vegteknisk**

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

# Innhold

	<b>Side</b>
Forord	2
Forkortelser	2
Symboler	2
0 Innledning: Formål med og deler av prosjektet	2
1 Litteraturstudium av mekaniske tester	3
2 Europeiske ringanalyser	3
2.01 Organisering av ringanalysene	3
2.02 Petrografisk beskrivelse	5
2.03 Gradering av fint tilslag	5
2.04 Flakindeks	6
2.05 Knuste og brudte flater	7
2.06 Sandekvivalent-metoden	7
2.07 Metylenblått-metoden	8
2.08 Densitet av grovt tilslag og vannabsorpsjon	8
2.09 Los Angeles-metoden	9
2.10 Slagprøve (Schlagversuch)	9
2.11 Micro Deval-metoden	10
2.12 Poleringstest	10
2.13 Bestemmelse av vannløselig klorid	11
2.14 Bestemmelse av syreløselig sulfat	12
2.15 Bestemmelse av motstand mot frysing og tining	12
2.16 Magnesiumsulfat-metoden	13
2.17 Diskusjon om prøvemethodenes presisjon	13
2.18 Noen årsaker til variasjon i testresultater	15
3 Undersøkelser av prøvetaking	16
4 Takk	17
5 Etterord fra oversetter	17
Vedlegg A: Titler på individuelle rapporter	18
Vedlegg B: Definisjoner	20

## Forord

Dette er en norsk oversettelse av sluttrapporten etter at prosjektet med ringanalysene var ferdig. Den er forfattet av:

Dr. P. Ballmann (Bundesanstalt für Straßenwesen.- BAST- D)  
Dr. R. Collins (Building Research Establishment.- BRE- UK)  
Mr. G. Delalande (Laboratoire des Ponts et Chaussées LPC Angers- F)  
Ing. J.P. v.d. Elshout (Keuring, Onderzoek en Advies in de Civiele Techniek.- KOAC- NL)  
Mr. A. Mishellany (Laboratoire des Ponts et Chaussées LPC SI-Fd.- F)  
Dr. R. Sym (GLR Ltd, P & S Research Ltd.- UK)

## Forkortelser

BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen, Tyskland (Partner 3)
BRE	Building Research Establishment, Storbritannia (Partner 2)
CEC	Commission of the European Communities
CEN	Europeisk komité for standardisering
TC	Teknisk komité
TG	Ekspertgruppe
GLR	Green Land Reclamation Ltd (Partner 4)
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Frankrike (Partner 1)
LRPC	Laboratoire Regional des Ponts et Chaussées, Frankrike
EN	Europa-standard
prEN	Foreløpig Europa-standard
NS-ENN	Norsk Standard

## Symboler

$C_{R1}$	Variasjonskoeffisient ved $R_1$ -betingelser
Cl	Klorid
SO <sub>3</sub>	Svoveltrioksid
Mg/m <sup>3</sup>	Megagram/kubikmeter (eller tonn/m <sup>3</sup> - tilsvarer g/cm <sup>3</sup> )

## 0 Innledning: Formål med og deler av prosjektet

Formålet med denne rapporten er å spre informasjon om prosjektet "CEC DG XII Measuring and Testing Project 134 - Aggregates for Construction" (1993-1997) ved å gjøre tilgjengelig et konsentrat av informasjon om resultatene i CEC-medlemslandene.

Parallelt med denne rapporten er det laget en videofilm som vil bli lagt ut på Internet.

Project 134 ble delt i tre deler (1 til 3) med følgende formål:

**(1) Litteraturstudium** av mekaniske tester

- for å samle tilgjengelig informasjon om mekaniske tester som er i bruk i de Vest-europeiske land - sett i betraktning av presisjon, kostnad og godtaking av metodene.
- for å summere denne informasjonen til beste for de land med hittil liten erfaring

med

fremmede tester.

**(2) Ringanalyser**

- for å oppnå presisjonsdata for europeiske standarder.
- for å gjøre de forskjellige europeiske land i stand til å få erfaring med de metoder som er foreslått i CEN.
  - enten disse er nye for dem, eller
  - hvis metodene er blitt modifisert ved harmoniseringen
- være til hjelp for de deltagende laboratorier
  - i å bli vant til disse testene - som er nye for dem, og
  - for å vurdere sin egen utførelse.
- å vurdere dem og å forbedre dem.

### **(3) Undersøkelse av prøvetaking**

- for å etablere mest mulig lik prøvetaking av tilslag, og å finne egnede tester for bestemmelse av antall delprøver for en laboratorieprøve ved forskjellige situasjoner.
- å utføre testene og evaluere dem.
- å gi anbefalinger om nødvendig antall delprøver som skal utgjøre en representativ laboratorieprøve.

## **1 Litteraturstudium av mekaniske tester**

Forfatterne har tatt for seg publikasjoner fra mange land og forslag til standarder fra CEN/TC 154/SC 6. Disse er så inndelt i tre typer mekaniske tester ut fra om de er statiske, dynamiske eller slitasjetester.

Den energimengde som forbrukes på hver prøve eller delprøve, nedbrytingen av hver prøve i test og korrelasjon mellom forskjellige testmetoder - er brukt ved vurdering for å finne ut hvilke egenskaper dekkes av hvilke metoder.

Andre kriterier som metodens presisjon, om den er velkjent og godtatt - sammen med økonomiske betraktninger, førte forfatterne til den mening at Los Angeles-metoden er best egnet som referansetest (alternativt Schlagversuch) for måling av motstand mot nedknusing. Micro Deval-metoden dekker en egenskap forskjellig fra nedknusing. Litteraturstudien ble fullført med noen upubliserte analyseresultater fra Storbritannia. Alle detaljer er gitt i rapporten som har nr. 25 i Vedlegg A.

## **2 Europeiske ringanalyser**

Alle detaljer fra alle ringanalysene er gitt i rapportene som er registrert i Vedlegg A. Listen inneholder rapporter om alle eksperimentene med ringanalysene - inkludert dem som bare såvidt nevnes i det følgende utvalg - som utgjør 15 av 21.

### **2.01 Organisering av ringanalysene**

#### **2.01.1 Prosjektledere**

Organisering av ringanalysene ble delt mellom følgende personer:

Mr. A. Mishellany (Laboratoire des Ponts et Chaussées LPC Cl-Fd. - F)

Dr. R. Collins (Building Research Establishment.- BRE - GB)

Dr. P. Ballmann (Bundesanstalt für Straßenwesen.- BASt - D)

Dr. R. Sym (P & S Research Ltd - GB)

med deltakelse også av Mr. G. Delalande (LPC Angers - F), Ing. J.P. v d Elshout (Keuring, Ondersoek en Advies in de Civiele Techniek.- KOAC - NL)

Deres forpliktelser omfattet:

- Valg av materialer inkludert de nødvendige forhåndstester
  - Prøvepreparering til homogene storprøver av hvert materiale
  - Utvelgelse av laboratorier
  - Preparering og utsendelse av laboratorieprøver
  - Lage instruksjonsark og skjemaer på engelsk for innsamling av data
  - Innsamling av data fra de nasjonale koordinatorene
  - Statistiske analyser og skrevne rapporter (se Vedlegg A):
- \* Rapportene inneholder presisjonsdata som resultat av ringanalysene for de forskjellige metodene, og
  - \* Vurdering av utførelsen fra hvert deltakende laboratorium fra et statistisk synspunkt.

Prosjektlederne var også ansvarlige for sambandet mellom dette prosjektet og de relevante gruppene innen CEN/TC 154 og for å forsyne de deltakende laboratorier med de tilsvarende rapporter.

### 2.01.2 Nasjonale koordinatører

Hvert deltakende land har utpekt *en* nasjonal koordinatør - hvis plikter var

- å finne egnede deltakende laboratorier i eget land
- å fordele instruksjoner og dataark (skjemaer) til laboratoriene og å oversette til landets språk om nødvendig.
- å samle resultater og kommentarer fra de deltakende laboratorier og å kommunisere med prosjektlederne.
- Etter hver ringanalyse ble rapporter sendt til laboratoriene via nasjonal koordinatør - som oversatte fra engelsk om nødvendig.

Belgia:	Mr. J. Steuperaert (COPRO a.s.b.l.)
Danmark:	Mr. S. Leksø (Danish Road Institute)
Finland:	Mr. M. Eerola (FINNRA)
Frankrike:	Mr. G. Delalande (LRPC Angers)
Hellas:	Dr. A.F. Nikolaidis (University of Thessaloniki)
Island:	Mr. P. Peturson (Icelandic Building Research Inst.)
Irland:	Mr. F. Norman (Roadstone Provinces Ltd)
Italia:	Ing. M. Berra (ENEL-CRIS)
Nederland:	Ing. J.P. van den Elshout (KOAC)
Norge:	Mrs. B.E. Løberg (Statens vegvesen, Vegdirektoratet)
Portugal:	Dr. Maria da Conceição Azevedo (APORBET)
Spania:	Mr. M.R. Echevarría (LOEMCO)
Storbritannia:	Dr. R. Sym (P & S Research Ltd)
Sveits:	Dr. J.G. Hammerschlag (TFB)
Sverige:	Dr. B. Schouenborg (SP)
Tyskland:	Dr. P. Ballmann (BAST)
Østerrike:	Mr. R. Krzemien (MAPAG)

### 2.01.3 Nettverket av laboratorier

Totalt var det 189 laboratorier fra 17 land som var villige til å delta. Antall deltakende laboratorier var forskjellig fra test til test avhengig av forskjellige forhold. Ofte ble antallet begrenset av antall laboratorieprøver som skulle håndteres. De deltakende laboratorier er

angitt i den detaljerte rapport som ble utgitt etter hver ringanalyse (se Vedlegg A), og hvert deltakende laboratorium har fått en slik rapport (på engelsk).

Laboratorieprøvene til disse undersøkelsene ble tatt ut fra en meget stor prøve ved uttak med skuffe (se NS-EN 932-1, pkt. 9.6). Dette gjelder *alle* prøveuttak med skuffe som er beskrevet i dette dokumentet.

## 2.02 Petrografisk beskrivelse

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 932-3 Petrografisk beskrivelse - forenklet prosedyre.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var de samme som i styrketestene. De var pukket av metamorf basalt, kalkstein og marmor.

**Prøveuttaket** var med skuffe. Prøvetakingsprosedyrene er beskrevet i egen rapport (Vedlegg A, rapport nr. 1). Tilslagsstørrelse for denne analysen var 14-22 mm.

**Instruksjon om utførelse** ble laget på basis av NS-EN 932-3 og krevde svar på bergartstype, farge, kornstørrelse på mineralene, overflatestruktur, tekstur og forvitringsgrad av steinmaterialene.

46 laboratorier fra 12 europeiske land deltok i denne ringanalysen.

**Resultatet** viste at de fleste av deltakerne var enige i deskriptive begrep som farge, overflatestruktur, tekstur og forvitringsgrad. De fleste gjenkjente kalkstein og marmor som karbonatbergarter. Men den metamorfe basalten var mye vanskeligere å bestemme - selv blant eksperter i petrografi. Derfor ble forskjellige navn som basalt, metabasalt, basisk meta-vulkanitt, hornfels og til og med amfibolitt godtatt for Nivå 1.

**Konsekvens:** Noe klargjøring for de forskjellige trinn i prosedyren NS-EN 932-3 er gitt i rapportens konklusjon (Vedlegg A, rapport nr. 2).

## 2.03 Gradering av fint tilslag

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 932-1 Bestemmelse av kornstørrelse - Granulometrisk analyse (Siktemetoden).

**Steinmaterialene** som ble brukt, var finkornet tilslag av ensgradert natursand (0,125-0,5 mm), natursand (0-2 mm) og en maskinsand av kalkstein (0-2 mm med noe overstørrelser).

**Prøvetaking** av ensgradert sand var ved uttak med skuffe, mens de andre prøvene ble neddelt med en roterende prøvesplitter i flere omganger.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å lage to delprøver av hvert materiale og behandle dem på følgende måte:

a) vask materialet og tørrsikt ca. 200 g i hht. NS-EN 933-1.

b) vask materialet og tørrsikt ca. 30 g, dvs. en masse som er betydelig mindre enn i a.

Siktene skulle være enten 200 mm eller 300 mm i diameter.

17 laboratorier fra 9 europeiske land deltok i denne ringanalysen.

**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er gitt på neste side.

Maskeåpninger i mm	M a s s e p r o s e n t g j e n n o m g a n g		
	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
4		100	99,1
2		94,9	91,3
1	100	83,3	62,7
0,5	99,6	54,1	43,4
0,250	62,3	9,9	30,5

0,125	2,8	0,9	21,7
0,063	0,2	0,3	16,0

**Presisjonsdata oppnådd med 200 g** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,042 \sqrt{[X (100 - X)]} \quad \text{og} \quad R_1 = 0,086 \sqrt{[X (100 - X)]}$$

der X er middelerdi for resultater av kumulativ oppveining av gjennomgangen.

**Presisjonsdata oppnådd med 30 g** er mindre tilfredsstillende (Vedlegg A, rapport nr. 3)  
**Konsekvens:** Resultatene fra ringanalysen må diskuteres. Flere sikteanalyser med andre graderinger er nødvendige for å anvende verdiene i den relevante standarden.

## 2.04 Flakindeks

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 933-3 Bestemmelse av kornform - Flakindeks.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var to verksproduserte materialer (en kalkstein 8-32 mm og en klorittholdig glimmerskifer 4-16 mm) og en spesialknust flint 4-8 mm.

**Prøveuttak** for alle de tre prøvene var med skuffe.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to delprøver av hver prøve.

20 laboratorier fra 12 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelerdi av analyseresultatene** for de tre nivåene

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Flakindeks	8,8	29,2	51,1

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,0028 \sqrt{[X (100 - X) D^3 / M]} \quad \text{og} \quad R_1 = 0,95 + 0,226 X$$

der X er middelerdi for analyseresultatene, D er største partikkelstørrelse og M er delprøvens masse i kg.

Formelen for  $r_1$  er utregnet fra statistisk teori, men forsynt med data fra ringanalysen (Vedlegg 4, rapport nr.4).

**Konsekvens:** Resultatene fra ringanalysen vil bli en del av den aktuelle CEN-standard. Siden testen ikke utføres som rutineundersøkelse i alle europeiske land, vil nye data - med øvelse - hjelpe på forbedring av metodens presisjon.

**Flere ringanalyser for kornform:** En ringanalyse med det samme materialet ble utført for å bestemme kornform i hht. NS-EN 933-4 (Vedlegg A, rapport nr. 5).

## 2.05 Knuste og brudte flater

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i prEN 933-5 Vurdering av overflateegenskaper - Prosent knuste og brudte flater i grovt tilslag.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var en knust grus (8-11 mm) og to materialer som var blandinger av knust og uknust grus (8-16 mm og 8-11 mm).

**Prøveuttak** og neddeling var med en stor roterende prøvedeler.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to delprøver av hver prøve.

17 laboratorier fra 10 europeiske land deltok i ringanalysen.



**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er i masseprosent

Partikkeltype	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Velrundede partikler	0,1	4,5	16,6
Knuste eller brudte partikler	98,3	84,8	77,9

Disse to partikkeltyper tilfredsstiller de relevante krav i prEN 13043 (produktstandard for asfalttilslag).

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,0028 \sqrt{[X (100 - X) D^3 / M]} \quad \text{og} \quad R_1 = 0,0051 \sqrt{[X (100 - X) D^3 / M]}$$

der X er middelverdi for analyseresultatene, D er største partikkelstørrelse og M er delprøvens masse i kg.

Disse ligninger kan brukes både for velrundede og knuste partikler. Formelen for  $r_1$  er utregnet fra statistisk teori, men forsynt med data fra ringanalysen (Vedlegg 4, rapport nr.6).

**Konsekvens:** Forslaget til prEN 933-5 ble modifisert på grunnlag av erfaringer fra ringanalysen. Det må diskuteres om presisjonsdata for de foreliggende fraksjoner allerede nå kan tas inn i den tilsvarende CEN-standard. Siden testen ikke utføres som rutineundersøkelse i alle europeiske land, vil nye data - med øvelse - hjelpe på forbedring av metodens presisjon.

## 2.06 Sandekvivalent-metoden

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 933-8 Vurdering av finstoff Sandekvivalent-metoden.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var tre typer maskinsand: basalt (0-3 mm), rhyolitt (0-3 mm) og dioritt (0-2 mm).

**Prøveuttak** skjedde ved uttak med skuffe.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to delprøver av hver prøve.

34 laboratorier fra 12 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Sandekvivalentverdi	40,1	55,5	57,2

Nivåene 2 og 3 er for nær hverandre, og det skyldes at materialene ble først og fremst valgt for å gi forskjellige Metylenblå-verdier.

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 1,4 + 0,03 (100 - X) \quad \text{og} \quad R_1 = 1,4 + 0,25 (100 - X)$$

der X er middelverdi av alle analyseresultatene. Formlene kan anvendes når X er mellom 40 og 60.

**Konsekvens:** Resultatene fra ringanalysen vil bli en del av den aktuelle CEN-standard. Siden testen ikke utføres som rutineundersøkelse i alle europeiske land, vil nye data - med øvelse - hjelpe på forbedring av metodens presisjon. (Vedlegg A, rapport nr. 7).

## 2.07 Metylenblått-metoden

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 933-9 Vurdering av finstoff - Metylenblått-metoden.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var de samme som ble brukt i ringanalysen for Sand-ekvivalent-metoden: basalt (0-3 mm), rhyolitt (0-3 mm) og dioritt (0-2 mm).

**Prøveuttak** skjedde ved uttak med skuffe.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to delprøver av hver prøve.

34 laboratorier fra 13 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Metylenblå-verdi	0,99	1,65	3,31

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,14 + 0,076 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,14 + 0,622 X$$

der X er middelverdi av alle analyseresultatene.

**Konsekvens:** Det må diskuteres hvorvidt resultatene fra ringanalysen vil bli en del av den aktuelle CEN-standarden. Siden testen ikke utføres som rutineundersøkelse i alle europeiske land, vil nye data - med øvelse - hjelpe på forbedring av metodens presisjon. (Vedlegg A, rapport nr. 8).

## 2.08 Densitet av grovt tilslag og vannabsorpsjon

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i prEN 1097-6 Bestemmelse av densitet og vannabsorpsjon i grovt tilslag.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var pukk 10-14 mm av kalkstein og eklogitt samt en flint-grus (5-10 mm). Nivå 3 inneholdt to typer flint: en tett skinnende variant og en hvit porøs en.

**Prøveuttak** skjedde ved uttak med skuffe.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble bedt om å utføre følgende:

a) Bestemme densitet av fuktig overflatetørt materiale som beskrevet i prEN 1097-6.

b) Bestemme densitet av tørket materiale som beskrevet i Annex A i prEN 1097-6.

For a-bestemmelser ble deltakerne anmodet om å utføre analysen på hver prøve.

For b-bestemmelser ble deltakerne anmodet om å utføre analysene på to sett à to delprøver fra hver prøve.

20 laboratorier fra 12 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 3	Nivå 1	Nivå 2
Densitet for fuktig overflatetørt materiale (Mg/m <sup>3</sup> )	2,51	2,67	3,05
Densitet for tørket materiale (Mg/m <sup>3</sup> )	2,60	2,70	3,06
Vannabsorpsjon (masseprosent av tørr masse)	3,1	1,0	0,5

(Oversetterkommentar: Det er mulig skrivefeil at Nivå 3 er plassert først.)

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

	$r_1$	$R_1$
Fuktig overflatetørt materiale (Mg/m <sup>3</sup> )	0,014	0,021
Tørket materiale (Mg/m <sup>3</sup> )	0,012	0,023
Vannabsorpsjon (masseprosent av tørr masse)	0,12 + 0,039 X	0,22 + 0,116 X

der X er middelværdi for analyseresultatene (Vedlegg A, rapport nr. 9).

**Konsekvens:** Presisjonsdataene for fuktig overflatetørt materiale, for tørket materiale og for vannabsorpsjon bør tas med i den relevante CEN-standarden.

**Flere ringanalyser for densitet.** To ringanalyser til ble utført: en for densitet av filler og en for bestemmelse av densitet av tørket materiale for nedknusingstesten i henhold til NS-EN 1097-7. (Vedlegg A, rapport nr. 10 og rapport nr. 24, avsnitt 4.12).

## 2.09 Los Angeles-metoden

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1097-2 Bestemmelse av motstand mot nedknusing.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var de samme som til petrografisk beskrivelse og til de andre styrketestene. Det var pukk (10-14 mm) av metamorf basalt, kalkstein og marmor.

**Prøvetakingsprosedyren** er beskrevet i en egen rapport (Vedlegg A, rapport nr. 1). Laboratorieprøvene ble tatt fra veldig store prøver ved **uttak med skuffe**.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to delprøver av hver prøve.

28 laboratorier fra 13 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelværdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Los Angeles-verdi	8,3	21,6	37,5

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,06 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,17 X$$

der X er middelværdi for analyseresultatene (Vedlegg A, rapport nr. 11).

**Konsekvens:** Presisjonsdataene for Los Angeles-metoden blir en del av den relevante CEN-standarden.

## 2.10 Slagprøve (Schlagversuch)

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1097-2 Bestemmelse av motstand mot nedknusing.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var de samme som til petrografisk beskrivelse og til de andre styrketestene.

**Prøvetakingsprosedyren** er beskrevet i en egen rapport (Vedlegg A, rapport nr. 1). Til denne spesielle undersøkelsen brukes materiale i størrelsen 8-12,5 mm. Laboratorieprøvene ble tatt fra svære prøver ved **uttak med skuffe**.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to sett à tre delprøver fra hver laboratorieprøve.

16 laboratorier fra 1 europeisk land deltok i ringanalysen.

**Middelværdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Slagverdi SZ	11,0	21,6	27,7

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,35 + 0,0129 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,106 X$$

der X er middelværdi for analyseresultatene (Vedlegg A, rapport nr. 12).

**Konsekvens:** Presisjonsdataene for Schlagversuch-metoden er en del av den relevante CEN-standard.

## 2.11 Micro Deval-metoden

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1097-1 Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro Deval).

**Steinmaterialene** som ble brukt, var de samme som til petrografisk beskrivelse og til de andre styrketestene. Det var pukk (10-14 mm) av metamorf basalt, kalkstein og marmor.

**Prøvetakingsprosedyren** er beskrevet i en egen rapport (Vedlegg A, rapport nr. 1). Laboratorieprøvene ble tatt fra svære prøver ved **uttak med skuffe**.

18 laboratorier fra 11 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelværdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
micro Deval-koeffisient	6,4	11,7	25,6

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,893 + 0,003 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,26 + 0,137 X$$

der X er middelværdi for analyseresultatene (Vedlegg A, rapport nr. 13).

**Flere ringanalyser:** To ringanalyser til med det samme materialet er utført med "Dutch static compression test" og "French impact test" (Vedlegg A, rapport nr. 14 og 15). Begge disse er tatt med i Tab.1.

## 2.12 Poleringstest

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1097-8 Bestemmelse av poleringsverdi.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var pukk (10-14 mm) av tett frisk basalt, kvartsitt og gråvakke.

**Prøveuttak:** Basalt og gråvakke ble neddelt ved uttak med skuffe, og kvartsitten ble neddelt med en stor roterende prøvesplitter.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to sett à fire delprøver fra hver prøve.

20 laboratorier fra 9 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelværdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Poleringsverdi	46,3	55,4	66,7

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,042 X \quad \text{og} \quad R_1 = 3,3 + 0,333 X$$

der X er middelværdi for analyseresultatene (Vedlegg A, rapport nr. 16).

**Konsekvens:** Presisjonsdataene fra poleringsmetoden blir en del av den relevante CEN-standard.

## 2.13 Bestemmelse av vannløselig klorid

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1744-1, kapittel 6: Bestemmelse av vannløselige kloridsalter.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var vasket sand fra havbunn (0-5 mm), fortynnet sjøvann og grus fra havbunn (0-14 mm).

**Prøveuttak:** Sand- og grusprøvene ble tatt fra storprøve ved uttak med skuffe.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to sett à to delprøver av sand- og grusprøvene og to delprøver av fortynnet sjøvann (nivå 2).

19 laboratorier fra 11 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Masseprosent Cl	0,0017	0,0211	0,0840

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,0004 + 0,029 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,0006 + 0,124 X$$

der X er middelverdi for analyseresultatene.

Reproduserbarhetsverdien for Nivå 2 var bare omtrent 1/3 av den interpolerte verdien for  $R_1$  i ligningen over.

**Konsekvens:** Presisjonsdataene fra metoden blir en del av den relevante CEN-standard. Kommentarene fra de deltakende laboratoriene viste at prosedyren i NS-EN 1744 for bestemmelse av kloridinnhold ved titrering ikke er noen rutineprøve i noe land innen CEN (Vedlegg A, rapport nr. 17). Dette faktum er overbragt vedkommende TG.

## 2.14 Bestemmelse av syreløselig sulfat

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1744-1, kapittel 11: Bestemmelse av syreløselig sulfat.

**Materialene** som ble brukt, var sand (0-4 mm), nedmalt gjenbruksbetong (0-0,125 mm) og masovnsagg (4-14 mm).

Betongen ble malt ned fra større partikler, og masovnslaggen ble knust med kjefteknuser.

**Uttak** og neddeling av prøver foregikk ved uttak med skuffe for alle tre nivåer.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to sett à to delprøver av sand- og slagg og to delprøver av finmalt betong (nivå 2).

12 laboratorier fra 9 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelverdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Masseprosent SO <sub>3</sub>	0,058	0,374	1,611

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,021 + 0,200 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,812 X$$

der X er middelværdi for analyseresultatene.

Reproduserbarhetsverdien for Nivå 2 var bare omtrent 1/3 av den interpolerte verdien for  $R_1$  i ligningen over.

**Konsekvens:** Presisjonsdataene fra ringanalysen er overbragt vedkommende TG, og det vil bli tatt hensyn til dem i den angjeldende CEN-standarden. En nylig utført britisk ringanalyse med liknende prosedyre ga bedre presisjon. Det kan derfor bli nødvendig å utføre videre undersøkelser i forskjellige europeiske land for å forbedre presisjonen (Vedlegg A, rapport nr. 18).

**Flere ringanalyser for kjemiske egenskaper:** En ringanalyse med forskjellige materialer ble utført for å bestemme totalt svovelinnhold i hht. NS-EN 1744-1, kapittel 10 (Vedlegg A, rapport nr. 19). Metoden er nevnt i Tab.1.

## 2.15 Bestemmelse av motstand mot frysing og tining

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1367-1, Bestemmelse av motstand mot frysing og tining.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var en vulkansk breksje (10-14 mm), en porfyr (8-16 mm) og en kalkstein (10-14 mm).

**Uttak** og neddeling av breksjen og kalksteinen var ved uttak med skuffe, og porfyren ble neddelt med en stor roterende prøvesplitter.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to sett à tre delprøver av hver prøve.

12 laboratorier fra 8 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelværdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

Masseprosent som passerer 4 mm-sikten	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
	0,17	1,06	3,80

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,04 + 0,36 X \quad \text{og} \quad R_1 = 0,07 + 0,62 X$$

der X er middelværdi for analyseresultatene.

**Konsekvens:** Presisjonsdataene fra ringanalysen må diskuteres (Vedlegg A, rapport nr. 20).

## 2.16 Magnesiumsulfat-metoden

**Fremgangsmåte:** Ringanalysen fulgte beskrivelsen i NS-EN 1367-2, Magnesiumsulfat-metoden.

**Steinmaterialene** som ble brukt, var de samme som i fryse-tine-testen: vulkansk breksje (10-14 mm), porfyr (8-16 mm) og kalkstein (10-14 mm).

**Uttak** og neddeling av breksjen og kalksteinen var ved uttak med skuffe, og porfyren ble neddelt med en stor roterende prøvesplitter.

**Instruksjon om utførelse:** Deltakerne ble anmodet om å undersøke to sett à to delprøver av hver prøve.

9 laboratorier fra 7 europeiske land deltok i ringanalysen.

**Middelværdi av analyseresultatene** for de tre nivåene er

Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
--------	--------	--------

Magnesiumsulfat-verdien      3,3                      29,3                      70,6

**Presisjonsdata** er beregnet etter NS-EN 932-6 til

$$r_1 = 0,15 \sqrt{[X (100 - X)]} \quad \text{og} \quad R_1 = 0,52 \sqrt{[X (100 - X)]}$$

der X er middelvei for analyseresultatene.

**Konsekvens:** Ett laboratorium rapporterte dannelse av gips i væsken fra kalksteinen (Nivå 3). Presisjonsdataene fra ringanalysen må diskuteres (Vedlegg A, rapport nr. 21).

## 2.17 Diskusjon om prøvemetodenes presisjon

Statistisk kan variasjonskoeffisienten brukes til å sammenlikne variasjoner i analyseresultater som ikke har samme dimensjon. Variasjonskoeffisienten oppnås ved å uttrykke standardavviket som prosent av middelvei (se Vedlegg B). Rangering av analysemetoder i Tab. 1 er basert på  $C_{R1}$  eller  $C_R$ .

Tabell 1: Rangering av analysemetoder etter presisjon i synkende orden

EN og prEN	Kortnavn på metoden	$C_{RI}$			Rangering
1097-6	Overflatetørr densitet	0,36	0,15	0,29	****
1097-6, Ann. A	Densitet av tørket materiale	0,51	0,31	0,25	****
1097-2	Slagprøve (Schlagversuch)	3,7	2,8	4,4	***
1097-8	Poleringstest	3,9	3,1	3,0	***
1097-2	Los Angeles	5,5	6,3	6,3	***
1097-1	Micro Deval	5,4	7,6	4,2	***
	Nederlandsk statisk kompresjon	10,1	3,4	2,9	**
1744-1, kap. 6	Vannløselig klorid	4,7	2,0 <sup>x)</sup>	15,9	**
933-3	Flakindeks	11,7	10,1	8,1	**
933-8	Sandekvivalent-metoden	12,7	8,9	7,9	**
1744-1, kap. 10	Totalt svovelinnhold	10,6 <sup>x)</sup>	12,0 <sup>x)</sup>	6,7 <sup>x)</sup>	*
	Fransk støt-test (FD)	15,8	10,6	7,6	*
1744-1, kap. 11	Syreløselige sulfater	24,7	9,2 <sup>x)</sup>	33,3	*
933-9	Metylenblått-metoden	24,4	26,0	25,1	*
1367-1	Fryse-tine-test	37,9	21,3	24,2	*
1367-2	Magnesiumsulfat-metoden	108,7	36,8	7,5	*
933-5	Knuste overflater:				
	% velrundede partikler	200	31,8	14,5	
	% knuste partikler	96,6	23,4	12,5	
933-1	Sikting <sup>xx)</sup>				
932-3	Petrografisk beskrivelse <sup>xxx)</sup>				

x) Heller  $C_R$  enn  $C_{RI}$

xx) Siktingens presisjon er sterkt avhengig av kornfordelingen i prøven, men den er \*\*\*test for prosent når gjennomgangen er mer enn 10 % av massen.

xxx) Petrografisk beskrivelse er i hovedsak en kvalitativ analyse.

Det er mange problemer forbundet med denne rangeringen:

- 1 Først og fremst må man minne om at denne rangeringen ikke bedømmer noen metode i seg selv, men resultatene av ringanalysene slik de ble utført.
- 2 Variasjonskoeffisienten kan bli veldig høy hvis analyseresultatets tallverdi er liten. Dette avspeiler ikke den absolutte variasjon og kan føre til store forskjeller mellom nivåene i noen metoder, for eks. Magnesiumsulfat-metoden og metoden for knuste og brudte flater - i den grad at man kan spørre seg om det lar seg gjøre å lage en rangering. Dette er spesielt tilfelle ved siktingen der  $C_{RI}$  er lav (0,2 til 10) når gjennomgangen er mer enn 10, men  $C_{RI}$  er høy (> 100) hvis gjennomgangen nærmer seg 0.
- 3 Variasjonskoeffisienten tar ikke i betraktning variasjoner i analyseresultater fra materialer som vanligvis eller lokalt er tilgjengelige.

Et generelt problem er at de teoretiske modeller til hver metode ikke alltid kunne være de samme.

I Tab. 1 er variasjonskoeffisientene rangert fra lave til høye. Husk at den gjeldende rangering er ikke mer enn en "tommefingerregel". Det synes som om et mønster fremtrer ut ifra de oppnådde presisjonsdata:

De mest presise målingene er av densitet, som uheldigvis er av mindre viktighet (*forfatterens mening, oversetterens kommentar*).

For de kjemiske analysene vil sammenlikning av  $C_R$  og  $C_{RI}$  vise at metodenes presisjon er mer påvirket av homogenisering og neddeling enn av prøvingsprosedyren. Dette gjaldt også for tester der Nivå 1 var et fint tilslag og Nivå 3 var et grovt tilslag.



Ikke overraskende synes det som om holdbarhetstestene Fryse-tine-testen og Magnesium-sulfat-metoden har ganske dårlig presisjon.

Forsøket på evaluering viser at noen metoder er gode nok slik de er nå, men at presisjonen i størstedelen av testene kan forbedres. Dette avspeiler den mengde arbeid som fortsatt må gjøres.

## 2.18 Noen årsaker til variasjon i analyseresultater

I prosjektet med ringanalyser ble det funnet flere årsaker til variasjon i analyseresultatene.

- 1 - Mangel på klarhet i metodeteksten eller i instruksjonen om hvordan testen skulle utføres.
- 2 - Noen eller mange laboratorier var ikke familiære med metoden.
- 3 - Inhomogene prøver (se Vedlegg B, feil ved neddeling av stor prøve).
- 4 - Neddelingsprosedyrer for prøven (se Vedlegg B, neddelingsfeil i laboratoriet).
- 5 - Språkproblemer og misforståelser.

Den *første* årsaken inntreffer om ikke metoden er kritisk gjennomgått i opphavslandet - eller er blitt for mye endret i den ansvarlige CEN-komité. I harmoniseringsarbeidet hender det at en metode eller apparat må endres for å kunne godtas.

Den *andre* årsaken måtte forventes når metoden ikke brukes i alle europeiske land, spesielt om det kreves erfaring og håndlag. Men dette gjelder ikke alle laboratorier. Antallet "utenforliggere" synes ikke å være noen god indikator for årsak til variasjon - i den betydning at en ukjent test fører til mange "utenforliggende" resultater. Tvert i mot synes det som at fordelingen kan være så spredt at det er vanskelig å finne "utenforliggerne" ved rene statistiske kriterier.

Den *tredje* årsaken er mest tydelig for grovt tilslag - særlig med lange graderinger, og NS-EN 932-2 antyder at roterende prøvesplittere bør foretrekkes, for de gir mindre neddelingsfeil. Men i praksis kan andre metoder brukes hvis prøven er ensgradert - eller må brukes hvis prøven er for stor til at den roterende prøvesplitteren kan utføre arbeidet på rimelig tid.

Den *fjerde* årsaken er felles for de fleste laboratorier som undersøker steinmaterialer, særlig med destruktive analyser. Den er inkludert i presisjonsdataene som har indeks 1. Den er særlig viktig for kjemiske analyser der prøveneddeling også omfatter reduksjon av partikkelstørrelse.

Den *femte* årsaken er vanlig innen arbeid som omfatter flere land og flere språk. I tillegg kan instruksjonene noen ganger være for intrikate for det vanlige hverdagspråket i laboratoriene.

Skjønt igangsetterne av dette prosjektet har bestrebet seg på å velge egnede materialer for hvert nivå, er det med blandet suksess. Dette har også innflytelse på analyseresultatene. Det skulle være mulig å redusere innflytelsen fra noen av årsakene til variasjon, i det minste nr. 1, 2 og 5 ved regulære ringanalyser eller med tester utført av dyktige medarbeidere.

Mange av resultatene må diskuteres innen områdene: produsenter, laboratorier og de som setter krav. Andre presisjonsdata kan umiddelbart inkluderes i de relevante standardene.

### 3 Undersøkelser av prøvetaking

Det ble utført 11 forskjellige prøvetakingsmetoder som omfattet 22 forskjellige tilfeller. De var: 9 tilfeller omfattet prøvetaking fra transportbånd, 6 fra prøvetaking fra flat lagerhaug (flat lagerhaug betyr at materialet er lagret i ca. 2 m høye flate lag - oppå hverandre.) og 7 fra lagerhauger som er koniske, pyramideformede eller uregelmessige. Tilslaget som ble prøvetatt, omfattet naturlig og knust fint tilslag, korte og lange graderinger så vel som nullvarer av knust fjell, og lange graderinger og nullvarer av natursand og -grus.

Prøvetaking fra transportbånd ble utført på to måter: To ganger ble det tatt *en* stor “delprøve”, og i de øvrige tilfellene ble det tatt 15 delprøver. Størrelsen av delprøvene ble tilpasset den valgte metode materialet skulle undersøkes med.

Dette oppsett av eksperimenter med to delprøver for hver analyse gjorde det mulig å kalkulere standardavvik for repeterbarhet. Standardavviket for repeterbarhet ble oppnådd ved tilstand  $r_1$  som definert i Vedlegg B. Det inneholder bidrag fra både neddeling av prøve og variasjon i utførelse av testen.

Et annet standardavvik som ble beregnet, var avvik i prøvetaking. Dette standardavviket omfatter både variasjoner i selve produktet, i prøvetakingen, i neddelingen av prøven og i utførelsen av analysen.

#### *Undersøkelser konsentrert om sikting og sortering*

Det krevde antall delprøver ble beregnet separat for de to følgende påstander:

- standardavviket for prøvetaking (definert ovenfor) skal ikke være større enn standardavviket for repeterbarheten.
- standardavviket for prøvetaking (definert ovenfor) kan bare overskride tillatt variasjon ved krav for gradering i 1 av 20 tilfeller.

Undersøkelsene viste at kravet til antall delprøver varierte avhengig av mange parametere - slik som prøvesituasjonen, type materiale, kornstørrelse, størrelse av delprøvene og med hvilken metode materialet skulle undersøkes. Det var derfor ikke mulig å sette opp noen formel som kan gjelde for alle tilfeller.

Men undersøkelsen av Prøvetaking bekreftet mange fakta - noen av dem velkjente, og noen er fortsatt diskutabile.

Av alle prøvetakingssituasjoner ga prøvetaking fra transportbånd minst variasjon og ble derfor foretrukket. Ved nøye kontroll av kornstørrelser vil uttak av *en* prøve for sikteanalyse teoretisk være representativ for hele partiet. Dette bekrefter at en “stor delprøve” er et alternativ til mange små når det gjelder å ta en representativ prøve - fra transportbånd.

De andre prøvesituasjonene viste at prøvetaking fra flat lagerhaug er å foretrekke fremfor andre lagertyper. I alle andre tilfeller enn prøvetaking fra transportbånd må en prøve inneholde minst 15 delprøver.

Parallelt med dette ble teoretisk standardavvik både for repeterbarheten og for forskjeller mellom delprøver beregnet og sammenliknet med de verdier som faktisk ble oppnådd.

## **4 Takk**

Forfatterne er meget takknemlige for at Commission of the European Communities (CEC) Directorate XII for Science, Research and Development har skaffet midler til dette arbeidet. De ønsker også å uttrykke sin takknemlighet til de nasjonale koordinatorene og de deltakende laboratorier for sine bidrag. Uten deres arbeid hadde dette arbeidet ikke vært mulig.

## **5 Etterord fra oversetter**

Alle koordinatorene ble pålagt å oversette denne rapporten til sitt eget språk. Analyse-resultatene som presenteres her, er utført med første generasjons metoder. Etter fem års bruk skal samtlige metoder revideres, og dette arbeidet er allerede påbegynt.

## **Vedlegg A. Fulle titler på enkelrapporter**

1. Investigations of strength tests. (Mechanical Properties). Preparation of Bulk Samples. - G. Delalande, 1994.
2. The proposed CEN method for the Description and Petrography of Aggregates (simplified procedure). Results of the 1993/94 Cross-testing Experiment. - P. Ballmann, 1995.
3. The proposed CEN method for the Determination of the Grading of fine Aggregates. Results of the 1996/97 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
4. The proposed CEN method for the Determination of the Flakiness Index. Results of the 1994/95 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1996.
5. The proposed CEN method for the Determination of the Shape Index. Results of the 1994/95 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1996.
6. The proposed CEN method for the Determination of the percentage of crushed and broken surfaces in coarse Aggregates. Results of the 1996/97 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
7. The proposed CEN method for the Sand Equivalent Tests. Results of the 1995/96 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
8. The proposed CEN method for the Methylene Blue Test. Results of the 1995/96 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
9. The proposed CEN method for the Determination of Particle Density and Water absorption of coarse Aggregates. Results of the 1995/96 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
10. The proposed CEN method for the Determination of Particle Density of Filler. Results of the 1995/96 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
11. The proposed CEN method for the Los Angeles Test. Results of the 1993/94 Cross-testing Experiment. - R. Sym, Greenland, 1994.
12. The proposed CEN method for the Schlagversuch Test. Results of the 1995 Cross-testing Experiment. - R. Sym, A. Spanó, N. Hopton, Greenland, 1996.
13. The proposed CEN method for the Micro-Deval Test. Results of the 1994/95 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1996.
14. Determination of mechanical strength by a Compression Test. Results of the 1995/96 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
15. Determination of mechanical strength by an Impact Test. Results of the 1996/97 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
16. The proposed CEN method for the Polished Stone Value Test. Results of the 1995/96 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
17. The proposed CEN method for the Determination of Water-soluble Chloride Salts in Aggregates. Results of the 1993/94 Cross-testing Experiment. - R. Sym, 1994.
18. The proposed CEN method for the Determination of Acid-soluble Sulfates in Aggregates. Results of the 1994/95 Cross-testing Experiment. - R. Sym, 1995.
19. The proposed CEN method for the Determination of Total Sulfur in Aggregates. Results of the 1994/95 Cross-testing Experiment. - R. Sym, 1995.
20. The proposed CEN method for the Determination of the Resistance to freezing and thawing of aggregates. Results of the 1996/97 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.
21. The proposed CEN method for the Magnesium Sulfate Test. Results of the 1996/97 Cross-testing Experiment. - A. Mishellany, R. Collins, P. Ballmann, R. Sym, 1997.

22. Determination of the number of sampling increments necessary to make a bulk sample for tests for aggregates. (Synthesis Report). P. Ballmann, R. Collins, G. Delalande, A. Mishellany, R. Sym, 1996.
23. Determination of the mechanical strength of aggregates (Synthesis Report). P. Ballmann, R. Collins, J. v.d. Elshout, A. Mishellany, R. Sym, 1997.
24. Cross-testing of the non-mechanical test of aggregates (Synthesis Report). P. Ballmann, R. Collins, J. v.d. Elshout, A. Mishellany, R. Sym, 1997.
25. A study on mechanical tests of aggregates. M. Jørck, R. Sym. W.R. Powell, 1995.

## Vedlegg B. Definisjoner

Definisjonene er fra respektive metodeforslag innen europeisk standardisering og bearbeidet av CEN/TC 154 (med tillegg fra oversetteren).

**Aggregates** (tilslag): kornet materiale brukt i konstruksjoner. Tilslag kan være naturlig, kunstig eller gjenbruksmateriale.

**Bulk sample** (prøve): En samling uttatte delprøver.

**Laboratory sample** (laboratorieprøve): Prøve til laboratorieanalyser (flere sorter analyser).

**Test portion** (delprøve eller analyseprøve): Prøve til en hel eller en enkel analyse.

**Test specimen** (delprøve og/eller laboratorieparallell): Prøve til en enkeltanalyse der det behøves to eller flere paralleller.

**Filler aggregate** (filler): Tilslag hvorav det meste passerer 0,063 mm-sikten.

**Fine aggregate** (fint tilslag): Tilslag med nominell størrelse mindre enn 2 mm eller 4 mm. (Senere er det kommet andre spesifikasjoner.)

**Repeatability r conditions** (repetbarhets-forhold r): Forhold der analyseresultatene fremkommer ved samme metoden, på identiske prøver, i samme laboratorium, med samme utstyr, utført av samme person og innen et kort tidsrom.

**Repeatability  $r_1$  conditions** (repetbarhets-forhold  $r_1$ ): Forhold der analyseresultatene fremkommer ved samme metode med *forskjellige* delprøver av samme laboratorieprøve, i samme laboratorium, med samme utstyr, utført av samme person og innen et kort tidsrom.

**Repeatability value r or  $r_1$**  (repetbarhets-verdien r eller  $r_1$ ): Verdi mindre eller lik den absolute spredning mellom to analyseresultater som fremkommer ved repetbarhets-forhold r eller  $r_1$ , og den forventes å være 95 % sannsynlig.

**Reproducibility R conditions** (reproduserbarhets-forhold R): Forhold der analyseresultatene fremkommer ved samme metode, på identiske prøver, i forskjellige laboratorier, med forskjellig utstyr og av forskjellige personer.

**Reproducibility  $R_1$  conditions** (reproduserbarhets-forhold  $R_1$ ): Forhold der analyseresultatene fremkommer ved samme metode, på forskjellige prøver, i forskjellige laboratorier, av forskjellige personer med forskjellig utstyr.

**Reproducibility value R or  $R_1$**  (reproduserbarhets-verdien R eller  $R_1$ ): Verdi mindre eller lik den absolute spredning mellom to analyseresultater som fremkommer ved repetbarhets-forhold R eller  $R_1$ , og den forventes å være 95 % sannsynlig.

**Reproducibility R or  $R_1$  standard deviation** (standardavvik for reproduserbarhet R eller  $R_1$ ): Standardavvik i analyseresultater fremkommet under forholdene R eller  $R_1$ , og den skrives  $S_R$  eller  $S_{R_1}$ .

**Reproducibility coefficient of variation for  $R_1$  conditions** (variasjonskoeffisient for forhold  $R_1$ ):  $C_{R_1} = 100 S_{R_1} / X$ , der X er middelverdien for nivået.

**Reproducibility coefficient of variation for R conditions** (variasjonskoeffisient for forhold R):  $C_R = 100 S_R / X$ , der X er middelverdien for nivået.

**Outlying test result** (utenforliggende analyseresultat): Ett resultat av et sett resultater, som er statistisk selvmotsigende der de andre resultatene i settet har et signifikansnivå på 1 %.

**Laboratory sample reduction error** (feil ved neddeling av laboratorieprøver): Forskjell i egenskaper som oppstår ved neddeling av en laboratorieprøve til delprøver.

**Bulk sample reduction error** (feil ved neddeling av store prøver): Forskjell i egenskaper i den opprinnelige prøven og laboratorieprøven som skyldes neddeling til laboratorieprøve.