รหัสโครงการ SUT7-715-58-12-02

รายงานการวิจัย

ชุดโครงการวิจัย
การศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(Study of Management Efficiency of Water Resources and Urban Water Supply Systems in North-Eastern Region)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT7-715-58-12-02

รายงานการวิจัย

ชุดโครงการวิจัย
การศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(Study of Management Efficiency of Water Resources and Urban Water Supply Systems in North-Eastern Region)

โครงการวิจัยย่อย

1 **การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำดิบของระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**
หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.ปรียาพร โกษา

2 **การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**
หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.จรียา ยิ้มรัตนบวร

3 **การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ใช้น้ำประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**
หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.สุดจิต ครุจิต

4 **การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**
หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.พัชรินทร์ ราโช

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

พฤษภาคม 2561

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นอย่างสูงที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานต่าง ๆ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในด้านต่าง ๆ กับการทำวิจัย ได้แก่ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมอนามัย กรมทรัพยากรน้ำ การประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค รวมทั้งโรงประปาที่ร่วมในการศึกษาทั้ง 10 แห่ง และผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่ศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและตัวอย่างน้ำประปา

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการการประปาส่วนภูมิภาคเขต 2 นายประกอบ พิทยาภรณ์ ที่กรุณาเป็นวิทยากรพิเศษในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการของโครงการ และขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยทุกท่านที่มีส่วนช่วยในการดำเนินโครงการจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2558

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2561

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการศึกษาประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ศึกษา 4 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ ทำการศึกษาใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ ด้านศักยภาพแหล่งน้ำดิบ ด้านคุณภาพน้ำ ด้านความเสี่ยงทางสุขภาพ และด้านวิศวกรรมของระบบ โดยคัดเลือกระบบประปา 10 แห่งในเขตเมืองเป็นตัวอย่างในการศึกษา แบ่งระยะเวลาการเก็บตัวอย่างเป็น 2 ฤดู คือฤดูฝนและฤดูแล้ง

ผลการศึกษาพบว่าโดยส่วนใหญ่แหล่งน้ำดิบสามารถรองรับความต้องการใช้น้ำได้ในระยะอีก 20 ปี เนื่องจากเป็นเขื่อนขนาดใหญ่หรือแม่น้ำสายหลักที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง และยังมีศักยภาพในการเก็บกักน้ำน้ำส่วนเกินไว้ใช้ในเดือนที่น้ำขาดแคลนและมีความจุของอ่างเก็บน้ำดิบที่เพียงพอ ส่วนด้านคุณภาพน้ำในระบบประปา พบว่าบางพารามิเตอร์ไม่ผ่านมาตรฐาน อาทิ สี เหล็ก และปริมาณคลอรีนตกค้าง คาดว่าสาเหตุมาจากการเดินระบบยังไม่เหมาะสม การศึกษาความเสี่ยงทางสุขภาพพบว่าสาร THMs อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานน้ำดื่ม แต่ค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพมีค่าสูงในบางกรณี ส่วนสารกลุ่มโลหะหนักส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและค่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ด้านวิศวกรรมของระบบพบว่าส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตออกแบบสูง เป็นระบบแบบทรายกรองเร็ว การบริหารกิจการประปาส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีโครงสร้างขององค์กรที่เหมาะสม ผู้ดูแลระบบผลิตประปามีความรู้ความสามารถ แต่บางแห่งมีปัญหาค่าไฟฟ้าสูง ทำให้เกิดการขาดทุน และยังขาดการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ ผลการศึกษาและการถ่ายทอดความรู้ของชุดโครงการนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เดินระบบและผู้บริหารระบบประปาในเขตเมือง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

This research aimed at studying management efficiency of water resources and urban water supply systems in North-Eastern region. The study were carried out in 4 provinces: Nakhon Ratchasima, Chaiyabum, Surin, and Burirum. There were 4 areas of study: (1) capacity of water resource, (2) water quality, (3) health risk, and (4) engineering aspects. Ten water treatment plants were selected for the study samples. Water samples were collected in 2 seasons: rainy season and dry season.

It was found that most of the raw water resources can accommodate the future water need in the next 20 years. This is because they are large reservoirs or major rivers in the nearby area. Most plants also have the capability to reserve excess water for usage in the dry season and have adequate reservoir sizes. For the quality standpoint, a few parameters were not conforming with standard, e.g. color, iron, and residual chlorine, which could be due to inappropriate operating condition. The health risk study revealed that the THMs levels were within the drinking water standards but the health risk were high in certain cases. On the other hand, the heavy metals were within standards and within the acceptable risk level. Finally, the study regarding engineering aspects of the plants found that most of them are high capacity, rapid sand filtration type plants. Most have successful and efficient operation due to appropriate structure of the organization and knowledgeable plant operators. Some plants, however, has high electricity cost which leads to loss of money in the operation. In addition, there were lack of user participation. The findings and the workshop of this research are beneficial to operators and administrators of urban water supply plants.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย	2
1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากแผนงานวิจัย	5
1.5 แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน	6
1.6 แผนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำการวิจัยตามแผนงานวิจัย	6
บทที่ 2 สรุปผลการดำเนินการวิจัย	
2.1 ผลการดำเนินการของชุดโครงการวิจัย	8
2.2 การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำดิบ	9
2.3 การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปา	14
2.4 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ใช้น้ำประปา	15
2.5 การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปา	18
2.6 การจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ	19
บทที่ 3 สรุปรวมผลงานวิจัย	
3.1 สรุปรวมผลงานวิจัย	21
3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต	22
บรรณานุกรม	24
ประวัติผู้วิจัย	25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 การบริหารแผนงานวิจัย 7
ตารางที่ 1-2 ระบบประปาที่เป็นตัวอย่างในการศึกษา 8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1-1 กรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย 4
รูปที่ 2-1 ที่ตั้งระบบประปาที่เป็นตัวอย่างในการศึกษา 9
รูปที่ 2-2 การนำเสนอผลการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ 20
รูปที่ 2-3 การทัศนศึกษาดูงานระบบประปาในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ 20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาระบบการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติในด้านการผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในเมืองขนาดใหญ่และขนาดกลางให้มีประสิทธิภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งในหลายมิติ ทั้งด้านความเพียงพอของทรัพยากรแหล่งน้ำดิบที่จะรองรับการเติบโตของเมือง ด้านประสิทธิภาพในการผลิต ด้านคุณภาพและความสะอาดของน้ำ และด้านสุขอนามัยและความปลอดภัยของประชาชนจำนวนมากที่รับบริการในเขตเมือง

สำหรับประเทศไทย ระบบประปามีการแบ่งหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบเป็นกลุ่มหลัก คือ การประปานครหลวง รับผิดชอบการผลิตน้ำประปาเพื่อจ่ายในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล การประปาส่วนภูมิภาค รับผิดชอบการผลิตน้ำประปาเพื่อจ่ายในจังหวัดต่างๆ ส่วนในพื้นที่ชนบทมีกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านและส่งมอบการดูแลให้กับการปกครองส่วนท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม หลังการก่อสร้างระบบประปาหลายแห่งประสบปัญหาในการทำงานหลายด้าน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาของการขาดศักยภาพในการบริหารจัดการ จากการทบทวนเอกสารพบว่าข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการบริหารจัดการด้านการผลิตน้ำประปาของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ทั้งด้านวิศวกรรมและด้านสุขภาพของผู้ใช้บริการ ยังมีน้อยมาก

งานวิจัยหนึ่งที่มุ่งเน้นในการศึกษาการบริหารจัดการด้านการผลิตน้ำประปาชุมชน ได้แก่ ชุดโครงการวิจัย เรื่อง การเสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดย สุดจิต ครุจิต และคณะ (2557) ทำการศึกษาระบบประปาหมู่บ้านใน 4 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ พบว่าในปัจจุบันและอนาคต ระบบประปาจำนวนหนึ่งมีน้ำดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการเป็นบางช่วงของปี เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 4 – 12 เดือนต่อปี ซึ่งเป็นปัญหาต่อการดำรงชีพและคุณภาพชีวิตของประชาชนที่รับบริการในพื้นที่ สาเหตุสำคัญเกิดจากปัจจัยด้านขนาดอ่างเก็บน้ำ ลักษณะพื้นที่รับน้ำ และการวางแผนสำหรับอนาคต ด้านคุณภาพน้ำดิบพบว่ามีพารามิเตอร์น้ำประปาหลายตัวไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ที่สำคัญได้แก่ โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอล โคลิฟอร์ม สาเหตุสำคัญเนื่องจากระบบประปาหลายแห่งไม่มีการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา หรือมีแต่ขาดประสิทธิภาพ และไม่มีคลอรีนคงค้างในน้ำประปาตามเกณฑ์ที่กำหนด ด้านการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ พบว่าประชากรที่ใช้น้ำประปาบางแห่งมีความเสี่ยงต่อสารกลุ่ม THMs เกินระดับที่ยอมรับได้ และระดับความเข้มข้นของสารกลุ่มโลหะหนักบางชนิดค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน และผลด้านการประเมินด้านวิศวกรรม พบว่าระบบประปาจำนวนกว่าร้อยละ 40 จะมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต ปัญหาสำคัญของการเดินระบบคือการทำงานยังไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตาม

เกณฑ์การออกแบบและไม่มีกระบวนการฆ่าเชื้อโรค ระบบประปาบางแห่งขาดผู้ดูแลที่มีความสามารถเพียงพอ รวมทั้งการจัดเก็บค่าน้ำในบางชุมชนยังมีรายได้ไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิต

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการชุดโครงการวิจัยด้านการบริหารจัดการระบบประปาเพิ่มเติมในพื้นที่ศึกษาเดิม โดยเลือกศึกษาระบบประปาในเขตเมืองระดับเทศบาลนคร เทศบาลเมือง หรือระบบประปาเขตเมืองอื่น ๆ ที่ดูแลโดยการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งมีลักษณะประชากรที่มีความหนาแน่น มีการบริหารจัดการและระบบผลิตน้ำประปาที่แตกต่างจากระบบประปาหมู่บ้าน โดยพิจารณาใน 4 องค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการบริหารจัดการของระบบประปา ได้แก่ ศักยภาพแหล่งน้ำดิบที่จะรองรับการเติบโตและความต้องการจากกิจกรรมด้านต่าง ๆ ของเมือง คุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำ การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำประปาจากระบบของเมือง และประสิทธิภาพเชิงวิศวกรรมของระบบการผลิตและโครงข่ายท่อประปา โดยผลการศึกษาจะสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการของระบบประปา ช่วยให้ประชาชนในพื้นที่ตระหนักถึงสภาพปัจจุบันและปัญหาของระบบประปาที่ใช้บริการและสถานการณ์ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวกับการอุปโภคและบริโภคน้ำประปา และสามารถเข้ามามีบทบาทในเชิงสนับสนุนการทำงานของภาครัฐ ให้ข้อคิดเห็น ติดตามตรวจสอบ หรือผลักดันให้เกิดการพัฒนาในการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองภายในพื้นที่ศึกษา 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ ใน 4 ประเด็นหลัก ดังที่กล่าวข้างต้น และถ่ายทอดความรู้ที่ได้ให้กับผู้ที่สนใจ โดยแบ่งขอบเขตงานออกเป็น 4 โครงการวิจัยย่อย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

โครงการที่ 1 การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำดิบของระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เพื่อศึกษาและประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำผิวดินในการรองรับความต้องการการใช้น้ำประปาในเขตเมืองในพื้นที่ศึกษา

โครงการที่ 2 การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เพื่อศึกษาและประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำประปาในเขตเมืองในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

โครงการที่ 3 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ใช้น้ำประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักและไตรฮาโลมีเทนในน้ำประปาจากระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง
2) เพื่อประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของโลหะหนักและไตรฮาโลมีเทนจากการอุปโภคบริโภคน้ำประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

โครงการที่ 4 การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) เพื่อศึกษาและประเมินการออกแบบและควบคุมระบบผลิตน้ำประปาในเขตเมืองในพื้นที่ศึกษา
2) เพื่อถ่ายทอดความรู้และเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา

1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

ในปี 2555 คณะผู้วิจัยชุดนี้ได้ดำเนินชุดโครงการเสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สุดจิต ครุจิต และคณะ, 2557) เนื่องจากเห็นว่าระบบประปาในระดับชุมชนหลายแห่งประสบปัญหาการขาดศักยภาพในการบริหารจัดการ โดยสาเหตุของปัญหาสามารถแยกแยะได้เป็น 4 ประเด็นหลัก ประเด็นปัญหาที่สำคัญข้อแรก คือ การขาดข้อมูลที่จำเป็นในการวางแผนพัฒนาการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของการให้บริการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ประมาณการความต้องการใช้น้ำในอนาคต รวมทั้งแนวทางการบริหารจัดการแหล่งน้ำดิบในภาพรวม ทั้งนี้ ปริมาณน้ำผิวดินต้นทุนมีความไม่แน่นอน สามารถผันแปรได้ตามปัจจัยต่าง ๆ และในขณะเดียวกัน จะส่งผลให้ปริมาณน้ำบาดาลมีความไม่แน่นอนตามไปด้วย ซึ่งในที่สุดจะส่งผลกระทบต่อการผลิตน้ำประปาของระบบประปา

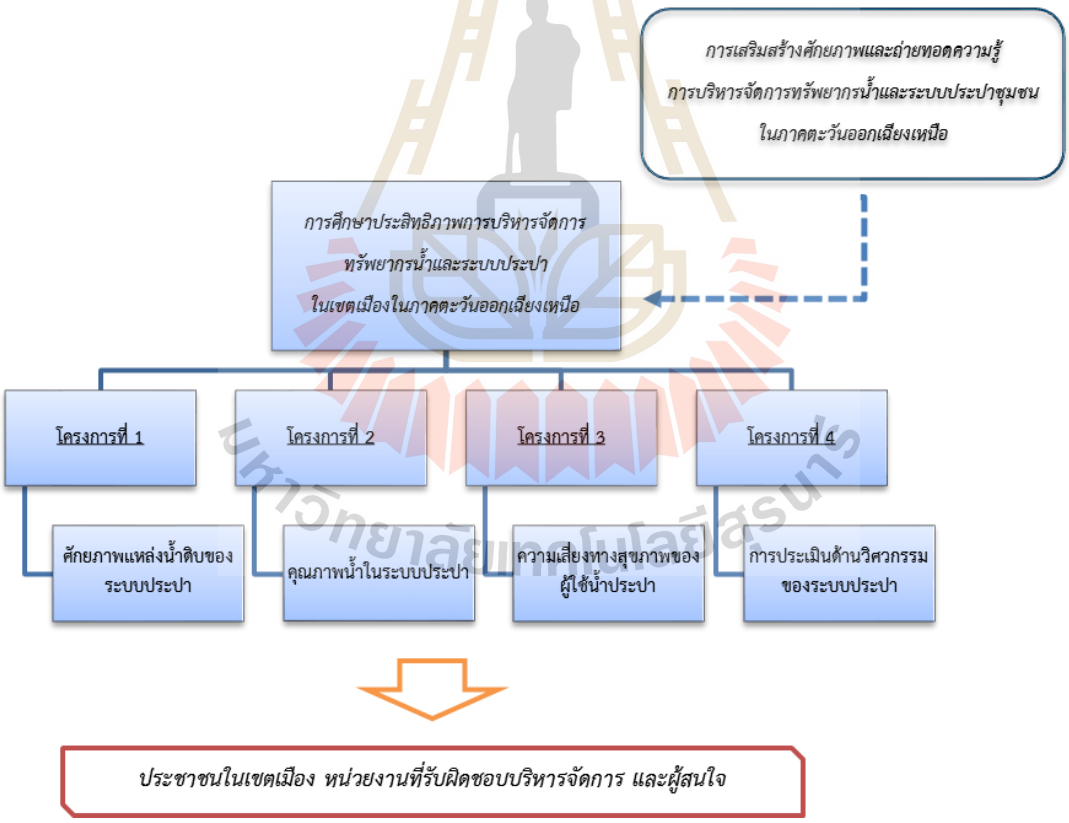
ประเด็นปัญหาข้อที่สอง คือ แหล่งน้ำดิบทั้งน้ำผิวดิน หรือน้ำใต้ดินที่นำไปใช้ในการผลิตน้ำประปาหลายแห่งมีการปนเปื้อนจากน้ำเสียของบ้านเรือน สารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตรกรรม หรือน้ำเสียจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ และหากระบบประปาไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตน้ำ จะทำให้น้ำประปาที่ได้มีสารปนเปื้อนอยู่ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากร ทำให้เกิดโรคเนื่องจากน้ำเป็นสื่อ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคนจำนวนมาก

ประเด็นปัญหาที่สาม คือ ผู้บริโภคที่รับบริการจากระบบประปาอาจมีความเสี่ยงในการได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายและเกิดโรค แต่ข้อมูลการศึกษาที่ชี้ระดับของความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ยังมีน้อย ซึ่งประเด็นนี้เป็นผลที่เกิดต่อเนื่องจากประเด็นปัญหาที่สองนั่นเอง เพราะหากคุณภาพน้ำจากประปาจากระบบประปามีค่าต่ำกว่ามาตรฐานและมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ จะทำให้ประชากรมีความ

เสี่ยงในการเกิดโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Water-borne disease) ได้แก่ โรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน (Acute diarrhea) โรคบิด (Dysentery) โรคไทฟอยด์ และพยาธิต่าง ๆ ที่มีสาเหตุจากการดื่มน้ำที่ไม่สะอาด นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากผลกระทบของสารเคมีในน้ำ โดยรวมทั้งสารมลพิษที่ถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำและสารเคมีที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น ฟลูออไรด์ สารหนู ตะกั่ว แคดเมียม เป็นต้น

ประเด็นปัญหาสุดท้าย คือ ปัญหาเชิงวิศวกรรมของระบบประปา เนื่องจากหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบการจัดหาน้ำสะอาดในส่วนภูมิภาคมีหลายหน่วยงาน มาตรฐานการออกแบบและการควบคุมระบบผลิตน้ำประปาแต่ละแห่งจึงมีความแตกต่างกัน และยังขาดการประเมินประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่องในด้านต่าง ๆ อีกทั้งบุคลากรที่รับผิดชอบบางส่วนยังขาดความรู้ความเข้าใจในการดูแลและควบคุมระบบประปา ทำให้เกิดกรณีปัญหาต่างๆ ในระบบผลิตประปา อาทิ คุณภาพน้ำประปาด้อยกว่ามาตรฐาน การสูญเสียในการระบบจ่าย หรือค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง เป็นต้น

กรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัยนี้ แสดงดังรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 กรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

คณะผู้วิจัยทำการศึกษาต่อเนื่องจากการศึกษาระดับชุมชนในปี 2555 มาประกอบการพิจารณาวางแผน โดยใช้พื้นที่ศึกษาเดิม แต่ศึกษาระบบประปาในเขตเมืองระดับเทศบาลนคร เทศบาลเมือง หรือระบบประปาเขตเมืองอื่น ๆ ที่ดูแลโดยการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งมีลักษณะประชากรที่มีความหนาแน่นและมีการบริหารจัดการและระบบผลิตน้ำประปาที่แตกต่างจากระบบประปาหมู่บ้าน และแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 โครงการย่อย ตามองค์ประกอบที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการบริหารจัดการของระบบประปา ได้แก่ ศักยภาพแหล่งน้ำดิบที่จะรองรับการเติบโตและความต้องการจากกิจกรรมด้านต่าง ๆ ของเมือง คุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำ การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำประปาจากระบบของเมือง และประสิทธิภาพเชิงวิศวกรรมของระบบการผลิตและโครงข่ายท่อประปา รวมทั้งการสัมมนาถ่ายทอดผลการศึกษาทั้งหมดให้กับประชาชน โดยทำการสุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 แห่ง เพื่อสามารถเป็นตัวแทนและมีความน่าเชื่อถือทางสถิติ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากแผนงานวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากแผนงานวิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีดังต่อไปนี้

1) การพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมือง
   กลุ่มเป้าหมาย: ประชาชนในเขตเมืองของ 4 จังหวัดที่ศึกษา และหน่วยงานท้องถิ่นในพื้นที่
2) การสร้างความตระหนักในเรื่องคุณภาพน้ำและความเสี่ยงการบริโภคน้ำที่ปนเปื้อน
   กลุ่มเป้าหมาย: ประชาชนในเขตเมืองของ 4 จังหวัดที่ศึกษา และหน่วยงานท้องถิ่นในพื้นที่
3) การถ่ายทอดความรู้ในด้านระบบประปาและการจัดการทรัพยากรน้ำ
   กลุ่มเป้าหมาย: ประชาชนในเขตเมืองของ 4 จังหวัดที่ศึกษา และหน่วยงานท้องถิ่นในพื้นที่
4) การใช้ผลการศึกษาเป็นตัวแทนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง
   กลุ่มเป้าหมาย: หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมทรัพยากรน้ำ กรมอนามัย การประปาส่วนภูมิภาค
5) การใช้ผลการศึกษาองค์ความรู้ในการวิจัยต่อเนื่อง
   กลุ่มเป้าหมาย: สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง
6) การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารหรือการประชุมวิชาการ
   - Preeyaphorn Kosa, Thanutch Sukwimolseree, and Sudjit Karuchit (2017), “Capacity Evaluation for Water Resources of Urban and Rural Water Supply System”, International Symposium on Engineering and Applied Science (ISEAS), Osaka, Japan, August 14-16, 2017.

- Jareeya Yimrattanabavorn, Oranee Rungrueang, Sudjit Karuchit, and Pensupa Wirikitkhul, “Assessing Urban Water Supply System in Northeastern Thailand: Water Quality and Authority Organization”, International Journal of GEOMATE, Aug., 2018, Vol.15, Issue 48, pp.187-194.
- พัชรินทร์ ราโช, กุสุมา นามสีถาน และ ศศิวิมล นามกูล (2560), “การประเมินการให้บริการน้ำประปาชุมชนเมืองในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ”, การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 16, วันที่ 17-18 พฤษภาคม 2560.
- พัชรินทร์ ราโช, ศศิวิมล นามกูล และ กุสุมา นามสีถาน (2560), “การประเมินการออกแบบและเดินระบบผลิตประปาเมืองในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 16, วันที่ 17-18 พฤษภาคม 2560.

1.5 แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน

แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน ประกอบด้วยการประชุมต่าง ๆ และการกำกับงานโดยกลุ่มคณะวางแผนงานวิจัย รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1-1

1.6 แผนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำการวิจัยตามแผนงานวิจัย

การทำการวิจัยตามแผนงานวิจัยทำให้คณาจารย์และผู้ร่วมวิจัยซึ่งมาจากหลากหลายสาขาวิชาได้เพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ในการทำงานวิจัย นอกจากนี้ ยังสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ในระดับนักศึกษา โดยนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา และสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้เข้าร่วมและได้รับความรู้ ประสบการณ์ในการทำงานวิจัย ดังนี้

1) นักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 6 คน ได้ร่วมงานสำรวจ เก็บข้อมูล เก็บแบบสอบถาม และวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
2) นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 4 คน เป็นผู้ช่วยวิจัย มีส่วนร่วมในการวางแผน ดูแลคณะทำงานออกเก็บข้อมูล ป้อนข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ ช่วยการวิเคราะห์ผล ช่วยจัดการอบรมถ่ายทอดความรู้ และช่วยจัดทำรายงาน

ตารางที่ 1-1 การบริหารแผนงานวิจัย

ลำดับ	การประชุม	ผู้เข้าร่วมประชุม	ช่วงเวลา
1	การจัดประชุมเพื่อให้นักวิจัยที่รับผิดชอบในโครงการย่อยทั้ง 4 โครงการ รับทราบการกำหนดกรอบการบริหารและติดตามผล เพื่อเป็นมติร่วมที่คณะผู้วิจัยทุกฝ่ายยอมรับและต้องปฏิบัติตาม	ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ร่วมงานวิจัย	เมื่อเริ่มโครงการ
2	ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยประชุมกับหัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อแจ้งให้ทราบรายละเอียดของแผนงานวิจัยและกำหนดภาระหน้าที่ของผู้ร่วมวิจัยทุกคนอย่างชัดเจน	ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ร่วมงานวิจัย	เมื่อเริ่มโครงการ
3.	การประชุมกำกับงานเพื่อติดตามความก้าวหน้าของงานพร้อมทั้งรับทราบปัญหาอุปสรรค การร่วมมือหาทางแก้ไขปัญหาและการอนุมัติงบประมาณ	ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ร่วมงานวิจัย	ประชุมประจำเดือน
4.	รายงานความก้าวหน้าของผลงานในแต่ละโครงการวิจัยย่อย : กำหนดให้แต่ละโครงการวิจัยย่อยแสดงผลการศึกษาให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านในแผนงานวิจัยทราบโดยจัดในรูปแบบของการประชุมสัมมนานำเสนอ (โครงการย่อยละ 30 นาที)	ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ร่วมงานวิจัย	ก่อนนำเสนอรายงานความก้าวหน้าต่อ วช. 1 เดือน
5.	การประชุมกำกับงานเพื่อปิดโครงการ	ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ร่วมงานวิจัย	ก่อนปิดรายงานฉบับสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
สรุปผลการดำเนินการวิจัย

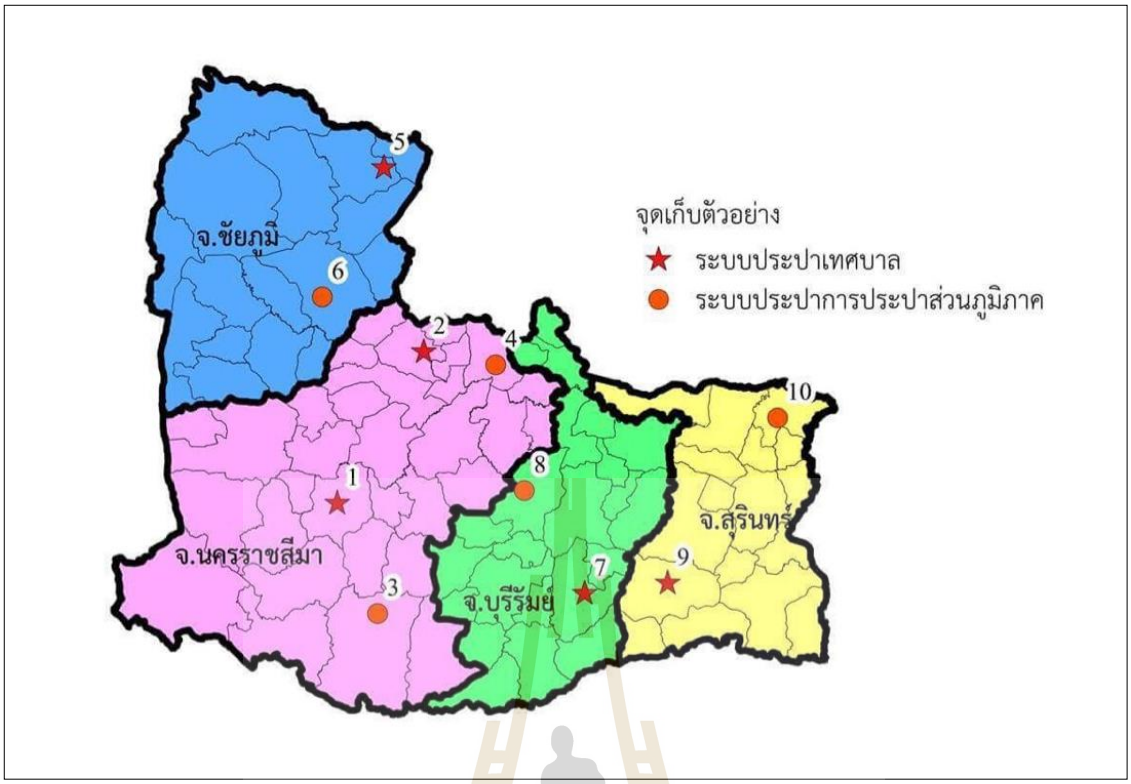
2.1 ผลการดำเนินการของชุดโครงการวิจัย

ชุดโครงการวิจัยนี้ทำการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross Sectional Analytical Study) โดยประกอบด้วย 4 ชุดโครงการย่อย ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือระบบประปาที่ดำเนินการโดยเทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล หรือการประปาส่วนภูมิภาคในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ทั้งนี้ ได้ทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) โดยขั้นแรกเลือกจังหวัดที่เป็นตัวแทน 4 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และ สุรินทร์ แล้วกำหนดจำนวนตัวอย่างโดยพิจารณาตามสัดส่วนประชากรระบบประปาของแต่ละจังหวัดและสัดส่วนประชากร ขั้นต่อมาจึงสุ่มตัวอย่างระบบประปาในแต่ละจังหวัดด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และพิจารณาควบคู่กับปัจจัยที่สำคัญอื่น ๆ จึงได้ระบบประปาที่เป็นตัวอย่างของการศึกษาจำนวน 10 แห่ง แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 2-1 ระบบประปาที่เป็นตัวอย่างในการศึกษา

ลำดับ	จังหวัด	หน่วยบริการ	ระบบงาน	กำลังการผลิตออกแบบ (ลบ.ม./ชม.)
1	นครราชสีมา	เทศบาลนครนครราชสีมา	ประปาเทศบาล	5,500
2	นครราชสีมา	เทศบาลเมืองบัวใหญ่	ประปาเทศบาล	400
3	นครราชสีมา	เทศบาลตำบลแชะ	ประปาส่วนภูมิภาค	140
4	นครราชสีมา	เทศบาลตำบลพิมาย	ประปาส่วนภูมิภาค	240
5	ชัยภูมิ	เทศบาลเมืองชัยภูมิ	ประปาส่วนภูมิภาค	800
6	ชัยภูมิ	เทศบาลตำบลลาดใหญ่	ประปาเทศบาล	140
7	บุรีรัมย์	เทศบาลเมืองบุรีรัมย์	ประปาส่วนภูมิภาค	2,000
8	บุรีรัมย์	เทศบาลตำบลประโคนชัย	ประปาเทศบาลตำบล	200
9	สุรินทร์	เทศบาลเมืองสุรินทร์	ประปาส่วนภูมิภาค	1,900
10	สุรินทร์	เทศบาลตำบลกังแอน	ประปาเทศบาลตำบล	200

การดำเนินการศึกษาของชุดโครงการวิจัย ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบประปาในเขตเมืองโดยแบ่งระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำออกเป็น 2 ฤดูประกอบด้วย ช่วงฤดูแล้งดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำระหว่างเดือนมกราคม-เดือนเมษายน 2559 และช่วงฤดูฝนดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2559



รูปที่ 2-1 ที่ตั้งระบบประปาที่เป็นตัวอย่างในการศึกษา (ตัวเลขแสดงระบบประปาตามตารางที่ 2-1)

2.2 การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำดิบ

1) เทศบาลนครนครราชสีมา

โรงประปาเทศบาลนครราชสีมาประกอบด้วยโรงกรองน้ำบ้านมะขามเฒ่าและโรงกรองน้ำอัษฎางค์ ซึ่งรับน้ำดิบมาจากเขื่อนลำตะคองและแม่น้ำลำตะคองที่ไหลผ่านโรงกรองน้ำ โดยสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำลำตะคองในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณและระดับน้ำมาก ระหว่างเดือน พ.ค-ต.ค. ส่วนในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือน มี.ค.-เม.ย. ระดับน้ำลดลงถึงระดับ 10 เมตร ดังนั้นปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำพอเพียงกับการสูบมาผลิต สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแม่น้ำลำตะคองมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา โดยในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำในลำน้ำมีระดับน้ำสูงสุดถึง 3 เมตร ในช่วงเดือน พ.ค-ต.ค. ส่วนฤดูแล้ง ระหว่างเดือน มี.ค.-เม.ย. ระดับน้ำลดลงถึงระดับ 0.2 เมตร ดังนั้นปริมาณน้ำในแม่น้ำลำตะคองในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำพอเพียงกับการสูบมาผลิต ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ไม่ดี มีปริมาณน้ำไม่พอเพียงกับการสูบมาผลิตจึงมีการหยุดสูบน้ำในช่วงนี้

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลลงแหล่งเก็บกักน้ำดิบมีปริมาณที่มากกว่าความต้องการน้ำใช้ในทุก ๆ เดือน ทั้งจากข้อมูลสถิติและจากการวิเคราะห์ด้วย

ปริมาณน้ำท่า ณ รอบการเกิดซ้ำ 1 ปี 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี และสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ทั้งแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล เนื่องจากโรงประปานี้ให้บริการกับพื้นที่ชุมชนเมืองขนาดใหญ่ และแหล่งน้ำดิบมาจากเขื่อนขนาดใหญ่และแม่น้ำสายใหญ่จึงทำให้ไม่มีปัญหาด้านปริมาณน้ำ

2) เทศบาลเมืองบัวใหญ่

โรงประปาเทศบาลเมืองบัวใหญ่ใช้แหล่งน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำอ่างประปา อ่างเก็บน้ำอ่างห้วยลึก อ่างเก็บน้ำสวนเฉลิมพระเกียรติ และอ่างเก็บน้ำบึงบัวใหญ่ โดยสำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ โดยช่วงปีที่ศึกษา น้ำแห้งจนเห็นพื้นดินเป็นช่วงวิกฤตที่สุด โดยปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากในฤดูแล้ง ปริมาณน้ำลดลงเป็นอย่างมากในช่วง เดือนมี.ค.-เม.ย. ทำให้น้ำในอ่างเก็บน้ำแห้งจนต้องทำการดึงน้ำมาจากแหล่งน้ำอื่น ส่วนในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำในอ่างมากในช่วงเดือน พ.ค. ดังนั้นปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำเพียงพอเนื่องจากสามารถกักเก็บน้ำได้ปริมาณมาก ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ไม่ดี มีน้ำไม่เพียงพอในการผลิตและน้ำแห้งจนเห็นพื้นดิน

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า อ่างเก็บน้ำดิบสำหรับการประปานี้มีความจุเก็บกักเท่ากับ 2,618,000 ลบ.ม. สามารถรองรับการผลิตน้ำประปาได้ทั้งปี และสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ทั้งแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล

3) เทศบาลตำบลแชะ

โรงประปาเทศบาลตำบลแชะ เป็นประปาภูมิภาค สาขาครบุรี แหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปาของประปาภูมิภาค สาขาครบุรี นำน้ำมาจากลำแชะ โดยการลำเลียงน้ำผ่านเส้นท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ระยะทาง 3 กิโลเมตร จากแม่น้ำลำแชะเข้าสู่โรงผลิตเพื่อผลิตน้ำประปา สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแม่น้ำลำแชะมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา โดยในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำในลำน้ำมีมากและระดับน้ำสูงสุดถึง 2.1 เมตร ในช่วงเดือน พ.ค. ส่วนฤดูแล้งระหว่างเดือน มี.ค.-เม.ย. ระดับน้ำลดลงถึงระดับ 1.4 เมตร ดังนั้นปริมาณน้ำในแม่น้ำลำแชะในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำพอเพียงกับการสูบมาผลิต ส่วนในช่วงฤดูแล้งมีน้ำปล่อยเสริมมาจากเขื่อนลำแชะเมื่อระดับน้ำลดต่ำลง จึงใช้งานได้ดีเช่นกัน

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า โดยส่วนใหญ่ปริมาณน้ำที่ไหลลงแหล่งเก็บกักน้ำดิบมีปริมาณมากกว่าความต้องการใช้น้ำในทุก ๆ เดือน และสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ทั้งการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล อย่างไรก็ตาม จากสถิติพบว่าบางกรณีปริมาณน้ำที่ไหลลงแหล่งเก็บกักน้ำดิบน้อยกว่าความต้องการใช้น้ำ แต่

สามารถแก้ปัญหาได้โดยการเก็บกักน้ำในเดือนที่มีน้ำส่วนเกินไว้ใช้ในเดือนที่น้ำขาดแคลน ทั้งนี้ ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบสามารถรองรับได้อย่างเพียงพอ

4) เทศบาลตำบลพิมาย

โรงประปาเทศบาลตำบลพิมาย เป็นประปาภูมิภาค สาขาพิมาย แหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปานำมาจากลำน้ำมูลด้วยการลำเลียงน้ำผ่านเครื่องสูบน้ำแรงต่ำสูบขึ้นโรงกรองน้ำระยะทาง 30 เมตร จากลำน้ำมูลเข้าสู่โรงผลิตเพื่อผลิตน้ำประปา ซึ่งสำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในลำน้ำมูลมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลาขึ้นกับช่วงฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝนในเดือน พ.ค. มีระดับน้ำสูงถึง 2.5 เมตร หลังจากนั้นลดระดับลงถึง 0.5 เมตรในช่วงฤดูแล้งในเดือน มี.ค-เม.ย. ดังนั้นปริมาณน้ำในลำน้ำมูลในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำพอเพียงกับการสูบมาผลิต ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ไม่ดี เพราะลำน้ำมีระดับลดลง ทำให้น้ำดิบไม่เพียงพอในการผลิต

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า โดยส่วนใหญ่ปริมาณน้ำที่ไหลลงแหล่งเก็บกักน้ำดิบมีปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้น้ำในช่วงฤดูฝน แต่มีปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้ง นอกจากนี้ ทั้งจากข้อมูลสถิติและจากการวิเคราะห์ด้วยปริมาณน้ำท่า ณ รอบการเกิดซ้ำ 1 ปี 10 ปี และ 20 ปี พบว่า สามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ทั้งแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล แต่ ณ การพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปีปริมาณความต้องการน้ำสูงกว่าปริมาณน้ำดิบในช่วงเดือนธ.ค.-ก.พ. อย่างไรก็ตาม สามารถแก้ปัญหาได้โดยการเก็บกักน้ำในเดือนที่มีน้ำส่วนเกินไว้ใช้ในเดือนที่น้ำขาดแคลน ทั้งนี้ ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบสามารถรองรับได้อย่างเพียงพอ

5) เทศบาลตำบลลาดใหญ่

โรงประปาเทศบาลตำบลลาดใหญ่ มีแหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปาของประปาเทศบาลตำบลลาดใหญ่ นำน้ำมาจากลำน้ำกล่ำ (แม่น้ำชี) โดยการลำเลียงน้ำผ่านเส้นท่อ เข้าสู่โรงผลิตเพื่อผลิตน้ำประปา สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในลำน้ำกล่ำมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา โดยช่วงเดือน พ.ย. มีระดับน้ำสูงสุด 10 เมตร หลังจากนั้นระดับน้ำลดต่ำลงเหลือ 1 เมตร ในช่วงเดือน มี.ค.-เม.ย. แล้วเริ่มสูงขึ้นช่วงเดือน พ.ค. (ฤดูฝน) ดังนั้นปริมาณน้ำในลำน้ำกล่ำในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำพอเพียงกับการสูบมาผลิต ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ดีเช่นกัน เพราะลำห้วยติดแม่น้ำชีซึ่งได้น้ำที่ปล่อยมาจากเขื่อนลำประทาว

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่ากำลังการผลิตสำหรับการประปานี้เท่ากับ 324 ลบ.ม./วัน หรือ 10,044 ลบ.ม./เดือน โดยกำลังการผลิตสามารถรองรับได้ในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2559 แต่ไม่เพียงพอต่อปริมาณน้ำที่ต้องผลิตในปี พ.ศ. 2569 และ พ.ศ. 2579 ทั้งแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล ดังนั้น การเพิ่มกำลังการผลิตควรได้รับการพิจารณาสำหรับแผนหรือนโยบายการขยายกำลังผลิตในอนาคต

6) เทศบาลเมืองชัยภูมิ

โรงประปาเทศบาลเมืองชัยภูมิ เป็นประปาภูมิภาค สาขาชัยภูมิ ประกอบด้วย โรงกรองน้ำบ้านเล่า โรงกรองน้ำบ้านหนองสังข์ และโรงกรองน้ำนิเวศรัตน์ โดยแหล่งน้ำดิบมาจากลำปะทาวโดยการลำเลียงน้ำผ่านเส้นท่อจากสถานีสูบถึงโรงกรองน้ำบ้านเล่า สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในลำปะทาวมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลาขึ้นกับช่วงฤดูกาล โดยในช่วงเดือน พ.ย. มีระดับน้ำสูงสุด 5 เมตร หลังจากนั้นระดับน้ำลดต่ำลงเหลือ 1.5 เมตรในช่วงเดือน มี.ค.-เม.ย. แล้วเริ่มสูงขึ้นช่วงเดือน พ.ค (ฤดูฝน) ปริมาณน้ำในลำปะทาวใช้งานได้ดี มีน้ำเพียงพอต่อการผลิตประปาส่งจ่ายให้ชุมชนทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า โดยส่วนใหญ่ปริมาณน้ำที่ไหลลงแหล่งเก็บกักน้ำดิบมีปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้น้ำในทุก ๆ เดือน แต่มีปริมาณน้ำที่ไหลลงแหล่งเก็บกักน้ำดิบมีปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการใช้น้ำเพียงเล็กน้อยในช่วงเดือน มี.ค.-เม.ย. นอกจากนี้ ในการศึกษานี้ได้พิจารณาปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ 1 ปี 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี พบว่า สำหรับการวิเคราะห์จำนวนประชากรด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล ปริมาณความต้องการน้ำสูงกว่าปริมาณน้ำดิบในช่วงเดือน ก.พ.-มิ.ย. ณ การพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ 1 ปี อย่างไรก็ตาม สามารถแก้ปัญหาได้โดยการเก็บกักน้ำในเดือนที่มีน้ำส่วนเกินไว้ใช้ในเดือนที่น้ำขาดแคลน ทั้งนี้ ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบสามารถรองรับได้อย่างเพียงพอ

7) เทศบาลตำบลประโคนชัย

โรงประปาเทศบาลตำบลประโคนชัย มีแหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปาของประปาเทศบาลตำบลประโคนชัยนำมาจากอ่างเก็บน้ำสนามบิน จากนั้นทำการลำเลียงน้ำดิบจากอ่างผ่านท่อขนาดเข้าสู่โรงผลิต สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำสนามบิน ช่วงฤดูแล้งที่ฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน เดือนมี.ค.-พ.ค. น้ำแห้งถึงระดับ 2 เมตร ส่วนช่วงฤดูฝนน้ำไหลมาลงอ่างเต็มอ่างที่ระดับ 6 เมตร ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีน้ำเพียงพอต่อการผลิตประปาทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า ความจุเก็บกักปกติเท่ากับ 2,090,000 ลบ.ม. สามารถรองรับการผลิตน้ำประปาได้ทั้งปี และสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ในการวิเคราะห์ด้วยสมการสมการโพลีโนเมียล แต่ไม่สามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ในการวิเคราะห์ด้วยสมการสมการเส้นตรง ดังนั้น จึงควรมีนโยบายเพื่อวางแผนการขยายขนาดอ่างเก็บน้ำให้สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำในอนาคต

8) เทศบาลเมืองบุรีรัมย์

โรงประปาเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ เป็นประปาภูมิภาค สาขาบุรีรัมย์ แหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปาของประปาภูมิภาค สาขาบุรีรัมย์ นำน้ำดิบมาจากอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง คือ อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก (อ่างหลัก) และอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด (อ่างสำรอง) จากนั้นทำการลำเลียงน้ำดิบจากอ่างทั้ง 2

แห่ง ผ่านท่อเข้าโรงผลิต สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มากและอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด ช่วงเดือน พ.ย. มีระดับน้ำสูงสุด 7 เมตร หลังจากนั้นระดับน้ำลดต่ำลงเหลือ 1 เมตร ในช่วงเดือน มี.ค.-เม.ย. แล้วเริ่มสูงขึ้นช่วงเดือน พ.ค. (ช่วงฤดูฝน) ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำเพียงพอ ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ดีเช่นกันเนื่องจากมีแหล่งน้ำสำรองมาเติม

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า อ่างเก็บกักแหล่งน้ำดิบสำหรับการประปาเทศบาลเมืองบุรีรัมย์สามารถรองรับการผลิตน้ำประปาได้ทั้งปี และสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2579 ทั้งแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและสมการโพลีโนเมียล

9) เทศบาลตำบลกังแอน

โรงประปาเทศบาลตำบลกังแอน แหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปาของประปาเทศบาลตำบลกังแอน นำมาจากอ่างเก็บน้ำสุวรรณภา จากนั้นทำการลำเลียงน้ำดิบจากอ่างผ่านท่อเข้าโรงผลิต สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำสุวรรณภา ช่วงเดือน ม.ค. ระดับน้ำอยู่ที่ 4 เมตร และลดลงถึงช่วงเดือน พ.ค. ระดับน้ำอยู่ที่ 1 เมตร ส่วนในเดือน ต.ค.-พ.ย. ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น 4 เมตร ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีน้ำเพียงพอต่อการผลิต ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ดีเช่นกัน

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า อ่างเก็บกักแหล่งน้ำดิบที่ความจุเก็บกักสูงสุดสำหรับการประปาเทศบาลตำบลกังแอนสามารถรองรับการผลิตน้ำประปาได้ทั้งปี แต่ความจุเก็บกักสูงสุดยังไม่สามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2569 และ 2579 แบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรง และยังไม่สามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำได้ถึงปี พ.ศ. 2569 แบบการวิเคราะห์ด้วยสมการโพลีโนเมียล ดังนั้น จึงควรมีนโยบายเพื่อวางแผนการขยายขนาดอ่างเก็บน้ำให้สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำในอนาคต

10) เทศบาลเมืองสุรินทร์

โรงประปาเทศบาลเมืองสุรินทร์เป็นประปาภูมิภาค สาขาสุรินทร์ แหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับระบบผลิตน้ำประปาของประปาภูมิภาค สาขาสุรินทร์นำมาจากอ่างเก็บน้ำห้วยเสนง จากนั้นทำการลำเลียงน้ำดิบจากอ่างผ่านท่อเข้าสู่โรงผลิต สำหรับสภาพการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยเสนง ช่วงเดือน พ.ย. มีระดับน้ำสูงสุด 3 เมตร หลังจากนั้นระดับน้ำลดต่ำลงเหลือ 1 เมตร ในช่วงเดือนมี.ค.-เม.ย. แล้วเริ่มสูงขึ้นช่วงเดือน พ.ค. (ฤดูฝน) ดังนั้นปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนใช้งานได้ดี มีปริมาณน้ำเพียงพอ ส่วนในช่วงฤดูแล้งใช้งานได้ดีเช่นกัน เนื่องจากมีปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำสำรองมาเติม คือ อ่างเก็บน้ำธรรมนูญเลิศเสลิด และอ่างอำปึล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการสมดุลน้ำ พบว่า อ่างเก็บกักแหล่งน้ำดิบที่ความจุเก็บกักต่ำสุดสำหรับการประปาเทศบาลตำบลกังแอนสามารถรองรับการผลิตน้ำประปาได้ทั้งปี ทั้งแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการเส้นตรงและแบบการวิเคราะห์ด้วยสมการโพลีโนเมียล

2.3 การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปา

2.3.1 ผลการศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำดิบ

ผลการศึกษาลักษณะแหล่งน้ำผิวดิน พบว่ามีตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานในพารามิเตอร์ต่อไปนี้ คือ สี ออกซิเจนละลาย บีโอดี แมงกานีส ไนเตรท และโคลิฟอร์มทั้งหมด โดยตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานพบจากแหล่งน้ำผิวดินของจังหวัดนครราชสีมา อาจเนื่องมาจากเป็นแหล่งน้ำที่ไหลผ่านชุมชนเมือง ทำให้มีโอกาสในการปนเปื้อนสารอินทรีย์ค่อนข้างมาก และเมื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ลักษณะข้อมูลของค่าพารามิเตอร์ที่มีจำนวนตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐาน เช่น สี แมงกานีส ไนเตรท และโคลิฟอร์ม ลักษณะข้อมูลมีความถี่ของข้อมูลสูงในช่วงค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่า จำนวนตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วงค่าต่ำ ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำและค่าบีโอดี ซึ่งพบตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานประมาณร้อยละ 50 พบว่ามีความถี่ข้อมูลสูงในค่ากลาง ซึ่งชี้ว่าค่าบีโอดีที่พบในแต่ละตัวอย่างมีค่าค่อนข้างสูง และเมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบผลคุณภาพน้ำดิบระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ค่าเฉลี่ยซัลเฟตที่พบว่าน้ำดิบของระบบประปา อปท. มีค่าสูงกว่าระบบประปา กปภ.

2.3.2 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปาที่ออกจากโรงประปา

ผลการศึกษาลักษณะน้ำประปาที่ออกจากโรงประปา พบว่ามีตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานในพารามิเตอร์ต่อไปนี้ คือ สี เหล็ก แมงกานีส และ คลอรีนตกค้าง โดยพารามิเตอร์ที่พบไม่ผ่านมาตรฐานในทุก ๆ จังหวัด คือ คลอรีนตกค้าง อย่างไรก็ตามค่าคุณภาพน้ำทางชีวภาพของน้ำประปาทุกตัวอย่างยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับผลการศึกษาของการประเมินระบบประปาทางด้านวิศวกรรม ซึ่งพบระบบผลิตประปาที่ออกแบบระยะเวลาการกักเก็บของถังตกตะกอนไม่เหมาะสม และระบบผลิตประปามีการสูญเสียน้ำในระบบจ่ายน้ำ และเมื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่มีตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐาน เช่น สี เหล็ก และแมงกานีส มีลักษณะข้อมูลมีความถี่ข้อมูลสูงในช่วงค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงค่าต่ำ แต่อย่างไรก็ตามอาจก่อให้เกิดปัญหาสำหรับการจ่ายน้ำไปที่จุดใช้งานที่อยู่ห่างไกลจากระบบผลิตน้ำประปา และเมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของฤดูกาล พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบผลคุณภาพน้ำดิบระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3.3 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปาที่จุดใช้งานในครัวเรือน

ผลการศึกษาลักษณะน้ำประปาที่จุดใช้งานในครัวเรือน พบว่ามีตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานในพารามิเตอร์ต่อไปนี้ คือ สี เหล็ก แมงกานีส และคลอรีนตกค้าง โดยพารามิเตอร์ที่พบไม่ผ่านมาตรฐานในทุก ๆ จังหวัด คือ คลอรีนตกค้าง อย่างไรก็ตามค่าคุณภาพน้ำทางชีวภาพของน้ำประปาทุกตัวอย่างยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่มีตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐาน เช่น สี เหล็ก และแมงกานีส มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลมีความถี่ข้อมูลสูงในช่วงค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่า จำนวนตัวอย่างส่วนใหญ่ยังอยู่ในช่วงค่าต่ำ ส่วนการแจกแจงของข้อมูลค่าคลอรีนตกค้างมีค่าความถี่ของข้อมูลสูงอยู่ในช่วงกลาง ซึ่งแสดงว่าตัวอย่างน้ำส่วนใหญ่ยังคงมีปริมาณคลอรีนตกค้างอยู่ แต่ยังไม่ถึงค่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.2 มก./ล. และเมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของฤดูกาล พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบผลคุณภาพน้ำดิบระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการผลิตน้ำประปาของชุมชนเมือง

ระบบผลิตน้ำประปาชุมชนเมืองมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและความขุ่น อยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 40-90 ยกเว้นระบบประปาของจังหวัดนครราชสีมา มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและความขุ่นค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับระบบประปาในพื้นที่อีก 3 จังหวัด ขณะที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กประมาณร้อยละ 50 แมงกานีส ประมาณร้อยละ 30 และปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด ประมาณร้อยละ 70 และพบว่าระบบประปาของจังหวัดนครราชสีมามีประสิทธิภาพในการกำจัดค่าต่าง ๆ ต่ำกว่าระบบประปาของจังหวัดอื่น

2.3.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพการจ่ายน้ำของระบบประปา

จากการตรวจพบค่าความเข้มข้นของเหล็กที่จุดใช้งานในครัวเรือนมีปริมาณสูงกว่าที่พบ ณ สถานีสูบจ่ายของระบบประปา ดังนั้น มีความเป็นไปได้ว่าอาจจะมีปัญหาในระบบส่งจ่าย เช่น ระบบท่อที่เก่าและเสื่อมสภาพทำให้น้ำประปา ณ จุดที่ใช้ในครัวเรือนมีความเข้มข้นของเหล็กเกินมาตรฐาน สอดคล้องกับรายงานการประเมินระบบประปาทางด้านวิศวกรรม ที่พบว่าระบบจ่ายของแต่ละจังหวัดมีอายุการใช้นานมากกว่า 10 ปี ทำให้มีปัญหาเกิดการรั่วไหลและการดูแล

2.4 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ใช้น้ำประปา

2.4.1 สารกลุ่ม Trihalomethanes ในน้ำประปา

ผลการวิเคราะห์ Trihalomethanes (THMs) ในน้ำประปาในจังหวัดนครราชสีมาพบสาร Chloroform มีค่าสูงที่สุดบริเวณจุดจ่ายน้ำการประปาส่วนภูมิภาคครบุรี มีค่า 61.64 มคก./ล.

รองลงมาได้แก่จุดบริเวณจุดจ่ายน้ำในบริเวณประปามะขามเฒ่านครราชสีมาโดยมีค่าเท่ากับ 24.76 มคก./ล. โดยสาร Chloroform ในน้ำประปาผิวดินในจุดจ่ายน้ำ (หอถังสูง) และจุดบ้านผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26 และ 23 มคก./ล. ตามลำดับ

สารกลุ่ม THMs ในน้ำประปาในจังหวัดสุรินทร์ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบสาร Chloroform มีค่าสูงที่สุดบริเวณจุดจ่ายน้ำการประปาส่วนภูมิภาคเมืองสุรินทร์ มีค่าเท่ากับ 24 มคก./ล. รองลงมาได้แก่จุดบริเวณบ้านผู้ใช้ในระบบประปาเดียวกันโดยมีค่าเท่ากับ 17.44 มคก./ล. โดยสาร Chloroform ในน้ำประปาผิวดินในจุดจ่ายน้ำ (หอถังสูง) และจุดบ้านผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.1 และ 9.9 มคก./ล. ตามลำดับ

น้ำประปาในจังหวัดบุรีรัมย์พบสารกลุ่ม THMs ประเภท Chloroform มีค่าสูงที่สุด บริเวณจุดจ่ายน้ำการประปาเทศบาลประโคนชัย มีค่าเท่ากับ 66.72 มคก./ล. รองลงมาได้แก่จุดบริเวณจุดจ่ายน้ำการประปาเมืองบุรีรัมย์โดยมีค่าเท่ากับ 37.82 มคก./ล. โดยสาร Chloroform ในน้ำประปาผิวดินในจุดจ่ายน้ำ (หอถังสูง) และจุดบ้านผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.2 และ 13.5 มคก./ล. ตามลำดับ

น้ำประปาในจังหวัดชัยภูมิพบสาร Chloroform มีค่าสูงที่สุดในสารกลุ่ม THMs โดยพบมากที่สุดบริเวณจุดจ่ายน้ำการประปาเทศบาลลาดใหญ่ มีค่า 12.24 มคก./ล. รองลงมาได้แก่จุดบริเวณจุดจ่ายน้ำการประปาส่วนภูมิภาคชัยภูมิโดยมีค่าเท่ากับ 10.22 มคก./ล. โดยสาร Chloroform ในน้ำประปาผิวดินในจุดจ่ายน้ำ (หอถังสูง) และจุดบ้านผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.2 และ 8.3 มคก./ล. ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์สารกลุ่ม THMs ในน้ำประปาผิวดินโดยพิจารณาจากสาร THMs แต่ละชนิดในจุดจ่ายน้ำและจุดบ้านผู้ใช้ของระบบประปาผิวดินทั้ง 4 จังหวัดพบว่า สาร Chloroform มีค่าสูงที่สุดในการประปาเทศบาลประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์บริเวณจุดจ่ายน้ำโดยมีค่าเท่ากับ 66.72 มคก./ล. รองลงมาได้แก่ระบบประปาส่วนภูมิภาคอำเภอครบุรี ในจังหวัดนครราชสีมาโดยมีค่าเท่ากับ 61.64 มคก./ล. ตามลำดับ สำหรับสาร Bromodichloromethane (BDCM) พบในน้ำประปาในจุดจ่ายน้ำและจุดบ้านผู้ใช้มีค่ามากที่สุดในระบบประปาอำเภอครบุรี ของจังหวัดนครราชสีมา รองลงมาได้แก่น้ำในระบบประปาจังหวัดบุรีรัมย์ สาร Dibromochloromathane (DBCM) พบในน้ำประปาผิวดินในจุดจ่ายน้ำในจังหวัดนครราชสีมามากที่สุด รองลงมาเป็นน้ำประปาในจังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนสาร Bromoform ไม่พบในน้ำประปาผิวดินในทุกจังหวัด สำหรับค่า THMs (Sum of Ratio) ในน้ำประปาผิวดินในจุดจ่ายน้ำและจุดบ้านผู้ใช้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานน้ำดื่มตามค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลก

2.4.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสารกลุ่ม THMs ในน้ำประปา

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ก่อให้เกิดมะเร็งทั้งเพศชายและเพศหญิงพบมากที่สุดผ่านเส้นทางการได้รับสัมผัสผ่านการดื่มกิน รองลงมาได้แก่ทางผิวหนัง และทางการหายใจ ตามลำดับ โดยพบค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในเส้นทางการดื่มกินเท่ากับ 5.11×10^{-6} ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในเส้นทางสัมผัสผ่านผิวหนังเท่ากับ 1.62×10^{-9} และค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในเส้นทางสัมผัสการหายใจเท่ากับ 3.76×10^{-10} ผลการศึกษายัง

พบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ก่อให้เกิดมะเร็งจากการบริโภคน้ำที่มีสารกลุ่ม THMs มากกว่าเพศชายโดยมีค่าเฉลี่ย 1.06 เท่า จากผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพสารกลุ่ม THMs ทั้งหมด พบว่าค่าการประเมินของสาร Dichlorobromomethane ($CHCl_2Br$) พบค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.7×10^{-5} ในเพศหญิง รองลงมามีค่าเท่ากับ 3.46×10^{-5} ในเพศชายผ่านเส้นทางการดื่มกินในกรณีน้ำประปาจากระบบประปาส่วนภูมิภาคอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ค่าเฉลี่ยของการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ก่อให้เกิดมะเร็งตลอดช่วงชีวิตผ่านสามเส้นทางการได้รับสัมผัสมีค่าสูงที่สุด ในสาร Dichlorobromomethane รองลงมาได้แก่สาร Chloroform Chlorodibromomethane และ Bromoform ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบค่าความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งตลอดช่วงชีวิตผ่านเส้นทางการได้รับสัมผัสจากการดื่มกินจากสาร Chloroform ในน้ำประปาของระบบประปาส่วนภูมิภาคอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา และสาร Dichlorobromomethane พบค่าความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งตลอดช่วงชีวิตผ่านการดื่มกินในน้ำประปาของระบบประปาเทศบาลนครนครราชสีมา (มะขามเฒ่า) ระบบประปาเทศบาลนครนครราชสีมา (อัษฎางค์) ระบบประปาส่วนภูมิภาคอำเภอครบุรี ระบบประปาส่วนภูมิภาคพิมาย จังหวัดนครราชสีมา และ ระบบประปาส่วนภูมิภาคบุรีรัมย์ มีค่าเกินค่าที่ยอมรับได้ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา ที่กำหนดระดับความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งมีค่าไม่เกิน 1×10^{-6} สำหรับเส้นทางการได้รับสัมผัสอื่นเช่นผ่านผิวหนัง และการหายใจของสารกลุ่ม THMs มีค่าไม่เกินค่าที่ยอมรับได้ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งพบค่าความเสี่ยงสูงที่สุดในเส้นทางการได้รับสัมผัสผ่านทางการดื่มกิน โดยค่าความเสี่ยงสูงที่สุดพบในสาร $CHCl_3$ มีค่า Hazard index (HI) เท่ากับ 0.17 ในน้ำระบบประปาส่วนภูมิภาคครบุรี จังหวัดนครราชสีมา รองลงมาได้แก่น้ำประปาในระบบประปาส่วนภูมิภาคบุรีรัมย์ มีค่า HI เท่ากับ 0.10 ผลการศึกษานี้ค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Non Carcinogenic Risk) จากการได้รับสัมผัสสารกลุ่ม THMs มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นถึงปริมาณ THMs โดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2.4.3 สารกลุ่มโลหะหนักในน้ำดิบและน้ำประปา

ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของโลหะหนักในจุดเก็บตัวอย่างในแหล่งน้ำดิบและจุดที่บ้านผู้ใช้ในประปาเขตเมืองในจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และ สุรินทร์ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยในจุดเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำดิบมากกว่าในจุดบ้านผู้ใช้ และพบโลหะหนักในน้ำตัวอย่างในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน และคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ และเกณฑ์แนะนำน้ำประปาขององค์การอนามัยโลก ยกเว้น ค่าสังกะสี (Zn) ในแหล่งน้ำดิบในฤดูฝนบริเวณประปาเทศบาลบัวใหญ่ ประปาเทศบาลนครนครราชสีมา (อัษฎางค์) ค่าเฉลี่ยของโลหะหนักของโครเมียม (1 ใน 10 ตัวอย่าง)

แมงกานีส (1 ใน 10 ตัวอย่าง) ในจุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำดิบในฤดูแล้งในระบบประปาเขตเมืองจังหวัดนครราชสีมา และ สังกะสี (Zn) ในแหล่งน้ำดิบประปาส่วนภูมิภาคบุรีรัมย์ในฤดูฝน (1 ตัวอย่างใน 4 ตัวอย่าง) มีค่าเกินค่ามาตรฐานมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำทางโลหะหนักในน้ำประปาบ้านผู้ใช้ยังอยู่ในเกณฑ์แนะนำขององค์การอนามัยโลก

2.4.4 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสารกลุ่มโลหะหนักในน้ำประปา

ผลการประเมินความเสี่ยงของสารกลุ่มโละหนักในน้ำประปาเขตเมืองในจังหวัดนครราชสีมา ในบริเวณแหล่งน้ำและน้ำที่บ้านผู้ใช้น้ำในฤดูฝนและฤดูแล้ง ผลการศึกษาพบว่าค่าความเสี่ยง (HQ) จากการบริโภคน้ำในฤดูฝนของสังกะสีในแหล่งน้ำดิบมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 2.4×10^{-1} ในเพศหญิง รองลงมาได้แก่สารแมงกานีสในน้ำแหล่งน้ำของเพศหญิง เท่ากับ 2.27×10^{-1} ตามลำดับ

การประเมินค่าความเสี่ยงของสารกลุ่มโละหนักในน้ำประปาเขตเมืองในจังหวัดบุรีรัมย์ ในบริเวณแหล่งน้ำและน้ำจากบ้านผู้ใช้น้ำในฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่าค่าความเสี่ยง (HQ) จากการบริโภคน้ำในฤดูฝนของแมงกานีสในแหล่งน้ำดิบมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 2.37×10^{-1} ในเพศหญิง รองลงมาได้แก่สังกะสีในน้ำแหล่งน้ำของเพศหญิง เท่ากับ 2.34×10^{-1}

ผลการประเมินค่าความเสี่ยงของสารกลุ่มโละหนักในประปาสุรินทร์พบว่าค่า HQ จากการบริโภคน้ำในฤดูฝนของแมงกานีสในแหล่งน้ำดิบมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 2.81×10^{-1} ในเพศหญิง รองลงมาได้แก่สารแมงกานีสในน้ำแหล่งน้ำประเมินในเพศหญิง เท่ากับ 1.86×10^{-1} ตามลำดับ

การประเมินค่าความเสี่ยงในจังหวัดชัยภูมิพบว่าค่า HQ จากการบริโภคน้ำในฤดูฝนของแมงกานีสในแหล่งน้ำดิบมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.18×10^{-1} ในเพศหญิง รองลงมาได้แก่แมงกานีสในน้ำแหล่งน้ำประเมินในเพศหญิง เท่ากับ 9.28×10^{-2} ตามลำดับ สำหรับค่าความเสี่ยง (HQ) จากการบริโภคน้ำในฤดูแล้งของแมงกานีสในแหล่งน้ำดิบมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.57×10^{-1} ในเพศหญิง ในแหล่งน้ำประปาส่วนภูมิภาคลาดใหญ่ รองลงมาได้แก่แมงกานีสในแหล่งน้ำซึ่งประเมินในเพศหญิงเท่ากับ 1.27×10^{-1} ตามลำดับ

ในภาพรวมของการศึกษานี้พบว่าค่าความเสี่ยงเฉลี่ย (HQ) ของโลหะหนักแต่ละชนิดทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณโลหะหนักโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้

2.5 การประเมินด้านวิศวกรรมของระบบประปา

การศึกษาความสามารถในการรองรับความต้องการใช้น้ำในอนาคตของระบบผลิตประปา พบว่ากำลังการผลิตของระบบประปาเทศบาลตำบลแชะ เทศบาลเมืองชัยภูมิ และเทศบาลเมืองสุรินทร์ ไม่เพียงต่อความต้องการใช้น้ำในปี พ.ศ. 2569 และกำลังการผลิตของระบบประปาเทศบาลเมืองบัวใหญ่และเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ในอีก 20 ปี ข้างหน้า หรือปี

พ.ศ. 2589 จำเป็นต้องมีการขยายระบบผลิตประปาเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถผลิตน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการ

การออกแบบระบบประปาในเขตเมือง ซึ่งมีพื้นที่ให้บริการจำนวนมากโดยส่วนใหญ่พบว่ากำลังการผลิตในการออกแบบสูง โดยมีขนาดตั้งแต่ 140 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป รูปแบบระบบผลิตที่ใช้เป็นส่วนใหญ่คือแบบทรายกรองเร็ว เนื่องจากง่ายต่อการดูแลควบคุมระบบ กระบวนการพื้นฐานในการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน ประกอบด้วยการเติมสารเคมีเพื่อสร้างตะกอน การรวมตะกอน การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค

ผลการศึกษาความสามารถในการควบคุมการเดินระบบผลิตประปา โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้นในการเดินระบบ พบว่าระบบผลิตประปาในเขตเมืองมีปริมาณน้ำสูญเสียร้อยละ 10 ถึง 53 ของปริมาณน้ำผลิตทั้งหมด ระบบผลิตประปาที่เกิดการสูญเสียน้ำประปามากกว่าร้อยละ 30 อาจทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์เนื่องจากต้นทุนมากกว่ารายรับ โดยระบบผลิตประปาของเทศบาลจะเกิดปริมาณน้ำเสียน้อยกว่าระบบผลิตประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

ผลการศึกษาการบริหารจัดการระบบผลิตประปาซึ่งพิจารณาจากการบริหารควบคุมรายรับรายจ่ายในการเดินระบบผลิตประปา พบว่าการขาดทุนของระบบผลิตประปาเกิดจากต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูง โดยระบบผลิตประปาของการประปาส่วนภูมิภาคมีค่าไฟฟ้าประมาณ 1.29 ถึง 48.18 บาทต่อลูกบาศก์เมตร สูงกว่าค่าไฟฟ้าของระบบผลิตประปาของเทศบาลที่มีค่า 0.67 ถึง 2.41 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ โดยภาพรวมผู้ใช้น้ำประปาร้อยละ 83.43 พึงพอใจในการบริการน้ำประปาทั้งด้านคุณภาพน้ำและการบริการของบุคลากร ส่วนของปัญหาคุณภาพน้ำที่พบ ได้แก่ น้ำประปามีสีขุ่น มีสาหร่ายปนออกมากับน้ำประปา ซึ่งอาจเกิดจากระบบผลิตน้ำประปาส่วนใหญ่รับน้ำผิวดินเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปา คุณภาพน้ำผิวดินมีการเปลี่ยนแปลงตามแต่ละช่วงฤดูกาล ทำให้ประชาชนในบางพื้นที่ ร้อยละ 37.20 ไม่พอใจในคุณภาพน้ำประปา นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ร้อยละ 78 ไม่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปา แสดงให้เห็นถึงผู้ใช้น้ำโดยส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิต และการส่งจ่ายน้ำประปา ทำให้ผู้ใช้น้ำเกิดความไม่เข้าใจเวลาเกิดปัญหาขึ้นที่ระบบผลิตน้ำประปาจนทำให้คุณภาพน้ำประปาลดต่ำลง

2.6 การจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

หลังจากการดำเนินการของโครงการย่อยทั้ง 4 โครงการเสร็จสิ้นลง คณะผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการศึกษาของชุดโครงการทั้งหมดและจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการเพื่อรายงานผลการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปา โดยจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" ขึ้นในวันที่ 23 มิถุนายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มี

ผู้เข้าร่วมอบรมทั้งสิ้น 37 คน ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่เทศบาลที่เป็นผู้ดูแลระบบประปาที่เป็นตัวอย่างในการศึกษา เจ้าหน้าที่ของการประปาส่วนภูมิภาค คณาจารย์ นักศึกษา และผู้ที่สนใจ ภาพบรรยากาศการอบรมและการทัศนศึกษาดูงานที่ที่ระบบประปาเทศบาลนครนครราชสีมา แสดงดังรูปที่ 2-2 และรูปที่ 2-3 ตามลำดับ

ผลการอบรมพบผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบผลิตประปา และทักษะด้านการดูแลและควบคุมระบบผลิตประปาเพิ่มขึ้น โดยประเมินจากแบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตประปาหลังการอบรมมีคะแนน 8.27 เพิ่มขึ้นจากก่อนอบรมมีคะแนน 6.08 จากคะแนนเต็ม 10

รูปที่ 2-2 การนำเสนอผลการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

รูปที่ 2-3 การทัศนศึกษาดูงานระบบประปาในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

บทที่ 3
สรุปผลการดำเนินการวิจัย

3.1 สรุปรวมผลงานวิจัย

แผนงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองภายในพื้นที่ศึกษา 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ ใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ ด้านศักยภาพแหล่งน้ำดิบที่จะรองรับการเติบโตและความต้องการจากกิจกรรมด้านต่าง ๆ ของเมือง ด้านคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำ ด้านความเสี่ยงทางสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำประปาจากระบบของเมือง และด้านประสิทธิภาพเชิงวิศวกรรมของระบบการผลิตและโครงข่ายท่อประปา โดยสรุปผลการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

ด้านศักยภาพแหล่งน้ำดิบ ผลการศึกษาพบว่าโดยส่วนใหญ่แหล่งน้ำของระบบประปาในเขตเมืองทั้ง 10 แห่ง สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำสำหรับปี 2559 จนกระทั่งถึงปี 2579 เนื่องจากระบบประปาในเขตเมืองได้รับน้ำรับมาจากเขื่อนขนาดใหญ่หรือได้รับมาจากแม่น้ำสายหลักที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง แต่ในกรณีที่ปริมาณความต้องการใช้น้ำที่สูงกว่าปริมาณน้ำท่าสามารถแก้ปัญหาโดยการเก็บกักน้ำน้ำส่วนเกินไว้ใช้ในเดือนที่น้ำขาดแคลน ทั้งนี้ ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบสามารถรองรับได้อย่างเพียงพอ นอกจากนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโรงประปามีความสำคัญต่อการวางแผนการขยายระบบประปาในอนาคต

ด้านคุณภาพน้ำในระบบประปา ผลการศึกษาพบว่าน้ำประปาที่ผลิตได้ผ่านมาตรฐาน ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ ไนเตรท และค่าโคลิฟอร์มทั้งหมด ยกเว้น ค่าสี และ เหล็ก เนื่องมาจาก ระยะเวลาที่อยู่ในถังตกตะกอนไม่เพียงพอ และพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณคลอรีนตกค้างมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทั้งในจุดสถานีสูบจ่ายก่อนออกจากระบบผลิตน้ำประปา และที่จุดใช้งานในครัวเรือน อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำ และผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของระบบประปาที่ดำเนินการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และการประปาส่วนภูมิภาค พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้านความเสี่ยงทางสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำประปา ผลการศึกษาพบว่าในสารกลุ่ม THMs พบสาร Chloroform มีค่าสูงที่ระบบประปาเทศบาลประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ บริเวณจุดจ่ายน้ำรองลงมาได้แก่ระบบประปาส่วนภูมิภาคอำเภอครบุรี ในจังหวัดนครราชสีมา ส่วนสาร Bromoform ไม่พบในน้ำประปาผิวดินในทุกจังหวัด คุณภาพน้ำในส่วนของสาร THMs ในจุดจ่ายน้ำและจุดบ้านผู้ใช้อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานน้ำดื่มตามค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลก การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ก่อให้เกิดมะเร็งพบมากที่สุดผ่านเส้นทางการได้รับสัมผัสผ่านการดื่มกิน รองลงมาได้แก่ผ่านทางผิวหนังและผ่านทางหายใจ ตามลำดับ และเพศหญิงมีค่าสูงกว่าเพศชาย ค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งมีค่าสูงที่สุดในกรณีสาร $CHCl_2Br$ เท่ากับ 3.7×10^{-5} ผ่านเส้นทางการดื่มกินในน้ำประปาส่วนภูมิภาคอำเภอ

ครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเกินค่าที่ยอมรับได้ที่ 1×10^{-6} การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งรวมพบค่า HI สูงที่สุดในกรณีสาร $CHCl_3$ เท่ากับ 0.17 โดยไม่เกินค่าที่ยอมรับได้ที่ 1.0 ผลการศึกษาสารกลุ่มโลหะหนักพบว่าส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยในแหล่งน้ำดิบมากกว่าจุดบ้านผู้ใช้ และพบโลหะหนักในน้ำตัวอย่างในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน และคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นบางค่าของ Zn Cr Mn ในแหล่งน้ำดิบฤดูแล้ง การประเมินความเสี่ยงของสารกลุ่มโละหนักแต่ละชนิดพบว่าอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้

ด้านประสิทธิภาพเชิงวิศวกรรมของระบบการผลิตและโครงข่ายท่อประปา ผลการศึกษาพบว่าการออกแบบระบบประปาในเขตเมืองซึ่งมีพื้นที่ให้บริการมาก มีกำลังการผลิตในการออกแบบสูง โดยเริ่มตั้งแต่ 140 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป รูปแบบระบบผลิตที่ใช้เป็นส่วนใหญ่คือแบบทรายกรองเร็ว เนื่องจากง่ายต่อการดูแลควบคุมระบบ กระบวนการพื้นฐานในการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดินประกอบด้วยการเติมสารเคมีเพื่อสร้างตะกอน การรวมตะกอน การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค การบริหารกิจการประปาส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จ มีความสามารถในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีโครงสร้างขององค์กรที่เป็นระบบ ผู้ดูแลระบบผลิตประปามีความรู้ความสามารถ แต่ยังพบว่าระบบผลิตประปาบางแห่งมีปัญหาค่าไฟฟ้าสูงเกินไปทำให้เกิดการขาดทุน และการบริหารระบบผลิตประปาแต่ละแห่งยังขาดการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ โดยผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ไม่ได้รับข่าวสารความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตประปาจากหน่วยงานที่ดูแล

จากผลการศึกษาของโครงการย่อยทั้ง 4 โครงการ สามารถสรุปผลการศึกษาของชุดโครงการแบบบูรณาการได้ดังต่อไปนี้ คือ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาในเขตเมืองภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีแหล่งน้ำดิบที่รองรับความต้องการใช้น้ำได้ในระยะยาว มีศักยภาพในการเก็บกักน้ำส่วนเกินและมีความจุของอ่างเก็บน้ำดิบเพียงพอ สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพดี โดยมีพารามิเตอร์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเกือบทั้งหมด ความเสี่ยงทางสุขภาพต่อสาร THMs และโลหะหนักอยู่ในระดับต่ำ และการบริหารกิจการประปามีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดโครงการวิจัยระบบประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อปี 2555-2556 ซึ่งพบว่าระบบประปาชุมชนส่วนหนึ่งมีน้ำดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการ พารามิเตอร์น้ำหลายตัวไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ประชากรบางแห่งมีความเสี่ยงด้านสุขภาพเกินระดับที่ยอมรับได้ และระบบประปาหลายแห่งกำลังการผลิตไม่เพียงพอ ขาดผู้ดูแลระบบ และจัดเก็บค่าน้ำไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิต จะเห็นได้ว่าระบบประปาในเขตเมืองมีการบริหารจัดการที่ดีกว่าระบบประปาในชุมชนอย่างชัดเจน

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

1) การวิเคราะห์ความเพียงพอของปริมาณน้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปาตามความต้องการจำเป็นต้องใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องเก็บรวบรวมจากอดีตมาจนถึงปัจจุบันจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม โรงประปาที่เป็นตัวอย่างในการศึกษาทุกแห่งมีข้อมูลไม่ครบถ้วน โดยข้อมูลที่ขาด

อาทิ จำนวนผู้ใช้น้ำประปารายเดือน กำลังผลิตในแต่ละเดือน ค่าระดับน้ำในแม่น้ำและอัตราการสูบน้ำจากแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

2) การเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบการผลิตน้ำประปาเพื่อวิเคราะห์ผลควรมีจำนวนตัวอย่างที่มากเพียงพอและเก็บในทุกช่วงฤดูกาล ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำการทดสอบทางสถิติและได้ผลที่มีความน่าเชื่อถือต่อผู้บริหารที่จะนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์
3) ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำในระบบผลิตและจ่ายน้ำประปา เช่น โลหะหนักชนิดต่าง ๆ จากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา และโลหะหนักในน้ำที่บ้านผู้ใช้น้ำ
4) ควรมีการศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำอื่น ๆ ที่เป็นสารพลอยได้จากการผลิตเพิ่มเติม เช่น กรดฮาโลอะซิติก และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารพลอยได้จากการฆ่าเชื้อโรคในระบบประปาในเขตเมือง
5) ในกรณีระบบประปาที่ประสบปัญหาต้นทุนของการผลิตน้ำซึ่งพบว่าเกิดจากค่าไฟฟ้าที่สูงนั้น ควรมีการวิเคราะห์สาเหตุเพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลกำไรเพื่อให้ระบบผลิตประปาสามารถอยู่ได้ด้วยตนเอง
6) จากผลการศึกษาพบว่าระบบผลิตประปาในเขตเมืองส่วนใหญ่ยังขาดการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ จึงควรมีการศึกษาแนวทางในการสนับสนุนการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำในชุมชนในการรับทราบข้อมูลการบริหารและจัดการระบบผลิตประปา เพื่อให้ผู้ใช้น้ำเกิดความเข้าใจโดยเฉพาะช่วงที่ระบบเกิดปัญหา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

สุดจิต ครุจิต ปรียาพร โกษา จรียา ยิ้มรัตนบวร ประพัฒน์ เป็นตามวา และ พัชรินทร์ ราโช. (2557). **รายงานการวิจัยเรื่องการเสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบประปาชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ประวัติผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2535 ระดับปริญญาโทจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ปี พ.ศ. 2537 และระดับปริญญาเอกจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งอิลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2544 ทั้งหมดในด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยในระดับปริญญาเอกได้เน้นศึกษาทางด้านมลพิษอากาศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต มีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งวิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ก่อนจะเข้าทำงานที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบัน มีภาระงานหลักในด้านการสอน การวิจัย การให้คำปรึกษา และการบริการวิชาการ โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน การควบคุมมลพิษอากาศ และการประยุกต์ใช้สถิติในงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ส่วนในด้านการบริหารและการบริการวิชาการ เคยดำรงตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2553 และเป็นกรรมการฝ่ายวิชาการ คณะกรรมการสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2552

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี