โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 14 /2562

เรื่อง

การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

Development of equipment management systems for irrigation technology research laboratory

โดย

นางสาวอมรา แสงแก้ว

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2562

(ชื่อภาษาไทย) การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

(ชื่อภาษาอังกฤษ) Development of Equipment Management Systems for Irrigation Technology Research Laboratory

โดย

นางสาวอมรา แสงแก้ว 5820500628

โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมชลประทาน

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง : การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

Title : Development of Equipment Management Systems for Irrigation Technology Research Laboratory

นามผู้จัดทำ นางสาวอมรา แสงแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบ

ประธานกรรมการ .....

(ผศ.ดร.นิธิรัชต์ สงวนเดือน)

4/5/2563

กรรมการ .....

(รศ.ดร.ชัยศรี สุขสาโรจน์)

.....4...../.....05...../.....63.....

กรรมการ .....

(อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค)

.....4...../.....05...../.....63.....

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

...../...../.....

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

โดย : นางสาวอมรา แสงแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา : Nitirach Sangnamduan .....

(ผศ.ดร.นิธิรัชต์ สงวนเดือน)

4/5/2563

....

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ที่มาของปัญหาในการบริหารจัดการและเสนอการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 3 ส่วน คือ 1) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องมือ Spectrophotometer และเครื่องวัดคุณภาพน้ำ ที่เป็นกรณีศึกษา 2) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานโดยการใช้ Root Cause Analysis และกำหนดขอบเขตการปรับปรุงกระบวนการบริหารจัดการเครื่องมือของปฏิบัติการ และ 3) พัฒนาระบบเอกสารและควบคุมเอกสารให้สอดคล้องเป็นไปตามมาตรฐานการควบคุมเอกสารในระบบคุณภาพ ISO 17025 การศึกษานี้ได้พัฒนาเอกสาร 8 ฉบับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเครื่องมือและการใช้เครื่องมือ ซึ่งการนำเอกสารไปใช้งานจะทำให้สามารถทวนสอบการใช้เครื่องมือและนำไปสู่การพัฒนาการใช้งานเครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

Title : Development of Equipment Management Systems for Irrigation Technology Research Laboratory

By : Amara Saengkaew

Project : Nitirach Sanguanduan

(Asst. Prof. Nitirach Sa-nguanduan)

4/5/2020

This study aims to analyze the source of management problems and propose the development of a device management system in the Irrigation Technology Research Laboratory. The study process was divided into 3 parts: 1) collecting basic data case studies - the Spectrophotometer and the Water Quality Meter, 2) analyzing the problems in the Irrigation Technology Research Laboratory using Root Cause Analysis and scoping for the improvement of the laboratory instruments management, and 3) developing a document system and document control following the document control standards in the ISO 17025. The 8 documents, related to the instrument management process and testing method, were created. Applying these documents will assist the verification of instrument usage and lead to improvement of the effectiveness of the instrument using.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.นิธิรัชต์ สงวนเดือน ซึ่งเป็นที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำโครงงานวิศกรรมชลประทาน ครั้งนี้จนสำเร็จผล

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทานที่ได้อนุเคราะห์ในการใช้สถานที่สำหรับการทำงานทุกอย่างซึ่งทำให้การดำเนินของโครงงานเล่มสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณระวี อยู่สำราญ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานเป็นผู้ให้ข้อมูล และคุณลักษณา ทรัพย์เย็นที่ได้อนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ห้องปฏิบัติการในการทำโครงงานซึ่งทำให้การดำเนินของโครงงานเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ชัยศรี สุขสาโรจน์ และ อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค ที่ได้กรุณามาเป็นกรรมการในการสอบโครงงานวิศวกรรมครั้งนี้ ซึ่งได้ให้คำแนะนำในประเด็นสำคัญต่างๆของโครงงานวิศวกรรม

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณมารดาที่คอยให้กำลังใจตลอดมา และขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆ ผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้การช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด

นางสาวอมรา แสงแก้ว

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	VII
สารบัญ(ต่อ)	VIII
สารบัญภาพ	IX
สารบัญตาราง	X
1. บทนำ	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3. ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1. นิยามคำศัพท์	3
2.2. Root Cause Analysis	6
2.3. ISO/IEC 17025	10
2.4. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา	20
2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
3. วิธีการดำเนินการศึกษา	25
3.1. ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงาน	25
4. ผลการศึกษา	27
4.1. การสำรวจการจัดเก็บครุภัณฑ์ปัจจุบัน	27
4.2. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสภาพปัจจุบันของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน	28
4.3. การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ	33
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	40
5.1. สรุปผลการศึกษา	40

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.2. ข้อเสนอแนะ 41

6. เอกสารอ้างอิง 42

7. ภาคผนวก

7.1. ภาคผนวก ก. แบบฟอร์ม

7.2. ภาคผนวก ข. เอกสารการสอนงาน

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล 8

รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของผังก้างปลา 9

รูปที่ 2.3 แสดงเครื่อง Spectrophotometer model UH5300 22

รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter 23

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงาน 26

รูปที่ 4.1 แสดงห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน 27

รูปที่ 4.2 แสดงพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน 27

รูปที่ 4.3 แสดงตู้จัดเก็บอุปกรณ์ 28

รูปที่ 4.4 แสดงพื้นที่จัดตั้งเครื่อง Spectrophotometer 29

รูปที่ 4.5 แสดงการจัดเก็บเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ 29

รูปที่ 4.6 แผนผังก้างปลาแสดงที่มาปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ 30

รูปที่ 4.7 แสดงแบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิมและแบบจัดทำขึ้นมาใหม่ คค-ฟ003 34

รูปที่ 4.8 แสดงแบบฟอร์มบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิมและ
แบบจัดทำขึ้นมาใหม่ คค-ฟ004 34

รูปที่ 4.9 แสดงสถานที่จัดเก็บเอกสาร 34

รูปที่ 4.10 แสดงแบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี คค-ฟ005 35

รูปที่ 4.11 แสดงแบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คค-ฟ006 35

รูปที่ 4.12 แสดงแบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 คค-ฟ001 37

รูปที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 คค-ส001 38

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือ
สำหรับห้องปฏิบัติการ 32

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนปฏิบัติการขอเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ห้องห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยี
เพื่อการชลประทาน 39

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มีการเรียนการสอนและการวิจัย ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์หลายรูปแบบที่ต้องมีความถูกต้องแม่นและเชื่อถือได้ ทั้งนี้ การใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของภาควิชามีการใช้งานทั้งโดยนิสิตและบุคลากรของภาควิชา รวมถึงบุคคลภายนอก บางครั้งจึงประสบปัญหาในการบริหารจัดการ ส่งผลให้เกิดเสียหายต่อเครื่องมือและเกิดความสูญเสียในด้านงบประมาณในการซ่อมแซมเครื่องมือ

Root Cause Analysis (RCA) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การแก้ปัญหาหรือการพัฒนาคุณภาพมีความยั่งยืน ไม่เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประส่ง/ความเสี่ยงที่สำคัญซ้ำขึ้นอีกด้วยการวิเคราะห์ให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง/ต้นตอของปัญหา และนำมากำหนดมาตรการป้องกัน สร้างสรรค์คุณภาพและสร้างการเปลี่ยนแปลงกระบวนการการทำงาน นอกจากนี้ ในระดับสากล องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization หรือ ISO) ได้มีการกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวเนื่องกับการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ คือ ISO/IEC 17025 หรือข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ (General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories) เป็นมาตรฐานสากลที่ช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถในการทดสอบหรือสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ มีความสำคัญอย่างยิ่งกับห้องปฏิบัติการที่ต้องใช้ผลการทดสอบ/สอบเทียบที่มีความแม่นยำ เชื่อถือได้เป็นบรรทัดฐานการวัดและการทดสอบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพและรักษาไว้ซึ่งระบบการบริหารงานที่เหมาะสมกับขอบข่ายของกิจกรรม เพื่อนำมาใช้ในการลดผลกระทบในด้านต่างๆ เช่น การทรุดโทรมของอุปกรณ์ การสูญหาย เป็นต้น ทั้งยังใช้เป็นเกณฑ์สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ต้องการแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการมีการดำเนินงานด้านระบบคุณภาพ มีความสามารถทางวิชาการ และใช้ในการยืนยันและยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการโดยผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีแนวคิดในการนำ Root Cause Analysis มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน และนำ

มาตรฐาน ISO 17025 มาประยุกต์ใช้ ในการพัฒนาระบบเอกสาร โดยมีเครื่องมือของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน เป็นกรณีศึกษา

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1. เพื่อวิเคราะห์ที่มาของปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

1.2.2. เพื่อเสนอการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

1.3. ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1. ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1.3.2. เครื่องมือในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น 2 แบบ คือ เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม การศึกษานี้เลือกเครื่อง spectrophotometer (เลขครุภัณฑ์: 1-K0508-FA17-34240070007/001-62) และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ (เลขครุภัณฑ์: 2-K0508-FA17-66300020001/001-59) เป็นกรณีศึกษาสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม ตามลำดับ

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ตัวอย่างเอกสารในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

1.4.2. เอกสารคู่มือเครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ใช้มีรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้และผู้ดูแล

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. นิยามคำศัพท์

มาตรฐาน (Standard) คือ สิ่งที่ถือเป็นหลักสำหรับเทียบกำหนด พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511ได้กำหนดคำว่า "มาตรฐาน" ไว้ว่า มาตรฐาน คือ ข้อกำหนดรายการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเกี่ยวกับจำพวก แบบ รูปร่าง มิติ การทำ เครื่องประกอบ คุณภาพ ชั้น ส่วนประกอบ ความสามารถ ความทนทานและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานระบบการจัดการ(Management System Standard) คือ ข้อกำหนดหรือขั้นตอน ในการบริหาร กระบวนการทำงานต่างๆ ขององค์กร เพื่อให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการ ดำเนินงาน และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

หลักการของการบริหารงานคุณภาพ คือ กฎขั้นพื้นฐานที่ใช้ในการนำองค์กรและนำไปปฏิบัติเพื่อมุ่งสู่การปรับปรุงสมรรถนะในระยะยาวโดยการให้ความสำคัญกับลูกค้า ขณะเดียวกันก็คำนึงถึงความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วย

ระบบการบริหารงานคุณภาพ (Quality Management Systems) คือการจัดทำระบบการบริหารงานคุณภาพ ซึ่งจะต้องจัดระบบให้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อนำไปปฏิบัติรักษาไว้ และมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดกระบวนการที่จำเป็น ความสัมพันธ์ของกระบวนการ และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ให้เกิดประสิทธิผล ตลอดจนต้องมีทรัพยากร และข้อมูลพอเพียงในการที่จะทำงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้

การบริหารด้านทรัพยากร (Resource Management) คือทรัพยากรบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานสาธารณูปโภค ซึ่งต้องกำหนด และจัดสรรทรัพยากรที่จำเป็นขึ้นในระบบ โดยการกำหนดความสามารถของบุคลากร ทำการฝึกอบรม และสร้างจิตสำนึกของบุคลากรให้เกิดขึ้น ตลอดจนกำหนดจัดหา และบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น อาคาร สถานที่ สาธารณูปโภค ฯลฯ และกำหนดดูแลสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้การบริการตามที่กำหนด

การวัด วิเคราะห์ และการปรับปรุง(Measurement, analysis and improvement) คือ การเฝ้าติดตามและตรวจวัดกระบวนการ และบริการ ว่าสามารถดำเนินการได้ตามความต้องการของผู้รับบริการ

ได้หรือไม่ โดยผ่านกระบวนการบริหารระบบบริหารงานคุณภาพ ด้วยการตรวจประเมินภายใน และมีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแสดงถึงความเหมาะสม และประสิทธิผลของระบบ และมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การป้องกันแก้ไขเพื่อให้ได้การบริการที่ต้องการ

การบริหาร (Management) คือ การกำหนดกิจกรรมให้เกิดความสอดคล้องประสานกัน เพื่อกำกับดูแล และควบคุมการทำงานขององค์กร

คุณภาพ (Quality) ระดับของสิ่งที่เป็นคุณสมบัติถาวรเฉพาะตัวทีทำให้ข้อกำหนดสมบูรณ์ หรือหมายถึง คุณสมบัติและคุณลักษณะทั้งหมดโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์และบริการ (Characteristic)ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการตามที่ ระบุไว้

วัตถุประสงค์คุณภาพ (Objective) สิ่งที่ต้องค้นหา มุ่งไปหา เพื่อให้สอดคล้องกับคุณภาพ

แผนคุณภาพ (Quality Plan) เอกสารที่กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน ทรัพยากร ความรับผิดชอบ และวิธีการทำงานเฉพาะแต่ละโครงการ ผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือสัญญา

เอกสาร (Document) ข้อมูลข่าวสาร และสื่อสนับสนุนที่อยู่ระหว่างกลางผู้ใช้กับผู้ต้องการสื่อเป็นได้ทั้ง Hardware, Software

บันทึก (Record) เอกสารที่แสดงถึงความสำเร็จ หรือเป็นหลักฐานที่บ่งบอกถึงการปฏิบัติงานในกิจกรรมต่างๆอยู่ในรูปเอกสารหรือสื่อต่าง ๆ เช่น แผ่นบันทึก(Diskette) หรือหน่วยความจำ (Quality Record) ในคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ที่บันทึกข้อมูลสำหรับใช้เป็นหลักฐานแสดงว่า ได้มีการดำเนินการตามระบบคุณภาพ

คู่มือคุณภาพ (Quality Manual) หมายถึง เอกสารที่แสดงถึงระบบคุณภาพในองค์กร

ขั้นตอนการดำเนินงาน (Procedure) หมายถึง เอกสารที่แสดงขั้นตอนการทำงานระบบต่างๆ

วิธีการปฏิบัติงาน (Work instruction) หมายถึง เอกสารที่อธิบายวิธีการทำงานต่างๆในระบบคุณภาพ

เอกสารสนับสนุน (Support Document) หมายถึง เอกสารสนับสนุน เอกสารที่ทางองค์กร จัดทำขึ้นหรือ เอกสารที่เป็นมาตรฐานกฎหมาย ระเบียบราชการ ระเบียบข้อบังคับของหน่วยงาน คู่มือ หนังสือ ข้อกำหนดอื่นๆที่นำมาอ้างอิงหรือนำมาใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงาน (ทั้งที่จัดทำขึ้นภายในองค์กรและจากหน่วยงานภายนอก)

แบบฟอร์ม (Form) หมายถึง แบบฟอร์มเพื่อใช้ในการบันทึกผลการปฏิบัติงาน

แผนคุณภาพ (Quality Plan) คือ รายละเอียดของการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ตั้งแต่การรับวัตถุดิบ ส่วนประกอบเพื่อใช้ในการผลิต,ระหว่างกระบวนการผลิต จนถึง การส่งออก เพื่อแสดงให้เห็นว่า มีจุดควบคุม (Control Point) ที่ใดบ้างมีการควบคุมลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีใด ที่ไหน ด้วยความถี่เท่าไร มีใครเป็นผู้รับผิดชอบ,มาตรฐาน (Specification) ที่ใช้ในการควบคุมใช้มาตรฐานใด และเมื่อเกิดการออกนอกมาตรฐานจะมีการดำเนินการอย่างไร เพื่อประกันว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งหมดอยู่ภายใต้การควบคุม และสามารถเป็นแนวทางในการเฝ้าติดตาม กระบวนการผลิต

เอกสารควบคุม (Document Control) หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงานเป็นเอกสารที่มีการควบคุมให้มีสถานภาพล่าสุดอยู่เสมอ

เอกสารไม่ควบคุม (Non Document Control) หมายถึง สำเนาของเอกสารควบคุมที่จะไม่มีการปรับปรุงแก้ไขให้เป็นปัจจุบัน

เอกสารขั้นตอนการดำเนินงาน (Documented procedure) หมายถึงการจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน เป็นลายลักษณ์อักษร นำไปปฏิบัติ และ รักษาไว้

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC) หมายถึง การนำเทคนิค หรือกิจกรรมไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดคุณภาพตามที่กำหนดไว้ (ทั้งผลิตภัณฑ์และการบริการ)

การรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance, QA) หมายถึง วิธีการบริหารจัดการเพื่อเป็นหลักประกันหรือสร้างความมั่นใจกว่ากระบวนการหรือดำเนินงานจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพตรงตามที่กำหนดหรือ หมายถึง กิจกรรมหรือการปฏิบัติใด ๆ ที่ถ้าได้ดำเนินการตามระบบและแผน ที่วางไว้จะทำให้เกิดความมั่นใจหรือรับประกันว่า จะได้ผลงานที่มีคุณภาพตรงตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ภายใต้สภาพแวดล้อมและปัจจัยในกระบวนการผลิตที่มีการควบคุมอย่างถูกต้องและเป็นระบบ

การทบทวน หมายถึงการตรวจสอบ ตรวจทาน ปรึกษาหารือ เพื่อให้เกิดความมั่นใจเรื่องขีดความสามารถที่จะทำให้ลูกค้าได้ สิ่งที่จะดำเนินการนั้นมีข้อมูลชัดเจนครบถ้วนและเข้าใจตรงตามลูกค้าที่ต้องการก่อนตกลงกับลูกค้า

การทวนสอบ หมายถึง ตรวจสอบความเป็นจริงว่า ตรงตามข้อกำหนดหรือไม่ หรือ ตรงตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้หรือไม่

การสอบกลับได้ (Verify) หมายถึง เมื่อมีปัญหาสามารถค้นหาข้อมูลย้อนหลังได้

การควบคุม (Control) หมายถึง ตรวจสอบ ทบทวน ดูแลให้ถูกต้องเป็นไปตามแผนตามข้อกำหนด วิธีการที่จะให้รู้ว่าเอกสารในระบบการบริหารคุณภาพขององค์กรนั้น 5W 2H

การตรวจสอบ (Inspection) หมายถึง การตรวจสอบดูสถานที่ปรากฏแก่ประสาทสัมผัส หรือการนับจำนวน การชั่งตวง วัด ว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่

การทดสอบ (Testing) หมายถึง การตรวจวัดสมรรถนะ หรือความสามารถของผลิตภัณฑ์ว่าทนรับตามกำหนดไว้หรือไม่

ข้อบกพร่อง (Non-Conformity, NC) คือความไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด อาจเกิดการปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือการเกิดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

การไม่เป็นไปตามข้อกำหนดสำคัญ (Major Nonconformance) หัวข้อหรือข้อกำหนดสำคัญบกพร่อง หรือขาดหายไป หรือมีหลาย ๆ รายการไม่เป็นไปตามข้อกำหนดย่อยในพื้นที่เดียวกัน

การไม่เป็นไปตามข้อกำหนดย่อย (Minor Nonconformance) หมายถึงการไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ไม่สำคัญ มีผลกระทบต่อระบบคุณภาพไม่มาก

ข้อสังเกต (Observation) หมายถึงหลักฐานไม่เพียงพอต่อการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แต่หากปล่อยไว้โดยไม่ได้รับการปรับปรุง อาจนำไปสู่ข้อบกพร่องได้

2.2. Root Cause Analysis

Root Cause Analysis (RCA) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การแก้ปัญหาหรือการพัฒนาคุณภาพมีความยั่งยืน ไม่เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประส่ง/ความเสี่ยงที่สำคัญซ้ำขึ้นอีกด้วยการวิเคราะห์ให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง/ต้นตอของปัญหา และนำมากำหนดมาตรการป้องกัน สร้างสรรค์คุณภาพและสร้างการเปลี่ยนแปลงกระบวนการการทำงาน

2.2.1. ชนิดของ RCA

- RCA เชิงรับ เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ หรือเหตุเกือบพลาดสู่การกำหนดมาตรการป้องกันเพื่อลดการเกิดความเสี่ยงซ้ำ
- RCA เชิงรุก เป็นการวิเคราะห์หาโอกาสที่จะเกิดปัญหาหรือข้อบกพร่องในกระบวนการทำงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย เรียกว่า การวิเคราะห์จุดบกพร่องหรือผลกระทบหรือข้อกำหนดมาตรการป้องกันล่วงหน้า (Failure mode and effect analysis: FMEA)

2.2.2. แนวทางวิเคราะห์ RCA

- Turning point: การมองย้อนหลังก่อนที่จะเกิดความเสี่ยงหรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ หรือเรียกว่า จุดเปลี่ยน เพื่อนำมาสู่การพัฒนา
- Cognitive Walkthrough: การมองย้อนหลังกระบวนการโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น เพื่อทำความเข้าใจและเรียนรู้สิ่งที่เป็นข้อจำกัดของคนทำงาน นำมาสู่การพัฒนากระบวนการการทำงานให้ดียิ่งขึ้น
- Conventional Why: เป็นการถามโดยใช้คำถามว่า “ทำไม” ต่อเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ โดยการถามซ้ำกันหลายๆครั้ง
- Comprehensive Scan: วิธีการที่ได้มีการกำหนดหัวข้ออย่างคลอบคลุมและนำมาตรวจสอบว่าเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นนั้นสัมพันธ์กับหัวข้อดังกล่าวหรือไม่ ได้แก่ ผู้ป่วย/ผู้รับบริการ, ผู้บริการ/ทีมงาน, กระบวนการ, เครื่องมือ/สิ่งแวดล้อม, องค์กร

2.2.3. แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือ แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) อาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) " เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้ จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

1) เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังสาเหตุและผล

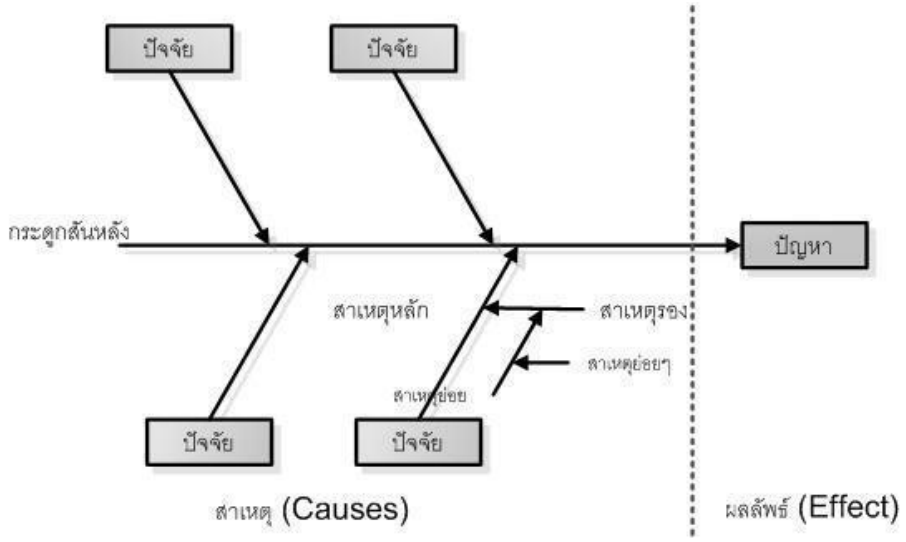
- เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
- เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการ ทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
- เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจ ในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

2) วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

- กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
- กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ

- ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
- หาสาเหตุหลักของปัญหา
- จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
- ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา

ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
- สาเหตุหลัก
- สาเหตุย่อย

สาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้างก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

3) การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล

โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

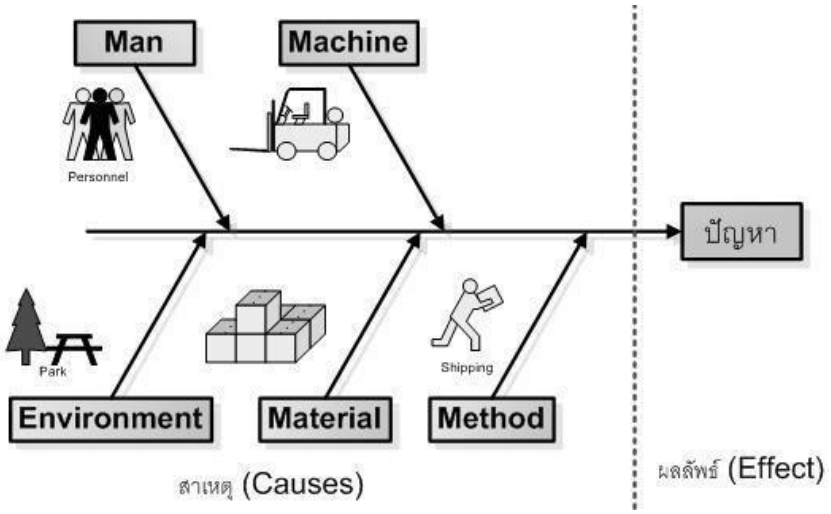
M Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M Method กระบวนการทำงาน

E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของผังก้างปลา

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากเราไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place , Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้ หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้น หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่ม ปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้ เช่นกัน

4) การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหา สาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา

การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ

เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ

2.3. ISO/IEC 17025

ISO/ IEC 17025 เป็นมาตรฐานสากลที่ร่วมระหว่าง International Organization for Standardization กับ International Electrotechnical Commission เพื่อกำหนดข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบให้มีมาตรฐานไปในทางเดียวกัน ประกอบด้วยข้อกำหนดด้านการบริหารงานคุณภาพและข้อกำหนดด้านวิชาการ โดยสามารถนำมาใช้ได้กับทุกองค์กรที่มีการดำเนินกิจกรรมทดสอบหรือสอบเทียบ เมื่อห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองแล้วสามารถสร้างความมั่นใจในผลของการทดสอบว่า ถูกต้องตามขอบข่ายที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 โดยรวมระบบการบริหารงานห้องปฏิบัติการ ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบ หรือสอบเทียบ (General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories) เป็นมาตรฐานสากลที่ช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถในการทดสอบหรือสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ มีความสำคัญอย่างยิ่งกับห้องปฏิบัติการที่ต้องใช้ผลการทดสอบ/สอบเทียบที่มีความแม่นยำ เชื่อถือได้เป็นบรรทัดฐานการวัดและการทดสอบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพและรักษาไว้ซึ่งระบบการบริหารงานที่เหมาะสมกับขอบข่ายของกิจกรรม เพื่อนำมาใช้ในการลดผลกระทบในด้านต่างๆ เช่น การทรุดโทรมของอุปกรณ์ การสูญหาย เป็นต้น ทั้งยังใช้เป็นเกณฑ์สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ต้องการแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการมีการดำเนินงานด้านระบบคุณภาพ มีความสามารถทางวิชาการ และใช้ในการยืนยันและยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการโดยผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการ

ISO 17025 ถูกกำหนดขึ้นโดยรวบรวมข้อกำหนดของ ISO 9001 ในส่วนที่เกี่ยวกับการบริการทดสอบและการบริการสอบเทียบและข้อกำหนดเฉพาะทางด้านวิชาการสำหรับความสามารถทางวิชาการเข้าด้วยกัน ห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ที่ได้มาตรฐาน ISO 17025 จะมีการดำเนินการเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9001 ด้วย

2.3.1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ระบุข้อกำหนดทั่วไปเกี่ยวกับความสามารถในการดำเนินการทดสอบและสอบเทียบ นำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกองค์การที่ดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ โดยไม่จำกัดจำนวนบุคลากรหรือขนาดของขอบข่ายของกิจกรรมการทดสอบและสอบเทียบ

มาตรฐานนี้สำหรับให้ห้องปฏิบัติการนำไปใช้เพื่อพัฒนาระบบการบริหารงานด้านคุณภาพ การบริหารและวิชาการที่ห้องปฏิบัติการใช้ในการดำเนินงาน ลูกค้าของห้องปฏิบัติการ หน่วยงานผู้มีอำนาจตามกฎหมาย และหน่วยรับรอง ห้องปฏิบัติการก็อาจใช้มาตรฐานนี้ในการตรวจสอบยืนยันความสามารถหรือให้การยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการด้วย แต่ไม่ครอบคลุมถึงความเป็นไปตามกฎหมาย และข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ ถ้าห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบเป็นไปตามข้อกำหนดต่าง ๆ ตามมาตรฐานนี้อาจถือได้วามีการดำเนินระบบการบริหารงานคุณภาพในกิจกรรมทดสอบและสอบเทียบเป็นไปตามหลักการของข้อกำหนดของ ISO 9001 ด้วย

2.3.2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้กับมาตรฐาน ซึ่งอาจจะใช้ข้อความบางส่วนหรือทั้งหมดของเอกสารประกอบในข้อกำหนดของเอกสารฉบับนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ระบุปีที่ออกจะนำมาใช้อ้างอิงเฉพาะฉบับนั้น ส่วนเอกสารที่ไม่ได้ระบุปีที่ออกให้ใช้ฉบับล่าสุดที่ประกาศ (รวมทั้งฉบับแก้ไข)

2.3.3. คำศัพท์และบทนิยาม

มาตรฐานนี้ได้นำความหมายของคำใน ISO/IEC Guide 25, ISO 8402 และ International Vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM) มาใช้และเพิ่มเติมความหมายของคำอื่นๆ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของมาตรฐานนี้

- **ห้องปฏิบัติการ (Laboratory)** หมายถึง หน่วยงานที่ทำการสอบเทียบและ/หรือทดสอบ หมายเหตุ 1. ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการเป็นเพียงส่วนหนึ่งขององค์กรที่มีกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสอบเทียบและทดสอบ คำว่า ห้องปฏิบัติการ จะหมายความถึง ส่วนขององค์การที่เกี่ยวกับกระบวนการสอบเทียบและทดสอบเท่านั้น 2. ในที่นี้คำว่า ห้องปฏิบัติการ หมายถึง หน่วยงานที่ทำการสอบเทียบหรือทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นห้องปฏิบัติการชนิดใดชนิดหนึ่งดังต่อไปนี้

- ☐ ห้องปฏิบัติการถาวรห้องปฏิบัติการชั่วคราว (Temporary Facility)
- ☐ ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ (Mobile Facility)

- **ห้องปฏิบัติการทดสอบ (Testing laboratory)** หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบ
- **ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ(Calibration laboratory)** หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่ทำการสอบเทียบ
- **การสอบเทียบ (Calibration)** หมายถึง ชุดของการดำเนินการทางมาตรวิทยาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าชี้บอกโดยเครื่องวัด หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดที่เป็นวัสดุ กับค่าสมนัยที่รู้ของปริมาณที่วัดภายใต้ภาวะที่บ่งไว้

  หมายเหตุ 1. ผลการสอบเทียบ ทำให้สามารถประมาณค่าผิดพลาดของการชี้บอกของเครื่องวัด ระบบการวัด หรือเครื่องวัดที่เป็นวัสดุ หรือการกำหนดค่า ทำเครื่องหมายบนสเกล ณ ที่ใดที่หนึ่ง

  2. การสอบเทียบอาจหาสมบัติทางมาตรวิทยาอื่นๆ ได้ด้วย

  3. ผลการสอบเทียบอาจบันทึกไว้ในเอกสาร บางครั้งอาจเรียกว่า ใบรับรองการสอบเทียบ (Calibration Certificate) หรือรายงานการสอบเทียบ (Calibration Report)

  4. ผลการสอบเทียบ บางครั้งแสดงด้วยตัวประกอบการสอบเทียบ หรือชุดของตัวประกอบการสอบเทียบ ในรูปแบบของเส้นสอบเทียบ (VIM -6.13)
- **การทดสอบ (Test)** หมายถึง การดำเนินการทางวิชาการที่ประกอบด้วยการตรวจหาลักษณะเฉพาะหรือสมรรถนะอย่างหนึ่ง หรือหลากอย่างของผลิตภัณฑ์ วัสดุ เครื่องมือ องค์ประกอบของอินทรีย์สาร (Organism) ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ กระบวนการ หรือการบริการตามวิธีดำเนินการที่ระบุ

  หมายเหตุ โดยทั่วไปผลการทดสอบจะบันทึกเป็นเอกสาร ซึ่งบางครั้งเรียกว่า รายงานผลการทดสอบ (Test Report) หรือใบรับรองผลการทดสอบ (Test Certificate) (ISO/IEC Guide 2-12.1, Amended
- **วิธีสอบเทียบ (Calibration method)** หมายถึง วิธีดำเนินการทางวิชาการที่กำหนดสำหรับทำการสอบเทียบ
- **วิธีทดสอบ (Test method)** หมายถึง วิธีดำเนินการทางวิชาการที่กำหนดสำหรับทำการทดสอบ
- **การทวนสอบ (Verification) หมายถึง** การยืนยันโดยการตรวจสอบและมีหลักฐานแสดงว่าเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุ

  หมายเหตุ การดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการเครื่องวัดนั้นการทวนสอบจะเป็นเครื่องช่วยตรวจความเบี่ยงเบนระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องวัด กับค่าสมนัยที่รู้ของปริมาณที่วัดว่าน้อยกว่างค่าผิดพลาดที่ยอมให้สูงสุด (Maximum Allowable Error) ตามที่ระบุในมาตรฐาน

หรือกฎระเบียบ หรือคุณลักษณะเฉพาะของการจัดการเครื่องวัด ผลการทวนสอบทำให้ตัดสินใจได้ว่าจะยังคงนำมาใช้ หรือจะต้องทากรปรับแต่ง หรือจะต้องซ่อมแซม หรือลดเกรด หรือติดป้ายห้ามใช้ในทุกกรณีดังกล่าวต้องมีรายเอียดประวัติการทวนสอบที่เป็นลายลักษณ์อักษรและเก็บรักษาไว้ในประวัติ ของเครื่องวัดแต่ละเครื่อง

- **ระบบคุณภาพ (Quality system)** หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยโครงสร้างขององค์กร หน้าที่ความรับผิดชอบ วิธีดำเนินการ กระบวนการและทรัพยากร สำหรับนำการบริหารงานคุณภาพไปปฏิบัติ (ISO 8402-3.8, Without the notes)
- **คู่มือคุณภาพ (Quality manual)** หมายถึง เอกสารที่ระบุนโยบายคุณภาพระบบคุณภาพและการปฏิบัติงานอย่างมี คุณภาพขององค์กร
  หมายเหตุ คู่มือคุณภาพอาจอ้างถึงเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านคุณภาพของห้องปฏิบัติการ
- **มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard)** หมายถึง วัตถุมาตรฐานซึ่งโดยทั่วไปจะต้องเป็นสิ่งที่มีคุณภาพด้านมาตรวิทยาสูง และมีให้ใช้ ณ สถานที่ที่กำหนดให้ การวัดต่างๆ จะกระทำการสอบเทียบได้จากสถานที่ที่วัตถุมาตรฐานนั้นติดตั้งอยู่ (VIM -6.08)
- **วัสดุอ้างอิง (Reference material)** หมายถึง วัสดุหรือสารที่มีสมบัติหนึ่งอย่างหรือหลายอย่างจัดทำมาอย่างดี สำหรับใช้สอบเทียบอุปกรณ์สำเร็จ ใช้ในการประเมินวิธีวัด หรือใช้ในการกำหนดค่าของวัสดุต่างๆ (ISO/Guide 30-2.1)
- **วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference material : CRM)** หมายถึง วัสดุอ้างอิงที่ค่าของสมบัติ อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้รับการรับรองโดยวิธีดำเนินการที่ถูกต้องทางวิชาการ พร้อมมีใบรับรองหรือสามารถสอบกลับไปยังใบรับรองหรือเอกสารอื่น ที่ออกโดยหน่วยงานที่ให้การรับรอง (ISO/Guide 30-2.2)
- **ความสอบกลับได้ (Traceability)** หมายถึง คุณสมบัติของผลการวัดที่สามารถความสัมพันธ์กับมาตรฐานที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปได้แก่ มาตรฐานระหว่างประเทศหรือมาตรฐานแห่งชาติ โดยการเปรียบเทียบอย่างต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ (VIM-6.12)
- **การทดสอบความชำนาญ (Proficiency testing)** หมายถึง การตรวจสมรรถนะในการสอบเทียบหรือการทดสอบของ ห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ (Interlaboratory Comparison) (ISO/IEC Guide 2-12.6, Amended)
- **ข้อกำหนด (Requirement)** หมายถึง การแปลความต้องการมาเป็นชุดของเกณฑ์คุณภาพเป็นข้อๆ ทั้งเชิงปริมาณหรือเชิงพรรณนา สำหรับลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น เพื่อที่จะทราบและสามารถตรวจสอบได้
- **การวัด (Measurement)** คือ ชุดของปฏิบัติการเพื่อตัดสินค่าของปริมาณที่ถูกวัด (Measurand) ด้วยการเปรียบเทียบกับ มาตรฐานหรือเครื่องมือวัด (Measurand คือ ปริมาณ

ใดๆ ที่ถูกนำมาวัด) (คำแปลมาจาก VIM - International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology)

- **ความถูกต้อง (Accuracy)** คือ ความสามารถเข้าใกล้ค่าจริง (True Value) ของผลการวัด หมายเหตุ True Value ในที่นี้คือ Conventional True Value (of a Quantity) คือ ค่าซึ่งแสดงคุณลักษณะของปริมาณเฉพาะเจาะจงที่ตกลงยอมรับ ร่วมกันจากที่ประชุม โดยมีค่าความไม่แน่นอนที่เหมาะสมสำหรับจุดประสงค์ที่กำหนด

2.3.4. องค์กรและการบริหาร

ห้องปฏิบัติการหรือองค์การที่มีห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งขององค์การ จะต้องเป็นนิติบุคคลที่สามารถรับผิดชอบงานได้ตามกฎหมาย ต้องรับผิดชอบในการดำเนินกิจกรรมทดสอบและสอบเทียบให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานนี้และเป็นไปตามความต้องการของผู้รับการบริการ หน่วยงานผู้มีอำนาจตามกฎหมาย หรือองค์การที่ให้การยอมรับ ระบบการบริหารงานต้องครอบคลุมงานที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่จัดตั้งแบบถาวร ชั่วคราว หรือเคลื่อนที่ ห้องปฏิบัติการ

- มีบุคลากรด้านการบริหารและด้านวิชาการ ต้องมีพร้อมซึ่งอำนาจหน้าที่และทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินงานตามหน้าที่
- มีการจัดการเพื่อให้มั่นใจว่าผู้บริหารและบุคลากรเป็นอิสระจากอิทธิพลต่างๆ ที่อาจมีผลต่อคุณภาพของงาน
- มีนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานหลีกเลี่ยงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมใดๆ ที่จะลดความเชื่อถือ ความสามารถ ความเป็นกลาง การตัดสินใจ
- กำหนดโครงสร้างองค์การและการบริหารของห้องปฏิบัติการ สถานะของห้องปฏิบัติการในองค์การใหญ่ และความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานคุณภาพ การดำเนินการทางวิชาการ และการบริการสนับสนุนต่าง ๆ
- กำหนดความรับผิดชอบ อำนาจหน้าที่ และความสัมพันธ์ระหว่างกันของบุคลากรทั้งหมดผู้ทำหน้าที่ในการบริหาร ปฏิบัติการ หรือทวนสอบงานที่มีผลต่อคุณภาพของการทดสอบหรือสอบเทียบ
- มีการควบคุมงานโดยบุคลากรที่คุ้นเคยกับวิธีและขั้นตอนการดำเนินงาน วัตถุประสงค์ของแต่ละการทดสอบหรือสอบเทียบ
- มีผู้บริหารด้านวิชาการ (technical management) ซึ่งรับผิดชอบทั้งหมดเกี่ยวกับการดำเนินการทางด้านวิชาการและการจัดหาทรัพยากรที่จำเป็น

- มีผู้บริหารด้านคุณภาพ (quality management) ซึ่งรับผิดชอบทั้งหมดเกี่ยวกับการดำเนินการทางด้านคุณภาพ สามารถติดต่อได้โดยตรงกับผู้บริหารระดับสูงสุด ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายหรือทรัพยากรของห้องปฏิบัติการ
- แต่งตั้งผู้ปฏิบัติงานแทนสำหรับบุคลากรที่สำคัญๆ ทางด้านการบริหารไม่อยู่
- ผู้บริหารสูงสุดต้องมั่นใจว่ามีการกำหนดกระบวนการสื่อสารที่เหมาะสมภายในห้องปฏิบัติการ มีประสิทธิผลของระบบการบริหารงาน

2.3.5. ระบบการบริหารงาน

ห้องปฏิบัติการต้องมีการจัดทำ นำไปใช้และรักษาระบบการบริหารงานที่เหมาะสมกับกิจกรรมของตน จัดทำเอกสารเกี่ยวกับนโยบาย ระบบ ขั้นตอนการดำเนินงาน และคำแนะนำต่างๆตามความจำเป็น เพื่อทำให้มั่นใจในคุณภาพผลการทดสอบหรือสอบเทียบ ระบบการบริหารงานจะต้องแจ้งให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทราบ ทำความเข้าใจ มีไว้ให้ใช้งาน และนำไปใช้ปฏิบัติ

เมื่อมีการกำหนดนโยบายของระบบการบริหารงานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของห้องปฏิบัติการไว้ในคู่มือคุณภาพ จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์โดยรวมและมีการทบทวนการบริหาร การระบุนโยบายคุณภาพจะต้องประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

- ข้อผูกพันของผู้บริหารของห้องปฏิบัติการให้มีการปฏิบัติงานอย่างมืออาชีพที่ดี
- การระบุของผู้บริหารเกี่ยวกับมาตรฐานการให้บริการของห้องปฏิบัติการ
- การกำหนดให้บุคลากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทดสอบและสอบเทียบภายในห้องปฏิบัติการ จะต้องทำความคุ้นเคยกับเอกสารคุณภาพ และนำนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานไปใช้ในงาน
- ข้อผูกพันของผู้บริหารของห้องปฏิบัติการที่จะปฏิบัติให้เป็นไปตามมาตรฐานและปรับปรุงประสิทธิผลของระบบการบริหารงานของห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง
- คู่มือคุณภาพต้องรวมถึงหรืออ้างอิงถึง ขั้นตอนการดำเนินงานสนับสนุนต่างๆ รวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานทางด้านวิชาการด้วย
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระบบการบริหารงานซึ่งได้มีการวางแผนและได้นำไปปฏิบัติแล้ว ผู้บริหารสูงสุดต้องมั่นใจว่ายังคงไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของระบบการบริหารงานไว้ได้

2.3.6. การควบคุมเอกสาร

ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำ และรักษาไว้ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานในการควบคุมเอกสารต่างๆ ทั้งหมดที่เป็นส่วนประกอบของระบบการบริหารงาน เช่น กฎ ระเบียบ มาตรฐาน เอกสารที่ใช้ดำเนินการทั่วไปอื่นๆ วิธีการทดสอบหรือสอบเทียบ เกณฑ์กำหนด คำแนะนำ และคู่มือการใช้งานต่างๆ บุคลากรในห้องปฏิบัติการต้องได้รับการทบทวน และอนุมัติให้ใช้โดยผู้มีอำนาจก่อนนำออกใช้ ต้อง

จัดทำบัญชีรายชื่อเอกสาร (master list) หรือมีขั้นตอนการดำเนินงานควบคุมเอกสารอย่างอื่นที่ ขั้นตอนการดำเนินงานที่รับมาใช้ต้องมั่นใจว่า

- เอกสารฉบับที่เหมาะสมที่ได้รับการอนุมัติ ต้องมีอยู่พร้อมใช้งานในทุกสถานที่ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ให้เกิดประสิทธิผลตามหน้าที่ต้องปฏิบัติของห้องปฏิบัติการ
- เอกสารต่างๆ ต้องทบทวนเป็นระยะๆ และถ้าจำเป็นให้มีการแก้ไขได้
- เอกสารที่ไม่ใช้แล้วหรือที่ยกเลิกแล้ว ต้องนำออกจากทุกจุดที่ออกหรือใช้งานโดยทันที
- เอกสารที่ยกเลิกแล้วแต่ยังจัดเก็บไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อเหตุผลทางกฎหมาย หรือเพื่อเป็นความรู้ ให้ทำเครื่องหมายที่เหมาะสมไว้
- เอกสารระบบการบริหารงานที่จัดทำโดยห้องปฏิบัติการต้องมีการชี้บ่งอย่างเป็นระบบ จะต้องรวมถึงวันเดือนปีที่ออกเอกสาร และ/หรือแก้ไข หมายเลขหน้า จำนวนหน้าทั้งหมด หรือเครื่องหมายแสดงหน้าสุดท้ายของเอกสารและผู้มีอำนาจออกเอกสาร
- การเปลี่ยนแปลงเอกสารต้องทบทวนและอนุมัติโดยผู้มีหน้าที่เดิมเป็นผู้ทบทวนเอกสารครั้งแรก นอกจากได้มีการมอบหมายไว้เป็นอย่างอื่นโดยเฉพาะ
- ถ้าระบบการควบคุมเอกสารของห้องปฏิบัติการ ยอมให้แก้ไขเอกสารด้วยลายมือได้จนกว่าจะออกเอกสารใหม่ การแก้ไขใดๆ ให้ทำเครื่องหมายให้เห็นอย่างชัดเจน ให้ลงชื่อกำกับพร้อมวันที่แก้ไข เอกสารที่แก้ไขดังกล่าวจะต้องออกฉบับใหม่อย่างเป็นทางการโดยเร็วเท่าที่สามารถปฏิบัติได้

2.3.7. ข้อร้องเรียน

ห้องปฏิบัติการต้องมีนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงาน ในการปฏิบัติการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับข้อร้องเรียนที่ได้รับจากลูกค้าหรือหน่วยงานอื่นๆ ต้องเก็บรักษาบันทึกต่างๆ ทั้งหมด ที่เกี่ยวกับข้อร้องเรียน และการสอบสวน และการปฏิบัติการแก้ไขต่างๆ ที่ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการ

2.3.8. การควบคุมบันทึก

ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำและรักษาขั้นตอนการดำเนินงานในการชี้บ่ง การรวบรวม การจัดทำดัชนี การเข้าถึงข้อมูล การเก็บเข้าแฟ้ม การเก็บรักษา การดูแลรักษา และการทำลายบันทึกคุณภาพและวิชาการต่างๆ บันทึกคุณภาพต้องรวมถึงรายงานจากการตรวจติดตามภายใน และการทบทวนการบริหาร รวมทั้งบันทึกต่างๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน

- บันทึกต่างๆ ทั้งหมดต้องอ่านง่ายชัดเจน และต้องจัดเก็บและรักษาในลักษณะที่ค้นหาได้ง่ายในสถานที่และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่
- บันทึกต่างๆ ทั้งหมดต้องได้รับการเก็บรักษาอย่างปลอดภัยและเป็นความลับ

- ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานในการป้องกัน และสำรองข้อมูลบันทึกต่างๆ ที่จัดเก็บไว้ในรูปอิเล็กทรอนิกส์ และมีการป้องกันการเข้าถึงหรือการแก้ไขบันทึกต่างๆโดยผู้ที่ไม่มีอำนาจ
- ห้องปฏิบัติการต้องเก็บบันทึกต่างๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตพบเบื้องต้น ข้อมูลที่วิเคราะห์ และข้อมูลต่างๆ ที่เพียงพอต่อการตรวจสอบย้อนกลับได้
- ข้อสังเกต ข้อมูล และการคำนวณต่างๆ ต้องได้รับการบันทึกในขณะที่ดำเนินการ และต้องชี้บ่งได้ว่าเป็นงานใด
- เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการบันทึก ต้องใช้วิธีขีดฆ่าข้อความที่ผิดพลาดออก ห้ามขูดลบ ทำให้เลอะเลือนหรือลบออกไป และให้ใส่ค่าที่ถูกต้องไว้ข้างๆ การแก้ไขดังกล่าวทั้งหมดในบันทึกต้องลงนาม หรือเซ็นชื่อย่อกำกับโดยผู้ที่ทำการแก้ไข

2.3.9. บุคลากร

ผู้บริหารห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจในความสามารถของบุคลากรที่ใช้เครื่องมือเฉพาะ ที่ดำเนินการทดสอบ หรือสอบเทียบ ที่ประเมินผล และที่ลงนามในรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ ในกรณีที่ใช้บุคลากรที่อยู่ในระหว่างการฝึกสอนงานต้องจัดให้มีการควบคุมงานตามความเหมาะสม บุคลากรผู้ที่ปฏิบัติงานเฉพาะทางต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านการศึกษา การฝึกอบรม ประสบการณ์ และความชำนาญที่แสดงให้เห็นเหมาะสมตามที่กำหนด

2.3.10. สถานที่และภาวะแวดล้อม

ห้องปฏิบัติการสำหรับการทดสอบหรือสอบเทียบ ต้องอยู่ในสภาพที่เอื้ออำนวยให้เกิดการทำการทดสอบหรือสอบเทียบได้อย่างถูกต้อง ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจไว้ว่าภาวะแวดล้อมจะไม่ทำให้มีผลกระทบ หรือเกิดความเสียหายต่อคุณภาพที่ต้องการของการวัดใดๆ การทดสอบหรือสอบเทียบที่ทำนอกสถานที่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

ห้องปฏิบัติการต้องมีการเฝ้าระวัง ควบคุมและบันทึกภาวะแวดล้อมต่างๆตามที่กำหนดไว้ในเกณฑ์กำหนด วิธีการและขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง หรือในกรณีที่ภาวะแวดล้อมต่างๆ นั้นมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลทดสอบหรือสอบเทียบ ต้องให้ความสนใจตามความเหมาะสมต่อกิจกรรมทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การฆ่าเชื้อทางชีววิทยา ฝุ่น การรบกวนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสี ความชื้น แหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และระดับเสียงและการสั่นสะเทือน จะต้องหยุดการทดสอบและสอบเทียบ ถ้าภาวะแวดล้อมทำให้ผลการทดสอบหรือสอบเทียบเสียหาย หากมีกิจกรรมที่เข้ากันไม่ได้ ต้องมีการแบ่งแยกพื้นที่ข้างเคียงออกจากกันอย่างมีประสิทธิผล ต้องมีมาตรการในการป้องกันการปนเปื้อนหรือรบกวนซึ่งกันและกัน

ห้องปฏิบัติการต้องมีการควบคุมการเข้าออก และการใช้พื้นที่ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการทดสอบหรือสอบเทียบ ห้องปฏิบัติการต้องพิจารณาขอบเขตการควบคุมตามภาวะแวดล้อมเฉพาะของการทดสอบหรือสอบเทียบนั้นๆ

2.3.11. เครื่องมือ

ห้องปฏิบัติการต้องมีเครื่องมือในการวัดและการทดสอบที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการที่ถูกต้องของการทดสอบหรือสอบเทียบ ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่อยู่นอกเหนือการควบคุมแบบถาวร ต้องมั่นใจว่าเครื่องมือนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน เครื่องมือต้องถูกใช้งานโดยบุคลากรที่ได้รับมอบหมาย คู่มือใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องมือที่ทันสมัย ต้องมีพร้อมใช้งานโดยบุคลากรที่เหมาะสมของห้องปฏิบัติการ มีการเก็บรักษาบันทึกเกี่ยวกับเครื่องมือแต่ละเครื่องที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทดสอบ หรือสอบเทียบ บันทึกต่างๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้:

- การชี้บ่งเฉพาะของเครื่องมือ
- ชื่อผู้ผลิต ชนิดของเครื่องมือ และหมายเลขเครื่องหรือการชี้บ่งเฉพาะอื่น ๆ
- บันทึกการตรวจสอบว่าเครื่องมือเป็นไปตามข้อกำหนดรายการ
- สถานที่ตั้งปัจจุบัน
- คู่มือการใช้เครื่องมือจากผู้ผลิต
- วันเดือนปี ผลสอบเทียบ และสำเนารายงานผลและใบรับรองการสอบเทียบทั้งหมด
- แผนการบำรุงรักษาตามความเหมาะสม และการบำรุงรักษาที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

ความชำรุดเสียหายใดๆ ความบกพร่อง การดัดแปลงหรือการซ่อมแซมใดๆ ที่กระทำต่อเครื่องมือ

2.3.12. ความสอบกลับได้ของการวัด

เครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบหรือสอบเทียบ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนการวัด ที่มีผลกระทบอย่างสำคัญต่อค่าความแม่นหรือความใช้ได้ของผลการทดสอบ สอบเทียบ หรือการชักตัวอย่าง ต้องได้รับการสอบเทียบก่อนนำไปใช้งาน

2.3.13. การจัดการตัวอย่างทดสอบและสอบเทียบ

ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานในการขนส่ง การรับ การจัดการ การป้องกัน การเก็บรักษา การจัดเก็บตามระยะเวลาที่กำหนดหรือการทำลายตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ รวมถึงการจัดให้มีสิ่งที่จำเป็นทั้งหมดในการรักษาความสมบูรณ์ของตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ และการปกป้องผลประโยชน์ของห้องปฏิบัติการ

ในการรับตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ ต้องบันทึกความผิดปกติใดๆ หรือความแตกต่างจากสภาพปกติหรือสภาวะที่ระบุตามที่อธิบายในวิธีการทดสอบหรือสอบเทียบ ในกรณีที่มีข้อสงสัยถึงความเหมาะสมของตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ หรือกรณีที่ตัวอย่างไม่เป็นไปตามรายละเอียดที่จัดทำไว้ หรือการทดสอบหรือสอบเทียบที่ต้องการไม่ระบุรายละเอียดที่มากพอ ห้องปฏิบัติการต้องหารือผู้รับบริการเพื่อรับข้อแนะนำเพิ่มเติมก่อนดำเนินการต่อไป และต้องบันทึกรายละเอียดการหารือดังกล่าวไว้

ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมในการป้องกันการเสื่อมสภาพการสูญหาย หรือการเสียหาย ที่จะเกิดแก่ตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ ระหว่างการเก็บรักษา การจัดการและการเตรียม คำแนะนำในการจัดการตัวอย่างที่มีมาพร้อมกับตัวอย่างจะต้องปฏิบัติตาม ในกรณีที่ต้องมีการเก็บรักษาตัวอย่างหรือปรับภาวะภายใต้ภาวะแวดล้อมที่กำหนด ภาวะดังกล่าวนี้ต้องได้รับการรักษา เฝ้าระวังและบันทึกไว้ด้วย

2.3.14. วิธีทดสอบและวิธีสอบเทียบ

ห้องปฏิบัติการต้องใช้วิธีการ และขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสม สำหรับการทดสอบหรือสอบเทียบทั้งหมดที่อยู่ภายในขอบข่ายของการทดสอบหรือการสอบเทียบ วิธีการเหล่านี้รวมถึงการชักตัวอย่าง การจัดการตัวอย่าง การขนย้าย การเก็บรักษา และการเตรียมตัวอย่างที่จะทดสอบหรือสอบเทียบ มีคำแนะนำในการใช้และการปฏิบัติการเกี่ยวกับเครื่องมือที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและในการจัดการและเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบหรือสอบเทียบหรือทั้งสองประการ มาตรฐาน คู่มือ และข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานของห้องปฏิบัติการ ต้องดูแลให้ทันสมัยอยู่เสมอ และต้องจัดทำไว้ให้มีพร้อมสำหรับเจ้าหน้าที่ใช้งาน การปฏิบัติเบี่ยงเบนไปจากวิธีทดสอบและสอบเทียบ จะทำได้เฉพาะกรณีที่การเบี่ยงเบนนั้นได้จัดทำไว้เป็นเอกสาร มีการพิจารณาความเหมาะสมทางด้าน

2.3.15. การรายงานผล

ผลของแต่ละการทดสอบ สอบเทียบ หรือแต่ละชุดของการทดสอบหรือสอบเทียบที่ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการ ต้องมีการรายงานอย่างถูกต้อง ชัดเจน ไม่คลุมเครือ และตรงตามวัตถุประสงค์ และเป็นไปตามคำแนะนำที่ระบุใดๆ ในวิธีการทดสอบหรือสอบเทียบตามปกติผลที่ได้จะต้องรายงานในรูปรายงานผลการทดสอบ หรือใบรับรองการสอบเทียบ รายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบแต่ละฉบับ อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ ยกเว้นกรณีที่ห้องปฏิบัติการมีเหตุผลสมควรที่จะไม่ปฏิบัติตาม

- หัวเรื่อง
- ชื่อ และที่อยู่ของห้องปฏิบัติการ และสถานที่ที่ทำการทดสอบหรือสอบเทียบ ในกรณีที่อยู่คนละที่กับห้องปฏิบัติการ
- การชี้บ่งเฉพาะของรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบ และมีการชี้บ่งแต่ละหน้า
- ชื่อและที่อยู่ของผู้ใช้บริการ
- ระบุวิธีที่ใช้
- รายละเอียดลักษณะสภาพและการชี้บ่งอย่างไม่คลุมเครือของตัวอย่างที่ทดสอบ
- วันเดือนปีที่รับตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ
- การอ้างถึงแผนการชักตัวอย่าง และขั้นตอนที่ดำเนินงานโดยห้องปฏิบัติการหรือหน่วยงานอื่น
- ผลการทดสอบหรือสอบเทียบ พร้อมกับหน่วยของการวัดตามความเหมาะสม
- ชื่อ หน้าที่ และลายมือชื่อ หรือการชี้บ่งอื่นที่เทียบเท่าของบุคคลที่มีอำนาจหน้าที่ในการออกรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบ

ข้อความที่ระบุว่ารายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบหรือ สอบเทียบเท่านั้น แล้วแต่กรณี

2.4. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา

2.4.1. เครื่อง Spectrophotometer model UH5300

เลขครุภัณฑ์: 1-K0508-FA17-34240070007/001-62

ปีงบประมาณที่จัดซื้อ: 2562

Double Beam Spectrophotometer รุ่น UH-5300 แบรนด์ Hitachi รหัสสินค้า: UVVis-UH5300-Hitachi โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่สามารถใช้งานในช่วงแสง Ultraviolet และ Visible light สามารถควบคุมการทำงานผ่าน ระบบ Computer เหมาะสำหรับงาน Routine และ Research ช่วยในการกำหนดชนิดและหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างได้

ลักษณะทางเทคนิค

1) ควบคุมการทำงานผ่านระบบ Computer
2) สามารถวัดค่าการดูดกลืนในช่วงความยาวคลื่น 190 ถึง 1,100 นาโนเมตร
3) ค่าความถูกต้องของความยาวคลื่น (Wavelength accuracy) คลาดเคลื่อนไม่เกิน ±0.3 นาโนเมตรที่ความยาวคลื่น 260.6, 484.3 และ 881.9 นาโนเมตร

4) ค่าความเที่ยงตรงในการทำซ้ำของการวัดความยาวคลื่น ±0.1 นาโนเมตร
5) ระบบการแยกแสงด้วย แบบ Czerny-Turner mount โดยใช้ Diffraction grating แยกแสงชนิดทางเดินลำแสงคู่ (Double Beam)
6) มีตัวตรวจวัด (Detector) ชนิด Silicon photodiode
7) มีหลอดกำเนิดแสงชนิด Xenon Flash Lamp พร้อมรับประกันอายุการใช้งานของหลอดกำเนิดแสงไม่น้อยกว่า 7 ปี
8) มีขนาดความกว้างของลำแสงผ่าน (Spectral band width) 1.0 นาโนเมตร
9) มีค่าความเสถียรเส้นฐาน (Baseline Stability) ไม่เกิน 0.0005 Abs/h และความเรียบของเส้นฐาน(Baseline Flatness) ±0.0009 Abs (200-950 nm)
10) มีค่าแสงรบกวน (Stray light) ที่ 198 nm (KCl) 1.0% หรือ น้อยกว่า และ ที่ 220 nm (NaI) 0.05%หรือน้อยกว่า
11) สามารถเลือกหัวข้อในการวัดได้ 3 แบบ ได้แก่
    (1) Absorbance (Abs) ในช่วง -3 ถึง 3 Abs
    (2) Transmittance (%T) ในช่วง 0 ถึง 300%T
    (3) Concentration
12) มีค่าความถูกต้องในการวัดแสง (Photometric Accuracy)
    ไม่เกิน ± 0.002 Abs ในช่วงการวัดตั้งแต่ 0 ถึง 0.5 Abs
    ไม่เกิน ± 0.004 Abs ในช่วงการวัดตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.0 Abs
13) มีค่าความแม่นยำของการวัดแสง (Photometric Repeatability) ± 0.002 Abs ในช่วงการวัดตั้งแต่ 0 ถึง 1.0 Abs
14) มี USB Port สำหรับการเก็บข้อมูล ติดตั้งที่ตัวเครื่อง และ Lan port สำหรับการต่อรวมกับ computer
15) เครื่องมีโปรแกรมในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวเองและสามารถพิมพ์ผลการตรวจสอบได้ และมีโปรแกรมสำหรับการทำ Maintenance ตัวเครื่องอัตโนมัติ
16) สามารถเช็คอายุและความเป็นปกติของ หลอด (Lamp) ได้
17) เลือกความเร็วในการสแกนความยาวคลื่นได้ 10 แบบ ดังนี้ 10, 40, 100, 200, 400, 800, 1,200,2,400, 4,800 และ 6,000 นาโนเมตร/นาที
18) เลือกค่าการตอบรับ (Response) ได้ 3 ระดับคือ เร็ว, ปานกลาง, ช้า
19) มีสัญญาณรบกวน (Noise level) ไม่เกิน 0.0001 Abs
20) มี 6-Position Cell Holder Automatic สำหรับ Cell ขนาด 10 mm. จำนวน 1 ชุด พร้อม glass cell ขนาด 10 mm. จำนวนไม่น้อยกว่า 5 อัน และ quartz cell ขนาด 10 mm. จำนวนไม่น้อยกว่า 2 อัน มี UV Solution Program จำนวน 1 ชุด

รูปที่ 2.3 แสดงเครื่อง Spectrophotometer model UH5300

2.4.2. เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter

เลขครุภัณฑ์: 2-K0508-FA17-66300020001/001-59

ปีงบประมาณที่จัดซื้อ: 2559

เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter ออกแบบสำหรับการใช้งานเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ สามารถวัดได้ทั้งค่า pH ความนำไฟฟ้า TDS ความเค็ม ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ORP และ ISE ซึ่งเครื่องวัดค่าอเนกประสงค์แบบพกพา Hach HQ40D คือเครื่องวัดค่าดิจิทัลแบบช่องคู่ขนาดพกพาที่ล้ำสมัย ซึ่งทำหน้าที่คาดเดาค่าต่างๆ แบบคร่าวๆ ได้ Hach HQD มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัลผสานไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ ความยืดหยุ่น และความง่ายดายในการใช้งาน HQD เครื่องวัดค่าขนาดพกพาเชื่อมต่อกับอิเล็กโทรดอัจฉริยะ Intellical ได้มากมาย โดยสามารถใช้งานกับพารามิเตอร์ ตัวอย่าง และสภาพแวดล้อมการทำงานที่แตกต่างกันได้หลากหลายประเภท เพื่อวัดคุณภาพน้ำรวมถึงกระบวนการด้านสิ่งแวดล้อมและการบำบัดของเสีย หัววัด Intellical สามารถจดจำพารามิเตอร์การวัดได้โดยอัตโนมัติ รวมทั้งบันทึกประวัติการสอบเทียบและการตั้งค่าวิธีการเพื่อลดความผิดพลาดและเวลาในการตั้งค่า หัววัด Intellical รุ่นใช้งานภายนอกนั้นมีความทนทานและทนต่อความเสียหายอย่างมาก และมีสายเคเบิลให้เลือกใช้หลายขนาด

ในชุดประกอบด้วย

- มิเตอร์แบบพกพา HQ40D
- แบตเตอรี่ AA 4 ก้อน
- อะแดปเตอร์พลังงาน
- อะแดปเตอร์พลังงาน USB/DC สำหรับถ่ายโอนข้อมูล
- คำแนะนำในการใช้งานเบื้องต้นและคู่มือใช้งาน

- กล่องขนาดมาตรฐานสำหรับใช้งานในภาคสนาม
- ปลอกป้องกันสำหรับมิเตอร์เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ
- ภาชนะใส่ตัวอย่าง 120 มล.

รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุไร โชติชนาทวีวงศ์ (2551) ทำการวิจัยเชิงพรรณนาใช้รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิเรื่อง สภาพปัญหาและแนวทางการพัฒนาความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์สุขภาพสู่การรับรองตามมาตรฐาน โดยการนำรายงานผลการตรวจประเมินจริง ณ ห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ยื่นขอการรับรองใหม่จำนวน 53 แห่ง และห้องปฏิบัติการที่ขอขยายขอบข่ายและได้รับการตรวจเฝ้าระวังในคราวเดียวกันจำนวน 32 แห่ง จากสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 นำมาคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของข้อบกพร่องที่ตรวจพบ และนำมาสรุปเรียงลำดับความถี่ของข้อบกพร่องที่ตรวจพบ โดยผลจากการประเมินเพื่อการเฝ้าระวังห้องปฏิบัติการที่ผ่านการทดสอบแล้วพบว่าไม่ปฏิบัติการตามนโยบายข้อกำหนดและเงื่อนไขการให้การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการของสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ทั้งยังพบปัญหาด้านการบริหารน้อยกว่าด้านวิชาการ และพบว่าห้องปฏิบัติการดำเนินการไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 โดยพบข้อบกพร่องเกี่ยวกับข้อกำหนดด้านการบริหารร้อยละ 37.96 และด้านวิชาการร้อยละ 62.04 ส่วนใหญ่เป็นเป็นข้อบกพร่อง

เกี่ยวกับการควบคุมเอกสาร บุคลากรขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทดสอบ และการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีทดสอบ

โลมไสล และคณะ (2559) ทำการวิจัยนำระบบฐานข้อมูลมาใช้ในการจัดการเอกสารคุณภาพให้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำฐานข้อมูลมาประยุกต์ใช้งานควบคุมเอกสาร ขั้นตอนของการพัฒนา ผู้ศึกษาเลือกพัฒนาระบบการจัดการเอกสารคุณภาพ บนโปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซส ซึ่งมีข้อดีคือ ง่ายในการพัฒนา เป็นระบบที่มีราคาถูก ใช้กันอย่างแพร่หลายและจัดหาได้ทั่วไป แต่โปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซส ก็มีข้อจำกัดหลายอย่าง จึงเหมาะสำหรับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็ก มีความซับซ้อนไม่มากนัก หลังจากพัฒนาเสร็จแล้ว ระบบการจัดการเอกสารคุณภาพได้ถูกนำไปวางไว้ในคอมพิวเตอร์เซิฟเวอร์เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษาที่เป็นระบบเช่นเดียวกับระบบฐานข้อมูลอื่นๆ ของหน่วยงาน ผู้ใช้จะเข้าถึงโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบการจัดการเอกสารคุณภาพที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้งานของผู้ควบคุมเอกสาร มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยให้การจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของเอกสารคุณภาพเป็นระบบสามารถทวนสอบได้อย่างรวดเร็ว สร้างความพึงพอใจให้กับผู้ควบคุมเอกสารและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

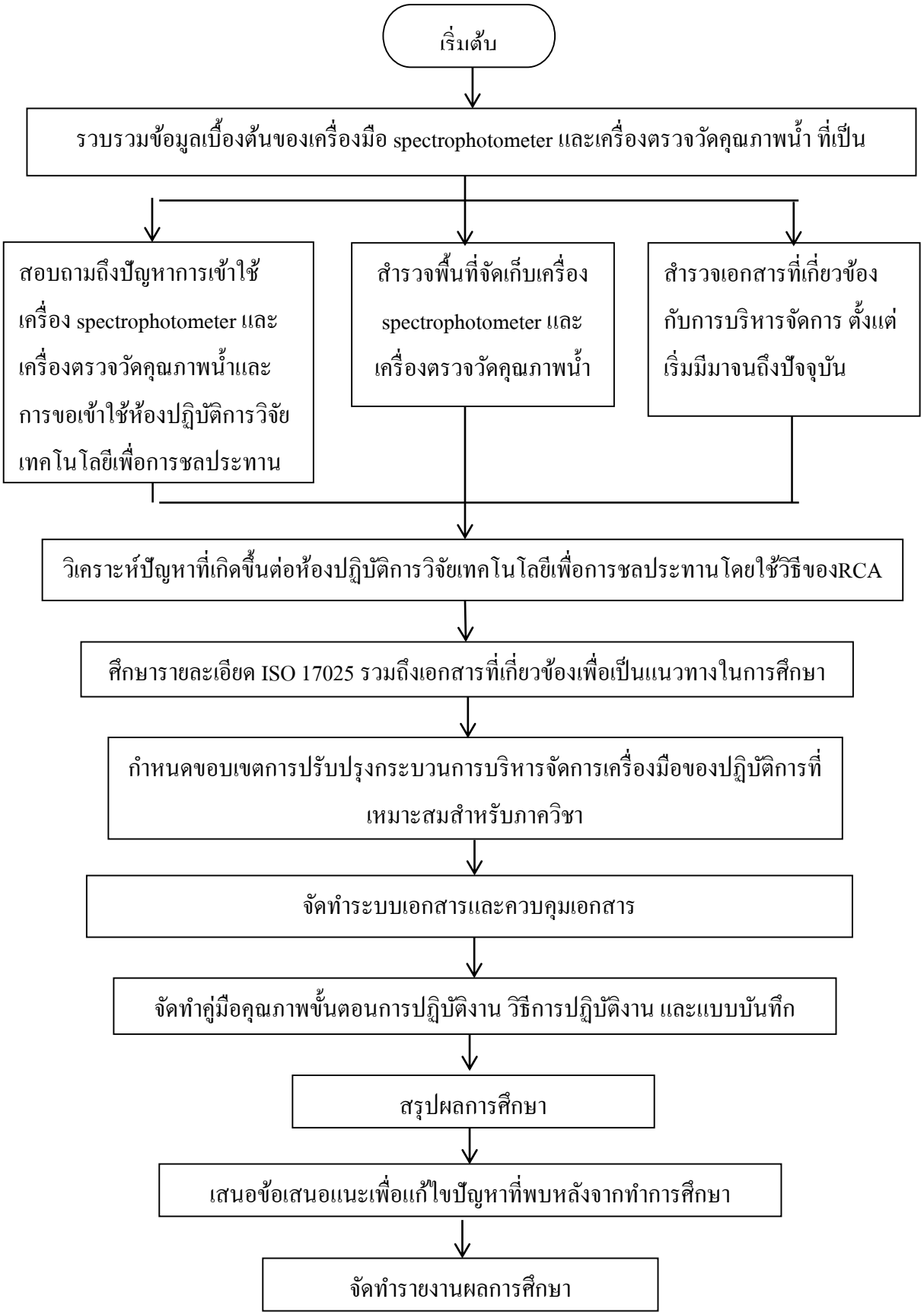
เสาวนีย์ และคณะ (2556) ทำการศึกษาเน้นไปที่ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่ให้บริการทดสอบสาธารณะโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แนวโน้มและสาเหตุข้อบกพร่องจากการตรวจประเมินรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบด้านสาธารณสุขที่ให้บริการทดสอบสาธารณะทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ รูปแบบการศึกษาเฉพาะ เป็นการศึกษาโดยเก็บรวบรวมข้อมลจากแบบสรุปรายงานผลการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการที่ได้รับการตรวจประเมิน ณ ห้องปฏิบัติการภาครัฐที่ให้บริการสาธารณะ จำนวน 73 แห่ง และภาคเอกชนที่ให้บริการทดสอบสาธารณะจำนวน 15 แห่ง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่และได้ทำการสรุปและทำการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องที่พบสูงสุดของห้องปฏิบัติการในการนำมาพัฒนาปรับปรุงระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบด้านสาธารณสุขที่ให้บริการสาธารณะทั้งภาครัฐและภาคเอกชนอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดจำนวนข้อบกพร่องให้น้อยลง และเพื่อรักษาระบบบริหารคุณภาพการเป็นหน่วยให้บริการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1. ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงาน

1) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องมือ spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ ที่เป็นกรณีศึกษา
    (1) สอบถามถึงปัญหาการเข้าใช้เครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการขอเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน โดย คุณระวี อยู่สำราญ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานเป็นผู้ให้ข้อมูล
    (2) สำรวจพื้นที่จัดเก็บเครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ
    (3) สำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ ตั้งแต่เริ่มมีมาจนถึงปัจจุบัน
2) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน โดย Root Cause Analysis ด้วยวิธีแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือ แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)
3) ศึกษารายละเอียด ISO 17025 รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา
4) กำหนดขอบเขตการปรับปรุงกระบวนการบริหารจัดการเครื่องมือของปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับภาควิชา
5) จัดทำระบบเอกสารและควบคุมเอกสารที่เหมาะสมสำหรับภาควิชา
6) จัดทำคู่มือคุณภาพขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการปฏิบัติงาน และแบบบันทึก
7) สรุปผลการศึกษา
8) เสนอข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบหลังจากทำการศึกษา
9) จัดทำรายงานผลการศึกษา



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงาน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1. การสำรวจการจัดเก็บครุภัณฑ์ปัจจุบัน

ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม เป็นห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

รูปที่ 4.1 แสดงห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

รูปที่ 4.2 แสดงพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

รูปที่ 4.3 แสดงตู้จัดเก็บอุปกรณ์

4.2. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสภาพปัจจุบันของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

จากการศึกษาห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานได้ทำการศึกษาถึงปัญหาเป็น 3 ส่วนคือ

1) การขอยืม-คืนเครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ

2) การขอเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

3) พื้นที่การจัดเก็บเครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ

โดยคุณระวี อยู่สำราญ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานเป็นผู้ให้ข้อมูล พบว่า

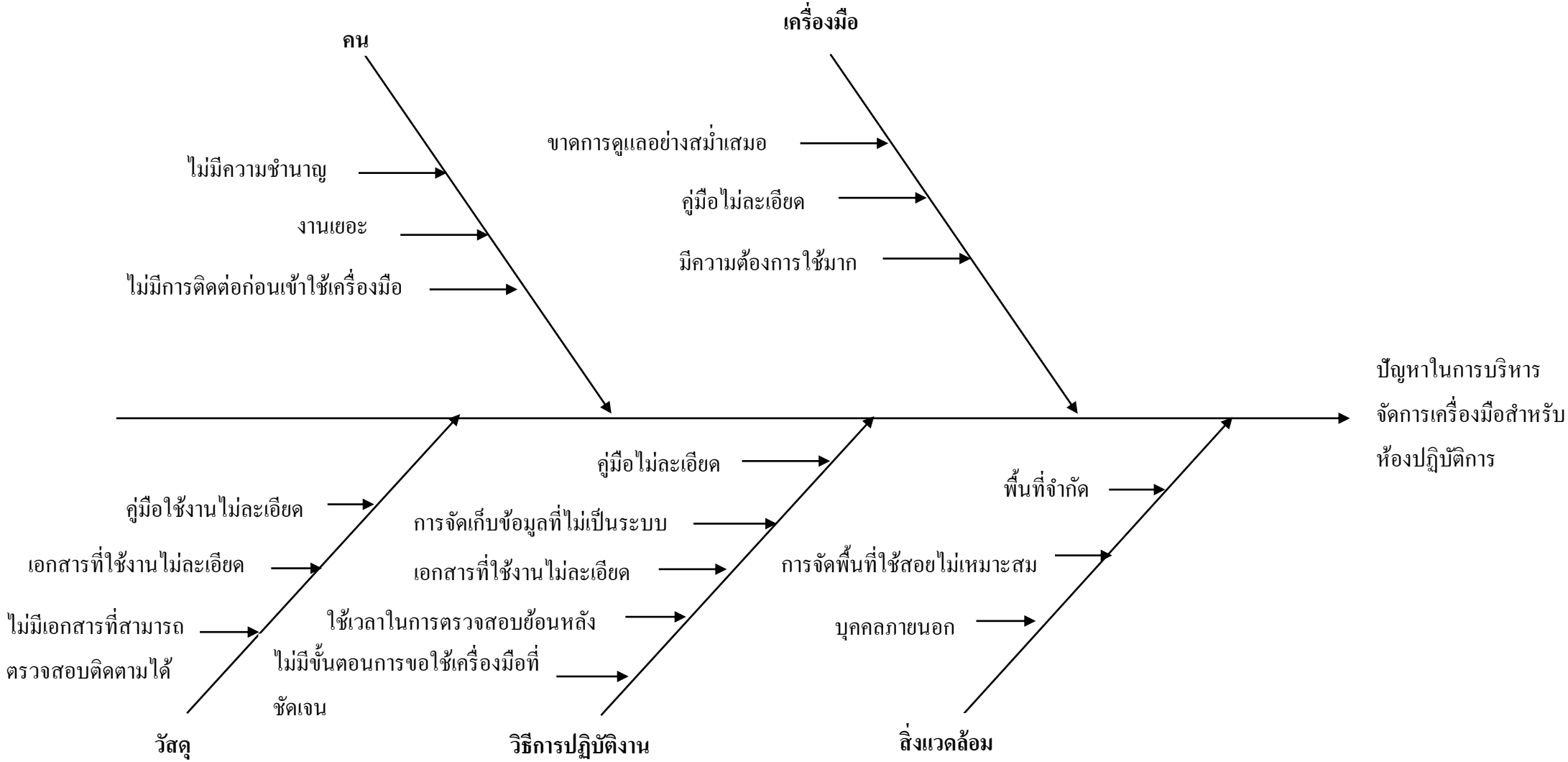
- การขอยืม-คืนเครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ พบว่าผู้ใช้เข้ามาใช้โดยไม่ติดต่อผู้ดูแล และไม่เขียนใบยืมครุภัณฑ์ที่เป็นลายลักษณ์อักษรว่าผู้ใดเป็นคนใช้ครุภัณฑ์นั้นในช่วงเวลานั้น เมื่อครุภัณฑ์เกิดการชำรุดจึงไม่ทราบว่าผู้ใดเป็นคนใช้งานครั้งสุดท้าย และครุภัณฑ์ชำรุดตั้งแต่เมื่อไร
- การขอเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน พบว่าห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมชลประทานได้เปิดประตูห้องไว้ตลอดเวลา และมีบุคคลภายนอกเข้ามาได้อย่างอิสระ จึงไม่อาจทราบได้ว่ามีผู้ใดเข้าไปใช้ครุภัณฑ์หรือนำครุภัณฑ์ออกจากห้องปฏิบัติการบ้าง ทำให้ผู้ดูแลนั้นดูแลห้องปฏิบัติการได้ยาก
- พื้นที่การจัดเก็บเครื่อง spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ พบว่า เนื่องจากห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมชลประทานมีพื้นที่การจัดเก็บครุภัณฑ์อย่างจำกัดจึงทำให้เครื่อง spectrophotometer นั้นต้องวางรวมไว้กับครุภัณฑ์ชนิดอื่นจึงทำให้ไม่ทราบว่าเครื่อง

spectrophotometer มีอุปกรณ์อื่นที่ต้องใช้ร่วมกันหรือไม่ ส่วนเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำนั้นไม่มีปัญหาสำหรับพื้นที่จัดเก็บเพราะมีพื้นที่จัดเก็บสำหรับเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำไว้แล้ว

- คู่มือการใช้งานที่ไม่ละเอียด เนื่องจากเครื่องมือส่วนใหญ่ที่ซื้อมาจากต่างประเทศเมื่อมีคู่มือใช้งานเป็นภาษาไทยจะเป็นคู่มือที่ไม่ละเอียดพอ ทำให้บางคนที่เข้ามาใช้งานไม่สามารถอ่านหรือทำความเข้าใจกับเครื่องมือนั้นได้

รูปที่ 4.4 แสดงพื้นที่จัดตั้งเครื่อง Spectrophotometer

รูปที่ 4.5 แสดงการจัดเก็บเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ



รูปที่ 4.6 แผนผังก้างปลาแสดงที่มาปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ

จากข้อมูลดังกล่าว นำมาวิเคราะห์และจัดทำเป็นแผนผังแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือ แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) ได้ดังรูปที่ 4.6 และมีรายละเอียดที่มาของปัญหาดังนี้

1) คน

- ไม่มีความชำนาญ เนื่องจากปัจจุบันในห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่ทันสมัยจึงทำให้เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการไม่สามารถที่จะใช้หรือสอนคนที่เข้ามาขอใช้ได้
- งานเยอะ เนื่องจากเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการมีงานที่ต้องรับผิดชอบหลายด้าน จึงทำให้มีความผิดพลาดในการดูแลได้
- ไม่มีการติดต่อก่อนเข้าใช้เครื่องมือ สาเหตุเกิดจากประตูห้องปฏิบัติการเปิดตลอดเวลาจึงมีการเข้าไปใช้เครื่องมือได้อย่างอิสระ

2) เครื่องมือและอุปกรณ์

- ขาดการดูแลอย่างสม่ำเสมอ สาเหตุเกิดจากปัจจุบันยังไม่มีการบันทึกในการดูแลที่ชัดเจนจึงไม่อาจตรวจสอบได้ว่าเครื่องมือนั้นได้รับการดูแลแล้วหรือไม่
- คู่มือใช้งานไม่ละเอียด สาเหตุเกิดจากเครื่องมือส่วนใหญ่มาจากต่างประเทศ เมื่อมีคู่มือเป็นภาษาไทยจะเป็นคู่มือที่ไม่ละเอียดพอที่จะอ่านและทำความเข้าใจได้
- มีความต้องการใช้มาก เนื่องจากเครื่องมือมีความทันสมัยและง่ายต่อการใช้ง่ายจึงมีผู้ต้องการใช้เป็นจำนวนมาก
- เครื่องมือยากในการค้นหา สาเหตุเกิดจากเครื่องมือมีสถานที่จัดเก็บต่างกัน ทำให้ไม่ทราบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันอยู่ที่ใดบ้าง

3) วัสดุ

- คู่มือใช้งานไม่ละเอียด สาเหตุเกิดจากเครื่องมือส่วนใหญ่มาจากต่างประเทศ เมื่อมีคู่มือเป็นภาษาไทยจะเป็นคู่มือที่ไม่ละเอียดพอที่จะอ่านและทำความเข้าใจได้
- เอกสารที่ใช้งานไม่ละเอียด
- ไม่มีเอกสารที่สามารถตรวจสอบติดตามได้

4) วิธีการปฏิบัติงาน

- คู่มือไม่ละเอียด สาเหตุเกิดจากเครื่องมือส่วนใหญ่มาจากต่างประเทศ เมื่อมีคู่มือเป็นภาษาไทยจะเป็นคู่มือที่ไม่ละเอียดพอที่จะอ่านและทำความเข้าใจได้
- การจัดเก็บข้อมูลที่ไม่เป็นระบบ
- เอกสารที่ใช้งานไม่ละเอียด
- ใช้เวลาในการตรวจสอบย้อนหลัง

- ไม่มีขั้นตอนการขอใช้เครื่องมือที่ชัดเจน

5) สิ่งแวดล้อม

- พื้นที่จำกัด
- การจัดพื้นที่ใช้สอยไม่เหมาะสม สาเหตุเกิดจากพื้นที่ที่มีจำกัด ทำให้เครื่องมือบางอย่างที่ใช้ร่วมกันต้องวางรวมกับเครื่องมือชนิดอื่น จึงทำให้ไม่รู้ว่าเครื่องมือนั้นมีอุปกรณ์อย่างอื่นใช้ร่วมกันหรือไม่
- บุคคลภายนอก สาเหตุเกิดจากประตูห้องปฏิบัติการเปิดไว้ตลอดเวลา ทำให้มีบุคคลภายนอกเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการได้อย่างอิสระ จึงไม่อาจทราบได้ว่าใครเข้ามาใช้เครื่องมือหรือนำเครื่องมือออกไปบ้าง

จากสาเหตุของปัญหาที่พบ จึงได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาในในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
- ไม่มีการติดต่อก่อนเข้าใช้เครื่องมือ - บุคคลภายนอก	ควบคุมการเปิด-ปิดห้องปฏิบัติการ ชี้แจงข้อควรปฏิบัติการขอเข้าใช้อย่างชัดเจน เช่นควรติดต่อก่อนกี่วัน ต้องใช้เอกสารอะไรบ้าง และควรติดต่อที่ไหน
- คู่มือใช้งานไม่ละเอียด	จัดทำคู่มือการใช้งานที่อธิบายละเอียดมากขึ้น
- เครื่องมือยากในการค้นหา	จัดทำเอกสารระบุรายละเอียดเครื่องมือ รวมถึงสถานที่จัดเก็บของเครื่องมือนั้นๆ
- การจัดเก็บข้อมูลที่ไม่เป็นระบบ - ใช้เวลาในการตรวจสอบย้อนหลัง	แยกการจัดเก็บเป็นประเภทที่ชัดเจนและมีสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสมกับเอกสาร
- ขาดการดูแลเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ	บันทึกการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างชัดเจน เช่น ระบุระยะเวลาที่ต้องทำการบำรุงรักษาของเครื่องมือนั้นๆ รวมถึงตรวจสอบแต่ละเดือนว่ามีเครื่องมือใดที่ต้องดูแลบำรุงรักษาบ้าง
- พื้นที่จำกัด - การจัดพื้นที่ใช้สอยไม่เหมาะสม	ระบุพื้นที่อย่างชัดเจน เช่น พื้นที่ส่วนนี้มีเครื่องมืออะไรติดตั้งอยู่บ้าง และตู้จัดเก็บมีการจัดเก็บอะไรไว้ในตู้บ้าง รวมถึงการระบุถึงพื้นที่ในส่วนต่างๆของห้องปฏิบัติการ

4.3. การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดนั้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่พร้อมของระบบของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน จึงได้กำหนดขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำเอกสารเป็นหลักเพื่อตอบโจทย์ถึงการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน โดยให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 17025 เฉพาะในบางหัวข้อ ได้แก่ ระบบคุณภาพ, สถานที่และสิ่งแวดล้อม, เครื่องมือและวัสดุอ้างอิง, วิธีการทดสอบ และการบันทึก โดยมีเครื่องมือของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน เป็นกรณีศึกษา ซึ่งได้กำหนดการระบุชี้เอกสาร การกำหนดอักษรและหมายเลขกำกับเอกสารและการใช้หมายเลขระบุชี้ครั้งที่ทำการแก้ไขจะใช้หลักการดังนี้

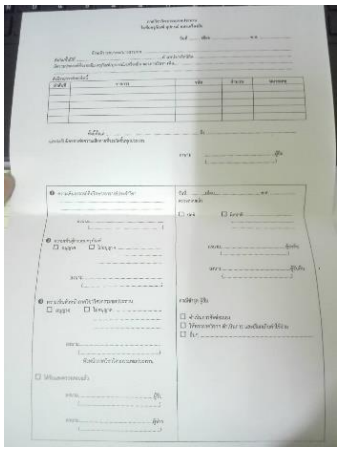
คค-ส000	คค คือ ควบคุมคุณภาพ	ส คือ เอกสารการสอนงาน	000 คือ หมายเลขกำกับ
คค-ฟ000	คค คือ ควบคุมคุณภาพ	ฟ คือ ฟอร์ม	000 คือ หมายเลขกำกับ

โดยการศึกษานี้ได้จัดทำเอกสารขึ้นทั้งสิ้น 8 เอกสาร โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

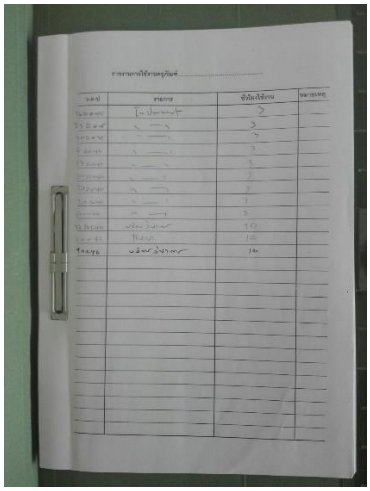
1) เอกสารที่ใช้ได้กับเครื่องมือของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานทั้งหมด 4 เอกสาร ได้แก่

- คค-ฟ003 แบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์
- คค-ฟ004 แบบฟอร์มบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
- คค-ฟ005 แบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี
- คค-ฟ006 แบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์

จากการรวบรวมเอกสารในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ พบว่า แบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเอกสารการบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ไม่เป็นเอกสารคุณภาพ และไม่พบเอกสารแบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี และแบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจัดทำเอกสารขึ้นใหม่ โดยเอกสารจะอยู่ในภาคผนวก ก.

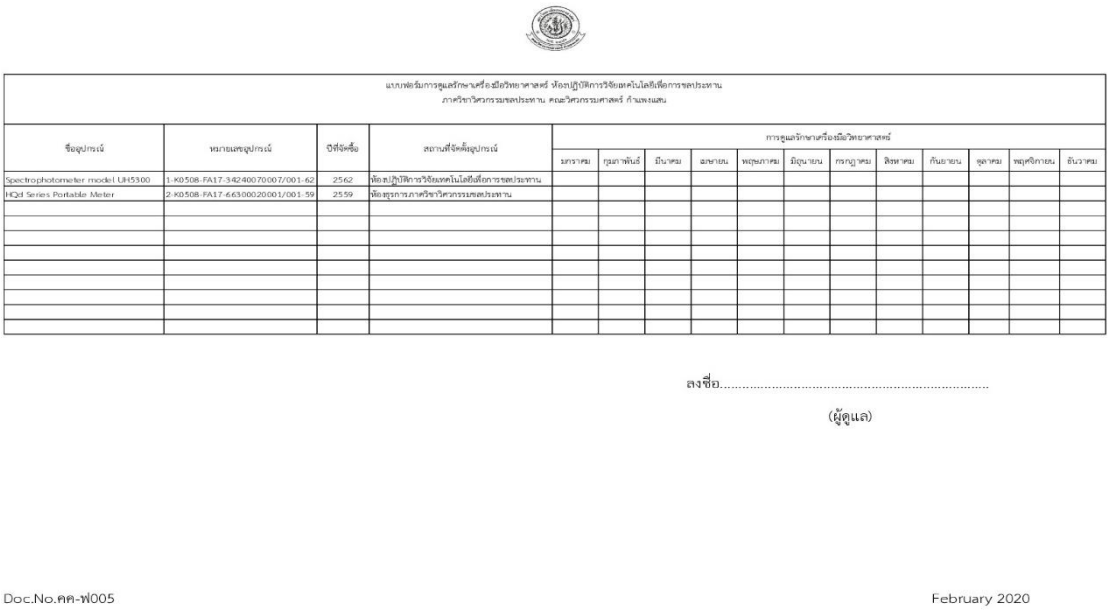


รูปที่ 4.7 แสดงแบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิมและแบบจัดทำขึ้นมาใหม่ คค-ฟ003



รูปที่ 4.8 แสดงแบบฟอร์มบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิมและแบบจัดทำขึ้นมาใหม่ คค-ฟ004

รูปที่ 4.9 แสดงสถานที่จัดเก็บเอกสาร



แบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

ชื่ออุปกรณ์	หมายเลขอุปกรณ์	ปีที่จัดซื้อ	สถานที่จัดตั้งอุปกรณ์	การดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์											
				มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
Spectrophotometer model UH5300	1-K0508-FA17-34240070007/001-62	2562	ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน												
HQd Series Portable Meter	2-K0508-FA17-66300020001/001-59	2559	ห้องธุรการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน												

ลงชื่อ.....

(ผู้ดูแล)

Doc.No.คค-ฟ005 February 2020

รูปที่ 4.10 แสดงแบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี คค-ฟ005

แบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

ชื่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์ .....

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี	รายการการบำรุงรักษา	สถานที่จัดตั้งอุปกรณ์	ค่าใช้จ่าย	ผู้ดูแล	หมายเหตุ

Doc.No.คค-ฟ006 February 2020

รูปที่ 4.11 แสดงแบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คค-ฟ006

2) เอกสารที่ใช้เป็นตัวอย่างจากเครื่องมือ Spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งจะเป็นแนวทางที่จะใช้ในการทำเอกสารของเครื่องมือต่อไป จะมีเอกสารตัวอย่าง 4 เอกสาร ได้แก่

- คค-ฟ001 แบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่อง Spectrophotometer model UH5300
- คค-ฟ002 แบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Mete
- คค-ส001 การใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300
- คค-ส002 การใช้งาน HQd Series Portable Meter

เครื่องมือและวัสดุอ้างอิงที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการจะต้องควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน ผู้ดูแลจะรับผิดชอบในการจัดหา ควบคุมคุณภาพ ควบคุมการใช้งาน กำหนดสถานที่ตั้งและจัดเก็บรักษา และบำรุงรักษา กำหนดระบบการบ่งชี้ และบันทึกประวัติเครื่องมือ

- เครื่องมือในห้องปฏิบัติการจะต้องมีการควบคุมให้ผู้ที่ได้รับมอบหมายใช้งานอย่างถูกต้อง และมีการตรวจสอบ บำรุงรักษาโดยผู้ดูแลของห้องปฏิบัติการหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย
- คู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษาเครื่องมือจะมีการระบุสถานที่เก็บเพื่อให้สามารถหยิบใช้ได้
- การบันทึกประวัติเครื่องมือ และบันทึกประวัติการบำรุงรักษาเครื่องมือ โดยมีข้อมูลไม่น้อยกว่ามาตรฐานกำหนด เครื่องมือที่อยู่ในระหว่างการซ่อมบำรุง หรือเครื่องมือที่เสียหาย

จากการรวบรวมเอกสารในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ จากการรวบรวมเอกสารในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ พบว่า ไม่พบเอกสารแบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 และแบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Metec และมีเอกสารการใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 และการใช้งานเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter ที่ไม่ละเอียด ซึ่งห้องปฏิบัติการทดสอบควรจัดทำเอกสารคำแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือทั้งหมดที่จำเป็น เอกสารคำแนะนำวิธีการจัดการตัวอย่างและเตรียมตัวอย่าง เอกสารคำแนะนำวิธีการทดสอบ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจัดทำเอกสารขึ้นใหม่ โดยเอกสารจะอยู่ในภาคผนวก ก. และ ภาคผนวก ข.

แบบฟอร์มอุปกรณ์/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

เครื่อง Spectrophotometer model UH5300

เลขครุภัณฑ์: 1-K0508-FA17-34240070007/001-62

ปีการติดตั้ง: 2562

บริษัทผลิต: HITACHI

บริษัทนำเข้า: THAIVICTORY CO., LTD

Sale & Service Engineer: Cherdchu Hanmonsuk

เบอร์โทร: 085-949-0505

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน	สถานที่จัดเก็บ
1	Spectrophotometer model UH5300	1 เครื่อง	โต๊ะฝั่งซ้ายมือของห้องปฏิบัติการวิจัย
2	6-Position Cell Holder Automatic สำหรับ Cell ขนาด 10 mm.	1 ชุด	ประกอบอยู่ในเครื่องSpectrophotometer model UH5300
3	Stabilizer: ZIRCON: KB-1000RL	1 เครื่อง	โต๊ะฝั่งซ้ายมือของห้องปฏิบัติการวิจัย
4	Lan port สำหรับการต่อรวมกับ computer	1 ชิ้น	โต๊ะฝั่งซ้ายมือของห้องปฏิบัติการวิจัย
5	Notebook Dell Premium Support	1 เครื่อง	ห้องธุรการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
6	Cuvette glass cell	>5 อัน	ตู้เก็บอุปกรณ์หลังห้องปฏิบัติการวิจัย
7	Cuvette quartz cell	> 2 อัน	ตู้เก็บอุปกรณ์หลังห้องปฏิบัติการวิจัย

Doc.No.คค-ฟ001 February 2020

รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 คค-ฟ001

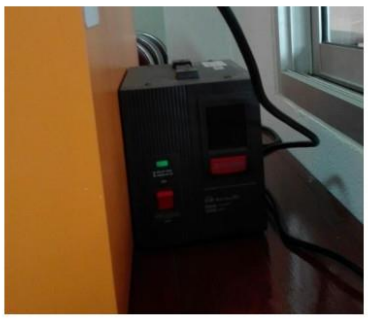
ขั้นตอนการทำงาน(WORK INSTRUCTION)

หัวข้องาน: ขั้นตอนการใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 เอกสารเลขที่ คค-ส001

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง

รูปที่ 1 เครื่อง Spectrophotometer model UH5300

รูปที่ 2 6-Position Cell Holder Automatic สำหรับ Cell ขนาด 10 mm.



รูปที่ 3 Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL

รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มขั้นตอนการใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 คค-ส001

จากการพัฒนาเอกสารคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ห้องห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน โดยมีเครื่อง Spectrophotometer และเครื่องตรวจวัดคุณภาพ เป็นกรณีศึกษา สามารถจัดทำขั้นตอนปฏิบัติการขอเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ห้องห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนปฏิบัติการขอเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ห้องห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ขั้นที่	กระบวนการ	ผู้ขอใช้	ผู้ดูแล	หัวหน้าภาค
1	การขอเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน	คค-ฟ003 ส่วนที่ 1		
2	การขออนุญาตเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์		คค-ฟ003 ส่วนที่ 2	คค-ฟ003 ส่วนที่ 3
3	การจ่าย-รับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ -จ่าย-รับเครื่องมือวิทยาศาสตร์	- คค-ฟ003 ส่วนที่ 5	คค-ฟ003 ส่วนที่ 4	
4	การใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ -ศึกษาขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือตามเอกสาร	คค-ส001, คค-ส002		
5	การส่ง-รับคืนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ -ส่ง-รับคืนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ -บันทึกการเข้าใช้	- คค-ฟ003 ส่วนที่ 6 - คค-ฟ004	- คค-ฟ003 ส่วนที่ 7 - คค-ฟ004	
6	กรณีเครื่องมือวิทยาศาสตร์เกิดการชำรุด เสียหาย	คค-ฟ003 ส่วนที่ 8		

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ที่มาของปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานและเพื่อเสนอการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน โดยนำแผนผังสาเหตุและผล มาทำการวิเคราะห์ที่มาของปัญหาในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยได้กำหนดขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำเอกสารเป็นหลัก ซึ่งการพัฒนาเอกสารจัดทำตามมาตรฐาน ISO 17025

5.1. สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ปัญหาโดยนำแผนผังสาเหตุและผล มาทำการวิเคราะห์ทำให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการบริหารจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการ ที่ต้องการแก้ไข คือ มีคู่มือใช้งานไม่ละเอียด เครื่องมือยากในการค้นหามาใช้งาน และเครื่องมือที่ขาดการดูแลอย่างสม่ำเสมอ จึงได้มีการเสนอแนวทางการแก้ไข คือ จัดทำคู่มือการใช้งานที่อธิบายละเอียดมากขึ้น จัดทำเอกสารระบุรายละเอียดเครื่องมือ รวมถึงสถานที่จัดเก็บของเครื่องมือนั้นๆ และบันทึกการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างชัดเจน เช่น ระบุระยะเวลาที่ต้องทำการบำรุงรักษาของเครื่องมือนั้นๆ รวมถึงตรวจสอบแต่ละเดือนว่ามีเครื่องมือใดที่ต้องดูแลบำรุงรักษาบ้าง โดยได้จัดทำเอกสารที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ISO 17025 ขึ้นมาตามแนวทางแก้ไขออกมาทั้งหมด 8 เอกสารด้วยกัน โดยจะแบ่งเป็น

1) เอกสารที่ใช้ได้กับเครื่องมือของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานทั้งหมด จะมี 4 เอกสารด้วยกัน ได้แก่
   - คค-ฟ003 แบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์
   - คค-ฟ004 แบบฟอร์มบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
   - คค-ฟ005 แบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี
   - คค-ฟ006 แบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์
2) เอกสารที่ใช้เป็นตัวอย่างจากเครื่องมือของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งจะเป็นแนวทางที่จะใช้ในการทำเอกสารของเครื่องมือต่อไป จะมีเอกสารตัวอย่าง 4 เอกสารด้วยกัน ได้แก่
   - คค-ฟ001 แบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่อง Spectrophotometer model UH5300
   - คค-ฟ002 แบบฟอร์มอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Mete
   - คค-ส001 การใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300
   - คค-ส002 การใช้งาน HQd Series Portable Meter

5.2. ข้อเสนอแนะ

1) เอกสารที่จัดทำขึ้นมาใหม่ยังไม่มีการทดลองใช้งานจริง จึงไม่อาจทำให้ทราบได้ว่าเอกสารที่จัดทำขึ้นมาใหม่นั้นสามารถพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานได้จริงหรือไม่ จึงควรมีการนำเอกสารไปใช้จริงเพื่อที่จะได้นำไปพัฒนาให้เหมาะสมต่อไป

2) ตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์เครื่องครุภัณฑ์และเอกสารที่จัดทำขึ้นยังไม่มีการระบุตำแหน่งที่ตั้งหรือจัดเก็บที่แน่นอน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานจึงควรมีการระบุตำแหน่งพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานให้ชัดเจน เช่น ตู้จัดเก็บอุปกรณ์คือตู้ใด จัดเก็บอุปกรณ์อะไรบ้าง เครื่องมือครุภัณฑ์ใดอยู่บริเวณไหนของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

3) จัดสถานที่สำหรับจัดวางหรือจัดเก็บเอกสารที่จัดทำขึ้นมาใหม่ตามความเหมาะสมของเอกสารเพื่อให้มีความสะดวกต่อการนำมาใช้งานและสะดวกต่อการตรวจสอบย้อนหลัง

เอกสารอ้างอิง

ณิชมน ธรรมรักษ์. (2560). ระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2562,จากเว็บไซต์: https://erp.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=665&fbclid=IwAR2XSI0CTtQvDb7WzdIlkbRWGHP1nE2kUlxuWajMDYAbgY1Wp20eT2aI04

สิริชัย เปรมกาญจนา. (2555). แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram). สืบค้นเมื่อ วันที่ 29 เมษายน 2563, จากเว็บไซต์: https://perchai.wordpress.com/

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. (2551). คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฤทัย บัวชุม. (2543). การปรับปรุงการบริหารคุณภาพของปฏิบัติการทดสอบน้ำมัน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต.

โลมไสล วงค์จันตา และเต็มสิริ เคนคำ. (2559). การพัฒนาระบบการจัดการเอกสารคุณภาพ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2537). ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติกาทดสอบ

สุจินต์ พราวพันธุ์ และเทพวิทูรย์ ทองศรี. (2558). ห้องปฏิบัติการ วศ. กับมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ยกระดับความเชื่อมั่นผล การทดสอบ สอบเทียบ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.

สุดา บรรเลงจิต. (2561). คู่มือคุณภาพ. สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรเดช ศรีอังกูร และคณะ. (2557). แนวทางการวิเคราะ RCA. สืบค้นเมื่อ วันที่ 29 เมษายน 2563, จากเว็บไซต์: https://www.slideshare.net/SuradetSri/rca-50218238?fbclid=IwAR32MeonFL8ZW5mkiXWNTAMRtmLUMchwIDw4YXaM_iLjxmj31otsRWHNxys

เสาวนีย์ อารมณ์สุข และคณะ. (2556). แนวโน้มข้อบกพร่องจากการตรวจประเมินรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบด้านสาธารณสุข ของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่ให้บริการทดสอบสาธารณะ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 ระหว่างปี พ.ศ.2551 – พ.ศ.2554. วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่.

อภิชาติ อิ่มยิ้ม. (2559). การจัดทำระบบคุณภาพ ISO 17025 & GLP สำหรับห้องปฏิบัติการเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Julie D. Honsa and Deborah A. Mcintyre. (2003). ISO 17025: Practical Benefits of Implementing a Quality System. Honsa & Mcintyre: Journal of AOAC International VOL.86, NO. 5, 2003,1038-1044.

Tatiana Forti, Aline da S.S. Souto, Carlos Roberto S. do Nascimento, Marilia M. Nishikawa Marise T.W. Hubner, Fernanda P. Sabagh, Rosane Maria Temporal, Janaína M. Rodrigues, Manuela da Silva. (2016). Evaluation of a fungal collection as certified reference material producer and as a biological resource center. Brazilian journal of microbiology 47 (2016) 403–409.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบฟอร์ม

1. คค-ฟ001 แบบฟอร์มอุปกรณ์/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่อง Spectrophotometer model UH5300**
2. คค-ฟ002 แบบฟอร์มอุปกรณ์/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter**
3. คค-ฟ003 แบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์*
4. คค-ฟ004 แบบฟอร์มบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์*
5. คค-ฟ005 แบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี*
6. คค-ฟ006 แบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์*

หมายเหตุ * : เอกสารที่สามารถใช้ได้กับเครื่องมือของห้องปฏิบัติการได้ทั้งหมด

** : เอกสารที่เป็นตัวอย่างของเครื่องมือของห้องปฏิบัติการที่เป็นกรณีศึกษา

แบบฟอร์มอุปกรณ์/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

เครื่อง Spectrophotometer model UH5300

เลขครุภัณฑ์: 1-K0508-FA17-34240070007/001-62

ปีการติดตั้ง: 2562

บริษัทผลิต: HITACHI

บริษัทนำเข้า: THAIVICTORY CO., LTD

Sale & Service Engineer: Cherdchu Hanmonsuk

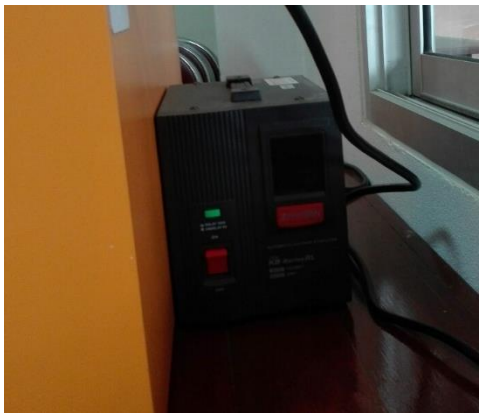
เบอร์โทร: 085-949-0505

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน	สถานที่จัดเก็บ
1	Spectrophotometer model UH5300	1 เครื่อง	โต๊ะฝั่งซ้ายมือของห้องปฏิบัติการวิจัย
2	6-Position Cell Holder Automatic สำหรับ Cell ขนาด 10 mm.	1 ชุด	ประกอบอยู่ในเครื่องSpectrophotometer model UH5300
3	Stabilizer: ZIRCON: KB-1000RL	1 เครื่อง	โต๊ะฝั่งซ้ายมือของห้องปฏิบัติการวิจัย
4	Lan port สำหรับการต่อรวมกับ computer	1 ชิ้น	โต๊ะฝั่งซ้ายมือของห้องปฏิบัติการวิจัย
5	Notebook Dell Premium Support	1 เครื่อง	ห้องธุรการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
6	Cuvette glass cell	>5 อัน	ตู้เก็บอุปกรณ์หลังห้องปฏิบัติการวิจัย
7	Cuvette quartz cell	> 2 อัน	ตู้เก็บอุปกรณ์หลังห้องปฏิบัติการวิจัย

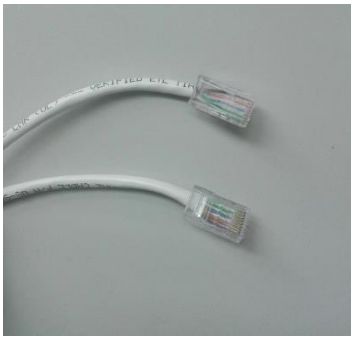
การแสดงรูปภาพเครื่องมือประกอบ

รูปที่ 1 เครื่อง Spectrophotometer model UH5300

รูปที่ 2 6-Position Cell Holder Automatic สำหรับ Cell ขนาด 10 mm.



รูปที่ 3 Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL



รูปที่ 4 Lan port สำหรับการต่อรวมกับ computer

รูปที่ 5 Notebook Dell Premium Support

รูปที่ 6 Cuvette

แบบฟอร์มอุปกรณ์/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter

เลขครุภัณฑ์: 2-K0508-FA17-66300020001/001-59

ปีการติดตั้ง: 2559

บริษัทผลิต: Hach

บริษัทนำเข้า: EnviScience CO., LTD

Sale & Service Engineer: คุณชยพล วงษ์เวช

เบอร์โทร: 080-777-0039

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน	สถานที่จัดเก็บ
1	เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd	1 เครื่อง	จัดเก็บอยู่ในกล่องขนาดมาตรฐานสำหรับใช้งานในภาคสนาม ซึ่งจะเก็บไว้ที่ห้องธุรการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
2	แบตเตอรี่ AA	4 ก้อน	
3	ปลอกป้องกันสำหรับเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd	2 ชิ้น	
4	USB/DC Power Adapter (optional) (Cat.No.58134-00)	1 ชิ้น	
5	AC-DC Power Supply(optional)	1 ชิ้น	
6	AC Power Cord (optional)	1 ชิ้น	
7	Intellical CDC401	1 ชิ้น	
8	Intellical LDO101	1 ชิ้น	
9	Intellical PHC201	1 ชิ้น	
10	Intellical ISENO3181	1 ชิ้น	
11	ภาชนะเก็บตัวอย่างขนาด 120 มล.	6 ชิ้น	
12	สายสะพายสำหรับเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd	2 เส้น	
13	กล่องขนาดมาตรฐานสำหรับใช้งานในภาคสนาม	2 กล่อง	

การแสดงรูปภาพเครื่องมือประกอบ

รูปที่ 1 แสดงเครื่อง HQ40d

รูปที่ 2 แสดงช่องใส่อัลคาไลน์แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 4 ก้อน

รูปที่ 3 แสดงปลอกป้องกันสำหรับมิเตอร์ HQd

รูปที่ 4 แสดง USB/DC Power Adapter (optional)(Cat.No.58134-00)

รูปที่ 5 แสดง AC-DC Power Supply(optional)

รูปที่ 6 แสดง AC Power Cord (optional)

รูปที่ 7 แสดงIntellical CDC401

รูปที่ 8 แสดงIntellical LDO101

L

รูปที่ 9 แสดงIntellical PHC201

รูปที่ 10 แสดงIntellical ISENO3181

รูปที่ 11 แสดงภาชนะเก็บตัวอย่างขนาด 120 มล.

รูปที่ 12 แสดงสายสะพายสำหรับมิเตอร์เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ

แบบฟอร์มขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

วันที่.....เดือน.....พ. ศ. .....

1. ชื่อ ..... นามสกุล.....

☐ อาจารย์ ☐ นิสิต ป.ตรี ☐ นิสิต ป.โท ☐ นิสิต ป.เอก

สังกัด/ชั้นปีที่..... ตำแหน่ง/รหัสนิสิต.....

ภาควิชา ..... คณะ.....เบอร์โทรศัพท์ .....

มีความประสงค์ขอยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของภาควิชาวิศวกรรมชลประทานดังรายการต่อไปนี้

ลำดับที่	ชื่อครุภัณฑ์	หมายเลขครุภัณฑ์	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้งาน/กิจกรรม.....สถานที่ใช้.....

ชื่อวิทยานิพนธ์/โครงการวิจัย.....

เป็นเวลา.....วัน ตั้งแต่วันที่.....ถึงวันที่.....และจะส่งคืนมายังห้องปฏิบัติการฯ ภายในวันที่.....ในการนี้ได้มอบหมายให้.....เป็นผู้รับของ หากอุปกรณ์ เครื่องมือดังกล่าวเกิดการชำรุดเสียหายระหว่างยืม ซึ่งไม่ได้เกิดจากอายุการใช้งาน ข้าพเจ้ายินดีรับผิดชอบในค่าเสียหายดังกล่าวตามที่ได้รับแจ้งจากห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทานทุกกรณี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ยืม

วันที่.....

1. <u>ความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา/อาจารย์ประจำวิชา</u>

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....

2. <u>ความคิดเห็นผู้ดูแลเครื่องมือวิทยาศาสตร์</u> ☐ อนุญาต ☐ ไม่อนุญาต ☐ ความเห็น ..... ลงชื่อ..... ผู้ดูแล วันที่.....	3. <u>ความคิดเห็นหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน</u> ☐ อนุญาต ☐ ไม่อนุญาต ลงชื่อ..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน วันที่.....
4. <u>การจ่าย</u> ☐ จ่ายของเรียบร้อยแล้ว ลงชื่อ..... (.....) ผู้ดูแล วันที่.....	5. <u>การรับ</u> ☐ ได้รับของเรียบร้อยแล้ว ลงชื่อ..... (.....) ผู้ยืม วันที่.....
6. <u>การส่งคืน</u> ☐ ส่งคืนอุปกรณ์ เครื่องมือ ตามรายการที่..... เรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่..... รายการที่เหลือจะส่งคืนเมื่อวันที่..... ลงชื่อ..... (.....) ผู้ยืม วันที่.....	7. <u>การรับคืน</u> ☐ ได้รับของแล้ว เมื่อวันที่..... <u>อุปกรณ์ เครื่องมือ อยู่ในสภาพ</u> ☐ เรียบร้อย ☐ ชำรุดเสียหายรายการที่..... ลงชื่อ..... (.....) ผู้ดูแล วันที่.....

8 <u>บันทึกเพิ่มเติมกรณีที่ เครื่องมือ ชำรุด เสียหาย</u>

ตามที่ข้าพเจ้า.....ได้ยืม.....โดยอุปกรณ์ เครื่องมือดังกล่าว ได้เกิดชำรุด เสียหาย ข้าพเจ้ายินดีรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้นและจะดำเนินการซ่อมแซมให้เสร็จสามารถใช้งานได้ภายในวันที่.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ยืม

แบบฟอร์มบันทึกการเข้าใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

ชื่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์ .....

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	รายการการเข้าใช้	เวลาเริ่มใช้งาน เวลาเสร็จสิ้นใช้งาน	ชั่วโมงที่ใช้งาน	ผู้เข้าใช้	ผู้ดูแล (หลังได้รับและตรวจสอบเครื่องมือ)	หมายเหตุ

แบบฟอร์มการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

ชื่ออุปกรณ์	หมายเลขอุปกรณ์	ปีที่จัดซื้อ	สถานที่จัดตั้งอุปกรณ์	การดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์											
				มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
Spectrophotometer model UH5300	1-K0508-FA17-34240070007/001-62	2562	ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน												
HQd Series Portable Meter	2-K0508-FA17-66300020001/001-59	2559	ห้องธุรการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน												

ลงชื่อ.....

(ผู้ดูแล)

แบบฟอร์มบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

ชื่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์ .....

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี	รายการการบำรุงรักษา	สถานที่จัดตั้งอุปกรณ์	ค่าใช้จ่าย	ผู้ดูแล	หมายเหตุ

ภาคผนวก ข.

เอกสารการสอนงาน

1. คค-ส001 การใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300**
2. คค-ส002 การใช้งานเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter**

หมายเหตุ * : เอกสารที่สามารถใช้ได้กับเครื่องมือของห้องปฏิบัติการได้ทั้งหมด

** : เอกสารที่เป็นตัวอย่างของเครื่องมือของห้องปฏิบัติการที่เป็นกรณีศึกษา

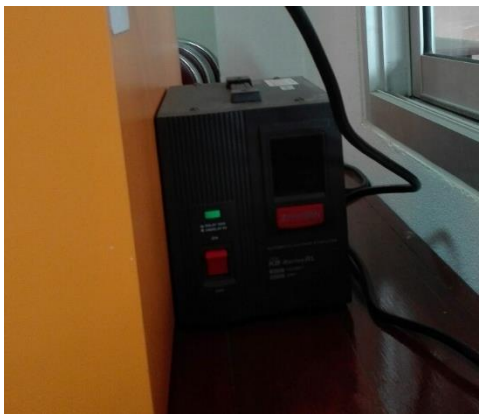
ขั้นตอนการทำงาน(WORK INSTRUCTION)

หัวข้องาน: ขั้นตอนการใช้เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 เอกสารเลขที่ คค-ส001

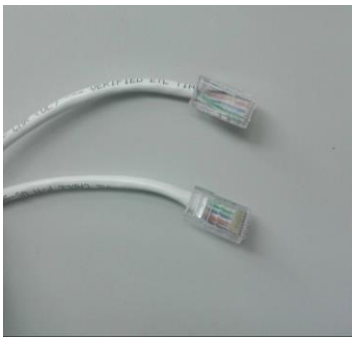
ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง

รูปที่ 1 เครื่อง Spectrophotometer model UH5300

รูปที่ 2 6-Position Cell Holder Automatic สำหรับ Cell ขนาด 10 mm.



รูปที่ 3 Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL



รูปที่ 4 Lan port สำหรับการต่อรวมกับ computer

อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับใช้งาน

รูปที่ 5 Notebook Dell Premium Support

รูปที่ 6 Cuvette

การเตรียมเครื่องมือทดสอบ

1. ขอยืม Notebook Dell Premium Support ที่ คุณลักษณา ทรัพย์เย็น ณ ห้องธุระการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
   1) นำ Notebook Dell Premium Support เชื่อมต่อสายเข้ากับเครื่อง Spectrophotometer model UH5300 ที่อยู่ ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อการชลประทาน

รูปที่ 7 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างNotebook Dell Premium Support และ Spectrophotometer model UH5300

2. เชื่อมต่อสายระหว่างเครื่อง Spectrophotometer model UH5300 และ Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL

รูปที่ 8 แสดงสายจากเครื่อง Spectrophotometer เชื่อมต่อกับ Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL

3. นำปลั๊กจาก Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL มาเสียบกับเต้ารับที่ติดตั้งอยู่ที่ห้องปฏิบัติการ

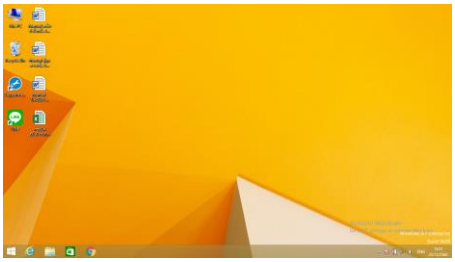
รูปที่ 9 แสดงการนำปลั๊กจาก Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL มาเสียบกับเต้ารับ

4. กดเปิดสวิตช์ไฟที่ Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL รอจนกว่าจะขึ้นค่าพลังงานของไฟฟ้า

รูปที่ 10 กดเปิดสวิตช์ไฟที่ Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL

รูปที่ 11 รอจนกว่า Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL จะขึ้นค่าพลังงานของไฟฟ้า

5. เปิดเครื่อง Notebook Dell Premium Support



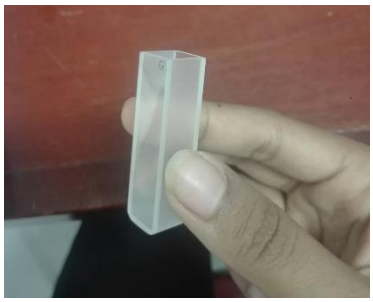
รูปที่ 12 เปิดเครื่อง Notebook Dell Premium Support

6. เปิดเครื่อง Spectrophotometer model UH5300 โดยกดปุ่มข้างหน้าด้านล่างของเครื่อง และทำการรอจนกว่าไฟสีเขียวจะดับลง

รูปที่ 13 เปิดเครื่อง Spectrophotometer และทำการรอจนกว่าไฟสีเขียวจะดับลง

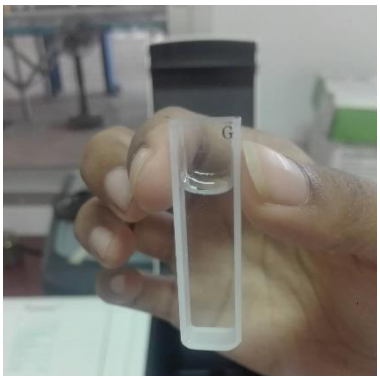
การเตรียมตัวอย่าง

1. จับ Cuvette ด้านขุ่น



รูปที่ 14 แสดงการจับ Cuvette ด้านขุ่น

2. เติมน้ำที่ต้องการทดสอบ 3 ส่วน 4 ของ Cuvette



รูปที่ 15 แสดงการเติมน้ำที่ต้องการทดสอบ 3 ส่วน 4 ของ Cuvette

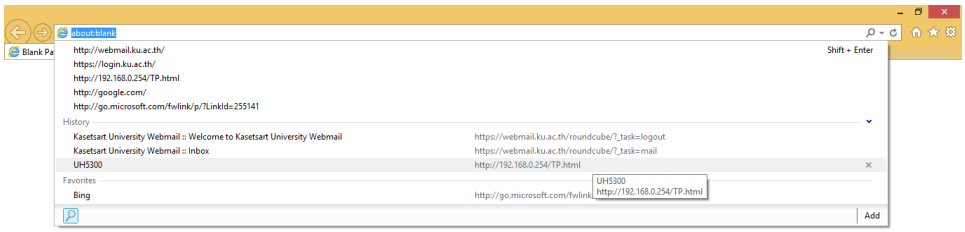
3. เช็คทำความสะอาด Cuvette ด้านใสไม่ให้มีไขมันหรือสิ่งสกปรกติดอยู่

ขั้นตอนการทดสอบ

1. กดเข้า Internet Explorer ที่อยู่บนหน้าจอ Notebook Dell Premium Support

รูปที่ 16 แสดงการเลือกเข้า Internet Explorer

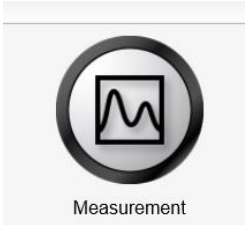
2. กดแถบค้นหา UH5300 เพื่อเข้าสู่หน้าหลักของการใช้ Spectrophotometer model UH5300



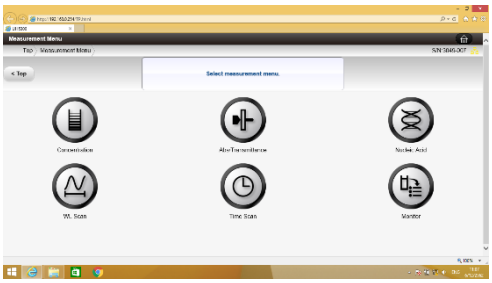
รูปที่ 17 แสดงการค้นหา UH5300

รูปที่ 18 แสดงหน้าหลักของ UH5300

3. เลือก Measurement เพื่อเข้าสู่หน้าหลักของ Measurement Menu

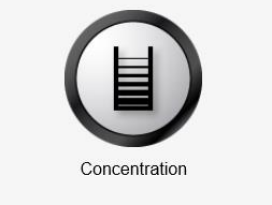


รูปที่ 19 แสดงการเลือก Measurement

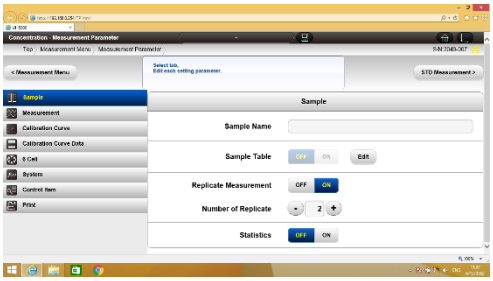


รูปที่ 20 แสดงหน้าของ Measurement Menu

4. เลือก Concentration เพื่อเข้าสู่หน้าหลักของ Measurement Parameter เพื่อทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 21 แสดงการเลือก Concentration



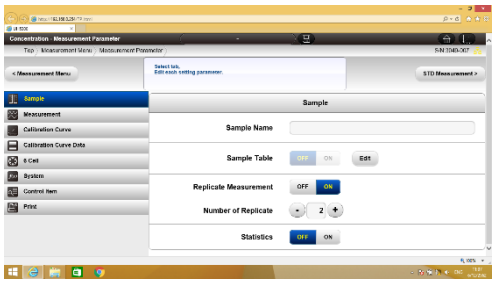
รูปที่ 22 แสดงหน้าของ Concentration

4.1. ส่วนของ Simple ตั้งชื่อไฟล์งานที่ต้องการในช่อง Simple Name

Replicate Measurement ตั้งค่าเป็น ON

Number of Replicate ตั้งตามความต้องการว่าต้องการทำซ้ำกี่ครั้ง

Statistics ตั้งค่าเป็น OFF



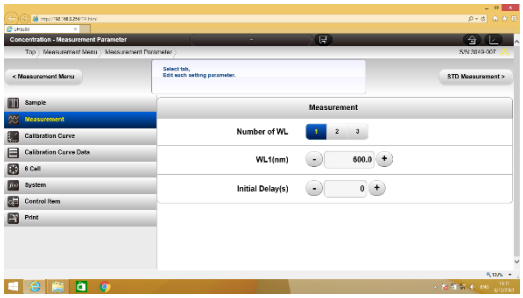
รูปที่ 23 แสดงหน้าส่วนของ Simple

4.2. ส่วนของ Measurement

Number of WL เลือกจำนวนการตั้งความยาวคลื่นแสง

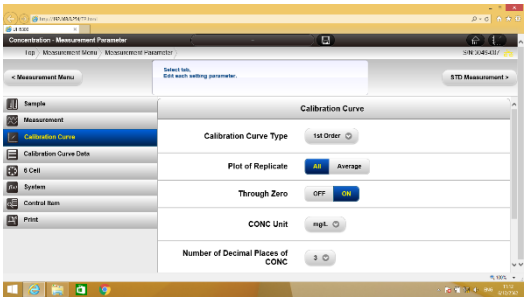
WL1(nm) ใส่ค่าความยาวคลื่นแสงที่เราต้องกันวัด เช่น Nitrite 543 nm, Ammonia Nitrogen 410 nm, Phosphate-Vanada molybdate 400-490 nm, Phosphate-Ascorbic Acid 880 nm, Iron 510 nm, Manganese 525 nm, Aluminium 535 nm, Cadmium 518 nm, Copper 457 nm, Lead 510 nm, Zinc 535 nm, Arsenic 535 nm, Cyanides578 nm, Fluoride 570 nm, Phenol 460 nm, UV254 200-400 nm

Initial Delay(s) ใส่ค่า 0



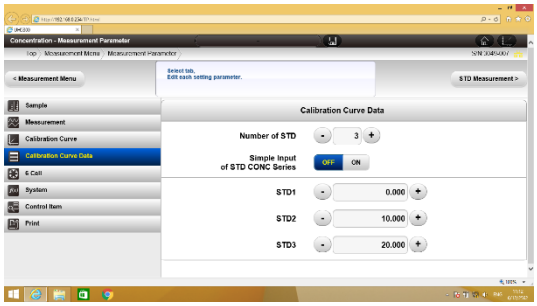
รูปที่ 24 แสดงหน้าส่วนของ Measurement

4.3. ส่วนของ Calibration Curve ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าใดๆ



รูปที่ 25 แสดงหน้าส่วนของ Calibration Curve

4.4. ส่วนของ Calibration Curve Data ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าใดๆ



รูปที่ 26 แสดงหน้าส่วนของ Calibration Curve Data

4.5. ส่วนของ 6 Cell

6 Cell Mode เลือกเป็น Auto

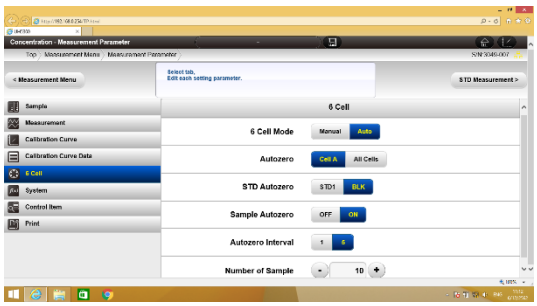
Autozero เลือกเป็น Cell A

STD Autozero เลือกเป็น BLK

Simple Autozero เลือกเป็น ON

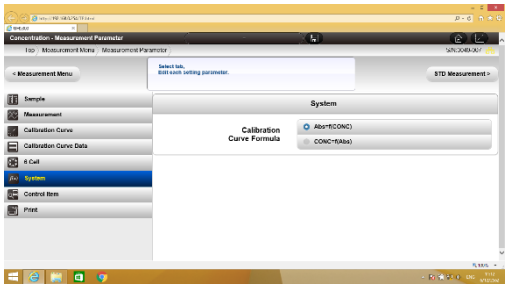
Autozero Intervel เลือกเป็น 5

Number of Simple เลือกเป็น 10



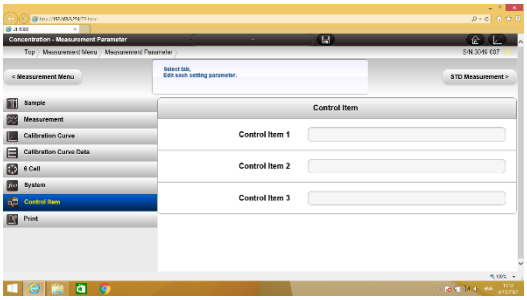
รูปที่ 27 แสดงหน้าส่วนของ 6 Cell

4.6. ส่วนของ System ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าใดๆ



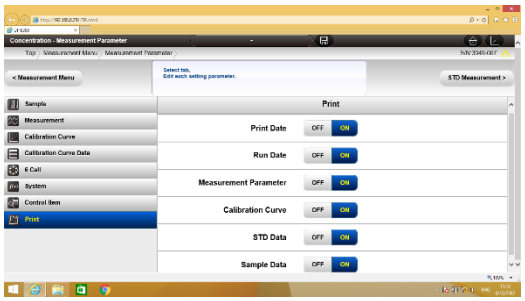
รูปที่ 28 แสดงหน้าส่วนของ System

4.7. ส่วนของ Control Item ไม่ต้องทำการเพิ่มเติมใดๆ



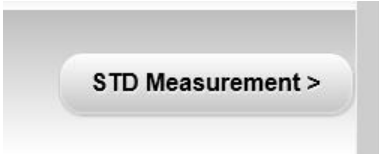
รูปที่ 29 แสดงหน้าส่วนของ Control Item

4.8. ส่วนของ Print เลือกทุกอย่างเป็น ON

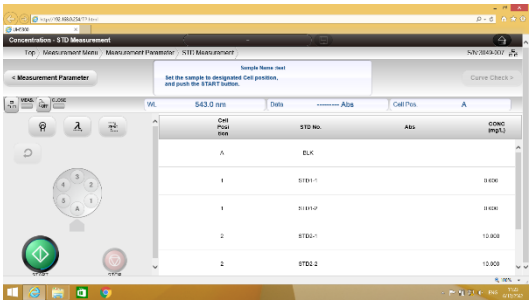


รูปที่ 30 แสดงหน้าส่วนของ Print

5. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยแล้วให้เลือก STD Measurement ตรงมุมข้างขวาด้านบนเพื่อเข้าไปหน้าถัดไปทำการทดสอบ



รูปที่ 31 แสดงการเลือก STD Measurement

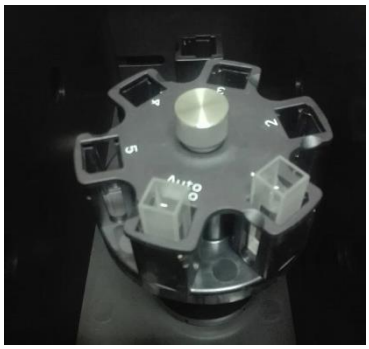


รูปที่ 32 แสดงหน้า STD Measurement

6. เปิดช่องใส่ Cuvette นำถุงกันชื้นออกจากช่องใส่ Cuvette

รูปที่ 33 แสดงการเปิดช่องใส่ Cuvette

7. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่เครื่อง Spectrophotometer model UH5300 โดยช่อง Autozero ใส่ Cuvette ที่มีน้ำกลั่น และช่องอื่นๆใส่ตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ โดย Cuvette ด้านใสจะต้องตรงกับช่องให้แสงส่องผ่าน



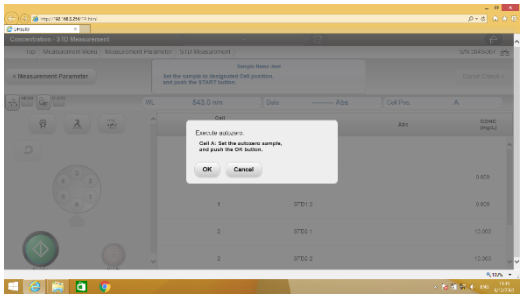
รูปที่ 34 แสดงการนำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่เครื่อง Spectrophotometer

8. ปิดช่องใส่ Cuvetteของเครื่อง Spectrophotometer ให้เรียบร้อย

รูปที่ 35 แสดงการปิดช่องใส่ Cuvette

9. กดปุ่ม Zero แล้วกด OK เพื่อตั้งให้ตัวอย่างที่อยู่ในช่อง Autozero เป็นตัวตั้งต้นในการเปรียบเทียบตัวอย่างในช่องอื่นๆ

รูปที่ 36 แสดงการกดปุ่ม Zero

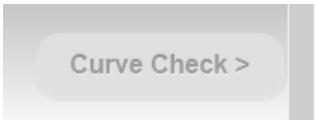


รูปที่ 37 แสดงการกด OK เพื่อตั้งให้ตัวอย่างเป็นตัวตั้งต้น

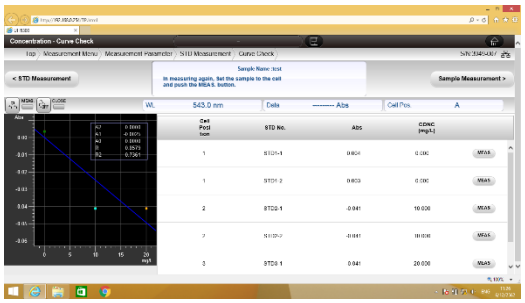
10. กด START เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

รูปที่ 38 แสดงการกด START เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

11. เมื่อเครื่องทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ให้เลือก Curve Check ตรงข้างบนด้านขวา เพื่อดูกราฟและค่าที่ได้จากการทดสอบ



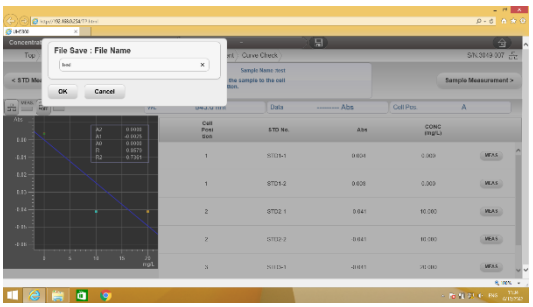
รูปที่ 39 แสดงการ Curve Check



รูปที่ 40 แสดงกราฟและค่าที่ได้จากการทดสอบ

12. การบันทึกให้เลือกที่รูปแผ่นดิสก์ที่อยู่ตรงกลางแถบสีดำด้านบน ตั้งชื่อไฟล์ เลือก OK เพื่อทำการบันทึก

รูปที่ 41 แสดงเลือกที่รูปแผ่นดิสก์เพื่อทำการบันทึก



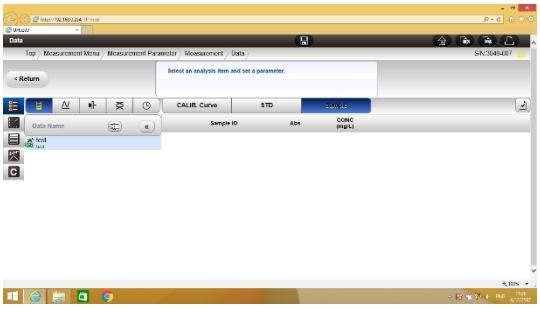
รูปที่ 42 แสดงการตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการบันทึก

13. การที่จะดูไฟล์ที่บันทึกไว้ ให้กลับไปที่หน้าหลักเริ่มต้น เลือก Data File

รูปที่ 43 แสดงการกลับไปที่หน้าหลักเริ่มต้น

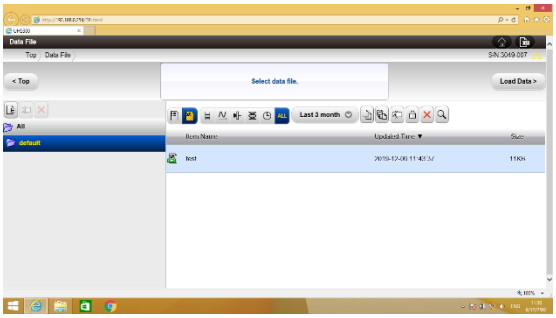
รูปที่ 44 แสดงการเลือก Data File

14. เลือกไฟล์ที่เราต้องการเข้าดู



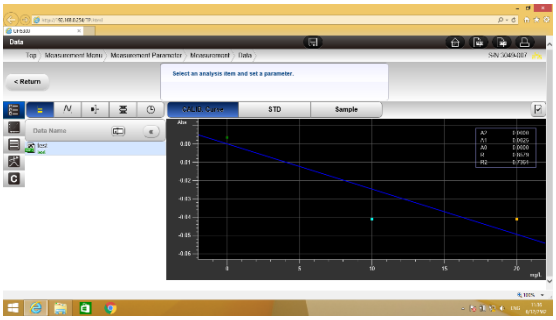
รูปที่ 45 แสดงการเลือกไฟล์ที่เราต้องการ

15. เลือกไฟล์ที่เราต้องการดูแล้วเลือก Load Data ข้างบนด้านขวา



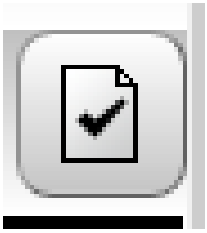
รูปที่ 46 แสดงการเลือกไฟล์ที่เราต้องการดู

รูปที่ 47 แสดงการเลือก Load Data

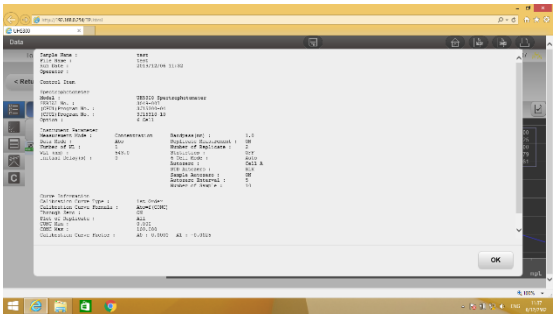


รูปที่ 48 แสดงกราฟที่ได้จะการทดสอบ

16. ถ้าต้องการดูค่ารายละเอียดจากการทดสอบให้เลือกตรงรูปกระดาษที่มีเครื่องหมายถูกข้างบนด้านขวา



รูปที่ 49 แสดงตัวเลือกเมื่อต้องการดูค่ารายละเอียดจากการทดสอบ



รูปที่ 50 แสดงค่ารายละเอียดจากการทดสอบ

17. เมื่อทำการทดสอบเสร็จเรียบรอบแล้วให้เปิดช่องใส่ Cuvette เพื่อนำ Cuvette มาทำความสะอาด โดยล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บใส่กล่อง

รูปที่ 51 แสดง Cuvette ที่สะอาดและจัดเก็บใส่กล่อง

18. นำถุงกันชื้นใส่ในช่องใส่ Cuvette

รูปที่ 52 แสดงการนำถุงกันชื้นใส่ในช่องใส่ Cuvette

19. ปิดช่องใส่ Cuvette และปิดเครื่อง Spectrophotometer model UH5300 แล้วถอดสายที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ นำผ้าคลุมเครื่อง Spectrophotometer model UH5300 มาคลุมตัวเครื่องให้เรียบร้อย

รูปที่ 53 แสดงการปิดเครื่อง Spectrophotometer และนำผ้าคลุมตัวเครื่อง

20. กดปิดสวิตช์ไฟที่ Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL

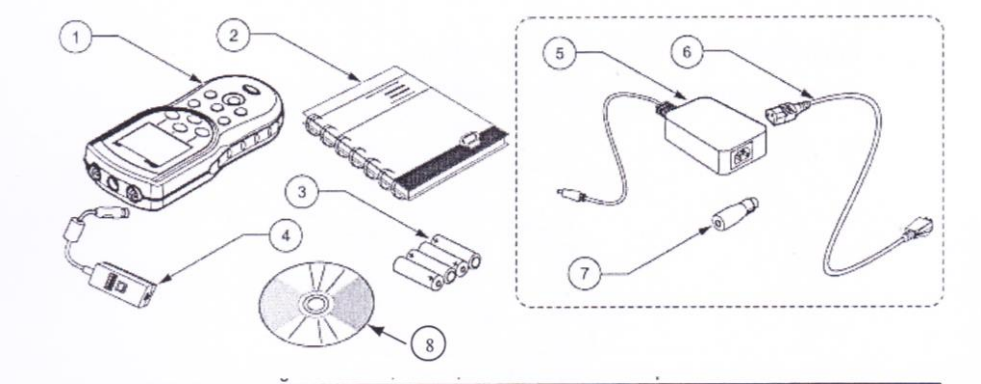
รูปที่ 54 แสดงการกดปิดสวิตช์ไฟที่ Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL

21. ปิด Notebook Dell Premium Support แล้วเก็บใส่กระเป๋าให้เรียบร้อย
22. ถอดปลั๊กจาก Stabilizer:ZIRCON:KB-1000RL ออกจากเต้ารับ จัดเก็บให้เรียบร้อย
23. คืน Notebook Dell Premium Support ที่ คุณลักษณา ทรัพย์เย็น ณ ห้องห้องธุระการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

ขั้นตอนการทำงาน(WORK INSTRUCTION)

หัวข้องาน: ขั้นตอนการใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำHQd Series Portable Meter เอกสารเลขที่ คค-ส002

ส่วนประกอบต่างๆของตัวเครื่อง



1	HQd Meter	5	AC-DC Power Supply (optional)[1]
2	User Manual (Cat. No. HQ40d18)	6	AC Power Cord (optional)[1]
3	AA Batteries (4) (Cat. No. 19380-04)	7	DC Power Adapter (optional)[1]
4	USB/DC Power Adapter (optional) (Cat. No. 58134-00)	8	HQ4od PC Application Software

รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบต่างๆของตัวเครื่อง

อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับใช้งาน

รูปที่ 2 Intellical CDC401

รูปที่ 3 Intellical LDO101

รูปที่ 4 Intellical PHC201

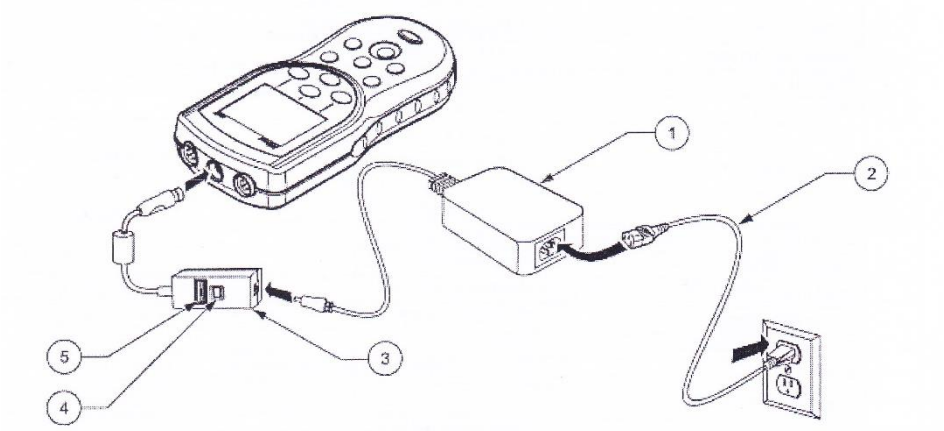
รูปที่ 5 Intellical ISENO3181

รูปที่ 6 ภาชนะเก็บตัวอย่างขนาด 120 มล.

การเตรียมเครื่องมือทดสอบ

1. ขอยืมเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter และอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับใช้งาน ที่คุณลักษณา ทรัพย์เย็น ณ ห้องธุระการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
2. ตรวจสอบแบตเตอรี่ในการใช้งานตัวเครื่องรุ่น HQd Series ใช้งานร่วมกับอัลคาไลน์แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 4 ก้อน หรือใช้ร่วมกับ AC/DC Power Supply เพื่อใช้งานร่วมกับไฟบ้าน (230V) ได้ แต่

อย่างไรก็ตามในส่วนประกอบของ HQ40d จะมีAC/DC Power Supply ประกอบมากับตัวเครื่องดังรูป แต่เครื่องรุ่น HQ11d, HQ14d และ HQ30d จำเป็นต้องสั่ง AC/DC Power Supply แยกต่างหาก



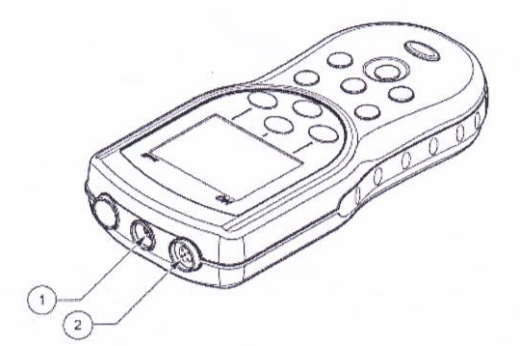
1	AC-DC Power Supply	4	Personal Computer Connection (USB Host)
2	AC Power Cord	5	Flash Memory Stick/Printer Connection (USB Peripheral)
3	USB/DC Power Adapter		

รูปที่ 7 แสดงการประกอบตัวเครื่องกับ AC/DC Power Supply เพื่อใช้งานร่วมกับไฟบ้าน (230V)

3. ล้างหัววัดที่ต้องการใช้ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้งก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดสอบ

การเชื่อมต่อหัววัดเข้ากับตัวเครื่อง (Probe Connection)

1. การเชื่อมต่อหัววัดเข้ากับตัวเครื่อง HQ11d, HQ14d และ HQ30d

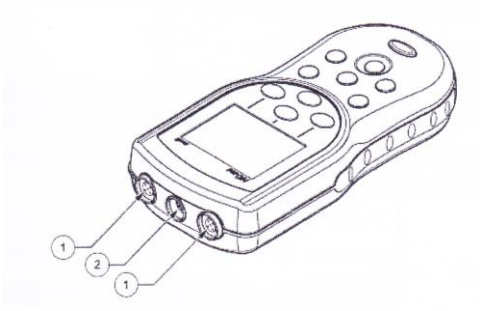


รูปที่ 8 แสดงตัวเครื่องและตำแหน่งการเชื่อมต่อหัววัด

ช่องที่ 1 สำหรับเชื่อมต่อกับ USB/DC Power Adaptor กรณีที่ต้องการใช้กับไฟ 230 โวลล์

ช่องที่ 2 สำหรับเชื่อมต่อกับหัววัด

2. การเชื่อมต่อหัววัดเข้ากับตัวเครื่อง HQ40d โดยตัวเครื่อง HQ40d สามารถเชื่อมต่อกับหัววัดได้ครั้งละ 2 หัววัดพร้อมกัน

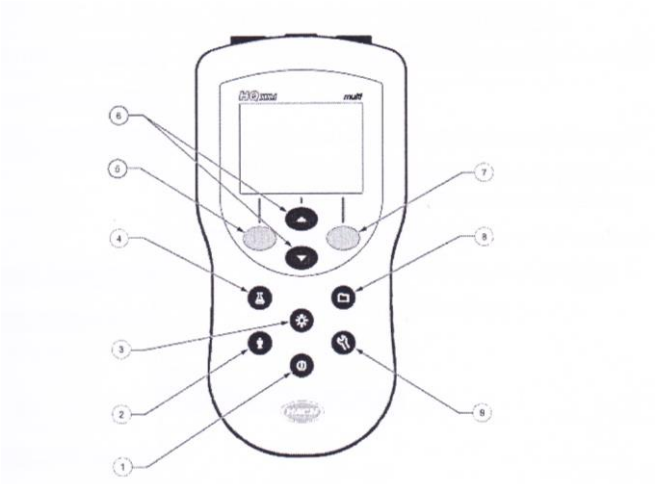


รูปที่ 9 แสดงตัวเครื่องและตำแหน่งการเชื่อมต่อหัววัด 2 หัววัดพร้อมกัน

ช่องที่ 1 สำหรับเชื่อมต่อกับหัววัด

ช่องที่ 2 สำหรับเชื่อมต่อกับ USB/DC Power Adaptor กรณีที่ต้องการใช้กับไฟ 230 โวลล์

องค์ประกอบหน้าจอของเครื่อง HQd Series

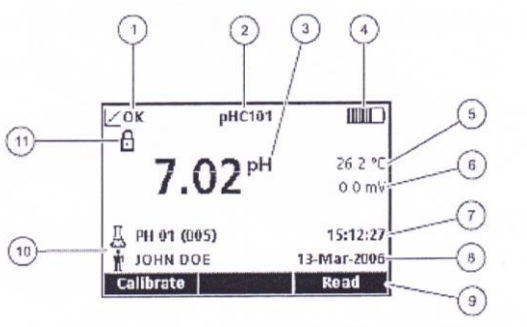


1	เปิด/ปิด ตัวเครื่อง	6	เลื่อนขึ้น/ลง เพื่อเลือกฟังก์ชัน
2	ตั้งชื่อผู้ใช้งาน (User ID)	7	เปลี่ยนและยอมรับค่า (Enter key)
3	เปิด/ปิด backlight	8	บันทึกและเรียกดูข้อมูล (Data Log)
4	ตั้งชื่อตัวอย่าง (Sample ID)	9	ตั้งค่าตัวเครื่อง
5	เปลี่ยนฟังก์ชัน		

รูปที่ 10 แสดงองค์ประกอบของหน้าจอของเครื่อง HQd Series

หน้าจอแสดงผล (Display description)

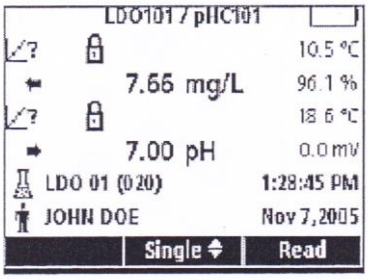
1. เมื่อเชื่อมต่อกับหัววัด 1 หัววัด หรือต้องการให้แสดงหน้าจอเดียวของหัววัดใดหัววัดหนึ่งเมื่อเชื่อมต่อกับหัววัด 2 หัว กรณี HQ40d



รูปที่ 11 แสดงรายละเอียดหน้าจอเมื่อเชื่อมต่อกับหัววัด

1. สถานะการแคริเบรท	7. เวลา
2. ชนิดของหัววัดที่เชื่อมต่อ	8. วันที่
3. หน่วยหลังของการวัด (Unit)	9. การเข้าสู่เมนู
4. สถานะของแบตเตอรี่	10. ชื่อตัวอย่างและผู้ใช้งาน
5. อุณหภูมิของน้ำตัวอย่าง	11. ระบุการล็อกหน้าจอเมื่อค่าคงที่
6. หน่วยอื่นๆนอกเหนือจากหน่วยหลัก	

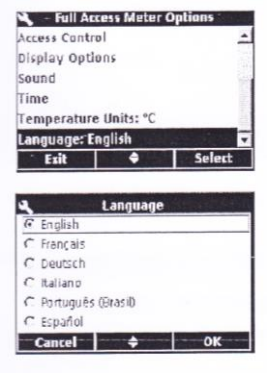
2. เมื่อเชื่อมต่อกับหัววัด 2 หัววัด เฉพาะรุ่น HQ40d และต้องการให้แสดงผลของหัววัดทั้งสองบนหน้าจอเดียวกัน ให้ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลง ในการเลือกเสดงผลหน้าจอ



รูปที่ 12 แสดงรายละเอียดหน้าจอเมื่อเชื่อมต่อกับหัววัด 2 หัววัด

การเลือกภาษา (Selecting the Language)

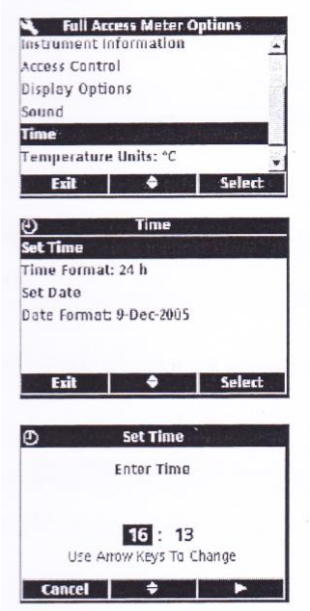
1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกดที่ปุ่ม
2. ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลง ในการเลื่อนเข้าสู่เมนู Language
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อเข้าสู่เมนูการเลือกภาษา
4. ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลง เลื่อนไปยังภาษาที่ต้องการใช้
5. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อเลือกภาษาที่ต้องการ



รูปที่ 13 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่าเลือกภาษา

การตั้งเวลาและวันที่ (Selecting the Date and time)

1. การตั้งเวลา
   1.1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกดที่ปุ่ม
   1.2. ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลง ในการเลื่อนเข้าสู่เมนู Time
   1.3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อเข้าสู่เมนูการตั้งค่าเวลาและวันที่
   1.4. เข้าสู่เมนู Set Time
   1.5. ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลงในการตั้งค่าเวลาในตำแหน่งชั่วโมง
   1.6. กดปุ่มสีเขียวเพื่อปรับเข้าสู่การตั้งค่าเวลาในตำแหน่งนาที
   1.7. ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลงในการตั้งค่าเวลาในตำแหน่งนาที
   1.8. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อยอมรับค่า



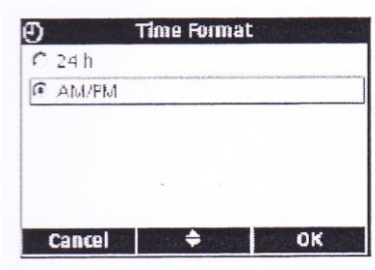
รูปที่ 14 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่าเวลา

2. การตั้ง Time Format

2.1. เข้าสู่เมนู Time Format

2.2. ใช้ปุ่มลูกสขึ้นลงในการเลือกรูปแบบของเวลาที่ต้องการให้แสดงบนหน้าจอ

2.3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 15 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่า Time Format

3. การตั้งวันที่

3.1. เข้าสู่เมนู Set Date

3.2. ใช้ปุ่มลูกศรขึ้น/ลงในการตั้งค่าวันที่

3.3. กดปุ่มสีเขียวเพื่อปรับเข้าสู่การตั้งเดือน และปี ตามลำดับ

3.4. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อยอมรับค่า

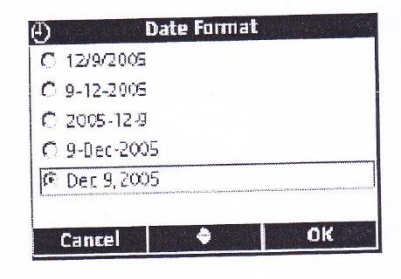
รูปที่ 16 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่าวันที่

4. การตั้ง Date Format

4.1. เข้าสู่เมนู Date Format

4.2. ใช้มลูกศรขึ้น/ลงในการเลือกรูปแบบของวัน/เดือน/ปี ที่ต้องการให้ แสดงบนหน้าจอ

4.3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อยอมรับค่า



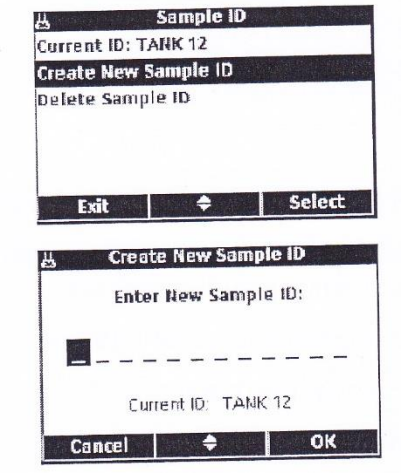
รูปที่ 17 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่า Date Format

การตั้งค่าการตั้ง User ID และ Sample ID (Setting the Sample and Operator Identification)

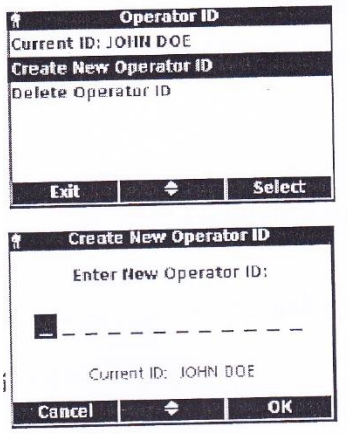
เมื่อต้องการตั้งค่า Sample ID ให้กดที่ปุ่ม

ถ้าต้องการตั้งค่า Operator ID ให้กดที่ปุ่ม

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่ย Sample หรือ Operator ID
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เลื่อนไปที่ Create New Sample ID เมื่อต้องการตั้งค่าSample ID หรือ Create New Operator ID เมื่อต้องการตั้งค่า Operator ID
3. พิมพ์ Sample ID หรือ Operator ID โดยใช้ลูกศรขึ้น/ลง ในการพิมพ์ตัวอักษร หรือตัวเลขในตำแหน่งที่ 1
4. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อเลื่อนไปยังตำแหน่งถัดไป
5. ทำเช่นเดิม จนกระทั่งตั้งค่า Sample ID หรือ Operator ID ได้ตามต้องการ โดยสามารถตั้งค่า Sample ID หรือ Operator ID ได้ความยาว 12 ตัวอักษร



รูปที่ 18 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่า Sample ID



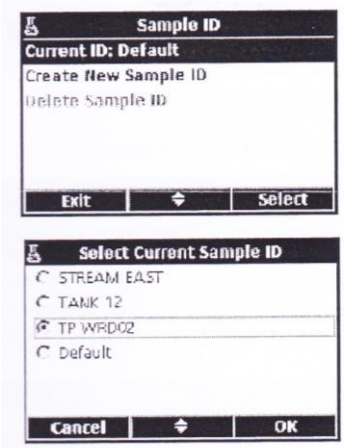
รูปที่ 19 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการตั้งค่า Operator ID

การเลือกใช้ Sample หรือ Operator ID

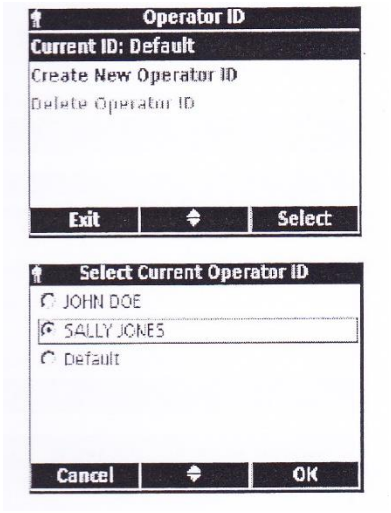
เมื่อต้องการตั้งค่า Sample ID ให้กดที่ปุ่ม

ถ้าต้องการตั้งค่า Operator ID ให้กดที่ปุ่ม

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่า Sample หรือ Operator ID
2. เลือกที่ Current ID
3. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลื่อนไปยังตำแหน่ง Sample ID หรือ Operator ID ที่ต้องการ
4. กดปุ่มที่เขียวหนึ่งครั้งเพื่อยืนยันการเลือกใช้



รูปที่ 20 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการเลือกใช้ Sample ID



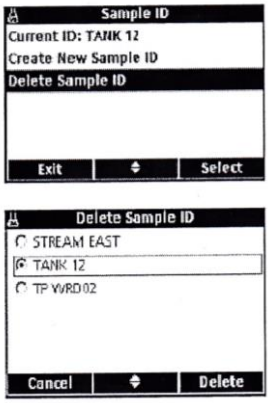
รูปที่ 21 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการเลือกใช้ Operator ID

การลบ Sample หรือ Operator ID

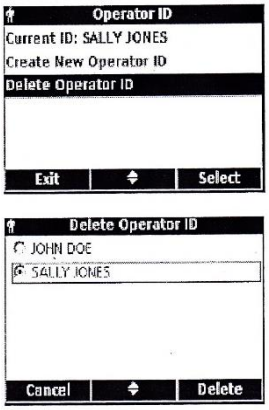
ถ้าต้องการลบ Sample ID ให้กดที่ปุ่ม

ถ้าต้องการลบ Operator ID ให้กดที่ปุ่ม

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่า Sample หรือ Operator ID
2. เลือกที่ Delete Sample หรือ Delete Operator ID
3. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลื่อนไปยังตำแหน่ง Sample ID หรือ Operator ID ที่ต้องการลบ
4. กดปุ่มที่เขียวหนึ่งครั้งเพื่อยืนยันการลบ



รูปที่ 22 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการลบ Sample ID



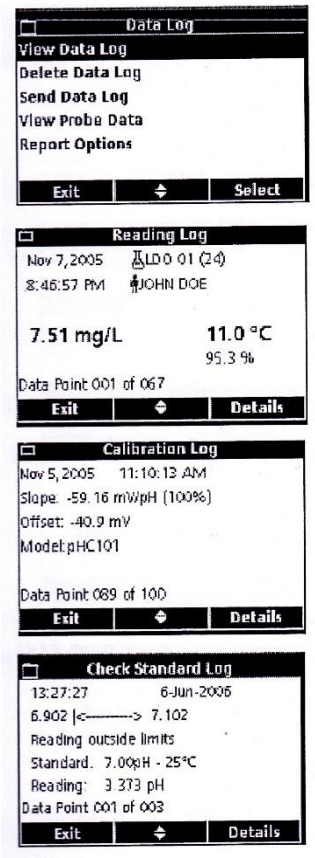
รูปที่ 23 แสดงรายละเอียดหน้าจอในการลบ Operator ID

การบันทึก เรียกดูข้อมูล และการลบข้อมูลที่บันทึก (Using the Data Log)

1. การบันทึกข้อมูล

ตัวเครื่องรุ่น HQd Series สามารถบันทึกข้อมูลลงสู่ตัวเครื่องได้มากถึง 500 ชุดข้อมูล โดยข้อมูลจะถูกบันทึกสู่ตัวเครื่องแบบอัตโนมัติ เมื่อตั้งค่าการทำงานของตัวเครื่องเป็นแบบ “Press to read” และ “Interval” แต่การบันทึกจะเป็นแบบ Manual เมื่อตั้งค่าการทำงานของตัวเครื่องเป็นแบบ “Continuous”

2. การเรียกดูข้อมูล
    1) เข้าสู่เมนูการบันทึกและเรียกดูข้อมูลโดยกดปุ่ม
    2) เลือกที่ View Data log
    3) กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง ที่หน้าจอจะแสดงผลข้อมูลที่จะถูกบันทึกไว้
    4) ถ้าต้องการดูข้อมูลการปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) ให้กดปุ่มสีเขียวอีกหนึ่งครั้ง ที่หน้าจอจะปรากฏข้อมูลในโหมด Calibration log
    5) เมื่อกดปุ่มสีเขียวอีกครั้งจะเข้าสู่โหมด Check Standard log



รูปที่ 24 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเรียกดูข้อมูล

3. การเรียกดูข้อมูลหัววัด
    1) เชื่อมต่อหัววัดที่ต้องการเรียกดูข้อมูลเข้ากับตัวเครื่อง
    2) เข้าสู่เมนูการบันทึกและเรียกดูข้อมูลโดยกดปุ่ม
    3) เลือกที่ View Probe Data
    4) กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง ที่หน้าจอจะปรากฏชนิดของหัววัดที่เชื่อมต่ออยู่กับตัวเครื่อง
    5) ใช้ลูกศรขึ้น/ลง ในการเลือกดูข้อมูลหัววัดที่ต้องการ
    6) กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อเข้าดูข้อมูลหัววัดที่เลือกไว้ ที่หน้าจอจะปรากฏ

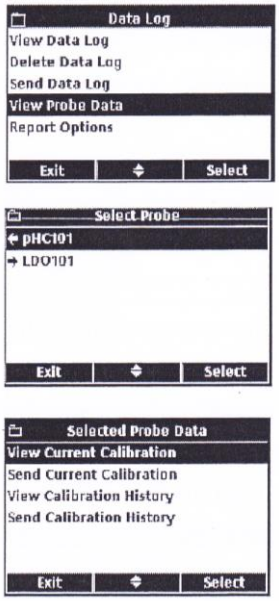
        View Current Calibration

        Send Current Calibration

        View Calibration History

        Send Calibration History

    7) เลือกที่ View Current Calibration แล้วกดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งจะปรากฏข้อมูลการ Calibration

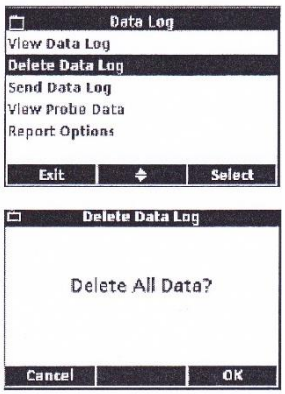


รูปที่ 25 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเรียกดูข้อมูลหัววัด

4. การลบข้อมูล

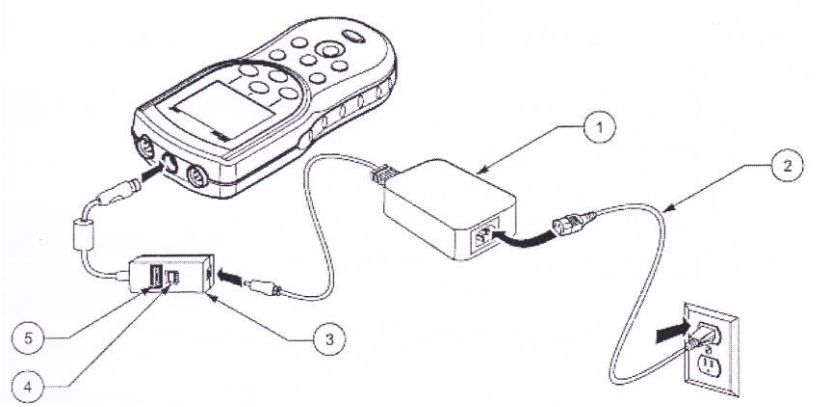
ข้อมูลที่เก่าที่สุดที่ถูกบันทึกไว้ในตัวเครื่องจะถูกลบออกอัติโนมัติเมื่อข้อมูลในตัวเครื่องเต็ม แต่ผู้ใช้งานสามารถลบข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในตัวเครื่องได้ โดย

1) เข้าสู่เมนูการบันทึกและเรียกดูข้อมูลโดยกดปุ่ม
2) เลือกที่ Delete Data Log
3) กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง ที่หน้าจอจะปรากฏ Delete All Data?
4) กดปุ่มสีเขียวเมื่อต้องการลบข้อมูล หรือกดปุ่มสีฟ้า เมื่อไม่ต้องการลบข้อมูล



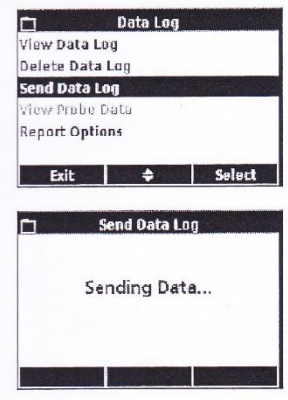
รูปที่ 26 แสดงรายละเอียดหน้าจอการลบข้อมูล

5. การส่งข้อมูลเข้าสู้คอมพิวเตอร์ (เฉพาะ HQ40d)

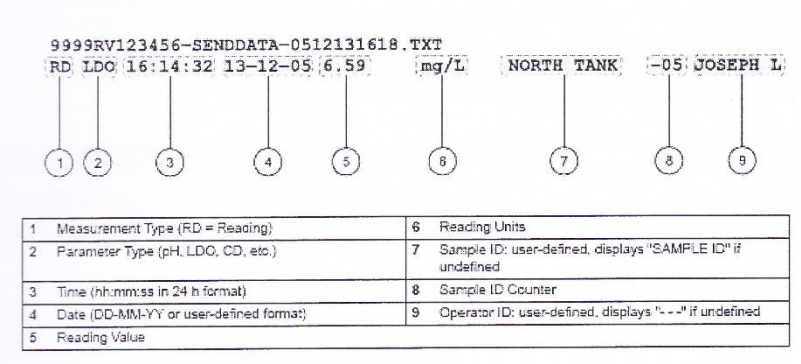


รูปที่ 27 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่ออุปกรณ์การส่งข้อมูล

1) เชื่อมต่ออุปกรณ์การส่งข้อมูล
2) นำสาย USB เสียบเข้าที่ช่องหมายเลข 4 และเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ หรือนำ Flash Drive เสียบเข้าที่ช่องหมายเลข 5
3) เข้าสู่โปรแกรม HQ40d PC Application Software
4) เข้าสู่เมนูการบันทึกและเรียกดูข้อมูลโดยกดปุ่ม
5) เลือกที่ Send Data Log
6) กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง ที่หน้าจอจะปรากฏ Sending Data
7) กดที่เครื่องหมาย ▷ ข้อมูลที่อยู่ในตัวเครื่องจะปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

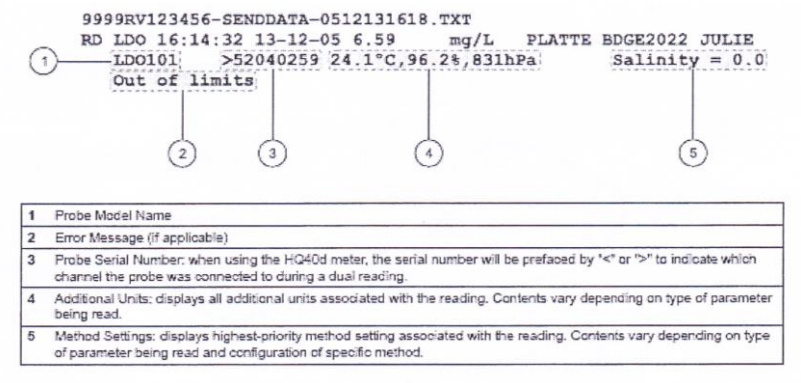


รูปที่ 28 แสดงรายละเอียดหน้าจอการส่งข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์



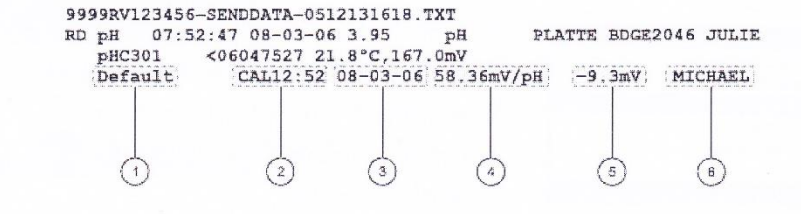
1	Measurement Type (RD = Reading)	6	Reading Units
2	Parameter Type (pH, LDO, CD, etc.)	7	Sample ID: user-defined, displays "SAMPLE ID" if undefined
3	Time (hh:mm:ss in 24 h format)	8	Sample ID Counter
4	Date (DD-MM-YY or user-defined format)	9	Operator ID: user-defined, displays "- - -" if undefined
5	Reading Value		

รูปที่ 29 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Basic report ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์



1	Probe Model Name
2	Error Message (if applicable)
3	Probe Serial Number: when using the HQ40d meter, the serial number will be prefaced by "<" or ">" to indicate which channel the probe was connected to during a dual reading.
4	Additional Units: displays all additional units associated with the reading. Contents vary depending on type of parameter being read.
5	Method Settings: displays highest-priority method setting associated with the reading. Contents vary depending on type of parameter being read and configuration of specific method.

รูปที่ 30 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Advanced report ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์



1	Method Name: user-defined Method Name used to take this reading
2	Calibration Time: time of last calibration, prefaced by "CAL" and displayed as hh:mm in 24 h format
3	Calibration Date: date of last calibration (DD-MM-YY or user-defined format)
4	Calibration Slope
5	Offset: contents vary depending on type of parameter being read and configuration of specific method. May be blank.
6	Calibration Operator ID: user-defined Operator ID of person who performed the last calibration. Displays "- - -" if undefined.

รูปที่ 31 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Total report ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

การตั้งค่า Password (Using Access Control)

เมื่อมีการตั้งค่า Password (Access Control/Om) ผู้ใช้งานท่านอื่นจะไม่สามารถตั้งค่าในส่วน Setup Measurement Mode และการเปลี่ยนแปลงวิธีการวัดของตัวเครื่องนั้นๆ ได้ วิธีการตั้ง Password ทำโดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่องโดยกด

2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมน Access Control

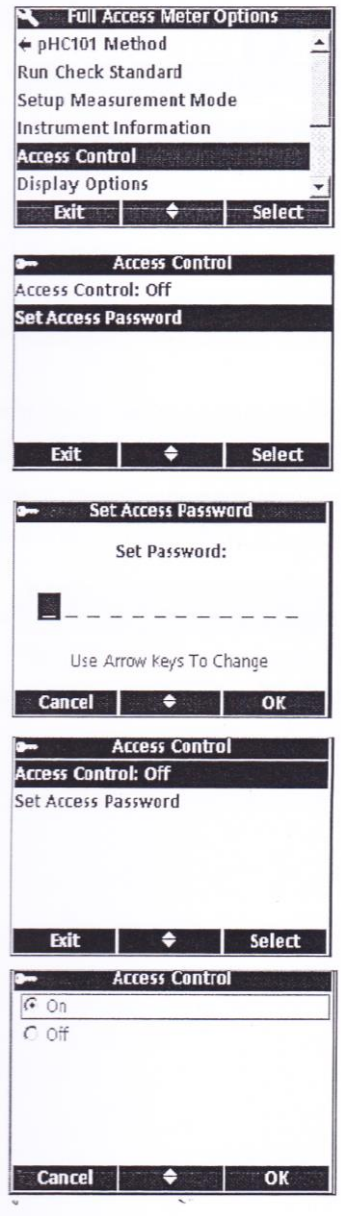
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง เพื่อเข้าสู่เมน Access Control

4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Set Access Password

5. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง จากนั้นป้อนรหัสผ่านที่ต้องการ โดยสามารถตั้งรหัสผ่านได้ 12 ตัวอักษร

6. กดปุ่มสีเขียวสองครั้งเพื่อยอมรับรหัสผ่าน

7. เมื่อต้องการป้องกัน หรือควบคุมการใช้งานตัวเครื่อง ให้เลือกเข้าเมนู Access Control จากนั้น ตั้งค่า Access Control เป็น on ดังนั้นทุกครั้งที่ต้องการใช้งานเครื่องหรือต้องการตั้งค่า หรือเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานของตัวเครื่องจะต้องมีการใส่รหัสผ่านเสมอ



รูปที่ 32 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่า Password

การทำ Standard Check (Run Check Standard)

เมื่อต้องการตรวจสอบความแม่นยำของตัวเครื่อง ผู้ใช้งานสามารถทำได้โดยการทำ Standard Check โดยการจุ่มหัววัดที่ต้องการตรวจสอบลงในสารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน โดยการทำ Standard Check จะผ่านหรือไม่ผ่านนั้น ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าการยอมรับ (Specific acceptance criteria) ตาม Method ที่เลือกใช้งานกับหัววัดชนิดนั้น ๆ วิธีการทำ Standard Check ทำได้โดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่องโดยกด

2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Run Check Standard

3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้งเพื่อทำ Standard Check

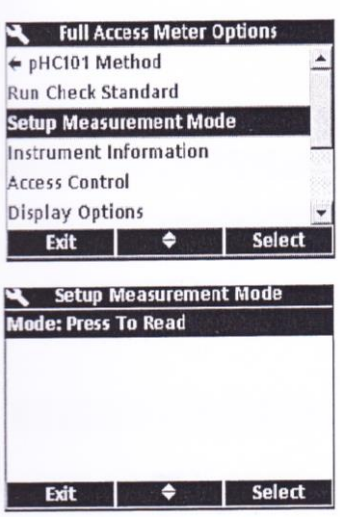
การตั้งค่าการอ่านของตัวเครื่อง (Setting the Measurement Mode)

การตั้งค่าการอ่านของตัวเครื่อง สามารถเลือกได้ 3 รูปแบบ คือ

1. Press To Read: เมื่อเลือกให้ตัวเครื่องมีการอ่านค่าแบบ Press To Read ตัวเครื่องจะทำการอ่านค่าต่อเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม READ หรือปุ่มสีเขียว
2. Interval: เมื่อเลือกให้ตัวเครื่องมีการอ่านค่าแบบ Interval ตัวเครื่องจะทำการอ่านค่าในทุกๆวินาที หรือนาที ที่ผู้ใช้ทำการเลือกช่วงเวลาของการอ่านโดยสามารถลือกได้6ช่วง ได้แก่ ทุกๆ 10 หรือ 30 วินาที หรือ 1, 5, 15 หรือ 30 นาที นอกจากนี้ยังสามารถเลือกได้ว่าจะให้เครื่องทำการอ่านค่าเป็นระยะเวลานานเท่าใด โดยเลือกได้ 8 ช่วงระยะเวลาดังนี้ 15 หรือ 30 นาที หรือ 1, 4, 8, 24 หรือ 48 ชั่วโมง หรือให้ทำการอ่านค่าตลอดเวลา โดยตั้งให้ทำงานแบบ No limit
3. Continuous: เมื่อเลือกให้ตัวเครื่องมีการอ่านค่าแบบ Continuous ตัวเครื่องจะทำการอ่านค่าตลอดเวลา แต่ค่าที่อ่านได้จะไม่ถูกบันทึกสู่หน่วยความจำของตัวเครื่อง แต่ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อให้มีการรายงานค่าแบบต่อเนื่องผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ เมื่อเชื่อมต่อตัวเครื่องเข้ากับคอมพิวเตอร์ (เฉพาะรุ่น H040d)

การตั้งค่าการอ่านของตัวเครื่องทำได้โดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Setup Measurement Mode
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง เพื่อเข้าสู่เมนู Setup Measurement Mode
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกวิธีการอ่านของตัวเครื่องรูปแบบต่างๆ ดังอธิบายข้างต้น

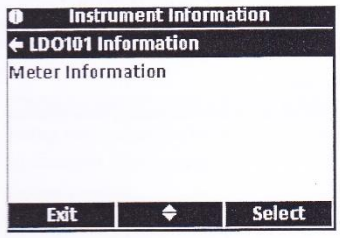


รูปที่ 33 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าการอ่านของตัวเครื่อง

การเลือกดูข้อมูลตัวเครื่องและหัววัด (Viewing Instrument Information)

ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลตัวเครื่อง เช่น Serial Number ละ Software Version ได้โดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Instrument Information
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง เพื่อเข้าสู่เมนู Instrument Information
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกดูข้อมูลของตัวเครื่อง หรือหัววัดที่เชื่อมต่อกับตัวเครื่อง



รูปที่ 34 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกดูข้อมูลตัวเครื่องและหัววัด

การตั้งค่าหน้าจอ (Setting the Display Options)

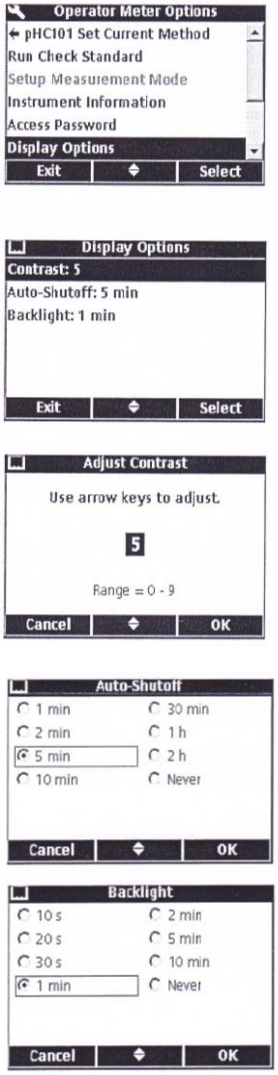
ผู้ใช้งานสามารถเลือกตั้งค่าหน้าจอได้ 3 รูปแบบ คือ

1. ตั้งความเข้มหน้าจอ (Contrast)
2. ตั้งค่าการปิดการทำงานของตัวเครื่อง เมื่อไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีการกดปุ่มใดๆ บนหน้าจอ โดยผู้ใช้สามารถเลือกตั้งค่าได้ 8 รูปแบบ คือ 1, 2, 5, 10หรือ 30 นาที หรือ 1, 2 ชั่วโมง หรือไม่ให้มีการปิดการทำงานอัติโนมัติ (Never)

3. ตั้งค่าการปิดการทำงานของ Backlight เมื่อไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีการกดปุ่มใดๆ บนหน้าจอ โดยผู้ใช้สามารถเลือกตั้งค่าได้ 8 รูปแบบ คือ 10, 20, 30 วินาที หรือ 2, 5, 10 นาที หรือไม่ให้มีการปิดการทำงานอัตโนมัติ (Never)

การตั้งค่าหน้าจอสามารถทำได้โดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Display Options
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง เพื่อเข้าสู่เมนู Display Options
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกตั้งค่าหน้าจอรูปแบบต่าง ๆ ดังกล่าวถึงข้างต้น
    4.1. การตั้งความข้มหนจอ (Contrast) สามารถตั้งได้โดยใช้ถูกศรขึ้น/ลงเพื่อเลือกปรับความเข้มหน้าจอ
    4.2. การตั้งค่าการปิดการทำงานตัวเครื่องอัตโนมัติ (Auto- Shutoff)สามารถตั้งได้โดย ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เลือกระยะเวลาการปิดการทำงาน ตัวเครื่องตามระยะเวลาต่างๆ
    4.3. การตั้งค่าการปิดการทำงานของ Backlight (Backlight) สามารถตั้ง Backlightได้โดย ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เลือกระยะเวลาการปิดการทำงาน Backlight ตามระยะเวลาต่าง ๆ



รูปที่ 35 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าหน้าจอ

การตั้งค่าเสียง (Setting the Sound Options)

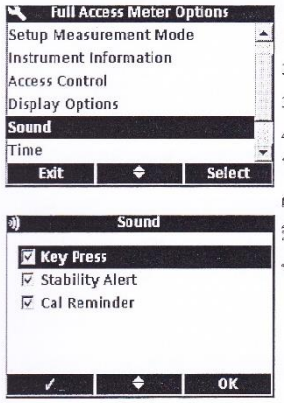
ผู้ใช้งานสามารถเลือกตั้งค่าเสียงได้ 3 รูปแบบ คือ

1. Key Press: ตั้งค่าเสียงเมื่อมีการกดปุ่มบนหน้าจอ
2. Stability Alert: ตั้งค่าเสียงเพื่อให้ตัวเครื่องมีเสียงเตือนเมื่อค่าที่วัดได้คงที่
3. Cal Reminder: ตั้งค่าเสียงเพื่อให้ตัวเครื่องมีเสียงเตือนให้ทำการปรับมาตรฐาน (Calibration)

การตั้งค่าเสียงสามารถทำได้โดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Sound
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง เพื่อเข้าสู่เมนู Sound

4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกตั้งค่าเสียงแบบต่างๆ ดังกล่าวถึงข้างต้น โดยถ้าต้องการเลือกตั้งค่าเสียงในรูปแบบใด ๆ ให้เลือกโดยกดปุ่มสีเขียว เพื่อให้ปรากฏลูกศรอยู่หน้ารูปแบบเสียงที่ต้องการ และถ้าไม่ต้องการให้มีการตั้งค่าเสียงในรูปแบบใดๆ ให้กดปุ่มสีฟ้า เพื่อให้ลูกศรที่ปรากฏอยู่นั้นหายไป

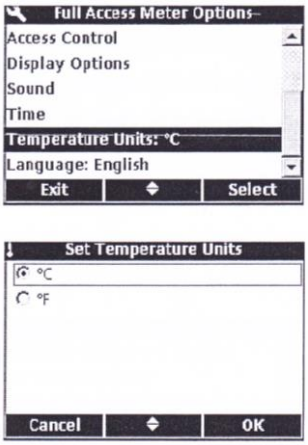


รูปที่ 36 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าเสียง

การเลือกหน่วยของอุณหภูมิ (Changing the Temperature Units)

ผู้ใช้งานสามารถเลือกหน่วยของอุณหภูมิที่ต้องการให้รายงานบนหน้าจอได้ 2 หน่วยคือ ºC หรือ ºF สามารถเลือกได้โดย

1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Temperature
3. กดปุ่มสีเขียวหนึ่งครั้ง เพื่อเข้าสู่เมนู Temperature
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกหน่วยของอุณหภูมิที่ต้องการให้แสดงบนหน้าจอ



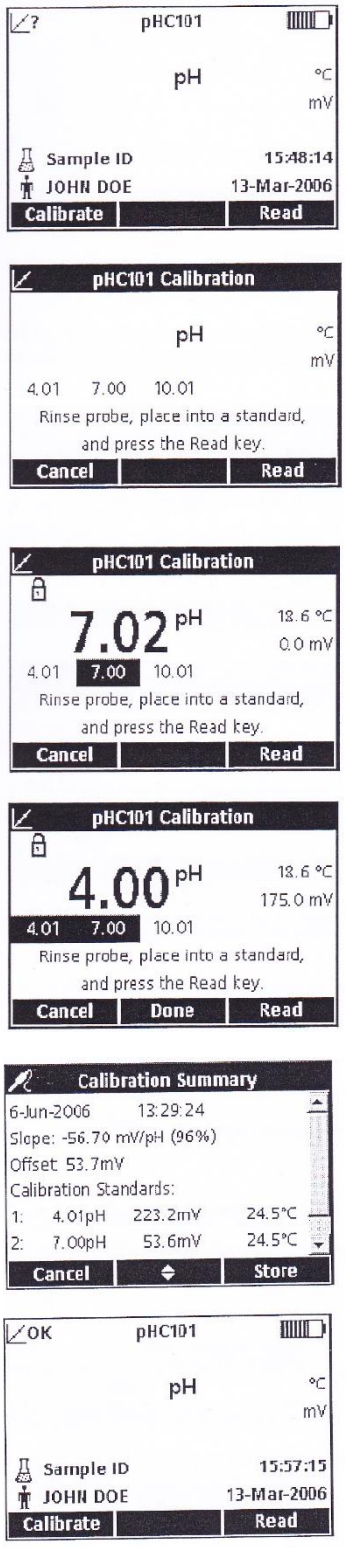
รูปที่ 37 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกหน่วยของอุณหภูมิ

การตั้งค่าการทำงานของหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Operation and Methods)

1. การปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Calibrating the pH probe)

การปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความปีนกรดด่าง สามารถลือกทำได้ 1,2 หรือ 3 จุด ขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกใช้สารมาตรฐานในการปรับเทียบได้หลายรูปแบบ ทั้งแบบ Color Coded, DIN และ IUPAC วิธีการปรับเทียบมาตรฐานทำได้โดย

1.1. ล้างทำความสะอาดหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
1.2. จุ่มหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ลงในสารมาตรฐาน pH 7.00 แลวกดปุ่มสีฟ้า เพื่อเข้าสู่เมนูการปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate)
1.3. กดปุ่มสีเขียวหรือปุ่ม Read 1 ครั้ง ตัวเครื่องจะทำการปรับเทียบมาตรฐาน ณ จุดดังกล่าว
1.4. เมื่อทำการปรับเทียบมาตรฐานที่จุดที่ 1 เป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น ให้ทำการปรับเทียบมาตรฐานที่จุดที่2 ซึ่งอาจเป็น pH 4.00 หรือ pH 10.00 ก็ได้ โดยการล้างทำความสะอาดหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ซับให้แห้งด้วยกระดายทิชชู
1.5. จุ่มหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่างลงในสารมาตรฐาน pH 4.00 หรือ pH 10.00
1.6. กดปุ่มสีเขียวหรือปุ่ม Read 1 ครั้ง ตัวเครื่องจะทำการปรับเทียบมาตรฐาน ณ จุดดังกล่าว
1.7. ทำซ้ำข้อ 1.4-1.6 อีกครั้ง โดยปลี่ยนใช้สารมาตรฐานตัวใหม่
1.8. เมื่อการปรับเทียบมาตรฐานเสร็จสิ้น หน้าจอจะแสดงค่าความต่างศักย์ที่ได้จากการปรับเทียบมาตรฐาน ณ จุดต่างๆ พร้อมด้วยค่าความชัน (Slope) ถ้าข้อมูลการปรับเทียบมาตรฐานดังกล่าว อยู่ในช่วงที่ผู้ใช้งานพอใจ ให้กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งเพื่อบันทึกค่า
1.9. กราฟ ที่บริเวณหน้าจอจะเปลี่ยนจากเครื่องหมาย ? เป็น OK



รูปที่ 38 แสดงรายละเอียดหน้าจอการปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

2. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Taking a pH measurement)

เมื่อทำการปรับเทียบมาตรฐานหัววัดเป็นที่เรียบร้อยหัววัดดังกล่าว จะพร้อมสำหรับการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถวัดก่ความเป็นกรด-ด่าง ได้โดย

2.1. จุ่มหัววัดลงในน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดค่ากวามเป็นกรด-ด่าง แล้วกดปุ่มสีเขียวหรือ Read 1 ครั้ง

2.2. รอจนกระทั่งคำว่า stabilizing หายไปจากหน้าจอ จึงสามารถนำค่าดังกล่าวไปใช้บันทึกผลได้

รูปที่ 39 แสดงรายละเอียดหน้าจอการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. การตั้งค่าการทำงานของการวัดก่าความเป็นกรด-ด่าง (Setting the pH method)

เมื่อผู้ใช้ต้องการตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง สามารถทำได้โดย

3.1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด

3.2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของหัววัดที่ต้องการตั้งค่า เช่น เลือก pHC101 Method

3.3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง

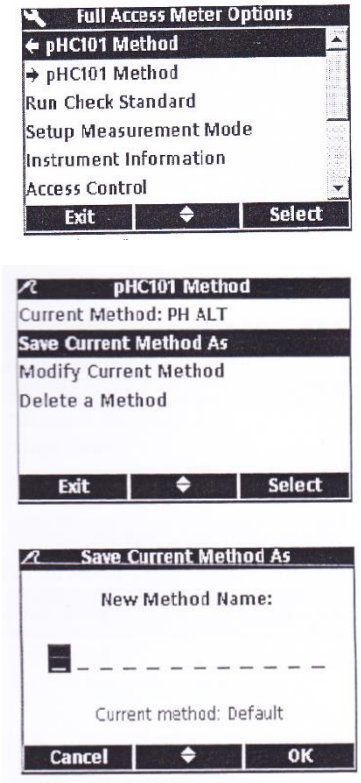
3.4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนูการตั้งค่า โดยเข้าไปที่ Save Current Method As

3.5. ใส่ชื่อ Method ที่ต้องการบันทึกลงสู่ตัวเครื่อง

3.6. กดปุ่มสีเขียว 2 ครั้ง เพื่อบันทึกชื่อ Method ที่ตั้ง

3.7. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าหัววัด โดยใช้ลูกศรขึ้น/ลง เลือกที่Modify Current Method

3.8. เลือกปรับค่าที่หมวดต่างๆ ดังจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

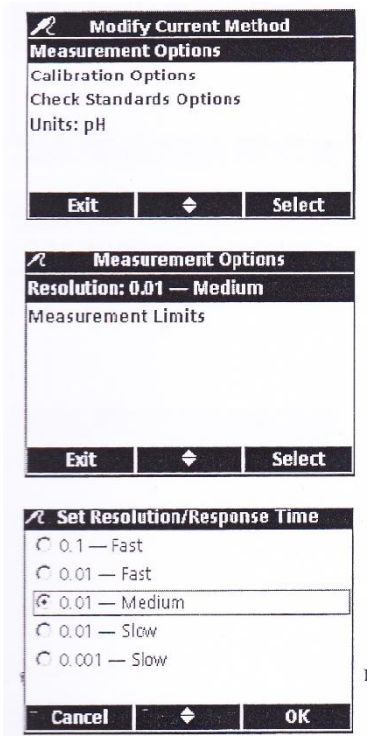


รูปที่ 40 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

4. การปรับค่าที่หมวดต่างๆ เพื่อตั้งค่าการทำงานของหัววัด (Modifying the pH Measurement Options)

<u>การเลือกความละเอียดของการรายงานผล (Resolution)</u>

1. เมื่อเข้าสู่เมน Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Measurement Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Resolution:
5. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือก Resolution ที่ต้องการ



รูปที่ 41 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกความละเอียดของการรายงานผล

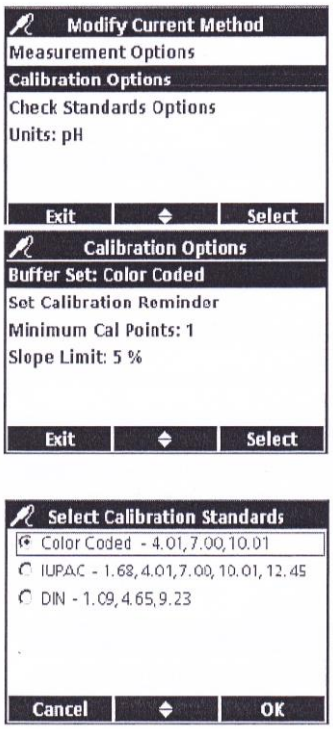
การตั้งค่ารูปแบบการปรับทียบมาตรฐาน (Modifying the pH Calibration Options)

ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าการปรับเทียบมาตรฐน โดยสามารถลือกได้ว่าจะปรับทียบมาตรฐานโดยใช้สาร

มาตรฐานในระบบ Color Code, DIN หรือ IUPAC เลือกให้มีการตั้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานปรับเทียบมาตรฐานก่อนการใช้งาน และเลือกว่าต้องการปรับเทียบมาตรฐานกี่จุด

<u>การเลือกรูปแบบของสารมาตรฐานที่ใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน</u>

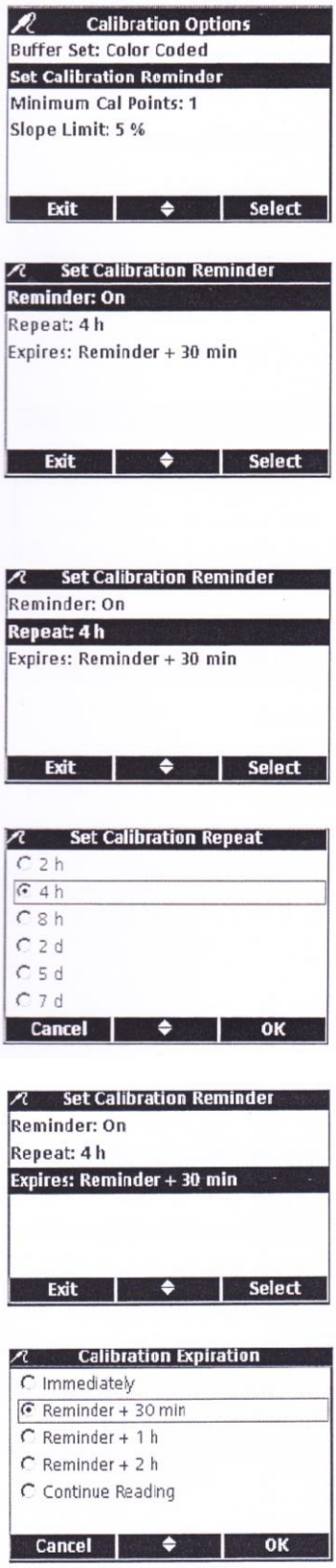
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Set Calibration Options Measurement Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Buffer Set เพื่อเลือกรูปแบบของสารมาตรฐานที่ใช้ในการปรับเทียบมาตรฐานว่าต้องการปรับเทียบมาตรฐานตามระบบ Color Code, DINหรือ IUPAC
5. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือก Buffer Set ที่ต้องการ



รูปที่ 42 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกรูปแบบของสารมาตรฐานที่ใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน

<u>การเลือกให้มีการตั้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานปรับเทียบมาตรฐานก่อนการใช้งาน</u>

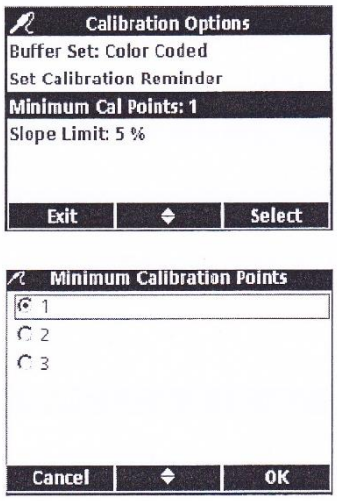
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Set Calibration Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Set Calibration Reminder
5. เมื่อผู้ใช้ต้องการตั้งเตือนให้มีการปรับเทียบมาตรฐาน ให้เลือกที่ Reminder แล้วปรับค่าให้เป็น On
6. จากนั้นเลือกช่วงเวลาที่ต้องการให้ตัวเครื่องตั้งเตือนให้มีการปรับเทียบมาตรฐาน เช่นเตือนทุก ๆ 2, 4, 8 ชั่วโมง หรือ 2, 5 หรือ 7 วัน
7. นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถเลือกได้ว่า เมื่อมีการเตือนให้มีการปรับเทียบมาตรฐานแล้ว จะยังคงให้หัววัดนั้นๆ ใช้งานต่อได้หลังจากที่หมดอายุการปรับเทียบมาตรฐานเล้วหรือไม่
8. เลือกที่ Expires: แล้วเลือกรูปแบบของการปรับเทียบ



รูปที่ 43 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกให้มีการตั้งเตือนเพื่อให้ผู้ช้งานปรับเทียบมาตรฐานก่อนการใช้งาน

การเลือกว่าต้องการปรับเทียบมาตรฐานกี่จุด

1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Set Calibration Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Minimum Cal Points
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกจำนวน Point ที่ต้องการปรับเทียบมาตรฐาน
7. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 44 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกว่าต้องการปรับเทียบมาตรฐานกี่จุด

การตั้งค่าการตรวจสอบตัวเครื่องด้วยสารมาตรฐาน (Modifying the pH Check Standard Options)

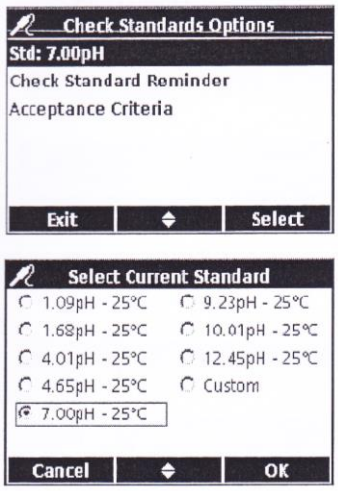
นอกจากที่ผู้ใช้งานสามารถตั้งเตือนให้มีการปรับเทียบมาตรฐานตามหัวข้อที่กล่าวถึงในข้อที่ 4 ผู้ใช้ยัง

สามารถตั้งค่าการตรวจสอบตัวเครื่องด้วยสารมาตรฐานที่ทราบค่าความเป็นกรด-ด่างที่แน่นอนได้โดย

การเลือกความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบ

1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Check Standard Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง

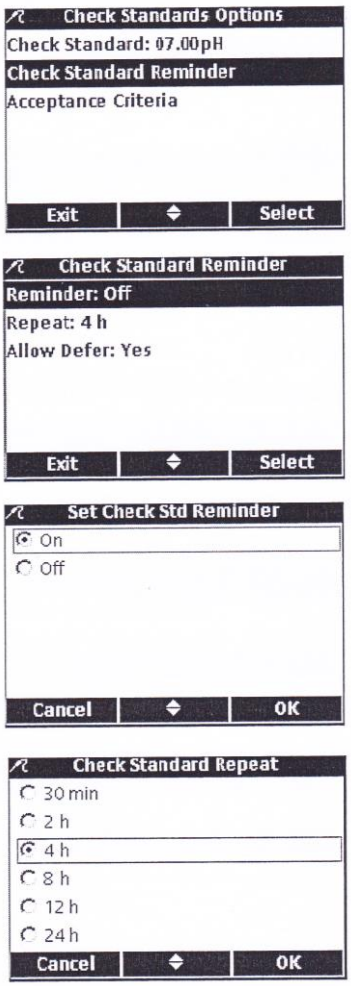
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกว่าต้องการตรวจสอบตัวเครื่องด้วยสารมาตรฐานที่ค่าความเป็นกรด-ด่างระดับใด เช่น pH 4, pH7 หรือ pH 10 โดยเลือกที่เมนู Check Standard:
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. ป้อนค่าสารมาตรฐานที่เลือกใช้
7. กดปุ่มสีเขียว1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 45 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบ

<u>การตั้งเตือนให้ผู้ใช้ทำการตรวจสอบตัวเครื่องด้วยสารมาตรฐาน</u>

1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Check Standard Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Check Standard Reminder
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. ตั้งค่า Reminder เป็น On
7. เลือกระยะเวลาที่ต้องการให้ตัวเครื่องเตือน โดยเข้าที่หมวด Repeat: แล้วเลือกช่วงเวลาเช่น 30 นาที, 2, 4, 8, 12 หรือ 24 ชั่วโมง
8. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งเพื่อยอมรับค่า

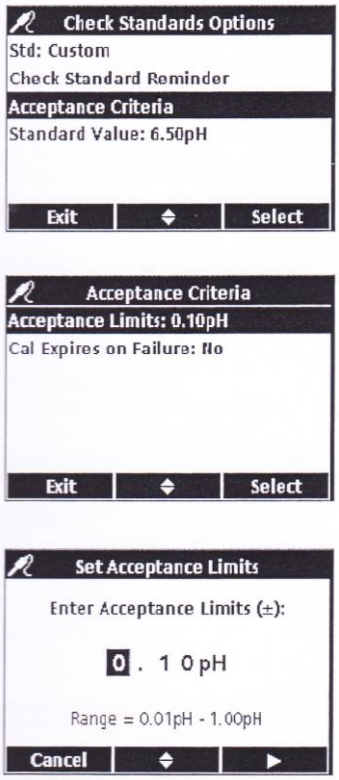


รูปที่ 46 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งเตือนให้ผู้ใช้ทำการตรวจสอบตัวเครื่องด้วยสารมาตรฐาน

การตั้งค่าที่ยอมรับได้ของสารมาตรฐาน (Editing the Acceptance Criteria for Check Standards)

ผู้ใช้สามารถตั้งค่าความเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้โดย

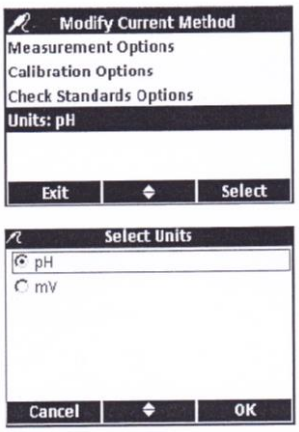
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Check Standard Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Acceptance Criteria
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. ปรับค่า Acceptance Criteria ตามความต้องการ โดยปรับได้ไม่เกิน 1 ช่วง pH
7. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง



รูปที่ 47 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าที่ยอมรับได้ของสารมาตรฐาน

การเปลี่ยนหน่วยการรายงานผลหน้าจอ ระหว่าง pH และ mV

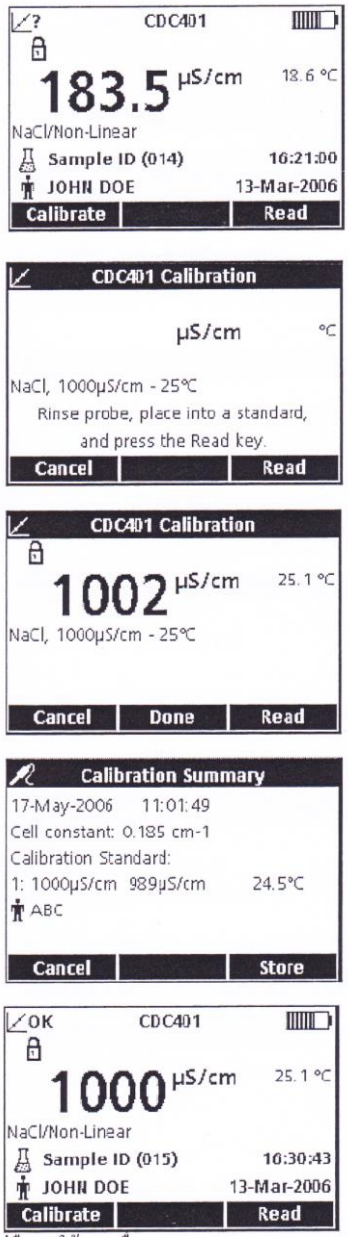
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 3
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Check Standard Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้สู่เมน Unit:
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. เลือกหน่วยที่ต้องการให้รายงานที่หนจอระหว่าง pH กับ mV
7. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง



รูปที่ 48 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเปลี่ยนหน่วยการรายงานผลหน้าจอ ระหว่าง pH และ mV

การตั้งค่าการทำงานของหัววัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity Operation and Methods)

1. การปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความนำไฟฟ้า (Calibrating the conductivity probe)
   1.1. ล้างทำความสะอาดหัววัดค่าความนำไฟฟ้า ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
   1.2. จุ่มหัววัด ลงในสารมาตรฐาน แล้วกดปุ่มสีฟ้า เพื่อเข้าสู่เมนูการปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate)
   1.3. กดปุ่มสีเขียวหรือปุ่ม Read 1 ครั้ง ตัวเครื่องจะทำการปรับเทียบมาตรฐาน ณ จุดดังกล่าว
   1.4. เมื่อการปรับเทียบมาตรฐานเสร็จสิ้น หน้าจอจะแสดงค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ทำการปรับเทียบได้ ถ้าข้อมูลการปรับเทียบมาตรฐานดังกล่าว อยู่ในช่วงที่ผู้ใช้งานพอใจ ให้กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อบันทึกค่า
   1.5. กราฟ ที่บริเวณหน้าจอจะเปลี่ยนจากเครื่องหมาย? เป็น OK



รูปที่ 49 แสดงรายละเอียดหน้าจอการปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความนำไฟฟ้า

2. การตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าความนำไฟฟ้า (Setting the conductivity method)

เมื่อผู้ใช้ต้องการตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าความนำไฟฟ้า สามารถทำได้โดย

2.1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด

2.2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของหัววัดที่ต้องการตั้งค่า เช่น เลือก CDC401 Method

2.3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง

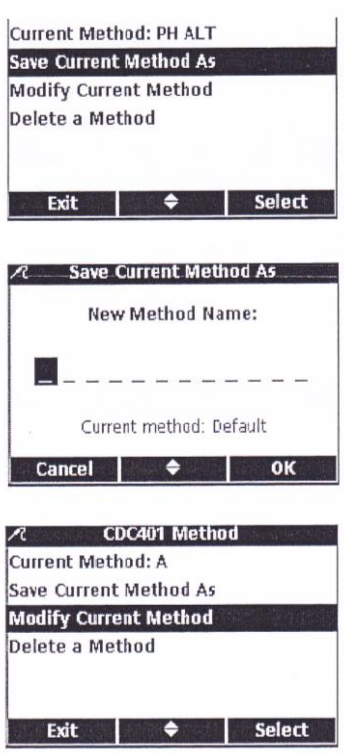
2.4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนูการตั้งค่า โดยเข้าไปที่ Save Current Method As

2.5. ใส่ชื่อ Method ที่ต้องการบันทึกลงสู่ตัวเครื่อง

2.6. กดปุ่มสีเขียว 2 ครั้ง เพื่อบันทึกชื่อ Method ที่ตั้ง

2.7. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าหัววัด โดยใช้ลูกศรขึ้น/ลง เลือกที่ Modify Current Method

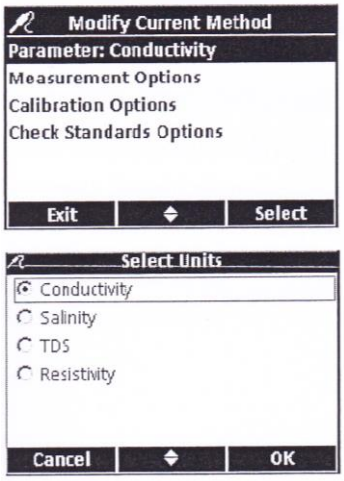
2.8. เลือกปรับค่าที่หมวดต่างๆ ดังจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป



รูปที่ 50 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าความนำไฟฟ้า

การเลือกพารามิเตอร์ที่สามารถวัดค่าได้ด้วยหัววัดค่าความนำไฟฟ้า (Modifying the Conductivity Parameters)

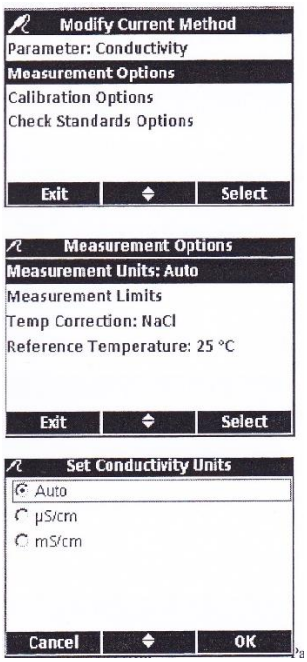
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Parameters
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการให้แสดงบนหน้าจอ เช่น Conductivity, TDS, Salinity หรือ Risistivity



รูปที่ 51 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกพารามิเตอร์ที่สามารถวัดค่าได้ด้วยหัววัดค่าความนำไฟฟ้า

การเลือกหน่วย และรูปแบบการปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความนำไฟฟ้า (Modifying the Conductivity Measurement Options)

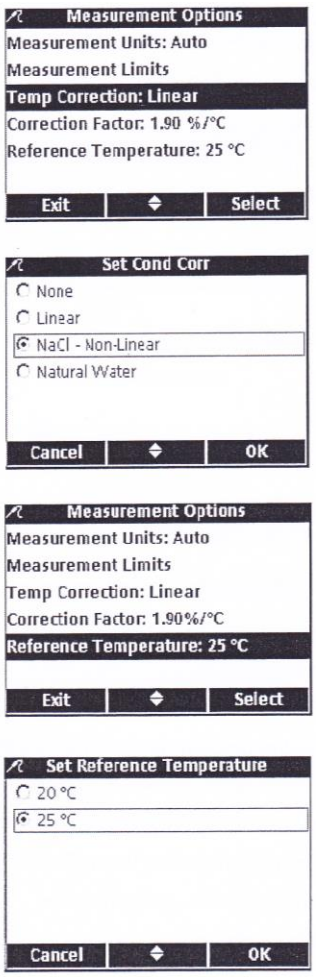
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Measurement options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกหน่วยของการวัดค่าความนำไฟฟ้า โดยเลือกที่ Measurement Units
5. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกหน่วยของการวัดค่าความนำไฟฟ้าที่ต้องการให้แสดงบนหน้าจอ โดยอาจเลือกให้การปรับหน่วยเป็นแบบอัตโนมัติ หรือ uS/cm หรือ mS/cm
6. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง



รูปที่ 52 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกหน่วย และรูปแบบการปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าความนำไฟฟ้า

การเลือกระบบในการชดเชยอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าความนำไฟฟ้า

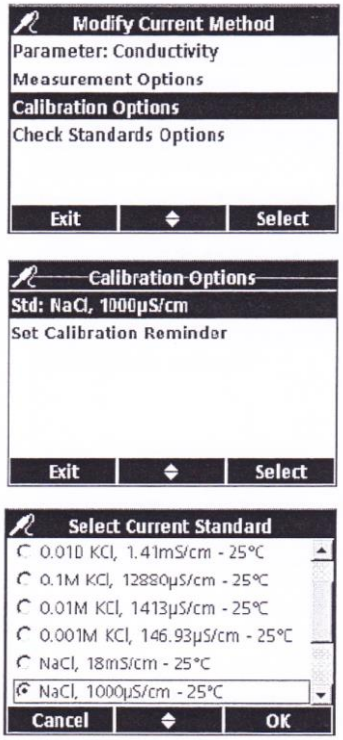
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Temp correction
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกรูปแบบของการชดเชย โดย สามารถเลือกได้ 4รูปแบบ คือ ไม่ชดเชย, ชดเชยแบบ Linear,ชดเชย, ชดเชยความเค็มในรูป NaCl และ Natural Water
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. ในกรณีที่เลือกการชดเชยแบบ Linear ให้ผู้ใช้งานเลือกอุณหภูมิที่ต้องการชดเชยระหว่าง 20 หรือ 25 องศาเซลเซียส โดย
   6.1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
   6.2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Reference Temperature
   6.3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
   6.4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
   6.5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง



รูปที่ 53 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกระบบในการชดเชยอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าความนำไฟฟ้า

การเลือกรูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐาน (Modifying the Conductivity Calibration Options)

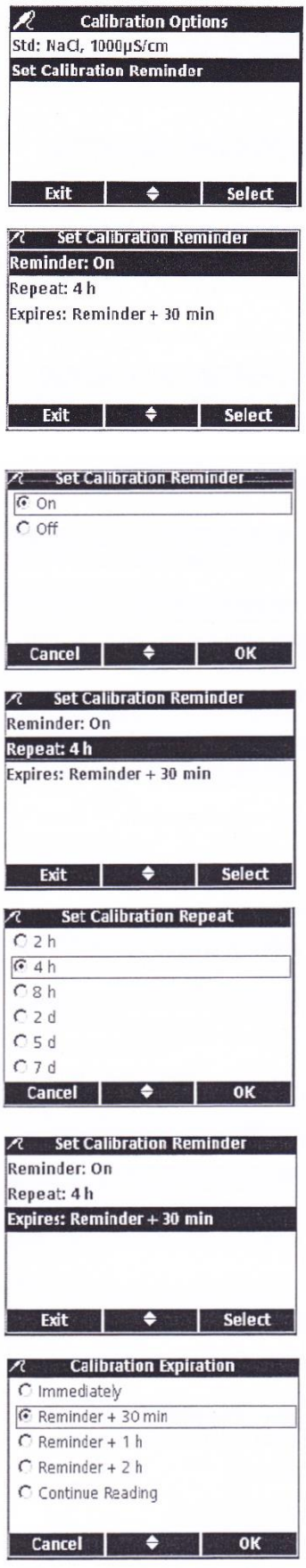
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Calibration options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของสารมาตรฐานที่จะใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน โดยเลือกที่ Std:
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า
6. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดหรือความเข้มข้นของสารมาตรฐาน
7. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 54 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกรูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐาน

การตั้งเตือนให้มีการปรับเทียบมาตรฐาน (Calibration reminder options)

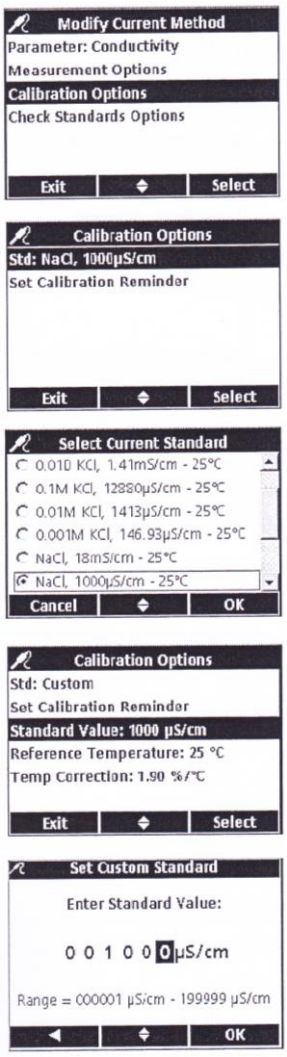
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Calibration options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของสารมาตรฐานที่จะใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน โดยเลือกที่ Set Calibration Reminder
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
6. เลือกเมนู Reminder เป็น On
7. เลือกเวลาที่ต้องการให้ตัวเครื่องตั้งเตือนการปรับเทียบมาตรฐาน โดยเลือกที่ Repeat:
8. เลือกตั้งเวลาการสิ้นสุดการปรับเทียบมาตรฐาน (หมดอายุ) โดยเลือกที่ Expires:



รูปที่ 55 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งเตือนให้มีการปรับเทียบมาตรฐาน

การเลือกความข้มข้นของสารมาตรฐานที่ผู้ใช้งานตรียมเองในการปรับเทียบมาตรฐาน

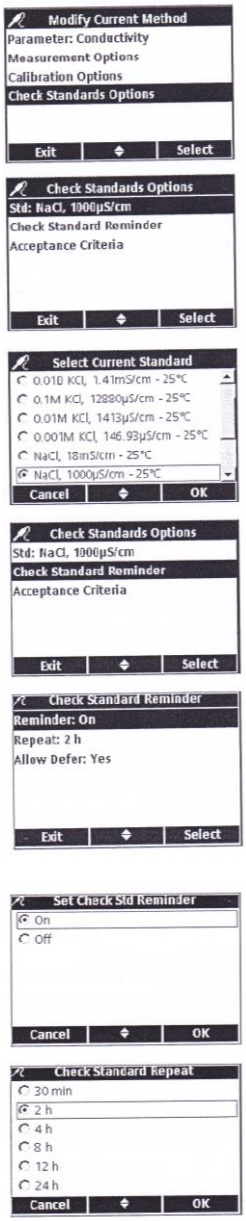
1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Calibration options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของสารมาตรฐานที่จะใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน โดยเลือกที่ Std:
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า
6. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดหรือความเข้มข้นของสารมาตรฐานมาตรฐาน โดยให้เลือกที่ Custom
7. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า
8. คีย์ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ต้องการใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน โดยเลือกที่ Standard Value
9. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
10. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง ในการคีย์ค่าความข้มข้นของสารมาตรฐานที่ใช้
11. กดปุ่มสีเขียว เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 56 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกความข้มข้นของสารมาตรฐานที่ผู้ใช้งานตรียมเอง

การตรวจสอบการทำงานของตัวเครื่องโดยใช้สารมาตรฐานที่ทราบค่า (Check Standard Options)

1. เมื่อเข้าสู่เมนู Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2.7
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนู Check Standards Options
3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของสารมาตรฐานที่จะใช้ในการปรับเทียบมาตรฐาน โดยเลือกที่ Std:
5. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า
6. ถ้าต้องการตั้งเตือนให้มีการ Check standard สามารถทำได้เลือกที่ Check Standard Reminder แล้วตั้งค่าเป็น On
7. เลือกเวลาที่ต้องการให้เตือน โดยเลือกที่ Repeat แล้วเลือกช่วงเวลาที่ต้องการ



รูปที่ 57 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตรวจสอบการทำงานของตัวเครื่องโดยใช้สารมาตรฐานที่ทราบค่า

การตั้งค่าการทำงานของหัววัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Operation and Methods)

1. การปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Calibrating the LDO probe)

การปรับเทียบมาตรฐานหัววัดค่าออกซิเจนละลายน้ำเลือกได้ 2 รูปแบบ ขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้ โดยรูปแบบแรกเป็นการเลือกใช้ค่าการปรับเทียบมาตรฐานอัตโนมัติ ซึ่งได้ทำการปรับเทียบมาตรฐานมาจากบริษัทผู้ผลิต และรูปแบบที่สองป็นการปรับเทียบมาตรฐานโดยผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นการปรับเทียบมาตรฐานภายใต้สภาวะการอิ่มตัวของไอน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์

การปรับเทียบมาตรฐานภายใต้สภาวะการอิ่มตัวของไอน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์

1.1. เชื่อมต่อหัววัดที่ต้องการปรับเทียบมาตรฐานเข้ากับตัวเครื่อง

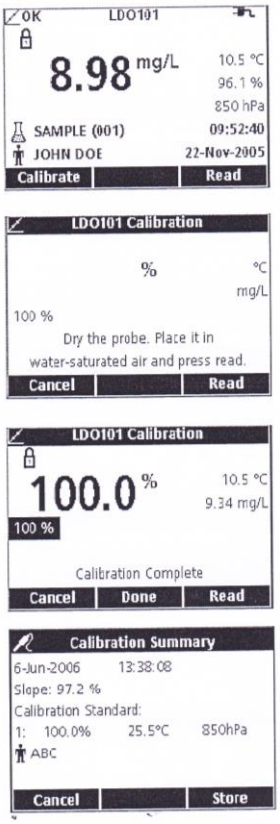
1.2. กดปุ่มสีฟ้าหรือ Calibrate 1 ครั้ง

1.3. หน้าจอจะปรากฏรูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐานโดยให้วางหัววัดที่ต้องการปรับเทียบมาตรฐานในขวดปิดที่บรรจุน้ำกลั่นอยู่ในระดับหนึ่ง โดยระวังอย่าจุ่มหัววัดลงในน้ำ ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 15-30 นาที

1.4. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง และรอจนกระทั่งทำการปรับเทียบมาตรฐานเสร็จสิ้น โดยหน้าจอจะปรากฏ 100%

1.5. จากนั้นหน้าจอจะแสดง Calibration summary

1.6. กดปุ่มสีเขียวหรือ Store เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 58 แสดงรายละเอียดหน้าจอการปรับเทียบมาตรฐานภายใต้สภาวะการอิ่มตัวของไอน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์

2. การตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Setting the LDO method)

เมื่อผู้ใช้ต้องการตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ สามารถทำได้โดย

2.1. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าตัวเครื่อง โดยกด

2.2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกชนิดของหัววัดที่ต้องการตั้งค่า เช่น เลือก LDO101 Method

2.3. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง

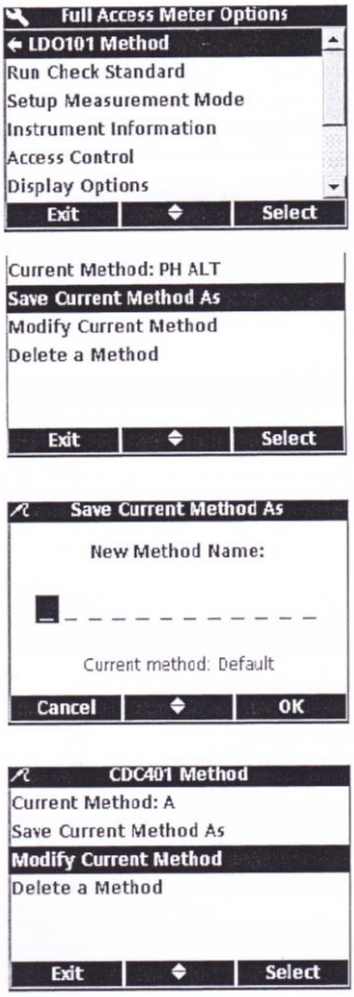
2.4. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเข้าสู่เมนูการตั้งค่า โดยเข้าไปที่ Save Current Method As

2.5. ใส่ชื่อ Method ที่ต้องการบันทึกลงสู่ตัวเครื่อง

2.6. กดปุ่มสีเขียว 2 ครั้ง เพื่อบันทึกชื่อ Method ที่ตั้ง

2.7. เข้าสู่เมนูการตั้งค่าหัววัด โดยใช้ลูกศรขึ้น/ลง เลือกที่ Modify Current Method

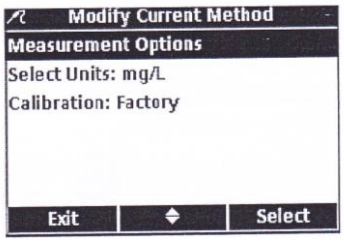
2.8. เลือกปรับค่าที่หมวดต่างๆ ดังจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป



รูปที่ 59 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งค่าการทำงานของการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ

การเลือก Resolution, หน่วย, การเลือกใช้รูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐาน และการตั้งเวลาการล็อกหน้าจอ

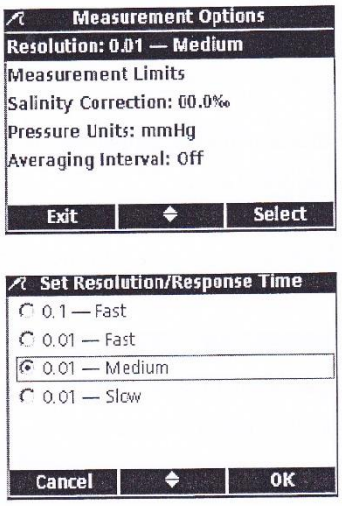
1. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือก Measurement
2. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง



รูปที่ 60 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือก Resolution, หน่วย, การเลือกใช้รูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐาน และการตั้งเวลาการล็อกหน้าจอ

การเลือก Resolution

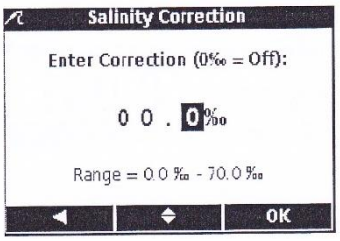
1. เลือก Resolution ของการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำตามต้องการ โดยเลือกที่ Resolution แล้วเลือก Set Resolution และค่าาความเร็วในการตอบสนอง
2. กดปุ่มสีขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 61 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือก Resolution

การชดเชยค่าความเค็ม

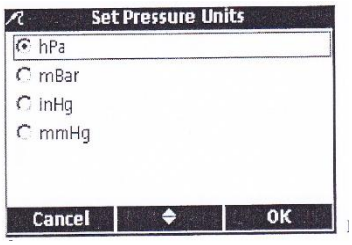
1. เลือก Salinity Correction
2. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
3. คีย์ค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการชดเชย
4. กดปุ่มสีเขียวหรือ OK



รูปที่ 62 แสดงรายละเอียดหน้าจอการชดเชยค่าความเค็ม

การเลือกหน่วยของความดัน

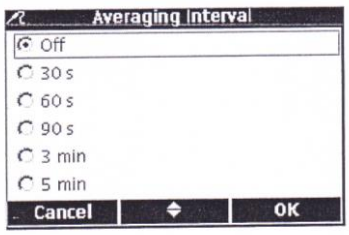
1. เลือก Pressure Unit
2. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
3. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกหน่วยของความดันที่ต้องการ
4. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 63 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกหน่วยของความดัน

การตั้งเวลาการล็อกหน้าจอ

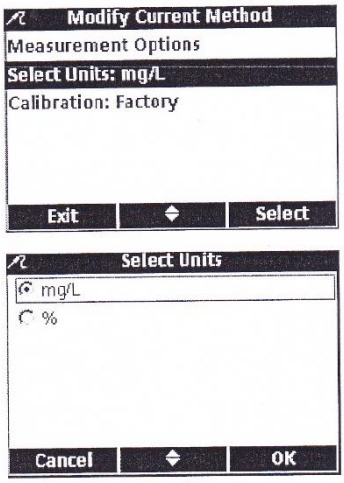
1. เลือก Averaging Interval
2. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง
3. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือกเวลาที่ต้องการให้มีการล็อกหน้าจอ
4. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งเพื่อยอมรับค่า



รูปที่ 64 แสดงรายละเอียดหน้าจอการตั้งเวลาการล็อกหน้าจอ

การเลือกหน่วยของการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ

1. เข้าสู่เมนูการ Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 2
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือก Select unis:
3. เลือกหน่วยที่ต้องการให้แสดงบนหนจอระหว่าง mg/L หรือ %
4. กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง เพื่อยอมรับค่า



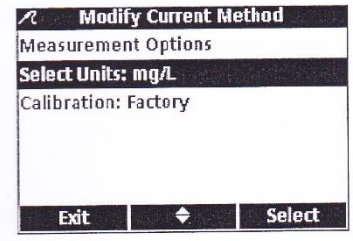
รูปที่ 65 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกหน่วยของการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ

การเลือกใช้รูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐาน

ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐานได้ 2 แบบ คือ ใช้ค่าการปรับเทียบมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิต (Factory) หรือ เลือกปรับเทียบมาตรฐานเองโดยภายใต้สภาวะอิ่มตัวด้วยไอน้ำ 100% โดย

1. เข้าสู่เมนูการ Modify Current Method ดังกล่าวถึงในข้อ 1
2. ใช้ลูกศรขึ้น/ลง เพื่อเลือก Calibration
3. ถ้าต้องการเลือกใช้การปรับเทียบมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิตให้เลือก Factory
4. ถ้าต้องการเลือกใช้การปรับเทียบมาตรฐานภายใต้สภาวะอิ่มตัวด้วยไอน้ำ 100% ให้เลือก User

5. ทำการปรับเทียบมาตรฐานตามวิธีการที่กล่าวถึงในข้อ 1



รูปที่ 66 แสดงรายละเอียดหน้าจอการเลือกใช้รูปแบบของการปรับเทียบมาตรฐาน

การจัดเก็บอุปกรณหลังใช้งาน

1. ล้างทำความสะอาดหัววัดค่าด้วยน้ำกลั่น จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
2. เก็บใส่กล่องอุปกรณ์ตามตำแหน่งการจัดเก็บ
3. คืนเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ HQd Series Portable Meter และอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับใช้งาน ที่ คุณลักษณา ทรัพย์เย็น ณ ห้องห้องธุระการภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

ประวัตินิสิต

ชื่อ-นามสกุล นางสาวอมรา แสงแก้ว เลขประจำตัวนิสิต 5820500628
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน 24 หมู่ 3 ตำบลชะมวง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง 93110
โทรศัพท์เคลื่อนที่: 087-939-6905 E-mail: mild-love1983@hotmail.com

ระดับการศึกษา:

คุณวุฒิการศึกษา	จากโรงเรียน/สถาบัน	การศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสตรีพัทลุง	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสตรีพัทลุง	2554