SUT7-715-58-12-06

รายงานการวิจัย

การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(Engineering-Oriented Evaluation of Urban Water Supply System in North-Eastern Region)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

ผลการวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

SUT7-715-58-12-06

รายงานการวิจัย

การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปาในเขตเมือง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(Engineering-Oriented Evaluation of Urban Water Supply System in North-Eastern Region)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. พัชรินทร์ ราโช

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สำนักวิศวกรรมศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. บุญชัย วิจิตรเสถียร

ดร.ฉัตรเพชร ยศพล

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

ผลการวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนเงินทุนอุดหนุนงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2558 เรื่อง การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยทุกท่านที่มิได้กล่าวไว้ในที่นี้

คณะนักวิจัย

14 กรกฎาคม 2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

จากปัญหาอุทกภัยซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นและทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในทุกปี การบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพของแต่ละลุ่มน้ำถือเป็นส่วนสำคัญในการป้องกันและแก้ไขปัญหา โดยต้องอาศัยความร่วมมือทั้งภาครัฐและภาคประชาชน ระบบประปาเป็นจุดศูนย์กลางของการสร้างศักยภาพการบริหารจัดการน้ำของแต่ละชุมชน เนื่องจากน้ำประปาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งของทุกชุมชน และความรู้ด้านการบริหารจัดการระบบประปาสามารถเชื่อมโยงไปสู่การจัดการทรัพยากรน้ำของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม ในการศึกษานี้จึงได้สนใจศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมุ่งเน้นในด้านวิศวกรรมการออกแบบระบบผลิตประปา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินการออกแบบและควบคุมระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองในพื้นที่ศึกษา และถ่ายทอดความรู้และเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา

พื้นที่ในการศึกษาประกอบด้วย จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ โดยทำการกำหนดระบบผลิตประปาในการศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 10 แห่ง ประกอบด้วยระบบผลิตประปาเทศบาล 5 แห่ง และระบบผลิตประปาการประปาส่วนภูมิภาค 5 แห่ง การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วยการออกแบบระบบผลิตประปา การบริหารจัดการ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ

การออกแบบระบบประปาในเขตเมือง ซึ่งมีพื้นที่ให้บริการจำนวนมากโดยส่วนใหญ่พบว่ากำลังการผลิตในการออกแบบสูงเริ่มตั้งแต่ 140 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง รูปแบบระบบผลิตที่ใช้เป็นส่วนใหญ่คือแบบทรายกรองเร็ว เนื่องจากง่ายต่อการดูแลควบคุมระบบ กระบวนการพื้นฐานในการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน ประกอบด้วยการเติมสารเคมีเพื่อสร้างตะกอน การรวมตะกอน การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค การบริหารกิจการประปาส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จ มีความสามารถในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีโครงสร้างขององค์กรที่เป็นระบบ ผู้ดูแลระบบผลิตประปามีความรู้ความสามารถ แต่ยังพบว่าระบบผลิตประปาบางแห่งมีปัญหาเกิดน้ำสูญเสียมากถึงร้อยละ 53 และต้นทุนในการผลิตน้ำประปาสูงถึง 48.18 บาทต่อลูกบาศก์เมตร อาจส่งผลให้เกิดการขาดทุนในการบริหารกิจการประปา และจากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำพบว่าผู้ใช้น้ำเฉลี่ยร้อยละ 83.43 พึงพอใจในการบริการของหน่วยงานผู้ผลิตน้ำประปา แต่ยังมีผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ร้อยละ 78 ไม่ได้รับข่าวสารความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตประปาจากหน่วยงานที่ดูแล ทำให้ผู้ใช้น้ำรู้สึกได้ว่าตนเองไม่มีส่วนร่วมในการดูแลระบบผลิตประปา

Abstract

The floods are likely to occur and intensify every year. Effective water management of each river basin is an important part of preventing and resolving problems. This requires cooperation both public and private. Water supply systems are at the center of the water management capacity of each community. Because tap water is one of the most essential and essential factors of every community. And knowledge of water supply management can be linked to the management of water resources in the community concrete. In this study, we are interested in studying the effectiveness of water resources management and urban water supply systems in the North-East region. With a focus on engineering, design, water supply. Which aims to study and evaluate the design and control of water supply system in urban areas. For transfer knowledge and support people responsible for water resources and water supply management.

Areas of study include Nakhon Ratchasima, Chaiyaphum, Buriram And Surin. Assign the water supply system in the study of the total of 10 products, including 5 municipal water supply systems and 5 provincial waterworks authority. The study is divided into three areas water supply system, design. management and to assess the satisfaction of water users.

Urban water supply system design With large service areas, most of the time, design capacity starts at 140 cubic meters per hour. Most production system models used are rapid sand filter because it is easy to maintain control over the system. The basic process of tap water production from surface water. It consists of adding chemicals to sediment, sediment consolidation, precipitation, filtration and disinfection. Most plumbing management succeeded. Has the ability to effectively manage. Because of the organizational structure of the system. The tap production administrator is knowledgeable. However, some water supply system have caused water loss of up to 53% and cost of water production is up to 48.18 baht per cubic meter. This may result in loss of water management. From the satisfaction survey of water users, it was found that 83.43% of water users were satisfied with the service of water supply unit. 78% of the water users are not aware of the water supply system from the agencies. Water users feel that they are not involved in the water supply system.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 3
1.3 ขอบเขตการศึกษา 3
1.5 ประโยชน์ของการวิจัย 3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ศึกษา 4
2.1.1 จังหวัดนครราชสีมา 4
2.1.2 จังหวัดชัยภูมิ 4
2.1.3 จังหวัดบุรีรัมย์ 4
2.1.4 จังหวัดสุรินทร์ 4
2.2 รูปแบบการบริหารกิจการประปา 4
2.2.1 การประปาเทศบาล 5
2.2.2 การประปาส่วนภูมิภาค 6
2.3 การประมาณความต้องการใช้น้ำ 8
2.3.1 อัตราการใช้น้ำ 8
2.3.2 การทำนายประชากร 9
2.4 ระบบผลิตน้ำประปา 13
2.4.1 การสร้างแกนตะกอน (Coagulation) 13
2.4.1 การรวมตะกอน (Flocculation) 16
2.4.2 การตกตะกอน (Sedimentation) 18
2.4.3 การกรอง (Filtration) 19
2.4.4 การฆ่าเชื้อโรค 21
2.5 ระบบส่งจ่ายน้ำสะอาด 21
2.6 การควบคุมระบบผลิตประปา 23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.1 ระบบเครื่องสูบน้ำ 24
2.6.2 การควบคุมการทำงานแบบทันที 25
2.6.3 การคาดการณ์ความต้องการน้ำใช้ 25
2.7 การประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตประปา 25
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26
2.9 สรุปผลการศึกษาระบบผลิตประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 29
3.1 วิธีการศึกษา 29
3.1.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา 30
3.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 30
3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 31
3.1.4 การอบรมถ่ายทอดความรู้การบริหารจัดการระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 33
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผล 34
4.1 แนวโน้มการขยายตัวของชุมชน/ประชากร 34
4.1.1. การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต 34
4.1.2. ความสามารถในการรองรับความต้องการน้ำใช้ในอนาคต 36
4.2 การออกแบบระบบผลิตประปา 36
4.2.1 การออกแบบระบบลำเลียงน้ำดิบ 36
4.2.2 การออกแบบระบบผลิตน้ำประปา 39
4.2.3 การออกแบบระบบส่งจ่ายน้ำประปา 44
4.3 การเดินระบบผลิตประปา 45
4.4 การบริหารจัดการระบบผลิตประปา 47
4.5 แผนขยายหรือปรับปรุงระบบผลิตประปา 49
4.6 ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ 50
4.6.1 ความพึงพอใจด้านบริการติดต่อหน่วยงาน 51
4.6.2 ความพึงพอใจในเรื่องแรงดันน้ำ 53
4.6.3 ความพึงพอใจการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล 54
4.6.4 ความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา และความเหมาะสมของราคาน้ำประปา 57
4.6.5 ความพึงพอใจในการแจ้งข้อมูลข่าวสาร 59
4.7 การประเมินศักยภาพระบบประปาในเขตเมือง 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.8 การถ่ายทอดความรู้และเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา 62
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 64
5.1 สรุปผลการศึกษา 64
5.2 ข้อเสนอแนะ 65
บรรณานุกรม 66
ภาคผนวก 68
ประวัตินักวิจัย 102

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 อัตราการใช้น้ำประปาภายในประเทศไทย 9
2.2 สมการการทำนายประชากร 11
2.3 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผงกั้น 17
2.4 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังตกตะกอนแบบกลมและสี่เหลี่ยมจตุรัส 19
2.5 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองเร็ว 20
2.6 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองช้า 21
3.1 พื้นที่ศึกษาระบบผลิตประปา 30
4.1 การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต 35
4.2 การคาดการณ์จำนวนผู้ใช้น้ำ และความต้องการใช้น้ำในอนาคต 37
4.3 รูปแบบการลำเลียงน้ำดิบ 38
4.4 รูปแบบระบบผลิตประปา 42
4.5 ระยะเวลากักเก็บและอัตราน้ำล้นผิวของถังตกตะกอน 43
4.6 รูปแบบระบบผลิตน้ำประปาและรูปแบบท่อส่งจ่ายน้ำประปา 45
4.7 ปริมาณน้ำสูญเสียในการควบคุมระบบผลิตน้ำประปา 46
4.8 หน่วยงานดูแลระบบประปา 47
4.9 รายรับ-รายจ่าย ในการดูแลระบบประปา 48
4.10 แผนขยาย/ปรับปรุงระบบผลิตประปา 50
4.11 อัตราค่าน้ำประปา 59
4.12 ศักยภาพของระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 60

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การทำนายจำนวนประชากรโดยใช้รูปกราฟ 12
2.2 ระบบการผลิตน้ำประปาแบบใต้ดิน 14
2.3 ระบบการผลิตน้ำประปาแบบผิวดิน 15
2.4 ลักษณะถังกวนเร็วแบบเครื่องกลและการติดตั้งใบพัดในถัง 16
2.5 เครื่องกวนเร็วในเส้นท่อ 16
2.6 ถังกวนช้าแบบใช้แผงกั้น 17
2.7 รูปแปลนและรูปตัดของถังตกตะกอน 18
2.8 ลักษณะถังทรายกรองเร็ว 20
2.9 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกแบบใช้หอถังสูง 22
2.10 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรง 22
2.11 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้หอถังสูงร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ 23
2.12 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้ถังยืนร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ 24
3.1 ขั้นตอนการศึกษา 29
3.2 พื้นที่ศึกษาระบบผลิตประปา 31
3.3 การสำรวจข้อมูลระบบผลิตประปา 32
4.1 การคาดการณ์จำนวนประชากรรายจังหวัด 35
4.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ 39
4.3 ระบบทรายกรองช้า 40
4.4 ถังกรอง diapham 40
4.5 ระบบทรายกรองเร็ว 40
4.6 ระบบผลิตประปาแบบ Mobile plant 41
4.7 ความเหมาะสมในการออกแบบถังตกตะกอน 44
4.8 รายรับ-รายจ่าย ของระบบผลิตประปา 49
4.9 ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา 51
4.10 การรับทราบวิธีติดต่อหน่วยงานประปา 51
4.11 ความถี่ในการติดต่อหน่วยงานประปา 52
4.12 เรื่องที่เคยติดต่อหน่วยงานการประปา 52
4.13 ความพึงพอใจในการติดต่อหน่วยงาน 52
4.14 ความพึงพอใจด้านแรงดันน้ำของประปาเทศบาลและประปาภูมิภาค 53
4.15 ความพึงพอใจเรื่องแรงดันน้ำ 53
4.16 การรับแจ้งเตือนก่อนน้ำประปาไม่ไหล 54
4.17 ความถี่ที่น้ำประปาไม่ไหล 55

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.18 ระยะเวลาในการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล 55
4.19 แหล่งน้ำสำรองในกรณีน้ำประปาไม่ไหล 56
4.20 ความพึงพอใจในการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล 56
4.21 ความพึงพอใจคุณภาพน้ำประปาเทศบาลและน้ำประปาการประปาภูมิภาค 57
4.22 ความพึงพอใจด้านคุณภาพน้ำประปา 58
4.23 ความพึงพอใจด้านราคาน้ำประปา 58
4.24 การได้รับข้อมูลข่าวสารของระบบผลิตประปา 59
4.25 การได้รับข้อมูลรณรงค์ประหยัดน้ำประปา 60
4.26 การจัดอบรมการศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 63

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัญหาอุทกภัยเมื่อปลายปี 2553 เป็นภัยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบรุนแรงต่อประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะใน 4 อำเภอ ของจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ปัญหาดังกล่าวมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นและทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี ซึ่งการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพของแต่ละลุ่มน้ำถือเป็นส่วนสำคัญในการป้องกันและแก้ไขปัญหา อย่างไรก็ตาม หากการดำเนินการเกิดจากภาครัฐฝ่ายเดียวย่อมไม่ใช่การทำงานแบบบูรณาการและยากที่จะเกิดผลความสำเร็จ ดังนั้น ภาคประชาชนจึงจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำของชุมชนเองด้วย โดยชุมชนต้องมีความรู้ที่จำเป็นเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำของตน ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่มีหรือที่อาจเกิดขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรน้ำของชุมชน และสามารถดูแลควบคุมการผลิตน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคของชุมชนเองได้ซึ่งศักยภาพของชุมชนในการบริหารจัดการน้ำดังที่กล่าวมานี้จะช่วยให้ชุมชนสามารถเข้ามามีบทบาทในเชิงสนับสนุนการทำงานของภาครัฐ และนำไปสู่การแก้ไขปัญหาการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศได้อย่างยั่งยืน

จากแนวคิดข้างต้น คณะผู้วิจัยได้เลือกระบบประปาเป็นจุดศูนย์กลางของการสร้างศักยภาพการบริหารจัดการน้ำของแต่ละชุมชน เนื่องจากน้ำประปาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งของทุกชุมชน และความรู้ด้านการบริหารจัดการระบบประปาสามารถเชื่อมโยงไปสู่การจัดการทรัพยากรน้ำของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม และกำหนดพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างซึ่งได้รับผลกระทบจากอุทกภัยเมื่อปี 2553 โดยจากการทบทวนข้อมูลพบว่าระบบประปาหลายแห่งในปัจจุบันยังประสบปัญหาในการทำงานหลายด้าน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาของการขาดศักยภาพในการบริหารจัดการ สาเหตุของปัญหาสามารถแยกแยะได้เป็น 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ข้อจำกัดของข้อมูลด้านศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการผลิตประปา 2) ข้อจำกัดของข้อมูลด้านการประเมินคุณภาพน้ำของระบบประปา 3) ข้อจำกัดของข้อมูลด้านความเสี่ยงทางสุขภาพของการบริโภคน้ำประปา และ 4) ข้อจำกัดของข้อมูลเชิงวิศวกรรมของระบบประปา โดยเฉพาะการออกแบบและควบคุมการทำงาน

ในส่วนวิศวกรรมของระบบประปานั้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการจัดหาน้ำสะอาดในชุมชนในปัจจุบันโดยหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐได้ดำเนินการตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1โดยมีกำหนดเป้าหมายให้สิ้นสุดแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2544) ว่าต้องจัดหาน้ำสะอาดในรูปแบบของระบบประปาหมู่บ้านครอบคลุมหมู่บ้านได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของหมู่บ้านทั่วประเทศ (สุกิตี๋ และคณะ, 2545) โดยการดำเนินการดังกล่าวเป็นภารกิจของส่วนราชการหลายหน่วยงาน ได้แก่ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; กรมเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมโยธาธิการ กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย และกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม นอกจากนั้นแล้วยังมีหน่วยงานอื่นของภาครัฐที่มีภารกิจในการจัดหาน้ำสะอาดในส่วนภูมิภาคเช่น การประปาส่วนภูมิภาค การประปานครหลวง เทศบาลเมือง เทศบาลนคร เป็นต้น เนื่องจากหน่วยงาน

ของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบการจัดหาน้ำสะอาดในชุมชนส่วนภูมิภาคมีหลายหน่วยงานทำให้มาตรฐานการออกแบบและการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาชุมชนส่วนภูมิภาคแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากและยังขาดการประเมินประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่องในด้านต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ เช่น ข้อกำหนดในการออกแบบอุปกรณ์ การเลือกรูปแบบในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ระบบแจกจ่ายน้ำและพื้นที่การให้บริการ การเลือกที่ตั้ง การวางรูปแบบระบบและระบบชลศาสตร์ พลังงานและทรัพยากรที่ใช้ในการเดินระบบ และการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาด้วยด้วยเครื่องมือและบุคคลากร (Qasim et al., 2000; Cornnor et al., 2009) โดยเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักของปัญหาต่าง ๆ ในระบบผลิตประปาส่วนภูมภาค เช่น คุณภาพน้ำประปาด้อยกว่ามาตรฐาน ปริมาณน้ำสะอาดไม่เพียงพอ การสูญเสียในการแจกจ่าย ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง เป็นต้น (Eker and Kara, 2003; McGivney and Kawamura, 2008; Montalvo et al., 2008; Vairavamoorthy et al, 2008; Esposto, 2009)

ทั้งนี้จากการเข้าสำรวจและเก็บข้อมูลการออกแบบและการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านในโครงการวิจัยปี 2556 จำนวน 27 แห่ง พบระบบผลิตประปาพบว่าการออกแบบระบบผลิตประปาเป็นแบบมาตรฐานตามช่วงกำลังการผลิตของหน่วยงานต่าง ๆ จึงทำเกิดปัญหาในเรื่องหน่วยการบำบัดไม่สามารถบำบัดมลทินที่อยู่ในน้ำได้ เช่น ความกระด้าง หรือมีหน่วยการบำบัดเกินกับความต้องการในการบำบัดค่ามลทินต่างๆ ในน้ำส่วนในด้านการควบคุมระบบผลิตประปาพบว่า ผู้ควบคุมดูแลขาดความรู้ในการดูแลระบบเนื่องจากหน่วยงานราชการไม่มีการอบรมหรือให้ความรู้แก่บุคคลในชุมชนจึงไม่สามารถเดินระบบให้ถูกต้องตามการออกแบบได้ และเมื่อมีการเสื่อมหรือชำรุดของอุปกรณ์ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดสารเคมี พบว่าโรงประปาส่วนใหญ่จะต้องรองบประมาณจากหน่วยที่ระบบประปานั้นสังกัดอยู่ซึ่งมีความล่าช้าค่อนข้างมากจึงทำให้เกิดการเลิกการใช้งานหน่วยบำบัดบางอย่างลง คุณภาพน้ำประปาจึงไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา อีกทั้งยังมีปัญหาในเรื่องของการส่งจ่ายน้ำไม่พอเพียงในช่วงเช้าและเย็นแต่ในช่วงกลางวันมีการใช้งานค่อนข้างต่ำเนื่องจากปัญหาการออกแบบระบบสำรองรองน้ำสะอาดและระบบแจกจ่ายน้ำสะอาดไม่เหมาะสมและไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยพบว่าการออกแบบระบบสำรองรองน้ำสะอาดและระบบแจกจ่ายน้ำสะอาดนั้นไม่ได้ทำโดยหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบระบบผลิตประปาแต่ชุมชนจะได้รับงบประมาณและทำการจ้างผู้รับเหมามาก่อสร้างเอง

จากประโยชน์ที่ได้จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรดำเนินโครงการวิจัยเพิ่มเติมในระยะที่สอง โดยขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมระบบประปาขนาดกลางและขนาดใหญ่ ได้แก่ ระบบประปาในเขตเมืองระดับเทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และระบบประปาเขตเมืองอื่น ๆ ที่ดูแลโดยการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งมีลักษณะประชากรที่มีความหนาแน่น มีการบริหารจัดการและระบบผลิตน้ำประปาที่แตกต่างจากระบบประปาหมู่บ้าน เพื่อสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบประปาให้มีความสมบูรณ์และสามารถวิเคราะห์ภาพรวมของพื้นที่ศึกษาเดิม คือ 4 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ ได้อย่างเหมาะสม

การศึกษานี้มุ่งเน้นเพื่อประเมินสถานการณ์การออกแบบและการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์โดยจะสุ่มตัวอย่างระบบผลิตประปาเทศบาล ระบบผลิตประปานคร

และระบบผลิตประปาการประปาส่วนภูมิภาค เพื่อสำรวจปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองในปัจจุบันและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการออกแบบและการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาให้แก่ชุมชน การลดการสูญเสียน้ำในระบบแจกจ่าย และการวางแผนในการออกแบบและการบริหารจัดการระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและประเมินการออกแบบและควบคุมระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองในพื้นที่ศึกษา

1.2.2 เพื่อถ่ายทอดความรู้และเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พื้นที่ศึกษาอยู่ภายในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์โดยจะสุ่มตัวอย่างระบบประปาที่บริหารงานโดยเทศบาลเมืองและโดยการประปาส่วนภูมิภาคจากทั้ง 4 จังหวัดดังกล่าว จำนวน 10 แห่ง

1.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิทางด้านเทคนิคและการออกแบบระบบผลิตประปาในเขตเมืองในพื้นที่ตามข้อกำหนดการออกแบบ ข้อมูลการควบคุมระบบ เช่น การใช้สารเคมี อัตราการไหล การตรวจสอบคุณภาพน้ำ การใช้พลังงาน และระบบแจกจ่ายน้ำประปาเป็นต้น

1.3.3 การประเมินประสิทธิภาพในด้านการออกแบบและการควบคุมระบบ โดยการคำนวณเปรียบเทียบการออกแบบอุปกรณ์กับข้อกำหนดการแบบ รวมถึงการประเมินการเลือกรูปแบบในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและทรัพยากรที่ใช้ในการเดินระบบ

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

1.4.1 ได้ข้อมูลสภาพปัญหาของระบบผลิตและแจกจ่ายน้ำประปาในเขตเมือง และการควบคุมระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงระบบประปา

1.4.2 ได้รูปแบบแนวทางในการควบคุมและบริหารจัดการระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองที่เหมาะสม พร้อมแนวทางการวางแผนเพื่อออกแบบระบบผลิตประปาในอนาคต

1.4.3 เพื่อพัฒนาการวิจัยของนักวิจัยรุ่นใหม่

1.4.4 ได้ถ่ายทอดความรู้ในด้านระบบประปาและการจัดการทรัพยากรน้ำให้กับชุมชน และหน่วยงานท้องถิ่นในพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ศึกษา

2.1.1 จังหวัดนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมามีเนื้อที่รวมทั้งหมด 20,493.964 ตารางกิโลเมตร มีประชากรรวมทั้งสิ้น 2,627,879 คน (ข้อมูล ณ เดือน ธันวาคม 2559) มี 32 อำเภอ 287 ตำบล 3,743 หมู่บ้าน องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 334 แห่ง ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลนคร 1 แห่ง เทศบาลเมือง 3 แห่ง เทศบาลตำบล 71 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 258 แห่ง

2.1.2 จังหวัดชัยภูมิ

จังหวัดชัยภูมิมีเนื้อที่รวมทั้งหมด 12,778.3 ตารางกิโลเมตร มีประชากรรวมทั้งสิ้น 1,138,199 คน (ข้อมูล ณ เดือน ธันวาคม 2559) มี 16 อำเภอ 123 ตำบล 1,617 หมู่บ้าน องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 143 แห่ง ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลเมือง 1 แห่ง เทศบาลตำบล 34 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 107 แห่ง

2.1.3 จังหวัดบุรีรัมย์

จังหวัดบุรีรัมย์มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 10,393.945 ตารางกิโลเมตร มีประชากรรวมทั้งสิ้น 1,586,343 คน (ข้อมูล ณ เดือน ธันวาคม 2559) มี 23 อำเภอ 188 ตำบล 2,456 หมู่บ้าน องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 209 แห่ง ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลเมือง 3 แห่ง เทศบาลตำบล 59 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 146 แห่ง

2.1.4 จังหวัดสุรินทร์

จังหวัดสุรินทร์มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 8,124.06 ตารางกิโลเมตร มีประชากรรวมทั้งสิ้น 1,394,494 คน (ข้อมูล ณ เดือน ธันวาคม 2559) มี 17 อำเภอ 158 ตำบล 2,120 หมู่บ้าน องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 173 แห่ง ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลเมือง 1 แห่ง เทศบาลตำบล 15 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 156 แห่ง

2.2 รูปแบบการบริหารกิจการประปา

หน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่ผลิตและจำหน่ายน้ำประปาได้แก่ “การประปานครหลวง” ตามพระราชบัญญัติการประปานครหลวง พ.ศ. 2510 ซึ่งผลิตและจำหน่ายในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อีกหน่วยงานคือ “การประปาส่วนภูมิภาค” ตามพระราชบัญญัติการประปาส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2522 รับผิดชอบพื้นที่นอกเหนือจากการประปานครหลวง โดยกิจการประปาทั้งสองหน่วยเป็น “เป็นรัฐวิสาหกิจ” ประเภทสาขาสาธารณูปการ สังกัดกระทรวงมหาดไทย อย่างไรก็ตามหน่วยงานทั้งสองดังกล่าวยังมีพื้นที่บริการไม่ครอบคลุมทั่วทุกพื้นที่ของประเทศส่วนใหญ่จะอยู่เฉพาะแหล่งตัวเมืองใหญ่ที่หนาแน่นและย่านเศรษฐกิจชุมชนเท่านั้น “การประปาของเทศบาล” เป็นกิจการหนึ่งที่เป็นหน้าที่ของท้องถิ่นเมื่อครั้งเป็นสุขาภิบาล หรือเทศบาลที่มีมาแต่เดิมตั้งแต่การยกฐานะตัวเมืองนั้น ๆ ซึ่งหลายแห่งได้ดำเนินการมาก่อนการประปาส่วนภูมิภาคจะเกิดขึ้นเสียด้วยซ้ำแต่ภายหลังมีการจัดตั้ง

รัฐวิสาหกิจ “การประปาส่วนภูมิภาค” ขึ้น โดยโอนกิจการประปา ตลอดจนข้าราชการและลูกจ้างของกองประปาส่วนภูมิภาค กรมโยธาธิการและกองประปาชนบท กรมอนามัย มาเป็นลูกจ้างและพนักงานของการประปาส่วนภูมิภาค กิจการประปาของเทศบาลหลายแห่งได้ถูกโอนไปให้การประปาส่วนภูมิภาค ตามประกาศของคณะปฏิวัติ แต่ยังมีการประปาของเทศบาลเหลืออยู่เพียงบางแห่งที่ไม่ได้โอนกิจการไป เนื่องด้วยสาเหตุผูกพันในแต่ละพื้นที่ เช่น บางแห่งเป็นพื้นที่แห้งแล้งมีแหล่งน้ำดิบไม่เพียงพอสำหรับผลิตจำหน่ายได้ตลอดปี หรืออยู่ห่างไกล หน่วยงานการประปาส่วนภูมิภาคจึงไม่รับโอน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ขอบเขตการบริการประปาก็อาจมีข้อจำกัด จึงยังมีพื้นที่อีกหลายแห่งที่การประปาส่วนภูมิภาค หรือการประปาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ไปไม่ถึงจึงเกิดมีการประปาเอกชน ประปาหมู่บ้าน ประปาหมู่บ้านจัดสรร ประปาของเจ้าของกิจการ เช่น โรงงาน โรงพยาบาล วัด ฟาร์ม โรงแรม ฯลฯ เป็นต้น โดยในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงประปาของเทศบาล และประปาภูมิภาค ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การประปาเทศบาล

การประปาเทศบาลเป็นส่วนราชการหนึ่งของเทศบาล ไม่ว่าจะมีฐานเป็น “กอง” หรือ “สำนัก” หรือเป็น “ฝ่าย” การประปาที่อยู่กับกองอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณขนาดของกิจการประปา หากเป็นกองเรียกว่า “กองการประปา” หากเป็นสำนัก (ใหญ่กว่ากอง) เรียกว่า “สำนักการประปา” ซึ่งเป็นกิจการหารายได้ของเทศบาลโดยไม่แสวงกำไรที่เรียกว่า “กิจการเทศพาณิชย์” จึงต้องบริหารงบประมาณในลักษณะ “งบเฉพาะกาล” ตามระเบียบวิธีการงบประมาณ ที่แยกเป็นเอกเทศจากงบประมาณหลักของเทศบาล โดยได้รับเงินอุดหนุนจากเทศบาลทุกปี แต่กิจการประปาก็มีเงินกลับคืนเป็นเงินรายได้ให้เทศบาลเพื่อการพัฒนางานเทศบาล โดยเฉพาะงานบริการด้านประปาได้ด้วยเช่นกัน การบริหารภายในกิจการงานประปาโดยทั่ว ๆ ไปแบ่งเป็น ฝ่ายผลิต ฝ่ายบริการ ฝ่ายพัสดุ ฝ่ายการเงินและบัญชี และฝ่ายบริหารทั่วไป รายละเอียดโครงสร้างลักษณะงานในแต่ละฝ่าย มีดังนี้

1) ฝ่ายผลิต จะมีหน้าที่ควบคุมการผลิตน้ำประปา ตลอดจนคอยซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตน้ำประปาให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา บุคคลที่มีคุณสมบัติในการควบคุมดูแลจะมาจาก ด้านช่าง ได้แก่ ช่างเครื่องยนต์ ช่างไฟฟ้า ช่างโยธา ช่างอุตสาหกรรม ช่างกล และด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งฝ่ายผลิตนี้ถือเป็น “หัวใจ” หรือ หน่วยหลักที่ใช้ต้นทุนงบประมาณเป็นจำนวนมากที่สุดของหน่วยงาน

2) ฝ่ายบริการ ฝ่ายนี้จะทำหน้าที่ ซ่อมและเพิ่มขยายพื้นที่ท่อจ่ายน้ำในพื้นที่ผู้ใช้น้ำ เช่นการซ่อมต่อประปาที่แตกรั่ว ทำแผนและขยายเพิ่มพื้นที่ท่อจ่ายน้ำ เป็นต้น ตลอดจนการสำรวจและติดตั้งมาตรวัดน้ำให้กับผู้ที่ขอใช้น้ำ และการจดมาตรน้ำประจำทุกเดือน การติดตั้งและซ่อมบำรุงรักษาท่อจ่ายน้ำดับเพลิง ระบบระบายอากาศในเส้นท่อ ระบบระบายน้ำล้างเส้นท่อหลังการซ่อมท่อ ติดตั้งประตูจ่ายและแบ่งเส้นทางน้ำ เป็นต้น งานเหล่านี้จะมีบุคคลที่มาจากด้านช่างเฉพาะทางและช่างทั่วไปมาปฏิบัติหน้าที่ ถือเป็นฝ่ายที่ต้องมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง การขยายพื้นที่ การซ่อมบำรุงที่มากรองจากฝ่ายผลิต

3) ฝ่ายพัสดุ มีหน้าที่จัดหาพัสดุทุกรายการที่ต้องใช้ในกิจการประปามีหน้าที่สำคัญมากในด้านจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนการจัดจ้างบุคคลภายนอกมาซ่อมแซมติดตั้งรายการใหญ่ ๆ ที่หน่วยภายในไม่สามารถดำเนินการได้เอง ซึ่งต้องทันท่วงทีกับกระบวนการผลิตและบริการ

ตลอดจนการจำหน่ายขายทอดวัสดุที่ไม่จำเป็นใช้งานออกไป จึงต้องมีการสำรวจ วางแผน ประสานงานในฝ่ายนี้โดยตลอด ซึ่งต้องสอดคล้องกับเวลาในการดำเนินงานของฝ่ายอื่นด้วย

4) ฝ่ายการเงินและบัญชี (เร่งรัดรายได้และพัฒนารายได้) ฝ่ายนี้เป็นงานสำคัญของการใช้จ่ายเงิน การจัดเก็บเงิน การจัดทำบัญชี ต้องเป็นปัจจุบัน มีข้อมูลในการตรวจสอบ วางแผน สะท้อนปัญหาในระบบงานทั้งหมดได้ ปัจจุบันมีการนำโปรแกรมระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกใบเสร็จอัตโนมัติ ทำให้การจัดเก็บรายได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5) ฝ่ายบริหารทั่วไป ฝ่ายนี้เป็นงานสำคัญอีกด้านหนึ่ง ของงานอำนวยการและธุรการ ได้แก่ งานธุรการ งานสารบรรณ งานเลขานุการผู้บริหาร งานรัฐพิธี งานรักษาความสะอาดและความเรียบร้อย งานนิติการ งานตราเทศบัญญัติทางด้านการประปา

ทั้งนี้การประปาเทศบาลยังสามารถพบปัญหาพื้นฐานการบริหารจัดการของ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ตั้งแต่ปัญหาระบบผลิต ระบบจ่ายน้ำ การดูแลระบบ การจัดเก็บค่าน้ำที่มีลูกหนี้มหาศาล ฯลฯ เป็นต้น ปัญหาการเมืองท้องถิ่นที่เอื้อประโยชน์ให้แก่ผู้ใช้น้ำเพื่อหวังผลคะแนน อาทิ เช่น การไม่ยอมให้ใช้ระเบียบการใช้น้ำที่เป็นสากลที่สะท้อนถึงต้นทุนการผลิตและการบริหารจัดการที่แท้จริง เช่น การเก็บค่าธรรมเนียมผู้ใช้น้ำในอัตราที่เหมาะสม ค่าธรรมเนียมผู้ใช้น้ำรายใหม่ ค่าธรรมเนียมการเก็บอัตราการใช้น้ำก้าวหน้า การให้ใช้น้ำฟรีในบางสถานที่ หรือในทางการเมืองอาจมีการขยายพื้นที่การจำหน่ายน้ำประปามากไปเกินกำลังการผลิตการจำหน่าย การติดตามดูแลของผู้ปฏิบัติหน้าที่ ปัญหาเหล่านี้อาจทำให้ท้องถิ่นขาดการพัฒนา “รายได้” เพียงพอในการบริหารจัดการให้ได้มาตรฐาน

ปัญหาข้อจำกัดด้านงบประมาณในการก่อสร้าง การขยายเขต เป็นปัญหาหลักที่เกี่ยวเนื่องไปถึงคุณภาพ และมาตรฐานการก่อสร้าง งบประมาณที่จำกัด การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐานนำไปสู่ระบบจ่ายน้ำที่ไม่ได้มาตรฐาน

ปัญหาการบริหารจัดการระบบผลิตน้ำประปา จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการดูแล บำรุงรักษาตลอดเวลา พบว่ามีการปล่อยปละละเลย เป็นเหตุให้ระบบขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง หน่วยงานไม่ใส่ใจในเรื่องขวัญและกำลังใจของพนักงาน ไม่มีการจ่ายค่าตอบแทนการปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ ไม่มีระบบการคัดสรร สรรหาบุคคลที่มีความรู้ความสามารถ ความรับผิดชอบมาปฏิบัติหน้าที่ ปัญหาการส่งมอบระหว่างท้องถิ่นคนใหม่กับคนเดิมโดยเฉพาะผู้ปฏิบัติที่ไม่เป็นปัจจุบัน ปัญหาไม่มีการมอบหมายงานอย่างชัดเจน เป็นต้น ไม่ได้ตรวจสอบ “ปริมาณน้ำที่สูญเสีย” อันเกิดจากท่อรั่ว ท่อซึม ท่อแตก การลักน้ำประปา ฯลฯ เป็นต้น เพื่อหาค่าปริมาณน้ำสูญเสีย หรือหาค่าเฉลี่ยต้นทุนการผลิตต่อหน่วยได้อีกด้วย การกำหนดอัตราค่าน้ำ ไม่สะท้อนต้นทุน ปัญหาการทุจริตในการบริหารพัสดุ ผลประโยชน์ทับซ้อนของฝ่ายบริหาร เป็น ช่องทางทุจริตอย่างหนึ่งที่มีหลายช่องทางเป็นปัญหาข้อเท็จจริงในแต่ละท้องที่ไป ส่งผลไปถึงการออกแบบก่อสร้าง การขุดฝังท่อประปา การจัดซื้อสารส้ม สารเคมี ไม่ครบถ้วนตามรายการ การผสมคลอรีนที่ต่ำ คนท้องถิ่นขาดความรับผิดชอบร่วมมือ เช่น ทำท่อแตกไม่เคยแจ้ง ท่อรั่ว น้ำรั่วไม่แจ้งซ่อม ไม่จ่ายค่าบริการ เป็นต้น เหล่านี้ ทำให้การบริการจัดการด้อยประสิทธิภาพลง

2.2.2 การประปาส่วนภูมิภาค

การประปาส่วนภูมิภาค มีภาระหน้าที่ในการผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปาทั่วประเทศ รวมทั้งดำเนินธุรกิจอื่น ที่เกี่ยวกับหรือต่อเนื่องกับธุรกิจประปา เพื่อประโยชน์ ในการบริการ

สาธารณูปโภค โดยคำนึงประโยชน์ของรัฐ และสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นสำคัญ มีประวัติความเป็นมาดังนี้

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าให้ตั้ง "กรมสุขาภิบาล" เพื่อบริหารจัดการน้ำมาใช้ในพระนคร ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2496 รัฐบาลในขณะนั้นได้อนุมัติให้ กรมโยธาธิการ ดำเนินการก่อสร้างการประปาขึ้น ณ ศูนย์การทหารปืนใหญ่ โคกกระเทียม ใช้ชื่อว่า "การประปาพิบูลสงคราม" เพื่อผลิตและจำหน่ายน้ำให้ประชาชน และได้ขยายไปยังต่างจังหวัดในปี พ.ศ. 2497 รวม 6 แห่ง คือ ขอนแก่น ราชบุรี อุดรธานี เชียงใหม่ นครศรีธรรมราช และ ภูเก็ต

การผลิตและจำหน่ายน้ำสำหรับประชาชน เดิมแบ่งออกเป็น 2 หน่วยงาน คือ

- กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย รับผิดชอบระบบประปาในเขตชุมชนที่มีจำนวนประชากรตั้งแต่ 5,000 คน ขึ้นไป
- กองประปาชนบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข รับผิดชอบระบบประปาในหมู่บ้าน

ต่อมาได้มีการศึกษาวิธีการจัดรูปแบบการบริหารจัดการประปาภูมิภาค โดย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และมีการตราพระราชบัญญัติการประปาส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2522 มีผลให้กิจการประปาของกรมโยธาธิการ และกรมอนามัย ถูกโอนมารวมกันเป็น "การประปาส่วนภูมิภาค" ตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522

วัตถุประสงค์หลักของการประปาภูมิภาค

1) จัดหาแหล่งน้ำดิบ และจัดให้ได้มาซึ่งน้ำดิบ เพื่อใช้ในกิจการประปา
2) ผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปาทั่วประเทศในส่วนภูมิภาค และดำเนินธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องหรือต่อเนื่องกับธุรกิจการประปา
3) ให้บริการและอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการขอติดตั้งประปาให้แก่ประชาชน
4) ขยายเขตจำหน่ายน้ำประปาเพื่อให้ประชาชนมีน้ำประปาใช้อย่างทั่วถึง

ข้อจำกัดของการบริหารประปาภูมิภาค

1) พื้นที่ในความรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาค เป็นพื้นที่ที่มีประชาชนอาศัยอยู่กระจัดกระจายและห่างไกลกัน ทำให้ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินงาน และการลงทุนในการวางท่อและสรรหาแหล่งน้ำ

2) ฐานะการเงินของการประปาส่วนภูมิภาคมีขีดจำกัด ทำให้ขยายงานไม่ได้ตามความต้องการของประชาชน การอุดหนุนงบประมาณจากรัฐบาลก็ยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้เอกชนเข้ามาดำเนินการในบางกิจกรรม

3) บุคลากรเฉพาะด้าน มีไม่เพียงพอกับการดำเนินงานตามแผน เนื่องจากอัตราค่าจ้างไม่จูงใจ มีระบบค่าตอบแทนต่ำ

4) ปริมาณน้ำสูญเสียในเกณฑ์สูงเนื่องจากการปรับเปลี่ยนท่อเก่า หรือวางท่อใหม่ในชุมชนจ่ายน้ำเดิมไม่สามารถดำเนินการได้ในคราวเดียวกัน จำเป็นต้องทยอยเปลี่ยนเพื่อให้มีผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำเดิมน้อยที่สุด กระบวนการลดน้ำสูญเสียจำเป็นต้องมีมาตรการตรวจสอบและ

แก้ไขอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นภาระหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการประปาที่มีท่อเก่าเป็นจำนวนมาก หรือมีจำนวนพนักงานไม่พอกับการบำรุงรักษาท่อจ่ายน้ำ

5) อัตราค่าน้ำประปาปัจจุบันต่ำกว่าต้นทุน และยังไม่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นไปตามปัจจัยแวดล้อมที่แท้จริง

6) การดำเนินงานของการประปาส่วนภูมิภาคไม่คล่องตัว เนื่องจากมีกฎระเบียบที่ใช้ปฏิบัติเช่นเดียวกับภาคราชการ

7) ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายควบคุมและจัดสรรการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ แหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน ทำให้แหล่งน้ำเหล่านั้น มีปริมาณ และคุณภาพด้อยลง รวมทั้งหายากขึ้นในอนาคต

8) ประชาชนขาดความเข้าใจในงานบริการขององค์กรที่มีภารกิจสองด้าน คือ การบริการสังคมที่เน้นความผาสุกของประชาชน กับการบริการเชิงธุรกิจที่ต้องจัดการให้สามารถเลี้ยงตนเอง รวมทั้งขยายกิจการในอนาคต

2.3 การประมาณความต้องการใช้น้ำ

การประมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อใช้ในการคัดเลือกแหล่งน้ำดิบและขนาดของระบบประปาให้เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำ และลงทุนก่อสร้างระบบประปาในราคาที่เหมาะสม (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) ปริมาณน้ำที่ใช้ในการออกแบบระบบผลิตประปาประกอบด้วย ปริมาณน้ำสำหรับผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำสูญเสียในระบบผลิตประปาและการส่งจ่าย และปริมาณน้ำสำรองที่ใช้ในการดับเพลิง (Walski et al., 2001)

2.3.1 อัตราการใช้น้ำ

อัตราการใช้น้ำ มักคิดในหน่วยลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งในแต่ละชุมชนย่อมมีอัตราการใช้น้ำที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะการใช้ชีวิตประจำวัน อย่างเช่นประเทศที่มีการพัฒนาสูงย่อมมีการใช้น้ำในปริมาณที่มากกว่าประเทศที่กำลังพัฒนาหรือประเทศด้อยพัฒนา ความแตกต่างของอัตราการใช้น้ำเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) ดังนี้

1) ขนาดของชุมชน ปกติแล้วขนาดของชุมชนจะมีผลต่ออัตราการใช้น้ำในทางอ้อม โดยชุมชนที่มีขนาดใหญ่ย่อมมีปริมาณน้ำที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์มาก

2) จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในชุมชนนั้น ๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ปริมาณมาก ทำให้ชุมชนหรือพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ ปริมาณน้ำที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ก็จะมากตามไปด้วย

3) คุณภาพของน้ำ ถ้าน้ำประปามีคุณภาพดีปราศจากกลิ่น สี และความขุ่น ย่อมส่งผลให้มีอัตราการใช้น้ำที่มากกว่าน้ำประปาที่มีคุณภาพไม่ดี

4) ค่าน้ำประปา ในกรณีที่น้ำประปามีราคาถูก มักจะทำให้ประชาชนใช้น้ำกันมากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องกังวลกับการจ่ายค่าน้ำ และยังอาจทำให้ไม่คำนึงถึงการประหยัดน้ำด้วย แต่ถ้าน้ำประปามีราคาสูงขึ้น ทำให้ประชาชนตระหนักถึงการใช้น้ำอย่างประหยัดมากขึ้น

5) สภาพความเป็นอยู่และอาชีพของประชาชน ครอบครัวที่มีฐานะยากจนจะมีการใช้น้ำประปาน้อยกว่าครอบครัวที่มีฐานะปานกลางถึงร่ำรวย ตามลำดับ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการ

ประกอบอาชีพของแต่ละครอบครัวด้วย ดังจะเห็นว่าประชาชนในชนบทที่มีอาชีพทางด้านเลี้ยงสัตว์และเกษตรกรรมจะใช้น้ำประปาไม่มากนัก เพราะมักจะใช้น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ห้วย คลอง และสระน้ำ ในการประกอบอาชีพเป็นส่วนใหญ่ ต่างจากชุมชนที่มีร้านค้า หรือธุรกิจที่เกี่ยวกับอาหาร การใช้น้ำประปาจะมากกว่าอาชีพเกษตรกรรม และบ้านเรือนทั่วไป

6) สภาพอากาศ สภาพอากาศมีอิทธิพลต่อการใช้น้ำมาก ในฤดูร้อนประชาชนต้องใช้น้ำประปาในการอาบน้ำ รดน้ำต้นไม้ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ในปริมาณที่มากกว่าในฤดูอื่น ๆ ทั้งนี้ในฤดูหนาว หรือในเขตประเทศหนาวการใช้น้ำของประชาชนก็จะน้อยลง เนื่องจากปริมาณน้ำที่ใช้อาบน้ำอาจน้อยลงบ้าง แต่ยังคงมีการใช้น้ำในการรดน้ำต้นไม้ หรือกิจกรรมอื่น ๆ แต่ในฤดูฝนอาจไม่จำเป็นในการใช้น้ำรดน้ำต้นไม้ แต่ยังคงต้องใช้น้ำ และในกิจกรรมอื่น ๆ ทำให้ทั้งในฤดูหนาวและฝนปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่าในฤดูร้อน

7) การสูญเสียน้ำในท่อประปา ท่อประปาทั่วไปจะมีการรั่วไหลของน้ำออกไปโดยเปล่าประโยชน์ จากการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ามีการสูญเสียน้ำประปาในท่อมากถึงร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ ซึ่งคาดว่าประเทศไทยมีปริมาณการสูญเสียมากกว่าร้อยละ 20

จากปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น ทำให้ชุมชนในแต่ละพื้นที่มีอัตราการใช้น้ำที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองเศรษฐกิจที่มีความเจริญ และผู้อาศัยอยู่มากมาย อัตราการใช้น้ำมากกว่า 250 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งแตกต่างจากอัตราการใช้น้ำของเขตเทศบาล ชานเมือง และชนบท ที่มีอัตราการใช้น้ำที่ลดน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากลักษณะการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกัน โดยในเขตชนบทน้ำประปาที่ใช้ก็เพื่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน อย่างเช่น การอาบน้ำ ปรุงอาหาร ล้างสิ่งของต่าง ๆ การซักผ้า เพียงเท่านั้น ทำให้มีอัตราการใช้เพียงประมาณ 30-50 ลิตรต่อคนต่อวัน เกณฑ์การออกแบบระบบประปาตามแบบมาตรฐานของกรมทรัพยากรน้ำจึงได้กำหนดให้ความต้องการใช้น้ำของประชากรโดยเฉลี่ย 50 ลิตรต่อคนต่อวัน ตามค่ากำหนดขององค์การสหประชาชาติ (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554)

ตารางที่ 2.1 อัตราการใช้น้ำประปาภายในประเทศไทย

พื้นที่	อัตราการใช้น้ำ (ลิตรต่อคนต่อวัน)
กรุงเทพมหานคร	200
เทศบาล	100-120
ชานเมือง	50-75
ชนบท	30-50

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2541

2.3.2 การทำนายประชากร

จำนวนประชากรเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการใช้น้ำในทางอ้อม เนื่องจากความต้องการปริมาณน้ำใช้ที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปีเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมประเภทต่าง ๆ การทำนายจำนวนประชากรในอนาคตที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้สามารถคำนวณขนาดของระบบประปาสำหรับอนาคตได้

อย่างถูกต้อง ทั้งนี้หากการทำนายจำนวนประชากรสูงเกินไป ส่งผลให้ระบบประปามีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น ทำให้สิ้นเปลืองค่าก่อสร้าง แต่ถ้าทำนายจำนวนประชากรในอนาคตน้อยเกินไปจะส่งผลให้ระบบประปามีขนาดเล็กเกิน และทำให้ต้องมีการขยายระบบประปาเร็วเกินกว่าแผนที่กำหนดหรือคาดหมายไว้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

การทำนายจำนวนประชากรมีด้วยกันหลายวิธี ดังแสดงในตารางที่ 2.2 สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การทำนายระยะสั้น (Short-term Estimates) และการทำนายระยะยาว (Long-term Estimates) มีรายละเอียดดังนี้

ก) การทำนายระยะสั้น สำหรับทำนายจำนวนประชากรในอนาคตถึงประมาณ 15 ปีข้างหน้า

1. แบบเลขคณิต (Arithmetic method) มีสมมติฐานว่า อัตราการเพิ่มประชากรมีค่าคงที่ นิยมใช้กับชุมชนเก่าขนาดใหญ่ ที่ผ่านการพัฒนามาแล้ว เช่น สุพรรณบุรี อุบลราชธานี เป็นต้น

2. แบบเรขาคณิต (Geometric method) มีสมมติฐานว่าอัตราการเพิ่มจำนวนประชากรเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สม่ำเสมอต่อหนึ่งหน่วยเวลา นิยมใช้กับชุมชนใหม่ที่ยังมีพื้นที่เพื่อการพัฒนาอีกมาก มีสาธารณูปโภคและการคมนาคมที่สมบูรณ์การเติบโตของชุมชนเป็นไปอย่างรวดเร็ว เช่น ชุมชนรอบนอกเทศบาลเชียงใหม่ (พ.ศ. 2530) เป็นต้น

3. แบบอัตราเพิ่มลดลง (Decreasing-rate-of-increasing method) มีสมมติฐานว่าชุมชนนั้นมีพื้นที่อยู่ในวงจำกัด ดังนั้นเมื่อเติบโตถึงที่สุดแล้ว จำนวนประชากรจะอิ่มตัว ไม่สามารถเพิ่มได้อีก เช่น ชุมชนที่ติดภูเขาหรือแม่น้ำ เป็นต้น

ข) การทำนายระยะยาว

1. แบบรูปกราฟ (Graphical Projection) ใช้การเปรียบเทียบกับกราฟการเพิ่มขึ้นของประชากรสำหรับเมืองอื่น ๆ ที่มีลักษณะในอดีตใกล้เคียงกัน และมีขนาดเท่า ๆ กัน เพื่อเป็นฐานสำหรับประเมินประชากรในอนาคต ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในอนาคตเข้าไปด้วย

2. แบบ Logistic S ใช้คาดคะเนประชากรชุมชนที่มีแนวโน้มว่าจะอิ่มตัว เช่นเดียวกับวิธีเพิ่มลดลง แต่กำหนดจำนวนประชากรอิ่มตัว (S) จากสูตรแทนสมการอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรกับเวลาหรือปี และต้องมีข้อมูลประชากร 2 ช่วง หรือข้อมูลจำนวนประชากร 3 ค่า โดยต้องคำนวณหาจำนวนประชากรสูงสุดที่จุดอิ่มตัวก่อน รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการทำนายจำนวนประชากรของเมือง C โดยอาศัยข้อมูลประชากรจากเมือง A และ B วิธีการทำนาย ใช้วิธีลากเส้นกราฟต่อจากปีที่มีข้อมูลสุดท้ายของเมือง C ออกไป โดยนำเส้นกราฟของเมือง A และ B ตั้งแต่ปีที่มีจำนวนประชากรเท่ากับเมือง C มาต่อก่อน จากนั้นลากเส้นกราฟแนวโน้มของจำนวนประชากรเมือง C

ตารางที่ 2.2 สมการการทำนายประชากร

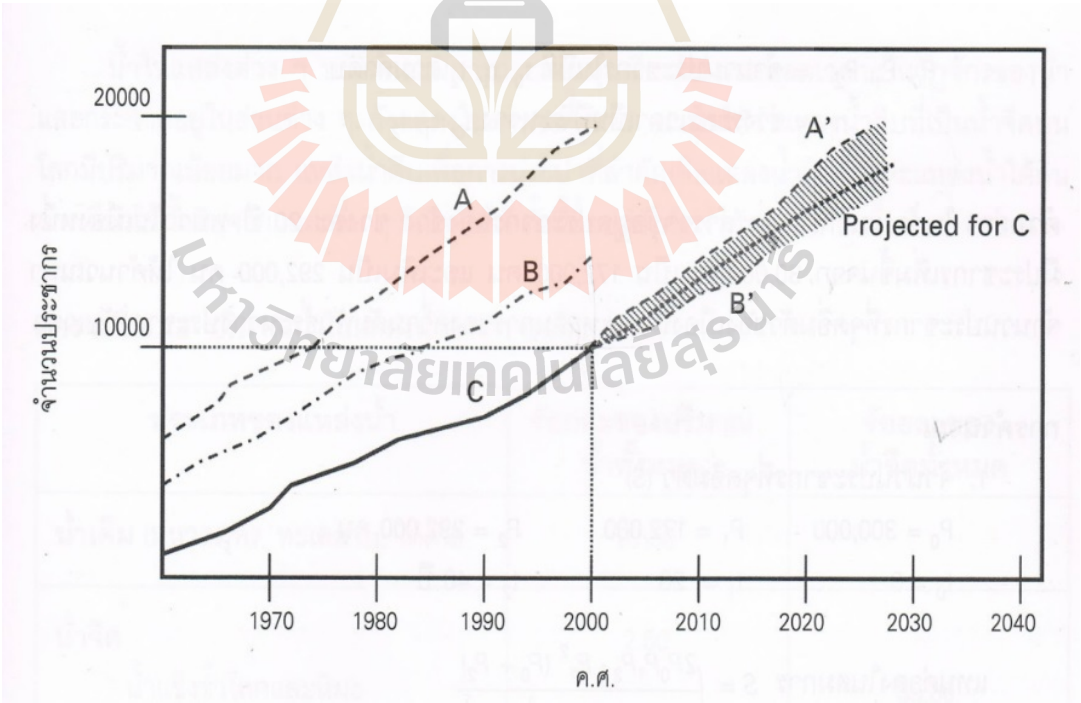
วิธีการ	สมการ
ระยะสั้น	
แบบเลขคณิต	$\frac{dP}{dt} = k_a$ $k_a = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$ โดย P = จำนวนประชากร t = เวลา k_a = Arithmetic Growth Constant
แบบเรขาคณิต	$\frac{dP}{dt} = k_g P$ $k_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$ โดย P = จำนวนประชากร t = เวลา k_g = Geometric Growth Constant
แบบอัตราเพิ่มลด	$\frac{dP}{dt} = k_d (S - P)$ $k_d = \frac{-\ln \frac{S - P_2}{S - P_1}}{t_2 - t_1}$ โดย S = จำนวนประชากรสูงสุดที่จุดอิ่มตัว t = เวลา k_a = Decreasing rate of increase Constant
ระยะยาว	
แบบรูปกราฟ	อาศัยข้อมูลประชากรเมืองอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน 2 เมือง ลากเส้นกราฟต่อจากปีที่มีข้อมูลสุดท้ายของเมืองที่ต้องการทำนายจำนวนประชากร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 สมการการทำนายประชากร (ต่อ)

วิธีการ	สมการ
แบบ Logistics S	$S = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0 + P_2 - P_1^2}$ $m = \frac{S - P_0}{P_0}$ $b = 1/n - \ln[P_0(S - P_1)/P_1(S - P_0)]$ เมื่อ m และ b เป็นค่าคงที่ n เป็นช่วงเวลาระหว่าง t_0, t_1, t_2 จะได้ $P = S/(1 + m.e^{bt})$

ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, (2554)



รูปที่ 2.1 การทำนายจำนวนประชากรโดยใช้รูปกราฟ
ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

2.4 ระบบผลิตน้ำประปา

ระบบผลิตประปาโดยทั่วไปต้องมีกระบวนการกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำทั้งทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา เพื่อทำน้ำดิบให้เป็นน้ำประปาที่สะอาดได้มาตรฐานจนสามารถดื่มได้ ในการเลือกกระบวนการผลิตน้ำประปาจะขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งน้ำดิบ ที่มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ น้ำใต้ดิน และน้ำผิวดิน แต่อย่างไรก็ตามการเลือกกระบวนการผลิตยังขึ้นอยู่คุณลักษณะของน้ำดิบด้วย รูปที่ 2.2 แสดงถึงกระบวนการผลิตน้ำประปาแบบใต้ดินประกอบด้วย ระบบเติมอากาศ (Aeration) ระบบกรอง (Filtration) และระบบกำจัดเชื้อโรค (Disinfection) แต่ในส่วนของกระบวนการผลิตน้ำประปาผิวดินจะมีกระบวนการปรับปรุงน้ำที่มากกว่าประกอบด้วย ระบบกวน (Mixing) ระบบตกตะกอน (Sedimentation) ระบบกรอง และระบบกำจัดเชื้อโรค ดังแสดงในรูปที่ 2.3

2.4.1 การสร้างแกนตะกอน (Coagulation)

การสร้างแกนตะกอนเป็นกระบวนการที่ทำให้อนุภาคความขุ่นที่อยู่ในน้ำเสียเสถียรภาพและจับตัวกันเกิดเป็นเม็ดตะกอน การสร้างแกนตะกอนทำได้โดยการเติมสารเคมี อาทิเช่น สารส้ม สารประกอบเหล็ก และพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ หรือ PAC ลงไปในน้ำและผสมกันอย่างทั่วถึงและรวดเร็วภายในถังกวนเร็ว รูปแบบถังกวนเร็ว ได้แก่ ถังกวนเร็วแบบชลศาสตร์ ถังกวนเร็วแบบเครื่องกล และเครื่องกวนเร็วในเส้นท่อ

1) ถังกวนเร็วแบบชลศาสตร์ (Hydraulic Rapid Mixer)

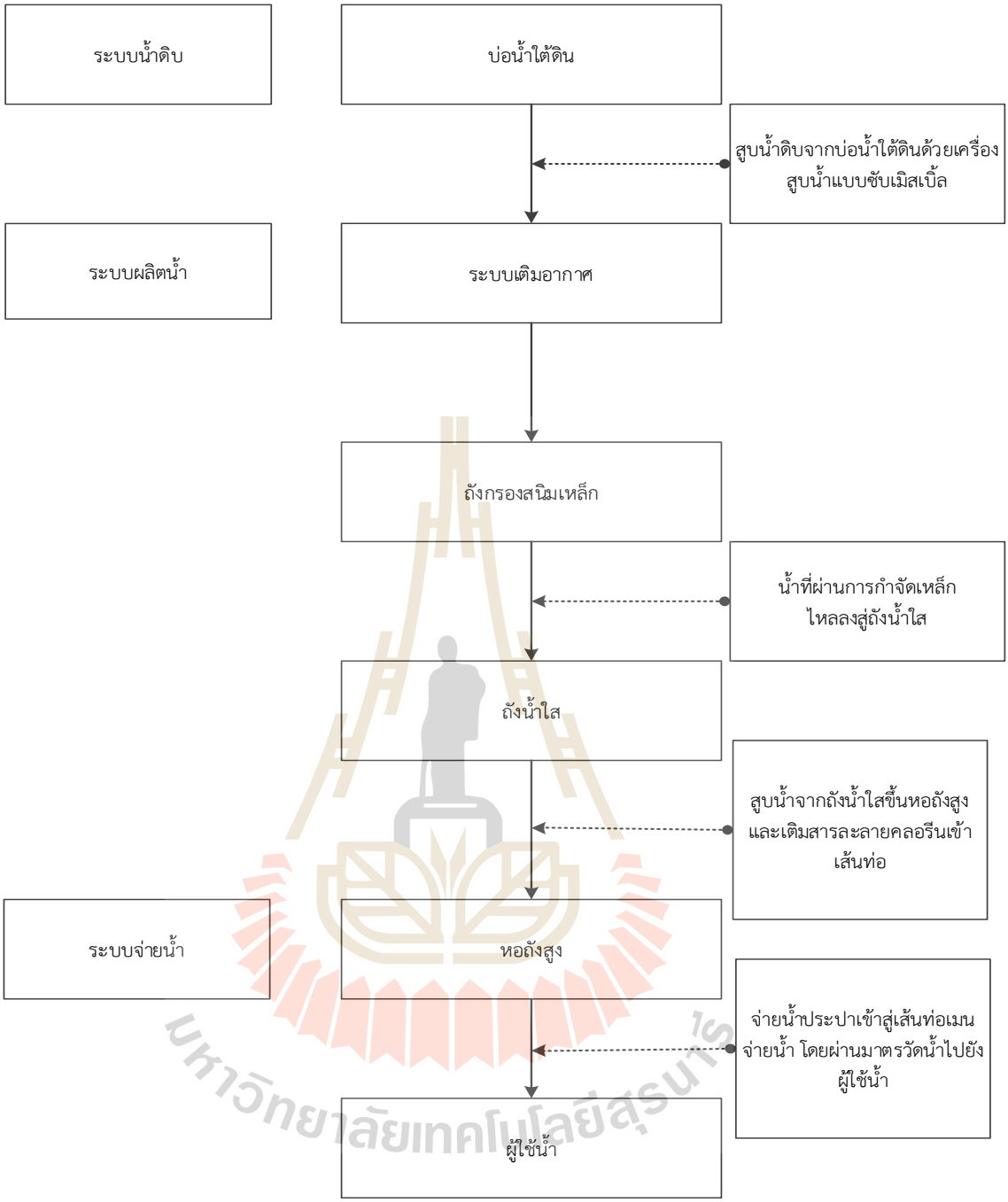
การกวนเร็วแบบชลศาสตร์เป็นการใช้พลังงานในการกวนน้ำโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยไม่ต้องเพิ่มพลังงานจากภายนอกเข้าไปอีกเช่น การบังคับการไหลของน้ำให้กระโดดด้วย Parshall Flume หรือการให้น้ำไหลข้ามฝาย มีข้อดีคือ สามารถติดตั้งในเส้นทางการไหลของน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบผลิตประปาได้โดยตรง ไม่ต้องใช้เครื่องกลใด ๆ ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำ แต่ประสิทธิภาพในการกวนน้ำอาจไม่สูงนัก มีความยืดหยุ่นต่ำเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหล และต้องกำหนดจุดเติมสารเคมีที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2) ถังกวนเร็วแบบเครื่องกล

การกวนเร็วโดยใช้ใบพัดจะทำให้เกิดการผสมและความปั่นป่วนในน้ำ พร้อมทั้งทำให้เกิดการไหล ใบพัดที่นิยมใช้ ได้แก่ ใบพัดแบนหรือใบพาย ใบพัดแบบเทอร์ไบน์ ใบพัดเรือ ถังกวนเร็วประกอบด้วยทางน้ำเข้า จุดเติมสารเคมี แผงกั้นเพื่อกันการไหลลัดทาง ใบพัดและมอเตอร์ต้นกำลัง ทางน้ำออก และจุดระบายน้ำทิ้งออกจากก้นถัง ดังแสดงในรูปที่ 2.4 มีทั้งถังกลมและถังสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถังกวนเร็วแบบเครื่องกลมีข้อดีคือ มีประสิทธิภาพสูง ถังมีขนาดเล็ก ค่าก่อสร้างต่ำ มีค่าเฮดสูญเสียต่ำ มีคามยืดหยุ่นในการใช้งานสูง แต่ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง และอาจมีปัญหาการไหลลัดทางของน้ำได้

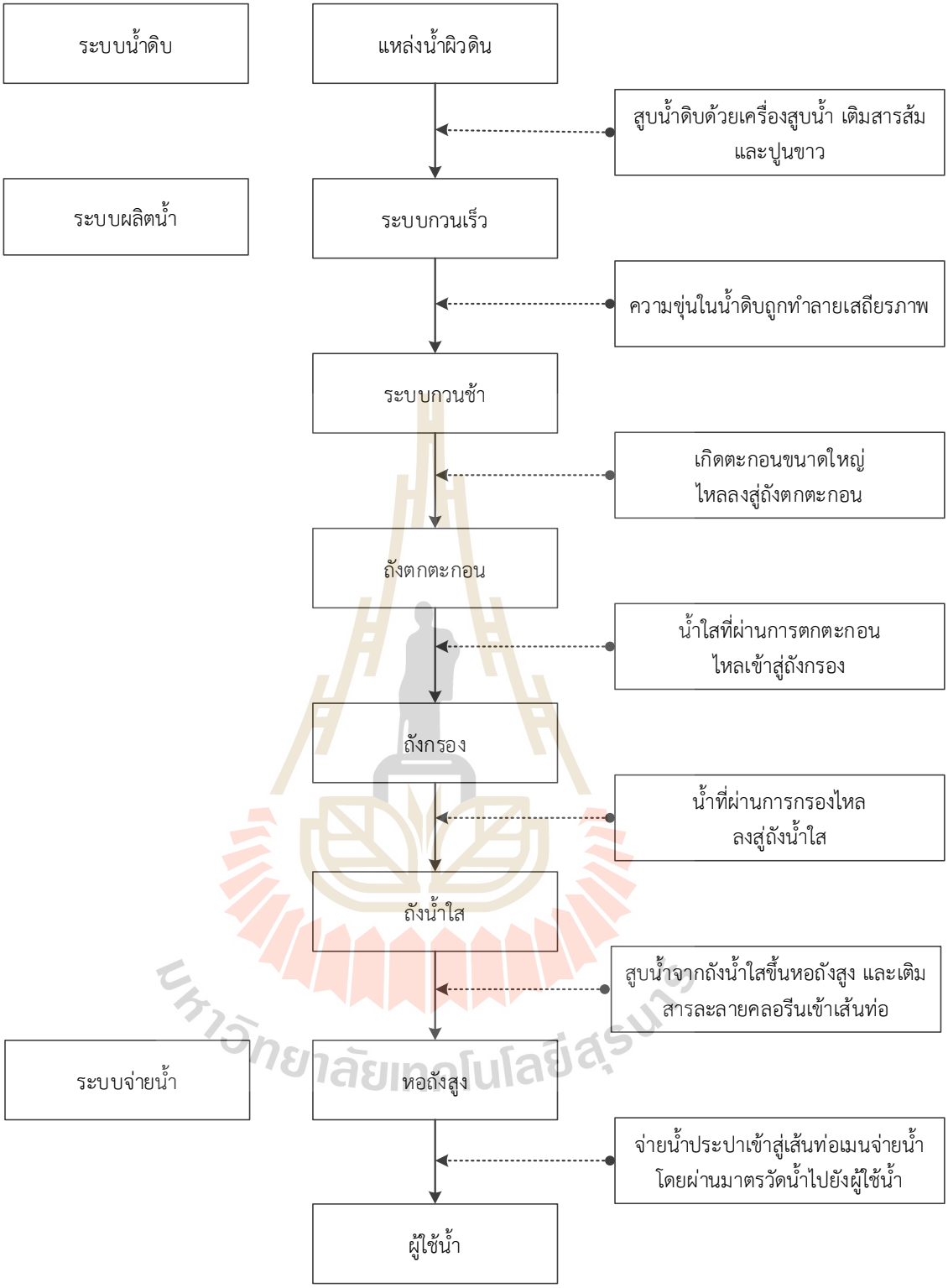
3) เครื่องกวนเร็วในเส้นท่อ (Static Mixer)

เครื่องกวนเร็วในเส้นท่อ มีลักษณะดังรูปที่ 2.5 มีลักษณะพิเศษคือ ไม่ต้องการพลังงานจากภายนอกในการกวนน้ำเลย เป็นเพียงการใส่แผ่นครีบเข้าไปในเส้นท่อเพื่อให้น้ำเกิดการปั่นป่วนและผสมน้ำกับสารเคมีเข้าด้วยกัน ซึ่งมีข้อดีคือ ขนาดกะทัดรัด ใช้พื้นที่น้อยมาก ติดตั้งสะดวก และมีประสิทธิภาพในการกวนน้ำสูง

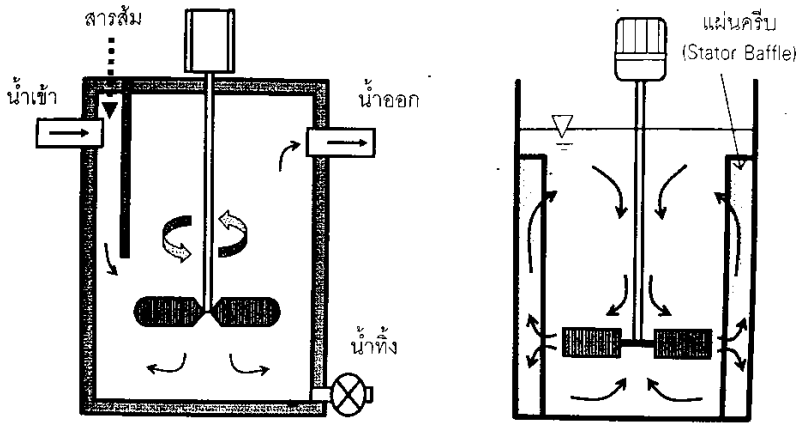


รูปที่ 2.2 ระบบการผลิตน้ำประปาแบบใต้ดิน

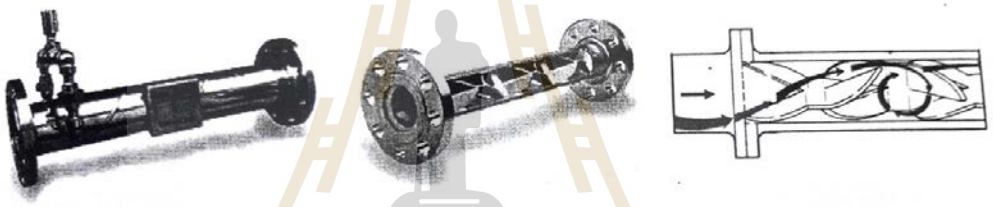
ที่มา : มาตรฐานระบบน้ำสะอาด กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย



รูปที่ 2.3 ระบบการผลิตน้ำประปาแบบผิวดิน
ที่มา : มาตรฐานระบบน้ำสะอาด กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย



รูปที่ 2.4 ลักษณะถังกวนเร็วแบบเครื่องกลและการติดตั้งใบพัดในถัง
ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554



รูปที่ 2.5 เครื่องกวนเร็วในเส้นท่อ
ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

2.4.2 การรวมตะกอน (Flocculation)

การรวมตะกอนเป็นการทำให้อนุภาคคอลลอยด์ที่ถูกทำลายเสถียรภาพแล้วมีโอกาสสัมผัสกันมากขึ้นและเกิดการรวมตัวเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นเป็นเม็ดตะกอนหรือฟล็อก กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นภายในถังกวนช้า (Slow Mixing Tank) หลักการออกแบบจะต้องทำให้เกิดการกวนน้ำอย่างนุ่มนวลและนานเพียงพอ โดยการควบคุมความเร็วน้ำให้เหมาะสม ไม่ต่ำเกินไปจนเกิดการตกตะกอนภายในถังกวนช้า และความเร็วน้ำไม่สูงเกินไปจนทำให้ตะกอนแตกออกจากกัน รูปแบบถังกวนช้ามี 2 แบบคือ ถังกวนช้าแบบใช้แผงกั้น และถังกวนช้าแบบเครื่องกล

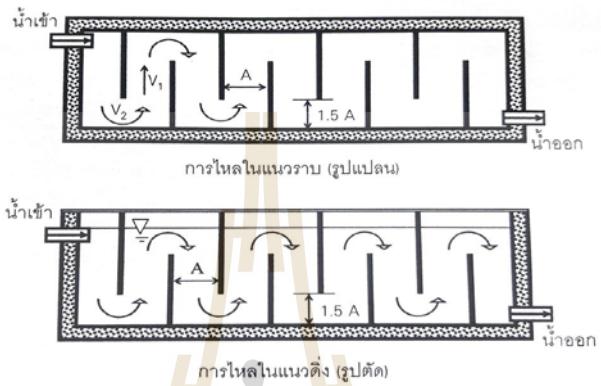
1) ถังกวนช้าแบบใช้แผงกั้น (Buffled Channel Flocculator)

เป็นการบังคับให้น้ำไหลวกวนและคดเคี้ยวไปมาด้วยแผงกั้น การกวนน้ำเกิดขึ้นเมื่อน้ำถูกบังคับให้ไหลกลับทิศทางอ้อมผ่านปลายแผงกั้น และไหลไปตามช่องทางไหลที่กำหนด ถังกวนช้าแบบแผงกั้นแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การไหลในแนวราบ และการไหลในแนวดิ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ข้อดีของถังกวนช้าแบบแผงกั้นคือ ไม่มีปัญหาการไหลลัดทางของน้ำ ใช้งานง่าย ค่าดูแลรักษาต่ำ แต่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานน้อย เมื่อมีอัตราการไหลของน้ำที่เปลี่ยนไปจากการออกแบบ

ในการออกแบบถังกวนช้าแบบแผงกั้นจะต้องกำหนดขนาดของถัง ระยะห่างระหว่างแผงกั้น ค่าเฮดสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์แนะนำในการออกแบบดังแสดงในตารางที่ 2.3

2) ถังกวนช้าแบบเครื่องกล (Mechanical Flocculator)

ถังกวนช้าแบบเครื่องกลเป็นการใช้ใบพัดในการกวนน้ำ มีลักษณะเช่นเดียวกับถังกวนเร็ว



รูปที่ 2.6 ถังกวนช้าแบบใช้แผงกั้น
ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผงกั้น

รายละเอียดถัง	ค่าที่ใช้ออกแบบ
ความเร็วในการไหล	0.1-0.3 เมตร/วินาที
ระยะเวลาเก็บกัก	15-30 นาที
ระยะห่างระหว่างแผงกั้น	มากกว่า 0.45 เมตร
ค่าเฮดสูญเสีย	0.3-0.9 เมตร
G	10-100 วินาที
GT	23,000-121,000
แบบแผงกั้นในแนวราบ ระยะห่างระหว่างปลายแผงกั้นถึงผนังถัง ความลึกของน้ำ	 1.5 เท่าของระยะห่างระหว่างแผงกั้น ไม่น้อยกว่า 1 เมตร
แบบแผงกั้นในแนวดิ่ง ระยะห่างระหว่างขอบบนของแผงกั้นถึงผิวน้ำ หรือ ระยะห่างระหว่างขอบล่างของแผงกั้นถึงก้นถัง ความลึกของน้ำ	 1.5 เท่าของระยะห่างระหว่างแผงกั้น 2-3 เท่าของระยะห่างระหว่างแผงกั้น

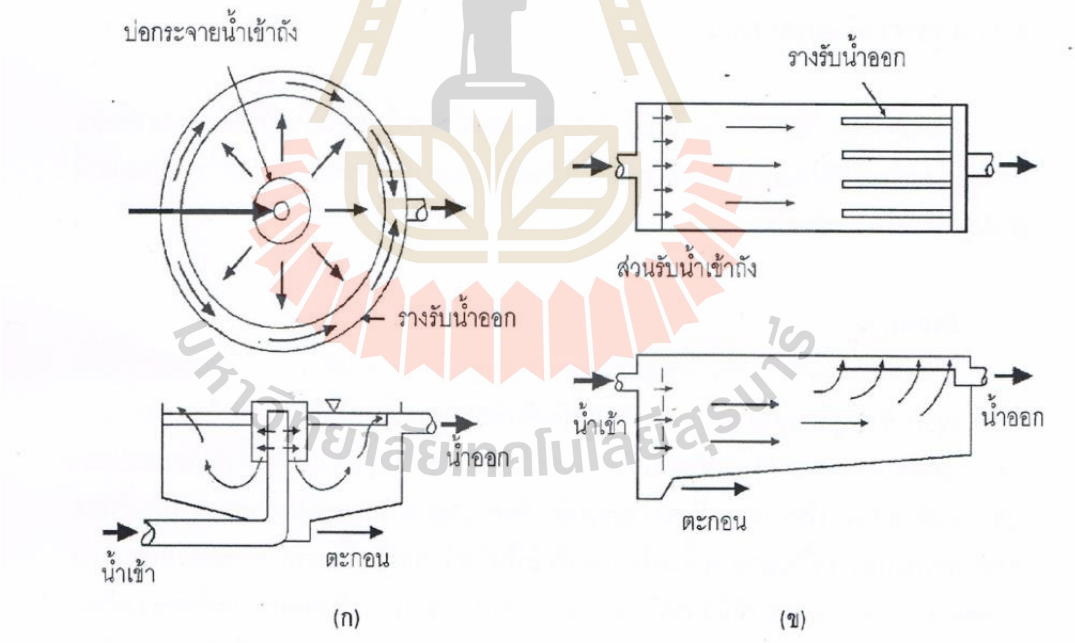
ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4.3 การตกตะกอน (Sedimentation)

การตกตะกอนเป็นการแยกตะกอนที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากพอที่จะตกตะกอนได้เองตามแรงโน้มถ่วงของโลกให้แยกออกจากน้ำ ทำให้ได้น้ำใสและตะกอนเหลวแยกจากกัน หลักในการออกแบบถังตกตะกอนที่สำคัญ คือ การทำให้น้ำเคลื่อนที่ผ่านไปอย่างช้า ๆ สม่ำเสมอทั่วหน้าตัดถัง และมีการไหลลัดทางน้อยที่สุด เพื่อเปิดโอกาสให้อนุภาคตกตะกอนออกมาได้ ควรออกแบบให้มีถังตกตะกอนอย่างน้อย 2 ถังต่อขนานกัน เพื่อให้สามารถผลิตน้ำได้อย่างต่อเนื่องแขณะที่ต้องหยุดใช้ถังลูกใดลูกหนึ่ง การใช้ถังตกตะกอนหลายถังจะช่วยลดพื้นที่ผิวน้ำของถัง ทำให้ลดปัญหาคลื่นบนผิวน้ำจากแรงลมได้

ถังตกตะกอนที่นิยมใช้งาน ได้แก่ ถังวงกลมและถังสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีข้อพิจารณาคือข้อจำกัดเรื่องขนาดพื้นที่ก่อสร้าง การจัดวางโครงสร้างถัง และความประหยัดค่าก่อสร้าง มีลักษณะแสดงในรูปที่ 2.7 การออกแบบทางชลศาสตร์ของถังตกตะกอน ได้แก่ ขนาดของถังตกตะกอน พื้นที่ผิวน้ำของถัง ความลึกของถัง ทางน้ำเข้า ทางน้ำออก และการระบายตะกอน ซึ่งมีตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ คือ อัตราน้ำล้นผิว ระยะเวลาเก็บกัก อัตราน้ำล้นผ่านฝาย (Weir Loading Rate) และความเร็วของการไหลในแนวราบ การกำหนดค่าสำหรับการออกแบบเมื่อกำหนดอัตราการผลิตน้ำประปาให้ สามารถใช้ค่าอัตราน้ำล้นผิวและระยะเวลาเก็บกักจากค่าที่มีการแนะนำไว้ดังแสดงในตารางที่ 2.7



รูปที่ 2.7 รูปแปลนและรูปตัดของถังตกตะกอน (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554)
(ก) แบบถังกลมที่น้ำไหลเข้าที่กึ่งกลางถังและไหลออกตามเส้นรอบวงที่ขอบถัง
(ข) แบบถังสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังตกตะกอนแบบกลมและสี่เหลี่ยมจตุรัส

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ขนาดกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง, ม.	<45
ความลาดของพื้นก้นถังแบบใช้เครื่องกวาดตะกอน, ม./ม.	0.06-0.16
ความลาดของพื้นก้นถังแบบไม่ใช้เครื่องกวาดตะกอน, องศา	45-65
อัตราน้ำล้นของถังขนาดไม่เกิน 0.35 $ม^3/(ม.^2.วัน)$	12-14
อัตราน้ำล้นของถังขนาดเกิน 0.35 $ม^3/(ม.^2.วัน)$	30-45
ความลึกของน้ำในถัง, ม.	3-5
เวลาตกตะกอน, ชม.	1-3
อัตราน้ำล้นฝาย, ลบ.ม./.ม.วัน	1270
รางน้ำล้นห่างจากขอบถัง, เท่าขนาดรัศมีถัง	0.010.15-0.20

ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

2.4.4 การกรอง (Filtration)

การกรองเป็นการแยกสารปนเปื้อนขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำออกจากน้ำ โดยการให้น้ำไหลผ่านไปตามช่องว่างของตัวกลางเช่น ทราย หรือถ่าน ในระบบผลิตประปานิยมใช้ถังกรอง 2 แบบ คือ ระบบทรายกรองเร็ว และระบบทรายกรองช้า

1) ระบบทรายกรองเร็ว (Rapid Sand Fiitration)

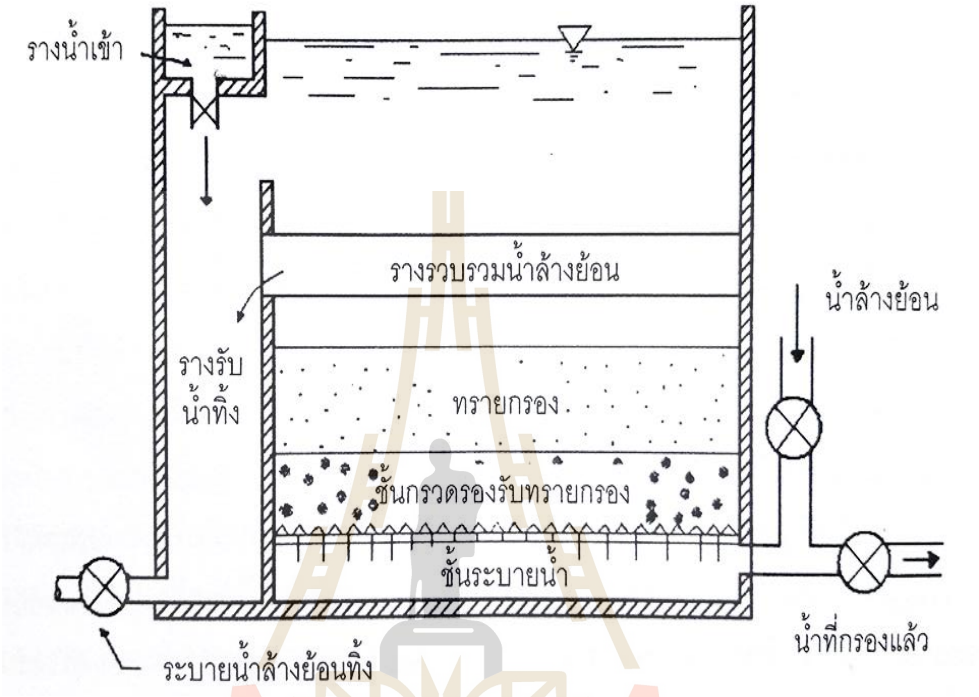
ระบบทรายกรองเร็วมีลักษณะสำคัญคือ สามารถกรองน้ำได้ในอัตราที่สูงประมาณ 1.2 ถึง 1.5 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางเมตร ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างถังน้อย มีความยืดหยุ่นในการปรับอัตราการกรอง มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ดี ใช้ปริมาณทรายกรองน้อยกว่าระบบทรายกรองช้า การล้างทรายกรองใช้เวลาน้อย ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำ แต่ข้อเสียของระบบทรายกรองเร็วคือ มีตะกอนเกิดขึ้นมากและกำจัดยาก สิ้นเปลืองสารเคมีในการสร้างแกนตะกอน ผู้ดูแลต้องมีทักษะความรู้ในการควบคุม ต้องใช้น้ำล้างย้อนมากกว่าระบบทรายกรองช้า และค่าเฮดสูญเสียในถังกรองมีค่าสูง น้ำที่เข้าสู่ถังกรองต้องผ่านกระบวนการขั้นต้นมาก่อน ได้แก่ การสร้างตะกอน การรวมตะกอน และการตกตะกอน เพื่อป้องกันการอุดตันเร็วเกินไป น้ำที่เข้าถังกรองควรมีความขุ่นต่ำกว่า 10 NTU การอุดตันของชั้นกรองจะเกิดเร็วกว่าระบบทรายกรองช้าจึงต้องมีการทำความสะอาดถังกรองบ่อย ซึ่งทำได้โดยการปล่อยน้ำไหลย้อนกลับทิศทางเพื่อล้างตะกอนความขุ่นออกจากถัง

องค์ประกอบที่สำคัญของถังทรายกรองเร็ว แสดงในรูปที่ 2.8 ได้แก่ ทรายกรอง ชั้นกรวดหรือหินรองรับทรายกรอง ชั้นระบายน้ำ ทางน้ำเข้าถัง ระบบรับน้ำทิ้ง ระบบล้างย้อน และระบบควบคุมการกรอง เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองเร็วแสดงในตารางที่ 2.5

2) ระบบทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration)

ระบบทรายกรองช้าเป็นการกรองน้ำที่ใช้อัตราการกรองต่ำ โดยมีอัตราการกรองน้ำต่ำกว่าถังกรองเร็วประมาณ 20 ถึง 50 เท่า จึงต้องใช้พื้นที่มากกว่า เหมาะกับน้ำดิบที่มีความขุ่นต่ำ ซึ่งมีข้อดีคือ ไม่ต้องมีกระบวนการสร้างแกนตะกอน ไม่สิ้นเปลืองสารเคมี ตะกอนที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยและกำจัดได้ง่าย ใช้น้ำในการทำความสะอาดถังกรองน้อย มีระยะเวลาใช้งานในแต่ละรอบ

ยาวนานประมาณ 20 ถึง 60 วัน ค่าดำเนินการและค่าดูแลรักษาต่ำ ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อยกว่าแบบทรายกรองเร็ว มีค่าเฮดสูญเสียในถังกรองต่ำกว่าในถังกรองเร็ว เหมาะสำหรับพื้นที่ห่างไกลในชนบท ซึ่งหาสารเคมีได้ยาก ขาดผู้ควบคุมดูแลระบบที่มีทักษะความชำนาญในการเดินระบบ เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองเร็วแสดงในตารางที่ 2.6



รูปที่ 2.8 ลักษณะถังทรายกรองเร็ว
ที่มา : ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองเร็ว

องค์ประกอบที่ออกแบบ	ค่าที่ใช้ออกแบบ
อัตราการกรอง (ลิตร/วินาที/ตารางเมตร)	1.3-4.0
อัตราการกรอง (เมตร/ชั่วโมง)	5-15
ความหนาชั้นสารกรอง (เมตร)	0.45-0.75
ความลึกของน้ำเหนือระดับผิวชั้นกรอง (เมตร)	0.9-1.5
ระยะเวลาเดินระบบ (ชั่วโมง)	12-72
อัตราการล้างย้อน (ลิตร/วินาที/ตารางเมตร)	6-16
ความลึกถังกรอง (เมตร)	1.8-2.4
จำนวนถังกรองที่ต้องมี	อย่างน้อย 2 ถัง

ที่มา :ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองช้า

องค์ประกอบที่ออกแบบ	ค่าที่ใช้ออกแบบ
อัตราการกรอง (ลิตร/วินาที/ตารางเมตร)	0.1-0.2
อัตราการกรอง (เมตร/ชั่วโมง)	0.035-0.070
ความหนาชั้นทรายกรอง (เมตร)	0.1.0-1.4
ขนาดพื้นที่ของถังกรอง (ตารางเมตร)	10-100
ความลึกของน้ำเหนือระดับผิวชั้นกรอง (เมตร)	1.0-1.5
ความสูงของถังกรอง รวมระยะขอบถัง (เมตร)	2.7-3.6
จำนวนถังกรองที่ต้องมี	อย่างน้อย 2 ถัง

ที่มา :ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554

2.4.5 การฆ่าเชื้อโรค

ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตน้ำประปา คือ การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ก๊าซคลอรีน คลอรีนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน แสงอัลตราไวโอเลต การใช้ความร้อน คลื่นเสียงความถี่สูง การกรองผ่านเยื่อ การฉายรังสี เป็นต้น ในระบบประปานิยมใช้ก๊าซ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน เช่น ไฮโพคลอไรต์ และครอลีนไดออกไซด์ เนื่องจากมีประสิทธิภาพคงตัวได้นาน หาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพง วิธีการเติมคลอรีนลงในน้ำ จะต้องทำให้เกิดการผสมระหว่างคลอรีนกับน้ำอย่างทั่วถึงในทันที โดยอาจใช้วิธีเดียวกันกับถังกวนเร็ว ด้วยการผสมโดยใช้น้ำกระโดดหรือผสมในเส้นท่อก็ได้ ทั้งนี้ต้องให้มีระเวลาในการสัมผัสที่เพียงพอด้วย

การเติมคลอรีนในน้ำประปา ควรกำหนดให้มีปริมาณหลงเหลือ (Residual Chlorine) อยู่ในน้ำประปาเพื่อทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคในระหว่างที่อยู่ในเส้นท่อจ่ายน้ำ โดยองค์การอนามัยโลกแนะนำว่าควรมีปริมาณคลอรีนหลงเหลือในน้ำประปาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ปริมาณคลอรีนหลงเหลือในน้ำประปาถึงผู้ใช้น้ำไม่ควรสูงเกิน 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากจะทำให้เกิดกลิ่นและรสในน้ำ อาจเป็นเหตุให้ผู้ใช้น้ำปฏิเสธการใช้น้ำประปาได้

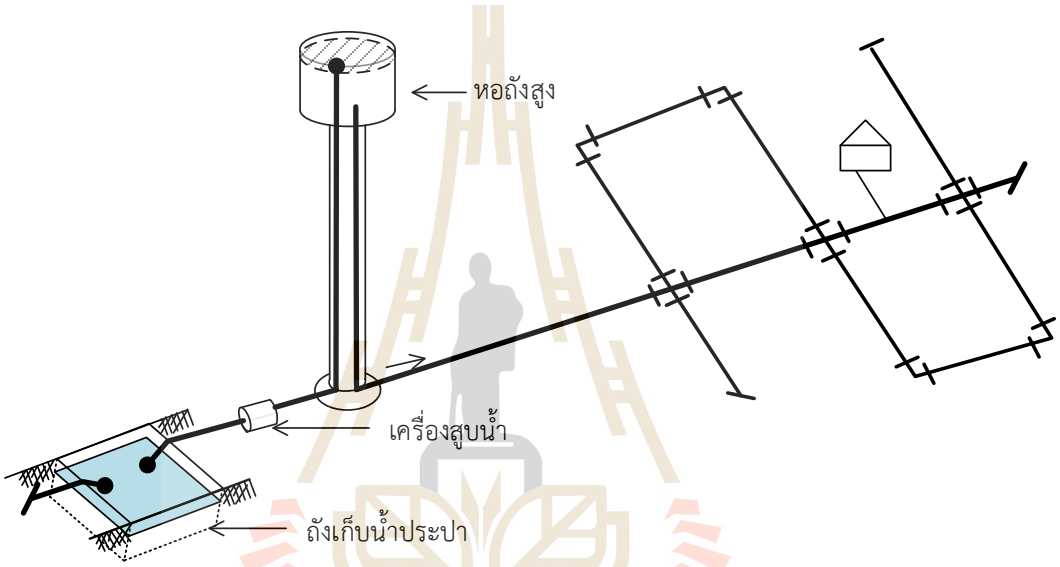
2.5 ระบบส่งจ่ายน้ำสะอาด

น้ำประปาที่ผลิตขึ้นจะถูกเก็บกักไว้ในถังน้ำใส จากนั้นจึงส่งจ่ายด้วยท่อประปาตั้งแต่โรงผลิตน้ำประปา ไปยังชุมชนหรือพื้นที่ให้บริการทั่วทุกอาคาร วิธีการแจกจ่ายน้ำประปามีด้วยกันได้หลายวิธี ซึ่งอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือใช้หลายวิธีในระบบแจกจ่ายหนึ่ง ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่นั้นหรือปัจจัยอื่น ๆ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2541) โดยระบบส่งจ่ายน้ำประปาประกอบด้วยความดันเริ่มต้น (pressure head) เพื่อให้น้ำประปาสามารถไหลไปตามท่อและเหลือความดันเพียงพอสำหรับพื้นที่รับบริการซึ่งอยู่ไกลสุดได้ พลังงานนี้อาจได้มาจากเครื่องสูบน้ำหรือจากแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity force) หรือทั้งสองอย่างประกอบกัน (อุดร จารุรัตน์ และจารุรัตน์ วรนิสรากุล, 2545) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.5.1 วิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity Flow)

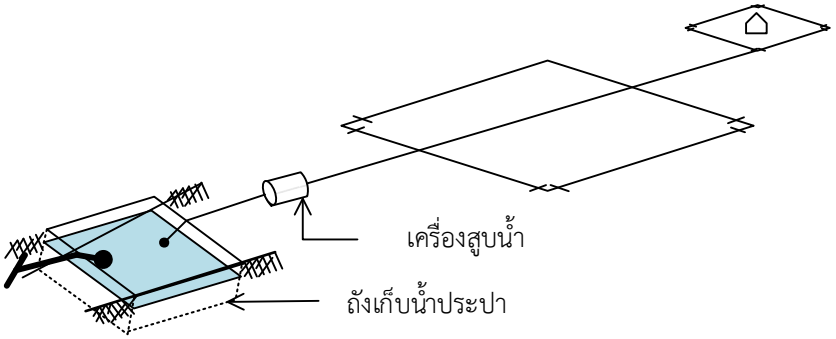
ระบบส่งจ่ายน้ำวิธีนี้อาศัยหลักการว่า ระดับน้ำจากระบบผลิตน้ำอยู่สูงกว่าชุมชนที่มากพอทำให้น้ำประปาไหลไปตามท่อประปาได้เป็นอย่างดี คือมีทั้งความเร็วของน้ำไหลและความดันของน้ำภายในท่ออย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป วิธีนี้โดยมากจะอาศัยความสูงของระดับพื้นดินปกติ และหอถังสูง เพื่อเป็นจุดปล่อยน้ำประปาเพื่อแจกจ่ายไปรอบ ๆ พื้นที่บริการ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ข้อดีของวิธีนี้คือ ในช่วงที่เกิดกระแสไฟฟ้าดับ ระบบแจกจ่ายน้ำประปาแบบนี้จะยังคงสามารถจ่ายน้ำได้ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดความจุของหอถังสูง อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ และตัดปัญหาเรื่องการชำรุดและซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยสำหรับระบบผลิตประปาทั่วไป



รูปที่ 2.9 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกแบบใช้หอถังสูง

2.5.2 วิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรง (Direct Pumping)

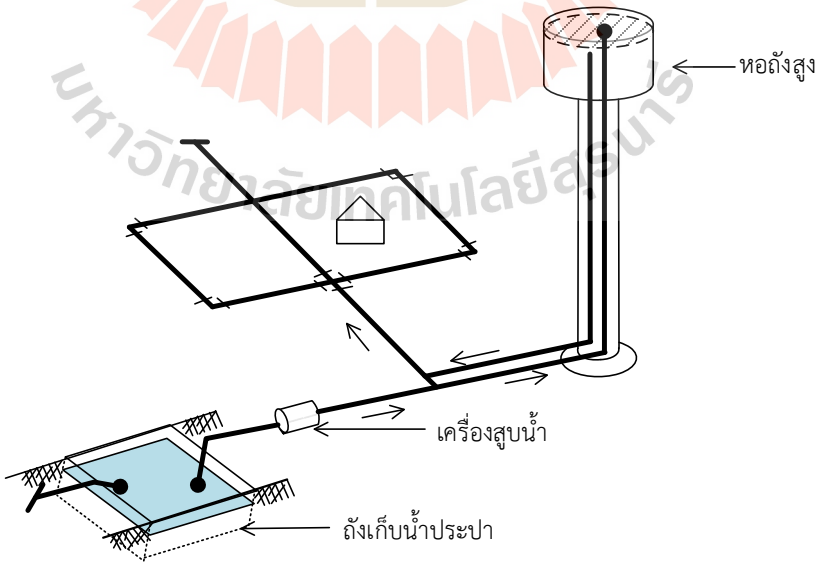
วิธีนี้อาศัยเพียงเครื่องสูบน้ำ โดยทำการสูบน้ำจากถังน้ำใสแล้วอัดเข้าท่อประธานของระบบโดยตรง ความเร็วของน้ำไหล และความดันของน้ำภายในท่อถูกควบคุมโดยเครื่องสูบน้ำและขนาดท่อประธานที่ออกแบบไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 การสูบจ่ายน้ำโดยตรงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับประปาชุมชนขนาดใหญ่และมีระบบท่อจ่ายน้ำยาวมาก ซึ่งการใช้หอถังสูงส่งน้ำจะมีความดันไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามการจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีนี้อาจมีความดันภายในท่อประธานไม่คงที่มีการแปรเปลี่ยนบ่อยครั้ง ถ้ากระแสไฟฟ้าดับจะไม่สามารถแจกจ่ายน้ำประปาไปตามพื้นที่บริการได้เลยในทันที



รูปที่ 2.10 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรง

2.5.3 วิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้หอถังสูงร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ

วิธีนี้เป็นนำวิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกแบบใช้หอถังสูงและวีสูบจ่ายน้ำโดยตรงมาใช้ร่วมกันดังแสดงในรูปที่ 2.11 ในการแจกจ่ายน้ำประปาจะอาศัยทั้งเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายไปยังท่อประธาน ขณะเดียวกันอีก ณ ตำแหน่งจะมีหอถังสูงทำหน้าที่แจกจ่ายน้ำประปาไปด้วย ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถแจกจ่ายน้ำประปาด้วยปริมาณมาก ๆ ได้ ทั้งจากเครื่องสูบน้ำและหอถังสูงพร้อม ๆ กัน ในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย น้ำส่วนเกินจะไหลขึ้นไปเก็บบนถังสูง หรืออาจเลือกวิธีแจกจ่ายน้ำไปยังท่อประธานได้ คืออาจจ่ายด้วยเครื่องสูบน้ำอย่างเดียวหรือใช้หอถังสูงอย่างเดียวก็ได้ ช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำมาก การสูญเสียความดัน (loss of head) จะลดลงประมาณหนึ่งในสี่ของการสูญเสียจากระบบที่ใช้เครื่องสูบน้ำอย่างเดียว อีกทั้งวิธีนี้จะส่งผลให้เครื่องสูบน้ำทำงานด้วยอัตราคงที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ และการทำงานจะเต็มตามประสิทธิภาพของเครื่อง ซึ่งเป็นการใช้งานที่คุ้มค่าและประหยัด



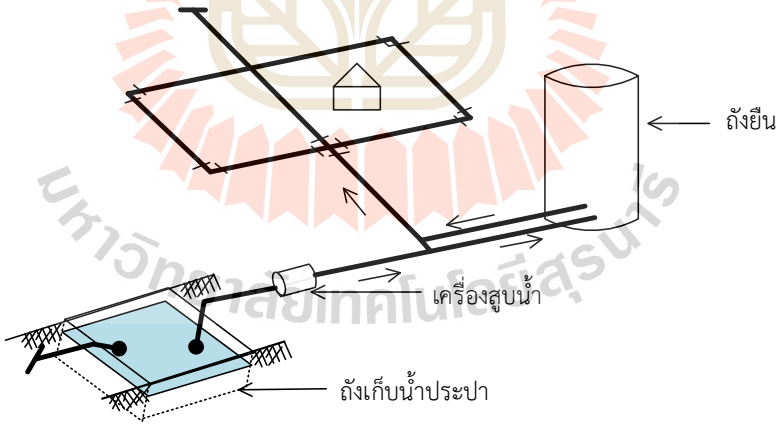
รูปที่ 2.11 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้หอถังสูงร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ

2.5.4 วิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้ถังยืนร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ

การใช้ถังยืน ซึ่งเป็นถังเก็บน้ำที่มีความสูงน้อยกว่าหอถังสูงแต่เก็บน้ำได้มากกว่า นิยมใช้ในบริเวณที่เป็นเนิน เพื่ออาศัยข้อได้เปรียบจากความสูงของเนินแทนขาของหอถังสูง มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับวิธีหอถังสูงร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.12

2.6 การควบคุมระบบผลิตประปา

ระบบประปาเป็นระบบที่ต้องมีการบำรุงรักษาตลอดเวลา ตั้งแต่แหล่งน้ำดิบจนถึงระบบท่อส่งและสูบจ่าย ระบบประปาที่มีขนาดเล็กอาจใช้เพียงแรงงานคนในการตรวจสอบระบบได้ทั้งหมด แต่ระบบประปาที่มีขนาดใหญ่การใช้แรงงานคนเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถตรวจสอบได้ทั้งหมด ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้งานจึงไม่เพียงแต่มีบทบาทสำคัญต่อการหาค่าเหมาะสมในการออกแบบโครงข่ายระบบส่งจ่ายน้ำเท่านั้น ยังสำคัญกับการหาค่าที่เหมาะสมในการควบคุมระบบอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด ในขณะที่ผลกระทบจากปัญหาต่าง ๆ ก็ลดน้อยลง การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการควบคุมระบบประปาในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ระบบเครื่องสูบน้ำ การควบคุมการทำงานแบบทันที (Real-time operation) และการคาดการณ์ความต้องการน้ำใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการหาค่าการควบคุมระบบที่เหมาะสมนั้นแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ วิธีเชิงเส้น (Linear programming) และ วิธีไม่เชิงเส้น วิธีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายคือ วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetics Algorithms : GA) ซึ่งเป็นวิธีแบบไม่เชิงเส้น เนื่องจากวิธีนี้สามารถหาค่าที่เหมาะสมที่ใกล้เคียงค่าที่แท้จริงได้



รูปที่ 2.12 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้ถังยืนร่วมกันกับเครื่องสูบน้ำ

2.6.1 ระบบเครื่องสูบน้ำ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำถือเป็นเรื่องที่สำคัญเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการเดินระบบผลิตน้ำประปามากกว่าร้อยละ 50 เป็นค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งมากกว่าร้อยละ 95 ของค่ากระแสไฟฟ้าเป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่องสูบจ่ายน้ำ ประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มที่ดีจะทำให้ช่วยลดค่ากระแสไฟฟ้า และช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำด้วย

(Europump and the US Department of Energy, 2004) ประกอบด้วย การทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficient Pumps) การจัดกลุ่มทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่เหมาะสม (Inefficient Pump Combinations) และการจัดกำหนดการทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่เหมาะสม (Inefficient Pump Scheduling) (Coelho and Campos et al., 2014) การลดการใช้พลังงานให้ได้มากควรทำการจัดกำหนดการทำงานของเครื่องสูบน้ำให้เหมาะสม ซึ่งต้องใช้วิธีการหาค่าเหมาะสมในการควบคุมระบบ เครื่องสูบน้ำสามารถควบคุมได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงของแรงดันดูด (suction pressure) หรือการกำหนดเวลา โดยส่วนมากการทำงานของเครื่องสูบน้ำจะกำหนดด้วยระดับน้ำในถังเก็บน้ำ หรือเรียกว่า “ระบบลูกลอย” กล่าวคือ เมื่อระดับน้ำในถังเก็บน้ำลดลงสวิทช์ควบคุมการทำงานจะเปิดให้เครื่องสูบน้ำทำงาน และในทางกลับกันเมื่อระดับน้ำในถังเก็บน้ำสูงขึ้นสวิทช์ควบคุมการทำงานก็จะปิดลง เครื่องสูบน้ำจึงหยุดทำงาน วิธีนี้เหมาะกับชุมชนที่มีการใช้น้ำแบบไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง (Coelho and Campos et al., 2012)

2.6.2 การควบคุมการทำงานแบบทันที

การควบคุมการทำงานแบบทันทีหรือแบบอัตโนมัติ คือการนำระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquistion) มาควบคุมระบบผลิตประปา และติดตามตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ วาล์ว ถังเก็บน้ำ เป็นต้น ข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จะถูกส่งผ่านโครงข่ายการสื่อสารและอุปกรณ์สื่อสารไปยังคอมพิวเตอร์แสดงผลข้อมูล ดังนั้นอุปกรณ์หลักของระบบ SCADA ประกอบด้วย ข้อมูลการทำงานของระบบ ระบบการสื่อสาร อุปกรณ์แสดงผลข้อมูล และระบบควบคุม การนำระบบ SCADA มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการประปา จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในการผลิตและจ่ายน้ำประปามีคุณภาพและรวดเร็วมากขึ้น ทำให้สามารถยกระดับความเชื่อมั่นในระบบผลิตและระบบควบคุมการผลิตน้ำประปา ควบคุมปริมาณการผลิต ควบคุมคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ที่เฝ้าระวัง อัตราการไหล แรงดัน และระดับน้ำในเส้นท่อได้ ควบคุมระบบผลิต เครื่องจักร วาล์วในระบบผลิต และระบบจ่ายน้ำประปาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกลไกช่วยให้ผู้ควบคุมเปลี่ยนแปลงการผลิตให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยสามารถควบคุมการสูบน้ำดิบ การกรอง การจ่ายน้ำ เครื่องสูบน้ำ เครื่องจ่ายสารเคมี และความปลอดภัยได้

2.6.3 การคาดการณ์ความต้องการน้ำใช้

นอกจากการควบคุมระบบการทำงานของระบบผลิตน้ำประปาแล้ว การผลิตน้ำยังต้องคำนึงถึงความพอเพียงของน้ำต่อความต้องการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำ ปริมาณความต้องการใช้น้ำแปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาในระหว่างวัน และฤดูกาล (Coelho and Campos et al., 2014) การควบคุมการผลิตน้ำควรเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำ เช่น ช่วงที่ไม่มีผู้ใช้น้ำให้ลดการผลิตน้ำให้น้อยลงเหลือเท่าที่จำเป็นสำรองไว้ใช้ การพิจารณาความต้องการใช้น้ำมักใช้ค่าเฉลี่ยในแต่ละวัน ปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดในหนึ่งวัน ช่วงเวาที่มีการใช้น้ำสูงสุด และบันทึกวันที่เคยมีการใช้น้ำมากที่สุด (Walski, Chase and Savic et al., 2001) ข้อมูลการใช้น้ำสามารถเก็บบันทึกข้อมูลได้หลายรูปแบบ เช่น อัตราการไหล ปริมาตรน้ำ และระดับความสูง ข้อมูลเหล่านี้ควรจัดเก็บไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์แบบจำลองทางชลศาสตร์

2.7 การประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตประปา

ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการผลิต ทั้งรายจ่ายที่เห็นชัดเจนว่ามีการจ่ายจริงและรายจ่ายที่มองไม่เห็นชัดเจนหรือไม่ต้องจ่ายจริง สำหรับต้นทุนในการผลิตน้ำประปา คือค่าใช้จ่ายทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่เป็นค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายที่ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตน้ำประปา กล่าวคือ ไม่ว่าจะผลิตปริมาณมาก ปริมาณน้อย หรือไม่ผลิตเลย ก็จะเสียค่าใช้จ่ายในจำนวนที่คงที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าครุภัณฑ์เครื่องสูบน้ำ เครื่องจ่ายสารละลายคลอรีน ค่าจ้างดูแล และค่าเสื่อมราคา ส่วนต้นทุนผันแปร หมายถึงค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายที่ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตน้ำประปา ถ้ามีการผลิตน้ำประปาในปริมาณมาก ต้นทุนในส่วนนี้ก็จะมากขึ้นด้วย ต้นทุนผันแปรในการผลิตน้ำประปา ประกอบด้วย ค่าสารเคมี ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษา

กรณีศึกษาศักยภาพระบบผลิตน้ำประปาของกิจการประปากระฉอด ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (ขัตตยรัตน์ สงวนสัตย์, 2554) ในการวิเคราะห์ต้นทุนโครงการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาใหม่ ที่มีอัตราการผลิต 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

1) ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย

1.1) ค่าจ้าง : ผู้ดูแลระบบประปา ผู้จัดทำบัญชี ผู้เก็บค่าน้ำประปา

1.2) ค่าเสื่อมราคา : อาคารโรงสูบน้ำ และ ค่าครุภัณฑ์เครื่องสูบน้ำ เครื่องจ่ายสารละลายคลอรีน โดยนำราคาการก่อสร้าง หรือราคาครุภัณฑ์หารด้วยอายุการใช้งาน

2) ต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย

2.1) ค่าไฟฟ้า คิดเป็นราคา 1.48 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

2.2) ค่าสารเคมี

2.3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ประกอบด้วย ท่อประปา มาตรวัดน้ำ อะไหล่มาตรวัดน้ำ อะไหล่ครุภัณฑ์ วัสดุดำเนินการซ่อมบำรุงอื่น ๆ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลา

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Haider, Sadiq, Tesfamariam et al., (2014) ได้ทบทวนวรรณกรรมเรื่องการกำหนดดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลิตประปาขนาดกลางและขนาดเล็กที่เหมาะสม ประกอบด้วย การพิจารณาด้านแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา เจ้าหน้าที่ดูแลระบบผลิตประปา องค์ประกอบของระบบผลิตประปา การเดินระบบผลิตประปา คุณภาพน้ำและความปลอดภัยต่อสุขภาพ คุณภาพการบริการ และการบริหารจัดการด้านการเงิน

ดัชนีชี้วัดด้านแหล่งน้ำดิบ การเลือกแหล่งน้ำดิบถือเป็นข้อกำหนดเริ่มต้นของกรวางแผนก่อสร้างระบบผลิตประปา ซึ่งพิจารณาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพที่เพียงพอต่อการผลิตน้ำประปา

ดัชนีชี้วัดด้านเจ้าหน้าที่ดูแลระบบผลิตประปา ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดูแลรักษาระบบประปาให้สามารถจ่ายน้ำได้ ต้องมีความรู้ความสามารถในการดูแล และซ่อมแซมอุปกรณ์ประปาได้ มีการสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่เข้ารับการอบรมในหลักสูตรเกี่ยวกับการบริหารกิจการประปาและการควบคุมการผลิตระบบประปาที่จัดโดยหน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างสม่าเสมอ เมื่อระบบประปา

หรืออุปกรณ์ใด ๆ ในระบบประปาชำรุด เจ้าหน้าที่สามารถดำเนินการซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ดัชนีชี้วัดด้านองค์ประกอบของระบบผลิตประปา หมายถึงการประเมินด้านความสามารถในการรองรับความต้องการน้ำของผู้ใช้น้ำ ระบบผลิตประปาต้องมีกำลังการผลิตของระบบผลิตประปา ความจุของแหล่งน้ำดิบ ขนาดเครื่องสูบน้ำ ระบบผลิตน้ำ ท่อส่งจ่ายน้ำ ที่สามารถผลิตน้ำได้ตามความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันและอนาคต โดยพิจารณาจากจำนวนมิเตอร์ของผู้ใช้น้ำ

ดัชนีชี้วัดด้านการเดินระบบผลิตประปา ในการเดินระบบผลิตผลิตน้ำต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ การตรวจสอบปริมาณน้ำสูญเสีย การตรวจสอบการรั่วไหลของท่อส่งจ่ายน้ำประป รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาด้วย

ดัชนีชี้วัดด้านคุณภาพน้ำและความปลอดภัยต่อสุขภาพ เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ โดยการตรวจสอบคุณสมบัติทางแบคทีเรีย ทางเคมี ทางกัมมันตภาพรังสี ทางโลหะหนัก เป็นต้น

ดัชนีชี้วัดด้านการบริการ ผู้ใช้น้ำจะมีความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อได้รับการบริการคุ้มค่ากับค่าน้ำที่จ่ายไป ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ ประกอบด้วยการบริการครอบคลุมทุกพื้นที่ น้ำประปามีความเพียงพอไหลต่อเนื่องตลอดเวลา น้ำมีคุณภาพที่ดีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีการตอบสนองต่อข้อเรียกร้องของผู้ใช้น้ำอย่างรวดเร็ว และดำเนินการติดตั้งมิเตอร์ใช้น้ำให้ผู้ใช้ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว

ดัชนีชี้วัดด้านการบริหารจัดการด้านการเงิน มีการจัดเก็บค่าน้ำที่เหมาะสมกับต้นทุนการผลิต มีระบบการรับ-จ่ายเงิน การจัดทำรายงานการเงิน ที่ดำเนินการโดยคณะกรรมการบริหารสามารถแสดงหลักฐานต่าง ๆ ให้ตรวจสอบได้ กิจการประปามีรายได้จากการจัดเก็บค่าน้ำ ค่าบริการ ค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เมื่อหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแล้วมีเงินคงเหลือเพียงพอในการดำเนินการจัดหาวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตและบำรุงรักษาระบบประปา มีเงินทุนสำหรับการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ หรือใช้ในยามฉุกเฉิน

2.9 สรุปงานวิจัยทำการศึกษาระบบผลิตประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

การศึกษาระบบผลิตประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ ในส่วนการประเมินระบบผลิตประปาเชิงวิศวกรรมแบ่งเป็น 2 ด้านคือ ระบบการผลิต และการบริหารจัดการ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1) ระบบผลิตประปาชุมชนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างถูกสร้างขึ้นตามแบบมาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ ผลการศึกษาพบร้อยละ 71 ของระบบผลิตประปาที่สำรวจ เป็นระบบผลิตประปาตามแบบมาตรฐานของกรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่สนับสนุนภารกิจด้านจัดหาน้ำสะอาดให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2) รูปแบบระบบผลิตประปาตามแบบมาตรฐานแต่ละหน่วยงานมีลักษณะที่แตกต่างกันทำให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำดิบ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปา การดูแลระบบผลิตประปาแตกต่างกัน การเลือกใช้ระบบประปาตามแบบมาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้ง่ายต่อการ

ออกแบบและก่อสร้าง อย่างไรก็ตามควรพิจารณาความเหมาะสมในด้านคุณภาพน้ำดิบ และความสามารถในการดูแลระบบผลิตด้วย

3) การศึกษาความพอเพียงของระบบผลิตประปาพบระบบผลิตประปาร้อยละ 11 ของจำนวนระบบผลิตประปาที่สำรวจทั้งหมด มีอัตราการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของประชาชนในปัจจุบัน ระบบผลิตประปาร้อยละ 41 อัตราการผลิตออกแบบไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการน้ำใช้ในปี พ.ศ. 2564 ระบบผลิตประปาร้อยละ 44 อัตราการผลิตไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการน้ำในปี พ.ศ. 2574 และในปี พ.ศ. 2584 มีระบบผลิตประปาที่อัตราการผลิตไม่เพียงพอคิดเป็นร้อยละ 44

4) คุณภาพน้ำดิบโดยทั่วไปของพื้นที่ทั้ง 4 จังหวัด พบการปนเปื้อนของแคลเซียม และแมกนีเซียมที่เกินมาตรฐานน้ำประปา แต่ระบบผลิตประปาที่สำรวจพบไม่มีขั้นตอนการกำจัดแคลเซียม และแมกนีเซียม การทำงานของระบบผลิตประปาตั้งแต่กระบวนการเติมอากาศ การก่อตะกอน การรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง ไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตามเกณฑ์การออกแบบ

5) การเดินระบบผลิตประปาส่วนใหญ่ที่สำรวจพบไม่สามารถเดินระบบผลิตตามที่ออกแบบ ระบบผลิตประปาแบบใต้ดินทั้งหมดไม่พบการฆ่าเชื้อโรค ส่วนระบบผลิตประปาแบบผิวดินส่วนมากใช้งานระบบผลิตน้ำประปาครบทุกกระบวนการตามการออกแบบแต่มีจำนวน 5 แห่ง ไม่มีการฆ่าเชื้อโรค ระบบลำเลียงน้ำดิบของระบบผลิตประปาร้อยละ 75 เกิดแรงดันสูญเสียประมาณ 0.3-15 เมตรของน้ำ และระบบลำเลียงน้ำดิบของระบบผลิตประปาดังกล่าวมีแรงดันน้ำในเส้นท่อมากกว่าค่าแรงดันสูญเสียโดยไม่พิจารณาการสูญเสียในเส้นท่อ และระบบสูบจ่ายน้ำประปาร้อยละ 79 พบมีแรงดันน้ำที่จุดไกลสุดมากเกิน 7 เมตรของน้ำ แสดงให้เห็นว่าแรงดันน้ำของระบบสูบจ่ายน้ำประปาเพียงพอต่อการส่งจ่ายน้ำประปาในพื้นที่บริการ เมื่อไม่พิจารณาการสูญเสียในเส้นท่อ

6) ระบบผลิตประปาร้อยละ 81 ของระบบผลิตประปาทั้งหมด มีต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำประปาน้อยกว่าราคาจำหน่ายน้ำประปา ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำประปาของระบบผลิตประปาแบบใต้ดินโดยรวมมีค่ามากกว่าค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำประปาของระบบผลิตประปาแบบผิวดิน ซึ่งมีค่าประมาณ 2.3-4.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนระบบผลิตประปาแบบผิวดินค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำประปาประมาณ 0.8-1.8 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และพบระบบผลิตประปามีต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำประปา มากกว่าราคาจำหน่ายน้ำประปาอยู่ร้อยละ 19 ของระบบผลิตประปาทั้งหมด โดยค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำประปามากกว่าราคาจำหน่ายน้ำประปามากถึงร้อยละ 25-50 ของราคาจำหน่ายน้ำประปา และระบบผลิตประปาอีกร้อยละ 88 สามารถดำเนินกิจการภายใต้เงินกองทุนของระบบผลิตประปาเองได้ เนื่องจากการจัดเก็บรายได้ค่าน้ำประปาเพียงพอกับต้นทุนในการเดินระบบผลิตประปา

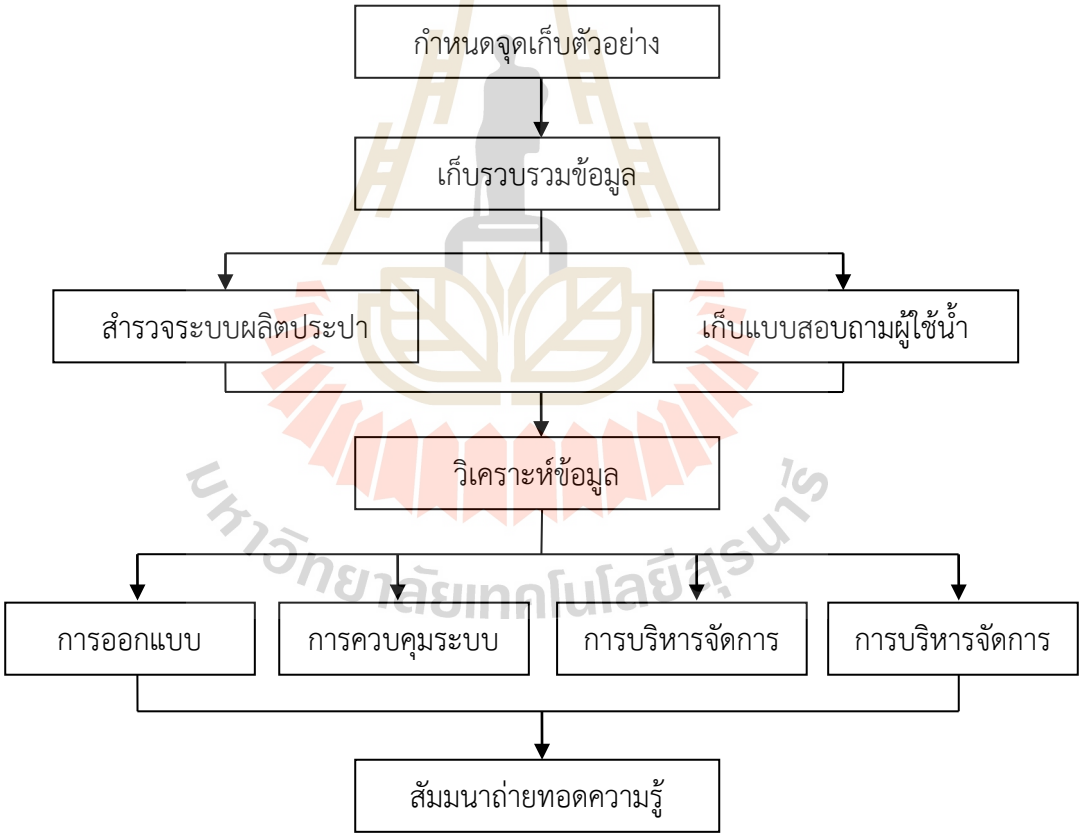
7) การบริหารกิจการระบบผลิตประปาชุมชนร้อยละ 81 ของจำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด เป็นการบริหารโดยคณะกรรมการบริหารกิจการประปาที่ประชาชนผู้ใช้น้ำเลือกตั้งขึ้นมา และอีกร้อยละ 19 เป็นการบริหารกิจการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การบริหารในรูปแบบแรกผู้ดูแลระบบผลิตประปาจะมีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านการดูแลระบบผลิตประปาน้อยกว่าผู้ดูแลระบบผลิตประปาจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และผลการศึกษายังพบว่าผู้ดูแลระบบผลิตประปาส่วนใหญ่

ไม่ได้รับการอบรมการดูแลระบบผลิตประปา อาจส่งผลให้ระบบผลิตประปาขาดการดูแลอย่างเป็นระบบ คุณภาพน้ำประปาอาจไม่ผ่านมาตรฐานน้ำประปา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อประเมินการออกแบบและการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง การประเมินแบ่งเป็น 3 ด้านคือ การออกแบบระบบผลิตประปา การบริหารจัดการ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ถ่ายทอดให้เป็นความรู้ และการเสริมสร้างศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา โดยทำการศึกษาใน 2 ช่วงฤดูกาล คือ ช่วงฤดูแล้ง เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม 2559 และฤดูฝน เดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม 2559 ขั้นตอนการศึกษาแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

คณะผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างระบบประปาในเขตเทศบาลที่ดูแลโดยเทศบาล และการประปาภูมิภาคในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง โดยมีพื้นที่เป้าหมายตามพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์อนามัยที่ 5 กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วยจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ ชัยภูมิ และสุรินทร์ มีชื่อเรียกโดยรวมว่า “นครชัยบุรินทร์” ซึ่งมีเขตพื้นที่เทศบาลรวมทั้งหมด 217 แห่ง ในการศึกษานี้ได้ทำการกำหนดพื้นที่ศึกษา 10 แห่ง ประกอบด้วยระบบผลิตประปาที่ดูแลโดยเทศบาล 5 แห่ง และดูแลโดยการประปาส่วนภูมิภาค 5 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

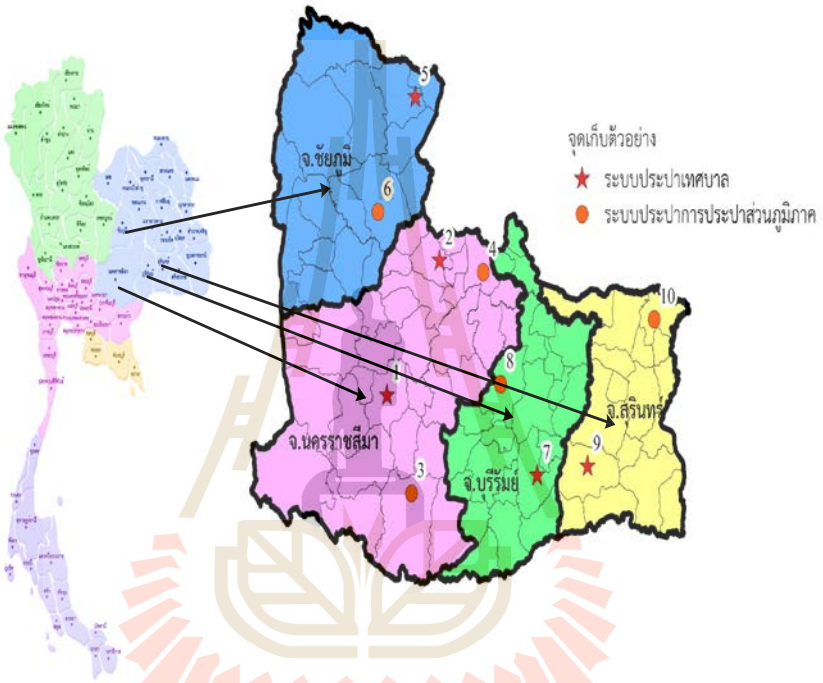
ตารางที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาระบบผลิตประปา

ลำดับ	รหัส	เทศบาล	อำเภอ	จังหวัด	หน่วยงานที่ดูแล
1	KL1	เทศบาลนครนครราชสีมา	เมือง	นครราชสีมา	เทศบาล
2	KL2	เทศบาลเมืองบัวใหญ่	บัวใหญ่	นครราชสีมา	เทศบาล
3	KP3	เทศบาลตำบลแชะ	ครบุรี	นครราชสีมา	การประปาส่วนภูมิภาคสาขาครบุรี
4	KP4	เทศบาลตำบลพิมาย	พิมาย	นครราชสีมา	การประปาส่วนภูมิภาคสาขาพิมาย
5	CL5	เทศบาลตำบลลาดใหญ่	เมือง	ชัยภูมิ	เทศบาล
6	CP6	เทศบาลเมืองชัยภูมิ	เมือง	ชัยภูมิ	การประปาส่วนภูมิภาคสาขาชัยภูมิ
7	BL7	เทศบาลตำบลประโคนชัย	ประโคนชัย	บุรีรัมย์	เทศบาล
8	BP8	เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	เมือง	บุรีรัมย์	การประปาส่วนภูมิภาคสาขาบุรีรัมย์
9	SL9	เทศบาลตำบลกังแอน	ปราสาท	สุรินทร์	เทศบาล
10	SP10	เทศบาลเมืองสุรินทร์	เมือง	สุรินทร์	การประปาส่วนภูมิภาคสาขาสุรินทร์

3.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลพื้นฐานของระบบผลิตประปาในเขตเมืองประกอบด้วย การลงพื้นที่สำรวจระบบผลิตประปาและการเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา โดยการสำรวจระบบผลิตประปาได้ทำการเก็บข้อมูลการออกแบบระบบผลิตประปา การควบคุมระบบผลิตประปาและการบริหารจัดการ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยการสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบผลิต และการสำรวจพื้นที่ระบบผลิตน้ำประปา

และในส่วนการเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้บริการ แบบสอบมีทั้งหมด จำนวน 160 ชุดต่อพื้นที่ แบ่งเป็นภาคครัวเรือน จำนวน 120 ชุด ร้านค้าพาณิชย์ 30 ชุด และสถานที่ราชการ จำนวน 10 ชุด รายละเอียดการสอบถามประกอบด้วย ระยะเวลาในการรับบริการน้ำประปาของประชาชน ความพึงพอใจในเรื่องแรงดันน้ำ ความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา ความเหมาะสมของราคาน้ำประปา ความพึงพอใจในการแก้ปัญหาของหน่วยงานประปา การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบประปาของประชาชน และความพึงพอใจในภาพรวมของการรับบริการน้ำประปา เป็นต้น



รูปที่ 3.2 พื้นที่ศึกษาระบบผลิตประปา

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการศึกษาได้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 6 หัวข้อ ประกอบด้วยการประเมินความต้องการใช้น้ำในอนาคต การออกแบบระบบผลิตประปา การควบคุมระบบผลิตประปา การบริหารจัดการระบบผลิตประปา แผนการขยาย/ปรับปรุงระบบผลิตประปา และความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ ในส่วนของการออกแบบระบบผลิตประปา การควบคุมระบบ และการบริหารจัดการระบบผลิตประปาได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการศึกษาระบบผลิตประปาชุมชนในการศึกษาที่ผ่านมาด้วย ซึ่งรายละเอียดการศึกษาเป็นดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.3 การสำรวจข้อมูลระบบผลิตประปา

1) การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในอนาคต

เพื่อประเมินความสามารถในการรองรับความต้องการใช้น้ำในอนาคตของระบบผลิตประปา ในการศึกษานี้จึงได้ทำการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำในอนาคต จากการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้น้ำในอนาคตจากข้อมูลจำนวนผู้ใช้น้ำย้อนหลัง โดยใช้การคำนวณแบบเลขคณิตและแบบเรขาคณิต กำหนดให้มีจำนวนประชากร 5 คนต่อครัวเรือน จากนั้นนำข้อมูลประชากรที่ได้คำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554)

2) การออกแบบระบบผลิตประปา

เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการเลือกรูปแบบระบบผลิตประปากับคุณภาพน้ำดิบ และความเหมาะสมในการออกแบบระบบผลิตตามเกณฑ์การออกแบบ ซึ่งทำการศึกษาโดยการเข้าสำรวจและเก็บข้อมูลการออกแบบกระบวนการผลิตที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ระบบท่อในการลำเลียงน้ำดิบและแจกจ่ายน้ำสะอาด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

— ระบบลำเลียงน้ำดิบ พิจารณาถึงรูปแบบที่ใช้ลำเลียงน้ำดิบ และความเหมาะสมในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ

— ระบบผลิตประปา พิจารณาความเหมาะสมรูปแบบที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ และความเหมาะสมในการออกแบบถังตกตะกอน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำประปาโดยพิจารณาระยะเวลากักเก็บ และอัตราน้ำล้นผิว ค่าออกแบบที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 120 ถึง 240 นาที และ 14 ถึง 36 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อตารางเมตร ตามลำดับ(กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557; ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554)

— ระบบส่งจ่ายน้ำประปา พิจารณาถึงรูปแบบที่ใช้ส่งจ่ายน้ำดิบ และความเหมาะสมในการเลือกท่อส่งจ่ายน้ำ

3) การควบคุมระบบผลิต

ทำการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่ผลิตได้ และปริมาณน้ำที่เก็บค่าน้ำได้ของระบบผลิตประปา และคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำสะอาด เพื่อประเมินศักยภาพในการแจกจ่ายน้ำสะอาด

4) การบริหารจัดการระบบผลิตประปา

ทำการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี และรายได้ที่จัดเก็บได้ ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิของระบบผลิตประปา เพื่อประเมินความสามารถในการบริหารจัดการด้านการเงินของหน่วยงานดูแลระบบผลิตประปา โดยการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการผลิตกับรายได้จากการจัดเก็บค่าน้ำ

5) แผนการขยายหรือปรับปรุงระบบผลิตประปา

โดยการเก็บข้อมูลจากการสอบถามหน่วยงานดูแลระบบผลิตประปาแต่ละแห่ง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการวางแผนขยายหรือปรับปรุงระบบผลิตประปา

6) ความพึงพอใจผู้ใช้น้ำ

พิจารณาความพึงพอใจในเรื่องแรงดันน้ำ ความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา ความเหมาะสมของราคาน้ำประปา ความพึงพอใจในการแก้ปัญหาของหน่วยงานประปา การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบประปาของประชาชน และความพึงพอใจในภาพรวมของการรับบริการน้ำประปา โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากผลการสำรวจแบบสอบถาม

3.1.4 การอบรมถ่ายทอดความรู้การบริหารจัดการระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สรุปผลการศึกษาของโครงการทั้งหมดเพื่อจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ และรายงานผลการศึกษาถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา โดยได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ "เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" ในวันที่ 23 มิถุนายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีผู้เข้าร่วมอบรมทั้งสิ้น 37 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์จากโครงการวิจัยด้านระบบประปาให้กับผู้เข้าร่วมโครงการผ่านการปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และการทัศนศึกษาดูงานระบบประปาเทศบาลนครนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผล

4.1 แนวโน้มการขยายตัวของชุมชน/ประชากร

หลักการออกแบบขนาดของระบบผลิตประปาจะถูกออกแบบให้เหมาะสมกับปริมาณความต้องการน้ำตลอดช่วงอายุการใช้งานของระบบผลิต โดยทั่วไประบบผลิตประปาถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 20-30 ปี คือนับตั้งแต่ปีที่ก่อสร้างแล้วเสร็จและเริ่มเดินระบบ การออกแบบและวางแผนปีที่เดินระบบผลิตได้เต็มกำลังเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อการออกแบบโครงสร้างที่เพียงพอและเหมาะสมที่สุด การคำนวณหาขนาดของระบบผลิตประปาสำหรับอนาคต จำเป็นต้องมีการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต และแนวโน้มการขยายตัวของชุมชนให้ได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ทราบถึงปริมาณความต้องการน้ำของประชากรในอนาคต แต่การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต เป็นสิ่งที่ไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าในอนาคตจะมีประชากรผู้ใช้น้ำของระบบผลิตประปาเท่าใด

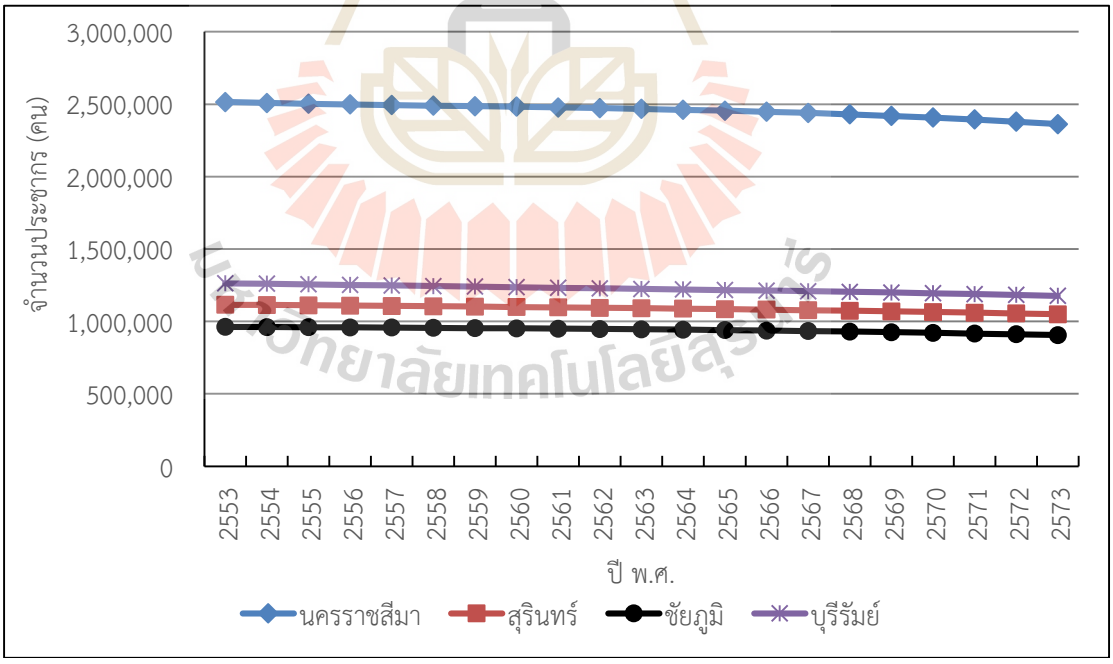
ประชากรผู้ใช้น้ำสามารถตรวจสอบได้จากประชากรกลุ่มต่าง ๆ ประกอบด้วย ประชากรตามทะเบียนราษฎร์ ประชากรแฝง และประชากรจร ตามหลักความเป็นจริงมีเพียงประชากรตามทะเบียนราษฎร์เป็นเพียงแหล่งข้อมูลเดียวที่สามารถนำมาประกอบการวางแผนในด้านต่าง ๆ ได้ โดยผลการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตของเทศบาลทั้ง 10 แห่ง มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต

การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต โดยทำการรวบรวมข้อมูลประชากรจากทะเบียนราษฎร์ย้อนหลัง 10 ปี ศึกษาความสัมพันธ์ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้ง 10 แห่ง ดังแสดงในภาคผนวก ก การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตอีก 10 20 และ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2569 2579 และ 2589 ตามลำดับ) โดยวิธีแบบเรขาคณิต (Geometric method) และแบบ Logistic S แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าจำนวนประชากรมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการประมาณการณ์จำนวนประชากรในจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 แต่จากข้อมูลจำนวนผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่บริการน้ำประปาทั้ง 10 แห่ง พบว่าจำนวนผู้ใช้น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อาจเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน และการเพิ่มขึ้นของประชากรแฝง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงพิจารณาความพอเพียงของกำลังการผลิตน้ำประปาต่อความต้องการน้ำใช้ในอนาคตด้วยการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้น้ำในอนาคต ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.2 จำนวนผู้ใช้น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต ดังนั้นความต้องการใช้น้ำย่อมเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4.1 การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต

เทศบาล	จำนวนประชากร (คน)				วิธีคาดการณ์
	2559	2569	2579	2589	
เทศบาลนครนครราชสีมา	131,286	121,165	114,821	110,669	S-curve
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	14,035	13,203	12,386	11,588	S-curve
เทศบาลตำบลแชะ	7,927	7,983	7,988	7,988	S-curve
เทศบาลตำบลพิมาย	31,807	33,008	34,210	35,411	S-curve
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	2,956	3,010	3,032	3,042	S-curve
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	45,317	44,016	42,753	41,526	S-curve
เทศบาลตำบลประโคนชัย	10,249	9,442	8,634	7,827	แบบเรขาคณิต
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	53,070	53,143	53,215	53,288	แบบเรขาคณิต
เทศบาลตำบลกังแอน	6,113	5,763	5,413	5,063	แบบเรขาคณิต
เทศบาลเมืองสุรินทร์	129,704	135,045	140,387	145,728	แบบเรขาคณิต



รูปที่ 4.1 การคาดการณ์จำนวนประชากรรายจังหวัด

ที่มา ระบบฐานข้อมูลด้านสังคมและคุณภาพชีวิต สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

4.1.2 ความสามารถในการรองรับความต้องการน้ำใช้ในอนาคต

จากการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้น้ำในอนาคตด้วยสมการแบบเรขาคณิตดังแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อกำหนดให้ประชากรในการรับบริการน้ำประปาเท่ากับ 5 คนต่อครัวเรือน พบว่าจำนวนประชากรที่คาดการณ์ในปี 2569 2579 และ 2589 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาความสามารถในการรองรับความต้องการใช้น้ำประปาในเขตพื้นที่บริการ พบว่าระบบประปาเทศบาลตำบลแชะ เทศบาลตำบลพิมาย เทศบาลเมืองชัยภูมิ และเทศบาลเมืองสุรินทร์ ในปี พ.ศ. 2569 กำลังการผลิตของระบบประปาไม่เพียงต่อความต้องการใช้น้ำ ในส่วนของเทศบาลเมืองบัวใหญ่ และเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ กำลังการผลิตน้ำประปาในอีก 20 ปี ข้างหน้า หรือปี พ.ศ. 2589 ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ จำเป็นต้องมีการวางแผนขยายระบบผลิตประปาให้มีกำลังการผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำ โดยการก่อสร้างโรงผลิตน้ำประปาเพิ่มขึ้น หรือการปรับปรุงและเพิ่มอุปกรณ์บนโครงสร้างพื้นฐานเดิมในการปรับปรุงโรงผลิตน้ำประปา และสถานีจ่ายน้ำ เช่น

1) ปรับปรุงเพิ่มเติมเครื่องสูบน้ำดิบ

2) ปรับปรุงถังกวนเร็ว

3) ปรับปรุงถังตกตะกอน ปรับปรุงเพิ่มเติมถังกรองเพื่อสำรองในขณะล้างชั้นกรอง ปรับปรุงเพิ่มเติมเครื่องสูบน้ำ

4) ปรับปรุงเพิ่มเติมท่อจ่ายน้ำในพื้นที่ให้บริการให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป็นต้น

4.2 การออกแบบระบบผลิตประปา

การออกแบบระบบผลิตประปานอกจากจะพิจารณาการประมาณอัตราการใช้น้ำของพื้นที่ให้บริการ อายุการใช้งานของระบบประปา และการคาดคะเนจำนวนประชากรในอนาคตแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของระบบผลิตประปา ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ระบบลำเลียงน้ำดิบ ระบบผลิตน้ำ และระบบสูบจ่ายน้ำประปา เพื่อให้น้ำประปาที่ผลิตได้มีความสะอาดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำ ผลการศึกษาแสดงในภาคผนวก ข ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การออกแบบระบบลำเลียงน้ำดิบ

การลำเลียงน้ำดิบมีจุดมุ่งหมายหลักในการส่งน้ำจากแหล่งน้ำดิบไปยังโรงกรองน้ำประปา วิธีการขนส่งมักอาศัยประโยชน์จากระดับสูงต่ำของพื้นที่เพื่อให้น้ำไหลได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก อาจใช้การไหลในคลองส่งน้ำ ท่อหรืออุโมงค์ที่น้ำไหลไม่เต็มท่อ จากการสำรวจระบบประปาทั้ง 4 จังหวัด พบว่าการลำเลียงน้ำดิบจะใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำน้ำจากแหล่งน้ำดิบ ส่งผ่านระบบท่อปิดมายังโรงกรองน้ำประปา ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งการส่งน้ำดิบผ่านท่อปิดอย่างท่อพีวีซี หรือท่อโพลีเอทิลีน ช่วยป้องกันการปนเปื้อนสิ่งสกปรกในน้ำ

ตารางที่ 4.2 การคาดการณ์จำนวนผู้ใช้น้ำ และความต้องการน้ำใช้ในอนาคต

เทศบาล	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม.)	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)					จำนวนประชากร (คน)			ความต้องการน้ำใช้ (ลบ.ม./ชม.)		
		2555	2559	2569	2579	2589	2569	2579	2589	2569	2579	2589
เทศบาลนครนครราชสีมา	6,650	59,225	62,652	81,741	106,647	139,141	408,706	533,234	695,704	3,406	4,444	5,798
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	400	5,353	6,198	8,941	12,898	18,606	44,705	64,490	93,031	373	537	775
เทศบาลตำบลแชะ	140	8,078	8,910	12,128	16,507	22,469	60,638	82,537	112,343	505	688	936
เทศบาลตำบลพิมาย	240	10,339	11,499	16,917	24,887	36,612	84,584	124,435	183,062	705	1,037	1,526
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	140	1,470	1,522	1,705	1,909	2,139	8,524	9,547	10,694	71	80	89
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	1,260	31,970	34,716	43,432	54,335	67,976	217,158	271,676	339,880	1,810	2,264	2,832
เทศบาลตำบลประโคนชัย	200	3,348	3,435	3,663	3,905	4,164	18,313	19,526	20,819	153	163	173
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	2,000	24,611	29,866	46,737	73,139	114,456	233,687	365,697	572,279	1,947	3,047	4,769
เทศบาลตำบลกังแอน	200	2,361	2,429	2,608	2,800	3,005	13,038	13,998	15,027	109	117	125
เทศบาลเมืองสุรินทร์	1,900	26,642	30,980	52,437	88,757	150,232	262,187	443,784	751,159	2,185	3,698	6,260

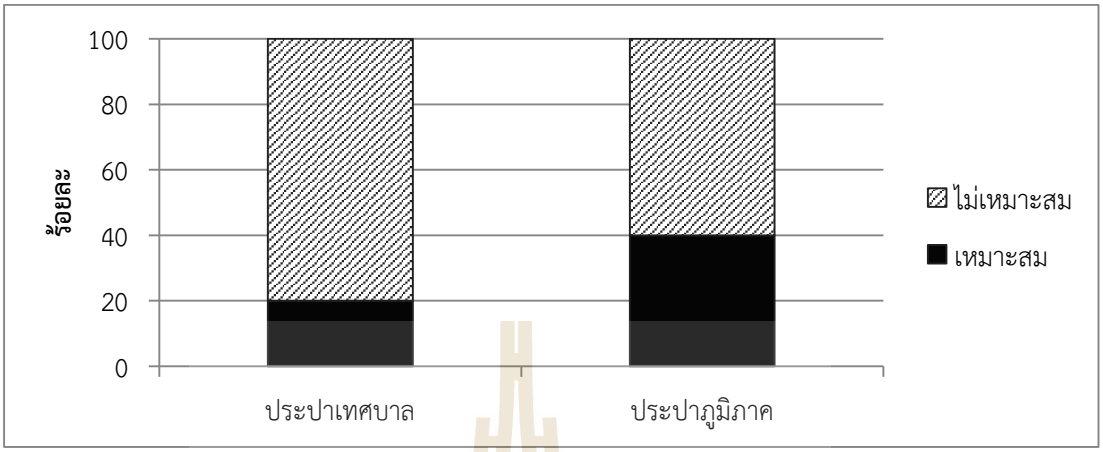
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.3 รูปแบบการลำเลียงน้ำดิบ

ระบบประปา	รูปแบบการลำเลียงน้ำดิบ	ขนาดเครื่องสูบน้ำ (HP)	จำนวน (เครื่อง)
เทศบาลนครนครราชสีมา	ท่อปิด	300 500 700	1 1 1
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	ท่อปิด	25	5
เทศบาลตำบลแชะ	ท่อปิด	100 60	2 1
เทศบาลตำบลพิมาย	ท่อปิด	40	2
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	ท่อปิด	5	2
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	ท่อปิด	220 110 50	2 2 2
เทศบาลตำบลประโคนชัย	ท่อปิด	25	2
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	ท่อปิด	100 200 300	5 1 1
เทศบาลตำบลกังแอน	ท่อปิด	15	2
เทศบาลเมืองสุรินทร์	ท่อปิด	220 500	2 2

สำหรับการพิจารณาการใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำในการสูบน้ำดิบ พบว่าเทศบาลเมืองบัวใหญ่ เทศบาลเมืองชัยภูมิ และเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ มีจำนวนเครื่องสูบน้ำดิบเกินความจำเป็น โดยการกำหนดจำนวนเครื่องสูบน้ำพิจารณาจากอัตราการสูบน้ำดิบที่อัตราการสูบน้ำดิบไม่เกิน 2,800 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ควรใช้เครื่องสูบน้ำดิบสำหรับใช้งาน 1 ชุด และเครื่องสูบน้ำสำรอง 3 ชุด ส่วนอัตราการสูบน้ำระหว่าง 2,500 ถึง 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ควรมีเครื่องสูบน้ำใช้งานจริง 2 ชุด และเครื่องสำรอง 1 ชุด การใช้เครื่องสูบน้ำดิบมากเกินความจำเป็นย่อมส่งผลให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ยังพบว่าเทศบาลตำบลพิมาย เทศบาลตำบลลาดใหญ่ เทศบาลตำบลประโคนชัย เทศบาลตำบลกังแอน มีจำนวนเครื่องสูบน้ำดิบ 2 ถึง 3 เครื่อง ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ควรมีการวางแผนจัดซื้อเครื่องสูบน้ำดิบเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอต่อการเดินระบบผลิตเต็มกำลังตามกำลังการผลิตออกแบบ เมื่อเปรียบเทียบการออกแบบระบบลำเลียงน้ำดิบระหว่างระบบผลิตประปาโดยเทศบาลและการประปาภูมิภาคโดยทั้งหมดจะเลือกใช้ระบบท่อปิดลำเลียงน้ำดิบมายังโรงกรอง และในส่วนการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำพบว่าระบบผลิตประปาทั้ง 2 หน่วยงาน โดยส่วนใหญ่มี

จำนวนชุดเครื่องสูบน้ำที่ไม่เหมาะสมกับอัตราการสูบน้ำดิบมากถึงร้อยละ 80 และ 60 สำหรับระบบประปาเทศบาล และระบบประปาภูมิภาคดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ

4.2.2 การออกแบบระบบผลิตน้ำประปา

วัตถุประสงค์หลักในการปรับปรุงคุณภาพน้ำคือการทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น ไม่มีความขุ่น สี กลิ่น และรสอันไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำดิบ และคุณภาพน้ำที่ต้องการ จากการสำรวจพบว่าระบบผลิตประปาทั้ง 10 แห่ง ใช้น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบทั้งหมด โดยกระบวนการพื้นฐานในการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน ประกอบด้วยการเติมสารเคมีเพื่อสร้างตะกอน การรวมตะกอน การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค จากผลการสำรวจรูปแบบระบบผลิตประปาในพื้นที่ทั้ง 4 จังหวัด พบว่าการออกแบบระบบผลิตประปาที่ดูแลโดยเทศบาล และการประปาภูมิภาคโดยส่วนใหญ่เลือกใช้ระบบผลิตแบบทรายกรองเร็วเป็นหลัก โดยมีระบบผลิตประปา 4 แห่ง คือ เทศบาลนครนครราชสีมา เทศบาลตำบลพิมาย เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ และเทศบาลเมืองสุรินทร์ ที่เพิ่มระบบผลิตน้ำประปาแบบ Mobile Plant เดินระบบควบคู่กับระบบทรายกรองเร็ว เนื่องจากในพื้นที่บริการมีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น จึงต้องเพิ่มกำลังผลิตโดยสร้างระบบ Mobile Plant ขึ้นเพื่อให้มีน้ำประปาเพียงพอต่อการใช้งานในชุมชน นอกจากนี้ยังพบว่าระบบผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครนครราชสีมาที่โรงกรองมะขามเฒ่ายังมีใช้ระบบผลิตน้ำประปาแบบทรายกรองช้า และระบบกรองด้วยแผ่นกรอง diapharm โดยระบบแบบทรายกรองเร็วซึ่งมีกำลังการผลิต 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ปัจจุบันอัตราการผลิตลดลงน้อยกว่าร้อยละ 50 และระบบการกรองด้วยแผ่น diapharm มีกำลังการผลิต 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4 ระบบผลิตน้ำประปาแบบทรายกรองช้า ซึ่งเป็นระบบผลิตน้ำประปาที่ไม่มีการเติมสารช่วยตกตะกอน ควบคุมระบบง่าย ค่าใช้จ่ายน้อย แต่น้ำดิบควรมีความสะอาดได้มาตรฐานอยู่แล้ว กระบวนทรายกรองเร็วมีรูปแบบไม่ซับซ้อนประกอบด้วยกระบวนการพื้นฐาน ได้แก่ การสูบน้ำดิบ การกวนเร็ว การกวนช้า การตกตะกอน การกรอง การฆ่าเชื้อโรค และการส่งจ่ายน้ำประปา แสดงดังรูปที่ 4.5 ส่วนระบบผลิตน้ำประปาแบบ Mobile Plant ประกอบไป

ด้วยระบบตกตะกอนแบบ Vacuum Type Sludge Blanket Clarifier ระบบกรองทรายแบบ Horizontal Sand Filter และถังกักเก็บน้ำประปา ตลอดจนระบบจ่ายสารเคมี ระบบไฟฟ้า ระบบควบคุม เครื่องจักรกล และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องภายในพื้นที่ระบบผลิตผลิตน้ำประปา ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ข้อมูลผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.4

รูปที่ 4.3 ระบบทรายกรองช้า

รูปที่ 4.4 ถังกรอง diapham

รูปที่ 4.5 ระบบทรายกรองเร็ว

รูปที่ 4.6 ระบบผลิตประปาแบบ Mobile plant

ในกระบวนการผลิตน้ำประปาขั้นตอนที่สำคัญซึ่งใช้ควบคุมคุณภาพน้ำคือ การตกตะกอน ในการออกแบบถังตกตะกอนจะพิจารณาจากระยะเวลากักเก็บและอัตราน้ำล้นที่เหมาะสม (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557) ตามเกณฑ์การออกแบบค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วงระยะเวลากักเก็บ 120 ถึง 240 นาที และอัตราน้ำล้นผิว 14 ถึง 36 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อตารางเมตร ในการศึกษานี้พิจารณาเพียงความเหมาะสมของถังตกตะกอนของระบบผลิตน้ำประปาแบบทรายกรองเร็วเท่านั้น รายละเอียดผลการศึกษาแสดงในภาคผนวก ตารางที่ ข. 2 สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.5 พบว่าระบบผลิตประปาโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 60 ของตัวอย่างระบบผลิตประปาทั้งหมด มีระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังตกตะกอนน้อยกว่าเกณฑ์ออกแบบที่เหมาะสม ดังนั้นอาจส่งผลให้ตะกอนในน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาลอยบนผิวน้ำ และหลุดไปกับน้ำเมื่อผ่านกระบวนการกรองน้ำใส ทำให้มีตะกอนเข้าสู่ถังกรองมากขึ้นส่งผลต่อการทำงานของสารกรองทราย น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองออกมาจึงมีความขุ่นและสีของตะกอน นอกจากนี้ยังทำให้ต้องทำการล้างย้อนสารกรองทรายบ่อยขึ้น ทำให้ส่งผลถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในล้างย้อนและค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น และปัญหาที่พบบ่อยในช่วงฤดูฝนคือน้ำดิบมีความขุ่นสูงจึงเพิ่มภาระในการกำจัดความขุ่นในกระบวนการเติมสารเคมีเพื่อให้ตะกอนก่อตัวกันมากขึ้น และกระบวนการกรองเช่นกัน ซึ่งจะเพิ่มค่าใช้จ่ายของสารเคมีและไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากสองกระบวนการ สำหรับระบบผลิตประปามักใช้ระบบทรายกรองเร็วโดยประสิทธิภาพการกรองขึ้นอยู่กับอัตราการกรองที่เหมาะสมอัตราการกรองยิ่งต่ำประสิทธิภาพยิ่งสูง อย่างไรก็ตามเกณฑ์การออกแบบกำหนดไว้ที่ประมาณ 5 ถึง 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อหนึ่งตารางเมตรของพื้นที่กรองระบบผลิตประปาบางแห่งที่มีอัตราการกรองสูงกว่าเกณฑ์การออกแบบย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพการกรองลดต่ำลง และระยะเวลาที่กักเก็บไม่เพียงพอยังส่งผลต่ออัตราน้ำล้นผิวให้มีมากเกินเกณฑ์การออกแบบ

พิจารณาเปรียบเทียบความเหมาะสมในการออกแบบถังตกตะกอนของระบบผลิตประปาเทศบาลและระบบผลิตประปาการประปาภูมิภาค จากรูปที่ 4.7 พบว่าระบบผลิตประปาที่ออกแบบระยะเวลาการกักเก็บที่ไม่เหมาะสมมีร้อยละ 40 และ 20 สำหรับระบบผลิตประปาเทศบาลและการประปาภูมิภาค ตามลำดับ ในส่วนค่าอัตราน้ำล้นผิวถังตกตะกอนของระบบผลิตประปาที่ออกแบบไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมร้อยละ 80 เป็นระบบผลิตประปาของเทศบาล และร้อยละ 20 เป็นระบบผลิตประปาของการประปาภูมิภาค

ตารางที่ 4.4 รูปแบบระบบผลิตประปา

ระบบประปา	โรงกรอง	รูปแบบระบบผลิต	กำลังการผลิต (ลบ./ชม.)	
			ออกแบบ	ใช้จริง
เทศบาลนครนครราชสีมา	โรงกรองมะขามเฒ่า	ทรายกรองช้า ทรายกรองเร็ว แผ่นกรอง diapharm	1,000 1,500 1,000	4,550
	โรงกรองอัษฎางค์	ทรายกรองเร็ว mobile plant	750 300	
	โรงกรองบ้านใหม่หนองบอน	ทรายกรองเร็ว	3,000	
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	-	ทรายกรองเร็ว	400	320
เทศบาลตำบลแชะ	-	ทรายกรองเร็ว	140	130
เทศบาลตำบลพิมาย	-	ทรายกรองเร็ว mobile plant	240	240
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	-	ทรายกรองเร็ว	140	48
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	โรงกรองนิเวศรัตน์	ทรายกรองเร็ว	860	812
	โรงกรองหนองสังข์	ทรายกรองเร็ว	400	
เทศบาลตำบลประโคนชัย	-	ทรายกรองเร็ว	200	160
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	-	ทรายกรองเร็ว mobile plant	2,000	2,000
เทศบาลตำบลกังแอน	-	ทรายกรองเร็ว	200	160
เทศบาลเมืองสุรินทร์	-	ทรายกรองเร็ว mobile plant	1,900	1,900

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลากักเก็บและอัตราน้ำล้นผิวของถังตกตะกอน

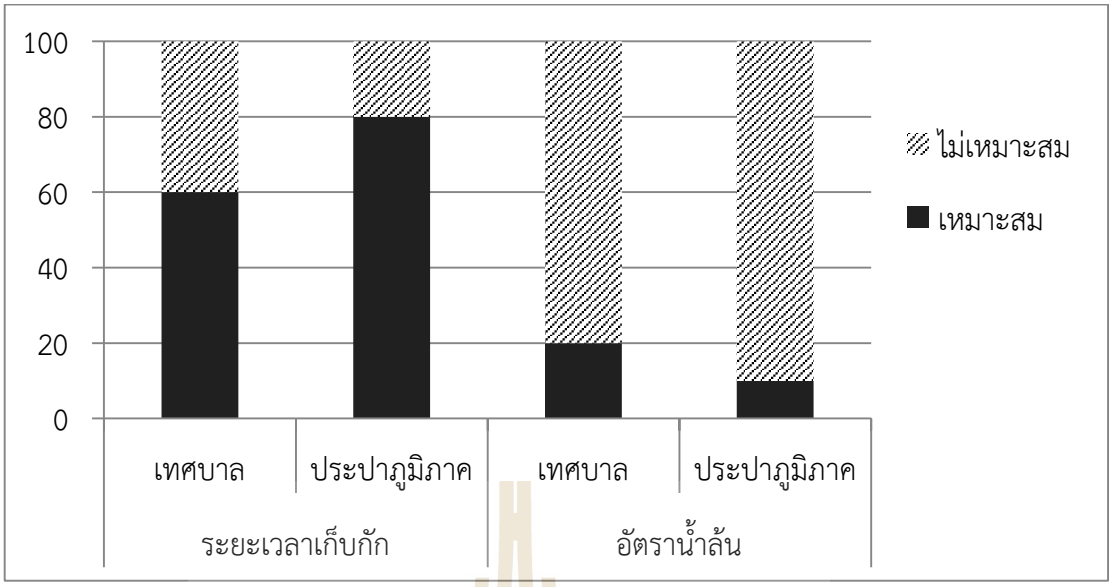
พื้นที่ศึกษา	ถังตกตะกอน (ลบ.ม./ชม.)	ระยะเวลากักเก็บ (นาที)	อัตราน้ำล้นผิว (ลบ.ม/ตร.ม./วัน)
เทศบาลนครนครราชสีมา			
โรงกรองมะขามเฒ่า	1,500	80	45
โรงกรองอัษฎางค์	750	120	30
โรงกรองบ้านใหม่หนองบอน	500	130	17
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	320	57	38
เทศบาลตำบลแชะ	70	116	19
เทศบาลตำบลพิมาย	160	51	43
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	140	58	37
เทศบาลเมืองชัยภูมิ			
โรงกรองนิเวศรัตน์	160	68	32
	200	72	30
	500	144	25
โรงกรองหนองสังข์	400	113	32
เทศบาลตำบลประโคนชัย	160	188	15
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	300	150	24
	700	103	35
เทศบาลตำบลกังแอน	160	131	19
เทศบาลเมืองสุรินทร์	300	125	29
	1000	180	20

หมายเหตุ เกณฑ์การออกแบบ

- ระยะเวลากักเก็บ 120-240 นาที
- อัตราน้ำล้นผิว 14-36 ลบ.ม/วัน/ตร.ม

ที่มา กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.7 ความเหมาะสมในการออกแบบถังตกตะกอน

4.2.3 การออกแบบระบบส่งจ่ายน้ำประปา

จากการสำรวจระบบสูบจ่ายน้ำประปาของระบบผลิตประปาทั้งระบบผลิตประปาของเทศบาล และระบบผลิตประปาการประปาภูมิภาค พบว่าเกือบทั้งหมดใช้การส่งจ่ายด้วยหอถังสูง ยกเว้น เทศบาลนครนครราชสีมา และเทศบาลเมืองสุรินทร์ ใช้เครื่องสูบจ่ายน้ำแทนหอถังสูงเนื่องจากพื้นที่ให้บริการน้ำประปาอยู่ห่างจากสถานีผลิตน้ำประปาจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบจ่ายน้ำเพื่อส่งจ่ายน้ำให้กับชุมชน ข้อมูลในการสำรวจแสดงดังตารางที่ 4.6 โดยส่วนใหญ่ใช้หอถังสูงเนื่องจากพื้นที่บริการไม่ห่างจากสถานีผลิตน้ำประปาและหอถังสูงตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ที่สูงกว่าจึงสามารถใช้แรงดันจากแรงโน้มถ่วงตามธรรมชาติได้ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ประหยัดพลังงานในการสูบจ่ายน้ำได้ รวมถึงในช่วงที่เกิดกระแสไฟฟ้าดับยังสามารถจ่ายน้ำให้ชุมชนได้ และที่สำคัญระบบแจกจ่ายน้ำประปาแบบนี้จะยังคงสามารถจ่ายน้ำได้ช่วงเวลาหนึ่ง โดยน้ำที่ปล่อยจากหอถังสูงต้องมีแรงดันในเส้นท่อไม่ต่ำกว่า 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพื่อส่งจ่ายน้ำประปาให้กับชุมชนที่อยู่ระยะห่างไกลได้ถึง ซึ่งในการสำรวจพบว่าระบบผลิตประปาทั้ง 10 แห่ง ใช้แรงดันในเส้นท่อประมาณ 2 ถึง 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่ที่เทศบาลตำบลประโคนชัยแรงดันของน้ำต่ำลงมากเมื่อไปถึงชุมชนทำให้ชาวบ้านใช้น้ำได้ไม่ตามกำลังที่ต้องการใช้ อาจเกิดการชำรุดของเส้นท่อจ่ายน้ำจึงทำให้แรงดันของน้ำลดลง ในการใช้ท่อเมนควรมีขนาดเล็กสุดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร เนื่องจากสามารถติดตั้งหัวดับเพลิงได้ ท่อเมนรองขนาดเล็กสุดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ความเร็วของน้ำในท่อเมนไม่เกิน 1.8 เมตรต่อวินาที และความเร็วของน้ำในท่อเมนรอง ไม่เกิน 0.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วจากการสำรวจพบว่าใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีเป็นท่อประธานและท่อพีวีซีเป็นท่อรอง มีขนาดท่อเมนขนาด 150, 200, 250, 300, 400, 500, 700 และ 1,000 มิลลิเมตร ขนาดของท่อเมนขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตหรือขนาดของระบบผลิตประปา จะพบว่าเทศบาลเมืองสุรินทร์ มีกำลังผลิตน้ำสูงเนื่องจากมีความต้องการใช้น้ำสูงจึงต้องใช้ท่อขนาดใหญ่และเครื่องสูบน้ำเพื่อส่งจ่ายน้ำประปาให้แก่พื้นที่บริการ ส่วนเทศบาลนครนครราชสีมา

เทศบาลเมืองบัวใหญ่ เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ และเทศบาลตำบลประโคนชัย จะแยกท่อเมนออกเป็น 2 ท่อ เนื่องจากพื้นที่บริการมีขนาดใหญ่จึงต้องทำการแบ่งการกระจายให้มีแรงดันน้ำถึงผู้ใช้น้ำ โดยพิจารณาการรองรับอัตราการใช้น้ำในปัจจุบันและอนาคตของท่อประธานพบว่าท่อประธานของระบบสูบจ่ายน้ำประปาจากความสามารถสูงสุดในการรองรับอัตราการไหลของท่อขนาดต่าง ๆ พบร้อยละ 100 ของระบบผลิตประปาทั้งหมดที่สำรวจ สามารถรองรับอัตราการใช้น้ำในปัจจุบันได้

ตารางที่ 4.6 รูปแบบระบบผลิตน้ำประปาและรูปแบบท่อส่งจ่ายน้ำประปา

ระบบประปา	รูปแบบ	ขนาดท่อเมน (มิลลิเมตร)
เทศบาลนครนครราชสีมา	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	700,300
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	300,200,150
เทศบาลตำบลแชะ	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	250
เทศบาลตำบลพิมาย	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	200
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	150
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	200
เทศบาลตำบลประโคนชัย	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	400, 100
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	700,500
เทศบาลตำบลกังแอน	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	250
เทศบาลเมืองสุรินทร์	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง	1,000

4.3 การเดินระบบผลิตประปา

การควบคุมระบบผลิตน้ำประปาให้เกิดประสิทธิสูงสุด พิจารณาจากปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบผลิตประปา ซึ่งคำนวณจากปริมาณน้ำสูบจ่ายหักด้วยปริมาณน้ำที่ออกบิลหรือน้ำที่สามารถเก็บเป็นเงินได้ โดยน้ำสูญเสียถือว่าเป็นน้ำที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ มีที่มาจาก 3 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ กรใช้น้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์ (ดับเพลิง, ล้างท่อ, ล้างถนน ,รดน้ำต้นไม้และอื่นๆ) น้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ (การลักลอบใช้น้ำ การโกงหรือดัดแปลงมิเตอร์, การลงบันทึกข้อมูลการใช้น้ำผิด) และน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ (การรั่วในระบบเส้นท่อหลัก, การรั่วหรือล้นจากแทงค์เก็บน้ำ, การรั่วในระบบท่อย่อยก่อนเข้ามิเตอร์ลูกค้า)

จากการสำรวจข้อมูลปริมาณน้ำสูญเสียในการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาแสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่าเทศบาลตำบลประโคนชัย และเทศบาลตำบลกังแอนไม่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำสูญเสียจึงไม่สามารถพิจารณาความสามารถในการควบคุมระบบผลิตประปาได้ ระบบผลิตประปาทุกแห่งควรทีการจัดเก็บข้อมูลน้ำประปาที่ผลิตได้ น้ำประปาที่จ่ายออกไป และน้ำประปาที่จัดเก็บเงินได้ในการพิจารณาอัตราน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุน หรืออาจจัดเก็บรายได้ได้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากลดปริมาณน้ำสูญเสียลงได้ ประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีน้ำสูญเสียรวมกันต่ำมาก

อยู่ในช่วงร้อยละ 3-10 ขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาบางประเทศอาจมีอัตราการสูญเสียน้ำสูงกว่าร้อยละ 60

ตารางที่ 4.7 ปริมาณน้ำสูญเสียในการควบคุมระบบผลิตน้ำประปา

ระบบประปา	ปริมาณน้ำผลิต (ลบ.ม/เดือน)	ปริมาณน้ำสูญเสีย (ลบ.ม/เดือน)	อัตราน้ำสูญเสีย (ร้อยละ)
เทศบาลนครนครราชสีมา	4,145,000	2,267,315	54.70
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	180,000	3,450	1.92
เทศบาลตำบลแชะ	93,600	13,703	14.64
เทศบาลตำบลพิมาย	120,000	22,800	19.00
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	31,104	3,456	11.11
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	907,612	225,360	24.83
เทศบาลตำบลประโคนชัย	120,000	N/A	N/A
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	877,400	210,576	24.00
เทศบาลตำบลกังแอน	74,637	N/A	N/A
เทศบาลเมืองสุรินทร์	950,000	228,000	24.00

จากการสำรวจพบว่าเทศบาลนครนครราชสีมา มีปริมาณน้ำสูญเสียเกิดขึ้นต่อเดือนมากที่สุด ร้อยละ 54.7 ของปริมาณน้ำที่ผลิต ซึ่งถือเป็นค่าที่สูงมาก ระบบผลิตประปาที่เกิดการสูญเสียน้ำประปามากกว่าร้อยละ 30 อาจทำให้เกิดการสูญเปล่าทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ้นเปลือง ต้นทุนมากกว่ารายรับ เสียต้นทุนในการผลิตน้ำประปาโดยเปล่าประโยชน์ ควรมีการจัดทำฐานข้อมูลของน้ำสูญเสียและพิจารณาความเหมาะสมในการลดปริมาณน้ำสูญเสีย ในส่วนระบบผลิตประปาอีกทั้ง 7 แห่ง การเกิดปริมาณน้ำสูญเสียดังนี้ เทศบาลเมืองชัยภูมิเกิดน้ำสูญเสียคิดเป็นร้อยละ 24.8 ของปริมาณน้ำที่ผลิต เทศบาลเมืองบุรีรัมย์คิดเป็นร้อยละ 24 ของปริมาณน้ำที่ผลิต เทศบาลเมืองสุรินทร์คิดเป็นร้อยละ 24 ของปริมาณน้ำที่ผลิต เทศบาลตำบลพิมายคิดเป็นร้อยละ 19 ของปริมาณน้ำที่ผลิต เทศบาลตำบลแชะคิดเป็นร้อยละ 19 ของปริมาณน้ำที่ผลิต เทศบาลตำบลลาดใหญ่คิดเป็นร้อยละ 11.11 ของปริมาณน้ำที่ผลิต และเทศบาลเมืองบัวใหญ่มีปริมาณน้ำสูญเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 1.92 ของปริมาณน้ำที่ผลิต อาจกล่าวได้ว่าเทศบาลที่เป็นชุมชนเมืองและมีพื้นที่บริการกว้างอย่างเทศบาลนครนครราชสีมา เทศบาลเมืองชัยภูมิ เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ และเทศบาลเมืองสุรินทร์ มีปริมาณน้ำสูญเสียสูงในขณะที่เทศบาลตำบลพิมาย เทศบาลตำบลแชะ เทศบาลตำบลลาดใหญ่ และเทศบาลเมืองบัวใหญ่ ผลการศึกษาที่ผ่านมาระบุว่าประเทศไทยน้ำสูญเสียส่วนใหญ่ร้อยละ 80 เป็นน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ และอีกร้อยละ 20 เป็นน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ แนวทางการลดปริมาณน้ำสูญเสียคือ ควรมีการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อพิจารณาที่มาของน้ำสูญเสีย การประปานครหลวง และการประปาภูมิภาคเองได้ทำการจัดแผนงานลดอัตราน้ำสูญเสียด้วยการใช้มาตรการเชิงรุกต่าง ๆ เช่น ติดตั้งระบบเฝ้าระวังและตรวจสอบน้ำสูญเสียแบบพื้นที่ย่อย (District Metering Area : DMA) ติดตั้ง

ระบบ SCADA เพื่อติดตามการทำงานของระบบผลิตประปา การเปลี่ยนท่อหรืออุปกรณ์มาตรวัดน้ำ การควบคุมแรงดัน และใช้การสร้างทัศนคติร่วมกันตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงไปจนถึงระดับปฏิบัติการ ฝึกอบรมพนักงาน เพื่อให้บรรลุเป้าในหมายในการลดน้ำสูญเสีย (อมรเทพ ทองชิว, 2556)

จากการพิจารณาอัตราน้ำสูญเสียของระบบผลิตประปา อาจกล่าวได้ว่าระบบผลิตประปาของการประปาภูมิภาคมีการจัดเก็บข้อมูลที่ดีกว่าระบบผลิตประปาของเทศบาล ทำให้สามารถพิจารณาประสิทธิภาพในการเดินระบบผลิตได้ โดยอัตราการสูญเสียน้ำอยู่ที่ร้อยละ 14 ถึง 24 ของปริมาณน้ำผลิตทั้งหมดซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

4.4 การบริหารจัดการระบบผลิตประปา

ในการศึกษานี้ได้ทำการเลือกตัวอย่างระบบผลิตประปาในการศึกษาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามหน่วยงานดูแล คือระบบผลิตประปาที่ดูแลโดยการประปาส่วนภูมิภาค และระบบผลิตประปาที่ดูแลโดยเทศบาลท้องถิ่น ดังแสดงในตารางที่ 4.8 โดยระบบผลิตประปาที่ดูแลโดยการประปาภูมิภาค จะใช้งบประมาณในการก่อสร้างและดูแลระบบผลิตจากการประปาภูมิภาคและจากรายได้จากการจัดเก็บค่าบริการ ในส่วนระบบผลิตประปาที่ดูแลโดยเทศบาลท้องถิ่นได้รับงบประมาณก่อสร้างและการดูแลระบบผลิตประปาจากภาครัฐ และรายได้จากการจัดเก็บค่าน้ำ

ตารางที่ 4.8 หน่วยงานดูแลระบบประปา

ระบบประปา	หน่วยงานที่ดูแล	แหล่งงบก่อสร้าง	แหล่งงบดูแล
เทศบาลนครนครราชสีมา	เทศบาลนครนครราชสีมา	ภาครัฐ	เทศบาล และการจัดเก็บรายได้ค่าน้ำประปา
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	เทศบาลเมืองบัวใหญ่	ภาครัฐ	เทศบาล และรายได้ค่าน้ำ
เทศบาลตำบลแชะ	การประปาภูมิภาคสาขาครบุรี	การประปาภูมิภาค	ประปาภูมิภาค
เทศบาลตำบลพิมาย	การประปาภูมิภาคสาขาพิมาย	การประปาภูมิภาค	ประปาภูมิภาค
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	เทศบาลตำบลลาดใหญ่	ภาครัฐ	เทศบาล และรายได้ค่าน้ำ
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	การประปาภูมิภาคสาขาชัยภูมิ	การประปาภูมิภาค	ประปาภูมิภาค
เทศบาลตำบลประโคนชัย	เทศบาลตำบลประโคนชัย	ภาครัฐ	ค่าน้ำจัดเก็บได้
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	การประปาภูมิภาคสาขาบุรีรัมย์	การประปาภูมิภาค	ประปาภูมิภาค
เทศบาลตำบลกังแอน	เทศบาลตำบลกังแอน	ภาครัฐ	ค่าน้ำจัดเก็บได้
เทศบาลเมืองสุรินทร์	การประปาภูมิภาคสาขาสุรินทร์	การประปาภูมิภาค	ประปาภูมิภาค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

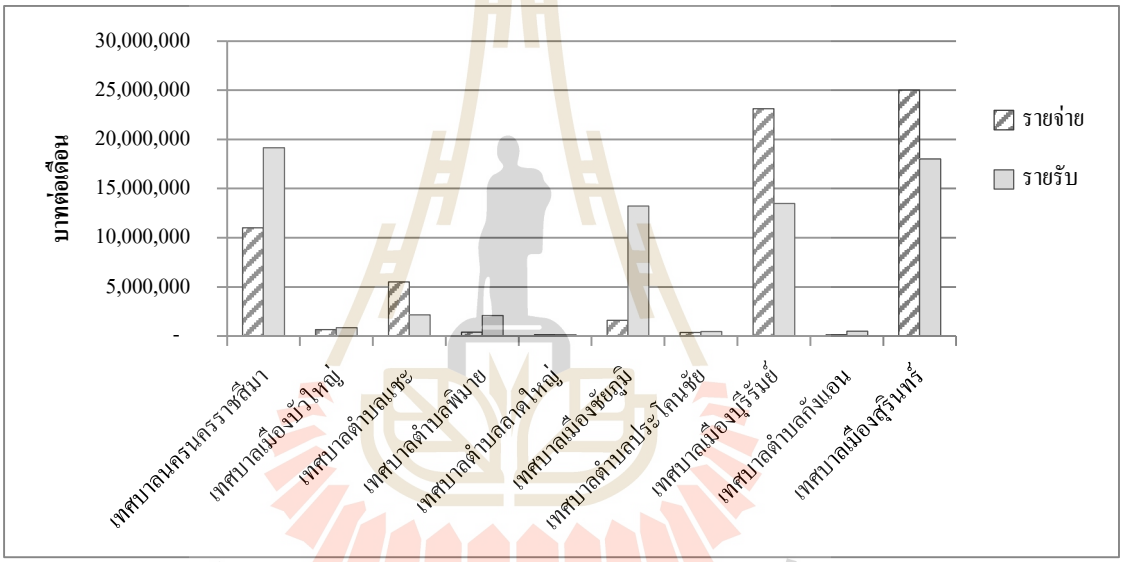
ต้นทุนในการผลิตน้ำประปา คือค่าใช้จ่ายทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ในที่นี้พิจารณาเพียงต้นทุนผันแปร ประกอบด้วยค่าสารเคมี ค่าไฟฟ้า จากตารางที่ 4.9 พบว่าระบบผลิตประปาเทศบาลตำบลแชะ ซึ่งดูแลโดยการประปาภูมิภาคสาขาครบุรีมีต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูงมาก โดยเมื่อเทียบกับหน่วยน้ำที่ผลิตได้เท่ากับ 48.18 บาทต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ ระบบผลิตประปาของเทศบาลเมืองสุรินทร์ และเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ เท่ากับ 19.68 และ 18.43 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าไฟฟ้าที่มากเกินอาจเกิดได้จากการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่ไม่มีประสิทธิภาพ การจัดกลุ่มทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่เหมาะสม และการจัดกำหนดการทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่เหมาะสม (Esposto et al., 2009) เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตน้ำประปา และเพิ่มผลกำไรต่อกิจการประปาควรมีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น ควรใช้ระบบปรับความเร็วรอบของมอเตอร์สำหรับเครื่องสูบน้ำ แทนการปิดวาล์วหรือการต่อท่อตรง (By pass) เนื่องจากสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า และควรควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำให้อยู่ในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำ (Off peak) และหยุดการทำงานในบางช่วงสำหรับเวลาต้องการใช้ไฟฟ้าสูง (On peak) ซึ่งเป็นการคิดอัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของการใช้ (วีรชน และพรเทพ 2550)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าไฟฟ้าของระบบผลิตประปาเทศบาลและระบบผลิตประปาภูมิภาคพบว่าระบบผลิตประปาเทศบาลมีค่าไฟฟ้าที่น้อยกว่าระบบผลิตประปาภูมิภาค อยู่ในช่วง 0.67 ถึง 2.41 บาทต่อลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นถึงการเดินระบบ และการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

ตารางที่ 4.9 รายรับ-รายจ่าย ในการดูแลระบบประปา

ระบบประปา	รายได้จัดเก็บค่าน้ำ (บาท/เดือน)	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยน้ำที่ผลิต (บาท/ลบ.ม.)	รายจ่าย (บาท/เดือน)		
			ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
เทศบาลนครราชสีมา	19,159,965	2.41	9,979,388	1,034,959	11,014,347
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	856,000	1.99	358,333	292,000	650,333
เทศบาลตำบลแชะ	2,136,317	48.18	4,510,000	1,000,000	5,510,000
เทศบาลตำบลพิมาย	2,100,000	1.29	155,184	250,000	405,184
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	120,000	1.61	50,000	70,000	120,000
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	13,232,754	1.65	1,501,329	96,725	1,598,054
เทศบาลตำบลประโคนชัย	459,365	0.67	80,000	280,233	360,233
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	13,485,282	18.43	16,170,000	6,960,000	23,130,000
เทศบาลตำบลกังแอน	487,628	0.96	72,000	68,000	140,000
เทศบาลเมืองสุรินทร์	18,000,000	19.68	18,700,000	6,300,000	25,000,000

ในการศึกษานี้พิจารณาต้นทุนในการผลิตเพียงค่าสารเคมีและค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินระบบเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาค่าบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ และค่าจ้างบุคคลากร เนื่องจากต้นทุนทั้ง 2 นี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากส่วนกลาง จากรูปที่ 4.8 จะพบว่า ระบบผลิตประปาเทศบาลตำบลแชะ เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ และเทศบาลเมืองสุรินทร์ มีค่าใช้จ่ายต้นทุนในการผลิตที่สูงกว่ารายรับค่าน้ำประปาที่จัดเก็บจากผู้ใช้น้ำแล้วอยู่ 2.6 1.7 และ 1.4 เท่า ตามลำดับ ถือว่าไม่คุ้มทุน ระบบประปาไม่สามารถอยู่ได้ด้วยตนเอง จำเป็นต้องได้รับเงินสนับสนุนจากทางส่วนกลาง และแสดงให้เห็นถึงการบริหารจัดการด้านการเงินที่ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การบริหารด้านรายรับ-รายจ่ายของระบบประปา ควรจัดทำบัญชีให้ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบและหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มกำไร ให้ระบบประปาสามารถอยู่ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องพึ่งเงินสนับสนุนจากส่วนกลาง อีกทั้งจำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริง และปรับปรุงแก้ไขระบบประปา เพื่อให้มีประสิทธิภาพของระบบสูงสุด



รูปที่ 4.8 รายรับ-รายจ่าย ของระบบผลิตประปา

4.5 แผนขยายหรือปรับปรุงระบบผลิตประปา

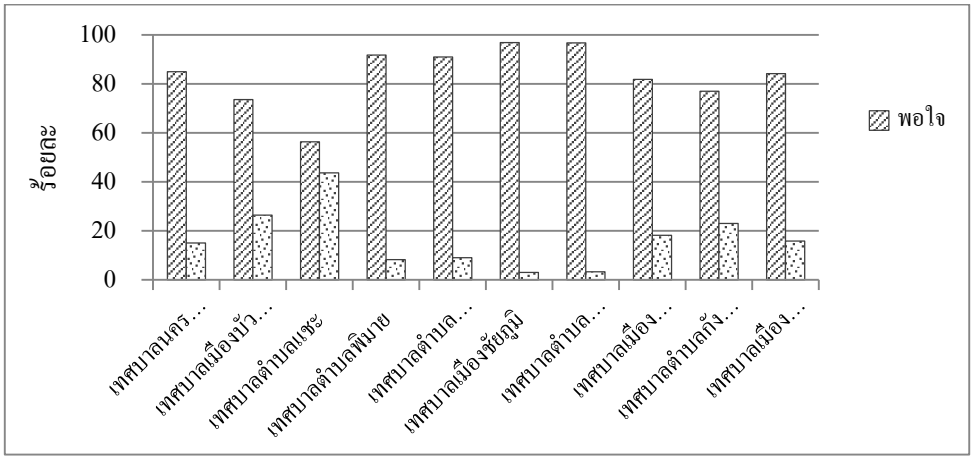
ระบบผลิตประปาที่ทำการสำรวจทั้ง 10 แห่ง โดยส่วนมากจะมีอายุมากกว่า 20 ปี ขึ้นไป จึงอาจมีอุปกรณ์ เช่น เครื่องสูบน้ำ และท่อน้ำ เกิดการชำรุดเสื่อมโทรมตามอายุการใช้งาน รวมถึงจำนวนผู้ใช้น้ำมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ระบบผลิตประปาทุกแห่งจึงมีแผนการขยาย หรือปรับปรุงก่อสร้างระบบผลิตน้ำขึ้นในอนาคต ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แผนขยาย/ปรับปรุงระบบผลิตประปา

ระบบประปา	แผนขยายปรับปรุง
เทศบาลนครนครราชสีมา	ยังไม่มีการขยายในอนาคต ดำเนินการสร้างโรงประปาหนองบอนให้เสร็จเรียบร้อยก่อน
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	เปลี่ยนท่อส่งจ่ายน้ำ และขยายโรงกรองน้ำประปา
เทศบาลตำบลแชะ	ขยายกำลังการผลิตเป็น 250 ลบ.ม/ชม.
เทศบาลตำบลพิมาย	กำลังก่อสร้างโรงกรองน้ำขนาดกำลังผลิต 300 ลบ.ม/ชม. ที่บ้านขาม
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	สร้างหอถังสูงขนาด 60 ลบ.ม. ในปี 2560 เปลี่ยนท่อใยหินเป็นท่อพีวีซี ประมาณ 10 จุด ขยายเขตพื้นที่ชุมชนรับบริการ
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	เสนอแผนขยายกำลังการผลิต ในปี 2560
เทศบาลตำบลประโคนชัย	เพิ่มกำลังการผลิตอีก 300 ลบ.ม/ชม
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	สร้างสถานีจ่ายน้ำในเมือง เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ
เทศบาลตำบลกังแอน	เพิ่มกำลังการผลิตอีก 100 ลบ.ม/ชม
เทศบาลเมืองสุรินทร์	สร้างโรงกรองน้ำขนาดกำลังผลิต 1,200 ลบ.ม/ชม. และถังเก็บน้ำใสเพิ่ม (กำลังก่อสร้าง), สร้างโรงกรองน้ำที่ตำบลคอโคเพิ่ม, ขยายพื้นที่บริการในตำบลตระแสง, สร้างถังเก็บน้ำใสที่ขนาดความจุ 500 ลบ.ม. ที่ตำบลสลักได

4.6 ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ

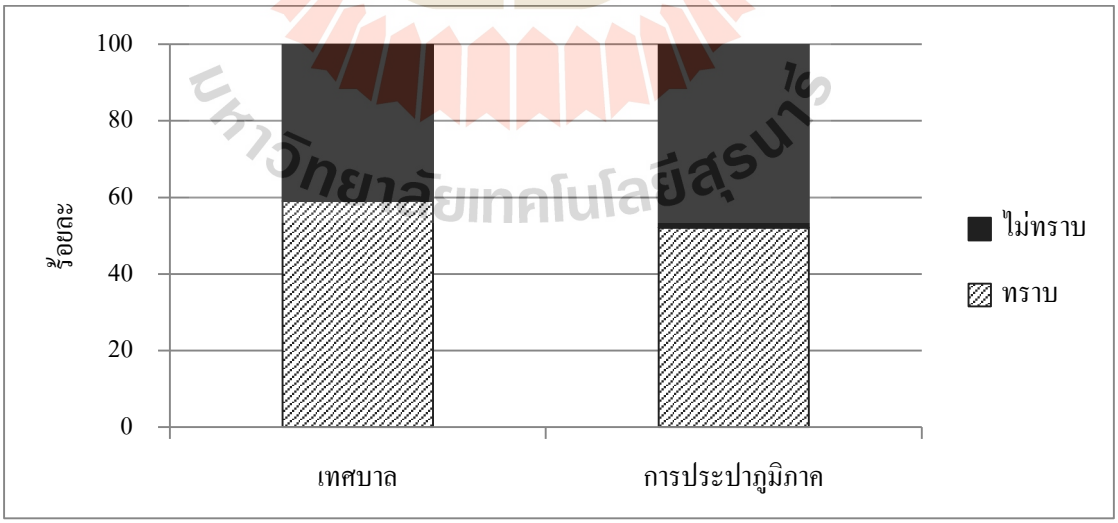
การศึกษานี้ได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาทั้ง 10 แห่ง ด้วยแบบสอบถามจำนวน 160 ชุดต่อพื้นที่ จากการสำรวจผู้ใช้น้ำที่ให้ข้อมูลโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 55 เป็นผู้รับบริการน้ำประปามามากกว่า 20 ปี รองลงมาใช้บริการประมาณ 11 ถึง 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 17 รับบริการอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 16 และผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 12 ได้รับบริการโดยประมาณ 6 ถึง 10 ปี โดยแบ่งหัวข้อการสำรวจประกอบด้วย ความพึงพอใจด้านบริการติดต่อหน่วยงาน ความพึงพอใจในเรื่องแรงดันน้ำ ความพึงพอใจการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล ความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา ความเหมาะสมของราคาน้ำประปา และความพึงพอใจในการแจ้งข้อมูลข่าวสาร ผลการสำรวจแสดงในภาคผนวก ค จากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมผู้ใช้น้ำประปาร้อยละ 83.43 พึงพอใจในการบริการน้ำประปาของหน่วยงานทั้ง 10 แห่ง และผลการศึกษาความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้



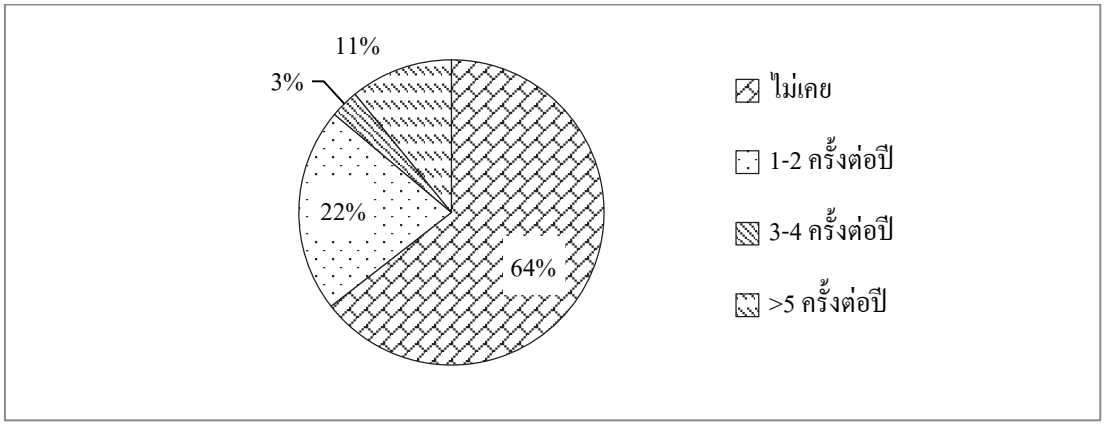
รูปที่ 4.9 ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา

4.6.1 ความพึงพอใจด้านบริการติดต่อหน่วยงาน

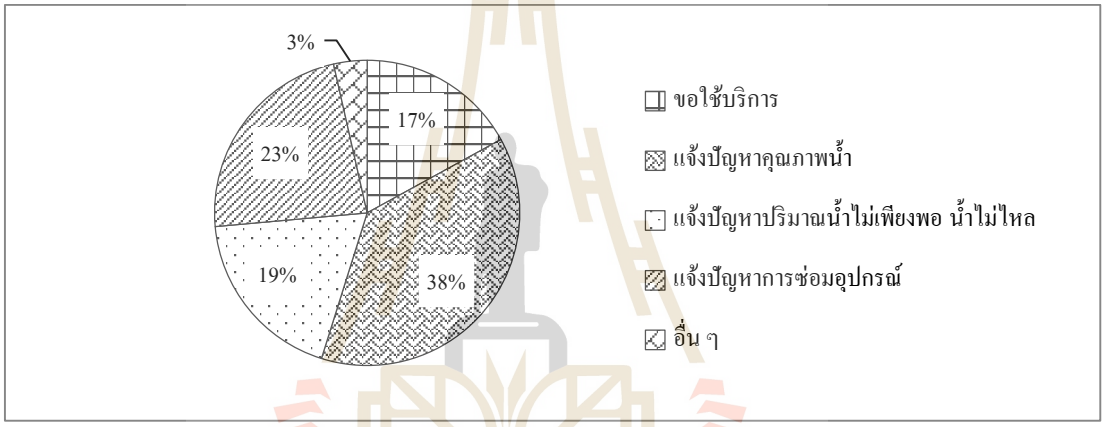
ผลการสอบถามพบว่าผู้ใช้น้ำประปาทั้งที่ดูแลระบบผลิตโดยเทศบาลและการประปาภูมิภาคส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 55 ทราบวิธีการติดต่อหน่วยงานประปา แต่พบว่าผู้ใช้น้ำร้อยละ 64 ไม่เคยติดต่อการประปาเลย ซึ่งผู้ใช้น้ำร้อยละ 22 เคยติดต่อหน่วยงานปีละ 1 ถึง 2 ครั้ง โดยเรื่องที่ติดต่อกับหน่วยงานการประปา เช่น การขอใช้บริการน้ำประปา แจ้งปัญหาคุณภาพน้ำประปา และแจ้งปัญหาในการซ่อมอุปกรณ์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.10 4.11 และ 4.12 จากรูปที่ 4.13 พบว่าผู้ใช้บริการน้ำส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการให้บริการของเจ้าหน้าที่ประปาในด้านการบริการติดต่อหน่วยงาน คิดเป็นร้อยละ 86.19



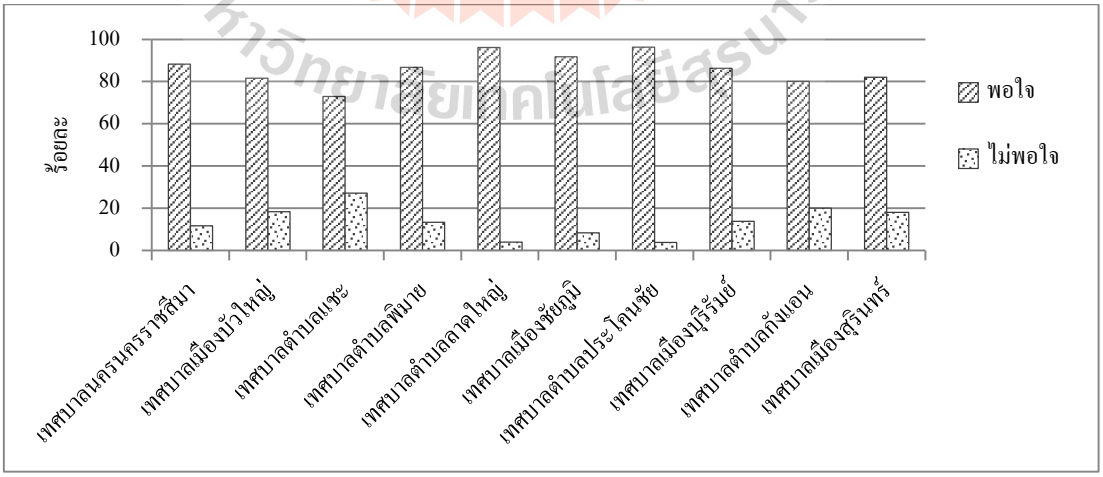
รูปที่ 4.10 การรับทราบวิธีติดต่อหน่วยงานประปา



รูปที่ 4.11 ความถี่ในการติดต่อหน่วยงานประปา



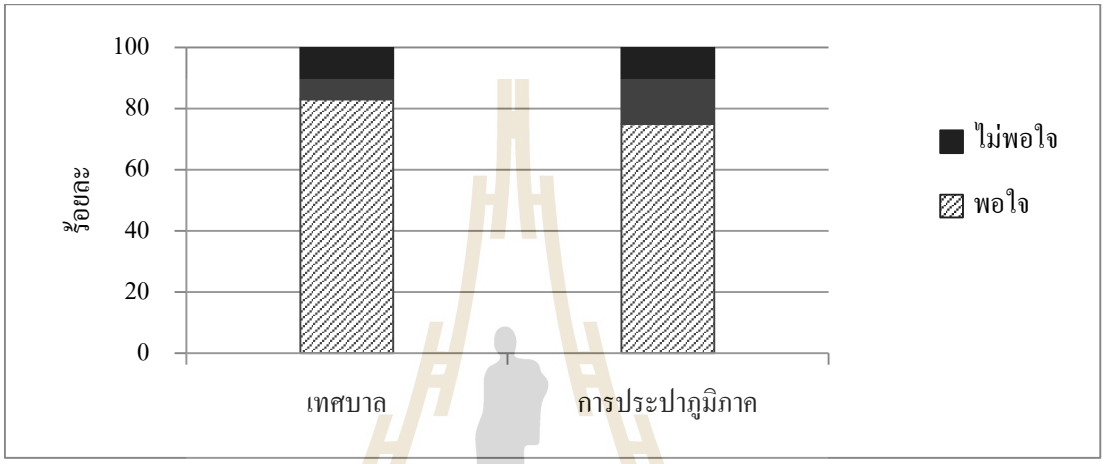
รูปที่ 4.12 เรื่องที่เคยติดต่อหน่วยงานการประปา



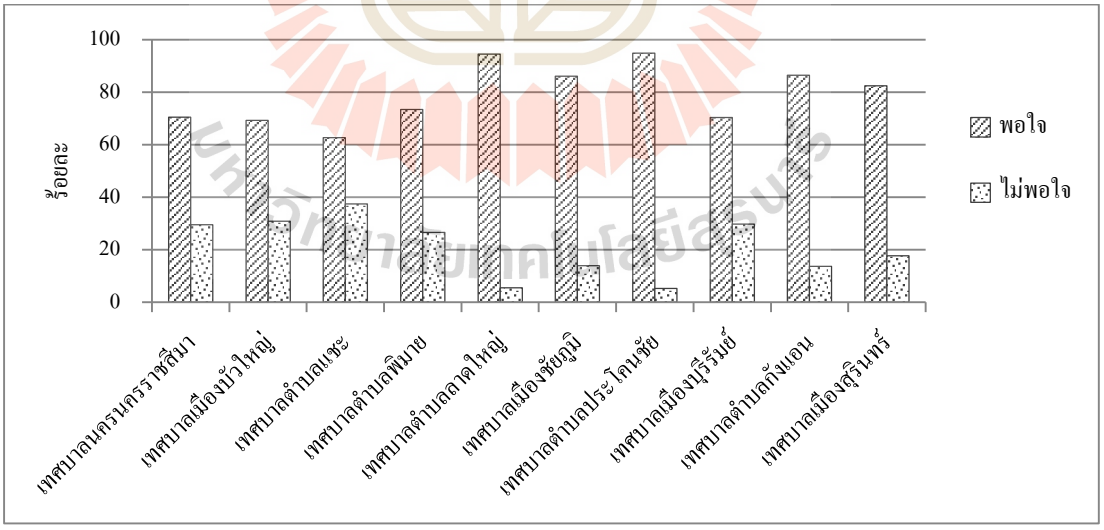
รูปที่ 4.13 ความพึงพอใจในการติดต่อหน่วยงาน

4.6.2 ความพึงพอใจในเรื่องแรงดันน้ำ

แรงดันน้ำมีความสำคัญต่อความแรงของน้ำประปา ณ บ้านผู้ใช้น้ำ หากแรงดันปลายทางน้อยส่งผลให้น้ำประปาไหลเบา ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ จากผลสำรวจแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15 พบว่าผู้ใช้น้ำของระบบผลิตประปาเทศบาลร้อยละ 83 มีความพึงพอใจแรงดันน้ำมากกว่าผู้ใช้น้ำประปาของการประปาภูมิภาคซึ่งมีเพียงร้อยละ 75 โดยเฉลี่ยผู้ใช้น้ำประปาในเขตเมืองร้อยละ 79 มีความพึงพอใจในเรื่องของแรงดันน้ำ แสดงให้เห็นถึงแรงดันน้ำที่เพียงพอ ทำให้น้ำประปา ณ บ้านผู้ใช้น้ำไหลแรง



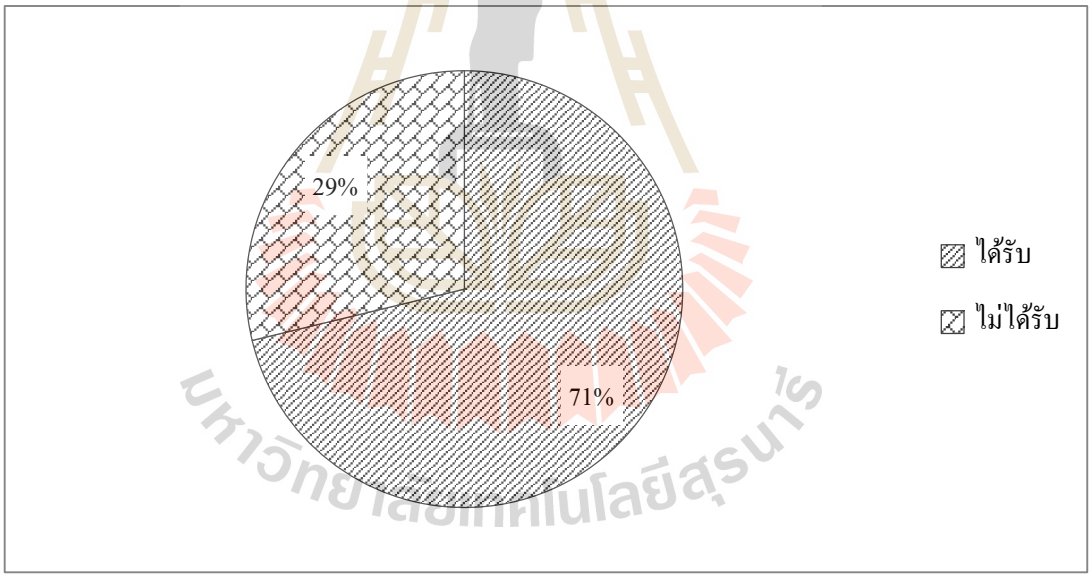
รูปที่ 4.14 ความพึงพอใจด้านแรงดันน้ำของประปาเทศบาลและประปาภูมิภาค



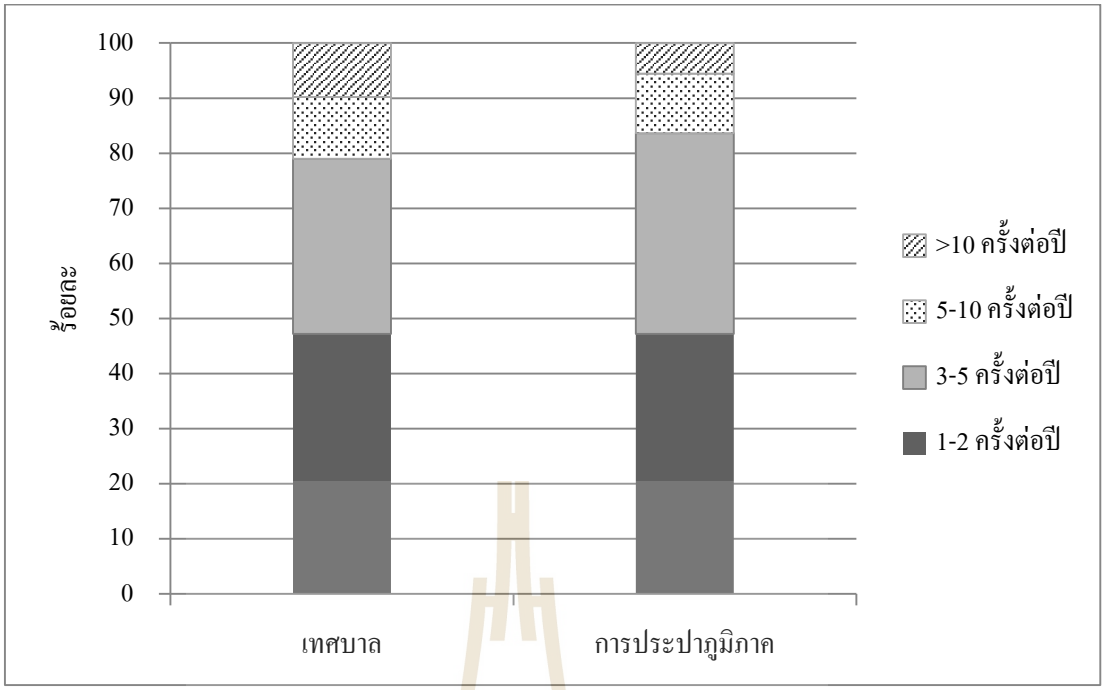
รูปที่ 4.15 ความพึงพอใจเรื่องแรงดันน้ำ

4.6.3 ความพึงพอใจการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล

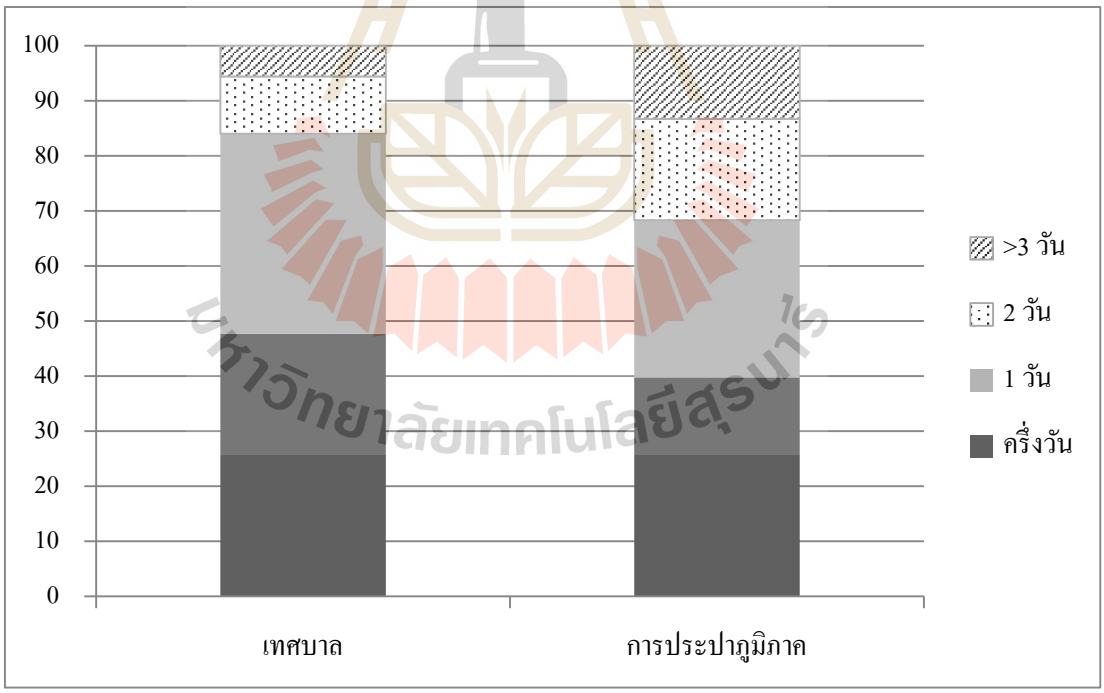
ปัญหาน้ำประปาไม่ไหลสามารถพบได้ทุกพื้นที่ โดยผลการศึกษาที่แสดงในรูปที่ 4.16 ถึง 4.20 พบว่า ประชาชนร้อยละ 71 ได้รับการแจ้งเตือนจากหน่วยงานประปาก่อนล่วงหน้า เพื่อเตรียมการสำรองน้ำไว้ใช้งานในช่วงที่น้ำประปาไม่ไหล ผู้ใช้น้ำประปาเทศบาลและประปาภูมิภาคร้อยละ 47 พบน้ำประปาไม่ไหลเพียง 1 ถึง 2 ครั้งต่อปี โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 48 หน่วยงานประปาเทศบาลและร้อยละ 40 หน่วยงานการประปาใช้ระยะเวลาในการแก้ไขปัญหาน้ำไม่ไหลเพียงครึ่งวัน จากการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกับเจ้าหน้าที่พบว่า ปัญหาน้ำไม่ไหลนี้ เกิดจากการซ่อมแซมระบบท่อส่งจ่ายน้ำ เนื่องจากระบบท่อเกิดการชำรุด ท่อรั่ว ท่อแตก การล้างท่อส่งจ่ายน้ำประปา หรือเกิดจากในบางช่วงฤดูแล้ง แหล่งน้ำดิบไม่พอสำหรับสูบน้ำขึ้นมาเพื่อการผลิตน้ำประปา จำเป็นต้องหยุดการผลิต และหยุดการส่งจ่ายน้ำชั่วคราว เป็นต้น หลังจากนั้น ก็มีการแก้ไขปัญหาในกับประชาชนอย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้ใช้น้ำร้อยละ 86 จะมีถังสำรองในการเก็บน้ำไว้ใช้ช่วงที่น้ำไม่ไหล ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันมากนัก โดยภาพรวมผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการแก้ไขปัญหาของหน่วยงานประปา คิดเป็นร้อยละ 82.26 มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่คิดว่าการแก้ไขปัญหายังล่าช้า ส่งผลกระทบในกิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้น้ำของประชาชน เช่น ในส่วนของร้านอาหาร ที่จำเป็นต้องใช้น้ำในการล้างจาน ร้านรับจ้างซักรีด จำเป็นต้องใช้น้ำในการซักผ้า เป็นต้น



รูปที่ 4.16 การรับแจ้งเตือนก่อนน้ำประปาไม่ไหล

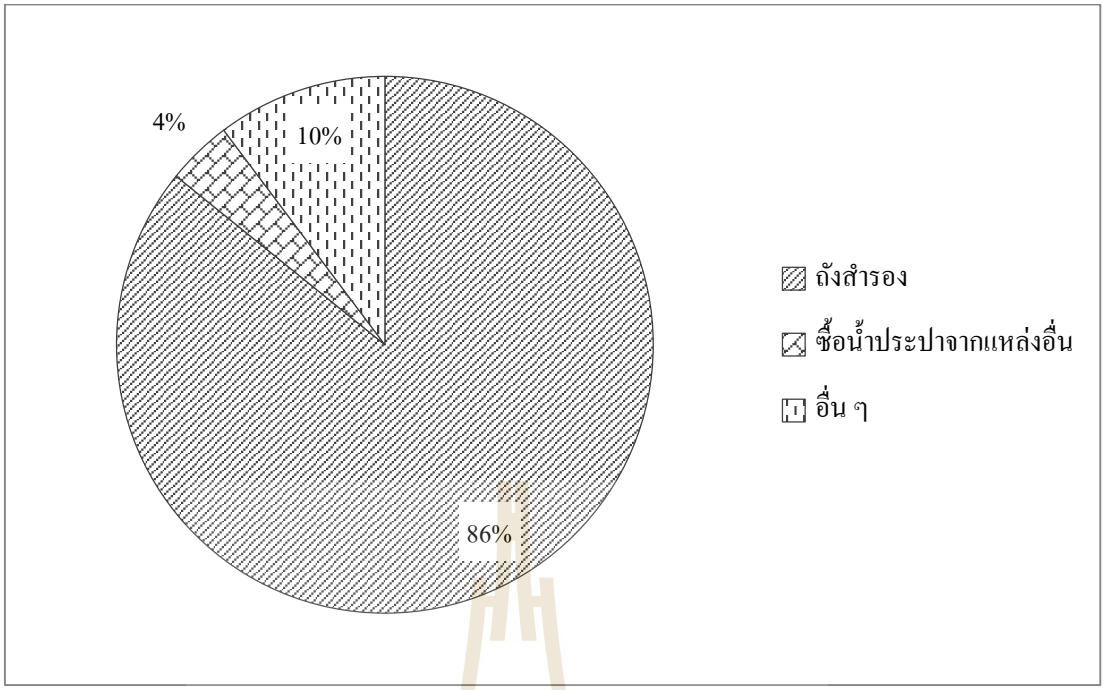


รูปที่ 4.17 ความถี่ที่น้ำประปาไม่ไหล

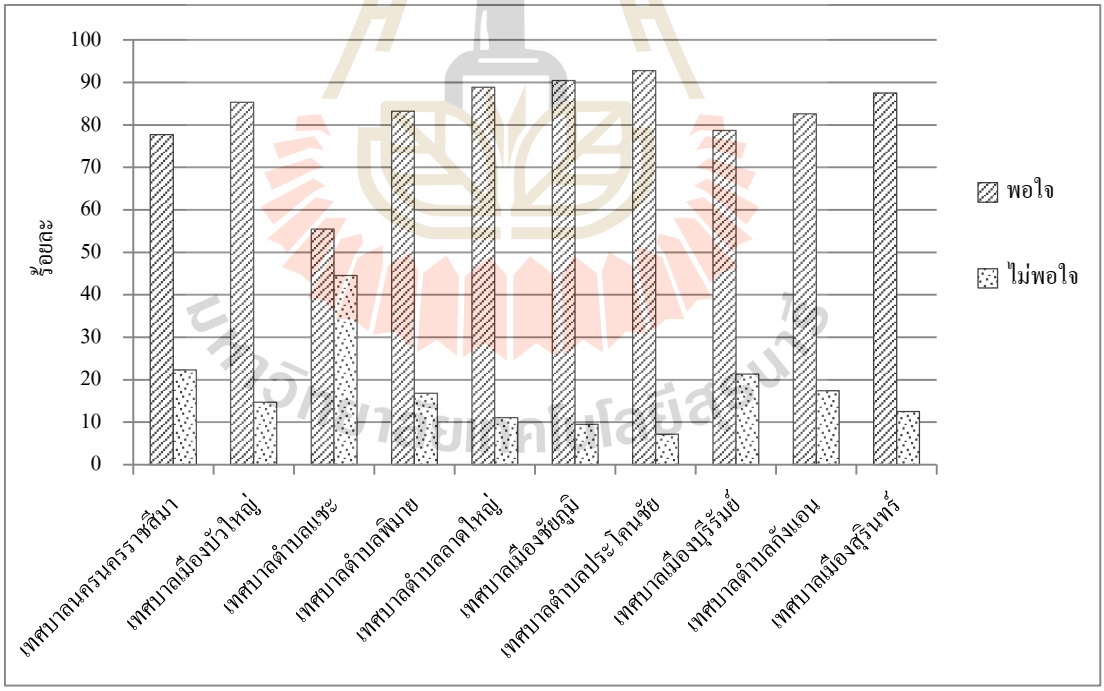


รูปที่ 4.18 ระยะเวลาในการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



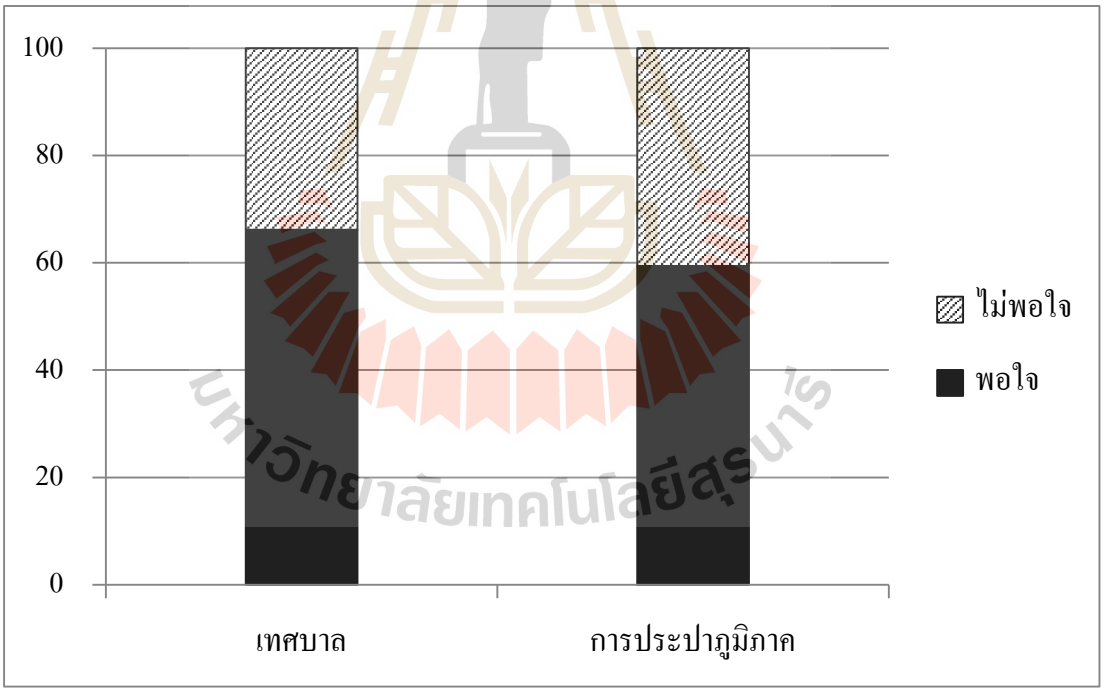
รูปที่ 4.19 แหล่งน้ำสำรองในกรณีน้ำประปาไม่ไหล



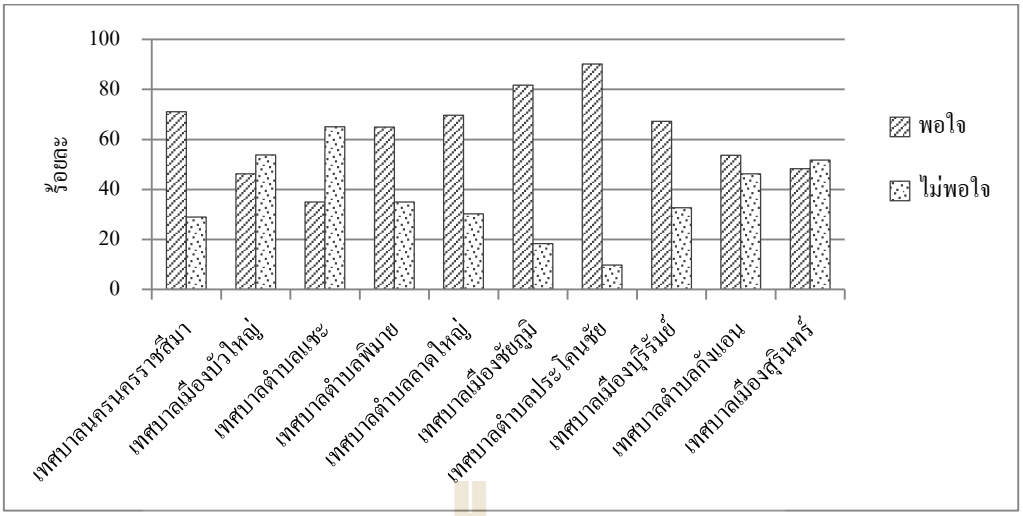
รูปที่ 4.20 ความพึงพอใจในการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล

4.6.4 ความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา และความเหมาะสมของราคาน้ำประปา

จากการสำรวจในส่วนความพึงพอใจคุณภาพน้ำประปาจากรูปที่ 4.21 พบว่าผู้ใช้น้ำประปาเทศบาลร้อยละ 66 มีความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา ซึ่งมากกว่าผู้ใช้น้ำประปาการประปาภูมิภาคที่มีผู้ใช้น้ำพึงพอใจในคุณภาพน้ำร้อยละ 59 โดยในรูปที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้น้ำในเขตเทศบาลเมืองบัวใหญ่ร้อยละ 54 เทศบาลตำบลแชะร้อยละ 65 และเทศบาลเมืองสุรินทร์ร้อยละ 52 ไม่พอใจกับคุณภาพของน้ำประปา เนื่องจากพบว่าน้ำประปามีความขุ่นมาก หรือบางครั้งน้ำมีสีน้ำตาลแดงและเป็นตะกอน โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งอาจเกิดจากอัตราการไหลของน้ำสูง ทำให้มีการพัดพาเอาตะกอนปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำ และจากการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ดูแลระบบผลิตประปาถึงสภาพปัญหาการเดินระบบผลิตที่เคยพบ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ ในช่วงฤดูฝนน้ำประปาจะมีความขุ่นสูง ซึ่งอาจเกิดจากแหล่งน้ำดิบมีการชะเอาดินโคลน ทราย และสารแขวนลอยชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ละลายน้ำเข้าสู่ระบบประปา และในช่วงฤดูแล้ง จะพบสาหร่ายปะปนออกมากับน้ำประปาจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลต่อระบบการกรองทำให้เครื่องกรองอุดตันและเสียเร็ว และมีผลต่อระบบการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน เนื่องจากสารแขวนลอยจะห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ทำให้คลอรีนไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นปัญหาในส่วนของคุณภาพน้ำประปานั้น จำเป็นที่จะต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อให้ได้น้ำประปาที่มีคุณภาพ เหมาะแก่การอุปโภคบริโภค

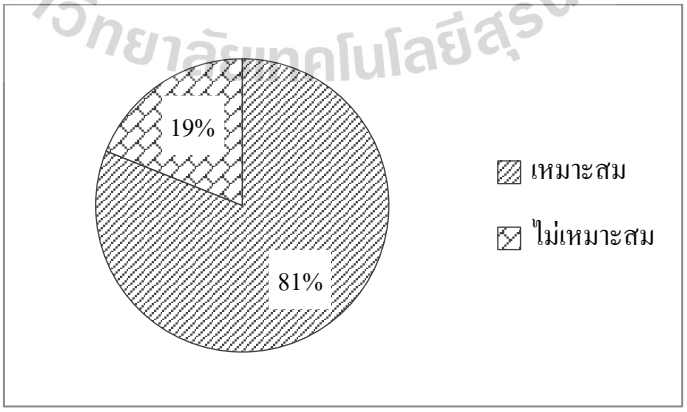


รูปที่ 4.21 ความพึงพอใจคุณภาพน้ำประปาเทศบาลและน้ำประปาการประปาภูมิภาค



รูปที่ 4.22 ความพึงพอใจด้านคุณภาพน้ำประปา

ปัจจุบันการเรียกเก็บราคาน้ำประปาคิดแบบอัตราก้าวหน้า โดยในการสำรวจแบ่งกลุ่มเป้าหมายตามการใช้น้ำคือ การใช้น้ำในครัวเรือน และการใช้น้ำใช้เชิงพาณิชย์ จากการสำรวจแบบสอบถาม ทั้งภาคครัวเรือน จำนวน 120 ชุด ร้านค้าพาณิชย์ 30 ชุด และสถานที่ราชการ จำนวน 10 ชุด รวมทั้งสิ้น 160 ชุด จากรูปที่ 4.23 พบว่า ผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ร้อยละ 81 คิดว่าราคาน้ำประปามีความเหมาะสมตามจำนวนกิจกรรมที่ใช้ มีเพียงร้อยละ 18 เท่านั้น ที่คิดว่าราคาน้ำประปาไม่เหมาะสมหรือมีราคาที่สูงเกินไป โดยอัตราค่าน้ำประปาของเทศบาลอยู่ในช่วง 3 ถึง 13 บาท และอัตราค่าน้ำของการประปาภูมิภาคอยู่ในช่วง 10.20 ถึง 29 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.11 จากการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมราคาน้ำประปาที่สูงเกินความเป็นจริงของบางพื้นที่ เกิดจากการใช้มิเตอร์น้ำรุ่นเก่าที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ ทำให้มิเตอร์มีการหมุนเร็วกว่าความเป็นจริง การรั่วซึมของท่อน้ำ และการเปิดน้ำให้ไหลตลอดเวลา แม้ไม่ได้มีการใช้งาน เช่น ในขณะอาบน้ำ ล้างจาน และซักผ้า เป็นต้น



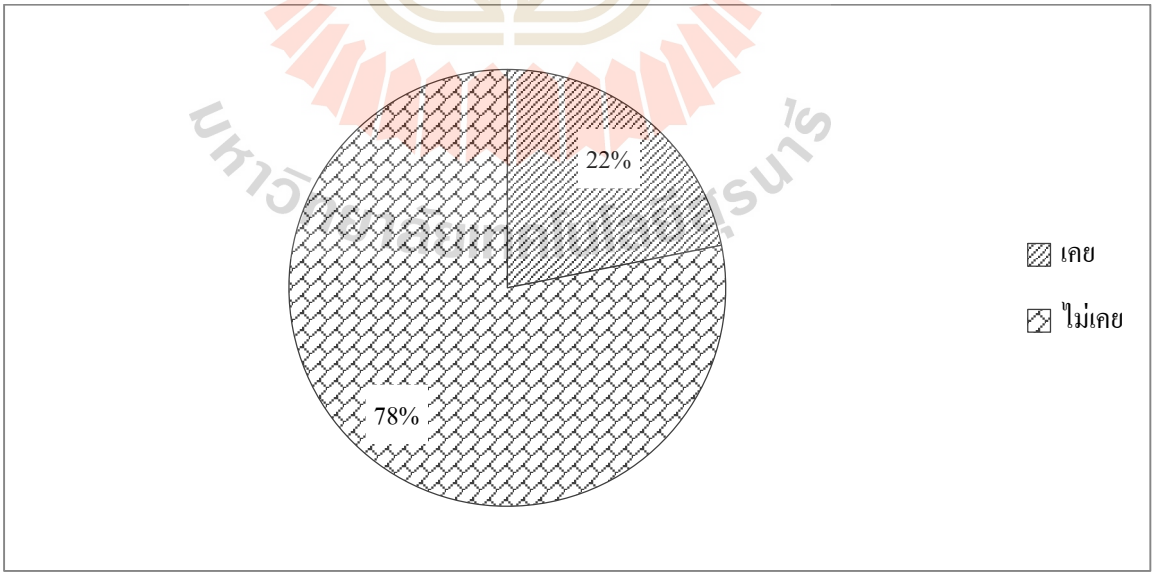
รูปที่ 4.23 ความพึงพอใจด้านราคาน้ำประปา

ตารางที่ 4.11 อัตราค่าน้ำประปา

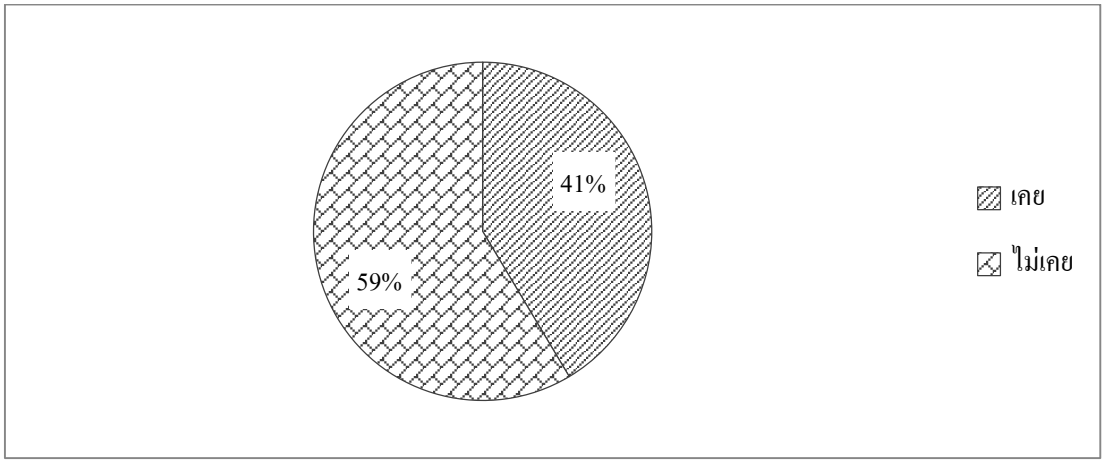
ระบบประปา	ราคาน้ำประปา (บาท/หน่วย)
เทศบาลนครนครราชสีมา	5-13
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	5.50-9.50
เทศบาลตำบลแชะ	10.20-29.00
เทศบาลตำบลพิมาย	10.20-29.00
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	3-5
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	10.20-29.00
เทศบาลตำบลประโคนชัย	7-10
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	10.20-29.00
เทศบาลตำบลกังแอน	7-10
เทศบาลเมืองสุรินทร์	10.20-29.00

4.6.5 ความพึงพอใจในการแจ้งข้อมูลข่าวสาร

จากการสำรวจผลการศึกษาแสดงในรูปที่ 4.24 และ 4.25 พบว่า ผู้ใช้น้ำประปาทั้งระบบผลิตของเทศบาลและการประปาภูมิภาคส่วนใหญ่ร้อยละ 78 ไม่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปา แสดงให้เห็นถึงผู้ใช้น้ำโดยส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิต และการส่งจ่ายน้ำประปา ทำให้ผู้ใช้น้ำเกิดความไม่เข้าใจเวลาเกิดปัญหาขึ้นที่ระบบผลิตน้ำประปาจนทำให้คุณภาพน้ำประปาลดต่ำลง



รูปที่ 4.24 การได้รับข้อมูลข่าวสารของระบบผลิตประปา



รูปที่ 4.25 การได้รับข้อมูลรณรงค์ประหยัดน้ำประปา

นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ร้อยละ 59 ไม่ได้รับข่าวสารในการรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ ซึ่งทั้งสองเรื่องนี้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญจำเป็นที่ประชาชนควรจะมีส่วนร่วมและเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของน้ำประปา อีกทั้งหน่วยงานของการประปาควรมีการรณรงค์ให้ประชาชนมีการใช้น้ำอย่างประหยัด เพื่อจะเป็นการช่วยลดกำลังการผลิตน้ำประปา ลดปัญหาการขาดแคลนน้ำ อีกทั้งยังช่วยลดค่าไฟฟ้าในกระบวนการผลิต รวมถึงการยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตให้ใช้งานได้นานยิ่งขึ้นอีกด้วย

4.7 การประเมินศักยภาพระบบผลิตประปาในเขตเมือง

จากผลการสำรวจระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วยการประเมินการออกแบบระบบผลิต การเดินระบบผลิต การบริหารจัดการ และความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.12

การออกแบบระบบผลิตประปาในเขตเมือง รูปแบบโรงกรองน้ำที่ใช้โดยส่วนใหญ่เลือกใช้ระบบทรายกรองเร็ว เช่นเดียวกับระบบผลิตประปาหมู่บ้าน มีโครงสร้างเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามแบบมาตรฐานระบบผลิตประปาหมู่บ้านของกรมทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วยหน่วยบำบัดพื้นฐานคือ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน และถังกรอง และระบบประปาของการประปาภูมิภาคมักมีการสร้างถังผลิตน้ำประปาแบบ Mobile plant ขึ้นเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตของระบบประปา นอกจากนี้ยังพบว่าระบบผลิตประปาของเทศบาลร้อยละ 40 ระบบประปาภูมิภาคร้อยละ 20 มีระยะเวลาเก็บกักของถังตกตะกอนไม่เหมาะสม และระบบผลิตประปาของเทศบาลร้อยละ 80 ระบบประปาภูมิภาคร้อยละ 20 มีอัตราน้ำล้นผิวไม่เหมาะสม อาจมีการเพิ่มแผ่นกั้นตะกอนภายในถังเพื่อเพิ่มระยะเวลากักเก็บ และมีระบบผลิตประปา 6 แห่ง มีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในอนาคต

ตารางที่ 4.12 ศักยภาพของระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ระบบผลิตประปา	ความสามารถในการรองรับความต้องการน้ำในอีก 30 ปีข้างหน้า	รูปแบบระบบผลิต	การออกแบบหน่วยผลิตน้ำ	อัตราค่าสูญเสียน้ำ (ร้อยละ)	ความพึงพอใจผู้ใช้น้ำ
เทศบาลนครนครราชสีมา	เพียงพอ	ทรายกรองช้า ทรายกรองเร็ว แผ่นกรอง diapharm	ไม่เหมาะสม	54.70	84.94
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	ไม่เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว	ไม่เหมาะสม	1.92	73.58
เทศบาลตำบลแชะ	ไม่เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว	ไม่เหมาะสม	14.64	56.36
เทศบาลตำบลพิมาย	ไม่เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว mobile plant	ไม่เหมาะสม	19.00	91.77
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว	ไม่เหมาะสม	11.11	90.96
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	ไม่เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว	ไม่เหมาะสม	24.83	96.95
เทศบาลตำบลประโคนชัย	เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว	เหมาะสม	N/A	96.73
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	ไม่เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว mobile plant	ไม่เหมาะสม	24.00	81.82
เทศบาลตำบลกังแอน	เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว	เหมาะสม	N/A	77.02
เทศบาลเมืองสุรินทร์	ไม่เพียงพอ	ทรายกรองเร็ว mobile plant	เหมาะสม	24.00	84.21

การเดินระบบผลิตประปาในเขตเมืองทั้งหมด สามารถเดินระบบผลิตประปาได้ตามการออกแบบทุกหน่วยบำบัด เนื่องจากมีพนักงานที่ความรู้ความสามารถดูแลระบบผลิต ต่างจากระบบประปาหมู่บ้าน ที่ทำการเดินระบบผลิตประปาได้ไม่ครบทุกหน่วยบำบัด เนื่องจากขาดบุคลากรที่มีความรู้ในการดูแลระบบ แต่ทั้งนี้กลับพบว่าระบบผลิตประปาในเขตเมืองมีอัตราการเกิดน้ำสูญเสียสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ถึงร้อยละ 54.7 ทั้งนี้หน่วยงานที่ดูและระบบผลิตประปาควรตระหนักถึงปัญหานี้ และหาแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมเพื่อเป็นการลดต้นทุน และเพิ่มผลกำไรในการจำหน่ายน้ำ

หน่วยงานที่มีหน้าที่บริหารจัดการระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี 2 หน่วยงานคือ เทศบาลท้องถิ่น และการประปาภูมิภาค หน่วยงานทั้ง 2 มีงบในการก่อสร้าง และดูแลระบบผลิตประปาที่มั่นคง จากข้อมูลค่าไฟฟ้า และค่าสารเคมี เทียบกับจำนวนหน่วยน้ำที่จำหน่ายให้ผู้ใช้น้ำในเขตบริการ พบว่าต้นทุนในการผลิตน้ำหนึ่งหน่วยโดยเฉลี่ย เท่ากับ 10.66 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากระบบผลิตประปาในเขตเมืองมีกำลังการผลิตมากกว่าระบบประปาหมู่บ้าน ต้นทุนในการผลิตจึงแพงกว่า

และในส่วนผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำร้อยละ 83.43 พึงพอใจในการบริการของหน่วยงานที่ดูแลระบบผลิตประปา แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการดูแลระบบผลิตประปาได้อย่างดี

4.8 การถ่ายทอดความรู้และเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา

หลังจากการสำรวจและประเมินระบบผลิตประปาในเขตเมือง ได้ทำการสรุปผลการศึกษาของโครงการทั้งหมดเพื่อจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ และรายงานผลการศึกษาถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา โดยได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ "เรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" ในวันที่ 23 มิถุนายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีผู้เข้าร่วมอบรมทั้งสิ้น 37 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์จากโครงการวิจัยด้านระบบประปาให้กับผู้เข้าร่วมโครงการผ่านการปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และการทัศนศึกษาดูงานระบบประปาเทศบาลนครนครราชสีมา สำหรับบรรยากาศการอบรมแสดงในรูปที่ 4.26 ผลการอบรมพบผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบผลิตประปา และทักษะด้านการดูแลและควบคุมระบบผลิตประปาเพิ่มขึ้น โดยประเมินจากแบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตประปาหลังการอบรมมีคะแนน 8.27 เพิ่มขึ้นจากก่อนอบรมมีคะแนน 6.08 จากคะแนนเต็ม 10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(ก) การถ่ายทอดความรู้

(ข) ทัศนศึกษาดูงานระบบประปาเทศบาลนครนครราชสีมา

รูปที่ 4.26 การจัดอบรมการศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ โดยทำการสุ่มเลือกระบบผลิตประปาทั้งหมด 10 แห่ง ประกอบด้วยระบบผลิตประปาเทศบาล 5 แห่ง และระบบผลิตประปาการประปาภูมิภาค 5 แห่ง เพื่อประเมินระบบผลิตประปาเชิงวิศวกรรม การประเมินแบ่งเป็น 3 ด้านคือ ระบบการผลิต และการบริหารจัดการ และความพึงพอใจผู้ใช้ โดยผลการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาความสามารถในการรองรับความต้องการใช้น้ำในอนาคตของระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ากำลังการผลิตของระบบประปาเทศบาลตำบลแชะ เทศบาลเมืองชัยภูมิ และเทศบาลเมืองสุรินทร์ ไม่เพียงต่อความต้องการใช้น้ำในปี พ.ศ. 2569 และกำลังการผลิตของระบบประปาเทศบาลเมืองบัวใหญ่ และเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ในอีก 20 ปี ข้างหน้า หรือปี พ.ศ. 2589 จำเป็นต้องมีการขยายระบบผลิตประปาเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถผลิตน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการ

5.1.2 การออกแบบระบบประปาในเขตเมือง ซึ่งมีพื้นที่ให้บริการจำนวนมากโดยส่วนใหญ่ พบว่ากำลังการผลิตในการออกแบบสูงเริ่มตั้งแต่ 140 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง รูปแบบระบบผลิตที่ใช้เป็นส่วนใหญ่คือ แบบทรายกรองเร็ว เนื่องจากง่ายต่อการดูแลควบคุมระบบ กระบวนการพื้นฐานในการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน ประกอบด้วยการเติมสารเคมีเพื่อสร้างตะกอน การรวมตะกอน การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค

5.1.3 ความสามารถในการควบคุมการเดินระบบผลิตประปา ซึ่งพิจารณาจากปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้นในการเดินระบบ พบว่าระบบผลิตประปาในเขตเมืองส่วนใหญ่ มีปริมาณน้ำสูญเสียร้อยละ 10 ถึง 53 ของปริมาณน้ำผลิตทั้งหมด ระบบผลิตประปาที่เกิดการสูญเสียน้ำประปามากกว่าร้อยละ 30 อาจทำให้เกิดการสูญเปล่าทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ้นเปลืองต้นทุนมากกว่ารายรับ โดยระบบผลิตประปาของเทศบาลจะเกิดปริมาณน้ำสูญเสียน้อยกว่าระบบผลิตประปาของการประปาการภูมิภาค

5.1.4 การบริหารจัดการระบบผลิตประปาซึ่งพิจารณาจากการบริหารควบคุมรายรับรายจ่ายในการเดินระบบผลิตประปา พบว่าการขาดทุนของระบบผลิตประปาเกิดจากต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูงมากเกินไป โดยระบบผลิตประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจะเกิดค่าไฟฟ้าประมาณ 1.29 ถึง 48.18 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่าไฟฟ้าของระบบผลิตประปาของเทศบาลพบเพียง 0.67 ถึง 2.41 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

5.1.5 ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ โดยภาพรวมผู้ใช้น้ำประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 83.43 พึงพอใจในการบริการน้ำประปาทั้งด้านคุณภาพน้ำและการบริการของบุคลากร ในส่วนของปัญหาคุณภาพน้ำที่พบ เช่น น้ำประปามีสีขุ่น มีสาหร่ายปนออกมากับน้ำประปา ซึ่งระบบผลิตน้ำประปาส่วนใหญ่ รับน้ำผิวดินเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปา ซึ่งคุณภาพน้ำผิว

ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงตามแต่ละช่วงฤดูกาล ทำให้ประชาชนในบางพื้นที่ ร้อยละ 37.20 ไม่พอใจในคุณภาพน้ำประปา นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ร้อยละ 78 ไม่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปา แสดงให้เห็นถึงผู้ใช้น้ำโดยส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิต และการส่งจ่ายน้ำประปา ทำให้ผู้ใช้น้ำเกิดความไม่เข้าใจเวลาเกิดปัญหาขึ้นที่ระบบผลิตน้ำประปาจนทำให้คุณภาพน้ำประปาลดต่ำลง

5.1.6 หลังจากการสำรวจและประเมินระบบผลิตประปาในเขตเมืองพื้นที่ 4 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้ทำการสรุปผลการศึกษาของโครงการทั้งหมดเพื่อจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ และรายงานผลการศึกษาถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา โดยได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ "เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" ในวันที่ 23 มิถุนายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผลการอบรมพบผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบผลิตประปา และทักษะด้านการดูแลและควบคุมระบบผลิตประปาเพิ่มขึ้น โดยประเมินจากแบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตประปาหลังการอบรมมีคะแนน 8.27 เพิ่มขึ้นจากก่อนอบรมมีคะแนน 6.08 จากคะแนนเต็ม 10

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาระบบผลิตประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ กล่าวได้ว่าการบริหารกิจการประปาส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จ มีความสามารถในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีโครงสร้างขององค์กรที่เป็นระบบ ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนสร้างระบบผลิตประปา ประกอบด้วยแหล่งน้ำดิบที่มีปริมาณและคุณภาพดีพอต่อการผลิตน้ำประปา ผู้ดูแลระบบผลิตประปามีความรู้ความสามารถในการบริหาร สามารถผลิตน้ำประปาที่มีคุณภาพที่ดีและมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ มีการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ อย่างเป็นระบบเพื่อใช้พิจารณาความสามารถในการดูแลควบคุมระบบผลิตประปาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยด้านการบริหารรายรับ-รายจ่ายของระบบผลิตประปา มีการจัดทำบัญชีเพื่อการตรวจสอบความสามารถในการบริหารจัดการระบบผลิตประปา พบว่าปัญหาต้นทุนของการผลิตน้ำพบว่าเกิดจากค่าไฟฟ้าที่มากเกินไปในระบบผลิตประปาบางแห่ง ซึ่งควรทำการหาสาเหตุเพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลกำไรเพื่อให้ระบบผลิตประปาสามารถอยู่ได้ด้วยตนเอง

อย่างไรก็ตามระบบผลิตประปาในเขตเมืองส่วนใหญ่ยังขาดการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ โดยผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ไม่ได้รับข่าวสารความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตประปาจากหน่วยงานที่ดูแล ซึ่งการบริหารจัดการที่ดีควรประกอบด้วยการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำในชุมชนในการรับทราบข้อมูลการบริหารและจัดการระบบผลิตประปา เพื่อให้ผู้ใช้น้ำเกิดความเข้าใจเวลาช่วงที่ระบบผลิตมีปัญหา และช่วยป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อระบบผลิตประปา

บรรณานุกรม

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ธันวาคม ๒๕๕๗. คู่มือออกแบบโครงการระบบประปาน้ำผิวดินขนาดอัตรากำลังผลิต ๒๐๐ ลบ.ม./ชม. รูปแบบมาตรฐานกรมทรัพยากรน้ำ

การประปาส่วนภูมิภาค [ออนไลน์]. 4 มีนาคม 2560. เข้าถึงจาก: https://www.pwa.co.th/province/

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ . (2541). วิศวกรรมประปา. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิตรนราการพิมพ์.

ขัตตยรัตน์ สงวนสัตย์. (2554). ศักยภาพระบบผลิตน้ำประปาของกิจการประปากระฉอด ตำบลตลาดอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.

จังหวัดชัยภูมิ [ออนไลน์]. 30 มีนาคม 2560. เข้าถึงจาก: www.chaiyaphum.go.th/

จังหวัดนครราชสีมา [ออนไลน์]. 30 มีนาคม 2560. เข้าถึงจาก: www.nakhonratchasima.go.th/

จังหวัดบุรีรัมย์ [ออนไลน์]. 30 มีนาคม 2560. เข้าถึงจาก: www.buriram.go.th/bru/

จังหวัดสุรินทร์ [ออนไลน์]. 30 มีนาคม 2560. เข้าถึงจาก: www.surinpao.org

ทวีศักดิ์ วังไพศาล. (2554). วิศวกรรมการประปา. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542). วิศวกรรมการประปา เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542). วิศวกรรมการประปา เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วีรชน ตรีนุสนธิ์ และพรเทพ ขอขจายเกียรติ. (2550). การลดการผลิตน้ำประปาในช่วงเวลาที่มีค่าไฟฟ้าสูงสุด. วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 34 ฉบับที่ 3 หน้าที่ 275 –294

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. ประมาณการประชากร จำแนกตามเพศและจังหวัด ปี พ.ศ. 2553 – 2573. [ออนไลน์]. 10 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงจาก: http://social.nesdb.go.th/SocialStat/StatReport_Final.aspx?reportid=1256&template=2R1C&yeartype=M&subcatid=1

อมรเทพ ทองชิว. (2556). ความท้าทายในการจัดการน้ำสูญเสียของประเทศไทย. [ออนไลน์]. 15 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงจาก: www.irdp.org/2015/news_files/226/attachment1.pdf

อุดร จารุรัตน์ และจารุรัตน์ วรนิสรากุล. (2541). วิศวกรรมการประปาและสุขาภิบาล. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Coelho and Campos. (2014). Efficiency achievement in water supply systems A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 30 : 59–84

Coelho B and Andrade-Campos A.(2012). Using different strategies for improving efficiency in water supply systems. In: Proceedings of First ECCOMAS Young Investigators Conference. Aveiro; 2012.

Eker, I. and Kara, T. (2003). Operation and control of a water supply system. ISA Transactions. 42: 461-473.

Esposto, S. (2009). The sustainability of applied technologies for water supply in developing countries. Technology in Society. 31: 257-262.

Husnain Haider, Rehan Sadiq, Solomon Tesfamariam. (2014). Performance indicators for small- and medium-sized water supply systems: a review. Environmental Reviews, 22:1-40.

Hydraulic Institute, Europump and the US Department of Energy. 2004. Variable speedpumping—a guide to successful applications. Executive summary.

McGivney, W. T. and Kawamura, S. (2008). Cost Estimating Manual for Water Treatment Facilities. Wiley. USA

Montalvo, I., Izquierdo, J., Perez, R. and Tung, M. (2008). Particle swarm optimization applied to the design of water supply systems. Computer and Mathematics with Applications. 56: 769-776.

Qasim, S. R., Motley, E. M. and Zhu, G. (2000). Water Works Engineering: Planning, Design & Operation. Prentice Hall. USA.

Vairavamoorthy, K., Gorantiwar, S. D. and Pathirana, A. (2008). Managing urban water supplies in developing countries- Climate change and water scarcity scenarios. Physics and Chemistry of the Earth. 33: 330-339.

Walski TM, Chase DV and Savic DA. (2001). Water distribution modeling. Waterbury: HAETAD PRESS.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

การคาดการณ์ผู้ใช้น้ำในอนาคต

ตารางที่ ก.1 การคาดการณ์จำนวนประชากร

พื้นที่ศึกษา	จำนวนประชากร (คน)													
	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2569	2579	2589
เทศบาลนครนครราชสีมา	148,609	146,201	145,793	143,475	141,714	138,698	137,579	136,153	134,440	133,005	131,286	121,165	114,821	110,669
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	14,877	14,776	14,691	14,599	14,640	14,455	14,448	14,277	14,168	14,090	14,035	13,203	12,386	11,588
เทศบาลตำบลแชะ	7,323	7,489	7,809	7,809	7,849	7,782	7,869	7,830	7,894	7,908	7,927	7,983	7,988	7,988
เทศบาลตำบลพิมาย	30,123	30,814	31,047	31,312	31,403	31,463	31,495	31,637	31,707	31,816	31,807	33,008	34,210	35,411
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	2,834	2,794	2,858	2,869	2,913	2,907	2,919	2,970	2,973	2,938	2,956	3,010	3,032	3,042
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	46,535	46,339	46,536	46,516	46,383	46,128	46,175	45,827	45,675	45,546	45,317	44,016	42,753	41,526
เทศบาลตำบลประโคนชัย	11,606	11,045	10,954	10,850	10,819	10,640	10,490	10,435	10,404	10,331	10,249	9,442	8,634	7,827
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	53,096	52,811	52,550	52,593	52,760	52,669	52,870	52,740	53,700	53,276	53,070	53,143	53,215	53,288
เทศบาลตำบลกังแอน	6,413	6,448	6,470	6,515	6,568	6,396	6,341	6,315	6,254	6,113	6,113	5,763	5,413	5,063
เทศบาลเมืองสุรินทร์	123,159	124,465	126,174	126,517	126,858	127,070	128,036	128,213	128,898	129,637	129,704	135,045	140,387	145,728

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.2 การคาดการณ์ผู้ใช้น้ำ

พื้นที่ศึกษา	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)												
	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2569	2579	2589
เทศบาลนครนครราชสีมา	49,135	50,145	50,889	51,502	52,281	59,225	60,222	61,158	62,096	62,652	81,741	106,647	139,141
เทศบาลเมืองบัวใหญ่						5,353	5,684	5,817	5,885	6,198	8,941	12,898	18,606
เทศบาลตำบลแชะ	6,751	7,034	7,155	7,306	7,605	8,078	8,284	8,422	8,697	8,910	12,128	16,507	22,469
เทศบาลตำบลพิมาย	8,124	8,500	8,878	9,327	9,934	10,339	10,720	10,909	11,202	11,499	16,917	24,887	36,612
เทศบาลตำบลลาดใหญ่		1,390	1,400	1,425	1,460	1,470	1,480	1,490	1,500	1,522	1,705	1,909	2,139
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	28,378	29,402	29,808	30,157	30,915	31,970	32,446	32,953	34,411	34,716	43,432	54,335	67,976
เทศบาลตำบลประโคนชัย						3,348	3,373	3,398	3,419	3,435	3,663	3,905	4,164
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	19,959	21,007	21,359	21,282	22,439	24,611	25,870	26,639	28,493	29,866	46,737	73,139	114,456
เทศบาลตำบลกังแอน						2,361	2,382	2,395	2,400	2,429	2,608	2,800	3,005
เทศบาลเมืองสุรินทร์	19,292	20,500	21,436	21,941	23,668	26,642	28,190	29,056	29,840	30,980	52,437	88,757	150,232

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

ระบบผลิตน้ำประปา

ตารางที่ ข.1 การออกแบบระบบผลิตน้ำประปา

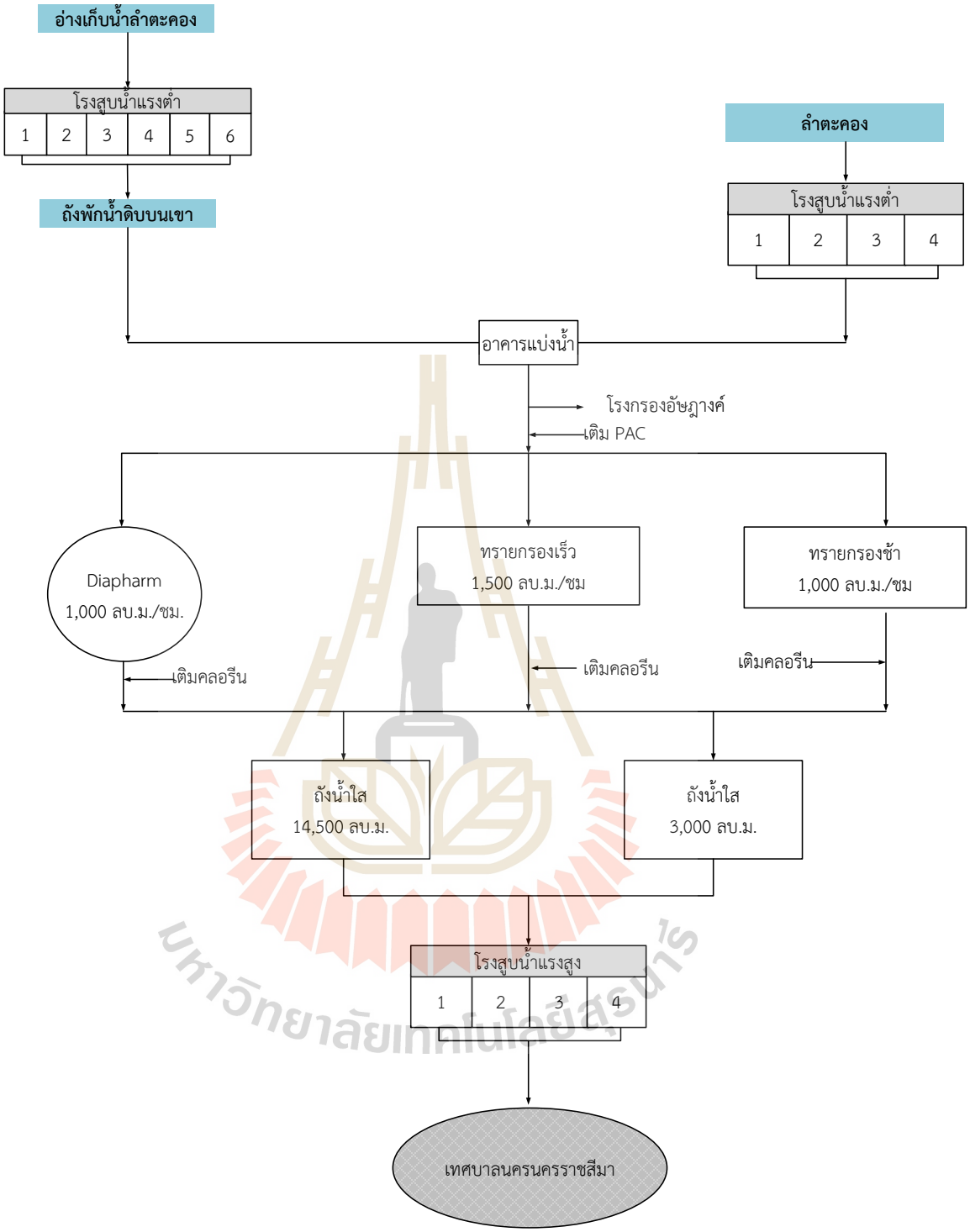
พื้นที่ศึกษา	การออกแบบ					
	กำลังการผลิตออกแบบ (ลบ.ม/ชม.)	กำลังการผลิตจริง (ลบ.ม./ชม.)	การลำเลียงน้ำดิบ	ระบบผลิต	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม.)	การส่งจ่ายน้ำประปา
เทศบาลนครนครราชสีมา	7,550	4,550	ท่อปิด	โรงกรองมะขามเฒ่า		เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
				.1 ทรายกรองช้า	1,000	
				.2 ทรายกรองเร็ว	1,500	
				.3 แผ่นกรอง diapharm	1,000	
				โรงกรองอัษฎางค์		เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
				.1 ทรายกรองเร็ว	750	
				.2 mobile plant	300	
				โรงกรองบ้านใหม่หนองบอน		เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
				.1 ทรายกรองเร็ว	3,000	
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	400	320	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว	400	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

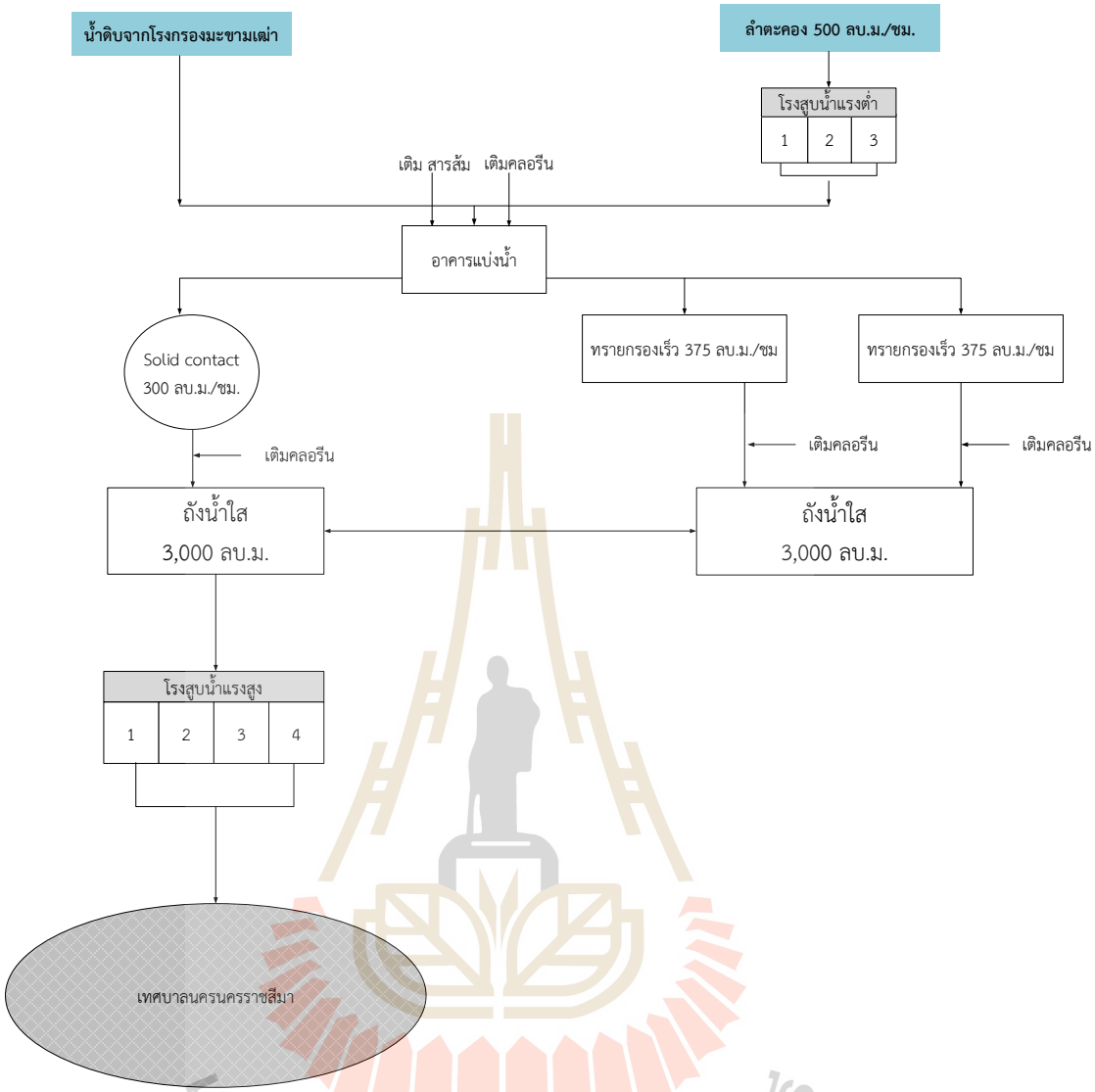
ตารางที่ ข.1 การออกแบบระบบผลิตน้ำประปา (ต่อ)

พื้นที่ศึกษา	การออกแบบ					
	กำลังการผลิตออกแบบ (ลบ.ม/ชม.)	กำลังการผลิตจริง (ลบ.ม./ชม.)	การลำเลียงน้ำดิบ	ระบบผลิต	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม.)	การส่งจ่ายน้ำประปา
เทศบาลตำบลแชะ	140	130	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว	70	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลตำบลพิมาย	240	240	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว mobile plant	160 80	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	140	48	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว	140	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	1,260	812	ท่อปิด	โรงกรองนิเวศรัตน์ .1 ทรายกรองเร็ว	860	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
				โรงกรองหนองสังข์ .1 ทรายกรองเร็ว	400	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลตำบลประโคนชัย	200	160	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว	200	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	2,000	2,000	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว mobile plant	1,600 400	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลตำบลกังแอน	200	160	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว	200	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง
เทศบาลเมืองสุรินทร์	1,900	1,900	ท่อปิด	ทรายกรองเร็ว mobile plant	1,600 300	เครื่องสูบน้ำ + ถังสูง

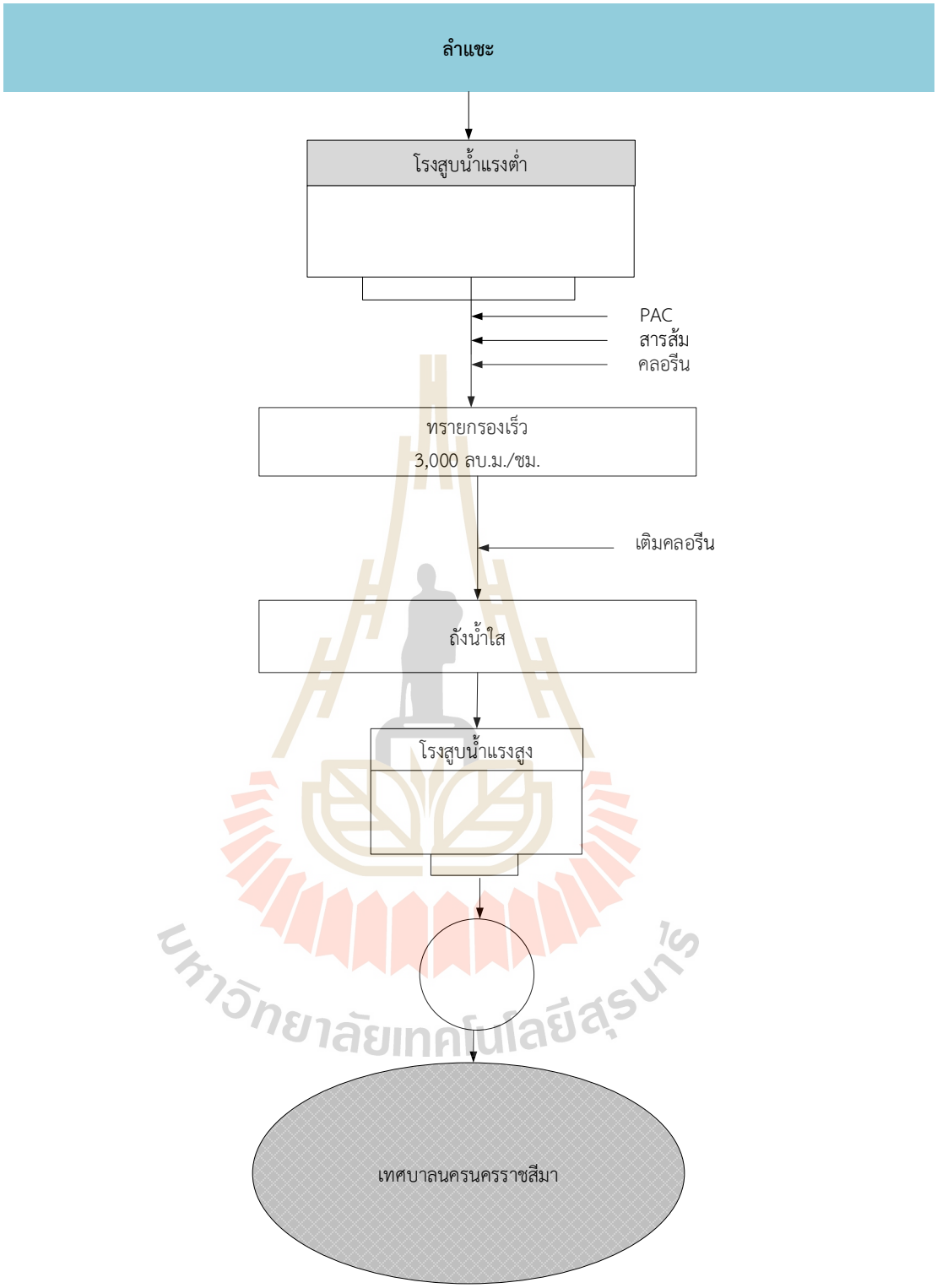
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



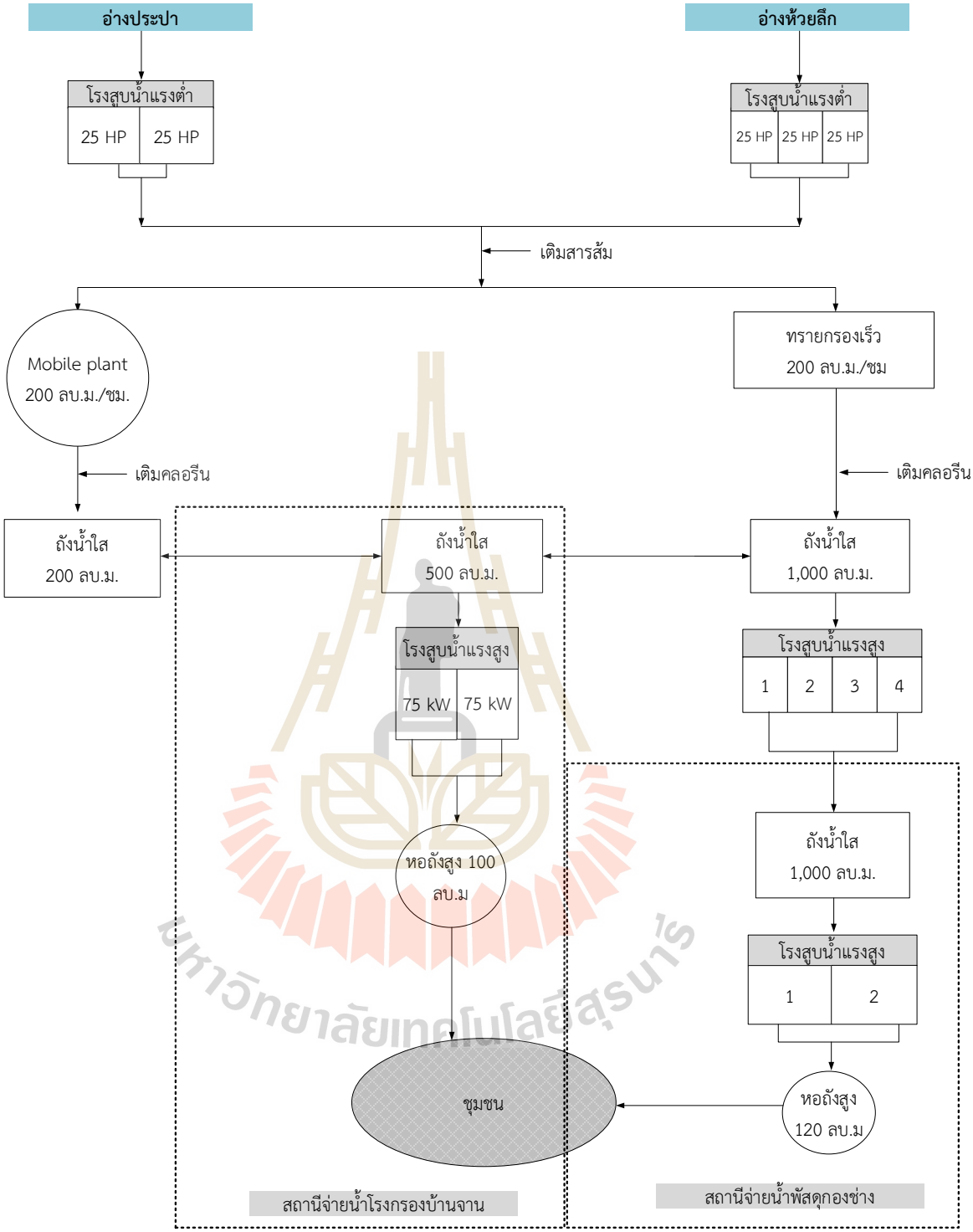
รูปที่ ข.1 ระบบผลิตประปาโรงกรองน้ำบ้านมะขามเฒ่า



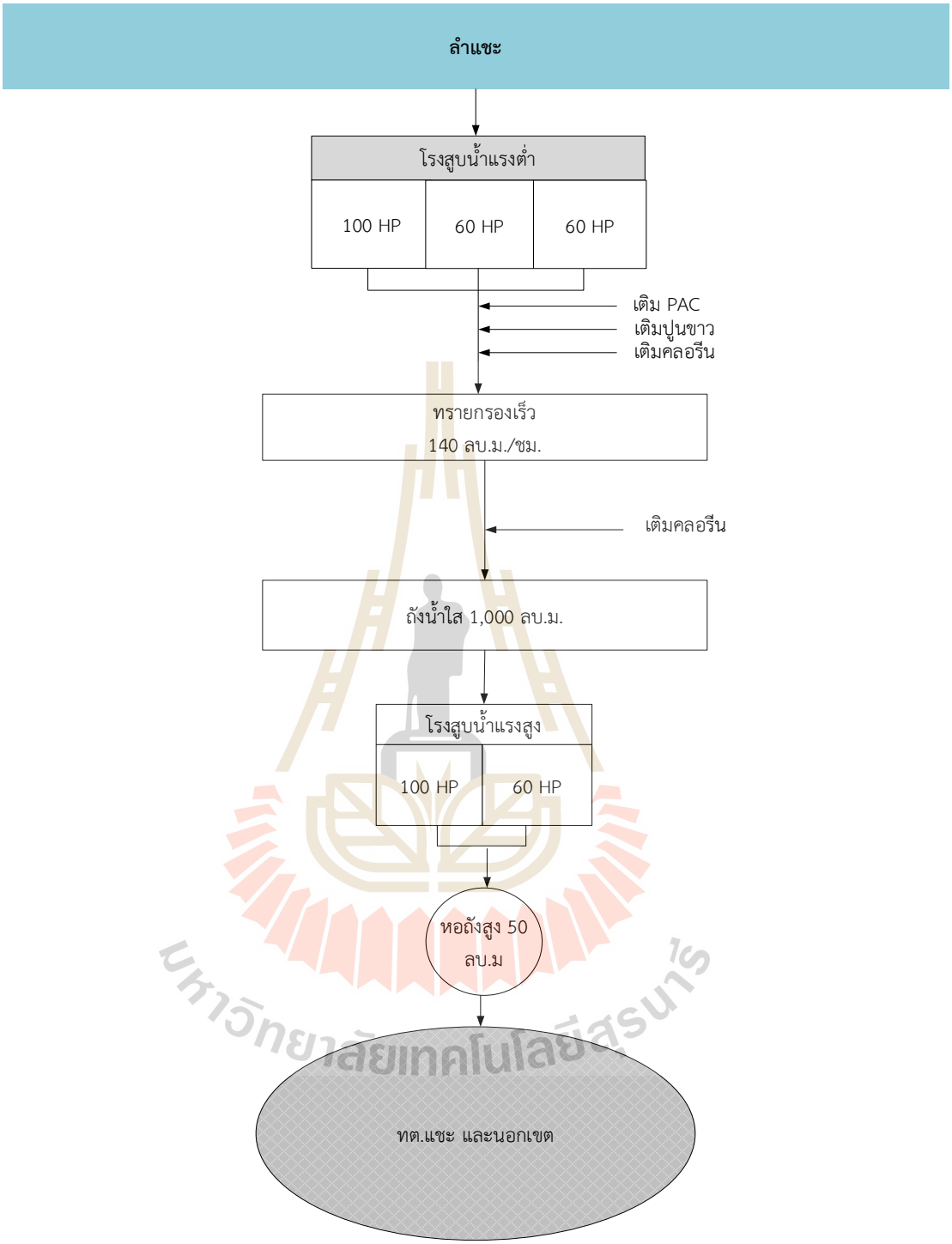
รูปที่ ข.2 ระบบผลิตประปาโรงกรองน้ำอัษฎางค์



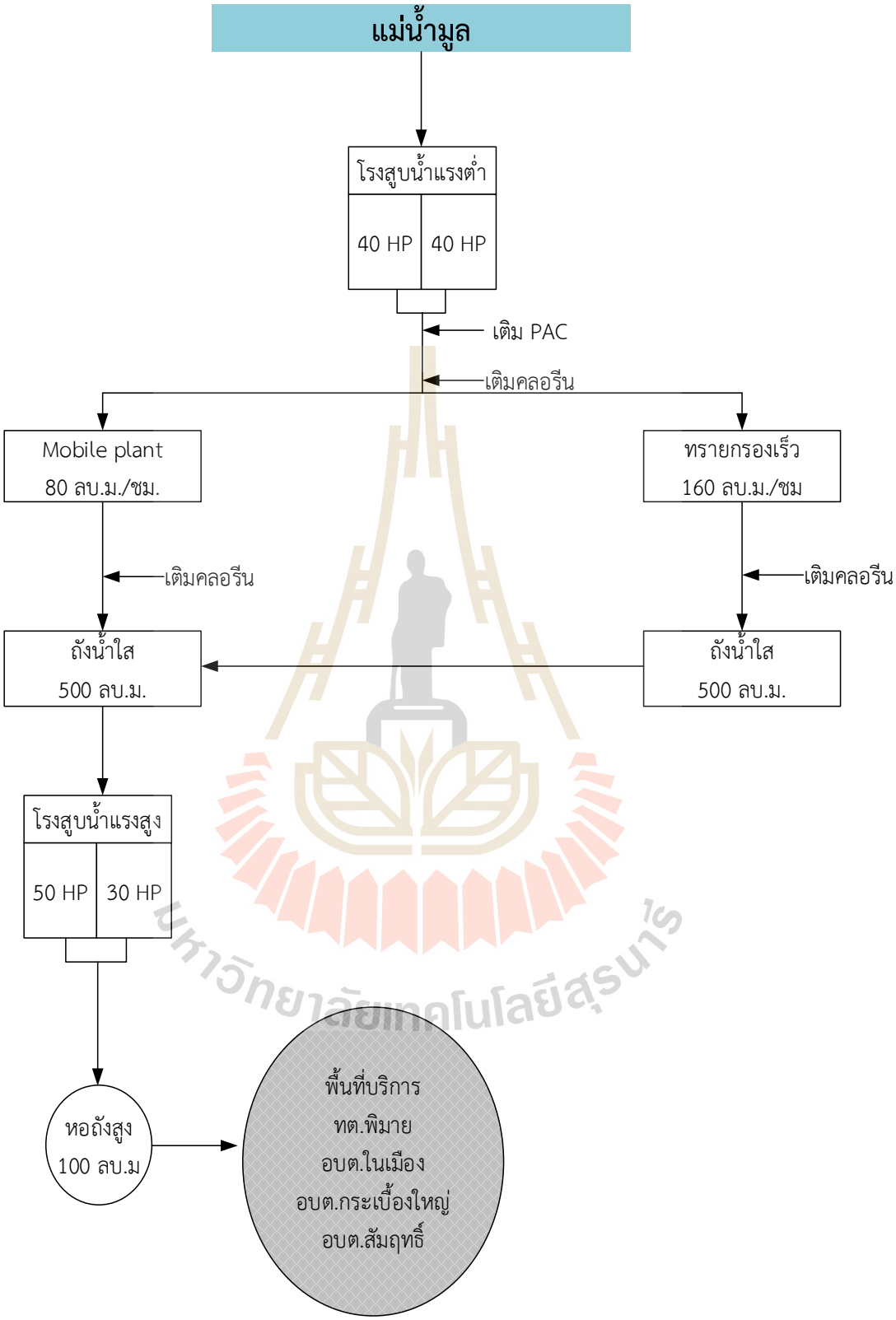
รูปที่ ข.3 ระบบผลิตประปาโรงกรองน้ำบ้านใหม่หนองบอน



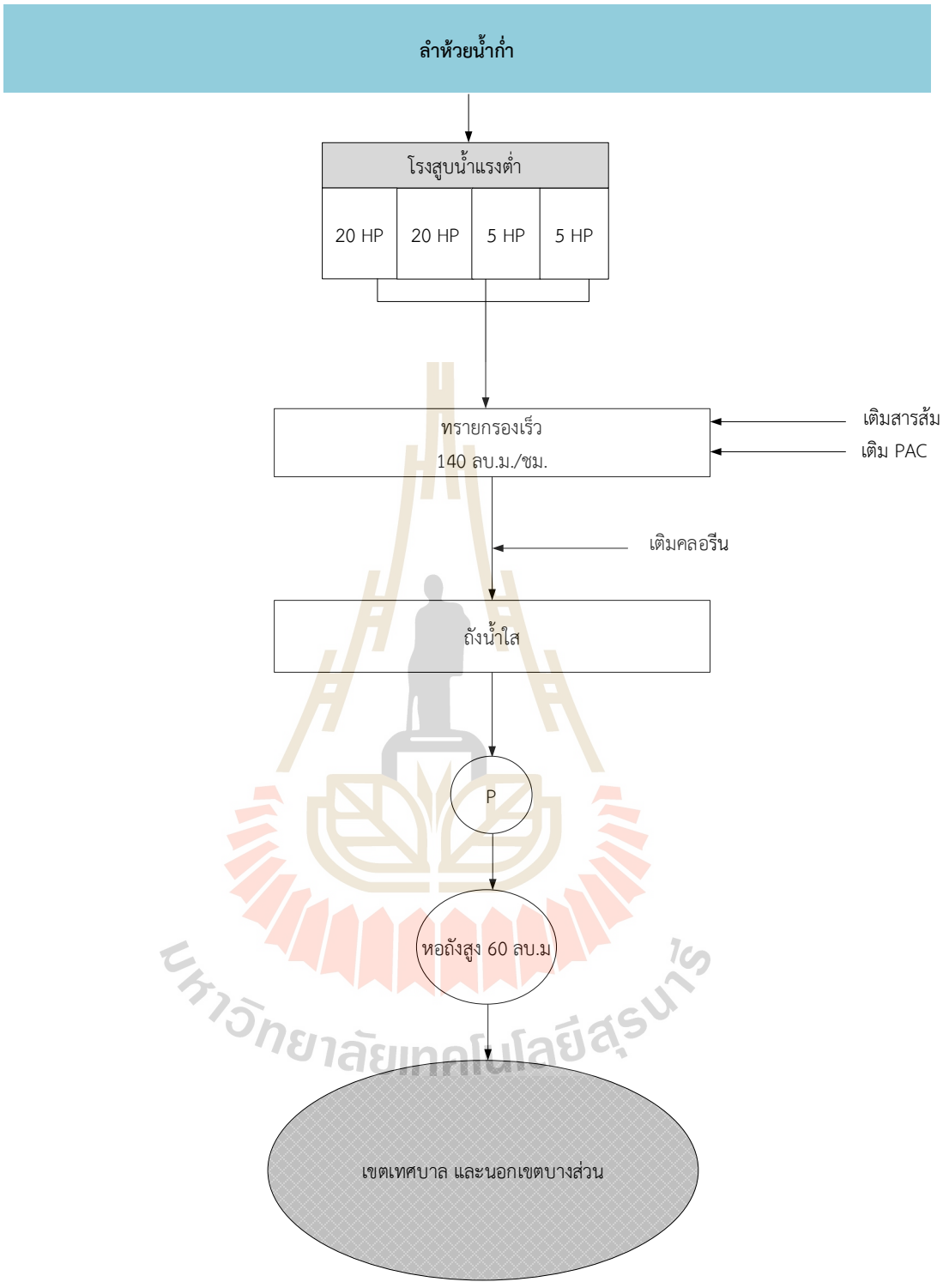
รูปที่ ข.4 ระบบผลิตประปาเทศบาลเมืองบัวใหญ่



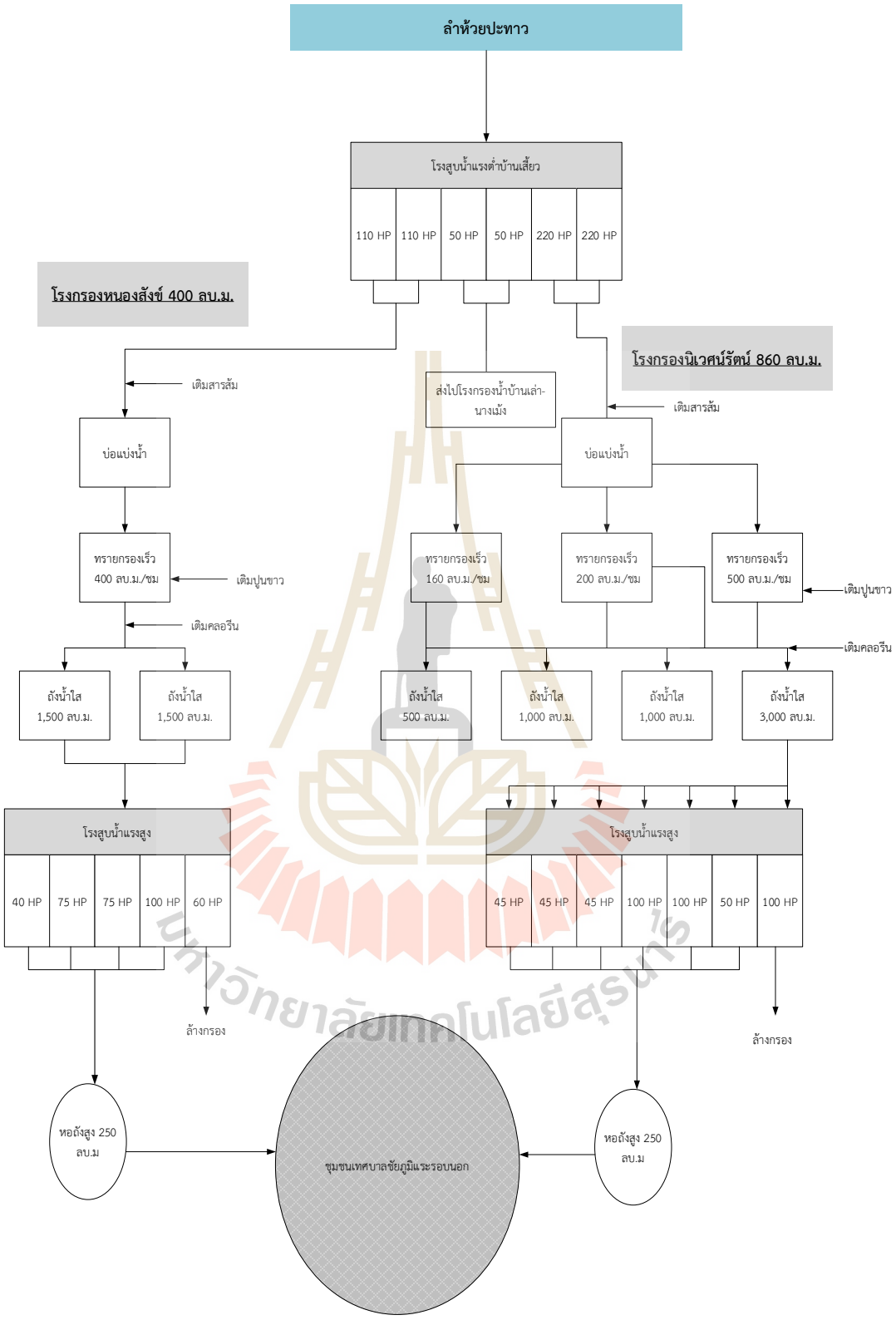
รูปที่ ข.5 ระบบผลิตประปาการประปาภูมิภาคสาขาครบุรี หน่วยจ่ายเทศบาลตำบลแชะ



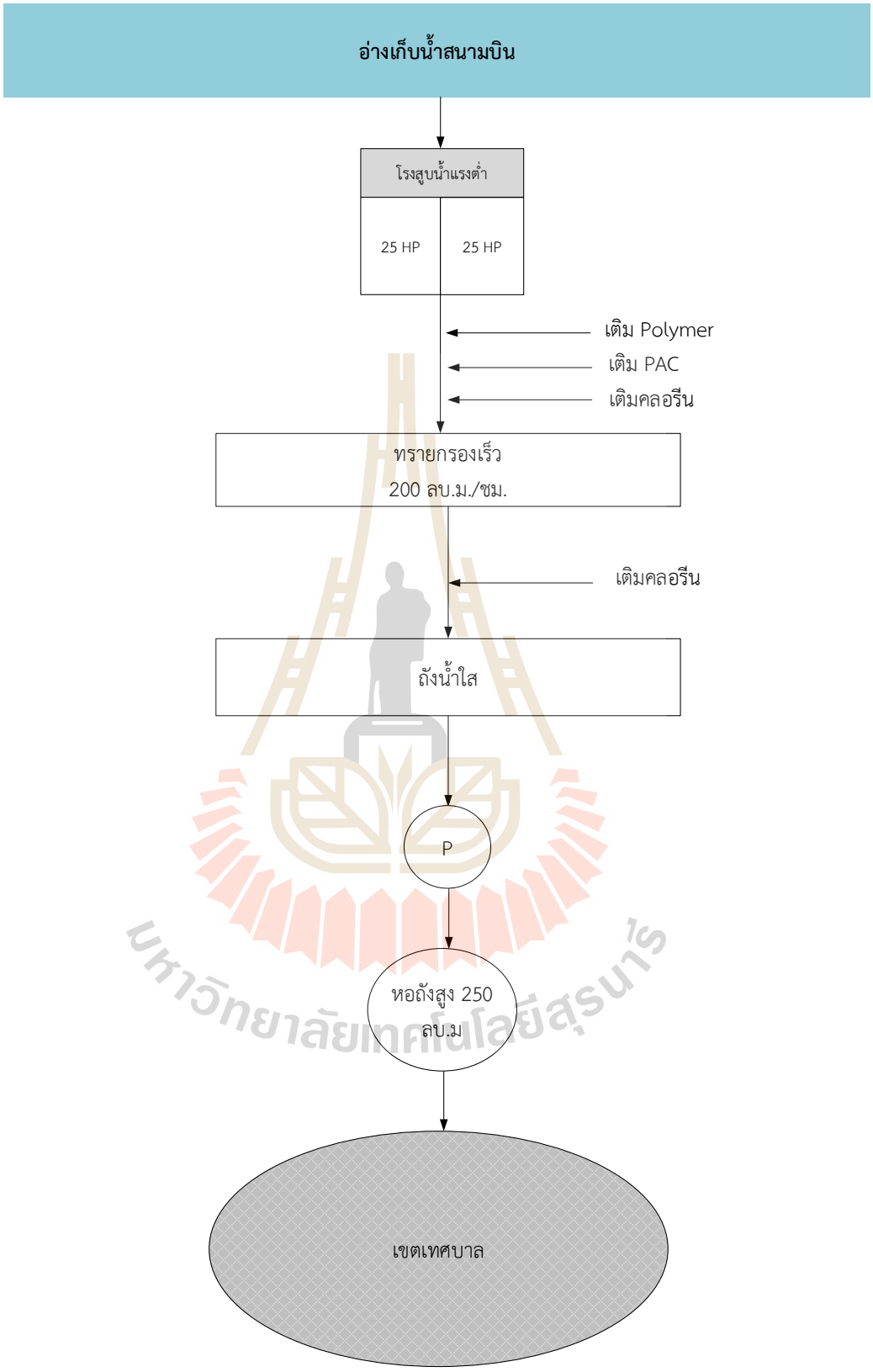
รูปที่ ข.6 ระบบผลิตประปาการประปาภูมิภาคสาขาพิมาย



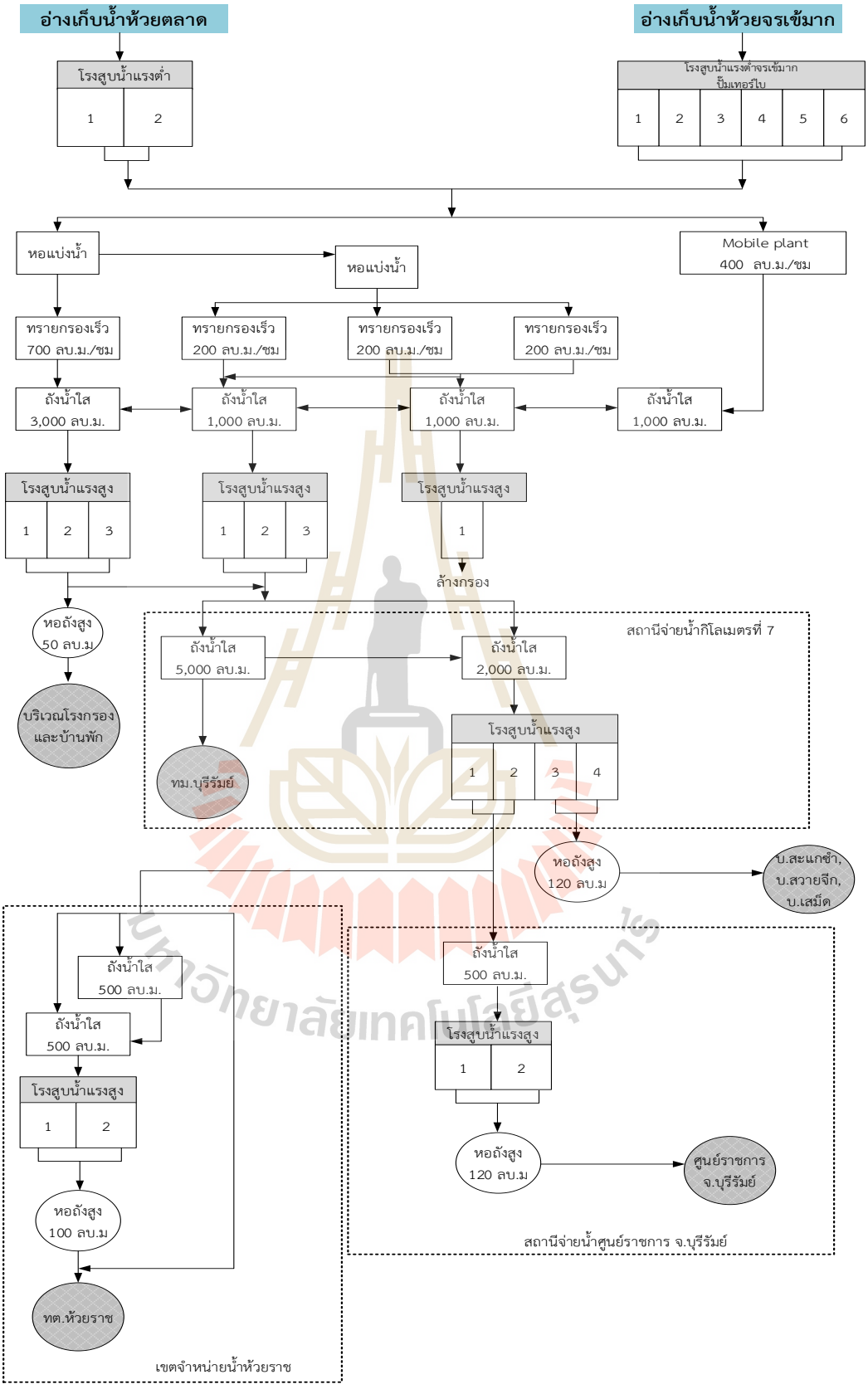
รูปที่ ข.7 ระบบผลิตประปาเทศบาลตำบลลาดใหญ่



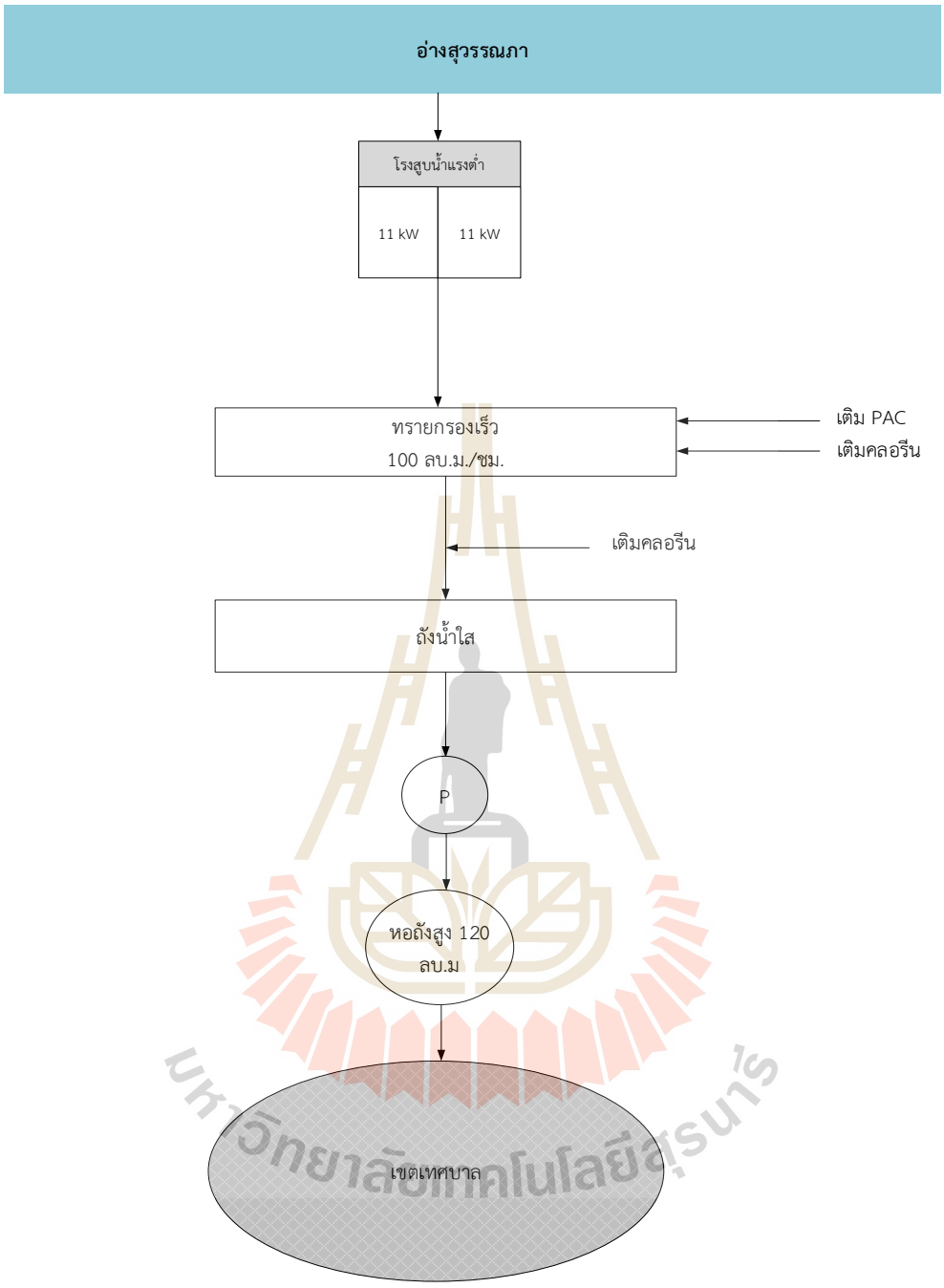
รูปที่ ข.8 ระบบผลิตประปาภูมิภาคสาขาชัยภูมิ



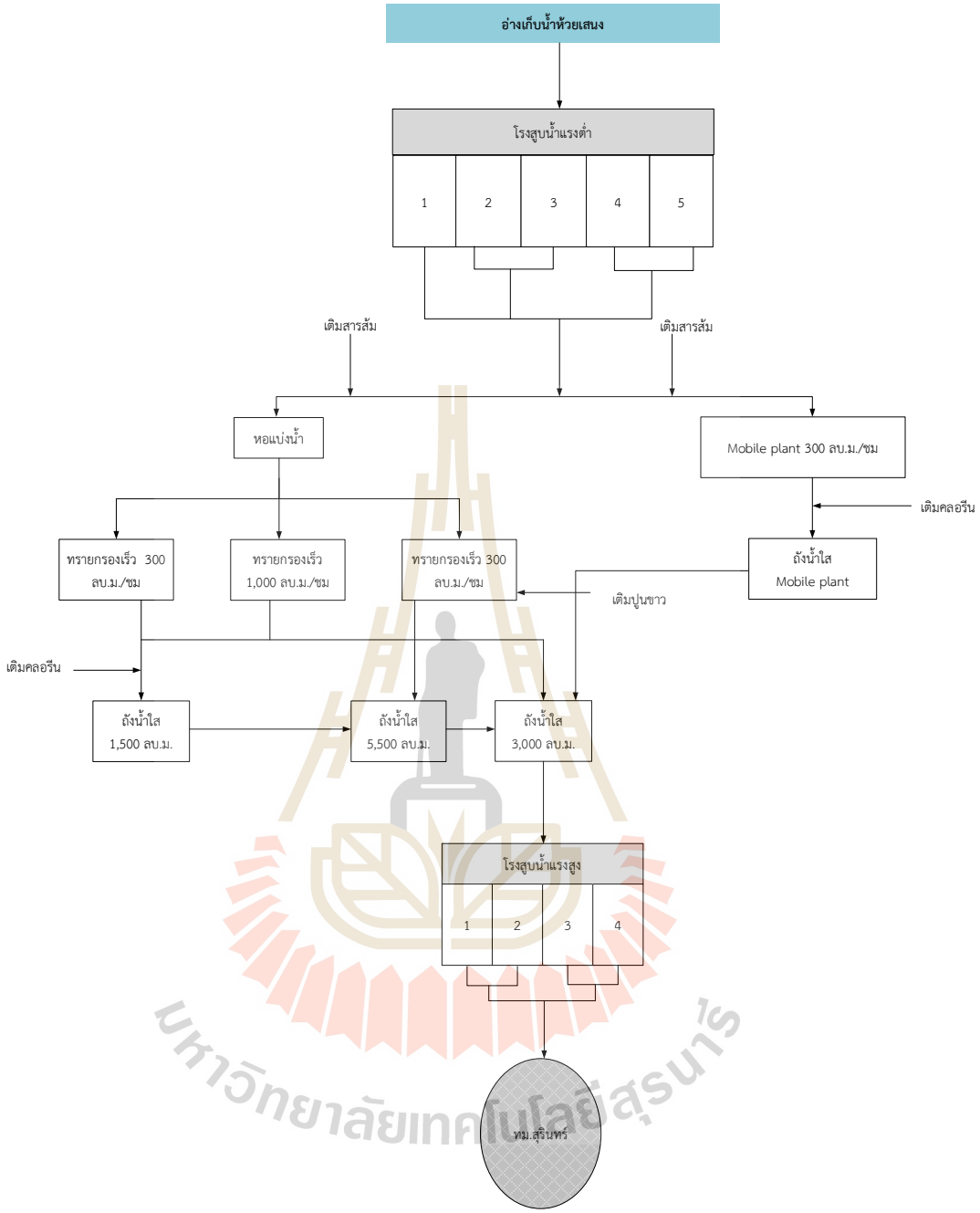
รูปที่ ข.9 ระบบผลิตประปาเทศบาลตำบลประโคนชัย



รูปที่ ข.10 ระบบผลิตประปาการประปาภูภาคสาขาบุรีรัมย์



รูปที่ ข.11 ระบบผลิตประปาเทศบาลตำบลกังแอน



รูปที่ ข.12 ระบบผลิตประปาการประปาภูมิภาคสาขาสุรินทร์

ตารางที่ ข.2 การคำนวณระยะเวลากักเก็บและอัตราน้ำล้นผิวของถังตกตะกอน

พื้นที่ศึกษา	ถังที่	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม.)	ขนาดถัง (เมตร)			ระยะเวลากักเก็บ (นาที)	อัตราน้ำล้นผิว (ลบ.ม/ตร.ม./วัน)
			ความลึก	ความกว้าง	ความยาว		
เทศบาลนครนครราชสีมา							
โรงกรองมะขามเฒ่า	1	1,500	5	8	50	80	45
โรงกรองอัษฎางค์	1	750	5	6	50	120	30
โรงกรองบ้านใหม่หนองบอน	1	500	3	12	30	130	17
	2	500	3	12	30	130	17
	3	500	3	12	30	130	17
	4	500	3	12	30	130	17
	5	500	3	12	30	130	17
	6	500	3	12	30	130	17
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	1	320	3	3.5	29	57	38
เทศบาลตำบลแชะ	1	70	3	3	15	116	19
	2	70	3	3	15	116	19
เทศบาลตำบลพิมาย	1	160	3	3	15	51	43

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.2 การคำนวณระยะเวลากักเก็บและอัตราน้ำล้นผิวของถังตกตะกอน (ต่อ)

พื้นที่ศึกษา	ถังที่	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม.)	ขนาดถัง (เมตร)			ระยะเวลากักเก็บ (นาที)	อัตราน้ำล้นผิว (ลบ.ม/ตร.ม./วัน)
			ความลึก	ความกว้าง	ความยาว		
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	1	140	3	3	15	58	37
เทศบาลเมืองชัยภูมิ							
โรงกรองนิเวศรัตน์	1	160	3	4	15	68	32
	2	200	3	4	20	72	30
	3	500	5	6	40	144	25
โรงกรองหนองสังข์	1	400	5	5	30	113	32
เทศบาลตำบลประโคนชัย	1	160	4	5	25	188	15
เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	1	300	5	5	30	150	24
	2	300	5	5	30	150	24
	3	300	5	5	30	150	24
	4	700	5	6	40	103	35
เทศบาลตำบลกังแอน	1	160	3.5	5	20	131	19

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.2 การคำนวณระยะเวลากักเก็บและอัตราน้ำล้นผิวของถังตกตะกอน (ต่อ)

พื้นที่ศึกษา	ถังที่	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม.)	ขนาดถัง (เมตร)			ระยะเวลากักเก็บ (นาที)	อัตราน้ำล้นผิว (ลบ.ม/ตร.ม./วัน)
			ความลึก	ความกว้าง	ความยาว		
เทศบาลเมืองสุรินทร์	1	300	5	5	25	125	29
	2	300	5	5	30	150	24
	3	1000	5	12	50	180	20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.3 ผู้ให้สัมภาษณ์ข้อมูลระบบผลิตประปา

ระบบผลิตประปา	ผู้ให้ข้อมูล	ตำแหน่งงาน
เทศบาลนครนครราชสีมา	นายธงไชย ชัยศิริ	เจ้าพนักงานประปาชำนวญงาน
เทศบาลเมืองบัวใหญ่	นายไวภพ หงส์ชุมแพ	ผู้ช่วยช่างประปา
ประปาภูมิภาคสาขาครบุรี	นายบรรลือศักดิ์ ศรีสิทธิ์	ผู้จัดการประปา
ประปาภูมิภาคสาขาพิมาย	นานสุพจน์ โสสุวรรณ์	หัวหน้าฝ่ายผลิต
เทศบาลตำบลลาดใหญ่	นายดุสิต นารีรักษ์	ผู้ช่วยพนักงานประปา
ประปาภูมิภาคสาขาชัยภูมิ	นายสรศิษฎ์ ทีบัวบาน	หัวหน้างานผลิต
เทศบาลตำบลประโคนชัย	นายปรีชา ดีด้วยชาติ	ผอ.กองการประปา
ประปาภูมิภาคสาขาบุรีรัมย์	นายอภิรักษ์ รัตนสุรินทร์	ช่างไฟฟ้า
เทศบาลตำบลกังแอน	นายอภิชัย ชื่นเย็น	เจ้าพนักงานผลิตน้ำ
ประปาภูมิภาคสาขาสุรินทร์	นายวีระพล เขียวสะอาด	ห้วหน้างานผลิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา

ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา	ร้อยละ (ของการตอบ)									
	KL1	KL2	KP3	KP4	CL5	CP6	BL7	BP8	SL9	SP10
ระยะเวลาการรับบริการ										
0-5 ปี	19.28	7.55	11.45	15.19	13.25	15.66	5.88	29.09	20.37	26.97
6-10 ปี	12.05	13.84	10.24	8.86	7.83	8.43	4.58	14.55	19.14	20.39
11-20 ปี	18.67	25.16	13.25	15.19	6.63	14.46	16.99	20.61	24.07	11.18
>20 ปี	50.00	53.46	65.06	60.76	72.29	61.45	72.55	35.76	36.42	41.45
ความถี่ในการติดต่อหน่วยงาน										
ไม่เคย	53.29	70.44	56.63	71.52	83.73	56.02	46.41	64.85	67.90	73.86
1-2 ครั้งต่อปี	16.77	26.42	25.90	18.35	11.45	15.06	34.64	28.48	20.37	18.95
3-4 ครั้งต่อปี	5.39	1.89	5.42	0.63	1.81	3.01	5.23	1.82	3.09	1.96
>5 ครั้งต่อปี	24.55	1.26	12.05	9.49	3.01	25.90	13.73	4.85	8.64	5.23
เรื่องติดต่อหน่วยงาน										
ขอใช้บริการ	0.00	0.00	0.00	11.76	0.00	50.00	41.86	35.38	10.00	20.93

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา (ต่อ)

ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา	ร้อยละ (ของการตอบ)									
	KL1	KL2	KP3	KP4	CL5	CP6	BL7	BP8	SL9	SP10
แจ้งปัญหาคุณภาพน้ำ	63.64	71.43	55.88	37.25	68.00	3.13	9.30	9.23	46.00	13.95
แจ้งปัญหาปริมาณน้ำไม่เพียงพอ น้ำไม่ไหล	11.69	22.45	27.94	21.57	20.00	7.29	12.79	20.00	20.00	23.26
แจ้งปัญหาการซ่อมอุปกรณ์	23.38	6.12	13.24	27.45	8.00	36.46	25.58	33.85	22.00	32.56
อื่น ๆ	0.00	0.00	2.94	1.96	4.00	3.13	10.47	1.54	2.00	9.30
ความพึงพอใจในการติดต่อหน่วยงาน										
พอใจ	88.31	81.63	72.86	86.67	96.15	91.67	96.34	86.21	80.00	82.05
ไม่พอใจ	11.69	18.37	27.14	13.33	3.85	8.33	3.66	13.79	20.00	17.95
ความพึงพอใจในเรื่องแรงดันน้ำ										
พอใจ	70.48	69.18	62.65	73.42	94.48	86.06	94.77	70.30	86.42	82.35
ไม่พอใจ	29.52	30.82	37.35	26.58	5.52	13.94	5.23	29.70	13.58	17.65
พบเจอปัญหาน้ำไม่ไหล										
เคย	69.46	68.55	91.57	79.11	66.27	63.86	81.70	73.94	85.19	77.78
ไม่เคย	30.54	31.45	8.43	20.89	33.73	36.14	18.30	26.06	14.81	22.22

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา (ต่อ)

ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา	ร้อยละ (ของการตอบ)									
	KL1	KL2	KP3	KP4	CL5	CP6	BL7	BP8	SL9	SP10
ความถี่ของปัญหาน้ำไม่ไหล										
1-2 ครั้งต่อปี	47.66	50.00	31.54	57.26	57.78	61.76	54.40	40.98	26.09	44.32
3-5 ครั้งต่อปี	34.58	31.13	40.77	28.23	31.11	29.41	36.80	38.52	25.36	45.45
5-10 ครั้งต่อปี	14.95	13.21	16.15	12.90	7.78	3.92	7.20	10.66	13.04	10.23
>10 ครั้งต่อปี	2.80	5.66	11.54	1.61	3.33	4.90	1.60	9.84	35.51	0.00
ระยะเวลาในการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล										
ครึ่งวัน	39.32	49.54	16.18	70.40	69.66	46.67	30.65	24.59	49.28	40.91
1 วัน	33.33	46.79	23.53	25.60	16.85	40.00	41.94	26.23	42.75	27.27
2 วัน	16.24	2.75	34.56	4.00	7.87	11.43	19.35	18.03	5.80	23.86
>3 วัน	11.11	0.92	25.74	0.00	5.62	1.90	8.06	31.15	2.17	7.95
แหล่งน้ำใช้สำรองช่วงเวลาน้ำไม่ไหล										
ถังสำรอง	76.92	91.67	77.54	93.55	86.81	91.43	87.20	80.33	84.67	88.64
ซื้อน้ำประปาจากแหล่งอื่น	5.98	0.00	7.25	1.61	0.00	2.86	6.40	9.02	5.11	1.14

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา (ต่อ)

ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา	ร้อยละ (ของการตอบ)									
	KL1	KL2	KP3	KP4	CL5	CP6	BL7	BP8	SL9	SP10
อื่น ๆ	17.09	8.33	15.22	4.84	13.19	5.71	6.40	10.66	10.95	10.23
การแจ้งเตือนน้ำไม่ไหล										
ได้รับ	60.34	78.70	52.17	64.23	82.42	81.90	92.00	37.70	85.51	77.27
ไม่ได้รับ	39.66	21.30	47.83	35.77	17.58	18.10	8.00	62.30	14.49	22.73
ความพึงพอใจในการแก้ปัญหาน้ำไม่ไหล										
พอใจ	77.68	85.32	55.47	83.20	88.89	90.48	92.80	78.69	82.61	87.50
ไม่พอใจ	22.32	14.68	44.53	16.80	11.11	9.52	7.20	21.31	17.39	12.50
ความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปา										
พอใจ	71.08	46.20	34.94	64.97	69.70	81.71	90.20	67.27	53.70	48.25
ไม่พอใจ	28.92	53.80	65.06	35.03	30.30	18.29	9.80	32.73	46.30	51.75
ประวัติการร้องเรียนปัญหา										
เคย	12.05	11.32	20.73	13.92	9.15	10.37	11.76	15.15	12.96	14.91
ไม่เคย	87.95	88.68	79.27	86.08	90.85	89.63	88.24	84.85	87.04	85.09

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา (ต่อ)

ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา	ร้อยละ (ของการตอบ)									
	KL1	KL2	KP3	KP4	CL5	CP6	BL7	BP8	SL9	SP10
ความเหมาะสมของราคาน้ำประปา										
เหมาะสม	86.14	83.54	62.42	83.54	92.17	77.30	91.50	78.18	69.75	85.96
ไม่เหมาะสม	13.86	16.46	37.58	16.46	7.83	22.70	8.50	21.82	30.25	14.04
การรับทราบช่องทางในการติดต่อหน่วยงาน										
ทราบ	42.17	77.85	63.80	57.32	60.61	48.17	56.86	33.33	62.73	57.89
ไม่ทราบ	57.83	22.15	36.20	42.68	39.39	51.83	43.14	66.67	36.65	42.11
ช่องทางการแจ้งปัญหา										
ผู้นำชุมชน	26.06	5.03	24.85	5.06	18.67	6.17	5.92	15.76	11.18	34.21
เทศบาล	46.67	75.47	11.52	5.06	59.04	6.17	76.97	7.88	65.84	4.39
หน่วยงานประปาโดยตรง	16.36	17.61	52.12	86.08	18.07	81.48	12.50	61.21	14.29	56.14
อื่น ๆ	10.91	1.89	11.52	3.80	4.22	6.17	4.61	15.15	8.70	5.26

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้น้ำประปา (ต่อ)

ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา	ร้อยละ (ของการตอบ)									
	KL1	KL2	KP3	KP4	CL5	CP6	BL7	BP8	SL9	SP10
การได้รับข้อมูลข่าวสารของระบบประปา										
เคย	25.3	15.7	17.6	14.6	13.3	25.0	39.2	18.8	33.5	15.8
ไม่เคย	74.7	84.3	82.4	85.4	86.8	75.0	60.8	81.2	66.5	84.2
การรณรงค์ประหยัดน้ำ										
เคย	43.98	48.43	37.58	22.15	52.73	43.90	59.48	35.76	44.10	26.32
ไม่เคย	56.02	51.57	62.42	77.85	47.27	56.10	40.52	64.24	55.90	73.68
ความพึงพอใจในการรับบริการน้ำประปา										
พอใจ	84.94	73.58	56.36	91.77	90.96	96.95	96.73	81.82	77.02	84.21
ไม่พอใจ	15.06	26.42	43.64	8.23	9.04	3.05	3.27	18.18	22.98	15.79

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ **ดร. พัชรินทร์ ราโช**

เลขที่บัตรประชาชน 3450400071089

สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224-565 โทรสาร 044-224-606
E-mail: patcha@sut.ac.th

การศึกษา

วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประสบการณ์การทำงาน

ก.ย. 2541 – ก.ย. 2542	ผู้ช่วยวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ก.ย. 2545 – พ.ย. 2547	Technical Engineer บริษัท ไฮโดรโซน จำกัด
ธ.ค. 2547 - ธ.ค. 2548	Senior Product Engineer บริษัท ทอปริชคอร์ปอเรชั่น จำกัด
ม.ค. 2548 – ก.พ. 2549	Data & Technical Engineering Manager บริษัท ทอปริชคอร์ปอเรชั่น จำกัด
ก.ย. 2546 – ก.ย. 2551	ผู้ช่วยสอนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ม.ค. 2549 – พ.ย. 2551	ที่ปรึกษาบริษัท ทอปริชคอร์ปอเรชั่น จำกัด
พ.ย. 2551– พ.ค. 2552	Engineering Manager บริษัท ครีเอชั่นเซ็นเตอร์ จำกัด
ก.ค. 2553 – ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานวิจัย

2.1 โครงการการสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค (เตาเผาขยะอัตตาหิฯ), 2542 (ผู้วิจัยร่วม)

2.2 A Novel Wastewater Treatment System Using a UASB Reactor and a Downflow Hanging Sponge (DHS) Post Treatment Unit, 2005-2007. (ผู้วิจัยร่วม)

2.3 การประยุกต์ใช้กระบวนการกรองผ่านเยื่อกรองสำหรับการนำน้ำทิ้งชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี), 2009. (ผู้วิจัยร่วม)

บทความ

Wichitsatian, B. and Racho, P. (2009). Quantification of Organic and Nitrogen Removal in Downflow Hanging Sponge (DHS) Systems as a Post-Treatment of UASB Effluent. **IWA Specialist Conference Chemical Industries**. November 30-December 2. Massey University, Palmerston North, New-Zealand.

Racho, P. and Witchitsathian, B. and Jindal, R. (2552). Biokinetic Parameters as an Indicator to Biodegradability Assessment of Down-flow Hanging Sponge (DHS) System. **การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 8**. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา

พัชรินทร์ ราโช ศิริกานดา ธรรมพร บุญชัย วิจิตรเสถียร และ รัญจนา จินดา. (2552). ดุลยภาพมวลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีและไนโตรเจนของระบบ Down-flow Hanging Sponge (DHS)" **การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 8**. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา

Racho, P., Wichitsathian, B. and Jindal, R. (2008). Feasibility of low cost post-treatment options for the anaerobic processes of tapioca starch wastewater: Fungal Down-flow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS systems. **KKU Res. J.** 13(10): 1-12.

Racho, P. and Wichitsathian, B. (2008). Feasibility of low cost post-treatment options for the anaerobic processes of tapioca starch wastewater: Fungal Down-flow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS systems. **12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008).** Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management (EHSM), Khon Kaen University, Thailand ; 25-29 August 2008

บุญชัย วิจิตรเสถียร และ พัชรินทร์ ราโช. (2548). การศึกษาสถานการณ์และปัญหาในการจัดการขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลในประเทศไทย. การสัมมนาการพัฒนากลุ่มงานวิจัยในเครือข่ายอุดมศึกษานครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 24 มิถุนายน 2548.

Racho, P. and Jindal, R. (2004). Heavy Metals in Bottom Ash from a Medical-Waste Incinerator in Thailand. **Pract. Periodical of Haz., Toxic, and Radioactive Waste Mgmt**. 8(1): 31-38.

พัชรินทร์ ราโช (2545). การศึกษาปริมาณโลหะหนักในขี้เถ้าก้นเตาเผาขยะติดเชื้อโรงพยาบาลในจังหวัดนครราชสีมา. **การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3.** 18-19 กรกฎาคม 2545. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: นครราชสีมา.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร
เลขที่บัตรประชาชน 3101500632213
สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224-451 โทรสาร 044-224-606
E-mail: boonchai@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

D.Tech.Sc. (Environmental Engineering),
Asian Institute of Technology, Thailand.
M.Sc. (Environmental Technology),
King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Thailand.
B.Sc. (Industrial Chemistry),
King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Thailand.

ประวัติการทำงาน

ม.ค. 40 – มิ.ย. 49	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ก.ค. 49 – ปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ต.ค. 48 – พ.ย. 51	รองผู้อำนวยการศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
พ.ย. 51 – ปัจจุบัน	ผู้อำนวยการศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานวิจัย

2.1 การใช้กระบวนการตะกอนลอยในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง , 2537
2.2 โครงการการสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค (เตาเผาขยะอัตตาหิฯ), 2542
2.3 Application of Membrane Bioreactor Systems for Landfill Leachate Treatment, 2004.
2.4 การบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชนด้วยวิธีทางเคมี, 2547.
2.5 Cleaner Technology in A Metal Finishing Industry in Thailand, 2005.
2.6 A Novel Wastewater Treatment System Using A UASB Reactor and A Downflow Hanging Sponge (DHS) Post Treatment Unit, 2005-2007.
2.7 การประเมินผลสัมฤทธิ์โครงการสหกิจศึกษานำร่องของประเทศไทย, 2005-2006.
2.8 โครงการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมการทำเกลือจากน้ำเกลือใต้ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: โครงการศึกษาเพื่อพัฒนาเทคนิคและการผลิตเกลือ, 2006.

2.9 การประยุกต์ใช้กระบวนการกรองผ่านเยื่อกรองสำหรับการนำน้ำทิ้งชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี), 2009.

สิทธิบัตร

2.1 “เตาเผาขยะขนาดเล็กประสิทธิภาพสูง” เลขที่สิทธิบัตร 22984 ลงวันที่ 27 ธันวาคม 2550

ผลงานทางวิชาการ

2.1 Wichitsathian, B., Sindhuja, S., Visvanathan, C., and Ahn, K. H., 2004. Landfill Leachate Treatment by Yeast and Bacteria Based Membrane Bioreactors. *Journal of Environmental Science and Health, Part A— Toxic/ Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 39(9), 2391 – 2404.

2.2 Wichitsathian, B., Sindhuja, S., Visvanathan, C., and Ahn, K. H., 2004. Landfill Leachate Treatment by Yeast and Bacteria Based Membrane Bioreactors. *The Fourth AIT-KIST International Joint Symposium*, Asian Institute of Technology, Thailand, 20 May.

2.3 Wichitsathian, B., Sindhuja, S., Visvanathan, C., and Ahn, K. H., 2004. Biokinetic Parameters As an Indicator to Ammonia Toxicity in Leachate Treatment Using Membrane Bioreactors. *Asian Journal of Microbiology Biotechnology Environmental Science*, 6(1), 1-6.

2.4 บุญชัย วิจิตรเสถียร และ นเรศ เชื้อสุวรรณ, 2548. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรในขั้นต้นด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ. การสัมมนาการพัฒนากลุ่มงานวิจัยในเครือข่ายอุดมศึกษานครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 24 มิถุนายน 2548.

2.5 บุญชัย วิจิตรเสถียร และ พัชรินทร์ ราโช, 2548. การศึกษาสถานการณ์และปัญหาในการจัดการขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลในประเทศไทย. การสัมมนาการพัฒนากลุ่มงานวิจัยในเครือข่ายอุดมศึกษานครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 24 มิถุนายน 2548.

2.6 บุญชัย วิจิตรเสถียร, 2548. การใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แต่งหน้าขนม. การประชุมเครือข่ายกลุ่มศึกษาและวิจัยด้านเทคโนโลยีสะอาด ประจำปี 2548, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 9 กันยายน 2548.

2.7 บุญชัย วิจิตรเสถียร และ นเรศ เชื้อสุวรรณ. 2549. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรในขั้นต้นด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, หน้า 29-37.

2.8 บุญชัย วิจิตรเสถียร. 2549. การบำบัดน้ำชะขยะด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 5, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 8-10 มีนาคม 2549.

2.9 สุชาดา ปุณณสัมฤทธิ์, จรียา ยิ้มรัตนบวร และบุญชัย วิจิตรเสถียร. 2549. การบำบัดน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโดยใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์. วารสาร มฉก. วิชาการ, ปีที่ 9, ฉบับที่ 18, หน้า 66-78.

2.10 Terasut Sookkumnerd, Guntima Sirijeerachai, Rattanawan Kiattikomol and Boonchai Wichitsathian, 2006. Modeling and Simulation of Salt Crystallization in a Solar Evaporator. International Conference on Green and Sustainable Innovation, Rydges Amora Tapae Chiang Mai Hotel, Chiang Mai, Thailand, 29 November – 1 December.

2.11 ศูนทร แสนหูม และ บุญชัย วิจิตรเสถียร. 2550. การลดการใช้น้ำในกระบวนการเคลือบฟอสเฟตโดยอาศัยเทคโนโลยีสะอาด. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 6, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 7-9 มีนาคม 2550.

2.12 ศูนทร แสนหูม และ บุญชัย วิจิตรเสถียร. 2550. การลดการใช้น้ำในกระบวนการเคลือบฟอสเฟตโดยอาศัยเทคโนโลยีสะอาด.วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 22(2): 91-101.

2.13 Patcharin Racho and Boonchai Wichitsathian, 2008. Feasibility of Low Cost Post-treatment Options for the Anaerobic Processes of Tapioca Starch Wastewater: Fungal Downflow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS Systems, 12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008), Khon Kaen University, Thailand, 25-29 August.

2.14 Patcharin Racho, Boonchai Wichitsathian and Ranjna Jindal, 2008. Feasibility of Low Cost Post-treatment Options for the Anaerobic Processes of Tapioca Starch Wastewater: Fungal Downflow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS Systems. KKU Research Journal, 13(10): 1172-1184.

2.15 พัชรินทร์ ราโช,บุญชัย วิจิตรเสถียร และรัญจนา จินดาล. 2552. การประเมินการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบ Down-flow HangingSponge (DHS) ด้วยค่าคงที่ทางจลศาสตร์. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 8, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 25-27 มีนาคม 2552

2.16 พัชรินทร์ ราโช,ศิริกานดา ธรรมพร, บุญชัย วิจิตรเสถียร และรัญจนาจินดาล. 2552. ดุลยภาพมวลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีและไนโตรเจนของระบบ Down-flow Hanging Sponge (DHS). การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 8, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 25-27 มีนาคม 2552.

ผู้ร่วมวิจัย **ดร. ฉัตรเพชร ยศพล**
เลขที่บัตรประชาชน 3409900441312
สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224-451 โทรสาร 044-224-606
E-mail: chatpet@sut.ac.th

การศึกษา
Ph. D. (Environmental Engineering), New Jersey Institute of Technology, U.S.A. 2006
วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2537
วศ.บ. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม), มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2533

ประสบการณ์การทำงาน

มี.ค. 33 - ต.ค. 36	วิศวกรสิ่งแวดล้อม-แหล่งน้ำ บริษัท แอ็กกี้คอนซัลต์ จำกัด
พ.ย. 36 - พ.ค. 37	วิศวกรโครงการ บริษัท มั่นคงเคหะการ จำกัด (มหาชน)
ม.ค. 43 – ธ.ค. 46	Research Assistance, Multi- Life Cycle Engineering Research Center, New Jersey Institute of Technology, U.S.A.
มิ.ย. 37 – ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ก.ย. 48 – ปัจจุบัน	หัวหน้าหน่วยวิจัยและที่ปรึกษาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสุรนารี สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานวิจัย
งานวิจัยที่แล้วเสร็จ

2.1 การประมาณปริมาณความต้องการน้ำประปา เทศบาลเมืองขอนแก่น, 2536
2.2 Treatment of Halogenated Hydrocarbon Using Zero-Valent Iron, 1999
2.3 Evaluation of Environmental Carrying Capacity and Application of the Sustainability Target Method, 2006
2.4 การประเมินวงจรชีวิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์, 2548 (Life Cycle Analysis for Fluorescent Lamps in Khon Kaen Municipality 2005)
2.5 การประเมินวงจรชีวิตการปลูกข้าวและแปรรูปข้าว, 2551 (Life Cycle Assessment of Rice Production 2008)
2.6 การประเมินทางสิ่งแวดล้อมของวัตถุดิบและเชื้อเพลิงทางเลือกในการผลิตปูนซีเมนต์ โดยใช้หลักการประเมินวงจรชีวิตและบัญชีสิ่งแวดล้อม (สกว.)
2.7 การพัฒนาฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ กลุ่มผลิตภัณฑ์การเกษตร กรณีศึกษาข้าว (เอ็มเทค)

2.8 การประเมินวงจรชีวิตการปลูกอ้อยและการผลิตน้ำตาลจากอ้อย (วช.)

2.9 การประเมินวงจรชีวิตเชิงสิ่งแวดล้อมของอาคารที่อยู่อาศัย (สกว.)

2.10 การวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบการผลิตพลังงานจากชีวมวลโดยระบบสหกรณ์ (จังหวัดนครพนมและกรมส่งเสริมสหกรณ์)

2.11 การจัดทำเกณฑ์ในการประเมินคาร์บอนฟุตปรินต์ (Product Category Rules - PCR) สำหรับผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง (ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

2.12 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการศึกษาเส้นทางการเก็บขนขยะในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ทุนวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

งานวิจัยที่กำลังดำเนินการ

2.1 การพัฒนาเครื่องวัดความขุ่นราคาประหยัด (วช.)

2.2 การประมาณปริมาณความต้องการน้ำและการประเมินความสามารถของระบบท่อจ่ายน้ำประปาของเทศบาลนครนครราชสีมาโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองระบบท่อจ่ายน้ำ (วช.)

2.3 การเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พืชพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า

2.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจัดการคุณภาพของน้ำในลุ่มน้ำลำตะคอง

2.5 การศึกษาสถานะและความพร้อมในการใช้ระบบบันทึกการปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษของประเทศไทย

บทความ

Luo, Y., Wirojanagud, P, and Yossapol, C. (2001). “Comparison of Major Environmental Performance Metrics and Their Application to Typical Electronic Products”. Proceedings of 2001 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. Denver, 7-9 May 2001.

Yossapol, C., Axe, L., Watts, D.A., Caudill, R.J., Dickinson, D.A., Mosovsky, J.A. (2002). “Carrying Capacity Estimates for Assessing Environmental Performance and Sustainability”. Proceedings of 2002 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. San Francisco. 6-9 May 2002.

Rodprasert, N., Tantemsapya, N., Yossapol, C., and Wirojanagud, W. (2006). “Environmental Impact Evaluation of Fluorescent Lamp Using Life Cycle Assessment”. Proceedings of 2006 International Conference on Hazardous Waste Management for a Sustainable Future. Bangkok.

Yossapol, C. (2006). "Environmental Carrying Capacity Evaluation for Assessing Environmental Performance and Sustainability". Proceedings of the International Conference on Green and Sustainable Innovation 2006. Chiang Mai, Thailand. 16-19 October 2006.

เนตรนภิส ตันเต็มทรัพย์, ฉัตรเพชร ยศพล, และ กตัญญู หอสูติสิมา (2550)."การประเมินการขยายตัวของประชากรโดยใช้แผนภูมิปิรามิดและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์:กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดมหาสารคาม" การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 6 สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. พิษณุโลก. 7-9 มีนาคม 2550.

Nadsathaporn, H. and Yossapol, C. (2008). "Pollution from Rice Production: A Life Cycle Perspective". Proceedings of the 12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008). Khon Kaen University, Thailand. 25-29 August 2008.

หทัยชนก นัดสถาพร และ ฉัตรเพชร ยศพล (2552). "การจัดทำฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับประเทศไทย" การประชุมวิชาการวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. นครราชสีมา.1-3 มีนาคม 2552.

Somtua, N. and Yossapol C. (2009). "Comparative Life Cycle Assessment of Residential Buildings in Thailand using Two LCIA Methods". Proceedings of the International Conference on Green and Sustainable Innovation 2009. Chiang Rai, Thailand. 2-4 December 2009.

Witayapairot W. and Yossapol C. (2009). "Life Cycle Assessment of Sugar Production in Northeastern Thailand". Proceedings of the International Conference on Green and Sustainable Innovation 2009.Chiang Rai, Thailand. 2-4 December 2009.

อรณิชา ศรีจันทร์ และ ฉัตรเพชร ยศพล (2553). "การประยุกต์ใช้เครื่องวัดความขุ่นในการตรวจวัดปริมาณสารแขวนลอยในระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง". การประชุมวิชาการประจำปี 2553 มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 26-27 พฤษภาคม 2553.