

Ringanalyser 2012

for kulemølle, micro-Deval, Los Angeles og flisighetsindeks.

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 281



Tittel

Ringanalyser 2012

Title**Undertittel**

for kulemølle, micro-Deval, Los Angeles og flisighetsindeks.

Subtitle**Forfatter**

Arnhild Ulvik

Author**Avdeling**

Ressursavdelingen

Department**Seksjon**

Lab- og vegteknologiseksjonen

Section**Prosjektnummer**

402302

Project number**Rapportnummer**

Nr. 281

Report number**Prosjektleder**

Nils Uthus

Project manager**Godkjent av**

Knut Aanes

Approved by**Emneord**

Ringanalyse, kulemølle, micro-Deval, Los Angeles, flisighetsindeks

Key words**Sammendrag**

I 2012 ble det i Norge utført en større ringanalyse med 17-21 deltagende laboratorier. Statens vegvesen tilberedte alt prøvematerialet, slik at forbehandlingen ble lik. Deretter ble prøvene testet med micro-Deval, Los Angeles og kulemølle i de ulike laboratoriene i henhold til NS-EN-standarder. I tillegg ble det utført flisighetstest.

Summary

I alt fire materialtyper med ulike egenskaper var med i undersøkelsen.

Analyseresultatene er behandlet statistisk etter standardiserte metoder, hvor avvikende verdier er ekskludert. Jevnt over viser reproduserbarheten mellom laboratoriene seg å være bra. Repeterbarheten innad i laboratoriene varierer litt mer.

Ringanalysen avdekket et tilfelle med systematiske feil, hvor analyseapparatene er blitt erstattet av ny.

INNHOOLD

1	BAKGRUNN.....	4
1.1	Generelt om ringanalyser	4
1.2	Store ringanalyser i Europa.....	4
1.3	Tidligere ringanalyser i Norge	5
2	METODENE I RINGANALYSEN.....	6
2.1	Kulemølle	6
2.2	Los Angeles.....	6
2.3	Micro-Deval.....	6
2.4	Flisighetsindeks	6
3	MATERIALVALG	7
3.1	Pukkdatabasen.....	7
3.2	Variasjon i egenskaper	7
3.3	Deltagende laboratorier	8
4	UTFØRELSE	9
4.1	Innsamling av prøvemateriale	9
4.2	Preparering av prøver	9
4.3	Gjennomføring av prøvingen	10
4.4	Usikkerheter og begrensninger	11
5	RESULTATER	12
5.1	Kulemølle	12
5.1.1	Analyseresultater kulemølle	12
5.2	Micro-Deval.....	13
5.2.1	Analyseresultater micro-Deval.....	13
5.3	Los Angeles.....	14
5.3.1	Analyseresultater Los Angeles	14
5.4	Flisighetsindeks	15
5.4.1	Analyseresultater flisighetsindeks	15
6	STATISTISKE BEREGNINGER.....	18
6.1	«Outliere» og «stragglere»	18
6.2	Cochrans test	18
6.3	Mandels statistiske metode.....	18
6.4	Grubbs test.....	19
6.5	Resultater fra statistiske beregninger.....	19
6.5.1	Cochrans test	19
6.5.2	Mandels test – h-statistikk mellom laboratorier	20
6.5.3	Mandels test – k-statistikk innad i laboratoriene	22
6.5.4	Grubbs test.....	23
6.6	Ekskludering av outliere.....	29
6.7	Repeterbarhet og reproduserbarhet	32
7	VURDERING	34
7.1	Kulemølle	34
7.2	Micro-Deval.....	34
7.3	Los Angeles.....	35
7.4	Flisighetsindeks	35
8	KONKLUSJON/OPPSUMMERING	36
9	REFERANSER.....	37

FIGURER

1	Utvalgte materialtyper med analyseresultat	8
2	Sortert gneis bestående av mørkt og lyst materiale	10
3	Ringanalyseresultat for kulemølle	12
4	Ringanalyseresultat for micro-Deval	13
5	Ringanalyseresultat for Los Angeles	14
6	Ringanalyseresultat for flisighetsindeks – lab 1-12	15
7	Ringanalyseresultat for flisighetsindeks – lab 13-25	16
8	Cochrans test for kulemølle	19
9	Cochrans test for micro-Deval	19
10	Mandels h-statistikk for kulemølle	20
11	Mandels h-statistikk for micro-Deval	21
12	Mandels h-statistikk for Los Angeles	21
13	Mandels k-statistikk for kulemølle	22
14	Mandels k-statistikk for micro-Deval	23
15	Grubbs test for kulemølle – høyeste og laveste verdi i serien	24
16	Grubbs test for kulemølle – to høyeste og laveste verdier i serien	24
17	Grubbs test for micro-Deval – høyeste og laveste verdi i serien	24
18	Grubbs test for micro-Deval – to høyeste og laveste verdier i serien	24
19	Grubbs test for Los Angeles – høyeste og laveste verdi i serien	24
20	Grubbs test for Los Angeles – to høyeste og laveste verdier i serien	24
21	Cochrans test for kulemølle der outlierer er fjernet	30
22	Cochrans test for micro-Deval der outlierer er fjernet.....	30

TABELLER

1	Resultater fra ringanalysen - kulemølle.....	26
2	Resultater fra ringanalysen – micro-Deval	27
3	Resultater fra ringanalysen – Los Angeles.....	28
4	Resultater fra ringanalysen der outlierer er fjernet - kulemølle	29
5	Resultater fra ringanalysen der outlierer er fjernet – micro-Deval.....	30
6	Resultater fra ringanalysen der outlierer er fjernet – Los Angeles.....	31
7	Repeterbarhet og reproducerbarhet i ringanalysen og etter NS-EN	33

VEDLEGG

- A-1 Analyseresultater kulemølle
- A-2 Analyseresultater micro-Deval
- A-3 Analyseresultater Los Angeles
- A-4 Analyseresultater flisighetsindeks

- B-1 Beregninger Cochrans test for kulemølle og micro-Deval
- B-2 Beregninger Mandels test for kulemølle
- B-3 Beregninger Mandels test for micro-Deval
- B-4 Beregninger Mandels test for Los Angeles
- B-5 Beregninger Grubbs test med en høyest/lavest verdi
- B-6 Beregninger Grubbs test med to høyest/laveste verdier

- S-1 Kritiske verdier Cochrans test
- S-2 Kritiske verdier Mandels h- og k-statistikk, 1% signifikansnivå
- S-3 Kritiske verdier Mandels h- og k-statistikk, 5% signifikansnivå
- S-4 Kritiske verdier Grubbs test

- F-1 Følgeskjema kulemølle
- F-2 Følgeskjema micro-Deval
- F-3 Følgeskjema Los Angeles
- F-4 Følgeskjema flisighetsindeks

1 BAKGRUNN

Ringanalysen er blitt utført av Statens vegvesen Region midt, på oppdrag for Vegdirektoratets Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdeling, seksjon for Vegteknologi.

En stor takk rettes til deltakende laboratorier, samt til tilslagsprodusentene Feiring Bruk AS, Franzefoss Pukk AS, Veidekke Industri AS og NCC Roads for bidrag av prøvematerialer.

Deltakende laboratorier har utført analysene for egen regning.

Hvert enkelt laboratorium er tildelt et referansenummer i vilkårlig rekkefølge. Resultatene behandles derfor på nøytralt grunnlag.

1.1 Generelt om ringanalyser

En ringanalyse kan vise hvor pålitelig en analysemetode er. Flere laboratorier deltar på likest mulige vilkår (lik måleapparat og samme prøvematerialer), og analysene utføres så likt som mulig (etter standard prosedyrer). Ulike operatører utfører nødvendigvis testene, men det er viktig at det er den som vanligvis utøver metoden(e), også gjør det i ringanalysen.

Store avvik i resultater skyldes enten feilkilder ved analysemetoden, eller ved laboratoriet, men kan også inntreffe med inhomogent testmateriale. Mindre avvik må alltid påregnes.

Ringanalyser er et ledd i kvalitetssikring av laboratoriene.

1.2 Store ringanalyser i Europa

I regi av CEN (den europeiske standardiseringskomitéen) ble det gjennomført en omfattende ringanalyse på tvers av landegrensene i Europa i tidsrommet 1993-1997. Totalt deltok 189 laboratorier fra 17 land. Mange analysemetoder ble testet, slik som petrografisk beskrivelse, densitet, poleringstest, flisighetsindeks, sikting, prøvetaking m.m. Ringanalysen er gjengitt i *Statens vegvesens Intern rapport nr. 2181*.

Los Angeles ble utført på tre materialer av 28 laboratorier fra 13 land. Micro-Deval ble testet av 18 laboratorier i 11 ulike land, også på tre materialer.

I Sverige har man fått gode rutiner for ringanalyser for mekaniske tester. VTI notat 29 fra 2005 gjengir en ringanalyse fra 2004, hvor både kulemølle, micro-Deval og Los Angeles ble testet. Antallet laboratorier som deltok var henholdsvis 29, 14 og 15.

1.3 Tidligere ringanalyser i Norge

I 1993 ble det gjennomført ringanalyse for kulemølle med 10 deltakende laboratorier i Norge, Statens vegvesens *Intern rapport nr. 1983* og i 2004 var 12 laboratorier med, *Teknologirapport nr. 2386*. Begge ringprøvningene ble administrert og rapportert av Statens vegvesen, og tre ulike materialer ble testet. I 2006 utførte NCC Roads ringanalyse med 22 deltakende laboratorier og ett testmateriale.

NTNU utførte en ringanalyse med Los Angeles for seks laboratorier i 1995. Her inngikk 7 materialer i testen. Statens vegvesen gjennomførte ringtest med 11 laboratorier og tre materialer i 2004, *Teknologirapport nr. 2387*.

Det er første gang det utføres ringanalyse for micro-Deval i Norge.

2 METODENE I RINGANALYSEN

2.1 Kulemølle

Kulemøllemetoden går ut på at steinmateriale i fraksjonen 11.2-16 mm tromles med 7 kg stålkuler og to liter vann i en time. Vekttapet forteller om materialets motstandsevne mot abrasiv slitasje. Testen er ment å simulere slitasjen som steinmaterialer utsettes for i et asfaltdekke som trafikkeres med piggdekk. Metoden er felles for de nordiske landene. Testen kan også utføres på 8-11.2 materiale, men kulene som benyttes der er avvikende fra de med fraksjonen 11.2-16 mm.

Metoden er beskrevet i NS-EN 1097-9. *Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje – nordisk metode (kulemølle)*. Det kreves ca. 2 kg preparert testmateriale, som fordeles på to paralleller. Materialets densitet innvirker på prøvemengdebehovet.

2.2 Los Angeles

Los Angeles-metoden går ut på å bestemme et materiales motstandsevne mot nedknusing ved at det tromles tørt med stålkuler i en gitt periode/antall omdreininger (15 minutter). Testen prøver å gjengi den påkjeningen et tilslag utsettes for i en veg. En prøves analyseverdi er dens prosent gjennomgang av nedknust materiale på 1.6 mm-sikten etter tromlingen.

Metoden er beskrevet i NS-EN 1097-2. *Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing (Los Angeles)*. Det kreves 5 kg preparert materiale i fraksjonen 10-14 mm.

2.3 Micro-Deval

Metoden går ut på at tilslag i fraksjonen 10-14 mm tromles med stålkuler og vann i to timer. Vekttapet forteller om materialets motstandsevne mot abrasiv slitasje. Testen skal forsøke å simulere den slitasje det grove tilslaget utsettes for i et mekanisk stabilisert bære- og forsterkningslag.

Metoden er beskrevet i NS-EN 1097-1. *Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval)*. Det utføres to paralleller med ca. 500 gram materiale i hver.

2.4 Flisighetsindeks

Flisighetsindeks bestemmes for materiale mellom 4-90 mm, og består av to sikteoperasjoner. Først siktes materialet på kvadratiske platesikter for å oppnå delfraksjoner. Hver delfraksjon siktes så på tilhørende stavsikter som angitt i NS-EN 933-3 *Bestemmelse av kornform. Flisighetsindeks*. Flisighetsindeks for en fraksjon er prosent gjennomgang på fraksjonens tilhørende stavsikt. Flisighetsindeks beregnes ut fra sum av prosent gjennomgang på stavsiktene som prosentandel av hele prøvens masse.

Prøvemengden bestemmes ut fra øvre kornstørrelse, og finnes i NS-EN 933-1. *Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling. Sikteanalyse*.

3 MATERIALVALG

3.1 Pukkdatabasen

NGUs pukkdatabase er lagt til grunn for utvelgelse av materialtyper. Databasen inneholder analysedata for de fleste forekomster som er registrert i Norge, samt informasjon om driftsforhold.

Det var hensiktsmessig å benytte materiale fra verk i produksjon. Testfraksjonen på de ulike metodene i ringanalysen ligger i størrelsesområdet 10-16 mm, så produsenter med 8/11 og 11/16 i sitt sortiment ble valgt ut (alternativt 8/16).

Et annet kriterium som ble lagt til grunn var at det skulle være variasjon i analyseresultatene.

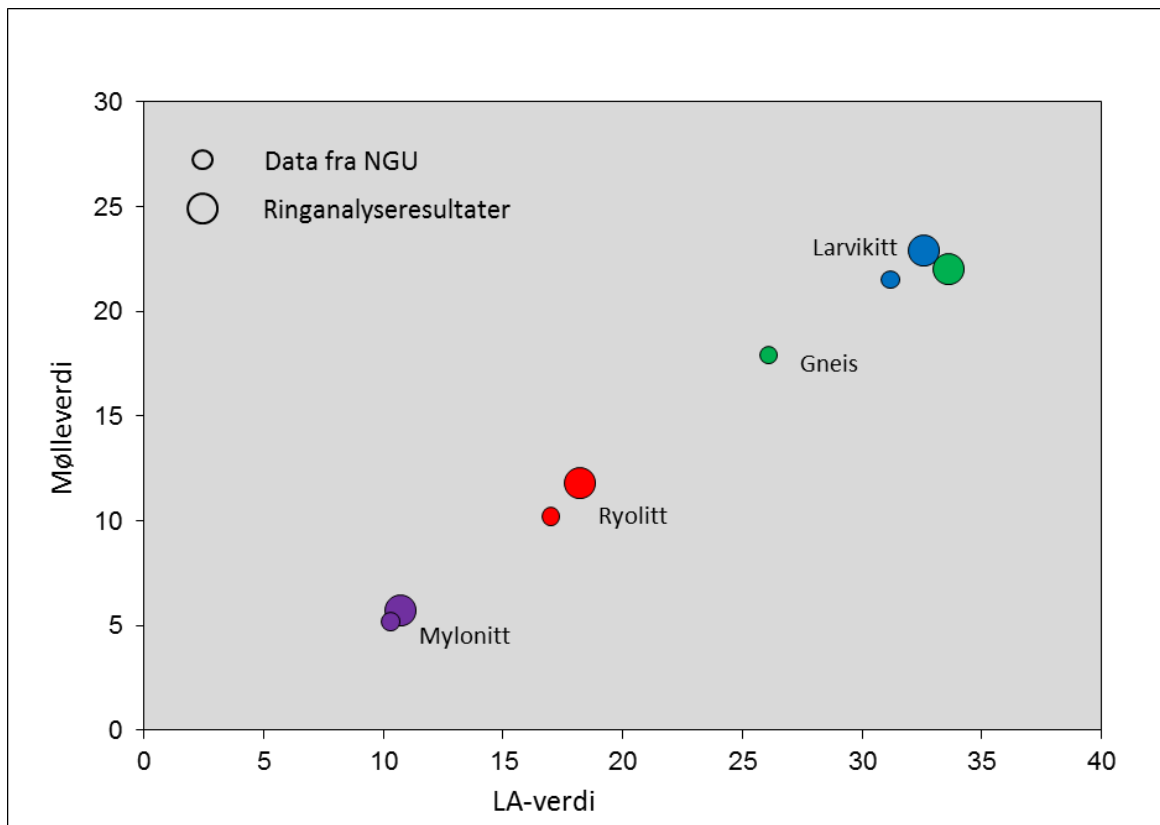
3.2 Variasjon i egenskaper

Los Angeles måler motstand mot nedknusing og kule mølle motstand mot slitasje (nedmaling). Analyseresultater fra begge disse metodene er lagt til grunn for utvelgelse av materialer til ringanalysen.

Som nevnt over bør det være en viss spredning i analyseverdier på de ulike metodene. Samtidig er det en fordel å benytte materialer som er så homogene som mulig. Bergartene som ble valgt ut var mylonitt, ryolitt, gneis og larvikitt, figur 1.

Utvalget er basert på tidligere analysedata fra NGUs pukkdatabase (små sirkler). Spennet i verdiene er stort. For tre av materialene avviker ringanalyseresultatet (store sirkler) lite fra det som var utgangspunktet for utvelgelsen. Hvert materiale er markert med separate farger.

Gneismaterialet oppnådde ikke resultater som forventet, så man endte opp med to materialtyper med tilnærmet identiske resultater i ringanalysen.



Figur 1. Utvalgte materialtyper med analyseresultat.

3.3 Deltagende laboratorier

Ni laboratorier fra Statens vegvesen deltok i ringanalysen. I tillegg deltok laboratorier ved NGU, NTNU/SINTEF, NBTL, NCC Roads, Feiring Bruk A/S, Veidekke Industri AS, Lämminkainen Norge (to laboratorier), Franzefoss Pukk A/S, NorStone AS, Høyskolen i Sør-Trøndelag (HiST) og Mosjøen Geolab AS. Det var ytterligere fire laboratorier til som viste interesse for deltakelse, men som falt fra underveis.

Alle de deltagende 21 laboratoriene utførte kulemølle og flisighetsindeks, 20 laboratorier utførte Los Angeles-test, mens 17 laboratorier hadde apparatur for micro-Deval.

4 UTFØRELSE

4.1 Innsamling av prøvemateriale

Prøvematerialet ble skaffet til veie ved en kombinasjon av henting i felt og ved tilbringertjeneste fra pukkleverandører sommeren/høsten 2011. Fraksjonene som ble hentet inn og/eller tilsendt lå i størrelsen 8-16 mm.

Det var beregnet et behov for 265 kg preparert testmateriale for hver bergartstype. Når halvparten siktes fra og kasseres, ble det stipulert et behov for minst et halvt tonn fra hvert prøvested.

4.2 Preparering av prøver

For å begrense feilkildene ble alt prøvematerialet preparert ved Sentrallaboratoriet Trondheim. Materialene ble vasket, siktet, veid opp, porsjonert, merket og sendt ut til de deltakende laboratoriene.

For hver materialtype var det behov for ca. 50 kg materiale til kulemølle i fraksjon 11.2-16 mm, henholdsvis 25 kg og 125 kg materiale til micro-Deval og Los Angeles i fraksjon 10-14 mm, og ca. 65 kg til flisighetsindeks i fraksjonen 10-16 mm. Totalt ble et drøyt tonn materialene tilordnet og fordelt i over 800 prøveposer. Hele tre tonn materiale ble behandlet med vasking og sikting.

Det ble utført densitetsanalyse i henhold til NS-EN 1097-6 *Bestemmelse av korndensitet og vannabsorpsjon*, og mengden materiale for kulemølletesten ble bestemt før veiing og tillaging.

To av materialtypene var ikke ensartet nok, og plukking for hånd i prøvematerialet var nødvendig for å sikre mest mulig homogenitet. Gneisen hadde innslag av 6-8 % lys stein som ble skilt fra, figur 2. Tilsvarende ble gjort for ryolitt-bergarten, som hadde innslag av en mekanisk svakere gråvakke.

Prøvematerialet ble levert til deltakere tidlig i mars 2012, med svarfrist 1. mai.

Laboratoriene ble underrettet om resultatene september 2012.



Figur 2. Sortert gneis bestående av mørkt og lyst materiale.

4.3 Gjennomføring av prøvingen

Etter at materiale for flisighetsindeks var tilordnet, ble prøvene stavsiktet ved Sentrallaboratoriet før utsendelse. Materialet som ble valgt var delt inn i to delfraksjoner i størrelsen 10-16 mm. Fordi flisighetsindeksen varierer veldig fra prøve til prøve, ble det funnet mest hensiktsmessig å kun måle resultatene mellom Sentrallaboratoriet i Trondheim og hvert enkelt deltakende laboratorium.

For de andre analysemetodene mottok hvert laboratorium prøver som var klare til testing. Likevel ble det lagt opp til en kontrollsikting før testene ble kjørt. Dette for å kunne forklare evt. divergens på analyseresultater. Brukssiktene ved Sentrallaboratoriet er blitt testet opp mot helt nye kontrollsikter, og ligger godt innenfor tillatte avvik.

Laboratoriene ble bedt om å avvike fra standarder med hensyn til minimumskravet for nøyaktighet til vekt. I ringanalysen ble registrering av mengder utført med en desimal for blant annet Los Angeles og micro-Deval.

Utover dette ble analysene utført i henhold til standarder. Beskrivelse for arbeidsoperasjonene finnes i vedlegg F-1 til F-4.

4.4 Usikkerheter og begrensninger

Materialets forbehandling med maskinell sikting er utført av to personer, mens tillaging av prøver, utluking av inhomogent materiale og manuell stavsikting for flisighetsindeks er håndtert av en og samme person.

Ved hvert enkelt laboratorium utføres analysene av ulike operatører. Menneskelig svikt kan alltid være en feilkilde. Det kan dreie seg om en feil avlesing av vekt, overbelastning av sikter, at noe materiale mistes på golvet under behandlingen eller at steinkorn «gjemmer» seg mellom stålkulene el.l. Ei vekt som står plassert i et avtrekksskap kan også være gjenstand for feil. Avsuet kan medføre at prøvens vekt kan variere med et halvt gram.

5 RESULTATER

5.1 Kulemølle

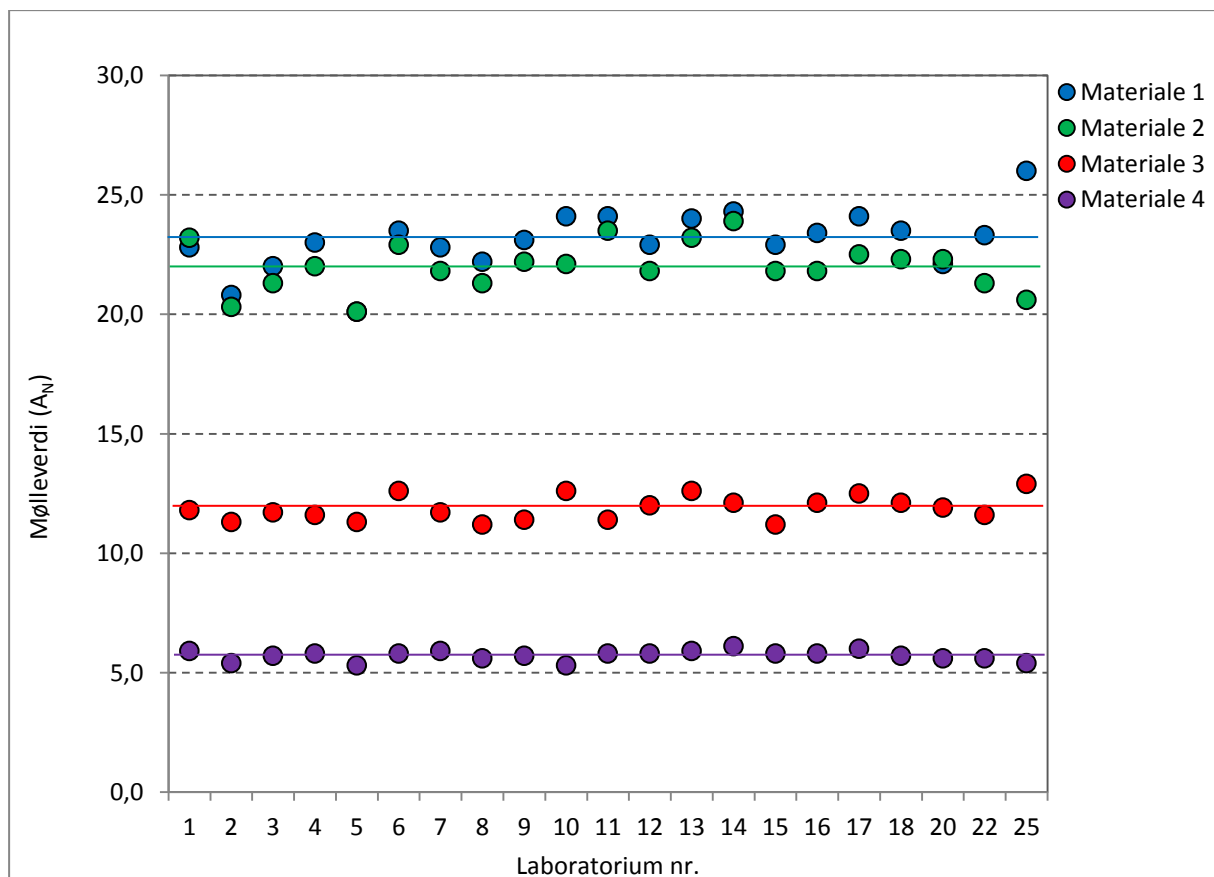
5.1.1 Analyseresultater kulemølle

Figur 3 gjengir analyseresultatene for kulemølle for 21 deltakende laboratorier. For materiale nummer 3 og 4 er resultatene fra undersøkelsen konsentrert rundt gjennomsnittsverdiene, som er markert med tilhørende farget linje. For materialtype nummer 2 er variasjonsintervallet på verdiene ca. 4 enheter, og for materialtype 1 hele 6 enheter.

Laboratorium nummer 2 og 5 ligger lavere enn gjennomsnittsverdien for alle materialtypene, og da spesielt for materiale 1 og 2, som er de svakeste bergartene i testen.

Laboratorium nummer 25 viser et par høye verdier for materialene 1 og 3, mens materialtype 2 og 4 gir bedre resultat enn gjennomsnittsverdien.

Resultatene blir behandlet statistisk senere i rapporten.



Figur 3. Analyseresultater for kulemølle for materialene i ringanalysen.

5.2 Micro-Deval

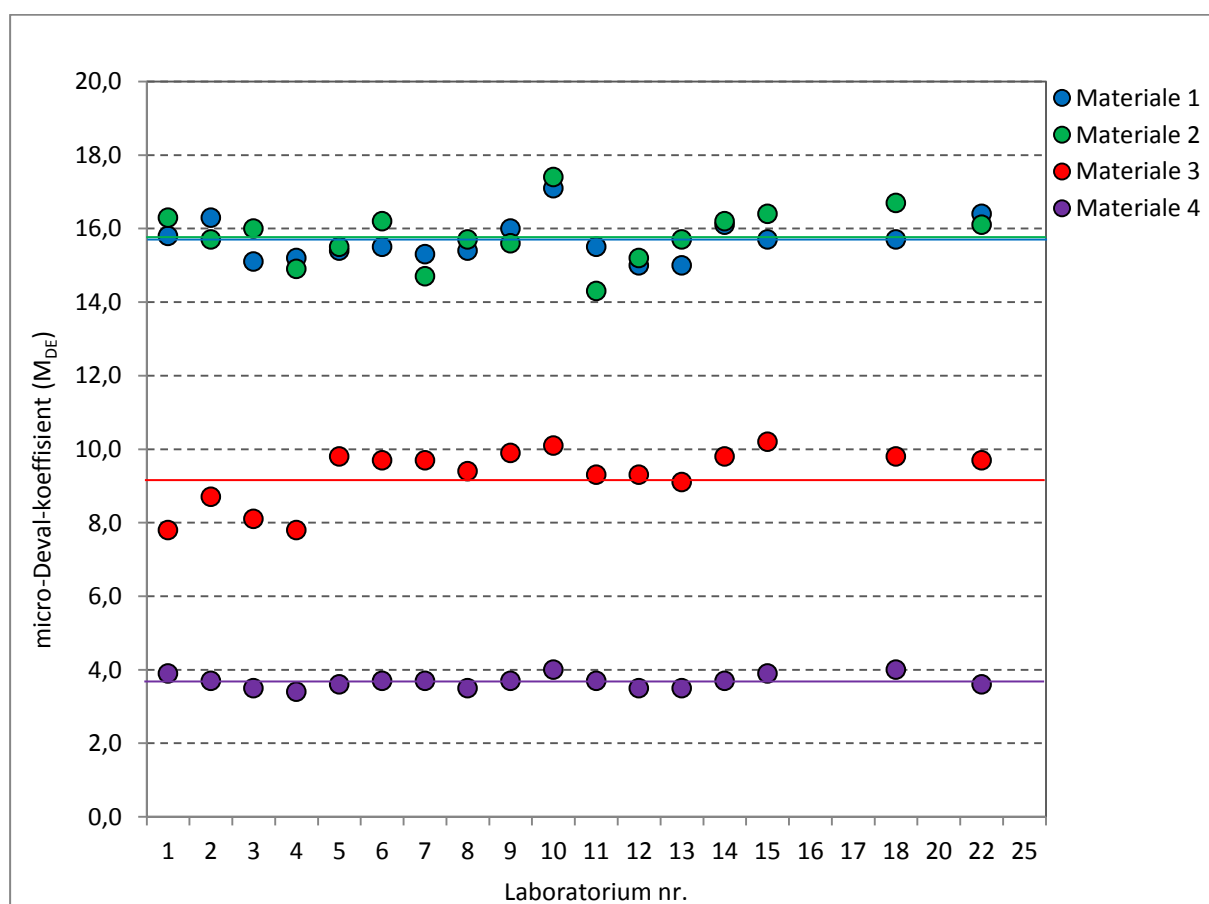
5.2.1 Analyseresultater micro-Deval

Micro-Deval-resultatene for 17 laboratorier er vist i figur 4. For materiale nr. 4 er resultatene fra undersøkelsen konsentrert rundt gjennomsnittsverdiene, som er markert med tilhørende farget linje. For materialtype nummer 2 er variasjonsintervallet på verdiene nesten 4 enheter, for materiale 3 i overkant av 2, og for materialtype 1 ca. 1.5 enheter.

Laboratorium nummer 10 ligger høyere enn gjennomsnittsverdien for alle materialtypene, og da spesielt for materiale 1 og 2, som er de svakeste bergartene i testen.

Laboratorium nummer 4 synes å ha lavere verdi enn gjennomsnittet for alle materialtypene.

Resultatene blir behandlet statistisk senere i rapporten.



Figur 4. Analyseresultater for micro-Deval for materialene i ringanalysen.

5.3 Los Angeles

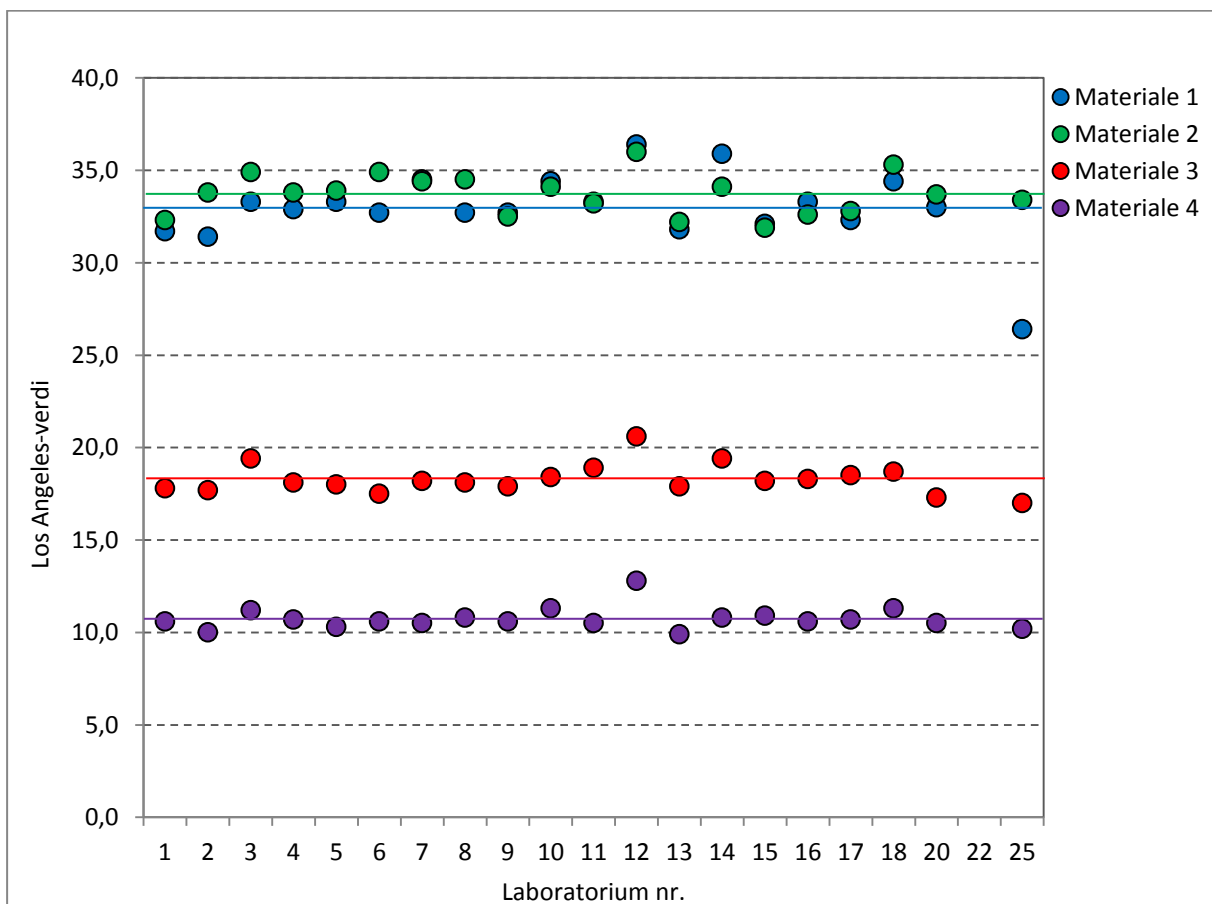
5.3.1 Analyseresultater Los Angeles

20 laboratorier har utført Los Angeles, og resultatene er vist i figur 5.

Laboratorium nummer 12 skiller seg ut og ligger høyere enn gjennomsnittsverdien for alle materialtypene. Det virker å være en systematisk feil. I tillegg stikker laboratorium nr. 25 seg ut med en avvikende verdi for materialtype 1. For øvrig synes resultatene å være jevne.

Ved ordinær rapportering oppgis resultatene med heltall, mens det i ringanalysen er benyttet desimaltall.

Resultatene blir behandlet statistisk i neste kapittel.



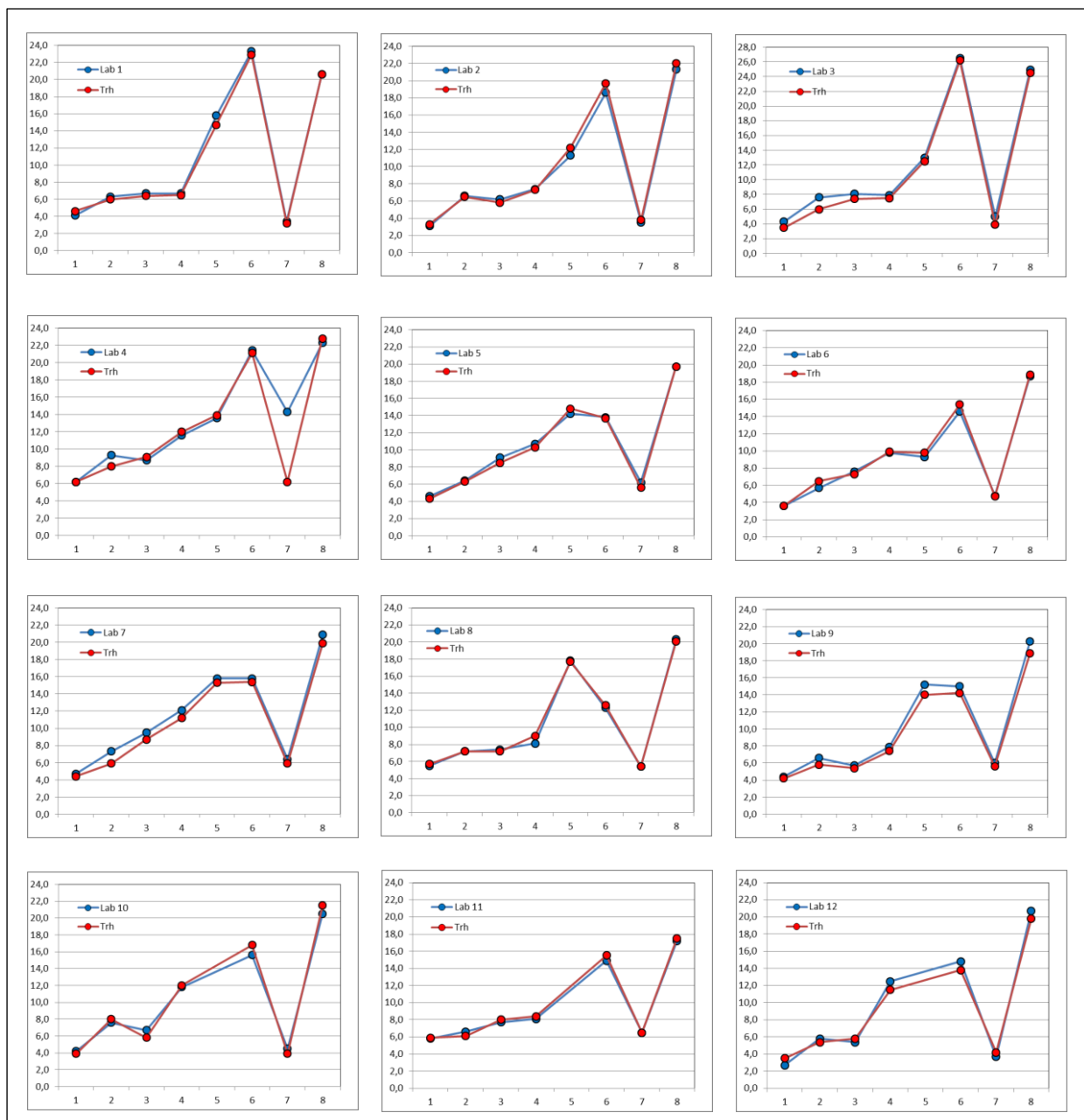
Figur 5. Analyseresultater for Los Angeles for materialene i ringanalysen.

5.4 Flisighetsindeks

5.4.1 Analyseresultater flisighetsindeks

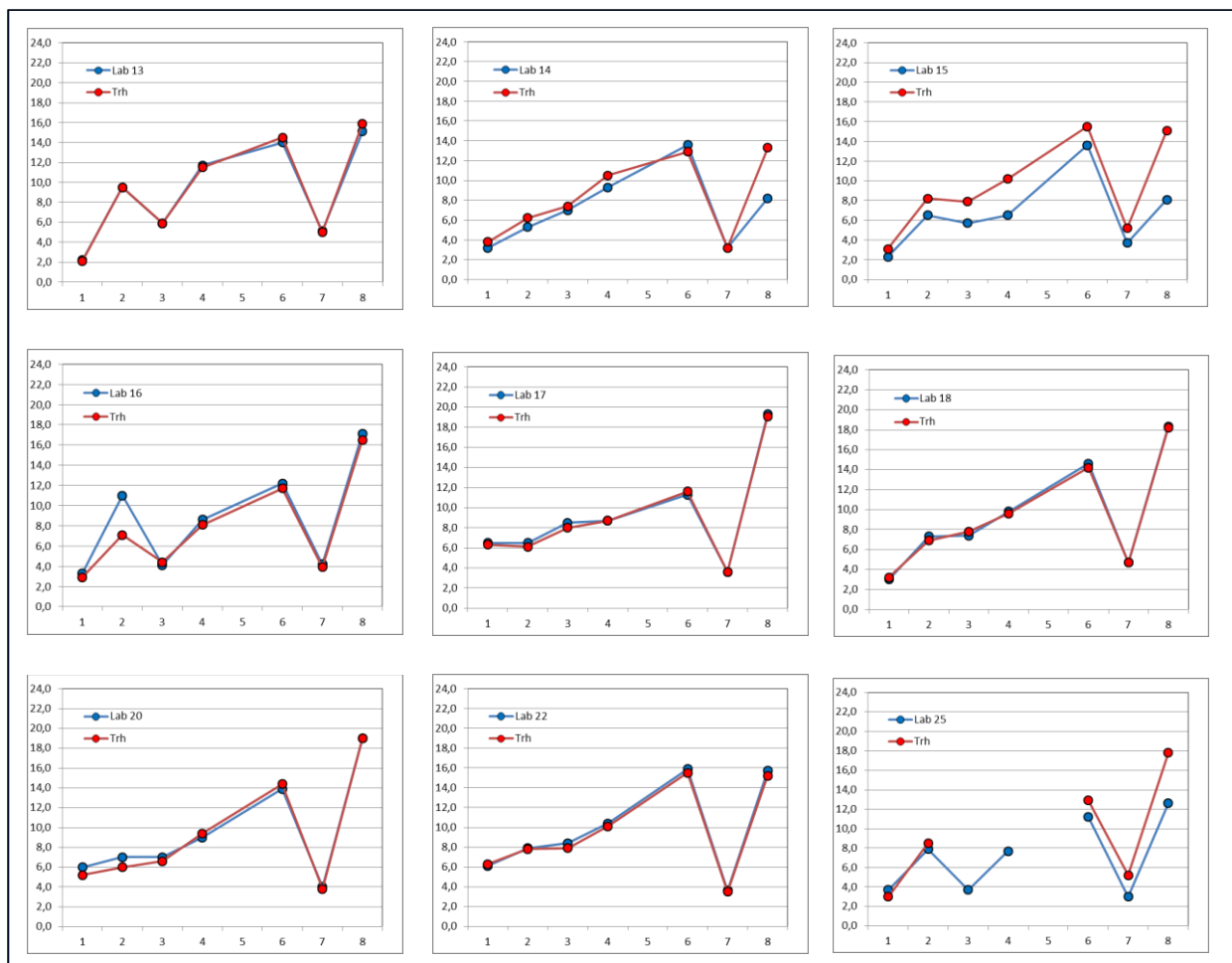
Flisighetsanalysen er utført for to ulike fraksjoner for hver materialtype (12.5-16 mm og 10-12.5 mm). Materialtype 1 har nummer 1 og 2, materialtype 2 har nummer 3 og 4, materialtype 3 er nummerert med 5 og 6, mens materialtype 4 refereres til nummer 7 og 8. Det ble for lite materiale til at alle laboratorier fikk teste prøve nummer 5. Det er kun laboratoriene som er nummerert fra 1-9 som deltok med 8 prøver.

Resultatene for flisighetsanalysene mellom hvert laboratorium og referanselaboratoriet er gjengitt i figur 6 og 7.



Figur 6. Analyseresultater for flisighetsindeks for materialene i ringanalysen – lab 1-12.

Fra figur 6 kan det observeres at blå og rød linje følger hverandre godt, dvs. at det er godt samsvar mellom de to laboratoriene som har utført testen på identisk materiale. Unntaket gjelder for laboratorium nummer 4, hvor prøve nummer 7 viser en forskjell på mer enn 8 enheter, og hvor verdien er på over 14. Hvorfor denne store forskjellen opptrer, er vanskelig å forklare. For alle laboratoriene i ringanalysen ligger verdien for prøve nummer 7 i størrelsesorden 4-6.



Figur 7. Analyseresultater for flisighetsindeks for materialene i ringanalysen – lab 13-25.

Figur 7 viser også relativt like resultater mellom laboratoriene. Men det er enkelte resultater som avviker. For laboratorium nummer 15 synes alle verdier å ligge systematisk lavere enn referanselaboratoriet. Man kan spekulere i om det kan ha noe med spalteåpningene på stavsiktene å gjøre, eller om det skyldes en kortere siktetid enn referanselaboratoriet, eller at selve utførelsen av siktebevegelsene er ulik.

Laboratorium nummer 16 og referanselaboratoriet viser forskjell på 4 enheter for prøve nummer 2. Laboratoriets verdi på ca. 11 betyr at mer flisig materiale har passert gjennom stavsiktene enn for referanselaboratoriet. Gjennomsnittsverdien på flisighet for denne

fraksjonen for alle laboratoriene ligger på 7. For øvrig er alle de andre resultatene sammenlignbare for dette laboratoriet.

Også for laboratorium nummer 14 oppstår en divergens for prøve nummer 8, hvor forskjellen mellom referanseverdi og laboratoriets verdi er på ca. 5 enheter (13 kontra 8).

Flisigheten på prøve nummer 8 er høyest i ringanalysen, men viser også en stor variasjon. Verdiene spenner fra 13-25 når vi ser bort fra de laveste verdiene på ca. 8 for laboratorium 14 og 15.

Det er ikke utført flisighet ved referanselaboratoriet for alle prøvene som er testet ved laboratorium nummer 25.

Resultatene fra flisighetsundersøkelsen blir ikke behandlet statistisk.

6 STATISTISKE BEREGNINGER

6.1 «Outliere» og «stragglere»

Det finnes flere statistiske metoder for å beregne om verdier i en serie avviker vesentlig fra de andre. Slike verdier betegnes som «outliere». De kan oppstå ved uhell, feil ved utstyret, eller ved målefeil. Tilstedeværelse av «outliere» kan føre til misvisende resultat.

Verdier som ikke er like ekstreme, men som likevel avviker en god del fra «normalen» kalles «stragglere». Verdiene anses for å være akseptable.

6.2 Cochrans test

Statistisk analyse er benyttet for å vurdere nøyaktigheten av resultatene i ringanalysen. Dersom enkelte laboratorier har for store interne avvik mellom parallellene, fremkommer dette ved hjelp av Cochrans test. Dette er utført for analysemetodene kulemølle og micro-Deval, hvor det utføres to paralleller. Los Angeles utføres med en enkeltanalyse (en «parallell»), og Cochrans test faller bort som egnet metode.

Ut fra kritiske verdier som varierer med antall paralleller og antall deltagende laboratorier, vurderes det om enkeltanalyser kan betegnes som «outlier» eller «straggler». «Outlier» ligger godt utenfor det som er akseptabel verdi, mens «straggler» anses som tvilsom, men kan være en godkjent verdi. «Outlier» -verdier skal forkastes.

De kritiske verdiene for Cochrans test er gjengitt i tabell 4 i vedlegg S-1.

6.3 Mandels statistiske metode.

For å vurdere ensartetheten til analysene kan man anvende Mandels statistiske metode. Dette er en metode som gjerne fremstilles grafisk.

Mandels såkalte k-statistikk beskriver variasjoner internt innen hvert enkelt laboratorium (der det er flere paralleller), mens Mandels h-statistikk bedømmer analysenes ensartethet mellom laboratoriene som inngår i en ringtest. I likhet med Cochrans test, er det utarbeidet egne tabeller hvor man kan hente ut beregnede kritiske verdier for Mandels h- og k-statistikk, avhengig av antall deltagende enheter og antall paralleller, vedlegg S-2 og S-3.

Høye verdier overskrider signifikansnivå 1% og 5%. Kritisk verdi med «outlier» er større enn 1%, mens verdier mellom 1-5% betegnes som «straggler». Verdier under signifikansnivå 5% er akseptable.

6.4 Grubbs test

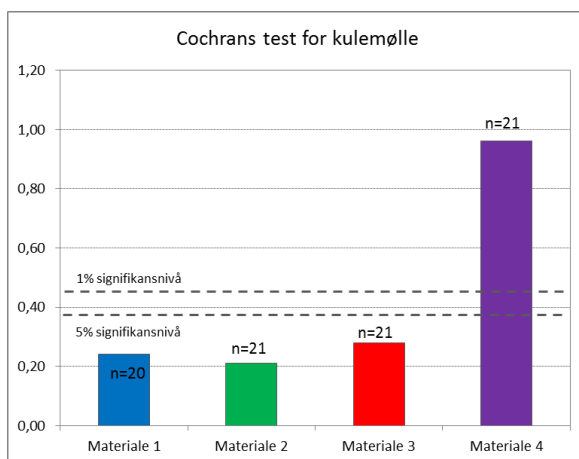
Grubbs test er en tredje metode som benyttes til å påvise «outliere». Som ved de andre metodene tallfestes først hvor langt unna en enkeltverdi ligger fra de andre verdiene i en serie. Deretter beregnes forholdstallet fra forskjellen mellom en «outlier» og gjennomsnittlig standardavvik.

Grubbs test tester bare de mest ekstreme verdiene (høyest og lavest) i en serie, eller også de to høyeste/laveste verdiene. Tabeller med kritiske grenseverdier for Grubbs test ses i vedlegg S-4.

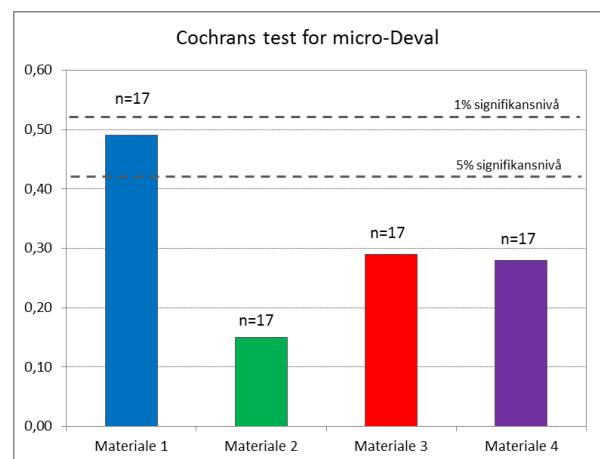
6.5 Resultater fra statistiske beregninger

6.5.1 Cochrans test

Resultatene fra Cochrans test for kulemålløse og micro-Deval kan ses i figur 8 og 9.



Figur 8. Cochrans test for kulemålløse.



Figur 9. Cochrans test for micro-Deval.

Beregnete verdier for ringanalysene er sammenlignet med kritiske verdier i henhold til antall deltakende laboratorier og antall paralleller, se vedlegg S-1 og B-1.

Av figur 8 ser vi at materiale nummer 4 overskrider 1% signifikansnivå for kulemålløseanalysen, mens figur 9 viser at materiale 1 overskrider 5% signifikansnivå for micro-Deval.

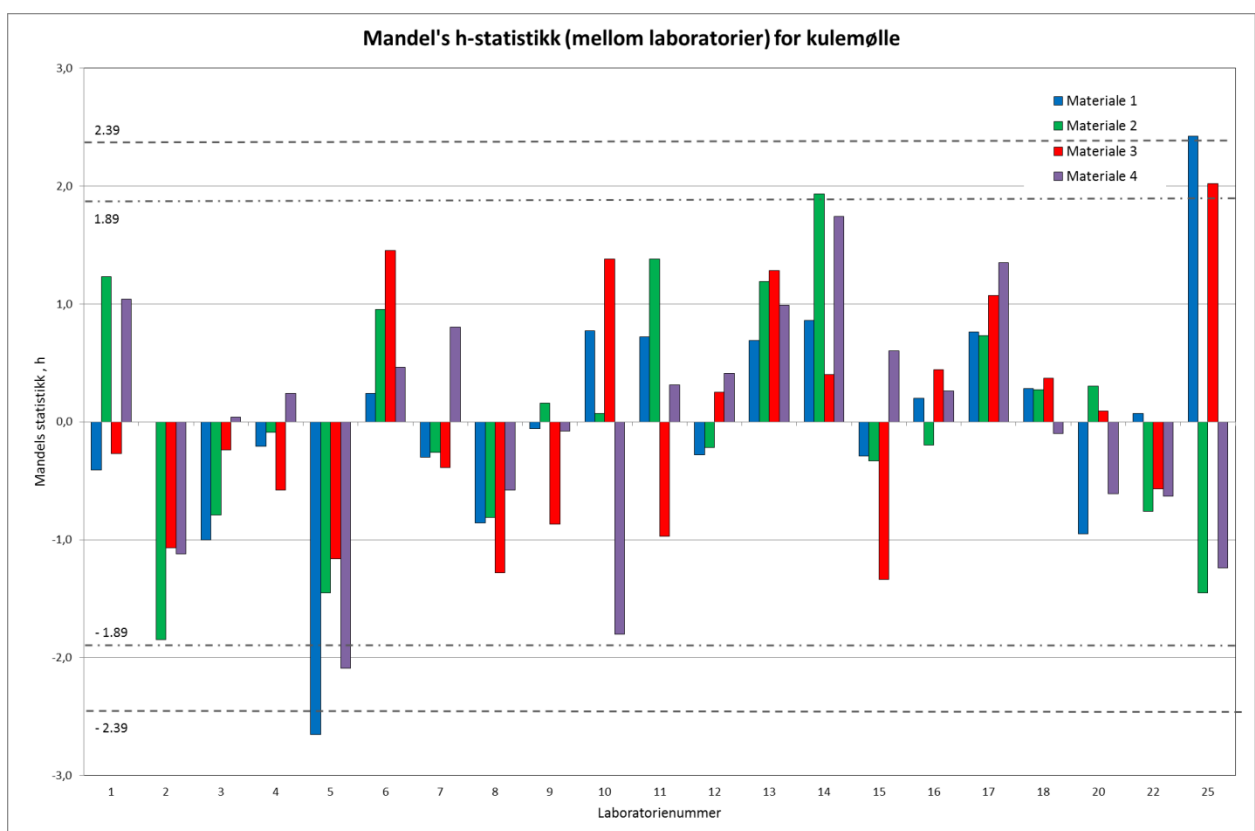
Dette betyr at det er avdekket en «outlier» for materiale 4 ved kulemålløseanalysen, og en «straggler» for materiale 1 for micro-Deval-analysen.

6.5.2 Mandels test – h-statistikk mellom laboratorier

Figur 10, 11 og 12 viser Mandels h-statistikk mellom laboratoriene for kule mølle, micro-Deval og Los Angeles. Beregninger ses i vedlegg B-2, B-3 og B-4.

For kule mølle (figur 10) er det markert kritiske verdier ved 1% og 5% signifikansnivå. Av figuren kan man lese at laboratorium nummer 5 gir en «outlier» for materiale nummer 1 i tillegg til en «straggler» for materiale nummer 4.

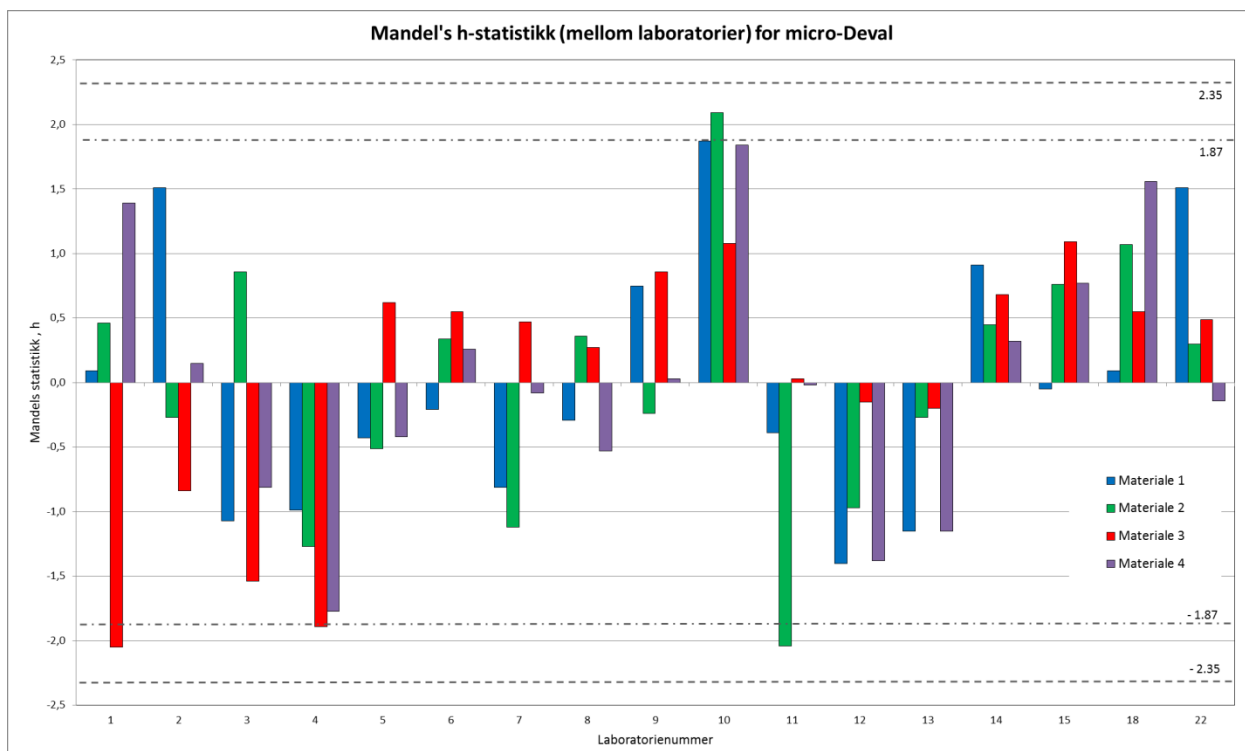
Laboratorium nummer 14 gir en «straggler» for materiale nummer 2, mens laboratorium nummer 25 gir en «outlier» for materiale nummer 1 og en «straggler» for materiale nummer 3.



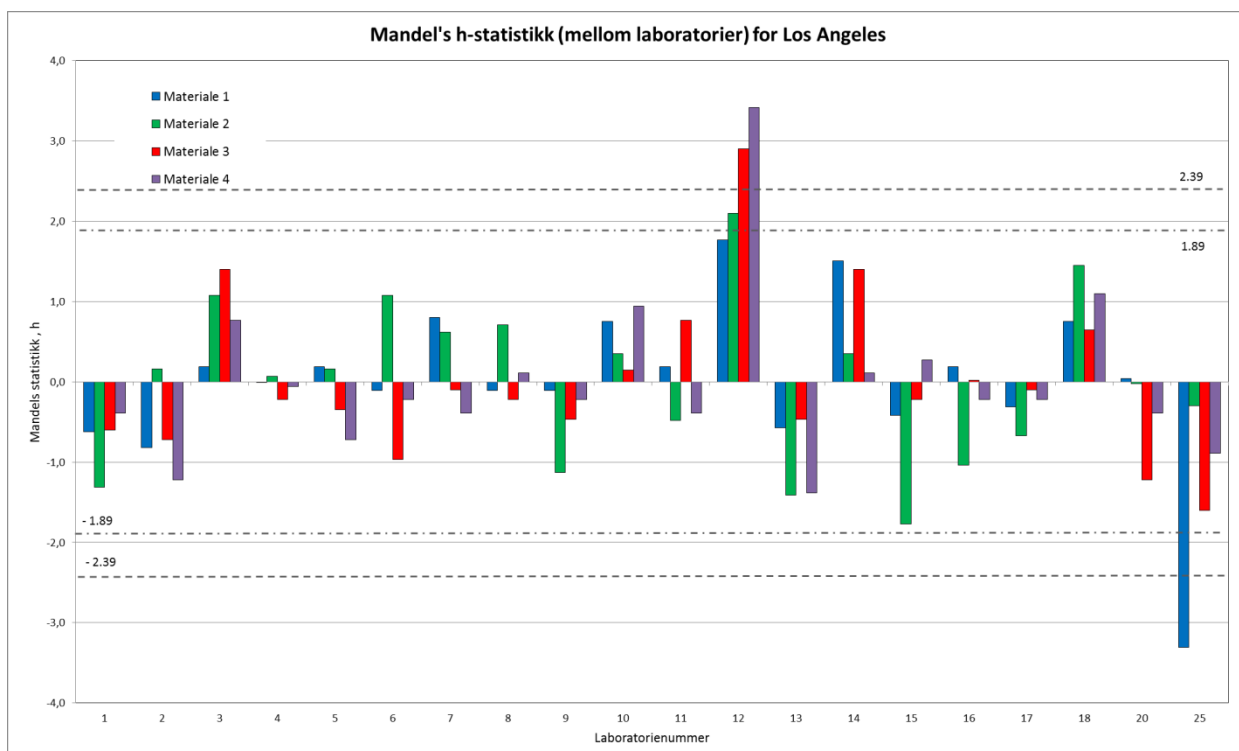
Figur 10. Mandels h-statistikk for kule mølle.

Figur 11 viser at det ikke er «outliere» blant analyseresultatene for micro-Deval. Det inntreffer flere «stragglere». For laboratorium nummer 1 er materiale nummer 3 en «straggler». For laboratorium nummer 4 ligger materiale nummer 3 i grenseland mot å oppfattes som en «straggler».

Videre opptrer det «stragglere» for materiale nummer 2 for både laboratorium 10 og 11. For laboratorium 10 er det også en verdi for materiale nummer 1 som ligger i grenseland til kritisk nivå.



Figur 11. Mandels h-statistikk for micro-Deval.

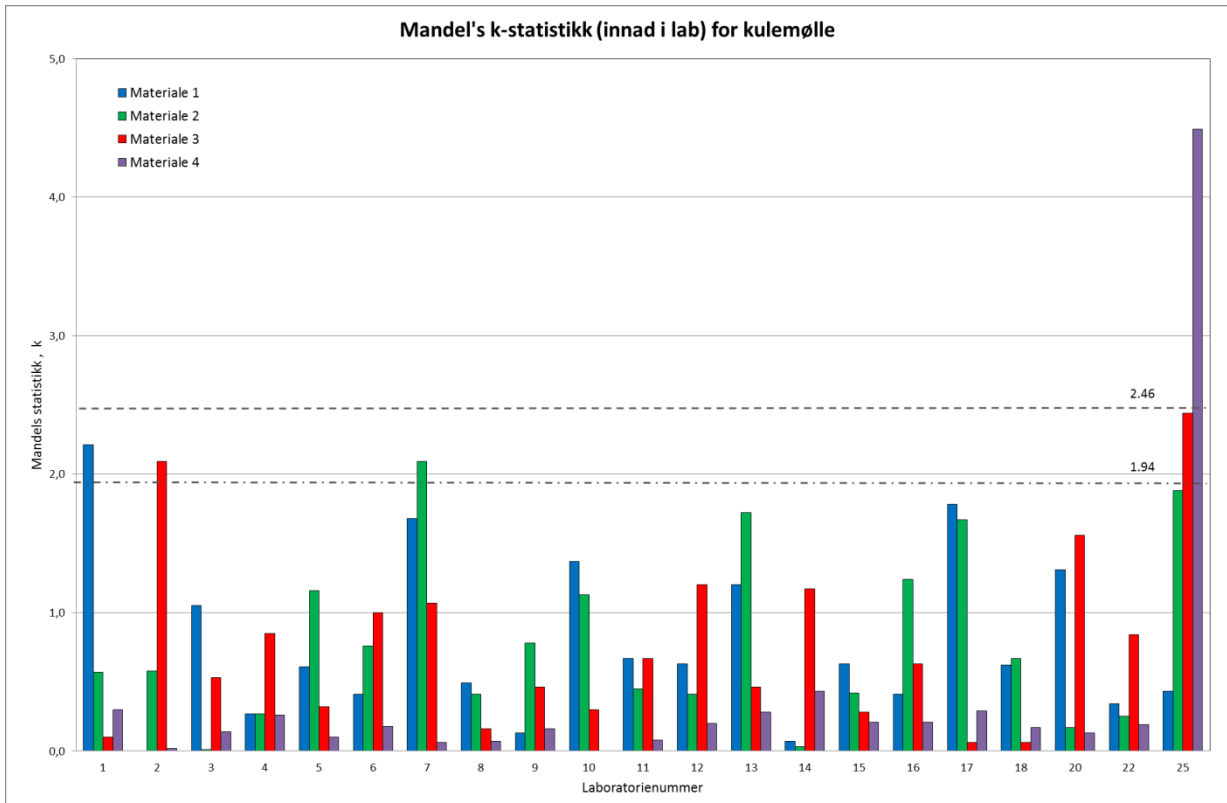


Figur 12. Mandels h-statistikk for Los Angeles.

Av figur 12 kan man lese at laboratorium nummer 12 har to «outliere» med materiale 3 og 4, i tillegg til en «straggler» med materiale 2. I tillegg gir materiale nummer 1 en «outlier» for laboratorium nummer 25.

6.5.3 Mandels test – k-statistikk innad i laboratoriene

For ringanalysen med kulemlølle og micro-Deval viser figur 13 og 14 hvilke laboratorier som har nevneverdige forskjeller mellom parallellene som er testet for hver materialtype. Signifikansnivå på 1% og 5% er markert ut fra antall deltakende laboratorier og antall paralleller, vedlegg S-2 og S-3. Beregninger som er lagt til grunn for figurene finnes i vedlegg B-2, B-3 og B-4



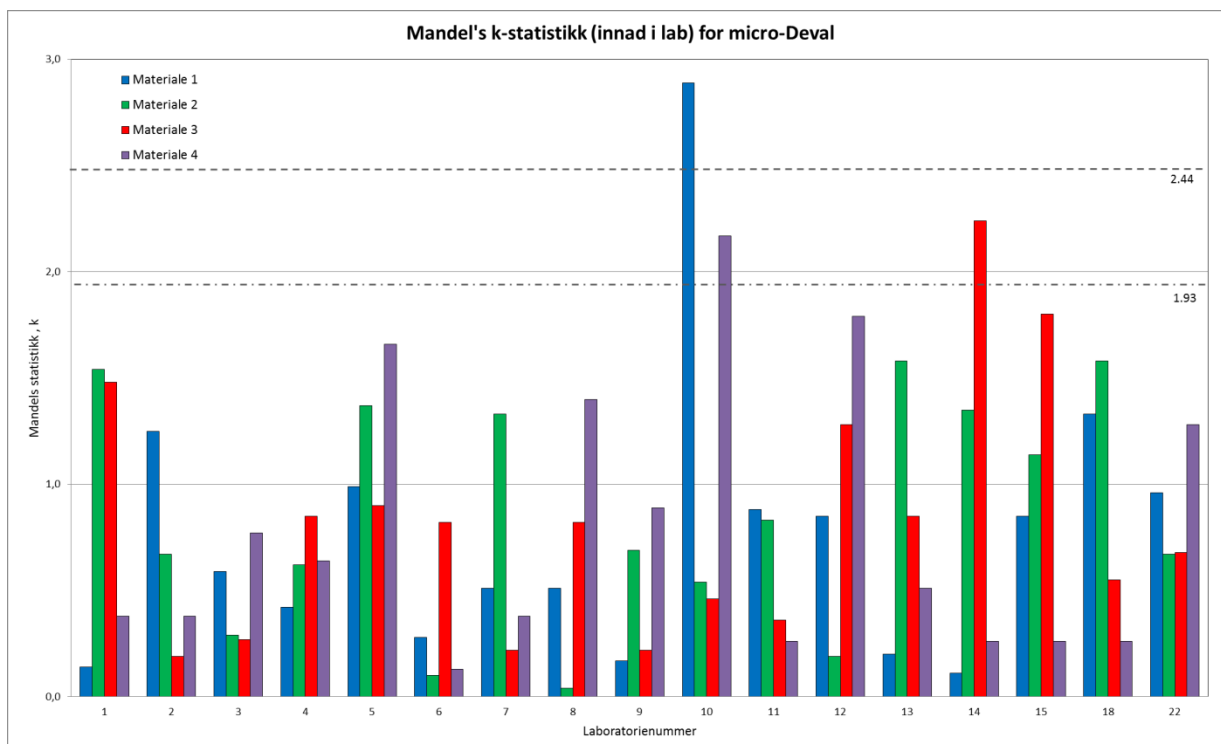
Figur 13. Mandels k-statistikk for kulemlølle – innad i laboratoriene.

For laboratorium nummer 25 inntreffer en «outlier» for materiale nummer 4 for kulemlølle. Det er en alt for stor forskjell på de to parallellene som er testet for materialet til at middelverdien aksepteres. For det samme laboratoriet er materiale nummer tre en «straggler», og materiale nummer 2 ligger på grensen mot en «straggler».

Laboratorium nummer 1 indikerer en «straggler»-verdi for materiale nummer 1, laboratorium nummer 2 gir en «straggler» for materiale nummer 3, mens laboratorium nummer 7 viser en «straggler» for materiale nummer 2.

I henhold til NS-EN 1097-9 aksepteres 7% avvik mellom parallellene fra gjennomsnittsverdien. Dette avviket vil under nåværende revisjon av standarden heves til 10%.

For denne ringanalysen overskrides avviket med 7% for materiale 3 for laboratorium 2 og 25, men overskridelsen er mindre enn 10%. Disse er fanget opp som «stragglere» etter Mandels test. De øvrige «stragglere» har et avvik mindre enn 7%. For materiale nummer 4 er avviket nærmere 50% for laboratorium nummer 25, og testen burde ha vært kjørt på nytt i henhold til standarden. Verdien fanges opp som en «outlier» i henhold til Mandels test.



Figur 14. Mandels k-statistikk for micro-Deval

For micro-Deval finnes det ingen begrensninger med hensyn til avvik fra gjennomsnittsverdien, men Mandels k-statistikk kan avdekke store variasjoner.

Figur 14 viser at laboratorium nummer 10 har en «outlier» for materiale nummer 1 samt en «straggler» for materiale nummer 4. Det vil si at parallellene avviker en god del fra hverandre. Det kan godt skyldes inhomogent materiale – men også apparaturen eller operatør kan være årsaken til dette. Laboratorium nummer 14 gir en «straggler» for materiale nummer 3.

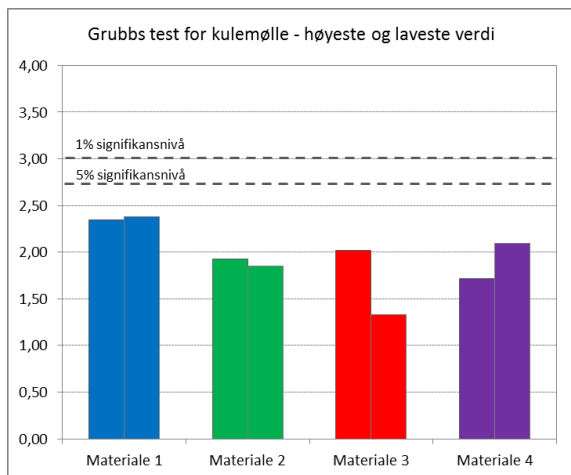
6.5.4 Grubbs test

I figur 15, 17 og 19 gis det uttrykk for hvor stor betydning den høyeste og/eller laveste verdien i en prøveserie har – og om den/de skal ekskluderes. Beregninger som er utført ses i vedlegg B-5.

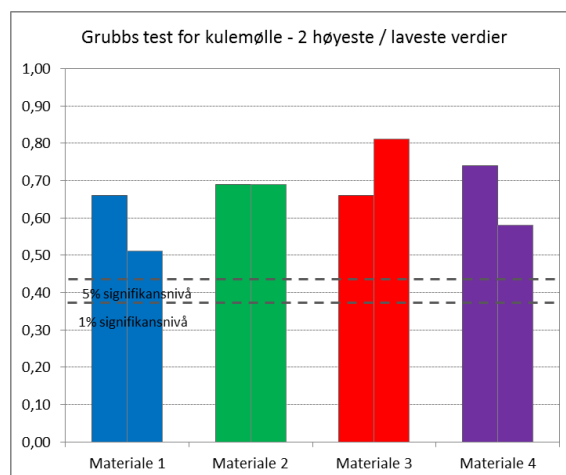
I figur 15 og 17 ligger verdiene godt under kritiske grenseverdier. For Los Angeles (figur 19) overskrides de kritiske grenseverdiene for materiale 1 og 4 («outliere»), mens materiale nummer 3 havner mellom 1 og 5 % signifikansnivå, og betegnes som en «straggler».

For materiale 1 er det laboratorium nummer 25 som utgjør den laveste verdien.

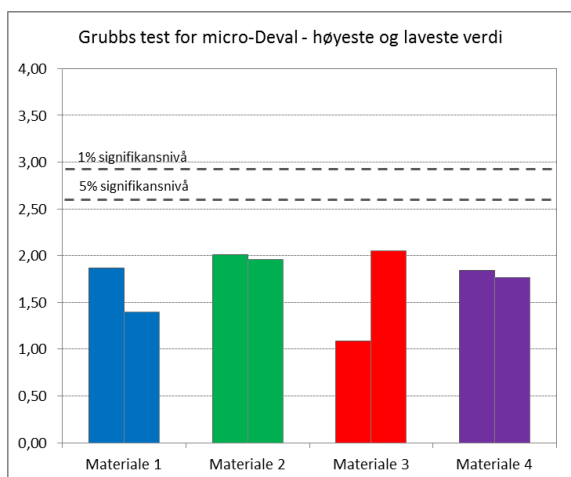
For materiale 4 er det laboratorium nummer 12 som gir den høyeste verdien. Den høyeste verdien for materiale nummer 3 kommer også fra laboratorium nummer 12.



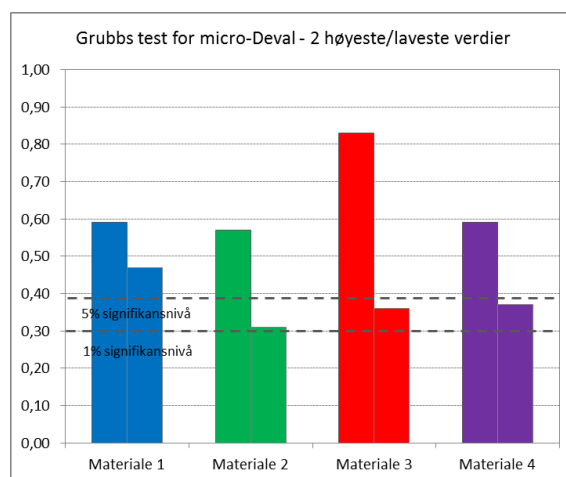
Figur 15. Grubbs test for kulemølle – højeste og laveste verdi i serien.



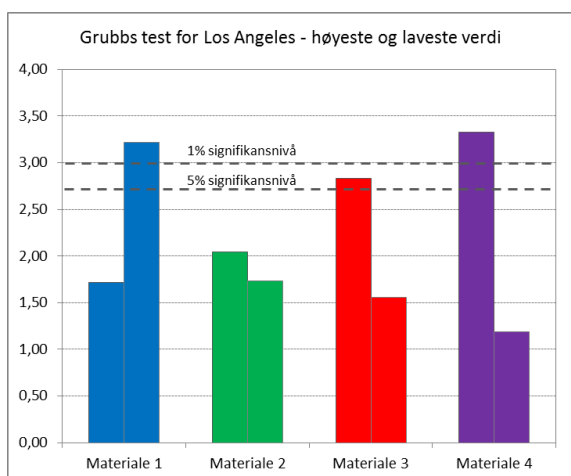
Figur 16. Grubbs test for kulemølle – de to højeste og laveste verdier i serien.



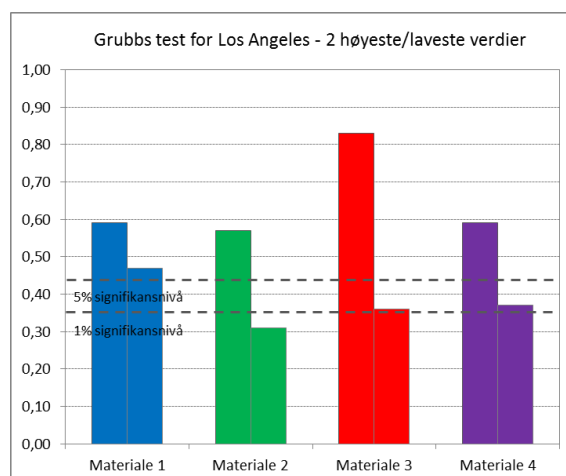
Figur 17. Grubbs test for micro-Deval – højeste og laveste verdi i serien.



Figur 18. Grubbs test for micro-Deval – de to højeste og laveste verdier i serien.



Figur 19. Grubbs test for Los Angeles – højeste og laveste verdi i serien.



Figur 20. Grubbs test for Los Angeles – de to højeste og laveste verdier i serien.

Figur 16, 18 og 20 tar for seg de to laveste og to høyeste verdier i prøveserien. For å komme i kategorien «straggler» eller «outlier» må resultatene havne under de kritiske grenseverdiene. Utrekningene ses i vedlegg B-6.

For kulemølle (figur 16) ligger alle verdiene over, og betegnes som godkjente. For micro-Deval havner de to laveste verdiene i serien for materiale 2, 3 og 4 i «straggler-området», figur 18.

For materiale nummer 2 er det laboratorium nummer 4 og 11, for materiale nummer 3 er det laboratorium nummer 1 og 4, og for materiale 4 er det laboratorium nummer 4 og 12.

De to laveste Los Angeles-resultatene for materiale nummer 2 havner under den kritiske grenseverdien, figur 20. Laboratoriene dette gjelder for er nummer 13 og 15.

For materiale nummer 3 er det laboratoriene 25 og 20, og for materiale nummer 4 er det laboratoriene 2 og 13.

De statistiske resultatene for kule mølle er samlet i tabell 1, for micro-Deval i tabell 2 og for Los Angeles i tabell 3.

Tabell 1. Resultater fra ringanalysen - kule mølle.

Kule mølle	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	20	21	21	21
Gjennomsnittsverdi (m)	23,08	22,03	11,87	5,69
Repetierbar varians s_r^2	0,643	0,632	0,328	0,682
Mellom lab-variens s_L^2	1,092	0,589	0,115	0,298
s_m^2	1,414	0,905	0,279	0,043
Reproduserbar varians s_R^2	1,734	1,221	0,442	0,384
Repeterbart standardavvik s_r	0,802	0,795	0,573	0,826
Reproduserbart standardavvik s_R	1,317	1,105	0,665	0,620
$\gamma = s_R/s_r$	1,64	1,39	1,16	0,75
Repetierbar grense $r = 2.8 * s_r$	2,25	2,23	1,60	2,31
Reproduserbar grense $R = 2.8 * s_R$	3,69	3,09	1,86	1,74

"Outlier" laboratorium Mandels (h)	5 og 25	-	-	-
Beregnete verdier på "outliere"	2,65 og 2,42	-	-	-
"Stragglere" laboratorium Mandels (h)	-	14	25	5
Beregnete verdier på "stragglere"	-	1,93	2,02	2,09
Mandel's h 1% - kritisk verdi	2,39	2,39		
Mandel's h 5% - kritisk verdi	1,89	1,89		
"Outlier" laboratorium Mandels (k)	-	-	-	25
Beregnete verdier på "outliere"	-	-	-	4,49
"Stragglere" laboratorium Mandels (k)	1	7	2 og 25	-
Beregnete verdier på "stragglere"	2,21	2,09	2,09 og 2,44	
Mandel's k 1% - kritisk verdi	2,45	2,46		
Mandel's k 5% - kritisk verdi	1,94	1,94		

Cochran's test	0,24	0,21	0,28	0,96
1% signifikansnivå - kritisk verdi	0,48	0,46		
5% signifikansnivå - kritisk verdi	0,39	0,38		

Grubbs test øvre (1) G_{21}	2,35	1,93	2,02	1,72
Grubbs test nedre (1) G_1	2,38	1,85	1,33	2,09
Grubbs test øvre (2) $G_{21,20}$	0,66	0,69	0,66	0,74
Grubbs test nedre (2) $G_{1,2}$	0,51	0,69	0,81	0,58
Grubbs test øvre/nedre 1% (1 stk)	3,03			
Grubbs test øvre/nedre 5% (1 stk)	2,73			
Grubbs test øvre/nedre 1% (2 stk)	0,38			
Grubbs test øvre/nedre 5% (2 stk)	0,46			

straggler

outlier

Tabell 2. Resultater fra ringanalysen - micro-Deval.

micro-Deval	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	17	17	17	17
Gjennomsnittsverdi (m)	15,64	15,85	9,29	3,66
Repetierbar varians s_r^2	0,250	0,462	0,268	0,012
Mellom lab-variens s_L^2	0,125	0,348	0,479	0,025
s_m^2	0,250	0,579	0,613	0,031
Reproduserbar varians s_R^2	0,376	0,810	0,746	0,038
Repeterbart standardavvik s_r	0,500	0,680	0,518	0,111
Reproduserbart standardavvik s_R	0,613	0,900	0,864	0,194
$\gamma = s_R/s_r$	1,23	1,32	1,67	1,75
Repetierbar grense $r = 2.8 * s_r$	1,40	1,90	1,45	0,31
Reproduserbar grense $R = 2.8 * s_R$	1,72	2,52	2,42	0,54

"Outlier" laboratorium Mandels (h)	-	-	-	-
Beregnete verdier på "outliere"	-	-	-	-
"Stragglere" laboratorium Mandels (h)	10	10 og 11	1 og 4	-
Beregnete verdier på "stragglere"	1,87	2,09 og 2,04	2,05 og 1,89	-
Mandel's h 1% - kritisk verdi	2,35			
Mandel's h 5% - kritisk verdi	1,87			
"Outlier" laboratorium Mandels (k)	10	-	-	-
Beregnete verdier på "outliere"	2,89	-	-	-
"Stragglere" laboratorium Mandels (k)	-	-	14	10
Beregnete verdier på "stragglere"	-	-	2,24	2,17
Mandel's k 1% - kritisk verdi	2,44			
Mandel's k 5% - kritisk verdi	1,93			

Cochran's test	0,49	0,15	0,30	0,28
1% signifikansnivå - kritisk verdi	0,53			
5% signifikansnivå - kritisk verdi	0,43			

Grubbs test øvre (1) G_{17}	1,87	2,01	1,09	1,84
Grubbs test nedre (1) G_1	1,40	1,96	2,05	1,77
Grubbs test øvre (2) $G_{17,16}$	0,59	0,57	0,83	0,59
Grubbs test nedre (2) $G_{1,2}$	0,47	0,31	0,36	0,37
Grubbs test øvre/nedre 1% (1 stk)	2,89			
Grubbs test øvre/nedre 5% (1 stk)	2,62			
Grubbs test øvre/nedre 1% (2 stk)	0,30			
Grubbs test øvre/nedre 5% (2 stk)	0,38			

stragglers

outlier

Tabell 3. Resultater fra ringanalysen - Los Angeles.

Los Angeles	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	20	20	20	20
Gjennomsnittsverdi (m)	32,92	33,72	18,28	10,74
Standardavvik	1,97	1,09	0,80	0,60
Varians (s)	3,88	1,19	0,64	0,36
Reproduserbar grense $R = 2.8 * s$	10,87	3,33	1,79	1,01
"Outlier" laboratorium Mandels (h)	25	-	12	12
Beregnete verdier på "outliere"	3,31	-	2,90	3,42
"Stragglere" laboratorium Mandels (h)	-	12	-	-
Beregnete verdier på "stragglere"	-	2,10	-	-
Mandel's h 1% - kritisk	2,39			
Mandel's h 5% - kritisk	1,89			

Grubbs test øvre (1) G_{20}	1,72	2,04	2,83	3,33
Grubbs test nedre (1) G_1	3,22	1,73	1,56	1,19
Grubbs test øvre (2) $G_{20,19}$	0,70	0,64	0,43	0,30
Grubbs test nedre (2) $G_{1,2}$	0,37	0,72	0,78	0,81
Grubbs test øvre/nedre 1% (1 stk)	3,00			
Grubbs test øvre/nedre 5% (1 stk)	2,71			
Grubbs test øvre/nedre 1% (2 stk)	0,36			
Grubbs test øvre/nedre 5% (2 stk)	0,44			

straggler

outlier

6.6 Ekskludering av outliere

Ved å foreta en ekskludering av verdier som avviker mye fra resten av tallmaterialet (outliere), endres resultatet til kun å inneholde akseptable verdier (stragglere) for kulemølle og micro-Deval, tabell 4 og 5.

Fjerning av outliere medfører at alle verdier for Conchrans test havner under grenseverdiene for signifikansnivå, figur 21 og 22. For Mandels test opptrer noen stragglere.

Tabell 4. Resultater fra ringanalysen der outliere er fjernet – kulemølle.

Kulemølle	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	18	21	21	20
Gjennomsnittsverdi (m)	23,21	22,03	11,87	5,7
Repetierbar varians s_r^2	0,689	0,632	0,328	0,029
Mellom lab-variens s_L^2	0,166	0,589	0,115	0,026
s_m^2	0,510	0,905	0,279	0,040
Reproduserbar variens s_R^2	0,865	1,221	0,442	0,053
Repeterbart standardavvik s_r	0,83	0,795	0,573	0,17
Reproduserbart standardavvik s_R	0,93	1,105	0,665	0,230
$\gamma = s_R/s_r$	1,12	1,39	1,16	1,35
Repetierbar grense $r = 2.8 * s_r$	2,32	2,23	1,60	0,48
Reproduserbar grense $R = 2.8 * s_R$	2,60	3,09	1,86	0,64

"Stragglere" laboratorium Mandels (h)	-	14	25	5
Beregnete verdier på "stragglere"	-	1,93	2,02	2,18
Mandel's h 1% - kritisk verdi	2,39	2,39		
Mandel's h 5% - kritisk verdi	1,89	1,89		
"Stragglere" laboratorium Mandels (k)	1	7	2 og 25	-
Beregnete verdier på "stragglere"	2,13	2,09	2,09 og 2,44	
Mandel's k 1% - kritisk verdi	2,45	2,46		
Mandel's k 5% - kritisk verdi	1,94	1,94		

Cochran's test	0,25	0,21	0,28	0,22
1% signifikansnivå - kritisk verdi	0,48	0,46		
5% signifikansnivå - kritisk verdi	0,39	0,38		

Outliere fjernet (2 stk for materiale 1 (lab 5 og 25) og 1 stk for materiale 4 (lab 25))

straggler

Tabell 5. Resultater fra ringanalysen der outlier er fjernet – micro-Deval.

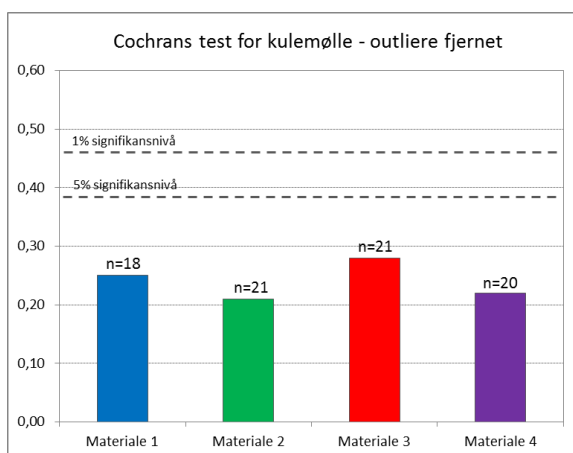
micro-Deval	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	16	17	17	17
Gjennomsnittsverdi (m)	15,58	15,85	9,29	3,66
Repetierbar varians s_r^2	0,137	0,462	0,268	0,012
Mellom lab-variens s_L^2	0,132	0,348	0,479	0,025
s_m^2	0,200	0,579	0,613	0,031
Reproduserbar varians s_R^2	0,270	0,810	0,746	0,038
Repeterbart standardavvik s_r	0,370	0,680	0,518	0,111
Reproduserbart standardavvik s_R	0,520	0,900	0,864	0,194
$\gamma = s_R/s_r$	1,41	1,32	1,67	1,75
Repetierbar grense $r = 2.8 * s_r$	1,04	1,90	1,45	0,31
Reproduserbar grense $R = 2.8 * s_R$	1,46	2,52	2,42	0,54

"Stragglere" laboratorium Mandels (h)	-	10 og 11	1 og 4	-
Beregnete verdier på "stragglere"	-	2,09 og 2,04	2,05 og 1,89	-
Mandel's h 1% - kritisk verdi	2,35			
Mandel's h 5% - kritisk verdi	1,87			
"Stragglere" laboratorium Mandels (k)	-	-	14	10
Beregnete verdier på "stragglere"	-	-	2,24	2,17
Mandel's k 1% - kritisk verdi	2,44			
Mandel's k 5% - kritisk verdi	1,93			

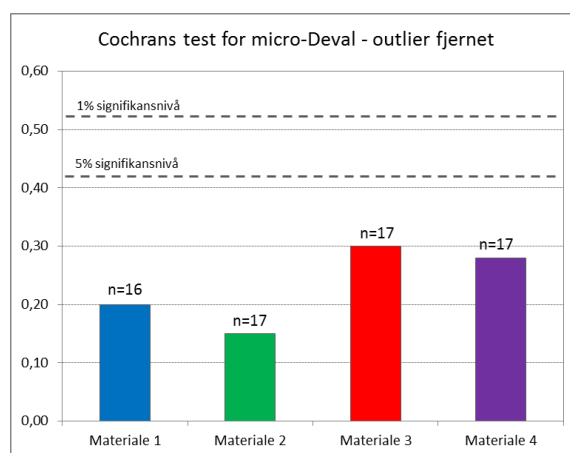
Cochran's test	0,2	0,15	0,30	0,28
1% signifikansnivå - kritisk verdi	0,53			
5% signifikansnivå - kritisk verdi	0,43			

Outlier fjernet (1 stk for materiale 1 (lab 10))

straggler



Figur 21. Cochran's test for kule mølle der outlier er fjernet.



Figur 22. Cochran's test for micro-Deval der outlier er fjernet.

Tabell 6. Resultater fra ringanalysen der outliere er fjernet – Los Angeles

Los Angeles	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	19	20	19	19
Gjennomsnittsverdi (m)	33,26	33,72	18,16	10,63
Standardavvik	1,31	1,09	0,61	0,38
Varians (s)	1,72	1,19	0,37	0,14
Reproduserbar grense $R= 2.8 * s$	4,81	3,33	1,04	0,40
"Outlier" laboratorium Mandels (h)	12	-		
Beregnete verdier på "outliere"	2,39	-		
"Stragglere" laboratorium Mandels (h)	14	12	3, 14, 25	13, 18
Beregnete verdier på "stragglere"	2,01	2,10	2,03, 2,03, 1,89	1,89 og 2,02
Mandel's h 1% - kritisk	2,39			
Mandel's h 5% - kritisk	1,89			

3 stk outliere fjernet for materiale 1 (lab 25), materiale 3 og 4 (lab 12)

Los Angeles	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	18	20	19	19
Gjennomsnittsverdi (m)	33,09	33,72	18,16	10,63
Standardavvik	1,12	1,09	0,61	0,38
Varians (s)	1,25	1,19	0,37	0,14
Reproduserbar grense $R= 2.8 * s$	3,51	3,33	1,04	0,40
"Outlier" laboratorium Mandels (h)	14	-		
Beregnete verdier på "outliere"	2,52	-		
"Stragglere" laboratorium Mandels (h)		12	3, 14, 25	13, 18
Beregnete verdier på "stragglere"		2,10	2,03, 2,03, 1,89	1,89 og 2,02
Mandel's h 1% - kritisk	2,39			
Mandel's h 5% - kritisk	1,89			

Ny outlier fjernet (for materiale 1 og lab 12)

Los Angeles	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Antall laboratorier	17	20	19	19
Gjennomsnittsverdi (m)	32,92	33,72	18,16	10,63
Standardavvik	0,91	1,09	0,61	0,38
Varians (s)	0,83	1,19	0,37	0,14
Reproduserbar grense $R= 2.8 * s$	2,32	3,33	1,04	0,40
"Outlier" laboratorium Mandels (h)		-		
Beregnete verdier på "outliere"		-		
"Stragglere" laboratorium Mandels (h)		12	3, 14, 25	13, 18
Beregnete verdier på "stragglere"		2,10	2,03, 2,03, 1,89	1,89 og 2,02
Mandel's h 1% - kritisk	2,39			
Mandel's h 5% - kritisk	1,89			

Ny outlier fjernet (for materiale 1 og lab 14)

Tabell 6 viser at operasjonen med fjerning av outliere må utføres tre ganger for materiale 1 for Los Angeles før man sitter igjen med akseptable verdier. For materiale 3 og 4 var det tilstrekkelig at et laboratorium ble luket ut.

6.7 Repeterbarhet og reproduserbarhet

Repeaterbarhet (r) uttrykker i hvilken grad gjentatte målinger på samme materiale og med samme metode stemmer over ens, når de utføres under mest mulig samme betingelser. Målingene utføres i samme laboratorium, med samme utstyr og av samme person.

Systematiske repeterbarhetsundersøkelser gjøres ofte som ledd i validering av en analyse- eller målemetode, for å få kunnskap om måleusikkerheten ved metoden.

Reproducerbarhet (R) uttrykker i hvilken grad gjentatte målinger på samme materiale med samme målemetode stemmer over ens, når de utføres under varierende betingelser. De varierende betingelsene kan dreie seg om at målingene utføres i ulike laboratorier, det er ulike personer som utfører målingene med forskjellig utstyr og ved forskjellig tidspunkt.

Systematiske reproduserbarhetsundersøkelser gjøres ofte som ledd i validering av en analyse- eller målemetode, for å få kunnskap om måleusikkerheten ved metoden. Spredningen i resultater ved reproduserbarhetsundersøkelser vil være større enn ved repeterbarhetsundersøkelser.

Ut fra tabell 1, 2, 4, 5 (i de to siste er outliere fjernet) og 6, er repeter- og reproduserbarhet for hver materialtype satt opp i tabell 7.

For kulemølle (NS-EN 1097-9) er det på grunnlag av tidligere ringanalyser beregnet sammenhengen mellom mølleverdi, A_N og repeterbarhet og reproduserbarhet. 11 laboratorier og 8 ulike prøvetyper danner bakgrunns materialet. Analyseverdiene spenner fra 5-16.

Formelverket: $r = 0.13 * A_N - 0.17$
 $R = 0.14 * A_N + 0.27$

r – repeterbarhet R -reproducerbarhet

På samme måte er det for micro-Deval (NS-EN 1097-1) beregnet sammenhengen mellom micro-Deval-koeffisient (M_{DE}), repeterbarhet og reproduserbarhet. Spennet på analyseverdiene fra tre prøvetyper ligger mellom 5-25, med 20 deltakende laboratorier.

$r = 0.093 + 0.03 * M_{DE}$
 $R = 0.260 + 0.137 * M_{DE}$

r – repeterbarhet R -reproducerbarhet

For Los Angeles (NS-EN 1097-2) er tilsvarende forhold beregnet ut fra resultatene fra 28 laboratorier med tre materialer med LA-verdier fra 8-37.

$$r = 0.06 * LA$$

$$R = 0.17 * LA$$

Tabell 7. Beregnet repeter- og reproduserbarhet i ringanalysen og etter NS-EN

Materiale 1		Beregnet i ringanalysen			Etter standard	
Standard	Lab-metode	Middelverdi	r	R	r	R
NS-EN 1097-1	Micro-Deval	15,6	1,04	1,46	0,56	2,39
NS-EN 1097-2	Los Angeles	32,9	-	2,32	1,97	5,59
NS-EN 1097-9	Kulemølle	23,2	2,32	2,60	2,85	3,52

Materiale 2		Beregnet i ringanalysen			Etter standard	
Standard	Lab-metode	Middelverdi	r	R	r	R
NS-EN 1097-1	Micro-Deval	15,9	1,90	2,52	0,57	2,43
NS-EN 1097-2	Los Angeles	33,7	-	3,33	2,02	5,73
NS-EN 1097-9	Kulemølle	22,0	2,23	3,09	2,69	3,35

Materiale 3		Beregnet i ringanalysen			Etter standard	
Standard	Lab-metode	Middelverdi	r	R	r	R
NS-EN 1097-1	Micro-Deval	9,3	1,45	2,42	0,37	1,53
NS-EN 1097-2	Los Angeles	18,2	-	1,04	1,10	3,11
NS-EN 1097-9	Kulemølle	11,9	1,60	1,86	1,37	1,93

Materiale 4		Beregnet i ringanalysen			Etter standard	
Standard	Lab-metode	Middelverdi	r	R	r	R
NS-EN 1097-1	Micro-Deval	3,7	0,31	0,54	0,20	0,76
NS-EN 1097-2	Los Angeles	10,6	-	0,40	0,64	1,82
NS-EN 1097-9	Kulemølle	5,7	0,48	0,64	0,57	1,07

r – repeterbarhet, R - reproduserbarhet

Eksempelvis harmonerer repeter- og reproduserbarheten godt mot NS-EN 1097-9 (kulemølle) for materiale 2 og 3.

For øvrig gir ikke resultatene for micro-Deval særlig godt samsvar med NS-EN 1097-1, unntatt for reproduserbarheten for materiale 2 og 4.

For Los Angeles er det kun utført en parallell, som standarden tilsier, så det har ikke vært mulig å beregne repeterbarhet.

7 VURDERING

7.1 Kulemølle

Det var totalt 21 laboratorier med i ringanalysen for kulemølle. Laboratorium nummer 2 påpekte at pakningen til lokket på apparaturen var lekk under tromling av den ene parallellen til materiale nummer 1. Analyseverdien ble veldig høy, og er utelatt fra ringanalysen. For materialtype 1 er det derfor kun 20 laboratorier som er behandlet statistisk.

Ut fra Mandels test gir laboratorium nummer 25 utslag i form av høye verdier for materiale 1 og 3. Verdiene for materiale nummer 1 betegnes som «outlier», og skal forkastes, mens materiale nummer 3 aksepteres som «straggler». Det samme laboratoriet oppnår en «outlier» for materiale 4, da forskjellen mellom de to parallellene avviker mye fra hverandre. Dette framkommer også av Cochrans test. Materiale nummer 4 anses som svært homogent, så forskjellen mellom parallellene må skyldes noe annet enn bergarten.

Det nevnes også at laboratorium nummer 25 hadde byttet om på materiale nummer 3 og 4 ved innrapportering, så laboratoriet bør se nærmere på arbeidsrutinene sine. Det er bekymringsfullt når tre av fire materialer oppnår betegnelsen «outlier» eller «straggler», enten mellom laboratoriene eller innad i laboratoriet.

Mandels test gir også en «outlier» for laboratorium nummer 5 for materiale nummer 1, og verdien må forkastes.

Grubbs test gir ingen utslag for kulemølle.

7.2 Micro-Deval

For micro-Deval har ingen av de 17 laboratoriene opplevd uhell under testing som kan innvirke direkte på resultatene, så begge paralleller for alle fire materialtypene er tatt med i statistiske beregninger.

Laboratorium nummer 10 ser gjennomgående ut til å ligge høyest på analyseverdien for alle materialene.

Med Mandels test opptrer det ingen «outliere» mellom laboratoriene, men der er flere «stragglere», deriblant for laboratorium nummer 10 (materiale 1 og 2). Det er flere laboratorier som har «stragglere», materiale 3 gir utslag for laboratorium nummer 1 og 4, og laboratorium nummer 11 for materiale nummer 2.

Innad i laboratoriet oppstår en «outlier» for laboratorium nummer 10 for materiale nummer 1. Standarden tillater forskjeller mellom parallellene, men Mandels test avdekker for store avvik. Verdiene forkastes derfor for dette laboratoriet for denne materialtypen. Også materialtype 4 gir en «straggler» for laboratorium nummer 10, i tillegg til materiale 3 for laboratorium nummer 14.

Laboratorium nummer 10 bør gå gjennom apparaturen og rutineene for å avklare om alt er i henhold til standard (antall omdreininger, omdreiningshastighet m.m.) Det kan også være aktuelt å sjekke sikteåpningen på bruksiktene.

Cochrans test indikerer at materiale 1 utgjør en «straggler», med laboratorium nummer 10 som bidragsyter.

Grubbs test gir ingen utslag for micro-Deval.

7.3 Los Angeles

For Los Angeles er det bare foretatt sammenligninger mellom laboratoriene, da det utføres enkeltanalyser.

Laboratorium nummer 12 ligger gjennomgående høyere på verdiene for alle materialtypene. I tillegg avviker materialtype 1 for laboratorium nummer 25 betydelig fra gjennomsnittsverdien.

Mandels test gir «outliere» for materiale 3 og 4 for laboratorium nummer 12, og også en «straggler» for materiale nummer 2. For laboratorium nummer 25 beregnes materialtype 1 som en «outlier», og forkastes.

Grubbs test gir utslag på Los Angeles-verdiene ved at materiale 1 og 4 gir «outliere» og materiale 3 gir «straggler».

Laboratorium nummer 12 har anskaffet ny apparatur for Los Angeles i etterkant av ringtesten.

7.4 Flisighetsindeks

Flisighetsresultatene er omtalt i kapittel 5.4.1, og behandles ikke nærmere her.

8 KONKLUSJON/OPPSUMMERING

Ringanalysen som er blitt utført viser god reproduserbarhet mellom laboratoriene, tabell 7. Det forekom enkelte større avvik, som etter statistisk behandling er luket bort.

Reproducerbarheten er jevnt over bedre enn beregnede verdier etter NS-EN-standardene for kulemølle, micro-Deval og Los Angeles. Det er et par unntak for micro-Deval for materiale 2 og 3.

Repetierbarheten innad i laboratoriene ligger vesentlig høyere enn beregnet verdi i henhold til NS-EN for micro-Deval, for alle materialene. For kulemølle er situasjonen motsatt, verdiene for reproduserbarhet er bedre enn tidligere beregninger, unntatt for materiale nummer 3 (kun en liten forskjell).

For Los Angeles har det ikke vært mulig å beregne repeterbarhet fordi metoden er utført etter standard, med en enkeltprøve.

Sammenligningen av flisighet mellom referanselaboratoriet og enkeltlaboratorier er svært god.

Som resultat av ringanalysen har et av laboratoriene anskaffet ny apparatur for Los Angeles. Et par andre laboratorier henstilles også til å sjekke rutinene sine rundt utførelsen av henholdsvis micro-Deval og kulemølle + Los Angeles.

9 REFERANSER

- Erichsen, E. 2011: Kulemøllemetoden – Erfaringer fra ringanalyser for bedømmelse av kravspesifikasjoner til metoden. NGU Rapport 2011.036. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Sævik, K. og Andersen, G. 2005: Ringanalyser CEN-metoder for tilslag. Møllemetoden. Teknologirapport nr. 2386. *Statens vegvesen*.
- Sævik, K. og Andersen, G. 2005: Ringanalyser CEN-metoder for tilslag. Los Angeles-metoden. Teknologirapport nr. 2387. *Statens vegvesen*.
- Sævik, K. og Andersen, G. 2005: Ringanalyser CEN-metoder for tilslag. Kornfordeling ved sikting. Teknologirapport nr. 2388. *Statens vegvesen*.
- Sævik, K. og Andersen, G. 2005: Ringanalyser CEN-metoder for tilslag. Flisighetsindeks. Teknologirapport nr. 2389. *Statens vegvesen*.
- Løberg, B.E. 1997: Første norske ringanalyse med kulemølle 1993. Intern rapport nr. 1983. *Statens vegvesen*.
- Løberg, B.E. 2000: Resultater fra det europeiske prosjektet med ringanalyser av steinmaterialer (1993-1997). Intern rapport nr. 2181. *Statens vegvesen*.
- Vimann, L. 2005: Ringanalys 2004. Analys av ballast enligt nya Europastandarder. *VTI notat 29-2005*.
- Natvik, J. 1995: Orienterende ringtest. Los Angeles. *Notat. Institutt for geologi og bergteknikk. Norges tekniske høgskole*.
- NS-EN 933-3 (2012): Bestemmelse av kornform – Flisighetsindeks. *Standard Norge*.
- NS-EN 1097-1 (2011): Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval). *Standard Norge*.
- NS-EN 1097-2 (2010): Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing (Los Angeles). *Standard Norge*.
- NS-EN 1097-6 (2000): Bestemmelse av korndensitet og vannabsorpsjon. *Standard Norge*.
- NS-EN 1097-9 (2005): Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje – nordisk metode (kulemølle). *Standard Norge*.
- NS-EN 932-6 (1999): Definisjoner av repeterbarhet og reproducerbarhet. *Standard Norge*.
- ISO 5725-1. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results- Part 1: General principles and definitions.
- ISO 5725-2. 1994: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results- Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.
- ISO 5725-6. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results- Part 6: Use in practice of accuracy values.
- Luping, T. og Schouenborg B. 2000: Methodology of Inter-comparison Tests and Statistical Analysis of Test Results – Nordic project No. 1483-99. *SP Rapport 2000:35*.

Vedleggsdel

Analyseresultater

Vedlegg A-1	Kulemølle
Vedlegg A-2	Micro-Deval
Vedlegg A-3	Los Angeles
Vedlegg A-4	Flisighet

Statistiske beregninger

Vedlegg B-1	Cochrans test for kulemølle og micro-Deval
Vedlegg B-2	Kulemølle – Mandels test
Vedlegg B-3	Micro-Deval – Mandels test
Vedlegg B-4	Los Angeles – Mandels test
Vedlegg B-5	Grubbs test en høyest/lavest verdi
Vedlegg B-6	Grubbs test to høyeste/laveste verdier

Statistiske tabeller

Vedlegg S-1	Kritiske verdier Cochrans test
Vedlegg S-2	Kritiske verdier Mandels h- og k-statistikk, 1% signifikansnivå
Vedlegg S-3	Kritiske verdier Mandels h- og k-statistikk, 5% signifikansnivå
Vedlegg S-4	Kritiske verdier Grubbs test

Skjema

Vedlegg 1	Kulemølle – to sider
Vedlegg 2	Micro-Deval – to sider
Vedlegg 3	Los Angeles – en side
Vedlegg 4	Flisighetsindeks – to sider

Vedlegg A-1

Kulemølle	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4		
	Lab nr.	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Originaldata	Midlet
i	y_i	y_i'	s_i	y_i	y_i'	s_i	y_i	y_i'	s_i	y_i	y_i'	s_i
1	21,45	22,71	1,775	23,52	23,20	0,45	11,77	11,73	0,06	6,08	5,91	0,25
	23,96			22,88			11,69			5,73		
2	0,00	20,76		19,94	20,27	0,46	10,46	11,31	1,20	5,45	5,46	0,01
	20,76			20,59			12,15			5,47		
3	22,60	22,01	0,841	21,28	21,28	0,01	11,53	11,75	0,30	5,62	5,70	0,11
	21,41			21,27			11,96			5,78		
4	23,10	22,95	0,219	21,79	21,94	0,21	11,91	11,57	0,49	5,89	5,74	0,21
	22,79			22,09			11,22			5,59		
5	20,39	20,05	0,488	19,99	20,65	0,93	11,13	11,26	0,18	5,32	5,26	0,08
	19,70			21,30			11,39			5,20		
6	23,24	23,48	0,332	22,51	22,94	0,60	13,04	12,64	0,57	5,68	5,79	0,15
	23,71			23,36			12,23			5,89		
7	21,89	22,84	1,344	22,96	21,79	1,66	11,23	11,67	0,62	5,82	5,86	0,05
	23,79			20,61			12,10			5,89		
8	21,89	22,17	0,396	21,49	21,26	0,33	11,26	11,20	0,09	5,61	5,57	0,06
	22,45			21,03			11,13			5,53		
9	23,20	23,13	0,106	21,74	22,18	0,62	11,23	11,42	0,26	5,58	5,68	0,13
	23,05			22,62			11,60			5,77		
10	24,88	24,11	1,096	21,46	22,10	0,90	12,48	12,60	0,17	5,32	5,32	0,00
	23,33			22,73			12,72			5,32		
11	24,43	24,05	0,537	23,09	23,35	0,36	11,09	11,36	0,38	5,71	5,76	0,06
	23,67			23,60			11,63			5,80		
12	22,50	22,86	0,509	21,59	21,82	0,33	12,49	12,01	0,69	5,66	5,78	0,16
	23,22			22,05			11,52			5,89		
13	23,33	24,01	0,962	24,13	23,16	1,37	12,36	12,55	0,26	5,73	5,90	0,23
	24,69			22,19			12,73			6,06		
14	24,25	24,21	0,057	23,88	23,87	0,02	12,56	12,09	0,67	5,80	6,05	0,35
	24,17			23,85			11,61			6,30		
15	23,21	22,85	0,509	21,95	21,72	0,33	11,05	11,17	0,16	5,69	5,82	0,18
	22,49			21,48			11,28			5,94		
16	23,66	23,43	0,332	21,14	21,84	0,99	11,85	12,11	0,36	5,87	5,75	0,18
	23,19			22,54			12,36			5,62		
17	23,08	24,09	1,428	21,78	22,72	1,33	12,41	12,44	0,04	5,80	5,97	0,24
	25,10			23,66			12,46			6,14		
18	23,87	23,52	0,495	22,66	22,29	0,53	12,09	12,07	0,04	5,57	5,67	0,14
	23,17			21,91			12,04			5,77		
20	21,32	22,07	1,054	22,41	22,32	0,13	11,29	11,92	0,89	5,49	5,57	0,11
	22,81			22,22			12,55			5,64		
22	23,08	23,27	0,269	21,45	21,31	0,20	11,23	11,57	0,48	5,67	5,56	0,16
	23,46			21,17			11,91			5,45		
25	25,82	26,07	0,346	21,70	20,65	1,49	11,95	12,94	1,40	8,06	5,44	3,71
	26,31			19,59			13,93			2,81		
m gj.snitt		23,08		22,03			11,87			5,69		

Vedlegg A-2

micro-Deval	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4		
Lab nr.	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Originaldata	Midlet	Std-avvik
i	y_i	y_i'	s_i	y_i	y_i'	s_i	y_i	y_i'	s_i	y_i	y_i'	s_i
1	15,74	15,69	0,0707	15,46	16,20	1,05	7,14	7,68	0,76	3,94	3,91	0,04
	15,64			16,94			8,22			3,88		
2	15,96	16,40	0,6223	15,96	15,64	0,45	8,70	8,63	0,10	3,72	3,69	0,04
	16,84			15,32			8,56			3,66		
3	15,32	15,11	0,2970	16,64	16,50	0,20	8,18	8,08	0,14	3,46	3,52	0,08
	14,90			16,36			7,98			3,58		
4	15,00	15,15	0,2121	15,18	14,88	0,42	8,12	7,81	0,44	3,40	3,35	0,07
	15,30			14,58			7,50			3,30		
5	15,08	15,43	0,4950	16,12	15,46	0,93	10,10	9,77	0,47	3,72	3,59	0,18
	15,78			14,80			9,44			3,46		
6	15,44	15,54	0,1414	16,06	16,11	0,07	10,02	9,72	0,42	3,72	3,71	0,01
	15,64			16,16			9,42			3,70		
7	15,42	15,24	0,2546	14,36	15,00	0,91	9,74	9,66	0,11	3,68	3,65	0,04
	15,06			15,64			9,58			3,62		
8	15,32	15,50	0,2546	16,10	16,12	0,03	9,80	9,50	0,42	3,68	3,57	0,16
	15,68			16,14			9,20			3,46		
9	16,08	16,02	0,0849	15,34	15,67	0,47	10,04	9,96	0,11	3,60	3,67	0,10
	15,96			16,00			9,88			3,74		
10	15,56	16,58	1,4425	17,18	17,44	0,37	10,30	10,13	0,24	4,16	3,99	0,24
	17,60			17,70			9,96			3,82		
11	15,76	15,45	0,4384	14,70	14,30	0,57	9,18	9,31	0,18	3,64	3,66	0,03
	15,14			13,90			9,44			3,68		
12	14,64	14,94	0,4243	15,20	15,11	0,13	9,64	9,17	0,66	3,28	3,42	0,20
	15,24			15,02			8,70			3,56		
13	15,14	15,07	0,0990	16,40	15,64	1,07	8,82	9,13	0,44	3,50	3,46	0,06
	15,00			14,88			9,44			3,42		
14	16,06	16,10	0,0566	16,84	16,19	0,92	9,00	9,82	1,16	3,74	3,72	0,03
	16,14			15,54			10,64			3,70		
15	15,92	15,62	0,4243	16,98	16,43	0,78	9,48	10,14	0,93	3,82	3,80	0,03
	15,32			15,88			10,80			3,78		
18	15,22	15,69	0,6647	17,42	16,66	1,07	9,92	9,72	0,28	3,96	3,94	0,03
	16,16			15,90			9,52			3,92		
22	16,74	16,40	0,4808	15,76	16,08	0,45	9,92	9,67	0,35	3,74	3,64	0,14
	16,06			16,40			9,42			3,54		
$m_{\text{gj.snitt}}$		15,64			15,85			9,29			3,66	

Los Angeles	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3	Materiale 4
Lab nr.	Y_i	Y_i	Y_i	Y_i
1	31,7	32,3	17,8	10,5
2	31,3	33,9	17,7	10,0
3	33,3	34,9	19,4	11,2
4	32,9	33,8	18,1	10,7
5	33,3	33,9	18,0	10,3
6	32,7	34,9	17,5	10,6
7	34,5	34,4	18,2	10,5
8	32,7	34,5	18,1	10,8
9	32,7	32,5	17,9	10,6
10	34,4	34,1	18,4	11,3
11	33,3	33,2	18,9	10,5
12	36,4	36,0	20,6	12,8
13	31,8	32,2	17,9	9,9
14	35,9	34,1	19,4	10,8
15	32,1	31,8	18,1	10,9
16	33,3	32,6	18,3	10,6
17	32,3	33,0	18,2	10,6
18	34,4	35,3	18,8	11,4
20	33,0	33,7	17,3	10,5
25	26,4	33,4	17,0	10,2
Gj.snittsverdi	32,9	33,7	18,3	10,7
Standardavvik	1,97	1,09	0,80	0,60

Flisighet	Materiale 1		Materiale 2		Materiale 3		Materiale 4	
Lab nr./prøve nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Lab 1	4,1	6,3	6,7	6,7	15,8	23,3	3,4	20,6
Trh	4,6	6,0	6,4	6,5	14,7	22,9	3,2	20,6
Lab 2	3,1	6,6	6,2	7,4	11,3	18,6	3,5	21,3
Trh	3,3	6,5	5,8	7,3	12,2	19,7	3,8	22,0
Lab 3	4,3	7,6	8,1	7,9	13,0	26,5	5,0	24,9
Trh	3,5	6,0	7,4	7,5	12,5	26,2	3,9	24,5
Lab 4	6,2	9,3	8,7	11,6	13,6	21,4	14,3	22,3
Trh	6,2	8,0	9,1	12,0	13,9	21,1	6,2	22,8
Lab 5	4,6	6,4	9,1	10,7	14,2	13,8	6,2	19,7
Trh	4,3	6,3	8,5	10,3	14,8	13,7	5,6	19,7
Lab 6	3,6	5,7	7,6	9,8	9,3	14,6	4,8	18,7
Trh	3,6	6,5	7,3	9,9	9,8	15,4	4,7	18,9
Lab 7	4,7	7,3	9,5	12,1	15,8	15,8	6,4	20,9
Trh	4,4	5,9	8,7	11,2	15,3	15,4	5,9	19,9
Lab 8	5,5	7,2	7,4	8,1	17,8	12,3	5,4	20,3
Trh	5,7	7,2	7,2	9,0	17,7	12,6	5,4	20,1
Lab 9	4,4	6,6	5,7	7,9	15,2	15	6	20,3
Trh	4,2	5,8	5,4	7,4	14,0	14,2	5,6	18,9
Lab 10	4,2	7,6	6,7	11,8	-	15,6	4,5	20,5
Trh	3,9	8,0	5,8	12,0	-	16,8	3,9	21,5
Lab 11	5,8	6,6	7,7	8,1	-	14,9	6,5	17,2
Trh	5,9	6,1	8,0	8,4	-	15,5	6,5	17,5
Lab 12	2,7	5,8	5,4	12,5	-	14,8	3,7	20,7
Trh	3,5	5,4	5,8	11,5	-	13,8	4,2	19,8
Lab 13	2,2	9,5	5,9	11,7	-	14,0	5,1	15,1
Trh	2,1	9,5	5,9	11,5	-	14,5	5,0	15,9
Lab 14	3,2	5,3	7,0	9,3	-	13,6	3,2	8,2
Trh	3,8	6,2	7,4	10,5	-	12,9	3,2	13,3
Lab 15	2,3	6,5	5,7	6,5	-	13,6	3,7	8,1
Trh	3,1	8,2	7,9	10,2	-	15,5	5,2	15,1
Lab 16	3,3	11,0	4,1	8,6	-	12,2	4,2	17,1
Trh	2,9	7,1	4,4	8,1	-	11,7	3,9	16,5
Lab 17	6,5	6,5	8,5	8,7	-	11,3	3,6	19,3
Trh	6,3	6,1	8,0	8,7	-	11,6	3,6	19,1
Lab 18	3,0	7,3	7,4	9,8	-	14,6	4,7	18,3
Trh	3,2	6,9	7,8	9,6	-	14,2	4,7	18,2
Lab 19	-	-	-	-	-	-	-	-
Trh	4,4	7,3	5,9	9,7	-	15,1	4,2	18,9
Lab 20	6,0	7,0	7,0	9,0	-	13,9	4,0	19,0
Trh	5,2	6,0	6,6	9,4	-	14,4	3,8	19,0
Lab 21	-	-	-	-	-	-	-	-
Trh	3,4	7,5	6,5	7,3	-	15,0	3,1	19,7
Lab 22	6,1	7,9	8,4	10,4	-	15,9	3,6	15,7
Trh	6,3	7,8	7,9	10,1	-	15,5	3,5	15,2
Lab 23	-	-	-	-	-	-	-	-
Trh	2,3	8,1	9,6	12,4	-	18,2	5,1	16,4
Lab 24	-	-	-	-	-	-	-	-
Trh	4,6	9,1	12,1	10,2	-	14,0	7,4	18,5
Lab 25	3,7	7,9	3,7	7,7	-	11,2	3,0	12,6
Trh	3,0	8,5	-	-	-	12,9	5,2	17,8

Cochrans test

Kulempille	Materiale 1				Materiale 2				Materiale 3				Materiale 4			
	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller
Lab nr (i)	Y_i	$Y_{i,gs,mit}$	S_i	n_i	Y_i	Y_i'	S_i	n_i	Y_i	Y_i'	S_i	n_i	Y_i	Y_i'	S_i	n_i
1	21,45 23,96	22,71	1,775	2	23,52 22,88	23,20	0,45	2	11,77 11,69	11,73	0,06	2	6,08 5,73	5,91	0,25	2
2	0,00 20,76			1	19,94 20,59	20,27	0,46	2	10,46 12,15	11,31	1,20	2	5,45 5,47	5,46	0,01	2
3	22,60 21,41	22,01	0,841	2	21,28 21,27	21,28	0,01	2	11,53 11,96	11,75	0,30	2	5,62 5,78	5,70	0,11	2
4	23,10 22,79	22,95	0,219	2	21,79 22,09	21,94	0,21	2	11,91 11,22	11,57	0,49	2	5,89 5,59	5,74	0,21	2
5	20,39 19,70	20,05	0,488	2	19,99 21,30	20,65	0,93	2	11,13 11,39	11,26	0,18	2	5,32 5,20	5,26	0,08	2
6	23,24 23,71	23,48	0,332	2	22,51 23,36	22,94	0,60	2	13,04 12,23	12,64	0,57	2	5,68 5,89	5,79	0,15	2
7	21,89 23,79	22,84	1,344	2	22,96 20,61	21,79	1,66	2	11,23 12,10	11,67	0,62	2	5,82 5,89	5,86	0,05	2
8	21,89 22,45	22,17	0,396	2	21,49 21,02	21,26	0,33	2	11,26 11,13	11,20	0,09	2	5,61 5,53	5,57	0,06	2
9	23,20 23,05	23,13	0,106	2	21,74 22,62	22,18	0,62	2	11,23 11,60	11,42	0,26	2	5,58 5,77	5,68	0,13	2
10	24,88 23,33	24,11	1,096	2	21,46 22,73	22,10	0,90	2	12,48 12,72	12,60	0,17	2	5,32 5,32	5,32	0,00	2
11	24,43 23,67	24,05	0,537	2	23,09 23,60	23,35	0,36	2	11,09 11,63	11,36	0,38	2	5,71 5,80	5,76	0,06	2
12	22,50 23,22	22,86	0,509	2	21,59 22,05	21,82	0,33	2	12,49 11,52	12,01	0,69	2	5,66 5,89	5,78	0,16	2
13	23,33 24,69	24,01	0,962	2	24,13 22,19	23,16	1,37	2	12,36 12,73	12,55	0,26	2	5,73 6,06	5,90	0,23	2
14	24,25 24,17	24,21	0,057	2	23,88 23,85	23,87	0,02	2	12,56 11,61	12,09	0,67	2	5,80 6,30	6,05	0,35	2
15	22,49 23,21	22,85	0,509	2	21,95 21,48	21,72	0,33	2	11,05 11,28	11,17	0,16	2	5,69 5,94	5,82	0,18	2
16	23,66 23,19	23,43	0,332	2	21,14 22,54	21,84	0,99	2	11,85 12,36	12,11	0,36	2	5,87 5,62	5,75	0,18	2
17	23,08 25,10	24,09	1,428	2	21,78 23,66	22,72	1,33	2	12,41 12,46	12,44	0,04	2	5,80 6,14	5,97	0,24	2
18	23,87 23,17	23,52	0,495	2	22,66 21,91	22,29	0,53	2	12,09 12,04	12,07	0,04	2	5,57 5,77	5,67	0,14	2
20	21,32 22,81	22,07	1,054	2	22,41 22,22	22,32	0,13	2	11,29 12,55	11,92	0,89	2	5,49 5,64	5,57	0,11	2
22	23,08 23,46	23,27	0,269	2	21,45 21,17	21,31	0,20	2	11,23 11,91	11,57	0,48	2	5,67 5,45	5,56	0,16	2
25	25,82 26,31	26,07	0,346	2	21,70 19,59	20,65	1,49	2	11,95 13,93	12,94	1,40	2	8,06 2,81	5,44	3,71	2
	$m_{g1,SOH}(1-20)$	23,19			$m_{g1,SOH}(1-21)$	22,03			$m_{g1,SOH}(1-21)$	11,87			$m_{g1,SOH}(1-21)$	5,69		

Kritiske verdier Cochrans test

2 paralleller, 20 laboratorier

1%	0,480
5%	0,389

$$\sum_{i=1}^{20} S_i^2 = 12,86$$

$$S_{max} = 1,77$$

$$\sum_{i=1}^{21} S_i^2 = 13,28$$

$$S_{max} = 1,66$$

$$\sum_{i=1}^{21} S_i^2 = 6,89$$

$$S_{max} = 1,40$$

$$\sum_{i=1}^{21} S_i^2 = 14,34$$

$$S_{max} = 3,71$$

2 paralleller, 21 laboratorier

1%	0,465
5%	0,377

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{20} S_i^2$$

Cochrans 0,24

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{21} S_i^2$$

Cochrans 0,21

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{21} S_i^2$$

Cochrans 0,28

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{21} S_i^2$$

Cochrans 0,96

outlier
straggler

Cochrans test

Micro-Deval	Materiale 1				Materiale 2				Materiale 3				Materiale 4			
	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller	Originaldata	Midlet	Std-avvik	Paralleller
Lab nr (i)	Y_i	$Y_{i,gs,mit}$	S_i	n_i	Y_i	Y_i'	S_i	n_i	Y_i	Y_i'	S_i	n_i	Y_i	Y_i'	S_i	n_i
1	15,74 15,64	15,69	0,07	2	15,46 14,80	16,20	1,05	2	7,14 8,22	7,68	0,76	2	3,94 3,88	3,91	0,04	2
2	15,96 16,84	16,40	0,62	2	15,96 15,32	15,64	0,45	2	8,70 8,56	8,63	0,10	2	3,72 3,66	3,69	0,04	2
3	15,32 14,90	15,11	0,30	2	16,64 16,36	16,50	0,20	2	8,18 7,98	8,08	0,14	2	3,46 3,58	3,52	0,08	2
4	15,00 15,30	15,15	0,21	2	15,18 14,58	14,88	0,42	2	8,12 7,50	7,81	0,44	2	3,40 3,30	3,35	0,07	2
5	15,08 15,78	15,43	0,49	2	16,12 14,80	15,46	0,93	2	10,10 9,44	9,77	0,47	2	3,72 3,46	3,59	0,18	2
6	15,44 15,64	15,54	0,14	2	16,06 16,16	16,11	0,07	2	10,02 9,74	9,72	0,42	2	3,72 3,68	3,71	0,01	2
7	15,42 15,06	15,24	0,25	2	14,36 15,64	15,00	0,91	2	9,74 9,58	9,66	0,11	2	3,68 3,62	3,65	0,04	2
8	15,22 15,68	15,50	0,25	2	16,10 16,14	16,12	0,03	2	9,80 9,20	9,50	0,42	2	3,68 3,46	3,57	0,16	2
9	16,08 15,96	16,02	0,08	2	15,34 16,00	15,67	0,47	2	10,04 9,88	9,96	0,11	2	3,60 3,74	3,67	0,10	2
10	15,56 17,60	16,58	1,44	2	17,18 17,70	17,44	0,37	2	10,30 9,96	10,13	0,24	2	4,16 3,82	3,99	0,24	2
11	15,76 15,14	15,45	0,44	2	14,70 13,90	14,30	0,57	2	9,18 9,44	9,31	0,18	2	3,64 3,68	3,66	0,03	2
12	14,64 15,24	14,94	0,42	2	15,20 15,02	15,11	0,13	2	9,64 8,70	9,17	0,66	2	3,28 3,56	3,42	0,20	2
13	15,14 15,00	15,07	0,10	2	16,40 14,88	15,64	1,07	2	8,82 9,44	9,13	0,44	2	3,50 3,42	3,46	0,06	2
14	16,06 16,14	16,10	0,06	2	16,84 15,54	16,19	0,92	2	9,00 10,64	9,82	1,16	2	3,74 3,70	3,72	0,03	2
15	15,92 15,32	15,62	0,42	2	16,98 15,88	16,43	0,78	2	9,48 10,80	10,14	0,93	2	3,82 3,78	3,80	0,03	2
18	15,22 16,16	15,69	0,66	2	17,42 15,90	16,66	1,07	2	9,92 9,52	9,72	0,28	2	3,96 3,92	3,94	0,03	2
22	16,74 16,06	16,40	0,48	2	15,76 16,40	16,08	0,45	2	9,92 9,42	9,67	0,35	2	3,74 3,54	3,64	0,14	2
	$m_{g1,SOH}(1-17)$	15,64			$m_{g1,SOH}(1-17)$	15,85			$m_{g1,SOH}(1-17)$	9,29			$m_{g1,SOH}(1-17)$	3,66		

Kritiske verdier Cochrans test

2 paralleller, 17 laboratorier

1%	0,532
5%	0,434

$$\sum_{i=1}^{17} S_i^2 = 4,25$$

$$S_{max} = 1,44$$

$$\sum_{i=1}^{17} S_i^2 = 7,87$$

$$S_{max} = 1,07$$

$$\sum_{i=1}^{17} S_i^2 = 4,56$$

$$S_{max} = 1,16$$

$$\sum_{i=1}^{17} S_i^2 = 0,21$$

$$S_{max} = 0,24$$

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{17} S_i^2$$

Cochrans 0,49

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{17} S_i^2$$

Cochrans 0,15

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{17} S_i^2$$

Cochrans 0,30

$$C = s^2_{max} / \sum_{i=1}^{17} S_i^2$$

Cochrans 0,28

outlier straggler

Mandel's test

Kulemølle	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4		
	Std-avvik	Mellom laber	Innen lab	Std-avvik	Mellom laber	Innen lab	Std-avvik	Mellom laber	Innen lab	Std-avvik	Mellom laber	Innen lab
Lab nr (i)	S_{mi}	h	k	S_{mi}	h	k	S_{mi}	h	k	S_{mi}	h	k
1	0,237	-0,41	2,21	1,372	1,23	0,57	0,020	-0,27	0,10	0,046	1,04	0,30
2				3,110	-1,85	0,58	0,321	-1,07	2,09	0,053	-1,12	0,02
3	1,408	-1,00	1,05	0,568	-0,79	0,01	0,016	-0,24	0,53	0,000	0,04	0,14
4	0,061	-0,21	0,27	0,008	-0,09	0,27	0,094	-0,58	0,85	0,002	0,24	0,26
5	9,900	-2,65	0,61	1,914	-1,45	1,16	0,374	-1,16	0,32	0,186	-2,09	0,10
6	0,080	0,24	0,41	0,822	0,95	0,76	0,582	1,45	1,00	0,009	0,46	0,18
7	0,124	-0,30	1,68	0,059	-0,26	2,09	0,043	-0,39	1,07	0,027	0,80	0,06
8	1,043	-0,86	0,49	0,591	-0,81	0,41	0,458	-1,28	0,16	0,015	-0,58	0,07
9	0,004	-0,06	0,13	0,023	0,16	0,78	0,209	-0,87	0,46	0,000	-0,08	0,16
10	0,834	0,77	1,37	0,004	0,07	1,13	0,530	1,38	0,30	0,137	-1,80	0,00
11	0,737	0,72	0,67	1,733	1,38	0,45	0,262	-0,97	0,67	0,004	0,31	0,08
12	0,110	-0,28	0,63	0,044	-0,22	0,41	0,018	0,25	1,20	0,007	0,41	0,20
13	0,670	0,69	1,20	1,280	1,19	1,72	0,453	1,28	0,46	0,042	0,99	0,28
14	1,037	0,86	0,07	3,372	1,93	0,03	0,045	0,40	1,17	0,129	1,74	0,43
15	0,117	-0,29	0,63	0,098	-0,33	0,42	0,500	-1,34	0,28	0,015	0,60	0,21
16	0,055	0,20	0,41	0,036	-0,20	1,24	0,054	0,44	0,63	0,003	0,26	0,21
17	0,807	0,76	1,78	0,478	0,73	1,67	0,317	1,07	0,06	0,078	1,35	0,29
18	0,108	0,28	0,62	0,066	0,27	0,67	0,037	0,37	0,06	0,000	-0,10	0,17
20	1,269	-0,95	1,31	0,082	0,30	0,17	0,002	0,09	1,56	0,016	-0,61	0,13
22	0,006	0,07	0,34	0,516	-0,76	0,25	0,091	-0,57	0,84	0,017	-0,63	0,19
25	8,257	2,42	0,43	1,914	-1,45	1,88	1,141	2,02	2,44	0,065	-1,24	4,49

$m_{gj,snitt(1-20)} / m_{gj,snitt(1-21)}$	23,19	22,03	11,87	5,69
$\sum_{(1-20)(21)} (V_{i,gj,snitt} - m_{gj,snitt})^2$	26,86	18,09	5,57	0,85
$(S_w^2)_{gj,snitt(1-20)(21)} = \sum_{(1-20)(21)}^2 / \sum_{(1-20)(21)} (n_i - 1)$	0,64	0,63	0,33	0,68
$\sum_{(1-20)}^2 / \sum_{(1-21)}^2$	12,86	13,28	6,89	14,34
$S_r = \sqrt{(S_w^2)_{gj,snitt(1-17)}}$	0,80	0,80	0,57	0,83
$S_m^2 = 1/(p-1) * \sum_{(1-20)(21)} (V_{i,gj,snitt} - m_{gj,snitt})^2$	1,41	0,90	0,28	0,04
S_m	1,19	0,95	0,53	0,21
$S_r^2(n-1)/n \quad (n=2)$	0,32	0,32	0,16	0,34
$S_R = \sqrt{(S_m^2 + \frac{1}{2}S_r^2)}$	1,32	1,10	0,67	0,62
$S_L^2 = S_m^2 - S_r^2 / N \quad (N = 2)$	1,09	0,59	0,11	0,30
S_L	1,05	0,77	0,34	0,55

Kritiske verdier Mandel's k- og h-statistikk

	h (20)	k (20)	h (21)	k (21)	
1 %	2,39	2,45	2,39	2,46	outlier
5 %	1,89	1,94	1,89	1,94	straggler

Vedlegg B-3

Mandels test

Micro-Deval Lab nr (i)	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4		
	Std-avvik S_{mi}	Mellom laber h	Innen lab k	Std-avvik S_{mi}	Mellom laber h	Innen lab k	Std-avvik S_{mi}	Mellom laber h	Innen lab k	Std-avvik S_{mi}	Mellom laber h	Innen lab k
1	0,002	0,09	0,14	0,123	0,46	1,54	2,586	-2,05	1,48	0,060	1,39	0,38
2	0,573	1,51	1,25	0,044	-0,27	0,67	0,433	-0,84	0,19	0,001	0,15	0,38
3	0,284	-1,07	0,59	0,424	0,86	0,29	1,460	-1,54	0,27	0,021	-0,81	0,77
4	0,243	-0,99	0,42	0,939	-1,27	0,62	2,185	-1,89	0,85	0,099	-1,77	0,64
5	0,045	-0,43	0,99	0,151	-0,51	1,37	0,232	0,62	0,90	0,005	-0,42	1,66
6	0,011	-0,21	0,28	0,068	0,34	0,10	0,186	0,55	0,82	0,002	0,26	0,13
7	0,162	-0,81	0,51	0,721	-1,12	1,33	0,138	0,47	0,22	0,000	-0,08	0,38
8	0,020	-0,29	0,51	0,074	0,36	0,04	0,045	0,27	0,82	0,009	-0,53	1,40
9	0,142	0,75	0,17	0,032	-0,24	0,69	0,451	0,86	0,22	0,000	0,03	0,89
10	0,878	1,87	2,89	2,532	2,09	0,54	0,709	1,08	0,46	0,106	1,84	2,17
11	0,037	-0,39	0,88	2,399	-2,04	0,83	0,000	0,03	0,36	0,000	-0,02	0,26
12	0,494	-1,40	0,85	0,546	-0,97	0,19	0,014	-0,15	1,28	0,060	-1,38	1,79
13	0,328	-1,15	0,20	0,044	-0,27	1,58	0,025	-0,20	0,85	0,042	-1,15	0,51
14	0,209	0,91	0,11	0,116	0,45	1,35	0,283	0,68	2,24	0,003	0,32	0,26
15	0,001	-0,05	0,85	0,338	0,76	1,14	0,726	1,09	1,80	0,018	0,77	0,26
18	0,002	0,09	1,33	0,658	1,07	1,58	0,186	0,55	0,55	0,076	1,56	0,26
22	0,573	1,51	0,96	0,053	0,30	0,67	0,146	0,49	0,68	0,001	-0,14	1,28

$$m_{gj,snitt(1-17)}$$

$$\sum_{(1-17)} (y_i - m_{gj,snitt})^2$$

$$(s_w^2)_{gj,snitt(1-17)} = \sum_{(1-17)} s_i^2 / \sum_{(1-17)} (n_i - 1)$$

$$\sum_{(1-17)} s_i^2$$

$$s_r = \sqrt{(s_w^2)_{gj,snitt(1-17)}}$$

$$s_m^2 = 1/(p-1) * \sum_{(1-17)} (y_i - m_{gj,snitt})^2$$

$$s_m$$

$$s_r^2(n-1)/n \quad (n=2)$$

$$s_R = \sqrt{(s_m^2 + \frac{1}{2}s_r^2)}$$

$$s_L^2 = s_m^2 - s_r^2 / N \quad (N=2)$$

$$s_L$$

15,64
4,01
0,25
4,25
0,50
0,25
0,50
0,12
0,61
0,13
0,35

15,85
9,26
0,46
7,87
0,68
0,58
0,76
0,23
0,90
0,35
0,59

9,29
9,81
0,27
4,56
0,52
0,61
0,78
0,13
0,86
0,48
0,69

3,66
0,50
0,01
0,21
0,11
0,03
0,18
0,01
0,19
0,03
0,16

$$h = (y_i - m) / s_m$$

$$k = s_i / s_r$$

$$s_r =$$

$$s_R =$$

reperbart standardavvik
reproduserbart standardavvik

outlier
straggler

Kritiske verdier Mandel's k- og h-statistikk

	h	k
1 %	2,35	2,44
5 %	1,87	1,93

Vedlegg B-4

Mandel's test

Los Angeles	Materiale 1		Materiale 2		Materiale 3		Materiale 4	
	Std-avvik	Mellom laber	Std-avvik	Mellom laber	Std-avvik	Mellom laber	Std-avvik	Mellom laber
Lab nr (i)	y_i	h	y_i	h	y_i	h	y_i	h
1	31,7	-0,62	32,3	-1,31	17,8	-0,60	10,5	-0,39
2	31,3	-0,82	33,9	0,16	17,7	-0,72	10,0	-1,22
3	33,3	0,19	34,9	1,08	19,4	1,40	11,2	0,77
4	32,9	-0,01	33,8	0,07	18,1	-0,22	10,7	-0,06
5	33,3	0,19	33,9	0,16	18,0	-0,35	10,3	-0,72
6	32,7	-0,11	34,9	1,08	17,5	-0,97	10,6	-0,22
7	34,5	0,80	34,4	0,62	18,2	-0,10	10,5	-0,39
8	32,7	-0,11	34,5	0,71	18,1	-0,22	10,8	0,11
9	32,7	-0,11	32,5	-1,13	17,9	-0,47	10,6	-0,22
10	34,4	0,75	34,1	0,35	18,4	0,15	11,3	0,94
11	33,3	0,19	33,2	-0,48	18,9	0,77	10,5	-0,39
12	36,4	1,77	36,0	2,10	20,6	2,90	12,8	3,42
13	31,8	-0,57	32,2	-1,41	17,9	-0,47	9,9	-1,38
14	35,9	1,51	34,1	0,35	19,4	1,40	10,8	0,11
15	32,1	-0,42	31,8	-1,77	18,1	-0,22	10,9	0,27
16	33,3	0,19	32,6	-1,04	18,3	0,02	10,6	-0,22
17	32,3	-0,31	33,0	-0,67	18,2	-0,10	10,6	-0,22
18	34,4	0,75	35,3	1,45	18,8	0,65	11,4	1,10
20	33,0	0,04	33,7	-0,02	17,3	-1,22	10,5	-0,39
25	26,4	-3,31	33,4	-0,30	17,0	-1,60	10,2	-0,89

m	32,92	33,73	18,28	10,74
s	1,97	1,09	0,80	0,60

Kritiske verdier Mandel's h-statistikk

1 %	2,39
5 %	1,89

outlier
straggler

Grubbs test (høyeste og laveste signifikansverdi)

Kulempille	Materiale 1				Materiale 2				Materiale 3				Materiale 4			
	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g1})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g2})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g3})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g4})^2$	G_i
1	5	20,05	9,17	2,38	2	20,27	3,10	1,85	15	11,17	0,50	1,34	5	5,26	0,19	2,09
2	2	20,76	5,37	1,82	5	20,65	1,91	1,45	8	11,2	0,46	1,28	10	5,32	0,14	1,80
3	3	22,01	1,14	0,84	25	20,65	1,91	1,45	5	11,26	0,38	1,17	25	5,44	0,06	1,22
4	20	22,07	1,02	0,79	8	21,26	0,60	0,81	2	11,31	0,32	1,07	2	5,46	0,05	1,13
5	8	22,17	0,82	0,71	3	21,28	0,56	0,79	11	11,36	0,27	0,98	22	5,56	0,02	0,64
6	1	22,71	0,14	0,29	22	21,31	0,52	0,76	9	11,42	0,21	0,86	8	5,57	0,02	0,60
7	7	22,84	0,06	0,19	15	21,72	0,10	0,33	4	11,57	0,09	0,58	20	5,57	0,02	0,60
8	15	22,85	0,05	0,18	7	21,79	0,06	0,25	22	11,57	0,09	0,58	18	5,67	0,00	0,11
9	12	22,86	0,05	0,17	12	21,82	0,04	0,22	7	11,67	0,04	0,39	9	5,68	0,00	0,06
10	4	22,95	0,02	0,10	16	21,84	0,04	0,20	1	11,73	0,02	0,28	3	5,70	0,00	-0,03
11	9	23,13	0,00	-0,04	4	21,94	0,01	0,10	3	11,75	0,02	0,24	4	5,74	0,00	-0,23
12	22	23,27	0,04	-0,15	10	22,1	0,00	-0,07	20	11,92	0,00	-0,08	16	5,75	0,00	-0,27
13	16	23,43	0,12	-0,28	9	22,18	0,02	-0,16	12	12,01	0,02	-0,26	11	5,76	0,00	-0,32
14	6	23,48	0,16	-0,32	18	22,29	0,07	-0,27	18	12,07	0,04	-0,37	12	5,78	0,01	-0,42
15	18	23,52	0,20	-0,35	20	22,32	0,08	-0,30	14	12,09	0,05	-0,41	6	5,79	0,01	-0,47
16	13	24,01	0,87	-0,73	17	22,72	0,47	-0,72	16	12,11	0,06	-0,44	15	5,82	0,02	-0,61
17	11	24,05	0,94	-0,76	6	22,94	0,83	-0,96	17	12,44	0,32	-1,07	7	5,86	0,03	-0,80
18	17	24,09	1,02	-0,79	13	23,16	1,27	-1,19	13	12,55	0,46	-1,28	13	5,90	0,04	-1,00
19	10	24,11	1,06	-0,81	1	23,2	1,37	-1,23	10	12,6	0,53	-1,37	1	5,91	0,05	-1,05
20	14	24,21	1,28	-0,89	11	23,35	1,74	-1,39	6	12,64	0,58	-1,45	17	5,97	0,08	-1,34
21	25	26,07	8,95	-2,35	14	23,87	3,38	-1,93	25	12,94	1,13	-2,02	14	6,05	0,13	-1,72
$\bar{x}_{g1(1-21)}$		23,08	32,49		22,03	18,08			11,88	5,57			5,69	0,86		

$s = \sqrt{(1/20) \cdot \sum (x_i - \bar{x}_{g1})^2}$ 1,27 0,95 0,53 0,21
 $G_1 = (x_{g1, \text{min}} - x_{\text{min}})/s$ (laveste) 2,38 1,85 1,34 2,09
 $G_{21} = (x_{\text{max}} - x_{g1, \text{max}})/s$ (høyeste) 2,35 1,93 2,02 1,72

Kritiske verdier Grubbs test 21 laboratorier
 Øvre 1% 3,031 Øvre 5% 2,733

Grubbs test (høyeste og laveste signifikansverdi)

micro-Deval

Lab nr (j)	Materiale 1				Materiale 2				Materiale 3				Materiale 4			
	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g1})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g2})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g3})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g4})^2$	G_i
1	12	14,94	0,49	1,40	11	14,30	2,40	2,04	1	7,68	2,59	2,05	4	3,35	0,10	1,77
2	13	15,07	0,33	1,15	4	14,88	0,94	1,27	4	7,81	2,19	1,89	12	3,42	0,06	1,38
3	3	15,11	0,28	1,07	7	15,00	0,72	1,12	3	8,08	1,46	1,54	13	3,46	0,04	1,15
4	4	15,15	0,24	0,99	12	15,11	0,55	0,97	2	8,63	0,43	0,84	3	3,52	0,02	0,81
5	7	15,24	0,16	0,81	5	15,46	0,15	0,51	13	9,13	0,09	0,20	8	3,57	0,01	0,53
6	5	15,43	0,05	0,43	2	15,64	0,04	0,27	12	9,17	0,01	0,15	5	3,59	0,01	0,42
7	11	15,45	0,04	0,39	13	15,64	0,04	0,27	11	9,31	0,00	-0,03	22	3,64	0,00	0,14
8	8	15,5	0,02	0,29	9	15,67	0,03	0,24	8	9,5	0,04	-0,27	7	3,65	0,00	0,08
9	6	15,54	0,01	0,21	17	16,08	0,05	-0,30	7	9,66	0,14	-0,47	11	3,66	0,00	0,02
10	15	15,62	0,00	0,05	6	16,11	0,07	-0,34	22	9,67	0,15	-0,49	9	3,67	0,00	-0,03
11	18	15,69	0,00	-0,09	8	16,12	0,07	-0,36	6	9,72	0,19	-0,55	2	3,69	0,00	-0,15
12	1	15,69	0,00	-0,09	14	16,19	0,12	-0,45	18	9,72	0,19	-0,55	6	3,71	0,00	-0,26
13	9	16,02	0,14	-0,75	1	16,20	0,12	-0,46	5	9,77	0,23	-0,62	14	3,72	0,00	-0,32
14	14	16,1	0,21	-0,91	15	16,43	0,34	-0,76	14	9,82	0,28	-0,68	15	3,8	0,02	-0,77
15	2	16,4	0,57	-1,51	3	16,50	0,42	-0,86	9	9,96	0,45	-0,86	1	3,91	0,06	-1,39
16	22	16,4	0,57	-1,51	16	16,66	0,66	-1,07	10	10,13	0,71	-1,08	18	3,94	0,08	-1,56
17	10	16,58	0,88	-1,87	10	17,44	2,53	-2,09	15	10,14	0,73	-1,09	10	3,99	0,11	-1,84
$\bar{x}_{g1(1-17)}$		15,64	4,01		15,85	9,26			9,29	9,81			3,66	0,50		

$s = \sqrt{(1/16) \cdot \sum (x_i - \bar{x}_{g1})^2}$ 0,50 0,76 0,78 0,18
 $G_1 = (x_{g1, \text{min}} - x_{\text{min}})/s$ (laveste) 1,40 2,04 2,05 1,77
 $G_{17} = (x_{\text{max}} - x_{g1, \text{max}})/s$ (høyeste) 1,87 2,09 1,09 1,84

Kritiske verdier Grubbs test 17 laboratorier
 Øvre 1% 2,894 Øvre 5% 2,620

Grubbs test (høyeste og laveste signifikansverdi)

Los Angeles

Lab nr (j)	Materiale 1				Materiale 2				Materiale 3				Materiale 4			
	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g1})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g2})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g3})^2$	G_i	Orig. lab	x_i	$(x_i - \bar{x}_{g4})^2$	G_i
1	25	26,4	42,51	3,23	15	31,8	3,71	1,73	25	17,0	1,64	1,56	13	9,9	0,70	1,35
2	2	31,3	2,62	0,80	13	32,2	2,33	1,37	20	17,3	0,96	1,19	2	10,0	0,54	1,19
3	1	31,7	1,49	0,60	1	32,3	2,03	1,28	6	17,5	0,61	0,95	25	10,2	0,29	0,86
4	13	31,8	1,25	0,55	9	32,5	1,50	1,10	2	17,7	0,34	0,71	5	10,3	0,19	0,70
5	15	32,1	0,67	0,41	16	32,6	1,27	1,01	1	17,8	0,23	0,58	1	10,5	0,06	0,38
6	17	32,3	0,38	0,31	17	33,0	0,53	0,65	9	17,9	0,14	0,46	7	10,5	0,06	0,38
7	6	32,7	0,05	0,11	11	33,2	0,28	0,47	13	17,9	0,14	0,46	11	10,5	0,06	0,38
8	8	32,7	0,05	0,11	25	33,4	0,11	0,29	5	18,0	0,08	0,34	20	10,5	0,06	0,38
9	9	32,7	0,05	0,11	20	33,7	0,00	0,02	4	18,1	0,03	0,22	6	10,6	0,02	0,22
10	4	32,9	0,00	0,01	4	33,8	0,01	-0,07	8	18,1	0,03	0,22	9	10,6	0,02	0,22
11	20	33,0	0,01	-0,04	2	33,9	0,03	-0,16	15	18,1	0,03	0,22	16	10,6	0,02	0,22
12	3	33,3	0,14	-0,19	5	33,9	0,03	-0,16	7	18,2	0,01	0,10	17	10,6	0,02	0,22
13	5	33,3	0,14	-0,19	10	34,1	0,14	-0,34	17	18,2	0,01	0,10	4	10,7	0,00	0,06
14	11	33,3	0,14	-0,19	14	34,1	0,14	-0,34	16	18,3	0,00	-0,02	8	10,8	0,00	-0,10
15	16	33,3	0,14	-0,19	7	34,4	0,46	-0,61	10	18,4	0,01	-0,15	14	10,8	0,00	-0,10
16	10	34,4	2,19	-0,73	8	34,5	0,60	-0,70	18	18,8	0,27	-0,63	15	10,9	0,03	-0,27
17	18	34,4	2,19	-0,73	3	34,9	1,38	-1,06	11	18,9	0,38	-0,76	3	11,2	0,22	-0,75
18	7	34,5	2,50	-0,78	6	34,9	1,38	-1,06	3	19,4	1,25	-1,36	10	11,3	0,32	-0,91
19	14	35,9	8,88	-1,48	18	35,3	2,48	-1,41	14	19,4	1,25	-1,36	18	11,4	0,44	-1,07
20	12	36,4	12,11	-1,72	12	36,0	5,18	-2,04	12	20,6	5,38	-2,83	12	12,8	4,26	-3,33
$\bar{x}_{g1(1-21)}$		32,92	77,53		33,73	23,56			18,28	12,81			10,74	7,29		

$s = \sqrt{(1/19) \cdot \sum (x_i - \bar{x}_{g1})^2}$ 2,02 1,11 0,82 0,62
 $G_1 = (x_{g1, \text{min}} - x_{\text{min}})/s$ (laveste) 3,23 1,73 1,56 1,35
 $G_{20} = (x_{\text{max}} - x_{g1, \text{max}})/s$ (høyeste) 1,72 2,04 2,83 3,33

Kritiske verdier Grubbs test 20 laboratorier
 Øvre 1% 3,003 Øvre 5% 2,709

Grubbs test (to høyeste og laveste signifikansverdier)

Kulemølle	Lab nr (j)	Orig. lab	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4									
			x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$									
1	5	20,05	7,90		2	20,27	2,54		15	11,17	0,37		5	5,26	0,16						
2	2	20,76	4,41		5	20,65	1,48		8	11,20	0,34		10	5,32	0,12						
3	3	22,01	0,72	22,01	1,82	25	20,65	1,48	20,65	2,39	5	11,26	0,27	11,26	0,47	25	5,44	0,05	5,44	0,09	
4	20	22,07	0,63	22,07	1,66	8	21,26	0,37	21,26	0,88	2	11,31	0,22	11,31	0,41	2	5,46	0,04	5,46	0,08	
5	8	22,17	0,48	22,17	1,41	3	21,28	0,34	21,28	0,84	11	11,36	0,18	11,36	0,35	22	5,56	0,01	5,56	0,03	
6	1	22,71	0,02	22,71	0,42	22	21,31	0,31	21,31	0,79	9	11,42	0,13	11,42	0,28	8	5,57	0,01	5,57	0,03	
7	7	22,84	0,00	22,84	0,27	15	21,72	0,02	21,72	0,23	4	11,57	0,04	11,57	0,14	20	5,57	0,01	5,57	0,03	
8	15	22,85	0,00	22,85	0,26	7	21,79	0,01	21,79	0,17	22	11,57	0,04	11,57	0,14	18	5,67	0,00	5,67	0,00	
9	12	22,86	0,00	22,86	0,25	12	21,82	0,00	21,82	0,14	7	11,67	0,01	11,67	0,08	9	5,68	0,00	5,68	0,00	
10	4	22,95	0,01	22,95	0,17	16	21,84	0,00	21,84	0,13	1	11,73	0,00	11,73	0,05	3	5,70	0,00	5,70	0,00	
11	9	23,13	0,07	23,13	0,05	4	21,94	0,01	21,94	0,07	3	11,75	0,00	11,75	0,04	4	5,74	0,01	5,74	0,00	
12	22	23,27	0,17	23,27	0,01	10	22,10	0,06	22,10	0,01	20	11,92	0,02	11,92	0,00	16	5,75	0,01	5,75	0,00	
13	16	23,43	0,32	23,43	0,00	9	22,18	0,00	22,18	0,00	12	12,01	0,05	12,01	0,00	11	5,76	0,01	5,76	0,00	
14	6	23,48	0,38	23,48	0,01	18	22,29	0,18	22,29	0,01	18	12,07	0,08	12,07	0,01	12	5,78	0,01	5,78	0,00	
15	18	23,52	0,43	23,52	0,03	20	22,32	0,21	22,32	0,02	14	12,09	0,10	12,09	0,02	6	5,79	0,02	5,79	0,00	
16	13	24,01	1,32	24,01	0,42	17	22,72	0,73	22,72	0,27	16	12,11	0,11	12,11	0,03	15	5,82	0,03	5,82	0,01	
17	11	24,05	1,41	24,05	0,48	6	22,94	1,16	22,94	0,55	17	12,44	0,44	12,44	0,24	7	5,86	0,04	5,86	0,02	
18	17	24,09	1,51	24,09	0,53	13	23,16	1,68	23,16	0,93	13	12,55	0,59	12,55	0,36	13	5,90	0,06	5,90	0,03	
19	10	24,11	1,56	24,11	0,56	1	23,20	1,78	23,20	1,01	10	12,60	0,67	12,60	0,43	1	5,91	0,06	5,91	0,03	
20	14			24,21	0,72	11			23,35	1,33	6			12,64	0,48	17			5,97	0,05	
21	25			26,07	1,25	14			23,87	1,80	25			12,94	0,88	14			6,05	0,10	
		22,86	21,36	23,36	16,44		21,87	12,44	22,20	12,55		11,78	3,67	11,95	4,51		5,66	0,63	5,74	0,50	
		$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$	$\bar{x}_{(j=20,21)}$	$s_{(j=20,21)}^2$

$(x_0)^2 = \sum_{i=1}^{20} (x_i - \bar{x}_{(j=20,21)})^2$	32,49	18,08	5,57	0,66
$\bar{x}_{(j=20,21)} = 1/19 * \sum_{i=1}^{19} x_i$	22,86	21,87	11,78	5,66
$s_{(j=20,21)}^2 = \sum_{i=1}^{19} (x_i - \bar{x}_{(j=20,21)})^2$	21,36	12,44	3,67	0,63
$\bar{x}_{(j=20,21)}$	23,36	22,20	11,95	5,74
$s_{(j=20,21)}^2$	16,44	12,55	4,51	0,50
$G_{(20,21)} = s_{(j=20,21)}^2 / s_0^2$	0,66	0,69	0,66	0,74
$G_{(1,2)} = s_{(j=1,2)}^2 / s_0^2$	0,51	0,69	0,81	0,58

Kritiske verdier Grubbs test
 Nedre 5% 0,176
 21 laboratorier
 Nedre 5% 0,455

Grubbs test (to høyeste og laveste signifikansverdier)

micro-Deval	Lab nr (j)	Orig. lab	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4									
			x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$									
1	12	14,94	0,35		11	14,30	1,93		1	7,68	2,24		4	3,35	0,08						
2	13	15,07	0,21		4	14,88	0,65		3	7,81	1,86		12	3,42	0,04						
3	3	15,11	0,18	15,11	0,38	7	15,00	0,47	15,00	1,03	3	8,08	1,20	8,08	2,00	13	3,46	0,03	3,46	0,06	
4	4	15,15	0,14	15,15	0,33	12	15,11	0,33	15,11	0,82	2	8,63	0,30	8,63	0,75	2	3,52	0,01	3,52	0,03	
5	7	15,24	0,08	15,24	0,24	5	15,46	0,05	15,46	0,31	13	9,13	0,00	9,13	0,13	8	3,57	0,00	3,57	0,02	
6	5	15,43	0,01	15,43	0,09	2	15,64	0,00	15,64	0,14	12	9,17	0,00	9,17	0,10	5	3,59	0,00	3,59	0,01	
7	11	15,45	0,01	15,45	0,08	13	15,64	0,00	15,64	0,14	11	9,31	0,02	9,31	0,03	22	3,64	0,00	3,64	0,00	
8	8	15,50	0,00	15,50	0,05	9	15,67	0,00	15,67	0,12	8	9,5	0,11	9,5	0,00	7	3,65	0,00	3,65	0,00	
9	6	15,54	0,00	15,54	0,04	17	16,08	0,15	16,08	0,00	7	9,66	0,23	9,66	0,03	11	3,66	0,00	3,66	0,00	
10	15	15,62	0,01	15,62	0,01	6	16,11	0,18	16,11	0,01	22	9,67	0,24	9,67	0,03	9	3,67	0,00	3,67	0,00	
11	18	15,69	0,03	15,69	0,00	8	16,12	0,19	16,12	0,01	6	9,72	0,30	9,72	0,05	2	3,69	0,00	3,69	0,00	
12	1	15,69	0,03	15,69	0,00	14	16,19	0,25	16,19	0,02	18	9,72	0,30	9,72	0,05	5	3,71	0,01	3,71	0,00	
13	9	16,02	0,24	16,02	0,09	1	16,20	0,26	16,20	0,03	5	9,77	0,35	9,77	0,08	14	3,72	0,01	3,72	0,00	
14	14	16,10	0,32	16,10	0,14	15	16,43	0,55	16,43	0,17	14	9,82	0,42	9,82	0,11	15	3,8	0,03	3,8	0,01	
15	2	16,40	0,76	16,40	0,45	3	16,50	0,66	16,50	0,23	9	9,96	0,62	9,96	0,22	1	3,91	0,08	3,91	0,04	
16	22			16,40	0,45	16			16,66	0,41	10			10,13	0,40	18			3,94	0,06	
17	10			16,58	0,73	10			17,44	2,03	15			10,14	0,42	10			3,99	0,08	
		15,53	2,36	15,73	3,07		15,69	5,69	16,02	5,50		9,1753	8,18	9,4940	4,40		3,6240	0,30	3,7013	0,32	
		$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$	$\bar{x}_{(j=16,17)}$	$s_{(j=16,17)}^2$

$(x_0)^2 = \sum_{i=1}^{17} (x_i - \bar{x}_{(j=16,17)})^2$	4,01	9,26	9,81	0,50
$\bar{x}_{(j=16,17)} = 1/15 * \sum_{i=1}^{15} x_i$	15,53	15,69	9,18	3,62
$s_{(j=16,17)}^2 = \sum_{i=1}^{15} (x_i - \bar{x}_{(j=16,17)})^2$	2,36	5,69	8,18	0,30
$\bar{x}_{(j=16,17)}$	15,73	16,02	9,49	3,70
$s_{(j=16,17)}^2$	3,07	5,50	4,40	0,32
$G_{(16,17)} = s_{(j=16,17)}^2 / s_0^2$	0,59	0,61	0,83	0,59
$G_{(1,2)} = s_{(j=1,2)}^2 / s_0^2$	0,77	0,59	0,45	0,64

Kritiske verdier Grubbs test
 Nedre 5% 0,209
 17 laboratorier
 Nedre 5% 0,382

Grubbs test (to høyeste og laveste signifikansverdier)

Los Angeles	Lab nr (j)	Orig. lab	Materiale 1			Materiale 2			Materiale 3			Materiale 4								
			x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$	x_j	$(x_j - \bar{x}_{(j)})^2$								
1	25	26,4	37,96		15	31,8	2,93		25	17,0	1,19		13	9,9	0,47					
2	2	31,3	1,59		13	32,2	1,72		20	17,3	0,62		2	10,0	0,34					
3	1	31,7	0,74	31,7	2,80	1	32,3	1,47	32,3	2,61	6	17,5	0,35	17,5	0,82	25	10,2	0,15	10,2	0,39
4	13	31,8	0,58	31,8	2,47	9	32,5	1,02	32,5	2,01	2	17,7	0,15	17,7	0,50	5	10,3	0,08	10,3	0,27
5	15	32,1	0,21	32,1	1,62	16	32,6	0,83	32,6	1,73	1	17,8	0,08	17,8	0,37	1	10,5	0,01	10,5	0,10
6	17	32,3	0,07	32,3	1,15	17	33,0	0,26	33,0	0,84	9	17,9	0,04	17,9	0,26	7	10,5	0,01	10,5	0,10
7	6	32,7	0,02	32,7	0,45	11	33,2	0,10	33,2	0,51	13	17,9	0,04	17,9	0,26	11	10,5	0,01	10,5	0,10
8	8	32,7	0,02	32,7	0,45	25	33,4	0,01	33,4	0,27	5	18,0	0,01	18,0	0,16	20	10,5	0,01	10,5	0,10
9	9	32,7	0,02	32,7	0,45	20	33,7	0,04	33,7	0,05	4	18,1	0,00	18,1	0,09	6	10,6	0,00	10,6	0,05
10	4	32,9	0,11	32,9	0,22	4	33,8	0,08	33,8	0,01	8	18,1	0,00	18,1	0,09	9	10,6	0,00	10,6	0,05
11	20	33,0	0,19	33,0	0,14	2	33,9	0,15	33,9	0,00	15	18,1								

Table 4 — Critical values for Cochran's test

P	n = 2		n = 3		n = 4		n = 5		n = 6	
	1 %	5 %	1 %	5 %	1 %	5 %	1 %	5 %	1 %	5 %
2	—	—	0,995	0,975	0,979	0,939	0,959	0,906	0,937	0,877
3	0,993	0,967	0,942	0,871	0,883	0,798	0,834	0,746	0,793	0,707
4	0,968	0,906	0,864	0,768	0,781	0,684	0,721	0,629	0,676	0,590
5	0,928	0,841	0,788	0,684	0,696	0,598	0,633	0,544	0,588	0,506
6	0,883	0,781	0,722	0,616	0,626	0,532	0,564	0,480	0,520	0,445
7	0,838	0,727	0,664	0,561	0,568	0,480	0,508	0,431	0,466	0,397
8	0,794	0,680	0,615	0,516	0,521	0,438	0,463	0,391	0,423	0,360
9	0,754	0,638	0,573	0,478	0,481	0,403	0,425	0,358	0,387	0,329
10	0,718	0,602	0,536	0,445	0,447	0,373	0,393	0,331	0,357	0,303
11	0,684	0,570	0,504	0,417	0,418	0,348	0,366	0,308	0,332	0,281
12	0,653	0,541	0,475	0,392	0,392	0,326	0,343	0,288	0,310	0,262
13	0,624	0,515	0,450	0,371	0,369	0,307	0,322	0,271	0,291	0,243
14	0,599	0,492	0,427	0,352	0,349	0,291	0,304	0,255	0,274	0,232
15	0,575	0,471	0,407	0,335	0,332	0,276	0,288	0,242	0,259	0,220
16	0,553	0,452	0,388	0,319	0,316	0,262	0,274	0,230	0,246	0,208
17	0,532	0,434	0,372	0,305	0,301	0,250	0,261	0,219	0,234	0,198
18	0,514	0,418	0,356	0,293	0,288	0,240	0,249	0,209	0,223	0,189
19	0,496	0,403	0,343	0,281	0,276	0,230	0,238	0,200	0,214	0,181
20	0,480	0,389	0,330	0,270	0,265	0,220	0,229	0,192	0,205	0,174
21	0,465	0,377	0,318	0,261	0,255	0,212	0,220	0,185	0,197	0,167
22	0,450	0,365	0,307	0,252	0,246	0,204	0,212	0,178	0,189	0,160
23	0,437	0,354	0,297	0,243	0,238	0,197	0,204	0,172	0,182	0,155
24	0,425	0,343	0,287	0,235	0,230	0,191	0,197	0,166	0,176	0,149
25	0,413	0,334	0,278	0,228	0,222	0,185	0,190	0,160	0,170	0,144
26	0,402	0,325	0,270	0,221	0,215	0,179	0,184	0,155	0,164	0,140
27	0,391	0,316	0,262	0,215	0,209	0,173	0,179	0,150	0,159	0,135
28	0,382	0,308	0,255	0,209	0,202	0,168	0,173	0,146	0,154	0,131
29	0,372	0,300	0,248	0,203	0,196	0,164	0,168	0,142	0,150	0,127
30	0,363	0,293	0,241	0,198	0,191	0,159	0,164	0,138	0,145	0,124
31	0,355	0,286	0,235	0,193	0,186	0,155	0,159	0,134	0,141	0,120
32	0,347	0,280	0,229	0,188	0,181	0,151	0,155	0,131	0,138	0,117
33	0,339	0,273	0,224	0,184	0,177	0,147	0,151	0,127	0,134	0,114
34	0,332	0,267	0,218	0,179	0,172	0,144	0,147	0,124	0,131	0,111
35	0,325	0,262	0,213	0,175	0,168	0,140	0,144	0,121	0,127	0,108
36	0,318	0,256	0,208	0,172	0,165	0,137	0,140	0,118	0,124	0,106
37	0,312	0,251	0,204	0,168	0,161	0,134	0,137	0,116	0,121	0,103
38	0,306	0,246	0,200	0,164	0,157	0,131	0,134	0,113	0,119	0,101
39	0,300	0,242	0,196	0,161	0,154	0,129	0,131	0,111	0,116	0,099
40	0,294	0,237	0,192	0,158	0,151	0,126	0,128	0,108	0,114	0,097

p = number of laboratories at a given level

n = number of test results per cell (see 7.3.3.3)

Kilde: ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – part 2. Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.

Table 6 — Indicators for Mandel's h and k statistics at the 1 % significance level

p	h	k								
		n								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1,15	1,71	1,64	1,58	1,53	1,49	1,46	1,43	1,41	1,39
4	1,49	1,91	1,77	1,67	1,60	1,55	1,51	1,48	1,45	1,43
5	1,72	2,05	1,85	1,73	1,65	1,59	1,55	1,51	1,48	1,46
6	1,87	2,14	1,90	1,77	1,68	1,62	1,57	1,53	1,50	1,47
7	1,98	2,20	1,94	1,79	1,70	1,63	1,58	1,54	1,51	1,48
8	2,06	2,25	1,97	1,81	1,71	1,65	1,59	1,55	1,52	1,49
9	2,13	2,29	1,99	1,82	1,73	1,66	1,60	1,56	1,53	1,50
10	2,18	2,32	2,00	1,84	1,74	1,66	1,61	1,57	1,53	1,50
11	2,22	2,34	2,01	1,85	1,74	1,67	1,62	1,57	1,54	1,51
12	2,25	2,36	2,02	1,85	1,75	1,68	1,62	1,58	1,54	1,51
13	2,27	2,38	2,03	1,86	1,76	1,68	1,63	1,58	1,55	1,52
14	2,30	2,39	2,04	1,87	1,76	1,69	1,63	1,58	1,55	1,52
15	2,32	2,41	2,05	1,87	1,76	1,69	1,63	1,59	1,55	1,52
16	2,33	2,42	2,05	1,88	1,77	1,69	1,63	1,59	1,55	1,52
17	2,35	2,44	2,06	1,88	1,77	1,69	1,64	1,59	1,55	1,52
18	2,36	2,44	2,06	1,88	1,77	1,70	1,64	1,59	1,56	1,52
19	2,37	2,44	2,07	1,89	1,78	1,70	1,64	1,59	1,56	1,53
20	2,39	2,45	2,07	1,89	1,78	1,70	1,64	1,60	1,56	1,53
21	2,39	2,46	2,07	1,89	1,78	1,70	1,64	1,60	1,56	1,53
22	2,40	2,46	2,08	1,90	1,78	1,70	1,65	1,60	1,56	1,53
23	2,41	2,47	2,08	1,90	1,78	1,71	1,65	1,60	1,56	1,53
24	2,42	2,47	2,08	1,90	1,79	1,71	1,65	1,60	1,56	1,53
25	2,42	2,47	2,08	1,90	1,79	1,71	1,65	1,60	1,56	1,53
26	2,43	2,48	2,09	1,90	1,79	1,71	1,65	1,60	1,56	1,53
27	2,44	2,48	2,09	1,90	1,79	1,71	1,65	1,60	1,56	1,53
28	2,44	2,49	2,09	1,91	1,79	1,71	1,65	1,60	1,57	1,53
29	2,45	2,49	2,09	1,91	1,79	1,71	1,65	1,60	1,57	1,53
30	2,45	2,49	2,10	1,91	1,79	1,71	1,65	1,61	1,57	1,53

p = number of laboratories at a given level

n = number of replicates within each laboratory at that level

NOTE — Supplied by Dr. J. Mandel and published with his permission.

Kilde: ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – part 2. Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.

Table 7 — Indicators for Mandel's h and k statistics at the 5 % significance level

p	h	k								
		n								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1,15	1,65	1,53	1,45	1,40	1,37	1,34	1,32	1,30	1,29
4	1,42	1,76	1,59	1,50	1,44	1,40	1,37	1,35	1,33	1,31
5	1,57	1,81	1,62	1,53	1,46	1,42	1,39	1,36	1,34	1,32
6	1,66	1,85	1,64	1,54	1,48	1,43	1,40	1,37	1,35	1,33
7	1,71	1,87	1,66	1,55	1,49	1,44	1,41	1,38	1,36	1,34
8	1,75	1,88	1,67	1,56	1,50	1,45	1,41	1,38	1,36	1,34
9	1,78	1,90	1,68	1,57	1,50	1,45	1,42	1,39	1,36	1,35
10	1,80	1,90	1,68	1,57	1,50	1,46	1,42	1,39	1,37	1,35
11	1,82	1,91	1,69	1,58	1,51	1,46	1,42	1,39	1,37	1,35
12	1,83	1,92	1,69	1,58	1,51	1,46	1,42	1,40	1,37	1,35
13	1,84	1,92	1,69	1,58	1,51	1,46	1,43	1,40	1,37	1,35
14	1,85	1,92	1,70	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,37	1,35
15	1,86	1,93	1,70	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,38	1,36
16	1,86	1,93	1,70	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,38	1,36
17	1,87	1,93	1,70	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,38	1,36
18	1,88	1,93	1,71	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,38	1,36
19	1,88	1,93	1,71	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,38	1,36
20	1,89	1,94	1,71	1,59	1,52	1,47	1,43	1,40	1,38	1,36
21	1,89	1,94	1,71	1,60	1,52	1,47	1,44	1,41	1,38	1,36
22	1,89	1,94	1,71	1,60	1,52	1,47	1,44	1,41	1,38	1,36
23	1,90	1,94	1,71	1,60	1,53	1,47	1,44	1,41	1,38	1,36
24	1,90	1,94	1,71	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,38
25	1,90	1,94	1,71	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36
26	1,90	1,94	1,71	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36
27	1,91	1,94	1,71	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36
28	1,91	1,94	1,71	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36
29	1,91	1,94	1,72	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36
30	1,91	1,94	1,72	1,60	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36

p = number of laboratories at a given level

n = number of replicates within each laboratory at that level

NOTE — Supplied by Dr. J. Mandel and published with his permission.

Kilde: ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – part 2. Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.

Table 5 — Critical values for Grubbs' test

<i>p</i>	One largest or one smallest		Two largest or two smallest	
	Upper 1 %	Upper 5 %	Lower 1 %	Lower 5 %
3	1,155	1,155	—	—
4	1,496	1,481	0,000 0	0,000 2
5	1,764	1,715	0,001 8	0,009 0
6	1,973	1,887	0,011 6	0,034 9
7	2,139	2,020	0,030 8	0,070 8
8	2,274	2,126	0,056 3	0,110 1
9	2,387	2,215	0,085 1	0,149 2
10	2,482	2,290	0,115 0	0,186 4
11	2,564	2,355	0,144 8	0,221 3
12	2,636	2,412	0,173 8	0,253 7
13	2,699	2,462	0,201 6	0,283 6
14	2,755	2,507	0,228 0	0,311 2
15	2,806	2,549	0,253 0	0,336 7
16	2,852	2,585	0,276 7	0,360 3
17	2,894	2,620	0,299 0	0,382 2
18	2,932	2,651	0,320 0	0,402 5
19	2,968	2,681	0,339 8	0,421 4
20	3,001	2,709	0,358 5	0,439 1
21	3,031	2,733	0,376 1	0,455 6
22	3,060	2,758	0,392 7	0,471 1
23	3,087	2,781	0,408 5	0,485 7
24	3,112	2,802	0,423 4	0,499 4
25	3,135	2,822	0,437 6	0,512 3
26	3,157	2,841	0,451 0	0,524 5
27	3,178	2,859	0,463 8	0,536 0
28	3,199	2,876	0,475 9	0,547 0
29	3,218	2,893	0,487 5	0,557 4
30	3,236	2,908	0,498 5	0,567 2
31	3,253	2,924	0,509 1	0,576 6
32	3,270	2,938	0,519 2	0,585 6
33	3,286	2,952	0,528 8	0,594 1
34	3,301	2,965	0,538 1	0,602 3
35	3,316	2,979	0,546 9	0,610 1
36	3,330	2,991	0,555 4	0,617 5
37	3,343	3,003	0,563 6	0,624 7
38	3,356	3,014	0,571 4	0,631 6
39	3,369	3,025	0,578 9	0,638 2
40	3,381	3,036	0,586 2	0,644 5

Reproduced, with the permission of the American Statistical Association, from reference [4] in annex C.

p = number of laboratories at a given level

Kilde: ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – part 2. Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.



Ringanalyse – rapportskjema – sikting (NS-EN 933-1) og kulemølle (NS-EN 1097-9)

Laboratorium nr: 1

Dato: Inventør:

Tilsendt og preparert materiale:

Bruk vekt med nøyaktighet 0.1 g i ringanalysen.

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
Densitet (g/cm ₃)								
Innveid mengde	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
14.0-16.0 mm (g)	355,2	356,0	361,8	361,9	353,3	353,3	361,6	362,5
11.2-14.0 mm (g)	660,0	659,6	671,5	672,9	655,4	655,2	671,6	671,9
Totalt (g)	1015,2	1015,6	1033,3	1034,8	1008,7	1008,5	1033,2	1034,4

Kontrollsikt det tilsendte materialet før utførelse av kulemølle. Materialet maskinsiktes i 10 minutter. Noter vekt på hver sikt i gram for hver parallell, og summer tallene (m_1) i gult felt.

Kontrollsikting:

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
Innveid mengde	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
>16.0 mm								
14.0-16.0 mm								
11.2-14.0 mm								
< 11.2 mm								
Totalt (m_1)								

Hvilke sikt er benyttet (sett kryss)?	Ø200 mm		Ø300 mm		Annet	
Platesikt eller trådsikt (sett kryss)?	Platesikt		Trådsikt		Kombinasjon	
Hvor hyppig kontrolleres sikteåpningene?	Jevnlig		Sjelden		Aldri	
Kalibreres vekta?	Jevnlig		Sjelden		Aldri	
Kontrolleres siktemaskinen?	Jevnlig		Sjelden		Aldri	

Kommentar:



Ringanalyse – rapportskjema – sikting (NS-EN 933-1) og kulemølle (NS-EN 1097-9)

Etter at materialet er kontrollsiktet, og vektene notert, utføres kulemølletesten etter NS-EN 1097-9. Selv om det skulle vise seg at noe materiale havner utenom testfraksjonen (over/understein) ved kontrollsiktingen, puttes hele materialmengden i apparaturen sammen med 7 kg stålkuler og 2 liter vann for tromling i 5400 omdreininger (1 time). Etter tromling vaskes kuler og steinmateriale på siktene 14.0, 8.0 og 2.0 mm, og materialet tørkes til konstant vekt ved $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Deretter fjernes stålkulene med en magnet. Det tørkede materialet siktes så på siktene 14.0, 8.0 og 2.0 mm, og vektene for hver sikt noteres. Til slutt summeres siktene for hver parallell (materiale > 2 mm) i det gule feltet (m_2).

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
>14.0 mm								
8.0-14.0 mm								
2.0-8.0 mm								
Totalt (m_2)								

Utrekning av mølleverdi (A_N)

$$A_N = \frac{100(m_1 - m_2)}{m_1}$$

Enkeltresultater for hver parallell beregnes med en desimal nøyaktighet. Deretter midles de to parallellene. Verdien (A_N) fylles inn i gult felt.

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
Enkeltresultater								
Mølleverdi (A_N)								

Kommentarer/ avvik el.l.:

Kontrolleres vekt av stålkuler før hver tromling? Sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Sjekkes kulediameter med kuletolk (≥ 14.5 mm)? Sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Vekttap på ribbene (< 15 g) – sjekket noen gang?	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Sjekk av innvendig trommeldiameter ($206,5 \pm 2$ mm)?	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	



Ringanalyse – rapportskjema – sikting (NS-EN 933-1) og micro-Deval (NS-EN 1097-1)

Laboratorium nr:

Dato: Inventør:

Bruk vekt med nøyaktighet 0.1 g i ringanalysen.

Tilsendt og preparert materiale:

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
Innveid mengde	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
12.5-14.0 mm (g)	175,6	175,6	174,7	175,3	175,3	175,3	175,1	175,0
10.0-12.5 mm (g)	324,5	324,9	325,4	325,3	325,4	324,9	324,8	325,0
Totalt (g)	500,1	500,5	500,1	500,6	500,7	500,2	499,9	500,0

Kontrollsikt det tilsendte materialet før utførelse av micro-Devaltesten. Materialet maskinsiktes i 10 minutter. Noter vekt på hver sikt i gram for hver parallell, og summer tallene (m_1) i gult felt.

Kontrollsikting:

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
Innveid mengde	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
>14.0 mm								
12.5-14.0 mm								
10.0-12.5 mm								
< 10.0 mm								
Totalt (m_1)								

Hvilke sikt er benyttet (sett kryss)	Ø200 mm		Ø300 mm		Annet	
Platesikt eller trådsikt (sett kryss)	Platesikt		Trådsikt		Kombinasjon	
Hvor hyppig kontrolleres sikteåpningene	Jevnlig		Sjelden		Aldri	
Kalibreres vekta?	Jevnlig		Sjelden		Aldri	
Kontrolleres siktemaskinen?	Jevnlig		Sjelden		Aldri	

Kommentar:



Ringanalyse – rapportskjema – micro-Deval (NS-EN 1097-1)

Laboratorium nr: Dato: Inventør: Tilsendt materiale: (Tillatt totalvekt $500 \pm 2\text{g}$)

NB! Veiing på vekt med en desimal.

Etter at materialet er kontrollsjektet, og vektene notert, utføres micro-Deval-testen etter NS-EN 1097-1. Selv om det skulle vise seg at noe materiale havner utenfor testfraksjonen (over-/understein) ved kontrollsjektingen, puttes hele materialmengden i apparaturen sammen med 2.5 liter vann og 5 kg stålkuler for tromling i 12000 omdreininger (2 timer). Når prøven er ferdig tromlet vaskes den på et 8 mm avlastningssikt med 1.6 mm under. Finstoff spyles vekk. Deretter skilles stålkulene fra prøven med en magnet. Slå sammen materialet fra sikt 8 mm og 1.6 mm og tørk det med en temperatur på $110 \pm 5^\circ\text{C}$ til det har oppnådd konstant masse. Materialet avkjøles og veies. Standarden nøyer seg med vekt avrundet til hele gram, men i ringanalysen ønskes vekt oppgitt med en desimal.

Veiing av tromlet materiale:

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
>1.6 mm (m)								

Utrekning av micro-Deval-koeffisienten: $M_{DE} = \frac{500 - m}{5}$

Micro-Deval-koeffisienten oppgis etter standarden med heltall, men i ringanalysen ønskes verdien med en desimal.

	Materialtype 1		Materialtype 2		Materialtype 3		Materialtype 4	
	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2	Parallell 1	Parallell 2
Enkeltresultater								
Micro-Deval (M_{DE})								

Kommentarer/ avvik el.l.:

Kontrolleres vekt av stålkuler før hver tromling? Sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Sjekkes kulediameter med kuletolk (≥ 9.5 mm)? Sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	



Ringanalyse – rapportskjema – Los Angeles (NS-EN 1097-2)

Laboratorium nr: 1

Dato: Inventør:

Innveid mengde: (tillatt vekt 5000 ± 5g)

	Materialtype 1	Materialtype 2	Materialtype 3	Materialtype 4
12.5-14.0 mm (g)	1750,4	1751,2	1750,2	1750,1
10.0-12.5 mm (g)	3250,2	3250,1	3250,7	3250,9
Totalt (m ₁) (g)	5000,6	5001,3	5000,9	5001,0

Prøvematerialet er vasket, tørket og siktet på forhånd. Det puttes i Los Angeles-trommelen sammen med 11 stålkuler for 500 omdreiningers tromling.

Etter tromling tømmes trommelen for alt materiale og stålkulene tas ut. Håndsikt det tørre materialet på et 1.6 mm-sikt. Materiale < 1.6 mm kastes. Steinmateriale større enn 1.6 mm vaskes for å fjerne finstøv. Det vaskede materialet tørkes ved 110 ± 5°C til konstant vekt og siktes maskinelt i 10 minutter. Bruk gjerne avlastningssikt, f.eks. 4 mm og 8 mm. Vei opp materiale > 1.6, og kast det som er mindre. **Bruk vekt med nøyaktighet 0.1 g i ringanalysen .**

	Materialtype 1	Materialtype 2	Materialtype 3	Materialtype 4
>1.6 mm (m)				

Utrekning av Los Angelesverdi: $LA = \frac{5000-m}{50}$

LA-verdi skal i ringanalysen oppgis med en desimal.

	Materialtype 1	Materialtype 2	Materialtype 3	Materialtype 4
LA-verdi				

Kommentarer/ avvik el.l.:

Vekt på stålkuler kontrollert? (mellom 400-445 g)- sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Totalvekt av kuler (mellom 4690-4860 g) – sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Sjekk av kulediameter? (mellom 45-49 mm) – sett kryss	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Mål av løfter i trommelen (tykkelse > 23 mm og lengde>86 mm)	Ja		Nei		Evt. når sist kontrollert	
Står maskinen på betong- eller steingolv?	Ja		Nei		Hvis nei – hvilket underlag	



Ringanalyse – rapportskjema – kornform (NS-EN 933-3)

Laboratorium nr:	1
------------------	---

Dato:	Inventør:
-------	-----------

Flisighetsindeks (FI):

Materialtype 1				
Fraksjon	Stavsikt	Masse på kvadratsikt (m_1)	Masse på stavsikt (m_2)	Flisighet (delfraksjon)
12.5-16 mm	8 mm	1550,7		
10-12.5 mm	6,3 mm	1050,4		
Totalt		M1 = 2601,1	M2=	
Flisighetsindeks (FI)				

Materialtype 2				
Fraksjon	Stavsikt	Masse på kvadratsikt (m_1)	Masse på stavsikt (m_2)	Flisighet (delfraksjon)
12.5-16 mm	8 mm	1550,7		
10-12.5 mm	6,3 mm	1050,5		
Totalt		M1 = 2601,2	M2=	
Flisighetsindeks (FI)				

Materialtype 3				
Fraksjon	Stavsikt	Masse på kvadratsikt (m_1)	Masse på stavsikt (m_2)	Flisighet (delfraksjon)
12.5-16 mm	8 mm	1551,7		
10-12.5 mm	6,3 mm	1050,4		
Totalt		M1 = 2602,1	M2=	
Flisighetsindeks (FI)				

Materialtype 4				
Fraksjon	Stavsikt	Masse på kvadratsikt (m_1)	Masse på stavsikt (m_2)	Flisighet (delfraksjon)
12.5-16 mm	8 mm	1550,1		
10-12.5 mm	6,3 mm	1050,3		
Totalt		M1 = 2600,4	M2=	
Flisighetsindeks (FI)				

I henhold til NS-EN 933-1 skal man ut på en testfraksjon med D_{maks} 16 mm benytte minimum 2,6 kg prøvemateriale til sikting. Også NS-EN 933-3 henviser prøvningsporsjonsmassen for flisighetsindeks til tabell 1 i NS-EN 933-1.

Prøvematerialet er vasket, tørket og siktet. Deretter er det blitt splittet ned i henhold til NS-EN 932-2 Metoder for deling av laboratorieprøver. Prøvene er siktet på kvadratsikt, og vektene er fylt inn i skjemaet. Vekta er oppgitt i gram.



Ringanalyse – rapportskjema – kornform (NS-EN 933-3)

Fraksjon 10-12.5 mm siktes med stavsikt med spalteåpning 6.3 mm, og fraksjonen 12.5-16 mm med stavsikt med spalteåpning 8 mm. Vektene noteres.

Ut fra de to delfraksjonene beregnes to flisighetsindekser etter formelen:

$$\frac{m_2}{m_1} \times 100$$

Til slutt beregnes flisighetsindeksen etter samme formel, men med summert vekt, M1 og M2:

$$\frac{M_2}{M_1} \times 100$$

Etter standarden skal verdien rapporteres som heltall, men i ringanalysen ønskes tallet oppgitt med en desimal i det gule feltet.

Er spalteavstanden for 8 mm og 6.3 mm stavsikt innenfor krav (± 0.2 mm)	
Hvor ofte kontrolleres åpningene på stavsiktene?	
På hvilken måte kontrolleres stavsiktene?	

Andre kommentarer eller avvik:



Statens vegvesen
Region midt
Ressursavdelingen
Fylkeshuset 6404 MOLDE
Tlf: (+47 915) 02030
firmapost-midt@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen