

VTI notat 34-2004

Ringanalys 2003

Analys av bindemedel

Författare	Leif Viman
FoU-enhet	Väg- och banteknik
Projektnummer	60122
Projektnamn	Ringanalyser
Uppdragsgivare	FAS Metodgrupp

Förord

Ringanalysen har utförts av VTI på uppdrag av FAS Metodgrupp. Det finns krav både från Vägverket och SWEDAC att laboratorier som provar åt Vägverket eller som är ackrediterade deltar i dessa ringanalyser.

Projektet bekostas av de deltagande laboratorierna.

Resultaten behandlas konfidentiellt genom att laboratorierna kodas.

Linköping maj 2004

Leif Viman
Projektledare

Innehållsförteckning		Sid
Sammanfattning		5
1	Utvärderingsmetodik	7
2	Resultat av ringanalysen	7
2.1	Penetration	9
2.2	Mjukpunkt	10
2.3	Kinematisk viskositet	11
2.4	Dynamisk viskositet	12
2.5	Omprov	13
3	Referenser	13
Bilaga 1: Deltagande laboratorier		
Bilaga 2: Tabeller över laboratoriernas enskilda resultat		
Bilaga 3: Statistiska beräkningar		

Sammanfattning

Ringanalyser har utförts på följande bitumenanalyser under år 2003:

- SS-EN 1426, penetration
- SS-EN 1427, mjukpunkt
- SS-EN 12595, kinematisk viskositet
- SS-EN 12596, dynamisk viskositet

Proverna, bestod av två olika bitumen (70/100 och 160/220) som analyserades med avseende på ovanstående parametrar av ca 20 laboratorier som deltog i ringanalysen. Endast några av dessa har dock utfört viskositetsbestämningar.

Resultaten redovisas, efter strykning av extremvärden, i form av repeter- och reproducerbarhet. I rapporten redovisas även andra statistiska mått.

	Penetration, 25°C (0,1 mm) SS-EN 1426		Mjukpunkt (°C) SS-EN 1426		Kinematisk viskositet, 135°C (mm ² /s) SS-EN 12595		Dynamisk viskositet (Pa*s) SS-EN 12596	
	70/100	160/220	70/100	160/220	70/100	160/220	70/100	160/220
medel	81	183	46,1	38,3	364	212	161	53
r	3	5	1	1	15	10	5	2
R	9	16	3	3	33	12	78	27
r-%	4	3	2	2	4	5	3	5
R-%	11	9	6	7	9	6	49	51

Resultaten visar att laboratorierna väl hanterar dessa metoder med något enstaka undantag. (Dessa laboratorier har dock erhållit omprov.) På resultaten från alla dessa analyser framgår det tydligt att de avvikelser som finns är av karaktären systematiska avvikelser. Orsaken kan t.ex. bero på skillnader vid temperering, skillnader i utrustning eller konsekventa avvikelser vid utförandet av analyserna.

Systematiska avvikelser är oftast lättare att avhjälpa än slumpmässiga avvikelser.

De deltagande laboratorierna uppmanas att se över resultaten och fundera på vilka avvikelser som kan vara aktuella för det egna laboratoriet.

1 Utvärderingsmetodik

Planering och utförande av ringanalyserna följer i stort ISO och ILAC:s dokument (Ref. 1 och 2) och den statistiska utvärderingen den internationella standarden ISO 5725-2. Denna standard innebär att det först görs en bedömning av resultaten med hjälp av Mandel's indikatorer för att avgöra vilken typ av avvikelser som eventuellt förekommer. Sedan kontrolleras om det finns några extremvärden enligt Cochran och Grubb's test för att avgöra om något värde skall förkastas. Slutligen görs beräkning av repeter(r)- och reproducerbarhet(R). Extremvärden delas upp i s.k. stragglers och outliers beroende på hur stora avvikelserna är. I princip tas stragglers med vid beräkning av r och R medan outliers förkastas. Man bör dock inte förlita sig helt på dessa statistiska mått utan även göra en teknisk bedömning av resultaten där hänsyn tas till kunskap om metoden i fråga. En komplett redovisning av dessa statistiska data erhålls i bilaga 3.

Laboratorier som uppvisat stor avvikelse, normalt >2 ggr standardavvikelsen, har erhållit nya prov, s.k. omprov. Bedömning görs sedan ifrån fall till fall vilka resultat som används vid den statistiska beräkningen. (Eftersom enskilda provburkar kan ha avvikande sammansättning ges denna möjlighet till omprov).

2 Resultat av ringanalysen

Proverna bestod av två olika penetrationsbitumen från Nynäs. Neddelning av bituminet och utskick av proverna till laboratorierna samt sammanställning av resultat och statistiska beräkningar har utförts av VTI.

De analysmetoder och antal laboratorier som ingick i ringanalysen redovisas i tabellen nedan. Varje laboratorium har erhållit två olika bindemedel (70/100 och 160/220) för att analysera bindemedelsegenskaper enligt gällande EN standarder. Totalt har 20 laboratorier deltagit i ringanalysen. Endast några av dessa har dock utfört viskositetsbestämningar.

Tabell 1 Antal laboratorier per analysmetod.

Analysmetoder	Antal deltagande laboratorier
SS-EN 1426, penetration	20
SS-EN 1427, mjukpunkt	20
SS-EN 12595, kinematisk viskositet	7
SS-EN 12596, dynamisk viskositet	3

Resultaten av ringanalysen redovisas i Tabell 2 och Figur 1–8. I varje figur redovisas enskilda värden från varje laboratorium samt medelvärdet för samtliga laboratorier. Standardavvikelser (1 och 2 ggr std.avv.) har markerats med röda linjer i figurerna. Deltagande laboratorier, enskilda resultat och övriga statistiska beräkningar redovisas i bilagor.

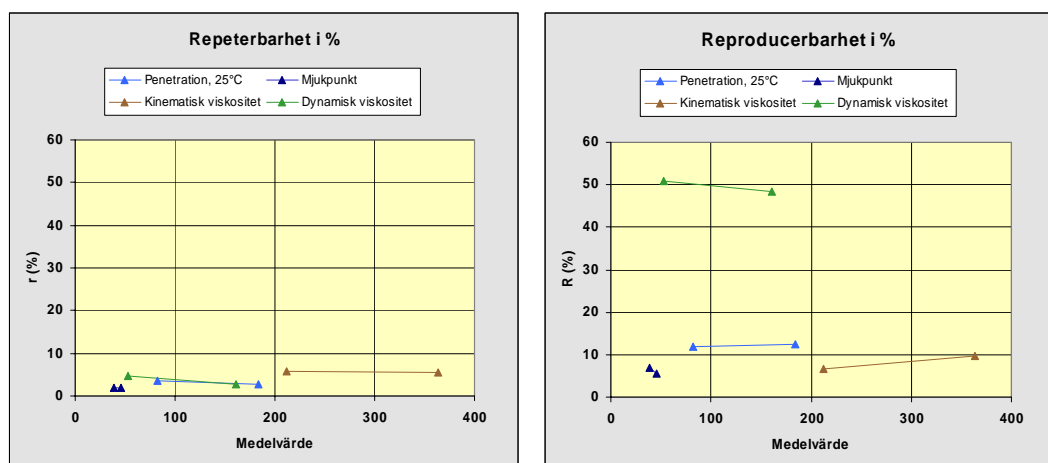
I Tabell 3 redovisas de värden på repeterbarhet och reproducerbarhet som finns angivna i respektive EN standard. En jämförelse mellan tabell 2 och 3 visar att vi i denna ringanalys generellt uppvisar ungefär samma värden på spridningen inom laboratoriet (r) men större spridning mellan laboratorierna (R) än de som angivits i EN standarderna.

Av de s.k. Youedenplotdiagrammen i slutet på bilaga 3 framgår det att det inte är slumpmässiga skillnader utan systematiska skillnader mellan olika laboratoriers

resultat. Orsaken kan bero på skillnader vid temperering, skillnader i utrustning eller konsekventa avvikelser vid utförandet av analyserna.

Tabell 2 Resultat av ringanalysen. Repeter- och reproducerbarhet.

	Penetration, 25°C (0,1 mm) SS-EN 1426		Mjukpunkt (°C) SS-EN 1426		Kinematisk viskositet, 135°C (mm ² /s) SS-EN 12595		Dynamisk viskositet (Pa*s) SS-EN 12596	
	70/100	160/220	70/100	160/220	70/100	160/220	70/100	160/220
medel	81	183	46,1	38,3	364	212	161	53
r	3	5	1	1	15	10	5	2
R	9	16	3	3	33	12	78	27
r-%	4	3	2	2	4	5	3	5
R-%	11	9	6	7	9	6	49	51



Figur 1 Repeter- och reproducerbarhet för bitumen 70/100 och 160/220.

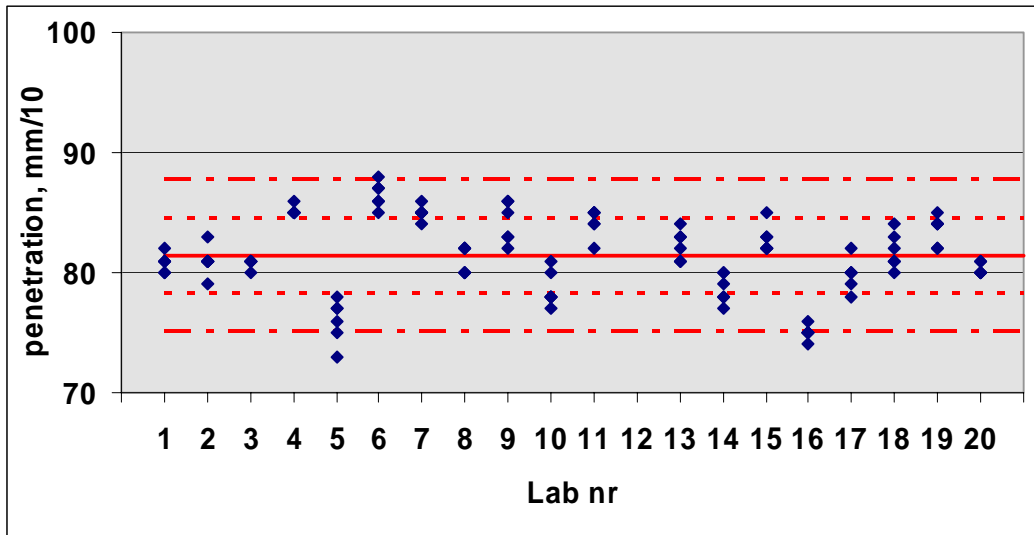
Tabell 3 Repeter- och reproducerbarhetsvärden angivna i respektive EN metod.

	Penetration SS-EN 1426	Mjukpunkt SS-EN 1426	Kinematisk viskositet SS-EN 12595	Dynamisk viskositet SS-EN 12596
Medel	>50	–	<600	–
r	2	1	–	–
R	3	2	–	–
r-%	4	–	4	6
R-%	6	–	6	10

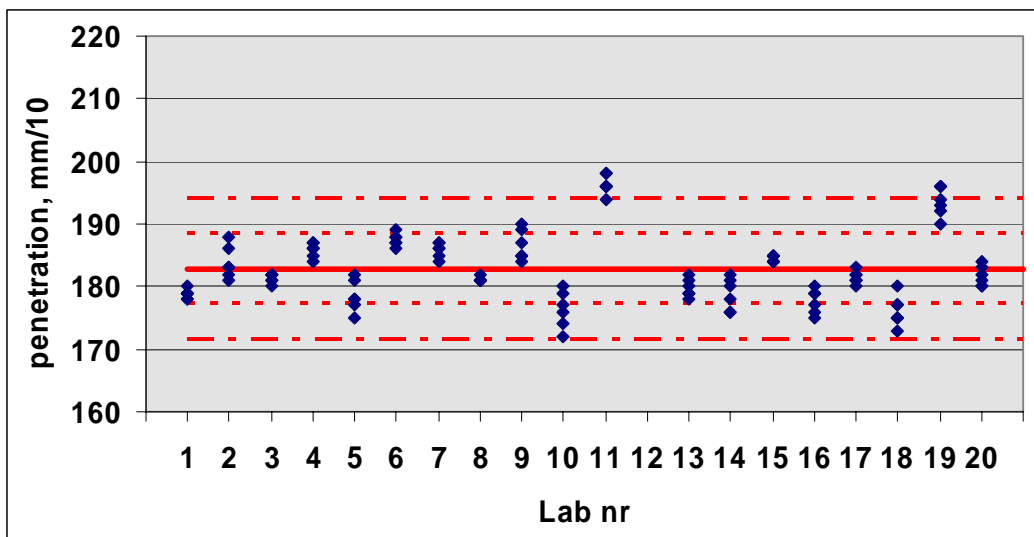
2.1 Penetration

Resultaten visar god överensstämmelse mellan olika laboratorier med en spridning på ca 3 % inom laboratorierna (r) och 12 % mellan laboratorierna (R) för båda bitumenkvaliteterna.

Endast några resultat avviker mer än 2 standardavvikelser. Lab. nr 2 avvek mer, men här redovisas omprovet som är godkänt. Orsak till avvikelserna är inte klarlagd.



Figur 2 Penetration för bitumen 70/100.

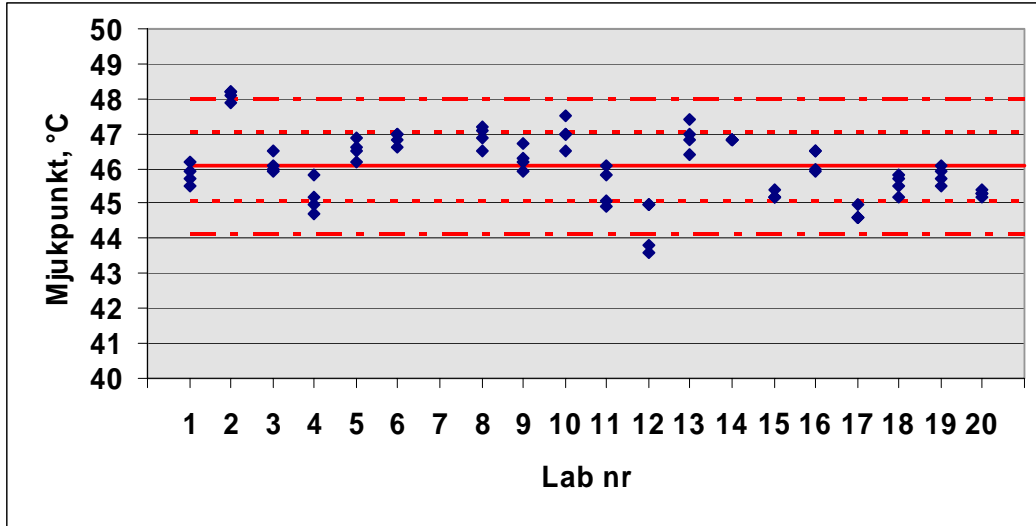


Figur 3 Penetration för bitumen 160/220.

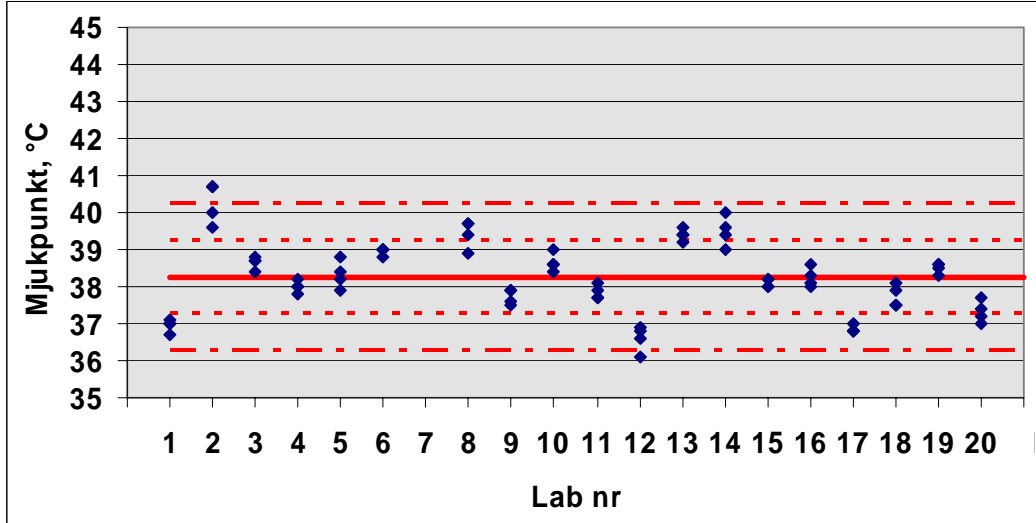
2.2 Mjukpunkt

Resultaten visar god överensstämmelse mellan olika laboratorier med en spridning på ca 2 % inom laboratorierna (r) och 6 % mellan laboratorierna (R) för båda bitumenkvaliteterna.

Endast något resultat avviker med mer än 2 standardavvikelser. Lab. nr 2 och 5 erhöill omprov som redovisas här.



Figur 4 Mjukpunkt på bitumen 70/100.

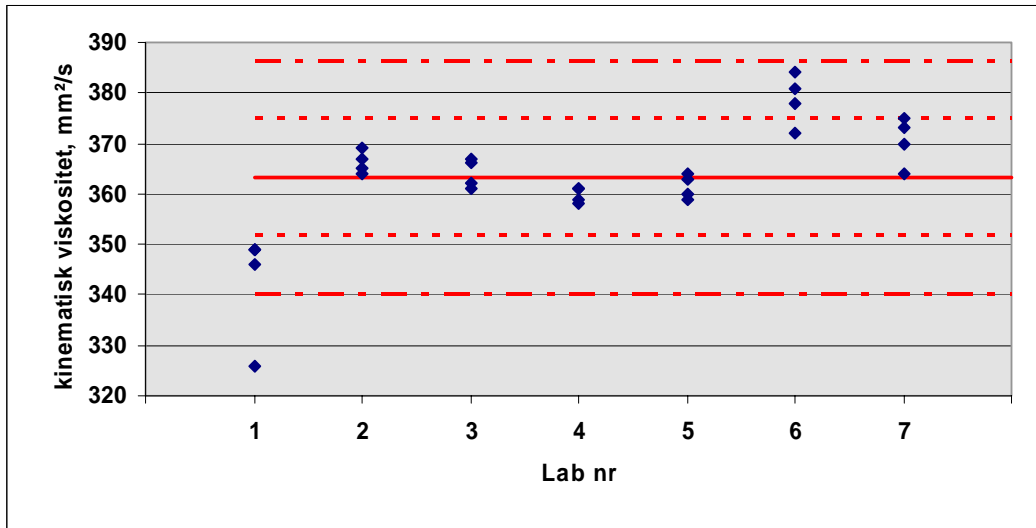


Figur 5 Mjukpunkt på bitumen 160/220.

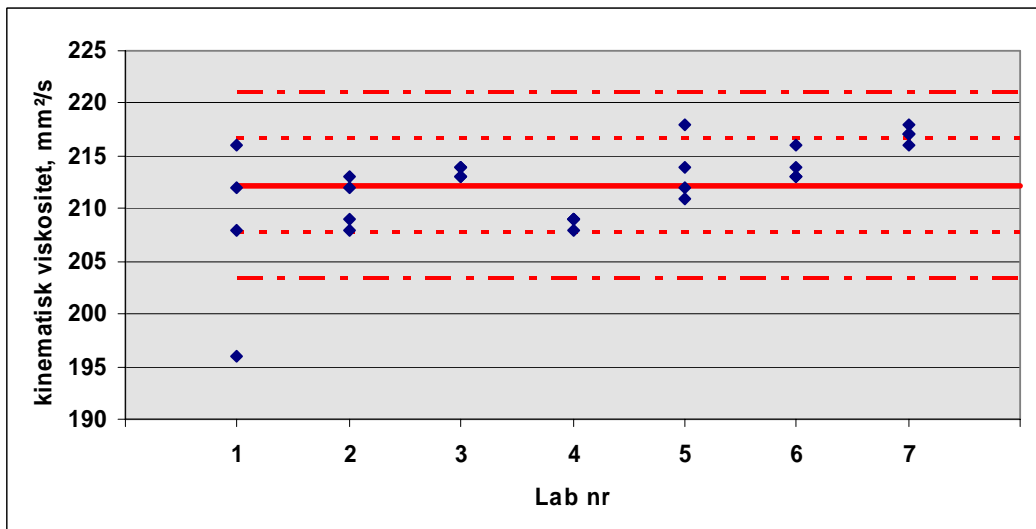
2.3 Kinematisk viskositet

Resultaten visar god överensstämmelse mellan olika laboratorier med en spridning på ca 4,5 % inom laboratorierna (r) och ca 6 respektive 9 % mellan laboratorierna (R). (Något större spridning för den hårdare bitumenkvaliteten.)

Endast 7 laboratorier deltog i bestämning av kinematisk viskositet och ett av dessa avviker med mer än 2 standardavvikelser. Avvikelsen gäller dock för båda bitumenkvaliteterna varför avvikelsen troligen kan hänföras till en systematisk avvikelse på laboratoriet och inte till avvikelse på det utskickade provet.



Figur 6 Kinematisk viskositet på bitumen 70/100.

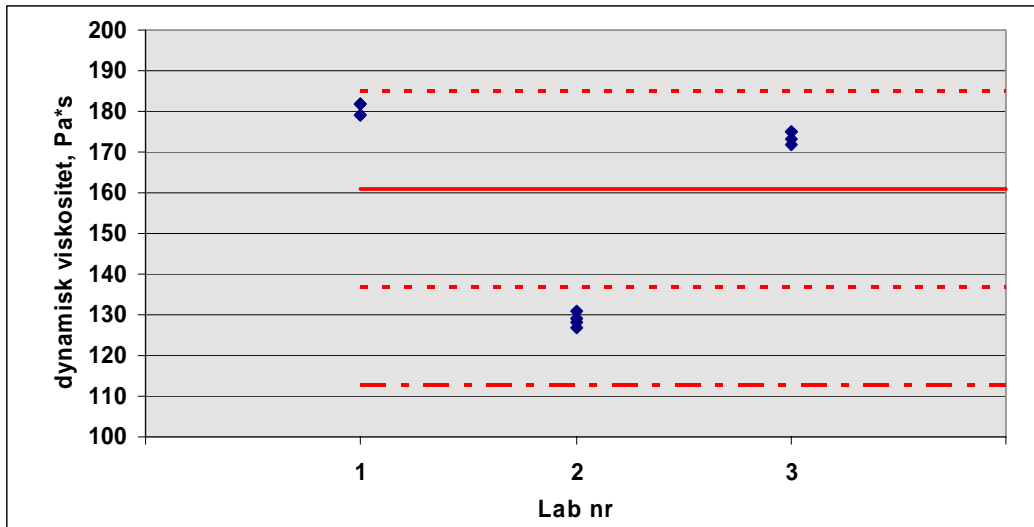


Figur 7 Kinematisk viskositet på bitumen 160/220.

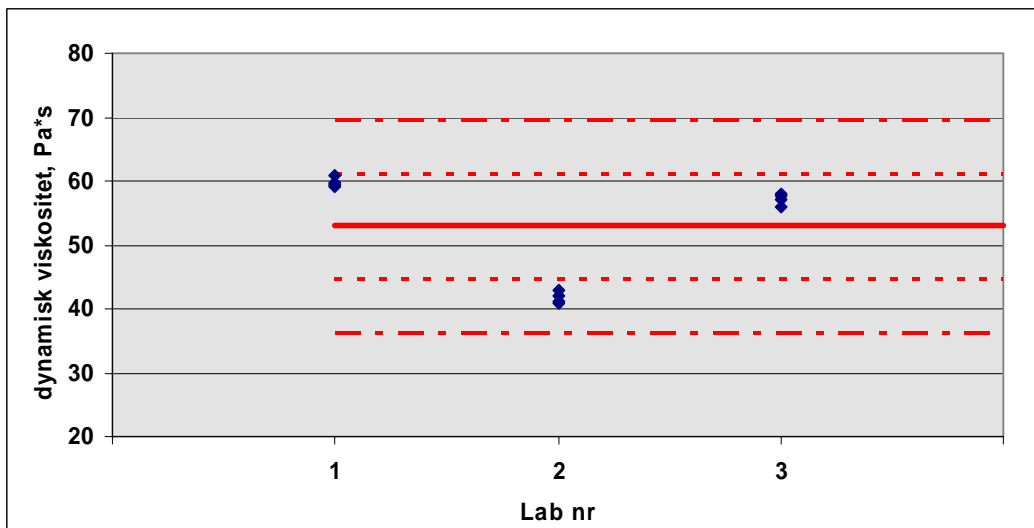
2.4 Dynamisk viskositet

Endast 3 laboratorier deltog i ringanalysen för bestämning av dynamisk viskositet varför ingen djupare statistisk analys är meningsfull att göra. Man kan dock konstatera att det är ganska liten spridning inom laboratorierna men en stor spridning mellan laboratorierna.

Lab. nr 2 tycks ha ett avvikande resultat på båda bitumenkvaliteterna.



Figur 8 Dynamisk viskositet på bitumen 70/100.



Figur 9 Dynamisk viskositet på bitumen 160/220.

2.5 Omprov

Laboratorier som har haft avvikelser större än 2 standardavvikelser har erhållit omprov. Dessa är Lab. nr 2 och Lab. nr 5. Lab. nr 2 har omprov på både penetration, mjukpunkt och dynamisk viskositet. Resultat har givit godkända värden på penetration men fortfarande avviker resultaten på mjukpunkt. Resultat från dynamisk viskositet har ej inkommit ännu. Lab. nr 5 hade omprov på mjukpunkt och kinematisk viskositet. Avvikelsen på mjukpunkt berodde troligen på avsaknad av utrustning för automatisk omrörning (vilket EN standarden kräver) och avvikelsen på viskositet berodde på ett formelfel i ett excelark. I denna rapport har de godkända resultaten från omproven tagits med i beräkningarna.

3 Referenser

1. **ISO Guide 43**, Proficiency testing by interlaboratory comparisons, Second edition, 1997.
2. **ILAC G-13:2000**, Guidelines for the Requirements for the Competence of Proficiency testing Schemes.
3. **Dixon, W.J. and Massey, F.J.** Introduction to statistical analysis. McGraw-Hill, N.Y. 2d ed. 1957.
4. **ISO 5725-1** Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results- Part 1: General principles and definitions.
5. **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.
6. **ISO 5725-6** Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results- Part 6: Use in practice of accuracy values.

Deltagande laboratorier

Företag	Ort
Asfalt och Stenkontroll AB	VÄSTRA FRÖLUNDA
Asfalt och Stenkontroll AB	HOK
Kvalitets Asfalt AB	KUMLA
NCC Roads AB	SÖDRA SANDBY
NCC Roads AB	KIL
NCC Roads AB	HISINGS KÄRRA
NCC Roads AB	VÄSTERÅS
NCC Roads AB	KVIBILLE
NCC Roads AB	SUNDSVALL
Nynäs AB, Bittek	NYNÄSHAMN
Peab Asfalt AB	STOCKHOLM
Peab Asfalt AB	MARKARYD
Skanska Sverige AB	GUNNILSE
Skanska Sverige AB	LOMMA
VTI	
Väglaboratoriet i Norr AB	BODEN
Vägverket Konsult	ÄLANDSBRO
Vägverket Produktion	JÖNKÖPING
Vägverket Produktion	UMEÅ
Vägverket Produktion	ÖREBRO

Tabeller med laboratoriernas enskilda resultat

Inom parentes anges resultat från omprov. Det är dessa resultat som har använts vid den statistiska beräkningen.

Tabell över enskilda resultat.

Lab Nr	Penetration		Mjukpunkt		Kinematisk viskositet		Dynamisk viskositet	
	70/100	160/220	70/100	160/220	70/100	160/220	70/100	160/220
1	80	178	45,5	37,0	349	208	179	61
1	80	179	45,7	36,7	346	196	179	60
1	81	179	45,9	37,1	326	212	182	59
1	82	179	46,2	37,0	349	216	182	59
1	81	178						
1	81	180						
2	89(79)	211(182)	47,9(47,9)	40,1(40,7)	367	208	129	43
2	88(81)	212(181)	48,0(48,1)	39,5(40,7)	364	213	127	42
2	87(81)	210(186)	47,8(48,2)	39,9(40,0)	369	209	131	41
2	87(81)	210(188)	47,8(48,2)	39,7(39,6)	365	212	128	41
2	88(83)	215(183)						
2	87(81)	210(183)						
3	81	181	46,5	38,7	367	213	175	58
3	81	182	46,1	38,4	366	214	173	56
3	80	180	45,9	38,8	362	214	172	57
3	81	181	46,0	38,7	361	213	175	58
3	81	182						
3	81	182						
4	85	184	45,2	38,2	361	209		
4	85	186	45,8	38,0	358	208		
4	85	187	44,7	37,8	361	209		
4	85	185	45,0	38,0	359	209		
4	86	186						
4	85	187						
5	76	178	47,8(46,6)	39,9(38,2)	839(364)	373(218)		
5	73	181	47,0(46,9)	40,7(38,8)	841(363)	371(212)		
5	77	182	47,2(46,2)	40,4(37,9)	813(359)	383(214)		
5	77	177	47,2(46,5)	41,0(38,4)	833(360)	386(211)		
5	78	178						
5	75	175						
6	85	186	47,0	39,0	372	216		
6	87	187	47,0	39,0	381	213		
6	86	189	46,6	38,8	384	213		
6	88	188	46,8	39,0	378	214		
6	86	187						
6	87	188						
7	85	186	47,1	38,9	370	217		
7	84	185	46,9	39,7	364	217		
7	86	186	47,2	39,7	375	218		
7	85	187	46,5	39,4	373	216		
7	85	187						
7	85	184						

Bilaga 2
Sid 2 (3)

8	80	181	45,9	37,5
8	80	181	46,2	37,6
8	80	181	46,7	37,9
8	82	181	46,3	37,9
8	82	182		
8	82	181		
9	86	187	46,5	38,6
9	85	190	47,0	39,0
9	86	189	47,0	38,4
9	83	185	47,5	38,6
9	82	184		
9	83	185		
10	78	172	46,0	38,0
10	81	176	46,0	38,0
10	80	174	46,0	38,0
10	78	180	46,0	38,0
10	77	177		
10	78	179		
11	85	196	45,0	36,8
11	84	194	45,0	36,6
11	85	196	43,6	36,1
11	82	198	43,8	36,9
11	85	196		
11	84	198		
12	84	181	46,4	39,6
12	83	179	46,8	39,4
12	83	178	47,0	39,4
12	82	182	47,4	39,2
12	81	180		
12	81	179		
13	78	181	46,8	39,6
13	80	178	46,8	40,0
13	78	180	46,8	39,0
13	80	182	46,8	39,4
13	77	176		
13	79	176		
14	83	185	45,2	38,0
14	85	185	45,4	38,0
14	82	185	45,2	38,2
14	83	184	45,2	38,2
14	82	184		
14	82	184		
15	76	179	46,5	38,6
15	75	180	46,5	38,3
15	75	179	45,9	38,0
15	74	177	46,0	38,1
15	75	175		
15	75	176		

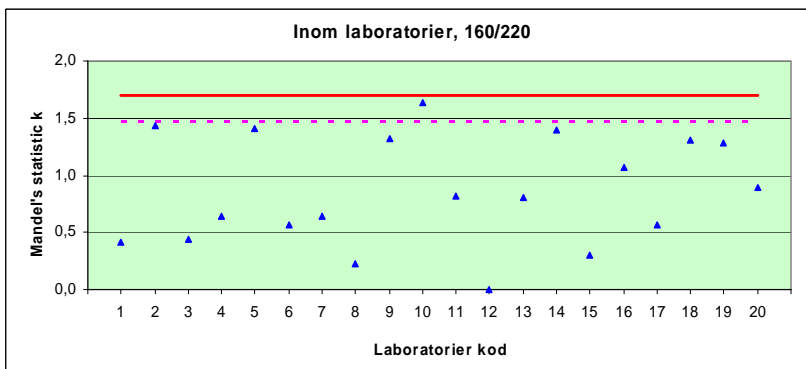
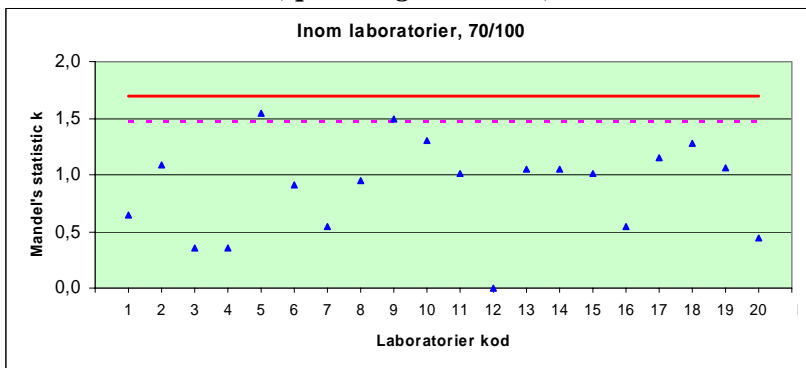
Bilaga 2
Sid 3 (3)

16	80	182	44,6	36,8				
16	79	181	45,0	37,0				
16	82	180	44,6	36,8				
16	80	181	44,6	36,8				
16	80	182						
16	78	183						
17	81	180	45,8	37,5				
17	83	177	45,2	38,1				
17	81	175	45,5	37,9				
17	84	175	45,7	37,5				
17	80	177						
17	82	173						
18	82	196	45,7	38,5				
18	82	196	46,1	38,6				
18	84	194	45,5	38,3				
18	84	192	45,9	38,6				
18	84	190						
18	85	193						
19	80	184	45,3	37,0				
19	81	183	45,4	37,2				
19	80	180	45,2	37,4				
19	80	181	45,3	37,7				
19	80	180						
19	81	182						
antal	19	19	19	19	7	7	3	3
mdv	81	183	46,1	38,3	363	212	161	53
stdav	3	6	0,9	1,0	12	4	24	8
max	88	198	48,2	40,7	384	218	182	61
min	73	172	43,6	36,1	326	196	127	41

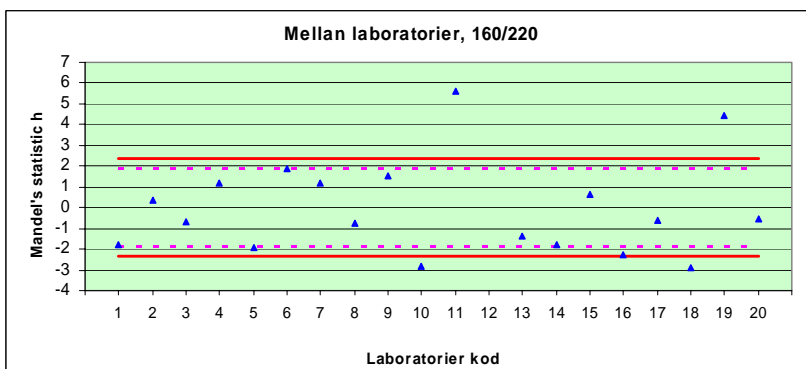
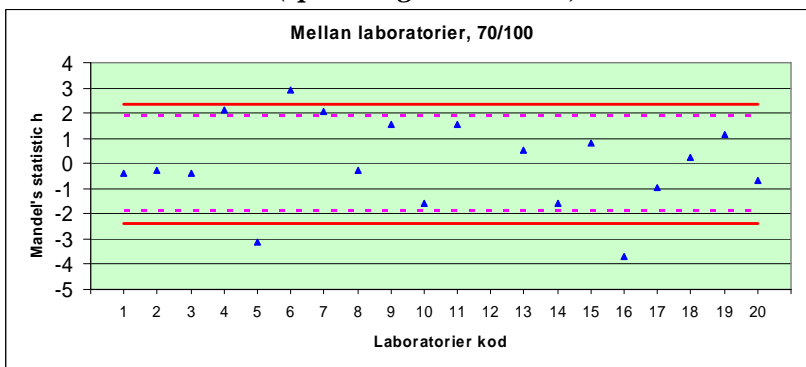
Statistiska beräkningar

Penetration

Mandel's k-indikator (spridning inom lab.).



Mandel's h-indikator (spridning mellan lab.).



Anm:

- heldragen röd linje innebär avvikelse vid 1 % signifikant nivå
- streckad röd linje innebär avvikelse vid 5 % signifikant nivå

Penetration

Strykning av extremvärden med Grubbs och Cochrans test

Grubbs test			Cochrans test		
	Kritiska värden			Kritiska värden	
Ett värde	70/100	160/220	Ett värde	70/100	160/220
G_p (högsta)	1,66	2,38	C	0,13	0,14
G_1 (lägsta)	2,13	1,22		0,214	0,214
1%	2,968	2,968	1%	0,181	0,181
5%	2,681	2,681	5%	ok	ok
Status (max)	ok	ok	Status	-	-
avvikande lab (nr)	-	-	avvikande lab (nr)	0,13	0,14
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	-	-			
antal lab	19	19	antal	19	19
Två värden					
G_L (två högsta)	0,74	1456,95			
G_S (två lägsta)	0,52	1480,15			
1%	0,3398	0,3398			
5%	0,4214	0,4214			
Status (max)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	-	-			
	-	-			
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	-	-			
	-	-			
S^2_o	165,55	44,08			
$S^2_{p-1,p}$	121,83	64225,03			
$S^2_{1,2}$	85,75	65247,64			

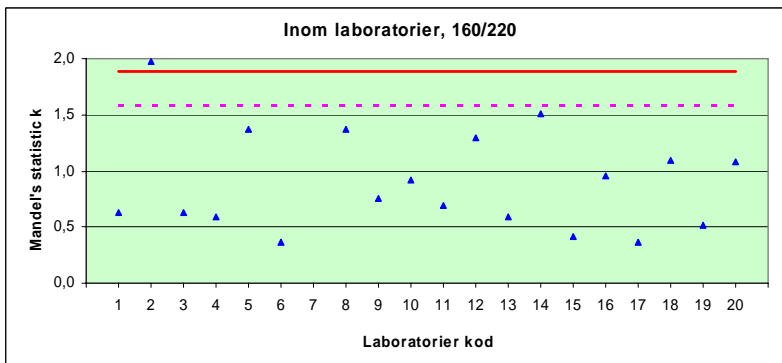
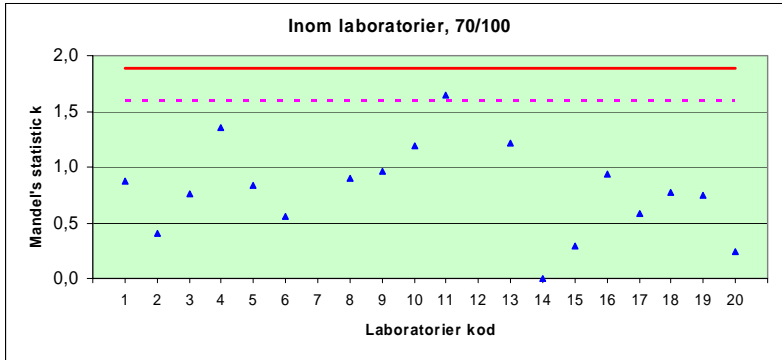
Penetration

Statistiska beräkningar

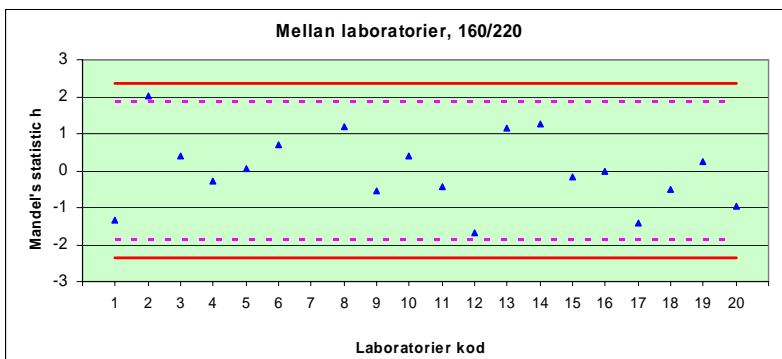
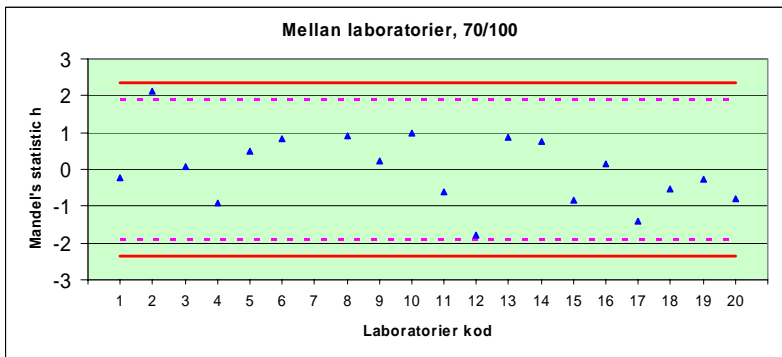
	Formler	70/100	160/220
p	antal lab	19	19
T ₁	$\sum n_i \times \bar{y}_i$	9286,00	20855,00
T ₂	$\sum n_i \times (\bar{y}_i)^2$	757395,00	3818396,83
T ₃	$\sum n_i$	114	114
T ₄	$\sum n_i^2$	684	684
T ₅	$\sum (n_i - 1) \times s_i^2$	127,00	320,17
S _r ²	$\frac{T_5}{T_3 - p}$	1,34	3
S _L ²	$\left[\frac{T_2 \times T_3 - T_1^2}{T_3(p-1)} - S_r^2 \right] \left[\frac{T_3(p-1)}{T_3^2 - T_4} \right]$	8,97	29,18
S _R ³	$s_L^2 + s_r^2$	10,31	32,55
m	$\frac{T_1}{T_3}$	81,46	182,94
S _r		1,16	1,84
S _R		3,21	5,71
r	2,77*S _r	3,20	5,09
R	2,77*S _R	8,89	15,80
r-%		3,9	2,8
R-%		10,9	8,6

Mjukpunkt

Mandel's k-indikator (spridning inom lab.).



Mandel's h-indikator (spridning mellan lab.).



Anm:

- heldragen röd linje innebär avvikelse vid 1 % signifikant nivå
- streckad röd linje innebär avvikelse vid 5 % signifikant nivå

Mjukpunkt

Strykning av extremvärden med Grubbs och Cochrans test

Grubbs test			Cochrans test		
	Kritiska värden			Kritiska värden	
Ett värde	70/100	160/220	Ett värde	70/100	160/220
G_p (högsta)	2,20	2,03	C	0,25	0,21
G_1 (lägsta)	1,84	1,71			
1%	2,968	2,968	1%	0,276	0,276
5%	2,681	2,681	5%	0,230	0,230
Status (max)	ok	ok	Status	Stragglers	ok
avvikande lab (nr)	–	–	avvikande lab (nr)	12	–
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	–	-			
antal lab	19	19	antal	19	19
Två värden					
G_L (två högsta)	0,64	0,65			
G_S (två lägsta)	0,66	0,69			
1%	0,3398	0,3398			
5%	0,4214	0,4214			
Status (max)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	–	–			
	–	–			
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	–	–			
	–	–			
S^2_o	15,50	17,14			
$S^2_{p-1,p}$	9,95	11,07			
$S^2_{1,2}$	10,16	11,80			

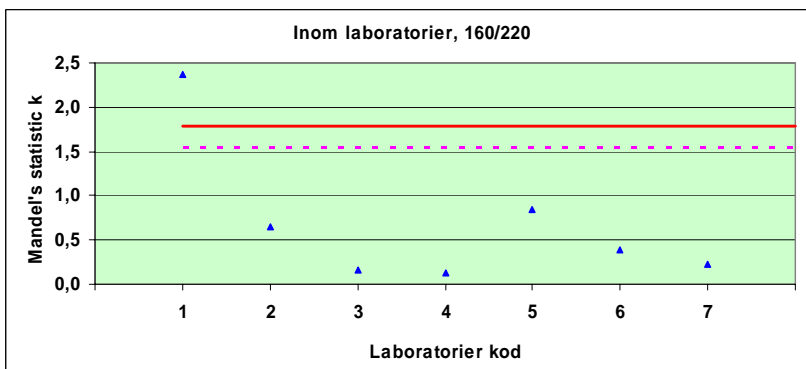
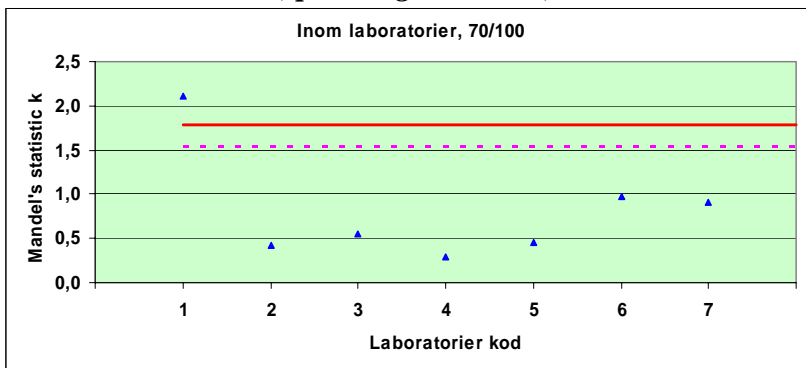
Mjukpunkt

Statistiska beräkningar

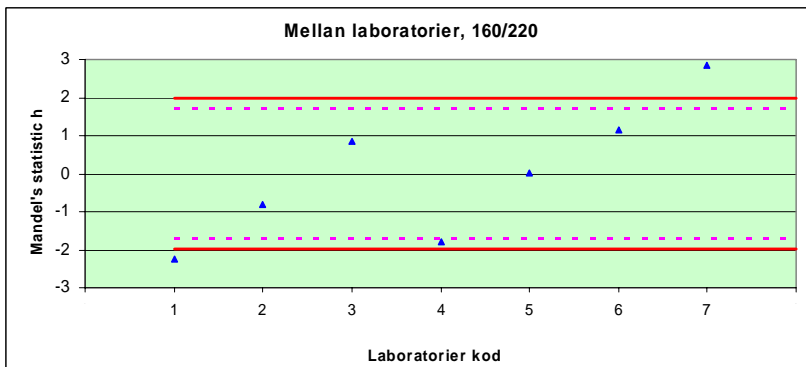
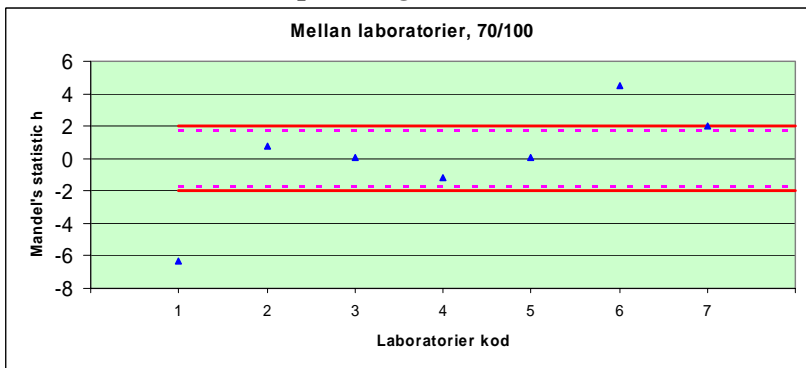
	Formler	70/100	160/220
p	antal lab	19	19
T ₁	$\sum n_i \times \bar{y}_i$	3500,70	2908,20
T ₂	$\sum n_i \times (\bar{y}_i)^2$	161310,71	111353,12
T ₃	$\sum n_i$	76	76
T ₄	$\sum n_i^2$	304	304
T ₅	$\sum (n_i - 1) \times s_i^2$	6,74	4,32
S _r ²	$\frac{T_5}{T_3 - p}$	0,12	0
S _L ²	$\left[\frac{T_2 \times T_3 - T_1^2}{T_3(p-1)} - S_r^2 \right] \left[\frac{T_3(p-1)}{T_3^2 - T_4} \right]$	0,83	0,93
S _R ³	$s_L^2 + s_r^2$	0,95	1,01
m	$\frac{T_1}{T_3}$	46,06	38,27
S _r		0,34	0,28
S _R		0,97	1,00
r	2,77*S _r	0,95	0,76
R	2,77*S _R	2,70	2,78
r-%		2,1	2,0
R-%		5,9	7,3

Kinematisk viskositet

Mandel's k-indikator (spridning inom lab.).



Mandel's h-indikator (spridning mellan lab.).



Anm:

- heldragen röd linje innebär avvikelse vid 1 % signifikant nivå
- streckad röd linje innebär avvikelse vid 5 % signifikant nivå

Kinematisk viskositet

Strykning av extremvärden med Grubbs och Cochrans test

Grubbs test			Cochrans test		
	Kritiska värden			Kritiska värden	
Ett värde	70/100	160/220	Ett värde	70/100	160/220
G_p (högsta)	1,35	1,59	C	0,63	0,80
G_1 (lägsta)	1,90	1,25			
1%	2,139	2,139	1%	0,568	0,568
5%	2,020	2,020	5%	0,480	0,480
Status (max)	ok	ok	Status	Outliers	Outliers
avvikande lab (nr)	–	–	avvikande lab (nr)	1	1
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	–	–			
antal lab	7	7	antal	7	7
Två värden					
G_L (två högsta)	0,50	0,34			
G_S (två lägsta)	0,21	0,39			
1%	0,0308	0,0308			
5%	0,0708	0,0708			
Status (max)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	–	–			
	–	–			
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab (nr)	–	–			
	–	–			
S^2_o	744,46	60,05			
$S^2_{p-1,p}$	374,92	20,55			
$S^2_{1,2}$	154,43	23,70			

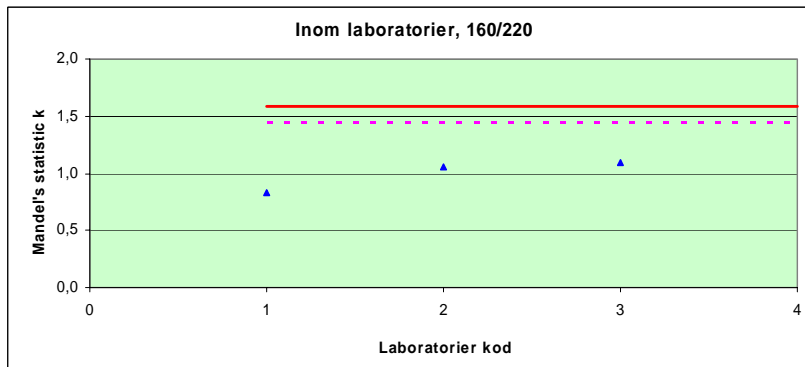
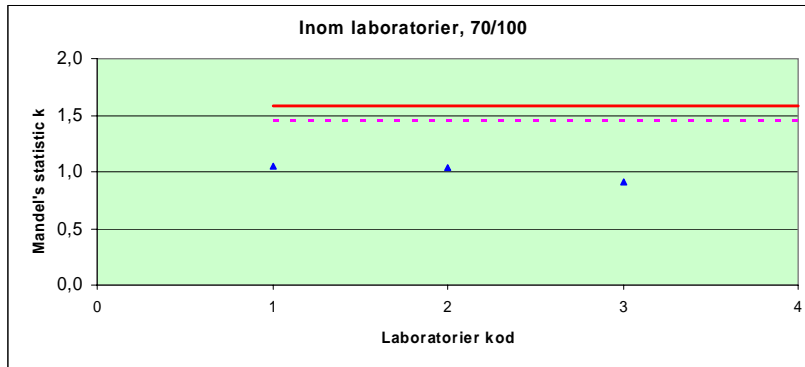
Kinematisk viskositet

Statistiska beräkningar

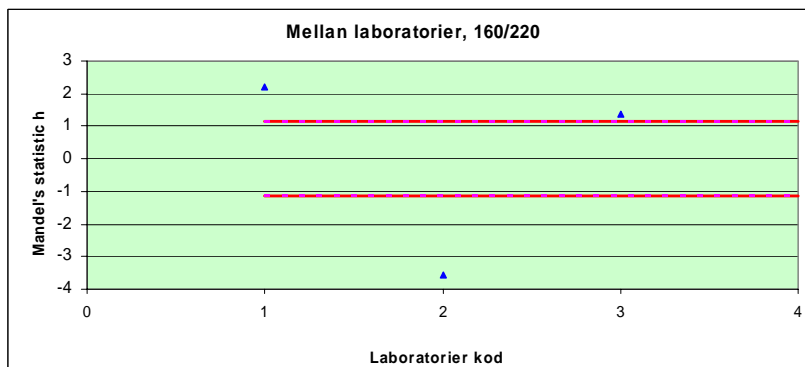
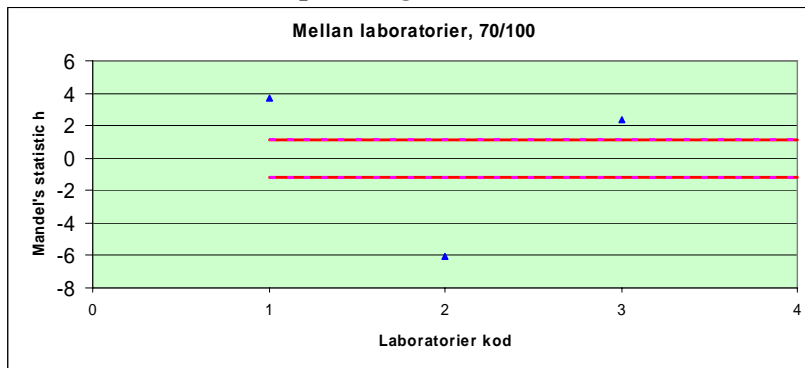
	Formler	70/100	160/220
p	antal lab	7	7
T ₁	$\sum n_i \times \bar{y}_i$	10183,00	5935,00
T ₂	$\sum n_i \times (\bar{y}_i)^2$	3706316,75	1258248,25
T ₃	$\sum n_i$	28	28
T ₄	$\sum n_i^2$	112	112
T ₅	$\sum (n_i - 1) \times s_i^2$	581,25	279,50
S _r ²	$\frac{T_5}{T_3 - p}$	27,68	13
S _L ²	$\left[\frac{T_2 \times T_3 - T_1^2}{T_3(p-1)} - S_r^2 \right] \left[\frac{T_3(p-1)}{T_3^2 - T_4} \right]$	117,16	6,68
S _R ³	$s_L^2 + s_r^2$	144,84	19,99
m	$\frac{T_1}{T_3}$	363,68	211,96
S _r		5,26	3,65
S _R		12,03	4,47
r	2,77*S _r	14,57	10,11
R	2,77*S _R	33,34	12,39
r-%		4,0	4,8
R-%		9,2	5,8

Dynamisk viskositet

Mandel's k-indikator (spridning inom lab.).



Mandel's h-indikator (spridning mellan lab.).



Anm:

- heldragen röd linje innebär avvikelse vid 1 % signifikant nivå
- streckad röd linje innebär avvikelse vid 5 % signifikant nivå

Dynamisk viskositet

Strykning av extremvärden med Grubbs och Cochrans test

Grubbs test			Cochrans test		
	Kritiska värden			Kritiska värden	
Ett värde	70/100	160/220	Ett värde	70/100	160/220
G_p (högsat)	0,69	0,70	C	0,37	0,40
G_1 (lägsta)	1,15	1,14			
1%	1,155	1,155	1%	0,883	0,883
5%	1,155	1,155	5%	0,798	0,798
Status (max)	ok	ok	Status	ok	ok
avvikande lab.(nr)	–		avvikande lab.(nr)	–	–
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab.(nr)	–	–			
antal lab.	3	3	antal	3	3
Två värden					
G_L (två högsta)	0,00	0,00			
G_S (två lägsta)	0,00	0,00			
1%					
5%					
Status (max)	ok	ok			
avvikande lab.(nr)	–	–			
	–	–			
Status (min)	ok	ok			
avvikande lab.(nr)	–	–			
	–	–			
S^2_o	1582,88	188,62			
$S^2_{p-1,p}$	0,00	0,00			
$S^2_{1,2}$	0,00	0,00			

Dynamisk viskositet

Statistiska beräkningar

	Formler	70/100	160/220
p	antal lab	3	3
T ₁	$\sum n_i \times \bar{y}_i$	1932,00	635,00
T ₂	$\sum n_i \times (\bar{y}_i)^2$	317383,50	34356,57
T ₃	$\sum n_i$	12	12
T ₄	$\sum n_i^2$	48	48
T ₅	$\sum (n_i - 1) \times s_i^2$	24,50	6,85
S _r ²	$\frac{T_5}{T_3 - p}$	2,72	1
S _L ²	$\left[\frac{T_2 \times T_3 - T_1^2}{T_3(p-1)} - S_r^2 \right] \left[\frac{T_3(p-1)}{T_3^2 - T_4} \right]$	790,76	94,12
S _R ³	$s_L^2 + s_r^2$	793,48	94,88
m	$\frac{T_1}{T_3}$	161,00	52,92
S _r		1,65	0,87
S _R		28,17	9,74
r	2,77*S _r	4,57	2,42
R	2,77*S _R	78,03	26,98
r-%		2,8	4,6
R-%		48,5	51,0

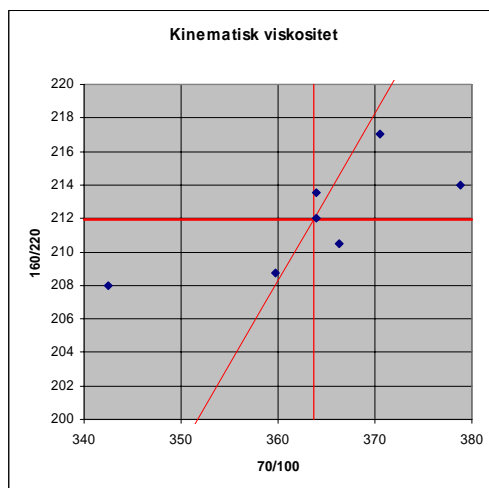
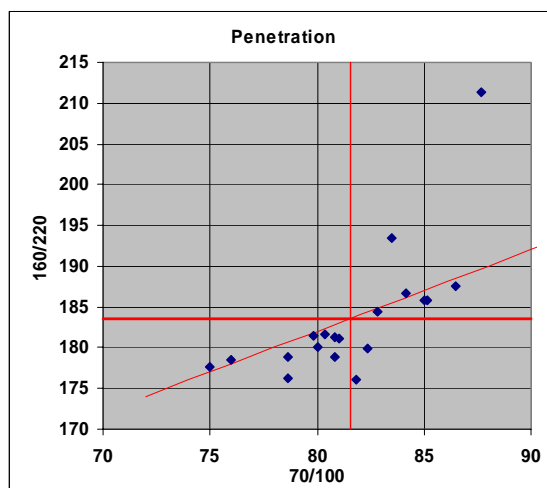
Yodenplot

Youdenplot visar om spridningar beror på systematiska fel eller slumpmässiga fel. Systematiska fel är oftast lättare att åtgärda eftersom de beror på utrustningen, konsekvent avvikande arbetssätt eller rena beräkningsfel.

En punkt i diagrammet motsvarar ett laboratoriums resultat för båda provmaterialen (160/220 på y-axeln och 70/100 på x-axeln). I diagrammet motsvarar skärningspunkten av de röda linjerna det gemensamma medelvärdet. Vid denna typ av ringanalyser betraktas detta som det "sanna värdet". (De röda linjerna motsvarar medelvärdet för respektive bitumen).

Förklaring av resultaten i diagrammen:

Resultaten för analyserna i denna ringanalys hamnar längs linjen som löper i 45° vinkel vilket innebär att laboratorerna har systematiska fel (dvs. e avviker åt samma håll med båda bitumenproverna). Om punkterna plottats slumpmässigt runt det sanna värdet hade det varit slumpmässiga avvikelser.



Bilaga 3
Sid 15 (15)

