การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายของกิจกรรมทดสอบความชำนาญโดยใช้สถิติ Algorithm S
Setting the target standard deviation for proficiency testing assessment by Algorithm S

9

วรรณี อู่ไพบูรณ์[1]*, รัชดา เหมปฐวี[1], พจมาน ท่าจีน[1]
Wannee Aupaiboon[1*], Rachada Hemapattawee[1], Pochaman Tagheen[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายของกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการสารที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำ โดยใช้ข้อมูลค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์จากการจัดกิจกรรมการทดสอบความชำนาญที่จัดขึ้นในระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557 ที่มีค่าความเข้มข้นของตัวอย่างอยู่ในช่วง 300 - 400 mg/L นำมาหาค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายของกิจกรรมโดยใช้รูปแบบสถิติ Algorithm S (ISO 13528:2005) มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณ พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายที่ได้มีค่าเท่ากับ 5.0 %RSD ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ทางเทคนิคในการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการ ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายที่เหมาะสมสำหรับช่วงความเข้มข้นของตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำแนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้กับช่วงความเข้มข้นอื่นและตัวอย่างชนิดอื่นต่อไป

Abstract

This study aims to determine the target standard deviation for proficiency assessment of total dissolved solids in water scheme. Standard deviations from previous proficiency schemes which conducted during 2008 to 2014 at the concentration range of 300 - 400 mg/L were collected. The target standard deviations for proficiency assessment were calculated using Algorithm S (ISO 13528:2005) approach. It is found that the target standard deviation is 5.0 %RSD. This is corresponding with the technical criteria for evaluate laboratories' performance. Acceptable target standard deviation in the same range of the sample concentration was achieved. This approach can be applied to the other concentration range and other sample matrix for proficiency testing scheme.

คำสำคัญ: ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย กิจกรรมทดสอบความชำนาญ อัลกอริธึมเอส
Keywords: target standard deviation, proficiency testing assessment, Algorithm S

[1] กรมวิทยาศาสตร์บริการ
* Corresponding author E-mail address : wannee@dss.go.th

1.บทนำ (Introduction)

การทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing) เป็นเทคนิคหนึ่งของการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการและใช้สำหรับการเฝ้าระวังสมรรถนะในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องของห้องปฏิบัติการ เพื่อแสดงความสามารถในการทดสอบของห้องปฏิบัติการให้เป็นที่ยอมรับแก่ลูกค้า ผู้ตรวจรับรองและหน่วยงานที่กำกับดูแล และเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย การแจกจ่ายตัวอย่างที่เหมือนกันหรือตัวอย่างที่คล้ายกันให้แก่ห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบ โดยทั่วไปจะใช้วิธีที่ห้องปฏิบัติการใช้อยู่เป็นประจำ แต่ในบางกรณีผู้จัดกิจกรรมอาจกำหนดวิธีทดสอบเฉพาะให้กับห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบจะถูกส่งกลับมายังผู้จัดกิจกรรมการทดสอบความชำนาญภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นผู้จัดกิจกรรมจะทำการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการจากผลที่ห้องปฏิบัติการส่งกลับมา โดยใช้รูปแบบสถิติที่เหมาะสมและมีเกณฑ์แสดงความสามารถของห้องปฏิบัติการ

การประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการมีหลายรูปแบบ สำหรับรูปแบบที่นิยมใช้เป็นการให้คะแนนในรูปแบบz-score ซึ่งคำนวณได้จากค่าส่วนต่างของผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการกับค่ากำหนด หารด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการดังสมการที่ 1 [1]

$$\text{z-score} = (x - X) / \hat{\sigma}_p \qquad (1)$$

x = ผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการ

X = ค่ากำหนด (Assigned value)

$\hat{\sigma}_p$ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินการทดสอบความชำนาญ (Standard deviation for proficiency assessment)

สำหรับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการด้วยค่า z-score แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งถ้าผลของ |z-score| มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3 แสดงว่าผลการทดสอบนั้นจัดเป็น outlier ห้องปฏิบัติการจำเป็นจะต้องหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข และถ้าผลของ |z-score| มีค่ามากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 3 แสดงว่าผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องระวังอาจจะต้องทบทวนวิธีการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การประเมินค่า z-score

การแสดงค่า z-score	เกณฑ์การยอมรับ
$\|z\| < 2$	ผลเป็นที่น่าพอใจ (Satisfactory)
$2 < \|z\| < 3$	ผลเป็นที่น่าสงสัย (Questionable)
$\|z\| > 3$	ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ (Unsatisfactory)

จากสมการที่ 1 คณะผู้จัดกิจกรรมเป็นผู้กำหนดค่าที่เหมาะสมของค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินการทดสอบความชำนาญ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกิจกรรม โดยสถิติที่ผู้จัดกิจกรรมนิยมใช้ คือวิธีการดำเนินการตาม Algorithm A ของมาตรฐาน ISO13528:2005 ซึ่งเป็นสถิติชนิดโรบัสต์ (robust statistic) ผลจากการคำนวณจะได้ค่ากำหนดเรียกว่า ค่าเฉลี่ยโรบัสต์ (robust average) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเรียกว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (robust standard deviation) นำมาใช้ในการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ

ในการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการในแต่ละกิจกรรม ผู้จัดกิจกรรมควรมีการกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เหมาะสมไว้ล่วงหน้า เนื่องจากการจัดกิจกรรมแต่ละครั้งอาจไม่เป็นรูปแบบเดียวกัน เป็นผลทำให้การเลือกใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์อาจไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงควรกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เหมาะสมขึ้นมา หรือเรียกว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย (target standard deviation, target SD) เพื่อเป็นการกำหนดเกณฑ์ในการยอมรับค่าความแปรปรวนของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ อีกทั้งสามารถใช้ค่านี้เป็นส่วนหนึ่งในเกณฑ์การประเมินค่าความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง (homogeneity) ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาเดิมที่ไม่สามารถนำข้อมูลจากการจัดกิจกรรมแต่ละครั้งมาใช้เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงและประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ

การกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย ตามมาตรฐาน ISO13528:2005 สามารถหาได้จากหลายวิธีเช่น จากข้อกำหนดของกฎหมาย จากประวัติการจัดกิจกรรมฯ จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากค่าความเที่ยง(precision) ของวิธีมาตรฐาน หรือจากสมการ Horwitz เป็นต้น การกำหนดค่า target SD รายการ Total dissolved solids in water จากค่าความเที่ยงของวิธีมาตรฐาน มีข้อจำกัดคือวิธีทดสอบมาตรฐานมีการกำหนดค่าความเที่ยงที่ไม่ครอบคลุมทุกช่วงความเข้มข้น เนื่องจากวิธีทดสอบนี้เป็นแบบ empirical การใช้การคำนวณตามสมการ Horwitz จึงไม่เหมาะสม ในการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการจึงใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมฯ เป็นค่าเป้าหมาย การศึกษาครั้งนี้เป็นการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย โดยนำข้อมูลค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โรบัสต์ที่ได้จากการจัดกิจกรรมระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557 นำมาคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม โดยใช้สถิติ Algorithm S ซึ่งเป็นสถิติแบบโรบัสต์ประเภทหนึ่งที่ใช้สำหรับหาค่าร่วมของข้อมูลที่เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่าพิสัย (range) ตาม ISO 13528:2005 [3] และทำการเปรียบเทียบกับการหาผลรวมของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบ pooled SD

2. วิธีการศึกษา (Experimental)

2.1 รวบรวมข้อมูล Robust standard deviation (s*) จากการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids in water ที่จัดโดยศูนย์บริหารจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557

2.2 นำค่า Robust standard deviation (s*) ของข้อมูลในข้อ 2.1 มาคำนวณอยู่ในรูป %Relative standard deviation (%RSD)

2.3 คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย ซึ่งอยู่ในรูป Target SD (w*) โดยใช้สถิติ Algorithm S

2.3.1 เรียงข้อมูลค่า %RSD ที่คำนวณได้จากข้อ 2.2 จากค่าน้อยไปค่ามาก ($w_1, w_2,..,w_i,..., w_p$)
เมื่อ w คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3.2 กำหนดให้ ν เป็นค่า degree of freedom ของข้อมูล w_i
เมื่อ w_i คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่มีจำนวนเท่ากับ p ดังนั้น ค่า $\nu = p - 1$ สำหรับ ค่า η และ ค่า ξ สามารถใช้ค่าจากตารางที่ 2

2.3.3 หาค่า w* ครั้งแรก มีค่าเท่ากับ ค่ามัธยฐานของข้อมูลทั้งหมดที่นำมาประมวลผล

w* = median ของ w_i (i = 1, 2,..., p)

2.3.4 ปรับค่า w* ใหม่ โดยใช้สมการที่ (2) ถึง (4) ดังนี้

2.3.4.1 หาค่า ψ จากสมการที่ (2)

$$\psi = \eta \times w^* \qquad (2)$$

2.3.4.2 หาค่า w_i^* จากสมการ (3)
โดยใช้ค่า w_i เมื่อ i = 1, 2,..., p

$$w_i^* = \begin{cases} \psi \text{ เมื่อ } w_i > \psi \\ w_i \text{ เมื่อ } w_i \le \psi \end{cases} \qquad (3)$$

2.3.4.3 คำนวณค่า w* จากสมการ (4)

$$w^* = \xi\sqrt{\sum_{i=1}^{p}(w_i^*)^2/p} \qquad (4)$$

2.3.4.4 คำนวณซ้ำตั้งแต่สมการที่ (2) ถึง (4) จนผลการคำนวณของค่า w* ที่ได้รับในแต่ละครั้งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (เลขนัยสำคัญตำแหน่งที่ 3 ของข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลง)

2.3.4.5 ค่า robust w* คือ ค่า w* ที่ได้จากการคำนวณในข้อ 2.3.4.4 ซึ่งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายที่ได้รับ คือ ค่า robust w*

ตารางที่ 2 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณสถิติ Robust: Algorithm S[3]

Degrees of freedom, ν	Limit factor, η	Adjustment factor, ξ
1	1.645	1.097
2	1.517	1.054
3	1.444	1.039
4	1.395	1.032
5	1.359	1.027
6	1.332	1.024
7	1.310	1.021
8	1.292	1.019
9	1.277	1.018
10	1.264	1.017

2.4 คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย โดยใช้วิธีแบบ pooled SD

นำค่า %RSD ที่คำนวณได้จากข้อ 2.2 มาใช้สำหรับคำนวณหา Target SD ตามสมการที่ 5

$$\text{pooled SD (\%RSD)} = \sqrt{\frac{\sum(n_i-1)s_{r,i}^2}{\sum(n_i-1)}} \qquad (5)$$

$s_{r,i}$ = standard deviation ของแต่ละชุดตัวอย่าง (%RSD)

n = จำนวนข้อมูลในแต่ละชุดตัวอย่าง

2.5 ทำการศึกษาค่า Target SD ในกรณีที่ข้อมูลมีค่านอกกลุ่ม (outlier) โดยใช้วิธี Algorithm S และวิธี pooled SD ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.5.1 จากข้อมูลที่คำนวณได้ในข้อ 2.2 เลือกข้อมูลที่มีค่า %RSD มากที่สุด ($\%RSD_{max}$)

2.5.2 ทำข้อมูลเพิ่ม 3 ชุดข้อมูล โดยปรับข้อมูลที่ได้จากข้อ 2.5.1 เฉพาะข้อมูลของ $\%RSD_{max}$ ให้ปรับเป็น 1.5, 2 และ 2.5 เท่า ตามลำดับ เพื่อให้ชุดข้อมูลมีค่านอกกลุ่มที่ชัดเจนมากขึ้น

2.5.3 คำนวณค่า target SD ของข้อมูลในข้อ 2.5.2 ด้วยวิธี Algorithm S และวิธี pooled SD

2.5.4 เปรียบเทียบ target SD ที่คำนวณได้จากทั้งสองวิธี

2.6 สร้างแผนภูมิแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ซึ่งคำนวณมาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์และค่าเฉลี่ยโรบัสต์ของการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids in water ปี พ.ศ. 2551 ถึง 2557 และ target SD จากการคำนวณด้วยวิธี Algorithm S และจากวิธี pooled SD

3.ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.1 ข้อมูลทางสถิติของการดำเนินกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ รายการ Total dissolved solids in water ช่วงความเข้มข้น 300 - 400 mg/L ที่ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2557 มีทั้งสิ้น 7 ข้อมูล มีค่า %RSD อยู่ในช่วง 4.076 - 5.839 แสดงดังตารางที่ 3

3.2 ผลการคำนวณค่า target SD ของกิจกรรมทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ รายการ Total dissolved solids in water (ข้อ 3.1) โดยวิธี Algorithm S มีค่า target SD คิดเป็น %RSD เท่ากับ 5.042% ดังแสดงในตารางที่ 4

3.3 ผลการคำนวณค่า target SD ของกิจกรรมทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ รายการ Total dissolved solids in water (ข้อ 3.3) โดยวิธี pooled SD มีค่า target SD คิดเป็น %RSD เท่ากับ 4.917% ดังแสดงในตารางที่ 5

3.4 ข้อมูลที่มีค่านอกกลุ่มและผลการคำนวณค่า target SD ของข้อมูลด้วยวิธี Algorithm S และวิธี pooled SD แสดงในตารางที่ 6

3.5 แผนภูมิแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids in water ปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557 และ target SD จากการคำนวณด้วยวิธี Algorithm S และจากวิธี pooled SD แสดงในรูปที่ 1

3.6 เมื่อเปรียบเทียบค่า target SD ที่คำนวณได้จากวิธี Algorithm S (ข้อ 3.2) และจาก pooled SD (ข้อ 3.4) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3.7 จากแผนภูมิรูปที่ 1 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (s*) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงการกระจายตัวเชิงกลุ่มของข้อมูลผลการทดสอบในแต่รอบของกิจกรรม จะเห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวค่อนข้างสูง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยที่แตกต่างกันไปในแต่ละรอบของกิจกรรม เช่น กลุ่มของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม เครื่องมืออุปกรณ์ วิธีทดสอบและผู้ทดสอบ เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหากข้อมูลผลการทดสอบในรอบกิจกรรมนั้นมีการกระจายตัวเชิงกลุ่มค่อนข้างสูง จะส่งผลทำให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ที่ได้รับมีค่ามาก ซึ่งทำให้การประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการอาจจะผ่อนปรนเกินไป ในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบมีการกระจายตัวเชิงกลุ่มค่อนข้างต่ำ จะส่งผลทำให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์มีค่าน้อย การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการจะเกิดความเข้มงวดเกินไป ดังนั้นการใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ในการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการอาจไม่สอดคล้องกับการทำงานของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม อีกทั้งยังไม่สามารถควบคุมเกณฑ์การประเมินได้อีกด้วย

3.8 จากแผนภูมิรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการกระจายของข้อมูลค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ มีการกระจายตัวอยู่ระหว่างค่า target SD ที่คำนวณจากวิธี Algorithm S และจากวิธี pooled SD อย่างเหมาะสม แสดงว่าสามารถนำผลที่ได้จากการคำนวณของทั้งสองวิธีมาใช้เป็น target SD ในกิจกรรมทดสอบความชำนาญฯ ในรายการ Total dissolved solid in water ที่ช่วงความเข้มข้น 300 - 400 mg/L โดยมีค่าเท่ากับ 5.0 %RSD

3.9 จากการเปรียบเทียบ target SD ที่ได้จากวิธี Algorithm S และจากวิธี pooled SD ดังแสดงในตารางที่ 6 จะเห็นว่ากรณีที่ข้อมูลมีค่านอกกลุ่ม การใช้วิธี Algorithm S จะได้รับผลกระทบน้อยมาก ในขณะที่การคำนวณด้วยวิธี pooled SD จะค่อนข้างได้รับผลกระทบ โดยค่า target SD มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ดังนั้นการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม ด้วยวิธี pooled SD จึงควรต้องมีการตรวจสอบความแปรปรวนของข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลร่วมก่อนว่าข้อมูลที่นำมาประมวลผลมีค่าไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ข้อมูลและค่าทางสถิติของกิจกรรมการทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solid in water ช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557 [4] - [10]

ลำดับที่	จำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมฯ (ราย)	Robust average (x*), (mg/L)	Robust standard deviation (s*),(mg/L)	Relative standard deviation (%RSD)	ปีที่จัดกิจกรรม (พ.ศ.)
1	163	350.8	14.3	4.076	2552
2	212	396.3	17.3	4.365	2554
3	259	399.1	17.8	4.460	2557
4	222	349.0	16.7	4.785	2555
5	154	348.2	17.9	5.141	2551
6	154	348.2	19.3	5.543	2551
7	238	298.0	17.4	5.839*	2556

* $\%\ RSD_{max}$

ตารางที่ 4 การประเมินผล Target standard deviation ด้วยวิธี Algorithm S ของกิจกรรมทดสอบความชำนาญฯ ในรายการ Total dissolved solid in water ช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557

($\nu = 6$, $\xi = 1.024$, $\eta = 1.332$)

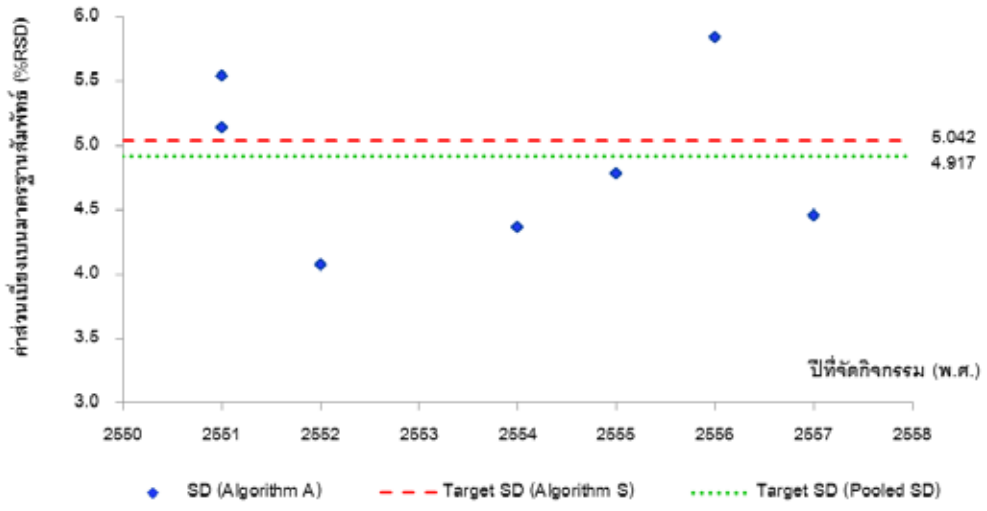
Iteration	0	1	2	3	4
ψ	-	6.374	6.716	6.716	6.716
w_1^*	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076
w_2^*	4.365	4.365	4.365	4.365	4.365
w_3^*	4.460	4.460	4.460	4.460	4.460
w_4^*	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785
w_5^*	5.141	5.141	5.141	5.141	5.141
w_6^*	5.543	5.543	5.543	5.543	5.543
w_7^*	5.839	5.839	5.839	5.839	5.839
New w*	4.785	5.042	5.042	5.042	5.042

ตารางที่ 5 การประเมินผล Target standard deviation ด้วยวิธี pooled SD ของกิจกรรมทดสอบความชำนาญฯ ในรายการ Total dissolved solid in water ช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2557

ลำดับที่	จำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมฯ (ราย), n	%RSD	(n-1)	sr,i2	(n-1)sr,i2
1	163	4.076	162	16.614	2691.432
2	212	4.365	211	19.053	4020.230
3	259	4.460	258	19.892	5132.033
4	222	4.785	221	22.896	5060.066
5	154	5.141	153	26.430	4043.772
6	154	5.543	153	30.725	4700.902
7	238	5.839	237	34.094	8080.259
Sum	1402	-	1395	169.703	33728.694
Pooled SD (แสดงเป็นค่า %RSD) =					4.917

ตารางที่ 6 แสดงค่าความแตกต่างของ Target SD ที่คำนวณจากวิธี Algorithm S และจากวิธี pooled SD เมื่อข้อมูลมีค่านอกกลุ่ม โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของ $\%RSD_{max}$ (ลำดับที่ 7) เป็น 1.5, 2.0 และ 2.5 เท่า ตามลำดับ

ลำดับที่	%RSD			
	1.0	1.5	2.0	2.5
1	4.076	4.076	4.076	4.076
2	4.365	4.365	4.365	4.365
3	4.460	4.460	4.460	4.460
4	4.785	4.785	4.785	4.785
5	5.141	5.141	5.141	5.141
6	5.543	5.543	5.543	5.543
7*	5.839	8.758	11.678	14.597
Target SD จากวิธี Algorithm S	5.042	5.258	5.258	5.258
Target SD จากวิธี pooled SD (ไม่ตัด outlier)	4.917	5.605	6.446	7.388



รูปที่ 1 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของกิจกรรมทดสอบความชำนาญในรายการ Total dissolved solids in water ปี พ.ศ.2551 ถึง พ.ศ.2557 และ target SD จากการคำนวณด้วยวิธี Algorithm S และวิธี pooled SD

4. สรุป (Conclusion)

สถิติแบบ pooled SD โดยปกติจะต้องตรวจสอบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้สถิติ F-test ก่อนนำมาประมวลผลร่วมกัน สำหรับสถิติแบบโรบัสต์แบบ Algorithm S เป็นวิธีที่ได้รับผลกระทบน้อยจากข้อมูลที่มีค่านอกกลุ่ม จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการหาค่า target SD สำหรับกิจกรรมทดสอบความชำนาญฯ การคำนวณ target SD ด้วยวิธี Algorithm S และวิธี pooled SD ในการศึกษาครั้งนี้ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า target SD ของกิจกรรมทดสอบความชำนาญฯ ในรายการ Total dissolved solids in water ที่ช่วงความเข้มข้น 300 - 400 mg/L มีค่าเท่ากับ 5.0 %RSD ค่าที่ได้สมเหตุสมผล ทำให้มีเกณฑ์ที่แน่นอนและเหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศ รวมทั้งทำให้ห้องปฏิบัติการและผู้จัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญทราบแนวทางการประเมินเพื่อควบคุมการดำเนินการอย่างเหมาะสม ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญสามารถพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์ที่ใช้ประเมินว่าเหมาะสมกับวิธีที่ใช้หรือไม่ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม อีกทั้งยังสามารถนำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายไปใช้กับประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างได้อีกด้วย

5.กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์บริหารจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดกิจกรรมการทดสอบความชำนาญทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6.เอกสารอ้างอิง (References)

[1] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 13528:2005*, Statistical methods for use in proficiency testing by Interlaboratory comparisons.

[2] INTERNATIONALORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL. *ISO/IEC 17043:2010*, Conformity assessment - general requirements for proficiency testing.

[3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL. *ISO/IEC 5725-5:1998*, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 5: Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method

[4] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2551.

[5] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2552.

[6] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2553.

[7] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2554.

[8] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2555.

[9] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2556.

[10] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, *รายงานสรุปกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ Total dissolved solids (TDS) in water*, 2557.