

Koordinatmåling

Problemstillinger ved optisk koordinatmåling

Jørgen Meinertz
Metrologic

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 1

Indhold

- ✘ Hvilke sensorsystemer bruges i dag?
- ✘ Største og mest almindelige fejlkilder ved måling med optisk CMM
- ✘ Usikkerheder ved skift mellem tastsystemer
- ✘ Rapportering af resultater

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 2

Optisk koordinatmåling


Optisk måling som alternativ eller supplement til taktil måling.

- ✘ **Fordele**
 - Berøringsløs måling (ingen målekraft)
 - Mulighed for måling af små emner
 - Ofte en høj(ere) målehastighed
- ✘ **Negative sider**
 - Kun vertikal måling
 - Større måleusikkerhed
 - Rumbelysningen påvirker målingen

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 3

Optiske 3 CMM maskiner

- ✘ Fortrinsvis til XY- koordinat målinger
- ✘ Z – akse kun via autofocus
 - Analyse af kontraster
- ✘ Brugsområder først og fremmest
 - Elektronikindustri
 - Pladeemner



IPL koordinatmåling - Metrologic APS

4

Autofokus

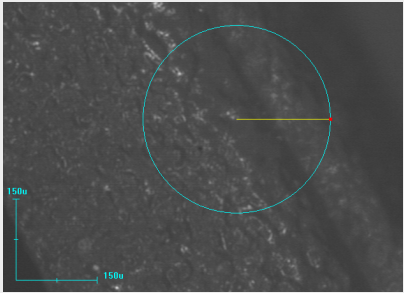
- ✘ Autofokus er optisk antastning i z-aksens retning
- ✘ Autofokus bygger på analyse af billedets kontraster. Denne metode er relativt langsommelig.

IPL koordinatmåling - Metrologic APS

5

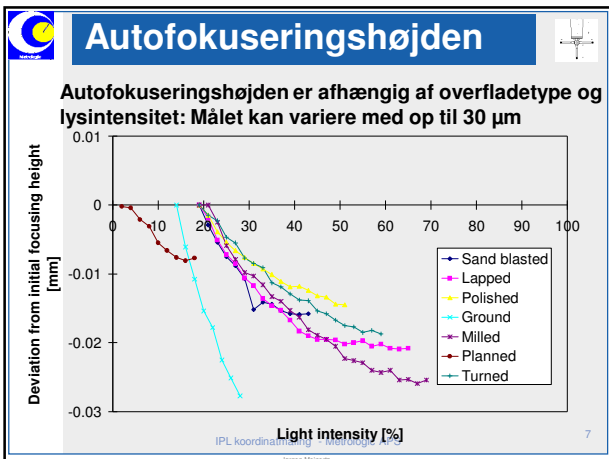
Autofokus

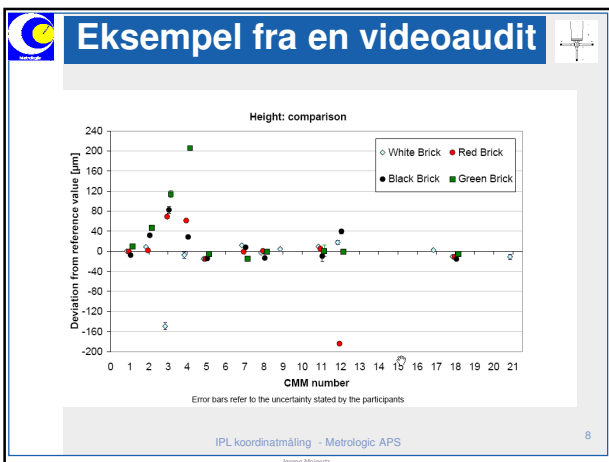
- ✘ Hvor er fladen?

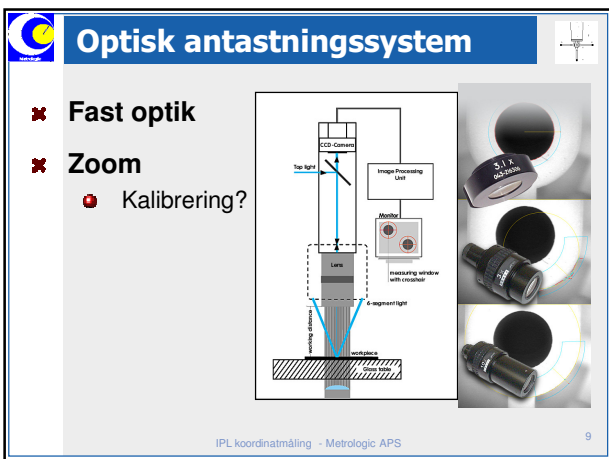


IPL koordinatmåling - Metrologic APS

6







Optiske 3CMM maskiner

- * **Rene optiske målemaskiner**
- * **Optisk/taktil**
- * **Optisk/laser**
- * **Multisensormaskiner**
- * **Andre sensorer**



IPL koordinatmåling - Metrologi APS 10

Optisk /taktil

- * **Kombination af optisk og taktil antastning i samme koordinatsystem**
- * **Z – akse taktil eller autofocus**
- * **Brugsområder**
 - Plastindustri
 - Formet tyndplade
 - Metalindustri
 - Printplader



IPL koordinatmåling - Metrologi APS 11

Optik/laser

- * **Fortrinsvis X-Y koordinatmåling**
- * **Z akse autofocus – trianguleringslaser**
- * **Brugsområder**
 - Elektronikindustri
 - Små metalemner
 - Simple plastemner
 - 3D scanning



IPL koordinatmåling - Metrologi APS 12

Laser antastningssystem

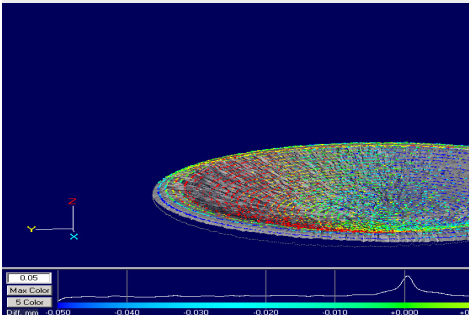
- ✘ Som regel monteret således, at laseren benytter det samme objektiv som kameraet
- ✘ Alternativt hvidt lys skanning sensor med opløsning ned til 0,010 μm



IPL koordinatmåling - Metrologic APS

Scanningseksempel

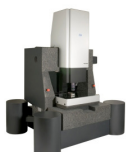
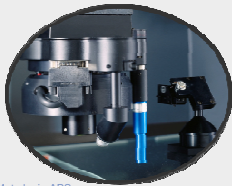
- ✘ Scanning af en trykknop



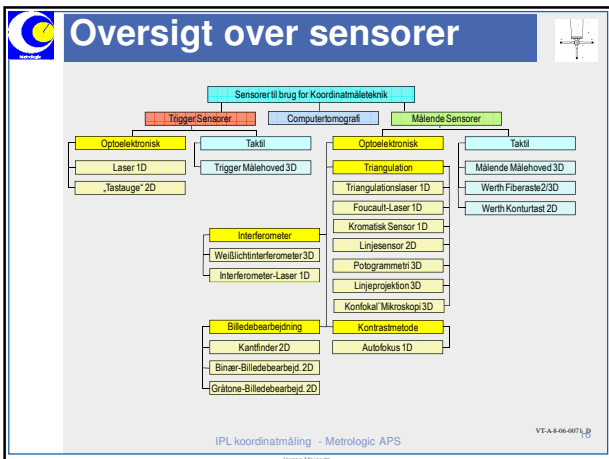
IPL koordinatmåling - Metrologic APS

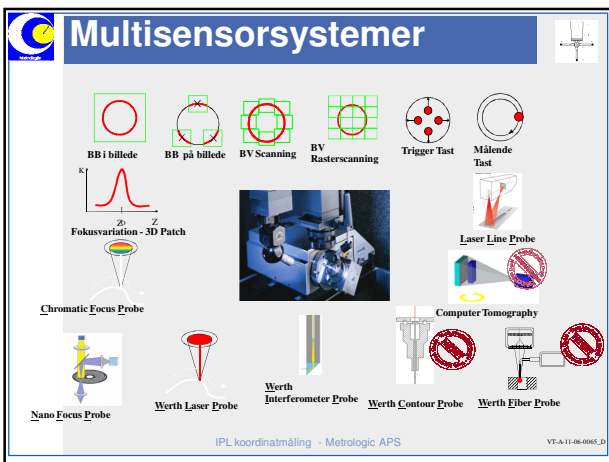
Multisensormaskiner

- ✘ **Universale CMM maskiner**
 - ⊕ Kombination af op til 4 sensortyper
- ✘ **Brugsområde**
 - ⊕ Komplicerede metal- og plastemner
 - ⊕ 3D scanning

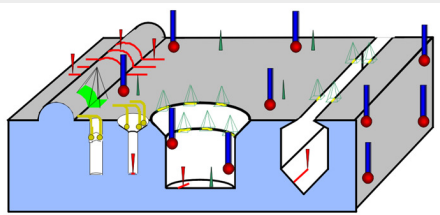
IPL koordinatmåling - Metrologic APS







Brug af et multisensorsystem



The diagram shows a 3D view of a mechanical part with various features. Multiple sensors are positioned around the part, each with a different color and shape, indicating different measurement methods. A legend below the diagram identifies the sensors: Mekanisk tast (Mechanical probe), Fibertast (Fiber probe), Laser, Billedebearbejdning (Image processing), Autofokus (Autofocus), and 3D-patch.

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 19

Usikkerhed og sporbarhed

- ✘ **Vurderingen af den optiske CMM's ydeevne foretages gennem en måling af længde på kendte normaler.**
- ✘ **Formålet med denne fremgangsmåde er få verifikationen til så vidt muligt at svare til hyppigt udførte måleprocedurer og dermed at tilvejebringe en form for sporbarhed.**

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 20

Kalibrering

- ✘ **Der er netop udgivet en standard (ISO 10360 part 7), der beskriver verifikationen af optiske maskiner.**
- ✘ **Derimod udgør kalibreringen af multisensormaskiner stadig et problem**
- ✘ **ISO DIS 10360 part 9 vil kunne benyttes som vejledning til kalibrering af multisensormaskiner**

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 21

ISO 10360 - 7

- ✘ Parallel til ISO 10360 part 2 blot til brug for optiske maskiner
- ✘ Der gøres i standarden opmærksom på, at en optisk koordinatmålemaskine ikke nødvendigvis er egnet til 3D måling
- ✘ Husk verifikation af den optiske sensor

IPL koordinatmåling - Metrologi APS 22

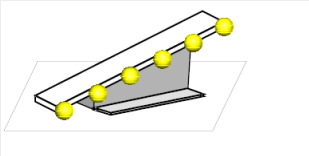
Multisensormaskiner

- ✘ Det anbefales at benytte forskellige typer af normaler til verifikationerne.
- ✘ Man bør ikke anvende metoderne fra alle parter af 10360 samtidig på grund af for store omkostninger til test.
- ✘ Gennemfør alle tests med et sensorsystem og udfør test i maskinens akser mellem sensorerne.

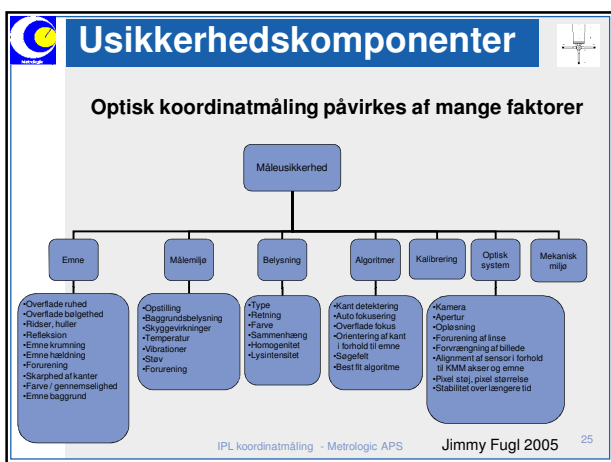
IPL koordinatmåling - Metrologi APS 23

Multisensormaskiner

- ✘ Husk at teste alle sensorsystemers antastningsusikkerhed
- ✘ Normal til test af vinkelrethed i Z



IPL koordinatmåling - Metrologi APS 24

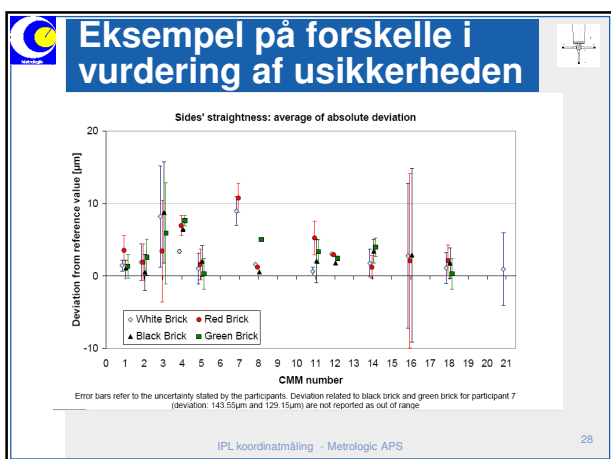


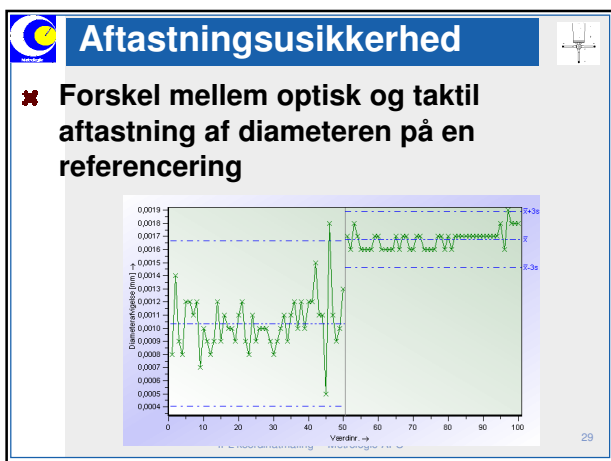
Sensorparametre, som øver indflydelse på måleusikkerheden

Billedebearbejdning	Autofokus	Taster	Lasertaster	Fasertaster
Belysningstype	Objektivets dybdeskarphed	Tastkuglediameter	Kalibreringskuglens materiale	Gennemlys- eller eget lys-modus
Optisk forstørrelse	Kontrast på materialeoverflade	Tastlængde	Overfladehældning (kalibreringskuglens breddegrad)	Optisk forstørrelses af billedebearbejdningssensor
Afbildnings-optik, telecen-trisk	Belysningsintensitet	Skaft-diameter	Optisk forstørrelse af Foucault-lasersensor	Kontrast-forhold betinget af måledybde
Belysningsintensitet	Belysningstype	Vægt af tast-konfiguration	Scanning-hastighed	Kalibreringsmetode
Kameraopløsning		Antast-hastighed	Laserintensitet	
Kantbestemmelsesmetode		Antastretning		

IPL koordinatmåling - Metrologic APS VT-A-52048/D 26

- ### Konklusion på usikkerhed
- ✘ Usikkerheden ofte ikke tilstrækkelig kendt
 - ✘ Skift mellem sensorer giver et ekstra bidrag til usikkerheden
 - ✘ Overfladestruktur og refleksion påvirker laserfasttning og autofokusering
- IPL koordinatmåling - Metrologic APS 27

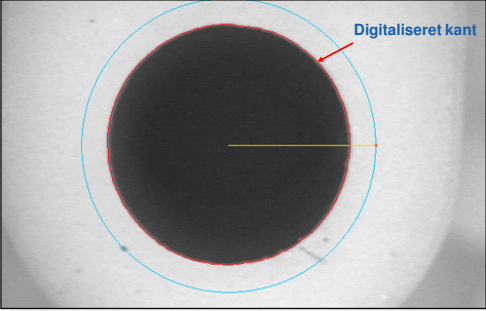




- ### Video antastningssystem
- ✘ To typer
 - Sort/hvid
 - Gråtone
 - ✘ Systemet kombinerer et opto-elektrisk kamera med mikroskopoptik og passende belysning
 - ✘ Typisk forstørrelser er 5x til 20x hvorved opløsningen er fra 2 μm pr pixel til 0,5 μm pr pixel
- IPL koordinatmåling - Metrologic APS 30

Billedbearbejdning

Billede af hul digitaliseret med dynamisk tærskel:



IPL koordinatmåling - Metrologic APS

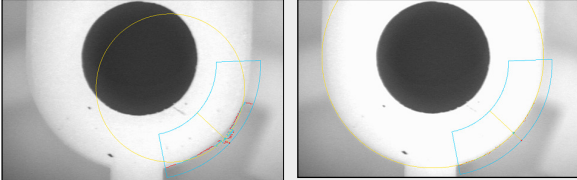
31

Billedbearbejdning

Gråtone bearbejdning:

For kanter som er svære at måle ved hjælp af dynamisk tærskel, anbefales brug af gråtone-rutiner. Illustrationen viser en sådan svær kant, hvor den dynamiske tærskel ikke giver et tilfredsstillende resultat.

Billede med dynamisk tærskel. **Billede med gråtone.**



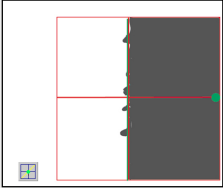
IPL koordinatmåling - Metrologic APS

32

Billedbearbejdning

Billedbearbejdningen bestemmer den bedst egnede lige linie gennem alle pixels og tegner den ind i målingsvinduet. Skæringen af den bedst egnede linie og cross-hairs bruges til måling. (X,Y,Z)

Snavs bliver filtreret fra. Præcisionen er op til 10 gange bedre, end pixel opløsningen.



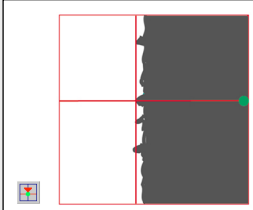
IPL koordinatmåling - Metrologic APS

33

Billedbearbejdning

Billedbearbejdningen leder efter målepunktet langs cross-hairs i sensor retningen. Når punktet er fundet flyttes cross-hair til dette punkt. Der bliver **ikke** genereret en bedst egnet linie.
 Pixelen i skæringens punkt mellem cross-hair og kant bliver brugt, giver positionen i X,Y,Z.


Præcisionen er en pixel.



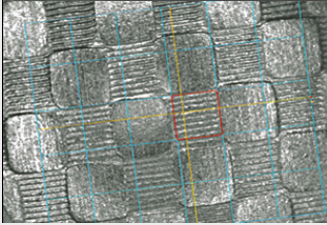
IPL koordinatmåling - Metrologic APS 34

Billedbearbejdning

Maksimum Fokusering:



Ved hjælp af funktionen maksimum fokusering, kan man lokalisere et maksimum punkt i Z retningen indenfor målevinduet.
 Resultatet er positions værdien X, Y, Z.



IPL koordinatmåling - Metrologic APS 35

Belysningsproblemer

- ✘ **Stabilitet af lyskilde**
 - Korttidsstabilitet (pulsering)
 - Langtidsstabilitet (lysreduktion)
- ✘ **Lysets farve i relation til emneoverfladen**
- ✘ **Lysstyrken giver forskellige måleresultater**
- ✘ **Lysets retning kan påvirke målingen**
 - Fast ringbelysning
 - Individuel justerbar ringbelysning
 - Underlys



IPL koordinatmåling - Metrologic APS 36

Forskil i position med ændret belysning

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 37

Belysningsretning

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 38

Belysning - underlys

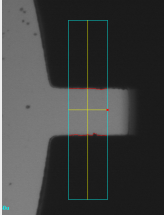
- * **Emnets udformning påvirker måleresultatet**
 - Diameteren ved cylindriske emner
 - Kantrundinger
- * **Belysningens intensitet**
 - Dimensionen ændres ved stigende intensitet

Kantvirkning

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 39

Belysning

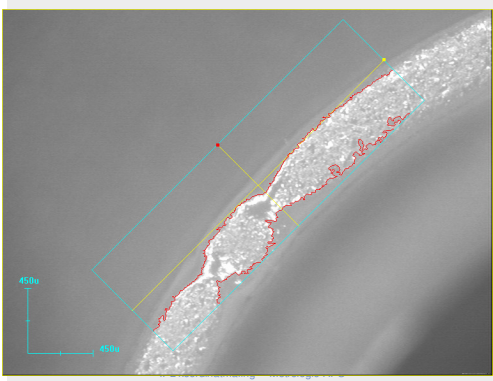
✘ **Hvor stor er afstanden?**



IPL koordinatmåling - Metrologic APS

40

Målepunktet?

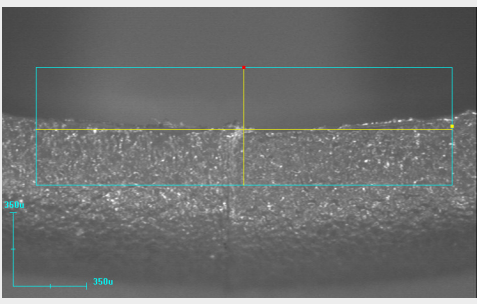


450µ
450µ

IPL koordinatmåling - Metrologic APS

41

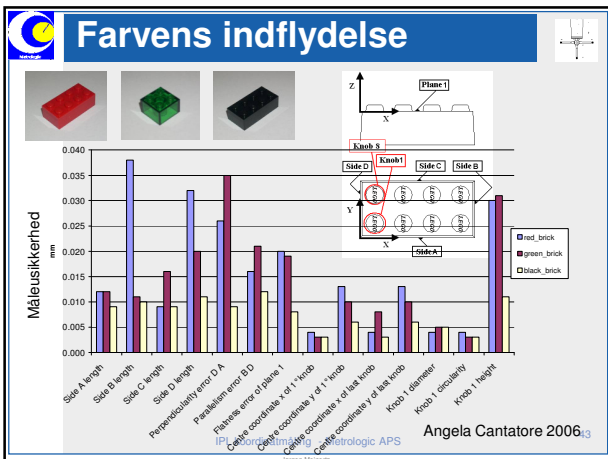
Målepunktet?

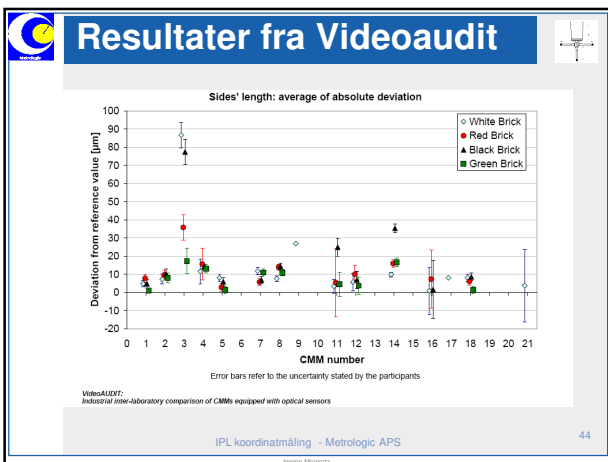


350µ
350µ

IPL koordinatmåling - Metrologic APS

42

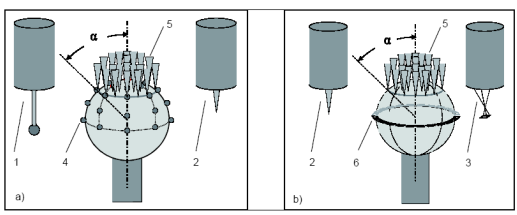




- ### Test af sensorskift
- ✘ Problemer:
 - ✘ Temperaturindflydelse
 - ✘ Kalibreringsusikkerhed
 - ✘ Sensorforskelle
- IPL koordinatmåling - Metrologic APS

Kalibrering af sensorskift

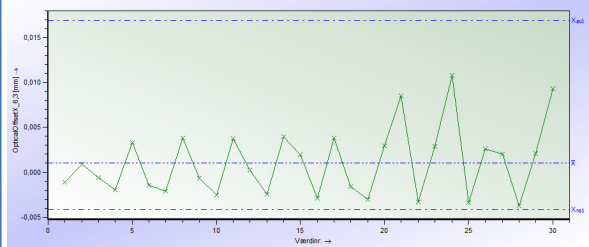
✘ ISO 10360-9 anbefaler brug af en kalibreret referencekugle.



a) contacting probe and optical distance probe b) optical distance probe and imaging probe

IPL koordinatmåling - Metrologi APS 46

>Eksempel på testresultat



IPL koordinatmåling - Metrologi APS 47

Kalibrering

- ✘ Test forskellen mellem de forskellige sensorer ved at måle på en kugle eller en ring i 3 forskellige positioner på planet eller i rummet.
- ✘ Der måles 25 gange med hver sensor.
- ✘ Sensorfejlen er da den største afstand mellem to kuglecentre kaldet P_{LM}

IPL koordinatmåling - Metrologi APS 48

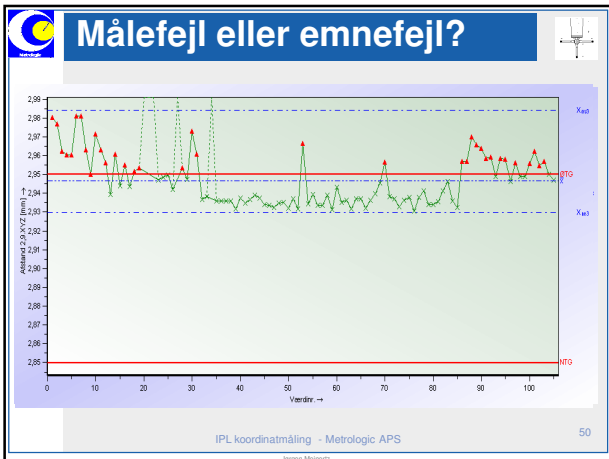
Rapportering

Measuring Tool: Mycrona / Signum 200
 Company: PAC 13

Operator: Steve Foster Charge No: (None)
 Partname: Camera Demo Plate Part No: 1
 Drawing No: none Department: (None)
 Project_Path: C:\GEOMETRIC\TEST.MDB
 C:\Geometric\Demonstration\Steve\Camera demo\camera test piece.mdb
 11/02/01 11:54:24

Character	Nominal	Actual	Upper	Lower	Dev.	Eval.
Circle 2 D	3.0000	3.0301	0.1000	-0.1000	0.0301	10%
Circle 2 R	1.6000	1.5050	0.1000	-0.0500	-0.0950	< 0.0450
Circle 3 D	3.0000	3.0085	0.1000	-0.0500	0.0085	9%
Circle 3 R	1.5000	1.5043	0.1000	-0.0500	0.0043	4%
Distance C2 to C3 X	30.0000	30.0316	0.1000	-0.1000	0.0316	32%
Interior Angle 1 a	52.0000	52.0991	0.5000	-0.5000	0.0991	20%

IPL koordinatmåling - Metrologi APS 49



Sorteret oversigt

Ej.nr.	Eg.bet.	i	Emnebet.		Testerne		
			x	(x - T ₀)	(x - T ₀) _i	(x - Targ.) _i	(x - Nom.) _i
3	2 Diameter 0,22	25	0,251	0,0110	0,0359		0,0309
4	2 Afstand 0,22	25	0,248	0,0077	0,0335		0,0285
15	14 Diameter @ 3,45	25	3,438	0,0057	-0,0316		-0,0216
6	4 Afstand 0,25	25	0,269	0,0081	0,0191		0,0191
1	1 Diameter 0,22	25	0,224	-0,0001	0,0091		0,0041
2	1 Afstand 0,22	25	0,224	0,0011	0,0087		0,0037
8	6 Diameter @ 0,22	25	0,203	0,0018	-0,0170		-0,0170
5	3 @ 0,25	25	0,266	-0,0030	0,0162		0,0162
11	9 Diameter @ 0,5	25	0,490	0,0468	-0,0345		-0,0095
7	5 Diameter @ 0,5	25	0,495	-0,0016	-0,0195		-0,0045
14	12 Afstand 0,6	25	0,622	0,0110	0,0220		0,0220
9	7 Afstand 0,53	25	0,535	0,0116	0,0051		0,0051
10	8 Afstand 0,7	25	0,697	-0,0058	-0,0027		-0,0027
13	11 Afstand 0,6	25	0,393	0,0099	-0,0070		-0,0070
12	10 Afstand 1,2	25	1,201	-0,0200	0,0014		0,0014

IPL koordinatmåling - Metrologi APS 51

Se om det er en strejfer

Måling	Tilstand	A	B	M. (mm)
1	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
2	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
3	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
4	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
5	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
6	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
7	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
8	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
9	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
10	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
11	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
12	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
13	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
14	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
15	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
16	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
17	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
18	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
19	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
20	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
21	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
22	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
23	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000
24	Overkast - 100mm	145,9907	0	0,0000

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 52

MCA / CMM Reporting

```
graph TD
    CMM[CMM] --> LocalDB[local DB]
    LocalDB --> MCA[MCA/CMM Reporting]
    MCA --> CentralDB[central DB]
    CentralDB --> Report[Report]
    Report --> Alarm{ALARM?}
    Alarm -- ja --> CMM
    Alarm -- nej --> Next[ ]
```

IPL koordinatmåling - Metrologic APS 53
