



# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

การเตรียมปฏิบัติการ รายวิชา 30933259  
ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

โดย

นายสรนนท์ วัฒนพันธุ์

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา

## คำนำ

คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ได้เรียบเรียงขึ้นจากการปฏิบัติงานด้านการเตรียมปฏิบัติรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อใช้เป็นคู่มือการดำเนินงานเตรียมปฏิบัติการรายวิชาดังกล่าว ของภาควิชาวาริชศาสตร์ ซึ่งรายละเอียดของเนื้อหามุ่งเน้นในเรื่องวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนการเตรียมสารเคมี ตัวอย่างทดลอง วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้ตามขั้นตอนกระบวนการที่มีมาตรฐาน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ มีคุณภาพงานที่ดี ลดข้อผิดพลาดหรือความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทำงาน นอกจากนี้ คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ยังสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ปฏิบัติงานแทนในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานเดิมมีเหตุสุดวิสัยเร่งด่วนไม่สามารถมาปฏิบัติงานได้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติงานฯ ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานภาควิชาวาริชศาสตร์ต่อไป

สรนนท์ วัฒนพันธุ์  
กุมภาพันธ์ 2565

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ขอบเขตของงานตามคู่มือ	1
วัตถุประสงค์	1
คำจำกัดความหรือนิยามศัพท์เฉพาะ	2
ผู้เกี่ยวข้อง หน้าที่และอำนาจ	3
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ	4
โครงสร้างหน่วยงานและภาระหน้าที่ของหน่วยงาน	4
ลักษณะงานที่ปฏิบัติงาน (Job Description)	10
บทที่ 3 กระบวนการปฏิบัติงาน	14
ผังกระบวนการปฏิบัติงาน (Work Flow)	14
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	36
หลักการ หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน	48
แนวทางในการปฏิบัติงาน	57
มาตรฐานคุณภาพงาน	58
ระบบติดตามและประเมินผล	59
บทที่ 4 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน	60
ปัญหา อุปสรรค และความเสี่ยง	60
แนวทางแก้ไขปัญหาและพัฒนางาน	60
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างแบบฟอร์ม	64
ประวัติผู้จัดทำ	71

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แผนผังโครงสร้างองค์กรคณะวิทยาศาสตร์ (Organization Chart)	6
ภาพที่ 2 แผนผังโครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (Administration Chart)	8
ภาพที่ 3 แผนผังโครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)	9

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 ขอเปิดรายวิชา	36
ตารางที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูล	36
ตารางที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเปิดรายวิชา	36
ตารางที่ 4 ขั้นตอนที่ 4 รับทราบ	37
ตารางที่ 5 ขั้นตอนที่ 5 ส่งคู่มือบทปฏิบัติการ/กำหนดตารางเรียนปฏิบัติการ	37
ตารางที่ 6 ขั้นตอนที่ 6 จัดตารางสอนและแจ้งเปิดรายวิชาลงระบบทะเบียน และแจ้งผู้ประสานงาน	38
ตารางที่ 7 ขั้นตอนที่ 7 แจ้งผลการจัดตารางสอน	38
ตารางที่ 8 ขั้นตอนที่ 8 ศึกษา/ทำความเข้าใจ/วิเคราะห์บทปฏิบัติการ	39
ตารางที่ 9 ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบความพร้อมเครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี	39
ตารางที่ 10 ขั้นตอนที่ 10 พิจารณาผลการตรวจสอบความพร้อม	40
ตารางที่ 11 ขั้นตอนที่ 11 ขอใบเสนอราคา	41
ตารางที่ 12 ขั้นตอนที่ 12 ขออนุมัติซื้ออุปกรณ์/สารเคมี	41
ตารางที่ 13 ขั้นตอนที่ 13 เสนออนุมัติซื้ออุปกรณ์/สารเคมี	41
ตารางที่ 14 ขั้นตอนที่ 14 พิจารณาการขอซื้อ	41
ตารางที่ 15 ขั้นตอนที่ 15 ปรับแก้บทปฏิบัติการ	42
ตารางที่ 16 ขั้นตอนที่ 16 รับทราบผลอนุมัติขอซื้อ	42
ตารางที่ 17 ขั้นตอนที่ 17 สั่งซื้อ	42
ตารางที่ 18 ขั้นตอนที่ 18 การจัดซื้อและการเงิน	43
ตารางที่ 19 ขั้นตอนที่ 19 ตรวจสอบรับอุปกรณ์และสารเคมี	43
ตารางที่ 20 ขั้นตอนที่ 20 จัดเตรียมความพร้อมเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี	43
ตารางที่ 21 ขั้นตอนที่ 21 ปรึกษา/วางแผนการเตรียมปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน	44
ตารางที่ 22 ขั้นตอนที่ 22 เตรียมปฏิบัติการ	44
ตารางที่ 23 ขั้นตอนที่ 23 ทดสอบปฏิบัติการตามทฤษฎี	45
ตารางที่ 24 ขั้นตอนที่ 24 แจ้งผลทดสอบปฏิบัติการ	45
ตารางที่ 25 ขั้นตอนที่ 25 รับทราบ	45
ตารางที่ 26 ขั้นตอนที่ 26 เตรียมห้องปฏิบัติการก่อนเรียน	46
ตารางที่ 27 ขั้นตอนที่ 27 สอนปฏิบัติการ	46
ตารางที่ 28 ขั้นตอนที่ 28 ช่วยควบคุม/ดูแลความเรียบร้อยในการทำปฏิบัติการของนิสิต	46
ตารางที่ 29 ขั้นตอนที่ 29 แยกสารเคมีอันตราย	47
ตารางที่ 30 ขั้นตอนที่ 30 ล้าง/ทำความสะอาดเครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์ และจัดเก็บ	47
ตารางที่ 31 ขั้นตอนที่ 31 บันทึกข้อมูลผลการเตรียมปฏิบัติการ	47
ตารางที่ 32 ขั้นตอนที่ 32 แจ้งผลปัญหา/อุปสรรคให้อาจารย์ผู้ประสานงาน	47

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ขอบเขตของงานตามคู่มือ

คู่มือการปฏิบัติงานเล่มนี้ เป็นคู่มือการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยมีขอบเขตของงานตามคู่มือเล่มนี้ ตั้งแต่การเปิดรายวิชา การประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน การศึกษาทำความเข้าใจของแต่ละบทปฏิบัติการจากคู่มือบทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาส่งให้แก่ภาควิชาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมปฏิบัติการ การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี รวมถึงตัวอย่างสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการ การจัดซื้อหรือจัดหาวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน การแสดงขั้นตอนการเตรียมแต่ละปฏิบัติการ การช่วยควบคุมดูแลการใช้เครื่องมือและการทำปฏิบัติการของนิสิตระหว่างการเรียนการสอน การแยกประเภทและบรรจุของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีภายหลังการเสร็จสิ้นปฏิบัติการ รวมถึงการบันทึกปัญหาอุปสรรคต่างๆ ตลอดการเตรียมปฏิบัติการและรายงานให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาลงสำหรับการเตรียมปฏิบัติในครั้งต่อไป

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มีคู่มือการเตรียมปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นลายลักษณ์อักษร แสดงถึงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานของภาควิชา โดยเป็นไปตามเป้าหมายของงาน ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อแสดงวิธีการและขั้นตอนในการเตรียมปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สำหรับนักวิทยาศาสตร์ของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. เพื่อใช้เป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงานแทน สามารถดำเนินการปฏิบัติงานด้านการเตรียมปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
4. เพื่อให้การเตรียมปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของภาควิชาวาริชศาสตร์ เป็นไปตามแนวทางที่ถูกต้องตามขั้นตอนและระเบียบของภาควิชาวาริชศาสตร์

### 1.3 คำจำกัดความหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

1. Flow Chart	หมายถึง	ขั้นตอนการดำเนินงานการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำ
2. ภาควิชา	หมายถึง	ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ปฏิบัติการ	หมายถึง	ปฏิบัติการรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ
4. ขั้นตอนการดำเนินงาน	หมายถึง	ขั้นตอนการดำเนินงานการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำ ที่แสดงออกมาเป็นแผนภาพ (Flow Chart)
5. หัวหน้าภาควิชา	หมายถึง	หัวหน้าภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
6. นักวิทยาศาสตร์	หมายถึง	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานในการเตรียม ปฏิบัติการรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ
7. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา	หมายถึง	อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
8. อาจารย์ผู้สอน	หมายถึง	อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
9. นิสิต	หมายถึง	นิสิตที่เรียนรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ
10. เครื่องมือ	หมายถึง	เครื่องมือหรือครุภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ สำหรับการเรียนการสอนรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
11. สารเคมี	หมายถึง	สารเคมีทุกประเภท ทั้งชนิดของแข็ง ของเหลว หรือสารละลายที่เตรียมขึ้นใหม่ที่ใช้สำหรับการ สอนรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำ

12. ตัวอย่างน้ำ	หมายถึง	ตัวอย่างที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการหรือจัดหาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ทะเล อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ หรือบ่อน้ำสาธารณะ เป็นต้น เพื่อนำมา เป็นตัวอย่างสำหรับการทดลองปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
-----------------	---------	---

#### 1.4 ผู้เกี่ยวข้อง หน้าที่และอำนาจ

1. หัวหน้าภาควิชา ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าหน่วยงาน ประจำภาควิชาวาริชศาสตร์ มีหน้าที่พิจารณา กลั่นกรองการจัดซื้อหรืออนุมัติซื้อเครื่องมือเบื้องต้น ก่อนนำเข้าที่ประชุมของภาควิชาเพื่อลงมติในการเห็นชอบ ร่วมกันในการการจัดซื้อครุภัณฑ์ของภาควิชาวาริชศาสตร์ รวมไปถึงพิจารณาการเปิดรายวิชาในแต่ละภาค การศึกษา

2. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา มีหน้าที่ในการประสานงานตารางการเรียนการสอนปฏิบัติการ ประสานงานอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการทุกคน รวมถึงนักวิทยาศาสตร์ผู้เตรียมปฏิบัติการ เพื่อกำหนดหัวข้อการเรียนการสอนปฏิบัติการ การใช้สารเคมี วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในแต่ละปฏิบัติการ

3. อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการ มีหน้าที่สอนและควบคุมดูแลการทำปฏิบัติการของนิสิต เพื่อให้ นิสิต ปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามขั้นตอนและปลอดภัยตลอดการเรียนการสอนปฏิบัติการ

4. นักวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่ประสานงานการเปิดรายวิชาปฏิบัติการ จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ในหัวข้อปฏิบัติการต่างๆ สานิตขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง น้ำ สานิตการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การทำความสะอาดและเก็บวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีต่างๆ ให้เรียบร้อยภายหลังเสร็จจบปฏิบัติ การรวมทั้งจัดการของเสียอันตรายที่เกิดจาก การเรียนการสอนปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาในการ เตรียมตัวอย่างน้ำชนิดต่างๆ ให้นิสิตฝึกปฏิบัติ และมีหน้าที่ช่วยควบคุมดูแลความเรียบร้อยขณะทำปฏิบัติการ ด้วย



## บทที่ 2

### บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ

#### 2.1 โครงสร้างหน่วยงานและภาระหน้าที่ของหน่วยงาน

โครงสร้างหน่วยงานและภาระหน้าที่ของหน่วยงาน ประกอบด้วยโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างองค์กรคณะวิทยาศาสตร์ (Organization Chart)
2. โครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (Administration Chart)
3. โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)

#### 1. โครงสร้างองค์กรคณะวิทยาศาสตร์ (Organization Chart)

ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2550 (ราชกิจจานุเบกษา, 2551) มาตรา 9 มหาวิทยาลัยอาจแบ่งส่วนงาน ดังนี้

- (1) สำนักงานสภามหาวิทยาลัย
- (2) สำนักงานอธิการบดี
- (3) ส่วนงานวิชาการ
- (4) ส่วนงานอื่น

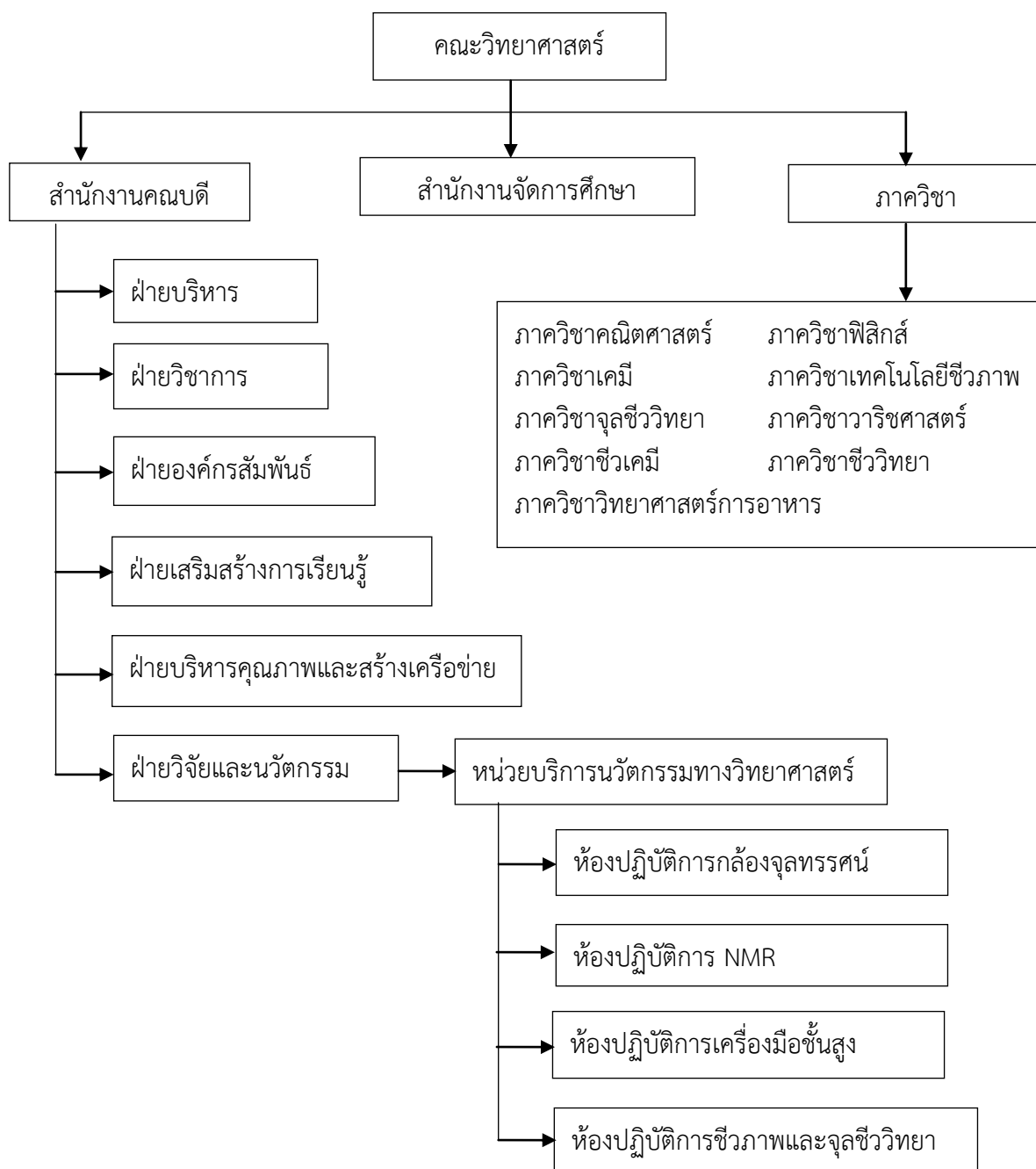
โดยในวรรคหนึ่ง การจัดตั้ง การรวม หรือการยุบเลิกส่วนงานตาม (3) และ (4) ให้ทำเป็นประกาศของมหาวิทยาลัย และประกาศในราชกิจจานุเบกษา โดยจะจัดตั้งเป็นคณะ วิทยาลัย หรือส่วนงานที่เรียกชื่ออย่างอื่นก็ได้ โดยส่วนงานตามวรรคหนึ่งอาจแบ่งเป็นหน่วยงานภายในส่วนงานได้ตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัย ตามมาตรา ๙ วรรคสอง

มาตรา 35 ของพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2550 กำหนดให้ส่วนงานตามมาตรา 9(3) และ (4) ให้มีหัวหน้าส่วนงานคนหนึ่งเป็นผู้บังคับบัญชา และรับผิดชอบงานของส่วนงานนั้น ดังนั้นคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีฐานะเป็นส่วนงาน ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2550 มาตรา 9 วรรคหนึ่ง โดยมีคณบดีคณะวิทยาศาสตร์เป็นหัวหน้าส่วนงาน ทำหน้าที่เป็นผู้บังคับบัญชา และรับผิดชอบงานของส่วนงานคณะวิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2550 มาตรา 35 และตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2550 มาตรา 9 วรรคสอง คณะวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งหน่วยงานภายในส่วนงานของคณะวิทยาศาสตร์ ตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยบูรพาว่าด้วยการแบ่งหน่วยงานภายในส่วนงาน พ.ศ. 2555 ในข้อ 17 ให้คณะวิทยาศาสตร์ มีหน่วยงานภายใน ดังต่อไปนี้

- (1) สำนักงานคณบดี
- (2) ภาควิชาคณิตศาสตร์
- (3) ภาควิชาเคมี
- (4) ภาควิชาจุลชีววิทยา

- (5) ภาควิชาเคมี
- (6) ภาควิชาชีววิทยา
- (7) ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
- (8) ภาควิชาฟิสิกส์
- (9) ภาควิชาดาราศาสตร์
- (10) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
- (11) สำนักงานจัดการศึกษา

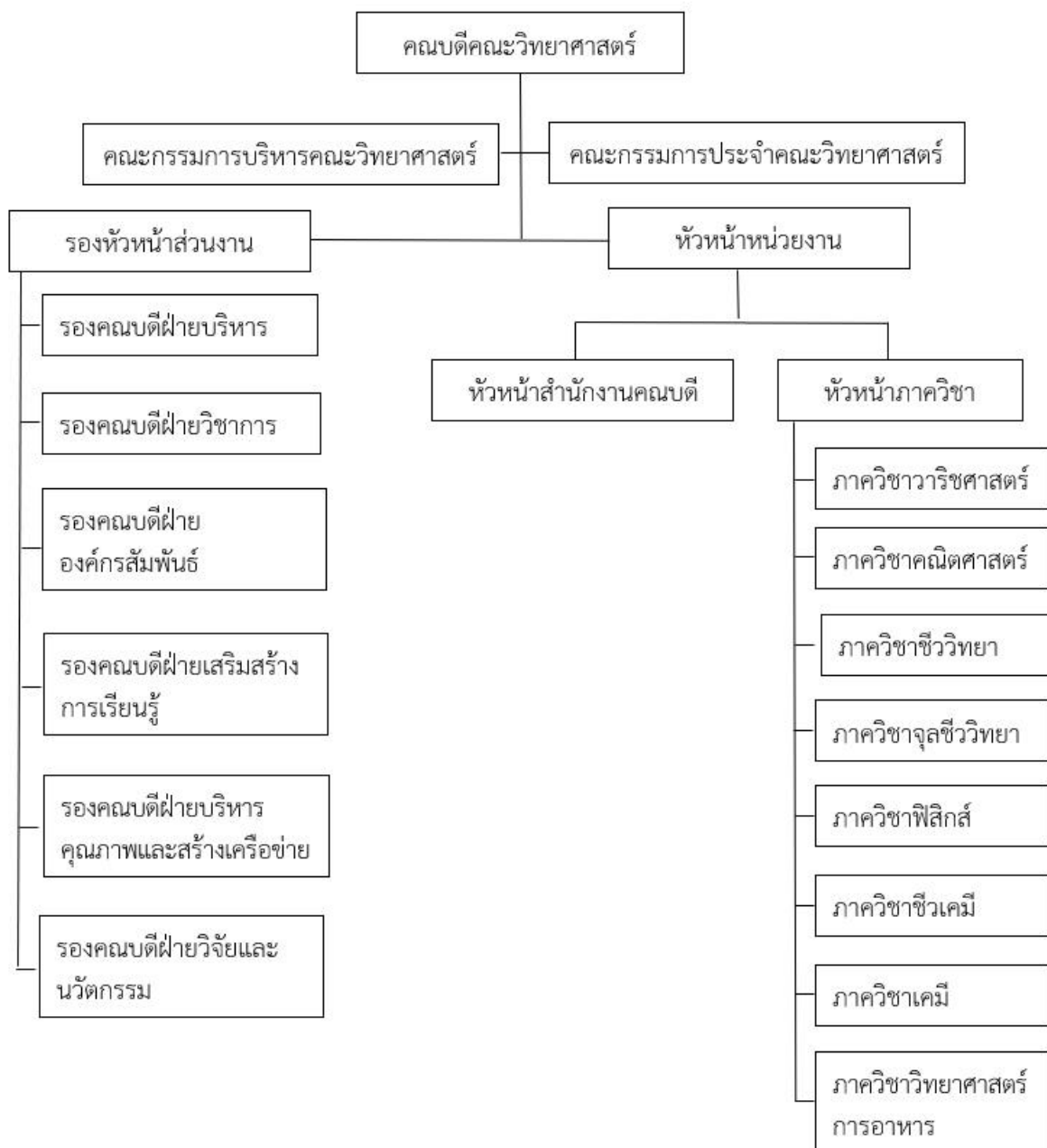
โครงสร้างองค์กรคณะวิทยาศาสตร์ (Organization Chart) สามารถอธิบายการทำงานที่มีความสัมพันธ์กัน ได้ดังแผนภูมิต้นไม้ ดังนี้



ภาพที่ 1 แผนผังโครงสร้างองค์กรคณะวิทยาศาสตร์ (Organization Chart)

## 2. โครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (Administration Chart)

ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2550 มาตรา 36 ให้อธิการบดีแต่งตั้งรองหัวหน้าส่วนงานตามมาตรา 9(3) และ (4) โดยคำแนะนำของหัวหน้าส่วนงานนั้น จากผู้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับหัวหน้าส่วนงานดังกล่าว และในมาตรา 37 ในส่วนงานตามมาตรา 9(3) และ(4) ให้มีคณะกรรมการประจำส่วนงาน มีอำนาจและหน้าที่บริหารงานของส่วนงานนั้น ดังนั้น โครงสร้างการบริหารของคณะวิทยาศาสตร์ จึงมีคณบดีคณะวิทยาศาสตร์เป็นหัวหน้าส่วนงาน ทำหน้าที่เป็นผู้บังคับบัญชา และรับผิดชอบงานของส่วนงานคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้มีอำนาจสูงสุดในคณะวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้การบริหารงานในคณะวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงได้แต่งตั้งคณะกรรมการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อทำหน้าที่กลั่นกรองการบริหารงานด้านต่าง ๆ ก่อนเข้าสู่กระบวนการบริหารงานของคณะกรรมการประจำคณะวิทยาศาสตร์ตามมาตรา 37 และ ตามมาตรา 36 คณะวิทยาศาสตร์จึงได้รับการแต่งตั้งรองคณบดีฝ่ายต่าง ๆ จากอธิการบดี เพื่อทำหน้าที่บริหารงานฝ่ายต่าง ๆ ของคณะวิทยาศาสตร์ และมีหัวหน้าภาควิชาเป็นผู้บังคับบัญชาชั้นต้นในหน่วยงานระดับภาควิชาภายในส่วนงานของคณะวิทยาศาสตร์ ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยบูรพา ว่าด้วยการแบ่งหน่วยงานภายในส่วนงาน พ.ศ. 2555 ซึ่งสามารถอธิบายเป็นแผนภูมิต้นไม้ ได้ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนผังโครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (Administration Chart)

### 3. โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)

โครงสร้างการปฏิบัติงานของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มีผู้ปฏิบัติงานระดับภาควิชา ซึ่งสามารถอธิบายเป็นแผนภูมิต้นไม้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในการทำงาน ได้ดังนี้



ภาพที่ 3 แผนผังโครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)

## 2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติงาน (Job Description)

### 1. ลักษณะงานที่ปฏิบัติตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งของพนักงาน ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

ตามประกาศคณะกรรมการบริหารงานบุคคลมหาวิทยาลัยบูรพา ที่ 0004/2559 เรื่อง มาตรฐานกำหนดตำแหน่งของพนักงาน พ.ศ. 2559 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งของสายงาน วิทยาศาสตร์ จัดอยู่ในประเภทตำแหน่ง เชี่ยวชาญเฉพาะ โดยในระดับตำแหน่งปฏิบัติการ กำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่งสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปทางด้านวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติงานทางวิเคราะห์ วิจัย และทดสอบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีลักษณะงานที่ปฏิบัติเกี่ยวกับการทดสอบ วิเคราะห์ และวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาต่างๆ เช่น การวิเคราะห์วัตถุดิบ แร่ธาตุ อาหาร และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หน้าที่ความรับผิดชอบหลักในการปฏิบัติงานระดับต้น ที่ต้องใช้ความรู้ ความสามารถทางวิชาการในการทำงานปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำตรวจสอบและปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

#### 1.1) ด้านการปฏิบัติการ

- (1) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมดำเนินการวิจัย เผยแพร่ผลงาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม
- (2) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจพิสูจน์ วินิจฉัย ทางวิทยาศาสตร์ ของวัตถุ ตัวอย่างสอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จัดทำฐานข้อมูล ห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน
- (3) ให้บริการวิชาการด้านต่างๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่ฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง
- (4) นอกจากปฏิบัติงานตาม (1) ถึง (3) ดังกล่าวข้างต้นแล้ว อาจต้องทำหน้าที่กำหนด นโยบายการปฏิบัติงาน ติดต่อประสานงาน วางแผน มอบหมาย ส่งเสริม กำกับ ควบคุม ดูแล และตรวจสอบ ให้คำปรึกษา แนะนำ ปรับปรุงแก้ไข ติดตามประเมินผล และแก้ไขปัญหา ข้อขัดข้องในการปฏิบัติงานในงานที่รับผิดชอบ เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

#### 1.2) ด้านการวางแผน

- (1) ร่วมกำหนดนโยบาย แผนงานหรือโครงการของหน่วยงานภายใน
- (2) วางแผนหรือร่วมวางแผนการทำงานตามนโยบายหรือโครงการของส่วนงานและหน่วยงานภายใน
- (3) แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานและติดตามประเมินผล เพื่อให้บรรลุตามเป้าและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

### 1.3) ด้านการประสานงาน

(1) ประสานการทำงานร่วมกันทั้งภายในและภายนอกทีมงานหรือส่วนงาน เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

(2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือส่วนงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

### 1.4) ด้านการบริการ

(1) ให้คำปรึกษาแนะนำเบื้องต้นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ผู้ประกอบการ ส่วนราชการ และประชาชนผู้สนใจทั่วไป เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ทราบข้อมูล ความรู้ต่างๆ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

(2) เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้เกี่ยวข้อง

## 2. ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง

(1) มีความรู้ ความสามารถในงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเหมาะสมแก่การปฏิบัติหน้าที่

(2) มีความรู้ ความเข้าใจในกฎหมาย ข้อบังคับ ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยบูรพา

(3) มีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหตุการณ์ปัจจุบันในด้านการเมืองเศรษฐกิจและสังคมของประเทศและอาเซียน

(4) มีความรู้ ความสามารถ ในการใช้คอมพิวเตอร์อย่างเหมาะสมแก่การปฏิบัติงานในหน้าที่

(5) มีความรู้ ความสามารถด้านการใช้ภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารได้เป็นอย่างดี

(6) มีความรู้ ความสามารถในการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(7) มีความรู้ ความสามารถในการติดต่อประสานงาน

(8) มีสมรรถนะที่จำเป็นในระดับที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในหน้าที่ตามที่ส่วนงานกำหนด

## 3. รายละเอียดงานตามตำแหน่ง (ภาระงานประจำ)

ลักษณะงานที่ปฏิบัติ ประกอบด้วย ภาระงานหลัก จำนวน 6 งาน ดังนี้

### 3.1) งานด้านวิทยาศาสตร์

(1) จัดเตรียมปฏิบัติการและประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานงานหรือผู้สอน

(2) ให้คำแนะนำ และฝึกอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้แก่นิสิต

ตลอดจนช่วยคุมดูแลการทำปฏิบัติการของนิสิต



(3) ดูแลและบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เครื่องมือพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา

(4) ดูแลงานโสตและห้องปฏิบัติการให้อยู่ในความเรียบร้อย เพื่อให้พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา

### 3.2) งานด้านประกันคุณภาพการศึกษา

(1) เก็บรวบรวมข้อมูล และจัดทำฐานข้อมูลงานประกันคุณภาพ

(2) ประสานงานบุคลากรภาควิชาฯ และบุคคลภายนอกภาควิชาฯ เพื่อดำเนินงานด้านการประกันคุณภาพ

(3) รายงานความก้าวหน้างานประกันคุณภาพฯ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพให้แก่คณะกรรมการและบุคลากรภายในภาควิชาฯ ทราบอย่างต่อเนื่อง เพื่อการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของภาควิชาฯ

(4) รวบรวมและจัดทำรายงานการประกันคุณภาพฯ ของภาควิชาฯ จากทุกหน่วยงานที่ภาควิชาฯขอรับการประเมิน

### 3.3) งานด้านวิชาการ

(1) ประสานงานหลักสูตร งานวิชาการ และการเรียนการสอนของภาควิชาฯ กับคณาจารย์และนิสิต ภายในและภายนอกภาควิชาฯ

(2) ประสานงานการจัดทำหลักสูตร การปรับปรุงหลักสูตร สมอ. 08 การทำกรอบมาตรฐาน (TQF) ของหลักสูตร และงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการเสนอหลักสูตรใหม่และการขอปรับปรุงหลักสูตรเดิม ทั้งระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา

(3) ประสานงานและจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผนการศึกษาหลักสูตรของภาควิชาฯ ทั้งการจัดตารางสอนและการจัดตารางสอบทุกภาคเรียน และงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การเทียบโอนรายวิชา ติดตามและรายงานผลการลงทะเบียนเรียนของนิสิตในแต่ละปีการศึกษา

(4) ประสานงาน ติดตามผล มคอ. 3-5 และสรุปภาระงานสอนในแต่ละภาค การศึกษา

### 3.4) งานด้านแผนยุทธศาสตร์ภาควิชา

(1) ประสานงานการจัดทำผลการปฏิบัติงานประจำปี ของภาควิชาฯ ประสานงานและติดตามการจัดกิจกรรมโครงการจากผู้รับผิดชอบโครงการตามแผนปฏิบัติการของภาควิชาฯ

(2) เป็นผู้ประสานงานโครงการของภาควิชาฯ

### 3.5) งานด้านฝ่ายพัสดุและครุภัณฑ์

(1) จัดทำฐานข้อมูลครุภัณฑ์ของภาควิชาฯ เช่น ข้อมูลการบำรุงรักษา การซ่อมแซม ข้อมูลการใช้เครื่องมือ

(2) สืบค้นครุภัณฑ์ประจำปี และทำรายงานแผนงบประมาณจัดซื้อครุภัณฑ์ใหม่หรือครุภัณฑ์ทดแทนตามลำดับความสำคัญ

(3) ดำเนินงานทางจำหน่ายครุภัณฑ์ที่ชำรุดไม่สามารถซ่อมแซมได้ หรือการโอนครุภัณฑ์ให้  
หน่วยงานอื่น

(4) สืบราคา จัดทำการตั้งงบประมาณครุภัณฑ์ประจำปี และจัดซื้อครุภัณฑ์ใหม่/ครุภัณฑ์  
ทดแทน

3.6) งานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น อาจารย์ที่ปรึกษานิสิต ชมรมมุสลิม (คำสั่งแต่งตั้งจาก  
มหาวิทยาลัย) เป็นต้น

## บทที่ 3

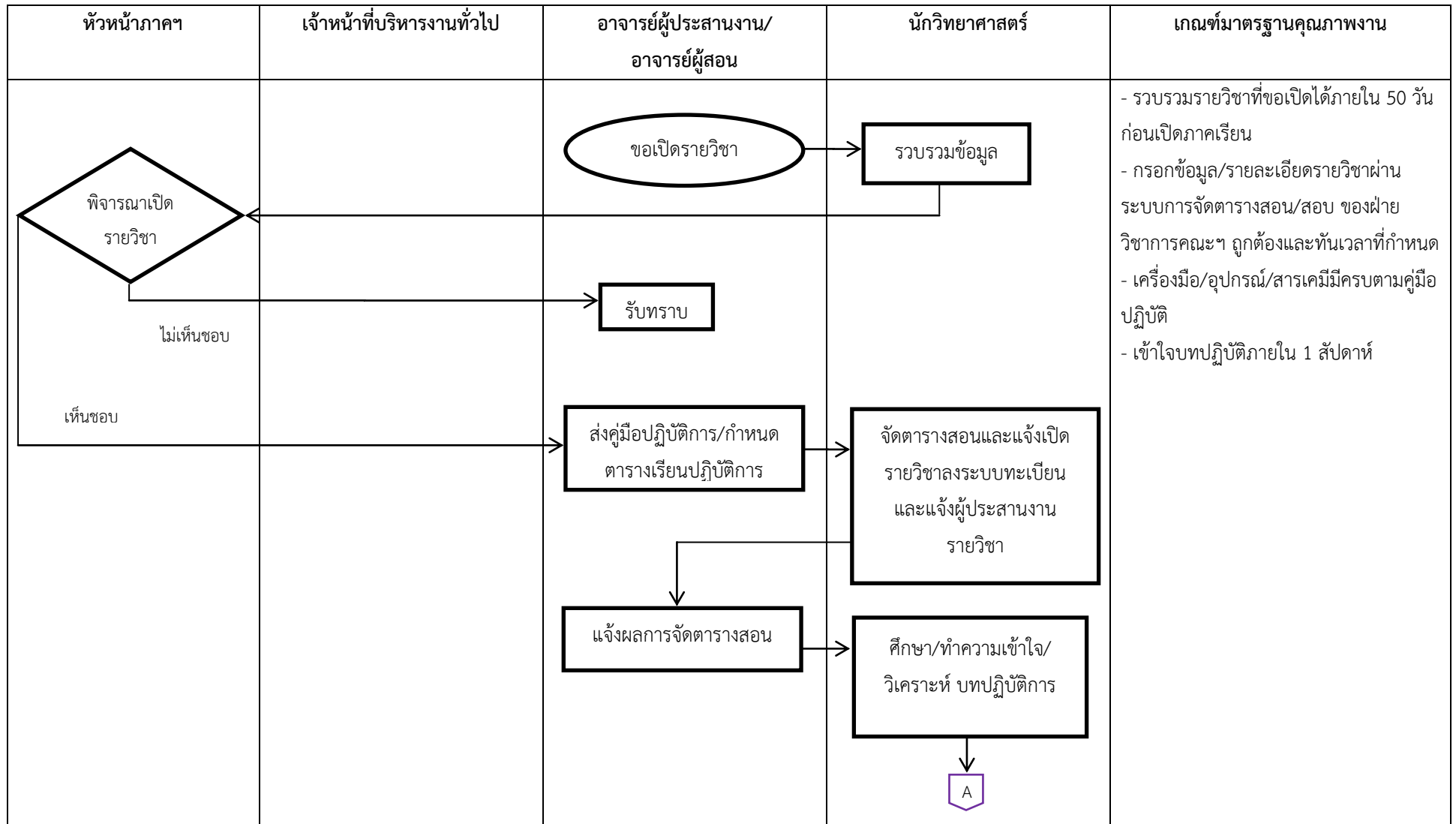
### กระบวนการปฏิบัติงาน

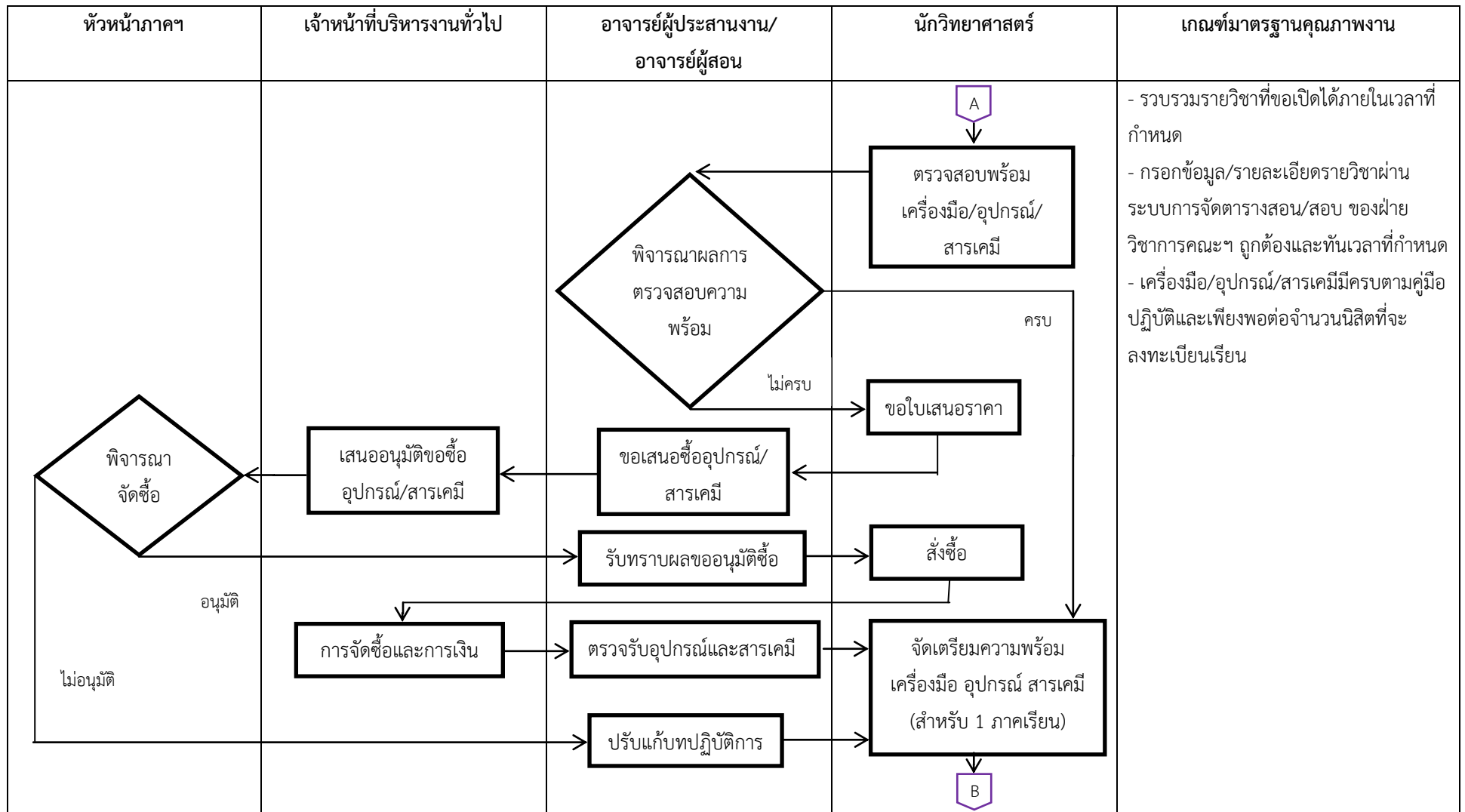
#### 3.1 ผังกระบวนการปฏิบัติงาน (Work Flow)

กระบวนการปฏิบัติงาน (Work Flow) สำหรับคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการ รายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผังกระบวนการที่ผู้ปฏิบัติงานในภาควิชาวาริชศาสตร์ ใช้เป็นแนวปฏิบัติในการดำเนินงานการเตรียมปฏิบัติการ ซึ่งเริ่มต้นจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเสนอขอเปิดสอนรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ผ่านที่ประชุมภาค (คณะกรรมการภาควิชา) เพื่อพิจารณาเห็นชอบเปิดรายวิชา เมื่อผ่านการเห็นชอบ นักวิทยาศาสตร์จึงนำข้อมูลรายวิชาส่งข้อมูลไปยังฝ่ายวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์เพื่อเปิดรายวิชาในระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัย ให้นิสิตสามารถลงทะเบียนได้ และอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาส่งตารางเรียนหัวข้อเรื่องแต่ละบทปฏิบัติการ คู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา คุณภาพน้ำ รายการเครื่องมือและสารเคมีเพิ่มเติม ให้กับนักวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือหรือสารเคมีไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์ส่งรายละเอียดให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา เพื่อนำข้อมูลเสนอให้หัวหน้าภาควิชาพิจารณาในกระบวนการจัดหาหรือจัดซื้อในกรณีเร่งด่วนต่อไป

เมื่อพิจารณาแต่ละบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์สามารถสอบถามหรือปรึกษากับผู้ประสานงานรายวิชาก่อนการเตรียมแต่ละปฏิบัติในเรื่องรายละเอียด ชนิดตัวอย่าง ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ แล้วจึงเตรียมปฏิบัติการโดยเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมี และภาชนะสำหรับบรรจุสารเคมีอันตราย หลังจากเตรียมปฏิบัติการเสร็จ (ก่อนเรียนบทปฏิบัติการ) นักวิทยาศาสตร์ต้องทดสอบสารเคมีหรือสารละลายที่เตรียมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพผลการทดลองตรงตามมาตรฐานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ หากสารเคมีหรือสารละลายไม่มีประสิทธิภาพต้องเตรียมใหม่จนได้ผลตรงตามเกณฑ์มาตรฐานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ รวมทั้งเตรียมตัวอย่างน้ำชนิดต่างๆ สำหรับใช้ในการทดลองปฏิบัติการจริงในชั้นเรียน สำหรับในเวลาเรียนปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ช่วยสาธิตขั้นตอนการทดลอง และสอนการใช้เครื่องมือให้แก่นิสิตก่อนนำไปใช้ เพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงที่อาจเกิดความเสียหายกับเครื่องมือในการใช้งานที่ผิดวิธี ในระหว่างนิสิตปฏิบัติการทดลอง นักวิทยาศาสตร์ช่วยดูแลความเรียบร้อยในการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี รวมถึงการจัดการของเสียอันตรายต่างๆ จากการทดลอง โดยการเทใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ให้ถูกต้อง พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของเสียอันตรายให้ชัดเจน เมื่อเสร็จปฏิบัติการแล้วจึงความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือให้เรียบร้อยก่อนเก็บทุกครั้ง

เพื่อให้มีความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ชัดเจน สามารถอธิบายได้ตามผังกระบวนการดังต่อไปนี้





หัวหน้าภาควิชา	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	อาจารย์ผู้ประสานงาน/ อาจารย์ผู้สอน	นักวิทยาศาสตร์	เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพงาน
				<ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมปฏิบัติการได้ทันเวลาก่อนเรียนจริงอย่างน้อย 3 ชั่วโมง</li> <li>- เตรียมปฏิบัติได้สำเร็จตามทฤษฎี (คู่มือการเรียนปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ)</li> <li>- ห้องเรียนปฏิบัติการมีความพร้อมในการเรียนการสอนปฏิบัติการ เช่น มีไมโครโฟน ลำโพง คอมพิวเตอร์และจอแสดงผลใช้งานได้ปกติ ระบบไฟฟ้าและน้ำประปา เป็นต้น</li> <li>- นิสิตได้ทำปฏิบัติตามวิธีการที่ถูกต้อง</li> </ul>

หัวหน้าภาคฯ	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	อาจารย์ผู้ประสานงาน/ อาจารย์ผู้สอน	นักวิทยาศาสตร์	เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพงาน
			<pre> graph TD     C{{C}} --&gt; A[แยกสารเคมีอันตราย]     A --&gt; B[ล้าง/ทำความสะอาด เครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์]     B --&gt; C[บันทึกข้อมูลผลการ เตรียมปฏิบัติการ]     C --&gt; D([แจ้งอาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชา]) </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แยกสารบรรจุสารเคมีอันตรายถูกต้องและ ระบุรายละเอียดชัดเจน</li> <li>- ล้าง/ทำความสะอาด เครื่องมือ/วัสดุ อุปกรณ์ครบทั้งหมด</li> <li>- เก็บเครื่องมือ/ วัสดุอุปกรณ์/ สารเคมี ไว้ ห้องเก็บของเรียบร้อย</li> </ul>

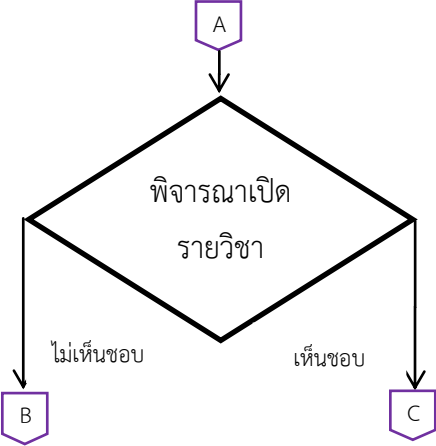
ชื่อกระบวนการ : การเตรียมปฏิบัติการรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ข้อกำหนดสำคัญของกระบวนการ: เตรียมปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องและเสร็จทันเวลา

ตัวชี้วัดที่สำคัญของกระบวนการ: ร้อยละของจำนวนครั้งในการเตรียมปฏิบัติการสำเร็จได้ถูกต้องและทันเวลา ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
1		ก่อนเปิดภาคเรียน 50 วัน	อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา กรอกข้อมูลรายละเอียดรายวิชาในแบบฟอร์มขอเปิดรายวิชาที่ส่งให้คณาจารย์ผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือกรอกข้อมูลด้วยตนเองที่สำนักงานภาควิชา	กรอกข้อมูลรายวิชาภายใน 50 วัน ก่อนเปิดภาคเรียน	แบบฟอร์มขอเปิดรายวิชา	อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา
2		ภายใน 2 วัน ภายหลังจากได้รับข้อ รายวิชาทั้งหมดจากคณาจารย์	นักวิทยาศาสตร์รวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขอเปิดรายวิชาที่ส่งกลับจากคณาจารย์ทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) แล้วส่งกลับให้นักวิทยาศาสตร์	รวบรวมรายวิชาที่ขอเปิดได้ภายใน 2 วัน ภายหลังจากได้รับข้อมูลจากคณาจารย์	- แบบฟอร์มขอเปิดรายวิชา - ตารางข้อมูลขอเปิดรายวิชา	นักวิทยาศาสตร์

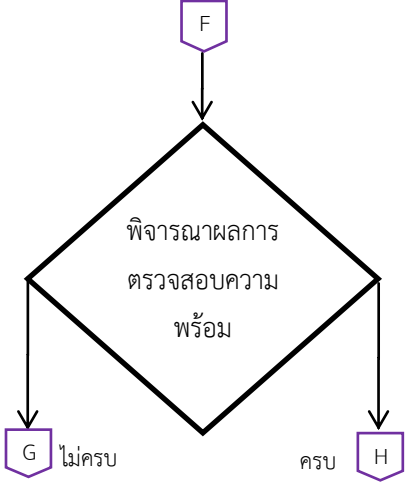


ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			ภายใน 1 สัปดาห์ แล้ว นักวิทยาศาสตร์สรุปและ รวบรวมข้อมูลรายวิชาทั้งหมด ส่งให้หัวหน้าภาคพิจารณา			
3	 <pre> graph TD     A[A] --&gt; D{พิจารณาเปิด รายวิชา}     D -- "ไม่เห็นชอบ" --&gt; B[B]     D -- "เห็นชอบ" --&gt; C[C] </pre>	ภายใน 3 วันภายหลัง ได้รับข้อมูล สรุปรายวิชา ที่ขอเปิด	หัวหน้าภาคได้รับข้อมูล รายวิชาที่ขอเปิดตามแผนการ ศึกษาแต่ละภาคเรียน และ พิจารณาเห็นชอบตามความ เหมาะสม หรือพิจารณา ร่วมกับคณะกรรมการของ ภาควิชา ซึ่งรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นราย วิชาเอกบังคับ ซึ่งต้องเปิดสอน ตามแผนการศึกษาของ หลักสูตร นอกจากมีเหตุความ จำเป็นเร่งด่วนที่มีผลทำให้	เวียนหนังสือแจ้งให้ คณาจารย์ทราบภายใน 3 วัน หลังจากสรุป รายวิชาที่ขอเปิด	แบบฟอร์มสรุปรายวิชา ที่ขอเปิด	หัวหน้าภาคาฯ

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			ต้องเลื่อนเปิดในภาคเรียนอื่น จึงต้องแจ้งให้อาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชาทราบ ต่อไป			
4		ภายใน 3 วัน	เมื่ออาจารย์ผู้ประสานงาน รายวิชารับทราบผลการเลื่อน การเปิดสอนรายวิชา 30933259 แล้ว วางแผนการ เปิดสอนในภาคการศึกษา ถัดไป			อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา
5		ก่อนนิสิตลง ทะเบียน 40 วัน	เมื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบ รายวิชารับทราบการเปิดการ วิชา 30933259 แล้ว จึงส่ง คู่มือบทปฏิบัติการการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำและ ตารางเรียนของแต่ละบท ปฏิบัติให้นักวิทยาศาสตร์	ส่งรายละเอียดในการ เตรียมปฏิบัติให้ นักวิทยาศาสตร์หลังจาก รับทราบผลการเปิดสอน รายวิชา 30933259 ภายใน 3 วัน	- คู่มือบทปฏิบัติการ การวิเคราะห์คุณภาพ น้ำ - มคอ. 3 วิชา 30933259 ปฏิบัติการ การวิเคราะห์คุณภาพ น้ำ	อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			ทราบ			
6		ก่อนนิสิตลง ทะเบียน 30 วัน	กรอกข้อมูลรายวิชา 30933259 ลงในแบบฟอร์ม ตารางสอน/สอบของฝ่ายวิชา คณะวิทยาศาสตร์ ผ่านระบบ google drive โดยระบุ วัน เวลาเรียน และห้องที่ใช้เรียน ปฏิบัติการให้ชัดเจน	กรอกข้อมูล/รายละเอียด รายวิชาผ่านระบบการ จัดตารางสอน/สอบ ของ ฝ่ายวิชาการคณะฯ ก่อน นิสิตลงทะเบียน 30 วัน	- แบบฟอร์ม ตารางสอนภาควิชา วาริชศาสตร์ - แบบฟอร์ม ตารางสอน/สอบ ฝ่าย วิชาการฯ คณะ วิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์
7		ก่อน ลงทะเบียน อย่างน้อย 30 วัน	กรอกข้อมูลขอเปิดให้ฝ่าย วิชาการคณะวิทยาศาสตร์ เสร็จแล้ว นำข้อมูลที่ปรับปรุง จากในทะเบียนทะเบียนแล้ว สรุปและแจ้งผลการเปิด รายวิชาที่เป็นปัจจุบันให้ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ทราบอีกครั้ง เพื่อยืนยัน ตารางสอนตามรายละเอียด	แจ้งผลการเปิดรายวิชาที่ เป็นปัจจุบันให้ผู้ ประสานงานรายวิชา รับทราบก่อนเวลาการ ลงทะเบียน อย่างน้อย 30 วัน	- แบบสรุปตารางสอน	นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			มคอ.3 ให้ตรงตามระบบ ทะเบียนฯ (reg.buu.ac.th)			
8	<p>ศึกษา/ทำความเข้าใจ/ วิเคราะห์หบทปฏิบัติการ</p>	ก่อนเปิด ภาคเรียน 25 วัน	ศึกษาและทบทวนคู่มือบท ปฏิบัติการการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำ เพื่อทำความเข้าใจ ขั้นตอนแต่ละปฏิบัติการ รวมถึงสามารถสรุปได้ว่ามี วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือ สารเคมี ชนิดหรือประเภท ใดบ้างที่มีความจำเป็นหรือ ต้องนำมาใช้ในแต่ละปฏิบัติ	ผลสรุปรายการเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และ สารเคมีแต่ละบท ปฏิบัติการ ก่อนเปิดภาค เรียน 25 วัน	- คู่มือบทปฏิบัติการ การวิเคราะห์คุณภาพ น้ำ - ผลสรุปรายการ เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในแต่ ละบทปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์
9	<p>ตรวจสอบความพร้อมเครื่องมือ/วัสดุ อุปกรณ์/สารเคมี</p>	ก่อนเปิด ภาคเรียน 25 วัน	สรุปจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียน เรียน ตรวจสอบเช็คเครื่องมืออยู่ ในสภาพใช้งาน และจำนวน วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีแต่ ละชนิด/ประเภทมีความ พร้อม สำหรับสารเคมี	เตรียมเครื่องมือ/ อุปกรณ์/สารเคมี พร้อม สำหรับการสอน ปฏิบัติการและเพียงพอ ต่อจำนวนนิสิตที่ ลงทะเบียนเรียน ก่อน	รายการสรุปเครื่องมือ/ อุปกรณ์/สารเคมีที่มี ความพร้อมสำหรับ ปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			ตรวจสอบวันหมดอายุ ลักษณะของสารเคมี และ ปริมาณที่เพียงพอต่อจำนวน นิสิตลงทะเบียนเรียน	เปิดภาคเรียน 25 วัน		
10	 <pre> graph TD     F[F] --&gt; D{พิจารณาผลการ ตรวจสอบความพร้อม}     D --&gt; G[G ไม่ครบ]     D --&gt; H[H ครบ] </pre>	แจ้งให้ นักวิทยาศาสตร์ทราบ ภายใน 1 วัน	นักวิทยาศาสตร์สรุปรายการ เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และ สารเคมีทั้งหมดสำหรับแต่ละ บทปฏิบัติแล้วแจ้งผลให้กับ อาจารย์ผู้ประสานงาน รายวิชาทราบ เมื่อทราบผล แล้ว หากยังขาดวัสดุอุปกรณ์ หรือสารเคมีใดอาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชาจะแจ้ง นักวิทยาศาสตร์ เพื่อขอใบ เสนอราคาประกอบนำมา ประกอบการเสนอซื้อ ถ้าครบ วัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีครบ	แจ้งผลให้ นักวิทยาศาสตร์ทราบ ภายใน 1 วัน	รายการสรุปเครื่องมือ/ อุปกรณ์/สารเคมีที่มี ความพร้อมสำหรับ ปฏิบัติการ	อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา

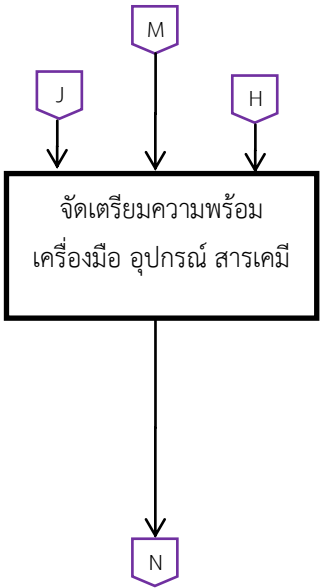
ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			แล้วให้นักวิทยาศาสตร์ ดำเนินการเตรียมพร้อมในการ เตรียมปฏิบัติการต่อไป			
11		ภายใน 1 วัน หลังจากทราบ ผลจาก อาจารย์	เมื่อวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี ไม่ครบหรือไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์ติดต่อบริษัท หรือตัวแทนจำหน่าย เพื่อให้ บริษัทเสนอราคาที่ต้องการ และส่งของได้ทันตาม ระยะเวลาที่กำหนด	ได้ใบเสนอราคาจาก บริษัทภายใน 1 วัน	- ใบเสนอราคาจาก บริษัท	นักวิทยาศาสตร์
12		ภายในเวลา 2 วัน	อาจารย์ผู้ประสานงาน รายวิชากรอกแบบฟอร์ม รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์การ หรือสารเคมี พร้อมแนบใบ เสนอราคา	กรอกแบบฟอร์มภายใน เวลา 2 วัน	- แบบฟอร์มขอเสนอ ซื้อ - ใบเสนอราคาจาก บริษัท	อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา

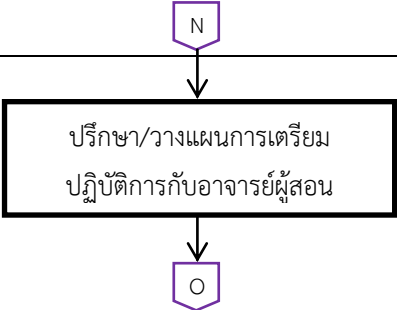
ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
13		ภายในเวลา 1 วัน	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปนำแบบฟอร์มและใบเสนอราคาจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเสนอให้หัวหน้าภาคพิจารณาอนุมัติ	เสนอหัวหน้าภาคเพื่อพิจารณาภายในเวลา 1 วัน	- แบบฟอร์มขอเสนอซื้อ - ใบเสนอราคาจากบริษัท	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
14		ภายในเวลา 1 วัน	หัวหน้าภาคพิจารณาอนุมัติหรือไม่อนุมัติการขอเสนอซื้อจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา แล้วส่งผลให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปแจ้งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบต่อไป	หัวหน้าพิจารณาและส่งผลการพิจารณาให้อาจารย์ที่ปรึกษาทราบภายใน 1 วัน	- แบบฟอร์มขอเสนอซื้อ - ใบเสนอราคาจากบริษัท	หัวหน้าภาคฯ
15		ภายในเวลา 2 วัน ภายหลัง ทราบผลไม่ อนุมัติ	หากหัวหน้าภาคพิจารณาไม่อนุมัติในการจัดซื้อฯ อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาปรับเนื้อหาของแต่ละบทปฏิบัติการให้เหมาะสมกับ	ส่งผลบทปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้วให้นักวิทยาศาสตร์ภายใน 2 วันหลังทราบผลไม่อนุมัติจัดซื้อ	บทปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้ว	อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			จำนวนของวัสดุอุปกรณ์และ สารเคมีที่มีอยู่			
16		ภายใน 1 วัน ภายหลัง ทราบผล อนุมัติซื้อ	เมื่อหัวหน้าภาคพิจารณา อนุมัติในการจัดซื้อฯ อาจารย์ ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งให้ นักวิทยาศาสตร์และให้ดำเนิน สั่งซื้อต่อไป	ผลการอนุมัติขอเสนอซื้อ ภายใน 1 วัน	- ผลอนุมัติขอเสนอซื้อ - ใบเสนอราคาจาก บริษัท	อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา
17		ภายใน 15 วัน ภายหลัง ทราบผลการ อนุมัติ	อาจารย์ผู้ประสานงาน รายวิชาแจ้งผลอนุมัติเสนอซื้อ ให้นักวิทยาศาสตร์ทราบ นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการ สั่งซื้อและนัดรับสินค้าภายใน เวลา 15 วัน และแจ้งให้ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ทราบ เพื่อเตรียมพร้อมใน ขั้นตอนด้านการเงินและงาน	- ดำเนินการสั่งซื้อ ภายใน 1 วัน - แจ้งนัดวันรับสินค้าได้ ภายใน 15 วัน	- ผลอนุมัติขอเสนอซื้อ - ใบเสนอราคาจาก บริษัท	นักวิทยาศาสตร์



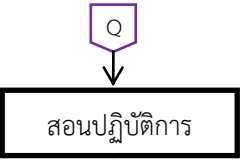
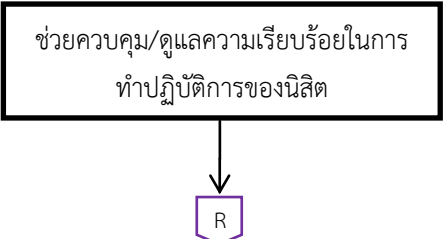
ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			พัสดุ พร้อมทั้งแจ้งให้อาจารย์ ผู้ประสานงานรายวิชาเพื่อนัด รับสินค้าและตรวจสอบความ ถูกต้องอีกครั้ง ก่อนเซ็นตรวจ รับตามรายการที่เสนอซื้อ			
18		ภายใน 15 วัน	เมื่ออนุมัติซื้อ เจ้าหน้าที่ บริหารงานทั่วไปดำเนินการ เอกสารการเบิกจ่ายและรอรับ ใบส่งสินค้า เมื่ออาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชาตรวจรับ อุปกรณ์หรือสารเคมีเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการขึ้นต้นด้าน การเงินต่อไป	ได้รับใบส่งของภายใน 15 วัน	- ใบเสนอราคา - ใบส่งของ	เจ้าหน้าที่ บริหารงานทั่วไป
19		ภายใน 15 วันภายหลัง การสั่งซื้อ	บริษัทส่งวัสดุอุปกรณ์หรือ สารเคมีที่สั่งซื้อตามเวลาที่ กำหนดและครบถ้วนทุกราย	ได้รับวัสดุอุปกรณ์หรือ สารเคมีครบถ้วนตาม รายการที่สั่งซื้อ ภายใน 15 วัน หลังการสั่งซื้อ	- ใบส่งของ - วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี	อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา

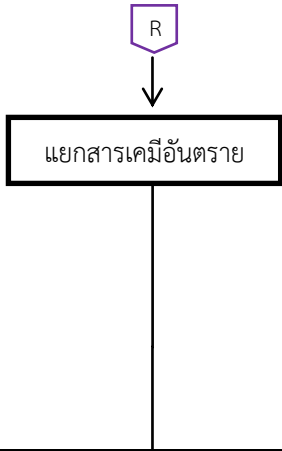
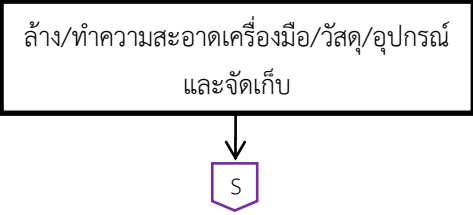
ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
20	 <pre> graph TD     J[J] --&gt; Center[จัดเตรียมความพร้อม เครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี]     M[M] --&gt; Center     H[H] --&gt; Center     Center --&gt; N[N] </pre>	ก่อนเปิด ภาคเรียน 15 วัน	เมื่อแจ้งผลสรุปรายการ เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์หรือ สารเคมีให้อาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชาทราบ และอาจารย์แจ้งกลับว่า ครบถ้วน สามารถจัด เตรียมพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ซึ่งสามารถดำเนินการเตรียม ความพร้อมลักษณะเดียวกัน ภายหลังได้รับบทปฏิบัติการ ที่ปรับแก้จากอาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชา เนื่องจากเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ไม่ครบหรือได้สั่งซื้อ เพิ่มเติมแล้ว ตรวจสอบและ วางแผนการการใช้วัสดุ	เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์เสร็จภายใน 15 วันก่อนเปิดภาคเรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คู่มือบทปฏิบัติการ</li> <li>การวิเคราะห์คุณภาพ น้ำ</li> <li>- บทปฏิบัติการที่ ปรับแก้แล้ว</li> <li>- รายการสรุป เครื่องมือ/อุปกรณ์/ สารเคมีที่มีความพร้อม สำหรับปฏิบัติการ</li> </ul>	นักวิทยาศาสตร์

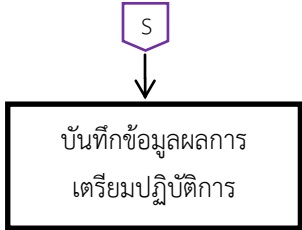
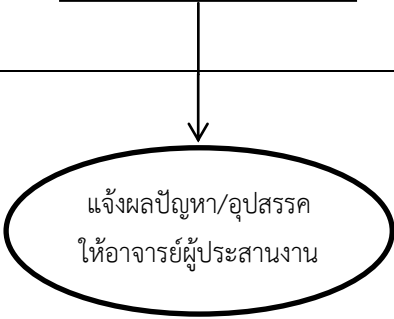
ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			<p>อุปกรณ์ดังกล่าวสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการตลอดภาคการศึกษา</p> <p>เครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ภาคสนามต้องตรวจสอบความพร้อม การดำเนินการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ และมีวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ</p> <p>ขนาดและจำนวนให้เพียงพอ</p> <p>ตรวจสอบสารเคมีวันหมดอายุหรือปริมาณให้เหมาะสม</p> <p>ก่อนนำไปเตรียมแต่ละปฏิบัติต่อไป</p>			
21	 <p>ปรึกษา/วางแผนการเตรียมปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน</p>	ก่อนเรียน ปฏิบัติการ 3 วัน	นักวิทยาศาสตร์ปรึกษาและวางแผนการจัดเตรียมตัวอย่างและแนวทางการสอนของอาจารย์ผู้สอนให้	ปรึกษา/วางแผนการเตรียมปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน 3 วันก่อนเรียนปฏิบัติการ	บันทึกการวางแผนการวางแผนการเตรียมปฏิบัติกับอาจารย์ผู้สอน	นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			สอดคล้องกับการเตรียม แต่ละปฏิบัติการ			
22		ก่อนเรียน ปฏิบัติการ 1 วัน	เตรียมปฏิบัติการตามคู่มือ บทปฏิบัติการและตาม แผนการเตรียมปฏิบัติการ กับอาจารย์ผู้สอน เตรียม ความพร้อมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีและชนิด ตัวอย่างต่างๆ สำหรับให้ นิสิตใช้ในการทดลอง	- เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และ ตัวอย่างทดลองชนิด ต่างๆได้ครบและ พอเพียงตามจำนวนที่ นิสิตเรียน และทันเวลา ก่อนเรียนปฏิบัติการ อย่างน้อย 1 วัน	- คู่มือบทปฏิบัติการ การวิเคราะห์คุณภาพ น้ำ - บันทึกการวางแผน เตรียมปฏิบัติกับ อาจารย์ผู้สอน	นักวิทยาศาสตร์
23		ก่อนเรียน ปฏิบัติการ 1 วัน	ทดสอบผลภายหลังเตรียม ปฏิบัติ เพื่อทดสอบปฏิบัติการ ให้เป็นไปตามทฤษฎี หากไม่เป็นไปตามทฤษฎีให้ เตรียมใหม่หรือจนกว่า อาจารย์ผู้สอนพิจารณา เห็นชอบ	เตรียมปฏิบัติการได้ สำเร็จตามทฤษฎี อย่าง น้อย 1 วันก่อนเรียน ปฏิบัติการ	คู่มือการเรียน ปฏิบัติการการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ	นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
24		ก่อนเรียน ปฏิบัติ การ 3 ชั่วโมง	รายงานผลการเตรียม ปฏิบัติการ และความพร้อม ของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและตัวอย่าง ให้ อาจารย์ผู้สอนทราบ	แจ้งผลการเตรียม ปฏิบัติการก่อนเรียน ปฏิบัติการ อย่างน้อย 3 ชั่วโมง		นักวิทยาศาสตร์
25		ก่อนเรียน ปฏิบัติการ 3 ชั่วโมง	อาจารย์ผู้สอนรับทราบผลการ เตรียมปฏิบัติการ มีความ พร้อมทั้งเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีและตัวอย่าง สำหรับให้นิสิตทดลอง	อาจารย์ได้รับการแจ้งผล การเตรียมปฏิบัติการ ก่อนเรียนปฏิบัติการ 3 ชั่วโมง		อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา
26		ก่อนเรียน ปฏิบัติการ 1 ชั่วโมง	ตรวจสอบความพร้อมและ เปิดอุปกรณ์โสต เช่น คอมพิวเตอร์สำหรับการสอน ไมโครโฟน และตรวจสอบ ไฟฟ้า ประปา เครื่องปรับอากาศ ก่อนเรียน ปฏิบัติอีกครั้ง นอกจากนี้ต้อง	เตรียมความพร้อม ห้องเรียนปฏิบัติการ ก่อนเรียนปฏิบัติการ 1 ชั่วโมง		นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			เปิดเครื่องมือก่อนใช้จริงทุก ครั้ง			
27		อย่างน้อย 3 ชั่วโมง	อาจารย์ผู้สอนสอนปฏิบัติการ และนิสิตทำการทดลองตาม ปฏิบัติการในชั้นเรียน	อาจารย์ผู้สอนสอน ปฏิบัติการให้แก่นิสิต พร้อมให้นิสิตฝึกทดลอง ทำปฏิบัติการด้วยตนเอง อย่างน้อย 3 ชั่วโมง		อาจารย์ผู้ ประสานงาน รายวิชา
28		อย่างน้อย 3 ชั่วโมง	จัดกลุ่มนิสิต ดูแลนิสิตในการ ใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง จัดลำดับก่อนหลังในการใช้ เครื่องมือ การจัดแบ่งสารเคมี และการเคลื่อนย้ายสารเคมี ดูแลการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ ถูกต้อง การทำปฏิบัติการตาม ขั้นตอน การแยกสารเคมีที่ ต้องกำจัด และการแยก ภาชนะบรรจุของเสียอันตราย	ควบคุมดูแลนิสิตทำ ปฏิบัติด้วยความ เรียบร้อย		นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
			กับภาชนะบรรจุของเสียไม่ อันตราย			
29		ภายใน 1 วัน หลัง เสร็จ ปฏิบัติการ	เมื่อเสร็จปฏิบัติการแล้วนำ ของเสียของอันตรายมาแยก บรรจุรวมกัน แยกหมวดหมู่ ระบุรายละเอียดของเสีย อันตรายแล้วเก็บรวบรวมรอ ส่งกำจัด ส่วนของเสียไม่ อันตรายสามารถเทลงในอ่าง ล้างภาชนะเพื่อระบายลงท่อ ระบายน้ำสาธารณะ	แยกสารบรรจุสารเคมี อันตรายถูกต้องและระบุ รายละเอียดชัดเจน	ฉลากระบุรายละเอียด ของเสียอันตราย	นักวิทยาศาสตร์
30		2 ชั่วโมง	ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และภาชนะต่างๆที่ บรรจุสารเคมีและตัวอย่างน้ำ ก่อนเก็บเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย	- ล้าง/ทำความสะอาด เครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์ ครบทั้งหมด - เก็บเครื่องมือ/ วัสดุ อุปกรณ์/ สารเคมี ไว้ ห้องเก็บของเรียบร้อย		นักวิทยาศาสตร์

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะ เวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
31		30 นาที	บันทึกปัญหาที่พบในการเตรียมปฏิบัติการและการช่วยควบคุม/ดูแลความเรียบร้อยในการทำปฏิบัติการของนิสิต	บันทึกข้อมูลปัญหาอุปสรรคสำหรับการเตรียมปฏิบัติการ		นักวิทยาศาสตร์
32		ภายใน 5 วัน ก่อน สอบปลาย ภาค	แจ้งรายละเอียดปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการเตรียมปฏิบัติการและการช่วยควบคุม/ดูแลการทำปฏิบัติการของนิสิต	แจ้งอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบภายใน 3 วัน ภายหลังเสร็จปฏิบัติการ	รายงานผลสรุปการเตรียมปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์



### 3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 ขอเปิดรายวิชา

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา กรอกข้อมูลรายละเอียดรายวิชาใน แบบฟอร์มขอเปิดรายวิชาที่ส่งให้ คณาจารย์ผ่านทางจดหมาย อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือกรอก ด้วยตนเองที่สำนักงานภาควิชา	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักวิทยาศาสตร์จัดทำแบบฟอร์มขอเปิดรายวิชา ตามตารางที่ 1</li> <li>2. ส่งแบบฟอร์มขอเปิดรายวิชาให้คณาจารย์ทุกท่าน ผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) พร้อมแจ้งกำหนดระยะเวลาที่ต้องส่งคืนให้นักวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์พิจารณากำหนดวันส่งคืนได้จากวันเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อยก่อนเปิดภาคการศึกษา 50 วัน เพื่อให้คณาจารย์ส่งข้อมูลกลับ</li> <li>3. นำเอกสารแบบฟอร์มขอเปิดรายวิชาวางไว้บริเวณที่คณาจารย์ลงเวลาปฏิบัติงาน สำหรับอาจารย์บางท่านที่มีความสะดวกกรอกข้อมูลด้วยตนเอง และกำหนดระยะเวลาการกรอกข้อมูลให้แล้วเสร็จ เช่นเดียวกับการส่งเอกสารกลับผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)</li> </ol>

ตารางที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูล

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
นักวิทยาศาสตร์รวบรวมข้อมูล รายละเอียดการขอเปิดรายวิชาที่ ส่งกลับจากคณาจารย์ทางจดหมาย อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) แล้วส่งกลับ ให้นักวิทยาศาสตร์ ภายใน 1 สัปดาห์ แล้วนักวิทยาศาสตร์สรุป และรวบรวมข้อมูลรายวิชาทั้งหมด ส่งให้หัวหน้าภาคพิจารณา	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ภายหลังจากวันที่ให้อาจารย์ส่งข้อมูลรายวิชาที่ขอเปิดกลับภายในเวลา 2 สัปดาห์ (นับจากวันที่ส่งข้อมูลผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรือวันที่วางเอกสารบริเวณที่ลงเวลาปฏิบัติงาน)</li> <li>2. รวบรวมข้อมูลที่คณาจารย์ส่งกลับผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลจากเอกสารที่คณาจารย์กรอกด้วยตนเอง</li> <li>3. สรุปข้อมูลรายละเอียดที่ขอเปิดลงในตารางสอนให้เรียบร้อย (รายละเอียดตามแบบฟอร์มที่ 1)</li> <li>4. ส่งข้อมูลตารางสอนให้หัวหน้าภาควิชารับทราบ</li> </ol>

ตารางที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเปิดรายวิชา

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
หัวหน้าภาคได้รับข้อมูลรายวิชาที่ขอ เปิดตามแผนการศึกษาแต่ละภาค เรียน และพิจารณาเห็นชอบตาม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. หัวหน้าภาควิชารับข้อมูลตารางสอนจากนักวิทยาศาสตร์ทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรือเป็นเอกสารนำส่งโดยตรง</li> <li>2. หัวหน้าภาคพิจารณาข้อมูลหรือสอบถามเพิ่มเติม</li> </ol>

ตารางที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเปิดรายวิชา (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
ความเหมาะสม หรือพิจารณา ร่วมกับคณะกรรมการของภาควิชา ซึ่งรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นรายวิชาเอกบังคับ ซึ่งต้องเปิดสอนตามแผนการศึกษาของหลักสูตร นอกจากนี้มีเหตุความจำเป็นเร่งด่วนที่มีผลทำให้ต้องเลื่อนเปิดในภาคเรียนอื่นจึงต้องแจ้งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบต่อไป	3. หัวหน้าภาคนำเสนอที่ประชุมภาคเพื่อพิจารณาร่วมกับอาจารย์ประจำภาควิชา 4. หัวหน้าภาควิชาแจ้งผลการพิจารณาให้อาจารย์ผู้ประสานงานวิชาทราบ

ตารางที่ 4 ขั้นตอนที่ 4 รับทราบ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา รับทราบผลการเลื่อนการเปิดสอน รายวิชา 30933259 แล้ววางเปิด การเปิดสอนในภาคการศึกษาถัดไป	1. หัวหน้าภาควิชาแจ้งผลการพิจารณาการเปิดรายวิชาให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ 2. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา รับทราบผลการเลื่อนการเปิดรายวิชา 30933259 3. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชานำผลการเลื่อนการเปิดรายวิชา พิจารณาร่วมอาจารย์ผู้สอนรายวิชา 30933259 เพื่อปรับแผนการเปิดสอนในภาคการศึกษาถัดไปหรือเมื่อภาควิชามีความพร้อม.

ตารางที่ 5 ขั้นตอนที่ 5 ส่งคู่มือบทปฏิบัติการ/กำหนดตารางเรียนปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา รับทราบการเปิดการวิชา 30933259 แล้ว จึงส่งคู่มือบทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และตารางเรียนของแต่ละบทปฏิบัติการ ให้นักวิทยาศาสตร์ทราบ	1. ส่งร่างตารางสอนให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ 2. อาจารย์ผู้ประสานงานวิชา รับทราบตารางสอน และส่งคู่มือบทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ให้นักวิทยาศาสตร์ 3. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาส่งรายละเอียดหัวข้อเรื่องบทปฏิบัติการ พร้อมระบุวันเวลาเรียนของแต่ละบทปฏิบัติการ

ตารางที่ 6 ขั้นตอนที่ 6 จัดตารางสอนและแจ้งเปิดรายวิชาลงระบบทะเบียน และแจ้งผู้ประสานงาน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
กรอกข้อมูลรายวิชา 30933259 ลงในแบบฟอร์มตารางสอน/สอบของฝ่ายวิชา คณะวิทยาศาสตร์ ผ่านระบบ google drive โดยระบุ วัน เวลาเรียน และห้องที่ใช้เรียน ปฏิบัติการให้ชัดเจน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักวิทยาศาสตร์กรอกข้อมูลรายละเอียดรายวิชาที่จะเปิดสอนลงในตารางสอนส่วนกลางที่ฝ่ายวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ส่ง link มาให้ (<a href="https://docs.google.com/spreadsheets/d/1pS1cAQCPm1MYQ1DrktKpms-fRRT8kwKXLz8tiD_lqv8/edit#gid=0">https://docs.google.com/spreadsheets/d/1pS1cAQCPm1MYQ1DrktKpms-fRRT8kwKXLz8tiD_lqv8/edit#gid=0</a>)</li> <li>2. กรอกรายละเอียดข้อมูลตารางสอนให้ครบถ้วน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- รหัสวิชา</li> <li>- ชื่อวิชา</li> <li>- จำนวนหน่วยกิต</li> <li>- หลักสูตรปี</li> <li>- นิสิตชั้นปีที่</li> <li>- จำนวนนิสิต</li> <li>- ประเภทกลุ่ม (ภาคปกติ/ภาคพิเศษ)</li> <li>- อาจารย์ผู้ประสานงาน/ผู้สอน</li> </ul> </li> <li>3. เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์นำข้อมูลจากตารางสอนส่วนกลางกรอกข้อมูลลงในระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัย (<a href="http://reg.buu.ac.th">reg.buu.ac.th</a>) เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับให้นิสิตลงทะเบียนผ่านระบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัยบูรพา</li> </ol>

ตารางที่ 7 ขั้นตอนที่ 7 แจ้งผลการจัดตารางสอน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
กรอกข้อมูลขอเปิดให้ฝ่ายวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์เสร็จแล้ว นำข้อมูลที่ปรับปรุงจากในระบบทะเบียนทะเบียนแล้ว สรุปและแจ้งผลการเปิดรายวิชาที่เป็นปัจจุบันให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาทราบอีกครั้ง เพื่อยืนยันตารางสอนตามรายละเอียด มคอ. 3 ให้ตรงตามระบบทะเบียน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดตารางสอนรายวิชาของภาควิชา-วาริชศาสตร์ ผ่านระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัย (<a href="http://reg.buu.ac.th">reg.buu.ac.th</a>)</li> <li>2. ปรับปรุงฐานข้อมูลตารางสอนของภาควิชา กับข้อมูลตารางสอนในระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัยให้ถูกต้องและสอดคล้องกัน</li> <li>3. ส่งข้อมูลตารางสอนที่ได้ปรับปรุงเป็นปัจจุบันแล้วให้คณาจารย์ภายในภาควิชาทราบผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) เพื่อให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาปรับปรุงตารางสอนให้สอดคล้องกับรายละเอียดรายวิชา (มคอ. 3) ให้สอดคล้องกัน</li> </ol>

ตารางที่ 8 ขั้นตอนที่ 8 ศึกษา/ทำความเข้าใจ/วิเคราะห์บทบาทปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
<p>ศึกษาและทบทวนคู่มือบทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อทำความเข้าใจขั้นตอนแต่ละปฏิบัติการ รวมถึงสามารถสรุปได้ว่า มีวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือสารเคมี ชนิดหรือประเภทใดบ้างที่มีความจำเป็นหรือต้องนำมาใช้ในแต่ละปฏิบัติ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>บันทึกข้อมูลคู่มือบทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำลงในฐานข้อมูลการจัดบทปฏิบัติการภาควิชา (กรณีผู้ประสานงานรายวิชาส่งข้อมูลเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์) หรือเก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มเอกสารการเตรียมปฏิบัติการ (กรณีผู้ประสานงานรายวิชาส่งข้อมูลให้เป็นเอกสาร)</li> <li>อ่านทำความเข้าใจอย่างละเอียดรอบคอบจนครบทุกบทปฏิบัติการ</li> <li>จัดทำตารางสรุปรายการวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือสารเคมี จากเนื้อหาแต่ละบทปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>วัสดุอุปกรณ์: มีกี่ชนิด ขนาดเท่าไร จำนวนเท่าไรที่เพียงพอสำหรับแต่ละปฏิบัติการ</li> <li>เครื่องมือ: ประเภทเครื่องมือที่ใช้ มีกี่ชนิด จำนวนเครื่องมือที่ต้องใช้ วิธีการใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง</li> <li>สารเคมี: ชนิดสารเคมี วันหมดอายุของสารเคมี จำนวนที่ใช้ เป็นต้น</li> </ul> </li> <li>กรอกรายละเอียดรายการวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือสารเคมีทั้งหมดที่ต้องใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการลงใน แบบฟอร์มที่ 3 ตารางสรุปรายการวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีในแต่ละบทปฏิบัติ</li> </ol>

ตารางที่ 9 ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบความพร้อมเครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
<p>สรุปจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ตรวจสอบเช็คเครื่องมืออยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ และจำนวนวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีแต่ละชนิด/ประเภทมีความพร้อม สำหรับสารเคมีตรวจสอบวันหมดอายุและลักษณะของสารเคมี พร้อมทั้งจำนวนว่าเพียงพอต่อจำนวนนิสิตลงทะเบียนเรียนหรือไม่</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>สรุปจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จากระบบทะเบียน (reg.buu.ac.th) มีจำนวนนิสิตลงทะเบียนที่แน่นอน เพื่อเตรียมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีให้เพียงพอต่อจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียน</li> <li>นำรายการจากแบบฟอร์มที่ 3 มาตรวจสอบความพร้อมของแต่ละรายการ โดยการตรวจสอบความพร้อมทุกรายการตรงตามจำนวนที่ต้องการใช้ในแต่ละปฏิบัติการ</li> <li>ตรวจสอบเครื่องมือตามรายการดังนี้ เช่น การชำรุดเสียหาย หรือต้องส่งซ่อมบำรุงหรือไม่ การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ โดยเครื่องมือแต่ละชนิด มีแผนการบำรุงรักษาดังรายละเอียดแสดงใน</li> </ol>

ตารางที่ 9 ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบความพร้อมเครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
	<p>แบบฟอร์มที่ 4 แผนปฏิบัติการการบำรุงรักษาเครื่องมือภาควิชาวาริชศาสตร์</p> <p>4. ตรวจสอบจำนวนและขนาดของวัสดุอุปกรณ์ว่าเพียงพอต่อจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน</p> <p>5. ตรวจสอบสารเคมีแต่ละรายการว่าหมดอายุหรือไม่ มีจำนวนเท่าไร เพียงพอในการใช้งานแต่ละปฏิบัติการ</p>

ตารางที่ 10 ขั้นตอนที่ 10 พิจารณาผลการตรวจสอบความพร้อม

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
<p>นักวิทยาศาสตร์สรุปรายการเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีทั้งหมดสำหรับแต่ละบทปฏิบัติแล้วแจ้งผลให้กับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ เมื่อทราบผลแล้วหากยังขาดวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีใดอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาจะแจ้งนักวิทยาศาสตร์เพื่อขอใบเสนอราคาประกอบนำมาประกอบการเสนอซื้อ ถ้าครบวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีครบแล้วให้นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการเตรียมพร้อมในการเตรียมปฏิบัติการต่อไป</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักวิทยาศาสตร์กรอกข้อมูลในแบบฟอร์มที่ 3 (ภาคผนวก) เพื่อสรุปรผลการตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี</li> <li>2. แจ้งผลการตรวจสอบฯ ให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ</li> <li>3. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาจัดแบ่งกลุ่มนิสิตตามจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 30933259 จากระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัย (reg.buu.ac.th)</li> <li>4. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาพิจารณาจำนวนรายการวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีให้เหมาะสมและเพียงพอต่อจำนวนนิสิตในแต่ละกลุ่ม ส่วนการใช้เครื่องมืออาจวางแผนการใช้งานสลับกันตามความเหมาะสมตามจำนวนเครื่องมือที่มีและจำนวนที่ลงทะเบียนฯ (เนื่องจากการจัดซื้อเครื่องมือใหม่มีขั้นตอนที่ต้องใช้ระยะเวลาในการจัดซื้อและขึ้นอยู่กับจำนวนงบประมาณคงเหลือของภาควิชาด้วย การจัดซื้อที่เร่งด่วนอาจต้องพิจารณาจัดซื้อในงบประมาณถัดไป)</li> <li>5. หากวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีไม่เพียงพอ อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งให้ดำเนินขอใบเสนอราคาจากผู้ขายต่อไป</li> <li>6. หากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเห็นว่าวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีรวมถึงเครื่องมือมีความพร้อมแล้วจะแจ้งให้นักวิทยาศาสตร์เตรียมความพร้อมเพื่อจัดเตรียมปฏิบัติการต่อไป</li> </ol>

ตารางที่ 11 ขั้นตอนที่ 11 ขอใบเสนอราคา

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่อวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีไม่ครบหรือไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์ติดต่อบริษัทหรือตัวแทนจำหน่ายต่างๆ เพื่อให้บริษัทเสนอราคาที่ต้องการและส่งของได้ทันตามระยะเวลาที่ต้องการ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักวิทยาศาสตร์ติดต่อผู้ขายเพื่อขอใบเสนอราคาวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องการ โดยติดต่อผู้ขายหลายรายเพื่อสามารถเปรียบเทียบราคาที่เหมาะสมได้ และให้ทางผู้ขายเสนอราคามาถึงภาควิชา</li> <li>2. นักวิทยาศาสตร์รวบรวมใบเสนอราคาส่งให้กับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาพิจารณา</li> </ol>

ตารางที่ 12 ขั้นตอนที่ 12 ขออนุมัติซื้ออุปกรณ์/สารเคมี

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชากรอกแบบฟอร์มรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี พร้อมแนบใบเสนอราคา	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อาจารย์ผู้ประสานงานวิชากรอกแบบฟอร์มใบขอเสนอซื้อ (แบบฟอร์มที่ 5) พร้อมด้วยแนบใบเสนอราคาจากผู้ขาย</li> <li>2. นำส่งให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปเพื่อนำเสนอให้หัวหน้าภาคพิจารณาต่อไป</li> </ol>

ตารางที่ 13 ขั้นตอนที่ 13 เสนออนุมัติซื้ออุปกรณ์/สารเคมี

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปนำแบบฟอร์มและใบเสนอราคาจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเสนอให้หัวหน้าภาคพิจารณาอนุมัติ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปรับแบบฟอร์มขอเสนอซื้อและลงรับเอกสาร</li> <li>2. เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปนำแบบฟอร์มขอเสนอซื้อและใบเสนอราคานำเสนอให้หัวหน้าภาคเพื่อพิจารณาอนุมัติ</li> </ol>

ตารางที่ 14 ขั้นตอนที่ 14 พิจารณาการขอซื้อ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
หัวหน้าภาคพิจารณาอนุมัติหรือไม่อนุมัติการขอเสนอซื้อจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา แล้วส่งผลให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปแจ้งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบต่อไป	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. หัวหน้าภาคพิจารณาการขอเสนอซื้อตามความจำเป็น และส่งผลการพิจารณาให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป</li> <li>2. เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปแจ้งผลการพิจารณาการอนุมัติซื้อให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ</li> </ol>

ตารางที่ 15 ขั้นตอนที่ 15 ปรับแก้ทบทปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
หากหัวหน้าภาคพิจารณาไม่อนุมัติในการจัดซื้อฯ อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาปรับเนื้อหาของแต่ละบทปฏิบัติการให้เหมาะสมกับจำนวนของวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่มีอยู่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. หากหัวหน้าภาคพิจารณาไม่อนุมัติในการจัดซื้อ อาจารย์ที่ปรึกษาดำเนินการปรับเนื้อหาบทปฏิบัติการให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่มีอยู่</li> <li>2. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งให้นักวิทยาศาสตร์ทราบในการปรับเนื้อหาในบทปฏิบัติการใหม่</li> <li>3. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาส่งข้อมูลบทปฏิบัติการที่ปรับใหม่ให้นักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์เตรียมปฏิบัติการตามที่ปรับใหม่เรียบร้อยแล้ว</li> </ol>

ตารางที่ 16 ขั้นตอนที่ 16 รับทราบผลอนุมัติขอซื้อ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่อหัวหน้าภาคพิจารณาอนุมัติในการจัดซื้อฯ อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งให้นักวิทยาศาสตร์และให้ดำเนินสั่งซื้อต่อไป	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปแจ้งผลการอนุมัติการขอซื้อให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ</li> <li>2. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งผลอนุมัติให้นักวิทยาศาสตร์เพื่อดำเนินจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีได้</li> </ol>

ตารางที่ 17 ขั้นตอนที่ 17 สั่งซื้อ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งผลอนุมัติเสนอซื้อให้นักวิทยาศาสตร์ทราบ นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการสั่งซื้อและนัดรับสินค้าภายในเวลา 15 วัน และแจ้งให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปทราบเพื่อเตรียมพร้อมในการตอนการเบิกจ่ายด้านการเงินและการคลังต่อไป พร้อมทั้งแจ้งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเพื่อนัดรับสินค้าและตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ก่อนเซ็นรับทราบตามรายการที่เสนอซื้อ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งผลอนุมัติให้นักวิทยาศาสตร์เพื่อดำเนินจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีได้</li> <li>2. นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการติดต่อบริษัทผู้ขายเพื่อยืนยันการสั่งซื้อ พร้อมทั้งระบุและกำหนดวันส่งของไม่เกิน 15 วัน ภายหลังจากบริษัทได้รับคำสั่งซื้อ</li> <li>3. นำส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องในการเบิกจ่ายด้านการเงินและงานคลังให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป เพื่อดำเนินงานในขั้นตอนการเบิกจ่ายและงานพัสดุ</li> <li>4. แจ้งวันเวลานัดรับสินค้าและตรวจสอบความถูกต้องให้กับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ</li> </ol>

ตารางที่ 18 ขั้นตอนที่ 18 การจัดซื้อและการเงิน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่ออนุมัติซื้อ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปดำเนินการเอกสารการเบิกจ่ายและรอรับใบส่งสินค้าภายหลังจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาตรวจสอบและลงนามรับสินค้าตามวันที่กำหนดส่งของจากบริษัท	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปดำเนินการจัดเตรียมเอกสารเบิกจ่ายและรอรับใบส่งสินค้าภายหลังจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาตรวจสอบและลงนามรับสินค้าตามวันที่กำหนดส่งของจากบริษัท

ตารางที่ 19 ขั้นตอนที่ 19 ตรวจสอบอุปกรณ์และสารเคมี

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
บริษัทส่งวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่สั่งซื้อตามเวลาที่กำหนดและครบถ้วนทุกรายการ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บริษัทผู้ขายนำส่งวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี ในวันเวลาที่กำหนด</li> <li>2. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาตรวจสอบความถูกต้องและจำนวนครบถ้วนตามคำสั่งซื้อ</li> <li>3. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาลงนามยืนยันความถูกต้องลงในใบส่งของ/ใบส่งสินค้า</li> <li>4. นำส่งใบเสนอราคาให้เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป เพื่อดำเนินการในขั้นตอนการเบิกจ่ายและงานพัสดุต่อไป</li> </ol>

ตารางที่ 20 ขั้นตอนที่ 20 จัดเตรียมความพร้อมเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่อแจ้งผลสรุปรายการเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีให้อาจารย์ผู้ประสานงานวิชาทราบและอาจารย์แจ้งกลับว่าครบถ้วนแล้วก็สามารถจัดเตรียมพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ซึ่งสามารถดำเนินการเตรียมความพร้อมลักษณะเดียวกันเมื่อภายหลังได้รับบทปฏิบัติการที่ปรับแก้จากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเนื่องจากเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ไม่ครบหรือได้	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อาจารย์ผู้ประสานงานให้นักวิทยาศาสตร์เตรียมความพร้อมในการเตรียมปฏิบัติการได้ ภายหลังจากปรับแก้บทปฏิบัติการหรือสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์แล้วเสร็จ หรืออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาแจ้งยืนยันรายการเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีครบถ้วนตามใบรายการเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี</li> <li>2. นักวิทยาศาสตร์วางแผนการใช้เครื่องมือตลอดภาคการศึกษา (สำหรับ 13 บทปฏิบัติการ) สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ไม่ซับซ้อนกับการเรียนการสอนรายวิชาอื่นๆ หรือการขอใช้เครื่องมือของอาจารย์และนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาสำหรับงานวิจัยหรือการขอใช้เครื่องมือเพื่อทำปัญหาพิเศษของนิสิตระดับปริญญาตรีของภาควิชาวาริชศาสตร์</li> </ol>



ตารางที่ 20 ขั้นตอนที่ 20 จัดเตรียมความพร้อมเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
สั่งซื้อเพิ่มเติมแล้ว ตรวจสอบและวางแผนการการใช้วัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวสำหรับการเรียนการสอน ปฏิบัติการตลอดภาคการศึกษา เครื่องมือที่สามารถนำออกพื้นที่ต้องตรวจสอบความพร้อม การดำเนินการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ และมีวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ขนาดและจำนวนให้พอเพียง ตรวจสอบสารเคมีวันหมดอายุหรือปริมาณให้เหมาะสม ก่อนนำไปแยกเตรียมแต่ละปฏิบัติต่อไป	3. นักวิทยาศาสตร์จัดแยกประเภทหมวดหมู่ จำนวนและขนาดของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องแก้ว อุปกรณ์และน้ำยาทำความสะอาด อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ ถังน้ำ ภาชนะหรือตะกร้าเก็บเครื่องแก้ว ผ้าเช็ดโต๊ะปฏิบัติการ ขวดแก้วหรือขวดพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างน้ำ เป็นต้น จัดเตรียมให้เพียงพอสำหรับนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 30933259 ตลอดภาคการศึกษา (13 บทปฏิบัติการ) 4. นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบสภาพและวันหมดอายุ จัดเตรียมสารเคมี จำแนกชนิดและจำนวนให้เพียงพอสำหรับนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 30933259 ตลอดภาคการศึกษา (13 บทปฏิบัติการ)

ตารางที่ 21 ขั้นตอนที่ 21 ปรีกษา/วางแผนการเตรียมปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
นักวิทยาศาสตร์ปรึกษาและวางแผนการจัดเตรียมตัวอย่างและแนวทางการสอนของอาจารย์ผู้สอนให้สอดคล้องกับการเตรียมแต่ละปฏิบัติการ	1. นักวิทยาศาสตร์ติดต่อประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนแต่ละบทปฏิบัติการ 2. นักวิทยาศาสตร์ร่วมปรึกษาหารือกับอาจารย์ผู้สอน และรับฟังการจัดการสอนปฏิบัติของอาจารย์ผู้สอน พร้อมทั้งวางแผนการเตรียมปฏิบัติการให้สอดคล้องกับแนวทางการสอนของอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการ 3. นักวิทยาศาสตร์บันทึกการปรึกษาหารือและการวางแผนการเตรียมปฏิบัติการ (แบบฟอร์มที่ 6) เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมปฏิบัติการ

ตารางที่ 22 ขั้นตอนที่ 22 เตรียมปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เตรียมปฏิบัติการตามคู่มือบทปฏิบัติการและตามแผนการเตรียมปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน เตรียมความพร้อมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์	1. ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องแก้วภาชนะสำหรับบรรจุสารละลาย 2. จัดเตรียมสารเคมี ชนิดตัวอย่างน้ำสำหรับให้นิสิตใช้วิเคราะห์ในการทำปฏิบัติการและสารละลายต่างๆ ตามวิธีมาตรฐานการเตรียม

ตารางที่ 22 ขั้นตอนที่ 22 เตรียมปฏิบัติการ (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
สารเคมีและชนิดตัวอย่างต่างๆ สำหรับให้นิสิตทดลอง	สารละลายสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและตามแผนการเตรียมปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน 3. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในการทำปฏิบัติการอีกครั้ง ก่อนทำปฏิบัติการจริง

ตารางที่ 23 ขั้นตอนที่ 23 ทดสอบปฏิบัติการตามทฤษฎี

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
ทำการทดสอบภายหลังเตรียมปฏิบัติการเสร็จเพื่อทดสอบปฏิบัติการว่าเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามทฤษฎีเตรียมใหม่จนได้ผลตามทฤษฎี	1. ภายหลังจากเตรียมปฏิบัติการเสร็จ นักวิทยาศาสตร์ทำการทดสอบปฏิบัติการตามขั้นตอนและวิธีมาตรฐานในคู่มือบทปฏิบัติการ 2. หากผลการทดสอบไม่ตรงตามทฤษฎีตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้นักวิทยาศาสตร์หาแนวทางแก้ไขเพื่อให้ผลตรงตามทฤษฎี หรือปรึกษาอาจารย์ผู้สอนเพื่อหาแนวทางแก้ร่วมปัญหาาร่วมกัน

ตารางที่ 24 ขั้นตอนที่ 24 แจกผลทดสอบปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
รายงานผลการเตรียมปฏิบัติการและความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและตัวอย่าง ให้อาจารย์ผู้สอนทราบ	เมื่อเตรียมปฏิบัติการเสร็จและผลการทดสอบเป็นไปตามทฤษฎี แจกผลให้อาจารย์ผู้สอนทราบ พร้อมทั้งรายงานความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 25 ขั้นตอนที่ 25 รับทราบ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
อาจารย์ผู้สอนรับทราบผลการเตรียมปฏิบัติการ มีความพร้อมทั้งเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและตัวอย่างสำหรับให้นิสิตทดลอง	อาจารย์ผู้สอนรับทราบผลการเตรียมปฏิบัติการมีความพร้อม เพื่อดำเนินการสอนปฏิบัติการต่อไป

## ตารางที่ 26 ขั้นตอนที่ 26 เตรียมห้องปฏิบัติการก่อนเรียน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
ตรวจสอบความพร้อมและเปิดอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์สำหรับการสอน ไมโครโฟน และตรวจสอบไฟฟ้า ประปา เครื่องปรับอากาศ ก่อนเรียนอีกครั้ง นอกจากนี้ต้องเปิดสวิทช์เครื่องมือก่อนใช้จริงทุกครั้ง	นักวิทยาศาสตร์เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน ก่อนเรียนปฏิบัติการอย่างน้อย 1 ชั่วโมง 1. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์อยู่ในสภาพใช้งานได้ 2. จัดวางตัวอย่างน้ำให้ชนิดแต่ละกลุ่ม 3. จัดวางเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ไว้บนโต๊ะปฏิบัติการหน้าชั้นเรียน สำหรับนิสิตใช้ร่วมกัน 4. จัดแบ่งสารละลายและสารเคมีไว้บนโต๊ะปฏิบัติการ วางไว้บริเวณหน้าชั้นเรียนสำหรับนิสิตมาแบ่งไปใช้ทำปฏิบัติการของแต่ละกลุ่ม

## ตารางที่ 27 ขั้นตอนที่ 27 สอนปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
อาจารย์ผู้สอนสอนปฏิบัติการให้แก่ นิสิต และนิสิตทำการทดลองตามปฏิบัติการชั้นเรียน	อาจารย์ผู้สอนอธิบายหลักการและขั้นตอนการทำปฏิบัติการ และ นิสิตปฏิบัติตามขั้นตอนจนเสร็จ

## ตารางที่ 28 ขั้นตอนที่ 28 ช่วยควบคุม/ดูแลความเรียบร้อยในการทำปฏิบัติการของนิสิต

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
การจัดกลุ่มนิสิต ดูแลนิสิตในการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การจัดลำดับก่อนหลังในการใช้เครื่องมือ การจัดแบ่งสารเคมีและการเคลื่อนย้ายสารเคมีดู การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้อง การทำปฏิบัติการตามขั้นตอน การแยกสารเคมีที่ต้องกำจัด และการแยกภาชนะบรรจุของเสียอันตรายกับภาชนะบรรจุของเสียไม่อันตราย	1. อธิบายและสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง 2. จัดลำดับก่อนหลังในการใช้เครื่องมือ สำหรับนิสิตที่พร้อมหรือถึงขั้นตอนที่ต้องใช้เครื่องมือในการทำปฏิบัติการ ให้นิสิตใช้เครื่องมือได้ตามความเหมาะสม 3. ดูแลความเรียบร้อยในการใช้สารเคมี การแบ่งหรือเปลี่ยนถ่ายสารเคมีในภาชนะอันใหม่ 4. ดูแลความเรียบร้อยในการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม 5. เตรียมความพร้อมสำหรับการจัดหาเครื่องมือหรือสิ่งของต่างๆที่ต้องให้เพิ่มเติมระหว่างการทำปฏิบัติการ 6. จัดเตรียมภาชนะเพื่อให้นิสิตแยกทั้งสารเคมีหรือของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ

## ตารางที่ 29 ชั้นตอนที่ 29 แยกสารเคมีอันตราย

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เมื่อเสร็จปฏิบัติการแล้วนำของเสียของอันตรายมาแยกบรรจุรวมกันแยกหมวดหมู่ ระบุรายละเอียดของเสียอันตรายแล้วเก็บรวบรวมรอส่งไปกำจัด ส่วนของเสียไม่อันตรายสามารถเทลงในอ่างล้างภาชนะเพื่อระบายลงท่อระบายสาธารณะ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สำหรับของเสียไม่อันตรายสามารถเทลงในอ่างล้างภาชนะ เพื่อระบายลงท่อระบายน้ำสาธารณะ</li> <li>2. รวบรวมของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ และแยกประเภทของเสีย แล้วบรรจุของลงภาชนะที่เตรียมไว้</li> <li>3. ติดฉลากระบุรายละเอียดของเสียอันตรายให้ชัดเจน</li> <li>4. จัดเก็บของเสียอันตรายที่บรรจุเรียบร้อยแล้ว วางไว้ในบริเวณสำหรับจัดเก็บของเสียอันตราย</li> <li>5. ป้อนข้อมูลของเสียอันตรายในระบบการจำกัดของเสียอันตรายของคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อรอส่งกำจัดต่อไป</li> </ol>

## ตารางที่ 30 ชั้นตอนที่ 30 ล้าง/ทำความสะอาดเครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์ และจัดเก็บ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ขวด และภาชนะต่างๆที่บรรจุตัวอย่างน้ำก่อนเก็บเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องมือแล้วจัดเก็บให้เรียบร้อย</li> <li>2. รวบรวมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ล้างทำความสะอาด แล้วผึ่งให้แห้ง</li> <li>3. จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ไว้ที่เดิม</li> </ol>

## ตารางที่ 31 ชั้นตอนที่ 31 บันทึกข้อมูลผลการเตรียมปฏิบัติการ

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
บันทึกปัญหาที่พบในการเตรียมปฏิบัติการ การช่วยควบคุม/ดูแลความเรียบร้อยในการทำปฏิบัติการของนิสิต	บันทึกปัญหา อุปสรรคในการเตรียมปฏิบัติการที่พบ

## ตารางที่ 32 ชั้นตอนที่ 32 แจ้งผลปัญหา/อุปสรรคให้อาจารย์ผู้ประสานงาน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
แจ้งรายละเอียดปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการเตรียมปฏิบัติการ และการช่วยควบคุม/ดูแลการทำปฏิบัติการของนิสิต	รายงานปัญหาที่พบให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาทราบ

### 3.3 หลักการ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงาน

เนื่องจากรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มีคณาจารย์สอนจำนวน 3 คน ซึ่งแต่คนมีภาระงาน ดังนี้

1. อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา มีหน้าที่ในการประสานงานตารางการเรียนการสอนปฏิบัติการประสานงานอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการท่านอื่น และเจ้าหน้าที่ผู้เตรียมปฏิบัติการเพื่อกำหนดหัวข้อการเรียนการสอนปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์เครื่องมือในแต่ละบทปฏิบัติการ

2. อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการ มีหน้าที่ควบคุมดูแลการทำบทปฏิบัติการของนิสิต เพื่อให้มนิสิตปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามขั้นตอนและปลอดภัยจากใช้เครื่องมือและสารเคมี

3. นักวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี ตัวอย่างน้ำสำหรับการวิเคราะห์ในหัวข้อบทปฏิบัติการต่างๆ สานิตขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ สานิตการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ รวมทั้งจัดการของเสียอันตรายที่เกิดจากการเรียนการสอนปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาในการเตรียมตัวอย่างน้ำชนิดต่างๆ ให้นิสิตฝึกปฏิบัติการ และมีหน้าที่ช่วยควบคุมดูแลความเรียบร้อยขณะทำปฏิบัติการ

นิสิตที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ต้องมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำ ซึ่งรายวิชา 30933259 บทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เป็นวิชาเอกบังคับที่นิสิตต้องผ่านการเรียนรายวิชานี้ทุกคน

รายวิชาปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เรียนครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง “เทคนิคการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตะกอนแขวนลอย พีเอช ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนในกระบวนการทางชีวเคมี คลอโรฟิลล์ แอมโมเนีย ไนโตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต” (หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2559)

การเตรียมปฏิบัติการมีทั้งสิ้น 13 ปฏิบัติการ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลายด้านซึ่งมีความสำคัญมากต่อการเตรียมปฏิบัติการเพื่อความถูกต้องในการดำเนินการเรียนการสอน การใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง และบรรลุผลตามตัวชี้วัดของการดำเนินงาน ได้แก่

#### การเก็บตัวอย่างและการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำมีความสำคัญต่อผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นอย่างมาก หากเก็บตัวอย่างไม่ถูกวิธี การใช้ภาชนะที่ปนเปื้อน หรือแม้กระทั่งการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำผิดวิธี ทำให้ตัวอย่างปนเปื้อนหรือเสื่อมสลายได้ นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างที่ไม่มีการวางแผนอาจทำให้ได้ตัวอย่างน้อยไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์หรือทำให้ได้อย่างตัวอย่างที่ไม่ใช่เป็นตัวแทนของตัวอย่างที่แท้จริง ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งสิ้น ดังนั้นการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจึงต้องคำนึงต่อปัจจัยดังต่อไปนี้ด้วย

#### หน่วยความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย

ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนั้น สารเคมีที่ใช้มีทั้งการใช้สารเคมีนั้นๆ โดยตรงและที่ใช้เป็นสารละลายซึ่งมีการจัดเตรียมที่ยุ่งยากซับซ้อน นักวิทยาศาสตร์ที่เป็นผู้เตรียมปฏิบัติการต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้อง เกี่ยวกับหน่วยพื้นฐานที่ใช้ในการเตรียมสารละลายและการเตรียมสารละลายในความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งในกระบวนการเตรียมสารละลายสำหรับใช้ในปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนั้นมีหลายวิธี ดังนี้

### 1. ร้อยละความเข้มข้น (percent)

#### 1.1 ร้อยละโดยน้ำหนัก %(w/w)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของตัวถูกละลายต่อน้ำหนักของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย}}{\text{น้ำหนักสารละลาย}} \times 100$$

#### 1.2 ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร %(w/v)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของตัวถูกละลายต่อปริมาตรของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร} = \frac{\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

#### 1.3 ร้อยละโดยปริมาตร %(v/v)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของปริมาตรของตัวถูกละลายต่อปริมาตรของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

### 2. โมลาริตี (molarity : M)

โมลาริตีหรือโมลาร์ เป็นหน่วยความเข้มข้นที่เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร มีสูตรดังนี้

$$\text{โมลาริตี (M)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรเป็นลิตรของสารละลาย}}$$

$$\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักกรัมตัวถูกละลาย}}{\text{น้ำหนักโมเลกุลตัวถูกละลาย}}$$

### 3. นอร์มัลลิตี (Normality : N)

นอร์มัลลิตี หมายถึง จำนวนกรัมสมมูลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลิตร ความแรงของกรดหรือต่างขึ้นอยู่กับ การแตกตัวของไฮโดรเจนไอออน ( $\text{H}^+$ ) หรือไฮดรอกไซด์ไอออน ( $\text{OH}^-$ ) มากกว่าจำนวนของกรดหรือต่างที่ใช้จริง ดังนี้

$$\text{น้ำหนักสมมูลของกรดหรือต่าง} = \frac{\text{น้ำหนักโมเลกุลตัวถูกละลาย}}{\text{จำนวน } \text{H}^+ \text{ หรือ } \text{OH}^- \text{ ตัวถูกละลาย}}$$

#### 4. การเปลี่ยนหน่วยที่ใช้ในการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยเฉพาะการวิเคราะห์สารอาหารปริมาณน้อยในน้ำ (Nutrient) ได้แก่ ไนโตรเจน ไนเตรต แอมโมเนีย ฟอสเฟส และซิลิเกต นั้น บางครั้งมีการเปรียบเทียบหน่วยต่างๆ ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Primary stock standard solution) ส่วนใหญ่ในปฏิบัติการคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนหน่วย ดังนี้

1) การเปลี่ยนหน่วย  $\mu\text{M}$  ให้เป็น  $\text{mg-อะตอมของธาตุนั้นๆ/L}$  เช่น

$$\text{mg-(N or P or Si)/L} = \frac{\mu\text{M น้ำหนักอะตอมของ N or P or Si}}{1000}$$

ตัวอย่าง ฟอสเฟส  $1 \mu\text{M}$  มีค่าเท่าไรในหน่วย  $\text{mg-P/L}$

$$\text{mg-P/L} = \frac{1 \times 31}{1000} = 0.031$$

2) การเปลี่ยนหน่วย  $\text{Mg-อะตอมของธาตุ/L}$  ให้เป็น  $\mu\text{M}$

$$\mu\text{M} = \frac{\text{ความเข้มข้นหน่วย mg-อะตอมของธาตุ/L} \times 1000}{14}$$

#### 5. การเตรียมสารละลายประเภทต่างๆ

การเตรียมสารละลายสำหรับปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มีวิธีการเตรียมสารละลายอยู่ 2 วิธีหลักๆ ดังนี้

1) การเตรียมสารละลายเริ่มต้น (stock solution) ซึ่งการเตรียมวิธีนี้ เป็นการชั่งสารที่เป็นของแข็งหรือของเหลวบริสุทธิ์ที่ยังไม่ได้เจือจางโดยวิธีอื่นในห้องปฏิบัติการ แล้วนำมาเจือจางจนถึงปริมาตรที่ต้องการ (ดังได้กล่าวมาแล้วใน 2.1)

2) การเตรียมสารละลายเจือจาง เป็นการเตรียมจากการนำสารละลายเริ่มต้น (ข้อ 1) ที่มีความเข้มข้นสูง โดยถ่ายสารละลายเริ่มต้นที่รู้ปริมาตรแน่นอนลงในภาชนะใหม่ แล้วเติมตัวทำละลายจนได้ปริมาตรที่ต้องการ ซึ่งจำนวนของตัวถูกละลายก่อนและหลังการเจือจางยังคงเท่าเดิม โดยใช้ความสัมพันธ์ของสูตรดังนี้

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

เมื่อ  $C_1$  = ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น  
 $V_1$  = ปริมาตรของสารละลายที่ตูดจากสารละลายเริ่มต้น  
 $C_2$  = ความเข้มข้นของสารละลายเจือจาง  
 $V_2$  = ปริมาตรของสารละลายที่เจือจาง

### สารเคมีในห้องปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานเตรียมปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่นำมาใช้เตรียมปฏิบัติการด้วย ซึ่งสารแต่ละประเภทมีนำมาใช้เตรียมปฏิบัติการมีการแบ่งเกรดตามความบริสุทธิ์ของสารดังนี้

1. เกรด ACS reagent เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด และความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่สมาคมเคมีอเมริกัน (American Chemical Society หรือ ACS) กำหนดไว้และมีใบประกันรับรองให้เหมาะสำหรับใช้ในงานวิเคราะห์

2. เกรดวิเคราะห์ (analytical reagent (AR)/reagent grade) เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99% มีสิ่งเจือปนในระดับที่น้อยมาก โดยทั่วไปจะมีข้อมูลแสดงปริมาณสิ่งเจือปนไว้ด้วยและเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปนจะต้องอยู่ในมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้เหมาะสำหรับใช้ในทางด้านวิเคราะห์และห้องปฏิบัติการทั่วไป ถ้าสารเคมีได้มาตรฐานตามที่สมาคมเคมีอเมริกัน (ACS) กำหนดไว้จะเขียนบ่งไว้ AR (ACS) reagent

3. เกรด USP เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่ U.S. Pharmacopoeia กำหนดไว้เหมาะสำหรับใช้ในทางด้านอาหาร ยา ทางทางการแพทย์และห้องปฏิบัติการทั่วไป โดยมีสารเจือปนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ

4. เกรด purified/practical grade เป็นเกรดที่มีคุณภาพดีแต่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ไม่เหมาะใช้ในทางด้านอาหาร ยา ทางทางการแพทย์

5. เกรด C.P. (chemical pure) หรือเจเนตเกรดนี้บริสุทธิ์เกือบเทียบเท่าเกรดวิเคราะห์ (reagent grade) มาตรฐานของความบริสุทธิ์ของสารเคมีเกรดนี้ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับโรงงานผู้ผลิต

6. เกรดปฏิบัติการ (lab หรือ practical) เป็นสารเคมีที่มีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูงกว่า 95% มีปริมาณสิ่งเจือปนมากกว่าเกรดงานวิเคราะห์ แต่บางครั้งสามารถใช้แทนสารเคมีเกรดวิเคราะห์ได้ หากมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูงพอและสิ่งเจือปนไม่มีผลต่อการทดลอง เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่ไม่ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของสารเคมี

7. เกรด NF เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่ national formulary (NF) กำหนด เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่ไม่ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของสารเคมีจะมีสารเคมีอื่นเจือปน (impurities) อยู่ในปริมาณปานกลาง

8. เกรดทางการค้า (technical หรือ commercial) เป็นสารเคมีที่ใช้งานอุตสาหกรรม จัดเป็นสารเคมีเกรดต่ำสามารถใช้ได้ดีกับงานทดลองบางอย่าง โดยปกติสารเคมีชนิดนี้ไม่บอกรายละเอียดของสิ่งเจือปน (impurity) หรือเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของสารเคมี ไม่เหมาะใช้ในห้องปฏิบัติการ

สารเคมีบางชนิดอาจมีอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน หากผู้ปฏิบัติงานทราบถึงอันตรายของสารเคมีแต่ละชนิด ทำให้ใช้ด้วยความระมัดระวังและหาทางป้องกันอันตรายก่อนจะเกิดขึ้นกับตนเองและสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ อันตรายโดยทั่วไปที่เกิดจากสารเคมี ดังนี้

1. สารที่เข้ากันไม่ได้ สารเคมีบางชนิดถ้าผสมกันแล้วจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง อาจระเบิด ลูกติดไฟ หรือเกิดแก๊สพิษได้ เช่น กรดซัลฟิวริกเข้มข้นกับโพแทสเซียมคลอไรด์หรือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตหรือโพแทสเซียมเปอร์คลอเรต แก๊สแอมโมเนียกับสารปรอทหรือฮาโลเจน กรดไนตริกเข้มข้นกับกรดอะซิติก



ทองแดงกับอะซิโตนหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แอมโมเนียมไนเตรทกับกรดหรือผงโลหะ กำมะถัน ของเหลวไวไฟหรือสารอินทรีย์ที่เป็นผงละเอียด เป็นต้น ซึ่งสารเคมีดังกล่าวต้องเก็บให้ห่างจากกัน

2. สารไวไฟ คือ สารที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย มีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวหรือแม้กระทั่งที่เป็น แก๊ส สารไวไฟสารใหญ่จะระเหยกลายเป็นได้ดี มีจุดวาบไฟต่ำ (จุดวาบไฟ หมายถึง อุณหภูมิต่ำที่สุดที่ทำให้ สารนั้นระเหยกลายเป็นไอจนมีความเข้มข้นพอที่จะลุกติดไฟได้ถ้าหากมีเปลวไฟจ่ออยู่ที่ผิวหน้าของของเหลว นั้น) ซึ่งสารนี้เหล่านี้มีอันตรายมาก ก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้ ยิ่งถ้าของเหลวที่มีจุดวาบไฟที่ใกล้เคียงกับ อุณหภูมิห้องก็ยิ่งมีอันตรายมาก เชย โทลูอิน มีจุดวาบไฟที่ 4 องศาเซลเซียส ติดไฟง่ายกว่า เมทานอลซึ่งมีจุด วาบไฟที่ 16 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยทั่วไปสารที่จัดว่าไวไฟมากจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ถ้าสาร ที่ไวไฟจะมีจุดวาบไฟระหว่าง 22 – 66 องศาเซลเซียส

3. สารกัดกร่อน เป็นสารที่สามารถกัดและทำลายผิวหนังหรือเนื้อเยื่อของร่างกาย เกิดเป็นรอยไหม้ หรือมีอาการคัน สารกัดกร่อน ได้แก่ สารพวกกรดและด่างต่างๆ ที่มีความเข้มข้นสูง ดังนั้นในขณะที่ปฏิบัติงาน โดยใช้สารกัดกร่อน ควรสวมถุงมือ เสื้อกราวด์ และแว่นตากันกรด เพื่อป้องกันสารกัดกร่อนโดยร่างกาย โดยตรง หากสัมผัสสารกัดกร่อนจะต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันที

4. สารเคมีที่ให้ไอระเหยเป็นพิษ คือ สารสามารถที่ระเหยกลายเป็นไอ เมื่อสูดดมเข้าสู่ระบบหายใจใน ปริมาณที่มากพอ จะเป็นพิษต่อร่างกายของผู้ปฏิบัติงานได้ ความรุนแรงและลักษณะการเกิดพิษขึ้นอยู่กับชนิด ของไอระเหยของสารเคมีแต่ละชนิด และความต้านทานต่อสารพิษของแต่ละคน

### ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกหรือรั่วไหล

แนวทางปฏิบัติอาจแบ่งตามชนิดสารเคมีที่เกิดการรั่วไหล ดังนี้

1. สารเคมีที่เป็นของแข็ง ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตักหรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึง นำไปทิ้งไว้ในภาชนะสำหรับเก็บสารเคมีที่ไม่ใช้หรือภาชนะสำหรับใส่สารเคมีเพื่อกำจัด พร้อมด้วยเขียนระบุชื่อ สารเคมีด้วย

2. สารเคมีที่เป็นกรด ใช้น้ำเจือจางก่อน แล้วค่อยโยยด้วยโซดาแอสหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือ เทสารละลายต่างตาม เพื่อทำให้กลายเป็นกลาง ต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำเปล่า

ในกรณีที่เกิดซัลฟูริกเข้มข้นหก จะมีความร้อนเกิดขึ้นมากและทำให้กระเด็นได้ ควรค่อยๆเทน้ำลง ไปเพื่อให้เจือจางก่อนแล้วค่อยราดน้ำตาม

3. สารเคมีที่เป็นด่าง เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกควรเทน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของด่าง แล้วค่อย ชับน้ำออก พยายามอย่าให้กระเด็นเนื่องจากด่างจะทำให้พื้นลื่น หากล้างด้วยน้ำหลายครั้งแล้วไม่หมด ให้ใช้ ทรายละเอียดโรยบริเวณที่หก แล้วค่อยเก็บกวาดทรายออกไป

### วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องแก้วเป็นหลัก ผู้ปฏิบัติงานจึง จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องแก้วด้วย ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้ว และวัสดุ อุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังนี้

1. การอ่านปริมาตรของเหลวที่บรรจุในเครื่องแก้ววัดปริมาตร

เครื่องแก้ววัดปริมาตร ได้แก่ ขวดปรับปริมาตร ปิเปต บิวเรต กระจบอกตวง สิ่งสำคัญสำหรับการตวง วัดโดยใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร คือการอ่านปริมาตรให้ถูกต้องและเหมาะสม ของเหลวในเครื่องแก้ววัด

ปริมาตรจะมีระดับส่วนโค้งเว้าที่เกิดจากแรงดูดผิวระหว่างผิวแก้วกับของเหลว ตำแหน่งระดับสายตามีความสำคัญต่อการอ่านค่าปริมาตรมาก คือ ถ้าระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกับส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของของเหลว ปริมาตรที่อ่านได้จะมีค่าถูกต้อง

## 2. รายละเอียดที่แสดงบนเครื่องแก้ววัดปริมาตร

ผู้ปฏิบัติต้องสังเกตสัญลักษณ์ที่ระบุบนเครื่องแก้ว ทำความเข้าใจสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อนำการไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลที่ระบุไว้บนเครื่องแก้วดังนี้

1) การแบ่งชั้นคุณภาพเครื่องแก้ว โดยใช้อักษร A หรือ B หมายถึง เครื่องแก้ววัดปริมาตร Class A หรือ B ตามลำดับ

2) อุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส หรือ 27 องศาเซลเซียส ในการสอบเทียบ

3) ขนาดบรรจุและหน่วยวัดปริมาตร เช่น ข้างขวดปรับปริมาตรระบุ 1000 ml หมายถึง ขนาดความจุ 1000 มิลลิลิตร

4) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้แสดงด้วยเครื่องหมาย  $\pm$  ตามด้วยตัวเลขที่คลาดเคลื่อน เช่น  $\pm 0.020$

5) วิธีสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร ใช้ TD หรือ Ex หมายถึง เครื่องแก้ววัดปริมาตรที่สอบเทียบแบบถ่ายของเหลว ถ้าเป็น TC หรือ In หมายถึง เครื่องแก้ววัดปริมาตรที่สอบเทียบแบบบรรจุของเหลว

6) ความละเอียดในการแบ่งปริมาตรย่อย มีขีดแบ่งปริมาตรย่อยที่ชัดเจน เช่น ความละเอียด 0.01 แสดงว่าแต่ละขีดปริมาตรย่อยคือ 0.01 มิลลิลิตร

7) หมายเลขจุกปิด (stopcock)

8) ชื่อบริษัทและประเทศผู้ผลิต หรือชื่อทางการค้าอื่นๆ

9) ลักษณะพิเศษอื่นๆ เช่น Ex+15s บนปีเปตวัดปริมาตร นั่นคือ หลังจากปล่อยสารละลายลงในภาชนะแล้ว ต้องตะปเปตกับข้างภาชนะอีกประมาณ 15 วินาที หรือถ้ามีสัญลักษณ์แถบสีฟ้าหรือมีอักษรว่า blow out แสดงว่าต้องเป่าของเหลวออกให้หมด หลังจากปล่อยสารละลายแล้ว

## 3. ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุตัวอย่างน้ำและสารละลาย

สำหรับห้องปฏิบัติการสำหรับคุณภาพน้ำของภาควิชา เป็นพลาสติกชนิด High density polyethylene (HDPE) เป็นพลาสติกชนิดที่มีความเหนียว ยืดหยุ่น ทนการหักงอได้ เนื้อขุ่น ทนความร้อนระดับปานกลาง ทนต่อกรด ด่าง แอลกอฮอล์ และกลุ่มของสารละลายอินทรีย์ พวก Aldehydes, Esters, Aliphatic, Hydrocarbons, Aromatic hydrocarbons และ Ketones ขวดพลาสติกมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาด 60, 100, 250, 500 และ 1000 มิลลิลิตร

## 4. การทำความสะอาดเครื่องแก้วและขวดพลาสติก

ความสะอาดของภาชนะบรรจุมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ตัวอย่างมาก ภาชนะบรรจุที่ไม่สะอาด ทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาด มีการปนเปื้อนจากภาชนะบรรจุที่ไม่สะอาด โดยเฉพาะการวิเคราะห์ธาตุอาหาร ปริมาณน้อย (Nutrient) ได้แก่ ฟอสเฟส ซิลิเกต แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซึ่งการทำความสะอาดภาชนะที่บรรจุในการวิเคราะห์ Nutrient ต้องคำนึงหลายๆ ปัจจัยด้วยกัน เช่น น้ำยาล้างภาชนะมีส่วนผสมของสารฟอสเฟสในปริมาณมากหรือไม่ น้ำที่นำมาทำความสะอาด เป็นต้น ดังนั้นการทำความสะอาดเครื่องแก้วหรือภาชนะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ล้างด้วยน้ำประปา 1 – 2 ครั้ง
- 2) ล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาดชนิดที่ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการหรือน้ำยาชนิดที่มีสารฟอสเฟสในปริมาณน้อย
- 3) นำไปแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกหรือไฮโดรคลอริก 10 – 15% อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- 4) ล้างด้วยน้ำประปาหลายๆ ครั้ง หากเป็นภาชนะที่สำหรับวิเคราะห์ Nutrient ไม่ต้องใช้น้ำประปา
- 5) ล้าง (rinse) ด้วยน้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากไอออน
- 6) ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง หากต้องการใช้งานเร่งด่วน ให้นำเครื่องแก้วหรือภาชนะมาล้างด้วยตัวทำละลายหรือสารละลายที่จะใช้ในการวิเคราะห์
- 7) สามารถตรวจสอบความสะอาดได้โดยสังเกตว่าถ้าเครื่องแก้วที่สะอาดจะไม่มีหยดน้ำเกาะที่ผิวด้านใน

นอกจากนี้ปัญหาที่พบสำหรับการล้างไปเปต คือ ไม่สามารถให้แปร่งหรือฟองน้ำขัดล้างด้านในของไปเปตได้ ทำให้เกิดคราบไขมันสะสมภายในได้ จึงมีวิธีการล้างไปเปตด้วยการแช่สารละลายไดโครเมต-กรดซัลฟิวริก (sulfuric dichromate cleaning solution) ดังนี้

- 1) ชั่ง Sodium dichromate ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 92 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 458 มิลลิลิตร (ในกรณีที่ไม่มี Sodium dichromate สามารถใช้ Potassiumdichromate ได้)
- 2) ค่อยๆ เติม Sulfuric acid เข้มข้น 800 มิลลิลิตร ลงในสารละลายที่ละน้อย (ระวังความร้อนสูงที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติ ภาชนะที่ใช้เตรียมสารละลายต้องทนความร้อนสูงได้)
- 3) คนด้วยแท่งแก้วจนสารละลายหมด
- 4) นำไปเปตแช่ในสารละลาย นานประมาณ 10 – 20 นาที แล้วนำขึ้นมาล้างด้วยน้ำสะอาด
- 5) เนื่องจากสารละลายมีสภาพเป็นกรดเข้มข้น จึงควรเตรียมสารละลายในตู้ดูดควันและมีการสวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น ถุงมือทนกรด แวนตาป้องกันสารเคมี และเสื้อกราวด์

### น้ำสำหรับปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

น้ำบริสุทธิ์เป็นมีความจำเป็นมากสำหรับการเตรียมสารละลายสำหรับปฏิบัติการ หากไม่มีน้ำบริสุทธิ์ก็ไม่สามารถเตรียมสารละลายได้หรือหากน้ำที่ใช้มีการปนเปื้อนก็ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิดจากความเป็นจริง น้ำที่ให้สำหรับปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มี 2 ประเภท ดังนี้

#### 1. น้ำกลั่น (distilled water)

น้ำกลั่นได้มาจากการทำให้น้ำระเหยแยกตัวออกจากสิ่งเจือปนด้วยความร้อนจนทำให้เดือด แล้วได้อไอน้ำควบแน่นกลั่นตัวเป็นหยดน้ำโดยใช้ความเย็น บางครั้งเพื่อต้องการความบริสุทธิ์สูงอาจนำกลั่นที่ได้ไปผ่านกระบวนการกลั่นอีกครั้ง ทำให้ได้น้ำกลั่นที่มีความบริสุทธิ์สูง (redistilled water) ปัจจุบันมีเครื่องทำน้ำบริสุทธิ์ที่เทียบได้กับน้ำกลั่น โดยผ่านกระบวนการ reverse osmosis หรือเรียกว่า น้ำ RO ซึ่งน้ำชนิดนี้มี ความบริสุทธิ์แตกต่างกันหลายระดับ ขึ้นอยู่กับงานที่นำไปใช้

#### 2. น้ำปราศจากไอออน (deionized water; DI)

น้ำบริสุทธิ์ชนิดนี้ได้จากการผ่านน้ำไปบน anion และ cation exchanger resin เพื่อกำจัดไอออนต่างๆ ในน้ำ และผ่าน activated carbon หรือชุดกรอง ultra-filtration ทำให้ได้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง

เหมาะสำหรับการวิเคราะห์หาธาตุอาหารปริมาณน้อย (nutrient) ได้แก่ ฟอสเฟส ซิลิเกต แอมโมเนีย ไนโตรท และไนเตรท

### เครื่องมือสำหรับปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือหลายชนิด แต่ละชนิดมีวิธีการใช้งาน และการบำรุงรักษาที่แตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดีสำหรับวิธีการใช้การ บำรุงรักษา ข้อควรระวังต่างๆ ที่อาจส่งผลให้เกิดการชำรุดเสียหายกับเครื่องมือได้ เครื่องมือที่ใช้แต่ละ ปฏิบัติการมีหลายชนิด ดังนี้

- 1) เครื่องชั่ง
- 2) เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
- 3) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 4) ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
- 5) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
- 6) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 7) เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter)
- 8) กระจบกกเก็บตัวอย่างน้ำ (Water sampler)
- 9) เครื่องวัดความเค็ม (Reflectometer)
- 10) ชุดกรองน้ำพร้อมเครื่องดูดอากาศ (Suction pump)
- 11) เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปร (Multiparameter)
- 12) เครื่องให้อากาศในน้ำ (Air pump)

### การแต่งกายของผู้ปฏิบัติงาน

ในขณะที่ปฏิบัติงานควรแต่งกายให้กระชับรัดกุม ไม่ใส่เสื้อผ้าหลวม ควรใส่เสื้อคลุมปฏิบัติการ (Laboratory coat) แขนยาวตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันสารเคมีกระเซ็น สวมรองเท้าหุ้มข้อ ปกปิด นิ้วเท้า ไม่ควรสวมรองเท้าแตะและไม่ควรสวมเครื่องประดับในระหว่างปฏิบัติงานเพราะอาจปนเปื้อนกับ สารเคมีที่ใช้ได้

หากมีการปฏิบัติงานกับสารเคมีอันตรายควรสวมทุกมือที่ป้องกันอันตรายจากสารกัดกร่อนหรือถุงมือ ที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีอันตรายเข้าสู่ร่างกายได้ นอกจากนี้ควรสวมแว่นตาป้องกันสารเคมี กระเซ็นของสารเคมีเข้าตาได้

เมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้วหรือหากหยุดพักการปฏิบัติงานชั่วคราวเพื่อไปปฏิบัติงานอื่น ควรถอดถุงมือที่ ใส่ระหว่างปฏิบัติงานออกก่อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีไปยังส่วนอื่นหรืออุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้ง ถอดเสื้อคลุมปฏิบัติการ เมื่อออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง

### ของเสียอันตราย

ของเสียจากการเตรียมปฏิบัติการหรือของเสียจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแต่ละบทปฏิบัติการมีหลาย ชนิด มีทั้งชนิดที่ไม่เป็นอันตราย สามารถกำจัดทิ้งผ่านระบบระบายน้ำในห้องปฏิบัติการได้เลย และชนิดที่เป็น ของเสียอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสารเคมีที่เป็นอันตรายและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจำเป็น

จะต้องมีการกำจัดและจัดเก็บอย่างระมัดระวัง และแยกประเภทอย่างชัดเจน มีทั้งสถานะที่เป็นของแข็งของเหลวหรือสารที่สามารถระเหยเป็นก๊าซ มีปริมาณ ความเข้มข้น ลักษณะทางกายภาพหรือลักษณะทางเคมีที่แตกต่างกัน อาจเป็นสาเหตุหรือมีส่งผลแก่ชีวิต หรือก่อให้เกิดโรค การเจ็บป่วยอย่างรุนแรงหรือมีแนวโน้มจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เมื่อไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสมในการบำบัด การเก็บกัก การขนส่ง การกำจัดหรืออื่นๆ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.) โดยการจัดการของเสียอันตรายและการแยกประเภทของเสียอันตรายนั้นจะจัดการตามข้อกำหนดส่วนกลางของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยสามารถดำเนินการแยกประเภทของเสียสารเคมีอันตรายได้ ดังนี้

แนวปฏิบัติในการกำจัดของเสียสารเคมีอันตราย คณะวิทยาศาสตร์

1. จำแนกของเสียสารเคมีอันตราย

จำแนกของเสียอันตรายออกเป็นประเภท โดยใช้แผนผังการจำแนกของเสียห้องปฏิบัติการทางด้านสารเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. เตรียมภาชนะบรรจุสารเคมี

1) นำภาชนะจากที่คณะวิทยาศาสตร์จัดให้หรือจัดหาเองได้ตามความเหมาะสม มีสภาพดีไม่มีรอยร้าว สามารถปิดผนึกได้สนิทและมิดชิด

2) บรรจุได้ไม่ควรเกินร้อยละ 80 ของความจุ

3) ควรมีภาชนะหรือถาดรองถึงบรรจุของเสียเพื่อป้องกันการรั่วไหลหากถึงบรรจุเกิดการรั่วซึม

3. กรอกข้อมูลของเสียสารเคมีอันตรายในฉลากติดภาชนะบรรจุ โดยระบุรายละเอียดดังนี้

1) ชนิดของของเสียสารเคมีอันตราย

2) ปริมาณของเสียสารเคมีอันตรายที่บรรจุอยู่ในภาชนะ

3) ชื่อสารที่บรรจุ

4) ชื่อผู้รับผิดชอบ

5) ระบุสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของของเสียสารเคมีอันตราย

4. บันทึกข้อมูลของเสียสารเคมีอันตรายในระบบ Waste Track ผู้ปฏิบัติงานสามารถกรอกข้อมูลได้ที่เว็บไซต์ <http://sc.buu.ac.th/wastetrack/>

5. การรวบรวมและขนย้ายเพื่อรอส่งบริษัทไปกำจัด

1) ตรวจสอบนับจำนวน ภาชนะบรรจุอยู่ในสภาพดี ไม่รั่วซึม

2) ควรวางรวมไว้ในจุดที่กำหนดเพื่อสะดวกในการขนขึ้นรถเมื่อบริษัทมารับ

3) ไม่ควรวางใกล้ความร้อนหรือโดนแสงแดดโดยตรง

### การจัดเก็บสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมีอย่างถูกวิธี ช่วยให้ง่ายในการทำงาน และเกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ การเก็บสารเคมี มีข้อพึงปฏิบัติทั่วไป ดังนี้

1. แยกการเก็บสารเคมีตามประเภทอันตราย จากนั้นจึงค่อยวางเรียงตามลำดับตัวอักษร

2. ไม่ควรใช้ตู้ดูดควันเป็นที่เก็บสารเคมี
3. เก็บสารเคมีเข้าที่ภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานทุกครั้ง
4. สารเคมีไวไฟควรเก็บตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการติดไฟ
5. ไม่ควรเก็บสารเคมีบนชั้นในระดับที่เหนือระดับสายตาขึ้นไป
6. ไม่ควรวางขวดสารเคมีซ้อนกันในแนวตั้ง
7. ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันได หรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ
8. สารเคมีทุกตัวควรมีการบันทึก วันที่ได้รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ และวันที่เปิดใช้

### 3.4 แนวทางในการปฏิบัติงาน

แนวทางในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เริ่มจากการขอเปิดรายวิชา เพื่อจัดตารางสอนผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมภาควิชา และยื่นขอแจ้งเปิดรายวิชาไปยังฝ่ายวิชาการเพื่อให้หนังสือได้ลงทะเบียนต่อไป ส่วนผู้ปฏิบัติงานนั้นต้องมีแนวทางแนวปฏิบัติงานเฉพาะด้าน ดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติงานเตรียมปฏิบัติการต้องมีความเข้าใจขั้นตอนและวัตถุประสงค์ของแต่ละปฏิบัติการก่อนเสมอ โดยต้องอ่านเอกสารประกอบคำสอนหรือคู่มือให้เข้าใจ วิเคราะห์และวางแผนหรือพูดคุยกับอาจารย์ผู้สอนจนเกิดความเข้าใจในแต่ละปฏิบัติการก่อนลงมือเตรียมปฏิบัติการทุกครั้ง โดยใช้หนังสือเอกสารประกอบคำสอนวิชาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (สุวรรณ, 2555) สำหรับเป็นแนวปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังใช้คู่มือเรื่องวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง (สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, 2551) และคู่มือเรื่อง Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA & WEF, 1995) เพิ่มเติม

2. ความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานต้องอ่านคู่มือและทำความเข้าใจการใช้เครื่องมือแต่ละชนิดที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ ต้องเข้าใจวิธีการใช้ วิธีการบำรุงรักษาและข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบสาเหตุหรืออาการเบื้องต้นได้หากเกิดปัญหา ก่อนระงับการใช้งาน และแจ้งช่างหรือบริษัทผู้จำหน่ายเพื่อเข้าซ่อมเครื่องมือ

3. เครื่องแต่งกายหรือชุดสวมใส่ขณะปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานควรใส่ชุดกางเกงขายาว สวมเสื้อที่กระชับรัดกุม สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ (Laboratory coat) ด้านนอกอีกชั้นในขณะปฏิบัติการ ใส่รองเท้าหุ้มข้อ ปกปิดเท้ามิดชิด มีถุงมือหรือแว่นตาสำหรับใช้สวมใส่เวลาปฏิบัติงานกับสารเคมีอันตราย เพื่อป้องกันสารเคมีซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายหรือกระเด็นเข้าตา และต้องปฏิบัติในตู้ดูดควัน (Hood) เพื่อป้องกันสารเคมีอันตรายที่ระเหยเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ไม่สวมเครื่องประดับที่อาจจะทำให้ปนเปื้อนสารเคมีได้เช่นกัน ภายหลังปฏิบัติงานเสร็จแล้วหรือเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการควรถอดชุดเสื้อคลุมปฏิบัติการหรือถุงมือออกทุกครั้ง แม้กระทั่งการรับโทรศัพท์หรือหยิบจับอุปกรณ์อื่นที่อาจส่งผลให้สารเคมีไปปนเปื้อนอุปกรณ์เหล่านั้นได้

4. การจัดการและกำจัดของเสียอันตรายภายหลังปฏิบัติการเสร็จ คณะวิทยาศาสตร์มีแนวปฏิบัติและระบบในการจัดการของเสียอันตรายจากเสียปฏิบัติการอยู่แล้ว ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงต้องดำเนินการตามแนวปฏิบัติของเสียในห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตามความเหมาะสม

### 3.5 มาตรฐานคุณภาพงาน

ลำดับที่	การปฏิบัติงาน	มาตรฐานคุณภาพงานและค่าเป้าหมาย
1	การรวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขอเปิดรายวิชา จากคณาจารย์ กรอกข้อมูล/รายละเอียดรายวิชาผ่านระบบการจัตตารางสอนและตารางสอบของฝ่ายวิชาการคณะวิทยาศาสตร์	ก่อนนิสิตลงทะเบียนภายใน 30 วัน
2	สรุปรายการจำนวน ชนิด และประเภทเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีแต่ละบทปฏิบัติการ พร้อมทั้งจัดเตรียมรายการดังกล่าวข้างต้นเพื่อเตรียมความพร้อม	ก่อนเปิดภาคการศึกษา 25 วัน
3	ดำเนินการประสานงานเพื่อการจัดหา/จัดซื้อ รายการวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีเพิ่มเติม	ภายในระยะเวลา 20 วัน
4	เตรียมห้องปฏิบัติการก่อนเรียนตรวจสอบความพร้อมและเปิดอุปกรณ์โสต เช่น คอมพิวเตอร์สำหรับการสอน ไมโครโฟน และตรวจสอบไฟฟ้า ประปา เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น	นักวิทยาศาสตร์เตรียมความพร้อมห้องเรียน ก่อนเรียนปฏิบัติการ 1 ชั่วโมง
5	การเตรียมปฏิบัติการและทดสอบปฏิบัติการได้ ถูกต้องตามทฤษฎี	ร้อยละ 80
6	เก็บปฏิบัติการให้เรียบร้อย	ภายใน 2 ชั่วโมง หลังเรียนปฏิบัติการเสร็จ
7	แยกบรรจุสารเคมีอันตรายถูกต้องและระบุรายละเอียดชัดเจน	ภายใน 1 วัน หลังเรียนปฏิบัติการเสร็จ
8	แจ้งผลปัญหา/อุปสรรคให้อาจารย์ผู้ประสานงาน รายวิชารับทราบ	ภายใน 3 วัน หลังเรียนปฏิบัติการเสร็จ

### 3.6 ระบบติดตามและประเมินผล

1. การขอเปิดรายวิชา หากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาหรืออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาไม่ดำเนินการตามระยะเวลาที่กำหนด หัวหน้าภาควิชาจะดำเนินการติดตามเพื่อให้การดำเนินงานเป็นตามระยะเวลาที่กำหนด

2. การเตรียมและการทดสอบปฏิบัติการ ภายหลังจากเตรียมปฏิบัติการเสร็จแล้ว ต้องมีการนำตัวอย่างมาทดสอบว่าเตรียมถูกต้องถูกต้องเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการมีการตรวจสอบจำนวนตัวอย่าง วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือมีความพร้อมและเพียงพอสำหรับการทำปฏิบัติการของนิสิตหรือไม่

3. การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติ ให้มีการบรรจุในภาชนะให้ถูกต้อง ระบุรายละเอียดของของเสียให้ชัดเจน พร้อมนำส่งเพื่อกำจัด และมีการแจ้งเตือน วัน เวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนจากคณะวิทยาศาสตร์

4. รายงานผลการดำเนินงานการเตรียมปฏิบัติการให้หัวหน้าภาควิชาทราบ ปีละ 2 ครั้ง ตามเกณฑ์ภาระงานที่ได้รับมอบหมายของบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการของภาควิชา



## บทที่ 4

### ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน

#### 1. ปัญหา อุปสรรค และความเสี่ยง

การเตรียมปฏิบัติการรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนั้น ปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์พบส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับนิสิต เครื่องมือ อุปกรณ์และการเคมี ซึ่งหากเกิดปัญหาขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ ปัญหาที่พบ ได้แก่

1. เครื่องมือชำรุด ใช้งานไม่ได้ในระหว่างการทำปฏิบัติการของนิสิต
2. วัสดุและอุปกรณ์ไม่เพียงพอ เนื่องจากเพิ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์มากขึ้น ทำให้วัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานในการทำปฏิบัติการไม่เพียงพอ
3. สารเคมีไม่เพียงพอในการทำปฏิบัติการ เนื่องจากมีการเพิ่มตัวอย่างน้ำหรือเพิ่มจำนวนซ้ำในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ หรือนิสิตทำปฏิบัติการผิดพลาดจึงต้องทำใหม่หลายครั้ง
4. นิสิตขาดความรู้ในการใช้เครื่องมือ อาจส่งผลให้เครื่องมือเกิดความเสียหายได้
5. นิสิตขาดความรู้เรื่องสารเคมีหรือการแยกชนิดของสารเคมีอันตราย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้งานและทำให้การจำกัดของเสียไม่ถูกวิธี

#### 2. แนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนางาน

1. เครื่องมือชำรุดระหว่างการทำปฏิบัติการ
 

เนื่องด้วยเครื่องมือสำหรับการทำปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 1 ชนิด มีจำนวนหลายเครื่อง หากมีเครื่องใดชำรุดระหว่างทำปฏิบัติการ ให้นิสิตระงับการใช้งานก่อนเพื่อรอส่งซ่อมบำรุง และให้นิสิตรอใช้เครื่องอื่นแทน แต่จะทำให้ต้องใช้เวลาในการทำปฏิบัติการนานขึ้น
2. วัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอเนื่องจากเพิ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์มากขึ้นใน
 

ให้นิสิตทำปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างเดิมให้เสร็จก่อน หลังจากนั้นค่อยเตรียมล้างทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ให้สะอาดเพื่อนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่เพิ่มมาใหม่
3. สารเคมีไม่เพียงพอ เนื่องจากเพิ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์มากขึ้นหรือเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทำปฏิบัติการของนิสิต
 

เตรียมสารเคมีเพิ่มเติม แต่ถ้าหากสารเคมีที่เตรียมต้องใช้เวลาาน อาจต้องให้นิสิตมาทำปฏิบัติการเพิ่มเติมภายหลัง
4. นิสิตขาดความรู้ในการใช้เครื่องมือ
 

การติดตามและควบคุมการใช้งานเครื่องมือของนิสิตเป็นเรื่องสำคัญมาก อาจต้องควบคุมดูแลการใช้งานอย่างใกล้ชิดและให้คำแนะนำการใช้งานอย่างชัด สาธิตการให้เข้าใจการลงมือใช้งานทุกครั้ง

5. นิสิตขาดความรู้เรื่องสารเคมีหรือการแยกชนิดของสารเคมีอันตราย

อธิบายประเภทของสารเคมีและสารพิษการแยกสารเคมีอันตรายให้นิสิต พร้อมทั้งฝึกให้นิสิตแยกบรรจุสารเคมีและระบุรายละเอียดสารเคมีอันตรายข้างภาชนะบรรจุให้ชัดเจน

## บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). *แนวทางการจัดการของเสียและสารอันตราย (WEEE)*. เข้าถึงได้จาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/haz\\_battery.htm](http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_battery.htm)
- ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. (๒๕๓๔). *เครื่องมือวิทยาศาสตร์*. ขอนแก่น: ศิริภัณฑ์ออฟเซท.  
ISBN: ๙๗๔-๕๕๕-๗๕๒-๓
- ประกาศคณะกรรมการบริหารงานบุคคลมหาวิทยาลัยบูรพา. (๒๕๖๓). *โครงสร้างคู่มือการปฏิบัติงาน*.  
ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (๒๕๔๗). *เคมีพื้นฐาน เล่ม ๑ (พิมพ์ครั้งที่ ๒)*. กรุงเทพฯ : ส.พิจิตร การพิมพ์.
- เรืองชัย จรุงศิริวัฒน์. (๒๕๕๔). *เทคนิคการเขียนคู่มือปฏิบัติงาน*. ขอนแก่น: ศูนย์ผลิตเอกสาร  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวรรณา ภาณุตระกูล. (๒๕๕๕). *เอกสารประกอบคำสอนวิชาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. ชลบุรี :  
มหาวิทยาลัยบูรพา
- สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง. (๒๕๕๑). *วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์  
น้ำชายฝั่ง (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ชุมชนตลาดพร้าวการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- American Public Health Association. (1995). *Standard Methods for the Examination of  
Water and Wastewater*. Maryland, USA: United Book Press, Inc. ISBN: 0-87553-223-3

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างแบบฟอร์ม

แบบฟอร์มขอเปิดรายวิชา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ป.ตรี ภาคการศึกษา.....ปีการศึกษา.....

รหัส	รายวิชา	หน่วยกิต	ปี หลักสูตร	ปีการศึกษาที่ นิตินิต เข้าเรียน	นิตินิต สาขา	กลุ่ม		จำนวน นิตินิต**	วัน	เวลาเรียน	ห้องเรียน /LAB	ผู้สอน
						LEC.	LAB.					
*30933259	Water Quality Analysis Laboratory	1(0-3-1)	2559		วารีชา							
	*เอกบังคับ											

แบบฟอร์มที่ 1 ตัวอย่างแบบฟอร์มรายละเอียดรายวิชาที่ขอเปิด



ตารางสรุปรายการวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีในแต่ละบทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

ปฏิบัติ การที่	เรื่อง	รายการเครื่องมือ		รายการวัสดุอุปกรณ์			สารเคมี			รายการอื่น ๆ
		ชื่อเครื่องมือ	จำนวน	ชื่ออุปกรณ์	ขนาด	จำนวน	ชื่อสารเคมี	เกรด	จำนวน	

แบบฟอร์มที่ 3 ตัวอย่างตารางสรุปรายการวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีในแต่ละบทปฏิบัติ



แผนปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องมือ/ครุภัณฑ์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ ประจำปี 2563

ลำดับ ที่	ภาระงาน/การปฏิบัติงาน	ระยะเวลา												ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	มิ.ย.	พ.ค.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		
1	pH meter		■		■		■		■		■		■	สรนนท์ วัฒนพันธุ์	
	HORIBA NO. 1														
	HORIBA NO. 2														
	Metrohm NO. 1														
	Metrohm NO. 2														
	YSI 60														
2	Multiparameter		■		■		■		■		■		■	สรนนท์ วัฒนพันธุ์	
	YSI Pro2030 NO. 1														
	YSI Pro2030 NO. 2														
	YSI Pro2030 NO. 3														
	YSI DO200														
3	Compounds Microscope			■			■						■	สรนนท์ วัฒนพันธุ์	
	Ziess NO. 1-18														
	Olympus NO. 1-3														
	Ziess Compounds + Canon Cam. Set														
	Optika Compounds + Cam. Set														
4	Stereo Microscope						■							สรนนท์ วัฒนพันธุ์	
	Ziess NO. 1-10														
	Ziess Stereo (for Canon Cam. Set)														
	Optika Stereo (for Cam. Set)														

แบบฟอร์มที่ 4 ตัวอย่างแผนปฏิบัติการการบำรุงรักษาเครื่องมือภาควิชาวาริชศาสตร์

ภาควิชาวาริชศาสตร์ เลขที่.....

ใบขอเสนอซื้อ วันที่.....

เรียน หัวหน้าภาควิชาวาริชศาสตร์

ชื่อ (ตำแหน่ง).....

ขอสั่งซื้อ.....ตามรายการดังต่อไปนี้

รายการ	จำนวน x ราคา/หน่วย	ราคารวม
1.....		
2.....		
3.....		
4.....		
5.....		
6.....		
7.....		
8.....		

วัตถุประสงค์.....

.....  
(ผู้สั่งซื้อ)

ความเห็นหัวหน้าภาควิชา

.....  
(ดร.ประสาร อินทเจริญ)  
หัวหน้าภาควิชาวาริชศาสตร์

แบบฟอร์มที่ 5 ใบขอเสนอซื้อ

แบบบันทึกการเตรียมปฏิบัติการรายวิชา 30933259 ปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ  
ภาคเรียนที่ ..... ปีการศึกษา.....

บทปฏิบัติการที่.....เรื่อง.....

หลักการ

.....  
.....  
.....

การเตรียมเครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์

.....  
.....  
.....

การเตรียมสารเคมี/สารละลาย/Reagent

.....  
.....  
.....

การเตรียมตัวอย่างน้ำ

.....  
.....  
.....

อื่นๆ

.....  
.....  
.....

ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ

.....  
.....  
.....

อาจารย์ผู้สอน/ผู้ประสานงานรายวิชา

ลงชื่อ.....  
วันที่.....

นักวิทยาศาสตร์

ลงชื่อ.....  
วันที่.....