

การปัดค่าตัวเลขผลการสอบเทียบและค่าความไม่แน่นอนขยาย (Rounding Expanded Uncertainties and Calibration Values)

การวัดทุกรูปแบบจะมีความคลาดเคลื่อนหรือความไม่แน่นอนเกิดขึ้นเสมอ โดยความคลาดเคลื่อนนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ความคลาดเคลื่อนเชิงบุคคล ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ สำหรับการสอบเทียบจะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อมีการรายงานค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty) ของผลการสอบเทียบ ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องจัดทำรายละเอียดของการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดเป็นเอกสาร และระบุถึงการได้มาซึ่งค่าความไม่แน่นอนของการวัดแต่ละแหล่งอย่างชัดเจน โดยวิธีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนโดยทั่วไปจะรายงานค่าความไม่แน่นอนขยายที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95% ซึ่งระดับความเชื่อมั่นจะถูกกำหนดโดยตัวประกอบครอบคลุม (Coverage factor; k) (โดย Coverage factor ขึ้นอยู่กับ degrees of freedom หรือ effective degrees of freedom สำหรับที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ค่า $k = 2$) ความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty) หาได้จากความไม่แน่นอนโดยรวม (Combined Uncertainty, U_c) คูณด้วย ตัวประกอบครอบคลุม (Coverage factor)

ผลการสอบเทียบและค่าความไม่แน่นอนขยายที่ได้จะต้องทำการปัดค่าตัวเลขให้มีเลขนัยสำคัญที่เหมาะสม และสอดคล้องกับข้อมูล เนื่องจากจำนวนเลขนัยสำคัญนี้มีผลต่อค่าความละเอียดของการสอบเทียบและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น เป็นการป้องกันการรายงานค่าความไม่แน่นอนที่ต่ำกว่าความเป็นจริง

หลักการปัดค่าตัวเลขผลการสอบเทียบและค่าความไม่แน่นอนขยาย จะต้องปัดค่าให้จำนวนตัวเลขของค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded uncertainty) ต้องมีเลขนัยสำคัญไม่เกิน 2 ตำแหน่ง โดยการปัดค่าตัวเลขจะต้องทำในขั้นตอนสุดท้ายหลังจากคำนวณค่าความไม่แน่นอนขยายตามวิธีการสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว และจำนวนตัวเลขของผลการวัดควรจะมีเลขนัยสำคัญที่สอดคล้องกับค่าความไม่แน่นอนขยาย และจะต้องอยู่ในหน่วยเดียวกัน

ศูนย์ซึ่งอยู่หลังจุดทศนิยมถือเป็นเลขนัยสำคัญแต่ศูนย์ที่อยู่หน้าจุดทศนิยมไม่ถือเป็นตัวเลขที่มีนัยสำคัญ

วิธีการการปัดค่าตัวเลขตามเอกสารนี้ มี 3 วิธี ได้แก่

- (1) วิธีเลขคู่/เลขคี่ (Even/Odd Method)
 - (2) การปัดค่าตัวเลขโดยใช้สเปรดชีตมาตรฐาน (Standard Spreadsheet Rounding)
 - (3) การปัดค่าความไม่แน่นอนขึ้น (Round Uncertainties Up)
- โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการในการปัดค่าตัวเลข

- (1) วิธีเลขคู่/เลขคี่ (Even/Odd Method)

มีวิธีการ ดังนี้

- 1) ใช้กฎการปัดค่า เลขคู่/เลขคี่ ที่สอดคล้องกับระดับนัยสำคัญ
- 2) เมื่อตัวเลขถัดจากหลักที่จะพิจารณาปัดค่าน้อยกว่าห้า ให้คงตัวเลขคงเดิมไว้
ตัวอย่างเช่น 2.541 จะปัดค่าตัวเลขได้เป็น 2.5 (เลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง)

- 3) เมื่อตัวเลขถัดจากหลักที่จะพิจารณาปัดค่ามากกว่าห้า ให้ปัดค่าตัวเลขเพิ่ม 1 ค่า
ตัวอย่างเช่น 2.453 จะปัดค่าตัวเลขได้เป็น 2.5 (เลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง)
- 4) เมื่อตัวเลขถัดจากหลักที่จะพิจารณาปัดค่าเป็นห้า และตัวเลขหลักที่จะพิจารณาปัดค่าเป็นเลขคู่ให้คงตัวเลขเดิมไว้ ในทางกลับกัน ถ้าตัวเลขหลักที่จะพิจารณาปัดค่าเป็นตัวเลขคี่ ให้ปัดค่าเพิ่ม 1 ค่า
ตัวอย่างเช่น 3.450 หลักที่จะพิจารณาปัดค่าเป็นเลข 4 (เลขคู่) ตัวเลขหลักถัดไปเป็นเลข 5 หลักที่จะพิจารณาปัดค่าให้คงตัวเลขไว้เหมือนเดิม จะได้เป็น 3.4 (เลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง) แต่ถ้าเป็น 3.550 หลักที่จะพิจารณาปัดค่าเป็นเลข 5 (เลขคี่) ตัวเลขหลักถัดไปเป็นเลข 5 พอถึงหลักที่จะพิจารณาปัดค่าให้ปัดค่าตัวเลขขึ้น 1 ค่า จะได้เป็น 3.6 (เลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง)
- 5) เมื่อตัวเลขถัดจากหลักที่จะพิจารณาปัดค่ามีตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป การปัดค่าตัวเลขให้พิจารณาเป็นกลุ่มตัวเลข
ตัวอย่างเช่น 2.4(501) ให้พิจารณาเป็นกลุ่ม (501) ซึ่งมากกว่า 5 ในขณะที่ 2.5(499) พิจารณากลุ่มตัวเลข (499) ซึ่งน้อยกว่า 5

(2) การปัดค่าตัวเลขโดยใช้สเปรดชีตมาตรฐาน Standard (Spreadsheet Rounding)

วิธีนี้เป็นการใช้แบบการปัดค่าตัวเลขมาตรฐานที่ใช้ในซอฟต์แวร์สเปรดชีต เช่น Microsoft Excel (โดยทั่วไปวิธีนี้จะเป็นการปัดตัวเลขขึ้น อย่าใช้การตัดตัวเลข (truncations))

(3) การปัดค่าความไม่แน่นอนขึ้น (Round Uncertainties Up)

จะใช้การปัดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนขึ้นเมื่อมีตัวเลขใดๆ อยู่ถัดจากเลขนัยสำคัญตัวที่สอง แนวทางนี้ใช้สำหรับการรายงานค่าความไม่แน่นอน การประเมินค่าความไม่แน่นอนเทียบกับค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมรับได้ (MPE) ค่าความคลาดเคลื่อนหรือการประเมินความเสี่ยง รวมถึงการกำหนดขอบเขตป้องกัน (guard band) และใช้ในการรายงานค่าในขอบข่ายที่ได้รับการรับรอง

ตัวอย่างการปัดค่าตัวเลข

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นถึงการปัดค่าตัวเลขตามวิธีที่กล่าวมา 3 วิธี

ตัวอย่างที่ 1

ค่าแก้สำหรับน้ำหนักคำนวณได้เป็น 1.357 8 มก. และค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ 0.577 5 มก.

ขั้นตอนแรกให้ปัดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง นั่นคือ 0.58 มก. จากนั้นปัดค่าตัวเลขค่าแก้เป็น 1.36 มก. (ค่าความไม่แน่นอนและค่าแก้มีจำนวนตำแหน่งทศนิยมสอดคล้องกัน)

สรุป รายงานผลค่าแก้ได้เป็น 1.36 มก. \pm 0.58 มก. (สำหรับการปัดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (1) (2) และ (3))

ตัวอย่างที่ 2

ปริมาตรของขวดวัดปริมาตรที่กำหนดคำนวณได้เป็น 2 000.714 431 มล. และค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ 0.084 024 มล.

ขั้นตอนแรกให้ปัดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง นั่นคือ 0.084 มล. (ไม่นับศูนย์แรกหลังจุดทศนิยม) จากนั้นปัดค่าตัวเลขค่าปริมาตรที่คำนวณได้ให้มีจำนวนทศนิยมเท่ากับค่าความไม่แน่นอน จะได้เป็น 2 000.714 มล.

สรุป รายงานค่าปริมาตรเป็น 2 000.714 มล. \pm 0.084 มล. (สำหรับการปัดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (1) และ (2))

รายงานค่าปริมาตรเป็น $2\ 000.714$ มล. ± 0.085 มล. (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (3) เนื่องจากเป็นการประเมินค่าความไม่แน่นอนจึงปิดค่าตัวเลขความไม่แน่นอนขึ้น)

ตัวอย่างที่ 3

ค่าแก้สำหรับน้ำหนักคำนวณได้เป็น $4.341\ 5$ มก. และค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ $2.047\ 8$ มก.

ขั้นตอนแรกให้ปิดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง นั่นคือ 2.0 มก. (2.0 เป็นตัวเลข 2 นัยสำคัญเนื่องจากศูนย์เป็นตัวเลขที่มีนัยสำคัญถ้าอยู่หลังตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์) จากนั้นปิดค่าตัวเลขค่าแก้ให้มีจำนวนทศนิยม เท่ากับค่าความไม่แน่นอน จะได้เป็น 4.3 มก.

สรุป รายงานค่าแก้สำหรับน้ำหนักเป็น 4.3 มก. ± 2.0 มก. (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (1) และ (2))

รายงานค่าแก้สำหรับน้ำหนักเป็น 4.3 มก. ± 2.1 มก. (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (3) จึงปิดค่าตัวเลขความไม่แน่นอนขึ้น เนื่องจากมีตัวเลขต่อหลังจาก 0 ใน 2.0478)

ตัวอย่างที่ 4

ค่าแก้สำหรับน้ำหนักคำนวณได้เป็น 285.41 มก. และค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ 102.98 มก.

เนื่องจากค่าความไม่แน่นอนมีค่าสูงมาก ให้แปลงค่าทั้งสองเป็นหน่วยที่ใช้รายงานทั่วไปที่ใหญ่ถัดขึ้นไป คือ หน่วย กรัม จะได้เป็น $0.285\ 41$ ก. และ $0.102\ 98$ ก. ตามลำดับ ขั้นตอนแรกให้ปิดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง นั่นคือ 0.10 ก. จากนั้นปิดค่าตัวเลขค่าแก้ให้มีจำนวนทศนิยมเท่ากับค่าความไม่แน่นอน จะได้เป็น 0.29 ก.

สรุป รายงานค่าแก้สำหรับน้ำหนักเป็น 0.29 ก. ± 0.10 ก. (290 มก. ± 100 มก.) (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (1) และ (2))

รายงานค่าแก้สำหรับน้ำหนักเป็น 0.29 g ± 0.11 g (290 mg ± 110 mg) (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (3) เนื่องจากปิดค่าตัวเลขความไม่แน่นอนขึ้น)

ตัวอย่างที่ 5

ค่าแก้สำหรับน้ำหนักคำนวณได้เป็น 285.41 มก. และค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ 33.4875 มก.

ขั้นตอนแรกให้ปิดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง นั่นคือ 33 มก. จากนั้นปิดค่าตัวเลขค่าแก้ให้มีจำนวนทศนิยมเท่ากับค่าความไม่แน่นอน จะได้เป็น 285 มก.

สรุป รายงานค่าแก้สำหรับน้ำหนักเป็น 285 มก. ± 33 มก. (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (1) และ (2))

รายงานค่าแก้สำหรับน้ำหนักเป็น 285 มก. ± 34 มก. (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (3) เนื่องจากปิดค่าตัวเลขความไม่แน่นอนขึ้น)

ตัวอย่างที่ 6

ค่าสอบเทียบความยาวคำนวณได้เป็น $9.999\ 455\ 8$ ฟุต และค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ $0.003\ 561\ 7$ นิ้ว

ขั้นแรก ให้แปลงค่าให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน (เช่น แปลงค่าความไม่แน่นอนเป็นฟุตจะได้ $0.000\ 296\ 808$ ฟุต) จากนั้นให้ปิดค่าตัวเลขค่าความไม่แน่นอนให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตำแหน่ง นั่นคือ $0.000\ 30$ ฟุต จากนั้นปิดค่าตัวเลขค่าความยาวให้มีจำนวนทศนิยมเท่ากับค่าความไม่แน่นอน จะได้เป็น $9.999\ 46$ ฟุต

สรุป รายงานค่าความยาวเป็น $9.999\ 46$ ฟุต $\pm 0.000\ 30$ ฟุต (สำหรับการปิดค่าตัวเลขตามวิธีที่ (1) (2) และ (3))

เอกสารอ้างอิง

GLP 9-2019 Good Laboratory Practice for Rounding Expanded Uncertainties and Calibration Values

Guid DKD - L 13 - 3 Rounding of Results and Measurement Uncertainties in calibration Certificates

ISO 80000 – 1 : 2009 (E) Quantities and units Part 1: General Annex B Rounding of numbers

นำเสนอโดย

นางสาวอลิสา ภูเขียว

นักวิชาการมาตรฐานปฏิบัติการ

สำนักงานคณะกรรมการการมาตรฐานแห่งชาติ

กลุ่มรับรองห้องปฏิบัติการ 3