



สรุปบทเรียนการพัฒนาความรู้

หลักสูตร

การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมี

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสาวปราณี จอมอุ่น

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

สังกัด กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน

วันที่อบรม ระหว่างวันที่ 14-15 กรกฎาคม 2568

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เพื่อให้ผู้ฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและแนวคิดของการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมี พัฒนาทักษะในการคำนวณและประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมี เกิดเข้าใจการรายงานผลความไม่แน่นอนที่ระบุมากับใบรับรองการสอบเทียบ และสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการรายงานผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการ

สรุปบทเรียน

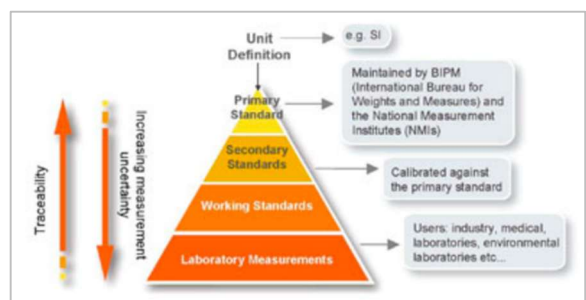
การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (Measurement Uncertainty) ตามแนวทางของ EURACHEM เป็นคู่มือหลักที่ใช้ทั่วโลกในการประเมินค่าความไม่แน่นอนในงานวิเคราะห์ ซึ่งค่าความไม่แน่นอนในการวัด เป็นหัวใจสำคัญของการรับรองคุณภาพในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะในงานวิเคราะห์เชิงเคมี และการสอบเทียบเครื่องมือ



ค่าความไม่แน่นอนของการวัด คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลการวัด ซึ่งสะท้อนถึงช่วงที่ค่าจริงของสิ่งที่วัดอาจอยู่ได้ โดยไม่สามารถระบุค่าเดียวที่แน่นอนได้อย่างสมบูรณ์ การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด จึงเป็นการยอมรับว่า “ทุกการวัดมีความคลาดเคลื่อน” และต้องรู้ว่าคลาดเคลื่อนไปเท่าไร

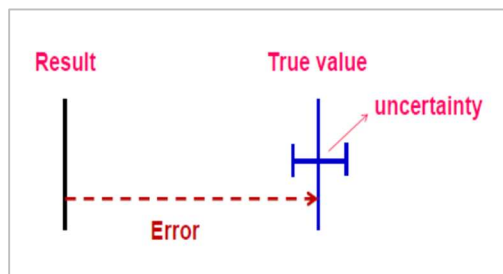
ความแม่นยำของการวัด (Precision) โดยแบ่งออกเป็นสามระดับตามเงื่อนไขของการทดลอง ได้แก่ **Repeatability**, **Intermediate Precision** และ **Reproducibility** ซึ่งสะท้อนถึงความแปรปรวนของผลการวัดภายใต้สถานการณ์ต่างกัน โดย **Repeatability (r)** หมายถึงความแม่นยำเมื่อวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันในช่วงเวลาสั้น เช่น ใช้ตัวอย่างเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน และผู้วัดคนเดียวกัน ส่วน **Intermediate Precision (R_w)** คือ ความแม่นยำภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันแต่มีการเปลี่ยนแปลงบางเงื่อนไข เช่น วันวัด ผู้วัด หรือเครื่องมือ ขณะที่ **Reproducibility (R)** แสดงถึงความแม่นยำระหว่างห้องปฏิบัติการต่างๆ ซึ่งมักใช้ในการศึกษาความสอดคล้องของวิธีวิเคราะห์ในระดับสากล

ห่วงโซ่การสอบกลับของการวัด (Traceability Chain) ซึ่งเชื่อมโยงผลการวัดในห้องปฏิบัติการกับนิยามของหน่วยวัดมาตรฐาน โดยใช้รูปแบบพีระมิดที่แบ่งออกเป็นลำดับชั้นจากล่างขึ้นบน เริ่มจากการวัดในห้องปฏิบัติการทั่วไป เช่น อุตสาหกรรม การแพทย์ หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งอ้างอิงกับมาตรฐานการทำงาน (Working Standards) ที่ได้รับการสอบเทียบจากมาตรฐานรอง (Secondary Standards) และต่อเนื่องไปยังมาตรฐานหลัก (Primary Standards)



ซึ่งเชื่อมโยงโดยตรงกับนิยามของหน่วยวัด เช่น หน่วย SI ที่กำหนดโดย BIPM และสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NMIs) ลูกศรด้านข้างแสดงให้เห็นว่าเมื่อได้ระดับขึ้นไป ความสามารถในการสอบกลับจะเพิ่มขึ้น ขณะที่ความไม่แน่นอนของการวัดจะลดลง สะท้อนถึงความสำคัญของการสอบกลับในระบบการวัดที่มีความน่าเชื่อถือ โดยทุกผลการวัดควรสามารถเชื่อมโยงกลับไปยังหน่วยวัดมาตรฐานได้อย่างเป็นระบบ

EURACHEM เน้นว่า "**Uncertainty is not error**" คำว่า "Error" และ "Uncertainty" มักถูกใช้ในบริบท



ของการวัดและการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีความหมายและการใช้งานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Error คือ ค่าความผิดพลาดของการวัด เป็นค่าความต่างระหว่างผลการวัดกับค่าจริงของปริมาณที่วัด ในทางปฏิบัติค่าความผิดพลาดที่วัดได้เป็นค่าความต่างระหว่างค่าที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง ส่วน **Uncertainty** คือ ค่าความไม่แน่นอนเป็นค่าที่แสดงเป็นช่วง

(พิสัย) และประมาณได้จากวิธีการวิเคราะห์และระบุชนิดของตัวอย่าง ซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับทุกๆ การทดสอบ

องค์ประกอบของความไม่แน่นอน ค่าความไม่แน่นอนเกิดจากหลายแหล่ง เช่น:

- ความไม่แน่นอนจากเครื่องมือวัด (Instrumental uncertainty)
- ความไม่แน่นอนจากผู้ปฏิบัติงาน (Operator variability)
- ความไม่แน่นอนจากวิธีการวิเคราะห์ (Method uncertainty)
- ความไม่แน่นอนจากสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น
- ความไม่แน่นอนจากการเตรียมตัวอย่างหรือการเจือจาง

ซึ่งมีการแจกแจงข้อมูลที่แตกต่างกัน : rectangular, triangular, normal distribution เป็นต้น และในการประมาณค่าต้องแปลงค่าให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันก่อน โดยทำให้เป็นค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (standard uncertainty) ซึ่งประเภทของความไม่แน่นอนของการวัดมี 2 ประเภท ได้แก่ 1) Type A เป็นค่าที่สามารถประมาณค่าได้ด้วยการทำซ้ำ 2) Type B เป็นค่าความไม่แน่นอนที่ไม่อาจประเมินได้โดยตรงได้ด้วยวิธีการทางสถิติ

แนวทางการประเมิน การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด มี 2 แนวทางหลัก:

1. **Bottom-up approach** เป็นประมาณค่าความไม่แน่นอน ที่คำนึงถึงค่าความไม่แน่นอนจากทุกแหล่งที่มีผลกระทบต่อการทดสอบมาพิจารณา เช่น วิธีของ ISO, GUM เป็นต้น
2. **Top-down approach** เป็นการประมาณค่าความไม่แน่นอน ด้วยการใช้ค่า reproducibility จากการทำ collaborative study ตาม international protocol เช่น Harmonized IUPAC, AOAC protocol, ISO 5725 เป็นต้น

ขั้นตอนการประเมิน ค่าความไม่แน่นอนในการวัด

1. กำหนดสิ่งที่ทำการวัด (Measurand)
2. บ่งชี้แหล่งของความไม่แน่นอน
3. ประเมินค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (Standard uncertainty) โดย >> ทำการจัดกลุ่มของความไม่แน่นอนแต่ละแหล่งด้วยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ >> หาค่าความไม่แน่นอนของแต่ละกลุ่ม >> บ่งชี้แหล่งของความไม่แน่นอนที่เหลืออยู่ >> แปลงค่าความไม่แน่นอนให้อยู่ในรูปส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน >> คำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม >> ตรวจสอบและถ้าจำเป็นประเมินซ้ำในกลุ่มใหญ่

4. รวมค่าความไม่แน่นอนทั้งหมด (Combined uncertainty) ทำด้วยการใช้วิธี root-sum-of-square หรือ law of propagation of uncertainty
5. ขยายค่าความไม่แน่นอน (Expanded uncertainty) โดยใช้ค่า coverage factor (k) ที่เหมาะสม คูณกับค่า combined uncertainty สูตร $U = 2 \times u_c$ โดยทั่วไปค่า k ที่ใช้กันคือ 2 สำหรับความเชื่อมั่น 95% อย่างไรก็ตามค่า k อาจไม่เหมาะสม เมื่อจำนวนค่าที่ได้จากการวัดมีค่า <6 เพราะฉะนั้น ค่า K จึงขึ้นกับ effective number of degrees of freedom

การรายงานผล ผลการวัดควรรายงานพร้อมค่าความไม่แน่นอน เช่น: ปริมาณไนเตรต = 12.5 ± 0.8 mg/L (k=2) ซึ่งหมายความว่า ค่าจริงของไนเตรตมีโอกาสอยู่ในช่วง 11.7 ถึง 13.3 mg/L ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การใช้ค่าความไม่แน่นอนในการวัดในการตัดสินใจ (decision rule) เมื่อผลการวัดใกล้เคียงกับค่าขีดจำกัด เช่น ค่ามาตรฐานของสารปนเปื้อน การพิจารณาค่าความไม่แน่นอนช่วยลดความเสี่ยงในการตัดสินใจผิด เช่น การตัดสินใจว่าสารเกินมาตรฐานทั้งที่อาจไม่เกินจริง หรืออาจเป็นไปในทางกลับกัน แบ่งออกเป็น 4 กรณี ดังนี้

- 1) ผลการวิเคราะห์ต่ำหรือสูงกว่า Limit value มากๆ การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด เพียงคร่าวๆ ก็เพียงพอ
- 2) ผลการวัดอยู่ใกล้ Limit value การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดที่ดี ถูกต้องและขนาดเล็กลง จะช่วยให้เราตัดสินใจได้ดีขึ้น
- 3) การประเมินขนาดของค่าความไม่แน่นอนในการวัด น้อยเกินไปสามารถนำไปสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาดได้ (กรณีการเกิด false positive decision)
- 4) ในบางกรณีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งสองฝ่ายอาจต้องร่วมกันรับความเสี่ยงของการ compliance หรือ non-compliance นอกจากนั้นการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด จะต้องทำอย่างระมัดระวังและคำนึงถึงระดับความน่าเชื่อถือของการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด ด้วย

★ **บทสรุป** การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดไม่ใช่แค่การคำนวณ แต่เป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อคุณภาพของข้อมูลที่ส่งต่อไปยังผู้ใช้ การเข้าใจและใช้ ค่าความไม่แน่นอนในการวัด อย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการที่ต้องการความน่าเชื่อถือ โปร่งใส และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล เช่น ISO/IEC 17025

ประโยชน์ที่ได้รับต่อตนเอง

ได้รับความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับหลักการและแนวทางการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมีตามมาตรฐานสากล สามารถนำทักษะการคำนวณค่าความไม่แน่นอนในการวัด ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบได้อย่างถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ และเพิ่มความมั่นใจในการรายงานผลการวัด พร้อมค่าความไม่แน่นอนที่สอดคล้องกับข้อกำหนด ISO/IEC 17025

ประโยชน์ที่ได้รับต่อหน่วยงาน

ส่งเสริมความถูกต้องและความโปร่งใสในการรายงานผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการ ยกย่องคุณภาพการวิเคราะห์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล เกิดภาพลักษณ์ที่ดี การรายงานผลมีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากลดความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดพลาดเมื่อผลการวัดใกล้เคียงค่าขีดจำกัด โดยใช้ ค่าความไม่แน่นอนในการวัด เป็นเครื่องมือประกอบการพิจารณา

