

NGU Rapport 2011.036

Kulemøllemetoden – Erfaringer fra ringanalyser  
for bedømmelse av kravspesifikasjoner til  
metoden.

Rapport nr.: 2011.036		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Kulemøllemetoden – Erfaringer fra ringanalyser for bedømmelse av kravspesifikasjoner til metoden.				
Forfatter: Eyolf Erichsen		Oppdragsgiver: NGU og Standard Norge		
Fylke:		Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 17	Pris: 60,-	
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 29. april 2011	Prosjektnr.: 3372.00	Ansvarlig: <i>Per. Richard Neeb</i>
Sammendrag:				
<p>Kulemøllemetoden er gjeldende europeisk testmetode for bedømmelse av tilslagsmaterialets egnethet mht. piggdekkslitasje. Kulemøllemetoden utføres med testing av to parallelle prøver fra det samme materialet. Det stilles krav til størrelsen på avviket mellom parallellene i forhold til gjennomsnittet for de to prøvene. I forbindelse med revisjon av metoden er det ønskelig å få vurdert om kravet til avviket er optimalt. Tidligere utførte ringanalyser for kulemøllemetoden er benyttet for å bedømme avviket mellom parallellene.</p> <p>Ringanalysene og erfaringer tilser at et krav på <math>\leq 7\%</math> avvik mellom parallellene føre til unødig testing av to ekstra prøver. Ved et avvik på 15% blir spredningen mellom parallellene stor, spesielt for materiale med høye mølleverdier. Et avvik på 10% ansees som optimalt.</p>				
Emneord: Kulemølle		Ringanalyse		

## INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. KULEMØLLEMETODEN.....	5
3. RINGANALYSER .....	6
3.1 Ringanalyse 1 (1993) .....	7
3.2 Ringanalyse 2 (2004) .....	8
3.3 Ringanalyse 3 (2006) .....	10
4. SAMLET VURDERING AV KRAVET TIL AVVIKET - KONKLUSJON .....	11
REFERANSER .....	13

**Vedlegg 1 - Kritiske verdier for Cochran's test ved ulike signifikans nivå.**

**Vedlegg 2 - Ringanalyse 1 (St.vegvesen, Intern rap.: 1983).**

**Vedlegg 3 - Ringanalyse 2 (St.vegvesen, Teknologirapport nr. 2386, 2005).**

**Vedlegg 4 - Ringanalyse 3 (NCC, 2004).**

## **1. INNLEDNING**

Kulemøllemetoden er gjeldende europeisk testmetode for bedømmelse av tilslagsmaterialets egnethet mht. piggdekkslitasje. Alle standardiserte testmetoder revideres jevnlig.

Kulemøllemetoden utføres med testing av to parallelle prøver fra det samme materialet. Det stilles krav til størrelsen på avviket mellom parallellene i forhold til gjennomsnittet for de to prøvene. I forbindelse med revisjon av metoden er det ønskelig å få vurdert om kravet til avviket er optimalt.

Tidligere utførte ringanalyser for kulemøllemetoden er benyttet for å bedømme avviket mellom parallellene.

Rapporten er utarbeidet for tilslagskomiteén, SN/K 005, som er underlagt Standard Norge. Komiteén fungerer som et nasjonalt faglig råd, med deltagelse både fra det offentlige og industrien, og utfører utredningsarbeid knyttet opp mot det europeiske standardiseringsarbeidet for byggeråstoffer (CEN/TC 154 – Aggregates).

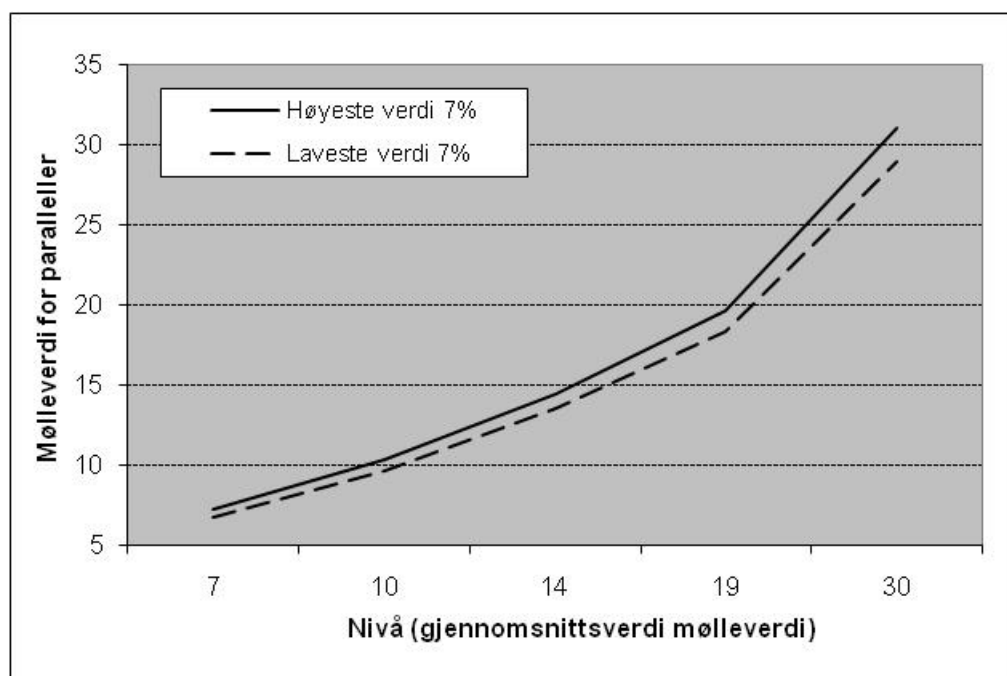
## 2. KULEMØLLEMETODEN

Metoden utføres i henhold til standard beskrivelse [1]. Det utføres to parallelle tester der kravet til avviket er som følger:

*Differansen mellom de to parallelle prøvene skal være mindre eller lik 7% av gjennomsnittet for prøvene.*

Hvis avviket er større enn 7% skal det utføres testing på ytterligere to nye prøver, dvs. totalt fire parallelle prøver må utføres.

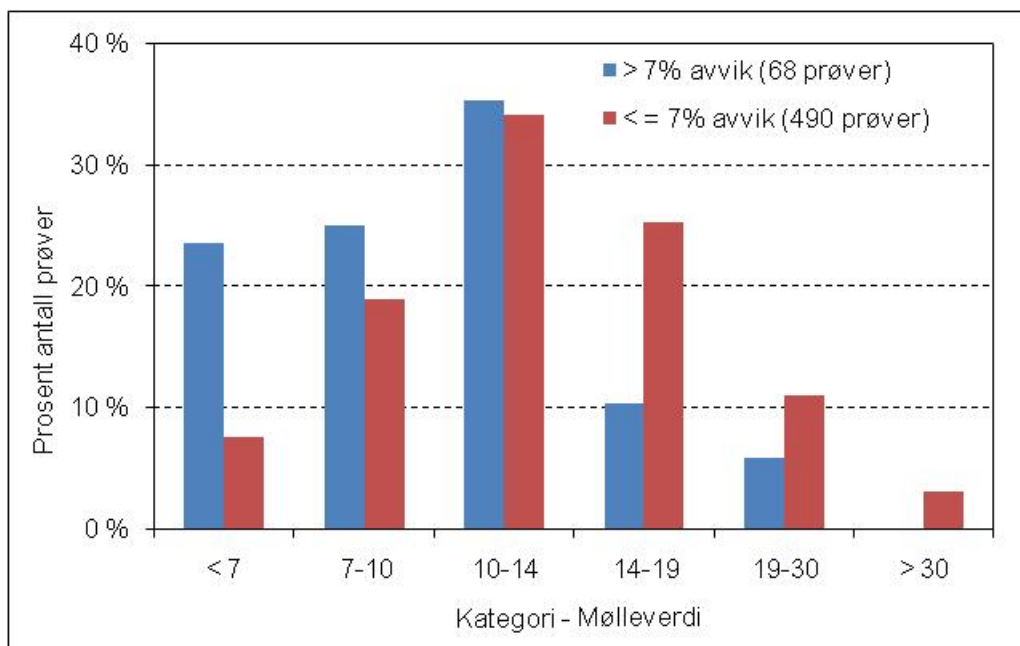
Slik som kravet er utformet vil nivået/tallverdien på mølleverdien ha betydning for hvor stor differansen mellom parallellene kan være for at kravet skal kunne innfris. Dette framkommer på figur 1, der lave mølleverdier krever liten spredning, mens høye mølleverdier godtar større spredning mellom parallellene.



**Figur 1. Godkjent differanse mellom to parallelle prøver ved et avvik på 7%.**

For 558 analyser fra NGUs Pukkdatabase er det framstilt (figur 2) hvordan prøver med henholdsvis  $>7\%$  og  $\leq 7\%$  avvik fordeler seg i forhold til kategoriinndelingen som benyttes for metoden. 68 prøver har avvik  $> 7\%$ . Disse prøvene viser en asymmetrisk fordeling med et tyngdepunkt mot lavere mølleverdier. Prøver med et avvik  $\leq 7\%$  (490 stk) viser en normalfordeling, men med samme "toppunkt" i tallområdet 10-14 for mølleverdien, som prøver med  $>7\%$  avvik. Det framkommer tydelig at prøver som ikke innfrir kravet på 7% opptrer mest for prøver med lave mølleverdier.

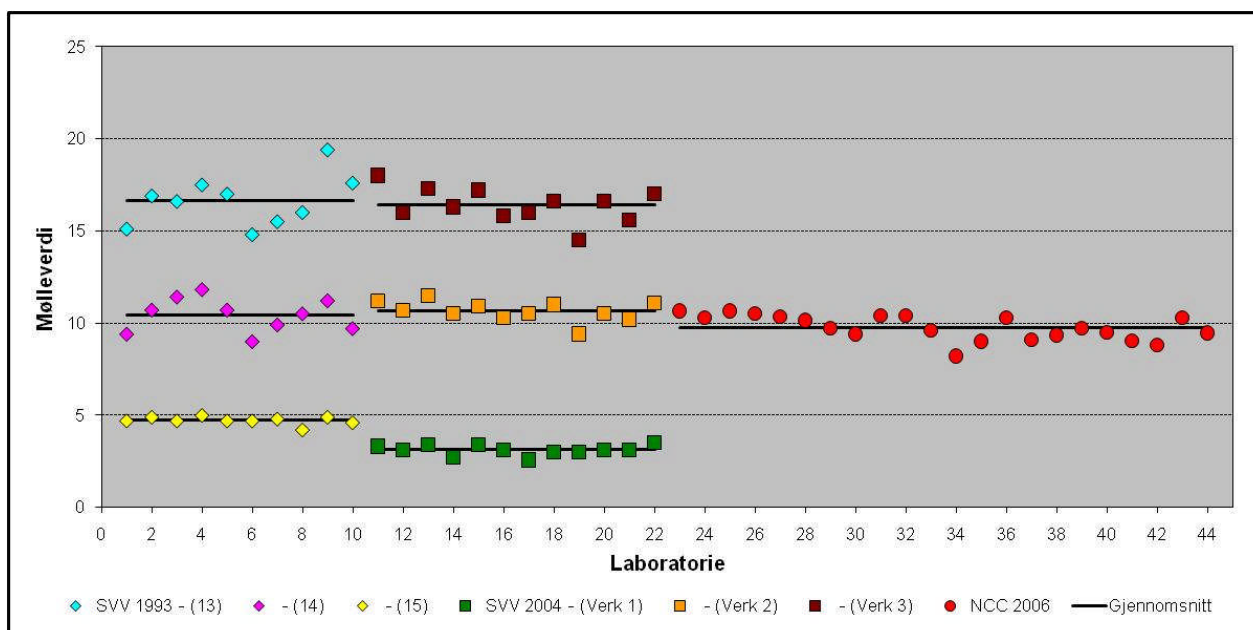
Spørsmålet er om et avvik på 7% er for strengt for metoden.



**Figur 2. Fordeling av prøver med forskjellig avvik mellom parallellene.**

### 3. RINGANALYSER

Det er i Norge, siden kulemøllemetoden ble innført som standard testmetode, utført 3 ringanalyser (figur 3).



**Figur 3. Sammenstilling av utførte ringanalyser for kulemøllemetoden.**

De tre ringanalysene er i underkapitler beskrevet hver for seg. Det er benyttet en standardisert statistisk metode for å vurdere nøyaktighet av resultatene i ringanalysene [2]. For å avklare om noen av laboratoriene har for store interne avvik mellom parallelle analyser utført på det samme materiale benyttes Cochran's test. Testen utføres ved å beregne kvadratet av høyeste standardavvik i prøveserien divideres med summen av kvadratet av alle standardavvikene i serien ( $C = s_{\max}^2 / \sum s^2$ ). Ut fra bestemte kritiske verdier, som varierer med antall laboratorier som inngår i ringanalysen og antall parallelle tester som er utført for hver prøveserie, kan det vurderes om enkeltanalyser kan identifiseres som "outlier" (uteligger) eller "straggler" (vagabonde):

- Kritisk verdi  $> 1\%$  - Forkastes ("Outlier")
- Kritisk verdi  $1-5\%$  - Tvilsom, men kan være akseptabel ("Straggler")
- Kritisk verdi  $\leq 5\%$  - Aksepteres som korrekt

De kritiske verdiene for Cochran's test er oppgitt i tabeller (vedlegg 1).

I tillegg er det benyttet Mandel's statistiske metode som er en grafisk teknikk for å vurdere konsistensen for analysene. Mandel's  $k$ -statistikk benyttes for å beskrive variasjonen internt innen hvert enkelt laboratorium, mens Mandel's  $h$ -statistikk kan benyttes for å bedømme analysenes konsistens mellom laboratoriene som inngår i en ringanalysen. Den sistnevnte er ikke behandlet nærmere i denne rapporten i og med at det er de interne variasjonene mht. krav til avvik mellom parallellene som er aktuelt å få vurdert. De grafiske plottene (figur 4-6) angir om enkelte laboratorier har et mønster som avviker fra de andre som inngår i ringanalysen. Høye verdier er indikert i plottene ved signifikans nivå  $1\%$  og  $5\%$ .

Resultatene etter Mandel's  $k$ -statistiske metode og Cochran's test er sammenholdt med kravet til et avvik på  $7\%$  mellom parallellene som per i dag er gjeldende for kule møllemetoden. For analyser med et avvik  $> 7\%$  er det i tillegg beregnet et kritisk nivå på avviket. Med kritisk nivå menes den prosentverdien ( $\phi\%$ ) som gjør at differansen mellom parallellene blir lik prosentavviket multiplisert med gjennomsnittet til parallellene (Kritisk nivå - differansen mellom parallellene =  $\phi\% * \text{gjennomsnittet av parallellene}$ ).

### 3.1 Ringanalyse 1 (1993)

Ringanalysen er utført i regi av Vegdirektoratet [3]. Det er benyttet tre prøveserier med ulike nivå for mølleverdiene (vedlegg 2). For prøve 1 ble det kun kjørt 1 parallell, slik at dataene ikke kan bedømmes mht. variabilitet internt mht. avvik. For prøve 2 og 3 er det iht. standarden benyttet 2 parallelle. 10 laboratorier deltok i ringanalysen. Laboratorium nr. 8 utførte testen feil for prøve 2 og 3 ved at det ble benyttet et prøvemateriale på  $1.000\text{g}$  og som ikke var kalibrert i forhold til densiteten (skulle ha vært  $1.056\text{g}$  for prøve 2 og  $1.023\text{g}$  for prøve 3).

Alle analyser med høy verdi iht. Mandel's  $k$ -statistiske metode har også resultert i et avvik som er  $> 7\%$  (figur 4). Etter Cochran's test er alle enkeltanalyser akseptert som korrekte selv for analyser som er blitt utført feil (tabell 1).

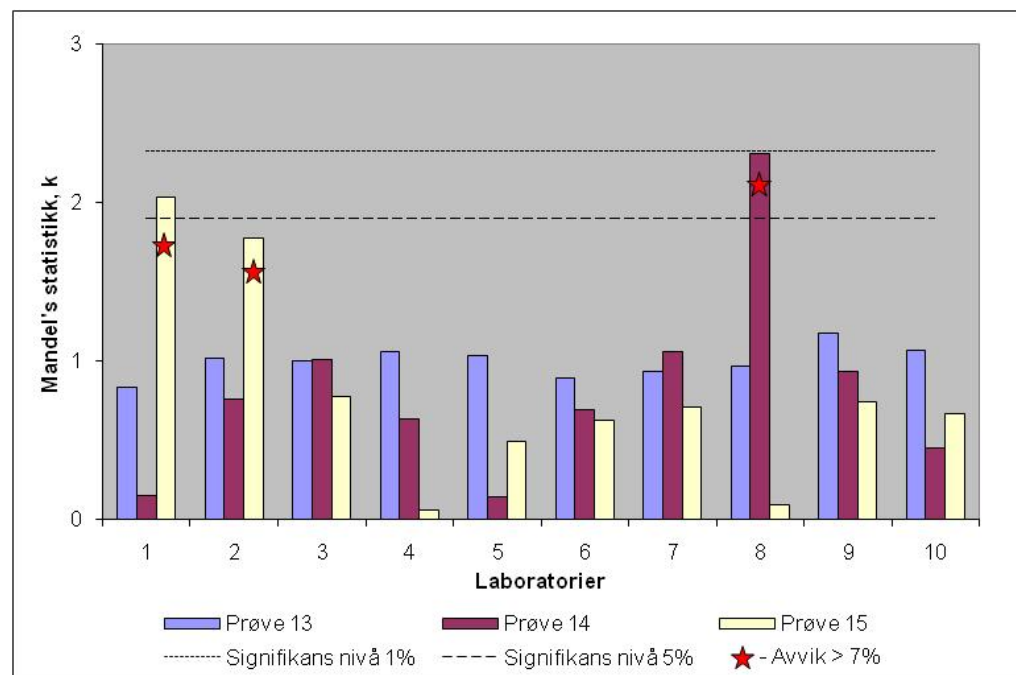
**Tabell 1.**

Prøveserie	Prøve 14	Prøve 15
Cochran's test (C)	0,532	0,414
Høyeste standardavvik ( $s_{max}$ )	1,00	0,53
Kritisk verdi 1%	0,718	
Kritisk verdi 5%	0,602	

For prøver med et avvik > 7% er det beregnet et kritisk nivå på avviket (tabell 2).

**Tabell 2.**

Prøve-serie	Lab.nr.	Kritisk nivå ( $\varrho$ %)
Prøve 14	8	13,5%
Prøve 15	1	16,0%
	2	13,5%

**Figur 4. Mandel's  $\kappa$ -statistiske metode for ringanalyse 1.**

### 3.2 Ringanalyse 2 (2004)

Ringanalysen er igjen utført av Vegdirektoratet [4] og det er på ny utført tre prøveserier med ulike nivå for mølleverdien (vedlegg 3). Det er utført 2 paralleller for alle analysene. 12 laboratorier deltok i ringanalysen.

To av de tre analysene med høy verdi iht. Mandel's  $\kappa$ -statistiske metode har et avvik som er > 7% (figur 5).



Etter Cochran's test er analysen fra prøveserie Verk 1 utført av laboratorium 2 klassifisert som "straggler" (tabell 3). De øvrige enkeltanalysene er akseptert som korrekte.

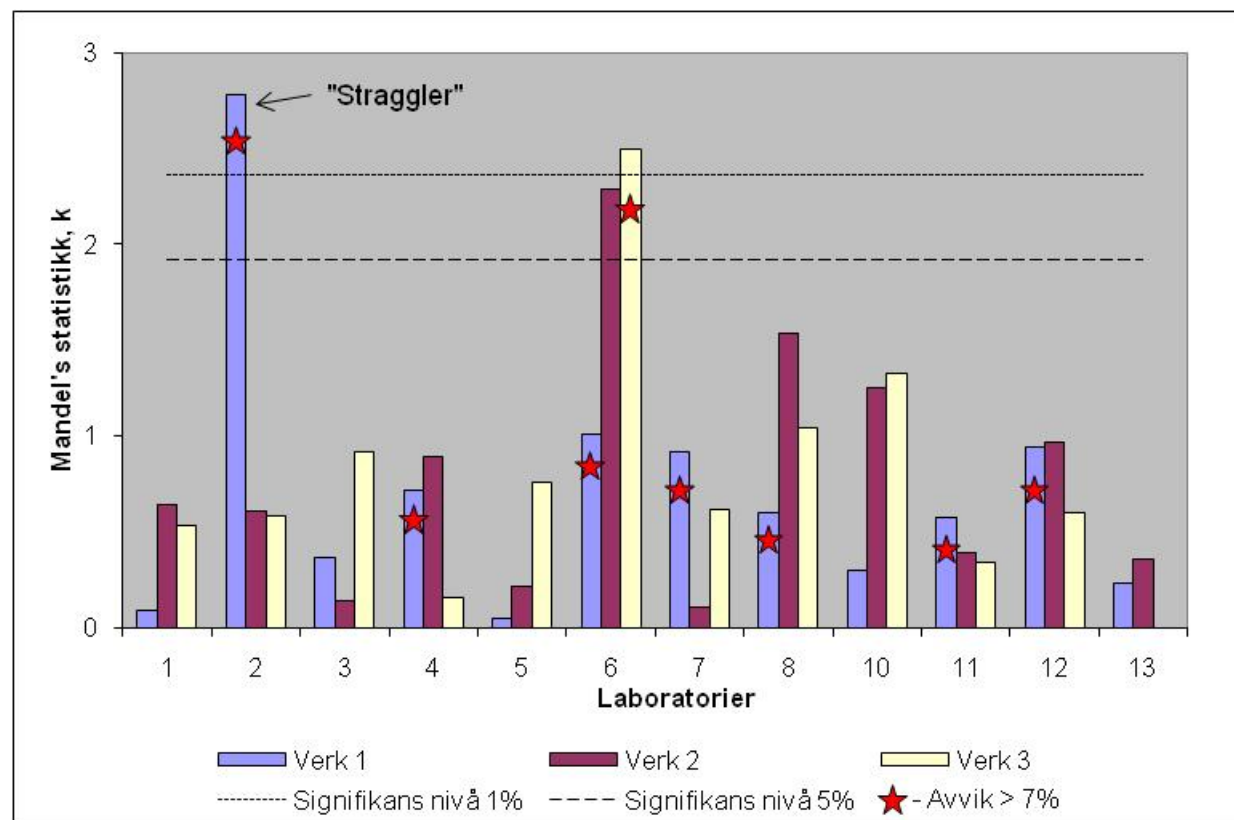
**Tabell 3.**

Prøveserie	Verk 1	Verk 2	Verk 3
Cochran's test ( $C$ )	0,646	0,436	0,519
Høyeste standardavvik ( $s_{\max}$ )	0,86	0,45	1,00
Kritisk verdi 1%	0,653		
Kritisk verdi 5%	0,541		

Kritisk nivå på avviket for prøver med et avvik > 7% er gitt i tabell 4.

**Tabell 4.**

Prøve- serie	Lab.nr.	Kritisk nivå (%)
Verk 1	2	39,4%
	4	11,5%
	6	13,9%
	7	15,4%
	8	8,6%
	11	8,0%
	12	13,0%
Verk 3	6	8,9%



**Figur 5. Mandel's  $\kappa$ -statistiske metode for ringanalyse 2.**

### 3.3 Ringanalyse 3 (2006)

Ringanalysen er utført av NCC Roads. Det er kun kjørt en prøveserie (vedlegg 4) og 22 laboratorier deltok i ringanalysen. Ett av laboratoriene (nr 2) hadde ikke innkjørt ribbene i trommelen, men to andre (nr. 12 og 20) kjørte trommelen i feil retning.

Alle analyser med høy verdi iht. Mandel's  $\kappa$ -statistiske metode har også resultert i et avvik som er  $> 7\%$  (figur 6). Kun laboratoriet med uslipte ribber gir avvik. Begge laboratoriene med feil retning på trommelkjøringen skiller seg ikke ut. Etter Cochran's test er alle enkeltanalyser akseptert som korrekte (tabell 5).

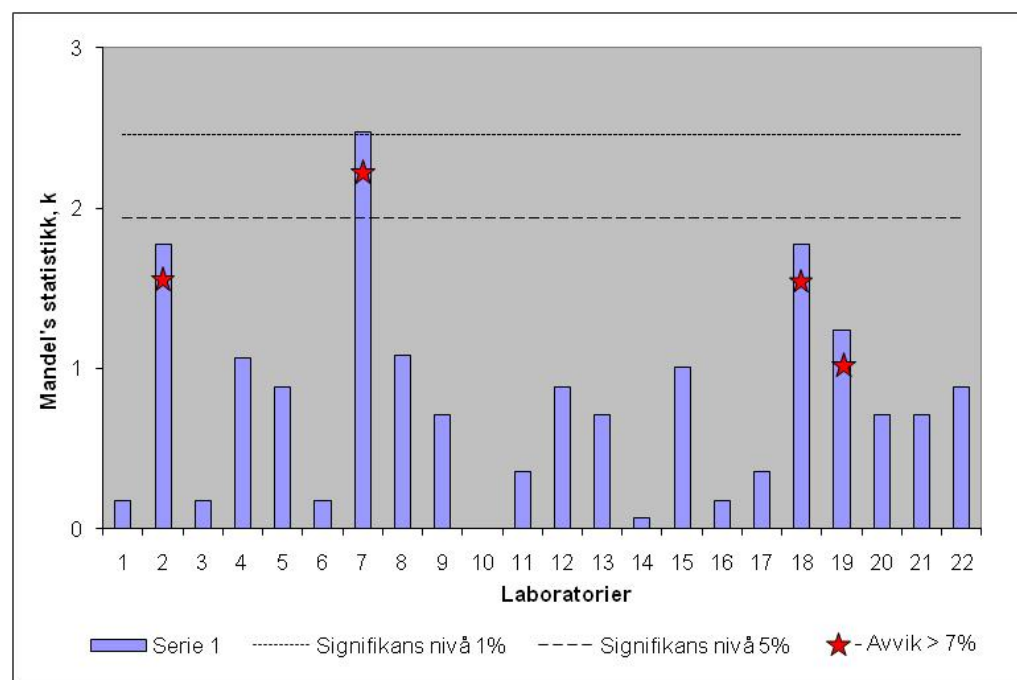
**Tabell 5.**

Prøveserie	Serie 1
Cochran's test ( $C$ )	0,279
Høyeste standardavvik ( $s_{\max}$ )	0,990
Kritisk verdi 1%	0,450
Kritisk verdi 5%	0,365

Kritisk nivå på avviket for prøver med et avvik  $> 7\%$  er gitt i tabell 6.

**Tabell 6.**

Prøve-serie	Lab.nr.	Kritisk nivå ( $\varphi\%$ )
Serie 1	2	9,7%
	7	14,4%
	18	10,5%
	19	7,7%



**Figur 6. Mandel's  $\kappa$ -statistiske metode for ringanalyse 3.**

#### 4. SAMLET VURDERING AV KRAVET TIL AVVIKET - KONKLUSJON

For de tre ringanalysene er de utførte analysene, med kun ett unntak, innenfor det som Cochran's test ansees som akseptabelt mht. variabilitet mellom parallelle prøver. 14 av disse analysene har et avvik  $> 7\%$ . Disse innfrir dermed ikke kravene for kulemøllemetoden.

Mandel's  $k_c$ -statistiske metode viser ikke noen samsvar med analyser med et avvik  $> 7\%$ . Spesielt framkommer dette for ringanalyse 2 (figur 5). Analyser med både høy og lav  $k_c$ -verdi har avvik  $> 7\%$ . Denne ringanalysen viser også at det er prøveserien med lavest mølleverdi (Verk 1) som har et stort antall med analyser med avvik  $> 7\%$ . Hele 7 av de totalt 12 laboratoriene som har deltatt, har et for stort avvik. Ringanalyse 1 og 3 (figur 4 og 6) viser bedre samsvar mellom analyser med både høy  $k_c$ -verdi og avvik  $> 7\%$ .

De 5 analyser som har blitt feil utført med en kjent årsak (Ringanalyse 1: Lab 8-prøve 14 og 15, Ringanalyse 3: Lab 2, 12 og 20) blir delvis tilkjennegitt både med Mandel's metode og kravet til det prosentvise avviket. Det at en analyse er blitt utført feil trenger ikke nødvendigvis å framkomme ved et stort avvik mellom de utførte paralleller.

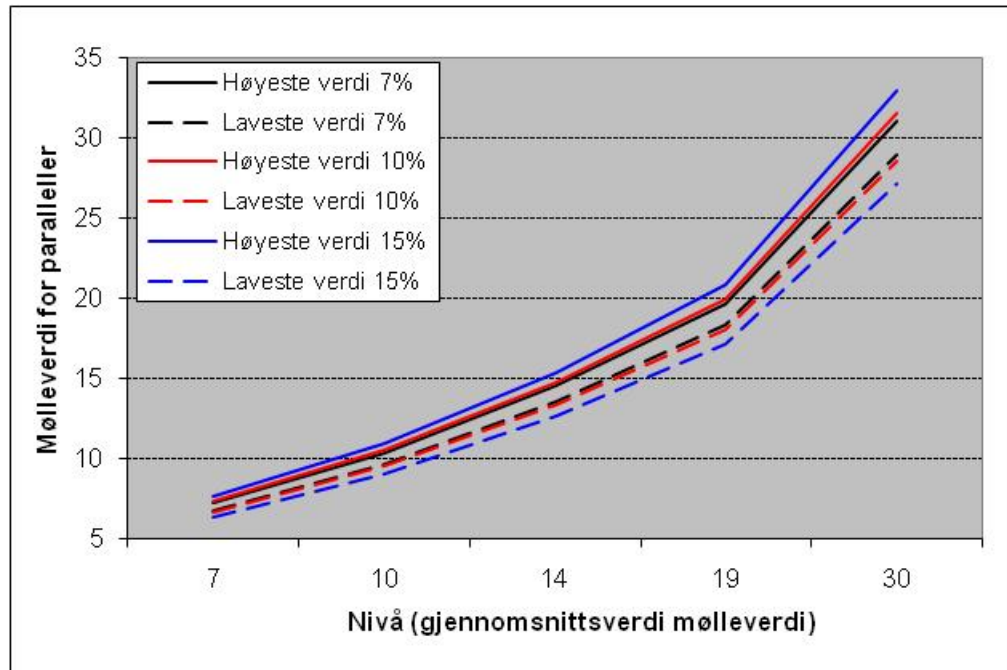
De 15 analysene med for stort avvik mellom parallellene i henhold til standarden for kulemøllemetoden, har et kritisk nivå som er sammenstilt i tabell 7.

**Tabell 7.**

Prøve-serie	Lab.nr.	Kritisk nivå (%)
Prøve 14	8	13,5%
Prøve 15	1	16,0%
	2	13,5%
Verk 1	2	39,4%
	4	11,5%
	6	13,9%
	7	15,4%
	8	8,6%
	11	8,0%
	12	13,0%
Verk 3	6	8,9%
Serie 1	2	9,7%
	7	14,4%
	18	10,5%
	19	7,7%

Legger man Cochran's test til grunn er kravet til avvik på 7% for lavt. Ut fra den statistiske metoden er det kun prøven, som er karakterisert som "straggler" og som har et avvik på hele 39,4%, som skal forkastes. Ser man bort fra denne analysen varierer det kritiske nivået fra 7,7% til 16,0%. Ved et kritisk nivå på 10% vil fortsatt 5 analyser ha for stort avvik. Ved 15% reduseres dette til 2 analyser.

Figur 7 er tilsvarende som figur 1, men i tillegg er det illustrert avvik på henholdsvis 10 og 15%. Spredningen blir stor ved et avvik på 15%, spesielt på for høye mølleverdier. Et nivå på 10% ansees som et optimalt. Ringanalysene og erfaringer (figur 2) tilser at et krav på  $\leq 7\%$  avvik mellom parallellene føre til unødig testing av to ekstra prøver.



**Figur 7. Differanse mellom paralleller ved et avvik på 7, 10 og 15%.**

## REFERANSER

- [1] NS-EN 1097-9: Prøvingsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag – Del 9: Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje. Nordisk metode. 1998.
- [2] ISO 5725-2: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of standard measurement method. 1994.
- [3] Intern rapport nr. 1983: Første norske ringanalyse med kulemølle 1993. Vegdirektoratet.
- [4] Teknologirapport nr. 2386: Ringanalyser CEN-metoder for tilslag, møllemetoden 2004. Vegdirektoratet.

**Vedlegg 1 – Kritiske verdier for Cochran's test ved ulike signifikans nivå.**

1% signifikans nivå									
<i>i</i>	Antall paralleller								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	.9999	.9950	.9794	.9586	.9373	.9172	.8988	.8823	.8674
3	.9933	.9423	.8831	.8335	.7933	.7606	.7335	.7107	.6912
4	.9676	.8643	.7814	.7212	.6761	.6410	.6129	.5897	.5702
5	.9279	.7885	.6957	.6329	.5875	.5531	.5259	.5037	.4854
6	.8828	.7218	.6258	.5635	.5195	.4866	.4608	.4401	.4229
7	.8376	.6644	.5685	.5080	.4659	.4347	.4105	.3911	.3751
8	.7945	.6152	.5209	.4627	.4226	.3932	.3704	.3522	.3373
9	.7544	.5727	.4810	.4251	.3870	.3592	.3378	.3207	.3067
10	.7175	.5358	.4469	.3934	.3572	.3308	.3106	.2945	.2813
12	.6528	.4751	.3919	.3428	.3099	.2861	.2680	.2535	.2419
15	.5747	.4069	.3317	.2882	.2593	.2386	.2228	.2104	.2002
20	.4799	.3297	.2654	.2288	.2048	.1877	.1748	.1646	.1567
24	.4247	.2871	.2295	.1970	.1759	.1608	.1495	.1406	.1338
30	.3632	.2412	.1913	.1635	.1454	.1327	.1232	.1157	.1100

5% signifikans nivå									
<i>i</i>	Antall paralleller								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	.9985	.9750	.9392	.9057	.8772	.8534	.8332	.8159	.8010
3	.9669	.8709	.7977	.7457	.7071	.6771	.6530	.6333	.6167
4	.9065	.7679	.6841	.6287	.5895	.5598	.5365	.5175	.5017
5	.8412	.6838	.5981	.5441	.5065	.4783	.4564	.4387	.4241
6	.7808	.6161	.5321	.4803	.4447	.4184	.3980	.3817	.3682
7	.7271	.5612	.4800	.4307	.3974	.3726	.3535	.3384	.3259
8	.6798	.5157	.4377	.3910	.3595	.3362	.3185	.3043	.2926
9	.6385	.4775	.4027	.3584	.3286	.3067	.2901	.2768	.2659
10	.6020	.4450	.3733	.3311	.3029	.2823	.2666	.2541	.2439
12	.5410	.3924	.3264	.2880	.2624	.2439	.2299	.2187	.2098
15	.4709	.3346	.2758	.2419	.2195	.2034	.1911	.1815	.1736
20	.3894	.2705	.2205	.1921	.1735	.1602	.1501	.1422	.1357
24	.3434	.2354	.1907	.1656	.1493	.1374	.1286	.1216	.1160
30	.2929	.1980	.1593	.1377	.1237	.1137	.1061	.1002	.0958

*i* – antall laboratorier

**Vedlegg 2 – Ringanalyse 1 (St.vegvesen, Intern rap.: 1983).**

<i>i</i>	Prøve 13		Prøve 14				Prøve 15				Prøve 14	Prøve 15
	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>s</i>	<i>diff</i>	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>s</i>	<i>diff</i>	<i>y</i> *7%	<i>y</i> *7%
1	13,8	13,83	9,81	9,86	0,07	0,09	5,06	4,69	0,53	0,75	0,69	0,33
			9,90				4,31					
2	16,9	16,87	10,98	10,75	0,33	0,46	5,20	4,87	0,46	0,66	0,75	0,34
			10,52				4,54					
3	16,6	16,57	11,73	11,42	0,44	0,62	4,59	4,74	0,20	0,29	0,80	0,33
			11,11				4,88					
4	17,5	17,54	11,60	11,79	0,28	0,39	5,02	5,03	0,01	0,02	0,83	0,35
			11,98				5,04					
5	17,0	17,03	10,70	10,66	0,06	0,09	4,83	4,74	0,13	0,18	0,75	0,33
			10,62				4,65					
6	14,7	14,75	8,83	9,04	0,30	0,42	4,62	4,73	0,16	0,23	0,63	0,33
			9,25				4,85					
7	15,5	15,48	9,62	9,94	0,46	0,65	4,67	4,80	0,18	0,26	0,70	0,34
			10,27				4,93					
8	16,0	15,96	11,25	10,54	1,00	1,42	4,19	4,21	0,02	0,03	0,74	0,29
			9,83				4,22					
9	19,4	19,40	11,44	11,15	0,41	0,57	4,74	4,88	0,19	0,27	0,78	0,34
			10,86				5,01					
10	17,6	17,59	9,88	9,75	0,20	0,28	4,52	4,65	0,17	0,25	0,68	0,33
			9,61				4,77					

*i* - Laboratorie nr.    *j* - Mølleverdi enkeltanalyse    *y* - Gj.snitt mølleverdi    *s* - Standardavvik

*diff* - Differans mellom paralleller

Avvik > 7%

**Vedlegg 3 - Ringanalyse 2 (St.vegvesen, Teknologirapport nr. 2386, 2005).**

<i>i</i>	Verk 1				Verk 2				Verk 3				Verk 1 <i>y</i> *7%	Verk 2 <i>y</i> *7%	Verk 3 <i>y</i> *7%
	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>s</i>	<i>diff</i>	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>s</i>	<i>diff</i>	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>s</i>	<i>diff</i>			
1	3,24	3,22	0,03	0,04	11,15	11,24	0,13	0,18	18,18	18,03	0,21	0,30	0,23	0,79	1,26
	3,20				11,33				17,88						
2	3,67	3,07	0,86	1,21	10,63	10,72	0,12	0,17	15,80	15,97	0,23	0,33	0,21	0,75	1,12
	2,46				10,80				16,13						
3	3,50	3,42	0,11	0,16	11,47	11,49	0,03	0,04	17,00	17,26	0,37	0,52	0,24	0,80	1,21
	3,34				11,51				17,52						
4	2,83	2,68	0,22	0,31	10,59	10,47	0,18	0,25	16,30	16,35	0,06	0,09	0,19	0,73	1,14
	2,52				10,34				16,39						
5	3,38	3,37	0,01	0,02	10,94	10,91	0,04	0,06	16,99	17,21	0,30	0,43	0,24	0,76	1,20
	3,36				10,88				17,42						
6	2,91	3,13	0,31	0,44	10,58	10,26	0,45	0,64	16,50	15,80	1,00	1,41	0,22	0,72	1,11
	3,35				9,94				15,09						
7	2,77	2,57	0,28	0,40	10,51	10,50	0,02	0,03	15,86	16,04	0,25	0,35	0,18	0,73	1,12
	2,37				10,48				16,21						
8	2,84	2,97	0,18	0,26	10,64	10,86	0,30	0,43	16,27	16,57	0,42	0,59	0,21	0,76	1,16
	3,10				11,07				16,86						
10	3,10	3,04	0,09	0,13	9,54	9,37	0,25	0,35	14,89	14,52	0,53	0,75	0,21	0,66	1,02
	2,97				9,19				14,14						
11	2,97	3,10	0,18	0,25	10,55	10,50	0,08	0,11	16,69	16,60	0,13	0,19	0,22	0,73	1,16
	3,22				10,44				16,50						
12	3,33	3,13	0,29	0,41	10,30	10,17	0,19	0,27	15,72	15,55	0,24	0,34	0,22	0,71	1,09
	2,92				10,03				15,38						
13	3,58	3,53	0,07	0,10	11,05	11,10	0,07	0,10	17,01	17,01	0,00	0,00	0,25	0,78	1,19
	3,48				11,15				17,01						

*i* - Laboratorie nr.    *j* - Mølleverdi enkeltanalyse    *y* - Gj.snitt mølleverdi    *s* - Standardavvik

*diff* - Differans mellom paralleller

Avvik > 7%



### Vedlegg 4 – Ringanalyse 3 (NCC, 2004).

<i>i</i>	Serie 1				Serie 1 <i>y</i> *7%
	<i>j</i>	<i>y</i>	<i>s</i>	<i>diff</i>	
1	10,6	10,7	0,071	0,10	0,75
	10,7				
2	9,8	10,3	0,707	1,00	0,72
	10,8				
3	10,6	10,7	0,071	0,10	0,75
	10,7				
4	10,8	10,5	0,424	0,60	0,74
	10,2				
5	10,1	10,4	0,354	0,50	0,72
	10,6				
6	10,1	10,2	0,071	0,10	0,71
	10,2				
7	9,0	9,7	0,990	1,40	0,68
	10,4				
8	9,1	9,4	0,431	0,61	0,66
	9,7				
9	10,6	10,4	0,283	0,40	0,73
	10,2				
10	10,4	10,4	0,000	0,00	0,73
	10,4				
11	9,5	9,6	0,141	0,20	0,67
	9,7				
12	7,9	8,2	0,354	0,50	0,57
	8,4				
13	9,2	9,0	0,283	0,40	0,63
	8,8				
14	10,3	10,3	0,028	0,04	0,72
	10,3				
15	9,4	9,1	0,403	0,57	0,64
	8,8				
16	9,4	9,4	0,071	0,10	0,65
	9,3				
17	9,8	9,7	0,141	0,20	0,68
	9,6				
18	9,0	9,5	0,707	1,00	0,67
	10,0				
19	8,7	9,1	0,495	0,70	0,63
	9,4				
20	9,0	8,8	0,283	0,40	0,62
	8,6				
21	10,1	10,3	0,283	0,40	0,72
	10,5				
22	9,7	9,5	0,354	0,50	0,66
	9,2				

*i* - Laboratorie nr.    *j* - Mølleverdi enkeltanalyse    *y* - Gj.snitt mølleverdi  
*s* - Standardavvik    *diff* - Differans mellom paralleller  
 Avvik > 7%