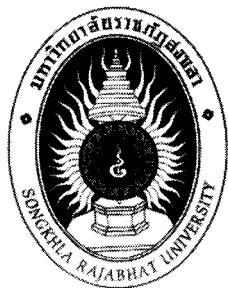


๒๕๖๒

บันทึกการประชุม



## รายงานวิจัย

### การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อําเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

The Study of Water Quality in Municipal Water Supply of Khonklan Village, Khonklan Subdistrict, Thungwa District, Satun Province



รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2561



ใบรับรองงานวิจัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

The Study of Water Quality in Municipal Water supply  
of Khonklan Village, Khonklan Subdistrict, Thungwa District,  
Satun province

ชื่อผู้ทำงานวิจัย

สมรักษ์ เจ๊สา และธีรศักดิ์ เกื้อเมือง

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา ..... ประธานกรรมการสอบ  
(อาจารย์นัดดา โนปด.) (อาจารย์ ดร.สุวีวรรณ ยอดรุ้อรับ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... กรรมการสอบ  
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนุจิตร) (อาจารย์ ดร.สายศิริ ไชยชนะ)

..... กรรมการสอบ  
(อาจารย์พิรัญญา สวีบูรณ์)

..... กรรมการสอบ  
(อาจารย์นัดดา โนปด.)

..... กรรมการสอบ  
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนุจิตร)

..... ประธานหลักสูตร .....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนา)

คณะกรรมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ชื่องานวิจัย	การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
ชื่อผู้ทำงานวิจัย	นายสมรักษ์ เจ๊สา รหัสนักศึกษา 584232019 นายธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง รหัสนักศึกษา 584232005
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นัดดา โปคำ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ปีการศึกษา	2561

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 11 จุด วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และ ช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561) โดยทำการซับตัวอย่างในช่องตู้น้ำ อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย  $25 \pm 0.45$  องศาเซลเซียส สภาพน้ำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย  $16.38 \pm 1.65$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความชุน มีค่าเฉลี่ย  $484.73 \pm 236.26$  เอ็นทีบี ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย  $1437.73 \pm 53.49$  มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย  $7.06 \pm 0.16$  ความกระด้าง มีค่าเฉลี่ย  $188 \pm 5.26$  มิลลิกรัมต่อลิตร ในเตรียมค่าเฉลี่ย  $4.44 \pm 0.89$  มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็กมีค่าเฉลี่ย  $2.55 \pm 1.77$  มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับในช่วงฤดูร้อนพบว่า อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย  $25 \pm 0.81$  องศาเซลเซียส สภาพน้ำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย  $14.18 \pm 2.52$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความชุน มีค่าเฉลี่ย  $5.10 \pm 3.16$  เอ็นทีบี ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย  $1090.64 \pm 179.24$  มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย  $7.65 \pm 0.11$  ความกระด้าง มีค่าเฉลี่ย  $151 \pm 24.61$  มิลลิกรัมต่อลิตร ในเตรียมค่าเฉลี่ย  $3.68 \pm 0.21$  มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็กมีค่าเฉลี่ย  $0.11 \pm 0.05$  มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาคพบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ผ่านมาตรฐาน ยกเว้น ความชุน แข็งละลายน้ำทั้งหมด และเหล็กในช่วงฤดูฝน ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน มาอุปโภคบริโภคต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพก่อนนำมาใช้

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ น้ำประปา ประปาหมู่บ้าน

เลข Bib #: 111/2019/00

รับที่: วันที่: 2020

เลขเรียกหนังสือ: 101/2019/00

<b>Study Title</b>	The Study of Water Quality in Municipal Water Supply of Khonklan Village, Khonklan Subdistrict, Thungwa District, Satun Province	
<b>Authors</b>	Somrak Cheasa	Student Code 584232019
	Teerasak Kueameng	Student Code 584232005
<b>Advisor</b>	Miss Nadda Podam	
<b>Co- Advisor</b>	Mr.Kamonnawin Inthanuchit	
<b>Bachelor of science</b>	Environmental Science	
<b>Institution</b>	SongKhla Rajaphat University	
<b>Academic Year</b>	2561	

### Abstract

The purpose of this research is to study the quality of the water supply of the Ban Khon Klan village, Thungwa, Satun province. The water samples were collected in 11 places. The physical and chemical characteristics were investigated of the samples by collecting in 2 seasons, the first in the rainy (14<sup>th</sup>, January 2018) and the second summer season (24<sup>th</sup>, April 2018). In the rainy season the results found that average temperature of  $25\pm0.45^{\circ}\text{C}$ , average electrical conductivity of  $16.38\pm1.65 \mu\text{s}/\text{cm}$ , average turbidity of  $484.73\pm236.26 \text{ NTU}$ , total average dissolved solids  $1437.73\pm53.49 \text{ mg/L}$ , average acidity and alkalinity (pH)  $7.06\pm0.16$ , average hardness of  $188\pm5.26 \text{ mg/L}$ , average nitrate content  $4.44\pm0.89 \text{ mg/L}$  and average Iron content  $2.55\pm1.77 \text{ mg/L}$ . Furthermore, the summer season the average temperature of  $25\pm0.81^{\circ}\text{C}$ , the average electrical conductivity of  $14.18\pm2.52 \mu\text{s}/\text{cm}$ , average turbidity of  $5.10\pm3.16 \text{ NTU}$ , average total dissolved solids content  $1090.64\pm179.24 \text{ mg/L}$ , average acidity and alkalinity (pH)  $7.65\pm0.11$ , average hardness  $151\pm24.61 \text{ mg/L}$ , average nitrate content  $3.68\pm0.21 \text{ mg/L}$  and average Iron content of  $0.11\pm0.05 \text{ mg/L}$ . The results were compared with the quality standard of the water supply of provincial waterworks authority, the most properties were passed the standard, exceptionally turbidity, total dissolved solid content in the rainy season. Accordingly, the filtered and sedimented of the water supply of Ban Khon Klan village before consumed in the household.

**Keywords:** Water Quality, Water Supply, Village Water Supply

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์นัดดา โปคำ และอาจารย์กมลนาวิน อินทนุจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางวิธีการ และขั้นตอนการศึกษาในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนการตรวจทาน แก้ไขงานวิจัยนี้ ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์เพื่อให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่คอยให้คำแนะนำ ตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณองค์กรบริหารส่วนตำบลของคลานที่เอื้อเพื่อสถานที่และอำนวย ความสะดวก ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ ตลอดจนการสนับสนุนทำให้ งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี

สมรักษ์ เจี๊ยะ  
ธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง  
สิงหาคม 2562

## สารบัญ

	หน้า
<b>บทคัดย่อ</b>	ก
<b>กิตติกรรมประกาศ</b>	ค
<b>สารบัญ</b>	ง
<b>สารบัญตาราง</b>	จ
<b>สารบัญภาพ</b>	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 กระบวนการผลิตน้ำประปา	5
2.2 ลักษณะของน้ำที่ใช้สำหรับบริโภค	6
2.3 การปนเปื้อนของเหล็กในน้ำ	9
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
<b>บทที่ 3 วิธีการวิจัย</b>	
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	19
3.2 ขอบเขตการวิจัย	20
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	20
3.4 การเก็บและการรักษา�้าตัวอย่าง	22
3.5 วิธีการเคราะห์	25
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	27

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

### บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 คุณลักษณะของน้ำทางกายภาพ	28
4.2 คุณลักษณะของน้ำทางเคมี	36

### บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43

### บรรณานุกรม

### ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ก-1
ภาคผนวก ข พิกัดจุดเก็บตัวอย่าง	ข-1
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	ค-1
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย	ง-1
ภาคผนวก จ ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำด้วยสถิติ T-Test	จ-1
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้วิจัย	ฉ-1

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค	13
2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
3.4-1 วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ	25
3.5-1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ	26
3.5-2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี	26
4.1-1 อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	29
4.1-2 สภาพนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	30
4.1-3 ความชุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	32
4.1-4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	34
4.1-5 ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	35
4.2-1 ความกระต้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	37
4.2-2 ไนเตรฟของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	39
4.2-3 เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	40

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.3-1 อาณาเขตของตำบลขอนคลาน	10
2.3-2 แนวเส้นท่อแ杰กจ่ายน้ำประปา	13
3.1-1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	19
3.4-1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	23
3.4-2 ภาพประกอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง	23
4.1-1 อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	29
4.1-2 สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	31
4.1-3 ความชุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	32
4.1-4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	34
4.1-5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	36
4.2-1 ความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	38
4.2-2 ในเครื่องของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	39
4.2-3 เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	41

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิต โดยมนุษย์ต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ปัจจุบันมีความต้องการในการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคมากขึ้น เมื่อจากมีการขยายตัวของชุมชนจึงมีการผลิตน้ำประปาชุมชนใช้ในการอุปโภค และบริโภค โดยใช้น้ำผิดน้ำให้ดินมาเป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิต ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความสะอาดมากขึ้น จึงได้น้ำประปาที่ดีมีคุณภาพสะอาดปราศจากสารมลพิษหรือเชื้อโรคปนเปื้อน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภค จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้น้ำ ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ และคณะ (2559) มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านน้ำใน ตำบลลงางและ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดีมีเดียวของกรมอนามัย (2553) พบว่า ด้านกายภาพน้ำประปาภูเขาก เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ค่าความชุ่ม ด้านเคมี เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ ยกเว้นปริมาณแมงกานีส ส่วนด้านชีวภาพ พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์ ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำประปาภูเข้ามาใช้ในการอุปโภคและบริโภคควรมีการกรองน้ำ และต้มน้ำก่อนเพื่อให้น้ำมีความสะอาดขึ้นและช่วยฆ่าเชื้อจุลทรรศน์ในน้ำเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ และการศึกษาของปัทมา ไชยรักษ์ และคณะ (2552) ทำการศึกษาคุณภาพประปาหมู่บ้านบ้านดอนดู่ ตำบลน้ำปลา อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ ผลการวิจัยพบว่าส่วนมากนั้นยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ยกเว้น ความชุ่ม ในช่วงเดือนพฤษภาคม ที่มีค่าสูงเกินมาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ดังนั้นในการนำไปใช้ในการอุปโภคจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาบริโภคโดยตรง ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อก่อน เช่น การต้มก่อนนำมาใช้รวมถึงการศึกษาของวินทร มะโนวาร และคณะ (2555) การประเมินคุณภาพน้ำประปามหู่บ้าน ตำบลสะวะถี จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่าส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ได้แก่ ความชุ่ม ความเป็นกรด-ด่าง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว ฟลูออไรด์ โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย และพีคล็อกลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาทุกแห่งอย่างสม่ำเสมอ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมาตรฐานคุณภาพน้ำประปามหู่บ้านและ การให้ความรู้เกี่ยวกับการ

ดูและระบบประปาและการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแก่ผู้ดูแลระบบประปาของหมู่บ้าน จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคเพื่อการอุปโภคและบริโภคในบางด้านโดยเฉพาะความชุนและซีวภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อคุณภาพน้ำที่ดีต่อการให้บริการแก่ชุมชน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณภาพน้ำประปาของหมู่บ้านบ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีประชากรที่ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาจำนวน 2,547 คน จำนวน 619 ครัวเรือน จากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่และการสอบถามผู้ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาหมู่บ้าน พบร่วมกัน ลักษณะทางกายภาพของน้ำไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค เนื่องจากน้ำประปาที่ใช้มีความชุน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคโดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาทางกายภาพ และเคมี เพื่อทราบถึงปริมาณสารมลพิษที่ปนเปื้อน หากพบว่ามีปริมาณสารมลพิษเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจำเป็นต้องปรับคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภคที่สะอาดและปลอดภัยส่งผลให้สุขภาพของคนในชุมชนดีขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

## 1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

2 ฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูฝน)

ตัวแปรตาม: คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ตัวแปรควบคุม: พื้นที่เก็บตัวอย่างและช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง

## 1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 คุณภาพน้ำประปา หมายถึง คุณลักษณะของน้ำที่ต้องการหรือเหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

1.4.2 ประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน หมายถึง โรงประปาที่ให้บริการในพื้นที่ของหมู่บ้าน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ที่มีระยะห่างสั้นๆ ภายในหมู่บ้าน

## 1.5 สมมติฐาน

คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีค่าไม่น่าจะต่ำกว่าคุณภาพน้ำประปางานประจำปี สำหรับผู้ใช้ในภาค

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำประปาหมู่บ้าน
- 1.6.2 เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

## 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการวิจัยทั้งหมด 25 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่ มิถุนายน พ.ศ. 2560 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2562 รายละเอียดแสดงดัง ตารางที่ 1.7-1 สำหรับโครงสร้างวิจัยแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560						2561						2562						2562											
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ค.	มี.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ค.	มี.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.			
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	■	■																												
สอบโครงร่าง				△																										
การทดสอบภาคสนาม					■																									
ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ						■	■	■																						
วิเคราะห์ผลการวิจัย								■	■	■																				
สอบรายงานความก้าวหน้าวิจัย									△																					
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล										■	■																			
การเขียนเล่มวิจัย											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย																														

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ △ หมายถึง การสอบแต่ละครั้ง

สัญลักษณ์ ■ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินการ

สัญลักษณ์ □ หมายถึง ช่วงที่ไม่มีการดำเนินการวิจัยเนื่องจากเป็นระยะเวลา  
ฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 กระบวนการผลิตน้ำประปา

น้ำประปา เป็นน้ำที่มีการผ่านกระบวนการต่างๆ จะเป็นน้ำที่ให้บริการแก่ชุมชน มีขั้นตอนการผลิตน้ำประปาหลายขั้นตอน ต้องมีการลงทุนที่สูงมากในการปรับสภาพน้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติให้มีคุณภาพก่อนให้บริการแก่ชุมชน มีกระบวนการผลิตน้ำประปาดังต่อไปนี้

##### 2.1.1 กระบวนการสูบน้ำ

การผลิตน้ำประปาเริ่มจากเครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ ทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งน้ำดิบที่สามารถผลิตน้ำประปайдันน์จะต้องไม่เกิดลักษณะทางกายภาพ ดังนี้ สี กลิ่น ไม่มีสิ่งสกปรกโสโคropicในน้ำไม่เกินกว่าที่กำหนดซึ่งผ่านจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และจะต้องมีปริมาณมากพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปา

##### 2.1.2 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

น้ำดิบที่ถูกส่งมาจากเครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำจะมีการเติมสารเคมี เพื่อทำให้ตะกอนเกิดการตกตะกอน เช่น การปรับสภาพด้วยสารสัมและปูนขาว เป็นต้น สารสัมมีคุณสมบัติทำให้ตะกอนจับตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น ตกลงสู่กันถัง และสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และจะมีการเติมคลอรีนในน้ำประปาเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรค

##### 2.1.3 กระบวนการตกตะกอน

จะรับน้ำที่ผ่านกระบวนการเติมสารเคมีแล้ว มาตกตะกอนในถังตกตะกอน มีการหมุนเวียนเพื่อให้สารเคมีรวมตัวจับตัวกัน เพื่อการตกตะกอนที่กันถัง หลังจากนั้นเมื่อมีตะกอนเกิดขึ้นจะหยุดการหมุนน้ำเพื่อให้น้ำนิ่ง และเข้าสู่กระบวนการตกตะกอน ตะกอนจะตกลงสู่กันถัง ส่วนน้ำใสจะเข้าสู่กระบวนการต่อไป

### 2.1.4 กระบวนการกรอง

ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียด เพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กในน้ำ และให้มีความสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสแต่จะมีความชุ่น หลงเหลืออยู่เล็กน้อย และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การกรอง มีประสิทธิภาพ

### 2.1.5 กระบวนการฆ่าเชื้อโรค

น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความสดใส แต่อาจจะมีเชื้อโรคเจือปนมากกับน้ำ ดังนั้น จึงต้องมีการเติมคลอรินเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรค คลอรินสามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี น้ำที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวจะเป็นน้ำที่สามารถให้บริการแก่ชุมชนได้แล้ว จะเรียกน้ำในส่วนนี้ว่า น้ำประปา และจะมีการเก็บในถังใหญ่เพื่อรอแจกจ่ายต่อไป

### 2.1.6 การควบคุมคุณภาพน้ำประปา

น้ำที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ มาแล้วจะต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา ก่อน ให้บริการแก่ชุมชน และการตรวจสอบนี้จะต้องดำเนินการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้คุณภาพน้ำ ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปางของการประปาส่วนภูมิภาค อยู่ตลอดการให้บริการ

### 2.1.7 การสูบจ่าย

น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้ว จะต้องมีการบริการถึงบ้านเรือนเนื่องจากน้ำประปา มีความจำเป็นต่อการใช้ในครัวเรือน โดยมีเส้นท่อเพื่อลำเลียงน้ำประปา โดยมีการสูบน้ำเข้าสู่ห้องลังสูง และมีการติดตั้งเครื่องน้ำแรงดันสูงเพื่อแยกจ่ายน้ำได้ทั่วถึง

## 2.2 ลักษณะของน้ำที่ใช้สำหรับอุปโภคบริโภค

### 2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ

#### 1) อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของสภาพอากาศ ซึ่งจะเกี่ยวเนื่อง กับฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ ความเข้มแสง กระแสลม อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการ กินอาหาร และการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมทั้งสัตว์น้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ จะทำให้

ออกซิเจนในน้ำถูกใช้เพิ่มขึ้นทำให้ออกซิเจนภายในน้ำลดน้อยลง เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การละลายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำลดลง เนื่องจากค่าอิมตัวของออกซิเจนในน้ำลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (ปิยะวรรัตน์ นาคินชาติ และสุธีวรรณ ยอดรุ้อรับ, 2554)

## 2) สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

เป็นการวิเคราะห์ความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของไอออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด สารละลายอินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะแตกตัวให้ไอออนบางและลบ ส่วนสารอินทรีย์ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นไมโครโอม์ต่อเซนติเมตร หรือไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity) ซึ่งมีหน่วยเป็นโซห์ม ค่าสภาพนำไฟฟ้านำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ตรวจวัดความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นและน้ำประปาจากไอ้อน ใช้เป็นตัวชี้วัดว่าจะใช้ปริมาณตัวอย่างมากน้อยเท่าใดในการวิเคราะห์สารต่างๆ ทางเคมี เช่นการวิเคราะห์คลอไรด์ ความกระดัง ของแข็งละลายน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำตัวอย่างได้อย่างรวดเร็ว

## 3) ความขุ่น (turbidity)

วัดโดยการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่กระจัดกระจายของตัวอย่างกับของสารมาตรฐานภายใต้สภาวะเดียวกัน ความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายมากก็จะมีความขุ่นมาก สารละลายความขุ่นมาตรฐานที่ใช้คือ พอร์มาซินโพลีเมอร์ (formazin polymer) ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่างคือ สารละลายไฮดรานซัลเฟต (hydrazine sulfate) กับสารละลายไฮดราซีเมชิลีน เทตระมีน (hexamethylene tetramine) ใน การเก็บตัวอย่างน้ำควรจะรีบวัดความขุ่นเลย ถ้าไม่สามารถทำได้ให้เก็บไว้ในที่มืดและไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง ก่อนวัดความขุ่นต้องเชย่าให้ตัวอย่างเข้ากันดีก่อน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศ์, 2546)

## 4) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solids)

น้ำที่กรองผ่านกรະดাঘกรอง GF/C ในถ้วยระเหยทราบน้ำหนัก จะถูกนำไปประเมินด้วยไอน้ำจันแห้งแล้วนำไปอบที่ 103-105 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นแล้วซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มคือ น้ำหนักของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรืออาจหาได้จากคำนวณของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมาหักออกจากค่าของแข็งทั้งหมด สิ่งที่อาจรบกวนการวิเคราะห์ เช่น แคลเซียม คลอไรด์ แมกนีเซียม และซัลเฟต ที่มีปริมาณสูงๆ จะดูดความชื้นได้ง่าย ทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นได้ค่าเกินจริง ดังนั้นควรใช้เวลาในการทำให้

แห้งให้มากขึ้น เก็บในโถดูดความชื้นนานๆ และเวลาซึ่งต้องทำอย่างรวดเร็ว อีกอย่าง คือ การเจือจาง ตัวอย่างก่อนเสมอ (มั่นสิน ตันทุลเวศร์, 2546)

### 5) ความเป็นกรด-ด่าง

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไออ่อนในน้ำซึ่งเกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ น้ำบริสุทธิ์ควรมีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7 ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 4-9 น้ำบาดาลจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ เพราะมีกิจกรรมอนไดออกไซด์ละลายอยู่มาก มีความสามารถในการกัดกร่อนห่อโลหะ และน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงมากจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีตกตะกอน การฆ่าเชื้อ และการแก้ความกระด้างในกระบวนการผลิตน้ำประปา จำเป็นต้องปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดตามมาตรฐานกำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 (มั่นสิน ตันทุลเวศร์, 2546)

#### 2.2.2 ลักษณะทางด้านเคมี

ลักษณะของน้ำ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีแร่ธาตุหรือสารประกอบต่าง ๆ ละลายอยู่ในน้ำสารเหล่านี้มีพิษก็ได้ ซึ่งลักษณะทางเคมี ได้แก่

##### 1) ความกระด้าง (hardness)

ความกระด้างของน้ำเป็นการวัดความสามารถของน้ำ สาเหตุของความกระด้างเกิดจากไออ่อนบวกของโลหะที่มีวาเลนซี 2+ ได้แก่ แคลเซียม ( $\text{Ca}^{2+}$ ) แมกนีเซียม ( $\text{Mg}^{2+}$ ) สตรอนเทียม ( $\text{Sr}^{2+}$ ) เหล็ก ( $\text{Fe}^{2+}$ ) และแมงกานีส ( $\text{Mn}^{2+}$ ) แต่เนื่องจากในธรรมชาติมักมีแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าโลหะอื่นๆ ดังนั้นต้นเหตุที่สำคัญของความกระด้างจึงมาจากการแคลเซียมและแมกนีเซียม ถือว่าเป็นความกระด้างทั้งหมดของน้ำ อย่างไรก็ตามไออ่อนโลหะทั่วอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากก็ต้องนำมาริดรวมด้วย ความกระด้างของน้ำ นอกจგการทำให้สนับเกิดฟองน้ำอยและยังทำให้เกิดตะกรันในหม้อหรือกาต้ม อาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้ ความกระด้างส่วนใหญ่ในน้ำมาจากชั้นของดินและหินที่น้ำทั้งหมดผ่านน้ำได้ดินมักจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน สำหรับน้ำประปาควรมีความกระด้างอยู่ในช่วงประมาณ 50-80 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป  $\text{CaCO}_3$  (มั่นสิน ตันทุลเวศร์, 2546)

##### 2) ไนเตรท (nitrate)

คือสารประกอบในโตรเจนที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ไนเตรท ( $\text{NO}_3^-$ ) ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรตีน เพื่อเป็นอาหารของคนและสัตว์ ไนเตรทเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของ

เสียที่มีสารประกอบในตระเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนภายในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลาย เปลี่ยนเป็นโมเนียซึ่งพื้นนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ ถ้ามีปริมาณมากเกินความต้องการ แอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนโตรตและไนเตรท แต่ในน้ำผิวดินจะพบในไนเตรท ในปริมาณน้อย มักต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และอย่างสูงก็ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สำหรับน้ำใต้ดินอาจมีไนเตรทสูงตั้งแต่ 0-1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ นอกจากในไนเตรทเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้วยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรมและน้ำเสีย น้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูงเกินไปอาจทำให้เด็กทารกเกิดโรค methemoglobinemia ดังนั้นจึงกำหนดให้น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคไม่ควรมีไนเตรทเกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

### 3) เหล็ก (iron)

ในน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะน้ำผิวดินจะพบเหล็กอยู่ด้วยเสมอ เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่เป็นสารที่ก่อปัญหาให้กับผู้ใช้น้ำประจำ เช่น ทำให้น้ำมีสีแดง มีความขุ่นและมีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับเครื่องสุขภัณฑ์หรือทำให้เสื้อผ้าเปื้อน เป็นต้น นอกจากนี้เหล็กยังเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียที่เรียกว่า Iron Bacteria อีกด้วยการเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวทำให้น้ำประจำมีกลิ่นและรส เป็นที่น่ารังเกียจ ในน้ำผิวดินมักมีเหล็กละลายอยู่น้อยกว่าน้ำใต้ดินและน้ำบาดาล เหล็กที่พบในน้ำผิวดินอาจเป็นเหล็กอนทริโอซึ่งเป็นสารประกอบของเหล็กที่อยู่รวมกับสารอินทริโอซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชในน้ำ และอาจมีการปนเปื้อนของเหล็กในช่วงท่อส่งน้ำเนื่องจากท่อส่งน้ำเป็นเหล็ก จากระยะเวลาการใช้งานเป็นเวลานาน อาจเกิดการถูกกัดกร่อนโดยน้ำที่มีความกระด้างสูง จึงทำให้มีค่าเหล็กเพิ่มขึ้น แม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์ เพราะช่วยทำให้เม็ดเลือดมีสีแดง แต่มาตรฐานคุณภาพน้ำประจำของประเทศส่วนภูมิภาคกำหนดให้มีควรมีเหล็กเกินกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไปและไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมด เหล็กจะถูกสะสมไว้ที่ตับทำให้เป็นโรคเกียวกับตับได้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

## 2.3 ข้อมูลทั่วไปของตำบลหนองคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ภูมิประเทศของตำบลหนองคลานส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลอันดามัน บางบริเวณเป็นพื้นที่ป่าชายเลนมีไม้ป่าชายเลนขึ้นหนาแน่น บางบริเวณเป็นพื้นที่ป่าชายหาดมีทิวสนขึ้นหนาแน่นตลอดชายฝั่ง สภาพดินเป็นดินร่วนปนทรายมีลักษณะเป็นสีดำ เนื่องจากสภาพพื้นที่ของตำบลหนองคลาน จึงมีความจำเป็นต้องมีน้ำที่สะอาดและปลอดภัยในการอุปโภคบริโภคไว้ใช้งาน เนื่องจากน้ำบ่อตื้นบางส่วนมีสถานะเป็นน้ำกร่อยไม่เหมาะสมต่อการอุปโภคบริโภค

### 2.3.1 ข้อมูลประชากร

ประชากรของตำบลขอนคลานทั้งหมด 619 ครัวเรือน จำนวนประชากรทั้งหมด 2,547 คน ดังนั้นทางองค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน จึงมองเห็นปัญหาดังกล่าว มีนโยบายผลิตน้ำประปาใช้ภายในหมู่บ้าน โดยใช้งบประมาณ ปี 2553 และเริ่มเปิดให้บริการ ปี 2559 โดยเดินเส้นท่อส่งน้ำครอบคลุมทั้งตำบลขอนคลาน แบ่งออกเป็น 4 หมู่บ้าน ประกอบด้วย

หมู่ที่ 1 บ้านขอนคลานตะวันออก จำนวน 106 ครัวเรือน ประชากรรวม 426 คน

หมู่ที่ 2 บ้านราไวย์ใต้ จำนวนประชากร 165 ครัวเรือน ประชากรรวม 662 คน

หมู่ที่ 3 บ้านขอนคลานตะวันตก จำนวน 183 ครัวเรือน ประชากรรวม 757 คน

หมู่ที่ 4 บ้านราไวย์เหนือ จำนวน 166 ครัวเรือน ประชากรรวม 702 คน

### 2.3.2 อาณาเขตของตำบลขอนคลาน

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลทุ่งบุหลัง อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลแหลมสน อำเภอละงู จังหวัดสตูล

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลนาทอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ทิศตะวันตก ติดกับ ทะเลียนดามัน



ภาพที่ 2.3-1 อาณาเขตของตำบลขอนคลาน

ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

### 2.3.3 สภาพภูมิอากาศ

ฤดูกาลของตำบลขอนคลาน พิจารณาตามลักษณะอากาศของประเทศไทย เป็น 3 ฤดู คือ

#### 1) ฤดูร้อน

เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมระยะนี่เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด คือเดือนมีนาคม

#### 2) ฤดูฝน

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และในช่วงปลายฤดูฝนจะมีร่องความกดอากาศต่ำ เลื่อนลงมาปกคลุมพื้นที่ ทำให้มีฝนตกมากที่สุดในเดือนตุลาคม

#### 3) ฤดูหนาว

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ จะพาลมเย็นและแห้งจากประเทศจีนพัดผ่าน ทำให้มีอากาศเย็น แต่เนื่องจาก จังหวัดสตูลอยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิจะลดลงเพียงเล็กน้อย อากาศจึงไม่หนาวเย็นมากนัก และตามชายฝั่ง มีฝนตกทั่วไป

### 2.3.4 ลักษณะทางภาษา

เนื่องจากจังหวัดสตูลเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และมีฝนตกมากในฤดูฝน เพราะอยู่ทางด้านรับลม จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดผ่านมหาสมุทรอินเดียอย่างเต็มที่ ส่วนฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด เพرาะอยู่ใกล้ จากอิทธิพลของอากาศหน้าหนาวพสมควรบางครั้งอาจมีฝนตกได้ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดผ่านอ่าวไทยพาเอาฝนมาตก แต่มีปริมาณน้อยกว่าจังหวัดที่อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคใต้

### 2.3.5 ลักษณะทางเศรษฐกิจ

เศรษฐกิจของจังหวัดสตูล ขยายตัวเล็กน้อย ทั้งในภาคการค้า การก่อสร้างคึกคักขึ้น ส่วนหนึ่งเนื่องจากการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น ป่าไม้ แม่น้ำ ภูเขา ฯลฯ แต่เริ่มชะลอลงบ้างในช่วงปลายปี

ทั้งนี้การขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยส่วนใหญ่ขึ้นกับภาคการเกษตร ทั้งการทำสวนยางพารา และการทำสวน ซึ่งในปีนี้อยู่ในเกณฑ์ดี

### 2.3.6 การผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

การผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลานเป็นการนำน้ำผิวดินหรือน้ำดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำประปา ซึ่งน้ำที่ได้จะนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และ อุตสาหกรรมบางประเภทที่ไม่ต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพสูง ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา สามารถอธิบายได้ดังนี้

#### 1) กระบวนการสรุบน้ำ

รับน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำประปางจากโรงประปาบ้านท่าศิลา ตำบลนาทอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ซึ่งเป็นการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติส่งผ่านท่อส่งน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตที่โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ซึ่งน้ำดังกล่าวจะมีความชุ่นและมีสารละลายต่างๆ รวมถึงโลหะหนักอาจมีการเจือปนอยู่

#### 2) ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

โดยการใส่สารสัมและปุนขาว เพื่อเกิดการตกตะกอนและปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

#### 3) การตกตะกอน

โดยน้ำที่ผสมสารสัมและปุนขาวแล้วจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อให้ตกตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่และตกลงสู่กันถัง จนได้น้ำที่มีความใสสะอาด

#### 4) กรองเพื่อกำจัดตะกอน

สิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็ก โดยการกรองด้วยทรายกรอง กรวดกรอง เพื่อให้ได้น้ำมีความใสสะอาด

#### 5) ฆ่าเชื้อโรค

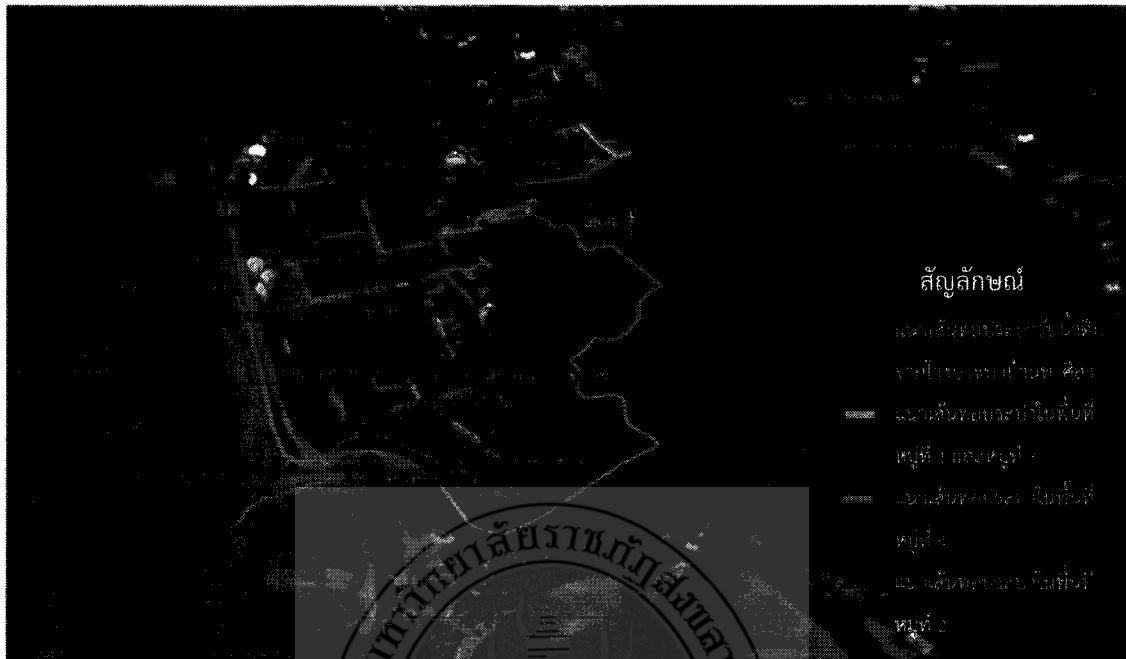
โดยการใส่คลอรีนในอัตราส่วนที่พอเหมาะสม และ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายแล้วนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใสเพื่อรอการสูบฉ่าย

#### 6) ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้

#### 7) แจกจ่ายน้ำสู่บ้านเรือน

ปล่อยน้ำจากหอดังสูงหรือสูบอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ

### ดังภาพเส้นทางการเดินท่อจ่ายน้ำดังภาพที่ 2.3-2



ภาพที่ 2.3-2 แนวเส้นท่อแจกจ่ายน้ำประปา

ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

#### 2.3.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปามหุบ้าน จะใช้มาตรฐานเดียวกับ มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคตามคำแนะนำขององค์กรอนามัยโลก (WHO) ปี 2554 ดังแสดงในตารางที่ 2.3-1

ตารางที่ 2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	หน่วย	มาตรฐาน คุณภาพน้ำประปา
<b>1. คุณลักษณะทางกายภาพ</b>		
สีที่ปรากฏ (apperececolour)	Pt-Co Unit	15
รสและกลิ่น (taste and odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความชุ่น (turbidity)	NTU	4
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 8.5
<b>2. คุณลักษณะทางเคมี</b>		
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (total dissolved solids)	mg/L	600
เหล็ก (iron)	mg/L	0.3

ตารางที่ 2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประจำของการประปาส่วนภูมิภาค (ต่อ)

รายการ	หน่วย	มาตรฐาน คุณภาพน้ำประจำ
แมงกานีส (manganese)	mg/L	0.3
ทองแดง (copper)	mg/L	2.0
สังกะสี (zinc)	mg/L	3.0
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness as CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	300
ซัลเฟต (sulfate)	mg/L	250
คลอไรด์ (chloride)	mg/L	250
ฟลูออไรด์ (fluoride)	mg/L	0.7
ไนเตรตในรูปไนเตรท (nitrate as NO <sub>3</sub> )	mg/L	50
ไนไตรทในรูปไนไตรท (nitrite as NO <sub>2</sub> )	mg/L	3
<b>3. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา</b>		
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (total coliform bacteria)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
อีโคไล (escherichia coli)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
สเตรปทิโลโคคัส ออเรียล (stophylococcus aureus)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
แซลโมเนลลา (salmonellaspp.)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
คลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ (clostridium perfringens)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
<b>4. สารเป็นพิษ</b>		
ปรอท (inorganic mercury)	mg/L	0.001
ตะกั่ว (lead)	mg/L	0.01
สารหง่าน (arsenic)	mg/L	0.01
ซีเลเนียม (selenium)	mg/L	0.01
โครเมียม (chromium)	mg/L	0.05
แคนเดเมียม (cadmium)	mg/L	0.003
แบเรียม (barium)	mg/L	0.7
ไซยาไนด์ (cyanide)	mg/L	0.07
<b>5. สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช</b>		
อัลตรินและดิลดริน (aldrin and dieldrin)	µg/L	0.03
คลอร์ಡาน (chlordan)	µg/L	0.2

**ตารางที่ 2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประจำของการประปา ส่วนภูมิภาค (ต่อ)**

รายการ	หน่วย	มาตรฐาน คุณภาพน้ำประจำ
ดีดีที (dichlorodiphenyl trichloroethane)	µg/L	1
헵ตาคลอและ헵ตาคลออีพอกไซด์ (heptachlor and heptachlor epoxide)	µg/L	0.03
헥แซคลอโรเบนซีน (hexachlorobenzene)	µg/L	1
ลินเดน (lindane)	µg/L	2
เมทธอคิคลอร์ (methoxychlor)	µg/L	20
<b>6. ไตรไฮโลเมเทน</b>		
คลอโรฟอร์ม (chloroform)	µg/L	300
ไบรโมไดคลอโรเมเทน (bromodichloromethane)	µg/L	60
ไดไบรโมคลอโรเมเทน (dibromochloromethane)	µg/L	100
ไบรโมฟอร์ม (bromoform)	µg/l	100
<b>7. สารกัมมันตภารังสี</b>		
ความแรงรวมรังสีเอกพ้า (gross alpha activity)	Bq/L	0.5
ความแรงรวมรังสีเบต้า (gross beta activity)	Bq/L	1

หมายเหตุ คลอรีนคงเหลือในระบบจ่ายน้ำประจำไม่น้อยกว่า 0.2 mg/L

**2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

สำหรับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำประจำผู้ดื่มน้ำ แสดงในตาราง ที่ 2.4-1

**ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
1. การติดตาม คุณภาพน้ำประจำ หมู่บ้านในเขต อำเภอเมือง จังหวัด อุบลราชธานี	ศึกษาคุณภาพน้ำประจำจำนวน 5 จุด ตามระยะทาง ของเส้นที่สองท่อน้ำตั้งแต่ก่อนเข้าระบบส่งน้ำต้น กลาง ท่อ และปลายท่อ ตามฤดูกาล คือ ฤดูฝน (ตุลาคม) ฤดูร้อน (พฤษจิกายน) ทำการศึกษาด้านกายภาพ ได้แก่ สี ความเป็นกรด-ด่าง ความชุ่ม ค่าการนำไฟฟ้า และ ศึกษาคุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ความกระต้างทั้งหมด	กัญญา เกิดศิริ (2552)

ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
	เหล็กในน้ำประปา เปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา กรมอนามัย พบว่า pH สี ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ	
2. การการประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี	จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านจาก 20 โรงผลิต ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม 2552 พบว่า พารามิเตอร์กายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า ความชุ่น ของแข็งทั้งหมดในน้ำ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด สารแขวนลอยทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด ในเตรท ส่วนมากยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพการประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้น เดือนสิงหาคม ความกระด้างมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานและมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด บริษัทโอลิฟหนักได้แก่เหล็ก แมลงกานีส ปริมาณไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ปริมาณเหล็ก	ยุภาพร อำนวย, นันทรพร สุทธิประภา <sup>และวัฒนาชัย มาลัย</sup> (2557)
3. การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาชุมชน	การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาชุมชน โดยการสุ่มตัวอย่างระบบประปาชุมชน จำนวน 27 แห่ง จาก 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ 2 และจังหวัดสุรินทร์ ณ จุดใช้งานในครัวเรือน พบว่า พารามิเตอร์ที่มีตัวอย่างน้ำที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมากกว่าร้อยละ 30 และพารามิเตอร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ความชุ่น ของแข็งละลายน้ำ เหล็ก และแมลงกานีส ส่วนแหล่งน้ำบาดาลที่ทำการศึกษาจำนวน 8 แห่งในช่วงฤดูฝน และ 1 แห่ง ในช่วงฤดูแล้ง พบว่า คุณภาพน้ำที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมากกว่า ร้อยละ 30 ได้แก่ สี และพารามิเตอร์ที่มีตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 30 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าของแข็งละลายน้ำ และ มีค่าคลอรีนตกค้างน้อยกว่า 0.20 มิลลิกรัม	จริยา อิ้มรัตนบวร (2555)

**ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)**

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
4. คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ กรณ์-ด่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ ส่วนคุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าเบ็โอดีและค่าไนโตรเจน ปริมาณสารโลหะหนัก ในน้ำ พบว่า สารตะกั่ว สารแแคดเมียมมีค่าสูงกว่า ที่เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษกำหนด	ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิริพันธุ์ ชูอินทร์ และ ราชดา บัวพร (2555)
5. การประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำของระบบผลิตประปาหมู่บ้าน: กรณีศึกษาบ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง	การศึกษาคุณภาพอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส่ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2551 ถึงเดือนกันยายน 2552 ซึ่งเป็นการศึกษาเฉพาะด้านกายภาพจะศึกษาตามฤดูกาล คือ ฤดูฝนหนึ่งครั้งและฤดูแล้งหนึ่งครั้งผลการศึกษาคุณภาพในด้านกายภาพพบว่าความเป็นกรด-ด่าง ความชุน TDS อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่สามได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคสื้อโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และเพื่อการเกษตรและเมื่อนำผลคุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีและชีวะภาพของอ่างเก็บน้ำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยใช้สถิติพบร่วมมีความแตกต่างกัน	ธนาวัฒน์ รักกลด บุญพัฒน์ ไซแมล และสมเกียรติยศ วรเดช (2552)

ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
6. การคุณภาพน้ำประปาภูเขามง្ហบ้านนางแลในตำบลนาองและอำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย	จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาของหมู่บ้านนางแลในด้านกายภาพ ด้านเคมี แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดีมีได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 เพื่อประเมินคุณภาพน้ำพบว่าค่าความชุ่น ค่าความกรดด่าง ปริมาณ ฟลอรอไรด์ ปริมาณเหล็ก และปริมาณไนเตรฟไนโตรเจน ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดีมีได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ส่วนค่าความชุ่น ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดีมีได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553	ทิพวรรณ ประเสริฐ สินธุ ประเสริฐ ไวยา กา สุนทรีกรโ祚ชาเลิศ และวิภาวรรณ ปึกคำ ปวง (2559)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ถุง ในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูร้อน ทำการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และทางเคมี จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำปานิช พบร้า ส่วนใหญ่น้ำประปามากมายสมต่อการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมสมต่อการบริโภค โดยเฉพาะในด้านกายภาพคือ ความชุ่น ด้านชีวภาพคือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งน้ำประปามง្ហบ้านก่อนนำมาใช้ในการบริโภคนั้นต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้ เช่น การต้ม ดังนั้นคุณภาพน้ำประปามีความสำคัญต่อการให้บริการแก่ชุมชน จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้น้ำประปาน้ำสะอาดและปลอดภัย

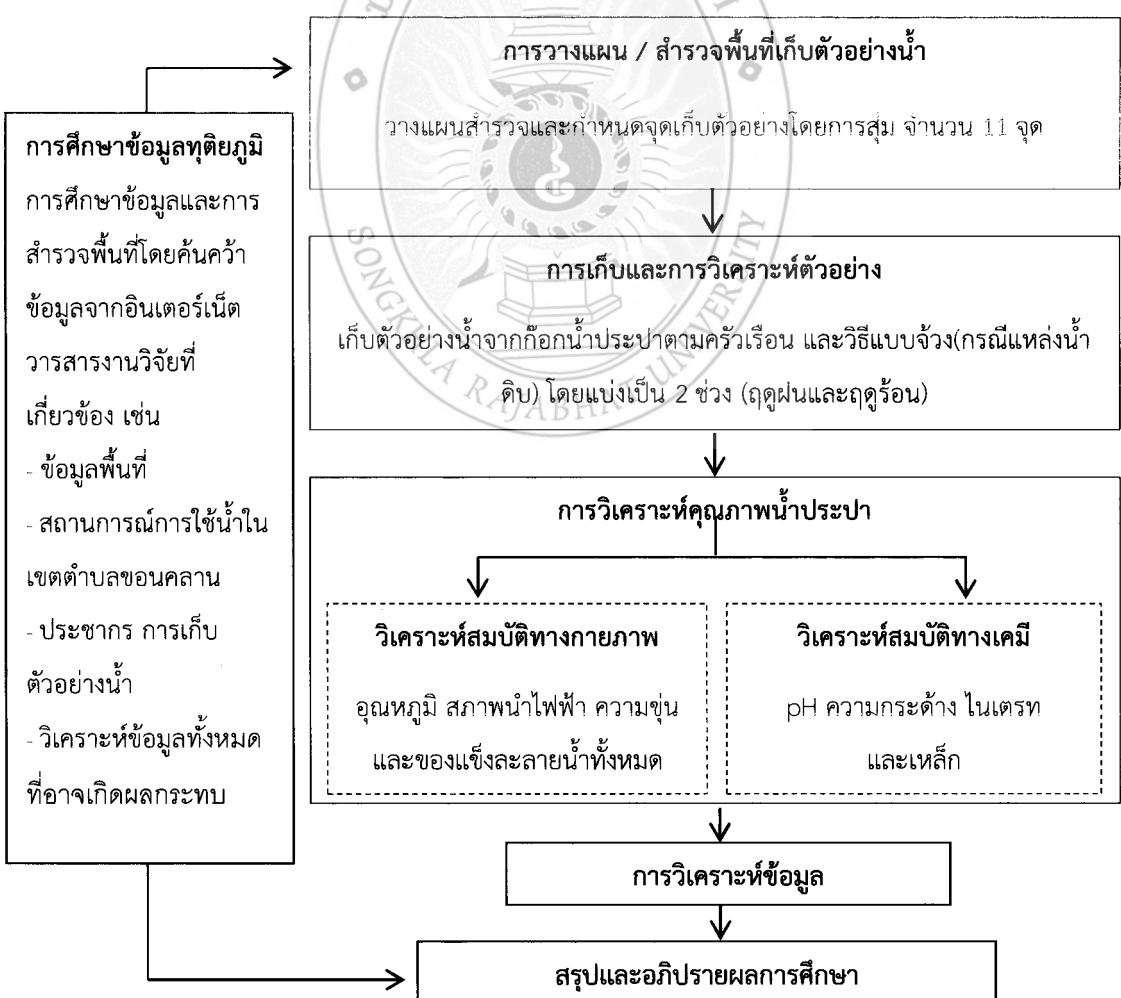
## บทที่ 3

### วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล จำนวน 11 จุด ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และ ช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561) แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี มีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำประปามหู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล แสดงใน ภาพที่ 3.1-1



### 3.2 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ และทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการสุ่ม และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล จำนวน 11 จุด จากก้อนน้ำประปามครัวเรือน และวิธีแบบจ้วง (กรณีแหล่งน้ำดิบ) ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงฤดูฝน ( 14 มกราคม 2561 ) และ ช่วงฤดูร้อน ( 24 เมษายน 2561 ) แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

#### 3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

#### 3.2.2 พื้นที่ศึกษา

- 1) พื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลอน ตำบลขอนคลอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
- 2) พื้นที่วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขละ

### 3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

#### 3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

- 1) กระดาษกรองไนแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm
- 2) ขวดน้ำกากลัน
- 3) ชามระเหย (evaporating dish)
- 4) ที่วางหลอดทดลอง (rack)
- 5) เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ (beaker), บิวเต (burtte), ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask), ปีเปต (pipette), หลอดเนสเลอร์ (nessler Tube), ชุดกรอง (vacuum filter set), หลอดทดลอง (reaction tube), หลอดวัดตัวอย่างน้ำ (sample tubes), และกรวยอิมไฮฟ์ (imhoff cone)

### 3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1) เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
- 2) เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟ์โลมิเตอร์ รุ่น 2100N ยี่ห้อ turbidity meter HACH
- 3) เครื่องดูดอากาศ (suction air pump)
- 4) ตู้อบแห้ง (hot air oven) รุ่น SFE ยี่ห้อ memmert
- 5) เครื่องซั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น PL 3002 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO
- 6) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ memmert
- 7) เครื่องวัดสภาพกรด-ด่าง (pH meter) รุ่น pH 30 ยี่ห้อ clean pH
- 8) เครื่องวิสิเบลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-spectrophotometer) รุ่น T80+ ยี่ห้อ PG Instruments Ltd
- 9) เครื่องวัดสภาพน้ำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น 3200 ยี่ห้อ YSI

### 3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- 1) น้ำกลั่น (distilled water)
- 2) สารละลายน้ำที่ออกความขุ่นมาตรฐาน
- 3) สารละลายน้ำบัฟเฟอร์เทียบค่า pH
- 4) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc. $\text{NH}_4\text{OH}$ )
- 5) เกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ
- 6) เกลือไดโซเดียม
- 7) แมกนีเซียมซัลเฟต ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
- 8) แมกนีเซียมคลอไรด์ ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )
- 9) แอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ )
- 10) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )
- 11) โซเดียมคลอไรด์ ( $\text{NaCl}$ )
- 12) อิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์
- 13) แคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ )

- 14) กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น (conc. $H_2SO_4$ )
- 15) เมทอีลเรตอินติเคเตอร์
- 16) โพแทสเซียมไนเตรท ( $KNO_3$ )
- 17) โซเดียมอาร์เซนิต ( $NaAsO_2$ )
- 18) บาร์บีนซัลเฟต
- 19) กรดซัลฟานิลิก ( $C_6H_7NO_3S$ )
- 20) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. $H_2SO_4$ )
- 21) โซเดียมคลอไรด์ ( $NaCl$ )
- 22) กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น ( $HCl$ )
- 23) สารละลายไฮดรอกซีلامีน ( $H_3NO$ )
- 24) สารละลายแอมโมเนียมอะเซตบัฟเฟอร์ ( $C_2H_7NO_2$ )
- 25) สารละลายพีแอนทรอลีน ( $C_{20}H_{14}O_4$ )
- 26) สารละลายสต็อกเหล็ก ( $FeSO_4$ )
- 27) สารละลายมาตรฐานเหล็ก ( $FeSO_4$ )
- 28) ไดไอโซโพรพิลหรือไอโซโพรพิลเออร์ ( $C_3H_8O$ )

### 3.4 การเก็บ และรักษาตัวอย่างน้ำ

#### 3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

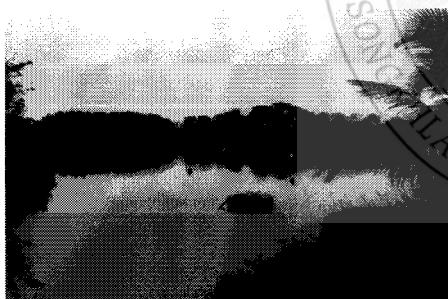
การศึกษานี้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 11 จุด เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการใช้น้ำประปาและสะพานต่อการเก็บตัวอย่างน้ำประปาการเลือกจุดเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 3.4-1 และตารางจุดพิกัดเก็บตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ๖



ภาพที่ 3.4-1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

ที่มา: Google Earth (2561) ที่ระดับความสูง 5.15 เมตร

เก็บตัวอย่างโดยการเปิดน้ำประปางอกตามครัวเรือนและกรณีแหล่งน้ำดิบใช้รีช (แบบจั่ง) เก็บตัวอย่างเวลา 8:00–11:00 น. จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ในช่วงฤดูฝน วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2561 และครั้งที่ 2 ในช่วงฤดูร้อน วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2561 สำหรับภาพแสดงบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแสดงใน ภาพที่ 3.4-2



(ก) จุดที่ K1 แหล่งน้ำผลิตน้ำประปา บ้านท่าศิลา



(ข) จุดที่ K2 โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน



(ค) จุดที่ K3 หมู่ที่ 3 บริเวณพื้นที่ชาวประมง



(ง) จุดที่ K4 หมู่ที่ 3 บริเวณครัวเรือน

ภาพที่ 3.4-2 ภาพประกอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง



(ก) จุดที่ K5 หมู่ที่ 1 บริเวณพื้นที่ชาวประมง



(ข) จุดที่ K6 หมู่ที่ 1 ตลาดนัดบ้านขอนคลาน



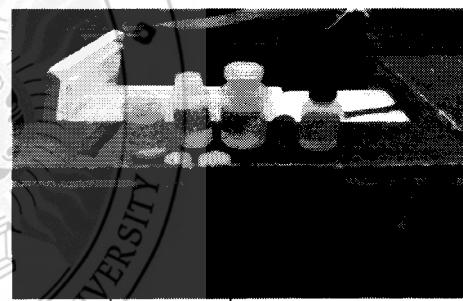
(ช) จุดที่ K7 หมู่ที่ 4 องค์การบริหารส่วนตำบล



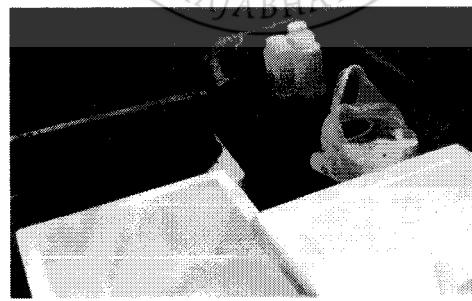
(ซ) จุดที่ K8 หมู่ที่ 4 สวนสาธารณะบ้านราไวย์



(ฌ) จุดที่ K9 หมู่ที่ 2 กศน.บ้านราไวย์



(ญ) จุดที่ K10 หมู่ที่ 2 บ้านราไวย์ใต้



(ญ) จุดที่ K11 หมู่ที่ 2 สิ้นสุดแนวท่อประปาบ้านราไวย์ใต้

**ภาพที่ 3.4-2 ภาพประกอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง (ต่อ)**

### 3.4.2 วิธีการเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง

การเก็บรักษาตัวอย่างคุณภาพน้ำ ตามคำแนะนำของกรมควบคุมมลพิษ (2553)

ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.4-1

ตารางที่ 3.4-1 วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	ภาชนะบรรจุ	วิธีการเก็บรักษา	ระยะเวลาเก็บรักษาที่ยอมรับให้เก็บได้
อุณหภูมิ (temperature)	-	ตรวจดูทันที	-
การนำไฟฟ้า (conductivity)	-	ตรวจดูทันที	-
ความขุ่น (turbidity)	-	-	-
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	พลาสติกHDPE, แก้ว	แข็งเย็นอุณหภูมิ $4\pm2^{\circ}\text{C}$	7 วัน
ความเป็นกรด-ด่าง	-	ตรวจดูทันที	-
ความกรดด่าง	พลาสติกHDPE, แก้ว	เติม $\text{HNO}_3$ ให้ $\text{pH}<2$	6 เดือน
ไนเตรท	พลาสติกHDPE, แก้ว	แข็งเย็นอุณหภูมิ $4\pm2^{\circ}\text{C}$	48 ชั่วโมง หรือ 28 วันหาก มีคลอรีนปนอยู่
เหล็ก	พลาสติกHDPE, แก้วที่กัลล์ (rinse) ด้วยกรด (1+1 Nitric)	สำหรับ dissolved metals รองทันทีและเติม $\text{HNO}_3$ ให้ $\text{pH}<2$	6 เดือน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2553)

### 3.5 วิธีการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปานี้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีตามคุณสมบัติที่กำหนดโดย  
น้ำของกรมควบคุมมลพิษ (2553) มีรายละเอียดดังนี้

### 3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ความชุ่นของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และความเป็นกรด-ด่าง วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาแสดงในตารางที่ 3.5-1 และภาพประกอบรวมถึงวิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ค.และภาคผนวก ง.

ตารางที่ 3.5-1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

พารามิเตอร์	เครื่องมือ/อุปกรณ์	วิธีอ้างอิง
1) อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์	APHA et al. (2005)
2) สภาพนำไฟฟ้า	conductivity meter YSI 3200	standard method 2510B
3) ความชุ่น	turbidity meter HACH รุ่น 2100N	standard method 2130B
4) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	gravimetric method	APHA et al. (2005)
5) ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter HACH รุ่น Sessions 1	Standard method 4500-H+ B

### 3.5.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความกรดด่าง ในเตรท และเหล็ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาแสดงในตารางที่ 3.5-2 และภาพประกอบรวมถึงวิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ค.และภาคผนวก ง.

ตารางที่ 3.5-2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

พารามิเตอร์	เครื่องมือ/อุปกรณ์	วิธีอ้างอิง
1) ความกรดด่าง	วิธีไทเทเรชั่นด้วย อีดีทีเอ (EDTA titration)	APHA et al. (2005)
2) ในเตรท	spectrophotometric method	APHA et al. (2005)
3) เหล็ก	phenanthroline method	APHA et al. (2005)

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีรายละเอียดดังนี้

#### 3.6.1 การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา

การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำเสนอผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปา

#### 3.6.2 การวิเคราะห์ด้วยสถิติอ้างอิง

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน  
บ้านขอนคลานระหว่างฤดูฝน และฤดูหนาวด้วยสถิติแบบ paired samples T-Test



## บทที่ 4

### ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ทางด้านกายภาพและทางเคมี โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561)

#### 4.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

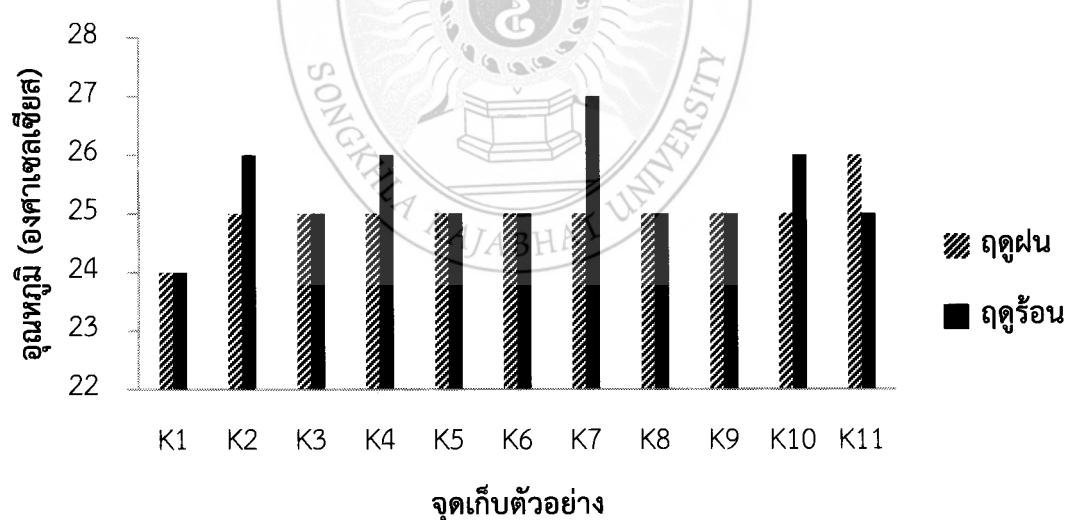
สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านทางกายภาพ ได้ทำการวิเคราะห์ อุณหภูมิ การนำไปฟื้น ความชุ่น ของแข็งละลายน้ำห้องหมด และความเป็นกรด-ด่าง โดยเปรียบเทียบกับ มาตรฐานคุณภาพน้ำประปางของการประปาส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2554 มีรายละเอียดดังนี้

##### 4.1.1 อุณหภูมิ

ผลการศึกษาของอุณหภูมิ (temperature) น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร้า ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $25.00 \pm 0.45$  องศาเซลเซียส ต่ำสุดอยู่ที่จุด K1 เท่ากับ 24 องศาเซลเซียส สูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 26 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $25.36 \pm 0.81$  องศาเซลเซียส โดยต่ำสุดที่จุด K1 เท่ากับ 24 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่จุด K7 เท่ากับ 27 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 4.1-1 และภาพที่ 4.1-1 เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P \geq 0.05$ ) (ภาคผนวก จ) เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำประปามีความถ้วนหนักมากทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวรรณ บุญมณี (2549) การศึกษาคุณภาพน้ำบ่อตื้นในแหล่งชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่างพบร้าในช่วงฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-1 อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	24	24
K2	25	26
K3	25	25
K4	25	26
K5	25	25
K6	25	25
K7	25	27
K8	25	25
K9	25	25
K10	25	26
K11	26	25
เฉลี่ย	$25.00 \pm 0.45$	$25.36 \pm 0.81$



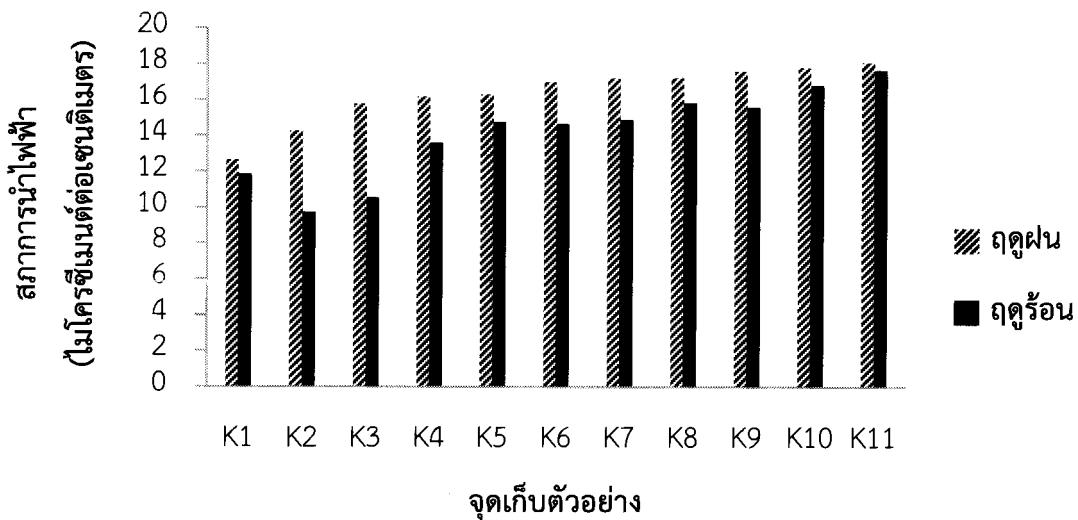
ภาพที่ 4.1-1 อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

#### 4.1.2 สภาพนำไฟฟ้า

ผลการศึกษาสภาพนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร่วมกับในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของสภาพนำไฟฟ้าสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $16.38 \pm 1.65$  โครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่ฤดู K1 เท่ากับ 12.64 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สูงสุดที่ฤดู K11 เท่ากับ 18.11 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนในช่วง ฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $14.18 \pm 2.52$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยต่ำสุดที่ฤดู K2 เท่ากับ 9.74 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และสูงสุดที่ฤดู K11 เท่ากับ 17.67 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1-2 และภาพที่ 4.1-2 เมื่อเปรียบเทียบสภาพนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) (ภาคผนวก จ) เนื่องจากฤดูเก็บตัวอย่างมีสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ ที่ละลายในน้ำค่อนข้างสูง ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแสดงว่าสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ที่แตกตัวในน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงจะมีผลต่อการแตกตัวของสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์มากขึ้นด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานวิจัยของไชเมพร แก้วศรีทอง และคณะ (2564) การศึกษาคุณภาพน้ำบางบ่อ降雨ในพืชสวนเครื่อง พบร่วมกับในช่วงฤดูฝนน้ำมีค่าเฉลี่ยของสภาพนำไฟฟ้าสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-2 สภาพนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

ฤดูเก็บตัวอย่าง	สภาพนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	12.64	11.85
K2	14.28	9.74
K3	15.78	10.54
K4	16.17	13.62
K5	16.30	14.75
K6	16.99	14.65
K7	17.22	14.88
K8	17.25	15.83
K9	17.63	15.58
K10	17.82	16.82
K11	18.11	17.67
เฉลี่ย	$16.38 \pm 1.65$	$14.18 \pm 2.52$



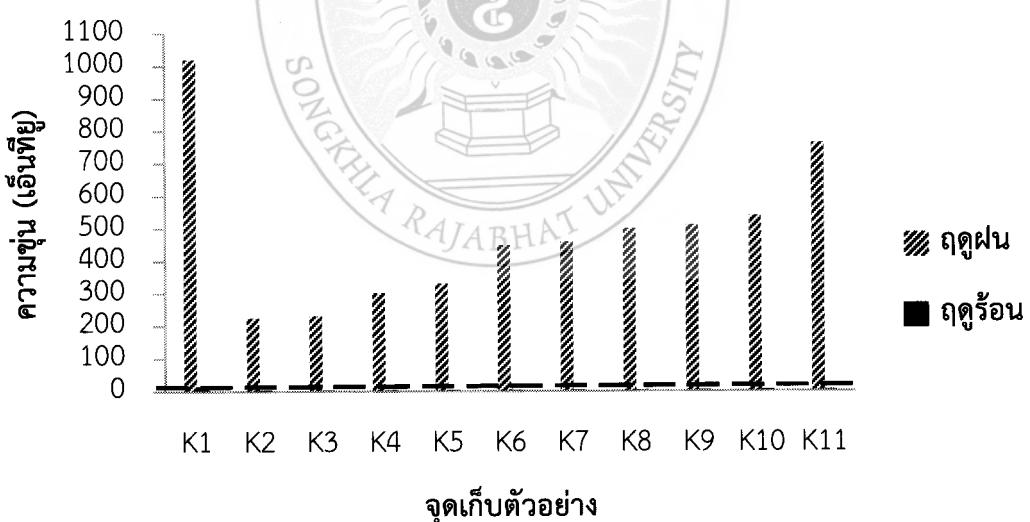
ภาพที่ 4.1-2 การนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

#### 4.1.3 ความชุ่น

ผลการศึกษาความชุ่น (turbidity) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำแหน่งของคลาน อำเภอหุ้งหว้า จังหวัดสตูล พบร้าในช่วงกุดฟันน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยของความชุ่นสูง กว่ากุดร้อน โดยกุดฟันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $484.73 \pm 236.26$  เอ็นที่ยู ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 226 เอ็นที่ยู สูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 1,020 เอ็นที่ยู ส่วนในช่วงกุดร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $5.10 \pm 3.16$  เอ็นที่ยู โดยต่ำสุดที่จุด K2 เท่ากับ 3.48 เอ็นที่ยู และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 14.57 เอ็นที่ยู ดังแสดง ในตารางที่ 4.1-3 และภาพที่ 4.1-3 เมื่อเปรียบเทียบความชุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างกุดฟันและกุดร้อนด้วยสถิติแบบ T-Test พบร้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ เชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) (ภาคผนวก จ) ทั้ง 2 ถูกมีค่าความชุ่นไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 4 เอ็นที่ยู ยกเว้นจุด K2 K3 และ K4 ในช่วงกุดร้อน ที่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำของการประปาส่วนภูมิภาค เนื่องจากมีฝนตกในพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ ฝนช่วงເອົາຕະກອນດິນລົງສູ່ນ້ຳ ทำให้ความชุ่นของแหล่งน้ำผิดนิมีค่าสูงและแปรปรวนไปตามกุดฟัน โดยมีค่าสูงในกุดฟันและต่ำในช่วงกุดร้อน ค่าความชุ่นของน้ำเกิดจากการที่มีของแข็งแurenloyต่างๆ เช่น ดินเหนียวสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มีผลทำให้แสงส่องผ่านลงใน แหล่งน้ำลดลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานวิจัยของไนพร แก้วศรีทอง และคณะ (2554) การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการใน พรุสวนเครือง พบร้าในช่วงกุดฟันน้ำมีค่าเฉลี่ยของความชุ่นสูงกว่า กุดร้อน

ตารางที่ 4.1-3 ความชุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความชุ่น (เอ็นทีย)	
	ถดผน	ถดร้อน
K1	1020	14.57
K2	226	3.48
K3	231	3.90
K4	301	4.00
K5	331.33	4.01
K6	449	4.08
K7	460.33	4.12
K8	499.66	4.19
K9	511.67	4.30
K10	539.33	4.51
K11	762.67	4.90
เฉลี่ย	$484.73 \pm 236.26$	$5.10 \pm 3.16$



หมายเหตุ: —— มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าความชุ่นไว้ไม่เกิน 4 เอ็นทีย

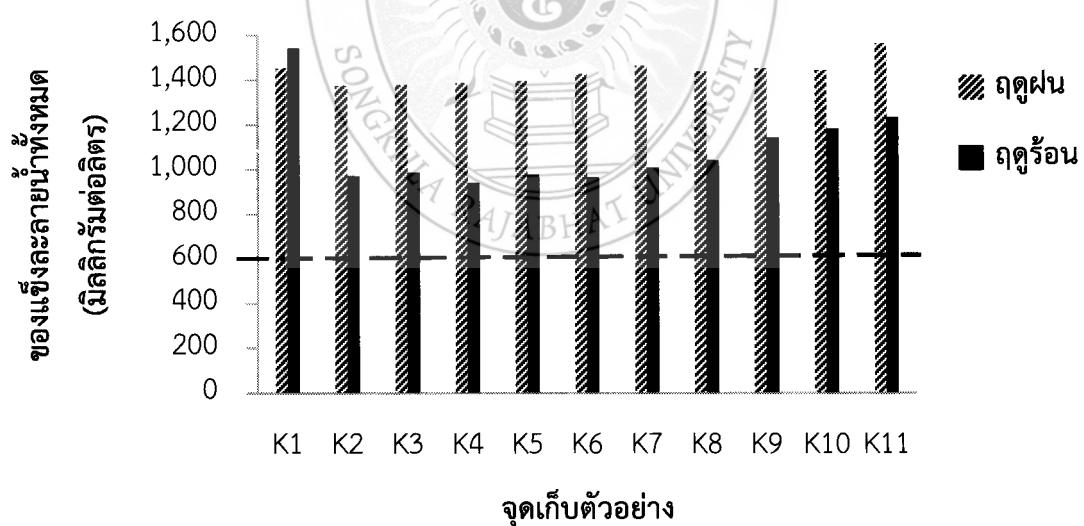
ภาพที่ 4.1-3 ความชุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

#### 4.1.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

ผลการศึกษาของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solids) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร่วมในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1437.73 \pm 53.49$  มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่ฤดู K2 เท่ากับ 1,378 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่ฤดู K11 เท่ากับ 1,234 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วง ฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1090.64 \pm 179.24$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่ฤดู K4 เท่ากับ 942 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่ฤดู K1 เท่ากับ 1,543 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1-4 และภาพที่ 4.1-4 เมื่อเปรียบเทียบของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปามหุ่บ้านบ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร่วมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P<0.05$ ) (ภาคผนวก จ) ทั้งสองฤดูมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปางานภูมิภาค ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนมีกรดอินทรีย์ที่ละลายในน้ำที่มาจากการชะล้างหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำทำให้ค่าของแข็งละลายน้ำสูงขึ้นมากกว่าฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของริวารีษะ บุต้า และสุริเวชี สาระราช (2552) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินที่ใช้อุปโภค ในพื้นที่หมู่ 6 บ้านไร่ และหมู่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหว้า อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบร่วมของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤคุณ	ฤคร้อน
K1	1,456	1,543
K2	1,378	971
K3	1,382	987
K4	1,390	942
K5	1,400	977
K6	1,431	966
K7	1,469	1,009
K8	1,440	1,041
K9	1,456	1,144
K10	1,447	1,183
K11	1,566	1,234
เฉลี่ย	$1437.73 \pm 53.49$	$1090.64 \pm 179.24$



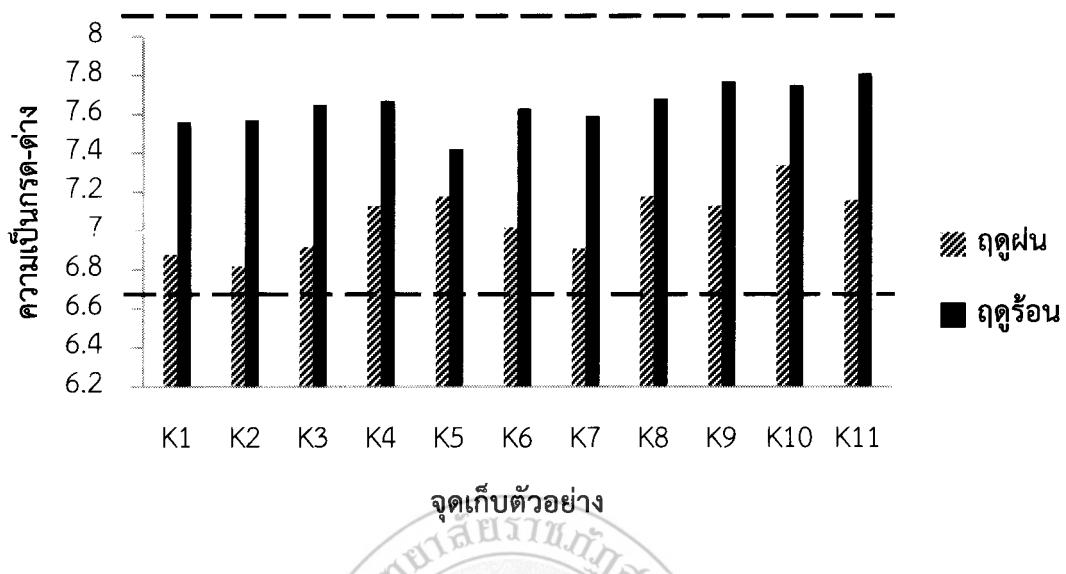
หมายเหตุ: — — มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดไว้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 4.1-4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคาน

#### 4.1.5 ความเป็นกรด-ด่าง

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร้า ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.06 \pm 0.16$  ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 6.82 สูงสุดที่จุด K10 เท่ากับ 7.34 ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.65 \pm 0.11$  โดยต่ำสุดที่จุด K5 เท่ากับ 7.42 และสูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 7.81 ดังแสดงในตารางที่ 4.1-5 และภาพที่ 4.1-5 เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) (ภาคผนวก จ) ทั้ง 2 ฤดูมีค่าความเป็นกรด-ด่างผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปางานของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 เนื่องจากเหล่าน้ำเป็นอ่างกักเก็บน้ำเพื่อผลิตน้ำประปานั้น เป็นแหล่งน้ำผิดนิที่ไม่มีการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งอื่นลงไปค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกัน ทั้ง 2 ฤดูกาล สอดคล้องกับงานวิจัยของริวายีะ บุดา และสุวิเวช (2552) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิดนิทใช้อุปกรณ์ในพื้นที่ หมู่ 6 บ้านไร่ และหมู่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหว้า อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่าความเป็นกรด-ด่างในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน ตารางที่ 4.1-5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความเป็นกรด-ด่าง	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	6.88	7.56
K2	6.82	7.57
K3	6.92	7.65
K4	7.13	7.67
K5	7.18	7.42
K6	7.02	7.63
K7	6.91	7.59
K8	7.18	7.68
K9	7.13	7.77
K10	7.34	7.75
K11	7.16	7.81
เฉลี่ย	$7.06 \pm 0.16$	$7.65 \pm 0.11$



หมายเหตุ: — — มาตรฐานคุณภาพประจำของการประปาส่วนภูมิภาคกำหนด (2554) ค่าความเป็นกรด-ด่างไว้อยู่ในช่วง 6.5-8.5

ภาพที่ 4.1-5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

#### 4.2 คุณลักษณะของน้ำทางเคมี

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านทางเคมี ได้ทำการวิเคราะห์ ความกระด้างในเตรท และเหล็ก โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2554 มีรายละเอียดดังนี้

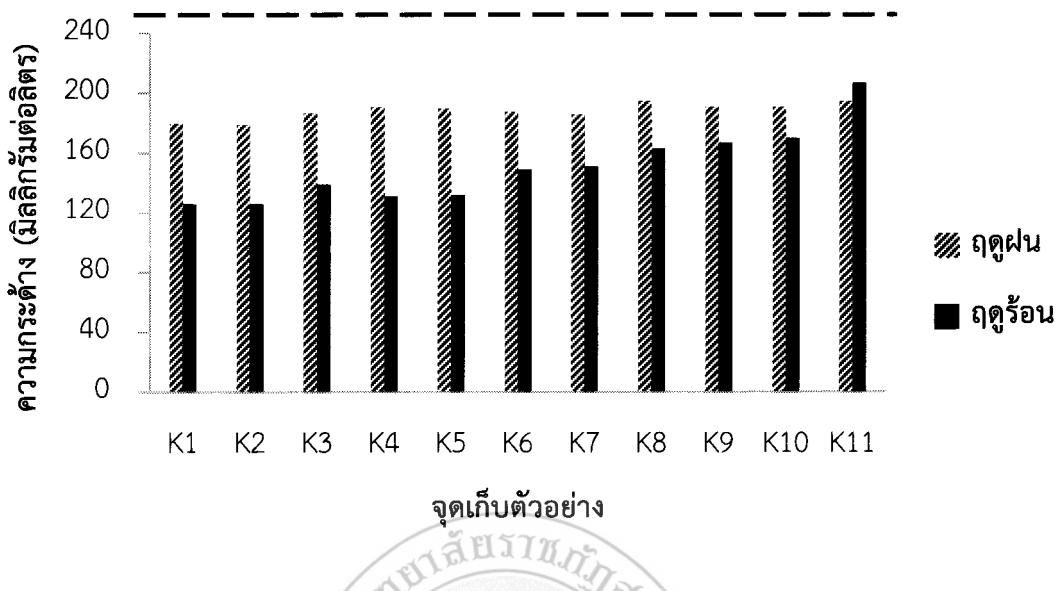
##### 4.2.1 ความกระด้าง

ผลการศึกษาความกระด้าง (hardneess) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ทำبلขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร่วมในช่วงฤทธิ์และฤทธิ์อ่อน มีค่าเฉลี่ยของความกระด้าง สูงกว่าฤทธิ์อ่อน โดยฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $188 \pm 5.26$  มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 179 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K8 และ K11 เท่ากับ 195 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤทธิ์อ่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $151 \pm 24.61$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K1 และ K2 เท่ากับ 126 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 207 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.2-1 และภาพที่ 4.2-1 เมื่อเปรียบเทียบความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤทธิ์และฤทธิ์อ่อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร่วมแต่กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ )

(ภาคผนวก จ) ทั้ง 2 คดูผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าความกระด้างไม่ได้เป็นอันตรายต่อการบริโภค หากกระด้างมากเกินไป ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการอุปโภคบริโภค เนื่องจากทำให้พองสบู่น้อยลงและเกิดตะกรันในภาชนะ สอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธ์ พลันสังเกตุ และคณะ (2545) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปางานมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ผลการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของความกระด้างสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.2-1 ความกระด้างของน้ำประปามูลบ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	คดูผ่าน	คดูร้อน
K1	180	126
K2	179	126
K3	187	139
K4	191	131
K5	190	132
K6	188	149
K7	186	151
K8	195	163
K9	191	167
K10	191	170
K11	195	207
เฉลี่ย	$188 \pm 5.26$	$151 \pm 24.61$



หมายเหตุ: —— มาตรฐานคุณภาพประจำการประจำปีส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าความระดับไว้ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 4.2-1 ความระดับของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

#### 4.2.2 ในเขต

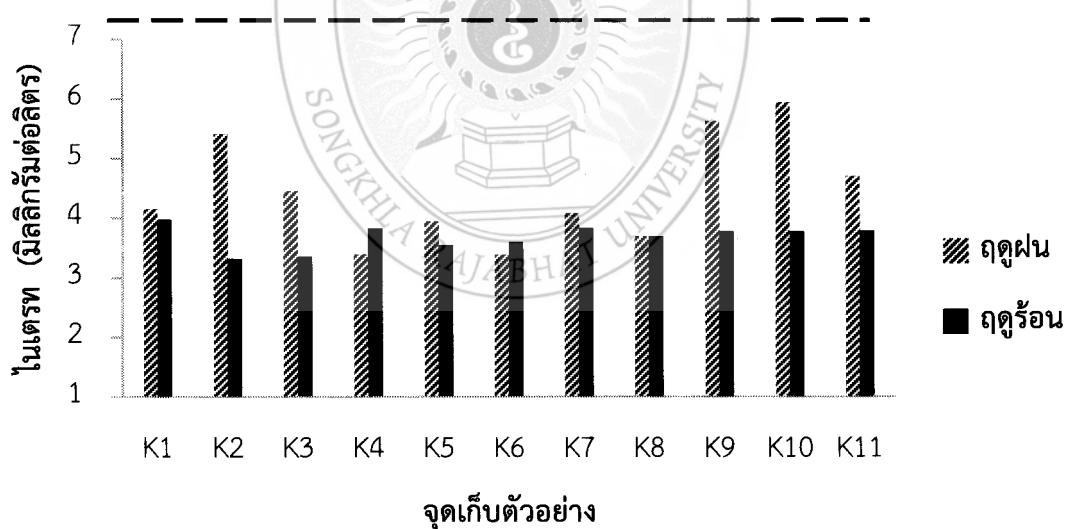
##### ผลกระทบศึกษาในเขต (nitrate)

##### ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร่วมกับในช่วงฤดูฝนน้ำประปาเมื่อเฉลี่ยของในเขตสูงกว่า ฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.44 \pm 0.89$  มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K6 เท่ากับ 3.39 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K9 เท่ากับ 5.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.68 \pm 0.21$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K2 เท่ากับ 3.32 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 3.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.2-2 และภาพที่ 4.2-2 เมื่อเปรียบเทียบในเขต ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P \geq 0.05$ ) (ภาคผนวก จ) ทั้ง 2 ฤดู มีค่าในเขต ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประจำการประจำปีส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนนั้น มีการชะลอน้ำดินที่ประกอบไปด้วยธาตุต่างๆ ที่ก่อให้เกิดในเขตภายในน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธ์ พลันสังเกตุ และคณะ (2545) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประจำของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พบร่วมกับปริมาณในเขตฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อนเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2-2 ในเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ในเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	4.16	3.98
K2	5.42	3.32
K3	4.46	3.36
K4	3.40	3.83
K5	3.95	3.55
K6	3.39	3.60
K7	4.09	3.83
K8	3.70	3.70
K9	5.63	3.78
K10	5.94	3.78
K11	4.71	3.79
เฉลี่ย	$4.44 \pm 0.89$	$3.68 \pm 0.21$



หมายเหตุ: — — มาตรฐานคุณภาพประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าในเตรทไว้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

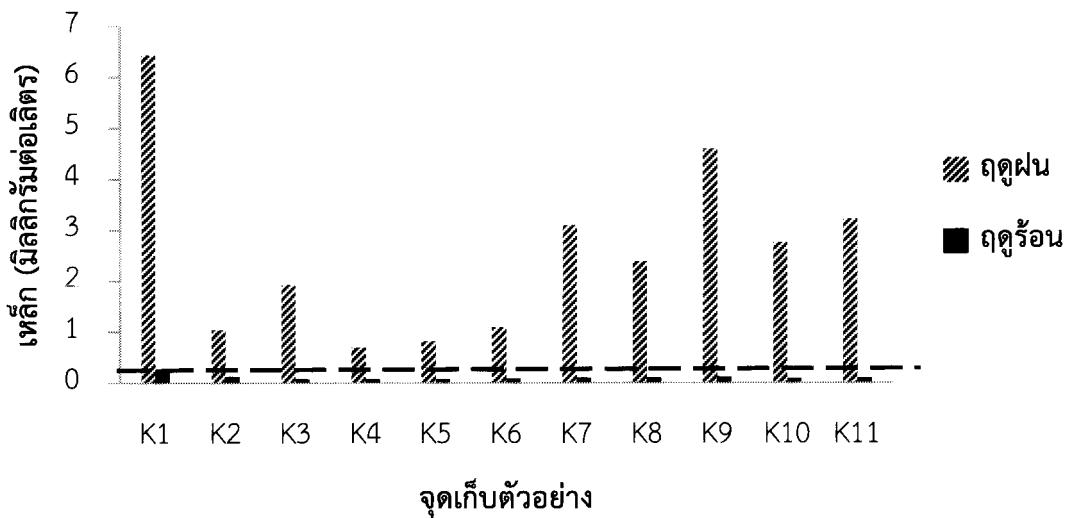
ภาพที่ 4.2-2 ในเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

### 4.2.3 เหล็ก

ผลการศึกษาเหล็ก (iron) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบร่วมกับในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของเหล็กสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $2.55 \pm 1.77$  มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K4 เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 6.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.11 \pm 0.05$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K3 และ K4 เท่ากับ 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.2-3 และภาพที่ 4.2-3 เมื่อเปรียบเทียบเหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) (ภาคผนวก จ) ฤดูฝนมีค่าเหล็กไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปางานของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนมีการชะล盗窃หน้าดินที่ประกอบไปด้วยธาตุต่างๆ ที่ก่อให้เกิดเหล็กภายในน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธ์ พลันสังเกตุ และคณะ (2545) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปางานมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พบร่วมกับปริมาณเหล็กในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.2-3 เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	เหล็ก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	6.43	0.27
K2	1.04	0.13
K3	1.94	0.08
K4	0.70	0.08
K5	0.82	0.08
K6	1.10	0.09
K7	3.10	0.10
K8	2.38	0.11
K9	4.60	0.12
K10	2.76	0.09
K11	3.22	0.10
เฉลี่ย	$2.55 \pm 1.77$	$0.11 \pm 0.05$



หมายเหตุ: — — มาตรฐานคุณภาพประจำปีของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าเหล็กไว้ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 4.2-3 เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาทั้งหมด 11 จุด โดยครั้งที่ 1 ในช่วงฤดูฝน (วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2561) และครั้งที่ 2 เก็บในช่วงฤดูร้อน (วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2561) และนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองสมบัติทางกายภาพของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน พบว่า ช่วงฤดูฝน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย  $25 \pm 0.45$  องศาเซลเซียส ส่วนน้ำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย  $16.38 \pm 1.65$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความชุน มีค่าเฉลี่ย  $484.73 \pm 236.26$  เอ็นที่ญี่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย  $1,437.73 \pm 53.49$  มิลลิกรัมต่อลิตร และความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย  $7.06 \pm 0.16$  สำหรับฤดูร้อน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย  $25 \pm 0.81$  องศาเซลเซียส ส่วนน้ำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย  $14.18 \pm 2.52$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความชุน มีค่าเฉลี่ย  $5.10 \pm 3.16$  เอ็นที่ญี่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย  $1,090.64 \pm 179.24$  มิลลิกรัมต่อลิตร และความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ  $7.65 \pm 0.11$  เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค ความชุนและของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้นความชุนจุด K2 K3 และ K4 ในช่วงฤดูร้อนที่ผ่านมา มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค ส่วนอุณหภูมิ ส่วนน้ำไฟฟ้า มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาคไม่ได้กำหนดไว้

5.1.2 ผลการทดลองสมบัติทางเคมีของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน พบว่า ฤดูฝน ความกรดด่างมีค่าเฉลี่ย  $188 \pm 5.26$  มิลลิกรัมต่อลิตร ในเตรตมีค่าเฉลี่ย  $4.44 \pm 0.89$  มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็กมีค่าเฉลี่ย  $2.55 \pm 1.77$  มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย ความกรดด่าง  $151 \pm 24.61$  มิลลิกรัมต่อลิตร ในเตรต  $3.68 \pm 0.21$  มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก  $0.11 \pm 0.05$  มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับ มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค พบว่า คุณภาพน้ำทางเคมีทั้งหมด ผ่าน มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้น เหล็ก ในช่วงฤดูฝนที่ไม่ผ่าน มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของ การประปาส่วนภูมิภาค

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพเพิ่มเติม เพื่อจะได้ทราบปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำประปา
2. เพื่อเป็นข้อมูลให้กับประชาชนบ้าน บ้านของคลาน ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดค่าความชุ่น ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และเหล็ก



## บรรณานุกรม

กัญญา เกิดศรี. (2552). การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในเขตอำเภอเมืองจังหวัด

อุบลราชธานี (รายงานผลการวิจัย). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

กรมควบคุมมลพิช. (2553). วิธีการปฏิบัติสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ (Online).

[http://infofile.pcd.go.th/water/Water\\_CollNat\\_Manual.pdf](http://infofile.pcd.go.th/water/Water_CollNat_Manual.pdf). วันที่ 16 กรกฎาคม 2560

จริยา ยิ่มรัตนบวร และสุดจิต ครุจิต.(2555) การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาชุมชน (รายงานผลการวิจัย). สาขาวิชาชีวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาชีวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากรุวรรณ สุจิตร. (2529). ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชไมพร แก้วศรีทอง, เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, สุวิมล สีทธิรัตนวงศ์, สราวุธ เจจะโสะ และจีรนันท์ อุไรประสิทธิ์.(2545). คุณภาพน้ำบางปะกอกในพื้นที่ความเครื่อง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ. ประเสริฐ ไวยาภา. สุนทรีกรโوخาเลิศและวิภาวรรณ ปุ่คำป่วง. (2559). การคุณภาพน้ำประปาภูเขามูลน้ำและในตำบลล่างและอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. วารสาร การวิจัยศาสตร์ 101-113

ธนาวรรณ บุญมณี. (2549). คุณภาพน้ำบ่อตื้นในแหล่งชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่าง. (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

ธนาวัฒน์ รักกมล, ปุณณพัฒน์ ไชยเมล์ และสมเกียรติยศ วรเดช. (2552). การประเมินประสิทธิภาพ และคุณภาพน้ำของระบบผลิตประปาหมู่บ้าน: กรณีศึกษา บ้านถ้ำลา ตำบลล้านช่อง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

นัยนา นิยมวัน. (2548). วิถีแห่งน้ำ : ชารชีวิตแห่งโลก. กรุงเทพฯ: ประพันธ์สาส์น.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

ปั้พมา ไชยรักษ์ มาริษา ศรีสุพรรณ สุนิดา ทองโท. (2557). การศึกษาคุณภาพภาษาประปะหมู่บ้านบ้านดอนดู่ ตำบลน้ำปาลึก อำเภอเมือง จังหวัดอํานาจเจริญ (รายงานผลการวิจัย).

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

มั่นสิน ตันติวนิชและมั่นรักษ์ ตันติวนิช. (2545). เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุภาพร อํานาจ นันทรพร สุทธิประภาและวัฒนาชัย มาลัย. (2557). การประเมินประสิทธิภาพระบบประปะหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี (รายงานผลการวิจัย). สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วีโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(12)

ร่วายีห์ บูตา และสุ่ยวีบี๊ สาเลราช. (2552). การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิดนิที่ใช้อุปโภคในพื้นที่ หมู่ 6 บ้านไร และหมู่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมืองจังหวัดสงขลา (รายงานผลการวิจัย) โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วริทร มะโนwar, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง และอุรุวรรณ อินทร์ม่วง. (2556). การประเมินคุณภาพน้ำประปะหมู่บ้าน ตำบลสาวะถี จังหวัดขอนแก่น (รายงานผลการวิจัย). คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และรชาดา บัวไฟร. (2555). คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม (รายงานผลการวิจัย). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สัมพันธ์ พลันสังเกตุ, วรากร วิศพันธ์ และวิภา พลันสังเกตุ. (2545). การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปะของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง (รายงานผลการวิจัย). โปรแกรมวิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยทักษิณ

สุชีวรรณ யอยรู้รอบ และปิยวรรณ นาคินชาติ. (2554). การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

## บรรณานุกรม (ต่อ)

Google Earth. (2561). แผนที่ตำบลขอนคลานและตำบลนาทอน (Online). <http://www.Google.co.th/maps/search> แผนที่ตำบลขอนคลานและตำบลนาทอน, 15 พฤษภาคม 2562









## โครงการร่วมวิจัยเฉพาะทาง

1. **ชื่อโครงการ** น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
2. **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
3. **ชื่อผู้วิจัย**

นายธีรศักดิ์ เกื้อเมือง รหัส 584232005 นักศึกษาปริญญาตรี  
 สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)  
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นายสมรักษ์ เจ๊สา รหัส 584232019 นักศึกษาปริญญาตรี  
 สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)  
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
4. **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์นัดดา โพดា คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

### 5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์มีความต้องการในการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ปัจจุบันมีความต้องการในการใช้น้ำใน การอุปโภคบริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวของชุมชน จึงมีการผลิตน้ำประปาชุมชนเพื่อการใช้ ประโยชน์ในการอุปโภค บริโภค สำหรับการผลิตน้ำประปามีการนำน้ำผิดนิหรือน้ำใต้ดินมาเป็นแหล่ง น้ำดีบที่ใช้ผลิตโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความสะอาดมากขึ้น ซึ่งน้ำประปาที่ได้ควร มีคุณภาพสะอาดปราศจากสารมลพิษ หรือเชื้อโรคปนเปื้อน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อบรรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประจำของการประปาส่วนภูมิภาค ก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภค จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้น้ำ ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ และคณะ (2559) มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านนangแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพน้ำประปาภูเข้า ด้านกายภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดีมได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ยกเว้น ค่าความชุ่น การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาดีมได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ยกเว้นปริมาณแมงกานีส ด้านชีวภาพ พบร่วมผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดีมได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำประปาภูเข้ามาใช้ในการอุปโภคและบริโภคควรมีการกรองน้ำ และต้มน้ำก่อนเพื่อให้น้ำมีความสะอาดขึ้นและช่วยฆ่าเชื้อจุลทรรศน์ในน้ำเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ และการศึกษาของปัทมา ไชยรักษ์ และคณะ (2552) ทำการศึกษาคุณภาพภูเขาน้ำบ้านดอนดู่ ตำบลน้ำปลี อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ ผลการวิจัยพบว่าส่วนมากน้ำยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ดังนั้นในการนำไปใช้ในการอุปโภคจะไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคโดยตรง ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อก่อน เช่น การต้มก่อนนำมาใช้ การศึกษาของรินทร์ มะโนวาร และคณะ (2555) การประเมินคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน ตำบลสาระถี จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่าส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ได้แก่ ความชุ่น ความเป็นกรด-ด่าง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว ฟลูออไรด์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาทุกแห่งอย่างสม่ำเสมอ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาทุกเดือน และการให้ความรู้เกี่ยวกับการดูแลระบบประปาและการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแก่ผู้ดูแลระบบประปางหมู่บ้านจากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปางของราชการประจำของภูมิภาคเพื่อการอุปโภคและบริโภคในบางด้านโดยเฉพาะความชุ่นและชีวภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อคุณภาพน้ำที่ดีต่อการให้บริการแก่ชุมชน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณภาพน้ำประปางของหมู่บ้านบ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีประชากรที่ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาจำนวน 2,547 คน จำนวน 619 ครัวเรือน จากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่และการสอบถามผู้ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาหมู่บ้าน พบร่วมลักษณะทางกายภาพของน้ำไม่เหมาะสมสมสำหรับการนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค เนื่องจากน้ำประป

ที่ใช้มีความชุน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคโดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาทางกายภาพ และเคมี เพื่อทราบถึงปริมาณสารมลพิษที่ปนเปื้อน หากพบว่ามีปริมาณสารมลพิษเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจำเป็นต้องปรับคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภคที่สะอาดและปลอดภัยส่งผลให้สุขภาพของคนในชุมชนดีขึ้น

## 6. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

## 7. ตัวแปร

ตัวแปรต้น	คือ น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
ตัวแปรตาม	คือ คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี
ตัวแปรควบคุม	คือ พื้นที่ ช่วงเวลา

## 8. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 8.1 คุณภาพน้ำประปา หมายถึง คุณลักษณะของน้ำที่ต้องการหรือเหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค
- 8.2 ประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน หมายถึง โรงประปาที่ให้บริการในพื้นที่ของหมู่บ้าน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ที่มีระยะห่างสั้นๆ ภายในหมู่บ้าน

## 9. สมมติฐาน

คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

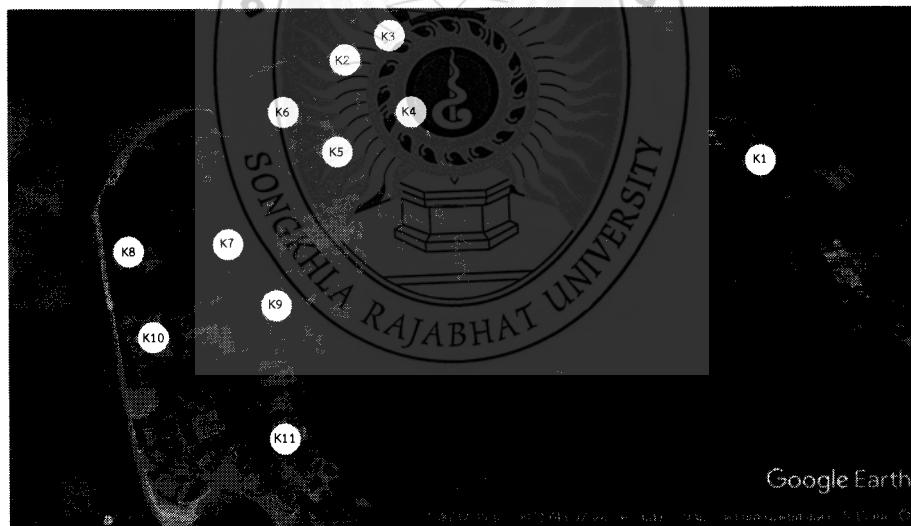
## 10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 10.1 ทราบคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำประปาหมู่บ้าน
- 10.2 เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

## 11. ขอบเขตการวิจัย

พื้นที่ศึกษา คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ตัวอย่างแบ่งการเก็บเป็น 3 โซน คือ โซนที่ 1 น้ำดิบ โซนที่ 2 ต้นท่อ (น้ำจุดตำแห่ง่ ใกล้โรงประปา) โซนที่ 3 ปลายท่อ (บ้านเรือน) ช่วงเวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ระหว่างเดือนมกราคม 2561-เมษายน 2561 สถานที่ทดลอง ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

## ขอบเขตการวิจัย



รูปที่ 10-1 แผนที่การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา

ที่มา: Google Earth (2561) ที่ระดับความสูง 5.15 เมตร

## 12. นิยามศัพท์เฉพาะ

- 12.1 แหล่งน้ำดิบ  
แหล่งน้ำดิบที่นำไปใช้ในการผลิตน้ำประปา ก่อนที่จะทำการผลิตน้ำประปาจำเป็น

จะต้องมี การศึกษาและสำรวจถึงแหล่งน้ำที่จะนำมาผลิตน้ำประปา ว่ามีปริมาณเพียงพอและ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมหรือไม่ เพื่อที่จะได้น้ำประปาที่มีคุณภาพสูงเหมาะสมแก่การอุปโภคบริโภค แหล่งน้ำดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปามี 2 ประเภท คือ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, 2550)

## 12.2 คุณภาพน้ำ

ลักษณะสมบัติของน้ำดิบและน้ำประปา แบ่งออกเป็น คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและทางด้านแบคทีเรีย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

### 1) ลักษณะทางกายภาพ

#### 1.1) ความชุน

เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ทรัพย์ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และ สาหร่าย เชล黛ีย แพลงตอน สามารถทำให้เกิดแสงหักเหในน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินว่า ผู้บริโภค ต้องการใช้น้ำหรือไม่ และเนื่องจากความชุนเป็นพารามิเตอร์ที่วัดได้ง่าย จึงนิยมใช้ความชุนเป็นเครื่องวัด

#### 1.2) สี

เกิดจากพืชที่เน่าเสียและมักมีสีชา การที่น้ำมีสีผิดปกติเป็นที่น่ารังเกียจ

#### 1.3) กลิ่นและรส

เกิดจากสาเหตุ จุลินทรีย์ต่าง ๆ สาหร่าย ก้าชต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำ การ เน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในน้ำซึ่งขาดออกซิเจน เป็นต้น มาตรฐานกำหนดว่าต้องไม่เป็นที่น่ารังเกียจ

#### 1.4) อุณหภูมิ

น้ำธรรมชาติมักมีอุณหภูมิปกติ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงได้ และยังมีอิทธิพลต่อกรรมวิธีในการผลิตน้ำประปาอีกด้วย

### 2) คุณสมบัติทางเคมี

#### 2.1) พีเอช

น้ำในธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6-8.5 น้ำบาดาลจะมีค่าพีเอชสูง หรือต่ำเกินไปมักเป็นอุปสรรคในกระบวนการโคแกกเกเลชัน (Coagulation) ด้วยสารสัม

#### 2.2) ความเป็นด่าง (Alkalinity)

น้ำที่มีความเป็นด่างสูงเป็นน้ำที่มีความสามารถในการ ต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชได้ดีหรือที่เรียกว่า buffering capacity คุณสมบัตินี้มีความสำคัญ

สำหรับการตกลงกันด้วยสารสัมในระบบประปา มีประโยชน์ช่วยให้ปฏิกริยาในกระบวนการโคเอกุเลขันเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.3) ความกระด้าง (Hardness)

หมายถึง ความเข้มข้นหรือปริมาณของอนุนูลโลหะประจุ 2+ ในน้ำ ได้แก่ แคลเซียม แมgnีเซียม เหล็ก แมงกานีส สตรอยเซียม รวมทั้งเหล็ก และอลูมิเนียม โดยธรรมชาติสาเหตุของความกระด้างในน้ำธรรมชาติเกิดแคลเซียมและแมgnีเซียมมากกว่าเหล็กและ โลหะอื่น น้ำจากแหล่งต่างๆ จะมีความกระด้างไม่เท่ากัน อาจแบ่งระดับความกระด้างตามปริมาณ แคลเซียมคาร์บอเนต

## 13 วิธีดำเนินการการวิจัย

- 1) เก็บรวบรวมข้อมูลทุกภูมิที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยจากหนังสือบทความวิจัย วารสาร
- 2) ทำการสำรวจภาคสนามเพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมทั่วไปและเก็บพิพิธที่ตั้งของแหล่งน้ำผิวดินและพิพิธของโรงผลิตน้ำประปา พื้นที่บ้านของคลาน ตำบลของคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
- 3) จัดทำแผนที่เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ณ เส้นทางการจ่ายน้ำประปา
- 4) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ
- 5) นำน้ำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์

ตารางที่ 12-1 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์	APHA et al. (2005)
การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter YSI 3200	Standard method 2510B
ความชุ่น	Naphelometric method	Standard method 2130B
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	Grarimetric Method	APHA et al. (2005)
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter HACH รุ่น Sessions 1	Standard method 4500-H+ B
ความกระด้าง	วิธีไทเรชันด้วย อีดีทีเอ (EDTA Titration)	APHA et al. (2005)
ไนเตรท	Spectrophotometric Method	APHA et al. (2005)
เหล็ก	Phenanthroline Method	APHA et al. (2005)

## 6) วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำประปา

### 6.1) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โดยโปรแกรม SPSS V10

วิเคราะห์ข้อมูลแบบพรรณเช่นร้อยละค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำเสนอ  
การศึกษาวิจัยวิเคราะห์สถิติแบบอ้างอิง เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

## 13. แผนดำเนินงานตลอดโครงการ

### ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560						2561						2562					
	ม.ค.	ก.พ.	ม.ار.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ар.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ар.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร																		
สอบโครงร่าง				△														
การทดสอบฯ ภาคสนาม					▢													
ท้าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ																		
วิเคราะห์ผลการวิจัย																		
สรุปรายงานความก้าวหน้าวิจัย								△										
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล									▢									
การเขียนเล่มวิจัย										▢								
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย													△					

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ △ หมายถึง การสอบแต่ละครั้ง

สัญลักษณ์ ■ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินการ

สัญลักษณ์ □ หมายถึง ช่วงที่ไม่มีการดำเนินการวิจัยเนื่องจากเป็นระยะเวลา  
ฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

#### 14.งบประมาณ

ค่าเดินทางในการหาข้อมูล	1500	บาท
ค่าเอกสารในการเก็บรวบรวมข้อมูล	300	บาท
ค่าสารเคมีที่ใช้ในห้องทดลอง	50	บาท
ค่าส่งตรวจ	3000	บาท
ค่าจัดทำรายงาน	3000	บาท
รวมเงินทั้งหมด	7850	บาท



## 16.เอกสารอ้างอิง

กัญญา เกิดศิริ. 2552. การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในเขตอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และรชาดา บัวไพร. 2555. คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนทีจังหวัดสมุทรสงคราม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ธนาวัฒน์ รักกมล บุญญพัฒน์ ใช้เมล์และสมเกียรติยศ วรเดช. 2552. การประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำของระบบผลิตประปาหมู่บ้าน: กรณีศึกษา บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยหัตชิณวิทยาเขตพัทลุง

ยุภาพร อำนาจ นันทพร สุทธิประภาและวัฒนาชัย มาลัย. 2557. การประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(12)

ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ ประเสริฐ ไวยากร สุนทรีกรโوخาเลิศและวิภาวรรณ ปุคำปวง. 2559. การคุณภาพน้ำประปาภูเขานางและในตำบลลงนาและ อำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย. โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาราชภัฏเชียงราย. วารสารการวิจัยศาสตร์ 101-113

## มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน จะใช้มาตรฐานเดียวกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคตามคำแนะนำขององค์กรอนามัยโลก (WHO) ปี 2554

รายการ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
<b>1. คุณลักษณะทางกายภาพ</b>		
สีที่ปรากฏ (appereance colour)	Pt-Co Unit	15
รสและกลิ่น (taste and odour)	-	ไม่เป็นพิษน่ารังเกียจ
ความชุ่น (turbidity)	NTU	4
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 8.5
<b>2. คุณลักษณะทางเคมี</b>		
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	mg/L	600
เหล็ก (iron)	mg/L	0.3
แมงกานีส (manganese)	mg/L	0.3
ทองแดง (copper)	mg/L	2.0
สังกะสี (zinc)	mg/L	3.0
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness as CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	300
ซัลเฟต (sulfate)	mg/L	250
คลอไรด์ (chloride)	mg/L	250
ฟลูออไรด์ (fluoride)	mg/L	0.7
ไนเตรตในรูปไนเตรท (nitrate as NO <sub>3</sub> )	mg/L	50
ไนไตรที่ในรูปไนไตรท์ (nitrite as NO <sub>2</sub> )	mg/L	3
<b>3. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา</b>		
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (total coliform bacteria)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
อีโคไล (escherichia coli)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
สเตรฟฟิโลโคคัส ออเรียล (stophylococcus aureus)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
แซลโมเนลลา (salmonellaspp.)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
คลอสทริดิเมอร์ฟิงเจนส์ (clostridium perfringens)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ

## มาตรฐานคุณภาพน้ำประจำของการประปาส่วนภูมิภาค (ต่อ)

รายการ (Parameter)	หน่วย (Units)	มาตรฐาน คุณภาพน้ำประจำ
<b>4. สารเป็นพิษ</b>		
ปรอท (inorganic mercury)	mg/L	0.001
ตะกั่ว (lead)	mg/L	0.01
สารห不足 (arsenic)	mg/L	0.01
เชลีเนียม (selenium)	mg/L	0.01
โครเมียม (chromium)	mg/L	0.05
แคมเดียม (cadmium)	mg/L	0.003
แบารี่ม (barium)	mg/L	0.7
ไซยาไนด์ (cyanide)	mg/L	0.07
<b>5. สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช</b>		
อัลตรินและดีลดริน (aldrin and dieldrin)	μg/L	0.03
คลอร์เดน (chlordan)	μg/L	0.2
ดีทีที (dichlorodiphenyl trichloroethane)	μg/L	1
ไฮปตากล็อกและไฮปตากล็อกอีพอกไซด์ (heptachlor and heptachlor epoxide)	μg/L	0.03
ไฮกซ์คลอร์เบนเซ่น (hexachlorobenzene)	μg/L	1
ลินเดน (lindane)	μg/L	2
เมทธอกซิคลอร์ (methoxychlor)	μg/L	20
<b>6. ไตรฮาโลเมเทน</b>		
คลอร์ฟอร์ม (chloroform)	μg/L	300
ไบรโอมไดคลอร์เมเทน (bromodichloromethane)	μg/L	60
ไดไบรโอมคลอร์เมเทน (dibromochloromethane)	μg/L	100
ไบรโอมฟอร์ม (bromoform)	μg/L	100
<b>7. สารกัมมันตภาพรังสี</b>		
ความแรงรวมรังสีแอลfa (gross alpha activity)	Bq/L	0.5
ความแรงรวมรังสีเบต้า (gross beta activity)	Bq/L	1

หมายเหตุ คลอรีนคงเหลือในระบบจ่ายน้ำประจำไม่น้อยกว่า 0.2 mg/L



พิกัดจุดเก็บตัวอย่างและการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

จุดที่	พิกัดจุด		จุดเก็บตัวอย่าง
	Latitude	Longitude	
K1	N 7° 0'11.38	E 99°43'12.57	แหล่งน้ำผลิตน้ำประปาบ้านท่าศิลา
K2	N 7° 0'50.78	E 99°41'14.82	โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน
K3	N 7° 1'0.37	E 99°41'28.47	หมู่ที่3 บริเวณพื้นที่ชาวประมง
K4	N 7° 0'31.05	E 99°41'30.08	หมู่ที่3 บริเวณครัวเรือน
K5	N 7° 0'10.43	E 99°41'11.55	หมู่ที่1 บริเวณพื้นที่ชาวประมง
K6	N 7° 0'30.85	E 99°40'58.40	หมู่ที่1 ตลาดนัดบ้านขอนคลาน
K7	N 6°59'44.05	E 99°40'49.45	หมู่ที่4 องค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน
K8	N 6°59'40.80	E 99°40'27.14	หมู่ที่4 สวนสาธารณะบ้านราไวย
K9	N 6°59'25.67	E 99°41'2.87	หมู่ที่2 กศน.บ้านราไวย
K10	N 6°59'3.46	E 99°40'41.37	หมู่ที่ 2 บ้านราไวยใต้
K11	N 6°58'48.43	E 99°41'9.38	หมู่ที่ 2 สันสุดแนวท่อประปาบ้านราไวยใต้





## วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

### 1.1 อุณหภูมิ

#### หลักการ

โดยปกติทั่วไปค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิประเทศความเข้มแสงกระแสงลม ความชื้น และความลึกของแหล่งน้ำ อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราเมตาโบลิซึม การกินอาหาร และการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมทั้งสัตว์น้ำ โดยเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงมากขึ้นกว่าปกติจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาชีวเคมีของพอกจุลทรีย์สูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกเพิ่มมากขึ้นและทำให้การเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมีมากกว่าปกตินอกจากนี้ยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากค่าอิมตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลงเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำเป็นค่าที่ต้องทำการตรวจวัดในภาคสนามทันที และต้องมีการบันทึกเวลาที่วัดไว้ด้วยเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำในรอบวันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เทอร์โมมิเตอร์ชนิดproto
- 2) กระดาษจดบันทึก

#### วิธีการวัด

- 1) ตรวจสอบว่าเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หรือไม่โดยตรวจสอบprotoที่อยู่ด้านล่างของกระเบ้าว่าไม่ค้างอยู่ด้านบน และเส้น protoไม่ขาดตอน
- 2) นำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมน้ำในแหล่งน้ำที่ต้องการศึกษากรณีที่เป็นน้ำที่มีความลึกมากกว่า 5 เมตรขึ้นไป ควรวัดอุณหภูมิทั้งที่ระดับผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ ส่วนแหล่งน้ำที่มีความลึก 10 เมตรขึ้นไปควรวัดอุณหภูมิทั้ง 3 ระดับคือ ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และพื้นท้องน้ำส่วนแหล่งน้ำหรือบ่อที่มีขนาดกว้างหรือใหญ่มากควรวัดอุณหภูมิหลายจุด แล้วนำค่าที่ได้ไปเฉลี่ย จะได้ค่าอุณหภูมิที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3) การอ่านค่าอุณหภูมิต้องให้protohydrometer เคลื่อนที่ก่อน บันทึกเวลาที่ทำการวัดด้วยหน่วยของอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) ถ้าหากเปลี่ยนหน่วยของอุณหภูมิเป็นองศาฟาร์นไฮน ( $^{\circ}\text{F}$ ) และเคลวิน (K) สามารถคำนวณได้ดังสูตร

$$\text{C} = \frac{5}{9} (\text{F} - 32)$$

$$\text{F} = \frac{9}{5} \text{C} + 32$$

$$\text{K} = 273.15 + \text{C}$$

## 1.2 สภาพนำไฟฟ้า

### หลักการ

สภาพนำไฟฟ้า (conductivity) เป็นคุณลักษณะหรือตัวบ่งบอกความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้านี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายชนิด ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำอุณหภูมิของน้ำขึ้นขณะทำการตรวจวัดชนิดของสารที่มีประจุและความเข้มข้นของสาร มีประจุแต่ละชนิดซึ่งส่วนมากจะเกิดจากสารประกอบอนินทรีย์มากกว่าสารประกอบอินทรีย์ เนื่องจากสารละลาย อนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีสามารถแตกตัวให้ออกอนบวกและลบ ส่วนสารอินทรีย์ เช่น ชูโกรสและเบนซินจะไม่แตกตัวในน้ำ จึงไม่นำไฟฟ้า นอกจากนี้จำนวนประจุของสารที่มีประจุก็จะมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำนั้นด้วย

ค่าการนำไฟฟ้า ไม่ได้เป็นค่าเฉพาะตัวของไอออนตัวใดตัวหนึ่งแต่เป็นค่ารวมของไอออนทั้งหมดในน้ำ ค่าไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารในน้ำ บอกเพียงแต่ว่ามีการเพิ่มหรือลดของไอออนที่ละลายในน้ำ เท่านั้น กล่าวคือถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้นหรือถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงแสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง

ค่าการนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็น ไมโครโอม์ต่อเซนติเมตร ( $\mu\text{mhos/cm}$ ) หรือไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ( $\mu\text{Siemens/cm}$ ) และเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity) ซึ่งมีหน่วยเป็นโอห์ม ( $\text{ohm}$ ) การวัดสภาพนำไฟฟ้าก็จะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของสารละลายด้วยเนื่องจากสภาพนำไฟฟ้าจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ดังตารางที่ 1.2-1

**ตารางที่ 1.2-1 ส่วนพน้ำไฟฟ้าของสารละลายน้ำมีค่าคงคลอเรต์ 0.01 M อุณหภูมิต่างๆ**

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)
21	1305
22	1332
23	1359
24	1386
25	1413
26	1441
27	1468
28	1496

**ประโยชน์ของการหาค่าส่วนพน้ำไฟฟ้า**

ส่วนพน้ำไฟฟ้านี้มีประโยชน์ในการประเมินหรือคาดคะเนปริมาณสารบางชนิดหรือคุณภาพของน้ำได้หลายประการ ตัวอย่างเช่น

- สามารถใช้ในการตรวจสอบความผิดปกติของน้ำในกรณีที่ได้รับผลกระทบจากการประกอบกิจการอุตสาหกรรมที่มีการระบายน้ำทึบที่มีสารที่มีประจุอยู่มากลงสู่แหล่งน้ำ
- ใช้ในการคาดคะเนปริมาณของแข็งทั้งหมดในตัวอย่างน้ำกรณีที่ได้ทำความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดและส่วนพน้ำไฟฟ้า
- ใช้ในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่างๆที่มีต่อสมดุลทางเคมีผลทางกายภาพที่มีต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์และผลกระทบต่ออัตราการกัดกร่อนของสารต่างๆ
- ใช้ในการประเมินหรือตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำ ที่ผ่านการทำบ๊ัดต่างๆ เช่น การกลั่น การกรองหรือการทำบ๊ัดแบบรีเวอร์สโอสโมซิส (reversed osmosis) เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่า น้ำนั้นมีคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้ตามวัตถุประสงค์ หรือไม่
- ใช้ในการคาดคะเนจำนวนสารประกอบไฮอนิกที่จะใช้ในการทดสอบและการทำให้สารละลายน้ำเป็นกลาง

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

- เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter)
- เทอร์โมมิเตอร์

## สารเคมี

สารละลายน้ำตรฐานอ้างอิง (Standard Reference Solution) Standard KCl Solution 0.1 โมลาร์

- 1) อบ KCl ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและทิ้งให้เย็นใน Dessicator
- 2) ซึ่ง KCl ที่อบแห้งแล้ว 7.456 กรัม จากนั้นละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

## วิธีการวิเคราะห์

ทำการวัดอุณหภูมิและค่าการนำไฟฟ้าตามคู่มือการใช้งานของเครื่อง

### ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

- 1) วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าให้ทำตามคู่มือการใช้งานของเครื่อง รวมทั้งวิธีการดูแลรักษา
- 2) ควรตรวจสอบเครื่องอย่างสม่ำเสมอ
- 3) ถ้าต้องวัดค่าการนำไฟฟ้าทั้งน้ำดี และน้ำเสียควรจะวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำก่อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในระหว่างการวัดแต่ละตัวอย่าง เมื่อฉีดล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นแล้วควรจะใช้ตัวอย่างที่จะวัดล้างหัววัดก่อนอีกครั้ง

### 1.3 ความชุ่น

#### หลักการ

ความชุ่น (turbidity) หมายถึง สิ่งแขวนลอยที่กั้นทางเดินของแสงในน้ำ ความชุ่นของน้ำเกิดจากสิ่งแขวนลอยนานาชนิดที่มีขนาดแตกต่างกัน อาจเป็นพอกสารอินทรีย์สารอินทรีย์สารอินทรีย์ เช่น ดิน รายละเอียดมากแพลงค์ตอน สารอินทรีย์ขนาดเล็กหรือจุลินทรีย์ เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดการระจัดกระจาย (scattered) และดูดซึม (absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สิ่งแขวนลอยที่เป็นความชุ่น ในน้ำจะเป็นสิ่งใดขึ้นอยู่กับการสัมผัสของน้ำที่แหล่งน้ำ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ความชุ่น เป็นลักษณะสมบัติเฉพาะของน้ำผิดนิยม น้ำใต้ดินมักไม่มีความชุ่น

การตรวจวัดความชุ่น สามารถกระทำได้หลายวิธีแต่ที่ใช้กันมากคือการใช้เครื่องวัดความชุ่น (nephelometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบความเข้มของแสงที่กระเจิงอกมาของตัวอย่างน้ำ เทียบกับของสารมาตรฐานภายใต้สภาวะที่กำหนดโดยถ้าความเข้มของแสงที่กระเจิงอกมากขึ้นนั้น คือตัวอย่างน้ำนั้น จะมีความชุ่นมาก

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวัดความชุ่น แบบโนฟีโลมิเตอร์ เครื่องวัดต้องสามารถวัดค่าความแตกต่างของความชุ่นได้ 0.02 เอ็นทีyu หรือน้อยกว่าในกรณีที่ความชุ่นมีค่าน้อยกว่า 1 เอ็นทีyu ตัวอย่างของเครื่องวัดประเภทนี้ได้แก่ เครื่องวัดความชุ่นยี่ห้อ HACH

2) หลอดวัดตัวอย่างน้ำหลอดวัดตัวอย่างน้ำ ต้องเป็นแก้วใสไม่มีสีตองดูแลให้สะอาดอยู่เสมอทั้งด้านนอกด้านใน และต้องระวังอย่า ให้มีรอยขีดข่วน

### สารเคมี

1) น้ำกลั่นที่ใสและไม่มีความชุ่น

น้ำน้ำกลั่นที่ผ่านการกรองด้วยเมมเบรนขนาด 0.2 ไมครอน ใช้ในการเตรียมสารละลายความชุ่นมาตรฐาน และใช้สำหรับเจือจางตัวอย่างน้ำ

2) สารละลายมาตรฐานฟอร์มาซิน (formazin standard solution) 4,000 เอ็นทีyu  
เตรียมจาก

2.1) สารละลาย A ละลายไฮดรอกซีนัลเฟต  $[(\text{NH}_2)_2\cdot\text{H}_2\text{SO}_4]$  5.0 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร

2.2) สารละลาย B ละลาย hexamethylenetetramine  $[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$  50.0 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร เทสารละลายทั้ง 2 ชนิดผสมกันลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ความชุ่นของสารละลายที่ได้จะมีค่าเท่ากับ 4000 เอ็นทีyu ซึ่งนำไปเจือจางด้วยน้ำกลั่น ตามความชุ่นที่ต้องการ หมายเหตุ: การเตรียมสารละลายนี้ทุกๆ เดือนและเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้สำหรับสารละลายเจือจาง

## วิธีการวิเคราะห์

- 1) เปิดเครื่องวัดความชุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้ และวัดความชุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีของเครื่องมือนั้น ๆ
- 2) น้ำตัวอย่างต้องเขย่าให้เข้ากันดีก่อนเทใส่หลอดวัดตัวอย่างเพื่อนำไปวัดความชุ่น
- 3) เครื่องวัดความชุ่นบางรุ่นจะมีสารละลายมาตรฐานความชุ่นมาให้แล้ว ต้องมีการตรวจเช็คว่าเสื่อมคุณภาพหรือไม่ โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานความชุ่นที่เตรียมขึ้นใหม่
- 4) ถ้าตัวอย่างน้ำมีความชุ่นเกินที่เครื่องจะวัดได้ให้เจือจางตัวอย่างน้ำลงก่อนข้อควรระวังหลอดวัดตัวอย่าง ต้องระวังไม่ให้มีรอยขีดข่วน เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ล้างด้วยน้ำประปา ก่อนแล้วนำมาน้ำ เช่นน้ำประปาและน้ำดื่มน้ำก็ได้

### ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

หลอดวัดตัวอย่าง ต้องระวังอย่า ให้มีรอยขีดข่วน เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ล้างด้วยน้ำประปา ก่อนแล้วนำมาน้ำ เช่นน้ำประปาและน้ำดื่มน้ำก็ได้

### 1.4 ของแข็งละลายน้ำหั้งหมด

#### หลักการ

ของแข็ง (solids) หมายถึง สิ่งเจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมถึงสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น กรดอินทรีย์และกรดต่างๆ ที่ละลายในน้ำสิ่งเจือปนที่เหลือเป็นของแข็งนี้มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งอาจจะละลายในน้ำ หรือไม่ก็ได้ การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในน้ำทำได้โดยการซึ่งน้ำหนัก (gravimetric method) แล้วรายงานผลในรูปน้ำหนัก สารต่อปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

#### อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) ชามระเหย (Evaporating Dish)
- 2) อ่างไอน้ำ (Water Bath)
- 3) ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven)
- 4) โดดความชื้น (Dessicator)
- 5) เครื่องซึ่ง ละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

## วิธีการวิเคราะห์

- 1) กรองของแข็งที่สามารถกรองออกได้ออกทิ้ง หรือใช้ส่วนที่ได้จากการกรอง (filtrate) ที่เหลือจากการหาปริมาณของแข็งhexaneโดย
- 2) ซึ่งน้ำหนักขามะหยี่ที่นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน ตู้ดูดความชื้น (desiccator) แล้วนำไปซึ่งน้ำหนักสมมติได้น้ำหนัก = A กรัม
- 3) ตวงน้ำส่วนที่ได้จากการกรอง 50 มิลลิลิตร (ปริมาตรของตัวอ่างน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะ) ใส่ในขามะหยี่
- 4) นำไปตั้งบนเครื่องอั่งน้ำให้น้ำระเหยจนแห้ง
- 5) นำขามะหยี่ที่ระเหยน้ำแห้งแล้วนำไปใส่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นนานประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นใน Dessicator
- 6) เมื่อยืนแล้วจึงนำมาซึ่งสมมติ = B กรัม
- 7) ควรทำข้อ 1-6 ช้ำ จนได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่า 4 ของน้ำหนักครั้งก่อนหรือประมาณ 0.5 มิลลิกรัม

### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{(B-A).10^6}{mL \text{ sample}}$$

โดยที่ A = น้ำหนักขามะหยี่ก่อนการวิเคราะห์ (กรัม)

B = น้ำหนักขามะหยี่หลังการวิเคราะห์ (กรัม)

## 1.5 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

### หลักการ

ความเป็นกรด-ด่างหรือที่เรียกวันว่าค่า pH เป็นค่าที่แสดงปริมาณหรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ (Hydrogen or Hydronium ion;  $H^+$  or  $H_3O^+$ ) ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้ออนมูลกรด ( $H^+$ ) หรือด่าง ( $OH^-$ ) ได้ค่า pH มีค่าตั้งแต่ 0-14 ถ้าตัวอย่างน้ำ มีค่า pH ต่ำกว่า 7 หมายถึงน้ำ มีสภาพเป็นกรด ถ้าตัวอย่างน้ำ มีค่า pH สูงกว่า 7 หมายถึงน้ำ มีสภาพเป็นด่าง และถ้าตัวอย่างน้ำที่มีค่า pH เท่ากับ 7 หมายถึงน้ำมีสภาพเป็นกลาง

### เครื่องมือและอุปกรณ์

#### 1) เครื่องวัด pH (pH meter)

เป็นเครื่องมือทางไฟฟ้าที่ใช้วัด pH ของสารละลายโดยหลักการวัดความต่างศักย์ประจุบนด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคืออิเล็กโทรดและตัวเครื่อง

##### 1.1) อิเล็กโทรด

ทำหน้าที่ 6 เป็นภาคตรวจรับในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นอิเล็กโทรดร่วม (combine electrode) ซึ่งออกแบบไว้ให้สะดวกในการใช้งานโดยรวมอิเล็กโทรดอ้างอิงและอิเล็กโทรดตรวจวัดมารอยู่ด้วยกันอิเล็กโทรดตรวจวัดทำด้วยแก้วพิเศษที่ยอมให้ไฮโดรเจนไอออนผ่านส่วนใหญ่ออกแบบเป็นรูปกระเบาะภายในบรรจุบัฟเฟอร์เอาไว้อิเล็กโทรดอ้างอิงทำหน้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้นตรวจวัดเกิดครบรวงจรโดย  $KCl$  ชนิดอิ่มตัวที่อยู่ในอิเล็กโทรดอ้างอิงซึ่งมีผ่านออกมานี้เป็น salt bridge เชื่อมกับอิเล็กโทรดตรวจวัด

1.2) ตัวเครื่อง (potentiometer) ทำหน้าที่ 6 สำคัญ 3 ประการคือ

- 1) ปรับความต่างศักย์ให้กับอิเล็กโตรดอ้างอิงให้มีค่าความต่างศักย์เป็นศูนย์ และคงที่
- 2) แปลสัญญาณจากความต่างศักย์ของไอออนของอิเล็กโตรดให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า
- 3) ขยายสัญญาณของความต่างศักย์ทางไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นอย่างเพียงพอให้เข้มหรือตัวเลขแสดงออกทางมิเตอร์

2) บีกเกอร์ ขนาด 100 มลลิลิตร

3) เครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer)

### วิธีการวิเคราะห์

1) หลังจากเปิดเครื่องวัดสภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ควรปล่อยให้เครื่องร้อนอย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน

2) ปรับเทียบมาตรฐาน (standardization) เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะวัด สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่าง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่าความเป็นกรดด่าง แน่นอน วิธีปรับเทียบโดยทั่ว ๆ ไปมี 2 วิธี คือ

2.1) การเทียบมาตรฐานสภาพความเป็นกรดด่าง แบบจุดเดียว (single point Standardization) คือการใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ดูค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้ไม่เท่ากับค่าความเป็นกรด-ด่างจริงของสารละลายบัฟเฟอร์ ให้ใช้ปุ่ม calibrate ปรับค่าให้ได้เท่ากัน จากนั้นเครื่องก็พร้อมวัดตัวอย่างต่อไป วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ ค่าที่ได้จะมีโอกาสผิดพลาดมาก

2.2) การเทียบมาตรฐานแบบ 2 จุด (two point standardization) คือ การใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 ตัว เป็นตัวเทียบมาตรฐาน โดยการจุ่มอิเล็กโตรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานด้วยตัวแรก (มี pH 7) ใช้ปุ่ม calibrate ปรับค่าให้ได้เท่ากับค่าของสารละลายบัฟเฟอร์ ถ้าอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลั่น ชับด้วยกระดาษนุ่ม ๆ เบ้า ๆ แล้วแล้วจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานตัวที่ 2 (มีค่า pH 4 หรือ 10) ถ้าอ่านค่าได้ไม่ตรงให้ใช้ slop control ปรับให้ตรง สำหรับเครื่องวัด pH รุ่นใหม่ที่ควบคุมด้วย Microprocessor ก็มีหลักการเช่นเดียวกันนี้ แต่จะสะดวกสบายกว่า ให้ทำงานคู่มือกรใช้จากบริษัทผลิต วิธีเทียบมาตรฐานวิธีนี้จะวัดค่า pH ได้ถูกต้อง

กว่าวิธีแรก โดยเฉพาะเมื่อวัด pH ของตัวอย่างน้ำที่มีค่าอยู่ระหว่าง 2 จุด ที่ standardize ไว้ ควรทำการ calibrate อย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์

3) ตัวอย่างน้ำที่จะนำมารวัด pH ต้องปล่อยให้อุณหภูมิคงที่เสียก่อน เช่น ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำแย่เย็นไว้ ต้องนำออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้จนหายเย็น จึงจะนำไปวัด pH เพราะค่า pH จะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ

4) ก่อนวัด เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันดี เทใส่บีกเกอร์และวางบนเครื่องการ量แม่เหล็ก จุ่มอิเล็กโตรด แล้วเปิดเครื่องการให้หมุนเบาๆ (ถ้าไม่มีเครื่องการ量แม่เหล็ก ให้ขยับอิเล็กโตรดเบาๆ) จนตัวเลขแสดงค่า pH หยุดนิ่ง อ่านค่า pH ของตัวอย่างน้ำ

5) เมื่อจะวัดตัวอย่างให้ฉีดล้างอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลิ้นแล้วซับด้วยกระดาษหรือผ้านุ่มๆ แล้วจึงวัดตัวอย่างถัดไป แต่จะเลิกวัดหลังจากที่ล้างอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลิ้นจนสะอาด และซับให้แห้ง แล้วให้เชื่อมอิเล็กโตรดไว้ในสารละลายที่มีไอออนมากพอสมควร และมีคุณสมบัติเป็นกรด เช่น สารละลายบัฟเฟอร์ 4 หรือที่ดีที่สุดในน้ำยาสำหรับเก็บรักษาอิเล็กโตรด

#### ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

1) ขณะวัด pH ต้องเปิดช่องอากาศของอิเล็กโตรดเพื่อให้ KCl ซึมผ่านออกมайдี และปิดเมื่อเลิกใช้

2) การใช้อิเล็กโตรดควรใช้ด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะส่วนปลายสุดที่มีความบอบบางมากซึ่งถ้าเสียเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้อิเล็กโตรดตัวนั้นเสียเลย

3) ในกรณีไม่ได้ใช้เครื่องวัด pH นาน ๆ ควรเก็บอิเล็กโตรดใส่กล่อง ก่อนเก็บให้สวมปลายอิเล็กโตรดด้วยที่ครอบที่มีความซีนเพียงพอ เช่น ใช้สำลีซุบน้ำยาบัฟเฟอร์ หรือน้ำยาเก็บรักษาอิเล็กโตรด หุ้มไว้และควรปิดช่องอากาศด้วย ไม่ควรแขวนอิเล็กโตรดในบีกเกอร์ เพราะอาจผลอทิ้งไว้นานจนน้ำในบีกเกอร์แห้งหมด ซึ่งจะทำให้อิเล็กโตรดเสีย

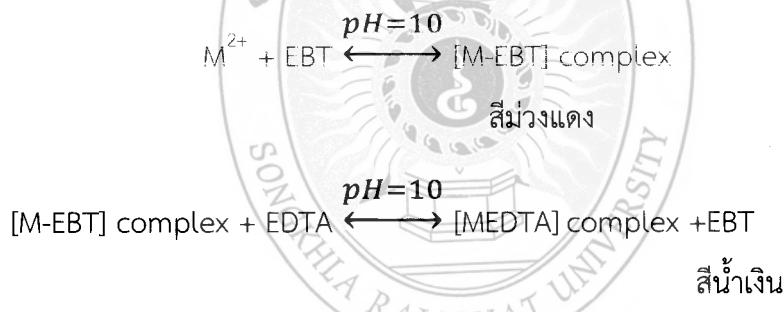
4) สารละลายบัฟเฟอร์เสื่อมคุณภาพได้เพราการเจริญเติบโตของเชื้อราหรือจากการปนเปื้อนของสารอื่น จึงควรเตรียมใช้ใหม่

## วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

### 2.1 ความกระด้าง

#### หลักการ

การหาความกระด้างโดยวิธี EDTA titrimetric method และใช้อริโโครม แบลค ที (eriochromeblack T, EBT) เป็นอินดิเคเตอร์ อาศัยหลักการคือ เมื่อเติม อริโโครม แบลค ที่ ลงไปในตัวอย่างน้ำที่มี  $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$  และไอออนอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความกระด้างในสภาวะที่เป็นด่าง ประมาณ  $10 \pm 0.1$   $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  และไอ้อนอื่นๆ จะจับกับอริโโครม แบลค ที่ เกิดเป็นสารเชิงซ้อน สีม่วงแดง เมื่อนำไปตีเตรทกับ อีดีทีเอ (ethylenediaminetetraacetic acid dihydrate, EDTA)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  และไอ้อนอื่นๆ จะรวมตัวกับอีดีทีเอเกิดเป็น chelated soluble complex ซึ่งคงตัวกว่า สารเชิงซ้อนแรก เมื่ออีดีทีเอรวมตัวกับไอ้อนดังกล่าวหมด จะปล่อยอริโโครม แบลค ที่เป็นอิสระ สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าถึงจุดยุติ (end point) ดังสมการ pH



#### เครื่องมือและอุปกรณ์(Apparatus)

- 1) ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร
- 2) ปิเปต (pipette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 3) บิวเรต (burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร

## สารเคมี

### 1) สารละลายน้ำฟเฟอร์ (buffer solution) เลือกชนิดใดชนิดหนึ่ง

1.1) ซึ่ง แอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride, NH<sub>4</sub>Cl) 16.9 กรัม ละลายในแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc. ammonium hydroxide, conc.NH<sub>4</sub>OH) 143 มิลลิลิตร เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ (magnesium salt of EDTA) 1.25 กรัม และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรหรือ 3.1.2 ซึ่ง เกลือไดโซเดียมของ EDTA (disodium salt of EDTA) ชนิด analytical grade 1.179 กรัม และ แมกนีเซียมซัลเฟตไฮดร็อกไซเดต (magnesium sulfate heptahydrate, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) 0.78 กรัม หรือแมกนีเซียมคลอไรด์ไฮดร็อกไซเดต (magnesium chloride hexahydrate, MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) 0.644 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายนี้ลงในสารละลายน้ำของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc.ammonium hydroxide, conc.NH<sub>4</sub>OH) 143 มิลลิลิตร และแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammoniumchloride, NH<sub>4</sub>Cl) 16.9 กรัม ผสมให้เข้ากัน และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร เก็บสารละลายน้ำฟเฟอร์ 3.1.1 หรือ 3.1.2 ในขวดพลาสติก หรือขวดแก้ว borosilicate ไม่ควรเก็บสารละลายน้ำฟเฟอร์ 1 เดือน และปิดจุกให้แน่นเพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนียม หรือการดูดซึมจากกําชคาร์บอนไดออกไซด์ สีม่วงแดง สีน้ำเงิน

### 2) อินดิเคเตอร์ (indicators)

2.1) อิริโโครม แบลค ที่เป็นเกลือโซเดียมของ 1-(1-hydroxy-2-naphthylazo)-5-nitro2-naphthol-4-sulfonic acid ซึ่ง อิริโโครม แบลค ที่ 0.5 กรัม ละลายใน 2,2'2"nitrilotriethanol (triethanolamine) หรือ 2-methoxyethanol (ethylene glycol. monomethyl ether) 100 กรัม และใช้ 2 หยดต่อตัวอย่างที่น้ำมาไตเตอร์ 50 มิลลิลิตร

2.2) calmagite : 1-(1- hydroxyl - 4- methyl-2-phenylazo)-2-naphthol-4-sulfonicacid ซึ่ง calmagite 0.10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และใช้ 1 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร

2.3) อินดิเคเตอร์ทั้งข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 สามารถใช้ในรูปของผงแท้ถ้าสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ในปริมาณที่มากเกินพอได้

2.4) เมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) สำหรับ standardization ละลายน้ำทีลเรด 0.1 กรัม ใน 95% ethanol และ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 95% Ethanol

### 3) complexing agent .

ใช้ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำมีตัวขัดขวางการเกิดสีของอินดิเคเตอร์ ทำให้เห็นการเปลี่ยนสีไม่ชัด จึงเป็นต้องเติม complexing agent เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่จุดยุติเห็นได้ชัดยิ่งขึ้น complexing agent ที่ใช้ได้แก่

#### 3.1) อินอิบิเตอร์ 1(inhibitor I)

ปรับ pH ของตัวอย่างให้เป็น 6 หรือสูงกว่าด้วยบัฟเฟอร์ หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 มolarity

เติมโซเดียมไซยาไนด์ (sodium cyanide, NaCN) 250 มิลลิกรัม (โซเดียมไซยาไนด์ เป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงจึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษในการใช้)

เติมบัฟเฟอร์เพื่อปรับ pH ให้เป็น  $10 \pm 0.1$

#### 3.2) อินอิบิเตอร์ 2(inhibitor II )

ซึ่ง โซเดียมซัลไฟด์นาโนไฮเดรต (sodium sulfide nanohydrate,  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{ H}_2\text{O}$ ) 5.0 กรัม หรือ โซเดียมซัลไฟด์เพนทรานาโนไฮเดรต (sodium sulfide pentrahhydrate,  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ ) 3.7 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

3.3) MgCDTA: เกลือแมกนีเซียมของ 1, 2-cyclohexanediamine-tetraacetic acid เติม 250 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร และละลายให้หมดก่อนเติมสารละลายบัฟเฟอร์

3.4) สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ (standard EDTA solution) ความเข้มข้น 0.01 มोลาร์ ซึ่ง อีดีทีเอไดโซเดียมซอลท์ (EDTA di-sodium salt, EDTA) 3.723 กรัม ละลายในน้ำกลั่นต้ม ที่ตั้งทึบไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นต้มในขวดปริมาตร เก็บสารละลายในขวด polyethylene หรือขวดแก้ว borosilicate glass หากเก็บในขวดแก้วธรรมชาติ EDTA สามารถดึงไอออนบางจากขวดแก้วเข้าไปในสารละลายได้

3.5) สารละลายมาตรฐานแคลเซียม (standard calcium solution) ความเข้มข้น 0.01 มोลาร์ ซึ่ง แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate,  $\text{CaCO}_3$ ) ชนิด primary standard (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 1.000 กรัม ใส่ลงในขวดรูปทรงพูนขนาด 500 มิลลิลิตร วางกรวยไว้บนคอขวด ค่อย เติมๆ 1+1 HCl ลงไปทีละน้อยเพื่อละลายแคลเซียม คาร์บอเนต จนหมดพอดี เติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร น้ำไปต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที

เพื่อไล่กําชคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ทึ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมเมธิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) ลงไป 2-3 หยด ปรับให้เป็นกลางด้วย 3N  $\text{NH}_4\text{OH}$  หรือ 1+1 HCl จนมีสีเหลืองอมส้มหรือสีส้มกลางๆ ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ต้มໄล่ carbонไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ )

3.6) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide, NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ซึ่ง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

3.7) กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid, HCl) ความเข้มข้น 1+1 ปีเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. hydrochloric acid) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

3.8) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide) ความเข้มข้น 3 นอร์มอล ปีเปตแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

3.9) น้ำกลั่น (distilled water)

## วิธีการวิเคราะห์

### 1) standardization

standardize สารละลายน้ำตราชานอีดีทีเอ ด้วยสารละลายน้ำตราชานแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.01 มोลาร์

- 1.1) ปั๊ปสารละลายน้ำตราชานแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.01 มोลาร์ ปริมาตร 10 mL ใส่ลงในขวดรูปชุมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร แก้วให้เข้ากัน
- 1.2) เติมบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร แต่ถ้าไม่มีความเป็นกรดสูงอาจเติม 2 มิลลิลิตร

1.3) เติม อิริโอลิโครม แบล็ค ทีชนิดผง ลงไปเล็กน้อย แก้วให้เข้ากัน

- 1.4) นำไปเตาเตารอด้วยสารละลายน้ำตราชานอีดีทีเอ 0.01 มोลาร์ เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน คำนวณความเข้มข้นของสารละลายน้ำตราชานอีดีทีเอ

$$\text{จากสมการ } N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ  $N_1$  = ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตราชานอีดีทีเอ

$V_1$  = ปริมาตรของสารละลายน้ำตราชานอีดีทีเอที่ใช้ในการตีเตารอด

$N_2$  = ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตราชานแคลเซียมคาร์บอเนต

$V_2$  = ปริมาตรของสารละลายน้ำตราชานแคลเซียมคาร์บอเนต

## 2) การทดสอบตัวอย่าง

- 2.1) ปีเปตตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นใน ขวดวัดปริมาตร และเหลngในขวดรูปชามพู่
- 2.2) เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร เพื่อปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 10.0-10.1 แก่งให้เข้ากัน
- 2.3) เติม อิริโอลิครัม แบล็ค ทีอินดิเคเตอร์ ลงไปเล็กน้อย แก่งให้เข้ากัน
- 2.4) นำไปใต้เตรท์ด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ จนถึงจุดยุติสารละลายจะ เปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน จดปริมาตรที่ใช้

### การคำนวณ

$$\text{hardness (มิลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

โดย A = ปริมาตรของอีดีทีเอ ที่ใช้ในการไตเตรท์ (มิลลิลิตร)

B – ภาตุ แคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งสมมูลกับ 1.00 มิลลิลิตร อีดีทีเอ  
หรือ ความเข้มข้นของอีดีทีเอ (โมลาร์)  $\times 100$

## 2.2 ในเตรท์

### หลักการ

ปกติจะพบในเตรทน้อยมากในน้ำผิวดิน แต่จะพบสูงในน้ำใต้ดินบางแห่ง ในน้ำโสโคログใหม่ๆ จากอาคารบ้านเรือนก็จะพบในเตรท์ในปริมาณที่น้อยมากแต่ใน effluent ของ nitrifying biological treatment plant อาจพบในเตรท์ในปริมาณที่สูงถึง 50 มิลลิกรัม ในเตอร์เจนต่อลิตร

สารประกอบของในเตอร์เจนสามารถเปลี่ยนรูปเป็นในเตรท์ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารอินทรีย์ที่มีในเตอร์เจนเป็นองค์ประกอบและแอมโมเนียม โดยแหล่งใหญ่สำหรับการปนเปื้อนของ ในเตรท์อินทรีย์มาจากการเสียขับถ่ายจากคนและสัตว์ในขณะที่จากในเตรท์อนินทรีย์มาจากการเผาไหม้ในเตรท์ และแอมโมเนียมในเตรท์ ซึ่งใช้ในปุ๋ยเคมีเกินกว่า 80% และยังมาจากวัตถุระเบิด ประมาณ 16% ซึ่งแหล่งการปนเปื้อนส่วนใหญ่ มาจากการซากแหล่งคืนในการเกษตรกรรมที่ใช้ปุ๋ยเคมี

นั้นเอง และเนื่องจากดินสามารถกรุดซับไนเตรทไว้ได้น้อยมากใน terrestrial จึงสามารถละลายในน้ำได้เป็นอย่างดีและละลายอยู่ในน้ำผิวดิน เพราะใน terrestrial ไม่สามารถถูกลายเป็นไอโอดีไนเตรทจึงคงตัวในน้ำ จนกว่าจะมีการนำไปใช้ประโยชน์โดยพืชและสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรีย การสลายตัว (degradation) ของไนเตรทเกิดได้เร็วในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic conditions)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่อง (spectrophotometer)
- 2) เครื่องอุ่นน้ำควบคุมอุณหภูมิ (heating water bath)
- 3) หลอดทดลอง
- 4) น้ำกลั่น

### สารเคมี

- 1) stock nitrate solution

ละลายแอนไฮดรัสโพแทสเซียมไนเตรท ( $\text{KNO}_3$ ) 721.8 มิลลิกรัมต่อกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร (สารละลายนี้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมในโทรเจนตอลิตร)

- 2) standard nitrate solution ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมในโทรเจนตอลิตร ไปเปต stock nitrate solution 20 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

- 3) brucine-Salfanilic acid solution

ละลาย brucine sulfate ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_4$ ) $_2\text{H}_2\text{SO}_4$  1 กรัม และกรดซัลฟูริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0.1 กรัม ในน้ำร้อน 70 มิลลิลิตร จากนั้นเติม conc. HCl 3 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร (สารละลายนี้เก็บไว้ได้นานหลายเดือน สีชมพูทึ่ค่อย ๆ เกิดขึ้น ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์แต่ให้ระวังสารเข้าปากเพราะมีความเป็นพิษ)

- 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (4+1)

ค่อย ๆ เท conc. $\text{H}_2\text{SO}_4$  500 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

- 5) sodium chloride solution

ละลาย NaCl 300 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น

## วิธีการวิเคราะห์

### 1) การเตรียมสารละลายน้ำตรฐานในเทρท

เตรียมสารละลายน้ำตรฐานในเทρทในช่วง 0.1-2 มิลลิกรัมในโตรเจนต่อลิตร โดยการ เจือจาง 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 และ 10 มิลลิลิตร ของ standard nitrate solution ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมในโตรเจนต่อลิตร ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร จะได้สารละลายน้ำตรฐานในเทρทที่มีความเข้มข้น 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 20 มิลลิกรัมในโตรเจน ตามลำดับ

### 2) การทำให้เกิดสี

2.1) จัดหลอดลงใน rack ให้ห่างกันพอควรเพื่อให้มีที่ว่างรอบหลอด จัดที่สำหรับ Black และ Standard ด้วย

2.2) ไปเปตตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง และวาง rack ในน้ำเย็น

2.3) เติมสารละลายน้ำโซเดียมคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.4) จากนั้นเติมน้ำสี H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (4+1) ลงไป 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน และวาง rack ในน้ำเย็น ปล่อยทิ้งให้เย็น ถ้าหากมีสีหรือความขุ่นเกิดขึ้นให้อ่านค่า sample blank ที่ 410 นาโนเมตร

2.5) เติม brucine-sulfanilic acid solution ลงไป 0.5 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.6) จากนั้น นำ rack วางลงในอ่างในน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 95 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นวาง rack ในน้ำเย็น แล้วนำไปอ่านค่า absorbance ที่ 410 นาโนเมตร

2.7) นำค่า standard ที่อ่านค่าได้มาลบกับค่า blank ที่อ่านได้ก่อนนำไป plot กราฟ standard curve และนำค่า blank มาหักลบค่าของ sample ที่อ่านได้เข่นกัน

## การคำนวณ

$$\text{NO}_3^- - \text{N (mg/L)} = \frac{\mu\text{g ที่อ่านได้จากการ}}{\text{mL Sample}}$$

## 2.3 เหล็ก

### หลักการ

สารละลายของเหล็ก  $\text{Fe}^{3+}$  ในน้ำสามารถถูกสกัดด้วยสารละลาย 8-hydroxyquinoline (oxine) ในคลอโรฟอร์มในสารละลายที่มี pH ระหว่าง 2-10 สารละลายที่มี pH ในช่วง 2-2.5 ไอออนของโลหะนิกเกิล โคบอลต์ ชีเลียม (III) และอะลูมิเนียม จะไม่รบกวนในวิธีการสกัดเมื่อนำสารละลายของ  $\text{Fe}^{3+}$  ในน้ำผสมของสารละลาย oxine 1% ในคลอโรฟอร์มแล้วเขย่าเมื่อตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นจากกันจะพบว่า ชั้นคลอโรฟอร์มเป็นสีเขียวแกมเหลืองของ Ferric oxinate ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงช้อนของเหล็ก (III) ออกซิน ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม ดังนั้นเหล็ก (III) จึงถูกสกัดออกจากชั้มน้ำได้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) สเปกโกรไฟโตเมทรี spectrophotometry
- 2) pH paper
- 3) volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 4) volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร
- 5) volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 6) beaker ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 7) pipette ขนาด 1.00 , 5.00 มิลลิลิตร
- 8) dropper , plaster pipette
- 9) ลูกยางดูดสารละลาย

### สารเคมี

- 1) 1% 8-hydroxyquinoline (A.R.grade) / chloroform
- 2) สารละลายตัวอย่างเหล็ก  $\text{Fe}^{3+}$
- 3) สารละลายมาตรฐานเหล็ก  $\text{Fe}^{3+}$  (stock solution) เช้มขั้นประมาณ 100 ppm
- 4) HCl เช้มขั้น 1.0 M และ 0.001

## วิธีการวิเคราะห์

1) เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน ตวงตัวอย่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร (ถ้าตัวอย่างน้ำมีเหล็กมากกว่า 200 ไมโครกรัม ต้องใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำน้อยลง แล้วเติมน้ำมันให้เป็น 50 มิลลิลิตร

2) เติมกรดเกลือเข้มข้น 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไฮดรอกซี酇ามีน 1 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้ว 3-4 เม็ด นำไปต้มบนเตาแผ่นให้เดือดเพื่อให้แน่ใจว่าเหล็กในน้ำละลายหมดแล้วต้มต่อไปจนกระทั้งปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ยกลงทำให้เย็นลงจนท่ออุณหภูมิห้อง

3) เทใส่หลอดเนสเลอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายอะเซเตอบาฟเฟอร์ 10 มิลลิลิตร และสารละลายฟิแนนโโทรลีน 4 มิลลิลิตร เติมน้ำกลิ้นให้ครบขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10-15 นาที เพื่อให้เกิดสีเข้มที่สุด

4) นำไปวัด absorbance ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ใช้น้ำกลิ้นเป็นแบล็คแคนเทนตัวอย่างน้ำแล้วทำขั้นตอนการวิเคราะห์เหมือนตัวอย่าง (ข้อ 1-3) อ่านค่าจากกราฟมาตรฐาน

5) ทำกราฟมาตรฐานโดยเตรียมอนุกรมของสารละลายเหล็กให้มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ไมโครกรัม โดยปีเปตสารละลายมาตรฐานเหล็กที่มีความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม ถึง 10 ไมโครกรัม มา 1,2,3,4,5 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเนสเลอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลิ้นให้ครบปริมาตรเท่าบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วทำงานขั้นตอนข้อ 2-4 พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นเหล็กเป็นไมโครกรัมกับ absorbac



## จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา



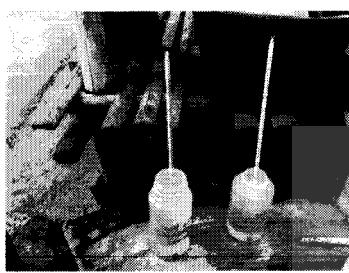
จุด K1 แหล่งน้ำดิบ



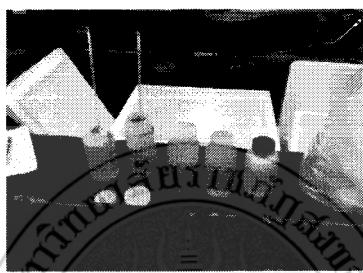
จุด K2 โรงประปาบ้านขอนคลาน



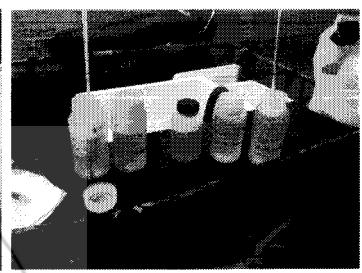
จุด K3 บ้านขอนคลานตะวันตก



จุด K4 บ้านขอนคลานตะวันตก



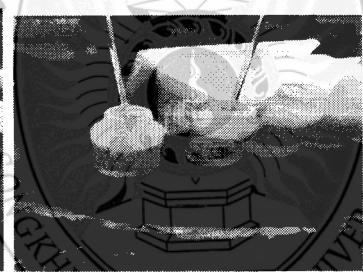
จุด K5 ขอนคลานตะวันออก



จุด K6 ขอนคลานตะวันตก



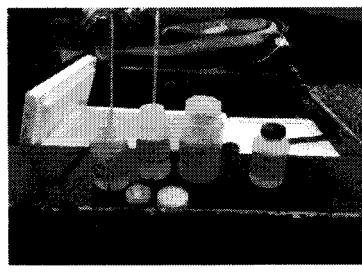
จุด K7 บ้านราไวย์เหนือ



จุด K8 บ้านราไวย์เหนือ



จุด K9 บ้านราไวย์ใต้

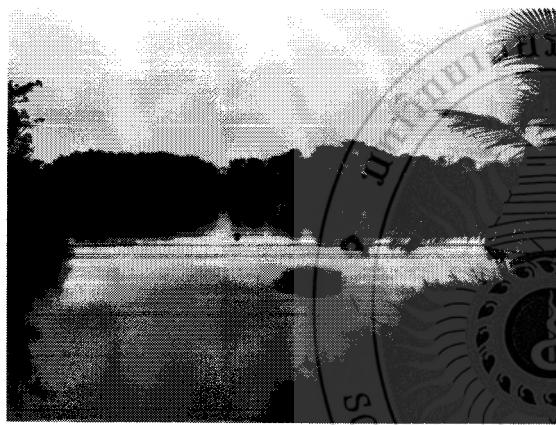


จุด K10 บ้านราไวย์ใต้



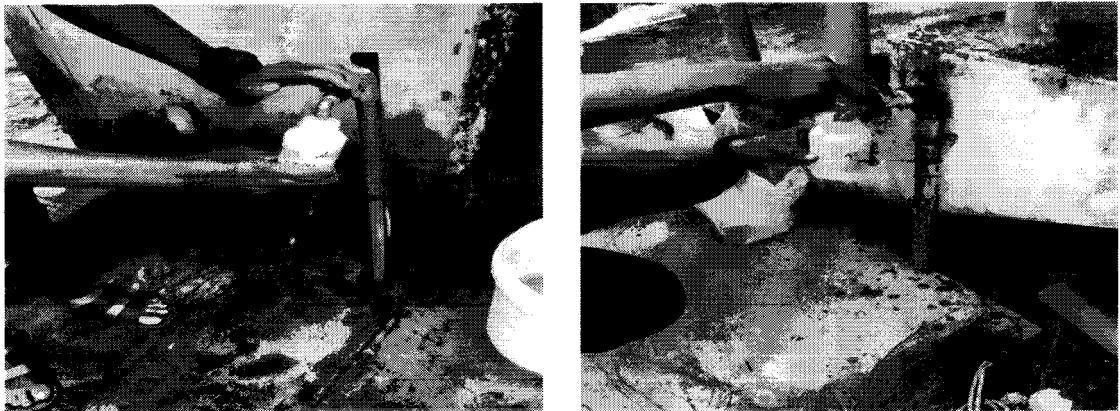
จุด K11 สิ้นสุดแนวท่อประปาบ้านราไวย์ใต้

## โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน



### ภาพประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

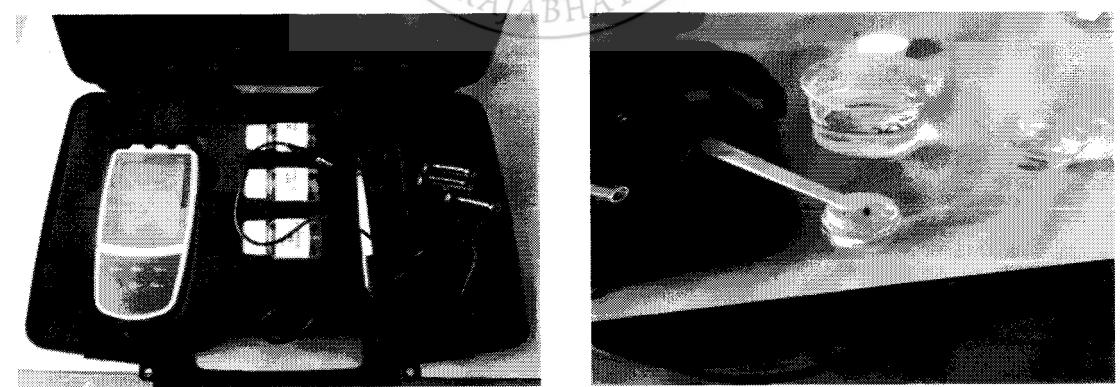
ภาพที่ ๔-๑ การเก็บตัวอย่างน้ำประปา



ภาพที่ ๔-๒ การวิเคราะห์ อุณหภูมิ



ภาพที่ ๔-๓ การวิเคราะห์ การน้ำไฟฟ้า

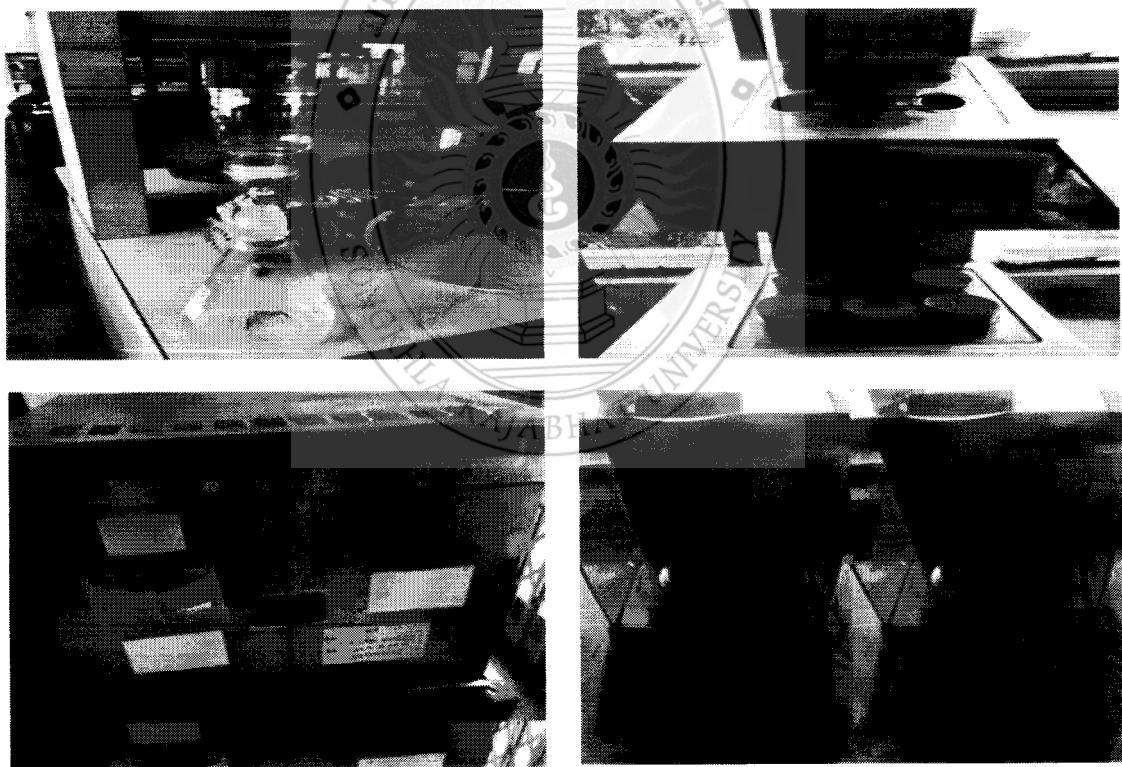


### ภาพประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ต่อ)

ภาพที่ ง-4 การวิเคราะห์ค่าความชื้น



ภาพที่ ง-5 การวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด



ภาพประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ต่อ)

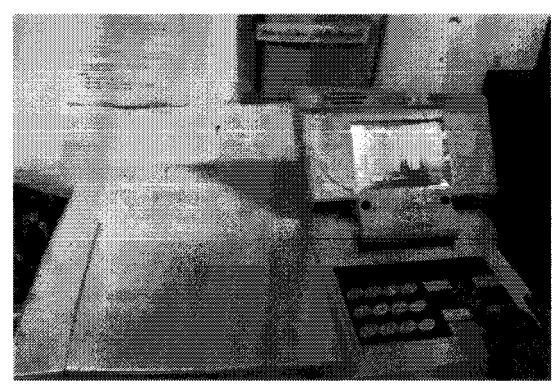
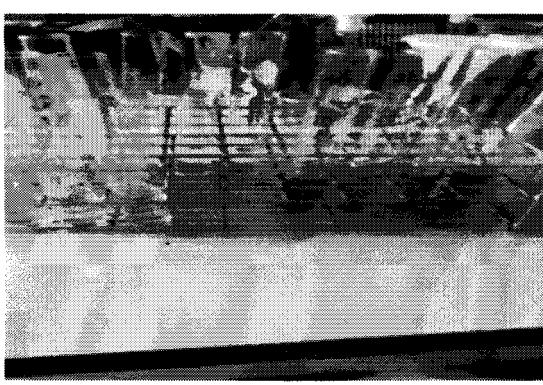
ภาพที่ ง-6 การวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดด่าง



ภาพที่ ง-7 การวิเคราะห์ ความกระด้าง



ภาพที่ ง-8 การวิเคราะห์ ในเตรท





ผลการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ T-Test

## ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำดื่มที่วิเคราะห์ T-Test

อุณหภูมิ

### Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	อุณหภูมิ	25.0000	11	.44721	.13484
	อุณหภูมิ	25.3636	11	.80904	.24393

### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	อุณหภูมิ & อุณหภูมิ	11	.276	.411

### Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference						
				Mean	Lower	Upper				
Pair 1	อุณหภูมิ - อุณหภูมิ	- .36364	.80904	.24393	-.90716	.17988	-1.491	10	.167	

ວິເຄຣະທ່າງສົດຕິ

ສກາພນຳໄຟຟ້າ

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ຖອນ	16.3805	11	1.65012	.49753
	ຖອນ	14.1757	11	2.51966	.75971

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ຖອນ & ຖອນ	11	.821	.002

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference							
				Lower	Upper						
Pair 1	ຖອນ - ຖອນ	2.20482	1.49846	.45180	1.19814	3.21150	4.880	10	.001		

## วิเคราะห์ทางสถิติ

### ค่าความชัน

#### **Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	กฐกน	484.7264	11	236.25724	71.23424
	กฐรื่น	5.0964	11	3.16228	.95346

#### **Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	กฐกน & กฐรื่น	11	.816	.002

#### **Paired Samples Test**

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference								
				Mean	Lower	Upper						
Pair 1 กฐกน - กฐรื่น	479.63000	233.68272	70.45799	322.63981	636.62019	6.807	10	.0001				

### วิเคราะห์ทางสถิติ

#### ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

#### **Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1      ถ้วน	1437.7273	11	53.48849	16.12739
ถ้วน	1090.6364	11	179.24468	54.04430

#### **Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1      ถ้วน & ถ้วน	11	.532	.092

#### **Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference							
				Lower	Upper						
Pair 1      ถ้วน - ถ้วน	347.09091	157.47156	47.47946	241.30008	452.88174	7.310	10	.0002			

## วิเคราะห์ทางสถิติ

### ค่าความเป็นกรด-ด่าง

#### **Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	7.0609	11	.16146	.04868
	7.6455	11	.11067	.03337

#### **Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1      ถุงผน & ถุงร้อน	11	.420	.198

#### **Paired Samples Test**

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference								
				Mean	Lower	Upper						
Pair 1      ถุงผน - ถุงร้อน	-.58455	.15267	.04603	-.68711	-.48198	-12.699	-	10	.0002			

## วิเคราะห์ทางสถิติ

### ความกระด้าง

#### **Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1      ณูฟ่น	188.4545	11	5.26049	1.58610
ณูรื้อถอน	151.0000	11	24.60894	7.41988

#### **Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1      ณูฟ่น & ณูรื้อถอน	11	.711	.014

#### **Paired Samples Test**

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference								
				Mean	Lower	Upper						
Pair 1      ณูฟ่น - ณูรื้อถอน	37.45455	21.19605	6.39085	23.21484	51.69425	5.861	10	.0001				

## วิเคราะห์ทางสถิติ

### ในตรรท

#### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	4.4409	11	.88727	.26752
	3.6836	11	.20559	.06199

#### Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	11	-.121	.724

#### Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference						
				Mean	Lower	Upper				
Pair 1	.75727	.93463	.28180	.12938	1.38517	2.687	10	.023		

## วิเคราะห์ทางสถิติ

เก็ง

### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 ตุณ์ฝน	2.5536	11	1.76780	.53301
ตุณ์ร้อน	.1136	11	.05446	.01642

### Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 ตุณ์ฝน & ตุณ์ร้อน	11	.778	.005

### Paired Samples Test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference								
				Mean	Lower	Upper						
Pair 1 ตุณ์ฝน - ตุณ์ร้อน	2.44000	1.72576	.52034	1.28062	3.59938	4.689	10	.001				



## ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อผู้ทำวิจัย	นายสมรักษ์ เจี๊ยะ
วันเดือนปีเกิด	2 สิงหาคม พ.ศ.2539
ที่อยู่	109/2 หมู่ 4 ต.ขอนคลาน อ.ทุ่งหว้า จ.สตูล 91120
ประวัติการศึกษานักศึกษา	โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อผู้ทำวิจัย	นายอธิรศักดิ์ เกื้อเม่ง
วันเดือนปีเกิด	6 กรกฎาคม พ.ศ.2539
ที่อยู่	85/32 หมู่ 2 ต.ทรายขาว อ.คลองท่อม จ.กรุงปี 81170
ประวัติการศึกษานักศึกษา	โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

