



NSC-ONSC

Publication Reference

GLA-28-00

ข้อเสนอแนะการจัดทำขอย้ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0-2202-3491

โทรสาร 0-2354-3045

คำนำ

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายรายละเอียดในภาพรวมเกี่ยวกับขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การเขียนช่วงการวัด-สัญลักษณ์และหน่วยการวัดตามระบบหน่วยระหว่างประเทศ (International System of Units) และการระบุค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดตามที่ระบุในเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03) เพื่อให้ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ขอรับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ใช้เป็นแนวทางในการจัดทำขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ มีความเข้าใจในรายละเอียดของขอข่ายที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง และสามารถขอรับการรับรองความสามารถในการสอบเทียบได้ตรงตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	4
2. คำและบทนิยาม	4
3. รายละเอียดขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ	8
4. ปริมาณและหน่วย	8
5. ชี้ความสามารถของการสอบเทียบและการวัด	12
6. บรรณานุกรม	19

ข้อแนะนำการจัดทำขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

1. บทนำ

ข้อแนะนำนี้ระบุรายละเอียดของขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ โดยระบุสัญลักษณ์ หน่วยการวัด และ ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดในขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ขอรับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

2. คำและบทนิยาม

คำและบทนิยามที่ระบุขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ชื่อห้องปฏิบัติการ หมายถึง นิติบุคคลของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ซึ่งจะระบุชื่อของหน่วยงานเป็นหลักและตามด้วยชื่อของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง

2.2 ที่ตั้ง หมายถึง สถานที่ตั้งของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

2.2.1 กรณีที่ห้องปฏิบัติการมีที่ตั้งเดียว ได้รับการรับรองการสอบเทียบนอกสถานที่ การสอบเทียบแบบเคลื่อนที่ หรือการสอบเทียบแบบชั่วคราว ให้ระบุสถานที่ตั้งของสำนักงานใหญ่ของห้องปฏิบัติการในใบรับรองห้องปฏิบัติการ

2.2.2 กรณีที่ห้องปฏิบัติการมีที่ตั้งเดียว ได้รับการรับรองการสอบเทียบแบบถาวร ให้ระบุสถานที่ตั้งห้องปฏิบัติการที่สอบเทียบเครื่องมือในใบรับรองห้องปฏิบัติการ

2.2.3 กรณีที่ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองหลายสถานที่ จะระบุที่ตั้งในขอข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ โดยระบุสถานที่ตั้งของห้องปฏิบัติการแยกกัน ตามแนวทางข้อ 2.2.1 และ ข้อ 2.2.2 โดยอนุโลม

2.3 หมายเลขการรับรอง หมายถึง ลำดับเลขที่ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นผู้กำหนด มีรูปแบบดังนี้ Calibration xxxx

Calibration หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองการสอบเทียบ

xxxx หมายถึง ลำดับเลขที่ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองการสอบเทียบ

2.4 สถานภาพห้องปฏิบัติการ (Laboratory status) หมายถึง รูปแบบหรือลักษณะที่ห้องปฏิบัติการให้บริการสอบเทียบตามขอข่ายที่ได้รับการรับรอง โดยมีรายละเอียดตาม หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขสำหรับการรับรองห้องปฏิบัติการ แนบท้ายประกาศคณะกรรมการการมาตรฐานแห่งชาติเรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขการรับรองห้องปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ดังนี้

- 2.4.1 ห้องปฏิบัติการถาวร (Permanent facilities) หมายถึง ห้องปฏิบัติการถาวรซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในสถานที่เฉพาะที่เปิดให้บริการเป็นประจำและสม่ำเสมอ เป็นที่ตั้งหลักของห้องปฏิบัติการ หรือ ที่อยู่ที่แสดงในขอบข่ายของการรับรอง
- 2.4.2 ห้องปฏิบัติการนอกสถานที่ (Site away from its permanent facilities) หมายถึง ห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบซึ่งต้องดำเนินการหรือให้บริการยังสถานที่ตั้งของลูกค้าหรือที่อื่นใด เพื่อการทดสอบหรือสอบเทียบและปฏิบัติงานโดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากห้องปฏิบัติการหลัก
- 2.4.3 ห้องปฏิบัติการชั่วคราว (Temporary facilities) หมายถึง ห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบที่จัดตั้งชั่วคราว เพื่อการทดสอบหรือสอบเทียบเป็นการชั่วคราวในช่วงระยะเวลาหนึ่งของการทดสอบหรือสอบเทียบตามข้อตกลงหรือสัญญาที่ทำไว้
- 2.4.4 ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ (Mobile facilities) หมายถึง ห้องปฏิบัติการแบบเคลื่อนที่ซึ่งทดสอบหรือสอบเทียบ ณ สถานที่ใดๆ โดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากห้องปฏิบัติการ
- 2.4.5 ห้องปฏิบัติการหลายสถานที่ (Multi-site facilities) หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่มีหลายสถานที่/สาขา ซึ่งอยู่ภายใต้โครงสร้างใหญ่ขององค์กรเดียวกัน มีระบบบริหารจัดการเดียวกัน ห้องปฏิบัติการส่วนกลาง หรือสำนักงานใหญ่ต้องรับผิดชอบการดำเนินการกิจกรรมต่างๆ ของห้องปฏิบัติการแต่ละสถานที่/สาขา รวมทั้งมีความรับผิดชอบการออกใบรายงานผลการทดสอบหรือสอบเทียบของแต่ละสถานที่/สาขาด้วย โดย
- ทุกสาขาต้องการเชื่อมโยงกับส่วนกลาง ตามกฎหมาย หรือสัญญา/ข้อตกลง
 - ระบบบริหารจัดการเดียวกัน
 - มีการเฝ้าระวัง และตรวจติดตามคุณภาพภายในอย่างต่อเนื่องโดยส่วนกลาง
 - มีส่วนกลางกำกับดูแล เรื่องการปฏิบัติการแก้ไข ในกรณีต้องแก้ไขสิ่งที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด
 - มีข้อตกลงร่วมกันระหว่างส่วนกลาง และสาขาต่างๆ

หมายเหตุ กรณีห้องปฏิบัติการที่มีหลายสถานที่/สาขา ต้องระบุสถานภาพ “หลายสถานที่” กำกับไว้ในขอบข่ายของแต่ละสถานที่ เช่น

ห้องปฏิบัติการสาขา 1 ได้รับการรับรองการสอบเทียบนอกสถานที่

ห้องปฏิบัติการสาขา 2 ได้รับการรับรองการสอบเทียบ ณ ห้องปฏิบัติการถาวร

การระบุสถานภาพห้องปฏิบัติการให้ระบุดังนี้

- ขอบข่ายการรับรองของห้องปฏิบัติการสาขา 1 ให้ระบุสถานภาพห้องปฏิบัติการ เป็น นอกสถานที่ และหลายสถานที่
- ขอบข่ายการรับรองของห้องปฏิบัติการสาขา 2 ให้ระบุสถานภาพห้องปฏิบัติการ เป็น ถาวร และหลายสถานที่

2.5 สาขาการสอบเทียบ (Field of calibration) หมายถึง สาขาการสอบเทียบที่ได้รับรอง โดยอ้างอิงตาม ประกาศคณะกรรมการรับรองห้องปฏิบัติการ เรื่องกำหนดสาขาการรับรองห้องปฏิบัติการ มีสาขาการสอบเทียบดังนี้ ไฟฟ้า (Electrical) แสง (Photometry) ความถี่ (Frequency) อุณหภูมิ (Temperature) ความชื้น (Humidity) มวล (Mass) มิติ (Dimension) เสียง (Acoustic) ความดัน (Pressure) แรง (Force) แรงบิด (Torque) การไหล (Flow) ความแข็ง (Hardness) การสั่นสะเทือน (Vibration) ความหนืด (Viscosity) เคมี (Chemical) ปริมาตร (Volume) รังสีก่อไอออน (Ionizing radiation) และเครื่องมือแพทย์ (Medical device) และประกาศคณะกรรมการรับรองห้องปฏิบัติการที่แก้ไขเพิ่มเติม

2.6 รายการสอบเทียบ (Parameter) หมายถึง รายการของเครื่องมือ หรือ พารามิเตอร์ของการวัดที่ได้รับการรับรอง รวมถึงเงื่อนไขในการสอบเทียบ และช่วงการสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง ทั้งนี้วิธีการเขียนรายการสอบเทียบให้เป็นไปตามข้อแนะนำในการเขียนขอบข่ายการรับรองการสอบเทียบของแต่ละสาขาการสอบเทียบ

2.7 ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (Calibration and Measurement Capability) หมายถึง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่สามารถให้บริการแก่ลูกค้าได้ภายใต้สภาวะปกติ ซึ่งจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

2.7.1 ตามที่ระบุในขอบข่ายที่ได้รับการรับรองจากหน่วยรับรองที่ได้ลงนามการยอมรับร่วมจาก ILAC หรือ

2.7.2 ตามที่ได้ประกาศใน BIPM Key comparison database (KCDB) ของ CIPM MRA

2.8 วิธีการสอบเทียบที่ระบุในขอบข่ายการรับรอง

2.8.1 กรณีที่ห้องปฏิบัติการขอรับการรับรองตามวิธีการมาตรฐาน ให้ใช้วิธีการตามมาตรฐานฉบับล่าสุด หากไม่สามารถปฏิบัติได้ ห้องปฏิบัติการต้องนำเสนอถึงเหตุผลและความจำเป็นที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ให้ คณะผู้ตรวจประเมินพิจารณา

แนวทางการระบุวิธีการสอบเทียบ คือ ให้ระบุชื่อมาตรฐานวิธีการสอบเทียบ โดยไม่ต้องระบุปีที่ประกาศกำหนดมาตรฐาน เช่น มอก. xxxx ISO xxxx เป็นต้น

การระบุวิธีการตามแนวทางดังกล่าวข้างต้น หมายถึง ห้องปฏิบัติการสามารถสอบเทียบและได้รับการรับรองตามวิธีการมาตรฐานฉบับล่าสุด

หากมาตรฐานมีการเปลี่ยนแปลง ถือเป็นความรับผิดชอบของห้องปฏิบัติการที่ต้องปรับรายละเอียดวิธีการสอบเทียบและการประมาณค่าความไม่แน่นอนให้เป็นที่ไปตามมาตรฐานฉบับล่าสุด และคณะผู้ตรวจประเมินจะตรวจสอบในการตรวจติดตามผลการรับรอง หากห้องปฏิบัติการไม่สามารถปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ให้ปรับขอบข่ายโดยระบุปีที่มาตรฐานประกาศใช้

2.8.2 กรณีที่ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้วิธีการที่ไม่เป็นที่ไปตามมาตรฐาน (Non-standard method) ห้องปฏิบัติการต้องนำเสนอถึงเหตุผลและความจำเป็นที่ไม่สามารถปฏิบัติได้และหลักฐานการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีให้คณะผู้ตรวจประเมินพิจารณา โดยมีแนวทางการระบุวิธีการในขอบข่ายดังนี้

(1) กรณีวิธีการสอบเทียบดัดแปลงมาจากวิธีการมาตรฐาน หรือ ใช้วิธีการมาตรฐานนอกขอบข่าย ให้ระบุรูปแบบ ดังนี้

“Based on มอก.XXXX : YYYY”

โดยที่ YYYY คือ ปีที่มาตรฐานประกาศกำหนด

การระบุวิธีการตามแนวทางดังกล่าวข้างต้น หมายถึง ห้องปฏิบัติการสามารถทำการสอบเทียบตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจากมาตรฐานตามปีที่ประกาศนั้น หากมาตรฐานที่อ้างถึงมีการเปลี่ยนแปลง และห้องปฏิบัติการมีความประสงค์ที่จะได้รับการรับรอง ห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีซ้ำอีกครั้ง และยื่นคำขอรับใบรับรองห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมตามวิธีการของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(2) กรณีใช้วิธีการสอบเทียบอ้างอิงตามคู่มือผู้ผลิต หรือ ใช้เทคนิคการวัด ให้ระบุเทคนิคการวัด ที่ใช้ห้ามระบุชื่อเครื่องมือและ/หรือรุ่นของเครื่องมือ ที่เป็นการสื่อว่าเป็นเครื่องมือของหน่วยงานใดๆ ในขอบข่ายการรับรอง ให้ระบุรูปแบบดังนี้

“Technique with standard”

โดยที่

Technique หมายถึง เทคนิคการวัดที่ใช้สอบเทียบ เช่น Comparison technique, Direct measurement, In-direct measurement เป็นต้น

Standard ในที่นี้หมายถึงเครื่องมือมาตรฐานการวัดที่ใช้ตามเทคนิคการวัดที่ระบุ ห้ามระบุชื่อทางการค้า ยี่ห้อ รุ่น หรือผู้ผลิต โดยอาจจะระบุเป็นชื่อเครื่องมือที่สื่อความหมายเป็นที่เข้าใจตรงกัน เช่น Gauge block Standard thermometer Digital multimeter เป็นต้น ตัวอย่างการระบุวิธีการสอบเทียบ เช่น

Comparison with standard thermometer,
Direct measurement with gauge block
 ฯลฯ

(3) กรณีที่วิธีการสอบเทียบอ้างอิงตามวิธีการที่ยอมรับหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ให้ระบุชื่อวิธีการหรือหลักการในขอบข่ายการรับรอง เช่น Hydrostatic method Pycnometer method เป็นต้น

3 รายละเอียดของขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

ขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

3.1 รายละเอียดของหน่วยงานที่ได้รับการรับรอง

เป็นส่วนที่แสดงถึงรายละเอียดของหน่วยงานที่ได้รับการรับรอง และสถานภาพห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ประกอบด้วย ชื่อห้องปฏิบัติการ ที่ตั้ง (ระบุในขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบเฉพาะกรณีหลายสถานที่) หมายเลขการรับรอง และสถานภาพห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง

3.2 รายละเอียดขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

เป็นส่วนที่อธิบายความสามารถของห้องปฏิบัติการในการสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง ประกอบด้วย สาขาการสอบเทียบ รายการสอบเทียบ ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด และวิธีการสอบเทียบ

4 ปริมาณและหน่วย

4.1 หน่วยการวัดที่ระบุในขอบข่ายการรับรองให้ใช้หน่วยการวัดตามระบบหน่วยระหว่างประเทศ (International System of Units) เช่น

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
Tachometer 1 r/min to 100 r/min	Tachometer 1 rpm to 100 rpm
Pressure gauge 1 Pa to 100 kPa	Pressure gauge 1 mmHg to 100 mmHg

4.2 หน่วยการวัดอื่นๆที่ไม่ใช่ระบบหน่วยระหว่างประเทศ (International System of Units) แต่มีการใช้บ่อย เช่น หน่วยของเวลา โดยเฉพาะชั่วโมง และนาที มีข้อแนะนำให้ใช้หน่วยดังนี้

ชื่อหน่วยการวัด	สัญลักษณ์	ค่าในหน่วยวัดระหว่างประเทศ (SI units)
นาที (minute)	min	1 min = 60 s
ชั่วโมง (hour)	h	1 h = 60 min = 3 600 s

4.3 ให้เขียนสัญลักษณ์หน่วยด้วยตัวพิมพ์เล็กและตัวตรง เช่น m (meter) s (second) g (gram) cd (candela) mol (mole) ยกเว้น กรณีที่หน่วยที่ตั้งชื่อมาจากชื่อคน ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เป็นตัวแรก เช่น A (Ampere) K (Kelvin) Pa (Pascal) เป็นต้น นอกจากนี้ หน่วยลิตร ประเทศไทยมีมติให้ใช้สัญลักษณ์ L เพื่อไม่ให้สับสนกับเลข “1” หรือ ตัวโอ “O”

4.4 สัญลักษณ์ของปริมาณหรือตัวแปรให้เขียนด้วยอักษรตัวเอียง ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ $T = 273.15 \text{ K}$ หรือ ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า $U = 100 \text{ V}$ หรือ ความดัน $p = 0.518 \text{ MPa}$ หรือ เวลา $t = 3 \text{ s}$ หรือ ตัวประกอบรอบคกลม $k = 2.0$

4.5 สัญลักษณ์หน่วยที่ได้มาจากการคูณของหน่วยสองหน่วย ให้เขียนโดยใช้สัญลักษณ์ “ \cdot ” หรือ ที่ว่างคั่นกลาง เช่น

สัญลักษณ์หน่วยที่ใช้	สัญลักษณ์หน่วยที่ไม่ให้ใช้
$\text{N} \cdot \text{m}$ หรือ N m	Nm

4.6 คำอุปสรรค (prefix) ต้องเขียนติดกับสัญลักษณ์ของหน่วย เช่น

สัญลักษณ์หน่วยที่ใช้	สัญลักษณ์หน่วยที่ไม่ให้ใช้
kg	k g
μV	μV

4.7 สัญลักษณ์ของหน่วยที่ได้มาจากการหารกันจะเชื่อมกันด้วยเครื่องหมาย “/” หรือยกกำลังด้วยเลขติดลบ โดยให้ใช้เครื่องหมาย “/” ได้เพียงครั้งเดียว เช่น

สัญลักษณ์หน่วยที่ใช้	สัญลักษณ์หน่วยที่ไม่ให้ใช้
m/s^2 หรือ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ หรือ m s^{-2}	m/s/s

4.8 ไม่ใช่คำย่อที่ไม่เป็นคำย่อมาตรฐาน (Non-standardized abbreviation) มาใช้เป็นหน่วยการวัด เช่น

สัญลักษณ์หน่วยที่ใช้	สัญลักษณ์หน่วยที่ไม่ให้ใช้
s	sec
cm ³	cc
r/min	rpm
A	amps

4.9 ไม่ระบุสัญลักษณ์และชื่อหน่วยการวัดร่วมกัน และ ไม่ใช่คำว่า “หน่วย (unit)” ในสัญลักษณ์หน่วยของ ปริมาณที่เป็นสัดส่วน (Quotient quantities)

สัญลักษณ์และชื่อหน่วยที่ใช้	สัญลักษณ์หน่วยที่ไม่ให้ใช้
kilometre per hour หรือ km/h	km per hour หรือ kilometre/hour
mass per length	mass per unit length

4.10 ไม่ระบุหน่วยการวัดในรูปพหุพจน์ เช่น

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
70 cm	70 cms

4.11 ข้อมูลลักษณะเฉพาะของปริมาณต้องแสดงในสัญลักษณ์ของปริมาณ ไม่แสดงที่สัญลักษณ์ของหน่วย โดย แสดงเป็นตัวอักษรเอียงห้อยท้ายสัญลักษณ์ของปริมาณ เช่น

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ควรใช้
$V_{max} = 1\ 000\ V$	$V = 1\ 000\ V_{max}$

4.12 หากตัวอักษรห้อยท้ายสัญลักษณ์ของปริมาณเป็นคำ (Word) หรือ ตัวเลขคงที่ (Fixed number) จะแสดง เป็นตัวอักษรตรงห้อยท้ายสัญลักษณ์ของปริมาณ เช่น

ปริมาณที่ใช้	ปริมาณที่ไม่ให้ใช้
D_m หมายถึง Internal diameter	D_m หมายถึง Internal diameter

4.13 ไม่ใช่เครื่องหมายตีภาค (-) ระบุช่วงการวัด เนื่องจากจะทำให้เกิดความสับสนกับเครื่องหมายลบ (-) ในทาง คณิตศาสตร์ จึงให้ใช้คำว่า “to” ทดแทน เช่น

ช่วงการวัดที่ใช้	ช่วงการวัดที่ไม่ให้ใช้
28 °C to 100 °C หรือ (28 to 100) °C	28 °C – 100 °C

4.14 การระบุช่วงการวัดจะต้องซ้ำหน่วยในแต่ละปริมาณการวัด หรือใช้วงเล็บเพื่อทดแทนการซ้ำหน่วย เช่น

ช่วงการวัดที่ใช้	ช่วงการวัดที่ไม่ให้ใช้
0 mg to 100 mg หรือ (0 to 100) mg	0 to 100 mg

4.15 ให้เว้นวรรคระหว่างตัวเลขและหน่วยการวัด

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
50 mV	50mV
95 %	95%

4.16 กรณีที่เป็นหน่วยการวัดมุม ไม่ต้องเว้นวรรคระหว่างตัวเลขและหน่วยการวัด เช่น

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
2° 3' 4"	2 ° 3 '4 "

4.17 กรณีที่ตัวเลขไม่ได้นำมาใช้ในการคำนวณ ไม่ต้องเว้นวรรคระหว่างเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์และตัวเลข เช่น

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
-100 mV to +100 mV	-100 mV to + 100 mV
-80 °C	- 80 °C

หมายเหตุ การใช้เครื่องหมาย “+” ในตัวอย่างข้างต้น หมายถึง ในช่วงการวัดมีทั้งค่าที่เป็นบวกและลบ รวมอยู่ด้วย

4.18 กรณีที่ตัวเลขนำมาใช้คำนวณตามเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ จะต้องเว้นวรรคระหว่างตัวเลขและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
5 + 4 หรือ 5.0 $\mu\text{V}/\text{V}$ + 0.95 μV	5+4 หรือ 5.0 $\mu\text{V}/\text{V}$ +0.95 μV

5 ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (Calibration and measurement capability : CMC)

5.1 ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (CMC) ที่ระบุในขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการจะแสดงโดยผ่านปัจจัยดังนี้

- ก) สาขาการสอบเทียบ
- ข) รายการสอบเทียบ
- ค) วิธีการสอบเทียบ
- ง) ช่วงการวัดและตัวแปรที่เพิ่มขึ้นมา (ถ้ามี) เช่น ความถี่ของค่าความต่างศักย์ที่ใช้
- จ) ค่าความแน่นอนขยาย (Expanded uncertainty) ที่ระดับความเชื่อมั่นโดยประมาณ 95 %

ทั้งนี้ หน่วยวัดของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด จะต้องเป็นหน่วยเดียวกันกับสิ่งที่ถูกวัด หรืออยู่ในรูปแบบที่สัมพันธ์กันกับสิ่งที่ถูกวัด การรวมเป็นหน่วยที่มีความสัมพันธ์กันนั้นจะต้องมีการอธิบายไว้

5.2 ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด ให้มีเลขนัยสำคัญไม่เกิน 2 การปัดค่าตัวเลขให้ปัดในขั้นตอนสุดท้าย และให้ปัดตัวเลขขึ้น (Round up) เช่น

ปริมาณและหน่วยที่ใช้	ปริมาณและหน่วยที่ไม่ให้ใช้
1.0 μV	0.001 mV
0.18 Pa	0.178 Pa

5.3 การแสดงค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด แสดงได้ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือมากกว่า ดังนี้

5.3.1 รูปแบบเป็นค่าเดียว (Single value) ที่เป็นตัวแทนตลอดพิสัยช่วงการวัด เช่น

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
มิติ	Micrometer caliper for external measurement 0 mm to 25 mm	1.5 μm	JIS B 7502 : 2016
* ค่าความไม่แน่นอน (\pm) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

จากตาราง อธิบายได้ว่า ห้องปฏิบัติการมีค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดสำหรับการสอบเทียบไมโครมิเตอร์ชนิดวัดนอก (Micrometer caliper for external measurement) ที่ช่วง

การวัด 0 mm ถึง 25 mm เท่ากับ 1.5 μm ซึ่งเป็นค่าความไม่แน่นอนขยายที่มีค่ามากที่สุดในช่วงการวัดดังกล่าว

5.3.2 รูปแบบเป็นฟังก์ชัน (Explicit function) ของสิ่งที่เจตนาวัด (Measurand) หรือ พารามิเตอร์ของเครื่องมือที่ถูกวัด เช่น

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ไฟฟ้า	Measuring instrument DC voltage 0 mV to 330 mV	70 $\mu\text{V/V}$ + 4.4 μV	EURAMET cg-15
* ค่าความไม่แน่นอน (\pm) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

จากตารางอธิบายได้ว่า ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดสำหรับการสอบเทียบ DC voltage ที่ 100 mV สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่า CMC ของ DC voltage ที่ 100 mV} &= [(70 \mu\text{V/V}) \times (0.10 \text{ V})] + 4.4 \mu\text{V} \\ &= 7.0 \mu\text{V} + 4.4 \mu\text{V} = 11.4 \mu\text{V} \end{aligned}$$

หรือ

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ความดัน	Pressure measuring instrument Pressure gauge Gauge pressure (P_e) 20 kPa to 3.2 MPa	$1.4 \times 10^{-4} P_e$ But not smaller than 49 Pa	DKD R 6-1:2014 Pressure medium: N ₂
* ค่าความไม่แน่นอน (\pm) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

จากตารางอธิบายได้ว่า ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดสำหรับการสอบเทียบ Pressure gauge ที่ความดัน 100 kPa สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่า CMC ของ Pressure gauge ที่ 100 kPa} &= 1.4 \times 10^{-4} \times (10^5 \text{ Pa}) = 14 \text{ Pa} \text{ ซึ่งน้อยกว่า } 49 \text{ Pa} \\ \text{ดังนั้น ค่า CMC ของ Pressure gauge ที่ 100 kPa} &\text{ จะต้องใช้ค่า } 49 \text{ Pa} \text{ ตามเงื่อนไขที่ระบุ} \end{aligned}$$

หรือ

สาขาการ สอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบ เทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
แรงบิด	Torque measuring devices 5 N · m to < 10 N · m	5.0 mN · m/N · m	BS 7882:2017
* ค่าความไม่แน่นอน (±) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

จากตารางอธิบายได้ว่า ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดสำหรับการสอบเทียบ Torque measuring devices ที่แรงบิด 5 N · m สามารถคำนวณได้ดังนี้
ค่า CMC ของ Torque measuring devices ที่ 5 N · m = (5.0 mN · m/N · m) x 5 N · m
= 25 mN · m

5.3.3 รูปแบบพิสัย (Range) ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด กรณีนี้ห้องปฏิบัติการจะต้องมีขั้นตอนดำเนินงานสำหรับการหาค่าความไม่แน่นอนที่จุดใดๆ ในพิสัย (Range) ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด อย่างไรก็ตาม พิสัย (Range) ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด ควรจะแคบเพียงพอที่ลูกค้าจะสามารถหาค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่จุดใดๆ
การแบ่งพิสัย (Range) ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด ออกเป็นพิสัยย่อย (sub-range) จะต้องมีค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่จุดแบ่งพิสัย (Break point) ที่สอดคล้องกัน เช่น

สาขาการ สอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการ สอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
มวล	Mass standard 1 mg to 100 mg 0.1 g to 1 g 1 g to 10 g	0.60 µg to 1.0 µg 1.0 µg to 2.0 µg 2.0 µg to 4.0 µg	Comparison in air Based on PTB-MA-80e and OIML R 111-1:2004
* ค่าความไม่แน่นอน (±) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

จากตารางจะเห็นได้ว่า มีค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่จุดแบ่งพิสัย (Break point) ที่สอดคล้องกัน เช่น ที่พิสัย (Range) การวัด 1 mg ถึง 100 mg และ 0.1 g ถึง 1 g จะมีค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่จุดแบ่งพิสัย (Break point) ที่สอดคล้องกันคือ 1.0 µg เป็นต้น

การแบ่งพิสัย (Range) ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด อาจจะพิจารณาจากความสามารถของเครื่องมือมาตรฐาน/เครื่องมือที่สอบเทียบและวิธีการสอบเทียบที่ใช้ ทั้งนี้ จะต้องมีความสัมพันธ์ที่เป็นเชิงเส้น (linear relationship) ระหว่างพิสัย (Range) ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดกับพิสัย (Range) การวัดของรายการสอบเทียบ (Parameter) เช่น

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ความชื้น	Dew point hygrometer -75 °C to -10 °C > -10 °C to 60 °C	0.20 °C to 0.30 °C 0.060 °C to 0.070 °C	Comparison with a two pressure humidity generator
* ค่าความไม่แน่นอน (±) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

จากตารางอธิบายได้ว่า การสอบเทียบ Dew point hygrometer แบ่งค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดเป็น 2 พิสัย (Range) อันเนื่องมาจากความสามารถของเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบคือ Pressure humidity generator มีความแม่นยำ (Accuracy) ที่ต่างกัน

5.3.4 รูปแบบเมทริกซ์ (Matrix) หรือ ตาราง (Table) ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดกับค่าของสิ่งที่เจตนาวัด (Measurand) และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น

สาขาการ สอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการ สอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ไฟฟ้า	Measuring instrument AC voltage		EURAMET cg-15
	The CMC's shown relate to voltages and frequencies.		
	Voltage range	frequency range	
		10 Hz to 100 Hz	> 100 Hz to 30 kHz
	1 mV to 3.3 mV	0.15 mV	0.13 mV
> 3.3 mV to 10 mV	0.048 mV/V	0.030 mV/V	
* ค่าความไม่แน่นอน (\pm) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

5.3.5 รูปแบบกราฟ (Graphical) ในแต่ละแกนจะต้องมีค่าความละเอียดเพียงพอ เพื่อที่จะแสดงค่านัยสำคัญของค่าความไม่แน่นอนอย่างน้อย 2 นัยสำคัญ

5.4 ไม่อนุญาตให้แสดงค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดเป็นช่วงเปิด เช่น $U < X$

5.5 กรณีที่ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่ระบุเป็นไปตามเงื่อนไขเฉพาะ จะต้องระบุเงื่อนไขอย่างชัดเจนในขอบข่ายการรับรอง เช่น

สาขาการ สอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการ สอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ไฟฟ้า	Measuring instrument Frequency 20 Hz to 100 Hz	6.0×10^{-10} **	Direct measurement with frequency standard **exclude effect of UUC
	* ค่าความไม่แน่นอน (\pm) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)		

จากตารางอธิบายได้ว่า ค่าความถี่ (Frequency) ที่ช่วงการวัด 20 Hz ถึง 100 Hz มีค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดเท่ากับ 6.0×10^{-10} ทั้งนี้ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดไม่ได้พิจารณาผลกระทบอันเนื่องมาจาก UUC ดังนั้น ในทางปฏิบัติ ห้องปฏิบัติการจะรายงานค่าความไม่แน่นอนขยายที่ระดับความเชื่อมั่นโดยประมาณ 95 % ที่มีค่ามากกว่าค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่ระบุในขอบข่ายการรับรอง

5.6 ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดจะต้องระบุตัวเลข ไม่ควรระบุโดยอ้างอิงตามมาตรฐานเท่านั้น หรือ เอกสารอื่นๆ ที่อธิบายการวัดที่ดำเนินการ เช่น

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
มวล	Non-automatic weighing instrument 1 mg to 100 kg	Uncertainties quoted will depend on the performance of the weighing machine under calibration, and will be not less than the uncertainty of calibration of the weights used for the calibration.	EURAMET cg-18
มวล	Non-automatic weighing instrument 1 mg to 10 g > 10 g to 50 g	25 µg 0.30 mg	EURAMET cg-18
* ค่าความไม่แน่นอน (±) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

5.7 กรณีที่ช่วงการวัดมีค่าใกล้ศูนย์ หรือ ช่วงการวัดที่มีค่าศูนย์รวมอยู่ด้วย จะไม่ระบุค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดที่อยู่ในรูปของนิพจน์สัมพัทธ์ (Relative expression) เช่น

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ไฟฟ้า	Measuring instrument DC voltage 0 mV to 330 mV	70 µV/V	EURAMET cg-15
ไฟฟ้า	Measuring instrument DC voltage 0 mV to 330 mV	70 µV/V + 4.4 µV	EURAMET cg-15
* ค่าความไม่แน่นอน (±) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

5.8 กรณีที่ปริมาณที่วัดเป็นค่าเดียว หรือ ค่าเฉพาะ ให้ระบุค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัดเป็นค่าเดียว (Single value) เท่านั้น เช่น

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด*	วิธีการสอบเทียบ
ไฟฟ้า	Measuring instrument DC resistance (specific value) 100 Ω	25 mΩ/Ω + 3.0 mΩ	EURAMET cg-15
ไฟฟ้า	Measuring instrument DC resistance (specific value) 100 Ω	39 mΩ	EURAMET cg-15
* ค่าความไม่แน่นอน (±) ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % และมีความหมายเป็นไปตามเอกสารวิชาการเรื่อง ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (TLA-03)			

5.9 การระบุช่วงการวัดในขอบข่ายการรับรอง ต้องไม่มีจุดวัดที่ซ้อนทับกัน แต่มีความต่อเนื่องของช่วงการวัด เช่น

รายการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ
Vernier dial and digital caliper 0 mm to 150 mm > 150 mm to 300 mm	Vernier dial and digital caliper 0 mm to 150 mm 150 mm to 300 mm
Measuring instrument DC voltage 0 mV to 330 mV > 330 mV to 500 mV > 500 mV to 1 000 mV	Measuring instrument DC voltage 0 mV to 330 mV 331 mV to 500 mV 501 mV to 1 000 mV

5.10 หน่วยของค่าขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด ต้องเป็นหน่วยเดียวกันกับปริมาณที่วัด หรือ มีความสัมพันธ์กับปริมาณที่วัด เช่น %, μV/V เป็นต้น หน่วย “ppm” หรือ “ppb” เป็นหน่วยที่เลิกใช้แล้ว

6 บรรณานุกรม

- [1] ISO/IEC Directive, Part 2 – Principles and rules for the structure and drafting of ISO and IEC documents, Nine edition:2021
- [2] ISO 80000-1:2009 Quantities and units - Part 1 : General
- [3] JCGM 200:2008 International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- [4] มอก. 235 เล่ม 15-2557 ศัพท์มาตรฐานวิทยา - แนวคิดพื้นฐานและแนวคิดทั่วไปพร้อมคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง
- [5] ประกาศคณะกรรมการการมาตรฐานแห่งชาติเรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขการรับรองห้องปฏิบัติการ พ.ศ. 2564 ประกาศ ณ วันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2564
- [6] ประกาศคณะกรรมการรับรองห้องปฏิบัติการ ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2564) เรื่อง กำหนดสาขาการรับรองห้องปฏิบัติการ ประกาศ ณ วันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2564
- [7] TLA-03-01:06/2564 เอกสารวิชาการเรื่อง ชีตความสามารถของการสอบเทียบและการวัด
- [8] GLA-24-00:2/04/2562 ข้อเสนอแนะการตีความและการนำ EURAMET cg-15 ไปใช้ในการสอบเทียบดิจิทัลมัลติมิเตอร์
- [9] ILAC-P14:09/2020 ILAC policy for measurement uncertainty in calibration
- [10] UKAS LAB 45 Edition 4 September 2021 Schedule of accreditation for calibration laboratories