

## บทที่ 11

### การสอบเทียบเครื่องมือวัด

พระราชบัญญัติ พัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2559 นิยามคำว่า “มาตรวิทยา” หมายความว่า ศาสตร์เกี่ยวกับการวัดปริมาณและการประยุกต์ใช้ศาสตร์นั้นและให้หมายความรวมถึงกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการสอบเทียบ ปรับตั้งความถูกต้องของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาณหรือวิเคราะห์ทดสอบ

การสอบเทียบเครื่องมือ คือ การดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่เครื่องมือวัดหรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดกับค่าจริงที่ยอมรับร่วมกัน (Conventional True Value) ว่าคลาดเคลื่อนไปมากเท่าใด เมื่อเสร็จสิ้นการสอบเทียบจะมีการออกใบรายงานผลการสอบเทียบที่รายงานค่าความ偏差เบนหรือค่าความไม่แน่นอนของการวัด สิวินีย์ สวัสดิ์อารี, อัจฉรา เจริญสุข (2553) ได้ให้นิยามของการสอบเทียบ (Calibration) หมายถึง การดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่เครื่องมือวัดบอก หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดกับค่าจริงที่ยอมรับร่วมกัน (Conventional True Value) (VIM 6.11) ว่าคลาดเคลื่อนไปมากเท่าใด โดยเริ่มจากการสอบเทียบเครื่องมือกับเครื่องมือมาตรฐานที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่า รวมถึงการสอบเทียบเครื่องมือมาตรฐานกับเครื่องมือที่มาตรฐานสูงกว่า จนถึงการสอบเทียบเครื่องมือมาตรฐานสูงสุดกับมาตรฐานแห่งชาติ หรือมาตรฐานระหว่างประเทศ เมื่อเสร็จสิ้นการสอบเทียบจะมีการออกใบรายงานผลการสอบเทียบที่รายงานค่าความ偏差เบนหรือค่าแก้พร้อมค่าความไม่แน่นอนของการวัด

#### ระบบการวัด

การวัด (Measurement) คือ ปฏิบัติการทั้งปวงที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการตัดสินค่าของปริมาณ (Set of operations having the object of determining a value of a quantity : VIM) ผลลัพธ์ของการวัดจะแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือค่าที่วัดได้พร้อมค่าความไม่แน่นอนของค่าที่วัดได้ และอีกส่วนหนึ่งคือหน่วยวัด ระบบการวัดมีรายละเอียดดังนี้

##### 1. ระบบการวัดแห่งชาติ

ประเทศไทยมีระบบการวัดแห่งชาติที่สอดคล้องกับระบบการวัดแห่งชาติของนานาประเทศโดยการแบ่งระบบการวัดแห่งชาติออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

1.1 ระบบการวัดแห่งชาติเชิงพาณิชย์หรือเชิงกฎหมาย (Legal Metrology) เป็นระบบการวัดแห่งชาติที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อรักษาความถูกต้องและเป็นธรรมในการ ชั่ง ตวง วัด ในเชิงพาณิชย์หรือในเชิงกฎหมาย ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ ชั่ง ตวง วัด พ.ศ. 2542 (เดิม พ.ศ. 2466) โดยมีสำนัก ชั่ง ตวงวัด กระทรวงพาณิชย์เป็นหน่วยงานหลักรับผิดชอบในการดำเนินการให้เป็นไปตาม

กฎหมายฉบับดังกล่าว อำนาจหน้าที่หลักของสำนักชั่ง ตวง วัด คือการกำหนดระดับความถูกต้องของการชั่ง ตวง วัด ในเชิงพาณิชย์ เพื่อความเป็นธรรมในการซื้อขายแลกเปลี่ยนรวมถึงการควบคุมให้มีการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติ ชั่ง ตวง วัด อย่างเคร่งครัดอีกด้วย ขอบเขตความรับผิดชอบของสำนัก ชั่ง ตวง วัด มิได้จำกัดอยู่เพียงในส่วนกลางเท่านั้น ยังครอบคลุมไปทั่วประเทศ โดยผ่านสำนักงานพาณิชย์จังหวัดของแต่ละจังหวัด ปริมาณชั่ง ตวง วัด ที่ได้รับการควบคุม เช่น

1.1.1 การชั่ง ได้แก่ เครื่องชั่ง และตม่น้ำหนัก

1.1.2 การตวง ได้แก่ ลิตรมาตรฐาน

1.1.3 การวัด ได้แก่ ไม้มเมตร ตลับเมตร

1.2 ระบบการวัดแห่งชาติทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม (Scientific Metrology or Industrial Metrology) เป็นระบบการวัดแห่งชาติที่มุ่งเน้นในการสถาปนาและรักษามาตรฐานการวัดแห่งชาติ ที่มีความถูกต้องสูงสุดตามระบบการวัดสากลหรือระบบหน่วยวัด SI (International System of Units) ซึ่งเป็นพื้นฐานการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม การดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของระบบการวัดแห่งชาติเชิงวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมนี้อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามพระราชบัญญัติพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ พ.ศ.2540 ซึ่งนอกจากจะกำหนดให้สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเป็นหน่วยงานที่รักษามาตรฐานการวัดในระบบหน่วย SI ผู้ใช้งานภาคอุตสาหกรรม โดยผ่านห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัดของทั้งภาครัฐ และเอกชน รวมทั้งการให้ความรู้ การฝึกอบรม สนับสนุนการวิจัยและพัฒนา ด้านมาตรวิทยาอีกด้วย

## 2. ระบบการวัดระหว่างประเทศ

การค้าขายแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างประเทศจะเป็นไปอย่างราบรื่น เมื่อทุกประเทศได้ใช้ระบบหน่วยวัดเดียวกันที่เป็นสากล สิ่งนี้เองคือที่มาของข้อตกลงระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการวัดปริมาณทางกายภาพ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งต่อการค้าขายแลกเปลี่ยนระหว่างประเทศ การลงนามในสนธิสัญญาเมตริก (Metric Treaty) ในปี ค.ศ.1875 ได้ทำให้มีการพัฒนาโลกซึ่งทำให้เกิดความเชื่อมั่นในความเท่าเทียมกันของมาตรฐานการวัดปริมาณทางกายภาพระหว่างประเทศ และนำไปสู่การก่อตั้งห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศขึ้นหนึ่งแห่งกับคณะกรรมการระหว่างประเทศอีกหลายคณะ

สนธิสัญญาเมตริก กำหนดให้จัดตั้งองค์กรเพื่อการควบคุมและดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในสนธิสัญญาขึ้น 2 องค์กร คือ ที่ประชุมทั่วไปว่าด้วยการ ชั่ง ตวง วัด หรือ General Conference for Weights and Measures (CGPM) และคณะกรรมการ ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ หรือ International Committee for Weights and Measures (CIPM) และให้จัดตั้งห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศอีกหนึ่งแห่ง คือ สำนักงาน ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ หรือ International Bureau of Weights and Measures (BIPM) ซึ่งตั้งอยู่เมือง Seves ใกล้กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส นอกจากนี้ยังได้จัดให้มีคณะกรรมการที่ปรึกษาขึ้นอีกหลายคณะภายหลัง โดย

คณะกรรมการที่ปรึกษาเหล่านี้มีหน้าที่ให้คำปรึกษาในสาระทางวิชาการแก่ CIPM ในมาตรวิทยาสาขาต่างๆ เช่น คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านไฟฟ้า (Consultative Committee on Electricity, CCE) และ คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุณหภูมิ (Consultative Committee on Temperature, CCT) เป็นต้น

สมาชิกของคณะกรรมการที่ปรึกษาได้รับการคัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการแห่งชาติของประเทศสมาชิกที่มีความกระตือรือร้นในการวิจัยมาตรฐานการวัดในสาขาที่เกี่ยวข้อง ในขณะที่ห้องปฏิบัติการมาตรฐานแห่งชาติของประเทศสมาชิกอื่นๆ ก็มีสิทธิที่จะให้เสนอข้อเสนอแนะแก่คณะกรรมการที่ปรึกษาได้เช่นกัน

สำหรับสำนักงาน ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศมีความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการวัด 3 ประการ คือ การเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างกัน (International Comparison) ของประเทศสมาชิก การส่งเสริม ประสานงาน และจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างกัน และการวิจัยในสาขามาตรวิทยาที่เลือกสรรแล้วภายใต้การอำนวยการของ CIPM

### 3. ระบบของหน่วยวัด (The System of Units)

การก่อตั้งสนธิสัญญาเมตริก ในปี ค.ศ.1875 นำไปสู่การประชุม CGPM ครั้งที่ 1 ซึ่งการประชุมมีมติให้ต้นแบบ (Prototypes) ใช้เป็นมาตรฐานปฐมภูมิสำหรับหน่วยเมตร และหน่วยกิโลกรัม เพื่อนำไปรวมเข้ากับหน่วยของ วินาที ซึ่งได้นิยามจากปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ในสมัยนั้น เป็นหน่วยพื้นฐาน 3 หน่วยแรกของสนธิสัญญาาระบบเมตริก (Metre Convention)

ในปี ค.ศ.1954 ได้มีการรับรองหน่วยแอมแปร์ เคลวิน และความเข้มในการส่องสว่าง ตามลำดับให้เป็นหน่วยพื้นฐานเพิ่มเติมและในปี ค.ศ.1960 ได้ตั้งชื่อระบบหน่วยที่ประกอบด้วยหน่วยพื้นฐานทั้ง 6 ว่า International System of Unit หรือ SI จนในที่สุดการประชุม CGPM ครั้งที่ 14 ในปี ค.ศ.1972 ได้เพิ่มหน่วยโมล สำหรับปริมาณของสสารเข้ามาเป็นหน่วยพื้นฐานอีกหน่วยหนึ่ง ส่งผลให้ระบบของหน่วยวัดที่ประกอบด้วยหน่วยพื้นฐาน 7 หน่วย ดังเช่นที่ปรากฏในปัจจุบันนั่นเอง

หน่วย SI คือ หน่วยของการวัดที่มีพื้นฐานมาจากปริมาณของหน่วยวัดโดยการทำให้เป็นจริงจากคำจำกัดความของแต่ละปริมาณพื้นฐาน

### 4. หน่วยพื้นฐาน (Base Units)

หน่วยพื้นฐานเป็นหน่วยวัดพื้นฐานที่หน่วยวัดอื่นๆ ทั้งหมดสามารถสอกลับได้ ปริมาณและหน่วยพื้นฐานทั้ง 7 หน่วย คือ

4.1 ความยาว (Length) หน่วยวัดความยาวในระบบหน่วย SI คือ เมตร (metre, m) มีนิยามว่า เมตร คือ ระยะทางที่แสงคลื่นที่ในสุญญากาศในช่วงเวลา  $1/299\,792\,458$  วินาที

4.2 มวล (Mass) หน่วยวัดมวลในระบบหน่วย SI คือ กิโลกรัม (kilogram, kg) มีนิยามว่า กิโลกรัม คือ หน่วยของมวล ซึ่งเท่ากับมวลแบบประจุมระหว่างประเทศของกิโลกรัม รูปทรงกระบอก ทำจากโลหะผสมระหว่าง Platinum และ Iridium ที่เก็บไว้ที่ BIPM เมือง Sevres ประเทศฝรั่งเศส

4.3 เวลา (Time) หน่วยวัดเวลาในระบบหน่วย SI คือ วินาที (second, s) มีนิยามว่า วินาที คือ ระยะเวลาเท่ากับ 9 192 631 770 คาบของการแผ่รังสีที่สมนัยกับการเปลี่ยนระดับไฮเปอร์ไฟน์สองระดับของอะตอม Caesium-133 (Cs133) ในสถานะพื้นฐาน

4.4 กระแสไฟฟ้า (Electric Current) หน่วยวัดกระแสไฟฟ้าในระบบหน่วย SI คือ แอมแปร์ (Ampere, A) มีนิยามว่า แอมแปร์ คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดแรงขนาด  $2 \times 10^{-7}$  นิวตันต่อความยาว 1 เมตร ระหว่างเส้นลวด 2 เส้น ที่มีความยาวอนันต์ มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กมากจนไม่ต้องคำนึงถึง วางขนานกันด้วยระยะห่าง 1 เมตร ในสุญญากาศ

4.5 อุณหภูมิ (Temperature) หน่วยวัดอุณหภูมิในระบบหน่วยวัด SI คือ เคลวิน (Kelvin, K) มีนิยามว่า เคลวิน คือ หน่วยของอุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งเท่ากับ  $1/273,16$  ส่วนของอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ของจุดสามสถานะของน้ำ

4.6 ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) หน่วยวัดความเข้มการส่องสว่าง คือ แคนเดลลา (candela, cd) ซึ่งมีนิยามว่า แคนเดลลา คือความเข้มของการส่องสว่างในทิศทางกำหนดหนึ่งของแหล่งกำเนิดแสงซึ่งแผ่รังสีเดียวที่มีความถี่  $540 \times 10^{12}$  เฮิร์ตซ์ ด้วยความเข้มของการแผ่รังสีขนาด  $1/683$  วัตต์ต่อสเตอริแอดเจียนในทิศทางเดียวกันนั้น

4.7 ปริมาณของสสาร (Amount of Substance) หน่วยวัดปริมาณสสาร คือ โมล (mole, mol) มีนิยามว่า โมล คือ หน่วยของปริมาณสสารของระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐาน ซึ่งมีจำนวนเท่ากับจำนวนอะตอมของ  $C_{12}$  จำนวน 0,012 กิโลกรัม

ณัฐวัฒน์ จินประชาชัยทวี (2562) ได้สรุปเกี่ยวกับหน่วยของการวัดที่มีพื้นฐานมาจากปริมาณของหน่วยวัดโดยการทำให้เป็นจริง เป็นหน่วยวัดพื้นฐานที่หน่วยวัดอื่นๆ ทั้งหมดสามารถสอบกลับได้ ปริมาณและหน่วยพื้นฐานทั้ง 7 หน่วย แสดงดังตารางที่ 11.1

ตารางที่ 11.1 แสดงระบบของหน่วยพื้นฐาน

ปริมาณ	หน่วยพื้นฐาน	สัญลักษณ์
ความยาว (Length)	เมตร (metre)	m
มวล (Mass)	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา (Time)	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า (Electric Current)	แอมแปร์ (Ampere)	A
อุณหภูมิ (Temperature)	เคลวิน (Kelvin)	K
ปริมาณของสสาร (Amount of Substance)	โมล (mole)	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)	แคนเดลลา (candela)	cd

ที่มา: ณัฐวัฒน์ จินประชาชัยทวี, (2562)

การวัดเป็นปฏิบัติการทางเทคนิค ที่ต้องปฏิบัติตามวิธีการวัดที่กำหนดขั้นตอนไว้แล้ว เพื่อการเปรียบเทียบกันระหว่างปริมาณที่ถูกวัดที่กำหนดขั้นตอนไว้แล้ว เพื่อการเปรียบเทียบกันระหว่างปริมาณที่ถูกวัดกับปริมาณมาตรฐาน (Standard) ซึ่งเป็นตัวแทนของหน่วยวัด ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดนั่นเอง สำหรับวิธีการวัดและเครื่องมือวัดที่ใช้ก็มักจะขึ้นอยู่กับระดับของความถูกต้องของการวัดที่ต้องการรวมทั้งความรู้ความชำนาญในระบบการวัดของผู้ทำการวัดประกอบกัน แต่ไม่ว่าจะใช้วิธีการตลอดจนผู้มีความชำนาญในระบบการวัดของผู้ทำการวัดประกอบกัน แต่ไม่ว่าจะใช้วิธีการตลอดจนผู้มีความสามารถเพียงใดก็ไม่สามารถทำให้เกิดความถูกต้องของการวัดได้ตามต้องการ หากเครื่องมือวัดที่ใช้ในกระบวนการวัดไม่ได้รับการสอบเทียบความถูกต้อง และสอบกลับไปยังมาตรฐานการวัดแห่งชาติที่รักษาไว้โดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของแต่ละประเทศ

## ระบบมาตรวิทยา

การพัฒนา ระบบมาตรวิทยาแห่งชาติของทุกประเทศมุ่งการศึกษา ค้นคว้า และวิจัยทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือวัสดุอ้างอิงที่ใช้ในการวัดปริมาณ เพื่อให้เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือวัสดุอ้างอิงดังกล่าว มีความถูกต้องตามมาตรฐานระหว่างประเทศ รวมถึงกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการถ่ายทอดความถูกต้องของการวัดปริมาณ การจัดหาและบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือวัสดุอ้างอิงที่ใช้ในการวัดปริมาณ (เพียร์ โดทาโรง, 2554) ได้สรุปเกี่ยวกับการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติของทุกประเทศเหมือนกัน คือต้องการให้ผลการวัดซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์และการทดสอบต่างๆ ในประเทศสามารถอ้างอิงย้อนกลับไปสู่มาตรฐานการวัดสากล หรือที่เรียกว่าความสามารถสอบกลับได้ทางการวัดสู่หน่วยวัดสากล (Measurement Traceability to the International System of Units: SI Units) ซึ่งเป็นหัวใจของระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ กิจกรรมที่สำคัญที่ทำให้ผลการวัดสามารถสอบกลับได้สู่หน่วยวัดสากล ได้แก่ การสอบเทียบเครื่องมือวัด การสอบเทียบวัสดุอ้างอิงทางการวัด ในแต่ละระดับที่เชื่อมโยงกันเป็นโครงสร้างระบบมาตรวิทยาแห่งชาติจนกระทั่งถึงหน่วยวัดสากลบทบาทของระบบมาตรวิทยาแห่งชาติในการเป็นหลักประกันให้กับระบบการรับรองคุณภาพตามมาตรฐานสากลต่างๆ เช่น ISO 9001, ISO/IEC 17025, HACCP

### 1. ระบบมาตรวิทยาสากล

การวัดขนาดและปริมาณต่างๆ เป็นกิจกรรมที่สังคมมนุษย์กระทำกันมาตั้งแต่เกิดสังคมเมืองขึ้น ในอดีตหน่วยวัดที่กำหนดขึ้นจะใช้กันภายในกลุ่มเดียวกัน ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการซื้อขาย แลกเปลี่ยน สังคมมนุษย์จึงต้องการหน่วยวัดขนาดและปริมาณที่ทุกๆ คนยอมรับวันที่ 20 พฤษภาคมพ.ศ. 2418 (ค.ศ. 1875) รัฐบาล 17 ประเทศทั่วโลกที่เป็นสมาชิกได้จัดตั้งสนธิสัญญาเมตริก (The Metre Convention) จึงได้ลงนามในสนธิสัญญาเมตริกที่กรุงปารีสประเทศฝรั่งเศสและประกาศให้วันที่ 20 พฤษภาคมของทุกปีเป็นวันมาตรวิทยาโลกสาระสำคัญของสนธิสัญญาเมตริก คือ ให้จัดตั้งสำนักงานซึ่ง

ดวง วัดระหว่างประเทศ (BIPM) เพื่อกำหนดหน่วยวัดสากลให้จัดตั้งคณะกรรมการมาตรวิทยาสากล (CIPM) และให้มีการประชุมนานาชาติด้านมาตรวิทยาทุกๆ 4 ปี

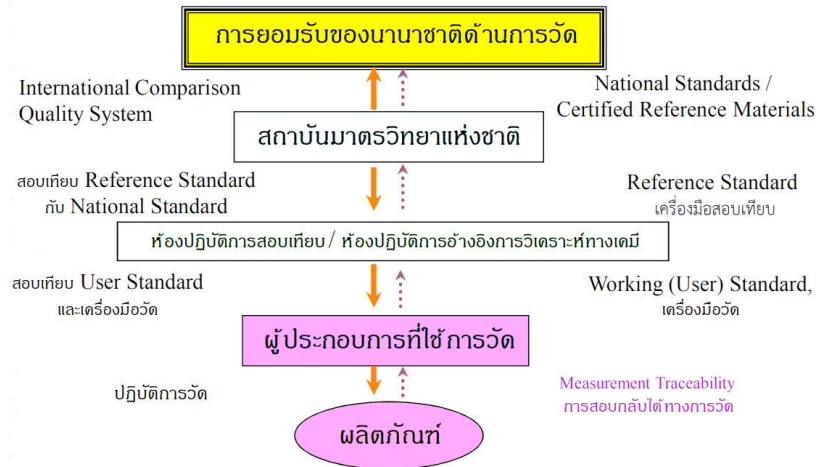
1.1 สำนักงานชั่ง ตวง วัดระหว่างประเทศ (BIPM) สำนักงานชั่ง ตวง วัดระหว่างประเทศ (อังกฤษ: International Bureau of Weights and Measures, ฝรั่งเศส: Bureau International des Poids et Mesures) เป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นตามสนธิสัญญาเมตริก สำนักงานใหญ่อยู่ที่กรุงปารีส โดยใช้ ปาวิลลอน เดอเบรตยู (Pavillon de Breteuil) เป็นที่ตั้งของสำนักงานใหญ่ มีจุดมุ่งหมายให้ทั่วโลกมีการ วัดไปในทางเดียวกันสถาปนาหน่วยวัดพื้นฐาน เก็บรักษาต้นแบบหน่วยวัดสากลและการสอบกลับได้ไปยัง หน่วยเอสไอปัจจุบัน BIPM มีสมาชิกทั้งหมด 80 ประเทศ

1.2 คณะกรรมการมาตรวิทยาสากล (CIPM) คณะกรรมการมาตรวิทยาสากล (อังกฤษ: International Committee for Weights and Measures, ฝรั่งเศส: Comité International des Poids et Mesures) ประกอบไปด้วยคณะกรรมการ 18 คน เป็นผู้แทนจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ของประเทศที่ลงนามในสนธิสัญญาเมตริกมีหน้าที่ในการส่งเสริมหน่วยวัดสากลให้เป็นไปในทิศทาง เดียวกันจัดการประชุมปีละ 1 ครั้ง ณ BIPM

1.3 การประชุมมาตรวิทยาระหว่างประเทศ (CGPM) การประชุมมาตรวิทยาระหว่างประเทศ (อังกฤษ: General Conference on Weights and Measures, ฝรั่งเศส: Conférence Générale des Poids et Mesures) เป็นการประชุมเพื่อรับฟังรายงานผลความสำเร็จของ CIPM โดยอภิปรายและ ตรวจสอบเพื่อสร้างความมั่นใจในการเผยแพร่และพัฒนาหน่วยวัดสากล จนถึงรับรองการกำหนดมาตร วิทยาพื้นฐานใหม่ๆ รวมถึงควบคุมดูแล BIPM จัดขึ้นทุกๆ 4 ปี ณ กรุงปารีส

## 2. ระบบมาตรวิทยาในประเทศไทย

ประเทศไทยเข้าเป็นสมาชิกของสนธิสัญญาเมตริก (The Metre Convention) ในปีพ.ศ. 2455 (ค.ศ. 1912) ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวและอีก 11 ปีต่อมาพระราชบัญญัติ ชั่ง ตวง วัด พ.ศ.2466 กฎหมายด้านมาตรวิทยาระดับแรกของไทยได้ถือกำเนิดขึ้น ซึ่งมีใจความสำคัญว่า ประเทศไทยยอมรับระบบเมตริก ต่อมาสำนักงานชั่ง ตวง วัด กระทรวงพาณิชย์ ปรับปรุงพระราชบัญญัติ นี้เป็นฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2542 ปี พ.ศ. 2504 ห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัดถือกำเนิดขึ้นเป็นแห่ง แรกของประเทศไทย และมีห้องปฏิบัติการเหล่านี้ก่อตั้งขึ้นมากมายจนปัจจุบันมีอยู่ 140 แห่งทั่วประเทศ ประมาณ 55% ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 เดิม ห้องปฏิบัติการสอบเทียบจะต้องส่งเครื่องมือวัดและมาตรฐานอ้างอิงไปสอบเทียบในต่างประเทศ ปี พ.ศ. 2540 จึงประกาศใช้พระราชบัญญัติพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และจัดตั้งสถาบันมาตร วิทยาแห่งชาติขึ้น เริ่มดำเนินงานเมื่อวันที่ 1 มิถุนายนพ.ศ. 2541 โครงสร้างระบบมาตรวิทยาของชาติจะ ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับทุติยภูมิ และผู้ใช้เครื่องมือวัดในทุกภาคส่วน เช่นภาคอุตสาหกรรม การวัดทางการแพทย์เพื่อวินิจฉัยและรักษาโรค การวัดในการควบคุมมลพิษในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น (ภาพที่ 11.1)



ภาพที่ 11.1 โครงสร้างระบบมาตรวิทยาของชาติ

ที่มา: ณรัฐ รุจิรัตน์, (2557)

จากโครงสร้างระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ จะเห็นความเชื่อมโยงของผลการวัดหรือ ความสามารถสอบกลับได้ทางการวัด (Measurement Traceability) จากเครื่องมือวัดที่ใช้ที่ได้รับการสอบเทียบโดยห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับทุติยภูมิ และเครื่องมือวัดของห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับทุติยภูมิ จะได้รับการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการระดับปฐมภูมิ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติมีหน้าที่สถาปนาหน่วยวัดแห่งชาติ โดยต้องเข้าร่วมกิจกรรมกับนานาชาติ เพื่อดำเนินการให้หน่วยวัดของชาติเป็นที่ยอมรับของนานาชาติ ได้แก่ การเข้าร่วมการวัดเปรียบเทียบกับนานาชาติ การจัดทำระบบรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC 17025 เมื่อดำเนินการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติต้องประกาศให้นานาชาติรับรู้ถึงรายละเอียดของหน่วยวัดแห่งชาติที่ได้สถาปนาขึ้น โดยทำการส่งรายละเอียดความสามารถการสอบเทียบและการวัด (Calibration and Measurement Capability, CMC) ไปยัง สำนักงานชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ (BIPM) เพื่อประกาศให้นานาชาติรับรู้โดยบรรจุไว้ใน Website ของ BIPM โดยก่อนที่ BIPM จะบรรจุ CMC ลงใน Website จะส่งรายละเอียด CMC ไปให้องค์กรมาตรวิทยาของภูมิภาคต่างๆ ทั่ว โลกรับรอง (เพียร์ โตท่าโรง, 2554)

### การสอบกลับได้ทางการวัด

การวัดและการทดสอบที่มีความถูกต้องแม่นยำและความเที่ยงตรงเป็นหลักประกันทางเทคนิคที่สำคัญที่สุดสำหรับแสดงว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปตามข้อกำหนดทางคุณภาพ ความสำคัญของการวัดและการทดสอบซึ่งได้รับการยอมรับ และถือเป็นข้อกำหนดของมาตรฐานการประกันคุณภาพที่สำคัญๆ เช่น ISO 9000, ISO 14000, ISO/IEC 17025 อย่างไรก็ตาม การยืนยันความถูกต้องแม่นยำ และความเที่ยงตรงของการวัด ก็ต้องอาศัยหลักประกันที่เป็นเอกสาร ที่สามารถทำให้เกิดความเชื่อถือในความถูก

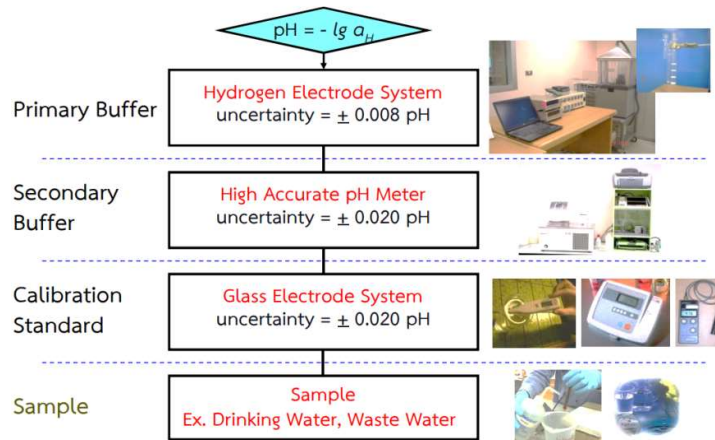
ต้องแม่นยำ และความเที่ยงตรงที่อ้างถึงได้เช่นเดียวกัน ซึ่งหลักประกันดังกล่าวก็คือ ใบรับรองการสอบเทียบเครื่องมือวัด ที่แสดงผลการวัด และความไม่แน่นอนของการวัด ที่สามารถสอบกลับได้ สู่หน่วยวัดเอสไอ (System International: SI) ที่ทำให้เป็นจริงได้ และรักษาไว้ในฐานะที่เป็นมาตรฐานการวัดแห่งชาติ โดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติในทุกประเทศปัจจัยหลักของความสามารถสอบกลับได้ทางการวัดประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน) (สุกัลยา พลเดช, 2560) ได้สรุปเกี่ยวกับระบบการวัดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันคือระบบหน่วยพื้นฐาน SI ซึ่งเป็นระบบการวัดแบบเมตริก “SI” ย่อมาจากคำว่า “The International System of Units” ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อระบบการวัดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัจจุบัน พบว่าระบบการวัดแบบเมตริก “SI” เป็นที่ยอมรับทางการค้าระหว่างประเทศทั่วโลกดังนั้นหน่วยงาน The American Nation Institute of Standards and Technology (NIST) จึงได้จัดทำ หนังสือ “Guide for the use of the Inter-national System Units (SI)” ซึ่งเป็นคู่มือแนะนำการใช้ระบบหน่วย SI อย่างถูกต้องและเป็นสากล

### 1. ปัจจัยหลักของความสามารถสอบกลับได้

สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย (2559) ได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยของความสามารถสอบกลับได้ว่า ความสามารถสอบกลับได้ของการวัดจะต้องประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 สอบเทียบอย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ จากผู้ใช้งานเครื่องมือวัดกลับไปยังมาตรฐานที่เกี่ยวข้องยอมรับ ซึ่งโดยทั่วไปคือ มาตรฐานระหว่างประเทศ หรือมาตรฐานแห่งชาติ
- 1.2 มีความไม่แน่นอนของการวัด ความไม่แน่นอนของการวัดในแต่ละขั้นตอนของความสามารถสอบกลับได้ จะต้องคำนวณตามวิธีที่กำหนด และรายงานค่า เพื่อให้สามารถคำนวณความไม่แน่นอนรวม ของทุกขั้นตอนได้
- 1.3 ทำเป็นเอกสาร การสอบเทียบจะต้องปฏิบัติตามวิธีดำเนินการที่เป็นเอกสาร และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป อีกทั้งผลของการเทียบมาตรฐานก็ต้องจัดทำเป็นเอกสารเช่นกัน
- 1.4 มีความสามารถ ห้องปฏิบัติการหรือองค์กรที่ทำการสอบเทียบในขั้นตอนหนึ่ง หรือมากกว่าของห่วงโซ่การสอบกลับได้ จะต้องแสดงให้เห็นถึงความสามารถทางเทคนิค เช่น แสดงด้วยการได้รับการรับรองความสามารถตาม ISO/IEC 17025
- 1.5 อ้างถึงหน่วยวัด SI ห่วงโซ่ของการสอบเทียบ ถ้าเป็นไปได้จะต้องสิ้นสุดลงที่มาตรฐานชั้นปฐมภูมิ ที่ทำให้เป็นจริงตามหน่วยวัด SI
- 1.6 ช่วงระยะเวลาระหว่างการเทียบมาตรฐาน การเทียบมาตรฐานจะต้องกระทำซ้ำตามช่วงเวลาที่เหมาะสม และระยะของช่วงเวลานี้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว เช่น ความไม่แน่นอนที่ต้องการ ความถี่ของการใช้งาน การนำไปใช้ ความเสถียรของเครื่องมือ

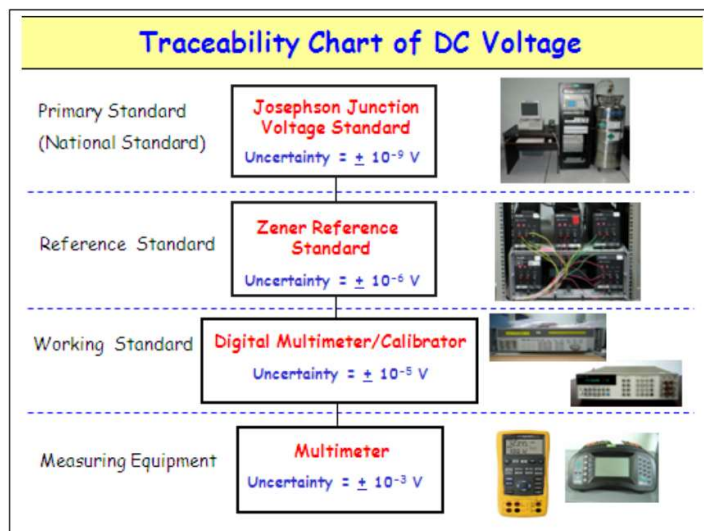
สามารถอธิบายความสามารถการสอบกลับได้ทางการวัดของการวัดทางเคมีด้วย Traceability Chart (ภาพที่ 11.2)



ภาพที่ 11.2 Traceability Chart ของการวัดทางเคมี  
ที่มา: ณรัฐ รุจิรัตน์, (2557)

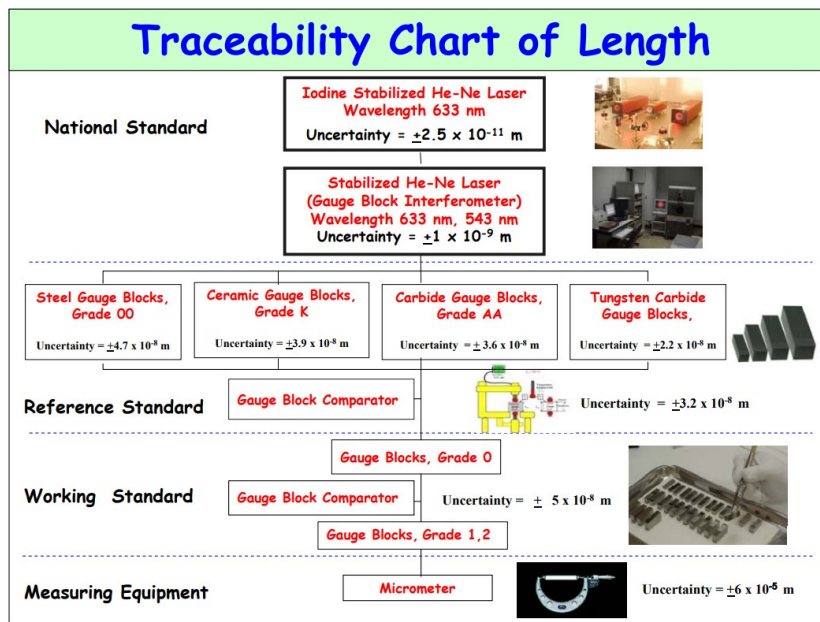
ภาพที่ 11.2 เครื่องมือตรวจวัดน้ำมีค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) จะถูกสอบเทียบโดย Glass Electrode System ที่มีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ในช่วง  $\pm 0.020$  pH และตัว Glass Electrode System จะถูกสอบเทียบกับ High Accurate pH Meter ซึ่งมีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ที่  $\pm 0.020$  pH ซึ่งเป็นมาตรฐานระดับทุติยภูมิ (Secondary Standard) และตัว High Accurate Ph จะถูกสอบเทียบกับ Hydrogen Electrode System ที่มีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ในช่วงน้อยมาก  $\pm 0.008$  จัดเป็นมาตรฐานระดับปฐมภูมิ (Primary Standard)

ชัยวัฒน์ เจริญจินต (2561) ได้สรุปความสามารถสอบกลับได้ (Traceability) ของการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และการสอบกลับได้ของการวัดความยาวไว้ ดังภาพที่ 11.3-11.4



ภาพที่ 11.3 แสดงการสอบกลับได้ของการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง  
ที่มา: ชัยวัฒน์ เจริญจินต, (2561)

ภาพที่ 11.3 จะเห็นว่า เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมทั่วไป มีค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) อยู่ในช่วง  $+10^{-3}$  V จะถูกสอบเทียบโดย Calibrator ที่มีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ในช่วง  $+10^{-5}$  V และตัว Calibrator จะถูกสอบเทียบกับ Zener Reference Standard ซึ่งมีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ที่  $+10^{-6}$  V ซึ่งเป็นมาตรฐานระดับทุติยภูมิ (Secondary Standard) และ Zener Reference Standard จะสอบเทียบกับ Josephson Voltage Standard ที่มีความไม่แน่นอนของการวัด อยู่ในช่วงน้อยมาก  $+10^{-9}$  V จัดเป็นมาตรฐานระดับปฐมภูมิ (Primary Standard) ซึ่งเป็นมาตรฐานแห่งชาติด้านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 11.4 แสดงการสอบกลับได้ของการวัดความยาว  
ที่มา: ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต, (2561)

จากภาพที่ 11.4 จะเห็นว่า ไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดความยาวพื้นฐานที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม โดยมีค่าความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ในช่วง  $+10^{-5}$  m จะถูกสอบเทียบด้วย Gauge Blocks ที่มีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ในช่วง  $+10^{-8}$  m และ Gauge Blocks จะถูกสอบเทียบด้วย Interferometer ที่มีความไม่แน่นอนของการวัด อยู่ในช่วง  $+10^{-9}$  m โดย Laser Source ที่ใช้ในเครื่อง Interferometer จะถูกสอบเทียบกับ Stabilized He-Ne Laser ที่เป็นมาตรฐานด้านการวัดความยาวของชาติ ซึ่งมีความถูกต้องสูงสุด มีความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ในช่วง  $+10^{-11}$  m การสอบกลับได้ของการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage)

## 2. การแสดงให้เห็นถึงความสามารถสอบกลับได้ของการวัด

ในการขอรับการรับรองระบบคุณภาพ ISO 9000 Series หรือการรับรองความสามารถตาม ISO/IEC 17025 ทั้งผู้ส่งมอบและห้องปฏิบัติการต่างก็ต้องแสดงความสามารถสอบกลับได้ของการวัดแก่ผู้ตรวจประเมินด้วยกันทั้งนั้น แต่ด้วยความเข้าใจที่แตกต่างกันของความหมายของประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจประเมิน เช่น การสอบเทียบ ความสามารถสอบกลับได้ มาตรฐานแห่งชาติ และความไม่แน่นอนของการวัด เป็นต้น เป็นผลให้เกิดความคิดเห็นที่ขัดแย้งกัน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทั้งสองฝ่ายจะต้องทำความเข้าใจกับความหมาย และความเป็นจริงที่ยอมรับได้ของความสามารถสอบกลับได้ ทั้งที่ได้จากมาตรฐานแห่งชาติของการวัด โดยผ่านห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถ และมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับร่วมกัน (Consensus Standards) ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน โดยผ่านห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้รับการรับรองความสามารถ

การยืนยันความถูกต้องแม่นยำ และความเที่ยงตรงของการวัด ก็ต้องอาศัยหลักประกันที่เป็นเอกสาร ที่สามารถทำให้เกิดความเชื่อถือในความถูกต้องแม่นยำ และความเที่ยงตรงที่อ้างอิงได้ เช่นเดียวกัน ซึ่งหลักประกันดังกล่าวก็คือ ใบรับรองการสอบเทียบเครื่องมือวัด ที่แสดงผลการวัด และความไม่แน่นอนของการวัด ที่สามารถสอบกลับได้ สู่หน่วยวัดเอสไอ (System International: SI)

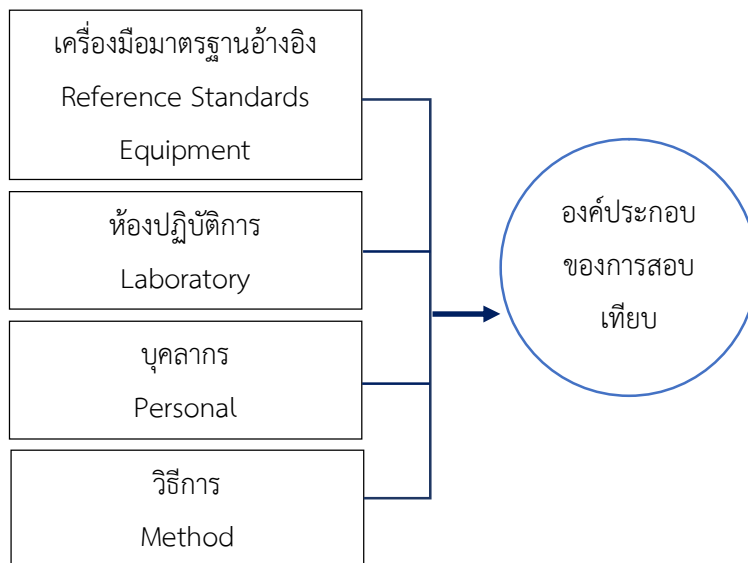
### ความสำคัญของการสอบเทียบ

ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดเป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของเครื่องมือ ทำให้มั่นใจได้ว่าสิ่งที่กำลังตรวจวัดนั้นจะได้ค่าออกมาเที่ยงตรงทุกๆ ครั้งที่ตรวจวัด การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจะใช้วิธีการสอบเทียบ ซึ่งการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration) จึงเป็นการดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องมือวัด หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องมือวัดที่เป็นวัสดุกับค่าสมมุติที่รู้ของปริมาณที่วัดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ (พจนานุกรมระหว่างประเทศของคำศัพท์พื้นฐานและคำศัพท์ทั่วไปในมาตรวิทยา) การตัดสินใจและทำเอกสารแสดงความบ่าเบนของค่าชี้บอกของเครื่องมือวัด หรือค่าที่ระบุของวัสดุวัดจากค่าจริงที่ยอมรับร่วมกันของปริมาณที่ถูกวัด ค่าจริงที่ยอมรับร่วมกันคือค่าจริงที่มีความไม่แน่นอนของการวัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งในที่นี้คือค่ามาตรฐานที่สามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานแห่งชาติ หรือมาตรฐานระหว่างชาติ การสอบเทียบ ประกอบด้วยปัจจัยการตัดสินใจความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกของเครื่องมือวัดกับค่ามาตรฐาน ภายใต้สภาวะที่กำหนด และ ณ วัน เวลาที่ระบุ ออกใบรายงานผลการสอบเทียบที่รายงานทั้งค่าความบ่าเบน หรือค่าแก้พร้อมกับความไม่แน่นอนของการวัด

เครื่องมือที่ถูกนำไปใช้งานเมื่อเวลาผ่านไป ส่วนประกอบและเครื่องมือวัดที่ใช้งานอาจมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งความเปลี่ยนแปลงหรือความคลาดเคลื่อนของผลการวัดที่เกิดขึ้นนี้ อาจเกิดจากการ Drift หรือการลอยเลื่อน (มอก.235 เล่ม 14) หมายถึง การแปรผันอย่างช้าๆ ตามเวลาของลักษณะทางมาตรวิทยาของเครื่องมือวัด อันเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ไฟฟ้า เคมี หรือช่างกล เป็นต้น นอกจากนี้ ผู้ใช้งานเครื่องมือวัดจะต้องตระหนักอยู่เสมอว่า การเสื่อมสภาพของเครื่องมือวัด ยัง

สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งจากการใช้งานและการเก็บรักษาอีกด้วย ฉะนั้น เมื่อเครื่องมือวัดอยู่ในสภาวะดังกล่าว สิ่งที่มาคือเครื่องมือวัดที่เคยบอกค่าการวัดที่ถูกต้อง อาจบอกค่าที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิม ส่งผลให้ผลการวัดที่ได้รับไม่น่าเชื่อถือ หรือหากนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้งานย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพของ การออกแบบและกระบวนการผลิต การ Drift หรือการเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือวัด ไม่สามารถกำจัดได้ แต่สามารถที่จะตรวจพบและแก้ไขได้โดยผ่านกระบวนการสอบเทียบ ด้วยการใช้ตัวมาตรฐานการวัดที่สามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานแห่งชาติเพื่อสอบเทียบเครื่องมือวัด

การสอบเทียบจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่ช่วยสร้างความมั่นใจในผลการวัดของเครื่องมือวัดทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็น เครื่องมือวัดที่ใช้ในกระบวนการผลิต การทดสอบ และการวิเคราะห์ต่างๆ เพราะองค์ประกอบ ที่สำคัญที่สุดในการที่จะทำให้ผลการวัดที่เกิดขึ้นเป็นที่เชื่อถือได้ คือการใช้เครื่องมือวัด ที่มีความถูกต้องและแม่นยำ เหมาะสมกับการปฏิบัติงานนั่นเององค์ประกอบของการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ เครื่องมืออ้างอิง (Reference Standards Equipment) ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ (Laboratory) บุคลากรผู้ทำหน้าที่ในการสอบเทียบ (Personnel) และวิธีการสอบเทียบ (Method) (ภาพที่ 11.5)



ภาพที่ 11.5 มาตรฐาน ISO/IEC 17025

ที่มา: ธัญญรัตน์ และอนุสรณ์ ทนหมื่นไวย, (2559)

ผลจากการสอบเทียบเมื่อนำมาวิเคราะห์ จะทำให้สามารถกำหนดได้ว่าเครื่องมือวัดควรจะใช้ต่อไปหรือจำเป็นต้องปรับแต่งผลจากการสอบเทียบ ทำให้มั่นใจได้ว่าเครื่องมือวัดที่ใช้ในการสำรวจยังคงทำงานได้อย่างแม่นยำและเชื่อถือได้ ผลการสอบเทียบหลายๆ ครั้ง ยังแสดงให้เห็นคุณลักษณะทางด้านความเสถียร (Stability) ของเครื่องมือวัด

## 1. เมื่อใดที่ต้องสอบเทียบ

เครื่องมือวัดใดที่ต้องดำเนินการสอบเทียบ และจะสอบเทียบบ่อยเพียงใดพอจะกล่าวโดยรวมได้ว่าการสอบเทียบเครื่องมือวัดจะต้องทำเมื่อใดก็ตามที่ผลการวัดของเครื่องมือวัดนั้นกระทบต่อคุณภาพของข้อมูล ดังนั้น เครื่องมือวัดใดที่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของข้อมูลก็ไม่จำเป็นต้องสอบเทียบ การกำหนดว่าเครื่องมือวัดใดต้องสอบเทียบบ้างอาจจะใช้ข้อสันนิษฐานดังต่อไปนี้ ให้ตั้งคำถามว่าหากเครื่องมือวัดที่ใช้ในการสำรวจอ่านค่าผิดไปจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะได้รับผลกระทบที่เสียหายต่อคุณภาพของข้อมูลหรือไม่ หากพบว่าการสำรวจขึ้นอยู่กับค่าการอ่านของเครื่องมือวัดเป็นสำคัญก็แสดงว่าเครื่องมือวัดนั้น ต้องดำเนินการสอบเทียบและอีกกรณีหนึ่งก็คือ เมื่อใดที่เจ้าหน้าที่มีเหตุผลที่จำเป็นต้องมั่นใจในค่าของเครื่องมือวัดก็ต้องสอบเทียบตัวอย่างเช่น เรื่องของความปลอดภัย

กิจกรรมสอบเทียบเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ค่าใช้จ่าย แต่การสอบเทียบก็มีความจำเป็นเพราะหากพิจารณาให้ดีจะเห็นว่ามูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับข้อมูล เมื่อใช้เครื่องมือวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน ค่าใช้จ่ายในการสำรวจซ้ำอาจสูงกว่าค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือวัด การสอบเทียบที่ทำมากเกินไปความจำเป็นก็อาจก่อให้เกิดความสูญเสียงบประมาณของหน่วยงานเกินความจำเป็นเช่นเดียวกัน

## 2. ระดับมาตรฐานของระบบการวัด

มาตรฐานของระบบการวัด แบ่งได้ 4 ระดับ มาตรฐานนานาชาติ มาตรฐานแห่งชาติ มาตรฐานชั้นรอง และมาตรฐานใช้งานหรือมาตรฐานโรงงาน ดังนี้

2.1 มาตรฐานนานาชาติ (International Standard) หน่วยงานคือ CIPM, BIPM, OIML, ISO, IEC

2.2 มาตรฐานแห่งชาติ (National Standard/Primary Standard) หน่วยงาน คือ

2.2.1 NPL (National Physical Lab.UK)

2.2.2 NRLM (National Research Laboratory of Metrology, Japan)

2.2.3 NIST (National Institute for Standard and Technology, USA)

2.2.4 PTB(Physikalisch-TechnischeBundesanstalt, Germany)

2.2.5 NML (National Metrology Lab. Australia)

2.2.6 NIMT/มว. (National Institute of Metrology (Thailand) หรือ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ)

2.3 มาตรฐานชั้นรอง (Secondary Standard) หน่วยงาน คือ ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรสาธารณะ เช่น สวท. มจร. การบินไทย ทอ.ศูนย์สอบเทียบของเอกชน

2.4 มาตรฐานใช้งานหรือมาตรฐานโรงงาน (Working/Factory Standard) หน่วยงานคือ ห้องควบคุมเครื่องมือ/ห้องสอบเทียบ ภายในโรงงาน หรือบริษัท การสอบเทียบเน้นการควบคุมทางมาตรวิทยาและการสอบกลับได้ของค่าโดยพิจารณาเป็นระดับขั้นดังนี้

**ระดับ 1** พิกัดความเผื่อของผลิตภัณฑ์ที่มีหรือคุณภาพของการวัด เช่น พิกัดความเผื่อของเพลามีค่า  $\pm 0.01$  มม.

**ระดับ 2** การสอบเทียบระบบการวัดผลิตภัณฑ์ เช่นการใช้ เกจก้ามปูตรวจสอบชิ้นงาน การใช้ เขาควยวัดเพลลา

**ระดับ 3** การสอบเทียบระบบการวัดที่ใช้ในการสอบเทียบระบบการวัดผลิตภัณฑ์ เช่น การสอบเทียบเกจก้ามปูโดยใช้เวอร์เนียร์ การเอาเขาควยมาอ่านค่าโดยไม่บรรทัดหรือเวอร์เนียร์

**ระดับ 4** การสอบเทียบโดยใช้มาตรฐานในโรงงาน (เช่น เกจบล็อก) กับระบบที่ใช้สอบเทียบ กับระดับ 3 การสอบเทียบเวอร์เนียร์โดยใช้เกจบล็อก

**ระดับ 5** การสอบเทียบมาตรฐานในโรงงานกับมาตรฐานระดับชาติ เช่น การนำเกจบล็อกที่เป็นมาตรฐานในโรงงานไปสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายนอก

**ระดับ 6** การสอบเทียบระดับนานาชาติหรือสากล คือ การสอบเทียบกันระหว่างมาตรฐานระดับชาติกับมาตรฐานระดับชาติด้วยกัน เช่น การสอบเทียบความเร็วของตัวกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบระหว่าง NPL (อังกฤษ) กับ PTB (เยอรมัน)

ในแต่ละระดับต้องพยายามรักษาความเที่ยงตรงและค่าความไม่แน่นอนของการวัด รวมถึงพิกัดความเผื่อที่ตอบสนองต่อความต้องการของแต่ละระดับ ความสำเร็จขึ้นกับการใช้งานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการสอบเทียบ ดังนั้นจุดมุ่งหมายทั้งหมดของการสอบเทียบเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความแน่ใจได้ว่า การวัดจะทำหน้าที่รับรองผลของความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์

### 3. ลำดับขั้นของการสอบเทียบ

การสอบเทียบสามารถทำได้ระดับระหว่างประเทศ การสอบเทียบระดับสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองความสามารถ การสอบเทียบที่กระทำภายในภาคอุตสาหกรรม แสดงรายละเอียดดังนี้

3.1 การสอบเทียบระดับระหว่างประเทศ ความมั่นใจในความถูกต้องหรือความเท่าเทียมกันในมาตรฐานผลการวัดแห่งชาติของแต่ละประเทศ ได้มาจากการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างประเทศทั้งในระดับทวิภาคีและพหุภาคีแทนการสอบเทียบที่กระทำกันตามปกติทั่วไป ในระดับระหว่างชาติหรือระหว่างประเทศนั้น มาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standards) ได้มาจากการทำให้เป็นจริง (Realisation) จากนิยามของหน่วยวัด SI ซึ่งได้รับการรับรองจากที่ประชุมทั่วไปว่าด้วยการชั่ง ตวง วัด ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบในการดำเนินการให้มีการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างประเทศในระดับที่มีความถูกต้องสูงสุด คือ สำนักงาน ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ

3.2 การสอบเทียบระดับสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของแต่ละประเทศเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รักษามาตรฐานทางมาตรวิทยาขั้นสูงสุดของประเทศ เป็นแหล่งที่มาของความสอบกลับได้สำหรับปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องของประเทศนั้นๆ ในกรณีที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติมีความสามารถถึงขั้นที่นำเอาหน่วยวัด SI จากนิยามมาทำให้เป็นจริงได้นั้น มาตรฐานแห่งชาติ

นั่นถือได้ว่าเทียบเท่ามาตรฐานปฐมภูมิหรือสามารถสอกลับได้โดยตรงกับหน่วยวัด SI อย่างไรก็ดีในกรณี  
ที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติยังไม่มีความสามารถถึงขั้นที่จะนำเอานิยามมาทำให้เป็นจริงได้ การทำให้  
มั่นใจว่าสามารถสอกลับได้ถึงหน่วยวัด SI กระทำโดยการถ่ายทอดจากมาตรฐานปฐมภูมิของประเทศอื่น

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ มีหน้าที่หลักในการรักษามาตรฐานชั้นปฐมภูมิของหน่วยวัด SI  
ของประเทศ รวมทั้งการวิจัยและพัฒนามาตรฐานการวัด และวิธีการวัดให้มีความถูกต้องแม่นยำมาก  
ยิ่งขึ้นตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสอบเทียบที่กระทำโดยสถาบันมาตรวิทยา  
แห่งชาติตามปกติแล้วจะจำกัดอยู่กับการสอบเทียบเพื่อถ่ายทอดมาตรฐานของหน่วยวัด SI ในระดับปฐม  
ภูมิของชาติสู่มาตรฐานระดับทุติยภูมิของห้องปฏิบัติการสอบเทียบในอุตสาหกรรมเท่านั้น

3.3 ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองความสามารถ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่  
ได้รับการรับรองโดยองค์กรให้การรับรองความสามารถอย่างเป็นทางการของแต่ละประเทศ สำหรับ  
หน่วยงานให้การรับรองอย่างเป็นทางการของประเทศไทยก็คือ ส่วนงานรับรองห้องปฏิบัติการสำนักงาน  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ห้องปฏิบัติการที่ผ่านการรับรองโดยการตรวจประเมิน  
ความสามารถทางเทคนิคตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025 แล้ว จะได้รับใบรับรองความสามารถ  
ของการวัดพร้อมกับความไม่แน่นอนน้อยที่สุดที่ห้องปฏิบัติการสามารถกระทำได้

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองความสามารถจะทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด  
จากภาคอุตสาหกรรม เพื่อถ่ายทอดความถูกต้องจากหน่วยวัด SI โดยใช้มาตรฐานอ้างอิง หรือมาตรฐาน  
ถ่ายทอดที่ผ่านการสอบเทียบแล้วจากมาตรฐานแห่งชาติ หรือห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง  
ความสามารถในระดับสูงกว่า

3.4 การสอบเทียบที่กระทำภายในภาคอุตสาหกรรม การสอบเทียบที่กระทำขึ้นเองภายใน  
ภาคอุตสาหกรรม เพื่อทำให้มั่นใจว่าเครื่องมือตรวจ และทดสอบทั้งหมดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์  
ที่ได้รับการสอบเทียบกับมาตรฐานอ้างอิงภายในโรงงาน โดยที่มาตรฐานอ้างอิงนั้นจะต้องได้รับการสอบ  
เทียบกับมาตรฐานของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ แล้วแต่กรณีซึ่งความสามารถในการทำการสอบเทียบ  
ภายในโรงงาน จะต้องคำนึงถึง ความสามารถของผู้ปฏิบัติการ (การศึกษา การฝึกอบรม ความชำนาญ  
และประสบการณ์) วิธีการในการวัด เครื่องมือวัดและมาตรฐานการวัด ห้องปฏิบัติการ (สภาวะแวดล้อม)  
ตลอดจนระบบการบันทึกผล เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง และแม่นยำของการวัด

3.5 เมื่อเป็นไปได้ที่จะสอกลับผลการวัดสู่หน่วยวัด SI ในบางกรณี การสอกลับได้ของ  
การวัดสู่หน่วยวัด SI ไม่สามารถเป็นไปได้หรือไม่สมเหตุสมผล ห้องปฏิบัติการ ลูกค้า และผู้เกี่ยวข้องอาจ  
ตกลงกันที่จะใช้วัสดุอ้างอิงที่ได้รับการรับรองแล้ว (Certified Reference Material : CRM) จากผู้ส่ง  
มอบที่มีความสามารถหรือการใช้วิธีบ่งชี้เฉพาะ และ/หรือ การใช้มาตรฐานที่ตกลงยอมรับร่วมกันของ  
ผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด

วัสดุอ้างอิงที่ได้รับการรับรองแล้ว (Certified Reference Material) คือ วัสดุอ้างอิงที่มี  
ใบรับรองกำกับ มีค่าสมบัติหนึ่งอย่างหรือมากกว่า ที่ได้รับการรับรองโดยวิธีดำเนินการซึ่งทำให้สอกลับ

ได้สูทหน่วยวัดที่ทำให้เป็นจริงได้อย่างถูกต้องที่ค่าสมบัติที่แสดง ซึ่งค่ารับรองแต่ละค่าจะกำกับด้วยความไม่แน่นอนที่ระดับความเชื่อมั่นอันหนึ่ง

วัสดุอ้างอิง (Reference Material) คือ วัสดุหรือสารที่มีค่าสมบัติอย่างหนึ่งหรือมากกว่า ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน และถูกจัดเตรียมมาอย่างดีสำหรับใช้สอบเทียบอุปกรณ์สำเร็จ (Apparatus) ใช้ประเมินวิธีวัด หรือกำหนดค่าให้กับวัสดุ

มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับระหว่างกัน (Consensus Standard) คือ มาตรฐานที่ใช้โดยความตกลงระหว่างองค์กรที่เป็นคู่สัญญากัน เมื่อไม่มีมาตรฐานแห่งชาติ

#### 4. การแปลผลข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

การแปลผลทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความชำนาญและวิธีการของแต่ละบุคคล แต่ส่วนมากนิยมแปลผล 2 วิธี ดังนี้

4.1 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ผลการศึกษาสภาพแวดล้อมทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานและคำแนะนำซึ่งหน่วยงานต่างๆ กำหนดขึ้นมาโดยปกติมักจะยึดแนวทางของหน่วยงานภายในประเทศ เช่น กระทรวงแรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นต้น

4.2 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ผ่านมา เพื่อทราบถึงคุณภาพของสภาพแวดล้อมทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมว่าดีขึ้นหรือแย่ลง โดยนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ หรืออาจนำไปเปรียบเทียบกับหน่วยงานอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ยังใช้เพื่อประเมินมาตรการด้านความปลอดภัยว่ามีประสิทธิภาพดีพอหรือไม่กับการจัดการกับปัญหาดังกล่าว

#### 5. หน่วยงานต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

จากข้อจำกัดบางประการของกฎหมายประเทศไทย จำเป็นที่เราต้องมีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับหน่วยงานของต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศในบริเวณสถานที่ทำงาน รวมทั้งมีการกำหนดค่ามาตรฐานอากาศในบริเวณสถานที่ทำงาน เพื่อเป็นแหล่งในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม เนื่องจากหน่วยงานต่างประเทศที่เกี่ยวข้องมีอยู่มากมาย อย่างไรก็ตามประเทศไทยมักนิยมอ้างอิงหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกา ในที่นี้จึงขอแนะนำเฉพาะหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนี้

5.1 OSHA (Occupational Safety and Health Administration) เป็นหน่วยงานราชการส่วนกลางภายใต้สังกัด Department of Labor ประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่โดยตรงในการบังคับใช้กฎหมายและดูแลงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

5.2 NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) เป็นหน่วยงานราชการส่วนกลางภายใต้สังกัด CDC: Centers for Disease Control and Prevention Department of Health and Human Services ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นหน่วยทางวิชาการทำหน้าที่วิจัยและให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

5.3 ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) เป็นองค์การอิสระทำงานในรูปของคณะกรรมการที่มีสมาชิกจากภาครัฐและเอกชน โดยทำงานเกี่ยวกับงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

การสอบเทียบจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่ช่วยสร้างความมั่นใจในผลการวัดของเครื่องมือวัดทุกๆ ประเภท ที่มีความถูกต้องและแม่นยำ เหมาะสมกับการปฏิบัติงานนั่นเอง องค์ประกอบของการสอบเทียบเครื่องมือวัด เครื่องมือวัดใดที่ต้องดำเนินการสอบเทียบ และจะสอบเทียบบ่อยเพียงใดพอจะกล่าวโดยรวมได้ว่า การสอบเทียบเครื่องมือวัดจะต้องทำเมื่อใดก็ตามที่ผลการวัดของเครื่องมือวัดนั้นกระทบต่อคุณภาพของข้อมูลตั้งนั้น ยังคำนึงถึงระดับมาตรฐานของระบบการวัด การแปลผลข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม และหน่วยงานต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง เนื่องจากหน่วยงานต่างประเทศที่เกี่ยวข้องมีอยู่มากมาย อย่างไรก็ตามประเทศไทยมักนิยมอ้างอิงหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกา

### การใช้บริการสอบเทียบอย่างมีประสิทธิภาพ

ความถูกต้องและความเชื่อถือได้ของผลการสอบเทียบ เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ใช้บริการต้องการซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสอบเทียบเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ห้องปฏิบัติการจะต้องดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำอยู่ตลอดเวลา วิธีการควบคุมดูแลเครื่องมืออยู่ด้วยกันหลายขั้นตอนตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO 10012 (Measurement Management Systems-Requirements for Measurement Processes and Measuring Equipment) และการสอบเทียบก็เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการควบคุมดังกล่าวสิ่งสำคัญของการสอบเทียบ คือ

#### 1. เข้าใจในความสามารถของเครื่องมือ

ผู้ใช้เครื่องมือจะต้องเข้าใจในความสามารถของเครื่องมือที่ใช่ว่ามีขีดความสามารถ (Capability) เพียงใด และเหมาะสมกับการใช้งานตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมักจะพบอยู่ในคู่มือของผู้ผลิตที่แนบมาพร้อมกับเครื่องมือ และวิธีการสอบเทียบที่ใช้

#### 2. การพิจารณาเลือกห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

เลือกห้องปฏิบัติการสอบเทียบรายใดบ้างที่มีความสามารถในการสอบเทียบเครื่องมือตามความต้องการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่เปิดให้บริการอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งในส่วนใหญ่ที่เป็นบริษัทที่เป็นของคนไทยและร่วมทุนจากต่างประเทศ ดังนั้น จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบในการจะเลือกใช้บริการจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่มีความสามารถในการสอบเทียบ ที่ให้ผลการสอบเทียบที่น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล วิธีที่ง่ายที่สุดควรเลือกห้องปฏิบัติการที่ได้รับบริการรับรอง (Accredited) ตาม มอก. 17025-2543 (ISO/IEC 17025:1999) ซึ่งเป็นมาตรฐานข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับสากล สามารถตรวจสอบรายชื่อของ

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ขอขยายที่ได้รับการรับรอง ผู้ติดต่อ รวมถึงเบอร์โทรศัพท์ได้ที่ <http://www.tisi.go.th> จากนั้นจะต้องพิจารณาอีกว่าห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองนั้นมีขอขยายที่ได้รับการรับรองสอดคล้องกับความต้องการหรือไม่ (ตารางที่ 11.2)

ตารางที่ 11.2 ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองตาม มอก. 17025-2543 (ISO/IEC 17025:1999)

รายการสอบเทียบ	ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025	ไม่ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025	จุดสอบเทียบ มาตรฐาน (แนะนำ)	พิสัย
<b>เครื่องวัดความกดอากาศ</b>				
Barometer (เครื่องบารอมิเตอร์)	√		5	80 mbar to 1150 mbar
Manometer (เครื่องวัดความดันอากาศ)	√		5	–
Pressure Gauge	√		6	up to 70 kg/cm <sup>2</sup> (Pneumatic)/up to 1000 bar (hydraulic)
Pressure Meter (เครื่องวัดแรงดัน)	√		6	–
Vacuum Gauge (เครื่องวัดสุญญากาศ)	√		6	up to 700 mmHg
<b>เครื่องวัดคุณภาพน้ำ</b>				
Conductivity Meter (เครื่องวัดค่านำไฟฟ้า)		√	2	25,100,1412,12880,111300 μs/cm
Do Meter (เครื่องวัดออกซิเจนในน้ำ)		√	–	–
pH Meter (เครื่องวัดค่าพีเอช)	√		3	4.01,7.00,10.01 pH
Spectrophotometer	√		–	–
TDS Meter (เครื่องวัดทีดีเอส)		√	2	50,100,250,300,500,1000,2000,25000 ppm
Turbidity Meter (เครื่องวัดความขุ่นของน้ำ)		√	4	20,40,100,400 NTU
<b>เครื่องวัดอุณหภูมิ</b>				
Heat Stress Meter (เครื่องวัดดัชนีความร้อน)	√		3	–
Infrared Thermometer (เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด)		√	3	35 °C to 1,100 °C
Thermal imaging Camera (กล้องถ่ายภาพความร้อน)		√	3	0,35 °C ถึง 500 °C
Thermometer เครื่องวัดอุณหภูมิ	√		3	-40°C to 1,000 °C
Digital Thermometer with Surface probe (เครื่องวัดอุณหภูมิ โพรบแบบสัมผัส)	√		3	35 °C to 200 °C
<b>เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์</b>				
Hygrometer (เครื่องวัดความชื้นอากาศ)	√		3	11.3 % R.H to 85 % R.H @25 °C
Thermohygrograph (เทอร์โมไฮโกรกราฟ)	√		3	11.3 % R.H to 85 % R.H @25 °C
Thermohygrometer (เทอร์โมไฮโกรมิเตอร์)	√		3	11.3 % R.H to 85 % R.H @25 °C
WBGT เครื่องวัดดัชนีความร้อน		√	10	to 85 %RH

รายการสอบเทียบ	ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025	ไม่ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025	จุดสอบเทียบมาตรฐาน (แนะนำ)	พิสัย
<b>เครื่องวัดแสง</b>				
Lux Meter (เครื่องวัดแสงลักซ์)		√	-	15 lx to 5,000 lx
<b>เครื่องวัดเสียง</b>				
Sound Calibration (เครื่องวัดเสียง)	√		-	-
Sound Level Meter (เครื่องวัดเสียง)	√		-	-
<b>เครื่องวัดการสั่นสะเทือน</b>				
Sound Calibrator (เครื่องวัดเสียง)		√	-	-
Vibration Meter (เครื่องวัดความสั่นสะเทือน)		√	-	1-200 mm/sec

ที่มา: บริษัท เลกะ คอร์ปอเรชั่น จำกัด, (2559)

คสมสัน ยังจรรยา (2559) ได้สรุปเกี่ยวกับการเลือกห้องปฏิบัติการกรณีต้องการนำเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ช่วงการใช้งาน 0 กรัม ถึง 210 กรัม นำมาใช้ในการสอบเทียบที่มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1 มิลลิกรัม นั้น ให้ความน่าเชื่อถือปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองในเรื่องของการสอบเทียบเครื่องชั่งในช่วงของการสอบเทียบครอบคลุม 0 กรัม ถึง 210 กรัม และมีค่าความสามารถของการวัดที่ดีที่สุด (Best Measurement Capability) น้อยกว่า  $\pm 1$  มิลลิกรัม หากมีห้องปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์เป็นไปตามความต้องการจะนำเครื่องชั่งไปสอบเทียบห้องปฏิบัติการใดที่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำหน้าที่ก็เชื่อถือได้

### 3. วิธีปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัด

การสอบเทียบเครื่องมือวัดตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 50001:2011 ข้อที่ 4.6.1 การเฝ้าระวัง การตรวจวัด และการวิเคราะห์ ครอบคลุมเครื่องมือวัดที่ใช้ในการเฝ้าระวัง การตรวจวัด และการวิเคราะห์ คุณลักษณะที่สำคัญ (Key Characteristics) ของการปฏิบัติงานที่เป็นตัวกำหนดถึงสมรรถนะด้านพลังงาน

3.1 รวบรวมเครื่องมือวัดที่ต้องสอบเทียบ จัดทำรหัสเครื่องมือวัด จัดทำทะเบียนรายชื่อเครื่องมือวัด และจัดทำประวัติเครื่องมือวัด โดยระบุช่วงเวลาในการสอบเทียบและค่าผิดพลาดที่ยอมรับในใบประวัติเครื่องมือวัดให้ชัดเจน

3.2 จัดทำแผนการสอบเทียบเครื่องมือวัด ส่งให้ผู้มีอำนาจลงนาม ในบางสถานประกอบการจะเป็นผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมลงนาม กรณีมีการซื้อเครื่องมือวัดใหม่เข้ามาใช้หรือยกเลิกการใช้เครื่องมือวัด ต้องดำเนินการทบทวนทะเบียนรายชื่อเครื่องมือวัด ประวัติเครื่องมือวัด และแผนการสอบเทียบทุกครั้ง

3.3 พิจารณาลงนามในแผนการสอบเทียบ และส่งคืนเจ้าหน้าที่ดำเนินการจัดส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบตามแผน

3.4 พิจารณาผลการสอบเทียบ (Calibration Data) ที่ได้รับและลงนามในใบแสดงผลการสอบเทียบแสดงสถานะของการสอบเทียบพร้อมระบุกำหนดการสอบเทียบครั้งต่อไปที่ตัวเครื่องมือวัด การพิจารณาผลการสอบเทียบที่ได้จากห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ใช้บริการ โดยการตรวจสอบข้อมูลในใบรับรองการสอบเทียบว่า มีความถูกต้องตรงกับเครื่องมือที่ส่งสอบเทียบหรือไม่ จากนั้นก็ตรวจสอบผลการสอบเทียบที่ได้ว่าเป็นอย่างไร ซึ่งข้อมูลสำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ จุดหรือช่วงการสอบเทียบ ค่าความผิดพลาด (Error) และค่าความไม่แน่นอนที่ได้ (Uncertainty) ในการพิจารณานั้นจะต้องเอาผลรวมของค่าความผิดพลาด (Error) กับค่าความไม่แน่นอนที่ได้ (Uncertainty) ณ จุดหรือช่วงการสอบเทียบนั้น มาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของการใช้งาน ถ้ามีค่ามากกว่าแสดงว่าเครื่องมือไม่เหมาะสมในการใช้ในกระบวนการสอบเทียบได้ ในทางกลับกันถ้าผลรวมมีค่าน้อยกว่าแสดงว่าเครื่องมืออยู่ในเกณฑ์ยอมรับ เหมาะที่นำมาใช้ในการสอบเทียบนั้นได้หากผลการสอบเทียบมีค่าผิดพลาดเกินมาตรฐานที่กำหนดให้ผู้ที่มิอำนาจลงนามหรือผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมพิจารณายกเลิกการใช้งานหรือดำเนินการใดๆ ตามความเหมาะสม (ตารางที่ 11.3)

ตารางที่ 11.3 ผลการสอบเทียบเครื่องชั่งที่มีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของการใช้งาน  $\pm 1$  มิลลิกรัม

ค่าจริง (กรัม)	ค่าที่วัดได้ (กรัม)	ค่าที่ผิดพลาด (มิลลิกรัม)	ค่าความไม่แน่นอน (มิลลิกรัม)
10.0000	9.9998	0.2	$\pm 0.2$
100.0000	99.9992	0.8	$\pm 0.5$

ที่มา: คมสัน ยังเจริญ, (2559)

คมสัน ยังเจริญ (2559) ได้สรุปจากตารางที่ 11.3 ดังนี้ 1) ผลการสอบเทียบที่ 10 กรัม มีค่าความผิดพลาด (Error) เท่ากับ 0.2 มิลลิกรัม และค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) เท่ากับ 0.2 มิลลิกรัม เมื่อนำค่าความผิดพลาด (Error) มารวมกับค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) จะได้ค่าเท่ากับ 0.4 มิลลิกรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของการใช้งาน คือ 1 มิลลิกรัม แสดงว่า ที่จุดนี้มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้สอบเทียบได้ 2) ผลการสอบเทียบที่ 100 กรัม มีค่าความผิดพลาด (Error) เท่ากับ 0.8 มิลลิกรัม และค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัม เมื่อนำค่าความผิดพลาด (Error) มารวมกับค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) จะได้ค่าเท่ากับ 1.3 มิลลิกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของการใช้งาน คือ 1 มิลลิกรัม แสดงว่าที่จุดนี้ไม่สามารถนำมาใช้สอบเทียบได้

3.5 บันทึกผลการสอบเทียบในประวัติเครื่องมือวัดที่ส่งสอบเทียบ และจัดเก็บประวัติเครื่องมือวัดและใบแสดงผลการสอบเทียบ (Calibration Data) ไว้ด้วยกันเพื่อความสะดวกในการสืบค้น

การใช้บริการสอบเทียบอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เครื่องมือมีความถูกต้องและความเชื่อถือได้ของผลการสอบเทียบ ผู้ใช้บริการจำเป็นต้องเข้าใจในความสามารถของเครื่องมือ ชัดความสามารถ เลือกห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองตาม มอก. 17025-2543 (ISO/IEC 17025:1999) ซึ่งเป็นมาตรฐานข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับสากล การสอบเทียบเครื่องมือวัดตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 50001: 2011

## สรุป

การสอบเทียบเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนที่จะนำเครื่องมือออกไปเก็บตัวอย่างเพราะเครื่องมือวัดอาจมีความคลาดเคลื่อน หากไม่มีการสอบเทียบเครื่องมืออาจทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ไม่เป็นไปตามความเป็นจริง การสอบเทียบเครื่องมือทำให้สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในการชี้บอกของเครื่องมือวัดผลของการสอบเทียบทำให้สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าชี้บอกของเครื่องมือวัด ระบบการวัดหรือวัสดุวัด หรือสามารถกำหนดค่าของขีดบนสเกลที่เพิ่มขึ้น การสอบเทียบอาจใช้ประเมินคุณสมบัติอื่นๆ ของมาตรวิทยาได้ ผลของการสอบเทียบอาจนำไปบันทึกไว้ในเอกสารซึ่งบางครั้งเรียกว่า ใบรับรองการสอบเทียบหรือใบรายงานผลการสอบเทียบ ผลของการสอบเทียบบางครั้งแสดงในรูปของปัจจัยการสอบเทียบหรือชุดของปัจจัยการสอบเทียบในรูปแบบกราฟของการสอบเทียบความถูกต้องและความเชื่อถือได้ของผลการสอบเทียบ เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ให้บริการต้องการซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสอบเทียบเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ห้องปฏิบัติการจะต้องดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำอยู่ตลอดเวลา วิธีการควบคุมดูแลเครื่องมืออยู่ด้วยกันหลายขั้นตอนตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO 10012

## คำถามทบทวน

1. การสอบเทียบ (Calibration) หมายความว่าอย่างไร
2. การสอบเทียบ (Calibration) มีความสำคัญต่อเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างไร
3. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติมีหน้าที่เกี่ยวกับอะไร
4. ปัจจัยหลักของความสามารถสอบกลับได้ทางการวัดประกอบสิ่งใดบ้าง
5. การลอยเลื่อนตาม (มอก.235 เล่ม 14) มีความหมายว่าอย่างไรจงอธิบาย
6. องค์ประกอบของการสอบเทียบเครื่องมือวัด ในมาตรฐาน ISO/IEC 17025 มีอะไรบ้าง
7. ระยะเวลาสั้นเท่าใดถึงจะต้องสอบเทียบเครื่องมือ
8. ระดับมาตรฐานของระบบการวัดแบ่งเป็นกี่ระดับมีอะไรบ้าง
9. หน่วยงานต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบมีหน่วยงานใดบ้าง
10. การใช้บริการสอบเทียบอย่างมีประสิทธิภาพผู้ขอใช้บริการควรพิจารณาสิ่งใด

## เอกสารอ้างอิง

- คมสัน ยังจรรยา. (2559). **การใช้บริการสอบเทียบอย่างมีประสิทธิภาพ**. สำนักบริหารมาตรฐาน 4 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรุงเทพมหานคร สืบค้น 21 มกราคม 2559 จาก <https://www.tisi.go.th/data/lab/pdf/efficiency.pdf>
- ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์. (2561). **มาตรวิทยาและการจัดการเครื่องมือวัด**. สืบค้น 5 มิถุนายน 2564 จาก <http://sc5.kku.ac.th/sciIT/doc/2018-Dec-18-111236.pdf>
- ณัฐวัฒน์ จินประชาชัยทวี. (2562). **SI Unit คืออะไร? มาทำความรู้จักกัน**. สืบค้น 5 มิถุนายน 2564 จาก <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=175>
- เพียร โตท่าโรง.(2554). **ระบบมาตรวิทยา**. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- พระราชบัญญัติ. **พัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2)พ.ศ. 2559**. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย. (2559). **มาตรวิทยา**. สืบค้น 29 พฤษภาคม 2564 จาก <http://www.mst.or.th/index.php?lay=show&ac=article&id=539674771>
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. **เล่มที่ ๓๕, เรื่องที่ ๕ มาตรวิทยา,ระบบการสอบกลับได้**. สืบค้น 21 มกราคม 2559 จาก <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=35&chap=5&page=t35-5-infodetail10.html>
- สุกัลยา พลเดช. (2560). **การใช้หน่วยวัดระบบเอสไอ (SI Unit) อย่างถูกต้อง**. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 60 ฉบับที่ 189
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : นิยามศัพท์มาตรวิทยา (มอก. 235 เล่ม 14-2531)**.
- สิวินีย์ สวัสดิ์อารี, อัจฉรา เจริญสุข. (2553). **มาตรวิทยาเบื้องต้น**. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, น.16-17
- International Organization for Standardization. **International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM)**. 2nd Switzerland, 1993
- ISO/IEC 17025 : 1999, **General requirement for the calibration and competence testing laboratories**.
- ISO 10012-1:1992, **Quality assurance requirement for measuring equipment**.
- ISO/IEC 17025 : 1999, **General requirement for the calibration and competence testing laboratories**.