การสอบเทียบเครื่องชั่งและการใช้งานเครื่องชั่ง อ้างอิงมาตรฐาน UKAS LAB 14 : 2015

IN-HOUSE CALIBRATION AND USE OF WEIGHING MACHINE.

นายอานนท์ พรมแก้ว

กรรมการผู้จัดการ

บริษัท เอเอ็นพี เมโทรโลยี พรีซิชั่น จำกัด

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

Presentation Outline

- การสอบเทียบเครื่องชั่ง
- การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด
- การอ่านค่าผลการสอบเทียบและการนำไปใช้
- การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักอย่างเหมาะสม

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (Calibration of Weighing Machine)

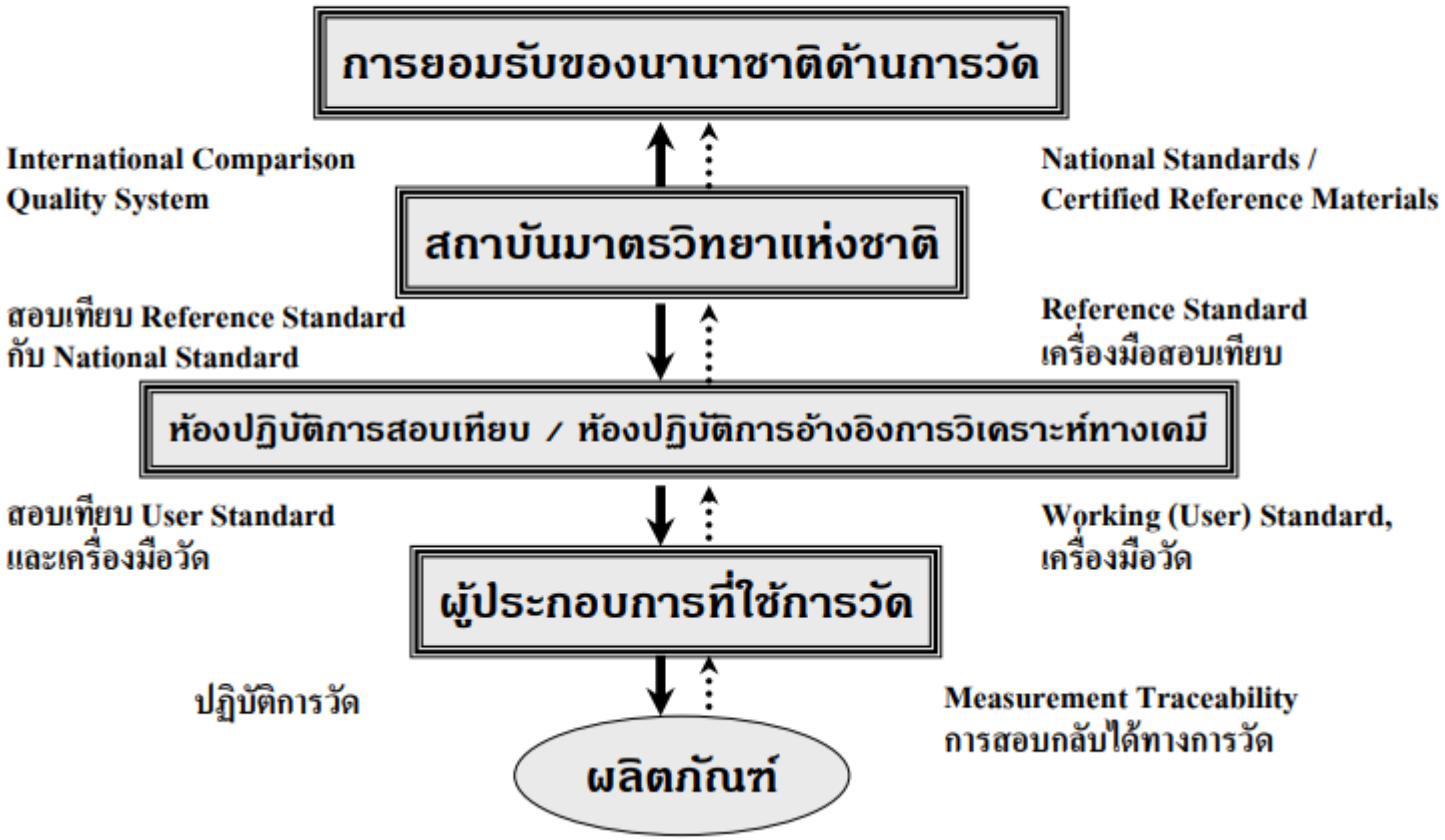
มาตรวิทยา (Metrology)

วิทยาการด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวัด เมื่อเป็นวิทยาศาสตร์จึงต้องมีทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติ ทดลอง เพื่อให้ผลการวัดถูกต้องเป็นที่ยอมรับของสังคมโลก มีการกำหนดรายละเอียดของหน่วยวัด มาตรฐานด้านการวัดที่เป็นสากลเพื่อเป็นที่อ้างอิงของกิจกรรมการวัดต่างๆ

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

โครงสร้างระบบมาตรวิทยาของชาติ

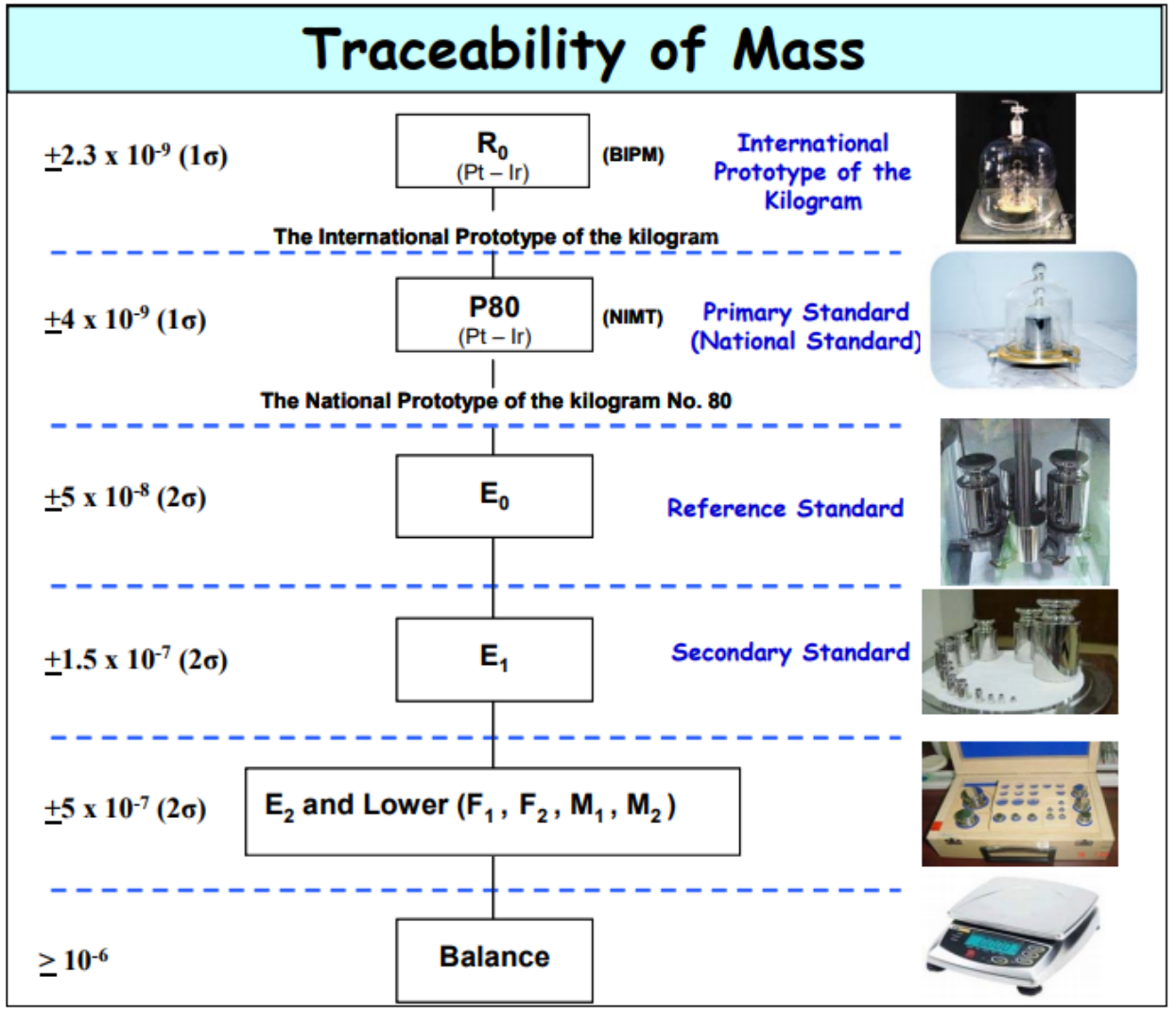


Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

การสอบกลับได้ของการวัด (Traceability)

ความสามารถในการสอบและติดตาม ตั้งแต่ระดับใช้งานไปจนถึงระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดการความเสี่ยง



Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

หน่วยมาตรฐานระดับนานาชาติในหน่วย SI

SI Base Units

Quantity	Unit	Symbol
Length	meter	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Electric current	ampere	A
Luminous intensity	candela	cd

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

การวัดมวลทางด้านมาตรวิทยา มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

- หน่วยรับรองระบบงาน หรือหน่วยงานผู้ตรวจประเมิน (สมอ.)
- ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ (NIMT, ANP)
- เจ้าหน้าที่สอบเทียบ
- โรงงานลูกค้า

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

ชนิดของเครื่องชั่ง โดยทั่วไปที่พบได้บ่อยจะแบ่งเป็น 2 แบบคือ

- เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์
- เครื่องชั่งเชิงกล

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

การสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนักจะใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานในการสอบเทียบ

น้ำหนักมาตรฐานโลก (Kilogram Prototype)

ทำมาจากโลหะที่ประกอบด้วย Platinum 90% และ Radium 10% มีความสูงเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 39.17 mm. ถูกเก็บไว้อย่างดีในประเทศฝรั่งเศสโดย BIPM

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

มาตรฐานของลูกตุ้มน้ำหนักตามมาตรฐาน OIML R111

- แบ่งได้ทั้งหมด 7 Class ตาม OIML ได้แก่ E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3
- มีมวลคงที่ตามข้อจำกัดที่กำหนดโดยมาตรฐาน(Maximum Permissible Error)
- มีรูปทรงและขนาดตามที่กำหนด
- ทำจากโลหะไม่เป็นสนิมและไม่เป็นสารแม่เหล็ก
- ผิวเรียบ ทำความสะอาดได้ง่ายและไม่เป็นที่กักเก็บฝุ่น
- พื้นผิวมีความแข็งไม่เป็นรอยได้ง่าย
- ความหนาแน่นของวัสดุเป็นไปตามมาตรฐาน

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

รอบเวลาในการสอบเทียบลูกตุ้มมาตรฐาน (Calibration Cycle for Weight Standard)

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

คุณลักษณะที่ดีของเครื่องชั่งน้ำหนัก

- Readability หรือค่าความละเอียดของเครื่องชั่งน้ำหนัก (Resolution)
- Weighing Capability หรือน้ำหนักสูงสุดของเครื่องชั่งน้ำหนัก
- Repeatability หรือค่าความสามารถในการอ่านค่าซ้ำของเครื่องชั่งน้ำหนัก
- Reproducibility หรือค่าความแตกต่างระหว่างจุดต่างๆของเครื่องชั่งน้ำหนักกับจุดกึ่งกลางเครื่องชั่ง
- Linearity หรือค่าความแตกต่างระหว่างตุ้มน้ำหนักมาตรฐานกับค่าที่วัดได้จากเครื่องชั่ง
- Sensitivity Drift หรือค่าความแตกต่างของค่าที่วัดได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ
- Tare Range หรือค่าการอ่านค่าซ้ำที่จุด 0 เมื่อมีการใช้งานที่จุดต่างๆของเครื่องชั่งน้ำหนัก
- Response Time หรือความสามารถในการอ่านค่าใดค่าหนึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเวลา

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

การแบ่งชั่นความเที่ยง(Accuracy)ของเครื่องชั่งน้ำหนัก

ชั้นความเที่ยง	ชั้นหมายมาตรตรวจรับรอง (e)	จำนวนขั้นหมายมาตรตรวจรับรอง n=Max/e		Minnimum Capacity (Min Lower Limit)
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	
Special Class I	0.001g ≤ e	50,000	-	100e
High Class II	0.001g ≤ e ≤ 0.05g	100	100,000	20e
	0.1g ≤ e	5,000	100,000	50e
Medium Class III	0.1g ≤ e ≤ 2g	100	10,000	20e
	5g ≤ e	500	10,000	20e
Ordinary Class IIII	5g ≤ e	100	1,000	10e

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

ตารางแสดงค่า MPE (Maximum Permissible Error) ของเครื่องชั่งน้ำหนัก

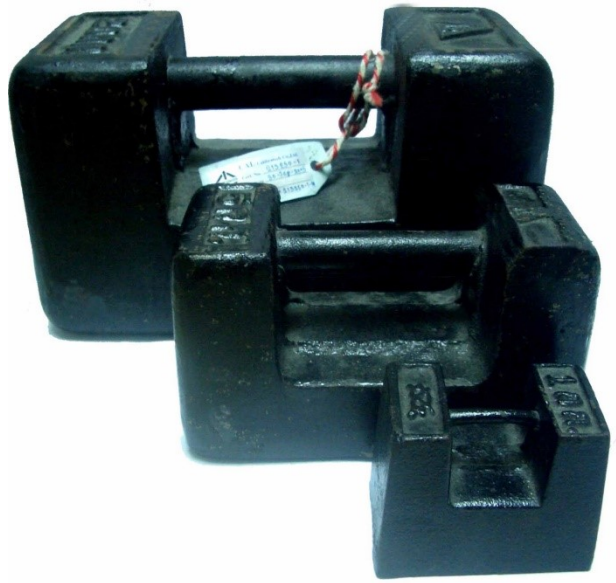
อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด (MPE)	น้ำหนักที่ใช้ทดสอบ (m) แสดงในหน่วยของค่าขั้นหมายมาตราตรวจรับรอง (e)			
	Class I	Class II	Class III	Class IIII
± 0.5e	0 ≤ m ≤ 50,000e	0 ≤ m ≤ 5,000e	0 ≤ m ≤ 500e	0 ≤ m ≤ 50e
± 1.0e	50,000e < m ≤ 200,000e	5,000e < m ≤ 20,000e	500e < m ≤ 2,000e	50e < m ≤ 200e
± 1.5e	200,000e < m	20,000e < m ≤ 100,000e	2,000e < m ≤ 10,000e	200e <m ≤ 1,000e

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

Class ต่างๆของตุ้มน้ำหนักที่แบ่งตามมาตรฐาน OIML R111

Class E1, E2, F1, F2



Class M1, M2, M3

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก

เป็นการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนักนี้จะเป็นการอ้างอิงวิธีการสอบเทียบตามมาตรฐาน UKAS LAB 14 : 2005 ครอบคลุมทั้งเครื่องชั่งที่เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์และแบบเชิงกล ซึ่งการสอบเทียบใช้มาตรฐานเป็นลูกตุ้มน้ำหนัก มาตรฐาน ตามมาตรฐาน UKAS LAB 14 : 2005 ระบุว่าการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนักต้องสอบเทียบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือขึ้นอยู่กับความถี่ของการใช้งาน

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก

1. เลือกลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐานสำหรับการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก

Capability	ความละเอียด			
	0.1 mg (4 Digit)	1 mg (3 Digit)	10 mg (2 Digit)	100 mg (1 Digit)
Up to 50 g	E2	F2	M2	M3
Up to 100 g	E2	F1	M1	M3
Up to 500 g	-	E2	F2	M2
Up to 1 kg	-	E2	F1	M1
Up to 5 kg	-	-	E2	F2
Up to 20 kg	-	-	E2	F1

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก (ต่อ)

2. ตรวจพินิจตุ้มน้ำหนักมาตรฐานก่อนนำออกไปสอบเทียบ
3. ตรวจสอบสภาวะแวดล้อม โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20°C - 30°C
4. ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของเครื่องชั่งน้ำหนัก เช่นระดับของเครื่องชั่ง ที่ตั้งของเครื่องชั่งน้ำหนัก อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม เป็นต้น
5. ทำการปรับอุณหภูมิของเครื่องชั่งและตุ้มน้ำหนักให้ใกล้เคียงกัน โดยการวางทั้งสองไว้ใกล้กันเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง เพื่อลด Sensitivity Drift
6. ทำการ Preload เครื่องชั่งน้ำหนักไปที่จุดใกล้ๆค่าสูงสุดของเครื่องชั่งน้ำหนักทั้งหมด 3 ครั้ง
7. เมื่อพบ Error เกินกว่าค่าที่ที่ยอมรับได้ ให้ทำการปรับค่าตามที่คู่มือกำหนด
8. ตรวจสอบความทวนซ้ำของเครื่องชั่งน้ำหนักที่ 90% ของแรงสูงสุด
9. ตรวจสอบความผิดพลาดเนื่องจากการถ่วงน้ำหนักไม่ตรงกลาง โดยใช้ตุ้มน้ำหนักขนาด 1/3 หรือ 1/4 ของน้ำหนักสูงสุด

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การสอบเทียบเครื่องชั่ง (ต่อ)

ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก (ต่อ)

10. ตรวจสอบการทดค่าน้ำหนัก การ (Zero Effect)
11. ตรวจสอบการเลื่อนค่าของเครื่องชั่งเป็นช่วงๆ ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเท่าๆกัน
12. นำค่าที่ได้จากการสอบเทียบ ไปคำนวณความไม่แน่นอนในการวัดของการสอบเทียบ

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดของการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก

แบ่งการประเมินเป็น 2 แบบคือ

1. การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A

เป็นความไม่แน่นอนของการวัดที่เกิดจากการทำซ้ำของน้ำหนักแต่ละช่วง (u_A)

2. การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type B

เป็นความไม่แน่นอนในการวัดที่เกิดจากหลายแหล่งด้วยกัน ได้แก่

- ความไม่แน่นอนจากผลการสอบเทียบของลูกตุ้มมาตรฐาน (u_S)
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเลื่อนค่าของลูกตุ้มมาตรฐานจากการสอบเทียบแต่ละครั้ง (u_{diff})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของเครื่องชั่งน้ำหนักขณะที่ไม่มีการชั่งน้ำหนัก (u_{ResZ})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของเครื่องชั่งน้ำหนักขณะที่มีการชั่งน้ำหนัก (u_{Res})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากแรงพยุงอากาศ (u_{Air})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากการอ่านค่าศูนย์ (u_{Zero})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากความแตกต่างของการวางน้ำหนักแต่ละจุด (u_{Pos})

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A

ผลการสอบเทียบเครื่องชั่งที่จุด 1 kg พบว่าผลการสอบเทียบเป็นดังนี้ 1.002 kg, 1.001 kg, 1.002 kg, 1.001 kg และ 1.002 kg การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A สามารถหาได้จาก

$$\overline{X} = \frac{1.002 + 1.001 + 1.002 + 1.001 + 1.002}{5} = 1.0016$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{(1.002 - 1.0016)^2 + (1.001 - 1.0016)^2 + (1.002 - 1.0016)^2 + (1.001 - 1.0016)^2 + (1.002 - 1.0016)^2}{5 - 1}} = 0.000548$$

$$u_A = \frac{0.000548}{\sqrt{5}} = 0.000245$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type B

ความไม่แน่นอนจากผลการสอบเทียบของลูกตุ้มมาตรฐาน (u_s)

จากใบรายงานผลการสอบเทียบตุ้มมาตรฐาน ขนาด 1 kg พบว่าในใบรายงานผลการสอบเทียบพบว่ามีค่า Uncertainty มีค่าเท่ากับ 0.0005 kg ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ที่ k=2

$$u_s = \frac{0.0005}{2} = 0.00025$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเลื่อนค่าของลูกตุ้มมาตรฐานจากการสอบเทียบแต่ละครั้ง (u_{diff})

จากผลการสอบเทียบตุ้มมาตรฐาน ขนาด 1 kg ในปี 2017 เป็น 1.001 kg และในปี 2018 เป็น 1.002 kg ซึ่งมีการกระจายตัวแบบ Rectangular ซึ่งคำนวณได้จาก

$$u_{diff} = \frac{(1.002 - 1.001)}{\sqrt{3}} = 0.000577$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของเครื่องชั่งน้ำหนักขณะที่ไม่มีการชั่งน้ำหนัก (u_{ResZ})

ความละเอียดของเครื่องชั่งชนิดดิจิตอล ในขณะที่ไม่มีการชั่งน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.0001 kg ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{ResZ} = \frac{0.0001}{2\sqrt{3}} = 0.0000866$$

ความละเอียดของเครื่องชั่งชนิดอนาลอก ในขณะที่ไม่มีการชั่งน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.01 kg ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular จะมีการแบ่งการอ่านค่าเป็น 2 ส่วน 5 ส่วน และ 10 ส่วนตามความสามารถในการแยกของสายตาผู้สอบเทียบ ในกรณีนี้ผู้สอบเทียบสามารถแบ่งช่องสเกลออกเป็น 5 ส่วน จะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{ResZ} = \frac{0.01}{5\sqrt{3}} = 0.003464$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของเครื่องชั่งน้ำหนักขณะที่มีการชั่งน้ำหนัก (u_{Res})

ความละเอียดของเครื่องชั่งชนิดดิจิตอล ในขณะที่มีการชั่งน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.001 kg ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Res} = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} = 0.000866$$

ความละเอียดของเครื่องชั่งชนิดอนาลอก ในขณะที่มีการชั่งน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.01 kg ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular จะมีการแบ่งการอ่านค่าเป็น 2 ส่วน 5 ส่วน และ 10 ส่วนตามความสามารถในการแยกของสายตาผู้สอบเทียบ ในกรณีนี้ผู้สอบเทียบสามารถแบ่งช่องสเกลออกเป็น 5 ส่วน จะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Res} = \frac{0.01}{5\sqrt{3}} = 0.003464$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากแรงพยุงอากาศ (u_{Air})

ค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากแรงพยุงอากาศขณะสอบเทียบ ที่สอบเทียบจุด 1 kg ซึ่งคิดเป็น ล้านส่วนจากจุดสอบเทียบนั้นๆ ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$u_{Air} = \frac{ppm * \text{NominalValue}}{\sqrt{3}}$$

$$u_{Air} = \frac{1x10^{-6} * 1}{\sqrt{3}} = 0.00000057735$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากการอ่านค่าศูนย์ (u_{Zero})

จากผลการสอบเทียบที่ 0 จุดศูนย์ทั้งหมด 5 ค่า ได้แก่ 0.0001, 0.0001, 0.0002, 0.0000, 0.0000 ซึ่งค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากการอ่านค่าศูนย์ หาได้จากค่าสูงสุดที่เบี่ยงเบนไป ซึ่งการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$u_{zero} = \frac{0.0002}{\sqrt{3}} = 0.00011547$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากความแตกต่างของการวางน้ำหนักแต่ละจุด (u_{Pos})

จากผลการสอบเทียบที่ 1/3 หรือ 1/4 ของน้ำหนังสูงสุด เช่น เครื่องชั่งสูงสุดที่ 30 kg จะต้องทำการตรวจเช็คความแตกต่างขอการวางน้ำหนักแต่ละจุดบนจาน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ตำแหน่ง จุดศูนย์กลางอ่านค่าได้ 10.001 และอีกสี่จุดที่เหลืออ่านค่าได้ 10.001, 10.002, 10.002, 10.002 ซึ่งค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากความแตกต่างของการวางน้ำหนักแต่ละจุดหาได้จากผลต่างระหว่างค่าสูงสุดที่เบี่ยงเบนไปกับจุดศูนย์กลาง ซึ่งการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$u_{POS} = \frac{10.002 - 10.001}{\sqrt{3}} = 0.00057735$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การรวมค่าความไม่แน่นอนในการวัดทั้งหมด (u_c)

$$u_c = \sqrt{(u_A)^2 + (u_S)^2 + (u_{diff})^2 + (u_{ResZ})^2 + (u_{Res})^2 + (u_{Air})^2 + (u_{Zero})^2 + (u_{POS})^2}$$

$$u_c = \sqrt{0.000245^2 + 0.00025^2 + 0.000577^2 + 0.0000866^2 + 0.000866^2 + 0.00000057735^2 + 0.00011547^2 + 0.00057735^2}$$

$$u_c = 0.00124883$$

หาค่า Coverage Factor จากสมการ V_{eff} แล้วเปิดตาราง T-Distribution เพื่อหาค่า k ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

$$V_{eff} = \frac{(n-1)*(u_c)^4}{(u_A)^4}$$

$$V_{eff} = \frac{(5-1)*(0.00124883)^4}{(0.000245)^4} = 2700.28045$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

เปิดตาราง V_{eff} ที่หาได้จาก T-Distribution เมื่อเปิดแล้วพบว่า V_{eff} มีค่าเท่ากับ 2700.28045 พบว่าค่า k ที่เหมาะสมคือ k=2

Table 2	Student *'t'* values											
ν_{eff}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
k_{95}	13.97	4.53	3.31	2.87	2.65	2.52	2.43	2.37	2.28	2.23	2.20	2.17
ν_{eff}	18	20	25	30	35	40	50	60	80	100	∞	
k_{95}	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02	2.00	

หาค่าความไม่แน่นอนขยาย (U)

$$U = u_c * k$$

$$U = 2 * 0.00124883 = 0.00249766$$

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

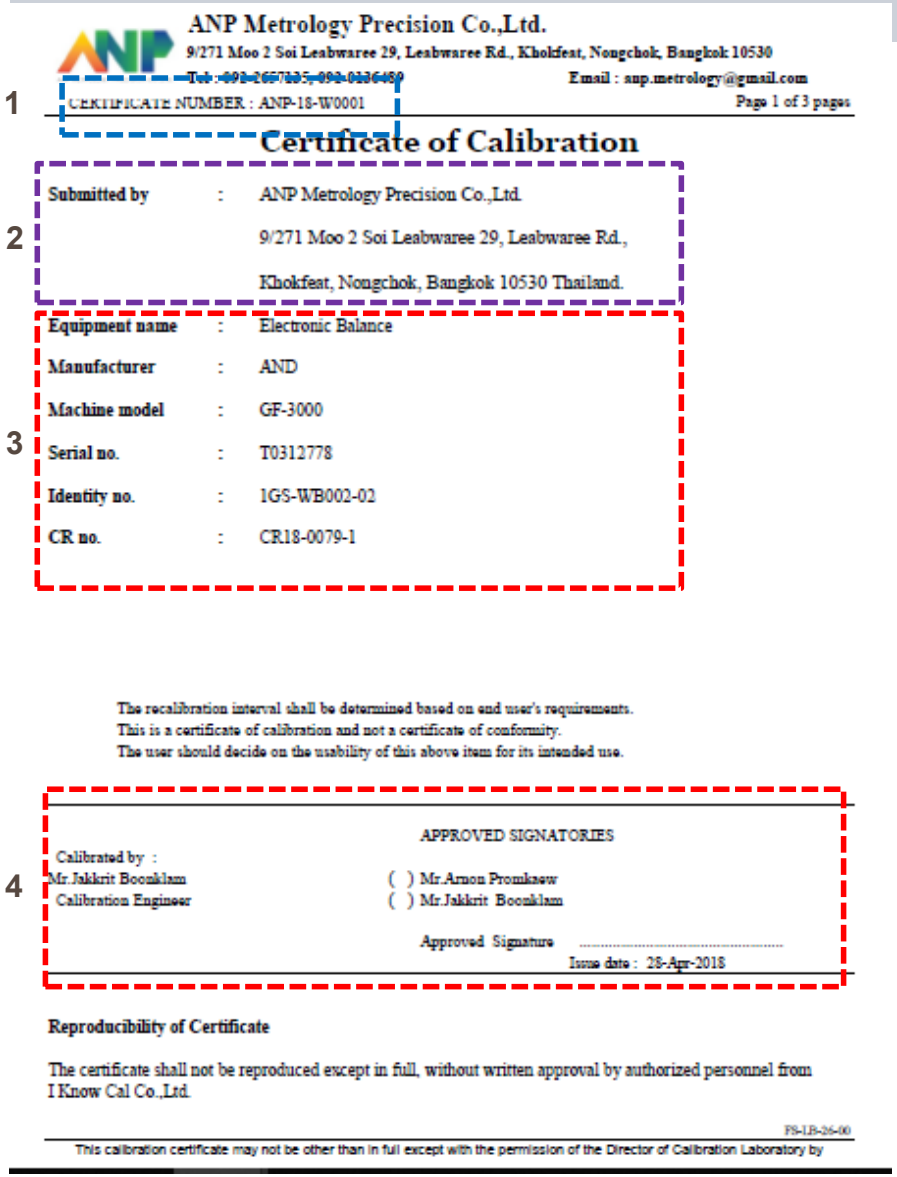
การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การรายงานค่าน้ำหนักของการชั่ง

น้ำหนักจริง $1.002 \pm 0.0025 kg$ ค่าความไม่แน่นอนในการวัด

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การอ่านค่าผลการสอบเทียบและการนำไปใช้



ANP Metrology Precision Co.,Ltd.
9/271 Moo 2 Soi Leabwaree 29, Leabwaree Rd., Khokfeat, Nongchok, Bangkok 10530
Tel : 092-2657835, 092-0436459 Email : anp.metrology@gmail.com

1 CERTIFICATE NUMBER : ANP-18-W0001 Page 1 of 3 pages

Certificate of Calibration

2
Submitted by	:	ANP Metrology Precision Co.,Ltd.
		9/271 Moo 2 Soi Leabwaree 29, Leabwaree Rd.,
		Khokfeat, Nongchok, Bangkok 10530 Thailand.

3
Equipment name	:	Electronic Balance
Manufacturer	:	AND
Machine model	:	GF-3000
Serial no.	:	T0312778
Identity no.	:	1GS-WB002-02
CR no.	:	CR18-0079-1

The recalibration interval shall be determined based on end user's requirements.
This is a certificate of calibration and not a certificate of conformity.
The user should decide on the usability of this above item for its intended use.

4 APPROVED SIGNATORIES

Calibrated by :
Mr.Jakkrit Boonklam
Calibration Engineer

( ) Mr.Arnon Promkaew
( ) Mr.Jakkrit Boonklam

Approved Signature .....
Issue date : 28-Apr-2018

Reproducibility of Certificate

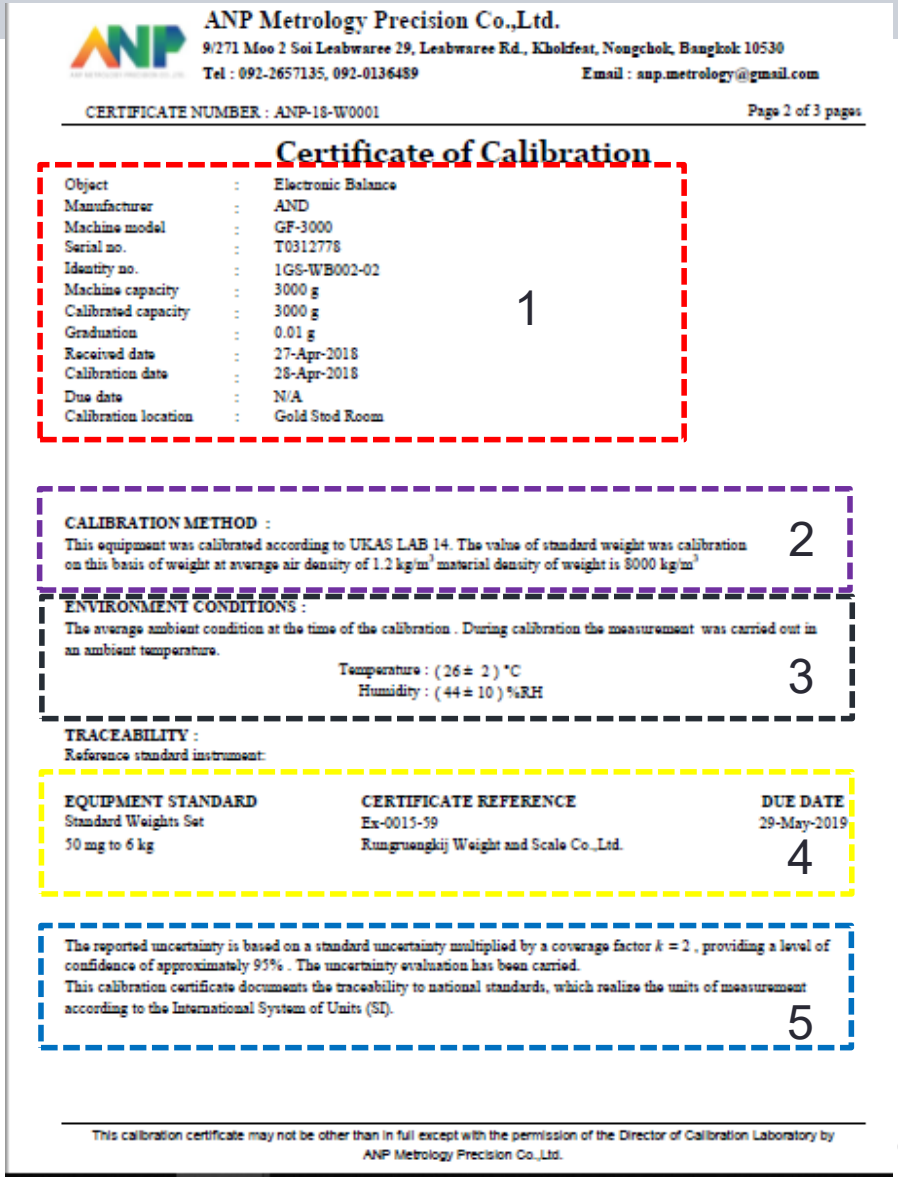
The certificate shall not be reproduced except in full, without written approval by authorized personnel from I Know Cal Co.,Ltd.

FS-LB-26-00
This calibration certificate may not be other than in full except with the permission of the Director of Calibration Laboratory by

1. หมายเลข Certificate
2. ชื่อและที่อยู่ลูกค้า
3. รายละเอียดชื่อเครื่องมือวัด
4. ผู้ทำการสอบเทียบและผู้ลงนามรับรอง

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การอ่านค่าผลการสอบเทียบและการนำไปใช้ (ต่อ)



ANP Metrology Precision Co.,Ltd.
9/271 Moo 2 Soi Leabwaree 29, Leabwaree Rd., Kholefeat, Nongchok, Bangkok 10530
Tel : 092-2657135, 092-0136489 Email : anp.metrology@gmail.com

CERTIFICATE NUMBER : ANP-18-W0001 Page 2 of 3 pages

Certificate of Calibration

Object	:	Electronic Balance
Manufacturer	:	AND
Machine model	:	GF-3000
Serial no.	:	T0312778
Identity no.	:	1GS-WB002-02
Machine capacity	:	3000 g
Calibrated capacity	:	3000 g
Graduation	:	0.01 g
Received date	:	27-Apr-2018
Calibration date	:	28-Apr-2018
Due date	:	N/A
Calibration location	:	Gold Stod Room

1

CALIBRATION METHOD :
This equipment was calibrated according to UKAS LAB 14. The value of standard weight was calibration on this basis of weight at average air density of 1.2 kg/m^3 material density of weight is 8000 kg/m^3

2

ENVIRONMENT CONDITIONS :
The average ambient condition at the time of the calibration . During calibration the measurement was carried out in an ambient temperature.
Temperature : (26 ± 2) °C
Humidity : (44 ± 10) %RH

3

TRACEABILITY :
Reference standard instrument:

EQUIPMENT STANDARD	CERTIFICATE REFERENCE	DUE DATE
Standard Weights Set 50 mg to 6 kg	Ex-0015-59 Rungruengkij Weight and Scale Co.,Ltd.	29-May-2019

4

The reported uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$, providing a level of confidence of approximately 95% . The uncertainty evaluation has been carried.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

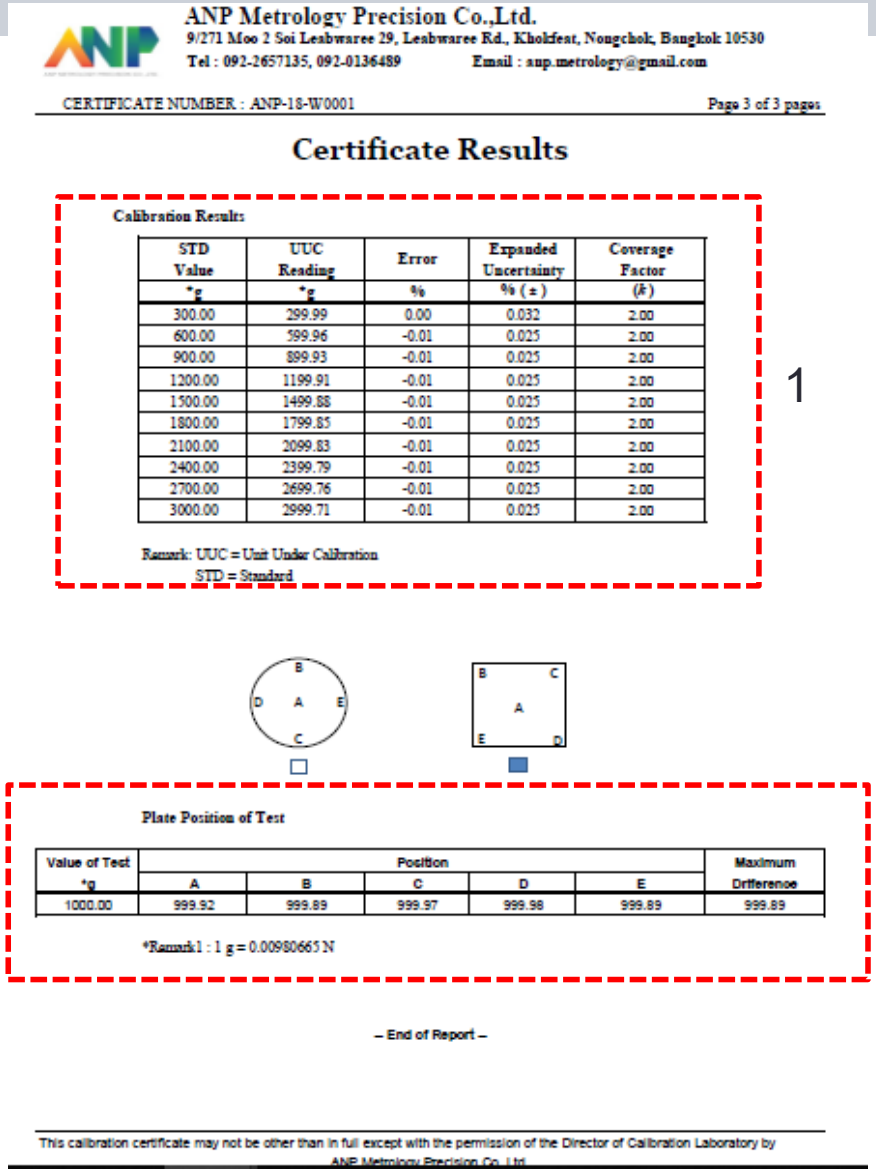
5

This calibration certificate may not be other than in full except with the permission of the Director of Calibration Laboratory by ANP Metrology Precision Co.,Ltd.

1. รายละเอียดของเครื่องมือวัด
2. วิธีการสอบเทียบ
3. อุณหภูมิที่ทำการสอบเทียบ
4. เครื่องมือมาตรฐานที่ทำการสอบเทียบ
5. เปอร์เซนต์ความเชื่อมั่นของผลการสอบเทียบ

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

การอ่านค่าผลการสอบเทียบและการนำไปใช้ (ต่อ)



ANP Metrology Precision Co.,Ltd.
9/271 Moo 2 Soi Leabwaree 29, Leabwaree Rd., Kholkfeat, Nongchok, Bangkok 10530
Tel : 092-2657135, 092-0136489 Email : anp.metrology@gmail.com

CERTIFICATE NUMBER : ANP-18-W0001 Page 3 of 3 pages

Certificate Results

Calibration Results

STD Value *g	UUC Reading *g	Error %	Expanded Uncertainty % (±)	Coverage Factor (k)
300.00	299.99	0.00	0.032	2.00
600.00	599.96	-0.01	0.025	2.00
900.00	899.93	-0.01	0.025	2.00
1200.00	1199.91	-0.01	0.025	2.00
1500.00	1499.88	-0.01	0.025	2.00
1800.00	1799.85	-0.01	0.025	2.00
2100.00	2099.83	-0.01	0.025	2.00
2400.00	2399.79	-0.01	0.025	2.00
2700.00	2699.76	-0.01	0.025	2.00
3000.00	2999.71	-0.01	0.025	2.00

Remark: UUC = Unit Under Calibration
STD = Standard

1

Plate Position of Test

Value of Test *g	Position A	B	C	D	E	Maximum Difference
1000.00	999.92	999.89	999.97	999.98	999.89	999.89

*Remark1 : 1 g = 0.00980665 N

2

– End of Report –

This calibration certificate may not be other than in full except with the permission of the Director of Calibration Laboratory by ANP Metrology Precision Co. Ltd.

1. ผลการสอบเทียบ
2. ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างแต่ละจุดเทียบกับจุดศูนย์กลาง

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การอ่านค่าผลการสอบเทียบและการนำไปใช้ (ต่อ)

การนำเอาผลการสอบเทียบไปใช้งาน

การกำหนดเกณฑ์การตรวจสอบเครื่องมือทดสอบ

- ดูจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบ กำหนดโดยใช้ 60% – 70% ของสินค้าที่มีความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด
- กำหนดจาก Accuracy ของเครื่องมือทดสอบนั้นๆ

การตรวจสอบความใช้ได้ของผลการสอบเทียบ

- นำค่า Error/Correction รวมกับค่า Uncertainty เพื่อเทียบกับเกณฑ์ (Tolerance)

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักอย่างเหมาะสม

การตรวจสอบเครื่องชั่งก่อนการใช้งานประจำวัน

1. จัดหาวัสดุควบคุมสำหรับใช้ตรวจสอบเครื่องชั่ง (ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน)
2. จัดทำข้อมูลในรูปแบบของ Daily Check โดยทำการจัดเก็บข้อมูล วันละ 3 – 5 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความเบี่ยงเบนของเครื่องชั่งน้ำหนัก
3. คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนเพื่อทำการ Plot Graph
4. สร้างแผนภูมิควบคุมการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนัก

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักอย่างเหมาะสม (ต่อ)

การใช้งานเครื่องชั่งอย่างถูกวิธี

1. โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งจะต้องมั่นคง แข็งแรง ไม่สั่น ไม่แอ่นตัว
2. เครื่องชั่งน้ำหนักจะต้องตั้งระดับลูกน้ำเพื่อให้เครื่องชั่งสมดุล
3. ขาของเครื่องชั่งทุกขาต้องสัมผัสกับพื้นตลอดเวลา
4. เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาทีก่อนการใช้งาน เพื่อทำการปรับอุณหภูมิของเครื่อง
5. ในการชั่งน้ำหนักในแต่ละครั้งต้องชั่งตรงกึ่งกลางของจานเท่านั้น
6. เมื่อชั่งน้ำหนักเสร็จแล้วควรรีบนำของออกจากจากชั่งทันที เพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นภายในเครื่อง และทำให้ Load cell ล้าได้
7. อุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเครื่องชั่งน้ำหนักควรที่จะคงที่ เนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป 1 องศา จะทำให้เครื่องชั่งอ่านค่าผิดไป 1 – 2 ส่วนในล้านส่วนและไม่ควรชั่งของที่ร้อน
8. ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเครื่องชั่งควรอยู่ระหว่าง 45 – 60 %RH และไม่ควรอ่านค่าน้ำหนักถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่า 20%RH และสูงกว่า 80%RH
9. ป้องกันกระแสลมจากเครื่องปรับอากาศหรือเครื่องมือที่ทำให้เกิดกระแสลมรบกวนการชั่ง
10. ควรใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักอยู่ในช่วง 1/3 – 2/3 ของค่าพิกัดสูงสุดของเครื่องชั่งน้ำหนัก
11. ไม่ควรชั่งน้ำหนักเกินค่าพิกัดสูงสุดของเครื่องชั่งน้ำหนัก

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักอย่างเหมาะสม (ต่อ)

การใช้งานเครื่องชั่งอย่างถูกวิธี (ต่อ)

12. ห้ามชั่งสารเคมีหรือวัสดุต่างๆ บนจานชั่งน้ำหนักโดยตรง
13. ห้ามชั่งสารหรือวัสดุใดๆ ในขณะที่วัสดุนั้นมีความร้อนอยู่ ต้องรอให้อุณภูมิเย็นลงจนกว่าจะถึงอุณหภูมิห้องก่อน
14. วางเครื่องชั่งให้ห่างจากหน้าต่าง เพราะแสงสว่างจากดวงอาทิตย์อาจทำให้ค่าน้ำหนักไม่แม่นยำ
15. ทำความสะอาดเครื่องชั่งน้ำหนักทุกครั้งหลังจากใช้งานเสร็จ

สาเหตุหลักๆที่ทำให้เครื่องชั่งชำรุดเสียหาย

1. เครื่องชั่งเสื่อมสภาพจากการใช้งานโดยปกติเป็นเวลาหลายปี
2. สารเคมีหกลงตัวเครื่อง
3. เศษผงและวัสดุที่ชั่งตกหล่นลงไปในระบบของเครื่องชั่ง
4. เกิดการตกกระแทก ทำให้ Load cell ได้รับความเสียหาย
5. ระบบไฟในวงจรไฟฟ้า Overload ทำให้อุปกรณ์เสียหาย
6. ใช้งานเครื่องมือผิดประเภทหรือไม่เหมาะกับสภาพแวดล้อม

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine

THANK YOU

Copy right © by UKAS Lab 14 : 2015 in-house calibration and use of weighing machine