



กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

รายงานผลการดำเนินงานตามข้อเสนอการพัฒนานวัตกรรม ประจำปี 2567

การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการ
วัด รายการการทดสอบค่าที่เคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)

สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 10

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access สำหรับ

1. เพื่อใช้คำนวณผลการทดสอบและการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่าง
2. เพื่อใช้ประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty) ของการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่าง

การดำเนินการ/ ขั้นตอนการ ดำเนินงาน

1. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access สำหรับใช้คำนวณผลการทดสอบและการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่าง และการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty) ของการทดสอบตัวอย่าง
2. การทดลองใช้งานและการปรับปรุงแก้ไข ดำเนินการติดตั้งระบบเพื่อทดลองใช้งานและปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องให้มีความเหมาะสมในการใช้งานก่อนการใช้งานระบบจริง
3. การติดตั้งเพื่อใช้งานและการบำรุงรักษา ทำการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงและดูแลรักษาระบบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องตามความต้องการของผู้ใช้งาน

โครงสร้างทั่วไปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Measurement Uncertainty and Quality Control Program
Environmental Laboratory of Environment and Pollution Control Office 10

ISO 17025 ACCREDITED LABORATORY
TESTING No.0914

รายการทดสอบของแข็ง (Solids)
รายการทดสอบซีโอดี (COD)
รายการทดสอบบีโอดี (BOD)
รายการทดสอบทีเคเอ็น (TKN)

ข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ
ข้อมูล Control limit และ Calibrations Data

วันที่ทำการทดลอง: 20 ส.ค. 67
เลขชุดตัวอย่าง (Batch No.): 66000
ผู้ทดสอบ: นันทกร ธิกิจ
ผู้ตรวจสอบ: เสวี มหาวชิวัต

Method validation
Pooled RSD: 0.029 (mg/L)
LOD = ขีดจำกัดในการตรวจพบ (Level of detection): 1 (mg/L)
LOQ = ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Level of quantitation): 20 (mg/L)
RL = ขีดจำกัดการรายงานผล (Reporting limit): 400 (mg/L)

ผลการทดสอบ: อุณหภูมิห้องและหัวตัวอย่าง: 22.0 (°C)
อุณหภูมิห้องและหัว burette ไคโรทรว้อย่าง: 25.0 (°C)

การหาความเข้มข้น (Standardization) ของสารละลายมาตรฐานซีโอดีฟริก
อ้างอิง Batch No.: 65072701 วันที่ทำ Standardization: 9 ส.ค. 66
น้ำหนักของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำ Standardization: 0.0700 กรัมต่อ 100 mL
อุณหภูมิห้องและหัว burette ไคโรทรว้อย่าง: 25.5 (°C)

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มาตรฐานการทดสอบซีโอดีฟริก (N)
10.00	10.00	10.00	10.00	0.020	

Method blank (MB)
ปริมาณสารละลายที่ใช้ทดสอบ (Volume of Blank): 50.0 mL
ผลการทดสอบกับ Method blank ต้องมีค่าไม่เกิน % LOQ คือ: 10 mg/L

MB 1	MB 2	เฉลี่ย	ค่า TKN ของ MB	การประเมิน
0.00	0.00	0.00	0.00	Pass

Laboratory-fortified matrix (LFM)
ความเข้มข้นของ STD ที่ใช้เตรียม LFM (Spike solution conc): 1,000 (mg/L)
ปริมาณของ STD ที่ใช้เตรียม LFM (Spike volume): 4.00 mL
ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้เตรียม LFM (Sample volume): 196.00 mL
% Recovery ของ LFM ที่อยู่ในช่วง: 85.00 - 115.00 %
อ้างอิงวิธี: Mean control Chart: AOAC, 2016

Laboratory-fortified blank (LFB)
% Recovery ที่ได้อยู่ในช่วง ± 3SD ของ Control chart
ความเข้มข้นของ Laboratory-fortified blank (LFB): 20.0 (mg/L)
% Recovery ของ LFB ที่อยู่ในช่วง: 90.00 - 107.00 %
อ้างอิงวิธี: Mean control Chart: 77.2-0.2(621203)-25

ประกอบด้วย

- 1 ข้อมูลการควบคุมคุณภาพและการคำนวณผลการทดสอบ
- 2 ผลการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty)

ข้อมูลการควบคุมคุณภาพและ
การคำนวณผลการทดสอบ



ผลการทดสอบปริมาณทีเคเอ็น (TKN) การประเมินค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ข้อมูล Control limit / Calibrations Data การทดสอบทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

ลำดับที่ (No.)	ประเภทตัวอย่าง	ตัวอย่าง	ปริมาตรตัวอย่าง (mL)	ปริมาตรสารละลายที่ฉีด (mL/A)	ทีเคเอ็น (TKN, mg/L)		ค่า Uncertainty ไม่เกิน ±10% ของปริมาณ TKN	Control Sample	
					ผลการวิเคราะห์	รายงานผล			
1	น้ำดื่ม	R 001	100	12.05	33.4	33	1.9	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
2	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 001	50	17.28	95.9	96	5.5	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
3	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 002	50	16.99	94.2	94	5.4	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
4	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 027	50	27.86	154.5	155	8.9	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
5	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 028	50	26.16	156.2	156	9.0	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
6	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 029	50	50.00	277.4	277	15.9	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
7	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 030	50	5.01	27.8	28	1.6	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
8	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 031	50	0.60	3.3	<20	0.2	6.2 / Pass	<input type="checkbox"/>
9	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 032	50	4.00	22.2	22	1.3	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>
10	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W 033	50	75.00	416.0	>400	25.9	5.7 / Pass	<input type="checkbox"/>

ผลการควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

การทดสอบ Laboratory-Fortified matrix (LFM) และ LFM0	%Recovery	ประเมินผล	%Recovery ใกล้เคียง
W001-LFM	21.00, 116.49, 112.76, 21.11, 117.10, 115.81	Failed	114.27

ผลการทดสอบ Laboratory-Fortified Blank (LFB)

การประเมินผลการทดสอบซ้ำ (Repeatability) : Sample Duplicates และ LFM Duplicates (LFMD)	%Recovery	ประเมินผล
W001	95.86, 94.30, 1.55, 95.08, 1.63	Pass
LFM	116.49, 117.10, 0.61, 116.80, 0.52	Pass

Relative percent difference, %RPD ของการประเมิน %RPD ต้องไม่เกิน 10%

โครงสร้างทั่วไปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty)

Software interface for Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) analysis, showing method validation, data tables, and uncertainty analysis.

Method validation:

- Pooled RSD: 0.029 (mg/L)
- LOD = 1 (mg/L)
- LOQ = 20 (mg/L)
- RL = 400 (mg/L)

Standardization Data:

Batch No.	Standardization Date	Value
65072701	9 Nov. 66	0.0700 g / 100 mL

TKN Calibration Data:

TKN	Uncert	ร้อยละ	สรุป
R001	33	5.7	เหมาะสม
W001	98	5.7	เหมาะสม
W002	94	5.7	เหมาะสม
W027	155	8.86	5.7
W028	158	8.96	5.7
W029	277	15.90	5.7
W030	28	1.60	5.7
W031	3	0.21	6.2
W032	22	1.27	5.7
W033	418	23.85	5.7

Uncertainty Analysis:

Combined Standard Uncertainty (C_u) = 0.958 mg/L

Expanded Uncertainty (U₉₅) = 1.92 mg/L (95% confidence)

TKN result: 33 ± 1.92 mg/L

Uncertainty Contributions of TKN:

Component	Value	Unit	Standard uncertainty	Relative standard uncertainty
Pipette	5	mL	0.00501	0.001002
Pipette	10	mL	0.01001	0.001001
Vol. Flask	100	mL	0.06675	0.000668
Burette	10.00	mL	0.00782	0.000782
Balance	0.0700	g	0.00006	0.000788
Molar mass	108.0900	g/mol	0.00238	0.000222
Purity	100.0	%	0.02887	0.000289
Pipette	100	mL	0.03788	0.000379
Burette	12.05	mL	0.00710	0.000689
Burette	0.00	mL	0.00369	0.000369
Repeatability	1	mg/L	0.02880	0.028800

สรุปผลการดำเนินงาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้คำนวณผลการทดสอบ การควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดรายการทดสอบค่าที่เคเอ็นได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้ประกอบการตัดสินใจในผลการทดสอบของผู้เกี่ยวข้องทุกระดับได้ รวมถึงเพื่อรองรับกับการขอขยายขอบข่ายการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะ

- 1 ควรมีการพัฒนาโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดรายการการทดสอบหรือพารามิเตอร์อื่นๆ เพิ่มเติม
- 2 การดำเนินงานของห้องปฏิบัติการของหน่วยงานอื่นๆ ที่มีความคล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 10 สามารถนำโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด ไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยเฉพาะ สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษอื่นๆ ทั้ง 15 ที่

สรุปผลการประเมินด้านการพัฒนาประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและการพัฒนานวัตกรรม
ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 10 (ขอนแก่น)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567

ชื่อเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด รายการ
การทดสอบค่าที่เคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)

1. หลักการ เหตุผล ความจำเป็น

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เป็นการดำเนินการของห้องปฏิบัติการในการเฝ้าระวัง ตรวจสอบ ความถูกต้องของการทดสอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการทดสอบที่ถูกต้อง (Accuracy) แม่นยำ (Precision) และน่าเชื่อถือ (Reliability) ของผลการทดสอบก่อนรายงานผล กระบวนการควบคุมคุณภาพต้องครอบคลุมทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง ตลอดจนถึงการรายงานผลการทดสอบ เช่น การวิเคราะห์ Certified Reference Materials (CRMs) การวิเคราะห์ QC check standard (Instrument check standard) การวิเคราะห์รีเอเจนต์แบลงค์หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ (Reagent blank or Method blank) การวิเคราะห์ Spiked sample หรือ การหา % Recovery ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตลอดช่วงใช้งาน การวิเคราะห์ซ้ำใน ตัวอย่างเดียวกัน (Duplicate analysis pair) การวิเคราะห์ Check หรือ Control sample การตรวจสอบสมรรถนะ (Performance) ของเครื่องมือ เป็นต้น นอกจากการควบคุมคุณภาพที่ดีจะทำให้ได้มาซึ่งผลการทดสอบที่มีความถูกต้อง แม่นยำและน่าเชื่อถือแล้ว การรายงานผลการทดสอบที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ควรที่จะต้องมีการรายงานค่าการ ประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty) ด้วย

โดยทั่วไปแล้วค่าความไม่แน่นอนของการวัด มักแสดงในรูปของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่จะบ่งบอกถึงช่วงค่าที่สามารถเป็นไปได้จากการวัด การรายงานความไม่แน่นอนของการวัดจะต้องรายงานพร้อมกับผลของการวัดเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รายการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการบังคับใช้กฎหมาย อาทิเช่น รายการทดสอบค่าที่เคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) ในตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคาร น้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคม อุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร เป็นต้น ที่จำเป็นจะต้องนำเอาค่าความไม่แน่นอนของการวัดมาใช้ประกอบการการ ตัดสินผลการทดสอบว่าอยู่ในเกณฑ์ (ผ่าน) หรือเกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตกเกณฑ์/ไม่ผ่าน)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาของการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบตัวอย่างและการประเมินค่าความ ไม่แน่นอนของการวัดจะมีความยุ่งยากซับซ้อน ทำให้เสียเวลามากในการแปลผล อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการ รายงานผลได้ อีกทั้งการจัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบ ดังนั้น ห้องปฏิบัติการสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ ๑๐ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบตัวอย่างและการประเมิน ค่าความไม่แน่นอนของการวัด เพื่ออำนวยความสะดวกและลดภาระในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ อันจะเอื้อ

ประโยชน์ต่อการให้บริการทดสอบตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพและได้มาซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำและน่าเชื่อถือ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในผลการทดสอบ ของผู้เกี่ยวข้องทุกระดับได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access

2.1 เพื่อคำนวณผลการทดสอบและการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่าง

2.2 เพื่อประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty) ของการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่าง

3. การดำเนินการ/ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access สำหรับใช้คำนวณผลการทดสอบ และการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่างและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty) ของการทดสอบตัวอย่าง

3.2 การทดลองใช้งานและการปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการติดตั้งระบบเพื่อทดลองใช้งานและปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องให้มีความเหมาะสมในการใช้งานก่อนการใช้งานระบบจริง

3.3 การติดตั้งเพื่อใช้งานและการบำรุงรักษา หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องให้มีความเหมาะสมแล้วทำการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงและดูแลรักษาระบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องตามความต้องการของผู้ใช้งาน

4. ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการข้อมูลผลการทดสอบตัวอย่างที่สามารถใช้คำนวณผลการทดสอบและการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่างและประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty) ของการทดสอบมีความถูกต้อง เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในผลการทดสอบ ของผู้เกี่ยวข้องทุกระดับได้ รวมถึงเพื่อรองรับการขอขยายขอบข่ายการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ในอนาคตได้

5. ผลการดำเนินงานและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างเป็นรูปธรรม

ผลการดำเนินงานในรอบ 12 เดือน ได้ดำเนินการแล้วเสร็จทุกขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5.1.1 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบและการประเมินแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนในแต่ละส่วนของกระบวนการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่างเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5.1.2 ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการคำนวณผลการทดสอบและการประเมินผลการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่างและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดของห้องปฏิบัติการสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 10 ขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access

5.2 ขั้นตอนการทดลองใช้งานและการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการติดตั้งระบบเพื่อทดลองใช้งานและอบรมแนะนำการใช้งานโปรแกรมฯ ให้กับเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน โดยห้องปฏิบัติการได้ทดลองใช้งานโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดรายการการทดสอบค่าที่เคเอ็น และได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นแล้ว

5.3 การติดตั้งเพื่อใช้งานและการบำรุงรักษา

ดำเนินการการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงและดูแลรักษาระบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องตามความต้องการของผู้ใช้งาน

6. ข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินงานในครั้งต่อไป

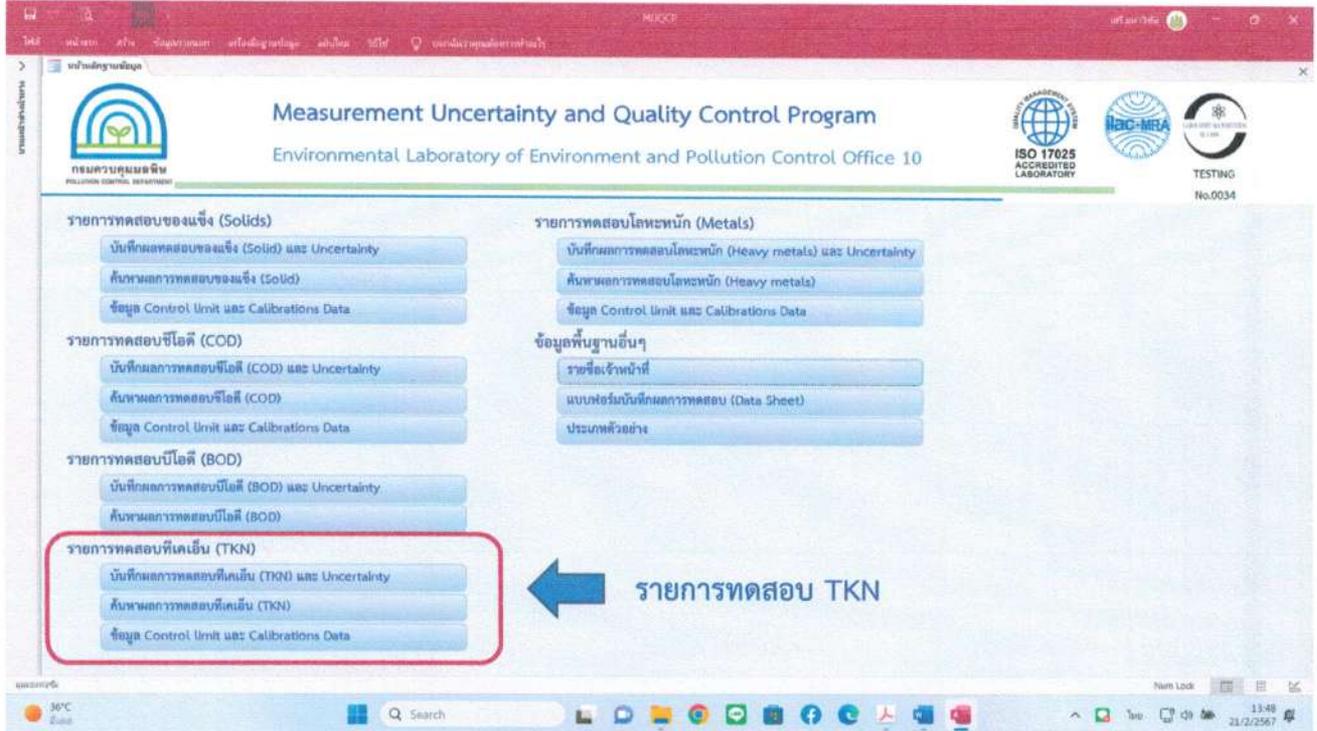
6.1 ควรมีการพัฒนาโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด รายการการทดสอบหรือพารามิเตอร์อื่นๆ เพิ่มเติม

6.2 การดำเนินงานของห้องปฏิบัติการของหน่วยงานอื่นๆ ที่มีความคล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 10 สามารถนำโปรแกรมการควบคุมคุณภาพและการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด รายการการทดสอบค่าที่เคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) ไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยเฉพาะ สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษอื่นๆ ทั้ง 15 แห่ง

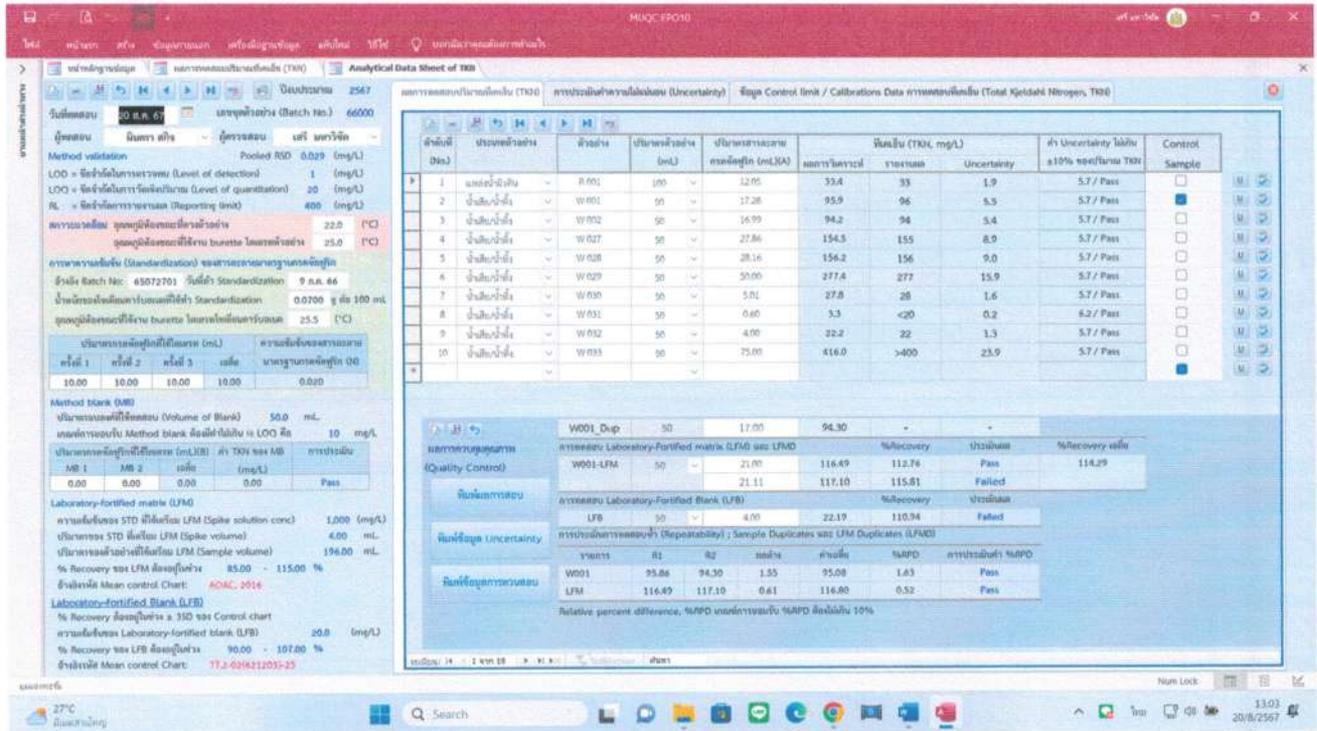
ภาคผนวก

รูปภาพแสดงโครงสร้างทั่วไปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดและการควบคุมคุณภาพ หรือ Measurement Uncertainty and Quality Control Program ที่ใช้สำหรับการทดสอบค่าที่เคเอ็นในตัวอย่าง ดังแสดงในรูป



1 ข้อมูลการควบคุมคุณภาพและการคำนวณผลการทดสอบ



2. การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measured Uncertainty)

Analytical Data Sheet of TKN

วันที่ทดสอบ: 20 ส.ค. 67 | เลขชุดตัวอย่าง (Batch No.): 66000 | ผู้ทดสอบ: นิภา ศักดิ์ | ผู้ตรวจสอบ: เสรี เมธาภิวัฒน์

Method validation: Pooled RSD: 0.029 (mg/L)

LOD = ค่าต่ำสุดในการตรวจพบ (Level of detection): 1 (mg/L)

LOQ = ค่าต่ำสุดในการวัดที่แน่นอน (Level of quantitation): 20 (mg/L)

RL = ค่าต่ำสุดในการรายงานผล (Reporting limit): 400 (mg/L)

ค่าตรวจวัด: ชุดข้อมูลทั้งหมดใช้ค่า blank ไม่ตรวจพบ: 23.0 (°C)

ค่าตรวจวัด: ชุดข้อมูลทั้งหมดใช้ค่า blank ไม่ตรวจพบ: 25.0 (°C)

ค่ามาตรฐาน (Standardization) ของสารละลายมาตรฐานหลัก

ตัวอย่าง Batch No.: #S072701 วันที่ทำ Standardization: 9 ส.ค. 66

น้ำหนักของน้ำหนักมาตรฐาน (Standardization): 0.0700 g @ 100 mL

ความเข้มข้นของตัวอย่าง: blank ไม่ตรวจพบ

ปริมาณที่เติมลงในตัวอย่าง (mL)	ความเข้มข้นของตัวอย่าง (mg/L)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	หาความแปรปรวนเชิง SD
10.00	10.00	10.00	10.00	0.020

Method Blank (MB)

ปริมาณที่เติมลงในตัวอย่าง (Volume of Blank): 50.0 mL

ผลการตรวจพบ Method blank คือมีค่าต่ำกว่า LOD คือ 10 mg/L

ปริมาณที่เติมลงในตัวอย่าง (mL)	ค่า TKN ของ MB	การปรับแก้	
MB 1	MB 2	เฉลี่ย	(mg/L)
0.00	0.00	0.00	0.00

Laboratory-fortified matrix (LFM)

ความเข้มข้นของ STD ที่เติมลงใน LFM (Spike solution conc): 1,000 (mg/L)

ปริมาณของ STD ที่เติมลงใน LFM (Spike volume): 4.00 mL

ปริมาณของตัวอย่างที่เติมลงใน LFM (Sample volume): 136.00 mL

% Recovery ของ LFM ที่เติมลงใน: 85.00 - 113.00 %

ลักษณะ Mean control Chart: ADAC 2014

Laboratory-fortified blank (LFB)

% Recovery ที่เติมลงใน: 3 SD ของ Control chart

ความเข้มข้นของ Laboratory-fortified blank (LFB): 20.0 (mg/L)

% Recovery ของ LFB ที่เติมลงใน: 90.00 - 107.00 %

ลักษณะ Mean control Chart: 772.0204122011.03

ผลการประเมินค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ค่าความไม่แน่นอนไม่เกิน ± 10 ของ ปริมาณที่วัด

ตัวอย่าง	ค่าที่วัด (mg/L)	สรุป
F 8001	33	3.7 พบ/พบ
W001	98	5.50 3.7 พบ/พบ
W002	84	3.40 3.7 พบ/พบ
W027	105	8.56 3.7 พบ/พบ
W028	188	6.76 3.7 พบ/พบ
W029	277	13.50 3.7 พบ/พบ
W030	28	1.40 3.7 พบ/พบ
W031	3	0.21 4.2 พบ/พบ
W032	22	1.27 3.7 พบ/พบ
W033	416	23.85 3.7 พบ/พบ

การประเมินค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ Total Kjeldahl Nitrogen, TKN

ตัวอย่าง: 8001

ค่าความไม่แน่นอน Relative standard uncertainty

Component	Description	Value	Unit	Standard uncertainty	Relative standard uncertainty
Pipette	ความไม่แน่นอนของปริมาตร 5 mL ของ 50.00	5	mL	0.0001	0.001002
Pipette	ความไม่แน่นอนของปริมาตร 10 mL ของ 10.00	10	mL	0.0101	0.001001
Vol flask	ความไม่แน่นอนของปริมาตร 100 mL	100	mL	0.0678	0.000669
Balance	ความไม่แน่นอนของน้ำหนักของตัวอย่าง	10.00	mg	0.0010	0.001002
Balance	ความไม่แน่นอนของน้ำหนักของมาตรฐาน	0.0700	g	0.0008	0.000798
Mode mass	ความไม่แน่นอนของ Atomic weight ของ N	108.0662	g/mol	0.00028	0.000022
Purity	ความไม่แน่นอนของความบริสุทธิ์ของ N	100.0	%	0.0287	0.000289
Pipette	ความไม่แน่นอนของปริมาตรของตัวอย่าง	100	mL	0.0376	0.00376
Balance	ความไม่แน่นอนของน้ำหนักของตัวอย่าง	12.05	mg	0.0010	0.000888
Balance	ความไม่แน่นอนของน้ำหนักของมาตรฐาน	0.00	mg	0.0008	0.000000
Repeatability	ความไม่แน่นอนที่เกิดจากการทดสอบซ้ำ	1	mg/L	0.0280	0.028000

ค่าความไม่แน่นอนรวม (Combined Standard Uncertainty): ± 0.888 mg/L

ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$C'g = 21^{\circ}C = 1.92$ mg/L

ผลการประเมินค่าความไม่แน่นอน: ค่าที่วัด (TKN) = 33 ± 1.92 mg/L, ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

Uncertainty contributions of TKN

ตัวอย่าง Analytical Data Sheet

Analytical Data Sheet of Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 10 ขอนแก่น

เลขชุดตัวอย่าง 66000 วันที่ทดสอบ 20 ส.ค. 67

LOD =ขีดจำกัดในการตรวจพบ (Level of detection) 1 mg/L

LOQ =ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Level of quantitation) 20 mg/L

RL =ขีดจำกัดการรายงานผล (Reporting limit) 400 mg/L

ความเข้มข้นของ Laboratory-fortified blank (LFB) : 20.0 mg/L

ความเข้มข้นของ STD ที่ใช้เตรียม LFM (Spike solution conc) : 1,000 mg/L

ปริมาตรของ STD ที่ใช้เตรียม LFM (Spike volume) : 4 mL

ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้เตรียม LFM (Sample volume) : 196 mL

ภาพรวมความเข้มข้น (Standardization) ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก

วันที่ทำ Standardization 9 ก.ค. 66 อ้างอิง Batch No: 65072701

น้ำหนักของโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ทำ Standardization 0.0700 g ต่อ 100 mL

Method blank (MB)

ปริมาตรของน้ำที่ใส่ทดสอบ (Volume of Blank) 50 mL

เกณฑ์การยอมรับ MB ต้องมีค่าไม่เกิน ½ LOQ คือ 10 mg/L

ปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้โคเดเรท (mL)				ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (N)
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
10.00	10.00	10.00	10.00	0.020

ปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้โคเดเรท (mL)(B)			ค่า TKN ของ MB (mg/L)	การประเมิน
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย		
0.00	0.00	0.00	0.00	Pass

ผลการทดสอบหาปริมาณที่เคลื่อนในตัวอย่าง ที่ 95% confident level, coverage factor k=2

ลำดับที่ (No.)	ประเภทตัวอย่าง	ตัวอย่าง	ปริมาตร ตัวอย่าง (mL)	ปริมาตรสารละลายกรดซัลฟูริก (mL)(A)	ที่เคลื่อน (TKN, mg/L)		หมายเหตุ
					ผลการวิเคราะห์	รายงานผล ± Uncertainty*	
1	แหล่งน้ำผิวดิน	R001	100	12.05	33.4	33 ± 1.9	Control Sample
2	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W001	50	17.28	95.9	96 ± 5.5	
3	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W002	50	16.99	94.2	94 ± 5.4	
4	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W027	50	27.86	154.5	155 ± 8.9	
5	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W028	50	28.16	156.2	156 ± 9.0	
6	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W029	50	50.00	277.4	277 ± 15.9	
7	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W030	50	5.01	27.8	28 ± 1.6	
8	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W031	50	0.60	3.3	<20	
9	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W032	50	4.00	22.2	22 ± 1.3	
10	น้ำเสีย/น้ำทิ้ง	W033	50	75.00	416.0	>400	
Sample duplicate		W001_Dup	50	17.00	94.30	-	-

Uncertainty* คือ ค่า Uncertainty ต้องไม่เกิน ±10% ของปริมาณ TKN

การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ (Quality control)

การวิเคราะห์หา %Recovery ของ LFM และ LFB ต้องอยู่ในช่วง ± 3SD ของ Control chart (AWWA, 2023)

% Recovery ของ LFB ต้องอยู่ในช่วง 107.00 - 90.00 % อ้างอิงหีส Control Chart: T7.2-02(621203)-25

% Recovery ของ LFM ต้องอยู่ในช่วง 85.00 - 115.00 % อ้างอิงหีส Control Chart: AOAC, 2016

รายการ	ปริมาตร (mL)	ปริมาตรสารละลายกรดซัลฟูริก (mL)(A)	ที่เคลื่อน, TKN (mg/L)	เปอร์เซ็นต์การกลับคืน (%Recovery)		
				%Recovery	ค่าเฉลี่ย	การประเมินค่า
Laboratory-Fortified matrix (LFM) (W001-LFM)	50	21.00	116.49	112.76	114.29	Pass
		21.11	117.10	115.81		Failed
Laboratory-Fortified Blank (LFB)	50	4.00	22.19	110.94	-	Failed

การประเมินการทดสอบซ้ำ (Repeatability) ; Sample Duplicates และ LFM Duplicates (LFMD)

รายการ	ผลทดสอบ 1	ผลทดสอบ 2	ผลต่าง	ค่าเฉลี่ย	%RPD	การประเมินค่า %RPD
W001	95.86	94.30	1.55	95.08	1.63	Pass
LFM	116.49	117.10	0.61	116.80	0.52	Pass

Relative percent difference, %RPD แทนซ้ำการยอมรับ ต้องไม่เกิน 10% (AWWA, 2023)

ผู้ทดสอบ.....(จนท.ทดสอบ)

ผู้ตรวจสอบ.....(ผู้จัดการวิชาการ/ผู้ช่วยผู้จัดการวิชาการ)

(มินตรา สกิจ)

(เสรี มหาราชิด)

1 ข้อมูลสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิห้อง °C)

ตอนใช้ burette โคเรทโซเดียมคาร์บอเนต 25.5 °C ตอนใช้ Volumetric pipette ควบคู่อย่าง 22.0 °C ตอนใช้ burette โคเรทแบงก์และตัวอย่าง 25.0 °C
ตารางแสดงผลการสอบเทียบ (calibration certificate)

Apparatus Items	Size	Lab.Code	Calibration		Tolerance	unit	Resolution	Calibrate Temp (°C)	วันที่สอบเทียบ
			Uncertainty, a	K					
Burette	10	G57-046	0.0039	2.00	0.020	mL	0.020	20.0	30 ก.ค. 65
Vol.Flask	100	G58-023	0.0060	2.00	0.025	mL	-	20.0	22 ก.ค. 65
Vol. Pipette	5	G58-022	0.0100	2.00	-	mL	-	25.0	8 ก.ค. 66
	10	G58-01010	0.0200	2.00	-	mL	-	25.1	8 ก.ค. 66
	25	G58-025	0.0225	2.00	-	mL	-	25.0	
	50	G58-050	0.0250	2.00	-	mL	-	25.0	
	100	G58-100	0.0210	2.00	-	mL	-	25.0	
Analytical Balance	-	G58-100B	0.000078	2.00	-	g.	-	-	8 ก.ค. 66

2 จำนวนค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (Standard uncertainty) ของแต่ละ component**2.1 ความไม่แน่นอนจากการตรวจปริมาตร 5 mL ของ Sodium carbonate (Standard uncertainty ของ Volumetric pipette ขนาด 5 mL), $u(V5)$**

Calibration : ความไม่แน่นอนของ Volumetric pipette จาก calibration certificate = 0.0100 และ k = 2

Standard uncertainty ที่เกิดจาก calibration, $u_{cal} = a/k = 0.0100/2 = 0.0050$ mL

Temperature effect : ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของน้ำ = 0.00021 °C⁻¹

อุณหภูมิ ณ จุดสอบเทียบ = 25.00 °C อุณหภูมิ ณ จุดใช้งาน = 25.50 °C อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ณ จุดสอบเทียบกับจุดที่ใช้งาน = 0.50 °C

Standard uncertainty ที่เกิดจาก Temperature effect : $u_{temp} = FVT/\sqrt{3} = (0.00021 \times 5 \times 0.5)/\sqrt{3} = 0.0003$ mL

Standard uncertainty ของ Volumetric pipette ขนาด 5 mL ที่เกิดจาก Calibration และ temperature effect ดังนี้

$$u(V5) = \sqrt{u_{cal}^2 + u_{temp}^2} = \sqrt{0.0050^2 + 0.0003^2} = 0.0050 \text{ mL}$$

2.2 ความไม่แน่นอนจากการตรวจปริมาตร 10 mL ของ Sodium carbonate (Standard uncertainty ของ Volumetric pipette ขนาด 10 mL), $u(V10)$

Calibration : ความไม่แน่นอนของ Volumetric pipette จาก calibration certificate = 0.0200 และ k = 2

Standard uncertainty ที่เกิดจาก calibration, $u_{cal} = a/k = 0.0200/2 = 0.0100$ mL

Temperature effect : ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของน้ำ = 0.00021 °C⁻¹

อุณหภูมิ ณ จุดสอบเทียบ = 25.10 °C อุณหภูมิ ณ จุดใช้งาน = 25.50 °C อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ณ จุดสอบเทียบกับจุดที่ใช้งาน = 0.40 °C

Standard uncertainty ที่เกิดจาก Temperature effect : $u_{temp} = FVT/\sqrt{3} = (0.00021 \times 10 \times 0.4)/\sqrt{3} = 0.0005$ mL

Standard uncertainty ของ Volumetric pipette ขนาด 10 mL ที่เกิดจาก Calibration และ temperature effect ดังนี้

$$u(V10) = \sqrt{u_{cal}^2 + u_{temp}^2} = \sqrt{0.0100^2 + 0.0005^2} = 0.0100 \text{ mL}$$

2.3 ความไม่แน่นอนปรับปริมาตรของ Sodium carbonate (Standard uncertainty ของ Volumetric flask ขนาด 100 mL), $u(VNa)$

Calibration : ความไม่แน่นอนของ Volumetric flask จาก calibration certificate = 0.0060 และ k = 2

Standard uncertainty ที่เกิดจาก calibration, $u_{cal} = a/k = 0.0060/2 = 0.0030$ mL

Temperature effect : ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของน้ำ = 0.00021 °C⁻¹

อุณหภูมิ ณ จุดสอบเทียบ = 20.00 °C อุณหภูมิ ณ จุดใช้งาน = 25.50 °C อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ณ จุดสอบเทียบกับจุดที่ใช้งาน = 5.50 °C

Standard uncertainty ที่เกิดจาก Temperature effect : $u_{temp} = FVT/\sqrt{3} = (0.00021 \times 100 \times 5.5)/\sqrt{3} = 0.0048$ mL

Standard uncertainty ของ Volumetric flask ขนาด 100 mL ที่เกิดจาก Calibration และ temperature effect ดังนี้

$$u(VNa) = \sqrt{u_{cal}^2 + u_{temp}^2} = \sqrt{0.0030^2 + 0.0048^2} = 0.0068 \text{ mL}$$

2.4 ความไม่แน่นอนจากการใช้ burette โทเทรต Sodium carbonate (Standard uncertainty ของ Burette ขนาด 10 mL), $u(VH)$

Calibration : ความไม่แน่นอนของ Burette จาก calibration certificate = 0.0039 และ k = 2

Standard uncertainty ที่เกิดจาก calibration, $u_{cal} = a/k = 0.0039/2 = 0.0019$ mL

Temperature effect : ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของน้ำ = 0.00021 °C⁻¹

อุณหภูมิ ณ จุดสอบเทียบ = 20.00 °C อุณหภูมิ ณ จุดใช้งาน = 25.50 °C อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ณ จุดสอบเทียบกับจุดที่ใช้งาน = 5.50 °C

Standard uncertainty ที่เกิดจาก Temperature effect : $u_{temp} = FVT/\sqrt{3} = (0.00021 \times 100 \times 5.5)/\sqrt{3} = 0.0067$ mL

Bias of the end-point detection Standard uncertainty ที่เกิดจาก End-point, $u_{end-point} = a/\sqrt{3} = 0.0039/\sqrt{3} = 0.0023$

Standard uncertainty ของ Volumetric flask ขนาด 100 mL ที่เกิดจาก Calibration และ temperature effect ดังนี้

$$u(VH) = \sqrt{u_{cal}^2 + u_{temp}^2 + u_{end-point}^2} = \sqrt{0.0019^2 + 0.0067^2 + 0.0023^2} = 0.0076 \text{ mL}$$