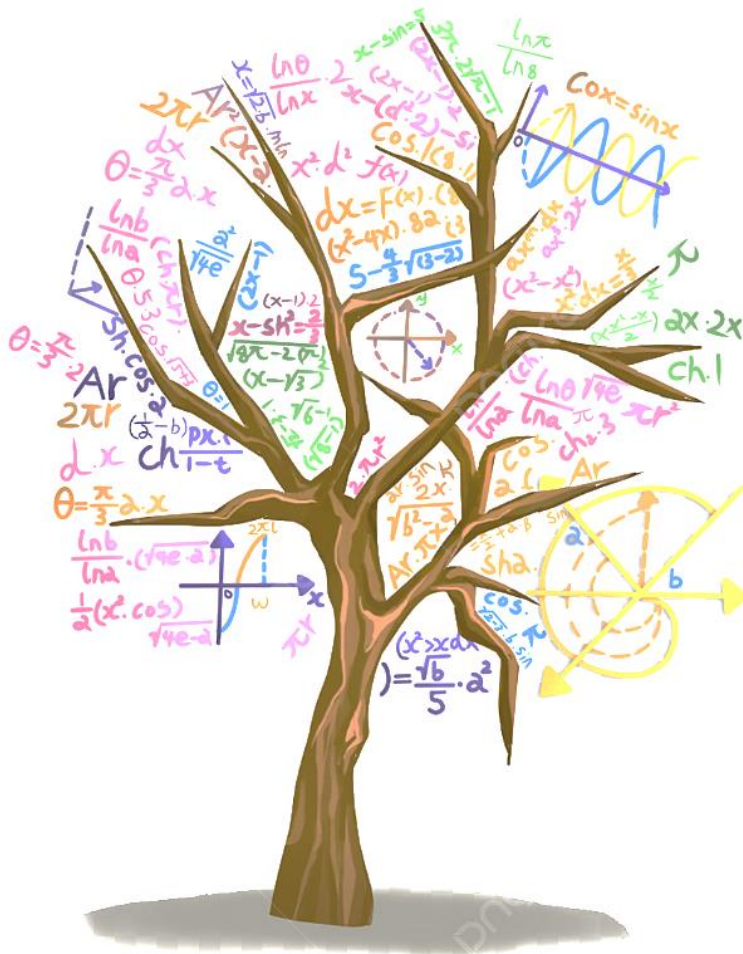


# UPDATE

สมท. สาร ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 เดือนเมษายน - มิถุนายน ปี 2566



Pictures from pngtree.com: Bunny

หน้า

- 2 จดหมายข่าวประชาสัมพันธ์
- 7 การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ  
Piston Pipette ตาม ISO/TR 20461: 2023  
หัวข้อ resolution
- 11 วัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับการวิเคราะห์ธาตุในน้ำดื่ม

สวัสดีครับ ท่านสมาชิกสมาคมฯ และท่านผู้อ่านทุกท่าน  
พบกันอีกครั้งครับสำหรับ Update

ก่อนอื่นในนามของสมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย ขอขอบคุณหน่วยงานพันธมิตร ทั้ง 6 หน่วยงาน ได้แก่ 1) บริษัท เมทเลอร์-โทเลโด (ประเทศไทย) จำกัด 2) บริษัท แสงวิทย์ ชายน์ จำกัด 3) บริษัท แลบบแก๊ส(ประเทศไทย) จำกัด 4) บริษัท ชายน์ สเปค จำกัด 5) บริษัท แอนตัน พาร์ (ประเทศไทย) จำกัด และ 6) บริษัท ทูพีเอ็น เอ็นจิเนียริง จำกัด ที่สนับสนุน การดำเนินกิจกรรมต่างๆของสมาคม ฯ ให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้เพื่อประโยชน์สูงสุด ต่อสาธารณะ

Update ฉบับนี้ได้นำเสนอผลการดำเนินกิจกรรมของ สมท. ในรอบเดือนที่ผ่านมา และนำเสนอบทความทางมาตรวิทยาที่น่าสนใจเกี่ยวกับการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette ตาม ISO/TR 20461: 2023 หัวข้อ resolution เพื่อให้ ท่านสมาชิกและผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการสอบเทียบ piston pipette สำหรับห้องปฏิบัติการของท่าน นอกจากนี้ เรายังมีบทความที่น่าสนใจเกี่ยวกับการผลิตวัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับการวิเคราะห์ธาตุในน้ำดื่ม ที่ดำเนินการโดยสถาบันมาตร วิทยาแห่งชาติ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการทดสอบทางอาหารหรือห้องปฏิบัติการทดสอบทาง สิ่งแวดล้อม สามารถนำไปใช้ในกระบวนการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการได้นะครับ

สมาคมฯ ขอขอบคุณสมาชิกและผู้สนับสนุนสมาคมที่ให้การสนับสนุนกิจกรรมของ สมาคมและส่งเสริมเข้าร่วมการแข่งขันกอล์ฟการกุศล เมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2566 ณ สนามกอล์ฟวินด์เซอร์ปาร์ค แอนด์ กอล์ฟคลับ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร จนการดำเนินกิจกรรมกอล์ฟการกุศลของสมาคมสำเร็จไปได้ด้วยดี

สมาคมฯ ขอให้สมาชิกติดตามข่าวสารประชาสัมพันธ์กิจกรรมการประชุมใหญ่สามัญ ประจำปี 2566 ที่จะจัดขึ้นเร็วๆ นี้ ด้วยนะครับ

ดร. จริญญา ยะผา

นายกสมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย

บรรณาธิการ

ดร.ลักขมิ ปลั่งแสงมาศ

นายเชื้อมศักร ลินชัยศรี

ดร.ปนัดดา ชิลวา



## จดหมายข่าวประชาสัมพันธ์

สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย (สมท.) จัดการอบรมและการทดสอบประเมินสมรรถนะตามมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพบริการอุตสาหกรรม สาขามาตรวิทยา อาชีพผู้สอบเทียบเครื่องมือวัดด้านมิติ ระดับ 1  
ณ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วันที่ 8-9 มีนาคม 2566  
(ผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 35 ราย)



## จดหมายข่าวประชาสัมพันธ์

สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย (สมท.) จัดการอบรมและการทดสอบประเมิน  
สมรรถนะตามมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพบริการอุตสาหกรรม  
สาขามาตรวิทยา อาชีพผู้สอบเทียบเครื่องมือวัดด้านมิติ ระดับ 1 ณ วิทยาลัยเทคนิคลำปาง  
วันที่ 28-30 มีนาคม 2566

จุดมุ่งหมายเพื่อเป็นวิทยาลัยต้นแบบในการจัดสอบคุณวุฒิวิชาชีพให้กับนักศึกษา



## การแข่งขันกอล์ฟการกุศล สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย ประจำปี 2566

สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย (สมท.) จัดการแข่งขันกอล์ฟการกุศลประจำปี 2566 เมื่อวันศุกร์ที่ 21 กรกฎาคม 2566 ณ สนามกอล์ฟวินด์เซอร์ปาร์ค แอนด์ กอล์ฟคลับ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาทุนสนับสนุนการดำเนินงานกิจกรรมทางวิชาการของสมาคมฯ และรวมถึงการบริจาคเพื่อเป็นสาธารณกุศล และอื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมตามความเหมาะสม โดยการจัดงานครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนส่งทีมเข้าร่วมการแข่งขันจำนวน 20 ทีม ประกอบด้วย

1. บริษัท แสงวิทย์ ซายน์ จำกัด
2. บริษัท ซายน์ สเปค จำกัด
3. บริษัท เอ็มเค เรสโตรองด์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)
4. บริษัท แม็กซ์แวลู เทคโนโลยีจำกัด
5. บริษัท ไทย-เหาทลี คาลิเบรชั่น เซ็นเตอร์ จำกัด
6. บริษัท ราชบุรี เพาเวอร์ จำกัด
7. บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด
8. บริษัท โฟล์วล์แอนด์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด
9. บริษัท ไทยยูนิค จำกัด
10. ชมรมกอล์ฟการกีฬาแห่งประเทศไทย
11. สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
12. บริษัท ไทยแม็กซ์เวล อีเล็กทริก จำกัด
13. บริษัท พรพลอะนาไลติกอล จำกัด
14. บริษัท เอช.วี.ที ซัพพลาย จำกัด
15. บริษัท พี. อีเว้นท์ เอเจนซี จำกัด
16. ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน)
17. ชมรมกอล์ฟการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
18. การไฟฟ้านครหลวง
19. สมาคมสโมสรองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
20. การท่าเรือแห่งประเทศไทย

พร้อมนี้ยังได้รับการสนับสนุนเป็นเงินบริจาค จาก 7 หน่วยงาน คือ

1. บริษัท ลิโก้ อินสตรูमेंทส์ (ประเทศไทย) จำกัด
2. บริษัท ไฮเอ็นซ์ เมจิก โกรว์ จำกัด
3. บริษัท เทอร์โมโลยี จำกัด
4. บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
5. บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรี จำกัด
6. ชมรมพนักงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
7. บริษัท ทูพีเอ็น เอ็นจิเนียริง จำกัด

โดยผลการแข่งขันตามกฎการแข่งขันในรูปแบบ “เท็กซัส สแควมเบิ้ล” มีทีมที่ได้รับรางวัล ดังนี้

1. ทีม บริษัท ไทย-เทาทลี คาลิเบอร์ชั่น เซ็นเตอร์ จำกัด ได้รางวัลชนะเลิศ รับถ้วยรางวัลเกียรติยศจาก ศ. ดร. นายแพทย์ สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม



2. ทีมสมาคม สโมสรองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ได้รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 รับถ้วยรางวัลเกียรติยศจาก พลตำรวจโท พรชัย สุธีธรรม ผู้อำนวยการสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ



3. ทีมธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) ได้รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 2 รับถ้วยรางวัลเกียรติยศจาก ศาสตราจารย์ (วิจัย) ดร. ชูติมา เอี่ยมโชติชวลิต ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



4. ทีมการไฟฟ้านครหลวง ได้รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 3 รับถ้วยรางวัลเกียรติยศจาก ดร. จรัญ ยะผา นายกสมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย



สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย (สมท.) ขอแสดงความยินดีกับทีมผู้ได้รับรางวัล และขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

# การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette

ตาม ISO/TR 20461: 2023 หัวข้อ resolution

นายณัฐพงศ์ นิลจรัสวงษ์

นักวิชาการอาวุโส ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



มาตรฐานว่าด้วยการสอบเทียบเครื่องมือวัด-จ่ายของเหลวโดยใช้หลักการทำงานของลูกสูบ ISO 8655-6: 2022 แนะนำให้อำนาจการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบตาม ISO/TR 20461

ISO/TR 20461: 2023 ได้ประกาศใช้ฉบับใหม่เมื่อปี 2566 (ค.ศ.2023) มีการเปลี่ยนแปลงหลักในหลายรายการๆ หนึ่งในที่สำคัญคือ เพิ่มแหล่งที่มาของค่าความไม่แน่นอน -หัวข้อ resolution ซึ่งในมาตรฐาน ISO/TR 20461: 2000 (ฉบับเดิม) ไม่ได้กำหนดให้มีแหล่งที่มาของค่าความไม่แน่นอน -หัวข้อ resolution นี้

การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette ตาม ISO/TR 20461: 2000 (ฉบับเดิม) นั้นพบว่า Expanded Uncertainty ที่คำนวณได้ และรายงานในใบรับรองผลการสอบเทียบ รวมถึงค่า CMC ที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบขอการรับรองความสามารถจากหน่วยรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง Piston Pipette ชนิดต่างๆ และ selected volume กรณีต่างๆ ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 3 กรณีดังนี้

1. Fixed volume Piston Pipette
2. Variable volume Piston Pipette, calibration point at 100% of capacity
3. Variable volume Piston Pipette, calibration point is less than 100% of capacity



ในการใช้งานจริงนั้นค่าปริมาตรของเหลวที่ได้จาก 3 กรณีข้างต้นนี้มีความแตกต่างกัน โดยสามารถพิจารณาได้จาก Maximum permissible systematic error (ISO 8655-2: 2022) หรือเกณฑ์ Systematic Error หรือเกณฑ์ Accuracy จากคู่มือของผู้ผลิต Piston Pipette กำหนดค่าสำหรับกรณีที่ 1, 2 และ 3 ไว้แตกต่างกัน (ตามข้อมูลตารางที่ 1 และ 2) โดยค่าตัวเลขจะไล่เรียงจากน้อยไปมากตามลำดับ ดังนั้นค่า CMC ที่คำนวณได้ควรมีค่าไล่เรียงจากน้อยไปมากตามลำดับกรณีที่ 1, 2 และ 3 เช่นเดียวกัน

### 6.1 Research plus single-channel adjustable-volume

Model / volume range	Step size	epT.I.P.S. Color code Volume range Length	Volume	Error			
				Systematic		Random	
				± %	± µL	± %	± µL
10 – 100 µL	0.1 µL	yellow 2 – 200 µL 53 mm	10 µL	± 3	± 0.3	± 1	± 0.1
			50 µL	± 1	± 0.5	± 0.3	± 0.15
			100 µL	± 0.8	± 0.8	± 0.2	± 0.2
100 – 1,000 µL	1 µL	blue 50 – 1,000 µL 71 mm	100 µL	± 3	± 3	± 0.6	± 0.6
			500 µL	± 1	± 5	± 0.2	± 1.0
			1,000 µL	± 0.6	± 6	± 0.2	± 2.0

ตารางที่ 1 Technical data Piston Pipette Eppendorf Research plus adjustable volume

### 6.3 Research plus fixed-volume

Model / volume	epT.I.P.S. color code Volume range	Error			
		Systematic		Random	
		± %	± µL	± %	± µL
100 µL	yellow, 2 – 200 µL	± 0.6	± 0.6	± 0.2	± 0.2

ตารางที่ 2 Technical data Piston Pipette Eppendorf Research plus fixed volume

ที่มา: Eppendorf Research plus Operating manual/2008

ตัวอย่างการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบตาม Table 1 – Determination of uncertainty of POVA (ISO/TR 20461 : 2023) ณ แหล่งที่มาของค่าความแน่นอนของการวัด-หัวข้อ Resolution ระบุ  $\Delta_{res} = N/A$  เนื่องจาก Unit Under Calibration (UUC) เป็นชนิด Fixed volume Piston Pipette, ส่วน Variable volume Piston Pipette สามารถระบุค่า  $\Delta_{res}$  ได้จากคู่มือแสดงข้อมูลรายละเอียดจากผู้ผลิต หรือจากคุณลักษณะตามจริงของเครื่องมือ เช่น

จากตารางที่ 1 ค่า Resolution (Step size) สำหรับช่วงปริมาตร 10 µL – 100 µL ระบุ  $\Delta_{res} = 0.1 \mu\text{L}$  และช่วงปริมาตร 100 µL – 1000 µL ระบุ  $\Delta_{res} = 1 \mu\text{L}$

จากตารางที่ 2 ค่า Resolution สำหรับค่าปริมาตร 100 µL,  $\Delta_{res} = N/A$  เนื่องจากเป็น Piston Pipette ชนิด Fixed volume (ไม่สามารถปรับค่าปริมาตร)



Piston Pipette type	Capacity	Calibration point	Resolution/ Increment	Expanded Uncertainty	Maximum permissible systematic error (ISO 8655-2: 2022)	penddorf-research plus pipettes Systematic Error (Operating manual,2008)
Fixed volume	100 µl	100 µl	N/A	0.18 µl	0.8 µl	0.6 µl
Variable volume	10 µl – 100 µl	100 µl	0.1 µl	0.19 µl	0.8 µl	0.8 µl
Variable volume	100 µl - 1000 µl	100 µl	1 µl	0.61 µl	8 µl	3 µl

ตารางที่ 3 ข้อมูลต่างๆและผลการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette ที่ 100 µl

จากตารางที่ 3 แสดงถึงข้อมูลต่างๆและผลการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette ที่ปริมาตร 100 µl, ข้อมูลคอลัมน์ “Expanded Uncertainty” เป็นการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette ตามหลักการของ ISO/TR 20461: 2023

สำหรับ \*กรณีที่ 1 Piston Pipette ชนิด Fixed volume ค่าปริมาตร 100 µl,  $\Delta_{res} = N/A$  หรือ 0 µl ประเมิน Expanded Uncertainty ได้เท่ากับ 0.18 µl (ตามตัวอย่าง Table 1 – Determination of uncertainty of

POVA (ISO/TR 20461 : 2023)), \*กรณีที่ 2 Piston Pipette ชนิด Variable Volume ช่วงปริมาตร 10 µl – 100 µl,  $\Delta_{res} = 0.1 \mu\text{l}$ , Standard uncertainty =  $\Delta_{res}/\sqrt{12} = 0.02887 \mu\text{l}$  ประเมิน Expanded Uncertainty ได้เท่ากับ 0.19 µl และ \*กรณีที่ 3 Piston Pipette ชนิด Variable Volume ช่วงปริมาตร 100 µl – 1000 µl,  $\Delta_{res} = 1 \mu\text{l}$ , Standard uncertainty =  $\Delta_{res}/\sqrt{12} = 0.2887 \mu\text{l}$  ประเมิน Expanded Uncertainty ได้เท่ากับ 0.61 µl

เมื่อพิจารณาค่า Expanded Uncertainty ที่ประเมินได้ทั้ง 3 กรณี พบว่าเท่ากับ 20 % ถึง 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ Systematic error จากคู่มือของผู้ผลิต และคำนวณได้เท่ากับ 7.6 % ถึง 24 % เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ Maximum permissible systematic error จาก ISO 8655-2: 2022

ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามาตรฐาน ISO/TR 20461: 2023 ได้รับการปรับปรุงให้สะท้อนสภาพความเป็นจริงของผลการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ Piston Pipette ตามค่าปริมาตรของเหลวที่ได้จากการใช้งาน Piston Pipette กรณีต่างๆ และสำหรับห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ขอการรับรองความสามารถตาม ISO/IEC 17025 ในขอบข่ายการสอบเทียบ Piston Pipette การจัดทำหลักฐาน CMC data การเลือก UUC สมควรเลือกใช้ Fixed volume Piston Pipette (ตามกรณีที่ 1) เป็นทางเลือกอันดับแรก และ Variable volume Piston Pipette, calibration point at 100% of capacity (ตามกรณีที่ 2) เป็นทางเลือกต่อไป เนื่องจากค่า CMC ที่ประเมินได้นั้นจะเหมาะสมไม่มากจนเกินไป ตามข้อมูลในตารางที่ 3

#### เอกสารอ้างอิง

1. ISO/TR 20461: 2023 (E), Determination of uncertainty for volume measurements of a piston operated volumetric apparatus using a gravimetric method, second edition, Geneva, ISO copyright office.
2. ISO 8655-6: 2022 (E), Piston-operated volumetric apparatus / part 6 Gravimetric reference measurement procedure for the determination of volume, second edition, Geneva, ISO copyright office.
3. Eppendorf research plus - operating manual – en - 01/0309, Eppendorf AG, Germany.

# วัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับการวิเคราะห์ธาตุในน้ำดื่ม

ดร.นันทน์ภัส ปลายทิพย์ และ ดร.เนตติกานต์ อ่อนไทย

กลุ่มงานวิเคราะห์อินทรีย์เคมี ฝ่ายมาตรฐานวิทยาเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ

## บทนำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต ร่างกายมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 60 -70 % และน้ำยังจัดเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในด้านการอุปโภค และบริโภค ในด้านการบริโภค น้ำมีความสำคัญต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย ระบบย่อยอาหาร นำสารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย ระบบขับถ่าย ระบบไหลเวียนเลือด ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย ในแต่ละวันร่างกายจะสูญเสียน้ำประมาณวันละ 2 ลิตร ไม่ว่าจะเกิดจากการปัสสาวะ เหงื่อ หรือลมหายใจ ซึ่งจะสูญเสียน้ำในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับช่วงอายุ น้ำหนัก และกิจกรรมของแต่ละบุคคล และหากร่างกายได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลเสียต่อสุขภาพ และระบบต่างๆ ในร่างกาย ดังนั้นการดื่มน้ำเพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียไปในแต่ละวันจึงจำเป็นสำหรับทุกคน จากความสำคัญของน้ำ ช่างต้น คุณภาพน้ำดื่ม ที่มีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภคจึงเป็นสิ่งสำคัญ และเพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำดื่ม จึงมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพทั้งทางด้านฟิสิกส์ ด้านเคมี รวมถึงด้านจุลินทรีย์

## การปนเปื้อนของโลหะและโลหะหนักในน้ำดื่ม

จากการกำหนดคุณภาพน้ำดื่ม ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะและโลหะหนักเป็นข้อกำหนดหนึ่งในมาตรฐานคุณภาพด้านเคมีของน้ำดื่ม ซึ่งแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของสารเคมีและโลหะหนัก มาจาก 2 แหล่งหลักๆ คือ จากแหล่งธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยจากธรรมชาติ จะมาจากดิน หิน แหล่งน้ำ ตามภูมิประเทศ ซึ่งอาจจะพบการปนเปื้อนของสารหนู (Arsenic, As) แบเรียม (Barium, Ba) โครเมียม (Chromium, Cr) เหล็ก (Iron, Fe) และซีลีเนียม (Selenium, Se) เป็นต้น ในส่วนการปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม การใช้ปุ๋ยเคมี กระบวนการผลิตหรือวัสดุสัมผัสน้ำดื่ม อาจจะมีการปนเปื้อนของสารหนู (As) แคดเมียม (Cadmium, Cd) ทองแดง (Copper, Cu) ตะกั่ว (Lead, Pb)ปรอท (Mercury, Hg) และนิกเกิล (Nickel, Ni) เป็นต้น<sup>1</sup> โดยความเป็นพิษต่อสุขภาพร่างกายของโลหะแต่ละชนิด และมาตรฐานการปนเปื้อนของโลหะ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางเคมี ค่ามาตรฐานของน้ำดื่ม และผลกระทบต่อสุขภาพ

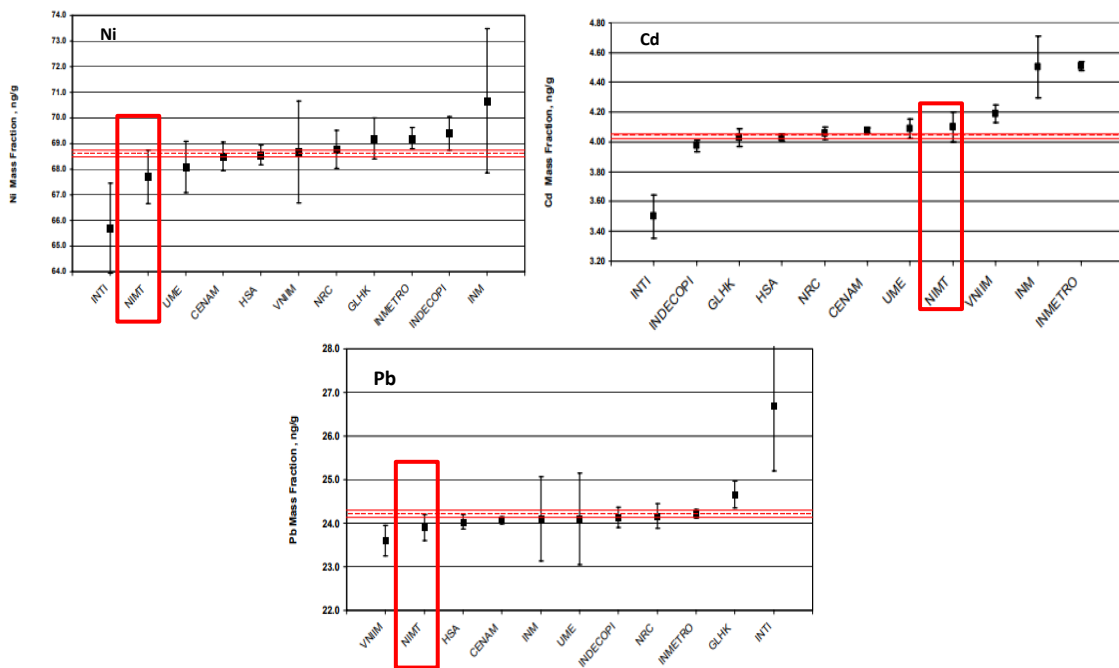
โลหะ	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค (มอก. 257-2549) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร) <sup>2</sup>	ประกาศกระทรวง สาธารณสุข ฉบับ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับ 135 (พ.ศ. 2534) (มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร) <sup>3</sup>	WHO for Drinking - water Quality (มิลลิกรัมต่อลิตร) <sup>4</sup>	ผลกระทบต่อสุขภาพ <sup>5</sup>
สารหนู (As)	0.01	0.05	0.01	ทำลายระบบสมอง ตับ และเซลล์ในร่างกาย
เงิน (Ag)	-	0.05	-	หากได้รับปริมาณมากจะเป็นพิษต่อไต
อะลูมิเนียม (Al)	-	0.2	-	ก่อให้เกิดโรคกระดูกพรุน และยับยั้งการดูดซึม ธาตุเหล็ก
แบเรียม (Ba)	0.7	1.0	1.3	เกิดภาวะความดันโลหิตสูง
แคดเมียม (Cd)	0.003	0.005	0.003	ทำลายไต
โครเมียม (Cr)	0.05	0.05	0.05	หากได้รับมากเกินไปจะทำให้ DNA ถูกทำลาย และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง
ทองแดง (Cu)	1.0	1.0	2	หากได้รับมากเกินไปจะทำให้แมกนีเซียมที่สะสมในร่างกายลดลง เกิดภาวะกระดูกพรุน
เหล็ก (Fe)	0.3	0.3	-	หากได้รับมากเกินไปจะสะสมที่ตับ ไต หัวใจ และหลอดเลือดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
ปรอท (Hg)	0.001	0.002	0.006	ทำลายสมอง และไต
แมงกานีส (Mn)	0.05	0.05	-	หากได้รับมากเกินไปจะขัดขวางการดูดซึม แร่ธาตุ
นิกเกิล (Ni)	-	-	0.07	ปวดอวัยวะ และอาจถึงแก่ชีวิตได้ <sup>6</sup>
ตะกั่ว (Pb)	0.01	0.05	0.01	อาเจียน มีอาการทางประสาท และกล้ามเนื้อ
ซีลีเนียม (Se)	0.01	0.01	0.04	หากได้รับมากเกินไปจะเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหาร
สังกะสี (Zn)	3	5.0	-	หากได้รับมากเกินไปจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง

จากคุณสมบัติทางเคมี และความเป็นพิษตามตารางที่ 1 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือในระดับสากล จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้บริโภค สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ โดยฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์หอนินทรีย์เคมี เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงพัฒนาวัสดุอ้างอิงรับรองเพื่อใช้ในการประเมินวิธีการวิเคราะห์ธาตุในน้ำดื่ม เพื่อให้เกิดความแม่นยำ และความเที่ยงของการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีของประเทศไทย ให้มีความน่าเชื่อถือและยอมรับในระดับสากล เสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้บริโภค และสามารถขยายผลในการผลิตน้ำดื่มให้มีคุณภาพและมาตรฐานใน

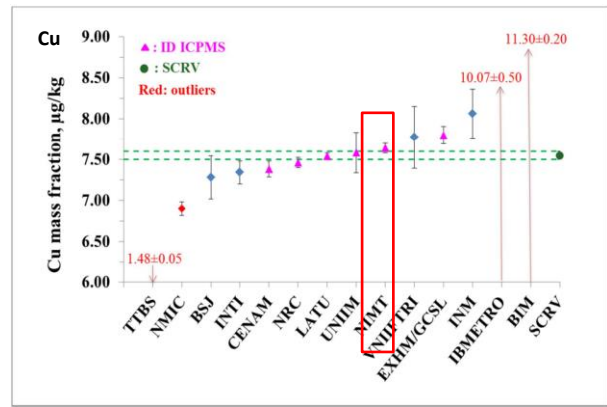
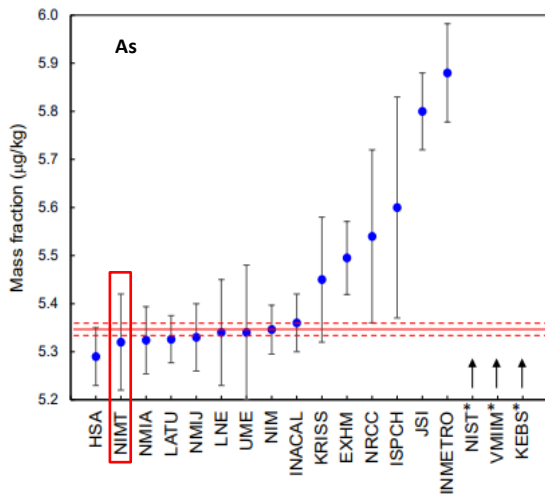
อุตสาหกรรมผลิตน้ำดื่ม ช่วยให้เกิดการสร้างความเข้มแข็งของเศรษฐกิจซึ่งเป็นหนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป โดยวัสดุอ้างอิงรับรองธาตุในน้ำดื่มที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วย As Ba Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Se และ Zn

**การแสดงความน่าเชื่อถือด้านการวัดโลหะและโลหะหนักของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ**

หน้าที่หลักของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) (National Institute of Metrology (Thailand), NIMT) คือ การพัฒนามาตรฐานการวัดแห่งชาติให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ผ่านการเปรียบเทียบผลการวัดในระดับภูมิภาคหรือระดับสากล มว. โดยฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ออนินทรีย์เคมีได้เข้าร่วมเปรียบเทียบผลการวัดโลหะหนักในน้ำดื่ม เพื่อแสดงความสามารถด้านการวัดให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยได้เข้าร่วมในโปรแกรม SIM-QM-S2: Trace elements in drinking water<sup>7</sup> SIM.QM-S7: Supplementary Comparison for Trace Metals in Drinking Water<sup>8</sup> และ CCQM-K124: Trace Elements and Chromium Speciation in Drinking Water<sup>9</sup> ซึ่งเป็นโปรแกรมเปรียบเทียบผลการวัดโลหะหนักในน้ำดื่ม จัดโดย the Inorganic Analysis Working Group (IAWG) of the Consultative Committee for Amount of Substance – Metrology in Chemistry (CCQM) มีผลการเปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 1 - 2 ซึ่งผลการวัดอยู่ในระดับที่น่าพอใจ และแสดงให้เห็นว่า มว. มีความสามารถในการวัด Ni Cd Pb As และ Cu ในน้ำดื่มในระดับสากล

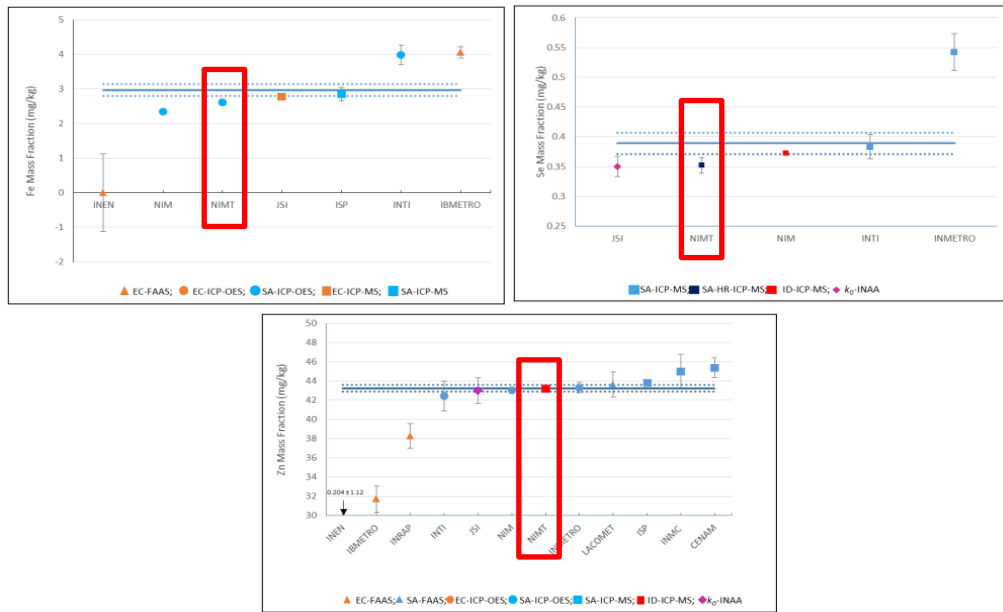


**รูปที่ 1:** การเปรียบเทียบผลการวัดนิกเกิล (Ni) แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ในน้ำ โปรแกรม SIM.QM.S2

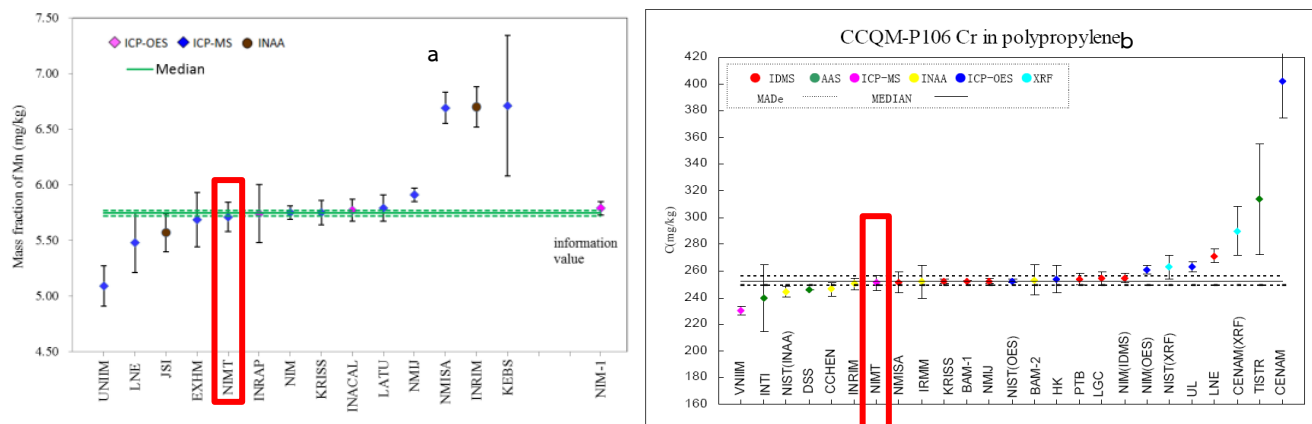


รูปที่ 2: การเปรียบเทียบผลการวัดสารหนู (As) ในน้ำ โปรแกรม CCQM-K-124 และ การเปรียบเทียบผลการวัดทองแดง (Cu) ในน้ำดื่ม โปรแกรม SIM.QM-S7

นอกจากนี้ มว. ยังเข้าร่วมเปรียบเทียบผลการวัดโลหะหนักในตัวอย่างอื่นๆ เพื่อแสดงความสามารถด้านการวัด เช่น โปรแกรม SIM.QM-S10: Supplementary Comparison for Trace elements in skim milk powder<sup>10</sup> เพื่อแสดงความสามารถในการวัด Fe, Se และ Zn ในตัวอย่างนมผง โปรแกรมเปรียบเทียบผลการวัด CCQM-K145: Toxic and essential elements in bovine liver<sup>11</sup> เพื่อแสดงความสามารถในด้านการวัด Mn ใน bovine liver และ โปรแกรม CCQM-K106: Cd, Cr, Hg and Pb in Polypropylene<sup>12</sup> เพื่อแสดงความสามารถในการวัด Cr ใน Polypropylene ซึ่งจัดโดย the Inorganic Analysis Working Group (IAWG) of Consultative Committee for Amount of Substance – Metrology in Chemistry and Biology (CCQM) ผลการวัดของโปรแกรมต่างๆ แสดงในรูปที่ 3-4 ซึ่งแสดงผลการวัดปริมาณ Fe Se Zn Mn และ Cr ในตัวอย่างต่างๆ อยู่ในระดับที่น่าพอใจ แสดงให้เห็นว่า มว. มีความสามารถในการวัดที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล จากผลของการเข้าร่วมกิจกรรมการเปรียบเทียบผลการวัดที่จัดโดยคณะกรรมการมาตรฐานการวัดวิทยาศาสตร์อสังของภูมิภาคได้ แล้วข้างต้น สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการเป็นผู้ผลิตวัสดุอ้างอิงของภูมิภาคได้



รูปที่ 3: การเปรียบเทียบผลการวัดเหล็ก (Fe) ซีลีเนียม (Se) และสังกะสี (Zn) ในนมผงโปรแกรม SIM.QM-S10



รูปที่ 4: การเปรียบเทียบผลการวัดแมงกานีส (Mn) ใน bovine liver โปรแกรม CCQM-K145 (a) และการเปรียบเทียบผลการวัดโครเมียม (Cr) ใน polypropylene โปรแกรม CCQM-K106 (b)



## การเตรียมวัสดุอ้างอิงรับรองธาตุในน้ำดื่ม

การเตรียมวัสดุอ้างอิงรับรองโลหะหนักในน้ำดื่มเป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO Guide 34: General requirements for the competence of reference material producers<sup>13</sup> ซึ่งมีขั้นตอนในการเตรียมคร่าวๆ ดังนี้



## การศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของปริมาณธาตุในน้ำดื่ม

เพื่อเป็นการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างที่เตรียมขึ้นมา ตัวอย่างน้ำดื่มจำนวน 11 ขวดถูกสุ่มเลือกด้วยวิธีการ random selection และทำการวิเคราะห์ปริมาณ As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se และ Zn โดยวิธี External Calibration - Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometric (Ext. Cal. -ICP-MS) แต่ละตัวอย่างจะทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง (Duplicate) และทำการประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันตามแนวทางของ ISO Guide 35<sup>14</sup> โดยใช้ Cochran's test และ ANOVA: Single factor statistical test พบว่าไม่มี outlier และผลการวัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงสามารถสรุปได้ว่า แร่ธาตุและโลหะหนักในตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน

## การศึกษาความเสถียรระยะสั้น (Short-term stability) และระยะยาว (Long-term stability) ของปริมาณธาตุในน้ำดื่ม

ความเสถียรระยะสั้นของตัวอย่างน้ำดื่มศึกษาภายใต้การจำลองสภาวะอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของแร่ธาตุและโลหะหนัก โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 22°C และ 45°C โดยเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิดังกล่าวอุณหภูมิละ 2 ขวด และเก็บเป็นเวลา 0 1 2 และ 3 สัปดาห์ ในการศึกษาความเสถียรของตัวอย่างระยะสั้นนั้น ใช้ isochronous scheme โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมดพร้อมกันภายใต้สภาวะการทดลองเดียวกัน (repeatability condition) เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดจากความไม่คงที่ของการตอบสนองของเครื่องมือ วิธีการเตรียมตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ จากการประเมินทางสถิติ โดยใช้ Grubbs tests

และ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าแร่ธาตุและโลหะหนักทั้งหมดในตัวอย่างน้ำดื่มมีความเสถียรในอุณหภูมิสูง 45°C ช่วงระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

การศึกษาความเสถียรระยะยาวของตัวอย่างน้ำดื่ม ศึกษาภายใต้สภาวะที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่าง โดยจะสุ่มเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4°C เป็นระยะเวลา 4 7 10 14 และ 17 เดือน โดยเก็บช่วงเวลาละ 2 ขวด และนำมาทดสอบด้วยวิธี Isotope Dilution Mass Spectrometry (IDMS) และ Gravimetric Standard Addition (GSA) ประเมินผลทางสถิติด้วย linear regression model พบว่าความชันของกราฟ As Ba Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Se และ Zn ไม่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ 99% CL แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำดื่มมีความเสถียรในอุณหภูมิดังกล่าว

### การให้ค่าวัสดุอ้างอิงรับรองธาตุในน้ำดื่ม

การให้ค่าวัสดุอ้างอิงรับรอง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อนินทรีย์เคมีใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่เป็น Higher order of measurement คือเทคนิค Isotope Dilution Mass Spectrometry (IDMS) ที่สามารถวัดระดับขององค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างด้วยวิธีการปฐมภูมิ (primary method) ผลการวัดสามารถสอบกลับไปยังหน่วยพื้นฐาน (SI Unit) ได้โดยตรง ผลการวัดที่ได้มีความแม่นยำ และความเที่ยงสูงกว่าเทคนิคทั่วไป ทำให้มีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งสามารถประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty) ได้ในช่วงแคบ ๆ นอกจากนี้ยังใช้เทคนิคอื่นที่มีการสอบกลับได้ทางมาตรวิทยา ได้แก่ Gravimetric Standard Addition (GSA) และ External Calibration Analysis มาประกอบในการให้ค่าวัสดุอ้างอิงรับรอง โดย IDMS ใช้ในการหาปริมาณธาตุ Cd Cr Cu Fe Ni Pb Se และ Zn GSA เป็นเทคนิคที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการยืนยันค่าที่ได้จาก IDMS เพื่อให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือ เป็นเทคนิคที่สามารถแก้ปัญหาผลจาก matrix ได้ดี และใช้ในกรณีที่บางธาตุที่เป็น mono-isotope และธาตุที่มีปริมาณสูงมากๆ ทำให้ไม่สามารถใช้เทคนิค IDMS ได้ การหาปริมาณธาตุที่ใช้ GSA ได้แก่ As Ba และ Mn ส่วนเทคนิค External Calibration Analysis เป็นวิธีวัดที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นสำหรับวัดปริมาณธาตุ ใช้ในการวัด As Ba Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Se และ Zn ซึ่งในการให้ค่าวัสดุอ้างอิงรับรองจะให้ค่าจาก weighted mean จากค่าที่ได้จากเทคนิคข้างต้นที่ใช้ในการวัดปริมาณธาตุในตัวอย่างน้ำดื่ม

ส่วนการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty) เป็นไปตาม Guide ที่ว่าด้วย Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)<sup>15</sup> และ EURACHEM<sup>16</sup> ซึ่งค่าความไม่แน่นอนของการวัด มาจาก 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ (1) characterization (2) homogeneity study และ (3) stability study รายละเอียดการให้ค่าวัสดุอ้างอิงรับรอง และค่าความไม่แน่นอนของการวัด สำหรับวัสดุอ้างอิงรับรองธาตุในน้ำดื่ม 11 ธาตุ คือ สารหนู (As) แบเรียม (Ba) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) คอปเปอร์ (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) ซีลีเนียม (Se) และสังกะสี (Zn) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Certified Mass Fraction Values ใน วัสดุอ้างอิงรับรองธาตุในน้ำดื่ม (TRM-F-2005)

Parameter	Mass fraction (µg/kg)	Expanded uncertainty (µg/kg)	Analytical method
Arsenic (As)	7.74	0.27	1) and 2)
Barium (Ba)	552	15	1), 2) and 3)
Cadmium (Cd)	2.61	0.06	2) and 4)
Chromium (Cr)	45.5	1.9	2) and 4)
Copper (Cu)	300	9	2) and 4)
Iron (Fe)	267	10	2) and 4)
Manganese (Mn)	42.3	1.6	1), 2) and 3)
Nickel (Ni)	18.85	0.75	2) and 4)
Lead (Pb)	8.20	0.16	2) and 4)
Selenium (Se)	7.72	0.20	2) and 4)
Zinc (Zn)	2,424	76	2) and 4)

Analytical methods:

- 1) Gravimetric standard addition-inductively coupled plasma-mass spectrometry (GSA-ICP-QMS)
- 2) External calibration analysis-inductively coupled plasma-mass spectrometry (Ext-ICP-QMS)
- 3) Gravimetric standard addition-inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (GSA-ICP-OES)
- 4) Isotope dilution-inductively coupled plasma-mass spectrometry (ID-ICP-QMS)

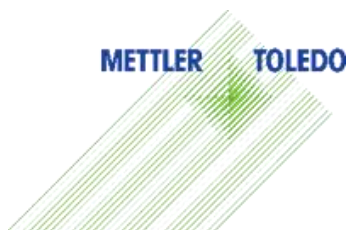
## สรุป

กลุ่มงานวิเคราะห์อินทรีย์เคมี ฝ่ายมาตรฐานวิธีเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ ผลิตวัสดุอ้างอิงสำหรับธาตุในน้ำดื่ม ภายใต้รหัส TRM-F-2005 โดยการเตรียมวัสดุอ้างอิงรับรองเป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO Guide 34 มีการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียรของวัสดุอ้างอิง รวมถึงให้ค่าอ้างอิงของธาตุ 11 ชนิด ด้วยเทคนิคที่สอบกลับได้ทางมาตรฐานวิธี ได้แก่ IDMS GSA และ Ext. Cal. Analysis และค่า uncertainty ของ TRM เป็นไปตาม GUM และ EURACHEM ซึ่งมีความสมเหตุสมผลต่อวัตถุประสงค์ของการใช้งานวัสดุอ้างอิงนี้ เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีทดสอบ ในการทวนสอบวิธี รวมถึงนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการ

## เอกสารอ้างอิง

1. คู่มือมาตรฐานน้ำดื่มประเทศไทย, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, พฤษภาคม, 2562
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค มอก. 257-2549, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรกฎาคม 6, 2549; 123(64ง)
3. น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, กันยายน 7, 2524; 61
4. Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition incorporating the 1st Addendum, World Health Organization, 2017
5. Zinc Toxicity, Ulrika M. Agnew and Todd L. Slesinger, StatPearls Publishing, January, 2022
6. Nickel: Human Health and Environmental Toxicology, Giuseppe Genchi , Alessia Carocci, Graziantonio Lauria , Maria Stefania Sinicropi , Alessia Catalano, Int J Environ Res Public Health, February, 2020; 17(3): 679
7. SIM-QM-S2 Supplemental Trace Elements in Drinking Water, November 30, 2011, SIM-QM-S2: Supplemental trace elements in drinking water (Final Report). 2011
8. Final Report of the SIM.QM-S7 Supplementary Comparison Trace Metals in Drinking Water Oct. 03, 2017
9. Final Report of CCQM-K124 Trace Elements and Chromium Speciation in Drinking Water November 2016
10. SIM.QM-S10 Supplementary Comparison for Trace elements in skim milk powder January, 2021
11. CCQM-K145: Toxic and essential elements in bovine liver Final Report June, 2020
12. CCQM-P106: Cd, Cr, Hg and Pb in polypropylene, Final Report Mar, 2010
13. ISO Guide 34: Requirement for the competence for reference material producers version 2009
14. ISO GUIDE 35:2017 Reference materials- Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability
15. JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement 1st Ed. 2008
16. EURACHEM / CITAC Guide CG 4 “Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement” 3rd Ed. 2012

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนสมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย



**Anton Paar**

