การจัดการความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

กิตติพันธ์ จันทาสี

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ กิตติพันธ์ จันทาสี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ รัศมีมาสเมือง)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ รัศมีมาสเมือง)

..... กรรมการ
(ดร. เที่ยง ชีวะเกตุ)

..... กรรมการ
(ดร. พัทรพงษ์ อาสนจินดา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ดร.อาณัติ ดีพัฒนา)
วันที่ ๒๖ เดือน มกราคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จบรรลุเป้าหมายได้ ด้วยการแนะนำช่วยเหลือจากหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ รัศมีมาสเมือง อาจารย์ที่ปรึกษางานนิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้วิจัยอย่างใกล้ชิดด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. เที่ยง ชีวะเกตุ และดร. พัทรพงษ์ อาสนจินดา คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานนิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เทศบาลตำบลมะขามคู่ คณะกรรมการประปาตำบลมะขามคู่ และชาวบ้านตำบลมะขามคู่ รวมทั้งผู้ตอบแบบประเมินที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่านและผู้ใต้บังคับบัญชาที่คอยเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา หากประโยชน์และคุณค่าของงานนิพนธ์ฉบับนี้มีบ้างก็ขอมอบเป็นกตัญญูตาบูชาคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

กิตติพันธ์ จันทาสี

53921340: สาขาวิชา: เทคโนโลยีวิศวกรรม; วศ.ม. (เทคโนโลยีวิศวกรรม)
คำสำคัญ: ระบบน้ำอุปโภค-บริโภค/ การจัดการความเสี่ยง

กิตติพันธ์ จันทาสี: การจัดการความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (RISK MANAGEMENT OF WATER SUPPY SYSTEM IN MAKHAMKHU MUNICIPALITY, NIKHOMPATTANA DISTRICT, RAYONG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: ธรรมนูญ รัศมีมาสเมือง, Ph.D., 127 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทาน ทั้งในปัจจุบันและคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต ระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยง และนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยง ของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค โดยใช้การศึกษาเชิงปริมาณจากการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน และใช้การสัมภาษณ์จากแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทานในปัจจุบันมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยน้อยกว่าอัตราการใช้น้ำตามปริมาณประชากรของการประปาส่วนภูมิภาค สาเหตุเนื่องจากผู้ใช้น้ำยังซื้อน้ำเพื่อบริโภคและใช้น้ำจากบ่อน้ำดิบหรือบ่อน้ำตื้นขนาดเล็กอยู่ตามบ้านเรือน เพื่อการอุปโภค การคาดการณ์ อุปสงค์-อุปทาน สถานการณ์ในอนาคต คาดการณ์ในอีก 10 ปีข้างหน้ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตของประชากรค่อนข้างสูงสาเหตุเนื่องจาก ตำบลมะขามคู่เป็นชุมชนเกษตรกรรมรวมกับชุมชนอุตสาหกรรม การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค จากการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้านสามารถระบุความเสี่ยงได้ 32 ข้อ นำข้อมูลมาจัดทำแบบสอบถามและวิเคราะห์หาระดับความเสี่ยงจากการสำรวจแบบสอบถามกับกลุ่มผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ จำนวน 426 คน ผลที่ได้ มีระดับความเสี่ยงสูงมาก 2 ข้อ ความเสี่ยงระดับสูง 5 ข้อ ความเสี่ยงระดับปานกลาง 20 ข้อ และความเสี่ยงระดับต่ำ 5 ข้อ นำผลที่ได้มาเสนอแผนรับมือความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค โดยกำหนดกลยุทธ์ในการจัดการความเสี่ยง 5 กลยุทธ์ แล้วนำไปเสนอแผนรับมือความเสี่ยง มาตรการรองรับ วิธีการ และข้อจำกัดของมาตรการ

53921340: MAJOR: ENGINEERING TECHNOLOGY; M.Eng. (ENGINEERING TECHNOLOGY)
KEYWORDS: WATER SUPPY SYSTEM/ RISK MANAGEMENT
KITTIPHAN JUNTASEE: RISK MANAGEMENT OF WATER SUPPY SYSTEM IN MAKHAMKHU MUNICIPALITY, NIKHOMPATTANA DISTRICT, RAYONG PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: THAMNOON RASMEEMASMUANG, Ph.D., 127 P. 2018.

The purposes of this research were 1) to analyze the demand-supply of water utilization in Makhamkhu Sub-District, Nikhompattana District, Rayong Province both at the present and in the future develop, 2) to identify and analyze the risks of the present water-supply system in the study area and 3) to present the action plans responsible for the risks of the systems. The study applied questionnaire surveying the local people's opinions as a study tool.

The results showed that the average utilization of tap water at the present is considerably lower than the need of water usage for people recommended by the Provincial Waterworks Authority. The unexpected low utilization occurred because of the limited production of tap water. Thus, people need to buy drinking water and use raw water from small ponds or shallow well. In the next ten years, the need of water usage will risk due to population growth since. Makhamkhu Sub-District is both agricultural and industrial area.

From people of the Makhamkhu, there are 32 risks in the water-supply system. The analysis of data collected from 426 people expressed that there are 2 very high risks, 5 high risks, 20 moderate risks and 5 low risks. Once the risks were identified, 5 strategies were proposed to create a plan to response and correct the problem.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 3

ขอบเขตของการศึกษา 3

ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

ระบบผลิตน้ำประปา 4

มาตรฐานคุณภาพน้ำ 6

ระบบประปา 13

ปริมาณน้ำใช้ 16

อายุการใช้งานของระบบประปา 24

แหล่งน้ำดิบ 25

การจัดการความเสี่ยง 31

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

3 วิธีการศึกษา 41

พื้นที่การศึกษา 41

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 43

ขั้นตอนการศึกษา 43

การบริหารความเสี่ยงโดยการเสนอแผนจัดการความเสี่ยง 49

4 วิเคราะห์และอภิปราย 50

การวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทาน ระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ 50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ 56

การนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ภายใต้ข้อมูลที่ได้รวบรวมและวิเคราะห์มา 88

5 สรุปผลการศึกษา 111

สรุปผลการศึกษา 111

ข้อเสนอแนะ 115

ปัญหาและอุปสรรค 115

บรรณานุกรม 117

ภาคผนวก 119

ประวัติย่อของผู้วิจัย 127

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการประปา 9
2-2 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการบริโภค 11
2-3 ตัวอย่างสัดส่วนการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ 14
2-4 สัดส่วนของน้ำใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของการใช้น้ำภายในบ้านเรือน 14
2-5 ตัวอย่างอัตราการใช้น้ำในครัวเรือนในประเทศต่าง ๆ 17
2-6 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะของชุมชน 18
2-7 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของเทศบาลต่าง ๆ ในประเทศไทย 18
2-8 อัตราการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ ที่ไม่ใช่การใช้น้ำในบ้านเรือน 19
2-9 ที่มาของอัตราการใช้น้ำพื้นฐาน 20
2-10 อัตราส่วนของอัตราการใช้น้ำสูงสุดต่ออัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน 21
2-11 ขนาดที่ใช้ในการออกแบบองค์ประกอบของประปา 22
2-12 ขนาดที่ใช้ในการออกแบบระบบประปาเพื่อการขออนุญาตประกอบกิจการประปา สัมปทานจากกรมทรัพยากรน้ำ 23
2-13 ขนาดที่ใช้ในการออกแบบระบบประปาชนบทของประเทศไทย 24
2-14 อายุการใช้งานขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบประปา 25
2-15 ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลก 26
2-16 คุณสมบัติของดินและค่าการซึมผ่านได้ของดินชนิดต่าง ๆ 28
2-17 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ในเชิงปริมาณ 34
2-18 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ (Likelihood) ในเชิงคุณภาพ 34
2-19 ระดับความรุนแรงของผลกระทบของความเสี่ยง (Impact) เชิงปริมาณ 34
2-20 ระดับความรุนแรงของผลกระทบของความเสี่ยง (Impact) เชิงคุณภาพ 35
4-1 อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคตามปริมาณประชากร 51
4-2 อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคของตำบลมะขามคู่ 54
4-3 สรุปการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน และระบุความเสี่ยงของหมู่ที่ 1-7 56
4-4 สรุปคะแนนผลกระทบของปัญหาระบบน้ำอุปโภค-บริโภค 77
4-5 สรุปคะแนนของโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค 80
4-6 หาค่าช่วงห่างระหว่างคะแนน 84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-7 เกณฑ์แบ่งระดับคะแนนใหม่ 85

4-8 วิเคราะห์ระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ใหม่ 85

4-9 สรุปการนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค 89

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน 5
2-2 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน 6
2-3 รอยแตกรอยแยกในชั้นหินและโพรงที่เกิดขึ้นในชั้นหิน 28
2-4 ประเภทของชั้นให้น้ำ 30
2-5 ตัวแปรสำหรับการคำนวณด้วยสมการของ Thiem สำหรับชั้นน้ำแบบเปิด 30
2-6 ตัวแปรสำหรับการคำนวณด้วยสมการของ Thiem สำหรับชั้นน้ำแบบปิด 31
2-7 กระบวนการในการบริหารความเสี่ยง 32
2-8 แผนผังประเมินความเสี่ยง 35
2-9 ระดับความเสี่ยง 37
3-1 แผนที่จังหวัดระยอง 42
3-2 แผนที่ตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง 42
3-3 ระบบประปาผิวดิน หมู่ที่ 3 บ้านมะขามคู่ 43
3-4 แบบสอบถาม 44
3-5 เมตริกซ์ระดับความเสี่ยง 49
4-1 การเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค 55
4-2 แหล่งน้ำดิบช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้อ่างปลวกแก้ว หมู่ที่ 3 59
4-3 ปั๊มน้ำชำรุด หมู่ที่ 2 59
4-4 ตู้ควบคุมชำรุด หมู่ที่ 1 60
4-5 เครื่องจ่ายสารเคมีสารเคมีชำรุด หมู่ที่ 6 60
4-6 ถังเก็บน้ำไม่เพียงพอ หมู่ที่ 1 61
4-7 ปั๊มน้ำมีปัญหาเสียบ่อย หมู่ที่ 1 61
4-8 ตู้ควบคุมไฟฟ้าชำรุด หมู่ที่ 3 62
4-9 หอถังสูงชำรุด หมู่ที่ 6 63
4-10 ท่อแตก หมู่ที่ 4 64
4-11 น้ำขุ่น หมู่ที่ 2 64
4-12 แผนภูมิก้างปลา 67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-13 ตัวอย่างแบบสอบถามที่เก็บข้อมูลแล้ว 69

4-14 เมตริกซ์ระดับความเสี่ยง..... 87

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกของเราประกอบขึ้นด้วยพื้นดินและพื้นน้ำ โดยส่วนที่เป็นผืนน้ำนั้น มีอยู่ประมาณ 3 ส่วน (75%) และเป็นพื้นดิน 1 ส่วน (25%) น้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งกับชีวิตของพืชและสัตว์บนโลกรวมทั้งมนุษย์เราด้วย น้ำเป็นทรัพยากรที่สามารถเกิดหมุนเวียนได้เรื่อย ๆ ไม่มีวันหมดสิ้น เกิดขึ้นเป็นวัฏจักรหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลา เรียกว่า วัฏจักรน้ำ ทำให้มีน้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกอยู่สม่ำเสมอ

น้ำประปา หมายถึง น้ำที่ผ่านขบวนการบำบัดทั้งทางเคมีและชีวภาพต่าง ๆ มากมายจนสะอาดปราศจากเชื้อโรคสามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ กระบวนการผลิตเริ่มจากขั้นตอนพื้นฐาน 6 ขั้นตอน คือ

1. การสูบน้ำดิบ โรงสูบน้ำแรงต่ำจะทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต น้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้นต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรก และต้องมีปริมาณมากเพียงพอ ที่จะนำมาผลิตน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง

2. การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ น้ำดิบที่สูบเข้ามาจะถูกผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มและปูนขาว เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้มจะช่วยสารแขวนลอยในน้ำ ตกตะกอนได้ดีขึ้น สารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ บางครั้งอาจมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคปนเปื้อนมากับน้ำ

3. การตกตะกอน ขั้นตอนนี้จะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้ว ที่ทำให้เกิดการหมุนเวียน เพื่อทำให้น้ำกับสารเคมีรวมตัวกันจะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นน้ำเหล่านี้จะถูกส่งเข้าสู่ถังตะกอน ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อพักร้อนทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะตกลงสู่ก้นถังและถูกดูดทิ้ง ส่วนน้ำใสที่อยู่ด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4. การกรอง การกรองน้ำจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียด เพื่อทำการกรองตะกอนขนาดเล็กในน้ำ และทำให้น้ำมีความใสสะอาดมากขึ้น ในขั้นตอนนี้น้ำที่ผ่านการกรองแล้ว จะมีความใสมาก ทรายที่ใช้กรองน้ำจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

5. การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่ยังมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ดังนั้นจึงต้องทำการฆ่าเชื้อโรค โดยการใช้คลอรีน ซึ่งคลอรีนสามารถฆ่าเชื้อโรคได้อย่างดี น้ำที่ได้รับการผสมคลอรีนแล้ว เรียกว่า น้ำประปา สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้ ประปาจะถูกเก็บไว้ในถังขนาดใหญ่ เรียกว่า ถังน้ำใส เพื่อรอการจัดการจ่ายน้ำออกให้ประชาชนใช้ต่อไป

6. การสูบจ่าย น้ำประปาที่ผลิตมาแล้ว จะต้องให้บริการถึงบ้านของประชาชนผู้ใช้น้ำ ด้วยการส่งน้ำผ่านไปตามท่อน้ำ ดังนั้นการสูบจ่ายน้ำจึงมีความจำเป็นมากเพื่อให้น้ำประปาสามารถส่งไปถึงบ้านของประชาชนผู้ใช้น้ำ น้ำประปา จะถูกส่งขึ้นหอสูง เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ ทำให้สามารถบริการได้ในพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ห่างไกลออกไป

น้ำจืดในธรรมชาติ แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท คือ

1. น้ำผิวดิน เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำตามแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ หนองและบึง น้ำผิวดินนี้จะรวมทั้งน้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย น้ำผิวดินอาจมีความขุ่นและสารอินทรีย์สูง นอกจากนี้น้ำฝนยังชะล้างสารพิษต่าง ๆ จากบริเวณเกษตรกรรมหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ให้ไหลมาปนเปื้อนในน้ำผิวดินได้เช่นกัน

2. น้ำใต้ผิวดินหรือน้ำบาดาลเกิดจากน้ำผิวดินที่ซึมผ่านชั้นดินต่าง ๆ จนไปถึงชั้นดินหรือชั้นหินที่ไม่ซึมน้ำ และเกิดการสะสมอยู่ระหว่างช่องว่างของเนื้อดิน โดยเฉพาะชั้นดินเป็นกรวด ทรายหิน ปริมาณของน้ำที่ขังอยู่ในชั้นของดินดังกล่าวจะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้นในฤดูฝน และลดปริมาณลงในฤดูแล้ง น้ำบาดาลจะมีการถ่ายเทระดับได้เช่นเดียวกับน้ำผิวดิน

ในกรณีศึกษานี้ผู้ศึกษาได้เน้นเกี่ยวกับระบบน้ำประปาผิวดิน ที่อยู่ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ซึ่งในพื้นที่ตำบลมะขามคู่ มากกว่า 90% ยังใช้ระบบน้ำประปาหมู่บ้าน ที่ทางเทศบาลตำบลมะขามคู่ เป็นหน่วยงานที่ดำเนินการใช้งบประมาณมาก่อสร้างระบบน้ำประปาหมู่บ้าน โดยได้มีคณะกรรมการประปาหมู่บ้านมาบริหารจัดการร่วมกับเทศบาล ฯ ปัญหาที่เกิดขึ้นในการบริหารน้ำของกลุ่มผู้ใช้น้ำมีหลากหลายปัญหา ไม่ว่าจะงบประมาณที่มีไม่เพียงพอในการซ่อมบำรุง การจัดเก็บค่าน้ำประปาไม่ได้ตามการใช้น้ำจริง การขโมยใช้น้ำของชาวบ้าน เป็นต้น ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้ ได้ดำเนินการระบุความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจริงในระบบน้ำประปาผิวดิน ในตำบลมะขามคู่ แล้วนำมาวิเคราะห์ปัญหา และนำเสนอแผนจัดการความเสี่ยงต่อไป เพื่อให้หน่วยงานหรือผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องต่อการบริหารจัดการระบบน้ำประปาผิวดิน มีข้อมูลในภาพรวม แล้วนำไปประกอบการพิจารณาวางแผนตัดสินใจดำเนินงานได้อย่างเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทาน ของระบบน้ำประปาผิวดิน ในตำบลมะขามคู่
2. เพื่อระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงของระบบน้ำประปาผิวดินในตำบลมะขามคู่
3. เพื่อนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงของระบบน้ำประปาผิวดิน โดยข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมปัญหาและการตอบแบบสอบถามของคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน ในตำบลมะขามคู่

ขอบเขตของการศึกษา

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ ครอบคลุมทั้งหมดในตำบลมะขามคู่อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง
2. ขอบเขตด้านข้อมูล นำจำนวนประชากรจากข้อมูลทะเบียนราษฎร์ มาทำการประมวลความเสี่ยง และวิเคราะห์ความเสี่ยง
3. ขอบเขตด้านวิธีการ นำข้อมูลที่ได้จากการระดมความคิดของกลุ่มคณะกรรมการประปาหมู่บ้านและประชาชน ทำการประมวลความเสี่ยง และวิเคราะห์ความเสี่ยง เครื่องมือในการใช้จะเน้นข้อมูลทุติยภูมิ และนำเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) โดยเลือกใช้กราฟ และผังแสดงเหตุและผล เป็นวิธีการศึกษา

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

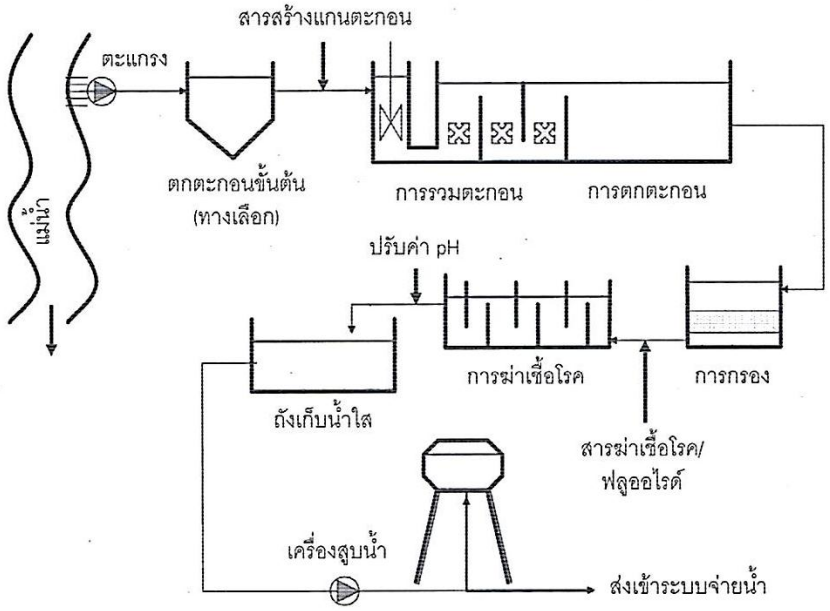
1. ได้ทราบถึงข้อมูล ปัจจัยเสี่ยง และผลกระทบ ของระบบน้ำประปาผิวดิน เพื่อเตรียมความพร้อมในการรับมือ ในการใช้น้ำของตำบลมะขามคู่อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง
2. ทำให้คณะกรรมการประปาหมู่บ้านและประชาชนได้รับรู้ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงของระบบน้ำประปาผิวดิน ในตำบลมะขามคู่อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง
3. ได้แนวทางในการนำเสนอแผนในการจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำประปาผิวดินในตำบลมะขามคู่อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำประปาผิวดิน ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องจากหนังสือและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเนื้อหาของบทนี้กล่าวถึง ความสำคัญของระบบประปา ระบบผลิตน้ำประปา ปริมาณน้ำใช้ แหล่งน้ำดิบ มาตรฐานคุณภาพน้ำ การจัดการความเสี่ยง การบริหารความเสี่ยงการระบุความเสี่ยง ปัจจัยเสี่ยงการประเมินความเสี่ยง การบริหารความเสี่ยงทั่วทั้งองค์กรการควบคุมแผนบริหารความเสี่ยงโดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบบผลิตน้ำประปา

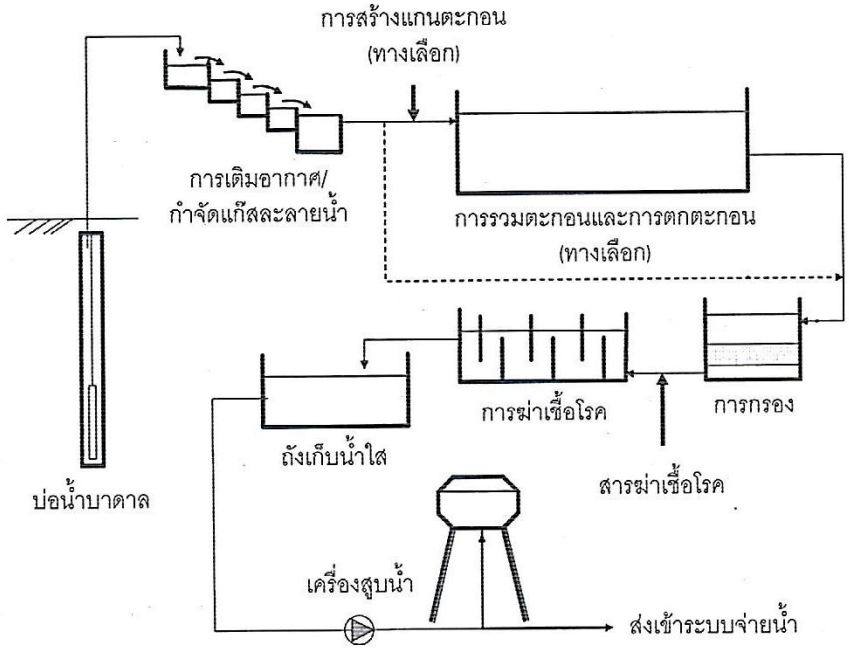
1. การผลิตน้ำประปาจากน้ำใต้ดิน (Treatment of groundwater) น้ำใต้ดินที่มาจากชั้นให้น้ำที่มีคุณภาพดีมักจะมีความใส ปราศจากสีและสารอินทรีย์ สามารถใช้เป็นน้ำประปาได้โดยผ่านการฆ่าเชื้อโรคเพียงอย่างเดียวได้ อย่างไรก็ตาม อาจพบว่าน้ำใต้ดินมีแร่ธาตุหรือสารละลายปนอยู่มาก เช่น เหล็ก แมงกานีส คลอไรด์ ไนเทรต ความกระด้าง (แคลเซียมและแมกนีเซียม) หรือมีแก๊สบางชนิด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (แก๊สไข่เน่า) เป็นต้น กระบวนการที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2557)

2. การผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน (Treatment of surface water) น้ำผิวดิน คือ น้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ หนองและบึง คุณสมบัติของน้ำผิวดินขึ้นอยู่กับการไหลนองบนพื้นดิน ทำให้น้ำได้รับความสกปรกจากสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่าง ๆ น้ำผิวดินมักจะมีความขุ่น สี และสารอินทรีย์สูง นอกจากนี้น้ำผิวดินยังอาจมีสารพิษจากบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมปนเปื้อน ได้แก่ โลหะหนัก ไนเตรต ฟอสเฟต ยาฆ่าแมลง หรืออาจมีการปนเปื้อนของน้ำเสียจากโรงงานอุตสหกรรมได้

ข้อแตกต่างระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คือ คุณภาพของน้ำผิวดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลมากกว่าน้ำใต้ดิน โดยน้ำผิวดินจะมีคุณภาพต่ำในฤดูฝน ซึ่งมักจะมีความขุ่นสูงมากจากการชะตะกอนและดินลงสู่แหล่งน้ำ อย่างไรก็ตาม น้ำผิวดินมักมีแร่ธาตุละลายน้ำต่ำ หากน้ำผิวดินมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการประปาดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2557)

มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ในปัจจุบันการขยายตัวของชุมชนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันการขยายตัวของกิจกรรมด้านอุตสาหกรรมและการเกษตรก็มีมากขึ้น ทำให้โอกาสที่สารเคมีและของเสียต่าง ๆ จะรั่วไหลออกไปปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติมีมากขึ้น อีกทั้งการจัดหาแหล่งน้ำธรรมชาติที่เหมาะสมในการผลิตน้ำประปานับวันจะหาได้ยากขึ้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่หน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของประเทศจะต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

1. การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแต่ละประเทศ หรือในแต่ละหน่วยงานจะมีความแตกต่างกันไป ทั้งนี้ปัจจัยที่สำคัญที่ต้องพิจารณาในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำต่าง ๆ ประกอบด้วย

1.1 คุณภาพและปริมาณของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะนำไปใช้

1.2 คุณภาพและปริมาณของน้ำ (หรืออัตราการไหลของน้ำ) ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะเป็นที่รองรับน้ำทิ้ง

1.3 สภาพเศรษฐกิจและค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือบำบัดน้ำ

1.4 ความพร้อมของเครื่องมือและเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีอยู่

1.5 ความพร้อมของบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการทำงานที่เกี่ยวข้อง

1.6 โอกาสที่จะพบสารปนเปื้อนนั้น ๆ ในน้ำ และปริมาณที่ตรวจพบ

2. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

เนื่องจากความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันมีมากขึ้น จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินขึ้น เพื่อประโยชน์ในการจัดการแหล่งน้ำของประเทศ และให้การใช้ทรัพยากรน้ำเกิดประโยชน์สูงสุด โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ประเภทของแหล่งน้ำผิวดินตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้แบ่งแหล่งน้ำผิวดินตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ออกเป็น 5 ประเภท พร้อมทั้งได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินพร้อมทั้งวิธีการตรวจวัดไว้ด้วย

แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่บนผืนแผ่นดิน แหล่งน้ำผิวดินทั้ง 5 ประเภทที่แบ่งตามการใช้ประโยชน์ มีลักษณะดังต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3. การประมง
4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

2. การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม และต้องมีมาตรฐานต่ำกว่าคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 4

3. มาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการประปา

โดยทั่วไปแล้วคุณภาพของน้ำผิวดินจะแปรปรวนไปตามฤดูกาลมากกว่าของน้ำใต้ดิน ซึ่งความยากง่ายในการผลิตน้ำประปาจะขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบเป็นสำคัญ น้ำดิบที่มีสารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูงมักจะทำความสะอาดได้ยากกว่าน้ำดิบที่มีสารปนเปื้อนอยู่น้อย การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของคุณภาพน้ำดิบจึงมีประโยชน์ในการคัดเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมในการผลิตน้ำประปา การออกแบบกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการควบคุมระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา โดยกำหนดระดับความเข้มข้นสูงสุดในน้ำให้มีได้ไม่เกินดังค่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการประปาที่กำหนดโดยคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร ดำเนินการโดยกรมอนามัย จะเห็นได้ว่าค่ามาตรฐานตามดัชนีคุณภาพน้ำตัวหลัก ๆ จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และดัชนีบางตัวก็ไม่ได้มีการกำหนดไว้ในมาตรฐานของกรมอนามัย

ตารางที่ 2-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการประปา (กรมอนามัย, 2560 ก)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน WHO	ค่ามาตรฐาน กรมอนามัย
กายภาพ	สี	Pt-Co	<300	<300
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	-	<5-9
เคมี	เหล็ก (Fe)	mg/ L	<50	50
	แมงกานิส (Mn)	mg/ L	<5	5
	ทองแดง (Cu)	mg/ L	<1.5	1.5
	สังกะสี (Zn)	mg/ L	<1.5	1.5
	ฟลูออไรด์ (F)	mg/ L	1.5	<1.5
	ไนเตรต (NO_3)	mg/ L	<45 (as NO_3^-)	<10 (as N)
	ความกระด้าง (Hardness)	mg/ L	-	<500
	ปริมาณของแข็งละลายได้ (Total Dissolved Solids)	mg/ L	<1,500	< 1,500
	$MgSO_4 + Na_2 SO_4$	mg/ L	<1,000	-
	Alkyl Benzyl Sulfonates (ABS)	mg/ L	<0.5	-
	สารประกอบฟีนอล	mg/ L	<0.002	-
สารพิษ	อาร์เซนิก	mg/ L	<0.05	-
	ไซยาไนด์	mg/ L	<0.2	-
	ตะกั่ว	mg/ L	<0.05	0.05
	โครเมียม	mg/ L	<0.05	0.05
	แคดเมียม	mg/ L	<0.01	0.05
	ซีลีเนียม	mg/ L	<0.01	-
	แอมโมเนีย	mg/ L	<0.5	-

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน WHO	ค่ามาตรฐาน กรมอนามัย
อื่น ๆ	ไขมัน	mg/ L	< 1.0	-
	สารกัมมันตภาพรังสี	uuc/ L	< 1,000	-
	บีโอดี	mg/ L	< 6.0	< 6.0
	ซีโอดี	mg/ L	< 10	-
	โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	MPN/ 100 ml	-	-
	ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/ 100 ml	-	-

4. มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม

ด้วยน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีจึงทำให้สารเคมีต่าง ๆ ละลายอยู่ในน้ำได้มากมายหลายชนิด สารเคมีบางชนิดอาจก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และความผิดปกติทางประสาทได้ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่ยินยอมให้สารเคมีในน้ำได้มากกว่า 75 ชนิด ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานเหล่านี้จะต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับความรู้ที่เพิ่มมากขึ้นและความสามารถในการตรวจวิเคราะห์สารเคมีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ค่ามาตรฐานที่กำหนดในมาตรฐานน้ำดื่มจะกำหนดจากผลกระทบที่สารปนเปื้อนนั้น ๆ จะมีต่อผู้บริโภคในสองด้าน คือ ด้านสุขภาพอนามัย (Health effects) และด้านความพึงพอใจในการใช้เป็นน้ำดื่ม (Aesthetic considerations) ค่ามาตรฐานที่กำหนดด้วยเกณฑ์ด้านสุขภาพจะทำให้ผู้บริโภคดื่มน้ำได้โดยไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพตลอดอายุขัยโดยเฉลี่ย ส่วนค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยเกณฑ์ด้านความพึงพอใจจะถูกกำหนดเป็นค่าต่ำสุดที่จะเริ่มทำให้เกิดความไม่น่าใช้น้ำ (Thresh old limit) เช่นสี กลิ่น และรส อย่างไรก็ตามระดับความสามารถในการรับรู้ของคนแต่ละคนจะแตกต่างกันไป ค่ามาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นจึงมีความแตกต่างกันไป ตัวอย่างของค่าดัชนีคุณภาพน้ำดื่มที่ถูกกำหนดด้วยเกณฑ์ด้านความพึงพอใจ ได้แก่ ความกระด้าง pH กลิ่นและรส อุณหภูมิ สี ความขุ่น คลอไรด์ แอมโมเนีย และเหล็ก เป็นต้น หากดัชนีคุณภาพน้ำตัวใดมีผลกระทบได้ทั้งสองด้าน ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำจะกำหนดจากผลกระทบอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีค่าต่ำกว่า เช่น

เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต คลอไรด์ และสังกะสี เป็นต้น ตัวอย่างที่ชัดเจน คือ ปริมาณเหล็กละลายน้ำที่จะให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพจะต้องมีปริมาณสูงมาก ดังนั้น ปริมาณเหล็กในน้ำจึงถูกกำหนดค่าต่ำสุดด้วยผลกระทบที่จะมีต่อความน่าดื่มน่าใช้ของน้ำเนื่องจากเหล็กละลายน้ำ จะทำให้เกิดกลิ่นและรสที่ไม่น่าดื่ม อีกทั้งทำให้เกิดเป็นสีสนิมเหล็กติดตามเครื่องสุขภัณฑ์และการอุดตันของระบบท่อ เป็นต้น ปริมาณแมงกานิสในน้ำที่มีได้ในน้ำดื่มจะถูกกำหนดด้วยค่าต่ำสุดจะส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคเช่นกัน ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าปริมาณที่จะมีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค

มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มที่ใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้น และได้รับการยอมรับทั่วโลก คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (World health organization; WHO) ส่วนประเทศต่าง ๆ ก็อาจจะมีการกำหนดมาตรฐานน้ำดื่มที่มีความเหมาะสมกับสภาพของตนเองซึ่งมีข้อจำกัดปลีกย่อยที่แตกต่างกันออกไป หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการผลิตน้ำประปาแต่ละท้องถิ่นอาจกำหนดมาตรฐานขึ้นมาเองเพื่อเป็นเป้าหมายในการผลิตน้ำประปาเพื่อชุมชน แต่ทั้งนี้ไม่ควรมีค่าคุณภาพน้ำด้อยไปกว่าเกณฑ์ที่ได้รับความยอมรับโดยทั่วไป โดยความแตกต่างของค่ามาตรฐานจะขึ้นอยู่กับท้องถิ่นนั้น ๆ และขึ้นอยู่กับปัจจัยในการพิจารณามาตรฐานคุณภาพน้ำดังที่กล่าวมาแล้ว ค่าเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มที่กำหนดโดยหน่วยงานต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการบริโภค (กรมอนามัย, 2560 ข)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	WHO (1993)	ค่ามาตรฐานประปาชนบท[1]	กรมอนามัย[2]	Australia (1996)
สี	Pt-Co	15	15	15	15
ความขุ่น	NTU	5	10	10	5
ความเป็นกรดด่าง	-	-[3]	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
ปริมาณของแข็งละลายได้	mg/ L	1,000	1,000	1,000	500
ความกระด้าง	mg/ L	-[3]	300	500	200
เหล็ก	mg/ L	0.3	0.5	0.5	0.3
แมงกานิส	mg/ L	0.1	0.3	0.3	0.1 (0.5)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	WHO (1993)	ค่ามาตรฐานประปาชนบท[1]	กรมอนามัย[2]	Australia (1996)
ทองแดง	mg/ L	1.0	1.0	1.0	1.0
สังกะสี	mg/ L	3.0	5.0	3.0	3.0
ซัลเฟต	mg/ L	250	400	250	250
คลอไรด์	mg/ L	250	250	250	250
ฟลูออไรด์	mg/ L	1.5	1.0	0.7	1.5
ไนเทรต	mg/ L	50	10	50	50
เรสสิเดลฟรีคลอรีน	mg/ L	> 0.5	0.2-0.5	0.2-0.5	0.6
อาร์เซนิก	mg/ L	0.01	0.05	0.01	0.007
โครเมียม	mg/ L	0.05	0.05	0.05	0.05
ตะกั่ว	mg/ L	0.01	0.05	0.03	0.01
ปรอท	mg/ L	0.001	0.001	0.001	0.001
แคดเมียม	mg/ L	0.003	0.005	0.003	0.002
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	MPN/ 100 mL	0	10	0	0
ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/ 100 mL	0	0	0	0

หมายเหตุ: MPN (Most Probable Number) การคำนวณแบคที่เรียที่เจริญเติบโตได้ในของเหลว

[1]กำหนดโดยคณะกรรมการการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร

[2]ประกาศกรมอนามัย เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปา พ.ศ. 2543

[3]ไม่ได้กำหนดค่าไว้ เนื่องจากค่าที่มีในน้ำดื่มไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

ระบบประปา

ประเภทของการใช้น้ำ การประมาณอัตราการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน อายุการใช้งานของระบบประปา และการคาดคะเนจำนวนประชากรในอนาคต ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการออกแบบระบบประปา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอัตราการใช้น้ำ จะใช้เป็นปัจจัยมาประกอบในการตัดสินใจเลือกแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาซึ่งแหล่งน้ำดิบจะต้องมีคุณภาพดีและมีปริมาณเพียงพอสำหรับใช้ในการผลิตน้ำประปาได้ตลอดอายุการใช้งานที่ออกแบบ การหาความจุของอ่างเก็บน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา ลักษณะของสถานีสูบน้ำ ซึ่งใช้ในการส่งน้ำดิบจากแหล่งน้ำมายังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือส่งน้ำประปาไปยังพื้นที่ให้บริการ วิธีการจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบประปา และการหาความจุของถังเก็บน้ำประปา

1. ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบประปา (Design consideration) ก่อนที่จะทำการออกแบบระบบประปา วิศวกรหรือผู้เกี่ยวข้องจะต้องมีการพิจารณาและตัดสินใจเรื่องสำคัญ ๆ ดังนี้

1.1 การกำหนดอายุการใช้งานประปาที่จะออกแบบ

1.2 การกำหนดขอบเขตและพื้นที่การให้บริการ

1.3 การคาดคะเนจำนวนประชากรในพื้นที่บริการ ตลอดอายุการใช้งานของระบบประปา

1.4 การคาดคะเนอัตราการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ

1.5 การเลือกแหล่งน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำประปา

1.6 การกำหนดระดับของการให้บริการ และประกันทั้งด้านคุณภาพและบริการ

2. ประเภทของการใช้น้ำ (Purposes of water usage) การใช้น้ำประปาของชุมชนมีลักษณะแตกต่างกันมากมายหลายประเภท ซึ่งการใช้น้ำแต่ล่ะประเภทจะมีสัดส่วนต่าง ๆ กัน ตัวอย่างของอัตราการใช้น้ำดังแสดงในตารางที่ 2-3 เป็นอัตราการใช้น้ำประเภทหลัก ๆ โดยคิดสัดส่วนเป็นร้อยละของปริมาณน้ำที่ผลิตสำหรับระบบประปาที่ให้บริการกับชุมชนขนาดกลาง ที่มีระดับคุณภาพชีวิตที่ดี และอยู่ในเขตที่มีภูมิอากาศอบอุ่น

ตารางที่ 2-3 ตัวอย่างสัดส่วนการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ (Barnes, Bliss, Gould & Vallentine, 1981)

ประเภทของการใช้น้ำ	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน)	ร้อยละของน้ำที่ผลิต
บ้านพักอาศัย	200	40
ย่านธุรกิจการค้า	80	16
การอุตสาหกรรม	100	20
การผลิตพื้นฐาน	20	4
กิจการสาธารณะ	55	11
น้ำที่สูญเสีย	45	9
รวม	500	100

2.1 การใช้น้ำในบ้านเรือน (Domestic use) การใช้น้ำในบ้านเรือนเป็นการใช้น้ำจากกิจกรรมต่าง ๆ ตามบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย เช่น น้ำใช้ในห้องน้ำ น้ำซักล้าง น้ำล้างจาน น้ำดื่ม น้ำล้างรถ น้ำรดต้นไม้ เป็นต้น สัดส่วนของการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ภายในบ้านเรือนแสดงในตารางที่ 2-4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำที่ใช้ในห้องน้ำและส้วมจะมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เพื่อการอื่น

ตารางที่ 2-4 สัดส่วนของน้ำใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของการใช้น้ำภายในบ้านเรือน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2532)

กิจกรรมการใช้น้ำ	ร้อยล่ะของน้ำที่ใช้ในบ้านเรือน
น้ำใช้ในส้วม	41
น้ำใช้สำหรับอาบ	37
น้ำใช้ในครัว	6
น้ำสำหรับดื่ม	5
น้ำใช้ซักผ้า	4
น้ำรดน้ำต้นไม้และน้ำล้างรถ	4
น้ำใช้ทำความสะอาดทั่ว ๆ ไป	3
รวม	100

2.2 การใช้น้ำในเขตธุรกิจหรือร้านค้า (Commercial use) น้ำที่ใช้ในสถานที่ทำงาน ร้านค้า หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ลักษณะการใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้สำหรับดื่ม ใช้เพื่อชำระล้างทำความสะอาดของพนักงาน คนงาน ปริมาณน้ำใช้จะขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่ทำงาน หรือคิดเป็นขนาดของพื้นที่ทำงานก็ได้ เช่น อัตราการใช้น้ำต่อคนเท่ากับ 55 ลิตร/ คน/ วัน ใน 8 ชั่วโมงทำงาน และอัตราการใช้น้ำต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับ 10-15 ลิตร/ ตารางเมตร/ วัน เป็นต้น (McGhee, 1991)

2.3 การใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (Industrial use) การใช้น้ำประเภทนี้จะมีสัดส่วนค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำในบ้านเรือน ซึ่งอัตราการใช้น้ำในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันอย่างมากขึ้นอยู่กับว่าการใช้น้ำเพื่อทำอะไร ได้มีการสำรวจพบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการใช้น้ำเพื่อการหล่อเย็นหรือระบายความร้อน ส่วนน้ำที่ใช้ในการผลิตหรือชำระล้างจะมีสัดส่วนที่ลดลงไป

2.4 การใช้น้ำเพื่อการเกษตร (Agricultural use) การใช้น้ำเพื่อการเกษตรเป็นการใช้น้ำสำหรับฟาร์ม เรือนเพาะชำ หรือสวน ที่อยู่ในเขตพื้นที่ให้บริการน้ำประปา ความต้องการใช้น้ำเพื่อการนี้จะขึ้นอยู่กับภูมิอากาศและวิธีการใช้น้ำเป็นสำคัญ การประมาณอัตราการใช้น้ำอาจคิดเป็นปริมาณน้ำต่อจำนวนของสัตว์เลี้ยง หรือต่อขนาดของพื้นที่โรงเรือน เป็นต้น

2.5 การใช้น้ำเพื่อกิจการสาธารณะ (Public use) การใช้น้ำสำหรับสวนสาธารณะ สวนหย่อม และเพื่อการบรรเทาสาธารณภัยต่าง ๆ อัตราการใช้น้ำเพื่อกิจการสาธารณะเฉลี่ยโดยปกติจะคิดที่ 50 ลิตร/ คน/ วัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะของชุมชนด้วยเช่นกัน ส่วนน้ำที่ใช้เพื่อกิจการดับเพลิงจะมีวิธีการพิจารณาที่ละเอียดลงไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของชุมชน ความพร้อมของรถดับเพลิงและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้มีการกำหนดสมการสำหรับใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำดับเพลิงหลายสมการ โดยปริมาณน้ำจะขึ้นอยู่กับประเภทและความหนาแน่นของอาคารต่าง ๆ และประชากรในชุมชนนั้น เช่น สมการที่กำหนดโดย The National of Fire Underwrite (USA) เป็นดังนี้

$$Q_F = 3861P^{0.5}(1-0.01P^{0.5}) \qquad (2\text{-}1)$$

โดย Q_F คือ ปริมาณน้ำดับเพลิง เป็น ลิตร/ นาที

P คือ จำนวนประชากรในชุมชนในหน่วย 1,000 คน

ในกรณีที่ต้องคำนวณหาปริมาณน้ำดับเพลิงของอาคารที่อยู่อาศัยเป็นหลังเดี่ยว ๆ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารนั้น สามารถประเมินได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q_F = 222CA^{0.5} \quad (2\text{-}2)$$

โดย Q_F คือ ปริมาณน้ำดับเพลิง เป็น ลิตร/ นาที

C คือ 1.5, 1.0, 0.8 และ 0.6 สำหรับบ้านไม้ บ้านธรรมดา บ้านตึก และบ้านที่ทำด้วยวัสดุทนไฟ ตามลำดับ

A คือ พื้นที่อาคารรวมทุกชั้นเป็นตารางเมตร

ทั้งนี้ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิงจะต้องไม่ต่ำกว่า 30 ลิตร/ วินาที และแรงดันน้ำในหัวจ่ายน้ำดับเพลิงต้องไม่น้อยกว่า 140 กิโลปาสกาล (1.4 บาร์) ดังนั้น ปริมาณน้ำประปาที่จะต้องส่งเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำ คือ ผลรวมของอัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน และปริมาณน้ำที่ต้องการดับเพลิง ได้มีการกำหนดว่าชุมชนที่มีขนาดเล็ก หรือมีประชากรน้อยกว่า 2,500 คน ควรมีน้ำสำหรับดับเพลิงได้นานติดต่อกันอย่างน้อย 5 ชั่วโมง และชุมชนที่มีขนาดใหญ่ควรมีน้ำเพียงพอสำหรับน้ำดับเพลิงนานติดต่อกันอย่างน้อย 10 ชั่วโมง ชุมชนที่มีประชากรมากกว่า 200,000 คน ต้องเผื่อปริมาณน้ำสำหรับในกรณีที่มีไฟไหม้สองแห่งพร้อมกันด้วย

2.6 การใช้น้ำที่ไม่ได้ตั้งใจหรือน้ำสูญเสีย (Water unaccounted for or loss) ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปหาได้จากปริมาณน้ำที่ถูกส่งเข้าไปในระบบ ลบด้วยปริมาณน้ำที่ใช้โดยผู้ใช้น้ำประเภทต่าง ๆ ทั้งหมดในช่วงเวลาเดียวกัน น้ำที่สูญเสียเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ กัน เช่น ท่อรั่ว ซึม ท่อแตก อุปกรณ์ประปาชำรุดเสียหาย รวมถึงน้ำที่ไม่ได้ผ่านมาตรวัดน้ำ เช่น น้ำที่ปล่อยทิ้งเพื่อล้างทำความสะอาดท่อ ประมาณการได้ว่าน้ำสูญเสียมีประมาณร้อยละ 10 ถึง 30 ของน้ำที่ส่งเข้าระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ดูแล การบำรุงรักษา ฝีมือการก่อสร้าง และระดับแรงดันน้ำในท่อประปา

ปริมาณน้ำใช้ (Water demand)

ปริมาณการใช้น้ำสามารถประเมินได้จากการใช้น้ำทุกประเภท รวมทั้งค่าตัวคูณสำหรับกรณีต่าง ๆ ที่จำเป็น อัตราการใช้น้ำจะบอกเป็นหน่วยของปริมาตรต่อเวลา เช่น ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง ลูกบาศก์เมตร/ วัน อัตราการใช้น้ำอาจบอกเป็นปริมาตรต่อคนต่อวันก็ได้ เช่น ลิตร/ คน/ วัน (Litre per capita per day; lpcd) ในหนังสือภาษาต่างประเทศอาจใช้หน่วยยูเอสแกลลอนต่อนาที ยูเอสแกลลอนต่อคนต่อวัน เป็นต้น (1 US gallon คือ 3.785 ลิตรโดยประมาณ)

1. อัตราการใช้น้ำต่อวัน (Daily consumption) อัตราการใช้น้ำในแต่ละชุมชนจะมีความแตกต่างกันมาก ดังแสดงในตารางที่ 2-5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

1.1 ขนาดของชุมชน

1.2 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในชุมชน

1.3 คุณภาพน้ำของประปา และแรงดันน้ำในท่อจ่ายน้ำ

1.4 ค่าน้ำประปา

1.5 สภาพภูมิอากาศ

1.6 สภาพความเป็นอยู่และอาชีพหลัก ๆ

1.7 ความน่าเชื่อถือของระบบประปาและการประกันคุณภาพของการบริการ

อาจอธิบายได้ว่าจำนวนประชากรมากหรือมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจมาก ความต้องการใช้น้ำจะมาก หากน้ำประปามีคุณภาพดี ไหลแรง และมีการรับประกันคุณภาพ ประชาชนใช้น้ำได้อย่างสะดวกสบาย อัตราการใช้น้ำจะสูง ในพื้นที่ที่มีอากาศร้อน อัตราการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ก็จะมากตามไปด้วย ในทางตรงกันข้าม หากน้ำประปาขุ่นบ่อย ๆ น้ำไหลไม่แรง ไหลบ้างหยุดบ้าง หรือค่าน้ำประปาแพง ประชาชนจะเกิดความรู้สึกไม่อยากใช้หรือจะใช้น้ำประปาน้อยลง แม้กระทั่งอาจหาทางเลือกอื่นทดแทน เช่น การเจาะบ่อน้ำบาดาลใช้เอง และการซื้อน้ำบริโภค เป็นต้น

ตารางที่ 2-5 ตัวอย่างอัตราการใช้น้ำในครัวเรือนในประเทศต่าง ๆ (ไคลเมทเชนจ์โซลูชั่นดอทคอม, 2560)

ประเทศ	**อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน)**
สหรัฐอเมริกา	420-600
แคนาดา	350
สหภาพยุโรป	200-350
ไทย (กรุงเทพ)	200
ลาว (เวียงจันทน์)	150-200
ทะเลทรายในแอฟริกา	20

อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยที่นิยมใช้เป็นค่าพื้นฐานสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำใช้ สามารถแบ่งตามลักษณะของชุมชนได้จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกดังแสดงในตาราง 2-6 ที่เป็นอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของคนในชุมชน จะเห็นได้ว่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของคนในชนบทจะน้อยกว่าอัตราการใช้น้ำของคนในเมืองโดยเฉพาะในเมืองหลวง ถึงประมาณ 5 เท่า อัตราการใช้น้ำพื้นฐานต่ำสุดที่องค์การสหประชาชาติกำหนดให้ใช้ คือ 50 ลิตร/ คน/ วัน สำหรับประเทศไทย อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยที่ใช้ในการออกแบบระบบประปาชุมชนเมืองจะมีค่าประมาณ 120 ถึง 200 ลิตร/ คน/ วัน

ตารางที่ 2-6 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะของชุมชน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2532)

ลักษณะของชุมชน	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน)
ชนบท	30-50
ชานเมือง	50-75
เขตเทศบาล	100-120
นครหลวง	200

ตารางที่ 2-7 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของเทศบาลต่าง ๆ ในประเทศไทยที่ได้รับการสำรวจจากหน่วยงานต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าอัตราการใช้น้ำของแต่ละชุมชนมีความแตกต่างกันมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 2-7 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของเทศบาลต่าง ๆ ในประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2546)

เทศบาล	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน)	ปีที่สำรวจข้อมูล
เทศบาลตำบลบัวใหญ่	175	2541
เทศบาลตำบลหัวหิน	179	2535
เทศบาลตำบลป่าตอง	215	2541
เทศบาลเมืองชัยภูมิ	199	2543
เทศบาลเมืองอุบลราชธานี	200	2543
เทศบาลเมืองเพชรบุรี	231	2543
เทศบาลเมืองอ่างทอง	250	2543
เทศบาลเมืองสกลนคร	267	2543
เทศบาลเมืองประจวบคีรีขันธ์	333	2543
เทศบาลนครนครศรีอยุธยา	192	2536
เทศบาลนครเชียงใหม่	334	2543

2. อัตราการใช้น้ำประเภทอื่น ๆ (Non-domestic water consumption)

ตัวอย่างอัตราการใช้น้ำประเภทอื่น ๆ นอกเหนือจากการใช้น้ำในบ้านเรือน ดังแสดงในตารางที่ 2-8 เป็นปริมาณน้ำใช้ที่คิดเป็นปริมาตรของน้ำต่อจำนวนคน จำนวนเตียง จำนวนที่นั่ง หรือต่อขนาดของพื้นที่ เป็นต้น

ตารางที่ 2-8 อัตราการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ ที่ไม่ใช่การใช้น้ำในบ้านเรือน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2532)

กิจกรรมที่ใช้น้ำ	**อัตราการใช้น้ำ**
โรงงานที่มีห้องน้ำห้องส้วม	48 ลิตร/ คน/ วัน
โรงงานที่ไม่มีห้องน้ำห้องส้วม	30 ลิตร/ คน/ วัน
โรงพยาบาลขนาดไม่เกิน 100 เตียง	340 ลิตร/ คน/ วัน
โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 100 เตียง	450 ลิตร/ คน/ วัน
โรงแรม	180 ลิตร/ คน/ วัน
สำนักงาน	45 ลิตร/ คน/ วัน
สถานที่ราชการ	25-220 ลิตร/ คน/ วัน
โรงภาพยนตร์	15 ลิตร/ คน/ วัน
โรงเรียน ไป-กลับ	45 ลิตร/ คน/ วัน
โรงเรียน กิน-นอน	135 ลิตร/ คน/ วัน
อะพาร์ตเมนต์	8-16 ลิตร/ คน/ วัน
ตลาดสด	13-50 ลิตร/ คน/ วัน
โรงเลี้ยงหมู	4-20 ลิตร/ คน/ วัน
โรงเลี้ยงไก่	0.1 ลิตร/ คน/ วัน
โรงฆ่าสัตว์	300-600 ลิตร/ คน/ วัน

3. อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน (Average daily water consumption) โดยทั่วไปแล้วอัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยในรอบวัน (Average daily consumption) จะถูกใช้เป็นหน่วยพื้นฐานของอัตราการใช้น้ำประปา ซึ่งในการคำนวณหรือแปลงเป็นอัตราการใช้น้ำในหน่วยอื่น ๆ ได้ทั้งนี้อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวันสามารถหาได้จากปริมาณน้ำใช้ในรอบหนึ่งปี (Total annual volume) หารด้วยจำนวนวันใน 1 ปี สำหรับการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน (Average daily rate per capita) จะหา

ได้จากอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวันหารด้วยจำนวนประชากรในชุมชนโดยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้น้ำพื้นฐานต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2-9

อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวันจะไม่ใช่ปริมาณน้ำที่ถูกใช้จริง แต่จะเป็นปริมาณน้ำรวมที่จ่ายเข้าสู่ระบบ ส่วนอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวันจะหมายถึงอัตราการใช้น้ำโดยประชากรเฉลี่ยจากทั้งชุมชน ไม่เฉพาะประชากรผู้ใช้น้ำที่เป็นลูกค้าตามทะเบียนบ้าน ค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยที่รวมเอาปริมาณการใช้น้ำประเภทอื่น ๆ เข้าไปด้วย เช่น น้ำใช้ในที่สาธารณะ น้ำที่ใช้โดยนักท่องเที่ยว รวมทั้งน้ำที่สูญเสียไปในระบบส่งน้ำ เป็นต้น

ตารางที่ 2-9 ที่มาของอัตราการใช้น้ำพื้นฐาน (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2557)

อัตราการใช้น้ำพื้นฐาน	**หน่วยที่ใช้**	**ที่มา**
ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี	ล้านลูกบาศก์เมตร	-
อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยรอบวัน	ลูกบาศก์เมตร/ วัน	ปริมาณน้ำใช้ในรอบปี/ 365 วัน
อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน	ลิตร/ คน/ วัน	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน/ จำนวนประชากรในชุมชน
อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อที่ได้รับบริการ	ลิตร/ คน/ วัน	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน/ จำนวนประชากรที่ได้รับบริการ

4. ความผันแปรของอัตราการใช้น้ำ (Variation in water consumption)

อัตราการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลาจะมีค่าไม่เท่ากัน เช่น ในช่วงเช้ากับช่วงเย็นจะมีอัตราการใช้น้ำสูงกว่าตอนกลางวัน และอัตราการใช้น้ำจะต่ำสุดในช่วงกลางคืนความผันแปรของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน ซึ่งจะทำให้ได้อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบสัปดาห์ (Maximum weekly consumption) อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง (Maximum hourly consumption)

อัตราการใช้น้ำสูงสุดเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนกับอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวันควรมีค่าดังแสดงในตารางที่ 2-10 ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นตัวคูณสำหรับเผื่อในการคำนวณหาอัตราการใช้น้ำเพื่อการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของระบบประปา

ตารางที่ 2-10 อัตราส่วนของอัตราการใช้น้ำสูงสุดต่ออัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน (Barnes et al., 1981)

อัตรส่วน	ภูมิอากาศอบอุ่น		ภูมิอากาศร้อนแห้งแล้ง	
	ช่วง	ค่าทั่วไป	ช่วง	ค่าทั่วไป
Max. Weekly/ Avg. Daily	1.1-1.3	1.2	1.7-2.3	2.0
Max. Daily/ Avg. Daily	1.3-2.0	1.5	2.0-4.0	2.5
Max. Hourly/ Avg. Daily	2.0-4.0	2.5	3.0-6.0	3.5

5. ขนาดของระบบประปาสำหรับการออกแบบ (Design capacity) การออกแบบระบบประปาที่ดีต้องประหยัดและคุ้มค่า และมีค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษาต่ำ ในขณะเดียวกันจะต้องสามารถให้บริการน้ำได้อย่างเพียงพอสม่ำเสมอตลอด 24 ชั่วโมง องค์ประกอบของระบบประปาในแต่ละส่วนจะต้องถูกออกแบบอย่างเหมาะสม โดยใช้อัตราการใช้น้ำที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากขนาดทางชลศาสตร์ของระบบประปาที่ออกแบบสามารถที่จะระบุออกมาในรูปของอัตราการไหลหรืออัตราการใช้น้ำได้ เช่น ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น อัตราการใช้น้ำที่ใช้ในการออกแบบจะเป็นอัตราการใช้น้ำในปีสุดท้ายของระยะเวลาที่กำหนดตามอายุการใช้งาน

แนวทางการออกแบบขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบประปาแสดงในตารางที่ 2-11 และในตารางที่ 2-12 เป็นตัวอย่างของข้อความกำหนดสำหรับการออกแบบระบบประปาเพื่อการขออนุญาตประกอบกิจการประปาสัมปทานจากกรมทรัพยากรน้ำ ในสัดส่วนของระบบประปาในชนบทของประเทศไทยได้มีการกำหนดขนาดสำหรับการออกแบบองค์ประกอบต่าง ๆ โดยกรมอนามัย ดังแสดงในตารางที่ 2-13 อย่างไรก็ตาม ขนาดที่ใช้ในการออกแบบอาจแตกต่างไปจากนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยและข้อจำกัดเฉพาะของแต่ละโครงการซึ่งวิศวกรและเจ้าของโครงการอาจต้องร่วมกันตัดสินใจ ในการเลือกขนาดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการออกแบบ

ตารางที่ 2-11 ขนาดที่ใช้ในการออกแบบองค์ประกอบของประปา (ศุภฤกษ์ สินสุพรรณ, 2545)

องค์ประกอบของประปา	**อัตราการใช้น้ำ**
1. แหล่งน้ำดิบ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
แม่น้ำหรือบ่อบาดาล	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบปี
บึง ทะเลสาบ	
2. ท่อส่งน้ำ	
จากแหล่งน้ำมาโรงกรอง	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
จากโรงกรองน้ำไปถังพักน้ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
จากโรงกรองน้ำไปสู่ชุมชน	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน + น้ำสำหรับดับเพลิง
จากถังพักน้ำไปสู่ชุมชน	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน + น้ำสำหรับดับเพลิง
3. เครื่องสูบน้ำแรงต่ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง หรือ อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง + น้ำสำหรับดับเพลิง
4. เครื่องสูบน้ำแรงต่ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
5. ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
6. ระบบท่อจ่ายน้ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน + น้ำสำหรับดับเพลิง หรือ อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง หรือ อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง + น้ำสำหรับดับเพลิง

ตารางที่ 2-12 ขนาดที่ใช้ในการออกแบบระบบประปาเพื่อการขออนุญาตประกอบกิจการประปา สัมปทานจากกรมทรัพยากรน้ำ (สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549)

องค์ประกอบของระบบประปา	ขนาดที่ใช้ออกแบบ
1. ปริมาณความต้องการใช้น้ำ	200 ลิตร/ วัน/ คน จำนวน 5 คน/ หลังคาเรือน
2. ปริมาณน้ำสูญเสีย	ร้อยละ 25 ของปริมาณความต้องการใช้น้ำ
3. อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ + ปริมาณน้ำสูญเสีย
4. อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน	1.5 เท่าของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน
5. อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง	2.25 เท่าของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน
6. อัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน หารด้วย จำนวนชั่วโมงการผลิตน้ำต่อวัน บ่อบาดาล จำนวนการผลิตสูงสุด 16 ชั่วโมง/ วัน น้ำผิวดิน จำนวนการผลิตสูงสุด 24 ชั่วโมง/ วัน
7. แหล่งน้ำดิบ	
บ่อบาดาล	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
น้ำผิวดิน	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบปี
8. ท่อส่งน้ำดิบ	อัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง
9. เครื่องสูบน้ำแรงต่ำ (น้ำดิบ)	อัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง
10. เครื่องสูบน้ำแรงสูง (น้ำประปา)	
บ่อบาดาล	ไม่น้อยกว่าอัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง
น้ำผิวดิน	1.5 เท่าของอัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง
11. ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน
12. ขนาดของถังเก็บน้ำ	ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมงของอัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง
13. ความจุของหอถังสูง	ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงของอัตราการผลิตน้ำต่อชั่วโมง
14. ความดันของน้ำในท่อจ่ายน้ำ	ไม่น้อยกว่า 7 เมตร
15. ระบบท่อจ่ายน้ำ	อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน + น้ำสำหรับดับเพลิง หรือ อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง (ให้ใช้ค่ามาก)

ตารางที่ 2-13 ขนาดที่ใช้ในการออกแบบระบบประปาชนบทของประเทศไทย (ศุภฤกษ์ สินสุพรรณ, 2545)

องค์ประกอบของระบบประปา	ขนาดที่ใช้
1. อายุของโรงกรองน้ำ	10 ปี
2. อายุของระบบท่อจ่ายน้ำ	15 ปี
3. อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน	
ในเขตสุขาภิบาล	80 ลิตร/ วัน/ คน
ในหมู่บ้าน	50 ลิตร/ วัน/ คน
4. อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบวัน	1.5 เท่าของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน
5. อัตราการใช้น้ำสูงสุดในรอบชั่วโมง	4.0 เท่าของอัตราเฉลี่ยใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน
6. อัตราการเพิ่มประชากร	ร้อยละ 3 ต่อปี
7. ช่วงเวลาสูบจ่ายน้ำสูงสุด	15 ชั่วโมง
8. ความดันของน้ำในท่อจ่ายน้ำ	10 psi (1 psi = 6.895 kPa)
9. ขนาดของถังเก็บน้ำ	ร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำเฉลี่ยที่จ่ายในรอบวัน
10. ความจุของหอถังสูง	ร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำเฉลี่ยที่จ่ายในรอบวัน

หมายเหตุ: PSI: Pound per Square Inch เป็นหน่วยวัดความดันหนึ่งปอนด์ต่อตารางนิ้ว
KPA: Kilopascals เป็นหน่วยวัดความดันหนึ่งนิวตันต่าตารางเมตร

อายุการใช้งานของระบบประปา

การกำหนดอายุการใช้งานของระบบประปามีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางแผนการจัดการระบบประปาในระยะยาว การคำนวณออกแบบ และการจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับระบบประปาซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการและดูแลระบบประปา เมื่ออัตราการใช้น้ำใกล้จะถึงอัตราสูงสุดในปีสุดท้ายที่ออกแบบไว้ หรือการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ใกล้เต็มประสิทธิภาพสูงสุดจะต้องเตรียมการเพื่อการขยายของระบบผลิต และจัดหาอุปกรณ์ใหม่ทดแทนหรือเพิ่มเติมเพื่อรองรับกับปริมาณการใช้น้ำในระยะต่อไป คำแนะนำสำหรับอายุการใช้งานขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบประปาที่ใช้ในการออกแบบ แสดงในตารางที่ 2-14 โครงการประปามักวางแผนการใช้งานอย่างน้อย 25 ปี โดยอาจแบ่งการก่อสร้างออกเป็นระยะ ๆ และเมื่อจำเป็นต้องขยายระบบจะต้องเตรียมการล่วงหน้าหลายปีเพื่อทำการสำรวจและออกแบบ หาแหล่งทุนและทำการก่อสร้าง ข้อพิจารณาในการกำหนดอายุการใช้งานประกอบด้วย

1. อายุการใช้งานตามสภาพของสิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์ต่าง ๆ
2. ความยากง่ายในการต่อเติม และสถานที่ที่ต้องการใช้
3. อัตราการขยายตัวของประชากรและกิจกรรมอื่น ๆ
4. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้และปัจจัยทางด้านเงินลงทุน
5. ค่าของเงินและค่าเสื่อมราคา
6. การทำงานของระบบในระยะแรก ๆ ที่ยังทำงานไม่เต็มกำลังตามที่ออกแบบไว้

แนวทางปฏิบัติ ก็คือ การออกแบบและก่อสร้างของระบบที่ไม่ประหยัดและไม่สะดวกในการจัดหาในภายหลัง ควรดำเนินการให้เสร็จสิ้นในระยะแรกของโครงการ เช่น สถานีสูบน้ำ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ถังกรอง ถังตกตะกอน อาจทำการก่อสร้างเฉพาะจำนวนเท่าที่จำเป็นในระยะแรกก่อน และทำการก่อสร้างเพิ่มเติมเป็นระยะในภายหลัง

ตารางที่ 2-14 อายุการใช้งานขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบประปา (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2532; ศุภฤกษ์ สินสุพรรณ, 2545)

องค์ประกอบของระบบประปา	อายุการใช้งาน (ปี)
เขื่อน อุโมงค์ส่งน้ำ	25-50
บ่อบาดาล	15-25
ท่อส่งน้ำดิบ	20-25
โรงกรองน้ำ	15-25
เครื่องสูบน้ำ	10
ท่อขนาดใหญ่กว่า 300 มม.	20-25
ท่อขนาดเล็กกว่า 300 มม.	10-15

แหล่งน้ำดิบ (Sources of water)

การเลือกแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปามีข้อพิจารณาสำคัญ คือ น้ำที่จะใช้ในการผลิตเป็นน้ำประปาจะต้องมีคุณภาพ (Quality) ที่เหมาะสมและมีปริมาณ (Quantity) ที่มากกว่าเพียงพอสำหรับการทำประปาได้ตลอดเวลา จนกระทั่งถึงปีสุดท้ายของระยะเวลาที่ออกแบบไว้

น้ำในแหล่งต่าง ๆ บนโลกจะมีการหมุนเวียนไปมาตลอดเป็นวัฏจักรของน้ำและการกระจายในส่วนต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-15 จะเห็นได้ว่าแหล่งน้ำดิบที่จะเป็นน้ำจืดบนโลกมีปริมาณ

น้อยมาก แหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาที่สำคัญ คือ แหล่งน้ำใต้ดินการเลือกใช้แหล่งน้ำดิบจากแหล่งอื่น ๆ ก็เป็นไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่

ตารางที่ 2-15 ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลก (Chow, Maidment & Mays, 1988)

ประเภทของแหล่งน้ำ	ร้อยละของปริมณ	ร้อยละของน้ำจืดทั้งหมด
น้ำเค็ม (มหาสมุทร ทะเลสาบ น้ำใต้ดิน)	97.50	
น้ำจืด		
น้ำแข็งขั้วโลกและหิมะ	2.50	69.60
ทะเลสาบ		0.26
บึง หนอง แม่น้ำ ลำธาร		0.036
น้ำใต้ดิน		30.10
น้ำในบรรยากาศ		0.04

1. น้ำผิวดิน (Surface water) แหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญ ได้แก่ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ บึง แม่น้ำ และคลอง เป็นต้น ที่มาของน้ำผิวดินมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลนองไปตามพื้นดิน ไหลลงไปสะสมตามแหล่งน้ำต่าง ๆ น้ำผิวดินบางส่วนอาจมาจากการไหลซึมออกมาของน้ำใต้ดิน ในกรณีนี้แหล่งน้ำผิวดินจะไม่แห้งถึงแม้จะไม่มีการไหลเพิ่มของน้ำฝนก็ตาม

การหาปริมาณน้ำของแหล่งน้ำผิวดินอาจจะหาจากปริมาณน้ำท่า (Runoff) ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วกลายเป็นน้ำผิวดินที่ไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง หรืออ่างเก็บน้ำ เนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมานั้นบางส่วนจะซึมลงไปใต้ดินและบางส่วนจะระเหยกลับสู่บรรยากาศ วิธีหาปริมาณน้ำผิวดินอาจใช้วิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลปริมาณฝน โดยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมา สำหรับพื้นที่เฉพาะแห่ง หรือใช้วิธีการตรวจวัดจากพื้นที่จริงก็ได้ ปริมาณน้ำผิวดินที่มาจากน้ำฝนจะขึ้นอยู่กับ

1.1 ความเข้มฝน (Rainfall intensity) ความถี่ และระยะเวลาที่ฝนตก (Rainfall duration)

1.2 ขนาดและลักษณะของพื้นที่รองรับน้ำฝน (Catchment area หรือ Watershed area)

ข้อมูลฝนหาได้จากสถิติน้ำฝนที่มีการบันทึกไว้ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ส่วนขนาดของพื้นที่รองรับน้ำฝนจำเป็นต้องใช้แผนที่หรือการสำรวจระดับความสูงต่ำของ

พื้นที่โดยแสดงในรูปของเส้นชั้นความสูง (Contour line) เพื่อหาขอบเขตของพื้นที่รับน้ำฝน สมการที่นิยมใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่า คือ วิธีหลักเหตุผล (Rational method)

$$Q = CiA \qquad (2\text{-}3)$$

โดย Q คือ ปริมาณน้ำท่า C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า i คือ ความเข้มฝนเฉลี่ย (เมตร/ ปี) A คือ ขนาดพื้นที่รองรับน้ำฝน (ตารางเมตร) ปริมาณน้ำที่คำนวณได้จะเป็นน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี ซึ่งหมายถึง ปริมาณน้ำผิวดินทั้งหมดที่จะได้จากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่รองรับน้ำฝนนั้น ๆ

2. น้ำใต้ดิน (Ground water) น้ำฝนที่ตกลงมามักจะไหลนองไปบนพื้นดินแล้ว บางส่วนได้ไหลซึมลงไปในดิน โดยน้ำเหล่านี้จะลงไปแทรกอยู่ตามช่องว่างต่าง ๆ ในชั้นดิน ชั้นหิน อันได้แก่

2.1 ช่องว่างที่อยู่ระหว่างเม็ดดิน เม็ดกรวด และรูพรุนของหิน

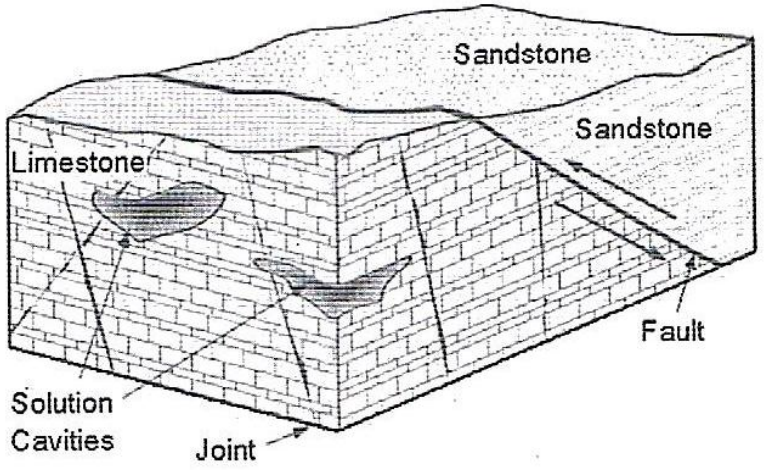
2.2 ช่องว่างที่เป็นรอยแตกหรือรอยแยกของหิน

2.3 ช่องว่างขนาดใหญ่ในชั้นหินที่อยู่ใต้ดินหรือถ้ำใต้ดินที่เกิดจากการละลายน้ำของหินปูน

ปริมาณน้ำที่อยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินขึ้นอยู่กับช่องว่างประสิทธิผล (Effectiveporosity) โดยแสดงในตารางที่ 2-16 จะเห็นได้ว่ากรวดทรายที่มีขนาดเม็ดใหญ่จะมีปริมาณของช่องว่างประสิทธิผลสูงและมีค่าการซึมผ่านได้สูง ส่วนดินเหนียวซึ่งมีขนาดเม็ดเล็กมากและมีแรงดึงดูดทางเคมีไฟฟ้าระหว่างอนุภาค ทำให้มีปริมาณของช่องว่างประสิทธิผลต่ำและมีค่าการซึมผ่านได้ต่ำ นอกจากนั้นขนาดและรูปร่างของช่องว่าง การเรียงตัว และการคละของขนาดเม็ดดินก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณน้ำที่เก็บกักตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนปริมาณน้ำที่อยู่ตามช่องว่างที่เป็นรอยแตกแยกของหินจะขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนของรอยแตกรอยแยก และความต่อเนื่องของรอยแตกในเนื้อหิน ดังภาพที่ 2-3

ตารางที่ 2-16 คุณสมบัติของดินและค่าการซึมผ่านได้ของดินชนิดต่าง ๆ (Fetter, 1994; Roscoe Moss Company, 1990)

ชนิดดิน	ขนาดอนุภาค	ความพรุน	ความพรุนประสิทธิผล	ค่าการซึมผ่านได้ของน้ำ (เมตร/ วินาที)
กรวดหยาบ	16-24	28	23	10^{-1}-1
กรวดละเอียด	2-8	34	25	10^{-4}-10^{-2}
ทรายหยาบ	0.5-2.0	39	27	10^{-5}-10^{-3}
ทรายละเอียด	0.162-0.250	43	23	10^{-7}-10^{-5}
ทรายแป้ง	0.004-0.062	46	8	10^{-8}-10^{-6}
ดินเหนียว	< 0.004	42	3	10^{-11}-10^{-8}



ภาพที่ 2-3 รอยแตกรอยแยกในชั้นหินและโพรงที่เกิดขึ้นในชั้นหิน (Roscoe Moss Company, 1990)

การนำน้ำใต้ดินขึ้นมาจะต้องทำการขุดหรือเจาะลงไปในชั้นดินหรือชั้นหินให้ถึงบริเวณที่ชั้นดินหรือชั้นหินนั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ จึงจะสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ ความลึกของบ่อในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของชั้นดินชั้นหิน ลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาในบริเวณนั้น น้ำใต้ดินที่อยู่ในชั้นดินหรือชั้นหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะเรียกว่า น้ำบาดาล และเรียกชั้นดินชั้นหินนี้ว่า ชั้นให้น้ำ (Aquifer) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชั้นทรายหรือชั้นกรวด ที่มีช่องว่างประสิทธิผลสูงชั้นให้น้ำแบ่งได้เป็น 2 แบบดังภาพที่ 2-4

1. ชั้นให้น้ำแบบเปิด (Unconfined aquifer) ชั้นให้น้ำแบบเปิดนี้จะประกอบด้วยทรายหรือกรวดจัดเรียงตัวอยู่ตอนบน โดยมีชั้นดินเหนียวหรือชั้นหินที่น้ำไหลซึมผ่านได้ยากรองรับอยู่ด้านล่าง ที่ระดับผิวบนของชั้นทรายหรือกรวดที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะเรียกว่า ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) ซึ่งจะมีความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่เก็บกักในชั้นให้น้ำนั้น

2. ชั้นให้น้ำแบบปิด (Confined aquifer) ชั้นให้น้ำแบบปิดจะหมายถึงชั้นทรายหรือกรวดที่ถูกปิดทับและถูกรองรับด้วยชั้นดินเหนียวหรือชั้นหินที่น้ำไหลซึมผ่านได้ยาก ลักษณะเช่นนี้จะทำให้น้ำในชั้นนี้อยู่ภายใต้แรงดัน หากเจาะบ่อบาดาลมายังชั้นให้น้ำนี้จะสังเกตเห็นว่าระดับน้ำคงที่ (Static water level) ในบ่อบาดาลจะขึ้นมาอยู่สูงกว่าระดับของชั้นให้น้ำ ระดับของชั้นให้น้ำใต้ดินแบบปิดจะเรียกว่า Piezometrichead

นอกจากนั้นยังมีชั้นให้น้ำอีกลักษณะหนึ่งเรียกว่า ชั้นให้น้ำปลอม (Perched aquifer) ซึ่งน้ำใต้ดินถูกเก็บกักในชั้นกรวดหรือทรายที่ถูกรองรับด้วยชั้นดินเหนียวหรือชั้นทึบน้ำที่มีลักษณะเป็นแอ่งเล็ก ๆ ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ทำให้มีลักษณะเหมือนชั้นให้น้ำแบบเปิด หากสูบน้ำขึ้นมาใช้ระยะหนึ่งน้ำก็จะหมดไปเนื่องจากไม่มีความต่อเนื่องทางชลศาสตร์กับน้ำใต้ดินบริเวณอื่น

การหาความสามารถในการให้น้ำของชั้นให้น้ำ สามารถทำได้โดยการทดสอบบ่อ (Pumping test) ด้วยการสูบน้ำออกจากบ่อบาดาลจนกระทั่งน้ำในบ่อและบ่อสังเกตการณ์ที่อยู่ห่างออกไปมีระดับน้ำคงที่ หรือกระทั่งการสูบน้ำอยู่ในภาวะสมดุล นั่นคือ อัตราการสูบน้ำออกจากบ่อเท่ากับอัตราการไหลของน้ำเข้ามาในชั้นให้น้ำ ข้อมูลจากการทดสอบบ่อบาดาลยังสามารถใช้ในการคำนวณหาคุณสมบัติของชั้นให้น้ำ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ ดังสมการของ Thiem ดังนี้

สมการของ Thiem สำหรับชั้นให้น้ำแบบเปิด

$$K = \frac{Q}{\pi(h_2^{\,2} - h_1^{\,2})} \ln\left[\frac{r_2}{r_1}\right] \qquad (2\text{-}4)$$

สมการของ Thiem สำหรับชั้นให้น้ำแบบเปิด

$$K = \frac{Q}{2\pi b(h_2^{\,2} - h_1^{\,2})} \ln\left[\frac{r_2}{r_1}\right] \qquad (2\text{-}5)$$

ตัวแปรต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 2-5 และภาพที่ 2-6

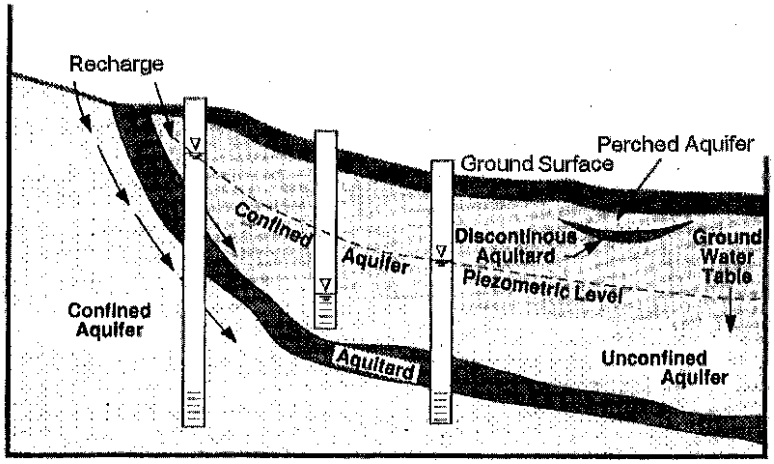
โดยที่ Q คือ อัตราการสูบน้ำ

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้

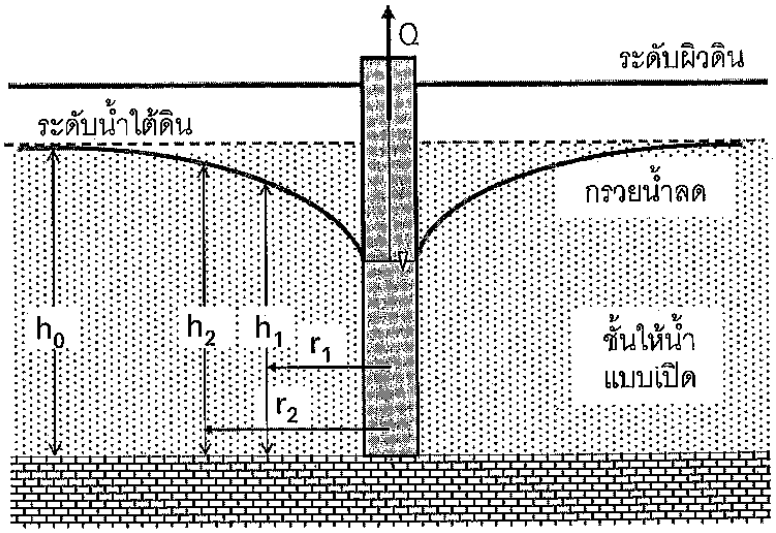
b คือ ความหนาของชั้นให้น้ำแบบปิด

h_1 คือ ระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ที่อยู่ห่างจากบ่อบาดาลเท่ากับ r_1

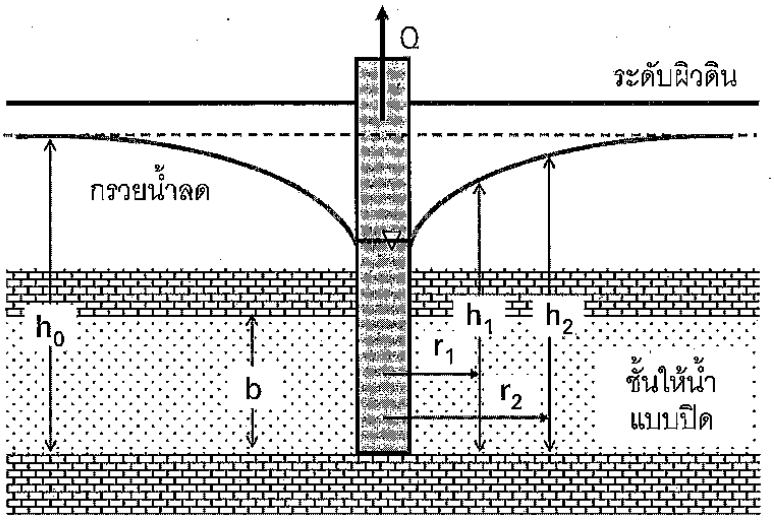
h_2 คือ ระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ที่อยู่ห่างจากบ่อบาดาลเท่ากับ r_2



ภาพที่ 2-4 ประเภทของชั้นให้น้ำ (Fetter, 1994; Roscoe Moss Company, 1990)



ภาพที่ 2-5 ตัวแปรสำหรับการคำนวณด้วยสมการของ Thiem สำหรับชั้นน้ำแบบเปิด (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2557)

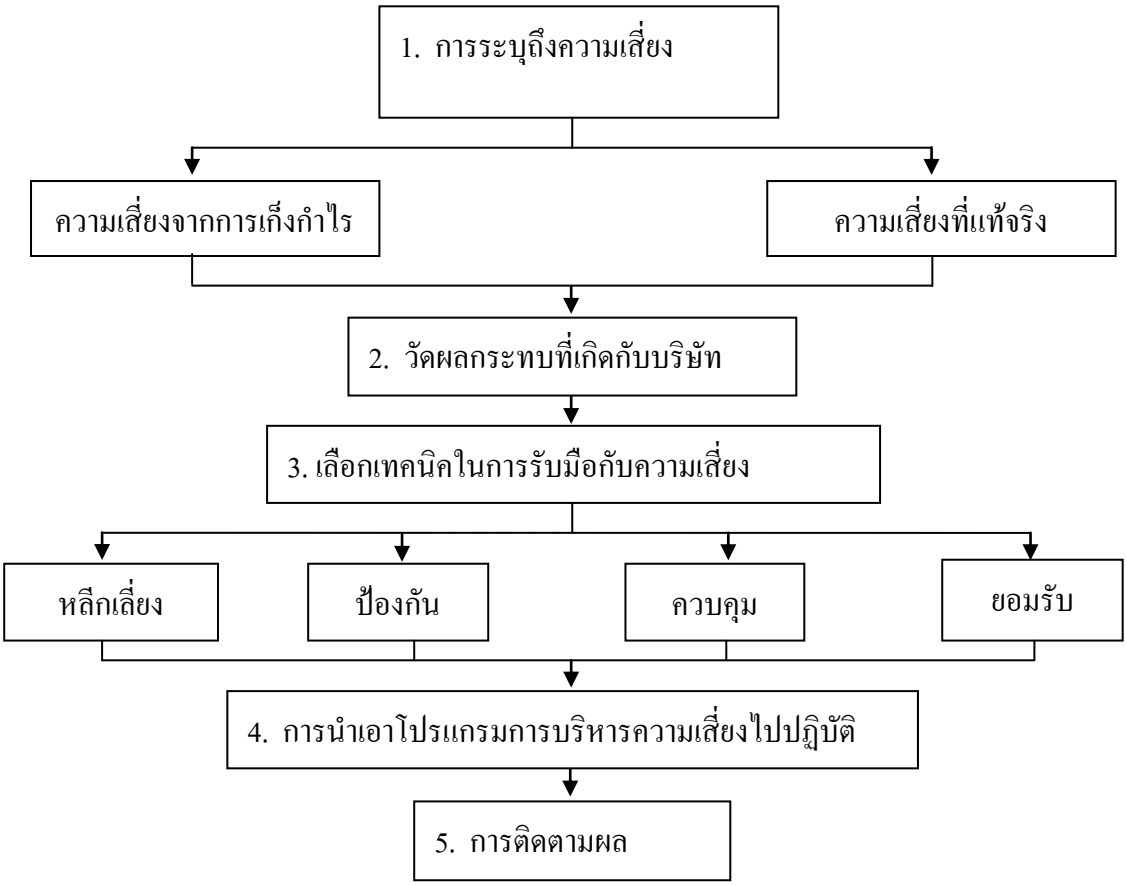


ภาพที่ 2-6 ตัวแปรสำหรับการคำนวณด้วยสมการของ Thiem สำหรับชั้นน้ำแบบปิด (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2557)

การจัดการความเสี่ยง

1. ความเสี่ยง หมายถึง โอกาสที่บางสิ่งบางอย่างอาจจะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของสิ่งที่เป็นอันตรายหรือคุกคามที่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางธุรกิจหรือแผนต่าง ๆ ทั้งนี้ความเสี่ยงเกิดขึ้นเนื่องมาจากความไม่แน่นอน ซึ่งสามารถวัดความน่าจะเป็นของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ หรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (ถ้าเกิดขึ้นจริง) แต่ละหน่วยงานในองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนนั้น อาจมีมุมมองในเรื่องความเสี่ยงแตกต่างกันหรือตรงข้ามกันก็ได้ เช่น บุคลากรในแผนกรักษาความปลอดภัยอาจมองเรื่องความเสี่ยงเป็นเรื่องเลวร้ายที่ต้องได้รับการจัดการโดยเร่งด่วน ในขณะที่แผนกการเงินอาจมีมุมมองที่แตกต่างออกไป อย่างไรก็ตามบุคลากรในองค์กรต้องตระหนักอยู่เสมอว่า ต้องไม่สร้างความเสี่ยงเกินกว่าที่องค์กรของตนเองจะรับไหว แต่ต้องอยู่บนพื้นฐานของการหาโอกาสที่จะสร้างประโยชน์สูงสุดแก่หน่วยงานหรือองค์กรของตน

2. การบริหารความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการในการป้องกันอำนาจและทรัพย์สินที่ได้มา โดยการลดโอกาสของการสูญเสียซึ่งมาจากเหตุการณ์ที่ไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนี้การบริหารความเสี่ยงยังเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การตัดสินใจที่ดี โดยการให้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งต่อความเสี่ยงและผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งผู้บริหารจะต้องตื่นตัวต่อความเสี่ยงที่มีต่อหน่วยงานและผลกระทบที่อาจส่งผลถึงผลกำไรของหน่วยงาน โดยทั่วไปกระบวนการในการบริหารความเสี่ยงนั้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 กระบวนการในการบริหารความเสี่ยง (ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, 2550)

3. การระบุความเสี่ยง เป็นกระบวนการที่ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานร่วมกันระบุความเสี่ยง และปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับโครงการ/ กิจกรรม เพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์ที่เป็นความเสี่ยงที่อาจมีผลกระทบต่อการบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

3.1 วิธีการและเทคนิคในการระบุความเสี่ยง มีหลายวิธีซึ่งแต่ละหน่วยงานอาจเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ดังนี้

3.1.1 การระบุความเสี่ยงโดยการรวมกลุ่มระดมสมอง เพื่อให้ได้ความเสี่ยงที่หลากหลาย

3.1.2 การระบุความเสี่ยงโดยการใช้ Checklist ในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและทรัพยากร

3.1.3 การระบุความเสี่ยงโดยการวิเคราะห์สถานการณ์จากการตั้งคำถาม “What-if”

3.1.4 การระบุความเสี่ยงโดยการวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ

3.2 เทคนิคการวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

3.2.1 ระบุความเสี่ยง หรือผลของความเสี่ยงในแต่ละขั้นตอน

3.2.2 ระบุปัจจัยเสี่ยง หรือต้นเหตุของความเสี่ยงในแต่ละขั้นตอน

4. ปัจจัยเสี่ยง หมายถึง ต้นเหตุ หรือสาเหตุที่มาของความเสี่ยง ที่จะทำให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยต้องระบุได้ด้วยว่าเหตุการณ์นั้นจะเกิดที่ไหนเมื่อใด เกิดขึ้นได้อย่างไรและทำไม ทั้งนี้สาเหตุของความเสี่ยงที่ระบุ ควรเป็นสาเหตุที่แท้จริง เพื่อจะได้วิเคราะห์และกำหนดมาตรการลดความเสี่ยงในภายหลังได้อย่างถูกต้อง

5. การประเมินความเสี่ยง หมายถึง การวิเคราะห์และจัดลำดับความเสี่ยง โดยพิจารณาจากการประเมินจากโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (Likelihood) และความรุนแรงของผลกระทบจากเหตุการณ์ความเสี่ยง (Impact) ต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ของกระบวนการทำงานของหน่วยงานหรือขององค์กรการประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

5.1 การกำหนดเกณฑ์การประเมินมาตรฐานเป็นการกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินความเสี่ยง ได้แก่ ระดับโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (Likelihood) ระดับความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) และระดับของความเสี่ยง (Degree of risk) โดยคณะกรรมการบริหาร

ความเสี่ยงของแต่ละหน่วยงานจะต้องกำหนดเกณฑ์ของหน่วยงาน เป็นเกณฑ์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ 5 ระดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลสภาพแวดล้อมในหน่วยงาน และดุลยพินิจการตัดสินใจของคณะกรรมการ ฯ และฝ่ายบริหารของหน่วยงานเกณฑ์ในเชิงปริมาณจะเหมาะกับหน่วยงานที่มีข้อมูลตัวเลข หรือจำนวนเงินมาใช้ในการวิเคราะห์อย่างพอเพียง สำหรับหน่วยงานที่มีข้อมูลเชิงพรรณนาไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขหรือจำนวนเงินที่ชัดเจนได้ ก็ให้กำหนดเกณฑ์ในเชิงคุณภาพ ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ (Likelihood) ในเชิงปริมาณ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-8, ตารางที่ 2-9, ตารางที่ 2-10 และตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-17 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ในเชิงปริมาณ (ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, 2550)

ระดับ	โอกาสที่จะเกิด	คำอธิบาย
5	สูงมาก	1 เดือนต่อครั้ง หรือมากกว่า
4	สูง	1-6 เดือนต่อครั้ง แต่ไม่เกิน 5 ครั้ง
3	ปานกลาง	1 ปีต่อครั้ง
2	น้อย	2-3 ปีต่อครั้ง
1	น้อยมาก	5 ปีต่อครั้ง

ตารางที่ 2-18 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ (Likelihood) ในเชิงคุณภาพ (ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, 2550)

ระดับ	โอกาสที่จะเกิด	คำอธิบาย
5	สูงมาก	มีโอกาสในการเกิดเกือบทุกครั้ง
4	สูง	มีโอกาสในการเกิดค่อนข้างสูงหรือบ่อย ๆ
3	ปานกลาง	มีโอกาสเกิดบางครั้ง
2	น้อย	อาจมีโอกาสเกิดแต่นาน ๆ ครั้ง
1	น้อยมาก	มีโอกาสเกิดในกรณียกเว้น

ตารางที่ 2-19 ระดับความรุนแรงของผลกระทบของความเสี่ยง (Impact) เชิงปริมาณ (ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, 2550)

ระดับ	ผลกระทบ	คำอธิบาย
5	สูงมาก	> 10 ล้านบาท
4	สูง	> 2.5 ล้านบาท-10 ล้านบาท
3	ปานกลาง	> 50,000-2.5 ล้านบาท
2	น้อย	> 10,000-50,000 บาท
1	น้อยมาก	ไม่เกิน 10,000 บาท

ตารงที่ 2-20 ระดับความรุนแรงของผลกระทบของความเสี่ยง (Impact) เชิงคุณภาพ (ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, 2550)

ระดับ	ผลกระทบ	คำอธิบาย
5	รุนแรงสูง	มีการสูญเสียทรัพย์สินอย่างมหันต์ มีการบาดเจ็บถึงชีวิต
4	ค่อนข้างรุนแรง	มีการสูญเสียทรัพย์สินมาก มีการบาดเจ็บสาหัสถึงขั้นพักงาน
3	ปานกลาง	มีการสูญเสียทรัพย์สินมาก มีการบาดเจ็บสาหัสถึงขั้นหยุดงาน
2	น้อย	การสูญเสียทรัพย์สินพอสมควร มีการบาดเจ็บรุนแรง
1	น้อยมาก	มีการสูญเสียทรัพย์สินเล็กน้อย ไม่มีการบาดเจ็บรุนแรง

ระดับของความเสี่ยง หมายถึง สถานะของความเสี่ยงที่ได้จากประเมินโอกาสและผลกระทบของแต่ละปัจจัยเสี่ยงกำหนดเกณฑ์ไว้ 4 ระดับ คือ สูงมากสูงปานกลางและน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2-8

แผนผังประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix)

Risk Assessment Matrix			ความเป็นไปได้				
			ต่ำมาก / น้อยมาก	ต่ำ / น้อย	ปานกลาง	สูง / บ่อย	สูงมาก / บ่อยมาก
			1	2	3	4	5
ผลกระทบ / ความรุนแรง	สูงมาก / หายนะ	5	5	10	15	20	25
	สูง / วิกฤต	4	4	8	12	16	20
	ปานกลาง	3	3	6	9	12	15
	ต่ำ / น้อย	2	2	4	6	8	10
	ไม่เป็นสาระสำคัญ / น้อยมาก	1	1	2	3	4	5
			ระดับของความเสี่ยง				

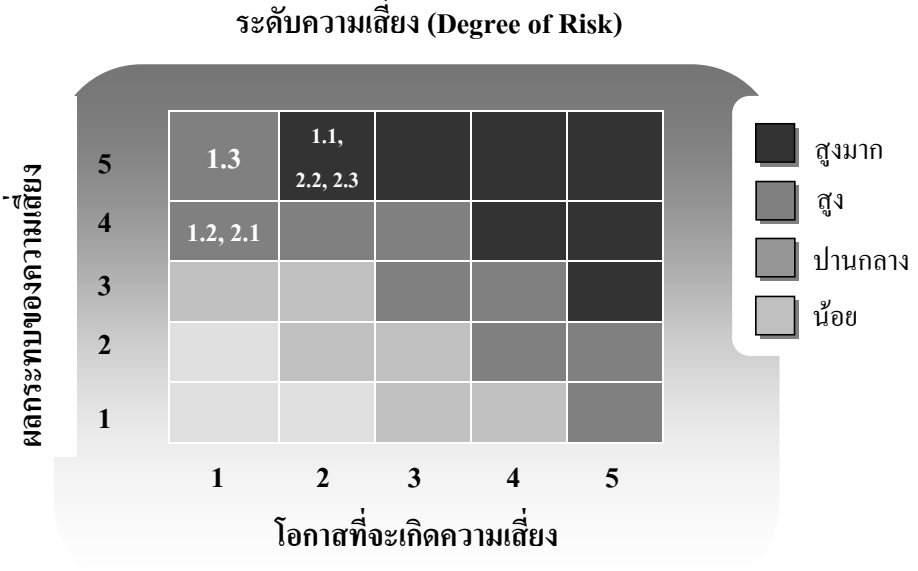
ภาพที่ 2-8 แผนผังประเมินความเสี่ยง (ไอทีจีไทยแลนด์ดอทคอม, 2017)

5.2 การประเมินโอกาสและผลกระทบของความเสี่ยง เป็นการนำความเสี่ยงและปัจจัยเสี่ยงแต่ละปัจจัยที่ระบุไว้มาประเมินโอกาส (Likelihood) ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง และประเมินระดับความรุนแรงหรือมูลค่าความเสียหาย (Impact) จากความเสี่ยง เพื่อให้เห็นถึงระดับของความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถกำหนดการควบคุมความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม ช่วยให้หน่วยงานสามารถวางแผนและจัดสรรทรัพยากรได้อย่างถูกต้อง ภายใต้งบประมาณ กำลังคน หรือเวลาที่มีจำกัด โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้นคณะกรรมการผู้ประเมินของหน่วยงานควรเป็นผู้มีความรู้ความชำนาญ และมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ สำหรับเทคนิคการให้คะแนนระดับการประเมินโอกาสและผลกระทบของแต่ละปัจจัยความเสี่ยง อาจใช้คะแนนเสียงข้างมากในที่ประชุมหรือให้แต่ละคนเป็นผู้ให้คะแนน แล้วนำคะแนนนั้นมาหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ทั้งนี้มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

5.2.1 พิจารณาโอกาส/ ความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ (Likelihood) ที่จะเกิดนั้นมากน้อยเพียงใดตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5.2.2 พิจารณาความรุนแรงหรือความเสียหาย จากผลกระทบของความเสี่ยง (Likelihood) ที่มีผลต่อหน่วยงานตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงเมื่อหน่วยงานพิจารณาโอกาส/ ความถี่ที่จะเกิดเหตุการณ์ (Likelihood) และความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) ของแต่ละปัจจัยเสี่ยงแล้วให้นำผลที่ได้มาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง และผลกระทบของความเสี่ยงต่อหน่วยงานว่าก่อให้เกิดความเสี่ยงในระดับใด ตามตารางระดับความเสี่ยง ซึ่งจะทำให้หน่วยงานทราบว่า มีความเสี่ยงใดเป็นความเสี่ยงสูงสุดที่จะต้องบริหารจัดการก่อน ดังแสดงในภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 ระดับความเสี่ยง (ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, 2550)

5.4 การจัดลำดับความเสี่ยง เมื่อได้ค่าระดับความเสี่ยงแล้วจะนำมาจัดลำดับความรุนแรงของความเสี่ยงที่มีผลต่อองค์กรเพื่อพิจารณากำหนดกิจกรรมการควบคุมในแต่ละสาเหตุของความเสี่ยงที่สำคัญให้เหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับของความเสี่ยงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง และผลกระทบของความเสี่ยงที่ประเมินได้ตามตารางการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งจัดเรียงตามลำดับจากระดับสูงมาก สูง ปานกลาง น้อย และเลือกความเสี่ยงที่มีระดับสูงมาก และหรือสูง มาจัดทำแผนการบริหาร/ จัดการความเสี่ยงในขั้นตอนต่อไป

6. การบริหารความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการบริหารจัดการให้โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงลดลง หรือผลกระทบของความเสียหายจากเหตุการณ์ความเสี่ยงลดลงอยู่ในระดับที่องค์กรยอมรับได้ ซึ่งการจัดการความเสี่ยงมีหลายวิธี ดังนี้

6.1 การยอมรับความเสี่ยง (Risk acceptation)

6.2 การลดความเสี่ยง (Risk mitigation)

6.3 การควบคุมความเสี่ยง (Risk control)

6.4 การป้องกันความเสี่ยง (Risk prevention)

6.5 การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk avoidance)

7. การบริหารความเสี่ยงทั่วทั้งองค์กร หมายถึง การบริหารปัจจัย และควบคุมกิจกรรม รวมทั้งกระบวนการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อลดมูลเหตุของแต่ละโอกาสที่องค์กรจะเกิดความเสียหาย

ให้ระดับของความเสี่ยงและผลกระทบที่จะเกิดในอนาคตอยู่ในระดับที่องค์กรยอมรับได้ ประเมินได้ ควบคุมได้ และตรวจสอบได้อย่างมีระบบ โดยคำนึงการบรรลุเป้าหมาย กลยุทธ์การปฏิบัติตามกฎระเบียบ การเงิน และชื่อเสียงขององค์กรเป็นสำคัญ โดยได้รับการสนับสนุนและการมีส่วนร่วมในการบริหารความเสี่ยงจากหน่วยงานทุกระดับทั่วทั้งองค์กร

8. การควบคุม หมายถึง นโยบายแนวทางหรือขั้นตอนปฏิบัติต่าง ๆ ซึ่งกระทำเพื่อลดความเสี่ยงให้บรรลุวัตถุประสงค์ แบ่งได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

8.1 การควบคุมเพื่อการป้องกัน (Preventive control)

8.2 การควบคุมเพื่อให้ตรวจพบ (Detective control)

8.3 การควบคุมโดยการชี้แนะ (Directive control)

8.4 การควบคุมเพื่อการแก้ไข (Corrective control)

9. แผนบริหารความเสี่ยง หมายถึง แผนซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานทุกฝ่าย ได้มีแนวทางการบริหารความเสี่ยงในระดับองค์กรที่ชัดเจน และสามารถนำไปประกอบการจัดทำแผนบริหารความเสี่ยงในระดับคณะ/ สำนักได้ โดยครอบคลุมสาระสำคัญเรื่องความเสี่ยงด้านกลยุทธ์ (Strategic risk) ความเสี่ยงด้านการดำเนินงาน (Operational risk) ความเสี่ยงด้านการเงิน (Financial risk) และความเสี่ยงด้านปฏิบัติตามกฎหมาย/ กฎระเบียบ (Compliance risk)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

ศักกาน กลั่นด้วง (2556) ได้ศึกษาการจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลหอมศีล อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทาน ทั้งในปัจจุบันและคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต ระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยง และนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยง ของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค โดยใช้การศึกษาเชิงปริมาณจากการทำประชาคมหมู่บ้าน และใช้การสัมภาษณ์จากแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล กลุ่มเป้าหมาย คือ ประชาชนจำนวน 5 หมู่บ้านในตำบลหอมศีล

โดยมีสมมติฐานเชิงวิเคราะห์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่เป็นปัจจัย เป็นสาเหตุของการจัดการความเสี่ยงน้ำอุปโภค-บริโภค ความสัมพันธ์ที่มีปัจจัยเสี่ยง ที่เป็นสาเหตุ คือ การจัดลำดับหัวข้อสำคัญของความเสี่ยงจากการทำประชาคมหมู่บ้าน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำแบบสอบถามเพื่อหาความถี่และแนวโน้มที่จะเกิดผลกระทบมีเกณฑ์อยู่ 5 ระดับ คือ สูงมาก สูง ปานกลาง น้อย น้อยมาก ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทานในปัจจุบันผลจากข้อมูลการใช้น้ำจากเลขมิเตอร์ย้อนหลัง 1 ปี ช่วงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555-เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 จำนวน 2,908 คน โดยนำมาเปรียบเทียบเป็นกราฟและตารางได้อัตราต่อเดือนปริมาณการใช้น้ำมีกราฟต่ำเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ข้อมูลน้ำผ่านมิเตอร์เท่านั้น และประชาชนต้องซื้อน้ำจำนวนมากใช้น้ำจากคลองน้ำธรรมชาติเพราะน้ำใต้ดินมีรสชาติกร่อย

การคาดการณ์ อุปสงค์-อุปทาน สถานการณ์ในอนาคต พยากรณ์จำนวนพลเมืองโดยใช้วิธีทางเลขคณิตพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2566 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตของประชากรไม่มากนักสาเหตุเนื่องจาก ตำบลหอมศีลยังเป็นชุมชนเกษตรกรรม

การศึกษานี้พบว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค จากการทำประชาคมหมู่บ้านสามารถระบุความเสี่ยงได้ 13 ข้อ และ1 ข้อ จากประสบการณ์ของผู้ศึกษา นำข้อมูลมาจัดทำแบบสอบถาม และวิเคราะห์หาระดับความเสี่ยงจากการสำรวจแบบสอบถามกับกลุ่มผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลหอมศีล จำนวน 352 คน ผลที่ได้ มีระดับความเสี่ยงสูงมาก 1 ข้อ ความเสี่ยงระดับสูง 4 ข้อ ความเสี่ยงระดับปานกลาง 9 ข้อ และความเสี่ยงระดับต่ำไม่มี นำผลที่ได้มาเสนอแผนรับมือความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค โดยกำหนดกลยุทธ์ในการจัดการความเสี่ยง 5 กลยุทธ์ แล้วนำไปเสนอแผนรับมือความเสี่ยง มาตรการรองรับ วิธีการ และข้อจำกัดของมาตรการ

ผู้ศึกษายังแนะนำให้กับการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไป คือ ควรศึกษาผลกระทบในทุก ๆ ด้าน เช่น สิ่งแวดล้อมในการนำน้ำมาใช้ รวมทั้งการผลิตสินค้าและอุตสาหกรรม และการศึกษานี้ควรศึกษาความเสี่ยงของระบบประปาผิวดินที่ อบต. เป็นผู้ดำเนินการจะได้มีแนวทางในการบริหารจัดการประปาให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

วัชรี งามเลิศชัย (2558) ได้ศึกษาปัญหาและมาตรการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสียแบบเน้นกระบวนการทางกายภาพของอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสียทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสียและหามาตรการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสียตามความเห็นของผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้การสัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เขียนแบบบริษัท ดาลีนี่ จำกัด แผนก Machine design office (MDO) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสีย 2) กลุ่มที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบแต่ไม่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสีย โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี จำนวน 4 คน

โดยมีสมมติฐานเชิงวิเคราะห์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่เป็นปัจจัย เป็นสาเหตุของปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบในมุมมองของผู้เขียนแบบ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จัดทำแบบประเมินเพื่อนำไปวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของปัญหา ประเมินระดับของโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงและระดับผลกระทบความเสี่ยง มีเกณฑ์อยู่ 5 ระดับ คือ สูงมาก สูง ปานกลาง น้อย และน้อยมาก

ผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสีย ซึ่งรวบรวมปัญหาได้ทั้งหมด 25 ปัญหาสามารถแบ่งกลุ่มได้ 4 กลุ่ม คือ 1) ปัญหาเกี่ยวกับตำแหน่ง (Position) 2) ปัญหาเกี่ยวกับขนาด (Size) 3) ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน (Number) 4) ปัญหาเกี่ยวกับคุณลักษณะ (Description) ผลที่ได้ มีระดับความเสี่ยงสูงมาก 1 ปัญหา ระดับความเสี่ยงสูงมี 6 ปัญหา ระดับความเสี่ยงปานกลาง มี 11 ปัญหา และระดับความเสี่ยงต่ำมี 7 ปัญหา และนำปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์มาตรการในการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสีย พบว่ามาตรการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อนำมาตรการแก้ไขปัญหาในแต่ละกลุ่มแก้ไขปัญหาความผิดพลาดได้อย่างเหมาะสม คือ 1) มาตรการรายการตรวจสอบ (Checklist) 2) มาตรการรายการตรวจสอบ (Checklist) และมาตรการจัดการความรู้ (Knowledge management, KM) 3) มาตรการรายการตรวจสอบ (Checklist) และมาตรการยอมรับความเสี่ยง (Acceptance) 4) มาตรการรายการตรวจสอบ (Checklist) มาตรการจัดการความรู้ (Knowledge management, KM) และมาตรการยอมรับความเสี่ยง (Acceptance) ทั้ง 4 กลุ่มมาตรการแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาพบว่าในทุกมาตรการควรนำมาตรการรายการตรวจสอบแบบเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาความผิดพลาด โดยการจัดทำรายการตรวจสอบให้เหมาะสมกับปัญหาเพื่อตรวจสอบแบบให้มีความถูกต้อง มีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจน และป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น ก่อนที่จะส่งแบบให้กับทางเจ้าของโครงการ

ผู้ศึกษาแนะนำให้ทำการศึกษาโดยสำรวจและรวบรวมปัญหาความผิดพลาดจากกลุ่มตัวอย่างของบริษัทอื่นที่ทำงานเกี่ยวข้องกับแบบก่อสร้างเพิ่มเติม โดยการสัมภาษณ์และประเมินความเสี่ยงในมุมมองจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับแบบก่อสร้าง นอกเหนือจากผู้เขียนแบบ เช่น เจ้าของโครงการ วิศวกรควบคุมงาน เป็นต้น เพื่อให้ได้ปัญหาและมาตรการแก้ไขปัญหาที่หลากหลายและครอบคลุมปัญหาทั้งหมด มาตรการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสียตามความเห็นของผู้ประเมิน ควรมีการนำมาตรการไปใช้ทดสอบกับผู้ปฏิบัติงานจริง เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานจากการใช้มาตรการแก้ไขปัญหา ว่าสามารถช่วยลดปัญหาความผิดพลาดได้จริง

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

การศึกษาการจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ของระบบน้ำประปาผิวดิน ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ผู้ศึกษาใช้แนวทางการศึกษาเชิงปริมาณโดยประชุมคณะกรรมการหมู่บ้าน ทั้งหมด 7 หมู่บ้าน ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

พื้นที่การศึกษา

เทศบาลตำบลมะขามคู่อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยองมีพื้นที่ในการปกครอง 105 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 65,625 ไร่ แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 7 หมู่บ้าน ได้แก่

หมู่ที่ 1 บ้านหนองหว้า

หมู่ที่ 2 บ้านชากนอก

หมู่ที่ 3 บ้านมะขามคู่

หมู่ที่ 4 บ้านขนำไร่

หมู่ที่ 5 บ้านชากเจ้าเดียว

หมู่ที่ 6 บ้านชากอ้อย

หมู่ที่ 7 บ้านเขาจอมแห

เขตเทศบาลตำบลมะขามคู่ มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่อื่น ๆ ดังนี้

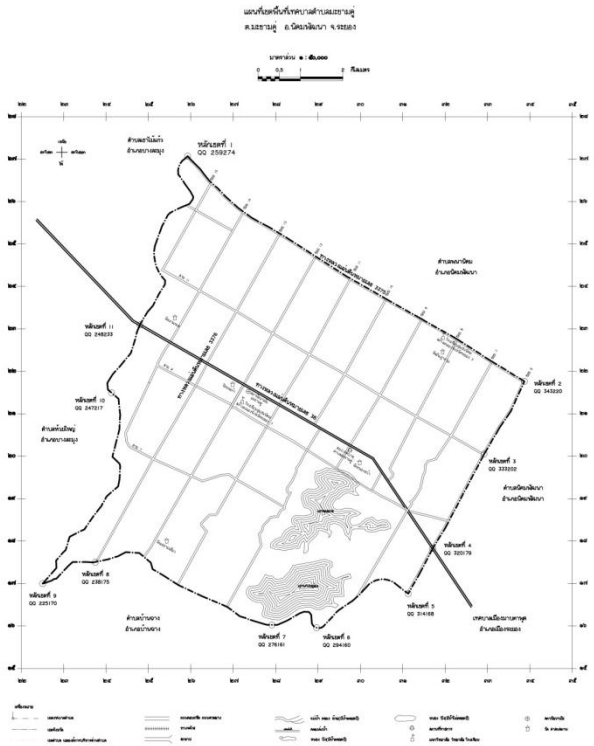
ทิศเหนือ ติดต่อพื้นที่ตำบลพนานิคม

ทิศใต้ ติดต่อพื้นที่ตำบลห้วยโป่ง เขตเทศบาลตำบลมาบตาพุดและตำบลสำนักท้อน อำเภอบ้านฉาง

ทิศตะวันออกติดต่อพื้นที่ตำบลนิคมพัฒนา

ทิศตะวันตกติดต่อพื้นที่บ้านห้วยไข่เน่า ตำบลเขาไม้แก้ว อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

ภาพที่ 3-1 แผนที่จังหวัดระยอง (ระยองฮิปดอทคอม, 2560)



ภาพที่ 3-2 แผนที่ตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (เทศบาลตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง, 2560)

ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม สามารถทำการเพาะปลูก และการเกษตรได้ตลอดทั้งปี สภาพดินเป็นดินร่วนปนทราย สามารถระบายน้ำได้ดี พื้นที่ทางด้านตะวันตกเป็นเนินเขา

ภาพที่ 3-3 ระบบประปาผิวดิน หมู่ที่ 3 บ้านมะขามคู่

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องบันทึกภาพและวีดีโอ

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์และวิเคราะห์ความเสี่ยง

เมื่อได้ข้อมูล ที่ได้จากการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้านทั้งหมด ใช้เทคนิควิเคราะห์ ไดอะแกรมก้างปลา (Fishbone diagram) วิเคราะห์เปรียบเทียบถึงโอกาสของความเป็นไปได้ ปัญหาที่มาของสาเหตุ และผลกระทบ ด้วยการแบ่งกลุ่มความเสี่ยง คือ

1. แทนที่หัวปลาด้วยความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ของระบบน้ำประปาผิวดินในตำบลมะขามคู่

2. แยกแต่ละก้างปลาเป็นความเสี่ยงที่ได้จากการประชุมคณะกรรมการหมู่บ้าน โดยแยกเป็นหมวดหมู่ โดยแต่ละหมวดหมู่ก็มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

3. ในไดอะแกรมก้างปลานั้น ก้างย่อยเป็นความเสี่ยงของก้างรองและก้างรองเป็นความเสี่ยงของก้างหลัก โดยแบ่งแยกสาเหตุความเสี่ยงไปแต่ละก้าง

4. ทำการวิเคราะห์จนเห็นถึงจุดที่ทำให้ความเสี่ยง แล้วจึงเรียงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง

ขั้นตอนที่ 2 ระบุความเสี่ยง

ระบุความเสี่ยงเพื่อค้นหาว่าในการดำเนินงานของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ของระบบประปาผิวดิน ในตำบลมะขามคู่ จากที่ได้ทำการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน และรวมกลุ่มระดมสมอง เพื่อค้นหาความเสี่ยง จากขั้นตอนที่ 1 แล้วนำมาทำเป็นแบบสอบถาม เพื่อให้คณะกรรมการประปาหมู่บ้านนั้นกรอกคะแนนหรือให้คะแนนความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรม

แบบสอบถามระดับความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค – บริโภค
ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

คำชี้แจงแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาของนายกิตติพันธ์ จันทาสี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค–บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง
3. โปรดเติมเครื่องหมาย / ในช่อง ☐ ที่ตัวเลือกเหมาะกับท่าน และ / หรือกรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์
4. ข้อมูลในแบบสอบถามจะถูกใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และจะไม่นำไปเปิดเผยที่อื่นใด
5. ผู้ศึกษาขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ
   ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ.....ปี
3. วุฒิการศึกษา
   ☐ ต่ำกว่าประถม ☐ ระดับประถม – มัธยมต้น
   ☐ มัธยม/อนุปริญญา ☐ ปริญญาตรี
   ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ตำบลมะขามคู่.....ปี

ภาพที่ 3-4 แบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ผลกระทบของปัญหาด้านน้ำอุปโภค - บริโภค

ระดับ 5 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมากที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำไม่สามารถใช้น้ำได้

ระดับ 4 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมาก ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อน ต้องรอการแก้ไขนานมาก

ระดับ 3 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายปานกลาง ทำให้ผู้ใช้น้ำต้องรอการแก้ไขพอสมควร

ระดับ 2 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อย ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อนเล็กน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อยที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำรู้สึกหงุดหงิด รำคาญ

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	2	1
1. ปัญหาที่เกิดจากบุคคล (Personal-Based Problems: P)					
1.1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้าย เตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น					
1.2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบถ้าช่วงหน้าแล้งน้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น					
1.3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ					
1.4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำ ลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย					
1.5 คณะกรรมการประปาขาดความรู้ ความเข้าใจ ที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎระเบียบ					
1.6 คณะกรรมการประปาขาดประสบการณ์หรือขาดความชื่อมั่น					
1.7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ					
1.8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้					
1.11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา					
1.12 คนขโมยสายไฟ					
1.13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ					
2. ปัญหาที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment-Based Problems: E)					
2.1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย					
2.2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น					
2.3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ					
2.4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจึงพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว					
3. ปัญหาที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument-Based Problems: I)					
3.1 ปั๊มน้ำของระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ					
3.2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก					
3.3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ					
3.4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย					
3.5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง					
3.6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย					
3.7 ถังเก็บน้ำดีไม่เพียงพอเพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี					
3.8 ท่อ PVC ใช้เป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบแตก					
3.9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน					

ภาพที่ 3-4 (ต่อ)

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	2	1
3.10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย					
3.11 ท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา					
3.12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มน้ำสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต					
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน					
4. ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material-Based Problems: M)					
4.1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ					
4.2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน					

ส่วนที่ 3 ความถี่ในการเกิดปัญหาระบบน้ำอุปโภค – บริโภค

ระดับ 5 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยที่สุด เกิดขึ้นทุกวันหรือเกือบทุกวัน

ระดับ 4 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยมาก เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 3 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นปานกลาง เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 2 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อย เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อเดือน

ระดับ 1 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุด เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อเดือน

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
1. ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล (Personal-Based Risk: P)					
1.1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น					
1.2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้งน้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น					
1.3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ					
1.4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำ ลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย					
1.5 คณะกรรมการประปาขาดความรู้ ความเข้าใจ ที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎระเบียบ					
1.6 คณะกรรมการประปาขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น					
1.7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ					
1.8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้					
1.11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา					

ภาพที่ 3-4 (ต่อ)

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
1.12 คนขโมยสายไฟ					
1.13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ					
2. ความเสี่ยงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment-Based Risk: E)					
2.1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย					
2.2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น					
2.3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ					
2.4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจึงพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว					
3. ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument-Based Risk: I)					
3.1 ปั๊มน้ำของ ระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ					
3.2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก					
3.3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ					
3.4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย					
3.5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง					
3.6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย					
3.7 ถังน้ำดี ไม่เพียงพอเพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี					
3.8 ท่อ PVC ใช้เป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบแตก					
3.9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน					
3.10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย					
3.11 ท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา					

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
3.12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มน้ำสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต					
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน					
4. ความเสี่ยงที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material-Based Risk: M)					
4.1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ					
4.2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน					

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

4.1 ท่านคิดว่ายังมีความเสี่ยงหรือปัญหาระบบน้ำอุปโภค – บริโภค ที่นอกเหนือจากแบบสอบถามนี้หรือไม่ ถ้ามีความเสี่ยงหรือปัญหา คืออะไรและโปรดระบุระดับผลกระทบและระดับโอกาสที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

4.2 ท่านคิดว่าในอนาคต ปริมาณน้ำจะเพียงพอต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่หรือไม่

.....

.....

.....

4.3 ท่านต้องการให้พัฒนาระบบน้ำอุปโภค – บริโภคในตำบลมะขามคู่อย่างไร

.....

.....

.....

ภาพที่ 3-4 (ต่อ)

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงได้จากการวัดระดับความรุนแรงของความเสี่ยงว่ามีมากน้อยเพียงใดโดยนำความเสี่ยงที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 (ระบุความเสี่ยง) มาทำการประเมินหาค่า ระดับความเสี่ยง ซึ่งองค์ประกอบในการประเมินความเสี่ยง มีดังนี้

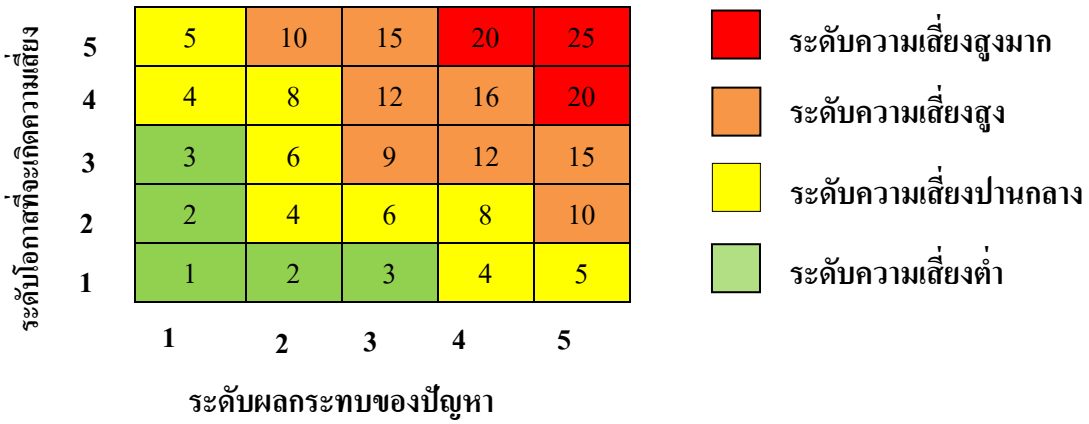
กำหนดเกณฑ์ประเมินระดับความเสี่ยง (Likelihood) มี 5 ระดับได้แก่ เกิดขึ้นประจำ 5 คะแนน เกิดขึ้นบ่อยครั้ง 4 คะแนน เกิดขึ้นบ้าง 3 คะแนน เกิดขึ้นน้อย 2 คะแนน และเกิดขึ้นยาก 2 คะแนน

กำหนดเกณฑ์ประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) มี 5 ระดับ ได้แก่ รุนแรงมาก 5 คะแนน รุนแรง 4 คะแนน ปานกลาง 3 คะแนน น้อย 2 คะแนน และน้อยมาก 1 คะแนน

จะได้ระดับความเสี่ยง โดยพิจารณาจากผลคูณของระดับโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง กับระดับความรุนแรงของผลกระทบ ของความเสี่ยงแต่ละสาเหตุ (โอกาส x ผลกระทบ) ซึ่งระดับความเสี่ยง แบ่งตามความสำคัญได้ 4 ระดับ ดังนี้ (จิรพร สุเมธีประสิทธิ์ มัทธนา พิพิธเนาวรัตน์ และกิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ, 2555)

1. ความเสี่ยงระดับสูงมาก 17-25 คะแนน
2. ความเสี่ยงระดับสูง 10-16 คะแนน
3. ความเสี่ยงระดับปานกลาง 4-9 คะแนน
4. ความเสี่ยงระดับต่ำ 1-3 คะแนน

การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากแผนผังประเมินความเสี่ยง โดยนำผลที่ได้มาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบของปัญหาระบบน้ำอุปโภค-บริโภค และโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ว่าก่อให้เกิดความเสี่ยงระดับใด เพื่อจัดระดับความเสี่ยงโดยให้ความสำคัญกับความเสี่ยงสูงก่อนดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 เมตริกซ์ระดับความเสี่ยง

การบริหารความเสี่ยงโดยการเสนอแผนจัดการความเสี่ยง

นำเสนอคณะกรรมการประปาหมู่ และคณะผู้บริหารเทศบาลตำบลมะขามคู่ที่ควบคุมงานประปา เพื่อจะได้รับทราบข้อมูลในการเสนอแผนบริหารความเสี่ยงโดยใช้หลักบริหารความเสี่ยงดังนี้

การเสนอกลยุทธ์และมาตรการในการรับมือกับความเสี่ยง

1. กลยุทธ์การยอมรับความเสี่ยง (Risk acceptation) เป็นวิธีที่เหมาะกับความเสี่ยงเล็กน้อย หรือ ความน่าจะเกิดของความเสี่ยงน้อยมาก

2. กลยุทธ์การลดความเสี่ยง (Risk mitigation) เป็นการลดโอกาสความน่าจะเกิด หรือลดความเสียหายของความเสี่ยง

3. กลยุทธ์การควบคุมความเสี่ยง (Risk control) เป็นการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดความเสี่ยง การปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการรวมกับการกำหนดแผนสำรองในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

4. กลยุทธ์การป้องกันความเสี่ยง (Risk preventive) เป็นวิธีป้องกันไม่ให้เกิดความเสี่ยงและข้อผิดพลาดตั้งแต่แรก

5. กลยุทธ์การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk avoidance) เป็นการเลิก หรือหลีกเลี่ยงการกระทำ หรือลดการกระทำ ที่อาจทำให้ความเสี่ยงนั้นเกิดความเสียหายมากที่สุด

บทที่ 4
วิเคราะห์และอภิปราย

ในบทนี้การวิเคราะห์ข้อมูลครอบคลุมถึงการวิเคราะห์ อุปสงค์-อุปทาน การใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภคของพื้นที่ศึกษา ซึ่งใช้แบบสอบถามความเห็นของประชาชนในพื้นที่เป็นเครื่องมือในการประเมิน แล้วนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ภายใต้ข้อมูลที่ได้รวบรวมและวิเคราะห์มา ซึ่งผู้ศึกษาได้นำเสนอการวิเคราะห์และอภิปรายดังนี้

1. การวิเคราะห์ อุปสงค์-อุปทาน ระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่
2. การวิเคราะห์ความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่
3. การนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภคภายใต้ข้อมูลที่ได้รวบรวมและวิเคราะห์มา

การวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทาน ระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่

การวิเคราะห์อุปสงค์-อุปทาน การใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ แบ่งทำการวิเคราะห์เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์สถานการณ์ในปัจจุบันผลจากการใช้ข้อมูลของปริมาณการใช้น้ำของกลุ่มผู้ใช้น้ำ ตำบลมะขามคู่ โดยมีจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่ทั้งสิ้น 11,452 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ น้ำอุปโภค-บริโภค ตามปริมาณประชากรของการประปาส่วนภูมิภาค ได้กำหนดให้ปริมาณประชากรตั้งแต่ 10,001 คน แต่ไม่เกิน 20,000 คน มีอัตราการใช้น้ำ 170 ลิตร/ คน/ วัน ในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคตามปริมาณประชากร (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

ปริมาณประชากร (ราย)	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน)
3,000-10,000	120
10,001-20,000	170
20,001-30,000	200
30,001-50,000	250
มากกว่า 50,000	300

วิธีการการคำนวณอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่

อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค (ลูกบาศก์เมตร) = จำนวนประชากร (คน) x จำนวนวัน (ในเดือนนั้น) x อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน) /1,000 (ลิตร)

เช่น เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558

= 11,452 x 31 x 170) / 1,000

= 60,352 ลูกบาศก์เมตร

เช่น เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

= 11,452 x 30 x 170) /1,000

= 58,405 ลูกบาศก์เมตร

2. การคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต วิธีการคาดการณ์จำนวนประชากรตามหลักสถิติหรือคณิตศาสตร์มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะการขยายตัวของชุมชนและระยะเวลาที่คาดการณ์ในอนาคต ผู้ศึกษาเลือกใช้วิธีแบบเลขคณิต (Arithmetic growth method) การคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธีนี้สามารถคำนวณได้ดังสมการ 4-1

$$y = y_2 + \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}(t - t_2) \qquad (4\text{-}1)$$

เมื่อ: y คือ จำนวนพลเมืองที่อยู่ในช่วง t

y_1 คือ จำนวนพลเมืองที่อยู่ในช่วง t_1

y_2 คือ จำนวนพลเมืองที่อยู่ในช่วง t_2

t, t_1, t_2 คือ เวลา (ส่วนมากใช้หน่วยเป็นปี)

ผลจากการใช้ข้อมูลสถิติประชากรจากข้อมูลทะเบียนราษฎ์ แยกรายพื้นที่ ระดับตำบล ข้อมูลของ ตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ในช่วง ปี พ.ศ. 2553 ถึง ปี พ.ศ. 2559 นำข้อมูลมาพยากรณ์จำนวนพลเมืองโดยใช้วิธีทางเลขคณิตจากสมการที่ (3-1)

จำนวนประชากรของตำบลมะขามคู่ มีข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ในปี พ.ศ. 2556 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 10,431 คน
2. ในปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 11,878 คน
3. ทำการพยากรณ์จำนวนประชากรของตำบลมะขามคู่ ในปี พ.ศ. 2570

จากสมการสามารถแทนค่าได้ดังนี้

$$\text{ปี พ.ศ. 2570} = 11878 + \frac{11878 - 10431}{2559 - 2556} (2570 - 2559)$$

ปี พ.ศ. 2570 = 17,184 คน

การพยากรณ์จำนวนประชากรของ ตำบลมะขามคู่ ในปี พ.ศ. 2570 เท่ากับ 17,184 คน

จากข้อมูลจะเห็นว่าการพยากรณ์จำนวนประชากรของตำบลมะขามคู่ ในปี พ.ศ. 2570 เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตของจำนวนประชากรค่อนข้างสูง สาเหตุเกิดจากประชากรที่อยู่ในตำบลมะขามคู่ ส่วนใหญ่เป็นชุมชนเกษตรกรรม รวมกับชุมชนอุตสาหกรรม ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์เป็นเพียงการคาดการณ์เท่านั้น หากในอนาคตจำนวนประชากรของตำบลมะขามคู่มีแนวโน้มมากขึ้น ต้องทำการพยากรณ์จำนวนประชากรใหม่ แล้วทำการคาดการณ์ในการใช้ระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ ผู้ศึกษาขอเสนอแผนรับมือกับความเสี่ยงในอนาคตเพื่อให้กลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่มีระบบน้ำอุปโภค-บริโภค อย่างยั่งยืนดังนี้

1. จัดหาแหล่งน้ำดิบเพื่อนำมาผลิตระบบประปาผิวดิน โดยลอกบ่อน้ำที่มีอยู่เดิม หรือขุดบ่อเพิ่ม
2. ให้เทศบาลตำบลมะขามคู่ ประสานกับบริษัทอุตสาหกรรม ที่อยู่ในเขตรับผิดชอบขอใช้น้ำบ่อสำรองน้ำในช่วงฤดูแล้ง เพื่อผันน้ำมาใช้ผลิตระบบน้ำประปาผิวดินก่อน เมื่อถึงฤดูฝนก็ผันน้ำเข้าไปเก็บในบ่อเหมือนเดิม

วิธีการคำนวณอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่อนาคตอีก 10 ปีข้างหน้า อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค (ลูกบาศก์เมตร) = จำนวนประชากร (คน) x จำนวนวัน (ในเดือนนั้น) x อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ คน/ วัน) /1,000 (ลิตร)

เช่น เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2570

= 17,184 x 31 x 170) / 1,000

= 90,560 ลูกบาศก์เมตร

เช่น เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2570

= 17,184 x 30 x 170) / 1,000

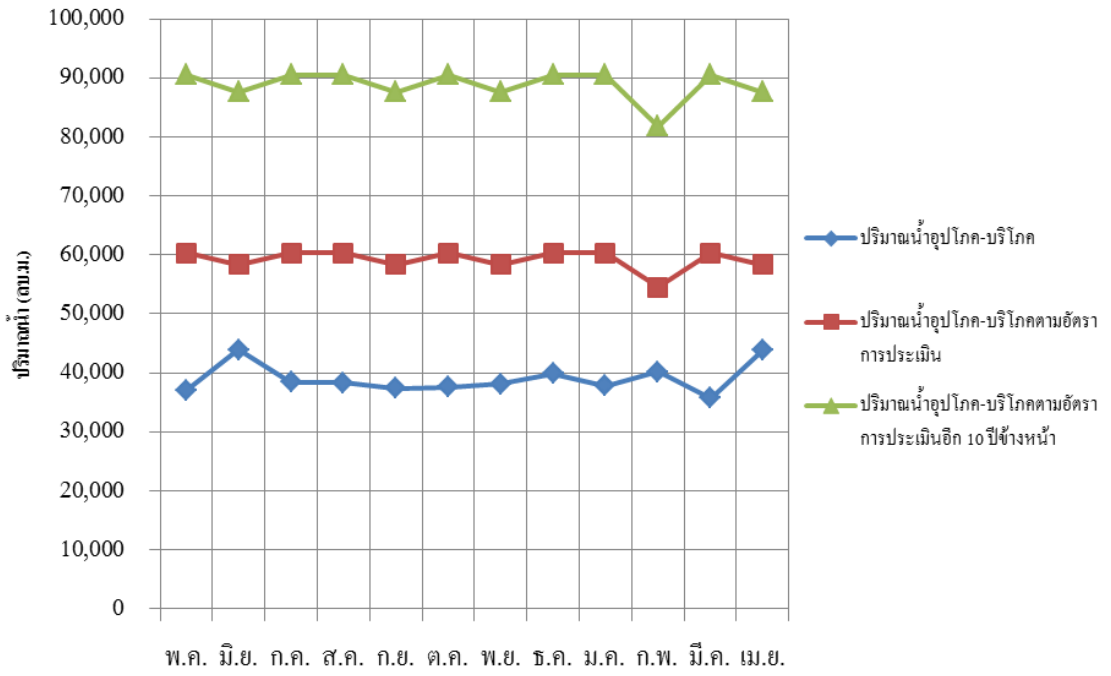
= 87,638 ลูกบาศก์เมตร

สามารถนำมาเขียนเป็นตารางเปรียบเทียบดังแสดงตารางเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคของตำบลมะขามคู่ในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคของตำบลมะขามคู่

รายละเอียด	ปี พ.ศ. 2556								ปี พ.ศ. 2557				รวม
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	
ปริมาณน้ำอุปโภค-บริโภค	37,052	43,887	38,449	38,352	37,363	37,569	38,124	39,900	37,847	40,155	35,751	43,866	468,315
ปริมาณน้ำอุปโภค-บริโภค ตามอัตราการประเมิน	60,352	58,405	60,352	60,352	58,405	60,352	58,405	60,352	60,352	54,512	60,352	58,405	710,597
ปริมาณน้ำอุปโภค-บริโภค ตามอัตราการประเมิน อีก 10 ปีข้างหน้า	90,560	87,638	90,560	90,560	87,638	90,560	87,638	90,560	90,560	81,796	90,560	87,638	1,066,267

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 4-2 มาเขียนเป็นเส้นกราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 การเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค

จากข้อมูลเส้นกราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคต่อเดือนผ่านมาตรวัดน้ำ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2558 ถึง เดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี การวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ปรากฏว่าในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ประชากรใช้น้ำผ่านมาตรวัดน้ำ จำนวน 468,315 ลูกบาศก์เมตร ต่ำกว่าอัตราการประเมินที่ได้จากการคำนวณ 710,597 ลูกบาศก์เมตร ประมาณร้อยละ 35 ต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ 242,282 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากผู้ใช้น้ำอาจมีกิจกรรมใช้น้ำไม่ถึงเกณฑ์ 170 ลิตร/ วัน/ คน และอาจมีจำนวนประชากรที่อยู่อาศัยจริงไม่ตรงตามข้อมูลทะเบียนราษฎร์ จึงทำให้น้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภค-บริโภค อาจมีความคลาดเคลื่อนกับความเป็นจริงได้

ผู้ศึกษายังได้ทำการประเมินอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในอนาคตอีก 10 ปีข้างหน้า โดยใช้ข้อมูลตามหลักสถิติหรือคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค

ปรากฏว่าเส้นกราฟ มีแนวโน้มต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคสูงขึ้น ในช่วงที่ทำการวิเคราะห์ประชากรต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค จำนวน 1,066,267 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าความต้องการในขณะทำการวิเคราะห์ประมาณร้อยละ 127

2. ด้วยประเทศไทยแบ่งได้ 3 ฤดูกาล ดังนี้ ฤดูฝนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคม-กลางเดือนตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มต้นประมาณกลางดือนตุลาคม-กลางเดือนกุมภาพันธ์ และฤดูร้อนเริ่มต้นที่กลางเดือนกุมภาพันธ์-กลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งฤดูกาลและสภาพอากาศที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลกับกิจกรรมการใช้น้ำของประชาชน ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาโดยเริ่มต้นจากเดือนพฤษภาคม ประกอบกับในตำบลมะขามคู่ มีแหล่งเก็บน้ำดิบขนาดเล็กและบ่อน้ำตื้นอยู่ตามบ้านเรือน จึงทำให้ในช่วงฤดูฝน น้ำในบ่อมีปริมาณมาก ประชาชนก็ใช้น้ำในบ่อเพื่อการอุปโภค จากภาพที่ 4-1 จะเห็นว่าช่วงฤดูฝน มีปริมาณการใช้น้ำลดลง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่

ผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังนี้

1. ผลการระบุความเสี่ยงรายละเอียดการทำประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน ผู้ศึกษาได้กำหนดวัน เวลา และสถานที่ ในการจัดทำประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน และกลุ่มผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ในวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 เวลา 13.00 น. ณ ห้องประชุมเทศบาลตำบลมะขามคู่

จากการทำประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน และได้ระดมสมองของผู้เข้าร่วมประชุมในแต่ละหมู่บ้าน สามารถสรุปรายละเอียดและระบุความเสี่ยงได้ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-3 สรุปการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน และระบุความเสี่ยงของหมู่ที่ 1-7

ลำดับที่	หมู่ที่	จำนวนผู้เข้าร่วมประชุม (คน)	ความเสี่ยงที่ระบุ
1	1	8	1. น้ำขุ่น 2. ฟ้าผ่าหม้อแปลงไฟฟ้า 3. มีการขโมยอุปกรณ์ประปา 4. ท่อแตก

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	จำนวนผู้เข้าร่วมประชุม (คน)	ความเสี่ยงที่ระบุ
2	2	7	1. ช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้ 2. ปั๊มน้ำมีปัญหาเสียบ่อย 3. น้ำขุ่น 4. ตู้ควบคุมไฟฟ้าเสียบ่อย 6. ผู้ใช้น้ำบางคนขโมยใช้น้ำ 7. ผู้ใช้น้ำบางคนไม่จ่ายค่าน้ำ
3	3	7	1. น้ำขุ่น 2. ปั๊มน้ำเสียบ่อย 3. ตู้ควบคุมไฟฟ้าเสียบ่อย 4. ช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้ 5. ผู้ใช้น้ำบางคนไม่จ่ายค่าน้ำ
4	4	6	1. ช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้ 2. ท่อแตก 3. มีการขโมยอุปกรณ์ประปา 4. ผู้ใช้น้ำบางคนไม่จ่ายค่าน้ำ
5	5	7	1. ท่อมีตะกอนตกค้าง 2. ถังเก็บน้ำไม่เพียงพอ 4. ช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้ 5. ผู้ใช้น้ำบางคนขโมยใช้น้ำ
6	6	7	1. หอถังสูงชำรุด 2. ปั๊มน้ำเสียบ่อย 3. ถังน้ำชำรุด 4. ท่อส่งน้ำชำรุด

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	จำนวนผู้เข้าร่วมประชุม (คน)	ความเสี่ยงที่ระบุ
7	7	8	1. ช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้ 2. เครื่องสูบน้ำชำรุด 3. กำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอ 4. ตู้ควบคุมชำรุด 5. ท่อส่งน้ำชำรุด 6. ผู้ใช้น้ำบางคนขโมยใช้น้ำ

จากตารางที่ 4-3 เป็นการระบุความเสี่ยงที่ได้จากการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้านโดยการระดมสมองของผู้เข้าร่วมประชุมในแต่ละหมู่บ้านจากประสบการณ์ในการทำงานของผู้ศึกษาขอระบุความเสี่ยงเพิ่มเติมที่นอกเหนือจากระดมสมองของผู้เข้าร่วมประชุมของแต่ละหมู่บ้านผู้ศึกษาได้นำข้อมูลมาทำการประมวลข้อมูลความเสี่ยงโดยจัดลำดับความเสี่ยงแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้

ภาพที่ 4-2 แหล่งน้ำดิบช่วงหน้าแล้งน้ำไม่พอใช้อ่างปลวกแก้ว หมู่ที่ 3

ภาพที่ 4-3 ปั๊มน้ำชำรุด หมู่ที่ 2

ภาพที่ 4-4 ตู้ควบคุมชำรุด หมู่ที่ 1

ภาพที่ 4-5 เครื่องจ่ายสารเคมีสารเคมีชำรุด หมู่ที่ 6

ภาพที่ 4-6 ถังเก็บน้ำไม่เพียงพอ หมู่ที่ 1

ภาพที่ 4-7 ปั๊มน้ำมีปัญหาเสียบ่อย หมู่ที่ 1

ภาพที่ 4-8 ตู้ควบคุมไฟฟ้าชำรุด หมู่ที่ 3

ภาพที่ 4-9 หอถังสูงชำรุด หมู่ที่ 6

ภาพที่ 4-10 ท่อแตก หมู่ที่ 4

ภาพที่ 4-11 น้ำขุ่น หมู่ที่ 2

1. ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล (People)

P1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น

P2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้ง น้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น

P3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ

P4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย

P5 คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย

P6 คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น

P7 คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ

P8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ

P9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ

P10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้

P11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา

P12 มีคนขโมยสายไฟ

P13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ

2. ความเสี่ยงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment)

E1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย

E2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น

E3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ

E4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจะพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่นทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว

3. ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument)

I1 ปั๊มน้ำของระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำ

I2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก

I3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ

I4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย

I5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง

I6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย

I7 ถังเก็บน้ำดีไม่เพียงพอ เพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี

I8 ท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ

I9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน

I10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย

I11 กรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา

I12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต

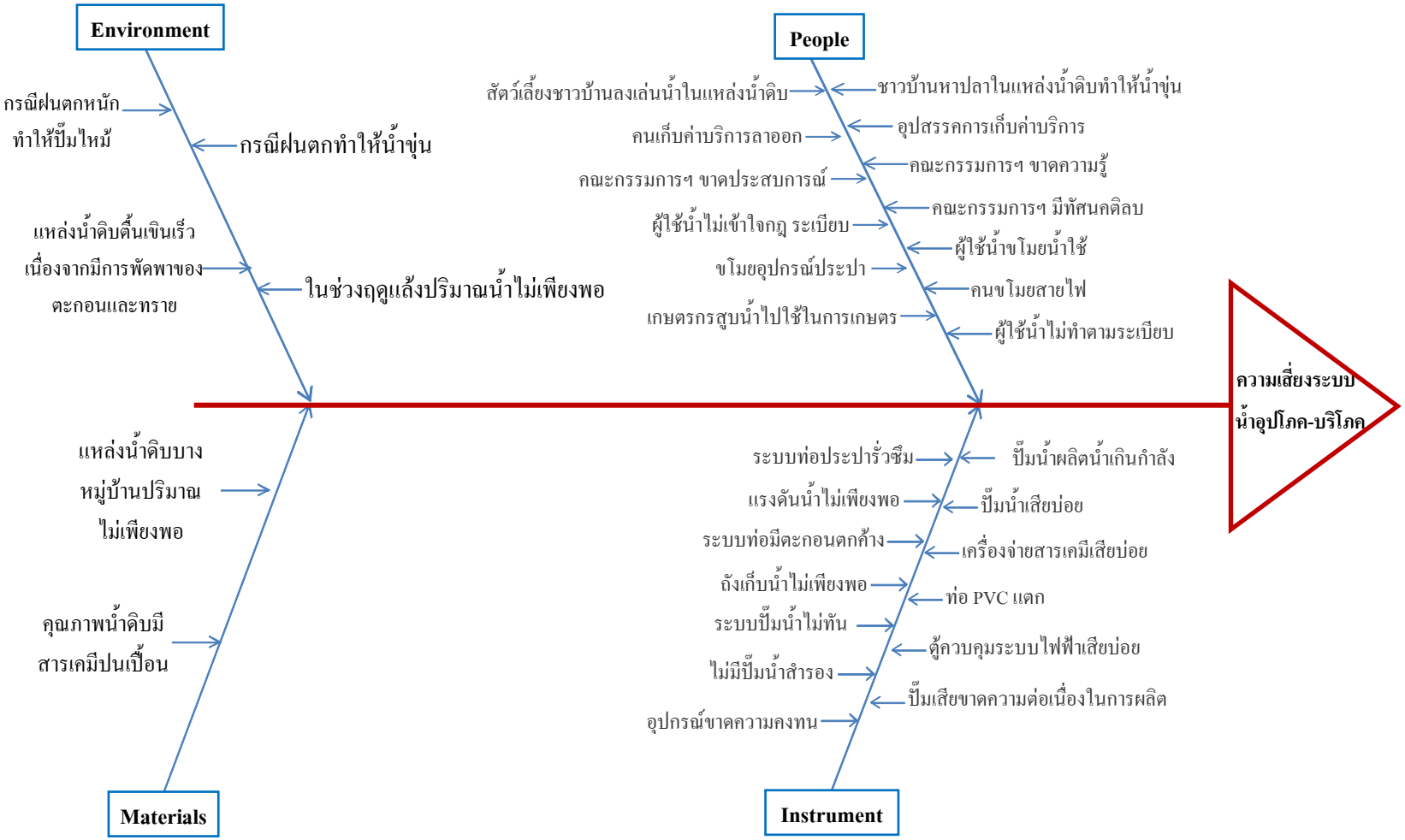
I13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน

4. ความเสี่ยงที่เกิดจากวัตถุดิบ (Materials)

M1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ

M2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน

จากข้อมูลนำมาเขียนแผนภูมิก้างปลา (Fishbone diagram or Ishikawa diagram) ดังแสดงในภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-12 แผนภูมิก้างปลา (Fishbone diagram or Ishikawa diagram)

2. การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงผลจากการทำแผนภูมิก้างปลา ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลมาจัดทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงดังนี้

2.1 แบบสอบถาม จะครอบคลุมถึงลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและประสบการณ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งผู้ศึกษาได้นำเสนอข้อมูลเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จะประกอบด้วย เพศ อายุ วุฒิการศึกษา และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ตำบลมะขามคู่

ส่วนที่ 2 ผลกระทบของความเสี่ยงของน้ำอุปโภค-บริโภค จะแบ่งเป็นระดับการให้คะแนนของแต่ละผลกระทบของความเสี่ยง ซึ่งมีระดับคะแนนดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมากที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำไม่สามารถใช้น้ำได้

ระดับ 4 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมาก ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อน ต้องรอการแก้ไขนานมาก

ระดับ 3 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายปานกลางทำให้ผู้ใช้น้ำต้องรอการแก้ไขพอสมควร

ระดับ 2 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อยทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อนเล็กน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อยที่สุดทำให้ผู้ใช้น้ำรู้สึกหงุดหงิด รำคาญ

ส่วนที่ 3 โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงของน้ำอุปโภค-บริโภค จะแบ่งเป็นระดับการให้คะแนนของแต่ละโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง ซึ่งมีระดับคะแนน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยที่สุด เกิดขึ้นทุกวันหรือเกือบทุกวัน

ระดับ 4 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยมาก เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 3 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นปานกลาง เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 2 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อย เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อเดือน

ระดับ 1 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุดเกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อเดือน

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม ส่วนนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ที่นอกเหนือจากแบบสอบถาม และความต้องการให้พัฒนาระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่

จากรายละเอียดที่กล่าวมาทั้ง 4 ส่วน ผู้ศึกษาได้นำมาจัดทำแบบสอบถามโดยส่วนที่ 2 และ 3 ได้นำข้อมูลจากแผนภูมิก้างปลามาจัดทำแบบสอบถาม ดังแสดงในภาพที่ 4-13

แบบสอบถามระดับความเสี่ยงของน้ำอุปโภค – บริโภค
ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

คำชี้แจงแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาของนายกิตติพันธ์ จันทาสี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยง ด้านน้ำอุปโภค–บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง
3. โปรดเติมเครื่องหมาย / ในช่อง ☐ ที่ตัวเลือกเหมาะกับท่าน และ / หรือกรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์
4. ข้อมูลในแบบสอบถามจะถูกใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และจะไม่นำไปเปิดเผยที่อื่นใด
5. ผู้ศึกษาขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ
   ☑ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ.....53.....ปี
3. วุฒิการศึกษา
   ☐ ต่ำกว่าประถม ☑ ระดับประถม – มัธยมต้น
   ☐ มัธยม/อนุปริญญา ☐ ปริญญาตรี
   ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ตำบลมะขามคู่.....38.....ปี

ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างแบบสอบถามที่เก็บข้อมูลแล้ว

2

ส่วนที่ 2 ผลกระทบของปัญหาด้านน้ำอุปโภค – บริโภค

ระดับ 5 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมากที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำไม่สามารถใช้น้ำได้

ระดับ 4 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมาก ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อน ต้องรอการแก้ไขนานมาก

ระดับ 3 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายปานกลาง ทำให้ผู้ใช้น้ำต้องรอการแก้ไขพอสมควร

ระดับ 2 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อย ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อนเล็กน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อยที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำรู้สึกหงุดหงิด รำคาญ

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	3	1
1. ปัญหาที่เกิดจากบุคคล (Personal-Based Problems: P)					
1.1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น		✓			
1.2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบถ้าช่วงหน้าแล้งน้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น	✓				
1.3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ					✓
1.4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำ ลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย				✓	
1.5 คณะกรรมการประปาขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎระเบียบ		✓			
1.6 คณะกรรมการประปาขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น		✓			
1.7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ		✓			
1.8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ				✓	
1.9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ				✓	

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

3

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	2	1
1.10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้		✓			
1.11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา		✓			
1.12 คนขโมยสายไฟ		✓			
1.13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ		✓			
2. ปัญหาที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment-Based Problems: E)					
2.1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย			✓		
2.2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น	✓				
2.3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ		✓			
2.4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจึงพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว		✓			
3. ปัญหาที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument-Based Problems: I)					
3.1 ปั๊มน้ำของระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ		✓			
3.2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก		✓			
3.3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ		✓			
3.4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย	✓				
3.5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง		✓			
3.6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย	✓				
3.7 ถังเก็บน้ำดีไม่เพียงพอเพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี	✓				
3.8 ท่อ PVC ใช้เป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบแตก	✓				
3.9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน		✓			
3.10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย		✓			

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	2	1
3.11 ท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา		✓			
3.12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มน้ำสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต		✓			
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน		✓			
4. ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material-Based Problems: M)					
4.1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ	✓				
4.2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน	✓				

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

5

ส่วนที่ 3 ความถี่ในการเกิดปัญหาด้านน้ำอุปโภค – บริโภค

ระดับ 5 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยที่สุด เกิดขึ้นทุกวันหรือเกือบทุกวัน

ระดับ 4 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยมาก เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 3 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นปานกลาง เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 2 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อย เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อเดือน

ระดับ 1 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุด เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อเดือน

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
1. ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล (Personal-Based Risk: P)					
1.1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น		✓			
1.2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้งน้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น				✓	
1.3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ					✓
1.4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำ ลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย			✓		
1.5 คณะกรรมการประปาขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎระเบียบ		✓			
1.6 คณะกรรมการประปาขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น		✓			
1.7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ		✓			
1.8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบข้อบังคับ		✓			
1.9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ				✓	
1.10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้			✓		
1.11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา			✓		
1.12 คนขโมยสายไฟ			✓		

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

6

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
1.13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ		✓			
2. ความเสี่ยงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment-Based Risk: E)					
2.1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย				✓	
2.2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น	✓				
2.3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ	✓				
2.4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจึงพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว		✓			
3. ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument-Based Risk: I)					
3.1 ปั๊มน้ำของ ระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ			✓		
3.2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก			✓		
3.3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ			✓		
3.4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย			✓		
3.5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง	✓				
3.6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย	✓				
3.7 ถังน้ำดี ไม่เพียงพอเพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี	✓				
3.8 ท่อ PVC ใช้เป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบแตก		✓			
3.9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน		✓			
3.10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย		✓			
3.11 ท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา		✓			

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

7

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
3.12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มน้ำสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต	✓				
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน		✓			
4. ความเสี่ยงที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material-Based Risk: M)					
4.1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ	✓				
4.2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน	✓				

8

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

4.1 ท่านคิดว่ายังมีความเสี่ยงหรือปัญหาของน้ำอุปโภค – บริโภค ที่นอกเหนือจากแบบสอบถามนี้หรือไม่ ถ้ามีความเสี่ยงหรือปัญหา คืออะไรและโปรดระบุระดับผลกระทบและระดับโอกาสที่เกิดขึ้น

บ่อเติมน้ำไม่ทำเป็นตันกันน้ำซึม เพราะน้ำจะซึมลงไปหลายและมีค่าใช้จ่ายเยอะมาก

4.2 ท่านคิดว่าในอนาคต ปริมาณน้ำจะเพียงพอต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่หรือไม่

ไม่เพียงพอ เพราะน้ำจะขาดแคลนในเวลาไม่ทำการเกษตร

4.3 ท่านต้องการให้พัฒนาระบบน้ำอุปโภค – บริโภคในตำบลมะขามคู่อย่างไร

ในจุดที่ระบบไม่ทั่วถึงให้ทั่วถึงและดูแลให้ดีขึ้น เพราะรถเข้าถึงยาก

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

2.2 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง แบบสอบถามจะต้องทำการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการศึกษา ซึ่งผู้ศึกษาขอเสนอวิธีกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

2.2.1 การกำหนดเกณฑ์เป็นวิธีใช้เกณฑ์กำหนดเป็นร้อยละของประชากรในการพิจารณา

2.2.1.1 ถ้าประชากรเป็นหลักร้อยควรใช้กลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 25%

2.2.1.2 ถ้าประชากรเป็นหลักพันควรใช้กลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 10%

2.2.1.3 ถ้าประชากรเป็นหลักหมื่นควรใช้กลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 5%

2.2.1.4 ถ้าประชากรเป็นหลักแสนควรใช้กลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 1%

จำนวนประชากรที่ใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่ คือ 11,452 คน ใช้กลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 5% คือ 573 คน

2.2.2 การใช้สูตรคำนวณผู้ศึกษาเลือกใช้สูตรของ Yamane (1973) ใช้สมการ (4-1)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \qquad (4\text{-}1)$$

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N คือ ขนาดของประชากร

e คือ ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

จำนวนประชากรที่ใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่ คือ 11,452 คน แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{11,452}{1+11,452(0.05)^2}$$

n = 386.50 คน หรือประมาณ 387 คน

เมื่อเปรียบเทียบการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการศึกษาทั้ง 2 วิธี ทางผู้ศึกษาขอเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างของวิธีที่ 2 คือ กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 387 คน ผู้ศึกษาได้เพิ่มกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 10 รวมเป็นจำนวนแบบสอบถามทั้งสิ้น 426 คน

2.3 ผลของแบบสอบถาม ผู้ศึกษาได้ทำการสอบแบบสอบถามกับกลุ่มผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ของตำบลมะขามคู่ สามารถสรุปเป็นตารางของผลกระทบของความเสี่ยงและโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ดังตารางที่ 4-4 และ ตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-4 สรุปคะแนนผลกระทบของปัญหาระบบน้ำอุปโภค-บริโภค

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ปัญหาที่เกิดจากบุคคล (People)							
P1	ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่น	77	73	117	86	73	2.99
P2	สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้ง น้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น	58	75	88	96	109	2.71
P3	มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ	71	95	112	74	74	3.04
P4	คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย	75	75	118	77	81	2.97
P5	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย	74	115	81	81	75	3.08
P6	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น	76	89	97	86	78	3.00
P7	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ	62	76	128	67	93	2.88
P8	ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ	75	135	100	65	51	3.28
P9	ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ	68	117	106	71	64	3.13
P10	ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้	64	89	91	95	87	2.88
P11	มีการขโมยอุปกรณ์ประปา	74	90	89	92	81	2.96

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ปัญหาที่เกิดจากบุคคล (People)							
P12	มีคนขโมยสายไฟ	70	91	88	77	100	2.89
P13	แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ	67	82	112	87	78	2.94
ปัญหาที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment)							
E1	กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้เกิดความเสียหาย	80	90	112	78	66	3.09
E2	กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น	118	95	100	64	49	3.40
E3	ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่พอ	123	122	96	60	25	3.61
E4	แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจะพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว	112	101	98	68	47	3.38

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ปัญหาที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument)							
I1	ปั๊มน้ำของระบบการผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอ ต่อการใช้น้ำ	135	90	94	56	51	3.47
I2	ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก	90	109	107	65	55	3.27
I3	แรงดันน้ำในระบบท่อประปาไม่เพียงพอ	80	109	118	68	51	3.23
I4	ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย	98	102	109	65	52	3.30
I5	ระบบท่อมีตะกอน	87	104	105	75	55	3.22
I6	เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย	76	85	101	88	76	2.99
I7	ถังเก็บน้ำดีไม่เพียงพอ เพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี	111	107	104	58	46	3.42
I8	ท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ	75	93	115	83	60	3.09
I9	ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน	120	116	88	65	37	3.51
I10	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย	80	104	105	77	60	3.16
I11	กรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา	74	111	113	81	47	3.20
I12	กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต	95	97	107	72	55	3.25
I13	อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน	87	103	119	65	52	3.25

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ (Materials)							
M1	แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ	148	122	81	51	24	3.75
M2	คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน	106	111	117	50	42	3.44

ตารางที่ 4-5 สรุปคะแนนของโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล (People)							
P1	ชาวบ้านหาปลา งมหอยในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่น	57	89	103	93	84	2.86
P2	สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้ง น้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น	49	80	92	90	115	2.67
P3	มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ	75	105	87	81	78	3.04
P4	คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย	55	83	98	95	95	2.78

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
P5	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย	69	102	103	74	78	3.02
P6	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น	78	87	114	70	77	3.04
P7	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ	62	73	127	75	89	2.87
P8	ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ	76	113	95	72	70	3.12
P9	ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ	61	98	104	89	74	2.96
P10	ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้	56	82	112	83	93	2.88
P11	มีการขโมยอุปกรณ์ประปา	82	83	94	86	81	3.00
ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล (People)							
P12	มีคนขโมยสายไฟ	76	91	89	78	92	2.96
P13	แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ	64	80	111	102	69	2.92

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ความเสี่ยงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment)							
E1	กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้เกิดความเสียหาย	78	111	95	74	68	3.13
E2	กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น	102	94	108	62	60	3.27
E3	ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่พอ	118	109	93	62	44	3.46
E4	แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจะพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว	103	102	91	71	59	3.28
ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument)							
I1	ปั๊มน้ำของระบบการผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอ ต่อการใช้น้ำ	102	94	83	79	68	3.19
I2	ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก	86	90	112	76	62	3.15
I3	แรงดันน้ำในระบบท่อประปาไม่เพียงพอ	77	99	104	75	71	3.08
I4	ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย	96	86	102	66	76	3.14
I5	ระบบท่อมีตะกอน	76	101	97	76	76	3.06
I6	เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย	79	84	102	79	82	3.00
I7	ถังเก็บน้ำดีไม่เพียงพอ เพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี	78	99	104	66	79	3.07

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

CODE	รายละเอียด	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม					คะแนนเฉลี่ย
		5	4	3	2	1	
ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument)							
I8	ท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ	42	108	124	86	66	2.94
I9	ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน	109	114	103	66	34	3.46
I10	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย	60	95	103	99	69	2.95
I11	กรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา	65	78	108	91	84	2.88
I12	กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต	76	82	118	83	67	3.04
I13	อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน	82	93	103	79	69	3.09
ความเสี่ยงที่เกิดจากวัตถุดิบ (Materials)							
M1	แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ	146	123	82	46	29	3.73
M2	คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน	93	90	119	77	47	3.25

ผู้ศึกษาได้นำวิธีการกระจายตัวมาใช้เพื่อให้คะแนนความเสี่ยงเกิดการกระจายตัวโดยการวัดการกระจายตัวของคะแนนดิบด้วยพิสัยเป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับคะแนน และแต่ละช่วงจะมีช่วงห่างเท่า ๆ กัน มีวิธีการหาช่วงห่างระหว่างคะแนน ดังนี้

2.3.1 นำคะแนนมาเรียงลำดับจากมากสุดไปน้อยสุด

2.3.2 หาค่าพิสัย (Range: R)

พิสัย (R) = คะแนนเฉลี่ยมากสุด (Xmax) – คะแนนเฉลี่ยน้อยสุด (Xmin) (4-2)

2.3.3 หาช่วงห่างระหว่างคะแนนในการวัดระดับของผลกระทบของปัญหาและความถี่ของปัญหา ซึ่งผู้วิจัยต้องการแบ่งคะแนนออกเป็น 5 ระดับตามเกณฑ์การประเมิน เพราะฉะนั้นจำนวนช่วงของคะแนน คือ 5

$$\text{ช่วงคะแนนระหว่างคะแนน} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนช่วงของคะแนน}} \qquad (4\text{-}3)$$

จากสมการ (4-3) สามารถแทนค่าได้ดังนี้

ช่วงห่างระหว่างคะแนนของผลกระทบ = (3.75 – 2.71) /5

= 1.04/5

= 0.21 คะแนน

ตารางที่ 4-6 หาค่าช่วงห่างระหว่างคะแนน

หัวข้อ	คะแนนเฉลี่ยน้อยสุด	คะแนนเฉลี่ยมากสุด	ค่าพิสัย (R)	ช่วงห่างระหว่างคะแนน
ผลกระทบของปัญหา	2.71	3.75	1.04	0.21
โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง	2.67	3.73	1.06	0.21

จากการคำนวณหาค่าช่วงห่างระหว่างคะแนนของผลกระทบและความถี่ของปัญหาตามตารางที่ 4-6 จะได้ค่าช่วงระหว่างคะแนนของผลกระทบของปัญหา คือ 0.21 คะแนน และค่าช่วง

ระหว่างคะแนนของโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง คือ 0.21 คะแนน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำค่าช่วงห่างระหว่างคะแนนไปกำหนดช่วงคะแนนใหม่เพื่อให้คะแนนที่ได้จากการประเมินเกิดการกระจายตัว ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 เกณฑ์แบ่งระดับคะแนนใหม่

ระดับคะแนนปรับใหม่	คะแนนเดิม	
	ผลกระทบของความเสี่ยง	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง
1	2.71-2.91	2.67-2.87
2	2.92-3.12	2.88-3.08
3	3.13-3.33	3.09-3.29
4	3.34-3.54	3.30-3.51
5	>3.54	>3.51

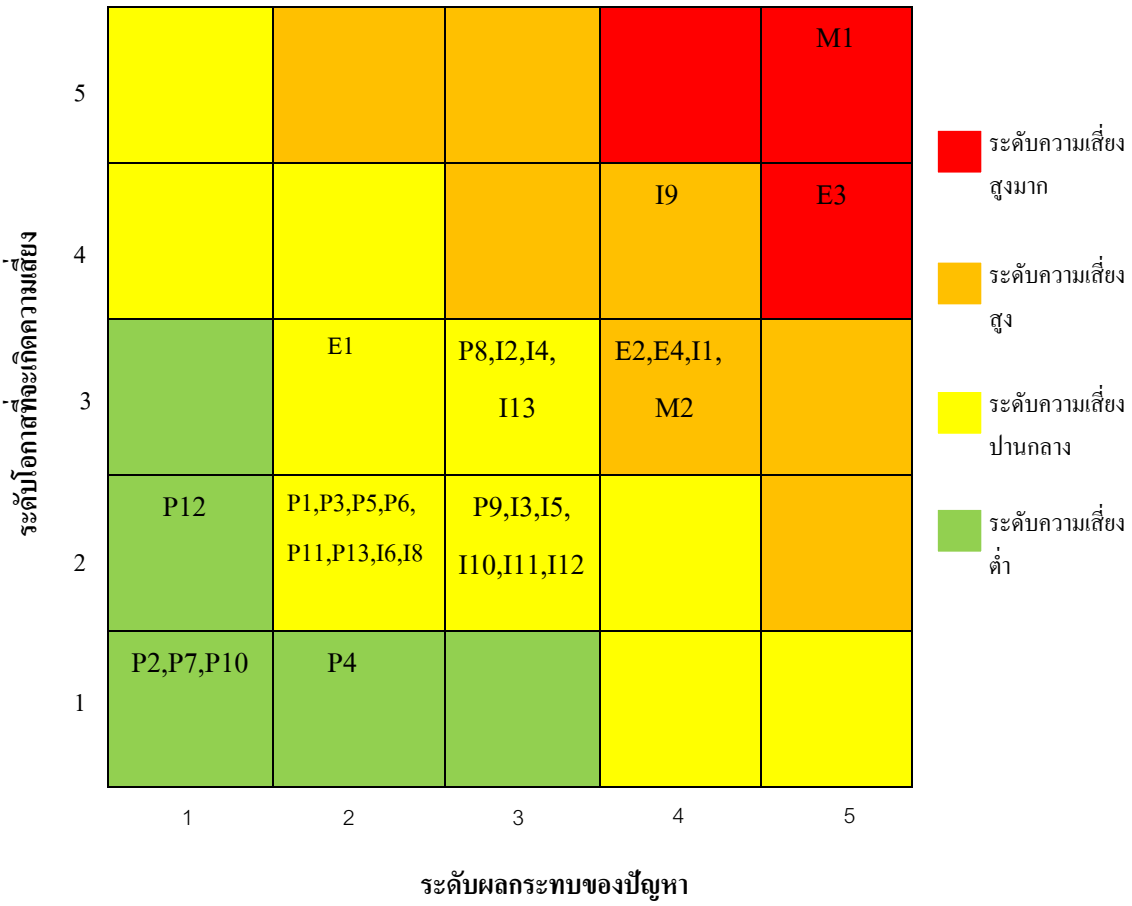
นำคะแนนเฉลี่ยของตารางที่ 4-4 และ 4-5 มาแบ่งระดับคะแนนใหม่ตามเกณฑ์ตารางที่ 4-7 ซึ่งได้ค่าระดับความเสี่ยงดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 วิเคราะห์ระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ใหม่

CODE	ผลกระทบของความเสี่ยง	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง	
P1	2	2	4	ปานกลาง
P2	1	1	1	ต่ำ
P3	2	2	4	ปานกลาง
P4	2	1	2	ต่ำ
P5	2	2	4	ปานกลาง
P6	2	2	4	ปานกลาง
P7	1	1	1	ต่ำ
P8	3	3	9	ปานกลาง

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

CODE	ผลกระทบของความเสี่ยง	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง	
P9	3	2	6	ปานกลาง
P10	1	1	1	ต่ำ
P11	2	2	4	ปานกลาง
P12	1	2	2	ต่ำ
P13	2	2	4	ปานกลาง
E1	2	3	6	ปานกลาง
E2	4	3	12	สูง
E3	5	4	20	สูงมาก
E4	4	3	12	สูง
I1	4	3	12	สูง
I2	3	3	9	ปานกลาง
I3	3	2	6	ปานกลาง
I4	3	3	9	ปานกลาง
I5	3	2	6	ปานกลาง
I6	2	2	4	ปานกลาง
I7	4	2	8	ปานกลาง
I8	2	2	4	ปานกลาง
I9	4	4	16	สูง
I10	3	2	6	ปานกลาง
I11	3	2	6	ปานกลาง
I12	3	2	6	ปานกลาง
I13	3	3	9	ปานกลาง
M1	5	5	25	สูงมาก
M2	4	3	12	สูง



ภาพที่ 4-14 เมตริกซ์ระดับความเสี่ยง

2.4 การวิเคราะห์ตารางเมตริกซ์ จากผลการวิเคาระห์ ระดับผลกระทบของปัญหาและระดับโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง มีวัตถุประสงค์ในการจัดระดับความเสี่ยง ว่าความเสี่ยงอยู่ในระดับสูงมาก ความเสี่ยงระดับสูง ความเสี่ยงระดับปานกลาง ความเสี่ยงระดับต่ำ โดยให้ความสำคัญกับความเสี่ยงระดับสูงมากก่อน เพื่อหามาตรการในการแก้ไขปัญหาตามระดับความเสี่ยง มีประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการวางแผนรับมือและแก้ไขปัญหาต่อไป

จากตารางที่ 4-5 สามารถวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของปัญหาพบว่าปัญหาในระดับความเสี่ยงสูงมาก (สีแดง) มี 2 ปัญหา ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดจากแหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ และในช่วงฤดูแล้งน้ำไม่เพียงพอ

ปัญหาในระดับความเสี่ยงสูง (สีส้ม) มี 5 ปัญหา ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดจากระบบปั้มน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน กรณีฝนตกทำให้น้ำขุ่น แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว ปั้มน้ำของระบบเกินกำลังการผลิต คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีปนเปื้อน

ปัญหาในระดับความเสี่ยงปานกลาง (สีเหลือง) มี 20 ปัญหา ซึ่งปัญหาเกิดจากกรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้เกิดความเสียหาย ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่นมีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำคณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น ผู้ใช้น้ำขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ มีการขโมยอุปกรณ์ประปาแหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตกแรงดันน้ำในระบบท่อประปาไม่เพียงพอปั๊มน้ำมีปัญหาเสียบ่อยระบบท่อมีตะกอนเครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อยท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อยกรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนานเนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปากรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน

ปัญหาในระดับความเสี่ยงต่ำ (สีเขียว) มี 5 ปัญหา ซึ่งปัญหาเกิดจาก สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้ง น้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อยคณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้มีคนขโมยสายไฟ

การนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ภายใต้ข้อมูลที่ได้รวบรวมและวิเคราะห์มา

การรับมือกับความเสี่ยงมีหลายวิธี ในกรณีนี้ผู้ศึกษาขอเสนอกลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ดังนี้

1. กลยุทธ์การยอมรับความเสี่ยง (Risk acceptation) เป็นวิธีที่เหมาะกับความเสี่ยงที่เล็กน้อย หรือ ความน่าจะเกิดของความเสี่ยงน้อยมาก

2. กลยุทธ์การลดความเสี่ยง (Risk mitigation) เป็นการลดโอกาสความน่าจะเกิด หรือลดความเสียหายของความเสี่ยงในการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค

3. กลยุทธ์การควบคุมความเสี่ยง (Risk control) เป็นการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดความเสี่ยง การปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการ รวมกับการกำหนดแผนสำรองในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

4. กลยุทธ์การป้องกันความเสี่ยง (Risk preventive) เป็นวิธีการควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสี่ยงและข้อผิดพลาดตั้งแต่แรก

5. กลยุทธ์การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk avoidance) เป็นการเลิก หรือหลีกเลี่ยงการกระทำ หรือลดการกระทำ ที่อาจจะทำให้ความเสี่ยงนั้นเกิดความเสียหายมากที่สุด

ข้อมูลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ สามารถนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงของระบบน้ำอุปโภค-บริโภค โดยเริ่ม จากความเสี่ยงระดับสูงมาก ไปหาความเสี่ยงระดับต่ำ ตามลำดับความสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 สรุปการนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค

ระดับความเสี่ยง	**รายละเอียดความเสี่ยง**		**กลยุทธ์**
สูงมาก	M1	แหล่งน้ำดิบมีไม่เพียงพอ	**กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง (Avoidance)** มาตรการ 1. หาแหล่งจัดเก็บน้ำดิบเพิ่มเติม 2. ขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค
สูงมาก	E3	ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ	**กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง (Avoidance)** มาตรการ 1. หาแหล่งจัดเก็บน้ำดิบเพิ่มเติม 2. ขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค **กลยุทธ์การลด (Mitigation)** มาตรการ 1. ประสานงานกับเทศบาลฯให้ช่วยจัดหาน้ำสะอาดแจกจ่ายตามบ้าน **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. ประชาสัมพันธ์ให้ใช้น้ำอย่างประหยัด
สูง	I9	ระบบปั๊มน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน	**กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง (Avoidance)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คเครื่องปั๊มน้ำเป็นประจำทุก ๆ วัน **กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. จัดหาเครื่องปั๊มน้ำเพิ่มเติม

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง		รายละเอียดความเสี่ยง	กลยุทธ์
สูง	E2	กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำ
สูง	E4	แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. การขุดลอกแหล่งน้ำดิบ 2. ทำบ่อดักตะกอนและทราย
สูง	I1	ปั๊มน้ำของระบบการผลิตน้ำเกินกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำ	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. เพิ่มจำนวนปั๊มน้ำสำรอง 2. ขอขยายกำลังส่งระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
สูง	M2	คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คคุณภาพน้ำเป็นประจำทุก ๆ เดือน
ปานกลาง	P8	ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ความเข้าใจ กฎ ระเบียบข้อบังคับ	**กลยุทธ์การลด (Mitigation)** มาตรการ 1. จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับ 2. สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ
ปานกลาง	I2	ระบบท่อประปารั่วซึมและมีท่อแตก	**กลยุทธ์การยอมรับได้ (Acceptance)** มาตรการ 1. ยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามมาตรการอื่นได้ **กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ท่อส่งน้ำเป็นประจำทุก ๆ เดือน

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง		รายละเอียดความเสี่ยง	กลยุทธ์
ปานกลาง	I4	ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ปั๊มน้ำเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์
ปานกลาง	I13	อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน	**กลยุทธ์การยอมรับได้ (Acceptance)** มาตรการ 1. ยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามมาตรการอื่นได้ **กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ใช้งานเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์
ปานกลาง	E1	กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย	**กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง (Avoidance)** มาตรการ 1. หยุดการทำงานของปั๊มน้ำทันที่เมื่อเกิดฝนตกหรือฟ้าผ่า
ปานกลาง	P9	ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ 2. ประชาสัมพันธ์ ให้ความรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบ ข้อบังคับ
ปานกลาง	I3	แรงดันน้ำในระบบท่อประปาไม่เพียงพอ	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คแรงดันในเส้นท่อเป็นประจำทุก ๆ เดือน

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง		รายละเอียดความเสี่ยง	กลยุทธ์
ปานกลาง	I5	ระบบท่อมีตะกอน	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คระบบท่อเมน ขับตะกอนระบบท่อน้ำเป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน
ปานกลาง	I10	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย	**กลยุทธ์การยอมรับได้ (Acceptance)** มาตรการ 1. ยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามมาตรการอื่นได้ **กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าเป็นประจำทุกวัน
ปานกลาง	I11	กรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดทำป้ายบอกเขตแนววางท่อประปา 2. จัดให้มีประตูน้ำ เปิด-ปิด เป็นระยะให้เหมาะสม
ปานกลาง	I12	กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามมาตรการอื่นได้ 1. ตรวจเช็คเครื่องปั๊มน้ำเป็นประจำทุกวัน **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดหาเครื่องปั๊มน้ำเพิ่มเติม

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง		รายละเอียดความเสี่ยง	กลยุทธ์
ปานกลาง	P1	ชาวบ้านหาปลา งมหอยในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่น	**กลยุทธ์การยอมรับได้ (Acceptance)** มาตรการ 1. ยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามมาตรการอื่นได้ **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดทำป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ
ปานกลาง	P3	มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ไม่จ่ายค่าน้ำอุปโภค-บริโภค 2. ออกหน่วยบริการประชาชนนอกสถานที่ 3. ประชาสัมพันธ์เพิ่มช่องทางในการชำระค่าน้ำ
ปานกลาง	P5	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความรู้ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับและกฎหมายให้คณะกรรมการประปาหมู่บ้าน
ปานกลาง	P6	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับและกฎหมายให้คณะกรรมการประปาหมู่บ้าน

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง		รายละเอียดความเสี่ยง	กลยุทธ์
ปานกลาง	P11	มีการขโมยอุปกรณ์ประปา	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยอุปกรณ์ประปา **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ 2. ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ 3. ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส
ปานกลาง	P13	แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดทำป้ายเตือนห้ามสูบน้ำ 2. มีการเปรียบเทียบปรับผู้ฝ่าฝืน
ปานกลาง	I6	เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ทำการล้างเครื่องจ่ายสารเคมีเป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน
ปานกลาง	I8	ท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ตรวจเช็คท่อ PVC เป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง		รายละเอียดความเสี่ยง	กลยุทธ์
ต่ำ	P12	มีคนขโมยสายไฟ	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยสายไฟ **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ 2. ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ 3. ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส
ต่ำ	P4	คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออกเพราะค่าตอบแทนน้อย	**กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง (Avoidance)** มาตรการ 1. เพิ่มค่าตอบแทนพิเศษ
ต่ำ	P2	สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ	**กลยุทธ์การยอมรับได้ (Acceptance)** มาตรการ 1. ยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามมาตรการอื่นได้ **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดทำป้ายเตือนห้ามนำสัตว์เลี้ยงลงเล่นน้ำ 2. มีการเปรียบเทียบปรับผู้ฝ่าฝืน 3. ทำรั้วกั้นบริเวณแหล่งน้ำ
ต่ำ	P7	คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ	**กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. จัดการฝึกอบรมคณะกรรมการประปาหมู่บ้านเพื่อเป็นการละลายพฤติกรรม

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียดความเสี่ยง		กลยุทธ์
ต่ำ	P10	ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้	**กลยุทธ์การควบคุม (Control)** มาตรการ 1. ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยใช้น้ำ **กลยุทธ์การป้องกัน (Prevention)** มาตรการ 1. สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ 2. ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ 3. ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส

จากตารางที่ 4-9 สามารถนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค มาขยายมาตรการรองรับ วิธีการ และข้อจำกัดดังต่อไปนี้

M1 แหล่งน้ำดิบมีไม่เพียงพอ

กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง

มาตรการที่ 1 หาแหล่งจัดเก็บน้ำดิบเพิ่มเติมเพื่อขุดอ่างเก็บน้ำเพื่อเก็บน้ำดิบ ก่อสร้างโรงสูบน้ำ โรงกรองน้ำ และหอถังสูงเพื่อผลิตและจ่ายน้ำประปาให้กับผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในมะขามคู่

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 สภาพดินในตำบลมะขามคู่ มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายและมีหินภูเขา จึงมีข้อจำกัดในการออกแบบอ่างเก็บน้ำจะต้องออกแบบให้อ่างเก็บน้ำสามารถเก็บน้ำได้ตลอดทั้งปี และน้ำในช่วงฤดูแล้งก็มีปริมาณน้อยมาก

มาตรการที่ 2 ขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค โดยให้เทศบาลตำบลมะขามคู่ประสานงานขอขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค กับสำนักงานประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดระยอง มาสำรวจ ออกแบบ และประมาณราคา เพื่อเทศบาลตำบลมะขามคู่ จะได้นำข้อมูลมาจัดทำแผนสามปี และทำข้อบัญญัติในการตั้งงบประมาณในการอุดหนุน ขยายเขตระบบประปาต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 ตำบลมะขามคู่ มีงบประมาณรายจ่ายประจำปีประมาณกว่า 100 ล้านบาทต่อปี แต่การขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค ต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก จึงจะ

ครอบคลุมทั้งตำบล และสภาพพื้นที่บางจุดก็ไม่สามารถขยายเขตระบบประปาภูมิภาคเข้าไปได้ ต้องใช้งบประมาณที่สูงในการสำรวจ ออกแบบ ก่อสร้าง และการซ่อมบำรุง

E3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ

กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง

มาตรการที่ 1 หาแหล่งจัดเก็บน้ำดิบเพิ่มเติมเพื่อขุดอ่างเก็บน้ำเพื่อเก็บน้ำดิบ ก่อสร้างโรงสูบน้ำ โรงกรองน้ำ และหอถังสูงเพื่อผลิตและจ่ายน้ำประปาให้กับผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 สภาพดินในตำบลมะขามคู่ มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายและมีหินภูเขา จึงมีข้อจำกัดในการออกแบบอ่างเก็บน้ำจะต้องออกแบบให้อ่างเก็บน้ำสามารถเก็บน้ำได้ตลอดทั้งปี และน้ำในช่วงฤดูแล้งก็มีปริมาณน้อยมาก

มาตรการที่ 2 ขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค โดยให้เทศบาลตำบลมะขามคู่ประสานงานขอขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค กับสำนักงานประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดระยอง มาสำรวจ ออกแบบ และประมาณราคา เพื่อเทศบาลตำบลมะขามคู่ จะได้นำข้อมูลมาจัดทำแผนสามปี และทำข้อบัญญัติในการตั้งงบประมาณในการ อุดหนุน ขยายเขตระบบประปาต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 ตำบลมะขามคู่ มีงบประมาณรายจ่ายประจำปีประมาณกว่า 100 ล้านบาทต่อปี แต่การขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค ต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก จึงจะครอบคลุมทั้งตำบล และสภาพพื้นที่บางจุดก็ไม่สามารถขยายเขตระบบประปาภูมิภาคเข้าไปได้ ต้องใช้งบประมาณที่สูงในการสำรวจ ออกแบบ ก่อสร้าง และการซ่อมบำรุง

กลยุทธ์การลด

มาตรการที่ 1 ประสานงานกับ เทศบาลตำบลมะขามคู่ ให้ช่วยจัดหาน้ำสะอาดแจกจ่ายเพื่อบรรเทา กับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ให้คณะกรรมการเขียนคำร้องขอสนับสนุนน้ำอุปโภค-บริโภค กับเทศบาลตำบลมะขามคู่ แล้วกำหนดวันในการให้บริการน้ำสะอาด เพื่อที่จะให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเตรียมภาชนะในการเก็บน้ำมารับน้ำสะอาดได้ที่บริเวณที่กำหนดไว้

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 จำนวนประชากรที่ใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ มีจำนวนมากต่อความต้องการน้ำสะอาดในช่วงฤดูแล้ง และรถที่ให้บริการส่งน้ำสะอาดมีไม่เพียงพอจึงอาจจะต้องขอความอนุเคราะห์กับ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นข้างเคียง ในการสนับสนุนรถส่งน้ำสะอาด หรืออาจจะต้อง จัดซื้อน้ำกับบริษัทเอกชน เพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการของ ผู้ใช้น้ำทุกหลังคาเรือน

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 ให้คณะกรรมการทำการประชาสัมพันธ์กลุ่มผู้ใช้น้ำให้รู้จักใช้น้ำอย่างประหยัด โดยทำใบปลิวแจก การประกาศเสียงตามสาย การเรียกประชุมกลุ่มผู้ใช้น้ำให้รู้วิธีการใช้น้ำอย่างประหยัด

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องทำงานอย่างจริงจัง ให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเห็นถึงความสำคัญ และตระหนักถึงปัญหาในการใช้น้ำอย่างไม่ประหยัด เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม มักจะคิดอยู่เสมอว่า “ไม่เป็นไร” ระบบน้ำประปาไม่ใช่ของเราคนเดียว เดี๋ยวคณะกรรมการก็แก้ปัญหาเองได้

I9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน

กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คระบบปั๊มน้ำเป็นประจำทุกวัน ให้คณะกรรมการตรวจเช็คเป็นประจำเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาโดยตรวจอุณหภูมิที่ผิวของห้องหล่อลื่นอาจตรวจโดยใช้เครื่องจับ วัดความดันด้านดูดและความดันด้านจ่ายโดยใช้เกจวัด สังเกตดูการรั่วไหลจากส่วนอัดที่กันรั่ว วัดกระแสไฟฟ้าที่เข้ามอเตอร์ ฟังการสั่นสะเทือนและเสียง สังเกตปริมาณน้ำหล่อลื่นในเสื้อเครื่องสูบน้ำ โดยดูการหมุนของแหวนน้ำมัน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจระบบปั๊มน้ำเป็นประจำทุกวันเพราะระบบปั๊มน้ำใช้งานทุกวัน อาจทำให้เกิดการชำรุดได้ง่าย จึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการ 1 จัดหาเครื่องปั๊มน้ำเพิ่มเติม โดยจัดซื้อเครื่องปั๊มน้ำมาสำรอง เมื่อเกิดเครื่องปั๊มน้ำที่ใช้งานอยู่เกิดเสียหายหรือผลิตน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน จะได้ดำเนินการแก้ไขโดยทันที

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเครื่องปั๊มน้ำที่ได้จัดซื้อไว้เพื่อสำรองนั้น หากเกิดการสูญหายหรือเมื่อถึงเวลาต้องการใช้งานเครื่องปั๊มน้ำแล้วไม่สามารถทำงานได้ จะต้องชดใช้ค่าเสียหาย จึงทำให้หาผู้ที่จะรับผิดชอบในการดูแลได้ยาก

E2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำ โดยการใช้สารละลายสารส้มช่วยสารแขวนลอยในน้ำ ให้น้ำตกตะกอนได้ดีขึ้น สารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ บางครั้งอาจมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคปนเปื้อนมากับน้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่ยังมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ การใช้คลอรีนสามารถในฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ แต่เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งได้ ด้วยเหตุนี้เอง การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลต จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคได้ แต่มีราคาสูง ไม่มีงบประมาณที่เพียงพอ

E4 แหล่งน้ำตื้นเขินเร็ว

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 ขุดลอกแหล่งน้ำดิบ เพื่อเพิ่มพื้นที่รับน้ำให้มากขึ้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 เนื่องจากพื้นที่ตำบลมะขามคู่เป็นพื้นที่การเกษตรและอุตสาหกรรม มีประชากรเป็นจำนวนมาก อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการการใช้น้ำ และงบประมาณค่อนข้างจำกัด เพราะการขุดลอกแหล่งน้ำดิบใช้งบประมาณค่อนข้างสูง

มาตรการที่ 2 ทำบ่อดักตะกอนและทราย เพื่อแยก ทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ออกจากน้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 การทำบ่อดักตะกอนและทรายนั้น งบประมาณค่อนข้างจำกัด เพราะการทำบ่อดักตะกอนและทรายใช้งบประมาณค่อนข้างสูง

I1 ปั๊มน้ำของระบบการผลิตน้ำเกินกำลังการผลิต ไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำ

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการ 1 เพิ่มจำนวนปั๊มสำรอง โดยจัดซื้อเครื่องปั๊มน้ำมาสำรอง เมื่อเครื่องปั๊มน้ำที่ใช้งานอยู่เกิดเสียหายหรือผลิตน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน จะได้ดำเนินการแก้ไขโดยทันที

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเครื่องปั๊มน้ำที่ได้จัดซื้อไว้เพื่อสำรองนั้น หากเกิดการสูญหายหรือเมื่อถึงเวลาต้องการใช้งานเครื่องปั๊มน้ำแล้วไม่สามารถทำงานได้ จะต้องชดใช้ค่าเสียหาย จึงทำให้หาผู้ที่จะรับผิดชอบในการดูแลได้ยาก

มาตรการที่ 2 ขอขยายกำลังส่งระบบไฟฟ้าเป็น 3 เฟสจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อจะได้เพิ่มกำลังของปั๊มน้ำ โดยให้เทศบาลตำบลมะขามคู่ ประสานงานขอขยายเขตระบบไฟฟ้า กับสำนักงานไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยองมาสำรวจ ออกแบบ และประมาณราคา เพื่อเทศบาลตำบลมะขามคู่ จะได้นำข้อมูลมาจัดทำแผนสามปี แล้วนำแผนมาจัดทำข้อบัญญัติเพื่อตั้งงบประมาณรายจ่ายในการ อุดหนุน ขยายเขตระบบไฟฟ้าต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 ประชากรในตำบลมะขามคู่ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม มีความต้องการใช้ไฟฟ้าจำนวนมากเมื่อทำการขยายเขตระบบไฟฟ้าแล้ว กำลังไฟฟ้าก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ

M2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คคุณภาพน้ำเป็นประจำทุก ๆ เดือน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องน้ำมาช่วยตรวจสอบคุณภาพน้ำ และควรมีการกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูลให้ได้มาตรฐาน เพื่อป้องกันมลภาวะและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ปนเปื้อนหรือซึมลงสู่แหล่งน้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำนั้น ต้องมีค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก และปัจจุบันปัญหาการเกิดมลภาวะกับแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของชุมชนและการเติบโตทางอุตสาหกรรม แต่การดูแลแหล่งน้ำถูกปล่อยปะละเลยทำให้เกิดผลกระทบ ซึ่งมลภาวะเกิดจากสาเหตุสำคัญสองประการ ได้แก่ ประการที่หนึ่ง การซึมลงสู่ชั้นให้น้ำหรือผ่านชั้นให้น้ำของสิ่งสกปรก สารเคมีมีพิษต่าง ๆ ทำให้ชั้นน้ำเกิดความสกปรก หรือไปทำลายชั้นน้ำให้เป็นอันตราย และประการที่สอง การไหลลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงทั้งจากการชะล้างของฝนและการทิ้งของเสียลงสู่แหล่งน้ำของมนุษย์

P8 ผู้ใช้น้ำขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ

กลยุทธ์การลด

มาตรการที่ 1 จัดฝึกการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกฎ ระเบียบ ข้อบังคับต่าง ๆ ที่ควรรู้เพื่อให้ผู้ใช้น้ำเกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 กลุ่มผู้ใช้น้ำ ชอบอ้างว่าไม่มีเวลามาอบรมเพราะต้องทำงานบางรายทำงานเวลากลางคืนไม่มีเวลพักผ่อน และอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม

มาตรการที่ 2 สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ให้ตระหนักถึงความสำคัญระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ร่วมถึงการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

I2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก

กลยุทธ์การยอมรับได้

ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตกเป็นความเสี่ยงที่มีผลกระทบกับกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่มากนัก และโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนี้ก็น้อยมาก ความเสี่ยงนี้จึงเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ของคณะกรรมการประปาหมู่บ้านและกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คระบบท่อประปาเป็นประจำทุก ๆ เดือนให้คณะกรรมการตรวจเช็คอุปกรณ์ท่อส่งน้ำการสำรวจรอยรั่ว จะกระทำเมื่อพบว่าปริมาณน้ำสูญเสียเป็นจำนวนมาก กล่าวคือ ตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป อย่างไรก็ตาม การสำรวจบนดินอย่างคร่าว ๆ ซึ่งเป็นการตรวจตามปกตินั้น ควรกระทำเป็นประจำ โดยการเดินสำรวจให้ทั่วทั้งระบบ การเจาะจงตรวจที่ท่อประตูน้ำ หัวดับเพลิง และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่บนดินหากมีรอยรั่วปรากฏให้เห็นจะต้องรีบทำการซ่อมทันที

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจเช็คอุปกรณ์ท่อส่งน้ำเป็นประจำ เพราะระบบท่อน้ำใช้งานทุกวัน อาจทำให้เกิดการชำรุดได้ง่าย จึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

I4 ปั๊มน้ำมีปัญหาเสียบ่อย

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คระบบปั๊มน้ำเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ ให้คณะกรรมการตรวจสอบตามรายการเป็นประจำเพื่อให้ปั๊มน้ำสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจระบบปั๊มน้ำเป็นประจำ เพราะระบบปั๊มน้ำใช้งานทุกวัน อาจทำให้เกิดการชำรุดได้ง่าย จึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

I13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน

กลยุทธ์การยอมรับได้

อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน อาจเกิดจากอายุการใช้งานของอุปกรณ์เมื่อใช้งานมาเป็นเวลานานจะเสื่อมสภาพไปตามเวลา เป็นความเสี่ยงที่มีผลกระทบกับกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่มากนัก และโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนี้ก็น้อยมาก ความเสี่ยงนี้จึงเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ของคณะกรรมการประปาหมู่บ้านและกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ใช้งานเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ ให้คณะกรรมการตรวจเช็คอย่างละเอียด หากเกิดการชำรุดเสียหาย ก็ให้รีบดำเนินการแก้ไขทันทีให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจตรา กำกับดูแล และตรวจเช็คอุปกรณ์ หากไม่ทำอย่างจริงจัง ก็อาจทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ชำรุดมากเกินไป และอาจเกิดอันตรายได้

E1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ฟ้าผ่าทำให้ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย

กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง

มาตรการที่ 1 หยุดการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำทันที่เมื่อเกิดฝนตกหรือฟ้าผ่า คณะกรรมการกลุ่มผู้ใช้น้ำจะต้องทำการตัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องปั๊มน้ำทันทีเมื่อเกิดฝนตกหรือฟ้าคะนอง เพื่อป้องไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องปั๊มน้ำเมื่อเกิดฟ้าผ่าหม้อแปลงไฟฟ้า

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 การเกิดฝนตกหรือฟ้าคะนองไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดเมื่อไหร่ เพราะเป็นภัยธรรมชาติ และคณะกรรมการที่รับผิดชอบในการตัดกระแสไฟฟ้าบางครั้งอาจจะไม่อยู่บริเวณตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า จึงอาจทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องปั๊มน้ำเมื่อเกิดฟ้าผ่าหม้อแปลงไฟฟ้าได้

P9 ผู้ใช้น้ำขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ให้ตระหนักถึงความสำคัญระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ร่วมถึงการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ข้อจำกัดมาตรการที่ 1 การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ โดยทำใบปลิวแจก การประกาศเสียงตามสาย

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 คณะกรรมการจะต้องทำงานอย่างจริงจัง และให้ความสำคัญกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ให้มีความรู้ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม

I3 แรงดันน้ำในระบบท่อประปาไม่เพียงพอ

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คแรงดันน้ำในระบบท่อประปาเป็นประจำทุก ๆ เดือนเพื่อให้น้ำส่งไปถึงผู้ใช้น้ำอย่างรวดเร็ว

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจเช็คแรงดันระบบท่อเป็นประจำเพราะหากไม่ทันต่อความต้องการใช้น้ำของประชาชน อาจจะให้ประชาชนเกิดความเดือดร้อนได้

I5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คระบบท่อเมนเป็นประจำทุก ๆ 6 เดือนโดยการเปิดหัวดับเพลิงหรือประตูน้ำเพื่อระบายตะกอนที่จุดท่อเมน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 ในขณะทำการระบายตะกอนที่จุดปลายตะกอนของท่อเมนอาจส่งผลกระทบกับผู้ใช้น้ำ อาจทำให้ผู้ใช้น้ำเกิดความเดือดร้อน

I10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย

กลยุทธ์การยอมรับได้

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อยอาจเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น หนูกัดสายไฟขาด เกิดจากภัยธรรมชาติฟ้าร้อง ฟ้าผ่า เป็นความเสี่ยงที่มีผลกระทบกับกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่มากนัก และโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนี้ก็น้อยมาก ความเสี่ยงนี้จึงเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ของคณะกรรมการประปาหมู่บ้านและกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คอุปกรณ์ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าทุกวัน โดยให้คณะกรรมการตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าจากหน้าปัทม์ตู้ควบคุม ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทุก 1 สัปดาห์ ทำความสะอาดตู้ควบคุมทุก 6 เดือน เพื่อให้ตู้ควบคุมใช้งานได้ตลอดเวลา ไม่ให้เกิดผลกระทบในการปั๊มน้ำขึ้นหอถังสูง หากพบเห็นข้อบกพร่องให้รีบดำเนินการแก้ไขเบื้องต้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการกำกับดูแล และตรวจเช็คหากไม่ทำอย่างจริงจัง ก็อาจจะทำให้ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าชำรุดมากเกินไป ทำให้เครื่องปั๊มน้ำไม่สามารถสูบน้ำขึ้นบนหอถังสูงเพื่อจ่ายน้ำให้กับกลุ่มผู้ใช้น้ำได้

I11 กรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 จัดทำป้ายบอกเขตแนววางท่อประปา พร้อมแจ้งเบอร์โทรศัพท์ไว้ในป้ายบอกเตือน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 หากมีป้ายบอกเตือนแต่ไม่ปฏิบัติตาม เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม ควรมีการสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 จัดให้มีประตูน้ำ เปิด-ปิด และมาตรวัดน้ำเป็นระยะให้เหมาะสม ให้คณะกรรมการกลุ่มผู้ใช้น้ำทำการกำกับดูแล และตรวจเช็คมาตรวัดน้ำ ว่าปริมาณน้ำสูญเสียผ่านมิเตอร์มีจำนวนลดลงอย่างผิดสังเกตหรือไม่ เพื่อจะได้ทราบระยะของช่วงที่มีท่อแตกและหาได้รวดเร็วขึ้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 คณะกรรมการจะต้องเสียสละเวลาของตน ในการตรวจสอบกำกับดูแล และตรวจเช็คมาตรวัดน้ำเป็นประจำ

I12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คระบบปั๊มน้ำเป็นประจำทุกวัน ให้คณะกรรมการตรวจเช็คเป็นประจำเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจระบบปั๊มน้ำเป็นประจำ เพราะระบบปั๊มน้ำใช้งานทุกวัน อาจทำให้เกิดการชำรุดได้ง่าย จึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการ 1 จัดหาเครื่องปั๊มน้ำเพิ่มเติม เพื่อที่จะได้เฝ้าระวังเมื่ออุปกรณ์ใกล้หมดอายุ จัดซื้อเครื่องปั๊มน้ำมาสำรอง เมื่อเกิดเครื่องปั๊มน้ำที่ใช้งานอยู่เกิดเสียหายหรือผลิตน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน จะได้ดำเนินการแก้ไขโดยทันที

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเครื่องปั๊มน้ำที่ได้จัดซื้อไว้เพื่อสำรองนั้น หากเกิดการสูญหายหรือเมื่อถึงเวลาต้องการใช้งานเครื่องปั๊มน้ำแล้วไม่สามารถทำงานได้ จะต้องชดใช้ค่าเสียหาย จึงทำให้หาผู้ที่จะรับผิดชอบในการดูแลได้ยาก

P1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่น

กลยุทธ์การยอมรับได้

ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่นการหาปลา งมหอย ของชาวบ้านจะเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ เฉพาะในฤดูที่สามารถจับสัตว์น้ำได้เท่านั้น เป็นความเสี่ยงที่มีผลกระทบกับกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่มากนัก และโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนี้ก็น้อยมาก ความเสี่ยงนี้จึงเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ของคณะกรรมการประปาหมู่บ้านและกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 จัดทำป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ พร้อมแจ้งเบอร์โทรศัพท์ไว้ในป้ายบอกเตือน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 หากมีป้ายบอกเตือนแต่ไม่ปฏิบัติตาม เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

P3 ผู้ใช้น้ำไม่ให้ความร่วมมือในการจ่ายค่าน้ำอุปโภค-บริโภค

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ไม่จ่ายค่าน้ำอุปโภค-บริโภค อาจจะกำหนดเป็นค่าปรับ การงดให้บริการน้ำกับผู้ไม่จ่ายค่าน้ำ เมื่อร่างระเบียบบทลงโทษเสร็จเรียบร้อย ก็นัดประชุมกลุ่มผู้ใช้น้ำ พร้อมอธิบายชี้แจงร่างระเบียบบทลงโทษให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเข้าใจ แล้วกำหนดวันเริ่มใช้ร่างบทลงโทษกับกลุ่มผู้ใช้น้ำต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 แบบร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยใช้น้ำจะต้องเป็นบทลงโทษที่ยอมรับของกลุ่มผู้ใช้น้ำ และจะต้องถือระเบียบอย่างเคร่งคัด หากกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามหรือไม่ยอมรับก็จะเกิดปัญหาเช่นเดิม และไม่สามารถแก้ไขได้

มาตรการที่ 2 ออกหน่วยบริการประชาชนเคลื่อนที่ไปตามหมู่บ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ประชาชน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 การออกหน่วยบริการเคลื่อนที่ ไม่สามารถได้ออกหน่วยบริการเป็นประจำ เพราะเจ้าหน้าที่มีค่อนข้างน้อย เนื่องจากออกหน่วยแต่ละครั้งส่วนใหญ่ไม่มีค่าตอบแทน แต่เป็นการทำงานแบบจิตอาสา

มาตรการที่ 3 ประชาสัมพันธ์เพิ่มช่องทางในการชำระค่าน้ำ เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้น้ำ โดยการทำใบปลิว การประกาศเสียงตามสาย

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 3 การเพิ่มช่องทางการบริการต้องใช้งบประมาณที่สูงมาก เนื่องจากต้องมีความพร้อมหลายด้าน เช่น สถานที่ ระบบข้อมูล และบุคลากรในการให้บริการ

P5 คณะกรรมการขาดความรู้ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 จัดฝึกการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับและกฎหมายที่ควรรู้ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานตามกฎหมายมากขึ้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการชอบอ้างว่าไม่มีเวลามาอบรม ต้องทำงานบางรายทำงานเวลากลางคืน และอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม

P6 คณะกรรมการขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 สร้างแรงจูงใจโดยการพาคณะกรรมการไปศึกษาดูงานด้านประปา และจัดฝึกการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับและกฎหมาย เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการขาดงบประมาณในการศึกษาดูงาน และขาดเงินค่าจ้างวิทยากร หรือผู้เชี่ยวชาญที่มาฝึกอบรม

P11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ขโมยอุปกรณ์ประปา อาจจะกำหนดเป็นค่าปรับ การงดให้บริการน้ำกับผู้ขโมยอุปกรณ์ประปา เมื่อร่างระเบียบบทลงโทษเสร็จเรียบร้อย ก็นัดประชุมกลุ่มผู้ใช้น้ำ พร้อมอธิบายชี้แจงร่างระเบียบบทลงโทษให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเข้าใจ แล้วกำหนดวันเริ่มใช้ร่างบทลงโทษกับกลุ่มผู้ใช้น้ำต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 แบบร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยอุปกรณ์ประปาจะต้องเป็นบทลงโทษที่ยอมรับของกลุ่มผู้ใช้น้ำ และจะต้องถือระเบียบอย่างเคร่งครัด หากกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามหรือไม่ยอมรับก็จะเกิดปัญหาเช่นเดิม และไม่สามารถแก้ไขได้

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจ กฎ ระเบียบข้อบังคับกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ให้ตระหนักถึงความสำคัญระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ร่วมถึงการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจอุปกรณ์ประปาเป็นประจำ เพราะอุปกรณ์ประปามีราคาแพงจึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

มาตรการที่ 3 ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส เป็นการให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส เมื่อประสบปัญหาหรือพบเห็นการกระทำที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคนขโมยอุปกรณ์ประปา ซึ่งคณะกรรมการจะต้องพิจารณาว่าผู้แจ้งเบาะแสจะได้รับเงินรางวัลหรือไม่ และจำนวนเงินรางวัลที่จะได้รับเป็นเท่าไหร่

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 3 ผู้ที่แจ้งเบาะแสมักจะกลัวว่า ผู้ถูกแจ้งจะมาต่อว่า หรือไม่อยากมีปัญหากันภายหลัง และอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม เดี๋ยวก็มีคนไปแจ้ง

เบาะแสกับคณะกรรมการเอง หรือระบบพวกพ้อง คนขโมยอุปกรณ์ประปาอาจเป็นพวกเดียวกันเลยไม่มีการแจ้งเบาะแส

P13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ ไปรดผลผลิตทางการเกษตร

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 จัดทำป้ายเตือนสูบน้ำ พร้อมแจ้งเบอร์โทรศัพท์ไว้ในป้ายบอกเตือน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 หากมีป้ายบอกเตือนแต่ไม่ปฏิบัติตาม เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 มีการเปรียบเทียบปรับผู้ฝ่าฝืน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 เนื่องจากผู้ฝ่าฝืนอาจมีความสนิทสนม หรือเป็นเครือญาติกับคณะกรรมการ จึงไม่สามารถดำเนินการเรื่องนี้ได้

I6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ทำการเป่าล้างเครื่องจ่ายสารเคมี เป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน เพื่อให้ใช้งานได้ตลอดเวลาได้ดี ไม่เกิดสารตกค้าง เป็นอันตรายแก้ผู้ใช้น้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 การเป่าล้างเครื่องจ่ายสารเคมี จะต้องให้ผู้เชี่ยวชาญและมีเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการเป่าล้าง คณะกรรมการไม่สามารถดำเนินการเองได้ จึงมีข้อจำกัดที่จะต้องประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญให้มาช่วยเป่าล้างเครื่องจ่ายสารเคมี

I8 ท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ตรวจเช็คท่อ PVC เป็นประจำทุก ๆ เดือน โดยคณะกรรมการตรวจเช็คเป็นประจำเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา หากตรวจสอบพบว่ามีท่อแตกบ่อย หรือมีการใช้งานเกิน 10 ปี ก็ควรเสนอเปลี่ยนท่อใหม่

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 เนื่องจากการเปลี่ยนท่อใหม่นั้น ต้องใช้งบประมาณพอสมควร เทศบาลตำบลมะขามคู่ จำเป็นต้องตั้งงบประมาณในส่วนของการปรับปรุง และซ่อมบำรุงไว้

P12 มีคนขโมยสายไฟ

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ขโมยสายไฟ อาจจะกำหนดเป็นค่าปรับ การงดให้บริการน้ำกับผู้ขโมยสายไฟ เมื่อร่างระเบียบบทลงโทษเสร็จเรียบร้อย ก็นัดประชุมกลุ่มผู้ใช้น้ำ

พร้อมอธิบายชี้แจงร่างระเบียบบทลงโทษให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเข้าใจ แล้วกำหนดวันเริ่มใช้ร่างบทลงโทษกับกลุ่มผู้ใช้น้ำต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 แบบร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยสายไฟ จะต้องเป็นบทลงโทษที่ยอมรับของกลุ่มผู้ใช้น้ำ และจะต้องถือระเบียบอย่างเคร่งคัด หากกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามหรือไม่ยอมรับก็จะเกิดปัญหาเช่นเดิม และไม่สามารถแก้ไขได้

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ให้ตระหนักถึงความสำคัญ รวมถึงการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจสายไฟเป็นประจำ จึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

มาตรการที่ 3 ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส เป็นการให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส เมื่อประสบปัญหาหรือพบเห็นการกระทำที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคนขโมยสายไฟ ซึ่งคณะกรรมการจะต้องพิจารณาว่าผู้แจ้งเบาะแสจะได้รับเงินรางวัลหรือไม่ และจำนวนเงินรางวัลที่จะได้รับเป็นเท่าไหร่

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 3 ผู้ที่แจ้งเบาะแสมักจะกลัวว่า ผู้ถูกแจ้งจะมาต่อว่า หรือไม่อยากมีปัญหากันภายหลัง และอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม เดี๋ยวก็มีคนไปแจ้งเบาะแสกับคณะกรรมการเอง หรือระบบพวกพ้อง คนขโมยสายไฟอาจเป็นพวกเดียวกัน เลยไม่มีการแจ้งเบาะแส

P4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย

กลยุทธ์การหลีกเลี่ยง

มาตรการที่ 1 สร้างแรงจูงใจโดยการเพิ่มค่าตอบแทนพิเศษ เพื่อเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 อย่าเน้นเฉพาะการสร้างแรงจูงใจด้วยค่าตอบแทนที่จับต้องได้เพียงอย่างเดียว ควรจะใช้การให้รางวัลที่จับต้องไม่ได้เข้ามาเสริมด้วย อาทิ การให้คำชมเชย การ Feedback ผลงาน การสอนงาน การฝึกอบรมและพัฒนา ด้วยเช่นกัน

P2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ

กลยุทธ์การยอมรับได้

สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบจะเกิดขึ้นไม่บ่อยนักเพราะอาชีพเลี้ยงเป็ดในตำบลมะขามคู่มีจำนวนน้อยเป็นความเสี่ยงที่มีผลกระทบกับกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่มากนัก และโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนี้ก็น้อยมาก ความเสี่ยงนี้จึงเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ของคณะกรรมการประปาหมู่บ้านและกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 จัดทำป้ายเตือนชาวบ้านห้ามนำสัตว์เลี้ยง ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ พร้อมแจ้งเบอร์โทรศัพท์ไว้ในป้ายบอกเตือน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 หากมีป้ายบอกเตือนแต่ไม่ปฏิบัติตาม เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 มีการเปรียบเทียบปรับผู้ฝ่าฝืน

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 เนื่องจากผู้ฝ่าฝืนอาจมีความสนิทสนม หรือเป็นเครือญาติกับคณะกรรมการ จึงไม่สามารถดำเนินการเรื่องนี้ได้

มาตรการที่ 3 ทำรั้วกั้นบริเวณแหล่งน้ำดิบ ให้คณะกรรมการประสานงานกับเทศบาลตำบลมะขามคู่ เขียนคำร้อง เพื่อเทศบาล ฯ จะได้ตั้งงบประมาณไว้

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 3 เนื่องจากแหล่งน้ำดิบพื้นที่กว้าง การทำรั้วกั้นแหล่งน้ำดิบต้องขึ้นอยู่กับระยะทางบริเวณโดยรอบของแหล่งน้ำดิบ ถ้ามีระยะมากต้องใช้งบประมาณสูงพอสมควร

P7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 จัดฝึกการอบรมคณะกรรมการประปาหมู่บ้านเพื่อเป็นการละลายพฤติกรรม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 คณะกรรมการชอบอ้างว่าไม่มีเวลามาอบรม ต้องทำงานบางรายทำงานเวลากลางคืน เพราะอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม

P10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้

กลยุทธ์การควบคุม

มาตรการที่ 1 ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ขโมยน้ำใช้ อาจจะกำหนดเป็นค่าปรับ การงดให้บริการน้ำกับผู้ขโมยน้ำใช้ เมื่อร่างระเบียบบทลงโทษเสร็จเรียบร้อย ก็นัดประชุมกลุ่มผู้ใช้น้ำ

พร้อมอธิบายชี้แจงร่างระเบียบบทลงโทษให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเข้าใจ แล้วกำหนดวันเริ่มใช้ร่างบทลงโทษกับกลุ่มผู้ใช้น้ำต่อไป

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 แบบร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยใช้น้ำจะต้องเป็นบทลงโทษที่ยอมรับของกลุ่มผู้ใช้น้ำ และจะต้องถือระเบียบอย่างเคร่งคัด หากกลุ่มผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามหรือไม่ยอมรับก็จะเกิดปัญหาเช่นเดิม และไม่สามารถแก้ไขได้

กลยุทธ์การป้องกัน

มาตรการที่ 1 สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ให้ตระหนักถึงความสำคัญ รวมถึงการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 1 การสร้างจิตสำนึกของบุคคลเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ที่จะทำให้เกิดลักษณะพฤติกรรมการรับรู้ การเข้าใจเพื่อการนำไปปฏิบัติ

มาตรการที่ 2 ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 2 คณะกรรมการจะต้องเสียสละ ในการออกตรวจการขโมยน้ำใช้จึงต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ

มาตรการที่ 3 ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส เป็นการให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส เมื่อประสบปัญหาหรือพบเห็นการกระทำที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคนขโมยสายไฟ ซึ่งคณะกรรมการจะต้องพิจารณาว่าผู้แจ้งเบาะแสจะได้รับเงินรางวัลหรือไม่ และจำนวนเงินรางวัลที่จะได้รับเป็นเท่าไหร่

ข้อจำกัดของมาตรการที่ 3 ผู้ที่แจ้งเบาะแสมักจะกลัวว่า ผู้ถูกแจ้งจะมาต่อว่า หรือไม่อยากมีปัญหากันภายหลัง และอุปนิสัยของคนไทยมักจะไม่ใส่ใจเรื่องของส่วนรวม เดี๋ยวก็มีคนไปแจ้งเบาะแสกับคณะกรรมการเอง หรือระบบพวกพ้อง คนขโมยสายไฟอาจเป็นพวกเดียวกัน เลยไม่มีการแจ้งเบาะแส

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการจัดการความเสี่ยงระบบน้ำ อุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ อุปสงค์-อุปทาน การใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค และเพื่อนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค การศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ อุปสงค์-อุปทาน การใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ทั้งในปัจจุบันและคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 วิธี คือ

1.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ในปัจจุบัน ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของกลุ่มผู้ใช้น้ำจากเลขมิเตอร์ย้อนหลัง 1 ปี มาเปรียบเทียบกับอัตราการใช้น้ำ จากข้อมูลที่ได้นำมาเขียนตาราง และเขียนเส้นกราฟเปรียบเทียบ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของกลุ่มผู้ใช้น้ำต่ำกว่าอัตราการใช้น้ำ สาเหตุเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลปริมาณน้ำที่ผ่านมิเตอร์เท่านั้น แต่ในความเป็นจริงกลุ่มผู้ใช้น้ำยังซื้อน้ำในการบริโภค และในพื้นที่ตำบลมะขามคู่มีแหล่งเก็บน้ำดิบขนาดเล็กและบ่อน้ำตื้นอยู่ตามบ้านเรือน ทำให้กลุ่มผู้ใช้น้ำบางคนใช้น้ำแหล่งน้ำดิบขนาดเล็กและบ่อน้ำตื้นเพื่อการอุปโภค

1.2 การคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต ใช้ข้อมูลสถิติประชากรจากทะเบียนบ้านในช่วงปี พ.ศ. 2553 ถึง ปี พ.ศ. 2559 มาพยากรณ์จำนวนพลเมือง ใช้วิธีทางเลขคณิตคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตอีก 10 ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2570) ผลของการศึกษาพบว่าแนวโน้มของการเจริญเติบโตของประชากรค่อนข้างสูง สาเหตุเกิดจากประชากรที่อยู่ในตำบลมะขามคู่ ส่วนแป็นชุมชนเกษตรกรรมรวมกับชุมชนอุตสาหกรรม หากในอนาคตจำนวนประชากรมีแนวโน้มการเจริญเติบโตมากขึ้น ควรที่จะทำการพยากรณ์จำนวนประชากรใหม่ และทำการเสนอแผนรับมือต่อไป

2. การวิเคราะห์ความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค สามารถสรุปได้ ดังนี้

2.1 ระบุความเสี่ยง จากการทำการประชุมคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน ได้ระดมสมองของผู้เข้าร่วมประชุม เพื่อนำข้อมูลมาประมวลความเสี่ยงและจัดทำแผนภูมิก้างปลา ผลจากการศึกษาได้แบ่งความเสี่ยงออกเป็น 4 กลุ่ม คือ ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล ความเสี่ยงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ และความเสี่ยงที่เกิดจากวัตถุดิบ

2.2 วิเคราะห์ความเสี่ยง จากการระบุความเสี่ยงนำมาจัดทำแบบสอบถาม การศึกษานี้ได้นำเสนอแบบสอบถามเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ผลกระทบของความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ส่วนที่ 3 โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค และส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

2.3 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบสอบถาม ใช้วิธีกำหนดเกณฑ์ เป็นร้อยละของประชากรในการพิจารณาจากจำนวนประชากร 11,452 คน กำหนดใช้กลุ่มตัวอย่าง 5% ได้ 573 คน เปรียบเทียบกับวิธีการใช้สูตรคำนวณกลุ่มตัวอย่างได้ 386.50 คน หรือประมาณ 387 คน ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้เพิ่มกลุ่มตัวอย่างอีก 10% รวมทั้งสิ้น 426 คน

2.4 สรุปผลของแบบสอบถาม นำแบบสอบถามมาสรุปเป็นตารางของผลกระทบและโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง โดยหาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละความเสี่ยง

2.5 กำหนดระดับความเสี่ยง แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ความเสี่ยงระดับต่ำกำหนดให้คะแนนอยู่ในช่วง 1-3 คะแนน ความเสี่ยงระดับปานกลางกำหนดให้คะแนนอยู่ในช่วง 4-9 ความเสี่ยงระดับสูงกำหนดให้คะแนนอยู่ในช่วง 10-16 และความเสี่ยงระดับสูงมากกำหนดให้คะแนนอยู่ในช่วง 17-25 คะแนน

2.6 วิเคราะห์ระดับความเสี่ยง นำคะแนนเฉลี่ยของผลกระทบคูณกับคะแนนเฉลี่ยของโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงมาคูณเพื่อหาระดับความเสี่ยง ผลการศึกษาพบว่ามีความเสี่ยงระดับสูงมาก 2 ข้อ ความเสี่ยงระดับสูง 5 ข้อ ความเสี่ยงระดับปานกลาง 20 ข้อ และความเสี่ยงระดับต่ำ 5 ข้อ

2.7 ทำแผนภูมิระดับความเสี่ยง ได้กำหนดให้แกน X แทนด้วยคะแนนเฉลี่ยของผลกระทบของความเสี่ยง แกน Y แทนด้วยคะแนนเฉลี่ยของโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง ช่องตารางสีแดงกำหนดให้เป็นความเสี่ยงระดับสูงมาก ช่องตารางสีส้มกำหนดให้เป็นความเสี่ยงระดับสูง ช่องตารางสีเหลืองกำหนดให้เป็นความเสี่ยงระดับปานกลาง และช่องตารางสีเขียวกำหนดให้เป็นความเสี่ยงระดับต่ำ

3. การนำเสนอแผนรับมือความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภคภายใต้ข้อมูลที่ได้รวบรวมและวิเคราะห์มา ผู้ศึกษาได้เสนอแผนรับมือจากความเสี่ยงสูงมากไปจนถึงความเสี่ยงระดับต่ำตามลำดับ การศึกษาความเสี่ยงสูงมากของแหล่งน้ำดิบมีไม่เพียงพอ ได้นำเสนอกลยุทธ์การหลีกเลี่ยง ได้แก่ หาแหล่งจัดเก็บน้ำดิบเพิ่มเติม ขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ในช่วงฤดูแล้งน้ำไม่เพียงพอ ได้นำเสนอกลยุทธ์การหลีกเลี่ยง ได้แก่ หาแหล่งจัดเก็บน้ำดิบเพิ่มเติม ขยายเขตระบบประปาส่วนภูมิภาค กลยุทธ์การลด ได้แก่ ประสานงานกับเทศบาลตำบลมะขามคู่ช่วยแจกจ่ายน้ำ กลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ ประชาสัมพันธ์การใช้น้ำอย่างประหยัด

การศึกษาความเสี่ยงสูงของระบบปั้มน้ำไม่ทันในชั่วโมงเร่งด่วน ได้นำเสนอกลยุทธ์การหลีกเลี่ยง ได้แก่ ตรวจเช็คเครื่องปั๊มน้ำเป็นประจำทุกวัน กลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ จัดหาเครื่องปั๊มน้ำเพิ่มเติม ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ กรณีฝนตกทำให้น้ำขุ่น ได้แก่ ปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ การขุดลอกแหล่งน้ำดิบ ทำบ่อดักตะกอนและทราย ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ปั้มน้ำของระบบน้ำเกินกำลังการผลิต ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ เพิ่มจำนวนปั๊มน้ำสำรอง ขอขยายกำลังส่งระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีปนเปื้อน ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คคุณภาพน้ำเป็นประจำทุก ๆ เดือน

การศึกษาความเสี่ยงปานกลางของ ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ได้นำเสนอกลยุทธ์การลด ได้แก่ จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับ สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ระบบท่อประปารั่วซึมและมีท่อแตก ได้นำเสนอกลยุทธ์การยอมรับได้ และกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คอุปกรณ์ท่อส่งน้ำเป็นประจำทุก ๆ เดือน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ปั๊มน้ำมีปัญหาเสียบ่อย ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คอุปกรณ์ปั๊มน้ำเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน ได้นำเสนอกลยุทธ์การยอมรับได้ และกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ใช้งานเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้เกิดความเสียหาย ได้นำเสนอกลยุทธ์การหลีกเลี่ยง ได้แก่ หยุดการทำงานของปั๊มน้ำทันที่เมื่อเกิดฝนตกหรือฟ้าผ่า ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ประชาสัมพันธ์ ให้ความรู้เกี่ยวกับกฎ ระเบียบข้อบังคับ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ แรงดันน้ำในระบบท่อประปาไม่เพียงพอ ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ ตรวจเช็คแรงดันในเส้นท่อเป็นประจำทุก ๆ เดือน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ระบบท่อมีตะกอน ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คระบบท่อเมน ขับตะกอนระบบท่อน้ำเป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย ได้นำเสนอกลยุทธ์การยอมรับได้ และกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คอุปกรณ์ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าเป็นประจำทุกวัน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ กรณีท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดทำป้ายบอกเขตแนววางท่อประปา จัดให้มีประตูน้ำ เปิด-ปิด และมาตรวัดน้ำเป็นระยะให้เหมาะสม ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คเครื่องปั๊มน้ำเป็นประจำทุกวัน กลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดหาเครื่องปั๊มน้ำเพิ่มเติม ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์ ทำให้น้ำขุ่น ได้นำเสนอ

กลยุทธ์การยอมรับได้ และกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดทำป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ไม่จ่ายค่าน้ำอุปโภค-บริโภค ออกหน่วยบริการประชาชนนอกสถานที่ ประชาสัมพันธ์เพิ่มช่องทางในการชำระค่าน้ำ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมาย ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับและกฎหมายให้คณะกรรมการประปาหมู่บ้าน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ สร้างแรงจูงใจและจัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับข้อบังคับและกฎหมายให้คณะกรรมการประปาหมู่บ้าน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ มีการขโมยอุปกรณ์ประปา ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยอุปกรณ์ประปา กลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำเพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดทำป้ายเตือนห้ามสูบน้ำ มีการเปรียบเทียบปรับผู้ฝ่าฝืน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้มเสียบ่อย ได้นำเสนอกลยุทธ์การหลีกเลี่ยง ได้แก่ ทำการล้างเครื่องจ่ายสารเคมีเป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ท่อ PVC ใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบ ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ตรวจเช็คท่อ PVC เป็นประจำทุก ๆ 6 เดือน

การศึกษาความเสี่ยงต่ำของมีคนขโมยสายไฟ ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยสายไฟ กลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย ได้นำเสนอกลยุทธ์การหลีกเลี่ยง ได้แก่ เพิ่มค่าตอบแทนพิเศษ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ได้นำเสนอกลยุทธ์การยอมรับได้ และกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดทำป้ายเตือนห้ามนำสัตว์เลี้ยงลงเล่นน้ำ มีการเปรียบเทียบปรับผู้ฝ่าฝืน ทำรั้วกั้นบริเวณแหล่งน้ำ ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ คณะกรรมการประปาหมู่บ้านขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ ได้นำเสนอกลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ จัดการฝึกอบรมคณะกรรมการประปาหมู่บ้านเพื่อเป็นการละลายพฤติกรรม ความเสี่ยงตัวต่อมา คือ ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้ ได้นำเสนอกลยุทธ์การควบคุม ได้แก่ ร่างระเบียบบทลงโทษกับผู้ที่ขโมยใช้น้ำ กลยุทธ์การป้องกัน ได้แก่ สร้างจิตสำนึกให้กับผู้ใช้น้ำ ให้คณะกรรมการตรวจดูแลอย่างสม่ำเสมอ ให้รางวัลกับผู้ที่แจ้งเบาะแส

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาการจัดการความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภคในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา

1.1 การศึกษาในครั้งนี้ เป็นข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่เท่านั้น สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนรองรับของคณะกรรมการกลุ่มผู้ใช้น้ำ ของตำบลมะขามคู่ และเสนอโครงการเกินศักยภาพที่คณะกรรมการกลุ่มไม่สามารถดำเนินการได้ โดยเข้าบรรจุในแผนสามปีของเทศบาลตำบลมะขามคู่ เพื่อรองรับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต แล้วนำแผนสามปีมาตั้งงบประมาณในข้อบัญญัติ และเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการจัดการความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค

1.2 การนำผลของการศึกษานี้ ไม่สามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ได้ เพราะในแต่ละพื้นที่มีข้อจำกัดความเสี่ยงที่แตกต่างกันไป ตามสภาพความเป็นอยู่ของประชากร ภูมิประเทศ และปัจจัยอื่น ๆ แต่วิธีการและแนวทางในการวิเคราะห์ สามารถนำไปใช้ได้

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาสำหรับกรณีศึกษานี้ควรพิจารณาถึงผลกระทบในทุก ๆ ด้าน เช่น ด้านสิ่งแวดล้อมในการนำน้ำผิวดินมาใช้ ด้านเศรษฐศาสตร์ของความคุ้มทุนของกลยุทธ์ต่าง ๆ และด้านสังคมของการมีส่วนร่วมชองกลุ่มผู้ใช้น้ำ

2.2 วิธีการศึกษานี้อาจเป็นแนวทางในการนำไปศึกษาการจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำ ในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำผิวดินในการอุปโภค-บริโภค รวมถึงการผลิตสินค้า เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

2.3 การศึกษาสำหรับกรณีศึกษานี้ควรพิจารณาการจัดการความเสี่ยงของระบบน้ำประปาผิวดิน ที่เทศบาลตำบลมะขามคู่ จะได้มีแนวทางในการจัดทำแผนรองรับในการบริหารจัดการน้ำประปาให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในการให้บริการแก่ประชาชน

2.4 การสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มผู้ใช้น้ำ และการประเมินผลกระทบความเสี่ยงควรจะแบ่งทำการสำรวจ และทำการประเมินผลกระทบความเสี่ยง แบ่งเป็นช่วง ๆ ตามฤดูกาล เพื่อลดอคติของผู้ตอบแบบสอบถาม และผลการประเมินความเสี่ยงของผู้ประเมิน

ปัญหาและอุปสรรค

การตอบแบบสอบถามของกลุ่มผู้ใช้น้ำทำได้ยากลำบาก สาเหตุเกิดจากติดช่วงเวลาของการทำงาน เมื่อผู้ศึกษานำแบบสอบถามไปให้ผู้ตอบแบบสอบถามกรอกรายละเอียดพร้อมตอบ

แบบสอบถาม พบว่าบางคนเป็นประชาชนที่เข้ามาทำงานในภาคอุตสาหกรรมไม่ได้อาศัยอยู่ในเขตตำบลมะขามคู่ ซึ่งมาทำงานในตอนเช้าและตอนเย็นเดินทางกลับที่พักในเขตตำบลอื่น จึงต้องสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามก่อนว่าเป็นประชากรในตำบลมะขามคู่หรือไม่ และผู้ตอบแบบสอบถามบางคนยังไม่เข้าใจในรายละเอียดของแบบสอบถาม ต้องอธิบายความหมายของคำถามแต่ละคำถามให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจ

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรน้ำ. (2549). *อัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคตามปริมาณประชากร*. เข้าถึงได้จาก http://202.129.59.73/wm/Water/water%20demand%201.pdf

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2549). *การบริหารจัดการ และการบำรุงรักษาระบบประปาชนบท*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2546). *เกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่ม 2 รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำชุมชน*. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.

กรมอนามัย. (2560 ก). *ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการประปา*. เข้าถึงได้จาก http://www.anamai.moph.go.th/wsupply/WSSITC/stdresource.html

กรมอนามัย. (2560 ข). *ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการบริโภค*. เข้าถึงได้จาก http://www.anamai.moph.go.th/wsupply/wssitc.html

ไคลเมทเชนจ์โซลูชั่นดอทคอม. (2560). *อัตราการใช้น้ำในครัวเรือนในประเทศต่าง ๆ*. เข้าถึงได้จาก http//www.climatechangessolution.com/municipal/water/default.shtml?o=water#

จิรพร สุเมธีประสิทธิ์ มัทธนา พิพิธเนาวรัตน์ และกิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ. (2555). *การบริหารความเสี่ยงอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี. (2550). *การบริหารความเสี่ยง Risk management*. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท ครีเอชั่น.

ทวีศักดิ์ วังไพศาล. (2557). *วิศวกรรมประปา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทศบาลตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง. (2560). *แผนที่ตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง*. เข้าถึงได้จาก https://sites.google.com/site/ssmba55020782/geninfo/communityinfo/communitylocation

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2532). *วิศวกรรมประปา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระยองฮิปดอทคอม. (2560). *แผนที่จังหวัดระยอง*. เข้าถึงได้จาก http://www.rayonghip.com/provincerayong2/

วัชรี งามเลิศชัย. (2558). *การศึกษาปัญหาและมาตรการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการเขียนแบบโรงบำบัดน้ำเสีย.* การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศักกาน กลั่นด้วง. (2556). *การจัดการความเสี่ยงด้านน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลหอมศีล อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา.* การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการงานก่อสร้างและงานโครงสร้างพื้นฐาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศุภฤกษ์ สินสุพรรณ. (2545). *การออกแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล เล่มที่ 1 วิศวกรรมการประปา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2549). *การออกแบบระบบประปาเพื่อการขออนุญาตประกอบกิจการประปา.* เข้าถึงได้จาก http://202.129.59.150/prapathai/spt/man/rule.htm

ไอทีจีไทยแลนด์ดอทคอม. (2560). *แผนผังประเมินความเสี่ยง.* เข้าถึงได้จาก https://itgthailand.wordpress.com/tag/การประเมินความเสี่ยง

Barnes, D., Bliss, P. J., Gould, B. W., & Vallentine, H. R. (1981). *Water and wastewater engineering systems*. New York: McGraw-Hill.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1981). *Applied hydrology*. Singapore: McGraw-Hill.

Fetter, C. W. (1994). *Applied hydrogeology*. New Jersey: Prentice-Hill.

McGhee, T. J. (1991). *Water supply and sewerage*. New York: McGraw-Hill.

NHMRC/ARMCANZ. (1996). *National water quality management strategy*. In Australian Drinking Water Guidelines. n.p.

Roscoe Moss Company. (1990). *Handbook of ground water development*. New York: John Wiley & Sons.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). New York: Harper and Row.

WHO. (1993). *Guidelines for drinking-water quality* (2nd ed.). Geneva: World Health Organization.

ภาคผนวก

แบบสอบถามระดับความเสี่ยงระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

คำชี้แจงแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาของนายกิตติพันธ์ จันทาสี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยง ระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ในตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

3. โปรดเติมเครื่องหมาย/ ในช่อง ☐ ที่ตัวเลือกเหมาะกับท่าน และ/ หรือกรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

4. ข้อมูลในแบบสอบถามจะถูกใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และจะไม่นำไปเปิดเผยที่อื่นใด

5. ผู้ศึกษาขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. วุฒิการศึกษา

☐ ต่ำกว่าประถม ☐ ระดับประถม - มัธยมต้น

☐ มัธยม/ อนุปริญญา ☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ตำบลมะขามคู่.....ปี

ส่วนที่ 2 ผลกระทบของปัญหาระบบน้ำอุปโภค - บริโภค

ระดับ 5 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมากที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำไม่สามารถใช้น้ำได้

ระดับ 4 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายมาก ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อน ต้องรอการแก้ไขนานมาก

ระดับ 3 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายปานกลาง ทำให้ผู้ใช้น้ำต้องรอการแก้ไขพอสมควร

ระดับ 2 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อย ทำให้ผู้ใช้น้ำเดือดร้อนเล็กน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เมื่อปัญหาเกิดขึ้นแล้ว มีผลกระทบหรือความเสียหายน้อยที่สุด ทำให้ผู้ใช้น้ำรู้สึกหงุดหงิด รำคาญ

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	2	1
1. ปัญหาที่เกิดจากบุคคล (Personal-Based Problems: P)					
1.1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น					
1.2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบถ้าช่วงหน้าแล้งน้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น					
1.3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ					
1.4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย					
1.5 คณะกรรมการประปาขาดความรู้ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎระเบียบ					
1.6 คณะกรรมการประปาขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น					
1.7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ					
1.8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	4	3	2	1
1.10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้					
1.11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา					
1.12 คนขโมยสายไฟ					
1.13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ					
2. ปัญหาที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment-Based Problems: E)					
2.1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย					
2.2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น					
2.3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ					
2.4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจึงพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว					
3. ปัญหาที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument-Based Problems: I)					
3.1 ปั๊มน้ำของระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ					
3.2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก					
3.3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ					
3.4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย					
3.5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง					
3.6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย					
3.7 ถังเก็บน้ำดีไม่เพียงพอเพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี					
3.8 ท่อ PVC ใช้เป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบแตก					
3.9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน					
3.10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย					

รายละเอียด	ผลกระทบของปัญหา				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
3.11 ท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนาน เนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา					
3.12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มน้ำสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต					
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน					
4. ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material-Based Problems: M)					
4.1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ					
4.2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน					

ส่วนที่ 3 ความถี่ในการเกิดปัญหาระบบน้ำอุปโภค - บริโภค

ระดับ 5 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยที่สุด เกิดขึ้นทุกวันหรือเกือบทุกวัน

ระดับ 4 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นบ่อยมาก เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 3 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นปานกลาง เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ระดับ 2 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อย เกิดขึ้นประมาณ 3-5 ครั้งต่อเดือน

ระดับ 1 หมายถึง ปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุด เกิดขึ้นประมาณ 1 ครั้งต่อเดือน

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
1. ความเสี่ยงที่เกิดจากบุคคล (Personal-Based Risk: P)					
1.1 ชาวบ้านหาปลา งมหอย ในแหล่งน้ำดิบทั้งที่มีป้ายเตือนห้ามจับสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่น					
1.2 สัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน เช่น เป็ด ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำดิบ ถ้าช่วงหน้าแล้งน้ำมีปริมาณตื้นเขิน ทำให้น้ำขุ่น					
1.3 มีอุปสรรคในการเก็บค่าบริการ เช่น ไปแล้วไม่เจอผู้ใช้น้ำ ไปแล้วไม่มีเงินจ่ายค่าบริการใช้น้ำ					
1.4 คนเก็บเงินค่าบริการ คนจดมาตรวัดน้ำลาออก เพราะค่าตอบแทนน้อย					
1.5 คณะกรรมการประปาขาดความรู้ ความเข้าใจ ที่จะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎระเบียบ					
1.6 คณะกรรมการประปาขาดประสบการณ์หรือขาดความเชื่อมั่น					
1.7 คณะกรรมการขาดความตั้งใจหรือมีทัศนคติเชิงลบ					
1.8 ผู้ใช้น้ำ ขาดความรู้ ความเข้าใจ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.9 ผู้ใช้น้ำไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ					
1.10 ผู้ใช้น้ำขโมยน้ำใช้					
1.11 มีการขโมยอุปกรณ์ประปา					
1.12 คนขโมยสายไฟ					
1.13 แหล่งน้ำดิบถูกเกษตรกรสูบน้ำ เพื่อไปรดผลผลิตทางการเกษตร เช่น ไร่สับปะรด ทำให้ปริมาณน้ำไม่พอ					

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
2. ความเสี่ยงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environment-Based Risk: E)					
2.1 กรณีเกิดฝนตกหนัก ทำให้ฟ้าผ่า ฟ้าลง ปั๊มน้ำไหม้ เกิดความเสียหาย					
2.2 กรณีฝนตก ทำให้น้ำขุ่น					
2.3 ในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำไม่เพียงพอ					
2.4 แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย กรณีฝนตกการไหลของน้ำจึงพัดพาตะกอนและทรายมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้แหล่งน้ำดิบตื้นเขินเร็ว					
3. ความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ (Instrument-Based Risk: I)					
3.1 ปั๊มน้ำของ ระบบผลิตน้ำเกินกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ					
3.2 ระบบท่อประปารั่วซึม และมีท่อแตก					
3.3 แรงดันน้ำในระบบท่อไม่เพียงพอ					
3.4 ปั๊มน้ำมีปัญหา เสียบ่อย					
3.5 ระบบท่อมีตะกอนตกค้าง					
3.6 เครื่องจ่ายสารเคมี คลอรีน ปูนขาว สารส้ม เสียบ่อย					
3.7 ถังน้ำดี ไม่เพียงพอเพราะมีขนาดเล็ก บางหมู่บ้านไม่มีถังเก็บน้ำดี					
3.8 ท่อ PVC ใช้เป็นเวลานาน ทำให้ท่อกรอบแตก					
3.9 ระบบปั๊มน้ำไม่ทัน ในชั่วโมงเร่งด่วน					
3.10 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีปัญหา เสียบ่อย					
3.11 ท่อแตกต้องใช้เวลาหาท่อนานเนื่องจากไม่มีป้ายบอกเขตแนวท่อประปา					
3.12 กรณีปั๊มน้ำเสียไม่มีปั๊มน้ำสำรอง ขาดความต่อเนื่องในการผลิต					
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ขาดความคงทน					

รายละเอียด	โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง				
	5	4	3	2	1
4. ความเสี่ยงที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material-Based Risk: M)					
4.1 แหล่งน้ำดิบบางหมู่ปริมาณไม่เพียงพอ					
4.2 คุณภาพน้ำดิบมีสารเคมีทางการเกษตรปนเปื้อน					

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

4.1 ท่านคิดว่ายังมีความเสี่ยงหรือปัญหาระบบน้ำอุปโภค-บริโภค ที่นอกเหนือจากแบบสอบถามนี้หรือไม่ ถ้ามีความเสี่ยงหรือปัญหา คืออะไรและโปรดระบุระดับผลกระทบและระดับโอกาสที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

4.2 ท่านคิดว่าในอนาคต ปริมาณน้ำจะเพียงพอต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบลมะขามคู่หรือไม่

.....

.....

.....

4.3 ท่านต้องการให้พัฒนาระบบน้ำอุปโภค - บริโภคในตำบลมะขามคู่อย่างไร

.....

.....

.....