



**YTSKYDDSS
MYNDIGHETEN**

RAPPORT 2026:4

Ringtest för glansmätning

Resultat, bedömning och
prestationsmått

Ringtest för glansmätning. Resultat, bedömning och prestationsmått

Rapport 2026:4

Diarienummer: YSM 2026/0837

Utgivare: Ytskyddsmyndigheten, Box 112, 842 21 Sveg

registrator@ytskyddsmyndigheten.se, ytskyddsmyndigheten.se

Rapport 2026:4. Ringtest för glansmätning

Utgiven av Ytskyddsmyndigheten, 2026

Publikationen kan laddas ner från ytskyddsmyndigheten.se. Tryckta exemplar kan beställas från registrator i mån av tillgång.
Citera gärna, men ange källan.

Innehåll

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
2 Material och metod	6
2.1 Datamängden	6
2.2 Statistisk modell	6
3 Tilldelat värde och bedömning	7
3.1 Tilldelat värde	7
3.2 Standardavvikelse för prestationsbedömning	7
3.3 Z-poäng och klassning	7
3.4 Sammanvägt prestationsmått	8
4 Konsistensmått	9
4.1 Mandels h	9
4.2 Mandels k	9
5 Resultat	10
5.1 Medelvärden per laboratorium	10
5.2 Z-poäng och klassning	10
5.3 Konsistens	11
5.4 Källor till variation	12
6 Diskussion	13
6.1 Effekten av laboratoriebias	13
6.2 Källor till variation	13
6.3 Känslighet för vald standardavvikelse	13
7 Begränsningar	15
8 Slutsatser	16
Referenser	17

Sammanfattning

Rapporten redovisar ett ringtest där laboratorierna A till F mätte tre referensplattor med nominell glans cirka 15, 60 och 90 glansenheter (GU) vid 60 grader. Varje laboratorium gjorde tio mätningar per platta. Det är samma laboratorier och plattor som i Rapport 2026:3, och rapporten fördjupar resultaten i den rapporten. Datamängden är syntetisk och finns i den öppna datamängden `glansmatningar-interlab.csv`.

Tilldelat värde är medianen av laboratoriernas medelvärden per platta. Prestationen bedöms med z-poäng, där standardavvikelsen för prestationsbedömning är en procent av det tilldelade värdet. Av 18 prestationsbedömningar är 18 tillfredsställande, 0 ifrågasatta och 0 otillfredsställande. Repeterbarheten vid 60 GU är 0,21 GU och reproducerbarheten 0,63 GU. Mandels k överskrider den vägledande gränsen 1,5 för 1 av 18 värden. Klassningen är känslig för vilken standardavvikelse för prestationsbedömning som används, vilket diskuteras i avsnitt 6.

1 Inledning

Rapport 2026:3 redovisade mätosäkerheten vid glansmätning och resultatet av ett interlaboratorieprov med sex laboratorier. Den här rapporten fördjupar analysen av samma material. Rapporten beskriver hur laboratoriernas resultat bedöms med prestationsmått, hur konsistensen mellan laboratorier och inom laboratorier kontrolleras och vilka källor till variation som dominerar.

Ringtestet omfattar laboratorierna A till F och referensplattorna med nominell glans cirka 15, 60 och 90 GU vid 60 grader. Varje laboratorium gjorde tio mätningar per platta. Syftet är att visa hur ett ringtest bedöms i enlighet med allmän ringtestpraxis och vilka slutsatser som kan dras av ett sådant underlag.

Rapporten ger inte något underlag för bedömning av enskilda ytor eller av enskilda laboratorier i ett tillsynsärende. Den ersätter inte Rapport 2026:3 utan kompletterar den.

2 Material och metod

2.1 Datamängden

Datamängden består av 180 enskilda mätningar. Det motsvarar sex laboratorier, tre referensplattor och tio mätningar per kombination. Mätningarna finns i den öppna datamängden `glansmatningar-interlab.csv` i Ytskyddsmyndighetens API. Datamängden är syntetisk och är framtagen för att spegla de medelvärden som redovisas i Rapport 2026:3.

Laboratoriets medelvärde per platta är medelvärdet av de tio mätningarna. Standardavvikelsen s för de tio mätningarna används som mått på repeterbarheten inom laboratoriet. Vid 60 GU stämmer medelvärdena med tabell 2 i Rapport 2026:3.

2.2 Statistisk modell

Varje mätning antas kunna beskrivas som summan av ett gemensamt värde för plattan, en systematisk avvikelse för laboratoriet och en slumpmässig komponent inom laboratoriet. Den systematiska avvikelsen kallas bias. Modellen används för att skatta repeterbarheten och mellanlaboratorievariansen i avsnitt 5.4.

3 Tilldelat värde och bedömning

3.1 Tilldelat värde

Det tilldelade värdet X per platta är medianen av laboratoriernas medelvärden, enligt ekvation (1). Medianen är robust mot enstaka avvikande laboratorier och används i allmän ringtestpraxis, till exempel i den metod som beskrivs i ISO 13528. Med sex laboratorier är medianen medelvärdet av de två mittersta värdena.

$$X = \text{med}(\bar{x}_A, \bar{x}_B, \dots, \bar{x}_F) \quad (1)$$

Det tilldelade värdet blir 15,15 GU för plattan med cirka 15 GU, 60,05 GU för plattan med cirka 60 GU och 90,05 GU för plattan med cirka 90 GU.

3.2 Standardavvikelse för prestationsbedömning

Prestationsbedömningen kräver en standardavvikelse för prestationsbedömning, s_p . Den anger hur stor avvikelse från det tilldelade värdet som ska accepteras. Ringtestpraxis tillåter att den sätts utifrån ändamålet med mätningarna, från tidigare erfarenhet eller från ett fastställt krav på noggrannhet. I denna rapport används en relativ regel enligt ekvation (2), där s_p är en procent av det tilldelade värdet.

$$s_p = 0,01 X \quad (2)$$

Regeln ger 0,15 GU, 0,60 GU och 0,90 GU för de tre plattorna. Vid 60 GU ligger värdet nära reproducerbarheten på 0,6 GU som redovisades i Rapport 2026:3. Regeln bygger därmed på ett mått som redan är känt från samma laboratorier, vilket begränsningarna i avsnitt 7 tar upp.

3.3 Z-poäng och klassning

Prestationen för ett laboratorium på en platta uttrycks med z-poängen enligt ekvation (3). Den anger avståndet från det tilldelade värdet i enheter av s_p .

$$z_i = \frac{\bar{x}_i - X}{s_p} \quad (3)$$

Klassningen följer principen i allmän ringtestpraxis. Ett laboratorium med $|z|$ mindre än eller lika med 2 bedöms som tillfredsställande. Ett laboratorium med $|z|$ större än 2 och mindre än 3 bedöms som ifrågasatt, och ett laboratorium med $|z|$ större än eller lika med 3 bedöms som otillfredsställande. Gränserna anges i tabell 1.

Tabell 1. Klassning av z-poäng

Absolutbelopp av z	Bedömning	Tolkning
Mindre än eller lika med 2	Tillfredsställande	Avvikelsen ligger inom det väntade spannet
Större än 2 och mindre än 3	Ifrågasatt	Laboratoriet bör kontrollera sin mätning
Större än eller lika med 3	Otillfredsställande	Laboratoriet bör utreda orsaken och vidta korrigerande åtgärder

Källa: allmän ringtestpraxis, enligt ISO 13528.

3.4 Sammanvägt prestationsmått

För att jämföra laboratorier över de tre plattorna används rotmedelkvadraten av z-poängen, Z_{rms} , enligt ekvation (4). Måttet har samma enhet som z-poängen och ligger nära noll när ett laboratorium ligger nära det tilldelade värdet på alla plattor.

$$Z_{rms} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 z_{ij}^2} \quad (4)$$

4 Konsistensmått

4.1 Mandels h

Mandels h jämför ett laboratoriums medelvärde med spridningen mellan laboratorierna. Värdet anger hur långt laboratoriets medelvärde ligger från det totala medelvärdet, uttryckt i standardavvikelser för medelvärdena, enligt ekvation (5). Stora värden tyder på en systematisk avvikelse från de övriga laboratorierna. Statistiken beskrivs i den allmänna litteraturen om interlaboratorieprov, till exempel i Ahlgren (2021).

$$h_i = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}_m}{s_{\bar{x}}} \quad (5)$$

4.2 Mandels k

Mandels k jämför laboratoriets standardavvikelse inom laboratoriet med den sammanvägda standardavvikelsen för alla laboratorier, enligt ekvation (6). Stora värden tyder på sämre repeterbarhet än hos de övriga laboratorierna.

$$k_i = \frac{s_i}{\sqrt{\frac{1}{p} \sum_{j=1}^p s_j^2}} \quad (6)$$

I många ringtestprogram används värdet 1,5 som vägledande gräns för både h och k i absolut tal. Det är en tumregel för att uppmärksamma avvikelser, inte en formell gräns. Med sex laboratorier och tio mätningar per platta har skattningarna stor osäkerhet, och gränsvärdena måste tolkas med försiktighet.

5 Resultat

5.1 Medelvärden per laboratorium

Tabell 2 visar medelvärdet per laboratorium och platta. Vid 60 GU stämmer värdena med tabell 2 i Rapport 2026:3. Spannet mellan det lägsta och högsta laboratoriet är 0,40 GU vid 15 GU, 1,50 GU vid 60 GU och 0,50 GU vid 90 GU.

Tabell 2. Medelvärde per laboratorium och referensplatta (GU)

Laboratorium	Platta cirka 15 GU	Platta cirka 60 GU	Platta cirka 90 GU
A	15,2	59,3	90,1
B	14,9	60,7	89,8
C	15,1	60,2	90,3
D	15,3	59,6	90,0
E	15,0	60,8	89,9
F	15,2	59,9	90,2
Tilldelat värde X	15,15	60,05	90,05

Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning.

5.2 Z-poäng och klassning

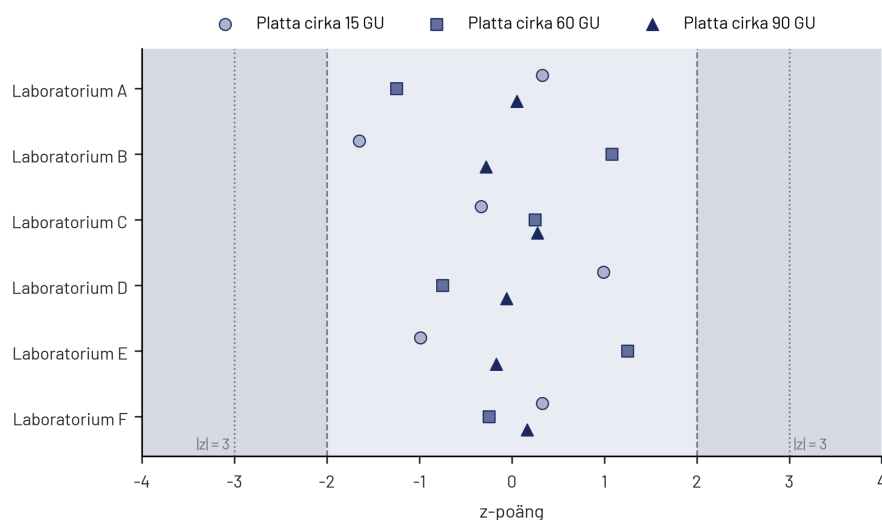
Av de 18 prestationsbedömningarna är 18 tillfredsställande. Det största absolutbeloppet av z-poängen är 1,65, vid laboratorium B på plattan cirka 15 GU. Ingen bedömning hamnar utanför det tillfredsställande området. Tabell 3 och figur 1 visar z-poängen för varje laboratorium och platta.

Tabell 3. Z-poäng per laboratorium, sammanvägt mått och klassning

Laboratorium	z, cirka 15 GU	z, cirka 60 GU	z, cirka 90 GU	Z_{rms}	Tillfredsställande
A	+0,33	-1,25	+0,06	0,75	3 av 3
B	-1,65	+1,08	-0,28	1,15	3 av 3
C	-0,33	+0,25	+0,28	0,29	3 av 3
D	+0,99	-0,75	-0,06	0,72	3 av 3
E	-0,99	+1,25	-0,17	0,93	3 av 3
F	+0,33	-0,25	+0,17	0,26	3 av 3

Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning. Standardavvikelse för prestationsbedömning är en procent av X.

Figur 1. Z-poäng per laboratorium och referensplatta. Det skuggade fältet anger området för tillfredsställande resultat, $|z|$ mindre än eller lika med 2.



Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning.

5.3 Konsistens

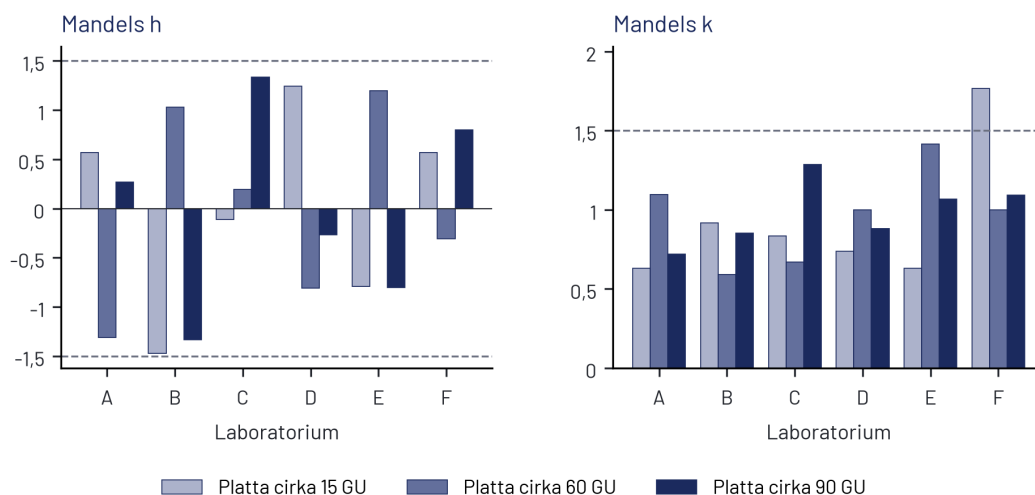
Tabell 4 visar Mandels h och k för varje laboratorium och platta. Inget h-värde överskrider den vägledande gränsen 1,5 i absolut tal. Ett av de 18 k-värdena överskrider den vägledande gränsen. Det gäller laboratorium F vid 15 GU ($k = 1,77$). Figur 2 visar samma värden grafiskt.

Tabell 4. Mandels h och k per laboratorium och referensplatta

Laboratorium	h, cirka 15 GU	h, cirka 60 GU	h, cirka 90 GU	k, cirka 15 GU	k, cirka 60 GU	k, cirka 90 GU
A	+0,57	-1,31	+0,27	0,63	1,10	0,72
B	-1,47	+1,03	-1,34	0,92	0,59	0,85
C	-0,11	+0,20	+1,34	0,83	0,67	1,29
D	+1,25	-0,81	-0,27	0,74	1,00	0,88
E	-0,79	+1,20	-0,80	0,63	1,41	1,07
F	+0,57	-0,31	+0,80	1,77	1,00	1,09

Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning.

Figur 2. Mandels h till vänster och k till höger per laboratorium. Streckade linjer anger den vägledande gränsen 1,5 i absolut tal.



Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning.

5.4 Källor till variation

Tabell 5 visar variansanalysen per platta. Repeterbarheten s_r är den sammanvägda standardavvikelsen inom laboratorierna. Mellanlaboratoriekomponenten s_L skattas ur skillnaden mellan mellanlaboratoriets och inomlaboratoriets medelkvadrat, enligt ekvation (7).

Reproducerbarheten s_R är summan av de båda komponenterna i varians, enligt ekvation (8).

$$s_L^2 = \frac{MS_B - MS_W}{n} \quad (7)$$

$$s_R^2 = s_r^2 + s_L^2 \quad (8)$$

Tabell 5. Variansdelning per referensplatta

Referensplatta	Repeterbarhet s_r (GU)	Mellanlaboratorium s_L (GU)	Reproducerbarhet s_R (GU)	Andel av variansen mellan laboratorier (%)
Cirka 15 GU	0,21	0,13	0,25	28
Cirka 60 GU	0,21	0,59	0,63	89
Cirka 90 GU	0,21	0,18	0,27	42

Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning.

6 Diskussion

6.1 Effekten av laboratoriebias

Bias är skillnaden mellan laboratoriets medelvärde och det tilldelade värdet. Vid 60 GU ligger bias mellan $-0,75$ GU och $+0,75$ GU. Bias är inte konstant över plattorna. Laboratorium B har det största spannet av bias mellan plattorna, $0,90$ GU. Det visar att en systematisk avvikelse kan vara knuten till ett visst mätområde och inte till laboratoriet som helhet.

Bias påverkar också mätosäkerheten för det enskilda laboratoriets resultat. En systematisk avvikelse som inte korrigeras ingår i resultatet, och den minskar inte när antalet mätningar ökar. Medelvärde av tio mätningar minskar därför repeterbarhetens bidrag men inte bias. Vid 60 GU är bias av samma storleksordning som mellanlaboratoriekomponenten, vilket är en viktig förklaring till att den komponenten dominerar.

6.2 Källor till variation

Andelen mellanlaboratorievarians är 28 procent vid 15 GU, 89 procent vid 60 GU och 42 procent vid 90 GU. Vid 60 GU är alltså mellanlaboratorievariansen den största källan till variation. Vid 15 GU och 90 GU är repeterbarheten den största källan.

Repeaterbarheten är $0,21$ GU på alla tre plattorna. Den är ungefär konstant över glansnivåerna, medan mellanlaboratorievariansen varierar. Reproducerbarheten vid 60 GU är $0,63$ GU, medan den vid 15 GU och 90 GU är lägre. Skillnaden beror främst på mellanlaboratorievariansen.

Ett laboratorium med en hög k -statistik har en större spridning inom laboratoriet än övriga. Det är en avvikelse i repeterbarheten och inte i medelvärdet. Eftersom z -poängen baseras på medelvärdet påverkas den inte direkt av en sådan avvikelse. Den är ändå viktig för bedömningen av mätprocessen, eftersom en dålig repeterbarhet gör medelvärdet osäkrare.

6.3 Känslighet för vald standardavvikelse

Klassningen beror på vilken standardavvikelse för prestationsbedömning som används. Tabell 6 jämför vid 60 GU den regel som används i denna rapport med en standardavvikelse som motsvarar repeterbarheten, $0,21$ GU. Med repeterbarheten som standardavvikelse är 2 av 6 laboratorier tillfredsställande, 1 ifrågasatta och 3 otillfredsställande.

Tabell 6. Z-poäng vid 60 GU med två val av standardavvikelse för prestationsbedömning

Laboratorium	Bias vid 60 GU (GU)	$z, s_p = 0,60 \text{ GU}$	$z, s_p = 0,21 \text{ GU}$	Klassning med repeterbarheten
A	-0,75	-1,25	-3,56	Otillfredsställande
B	+0,65	+1,08	+3,08	Otillfredsställande
C	+0,15	+0,25	+0,71	Tillfredsställande
D	-0,45	-0,75	-2,13	Ifrågasatt
E	+0,75	+1,25	+3,56	Otillfredsställande
F	-0,15	-0,25	-0,71	Tillfredsställande

Källa: interlaboratorieprovet 2026, egen beräkning.

Skillnaden visar att en prestationsbedömning inte kan läsas utan att kriteriet för s_p anges. Kriteriet bör fastställas i förväg utifrån det ändamål som mätningarna ska tjäna, och inte efter att resultaten är kända. Samma data ger en helt annan bild beroende på vilket kriterium som används.

7 Begränsningar

- Datamängden är syntetisk. Resultaten visar hur bedömningen fungerar, men de är inte utfall av ett verkligt ringtest och får inte användas för att bedöma enskilda laboratorier.
- Med sex laboratorier och tio mätningar per platta är skattningarna av mellanlaboratorievarians, standardavvikelser och Mandels statistik osäkra. Ett verkligt program bör ha fler laboratorier.
- Standardavvikelsen för prestationsbedömning bygger på reproducerbarheten i Rapport 2026:3, som i sin tur bygger på samma laboratorier. Bedömningen är därför delvis cirkulär och ger inte en oberoende kontroll.
- Det tilldelade värdet är medianen av laboratoriernas egna medelvärden. Det är inget certifierat värde, och det kan vara förskjutet om flera laboratorier har samma systematiska avvikelse.
- Analysen förutsätter att mätningarna är oberoende och normalfördelade inom laboratoriet. Normalfördelningen är inte kontrollerad, eftersom antalet mätningar är lågt.
- Resultaten gäller mätning vid 60 grader och de tre nominella glansnivåerna. De säger inget om andra mätvinklar eller andra glansnivåer.
- Rapporten tar inte ställning till underlaget under ytan och hänvisar i sådana frågor till respektive ansvarig myndighet.

8 Slutsatser

- Samtliga 18 prestationsbedömningar är tillfredsställande med den relativa regeln för s_p .
- Repeterbarheten är 0,21 GU vid 60 GU, och reproducerbarheten är 0,63 GU vid 60 GU.
- Mellanlaboratorievariansen dominerar vid 60 GU. Vid 15 GU och 90 GU är repeterbarheten den största källan till variation.
- Mandels k överskrider den vägledande gränsen för 1 av 18 värden. Det är en fråga om repeterbarhet och bör följas upp.
- Klassningen är känslig för valet av s_p , och kriteriet bör därför fastställas i förväg.

Referenser

Ahlgren, S. (2021). Konsistensmått vid interlaboratorieprov. Metrologiska skrifter, nr 9.

ISO 13528. Statistiska metoder för användning vid prestationsbedömning genom interlaboratorieprov.
Internationell standard.

Ytskyddsmyndigheten (2026). Rapport 2026:3, Mätosäkerhet vid glansmätning. Diarienummer YSM 2026/0836.