นวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน

น.ส.สะคราญ แต่โสภาพงษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Innovative Prototype of Decentralized Wastewater Management System with Water Reclamation for Community

Miss Sakran Taesopapong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Technopreneurship and Innovation Management
Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management
GRADUATE SCHOOL
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน
โดย	น.ส.สะคราญ แต่โสภาพงษ์
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ หนูจักร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล)

..... กรรมการ
(ดร.ขวัญรัฐ ส่วนพงษ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.ขวัญรวี สิริกาญจน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สะคราญ แต่โสภาพงษ์ : นวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน. (Innovative Prototype of Decentralized Wastewater Management System with Water Reclamation for Community) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร. ชวลิต รัตนธรรมสกุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เพื่อนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน รวมถึงทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมในการบำบัดน้ำเสีย โดยควบคุมแรงดันของเมมเบรนให้อยู่ในช่วง 85 - 95 กิโลกรัมต่อปาสกาล อัตราการไหลของน้ำเสียและอัตราการกรองของเซรามิคเมมเบรนเท่ากับ 300 - 360 ลิตรต่อวัน ระยะเวลากักเก็บน้ำเสียของระบบอยู่ที่ประมาณ 1 วัน ทั้งนี้งานวิจัยยังได้พัฒนาตัวกลางดินเผาซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสเท่ากับ 0.015072 ตารางเมตร ขนาดรูพรุนเท่ากับ 0.028 ไมครอน โดยมีความพรุนตัวร้อยละ 14.90 เพื่อใส่ในส่วนไร้อากาศ 1 และ 2 ของระบบ เพื่อการบำบัดขั้นต้น ผลการทดสอบพบว่าน้ำหลังบำบัดมีค่าความเป็นกรดหรือด่างเฉลี่ย 8.2 (ค่ามาตรฐานอยู่ในช่วง 5.5 – 9.0) ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 2.2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ย 20.2 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร (น้ำเสียมีปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียตั้งแต่ 10^6 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณตะกอนหนักมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าน้ำหลังบำบัดมีคุณภาพดีขึ้นและผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ อีกทั้งยังผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ของสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น ประเทศออสเตรเลีย และสหภาพยุโรป ทั้งนี้ การดำเนินการภายใต้สมมติฐานการลงทุนที่กำหนดไว้ ทำให้กิจการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 55,079,683.78 บาท อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ 76% โดยมีระยะเวลาคืนทุนภายใน 3 ปี แสดงว่านวัตกรรม Eco-biofilter/MBR มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ สำหรับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด พบว่าจุดคุ้มทุนสำหรับการเก็บค่าธรรมเนียมสำหรับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนอยู่ที่ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสีย 8 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5787847720 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: community, decentralized wastewater management system, reclamation, wastewater treatment

Sakran Taesopapong : Innovative Prototype of Decentralized Wastewater Management System with Water Reclamation for Community. Advisor: Assoc. Prof. CHAVALIT RATANATAMSKUL, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. PONGSA PORNCHAIWISESKUL, Ph.D.

This research has developed an innovative prototype of decentralized wastewater treatment with Eco-biofilter/MBR technology which is capable of bringing treated wastewater for reuse in a community. It also tested the efficiency of wastewater treatment through controlling the membrane pressure within the range of 85-95 kg/pascal. The rate of wastewater flow and the rate of ceramic membrane permeate production were in the range of 300 – 360 liter/day. The hydraulic retention of the system was around 1 day. In addition, the research also developed a clay porous media with surface area of 0.015072 square meter, pore size of 0.028 micron and pore density of 14.90% that was installed in the anaerobic channel 1 and 2 of the system as the primary treatment for submerged MBR process. The test results revealed that the wastewater after the treatment had an average pH of 8.2 (PCD standard value is 5.5 – 9.0). Total TKN had an average value of 2.2 mg/L(PCD standard value not more than 20 mg/L). Total phosphorus amount has an average value of 0.06 mg/L (PCD standard value not more than 2 mg/L). The amount of fecal coliform bacteria concentration was averagely 20.2 MPN per 100 ml (the amount of fecal coliform bacteria in wastewater ranges above 10^6 MPN per 100 ml.) The amount of organic matter in terms of BOD had an average value less than 2 mg/L (PCD standard value not more than 20 mg/L) The amount of settlable solid was less than 0.1 mg/L (PCD standard value not more than 30 mg/L). The test result indicates that the effluent quality had much better quality and certifies the building effluent standard set by the Pollution Control Department of Thailand as well as the effluent quality could pass the wastewater reuse standard of the Environmental Protection Agency of the United States, Japan, Australia and the European Union. Under specific investment assumption, the proposed system has a net present value worth of 55,079,683.78 THB. The investment return is equal to 76% with a breakeven duration less than 3 year. Thus, the Eco-biofilter/MBR is feasible in terms of commercial business. The economic valuation of natural resources and environment that is not traded through systematic free market reveals that the breakeven expense for wastewater treatment fee for the community stands at 8 THB per household per month for 1 cubic meter of water.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยการสนับสนุนจากคณาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่มอบความรักและความเมตตาแก่ศิษย์ คอยเอาใจใส่ติดตามการดำเนินงาน ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งชี้แนะการแก้ปัญหาในทุกขั้นตอนของการทำวิจัย รวมทั้งอุทิศเวลาเพื่อการตรวจทานเล่มรายงานและชี้แนะแนวทางการทำวิจัยอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้การสนับสนุนและชี้แนะแนวทางการดำเนินการทางพาณิชย์ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมที่สร้างขึ้นของดุษฎีนิพนธ์นี้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล อาจารย์ ดร.ขวัญรัฐ ส่วนพงษ์ และ ดร.ขวัญรวี สิริกาญจน กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จนดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณเสวก ประเสริฐสุข นายกองค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่ คุณวัชระ บัญชาวิมลเชษฐ ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม องค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่ คณะผู้บริหารและบุคลากรขององค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่ทุกท่าน คุณสายฝน ประเสริฐสุข กำนันตำบลเชียงรากใหญ่ รวมถึงผู้ใหญ่บ้านและผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี และที่สำคัญ ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่เป็นส่วนสำคัญในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ดุษฎีนิพนธ์เล่มนี้สามารถบรรลุผลสำเร็จและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอแสดงกตเวทิตาแด่บุพการี คุณสีหวุฒิ แต่โสภาพงษ์ คุณนำสิน เหลืองบุศราคัม และคุณพูนศรี แต่โสภาพงษ์ บิดา มารดา และคุณย่า ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่คอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน บ่มเพาะ มอบความรัก ความอบอุ่น และกำลังใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่เยาว์วัยจวบจนถึงปัจจุบัน และขอขอบคุณทุกกำลังใจในครอบครัวแต่โสภาพงษ์ ที่เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จตามความตั้งใจ

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม และวิทยากรทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้และแบ่งปันประสบการณ์ต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาการศึกษา รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรฯ ทุกท่าน ตลอดจนขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

CU-TIP8 และกัลยาณมิตรทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันมาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอมอบคุณความดีอันเกิดจากคุณประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่บุคคลที่กล่าวถึงทั้งหมด และหากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สะคราญ แต่โสภาพงษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 น้ำเสีย9

2.2 การบำบัดน้ำเสียชุมชน 19

2.3 การนำน้ำทิ้งหลังการบำบัดกลับมาใช้ใหม่ 46

2.4 พฤติกรรม 48

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของตัวบุคคลและองค์กร 53

2.6 การมีส่วนร่วมของชุมชนที่นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน 59

2.7 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 61

2.8 ต้นแบบนวัตกรรมสู่ธุรกิจ 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.9 การแพร่กระจายของนวัตกรรมเพื่อนำไปสู่การยอมรับ 71
2.10 การยอมรับเทคโนโลยี 73
2.11 มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย 75
2.12 เศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม 80
2.13 มูลค่าสิ่งแวดล้อม 83
2.14 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางธุรกิจ การเงิน และเศรษฐศาสตร์ 87
2.15 ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willing to Pay: WTP) 92
2.16 การผลิตน้ำประปา 98
2.17 พลาสติก 101
2.18 ดินเผา 107
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 112
3.1 การสำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน 112
3.2 การศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 113
3.3 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 118
3.4 การทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรม 119
3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรม 122
บทที่ 4 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน 124
4.1 ผลการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดน้ำเสียและปริมาณน้ำทิ้งหรือน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษา 124
4.2 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษา 125
บทที่ 5 ผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 129
5.1 ผลการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน 129
5.2 ผลการสอบถามกลุ่มครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา 131

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 สรุปผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 147
บทที่ 6 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 155
6.1 นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR 155
6.2 ตัวกลางที่ใช้ในนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR 162
บทที่ 7 การทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรม 175
7.1 การทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม 175
7.2 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม 195
บทที่ 8 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรม 198
8.1 การดำเนินธุรกิจของกิจการ 198
8.2 การศึกษาความเป็นไปด้านการตลาด 204
8.3 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิค 215
8.4 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน 216
8.5 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM) 224
บทที่ 9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 231
9.1 สรุปผลการวิจัย 231
9.2 ข้อจำกัดในการวิจัย 234
9.3 ข้อเสนอแนะ 235
บรรณานุกรม 240
ภาคผนวก 246
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 247

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข ตารางผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 265

ภาคผนวก ค ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์..... 278

ภาคผนวก ง ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ 292

ภาคผนวก จ ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ 317

ประวัติผู้เขียน..... 323

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กลิ่นผิดปกติที่พบในน้ำเสีย 11
ตารางที่ 2 ลักษณะน้ำเสียชุมชน 12
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระบบบำบัดน้ำเสีย 29
ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียของชุมชน 39
ตารางที่ 5 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 43
ตารางที่ 6 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามแนวความคิดของ Ulrich และ Eppinger 67
ตารางที่ 7 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 96
ตารางที่ 8 การคิดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค 100
ตารางที่ 9 สัญลักษณ์แสดงชนิดของพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ 103
ตารางที่ 10 รายละเอียดภาชนะบรรจุ วิธีการรักษาตัวอย่าง และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ 120
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษากับระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชน 126
ตารางที่ 12 จุดเด่นและข้อจำกัดของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor 157
ตารางที่ 13 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโพลิเมอร์อสัณฐาน 162
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของดินเหนียว 166
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวกลาง 174
ตารางที่ 16 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษาหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR: ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ 176

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษาหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR: ตัวกลางดินเผา 177

ตารางที่ 18 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนบำบัดและหลังบำบัด 189

ตารางที่ 19 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ระหว่างตัวกลางจากขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา 190

ตารางที่ 20 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ 192

ตารางที่ 21 ผลการประเมินการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR 195

ตารางที่ 22 รายชื่อผู้ถือหุ้นของบริษัท 199

ตารางที่ 23 การประมาณการงบลงทุน 220

ตารางที่ 24 การกำหนดตัวแปรในแบบจำลองและการคาดการณ์เครื่องหมายหน้าตัวแปร 224

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่าง 226

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M) สำหรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนจาก 300 ครัวเรือน 228

ตารางที่ 27 การจำลองสถานการณ์ของผลประโยชน์รวมที่จะได้รับพิจารณาตามระดับค่าความเต็มใจที่จะจ่าย 230

ตารางที่ 28 ระบบการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ที่ใช้ในนวัตกรรมการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคโนโลยี Membrane Bio Reactor (MBR) 235

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 สภาพพื้นที่หมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี 6
ภาพที่ 2 เทคโนโลยีสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ 23
ภาพที่ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) 26
ภาพที่ 4 ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor: SBR) 28
ภาพที่ 5 ขั้นตอนการเลือกระบบบำบัดและการแบ่งปัจจัยหลักและปัจจัยรอง 35
ภาพที่ 6 โมเดลพฤติกรรมผู้บริโภค 51
ภาพที่ 7 แบบจำลองนวัตกรรมของ David Smith 62
ภาพที่ 8 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Stage – Gate Model) 63
ภาพที่ 9 กระบวนการระดับแนวคิด (Front – End Process) 65
ภาพที่ 10 ขั้นตอนการตอบสนองต่อการยอมรับนวัตกรรมของ Roger 72
ภาพที่ 11 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) 73
ภาพที่ 12 แบบจำลองกระบวนการตัดสินใจเชิงนวัตกรรมผ่านการชักนำ 75
ภาพที่ 13 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา 98
ภาพที่ 14 ชนิดของดินเผาตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา 107
ภาพที่ 15 ขั้นตอนการทำดินเผา 108
ภาพที่ 16 ดินเหนียว 109
ภาพที่ 17 ดินขาว (White Clay-Kaolin) 109
ภาพที่ 18 หินเขี้ยวหนุมานและหินฟันม้า 110
ภาพที่ 19 ดินเชื้อ 110
ภาพที่ 20 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 112
ภาพที่ 21 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา 125

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 22 แหล่งน้ำที่ครัวเรือนใช้ประโยชน์ 134
ภาพที่ 23 กิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือน 135
ภาพที่ 24 ความสำคัญของการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง 137
ภาพที่ 25 ปัญหาน้ำเสียในชุมชน 138
ภาพที่ 26 แหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง 139
ภาพที่ 27 ความรู้สึกที่มีต่อข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง 140
ภาพที่ 28 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน 141
ภาพที่ 29 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น 142
ภาพที่ 30 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย 143
ภาพที่ 31 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย 144
ภาพที่ 32 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน 145
ภาพที่ 33 คุณภาพของน้ำหลังบำบัดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ในชุมชน 146
ภาพที่ 34 การทำงานของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor 156
ภาพที่ 35 แนวคิดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR 159
ภาพที่ 36 ตัวอย่างรูปทรงของตัวกลางที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor 161
ภาพที่ 37 รูปแบบการวางตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย 163
ภาพที่ 38 รูปแบบการจัดเรียงตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย 164
ภาพที่ 39 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM01 ดินเหนียว ที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน 167
ภาพที่ 40 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM02 ดินเหนียว ที่เหลือจากการปรับรูปทรงของภาชนะ 168

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 41 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM03 ดินเหนียว ที่ผ่านการเผาแล้ว 169

ภาพที่ 42 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM04 พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือขวดพลาสติกเหลือใช้ 169

ภาพที่ 43 ผลการตรวจสอบรูพรุนของตัวกลางของตัวอย่าง BM04 พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือขวดพลาสติกเหลือใช้ 171

ภาพที่ 44 รูปทรงของตัวกลางดินเผา 172

ภาพที่ 45 การทำรูพรุนในตัวกลางดินเผา 172

ภาพที่ 46 การออกแบบและพัฒนารูปแบบตัวกลางดินเผา 172

ภาพที่ 47 รูปแบบการวางตัวกลางดินเผาในระบบบำบัดน้ำเสีย 173

ภาพที่ 48 รูปแบบการจัดเรียงตัวกลางดินเผาในระบบบำบัดน้ำเสีย 173

ภาพที่ 49 ค่าความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 178

ภาพที่ 50 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด 179

ภาพที่ 51 ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (TKN) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 179

ภาพที่ 52 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 180

ภาพที่ 53 ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 181

ภาพที่ 54 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 182

ภาพที่ 55 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 183

ภาพที่ 56 ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 183

ภาพที่ 57 ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ของน้ำก่อนและ หลังบำบัด 184

ภาพที่ 58 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 185

ภาพที่ 59 ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 186

ภาพที่ 60 ปริมาณตะกอนหนัก (SS) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 186

ภาพที่ 61 ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 62 ความขุ่น (Turbidity) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด 188

ภาพที่ 63 กระบวนการระดับแนวคิด (Front – End Process) 238

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเกี่ยวกับแหล่งน้ำเน่าเสีย ซึ่งมาจากน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน เนื่องจากประชากรเพิ่มมากขึ้น ชุมชนขยายตัวมากขึ้น และมีการนำเทคโนโลยีมาอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวัน วิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนที่อาศัยอยู่ตามแม่น้ำลำคลองเปลี่ยนไป มีการปล่อยน้ำเสียของครัวเรือนลงไปในแม่น้ำลำคลอง โดยไม่ได้มีการบำบัดน้ำก่อน ตั้งแต่อดีตได้เริ่มมีการคิดค้นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการบำบัดน้ำเสีย ทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี แต่จะเห็นได้ว่า น้ำในแม่น้ำลำคลองยังคงเน่าเสีย คุณภาพของน้ำยังไม่สามารถนำกลับมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ ดังนั้น การแก้ปัญหาควรเริ่มจากชุมชน โดยให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น วางแผน และปฏิบัติ เพื่อความสุขของคนในชุมชน ซึ่งนำเอานวัตกรรมบำบัดน้ำเสียเข้ามาแก้ปัญหาแหล่งน้ำในชุมชนอย่างยั่งยืน การแก้ไขปัญหาน้ำเสียในชุมชนจึงควรใช้นวัตกรรมที่เหมาะสมกับภูมินิเวศที่ชุมชนพัฒนาขึ้นและถ่ายทอดสู่คนรุ่นใหม่ต่อไป เมื่อแหล่งน้ำได้มีการพัฒนาคุณภาพน้ำที่ดีขึ้น ชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนก็จะดีขึ้นตามไปด้วย เมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียภายในชุมชน ผลกระทบที่ได้จากการนำนวัตกรรมบำบัดน้ำเสียเข้ามาใช้ในชุมชน คือ ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ คนในชุมชนจะมีค่าครองชีพที่ลดลง นอกจากนี้ แหล่งชุมชนที่มีระบบสาธารณูปโภคที่ดี ย่อมสามารถที่จะพัฒนาแหล่งชุมชนให้เป็นแหล่งเศรษฐกิจต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จังหวัดปทุมธานี เป็นจังหวัดในกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 ซึ่งประสบปัญหาน้ำเสียมาเป็นเวลานาน มลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้นบางส่วนได้รับการบำบัดจนได้มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ในขณะที่บางส่วนยังไม่ได้รับการบำบัดก่อนระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งรองรับน้ำ จึงส่งผลกระทบให้คุณภาพในแหล่งรองรับน้ำต่าง ๆ ของจังหวัดปทุมธานี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แม่น้ำเจ้าพระยาและคลองสาขาต่าง ๆ มีคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมและมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี จากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดินของแม่น้ำเจ้าพระยา ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า คุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) เท่ากับ 3.0 - 4.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD) มีค่าอยู่ในช่วง 1.4 - 2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียมีค่าอยู่ในช่วง 0.13 - 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB) มีค่าอยู่ในช่วง 7,675 - 50,075

MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria: FCB) มีค่าอยู่ในช่วง 890 - 23,938 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร คุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 คือ เสื่อมโทรม (สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคแต่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และการอุตสาหกรรม)

การจัดการน้ำเสียของจังหวัดปทุมธานีส่วนใหญ่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปัจจุบันเทศบาลที่มีระบบรวบรวมบำบัดน้ำเสีย คือ เทศบาลเมืองปทุมธานี ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge: AS) จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ปริมาณน้ำเสียจากชุมชนเกิดขึ้นประมาณวันละ 14 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่มีน้ำเสียเพียงประมาณ 3 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวันเท่านั้น ที่ได้รับการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Central Wastewater Treatment) ที่มีอยู่เพียง 95 ระบบทั่วประเทศ ขณะเดียวกันบ้านเรือนและร้านอาหารส่วนใหญ่มีการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นโดยการติดตั้งบ่อเกรอะหรือบ่อซึม ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้เพียงบางส่วน อีกทั้งยังมีชุมชนเมืองหลายแห่งที่ไม่มีระบบการจัดการน้ำเสียหรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ จึงยังคงระบายน้ำเสียลงท่อสาธารณะและไหลลงแหล่งน้ำหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะชุมชนหรือสถานประกอบการที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำเหล่านี้กลายเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจนไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคได้

พื้นที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บริเวณชุมชนหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี เป็นพื้นที่ตั้งอยู่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกและมีโรงผลิตน้ำดิบของการประปานครหลวงที่ผลิตน้ำประปาให้กับประชาชนในกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง ประชาชนก่อสร้างบ้านเรือนอาศัยอยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา ประมาณ 350 ครัวเรือน เส้นทางการคมนาคมในการสัญจรเป็นทางเดินเท้าขนาดเล็กและแคบมาก มีความกว้างประมาณ 1.20 เมตร ทำให้เข้าถึงยาก รถยนต์หรือรถบรรทุกขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าสู่ชุมชนนี้ได้ จึงเป็นปัญหาด้านสุขาภิบาลที่ต้องแก้ไขโดยด่วน โดยเฉพาะการขับถ่ายอุจจาระ ซึ่งบ้านเรือนของประชาชนบางหลังยังไม่มีห้องน้ำที่ถูกสุขลักษณะ จึงขับถ่ายลงสู่แม่น้ำโดยตรง บ้านเรือนที่มีห้องน้ำที่ถูกสุขลักษณะส่วนใหญ่ เมื่อห้องน้ำเต็ม ประชาชนริมฝั่งแม่น้ำจะปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรง เนื่องจากรถที่จะเข้ามาขนถ่ายของเสียเข้าไม่ถึง วิธีการดังกล่าวจึงเป็นการกำจัดของเสียที่ง่ายและสะดวกที่สุด นอกจากนี้ พื้นที่ศึกษายังอยู่ใกล้กับสถานีสูบน้ำดิบสำแลของการประปานครหลวง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการรับน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่คลองประปาตะวันออกเพื่อผลิตน้ำประปาให้ประชากรกว่า 6 ล้านคน ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียงได้ใช้ประโยชน์ ซึ่งหากมีน้ำเสียชุมชนลงไปปนเปื้อนในแม่น้ำเจ้าพระยา ย่อมส่งผลต่อคุณภาพน้ำดิบที่นำไปผลิตน้ำประปา

ดังนั้น เพื่อแก้ไขปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ได้แก่ สิ่งปฏิกูล น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตและอุปโภคในครัวเรือน และขยะมูลฝอย รวมถึงการสร้างชุมชนต้นแบบในการจัดการมลพิษทางน้ำ

แบบผสมผสานสู่การเป็นแหล่งเรียนรู้ของกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Wastewater Management System) สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ต้นทาง เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง เนื่องจากเป็นระบบจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ เป็นการติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสียกับแหล่งกำเนิดและกระจายไปทุกแหล่งกำเนิดน้ำเสีย เป็นระบบติดตั้งแบบติดกับที่ ทำให้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งไม่มาก จึงเหมาะกับพื้นที่เขตชุมชนในจังหวัดปริมณฑลหรือต่างจังหวัดที่มีประชากรอยู่อาศัยไม่หนาแน่นและมีบ้านเรือนอยู่อาศัยกระจายกัน นอกจากนี้ ยังเป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับชุมชนที่มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเดินระบบต่ำ ดูแลและบำรุงรักษาได้ง่าย อีกทั้งยังส่งเสริมการหมุนเวียนทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน

1.2.2 ศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน

1.2.3 พัฒนาและออกแบบนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน

1.2.4 ทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน

1.2.5 ศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ที่จะทำให้เกิดการประยุกต์ใช้ในวงกว้างของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านประชากร (Population)

การวิจัยครั้งนี้จะดำเนินการในพื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 และ หมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก ในพื้นที่ศึกษามีบ้านเรือน จำนวน 332 ครัวเรือน แบ่งออกเป็นบ้านเรือนในพื้นที่หมู่ที่ 6 จำนวน 144 ครัวเรือน และบ้านเรือนในพื้นที่หมู่ที่ 7 จำนวน 188 ครัวเรือน จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษามีจำนวนทั้งสิ้น 1,118 คน แบ่งออกเป็นประชากรในพื้นที่หมู่ที่ 6 จำนวน 494 คน และประชากรในพื้นที่หมู่ที่ 7 จำนวน 624 คน ข้อมูลจากทะเบียนราษฎร์ ณ วันที่ 25 ตุลาคม 2561

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา พบว่า แหล่งกำเนิดน้ำเสียในพื้นที่หมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 มาจากบ้านเรือน จำนวน 332 ครัวเรือน ซึ่งมีจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ จำนวน 1,118 คน นอกจากนี้ พื้นที่หมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ยังมีร้านอาหารใหญ่ จำนวน 2 ร้าน สถานประกอบการ จำนวน 3 แห่ง วัด จำนวน 1 แห่ง โรงแรม จำนวน 1 แห่ง และบ้านเช่า จำนวน 2 แห่ง ซึ่งล้วนเป็นแหล่งปล่อยน้ำเสียที่จะพิจารณารวบรวมและนำไปบำบัดต่อไป

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา (Content)

1.3.2.1 สำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชนตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ประกอบด้วย

1) ความเป็นกรดหรือด่าง (Potential of Hydrogen ion: pH)
2) อุณหภูมิ (Temperature)
3) ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)
4) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus: TP)
5) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria: FCB)
6) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB)
7) ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease: FOG)
8) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)
9) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Chemical Oxygen Demand: COD)
10) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solid: TSS)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

11) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solid: TDS)

12) ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solid: SS)

13) ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide)

14) ความขุ่น (Turbidity)

15) ปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำ (Cl_2 Residual)

1.3.2.2 ศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน เพื่อนำมาใช้การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ราคาเหมาะสม ติดตั้ง ใช้งาน และดูแลรักษาง่าย รวมถึงช่วยทำการบำบัดน้ำเสียที่ต้นทาง เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ตลอดจนสามารถนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชนได้

1.3.2.3 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน

1.3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ ประกอบด้วย การทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ ตามมาตรฐานสากล ว่าด้วยประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย และการทดสอบการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์จากผู้ใช้นวัตกรรม

1.3.2.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน ประกอบด้วย การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาด (Market Feasibility Study) และการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Finance Feasibility Study) รวมถึงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM)

1.3.3 ขอบเขตด้านพื้นที่ (Area)

1.3.3.1 สถานที่สำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน ความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน ตลอดจนการทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสีย

แบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน คือ พื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 สภาพพื้นที่หมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี

1.3.3.2 สถานที่ในการทดลองปฏิบัติการ คือ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ การใช้งานในชุมชน หรือโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำ จนกลายเป็นน้ำที่ไม่ต้องการและมีการปล่อยกลับลงสู่ธรรมชาติ ทั้งผ่านการบำบัดและไม่ผ่านการบำบัด ทำให้คุณภาพของน้ำธรรมชาติเสียหายได้

1.4.2 น้ำเสียชุมชน หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในวิถีชีวิตประจำวันและกิจกรรมอื่นในการประกอบอาชีพของประชาชนในชุมชน

1.4.3 การจัดการน้ำเสีย หมายถึง กระบวนการจัดเตรียมหรือเตรียมการ โดยมีหลักวิชาการรองรับ เพื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อม เริ่มตั้งแต่การจัดการการลดการใช้น้ำจากแหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด การบำบัดให้มีคุณภาพน้ำทิ้งที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงการเลือกวิธีในการกำจัดทิ้ง

1.4.4 การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง กระบวนการนำน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์แล้วหรือกิจกรรมอื่น ๆ มาบำบัดใหม่ด้วยระบบบำบัดน้ำเสียที่มีคุณภาพ โดยผ่านกระบวนการทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ จนน้ำที่ผ่านการบำบัดมีคุณภาพดีเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้ใหม่ในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย

1.4.5 การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสีย หมายถึง กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้เป็นน้ำซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้

1.4.6 นวัตกรรม หมายถึง เครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน ซึ่งเป็นระบบจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด โดยเน้นไปที่การจัดการน้ำเสียที่เกิดจากผู้ใช้แต่ละรายหรือกลุ่มผู้ใช้ขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในละแวกเดียวกันหรือระดับชุมชนขนาดเล็ก

1.4.7 นวัตกรรมเพื่อสังคม หมายถึง กิจกรรม ผลิตภัณฑ์ หรือบริการรูปแบบใหม่ ที่มีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม โดยได้รับการพัฒนาและทำให้เป็นที่รู้จักแพร่หลาย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน 3 อย่างควบคู่กัน ได้แก่ การสร้างกำไร การพัฒนาสังคม และการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งไปที่การบริหารความสมดุลระหว่าง 3 ปัจจัย ได้แก่ ผลกำไร (profit) คน (people) และโลก (planet)

1.4.8 สิ่งแวดล้อม หมายถึง สรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ที่มีลักษณะที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ด้วยร่างกายและความรู้สึกทางจิตใจ เป็นได้ทั้งรูปธรรมหรือนามธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ด้านเทคโนโลยี

นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์เป็นเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่ใหม่ที่สุดในประเทศไทยที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน เป็นต้นแบบที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีประสิทธิภาพ มีราคาถูก ติดตั้งและดูแลรักษาง่าย นอกจากนี้ เพื่อให้เป็นชุมชนต้นแบบในการจัดการมลพิษทางน้ำ สู่การเป็นแหล่งเรียนรู้ของกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1

1.5.2 ประโยชน์ด้านนวัตกรรม

สามารถประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมผสมผสานกับภูมิสังคมและวิถีชีวิตของคนในชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย ซึ่งเทคโนโลยีระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ มีระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับพื้นที่ในชุมชน สามารถบูรณาการเข้ากับกระบวนการที่จะนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ธุรกิจในเชิงพาณิชย์ ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และทำให้เกิดการประยุกต์ใช้ในวงกว้างเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียชุมชน

1.5.3 ประโยชน์ด้านการนำไปใช้งาน

1.5.3.1 ได้นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการพื้นฐานของชุมชน มีต้นทุนการผลิตต่ำ และเหมาะสมกับพื้นที่ในชุมชน

1.5.3.2 สามารถเผยแพร่ความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อนำไปสู่การนำเสนอเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับชุมชน ตลอดจนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับขยายผลไปสู่ระดับนโยบายของประเทศ ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่สามารถขับเคลื่อนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง นวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมจากเอกสาร ตำรา บทความวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับดังต่อไปนี้

2.1 น้ำเสีย

2.2 การบำบัดน้ำเสียชุมชน

2.3 การนำน้ำทิ้งหลังการบำบัดกลับมาใช้ใหม่

2.4 พฤติกรรม

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของตัวบุคคลและองค์กร

2.6 การมีส่วนร่วมของชุมชนที่นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

2.7 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

2.8 ต้นแบบนวัตกรรมสู่ธุรกิจ

2.9 การแพร่กระจายของนวัตกรรมเพื่อนำไปสู่การยอมรับ

2.10 การยอมรับเทคโนโลยี

2.11 มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

2.12 เศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.13 มูลค่าสิ่งแวดล้อม

2.14 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางธุรกิจ การเงิน และเศรษฐศาสตร์

2.15 ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willing to Pay)

2.16 การผลิตน้ำประปา

2.17 พลาสติก

2.18 ดินเผา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 น้ำเสีย

2.1.1 ความหมายของน้ำเสีย

จากการศึกษาได้มีผู้ให้คำจำกัดความของน้ำเสียไว้ดังนี้

น้ำเสีย มีคำจำกัดความตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ว่าหมายถึง ของเสียที่มีอยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ให้ความหมายน้ำเสียไว้ว่าเป็นน้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและน่ารังเกียจแก่คนทั่วไป ไม่เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติ ก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้

นอกจากนี้ (กาญจนาพร คำภู่ สุขสมาน สังโยคะ และ อรชร ฉิมจารย์, 2559) ได้นิยามความหมายของน้ำเสียว่าหมายถึง น้ำที่มีการปนเปื้อน จนกระทั่งเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์ หรือถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ก็จะส่งผลให้คุณภาพน้ำของธรรมชาตินั้นเสียหายได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ การใช้งานในชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำ จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และหากมีการปล่อยกลับลงสู่ธรรมชาติ จะส่งผลให้คุณภาพของน้ำธรรมชาติเสียหายได้ ทั้งนี้ น้ำเสียส่งผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยของมนุษย์ สัตว์ และพืช

2.1.2 ลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสีย เป็นน้ำที่ผ่านการใช้งานจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม หรือการใช้งานในรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งมีสารปนเปื้อนจากการใช้งานมาแล้ว และเมื่อน้ำที่มีสารปนเปื้อนเหล่านี้ถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำ ก็จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำในแหล่งรับน้ำ น้ำเสียจะต้องประกอบไปด้วยมลสารประเภทใดประเภทหนึ่งหรือหลายประเภท อันประกอบไปด้วย สารอินทรีย์ โลหะหนัก สารพิษ ความร้อน กรด – ด่าง สี ความขุ่น จุลินทรีย์ สารประกอบ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น ทั้งนี้สามารถจำแนกคุณลักษณะของน้ำเสียได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) คุณลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ (Physical Characteristics)

คุณลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ ประกอบด้วย ของแข็ง สารแขวนลอย สารคอลลอยด์ และสารที่ละลายน้ำได้ ดังนี้

1.1) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids)

เป็นสารตกค้างจากการระเหยที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส ซึ่งประกอบด้วย สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การกำจัดสารตกค้างประเภทนี้ทำได้โดยการตกตะกอน

1.2) กลิ่น (Odors)

กลิ่นน้ำเสียเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหรือออกซิเจน ซึ่งก๊าซที่เกิดส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารประกอบที่พบในน้ำเสียจากครัวเรือน หรือกลิ่นอื่น ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมพวกโรงงานปลาป่นหรือโรงฆ่าสัตว์ โดยกลิ่นที่พบในน้ำเสีย สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลิ่นผิดปกติที่พบในน้ำเสีย

สารประกอบ	สูตรโครงสร้าง	ลักษณะของกลิ่น
Amines	CH_3NH_2, $(CH_3)_3N$	กลิ่นคาวปลา
Ammonia	NH_3	กลิ่นแอมโมเนีย
Diamines	$NH_2(CH_2)_4NH_2$, $NH_2(CH_2)_5NH_2$	กลิ่นเนื้อเน่า
Hydrogen Sulfide	H_2S	กลิ่นไข่เน่า
Mercaptans	CH_3SH, $CH_3(CH_2)_3SH$	กลิ่นสกั๊ง
Organic Sulfides	$(CH_3)_2S$, CH_3SSCH_3	กลิ่นกะหล่ำปลีเน่า
Skatole	$C_8H_5NHCH_3$	กลิ่นอุจจาระ

ที่มา: Tachobanoglous, 1979.

1.3) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเสียมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและการเกิดปฏิกิริยาในน้ำ รวมทั้งยังมีผลต่อการละลายออกซิเจนในน้ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและการเจริญเติบโตของพืชหรือเชื้อราในน้ำ

1.4) สี (Color)

น้ำเสียที่เกิดขึ้นใหม่โดยมากจะมีสีเทา แต่เมื่อมีการสลายตัวของสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียในน้ำและการลดลงของจำนวนออกซิเจนในน้ำ จะทำให้สีของน้ำเปลี่ยนเป็นสีดำและเกิดการเน่าเสีย

2) คุณลักษณะน้ำเสียทางเคมี (Chemical Characteristics)

2.1) สารอินทรีย์ เป็นสารปนเปื้อนในน้ำที่เกิดจากสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ ได้แก่ พืชและสัตว์ รวมถึงกิจกรรมของคนในชุมชนตามแหล่งน้ำ สารอินทรีย์โดยทั่วไปเป็นพวกคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและน้ำมัน

นอกจากนี้ ยังมีสารอินทรีย์สังเคราะห์ เช่น สารฆ่าแมลงทางการเกษตรที่ไม่สามารถสลายตัวทางชีวภาพหรือสลายตัวอย่างช้า ๆ เป็นต้น

2.2) สารอนินทรีย์ มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำ ปริมาณของสารอนินทรีย์ในแหล่งน้ำจะขึ้นอยู่กับสถานที่ของแหล่งน้ำและน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งอาจเกิดจากหินและแร่ธาตุในบริเวณของแหล่งน้ำ สารอนินทรีย์อาจไม่ทำให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

2.3) ก๊าซ (Gas) ก๊าซที่พบในน้ำเสีย ในบรรยากาศทั่วไป และในน้ำที่สัมผัสอากาศ คือ ไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย และมีเทน

3) คุณลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ (Biological Characteristics)

คุณลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในน้ำผิวดินหรือน้ำเสีย มีผลต่อการบำบัดทางชีวภาพและก่อให้เกิดโรคน้ำเสีย เชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวชี้วัดในน้ำเสียหรือใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย เชื้อจุลินทรีย์ที่พบในน้ำผิวดินและน้ำเสีย แบ่งเป็นกลุ่มพืชและสัตว์ ซึ่งประกอบด้วย แบคทีเรีย ฟังใจ โปรโตซัว สาหร่าย เฟิร์น และมอส

ตารางที่ 2 ลักษณะน้ำเสียชุมชน

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
1. ของแข็งทั้งหมด (Total Solids)	มก./ล.	350	720	1,200
1.1 ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids)	มก./ล.	250	500	850
1.2 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	100	220	350
2. ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มล./ล	5	10	20
3. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)	มก./ล.	110	220	400
4. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)	มก./ล.	250	500	1,000
5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as N)	มก./ล.	20	40	85
5.1 อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic)	มก./ล.	8	15	35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 ลักษณะน้ำเสียชุมชน (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
5.2 แอมโมเนีย (Free Ammonia)	มก./ล.	12	25	50
5.3 ไนโตรท์ (Nitrites)	มก./ล.	0	0	0
5.4 ไนเตรท (Nitrate)	มก./ล.	0	0	0
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as P)	มก./ล.	4	8	15
6.1 สารอินทรีย์ (Organic)	มก./ล.	1	3	5
6.2 สารอนินทรีย์ (Inorganic)	มก./ล.	3	5	10
7. คลอไรด์ (Chloride)(1)	มก./ล.	30	50	100
8. ซัลเฟต (Sulfate)(1)	มก./ล.	20	30	50
9. สภาพด่าง (Alkalinity as $CaCO_3$)	มก./ล.	50	100	200
10. ไขมัน (Grease)	มก./ล.	50	100	150
11. Total Coliform	MPN/100 ml	10^6-10^7	10^7-10^8	10^7-10^9

ที่มา: Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy, 1991.

2.1.3 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสียแบ่งออกเป็น 3 แหล่งใหญ่ ดังนี้

1) น้ำเสียจากแหล่งชุมชน (Domestic Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชน บ้านเรือนที่พักอาศัย อาคาร ร้านค้า ภัตตาคาร โรงแรม เป็นต้น โดยน้ำเสียดังกล่าวมักเกิดจากกิจกรรมประจำวันของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคบริโภค การขับถ่าย การประกอบอาหาร และการชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือนและอาคารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งมักประกอบด้วยสารปนเปื้อนที่เป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น สบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร อุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น และเชื้อโรค เช่น แบคทีเรีย ไวรัส โพรโทซัว เป็นต้น

2) น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) เป็นน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกและปริมาณของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต และกระบวนการผลิตที่ใช้ โดยสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน

อาจเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือทั้ง 2 อย่าง น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการการล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักรอุปกรณ์ การระบายความร้อน รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ของพนักงานในโรงงาน เป็นต้น น้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทต้องผ่านการบำบัดที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อเป็นการป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีกลุ่มต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมตามข้อบังคับของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย

3) น้ำเสียจากเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) เป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นที่ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่เพาะปลูกหรือพื้นที่เลี้ยงสัตว์ สิ่งที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่มาจากพื้นที่เลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่มักจะเป็นสารอินทรีย์ซึ่งมาจากเศษอาหารสัตว์และมูลสัตว์ ซึ่งมักจะมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง รวมทั้งอาจจะมีความเข้มข้นของของแข็งไม่ละลายน้ำสูงด้วย ส่วนน้ำเสียที่มาจากพื้นที่ เพาะปลูกมักมีการปนเปื้อนสารเคมี ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช ที่ถูกใช้ในพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้น น้ำเสียจากเกษตรกรรมจึงมักจะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์และสารเคมีเป็นจำนวนมาก

2.1.4 การตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย

1) ความเป็นกรดหรือด่าง (Potential of Hydrogen ion: pH) เป็นค่าบอกความเป็นกรดและด่างของน้ำดิบและน้ำเสีย โดยปกติสิ่งมีชีวิตในน้ำจะดำรงชีวิตได้ เมื่อน้ำมีสภาวะเป็นกลาง หรือมีค่า pH อยู่ในช่วง 6 – 8

2) อุณหภูมิ (Temperature) คือ ปริมาณของระดับความร้อนหรือความเย็นใด ๆ ซึ่งสามารถวัดระดับอุณหภูมิได้จากเครื่องมือวัดที่เรียกว่าเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3) ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) เป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายไปเป็นไนไทรต์และไนเตรท ดังนั้น ถ้ามีไนโตรเจนในน้ำปริมาณมาก ออกซิเจนในน้ำจะถูกไนโตรเจนนำไปใช้ในการย่อยสลาย ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง

4) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus: TP) ฟอสฟอรัสอยู่ในกลุ่มไนโตรเจน มีวาเลนซ์ได้มาก ปรากฏในหลายอัลโลโทรป พบทั้งในหินฟอสเฟตและเซลล์สิ่งมีชีวิตทุกเซลล์ (ในสารประกอบในดีเอ็นเอ) เนื่องจากสามารถทำปฏิกิริยาได้สูง จึงไม่ปรากฏในรูปอิสระในธรรมชาติ

5) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria: FCB) คือ ปริมาณเชื้อโรคแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่มีอยู่ในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น การตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้ในแหล่งน้ำจะบ่งชี้เฉพาะหรือยืนยันเพิ่มขึ้นจากค่าการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดว่าแหล่งน้ำนั้นมีโอกาสปนเปื้อนหรือมีการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคใน

ระบบทางเดินอาหารสูง ส่วนใหญ่แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์มจะตรวจพบมากในแหล่งน้ำที่ไหลผ่านชุมชนที่ระบายน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำโดยตรง ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์มมีหน่วยวัดเป็น MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร (Most Probable Number/100 ml.) นอกจากนี้ ยังพบว่าฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความสามารถในการหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส และให้ผลผลิตเป็นกรดและก๊าซภายในเวลา 24 ชั่วโมง สามารถมีชีวิตอยู่นอกลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นได้หลายวัน โดยขึ้นกับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม ฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่ Escherichia Coli

6) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB) คือ กลุ่มแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในลำไส้มนุษย์หรือสัตว์ แต่บางครั้งอาจพบในบริเวณอื่น อาทิ พืช ดิน เมล็ดธัญพืช เป็นต้น การตรวจแบคทีเรียชนิดนี้ในแหล่งน้ำจะแสดงถึงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือแพร่กระจายของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหารในแหล่งน้ำ อาทิ โรคอหิวา โรคบิด โรคไทฟอยด์ โรคอุจจาระร่วง เป็นต้น ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดมีหน่วยวัดเป็น MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร (Most Probable Number/100 ml.)

7) ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease: FOG) เป็นไขมันและน้ำมันที่ลงไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เกิดจากกระบวนการใช้ชีวิตประจำวันของคนในชุมชน ได้แก่ ไขมันและน้ำมันจากพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทำอาหาร สบู่ในการอาบน้ำ ผงซักฟอกในการชะล้าง ไขมันและน้ำมันเหล่านี้มีน้ำหนักเบา จะลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้แหล่งน้ำดูสกปรก ขัดขวางการซึมของออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำ และยังทำให้แหล่งน้ำมีค่า BOD สูง เนื่องจากเป็นสารอินทรีย์

8) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD) เป็นค่าที่บอกถึงความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ถ้าค่า BOD สูง แสดงว่า จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนมากหรือออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ แสดงว่า น้ำในแหล่งน้ำนั้นสกปรก

9) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Chemical Oxygen Demand: COD) เป็นค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี

10) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solid: TSS) คือ ปริมาณสารที่อยู่ในน้ำ มีทั้งสารที่ละลายน้ำและสารที่ไม่ละลายน้ำ (Dissolved Solid) ของแข็งที่มีลักษณะเบาและสารแขวนลอยในน้ำ (Suspended Solid) รวมถึงของแข็งที่มีน้ำหนักและจมลงสู่ข้างล่าง (Settleable Solid) ซึ่งของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้จะสร้างปัญหาอุดตัน ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินและทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติสกปรก รวมทั้งบดบังแสงแดดที่จะส่องลงไปยังลำน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืชและสัตว์น้ำด้วย

11) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solid: TDS) คือ ส่วนของของแข็งที่เหลือค้างบนกระดาษกรองใยแก้วมาตรฐาน หลังจากการกรองตัวอย่างและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103 –105 องศาเซลเซียส

12) ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solid: SS) คือ ของแข็งที่จมตัวลงสู่ก้นภาชนะเมื่อทิ้งไว้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง สามารถหาในเชิงปริมาตรหรือน้ำหนักได้

13) ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) ซัลไฟด์ในน้ำเสียส่วนมากจะมาจากปฏิกิริยารีดักชั่นของซัลเฟตโดยจุลชีพในน้ำเสียในสภาพที่น้ำเสียมีค่าพีเอชเป็นกรดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide) จะหนีออกมาจากน้ำเสีย ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนเหมือนก๊าซไข่เน่า

14) ความขุ่น (Turbidity) คือ ความสามารถของน้ำที่สกัดกั้นหรือดูดซับปริมาณแสงที่ส่องผ่านไว้ได้ สิ่งที่ทำให้น้ำขุ่น ได้แก่ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ โดยปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย เช่น อนุภาคของดิน ทราย แพลงก์ตอน แบคทีเรีย เป็นต้น ทั้งนี้ น้ำขุ่นมากจะมีค่าความขุ่นเกิน 100 NTU

15) ปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำ (Cl2 Residual) คลอรีนเป็นสารอนินทรีย์ในกลุ่มแฮโลเจนที่ใช้สำหรับเป็นสารฆ่าเชื้อ (Sanitizer) ซึ่งนิยมใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ รา รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) เป็นต้น การใช้คลอรีนมีปลอดภัยสูงและสามารถสลายตัวได้รวดเร็วในธรรมชาติ ราคาถูก แต่ข้อเสียของคลอรีน คือ มีกลิ่นและมี pH เป็นด่าง ทำให้มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง

2.1.5 ผลกระทบของฤดูกาลที่มีต่อคุณภาพน้ำ

สภาพอากาศในแต่ละฤดูกาลทำให้อุณหภูมิ ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ และปริมาณน้ำฝนมีความแตกต่างกัน ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ (Egna & Boyd, 1997; Hamdan, Kari, & Othman, 2011) อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ (Vass, Das, Srivastava, & Dey, 2009) และส่งผลต่อคุณภาพน้ำด้านอื่น ๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ที่จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง (Huang, Hsieh, & Chen, 2006) ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านลงในน้ำมีผลต่ออุณหภูมิของน้ำ แสงอาทิตย์ที่ส่องลงในน้ำจะถูกดูดกลืนและเปลี่ยนรูปจากพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน เมื่อสะสมอยู่ในน้ำจะทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ดังนั้น ในช่วงฤดูร้อนที่ความเข้มแสงอาทิตย์มีมากจะทำให้แสงอาทิตย์ส่องลงสู่น้ำได้มาก อุณหภูมิของน้ำในช่วงฤดูร้อนจึงสูงกว่าในฤดูอื่น ๆ (Jeronimo, Speck, Goncalves, & Martin, 2011) แสงอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นผู้ผลิตขั้นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) (Baez, Aigo, & Cussac, 2011) ในฤดูร้อนมีอุณหภูมิศสูงและแสงอาทิตย์ส่องลงสู่ผิวน้ำได้มาก ทำให้เกิดการแบ่งชั้นของน้ำ โดย

น้ำชั้นบนจะมีอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนสูง ในขณะที่น้ำชั้นล่างที่แสงอาทิตย์ส่องไม่ถึงจะมีอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า บริเวณพื้นบ่อจะมีกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น จึงมีการสะสมของแอมโมเนีย (NH_3) และของเสียต่าง ๆ มากขึ้น (Ahmed, Mohammed, & Rahman, 2012) ประกอบกับอัตราการระเหยของน้ำที่เพิ่มขึ้นในฤดูร้อนทำให้ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น หากความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงจนถึงระดับที่เป็นพิษ (0.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ pH 8.0) จะทำให้ปลามีอาการเฉื่อยชาและตายในที่สุด การระเหยของน้ำในบ่อที่เพิ่มขึ้นในฤดูร้อน ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเป็นด่างของน้ำสูงกว่าช่วงอื่น เนื่องจากความเข้มข้นของอิออนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งตัวแปรคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปนี้จะมีผลต่อการหายใจและกระบวนการทางชีวเคมีของปลา

2.1.6 การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย (Life Cycle Assessment: LCA)

การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย คือ วิธีการประเมินผลกระทบและมลพิษที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการผลิตผลิตภัณฑ์หรือบริการ ซึ่งจะประเมินตั้งแต่วัสดุที่นำมาใช้ การผลิต การนำไปใช้ จนถึงของเสียที่เกิดขึ้น ในส่วนของการบำบัดน้ำเสยมีการนำเอาวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตเข้ามาใช้ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 เพื่อใช้ในการอธิบายถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อช่วยในการออกแบบและการดำเนินการ (Corominas, et al., 2013) และสามารถนำเอาผลประเมินที่ได้มาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หรือปัญหาที่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมจากขั้นตอนการดำเนินการ สำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยการใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียช่วยในการรักษาสิ่งแวดล้อม แต่ในขณะเดียวกัน ระบบบำบัดน้ำเสียอาจปล่อยสิ่งที่ทำลายสิ่งแวดล้อมออกมาได้เช่นกัน ซึ่งได้แก่ พลังงานที่ใช้อาจเป็นน้ำมัน ก๊าซ หรือไฟฟ้า รวมถึงสารเคมีที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียและปฏิกิริยาที่เกิดจากสารเคมีและวัสดุที่นำมาใช้ เป็นต้น (Buyukkamaci & Alkan, 2013)

การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (บุญพร้อม, 2009) ดังนี้

1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition) คือ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย ขอบเขตของระบบ (System Boundary) และหน่วยการทำงาน (Functional Unit)

2) การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory Analysis) คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลของขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษาและคำนวณหาปริมาณของสารเข้าและออก เพื่อหาพลังงานและมลพิษที่เกิดขึ้น

3) การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) เป็นขั้นตอนของการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยมาตรฐานของ LCA ตามอนุกรม ISO 14042 กำหนดวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การจำแนกข้อมูล (Classification) ในบัญชีรายการของสิ่งที่อยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการแปลงค่าให้เห็นถึงความสามารถที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4) การแปลผลการศึกษา (Life Cycle Interpretation) เป็นขั้นตอนของการนำผลการศึกษาที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อสรุปผลการเปรียบเทียบข้อสนับสนุนและข้อจำกัดของการประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อสนับสนุนของการประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

1) เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

2) สามารถบอกถึงขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3) ผลการคำนวณที่ได้ช่วยในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์และเปรียบเทียบทางเลือกในการจัดการสิ่งแวดล้อม

4) ลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีประสิทธิภาพ

5) เป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปออกแบบเชิงนิเวศน์

ข้อจำกัดของการประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน

2) ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการทำบัญชีรายการทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

3) ความไม่แน่นอนของวิธีการวิเคราะห์บัญชีรายการและการประเมินผลกระทบผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสียไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับเวลา การประเมินผล และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.7 ผลกระทบของน้ำเสีย

1) มีสีและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

2) เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและบริเวณใกล้เคียง ทำให้เสียความสมดุลทางธรรมชาติ เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม

3) เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนที่นำน้ำนั้นมาใช้ในกิจกรรมประจำวัน เนื่องจากเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและเป็นพาหะนำโรคสู่มนุษย์ สัตว์ และพืช

4) ทำลายทัศนียภาพ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการคมนาคมและแหล่งท่องเที่ยว

5) เป็นปัญหาต่อกระบวนการผลิตน้ำประปา ทำให้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำสูงขึ้น

2.2 การบำบัดน้ำเสียชุมชน

2.2.1 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

1) การบำบัดขั้นเตรียมการ (Preliminary Treatment) เป็นการบำบัดโดยการกำจัดตะกอนที่มีน้ำหนักเบาและตะกอนที่มีน้ำหนัก ซึ่งบำบัดได้โดยการแยกสิ่งสกปรกหรือปรับอัตราการไหลของน้ำเสีย

2) ระบบบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment) เป็นการบำบัดโดยการแยกของแข็งขนาดใหญ่ เช่น กรวด ทราย เป็นต้น ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย ตะกอนที่แยกออกจากถังตกตะกอน เรียกว่า (Primary Sludge) โดยอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดสารแขวนลอยได้ร้อยละ 50 – 70 และลดค่า BOD ได้ร้อยละ 25 – 40

3) ระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นการบำบัดต่อจากขั้นเตรียมการและขั้นต้น โดยการกำจัดสารอินทรีย์และสารแขวนลอยหรืออนุภาคคลอลอยด์ทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ (Biological Treatment) ซึ่งใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยการกำจัดตะกอนเชื้อจุลินทรีย์ (Secondary Sludge) และตะกอนจากการบำบัดข้างต้น โดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) และเพื่อให้แน่ใจว่าในน้ำทิ้งไม่มีจุลินทรีย์ก่อโรคปนเปื้อน จึงต้องนำน้ำมาผ่านระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) การบำบัดขั้นนี้จะลดค่า BOD ได้ร้อยละ 75 – 90

4) การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) เป็นการบำบัดขั้นสูงสุด เมื่อต้องการคุณภาพน้ำที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) ในการอุปโภคบริโภคได้ เป็นการกำจัดสีสารอาหาร และสารที่ตกตะกอนยาก เป็นการนำเอากระบวนการทางเคมีร่วมกับทางฟิสิกส์ เช่น การกำจัดสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ด้วยการดูดซับ (Carbon Adsorption) การกำจัดแอมโมเนียและสารประกอบโลหะหนักด้วยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) และนำมาฆ่าเชื้อโรคเพื่อที่จะได้น้ำสะอาด

2.2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

โรงบำบัดน้ำเสียเป็นที่รวบรวมน้ำเสียจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม แหล่งพาณิชยกรรม และการเกษตร เข้าสู่กระบวนการบำบัด เพื่อกำจัดสารปนเปื้อนและสารตกค้างออกจากน้ำเสีย ทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีขึ้นก่อนปล่อยกลับลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งน้ำเสียที่ผ่านการ

บำบัดจะถูกปล่อยกลับสู่แหล่งน้ำสาธารณะและบางส่วนถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และอื่น ๆ

น้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีการใช้ซ้ำและวนเวียนเป็นวัฏจักรและมีกระบวนการทำให้สะอาดด้วยตัวเอง (Self-Purification) ซึ่งกระบวนการทางธรรมชาติก็มีขีดจำกัด การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นกลไกที่จะช่วยลดภาระของแหล่งน้ำในการทำความสะอาดตัวเอง

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพของท้องถิ่น ค่าดำเนินการก่อสร้างและค่าบำรุงรักษา ขนาดพื้นที่ของโครงการ ซึ่งการพิจารณาคุณลักษณะเหล่านี้จะช่วยให้ได้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้น

ประเภทของท่อระบายน้ำ ประกอบด้วย

1) ระบบท่อแยก (Separate System) เป็นระบบระบายน้ำที่มีการแยกท่อกันระหว่างท่อที่ระบายน้ำฝน ซึ่งจะระบายน้ำฝนลงสู่แหล่งธรรมชาติโดยตรงกับท่อระบายน้ำเสีย โดยจะรองรับน้ำเสียจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อที่จะระบายต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย และจะมีการแบ่งแยกระหว่างน้ำฝนกับน้ำเสีย ข้อดีของระบบท่อแยก คือ การก่อสร้างจะมีขนาดเล็กกว่า ค่าบำรุงรักษาที่ต่ำกว่า เพราะปริมาณน้ำและสารเคมีที่ใช้น้อยกว่า ไม่ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชนเนื่องจากน้ำเสียจะไม่ปนมากับน้ำฝน รวมถึงลดปัญหาเรื่องกลิ่นและการกลัดกร่อนภายในท่อ เนื่องจากระบบนี้มีการออกแบบความเร็วของน้ำเสียภายในท่อให้เกิดการล้างท่อด้วยตัวเองในแต่ละวัน ทำให้ไม่เกิดการสะสมของของเสียภายในท่อและไม่เกิดปัญหาของกลิ่น

2) ระบบท่อรวม (Combined System) ท่อที่ระบายน้ำเสียและน้ำฝนไหลรวมมาพร้อมกัน โดยจะมีท่อดัก (Interceptor) เพื่อระบายน้ำเสียไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียที่ปนกับน้ำฝนที่มีความเจือจางและปริมาณมากเกินความต้องการ จะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ข้อดีของระบบท่อรวม คือ ลงทุนต่ำและใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อย ในขณะที่ข้อเสีย คือ ต้องใช้ท่อขนาดใหญ่ มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาก และอาจมีปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นในช่วงฤดูแล้ง

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อระบายน้ำ ประกอบด้วย

1) กลิ่นเหม็น กลิ่นภายในท่อระบายน้ำเกิดจากการหมักของน้ำเสียในท่อในสภาพที่ไม่มีอากาศ จึงทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า ซึ่งเป็นต้นเหตุของกลิ่นเหม็น เนื่องจากความเร็วของน้ำในท่อต่ำ จึงทำให้สารปนเปื้อนในน้ำเกิดการตกตะกอนและเกิดการหมักของตะกอน

2) การกัดกร่อน เมื่อมีการหมักของตะกอนภายในท่อ จึงทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และเมื่อก๊าซนี้ทำปฏิกิริยากับน้ำในอากาศจึงเกิดเป็นกรดซัลฟิวริก มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนท่อระบายน้ำได้

3) ปัญหาน้ำจากภายนอกและน้ำซึมเข้าท่อระบายน้ำ (Infiltration and Inflow) เกิดจากน้ำจากภายนอก ได้แก่ น้ำใต้ดินหรือน้ำฝนรั่วเข้าสู่ท่อระบายน้ำเสีย อาจมีสาเหตุจากท่อแตกหรือรอยต่อระหว่างท่อชำรุดหรือฝาของบ่อตรวจระบายอยู่ต่ำกว่าถนน น้ำจากพื้นผิวถนนอาจล้นเข้าสู่ท่อระบายน้ำได้

2.2.3 ระบบระบายน้ำเสีย (Sewerage System)

ระบบท่อระบายน้ำ หมายถึง ท่อน้ำและส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อใช้สำหรับรวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ เช่น อาคารบ้านเรือน โรงแรม โรงพยาบาล สถานที่ราชการ เขตพาณิชยกรรม เป็นต้น เพื่อที่จะนำน้ำเสียเหล่านี้ไปบำบัดหรือระบายทิ้งยังแหล่งรองรับน้ำทิ้ง ส่วนประกอบของท่อระบายน้ำ ได้แก่

1) ท่อแรงโน้มถ่วง (Gravity Sewer) เป็นท่อรองรับน้ำเสียที่การไหลของน้ำเกิดจากแรงโน้มถ่วงโลก โดยการวางท่อจะวางลาดเอียงตามทิศทางการไหลของน้ำเสีย ขนาดของท่อจะขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลผ่านท่อ

2) ท่อแรงดัน (Pressure Sewer) เป็นท่อระบายน้ำจากพื้นที่ต่ำไปสู่พื้นที่ที่สูงกว่า โดยใช้เครื่องสูบน้ำในการดันน้ำขึ้นไปสู่ที่สูง ดังนั้น ท่อระบายน้ำต้องมีคุณสมบัติในการรองรับแรงดันของน้ำได้

3) ท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) เป็นท่อเชื่อมต่อในจุดสุดท้ายระหว่างท่อระบายน้ำฝนกับท่อระบายน้ำเสีย ทำหน้าที่เป็นท่อดักไม่ให้น้ำเสียไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และทำหน้าที่ระบายน้ำเสียสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

4) บ่อตรวจระบาย (Manhole) เป็นบ่อที่ใช้ในการหรือจุดเปลี่ยนขนาดหรือทิศทางของท่อระบายน้ำเสีย รวมทั้งใช้สำหรับตรวจซ่อมแซมและทำความสะอาดท่อ

5) อาคารดักน้ำเสีย (Combine Sewer Overflow: CSO) เป็นโครงสร้างที่ต่อเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย เพื่อระบายน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียและน้ำเสียส่วนเกินที่ปนกับน้ำฝนให้ระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งต้องมั่นใจว่าน้ำล้นต้องไม่กระทบกับแหล่งน้ำธรรมชาติที่เป็นแหล่งรองรับน้ำและต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

6) สถานีสูบน้ำ (Pump Station) หรือสถานียกระดับน้ำ (Lift Station) ใช้ร่วมกับท่อแรงดัน เพื่อสูบน้ำเสียให้ระบายไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย

2.2.4 การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนสามารถจัดการได้ 2 รูปแบบ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Centralized Wastewater Treatment) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่รวม

ศูนย์หรือกระจายศูนย์ (Decentralized Wastewater Treatment) (ศตพล มุ่งค้ำกลาง และคณะ, 2559) ทั้งนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่รวมศูนย์สามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การบำบัดเฉพาะแห่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบเดี่ยว (Individual Onsite) อาจเรียกว่า ระบบบำบัดน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด (On-Site Wastewater Treatment System) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบเป็นกลุ่ม (Clustered Wastewater Treatment System)

1) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Centralized Wastewater Treatment) เป็นระบบที่นำน้ำเสียจากหลาย ๆ แหล่งกำเนิดมาบำบัดรวมกันที่ระบบบำบัดรวม ระบบบำบัดน้ำเสียนี้จะต้องมีท่อเพื่อรวบรวมและระบายน้ำไปสู่ระบบบำบัด ระบบนี้ต้องมีขนาดใหญ่เพื่อรองรับน้ำเสียปริมาณมาก ประสิทธิภาพของระบบนี้จะดีกว่าระบบบำบัดขนาดเล็กทั่วไป ระบบบำบัดน้ำเสียรวมจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมระบบที่มีความรู้ความชำนาญและต้องมีการตรวจสอบโครงข่ายระบบบำบัดน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ที่มีการนำมาใช้ในชุมชนมีหลายประเภท เช่น บ่อผึ่ง สระเติมอากาศ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบจานหมุนชีวภาพ (ศตพล มุ่งค้ำกลาง และคณะ, 2559) เป็นต้น

เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ ประกอบด้วย

1.1) ระบบบำบัดน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด (On-Site Treatment System) การบำบัดน้ำเสียแบบนี้ คือ การบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่หรือติดกับแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ก่อนที่จะปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย ท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ระบบนี้อาจมีการนำเอาเครื่องจักรกลมาประกอบเพื่อช่วยในระบบบำบัดน้ำเสียตั้งแต่รวบรวมน้ำเสียจนถึงขั้นตอนการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ระบบนี้นิยมใช้กับอาคารบ้านเรือน ชุมชนขนาดเล็ก ภัตตาคาร อพาร์ทเม้นท์ หรือโรงแรม (ศตพล มุ่งค้ำกลาง และคณะ, 2559)

1.2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่ม (Clustered Wastewater Treatment System) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มจะรวมแหล่งกำเนิดน้ำเสียได้ตั้งแต่จำนวนน้อยถึงจำนวนมาก หรือสามารถรองรับแหล่งกำเนิดน้ำเสียได้ตั้งแต่ 2 ถึง 100 แหล่ง ถ้าแหล่งกำเนิดน้ำเสียน้อยก็ติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบคล้ายกับการบำบัดน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด (On-Site System) แต่ถ้าแหล่งกำเนิดน้ำเสียมากก็ติดตั้งระบบน้ำเสียที่ใหญ่ขึ้นโดยใช้ระบบคล้ายคลึงกับระบบรวมศูนย์ (Centralized System) ระบบนี้จะเหมาะกับชุมชนขนาดเล็ก เช่น ชุมชนในเขตเทศบาล อาคารพาณิชย์ เป็นต้น สำหรับเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้จะพิจารณาจากขนาดหรือจำนวนของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย รวมถึงปริมาณน้ำเสีย (ศตพล มุ่งค้ำกลาง และคณะ, 2559)

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์หรือไม่รวมศูนย์ (Decentralized Wastewater Treatment) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียที่ติดตั้งอยู่กับแหล่งกำเนิดน้ำเสียหรือใกล้กับแหล่งชุมชนในแต่ละแหล่ง เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียโดยไม่ต้อง

รวบรวมน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ วิธีการบำบัดน้ำเสียแบบนี้เป็นการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ซับซ้อน มีอุปกรณ์น้อย ใช้พลังงานต่ำ และราคาไม่สูง และระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ไม่ต้องการการดูแลบำรุงรักษามากนัก (ชาติ เจียมไชยศรี, 2550) โดยส่วนใหญ่มักใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียนี้ รวมถึงการบำรุงรักษาต่ำ และไม่กระทบต่อการดำรงชีวิตประจำวันของคนในชุมชนมากนัก ภาพที่ 2 เป็นภาพที่แสดงประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียและเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำแบบกระจายศูนย์

Technology Line: Decentralized Wastewater Treatment				
Technologies				
Eco-Technologies	Activated Sludge Technologies	Biofilm Technologies	Membrane Technologies	Anaerobic Technologies
Techniques/Processes				
Constructed Wetlands	Activated Sludge Process with Sludge Recirculation	Trickling Filter	Reverse Osmosis	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)
Sand Filters or Soil Filters	Activated Sludge Process in Sequencing Batch Reactor (SBR)	Submerged Trickling Filter	Nanofiltration	Anaerobic Fixed Bed Reactor
Purification Ponds		Fixed Bed Reactor	Ultrafiltration	Anaerobic Fluidized Bed Reactor
		Fluidized Bed Reactor	Microfiltration	
		Rotating Disk Filter		

ภาพที่ 2 เทคโนโลยีสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์
ที่มา: Muller & Sheik, 2014

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ (Biological Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพเป็นการใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย โดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งสิ่งสกปรกเหล่านี้จะเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์เพื่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยสามารถแบ่งจุลินทรีย์ออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพเป็นระบบที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพ ได้แก่

1) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส (Activated Sludge) เป็นการใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย มีองค์ประกอบหลัก คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์ (Sludge) อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพวกที่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุดในปัจจุบัน

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment) เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยจุลินทรีย์จะใช้สารประกอบอื่นเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทนออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) หรือออกซิเจนอิสระ กลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจนสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

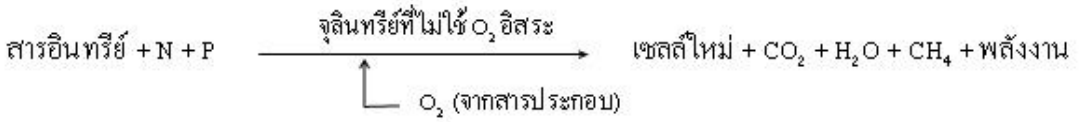
ขั้นตอนที่ 1 เป็นกระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) โดยอาศัยเอนไซม์ (Enzyme) ที่ถูกส่งออกมานอกเซลล์เพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลเล็ก

ขั้นตอนที่ 2 เป็นกระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis) โดยแบคทีเรียสร้างกรดซึ่งจะเปลี่ยนผลผลิตที่ได้จากฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในขั้นตอนที่ 1 ไปเป็นกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid: VFA)

ขั้นตอนที่ 3 เป็นกระบวนการสร้างกรดอะเซติกจากกรดไขมันระเหย (Acetogenesis) โดยแบคทีเรียกลุ่มอะซีโตเจนิก (Acetogenic Bacteria) จะเปลี่ยนกรดไขมันระเหยไปเป็นผลผลิตสำคัญในการสร้างก๊าซมีเทน ได้แก่ กรดอะเซติก กรดฟอร์มิก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจน

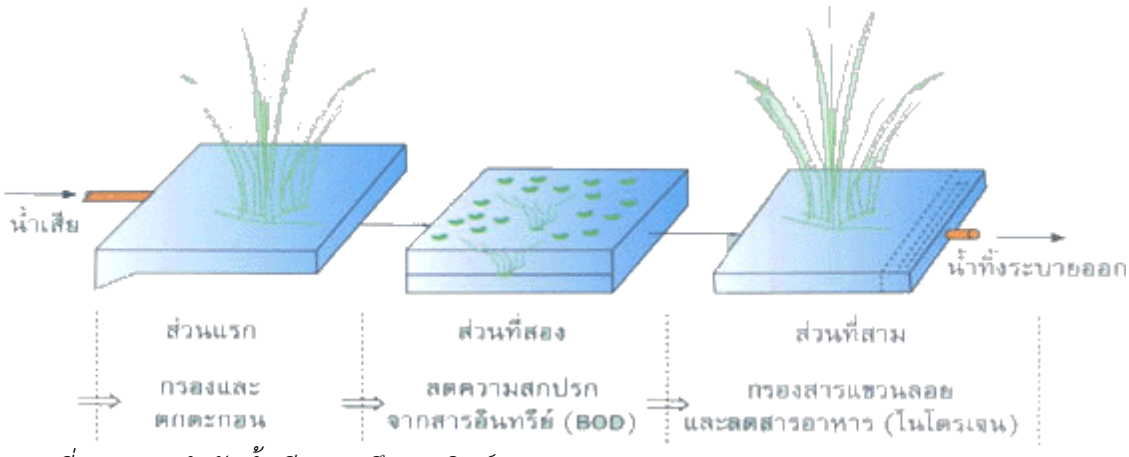
ขั้นตอนที่ 4 เป็นกระบวนการสร้างมีเทน (Methanogenesis) โดยผลผลิตที่ได้จากแบคทีเรียสร้างกรดในขั้นตอนที่ 3 จะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทน (Methanogenic Bacteria) แบคทีเรียกลุ่มที่สร้างมีเทนนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ชนิดแรก คือ

แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน (Hydrogenotrophic Bacteria) โดยได้คาร์บอนมาจากคาร์บอนไดออกไซด์และได้พลังงานจากไฮโดรเจน ชนิดที่สอง คือ แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากกรดอะเซติก (Acetotrophic Bacteria) ซึ่งใช้อะเซเตดเป็นตัวรับอิเล็กตรอนและใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการโดยรวมได้ดังนี้



กระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศอาศัยการทำงานของแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สร้างกรดและกลุ่มที่สร้างมีเทน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องรักษาสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการทำงานร่วมกันของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม หากการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งเปลี่ยนไป ก็จะมีผลต่อการทำงานแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้

3) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) เป็นระบบที่จำลองแบบพื้นที่ชุ่มน้ำหรือจำลองระบบนิเวศมาใช้ในบำบัดน้ำเสีย โดยการบดอัดดินให้แน่น เพื่อปลูกพืชจำพวกกก แฝก ธูปฤาษี เป็นต้น เพื่อให้สารอินทรีย์ที่เกาะติดกับพืชที่ปลูกช่วยในการบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ แบบน้ำไหลบนผิวดินและแบบน้ำไหลใต้ผิวดิน หลักการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ คือ เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบึงประดิษฐ์ส่วนต้น สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำจะตกตะกอนจมตัวลงสู่ก้นบึงและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้น ๆ ของระบบ การปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนที่จะปล่อยน้ำกลับสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ทำได้โดยลดปริมาณไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อและพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้บางส่วนอีกด้วย



ภาพที่ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

ที่มา: Mitsch et al., 2001

นอกจากนี้ ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อีกด้วย ซึ่งข้อดีของระบบนี้ คือ ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง (Mitsch et al., 2001)

4) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch: OD) คือ ระบบที่ใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในระบบ จากนั้นจึงแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ผ่านบำบัดแล้ว โดยวิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) เพื่อให้ได้น้ำใส (Supernatant) หรือน้ำที่อยู่ส่วนบนของถังตกตะกอน ซึ่งเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีขึ้น และสามารถระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ โดยถังเติมอากาศจะเป็นแบบวงกลมหรือวงรี ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และการกวนจะใช้เครื่องกลเติมอากาศ ซึ่งตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) จากลักษณะการไหลแบบตามแนวยาว โดยค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศจะลดลงเรื่อย ๆ ตามความยาวของถัง จนกระทั่งมีค่าเป็นศูนย์ เรียกว่า เขตแอน็อกซิก (Anoxic Zone) ซึ่งจะมีระยะเวลาในช่วงนี้ไม่เกิน 10 นาที การที่ถังเติมอากาศมีสภาวะเช่นนี้ทำให้เกิดไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ขึ้นในถังเดียวกัน ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดีขึ้นด้วย

5) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contractor: RBC) เป็นระบบที่ให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางทรงกระบอกซึ่งวางอยู่ในถังบำบัดน้ำเสีย ซึ่งตัวกลางจะหมุนเพื่อนำจุลินทรีย์ที่ติดกับตัวกลางได้สัมผัสอากาศและจุลินทรีย์จะได้ใช้ออกซิเจนจากอากาศเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ กลไกการทำงานของระบบในการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์แบบ

ใช้อากาศจำนวนมากที่ยึดเกาะติดบนแผ่นจานหมุนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยการหมุนแผ่นจานผ่านน้ำเสีย ซึ่งเมื่อแผ่นจานหมุนขึ้นมาสัมผัสกับอากาศก็จะพาเอาฟิล์มน้ำเสียขึ้นสู่อากาศด้วย ทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนจากอากาศ เพื่อใช้ในการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เหล่านั้นให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเซลล์จุลินทรีย์ ต่อจากนั้นแผ่นจานจะหมุนลงไปสัมผัสกับน้ำเสียในถังปฏิกิริยาอีกครั้ง ทำให้ออกซิเจนส่วนที่เหลือผสมกับน้ำเสีย ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสียอีกส่วนหนึ่ง สลับกันเช่นนี้ แต่เมื่อมีจำนวนจุลินทรีย์ยึดเกาะแผ่นจานหมุนหนามากขึ้น จะทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์บางส่วนหลุดลอกจากแผ่นจานเนื่องจากแรงเฉือนของการหมุน ซึ่งจะรักษาความหนาของแผ่นฟิล์มให้ค่อนข้างคงที่โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยที่ไหลออกจากถังปฏิกิริยานี้จะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้ง ทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบนี้มีคุณภาพดีขึ้น ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียอีกรูปแบบหนึ่งของระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) ซึ่งองค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย

5.1) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกของแข็งที่มากับน้ำเสีย

5.2) ถังปฏิกิริยา ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

5.3) ถังตกตะกอนขั้นที่สอง (Secondary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว

โดยในส่วนของถังปฏิกิริยาประกอบด้วย แผ่นจานพลาสติกจำนวนมากที่ทำจาก Polyethylene (PE) หรือ High Density Polyethylene (HDPE) วางเรียงขนานซ้อนกัน โดยติดตั้งฉากกับเพลาแนวนอนตรงจุดศูนย์กลางแผ่น ซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจะยึดเกาะติดบนแผ่นจานนี้เป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ หนาประมาณ 1 – 4 มิลลิเมตร หรือที่เรียกระบบนี้อีกอย่างว่าเป็นระบบ Fixed Film ทั้งนี้ ชุดแผ่นจานหมุนทั้งหมดวางติดตั้งในถังคอนกรีตเสริมเหล็ก ระดับของเพลาจะอยู่เหนือผิวน้ำเล็กน้อย

6) เทคโนโลยีสำหรับบำบัดน้ำเสียเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor: SBR) ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า – ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกันใน 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

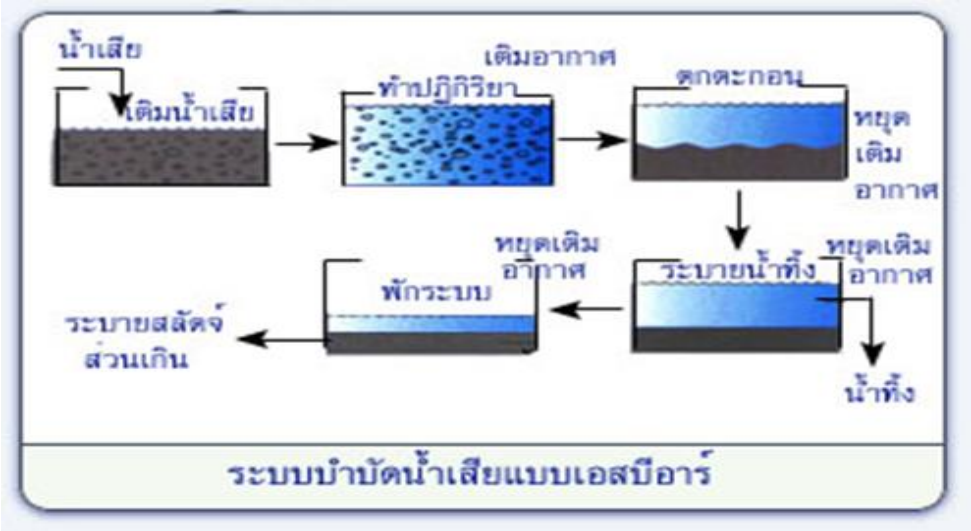
6.1) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) เป็นขั้นตอนของการนำน้ำเสียเข้าระบบ

6.2) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) กระบวนการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)

6.3) ช่วงตกตะกอน (Settle) กระบวนการทำให้ตะกอนตกลงสู่ก้นถัง

6.4) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) กระบวนการระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด

6.5) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อรอรับน้ำเสียรอบใหม่ หรือบำรุงรักษาระบบ



ภาพที่ 4 ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor: SBR)

ที่มา: Mitsch et al., 2001

จากการศึกษาข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถสรุปจุดเด่น จุดด้อย ต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ข้อเสีย					ข้อดี						
	ความยุ่งยาก/ซับซ้อน ในการควบคุมระบบ	ค่าก่อสร้างปานกลาง-สูง	ค่าเดินระบบปาน กลาง-สูง	ใช้พื้นที่มาก	ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ ในการควบคุม	การใช้งานไม่ซับซ้อน/ ไม่ใช่เทคโนโลยีชั้นสูง	ค่าก่อสร้างต่ำ ถึงปานกลาง	ค่าเดินระบบต่ำ ถึงปานกลาง	ใช้พื้นที่น้อย ถึงปานกลาง	คุณภาพน้ำอยู่ใน มาตรฐานที่ต้องการ	เป็นระบบประหยัด พื้นที่	ผลิตน้ำรีไซเคิลได้
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ เอ เอส (Activated Sludge)	✓	✓	✓		✓					✓		
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment)				✓		✓	✓	✓				
เทคโนโลยีสำหรับบำบัดน้ำเสีย เอส บี อาร์ (Sequencing Batch Reactor: SBR)		✓	✓		✓				✓	✓	✓	
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch: OD)				✓			✓	✓		✓		
นวัตกรรม Eco-Biofilter/MBR		✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบต่าง ๆ จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป การเลือกนำมาใช้งานจึงพิจารณาถึงความเหมาะสมของบริบทแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน จึงเน้นประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นจนผ่านมาตรฐานการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ และยังคำนึงถึงความเหมาะสมของบริบทแวดล้อมของชุมชน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาและออกแบบนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เพื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เนื่องจากเป็นระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Wastewater Management System) ที่มีประสิทธิภาพ เป็นการติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสียกับแหล่งกำเนิดและกระจายไปทุกแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ใช้พื้นที่ในการติดตั้งไม่มาก จึงเหมาะกับพื้นที่เขตชุมชนในจังหวัดปริมณฑลหรือต่างจังหวัดที่มีประชากรอยู่อาศัยไม่หนาแน่นและมีบ้านเรือนอยู่อาศัยกระจายกัน และยังส่งเสริมการหมุนเวียนทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.2.6 ข้อพิจารณาพื้นฐานในการวางแผนการจัดการน้ำเสีย

การจัดเตรียมแผนการจัดการน้ำเสียมีข้อพิจารณาพื้นฐานดังต่อไปนี้

1) สภาพภูมิอากาศในบริเวณพื้นที่ สภาพทั่วไปทางกายภาพ และวิถีชีวิตของประชาชน

2) ระดับของเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและทรัพยากรที่มีอยู่

2.1) ภูมิอากาศ (จะมีผลต่อการออกแบบกระบวนการบำบัดและขนาดของท่อรวบรวมน้ำเสีย)

2.2) ปริมาณน้ำฝน

2.3) อุณหภูมิ

2.4) ทิศทางของลมและความรุนแรง

2.5) จำนวนเวลาที่มีแดด

3) สภาพทางกายภาพ (มีผลต่อการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย วิธีการก่อสร้าง เป็นต้น)

3.1) ระดับความสูงของพื้นดิน

3.2) ระดับความสูงของน้ำใต้ดิน

3.3) ลักษณะทางธรณีวิทยาของดิน

3.4) การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4) วิถีชีวิตของประชาชน (ผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการ คุณภาพและปริมาณน้ำเสีย การเลือกที่ตั้งระบบต่าง ๆ เป็นต้น)

4.1) กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำลำคลอง

4.2) ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์และสังคม

4.3) ชุมชนเขตพัฒนาและเขตที่ยังไม่พัฒนา

4.4) วัฒนธรรมท้องถิ่น

5) เทคโนโลยีที่เหมาะสม

5.1) การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะก่อให้เกิดสุขอนามัยที่ดีและเป็นที่ยอมรับในด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม และมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะใช้ได้ทั้งระบบบำบัดน้ำเสียและระบบรวบรวมน้ำเสีย ควรพิจารณาใช้วัสดุและผู้รับจ้างที่หาได้ในท้องถิ่นก่อน นอกจากนี้ เทคโนโลยีที่เลือกใช้จะต้องเหมาะกับสภาพของท้องถิ่นและการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบง่าย

5.2) ในขั้นตอนของการก่อสร้างโครงการ การวางท่อรวบรวมน้ำเสียจะมีทางเลือกระหว่างการวางท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยวิธีการขุดพื้นผิวถนนเป็นร่องแล้ววางท่อซึ่งเป็นวิธีที่ใช้แรงงานจำนวนมากหรือจะใช้เทคโนโลยีขั้นสูง คือ การดันท่อโดยไม่ต้องขุดพื้นผิวถนน ซึ่งเป็นวิธีใหม่ที่มีการปฏิบัติแล้วในประเทศไทย

5.3) ระบบรวบรวมน้ำเสียควรพิจารณาใช้การไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกมากกว่าการเลือกใช้สถานีสูบน้ำเสียหรือสถานียกระดับน้ำเสีย

5.4) การเลือกเส้นทางแนวทางการวางท่อควรหลีกเลี่ยงเส้นทางที่ก่อสร้างได้ยากซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีผลทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง เช่น การข้ามแม่น้ำ เป็นต้น

5.5) วัสดุที่ใช้และวิธีการก่อสร้างมีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น

5.6) สำหรับสถานที่ที่ใช้ก่อสร้างโรงบำบัดควรเลือกสถานที่ที่มีความสมดุลของราคาและขนาดของพื้นที่ที่มีอยู่ เปรียบเทียบกับการเพิ่มค่าใช้จ่ายของระบบรวบรวมเพื่อขนส่งน้ำเสียไปยังสถานที่อยู่ห่างไกลซึ่งมีราคาที่ดินถูกกว่า

2.2.7 แนวทางการพิจารณาเทคนิคในการบำบัดน้ำเสีย

1) วิธีการเลือกกระบวนการบำบัด

1.1) มาตรฐานคุณภาพน้ำและขนาดของที่ดินที่มี เป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การเลือกกระบวนการบำบัด ส่วนค่าก่อสร้าง ความยากง่ายในการดูแลรักษา และอื่น ๆ นั้น เป็นปัจจัยที่มีน้ำหนักที่ใช้ตัดสินใจสำหรับในแต่ละโครงการ

1.2) น้ำทิ้งหลังจากบำบัดแล้วจะต้องผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนด ได้แก่ ความเป็นกรดและด่าง (pH) ออกซิเจนละลาย (DO) ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (BOD) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด สี กลิ่น รส และอุณหภูมิ

2) หลักเกณฑ์ที่ควรพิจารณาในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องมีการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดำเนินการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน ปัจจัยที่ควรคำนึงต่อการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมมีดังนี้

2.1) การทำงานของระบบ (Process Applicability) การประเมินผลการทำงานของระบบสามารถศึกษาจากการปฏิบัติงานของโรงบำบัดน้ำเสียอื่น ประสบการณ์ของผู้ศึกษา และโครงการนำร่อง (Pilot Plant) ถ้าหากเป็นระบบใหม่ซึ่งไม่เคยมีการใช้งานมาก่อนจำเป็นต้องมีการศึกษาในรูปของโครงการนำร่องเสียก่อน

2.2) ปริมาณและอัตราไหลของน้ำเสีย ควรเลือกระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมต่อปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นและอัตราไหลของน้ำเสียที่เหมาะสม ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่ออัตราการไหลของน้ำเสียคงที่ หากอัตราการไหลมีค่าแตกต่างกันมากจำเป็นต้องมีการติดตั้งเครื่องปรับอัตราการไหลของน้ำเสีย (Flow Equalization)

2.3) ลักษณะของน้ำเสีย (Influent-Wastewater Characteristics) ลักษณะของน้ำเสียจะมีผลต่อกระบวนการที่ใช้ในการกำจัด เช่น กระบวนการทางเคมี (Chemical Process) หรือกระบวนการทางชีวภาพ (Biological Process) เป็นต้น รวมทั้งมีผลต่อข้อกำหนดสำหรับการดำเนินระบบอย่างเหมาะสม

2.4) มลสารที่มีผลกระทบหรือยับยั้งการทำงานของระบบ มลสารบางชนิดจะส่งผลกระทบหรือยับยั้งการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียหรือเกิดการหยุดชะงักลง เช่น ระบบเอเอส (Activated Sludge: AS) ซึ่งอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์เป็นหลัก หากน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบมีความเข้มข้นของสารพิษหรือสารโลหะหนักสูง มลสารเหล่านี้จะยับยั้งการทำงานของระบบได้

2.5) ข้อจำกัดด้านภูมิศาสตร์ อุณหภูมิของอากาศจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและชีวภาพ และอาจมีผลทำให้เครื่องจักรกลต่าง ๆ มีอายุการใช้งานสั้นลง นอกจากนี้ สภาวะอากาศร้อนจะเร่งปฏิกิริยาที่ให้เกิดกลิ่นเหม็นและข้อจำกัดด้านการกระจายตัวของมลสารอีกด้วย

2.6) การเลือกชนิดและขนาดของถังปฏิกิริยา ชนิดและขนาดของถังปฏิกิริยาจะถูกกำหนดโดยปฏิกิริยา Kinetics ข้อมูลประกอบการพิจารณาส่วนใหญ่ได้จากประสบการณ์ บทความที่ตีพิมพ์ และผลการศึกษาของโครงการนำร่อง

2.7) ประสิทธิภาพการทำงานของระบบน้ำเสีย วัดได้จากคุณภาพของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยจะต้องดำเนินการให้ได้ตามมาตรฐานกำหนดหรือดีกว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบจะมีประสิทธิภาพการทำงานไม่เท่ากัน

2.8) มลพิษที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณ และชนิดของมลพิษทุกชนิดในรูปของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ที่อาจเกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องได้รับการศึกษาและคาดประมาณ โดยทั่วไปมักจะใช้ข้อมูลที่ได้จากโครงการศึกษานำร่อง

2.9) การกำจัดกากตะกอน จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงข้อจำกัดของการกำจัดกากตะกอนทั้งด้านวิธีการ ค่าใช้จ่าย และผลกระทบด้านต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ขั้นตอนการเลือกระบบกำจัดกากตะกอนที่เหมาะสม ควรกระทำไปพร้อม ๆ กับการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

2.10) ข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อมอาจมีผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสียได้ โดยเฉพาะคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำที่ใช้เป็นที่รองรับน้ำเสีย บางแห่งอาจจะต้องมีการกำหนดให้ทำการบำบัดแร่ธาตุที่เป็นสารอาหารของพืชให้มีค่าต่ำเป็นพิเศษ นอกจากนี้ ปัญหาเรื่องกลิ่นก็มีความสำคัญต่อการคัดเลือกระบบและสถานที่ก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย ดังนั้น ข้อมูลเกี่ยวกับความเร็วลม ทิศทางลม และระยะห่างจากชุมชน จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญ

2.11) ข้อมูลด้านการใช้สารเคมีจะต้องทำการศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งค่าใช้จ่ายและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีดังกล่าว

2.12) ความต้องการด้านพลังงาน จะต้องรู้ถึงปริมาณพลังงานที่ใช้ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น หากต้องการออกแบบระบบที่ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากขึ้น

2.13) ความต้องการด้านบุคลากร ควรมีการศึกษาถึงปริมาณและความเชี่ยวชาญของบุคลากรที่จำเป็นต่อการควบคุม และปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งการวางแผนด้านการฝึกอบรมเพื่อการพัฒนาบุคลากรในอนาคต

2.14) ข้อกำหนดด้านการปฏิบัติงานและดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย ความต้องการเฉพาะด้านสำหรับการปฏิบัติงาน และการดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องมีการจัดทำไว้ รวมถึงรายชื่ออุปกรณ์สำรองและราคา

2.15) ระบบเสริม (Auxiliary Process) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียให้ดียิ่งขึ้น บางครั้งจำเป็นต้องมีการใช้ขั้นตอนการบำบัดเฉพาะด้านเพิ่มเติม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ระบบที่ต้องใช้ผลกระทบที่มีต่อคุณภาพน้ำทิ้ง โดยเฉพาะเมื่อมีการล้มเหลวเกิดขึ้น

2.16) สมรรถภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย จำเป็นต้องประเมินถึงสมรรถภาพการทำงานของระบบในระยะยาว และปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะความล้มเหลวของระบบที่อาจเกิดขึ้นได้บ่อยครั้ง

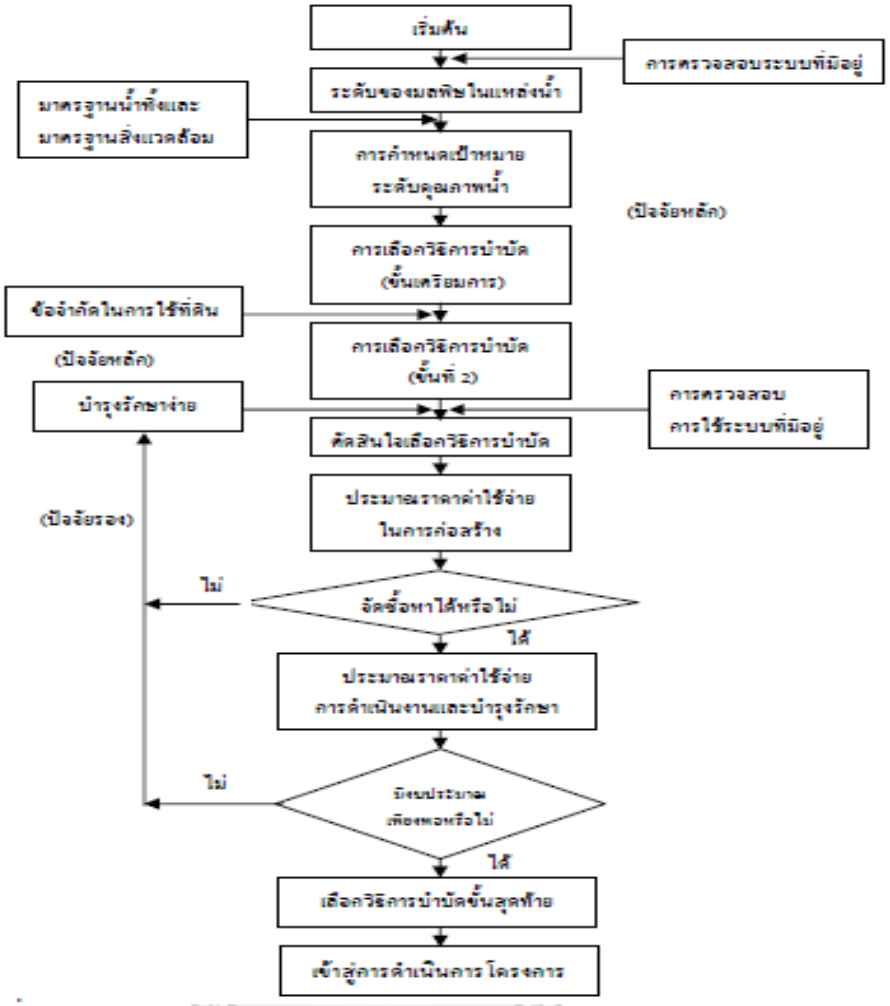
2.17) ความสลับซับซ้อน ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบจะมีความยาก-ง่ายในการปฏิบัติงานและดูแลรักษาไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาถึงความซับซ้อนและความยุ่งยากที่อาจจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะกรณีฉุกเฉิน รวมทั้งการวางแผนฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่เพื่อการแก้ไขปัญหาเหล่านี้

2.18) ขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียมีความเหมาะสมต่ออุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือไม่ (Compatibility) รวมทั้งความยากง่ายต่อการขยายโรงบำบัดน้ำเสียในอนาคต

2.19) ที่ดิน ควรศึกษาและจัดหาพื้นที่สำหรับการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย พื้นที่สำหรับการตกแต่งและปลูกต้นไม้เป็นรั้วธรรมชาติ เพื่อเสริมสร้างทัศนียภาพและลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งพื้นที่ว่างสำหรับการขยายโรงบำบัดน้ำเสียเพิ่มเติมในอนาคต

นอกจากนี้ ไม่ควรแยกพิจารณาเฉพาะโรงบำบัดน้ำเสียออกจากระบบรวบรวมน้ำเสีย ในการประเมินเกี่ยวกับระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงบำบัดนั้นจะต้องคำนึงถึงความสมดุลของการเลือกโรงบำบัดที่ตั้งอยู่นอกเขตเมือง เนื่องจากมีราคาที่ดินต่ำกับการที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการขนส่งน้ำเสียไปยังโรงบำบัด ถ้ามีพื้นที่ขนาดใหญ่ควรจะเลือกระบบบำบัดแบบง่ายที่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่ต่ำ และต้องทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของทางเลือกของระบบต่าง ๆ โดยนำค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและดำเนินการในระยะยาวมาพิจารณา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการเลือกระบบบำบัดและการแบ่งปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

ที่มา: Ministry of Construction (Japan) Technical “Guideline for Drainage and Wastewater Disposal Projects in Developing Countries”, 1993.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.8 การจัดการและการยอมรับการบำบัดน้ำเสียของประเทศต่าง ๆ

1) สหรัฐอเมริกา การจัดการน้ำเสียในสหรัฐอเมริกามีความหลากหลายทั้งวิธีการและเทคโนโลยี โดยวิธีการที่นำมาใช้มีทั้งในรูปแบบของการบำบัดรวมศูนย์และการบำบัดแบบไม่รวมศูนย์ การจัดการน้ำเสียแบบรวมศูนย์ยังคงเป็นที่ต้องการสำหรับชุมชนและพื้นที่อุทยาน เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งขนาดใหญ่ (Activated Sludge treatment) ส่วนการจัดการน้ำเสียแบบไม่รวมศูนย์เป็นอีกทางเลือกในการบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของชุมชนแบบกระจุก จะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster) หรือในพื้นที่ที่ชุมชนมีความหนาแน่นน้อย จะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Treatment) หรือในพื้นที่ที่มีความสกปรกของน้ำเสียไม่สูงมากนัก จะใช้ระบบบำบัดแบบง่าย ๆ เช่น การใช้ถังกรองทราย เป็นต้น โดยมีกฎหมายและการจัดตั้งองค์กรต่าง ๆ มาดูแล เช่น การบังคับใช้กฎหมาย Clean Water Act เป็นต้น ซึ่งเป็นกฎหมายเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของสหรัฐอเมริกา โดยดำเนินการศึกษาวิจัยเทคนิคการประเมินและวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ การพัฒนาคุณภาพน้ำ การขออนุญาตปล่อยทิ้งน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ

2) ออสเตรเลีย โรงบำบัดน้ำเสียแห่งหนึ่งในออสเตรเลียได้ทำการทดลองนำวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมรูปแบบใหม่มาใช้ ช่วยลดการใช้ไฟฟ้าและสารเคมีในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสียบนหุบเขาลอคเยอร์ทางตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐควีนส์แลนด์ ออสเตรเลีย โดยนำธรรมชาติมาใช้ในการทำให้น้ำบริสุทธิ์เพื่อจะสามารถเปลี่ยนวิธีการบำบัดน้ำเสียและลดการใช้สารเคมีและไฟฟ้าลงด้วยวิธีการนำเบาะลอยน้ำได้ที่ถูกปกคลุมไปด้วยหญ้ามาลอยไว้บนบ่อบำบัดน้ำ มิเชลล์ คัลล์ ผู้แทนบริษัท Queensland Urban Facilities กล่าวว่า พืชในพื้นที่ชุ่มน้ำจะสามารถดึงสารพิษต่าง ๆ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น ออกจากน้ำเสียได้ จึงเป็นวิธีทางธรรมชาติที่จะทำความสะอาดน้ำเสีย เมื่อน้ำได้รับการบำบัด จะถูกส่งให้กับเกษตรกรท้องถิ่นที่จะสูบน้ำเข้าไปในเขื่อน เพื่อน้ำไปใช้ในการชลประทานพืชผลทางการเกษตรต่อไป

3) ญี่ปุ่น ญี่ปุ่นมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อมหลายฉบับ เนื่องจากปัญหาทางเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 เรื่องการจำกัดด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม รัฐบาลจึงจำเป็นต้องเน้นนโยบายด้านการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ กฎหมายเหล่านี้ยังมีลักษณะเป็นกฎหมายพื้นฐานที่บัญญัติเนื้อหาสาระในลักษณะกว้าง ๆ เพื่อให้เป็นบรรทัดฐานในการตรากฎหมายสิ่งแวดล้อมเฉพาะ ได้แก่ กฎหมายควบคุมมลพิษทางอากาศ กฎหมายควบคุมมลพิษทางน้ำ กฎหมายการจัดการขยะมูลฝอย เป็นต้น ในปัจจุบันผู้ประกอบการของญี่ปุ่นได้รับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า การออกแบบเชิงนิเวศน์ หรือการออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ และบรรจุเรื่องระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมไว้ในหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อปลูกฝังจิตสำนึกด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมให้กับประชาชนทุกคน

ทำให้ประชาชนญี่ปุ่นซึมซับแนวคิดด้านการรักษาสิ่งแวดล้อม สำหรับการบำบัดน้ำเสียของญี่ปุ่นจะใช้วิธีการบำบัดแบบรวมศูนย์ โดยระบบที่นิยมใช้ เช่น ระบบตะกอนเร่งแบบธรรมดา (Conventional Activated Sludge Treatment) ส่วนในชุมชนที่มีจำนวนประชากรน้อยหรือในชนบทจะนิยมใช้ระบบที่มีขนาดเล็ก เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) ตัวอย่างการจัดการสิ่งแวดล้อมของญี่ปุ่น ได้แก่ ภูเขาฟุจิซึ่งการขึ้นชมจะมีข้อแนะนำให้แก่นักท่องเที่ยวทั้งในด้านความปลอดภัยและวิธีการท่องเที่ยวอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีการรณรงค์สร้างจิตสำนึกให้แก่นักท่องเที่ยว รวมทั้งจัดกิจกรรมให้นักท่องเที่ยวนำขยะลงมาทิ้งบริเวณด้านล่างหรือตามจุดบริการนักท่องเที่ยวอีกด้วย

2.2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตที่ผ่านมามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียของชุมชน อาทิ

1) การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจคุณภาพน้ำและหาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ตลาดน้ำวัดลำพญาเป็นตลาดน้ำที่คงวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นเดิมมากกว่าร้อยละ 50 มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในพื้นที่ 2 ลักษณะประกอบด้วย กิจกรรมจากการประกอบการค้าขายและกิจกรรมจากการใช้บริการห้องน้ำของพื้นที่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทันกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน คุณภาพน้ำทิ้งหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียและคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนบริเวณที่ตั้งของตลาดน้ำยังคงมีบางพารามิเตอร์ที่มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง การมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำเสียในพื้นที่พบว่า ผู้ประกอบการค้าขายในตลาดน้ำและชุมชนบริเวณโดยรอบตลาดน้ำมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำเสียอยู่ในระดับมาก แต่กลับมีส่วนร่วมด้านการจัดการน้ำเสียอยู่ในระดับน้อยที่สุด แนวทางการจัดการน้ำเสียของตลาดน้ำแบบมีส่วนร่วมจึงควรมีการพัฒนารูปแบบของการมีส่วนร่วมในการจัดการด้านน้ำเสียของตลาดน้ำ 2 ด้าน ได้แก่ การเพิ่มระดับความร่วมมือในการจัดการน้ำเสียของผู้ประกอบการและชุมชน และการสร้างแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงระบบการจัดการน้ำเสียที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และคณะ, 2555)

2) การศึกษาการมีส่วนร่วมและความต้องการของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานี (กรณีศึกษาการจัดการน้ำเสียของเทศบาลนครอุบลราชธานี) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานีในด้านการแก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชนและศึกษาความต้องการและผลกระทบที่ได้จากแนวทางการแก้ไขน้ำเสียของชุมชน เพื่อช่วยในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่ให้บรรลุเป้าหมายและ

มีประสิทธิภาพ ทำการเก็บรวบข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มประชาชนทั่วไปและผู้นำชุมชน จำนวน 106 ชุมชน ผู้บริหารเทศบาลนครอุบลราชธานี เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการ ผลการศึกษาพบว่า น้ำเสียในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีเกิดจากการขาดจิตสำนึกในการปฏิบัติตน โดยเฉพาะการทิ้งขยะและปล่อยของเสียและน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย พบว่า (1) ควรคัดแยกขยะก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่ถังดักไขมัน (2) ควรได้รับความร่วมมือจากประชาชนในการรณรงค์ทำความสะอาดภายในชุมชนและให้หน่วยงานหลัก คือ เทศบาลนครอุบลราชธานีจัดอบรมให้ความรู้เพื่อสร้างจิตสำนึกให้กับประชาชน (3) ควรการดำเนินการแก้ไขปัญหาน้ำเสียอย่างถูกต้องและเป็นระบบ (4) ประชาชนควรให้ความร่วมมือในการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย และ (5) ควรสำรวจพื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างให้เหมาะสม เพื่อเป็นการบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนที่จะได้รับผลกระทบ (อรอนงค์ ยิ่งปัญญาธิคุณ, 2556)

3) การรับรู้และพฤติกรรมของครัวเรือนที่มีต่อการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีน มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหามลภาวะน้ำของแม่น้ำท่าจีนในพื้นที่ตำบลบางเตย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างครัวเรือนในพื้นที่ตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีกว่า และตำบลบางเตย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 319 คน ประกอบกับการวิเคราะห์แผนพัฒนาตำบลของทั้ง 2 พื้นที่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ตำบลบางระกำมีจำนวนผู้ที่มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีนในระดับปานกลางและสูง (ร้อยละ 75.50) สูงกว่าตำบลบางเตย (ร้อยละ 54.4) ผลการเปรียบเทียบการรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการแก้ไขมลภาวะของแม่น้ำท่าจีนระหว่าง 2 พื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่าพื้นที่ตำบลบางระกำมีความโดดเด่นในการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีนจากการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในรูปแบบ ของคณะกรรมการเครือข่ายจากภาครัฐ เอกชน และประชาชน การสนับสนุนด้านงบประมาณและ การสื่อสารสาธารณะผ่านทางสื่อโทรทัศน์และผ่านทางบุคคลเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีนที่สามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งองค์การบริหารส่วนตำบลบางเตยสามารถนำไปปรับใช้กับแผนพัฒนาตำบลต่อไป (กุลธิดา มั่งลอ, 2555)

ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียของชุมชน

งานวิจัย	ปัจจัยที่ทำการศึกษา	ความต้องการการบำบัดน้ำเสียในชุมชน	พฤติกรรมด้านการบำบัดน้ำเสียในชุมชน	สรุปผลการศึกษาด้านอื่น
1. การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์และคณะ, 2555)	- แหล่งกำเนิด/ปริมาณน้ำเสีย/คุณภาพน้ำ - พฤติกรรมการใช้น้ำ - การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการน้ำเสีย - การจัดการน้ำเสียของชุมชนในพื้นที่	- กลุ่มตัวอย่างต้องการให้เพิ่มถังขยะ โดยจัดวางในบริเวณที่เห็นชัดเจน และต้องการระบบการบำบัดน้ำเสียและกำจัดขยะที่เหมาะสม	- กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำเสียอยู่ในระดับมาก - กลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วมด้านการจัดการน้ำเสียอยู่ในระดับน้อยที่สุด - กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมในการนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อยู่ใน ระดับปานกลาง	- กิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในพื้นที่ ได้แก่ กิจกรรมจากการประกอบการค้าขายและกิจกรรมจากการใช้บริการห้องน้ำของพื้นที่ - ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพ
2. การศึกษาการมีส่วนร่วมและความต้องการของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานี (อรอนงค์ ยิ่งปัญญาธิคุณ, 2556)	- ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (เพศ อายุ สถานภาพ การศึกษา อาชีพ ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน และการเป็นเจ้าของ) - ความคิดเห็นและความพึงพอใจเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการจัดการน้ำเสียและการแก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชน	- น้ำเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบันควรได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้องและเป็นระบบ เพื่อความปลอดภัยสำหรับประชาชนทุกคน และเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม คืนความสมดุลให้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ	- ประชาชนขาดจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเรื่องการคัดแยกขยะและการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ - ประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียเบื้องต้น	- การมีส่วนร่วมในการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มาตรฐานภายในพื้นที่ เขตเทศบาลนครอุบลราชธานี เป็นสิ่งที่ต้องให้ความร่วมมือในการดำเนินการก่อสร้าง

ตารางที่ 4 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียของชุมชน (ต่อ)

งานวิจัย	ปัจจัยที่ทำการศึกษา	ความต้องการการบำบัดน้ำเสียในชุมชน	พฤติกรรมด้านการบำบัดน้ำเสียในชุมชน	สรุปผลการศึกษาด้านอื่น
3. การรับรู้และพฤติกรรมของครัวเรือนที่มีต่อการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีน (กุลธิดา มั่งลอ, 2555)	- การรับรู้ของครัวเรือนเกี่ยวกับปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีน - พฤติกรรมครัวเรือนในการแก้ปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีน	- ประชาชนต้องการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีนจากสื่อต่าง ๆ ที่เข้าถึงได้อย่างสะดวกรวดเร็ว - ประชาชนต้องการได้รับการอบรมจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน	- การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับปัญหาน้ำเน่าเสียมีผลต่อพฤติกรรมปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาแม่น้ำท่าจีนเน่าเสีย - ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีน คือ อาชีพรับจ้างและเกษตรกรรม - ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีนในรูปแบบของคณะกรรมการเครือข่ายจากภาครัฐ เอกชน และประชาชน	- ประชาชนในพื้นที่เป็นชุมชนเกษตรกรรมและประชาชนส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแม่น้ำท่าจีนโดยตรง ทำให้การพบปะและถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารจากบุคคลเป็นที่น่าเชื่อถือต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ จึงทำให้มีผลต่อการรับรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหา - การแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีนต้องส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในรูปแบบของคณะกรรมการเครือข่ายจากภาครัฐ เอกชน และประชาชน การสนับสนุนงบประมาณ และการสื่อสารวิธีการแก้ไขปัญหามลภาวะผ่านทางสื่อโทรทัศน์และบุคคล

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อาทิ

1) การบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบริหารจัดการปัญหาน้ำเสีย เปรียบเทียบการบริหารจัดการปัญหา และศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงผสมผสานทำการเก็บรวบข้อมูลจากประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ของบริเวณลำน้ำคูไหว เขตเทศบาลนครเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 370 คน ด้วยแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ประกอบกับการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า 1) ประชาชนมีความคิดเห็นต่อการบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเห็นด้วยกับการวางแผนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการตรวจสอบ ด้านการปฏิบัติตามแผน และด้านการปฏิบัติ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่าประชาชนที่มีเพศ ระดับการศึกษา และมีที่อยู่อาศัยแตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อการบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ผู้บริหารเทศบาลควรมีการส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียอย่างทั่วถึง เปิดโอกาสให้ประชาชนได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสีย รณรงค์ให้ประชาชนรักษาสิ่งแวดล้อม ประชาสัมพันธ์และปลูกจิตสำนึกให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมถึงการบริการจัดศูนย์การเรียนรู้ในการจัดอบรมให้ความรู้แก่ประชาชนตลอดจนการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง การบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่จะประสบความสำเร็จได้ต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับประชาชนอย่างแท้จริง ทำการสำรวจความต้องการของประชาชนในพื้นที่ก่อนกำหนดเป็นแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหา จัดสรรงบประมาณสนับสนุนการจัดกิจกรรมของประชาชน ภาคประชาชนควรให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และคอยติดตามการดำเนินงานอย่างใกล้ชิด (พระวุฒิชัย มหาสทฺโท (เสียงใหญ่), 2556)

2) การจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาเทศบาลตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลเมืองแกลง วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลเมืองแกลง และสรุปเป็นบทเรียนในการจัดการน้ำเสียสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์เชิงลึก และการสนทนากลุ่มกับผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ ผู้นำชุมชน และประชาชนในเทศบาลตำบลเมืองแกลง วิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จของ

การจัดการน้ำเสียโดยใช้เทคนิค SWOT ซึ่งผลการศึกษาพบว่า เทศบาลตำบลเมืองแกลงไม่ได้ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียรวม แต่ใช้การติดตั้งถังดักไขมันกับบ้านเรือนและร้านค้าในการบำบัดน้ำเสียชุมชน กำหนดนโยบายและจัดทำโครงการต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียที่ชัดเจนและต่อเนื่อง การบริหารจัดการน้ำเสียของเทศบาลสามารถทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้ ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ ผู้บริหารมีวิสัยทัศน์และให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม จัดสรรงบประมาณเพียงพอ มอบหมายให้หน่วยงานรับผิดชอบอย่างชัดเจน กำหนดนโยบาย แผน โครงการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจนและต่อเนื่อง มีผู้นำชุมชนที่ดี ประชาชนในชุมชนมีส่วนร่วมตั้งแต่การรับรู้ถึงปัญหา การตัดสินใจ เข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของเทศบาล ทั้งนี้การจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น ๆ จะประสบความสำเร็จได้จากการมีผู้บริหาร ชุมชนที่มีวิสัยทัศน์ มุ่งมั่น และทุ่มเทในการจัดการน้ำเสีย มีระบบการบริหารจัดการที่ดี ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและสร้างแรงจูงใจด้านการจัดการน้ำเสียให้แก่ประชาชน เสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับประชาชนในชุมชน และการสร้างชุมชนเข้มแข็ง (ณัฐพร คำแหง, ม.ป.ป.)

3) การจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ปัญหาน้ำเสียชุมชนในปัจจุบันและแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง อำเภอพระประแดงจังหวัดสมุทรปราการ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้นำชุมชนและผู้ประกอบการในตลาดน้ำบางน้ำผึ้ง และการสังเกตการณ์การบริหารจัดการ ประกอบกับการศึกษาข้อมูลทั่วไปทางกายภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ปัญหาน้ำเสียของชุมชนบางน้ำผึ้งเกิดจากน้ำทิ้งจากการอุปโภคและบริโภค เช่น น้ำจากการซักล้างและการทำครัวจากครัวเรือน จุดที่ยังแก้ไขไม่ได้ คือ บริเวณใต้ถุนบ้านที่มีน้ำเน่าขังอยู่ ส่วนน้ำเสียจากฝั่งตรงข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา คือ เขตบางนาและเขตคลองเตยที่มีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก การจัดการน้ำเสียขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง ได้แก่ การขุดลอกร่องน้ำสาธารณะ ติดตั้งถังกรองหรือถังดักไขมันอย่างง่ายในครัวเรือนใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ (EM) จัดสถานที่ล้างภาชนะรวมโดยติดตั้งบ่อดักไขมันตามจุดต่าง ๆ บริเวณตลาดน้ำ องค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้งมีการบริหารจัดการน้ำเสีย คือ ความร่วมมือของคนในชุมชน การประสานกับหน่วยงานภายนอก การรวมกลุ่มเยาวชน การจัดเก็บค่าธรรมเนียม องค์การบริหารส่วนตำบลจัดทำโครงการบำบัดเจ้าพระยา 84 พรรษาเทิดไท้องค์ราชัน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 และโครงการติดตั้งบ่อดักไขมันตามจุดต่าง ๆ ภายในบริเวณตลาดน้ำเป็นโครงการการจัดการน้ำเสียมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อการบริหารจัดการน้ำเสียให้ประสบผลสำเร็จ (นลินี บุญเจษฎารักษ์, 2554)

ตารางที่ 5 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

งานวิจัย	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	ผลการวิจัย
1. การบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ (พระวุฒิชัย มหาสทฺโท (เสียงใหญ่), 2556)	- เพื่อศึกษาการบริหารจัดการปัญหาน้ำเสีย - เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่	- การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการวางแผน - การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการปฏิบัติตามแผน - การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการตรวจสอบ - การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการปฏิบัติจริง	- ประชาชนเห็นด้วยกับการวางแผนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการตรวจสอบ ด้านการปฏิบัติตามแผน และด้านการปฏิบัติ ตามลำดับ - ปัจจัยสำเร็จในการบริหารจัดการลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ ได้แก่ การมีส่วนร่วมของประชาชน โดยส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับประชาชน
2. การจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาเทศบาลตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง (ดรุณี ศริวิไล, 2555)	- เพื่อศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลเมืองแกลง - เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลเมืองแกลง	- การบริหารจัดการ (ผู้รับผิดชอบนโยบาย/แผนงาน/โครงการ/กิจกรรม – การจัดสรรงบประมาณ และการติดตามประเมินผล) - วิธีการจัดการ (เทคโนโลยี ความรู้) - ผลสำเร็จของการจัดการน้ำเสีย - การมีส่วนร่วมของประชาชน (การเข้าร่วมกิจกรรม/โครงการต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็น การร่วมตรวจติดตามประเมินผล และความพึงพอใจของประชาชน)	- ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ วิสัยทัศน์ของผู้บริหาร การจัดสรรงบประมาณเพียงพอ การมอบหมายงานอย่างชัดเจน การกำหนดนโยบาย/แผน/โครงการที่ชัดเจนและต่อเนื่อง การมีผู้นำชุมชนที่ดี และการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนอย่างแท้จริง

ตารางที่ 5 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ต่อ)

งานวิจัย	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	ผลการวิจัย
3. การบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ (พระวุฒิชัย มหาสทฺโท (เสียงใหญ่), 2556)	- เพื่อศึกษาการบริหารจัดการปัญหาน้ำเสีย - เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่	- การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการวางแผน - การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการปฏิบัติตามแผน - การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการตรวจสอบ - การบริหารจัดการปัญหาน้ำเสียด้านการปฏิบัติจริง	- ประชาชนเห็นด้วยกับการวางแผนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการตรวจสอบ ด้านการปฏิบัติตามแผน และด้านการปฏิบัติ ตามลำดับ - ปัจจัยสำเร็จในการบริหารจัดการลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ ได้แก่ การมีส่วนร่วมของประชาชน โดยส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับประชาชน
4. การจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาเทศบาลตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง (ดรุณี ศริวิไล, 2555)	- เพื่อศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลเมืองแกลง - เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลเมืองแกลง	- การบริหารจัดการ (ผู้รับผิดชอบนโยบาย/แผนงาน/โครงการ/กิจกรรม – การจัดสรรงบประมาณ และการติดตามประเมินผล) - วิธีการจัดการ (เทคโนโลยี ความรู้) - ผลสำเร็จของการจัดการน้ำเสีย - การมีส่วนร่วมของประชาชน (การเข้าร่วมกิจกรรม/โครงการต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็น การร่วมตรวจติดตามประเมินผล และความพึงพอใจของประชาชน)	- ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ วิสัยทัศน์ของผู้บริหาร การจัดสรรงบประมาณเพียงพอ การมอบหมายงานอย่างชัดเจน การกำหนดนโยบาย/แผน/โครงการที่ชัดเจนและต่อเนื่อง การมีผู้นำชุมชนที่ดี และการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนอย่างแท้จริง

ตารางที่ 5 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ต่อ)

งานวิจัย	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	ผลการวิจัย
5. การจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง (นลินี บุญเจษฎารักษ์, 2554)	- เพื่อศึกษาสถานการณ์ปัญหาน้ำเสียชุมชนในปัจจุบัน - เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ	- ปัญหาน้ำเสีย - การจัดการน้ำเสีย (ชุมชนเข้มแข็ง ความร่วมมือ ผู้นำ จิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม มาตรการบำบัดน้ำเสีย งบประมาณ และการสนับสนุนจากภายนอก) - วิธีการจัดการน้ำเสีย (วิธีการบำบัด ความร่วมมือจากหน่วยงานภายนอก การจัดระบบสาธารณูปโภค และการอบรมให้ความรู้)	- ปัญหาน้ำเสียของชุมชนบางน้ำผึ้งเกิดจากน้ำทิ้งจากการอุปโภคและบริโภค - การจัดการน้ำเสียขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง ได้แก การขุดลอกร่องน้ำสาธารณะ ติดตั้งถังกรองหรือถังดักไขมันอย่างง่ายในครัวเรือน ใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ (EM) จัดสถานที่ล้างภาชนะรวมโดยติดตั้งบ่อดักไขมันตามจุดต่าง ๆ บริเวณตลาดน้ำ - ความสำเร็จขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง คือ ความร่วมมือของคนในชุมชน การประสานกับหน่วยงานภายนอก การรวมกลุ่มเยาวชน การจัดเก็บค่าธรรมเนียม และโครงการติดตั้งบ่อดักไขมันตามจุดต่าง ๆ ภายในบริเวณตลาดน้ำ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การศึกษาเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียมีมามากกว่า 20 ปี ซึ่งปัญหาที่พบประกอบไปด้วย ผลกระทบของคุณภาพน้ำ อันเนื่องมาจากปัญหาของ สี รส และกลิ่น การเพิ่มขึ้นของสารเคมีหรือยาฆ่าเชื้อในน้ำ ทำให้เกิดเป็นตะกอนและทำให้น้ำเสีย รวมถึงการเพิ่มขึ้นของสารโลหะหนักและมลพิษในแหล่งน้ำ (Matilainen et al., 2010) ทำให้มีการศึกษาค้นคว้าเทคโนโลยีที่มีต้นทุนต่ำลงและมีประสิทธิภาพเพื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (Yin & Deng, 2015) ทั้งนี้ การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียจะพิจารณาจากลักษณะน้ำเสีย วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำ และคุณภาพน้ำที่ต้องการ

2.3 การนำน้ำทิ้งหลังการบำบัดกลับมาใช้ใหม่

Bixio et al. (2006) กล่าวไว้ว่า ไม่ได้มีมาตรฐานที่แน่นอนสำหรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด แต่ละประเทศจะใช้เกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดแตกต่างกันไป บางประเทศในยุโรปจะใช้มาตรฐานจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ประเทศแถบยุโรปเริ่มตระหนักถึงปัญหาของน้ำทั้งในเรื่องของปัญหาการขาดแคลนน้ำและความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ ปัญหาเหล่านี้นำมาซึ่งการวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ สำหรับการบำบัดน้ำเสียเพื่อวัตถุประสงค์ในการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยจะมีการเพิ่มการบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment Process) ด้วย เพื่อที่จะกรองเอาสารที่ยังคงค้างอยู่ในน้ำออกอีกครั้ง น้ำที่ผ่านการบำบัดนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำกลับมาใช้เพื่อการเกษตร ไม่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคหรือนำมาใช้ในการอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่อุตสาหกรรมอาหารเพื่อการบริโภค (Bixio et al., 2006)

ในส่วนของการนำน้ำกลับมาใช้หลังการบำบัด (Reuse) ยังไม่ค่อยแพร่หลายนักทั้งในยุโรปและประเทศต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำและปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ก็เป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากยังไม่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ในส่วนของคุณภาพน้ำหลังการบำบัด เทคโนโลยีที่นำมาบำบัดน้ำ รวมถึงการออกแบบและการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียในการปรับปรุงคุณภาพน้ำหลังการบำบัดมีหลายวิธี ซึ่ง Membrane ก็เป็นวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำหลังการบำบัด ในส่วนของการจัดการน้ำด้วยวิธี Membrane อาจแบ่งออกได้หลายวิธีดังนี้ Microfiltration (MF), Ultrafiltration (UF), Nanofiltration (NF), และ Reverse Osmosis (RO) ซึ่ง MF เหมาะที่จะใช้ในการแยกสารแขวนลอยที่เป็นของแข็ง UF เหมาะที่จะใช้แยกสารอินทรีย์ขนาดเล็กประมาณ 20nm NF เหมาะที่จะใช้แยกสารอินทรีย์ขนาดเล็กกว่า 20nm และ RO เหมาะที่จะใช้แยกสารละลาย (Wintgens et al., 2005) โครงการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse

Water) มีขึ้นในหลายประเทศ ได้แก่ ประเทศ สิงคโปร์ อิสราเอล นามิเบีย สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และอีกหลายประเทศในยุโรป ซึ่งในประเทศออสเตรเลียจะนำน้ำหลังการบำบัดกลับมาใช้ในส่วนของการรดน้ำต้นไม้ ดับเพลิง หรือการชำระล้างหลังการขับถ่าย สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำน้ำหลังการบำบัดกลับมาใช้ที่มลรัฐแคลิฟลอร์เนียเป็นที่แรก ซึ่งได้นำน้ำหลังการบำบัดไปใช้เพื่อการเกษตร สนามกอล์ฟ สวนสาธารณะ โรงเรียน และการรดน้ำต้นไม้ตามถนนสาธารณะ ในส่วนของ Singapore NEWater Project ประเทศสิงคโปร์ ได้แบ่งน้ำหลังการบำบัดร้อยละ 1 ไปเก็บที่อ่างเก็บน้ำ ก่อนที่จะส่งน้ำออกไปตามท่อเพื่อให้ประชาชนใช้ในการอุปโภคและบริโภค ซึ่งทางสิงคโปร์ได้มีการประกาศให้ประชาชนทราบว่าน้ำหลังการบำบัดนี้มีคุณภาพตามมาตรฐานของ WHO ดังนั้นจึงสามารถนำมาอุปโภคและบริโภคได้

การยอมรับของการนำน้ำหลังการบำบัดกลับมาใช้ใหม่เป็นปัญหาหนึ่งของโครงการนำน้ำหลังการบำบัดกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสังเกตได้ว่าการโฆษณาหรือการชักจูงไม่มีผลที่จะทำให้ประชาชนของแต่ละประเทศหันมาสนใจใช้น้ำหลังการบำบัด เพราะประชาชนจะจากน้ำที่นำมาบำบัดและวิธีการหรือขั้นตอนในการบำบัดน้ำ ซึ่งกลุ่มนักวิจัยในประเทศออสเตรเลียสรุปปัจจัยที่ทำให้ไม่เกิดการยอมรับและนำไปใช้ของน้ำหลังการบำบัด คือ รังเกียจแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ความเสี่ยงที่จะใช้น้ำ ความเชื่อและความรู้ ทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ คือ ควรเลือกการใช้คำเรียกของน้ำหลังการบำบัดเพื่อไม่ให้กระทบกับความรู้สึกของผู้ใช้ เช่น ในสิงคโปร์เรียกน้ำหลังการบำบัดที่นำกลับมาใช้ใหม่ว่า NEWater และการออกกฎหมายเพื่อจุดประสงค์เกี่ยวกับธรรมชาติมาใช้ร่วมด้วย สำหรับปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึกเสี่ยงในการใช้น้ำหลังการบำบัด อาจต้องมีการพิสูจน์คุณสมบัติของน้ำว่าไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำหลังการบำบัด และการเปลี่ยนทัศนคติให้ประชาชนหันมาสนใจสิ่งแวดล้อม ก็อาจทำให้ประชาชนในแต่ละพื้นที่หันมาใช้น้ำหลังการบำบัดมากขึ้นด้วยเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรณีตัวอย่าง (Best Practice) ของการบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในต่างประเทศ อาทิ สิงคโปร์ซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่มีระบบการจัดการบริหารน้ำและบำบัดน้ำเสียได้เป็นอย่างดี สิงคโปร์เป็นประเทศเล็กมีพื้นที่เพียง 700 ตารางกิโลเมตร น้ำที่ใช้ในประเทศส่วนหนึ่งนำเข้ามาจากประเทศมาเลเซีย เนื่องจากความต้องการใช้น้ำที่มากขึ้นทางสิงคโปร์ก็เริ่มที่จะคิดเกี่ยวกับการจัดการน้ำในประเทศ โดยการนำน้ำเสียมาบำบัดเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่เป็นต้น เหตุผลหลักที่ทำให้สิงคโปร์ประสบความสำเร็จในการจัดการน้ำและน้ำเสีย คือ การให้ความสำคัญในการจัดการเกี่ยวกับอุปสงค์และอุปทาน การจัดการน้ำเสียและน้ำฝน นอกจากนี้ ยังมีการออกกฎหมายที่เข้มงวด รวมถึงการออกกฎระเบียบที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการสร้างแรงจูงใจให้กับประชาชน (Tortajada, 2006)

2.4 พฤติกรรม

2.4.1 ความหมายของพฤติกรรม

คำว่า พฤติกรรม จากการทบทวนวรรณกรรมหรือแนวคิดเกี่ยวกับความหมายได้มีผู้ให้ความหมายไว้แตกต่างกันออกไป จึงได้รวบรวมความหมายที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

พฤติกรรม คือ กิจกรรม การกระทำ การแสดงออก การตอบสนอง ความรับผิดชอบและการโต้ตอบ พฤติกรรมเป็นสิ่งที่บุคคลจะแสดงออกมาทั้งการพูดหรือการกระทำ ตลอดจนให้ทัศนะว่าสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุของพฤติกรรม (Martin & Pear, 1992)

พฤติกรรม ว่าเป็นผลจากการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าในสถานการณ์ต่าง ๆ (Zimbardo & Gerrig, 1996) ได้ให้คำจำกัดความของ

จากความหมายของพฤติกรรม ที่กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรม คือ การแสดงออกซึ่งการกระทำของมนุษย์ที่สังเกตเห็นได้จากภายนอก มีรากฐานจากความรู้ ความเชื่อ ทัศนคติส่วนบุคคล โดยพฤติกรรมที่แสดงออกจะถูกควบคุมและสั่งการด้วยระบบจารีตขนบธรรมเนียมประเพณี กฎระเบียบ และข้อบังคับต่าง ๆ

2.4.2 ประเภทของพฤติกรรม

พฤติกรรมของบุคคลแบ่งออกได้หลายลักษณะหากจำแนกโดยอาศัยการสังเกตเป็นหลัก สามารถแบ่งประเภทของพฤติกรรมได้ 2 ประเภทหลัก ดังนี้

1) พฤติกรรมภายในหรือพฤติกรรมปกปิด (Covert Behavior) หมายถึง การกระทำหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นในตัวบุคคล ซึ่งสมองจะทำหน้าที่รวบรวมและสั่งการ ซึ่งมีทั้งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ การเต้นของหัวใจ การบีบตัวของลำไส้ และที่เป็นนามธรรม ได้แก่ ความคิด ความรู้สึก ทัศนคติ ความเชื่อ ค่านิยม

2) พฤติกรรมภายนอกหรือพฤติกรรมเปิดเผย (Overt Behavior) หมายถึง ปฏิกิริยาของบุคคลหรือกิจกรรมของบุคคลที่ปรากฏออกมาให้บุคคลอื่นเห็นได้ ทั้งวาจา การกระทำท่าทางต่าง ๆ เช่น การพูด การหัวเราะ การกินอาหาร การรักษาความสะอาด การปลูกต้นไม้ เป็นต้น ซึ่งพฤติกรรมภายนอกเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ที่จะก่อให้เกิดการอยู่ร่วมกันกับบุคคลอื่นและเป็นสาเหตุที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.4.3 องค์ประกอบของพฤติกรรม

พฤติกรรมของมนุษย์มีองค์ประกอบอยู่ 7 ประการ ได้แก่ (Cronbach, 1972)

1) เป้าหมาย (Goal) หมายถึง วัตถุประสงค์หรือความต้องการซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรม โดยมนุษย์ต้องทำกิจกรรมเพื่อสนองตอบต่อความต้องการของตนและอาจมีความต้องการหลายอย่างในเวลาเดียวกัน มนุษย์จึงต้องเลือกที่จะตอบสนองความต้องการที่สำคัญก่อน หลังจากนั้นจึงค่อยสนองตอบความต้องการอื่น ๆ ที่สำคัญน้อยกว่าในภายหลัง

2) ความพร้อม (Readiness) หมายถึง ระดับวุฒิภาวะและความสามารถที่จำเป็นในการทำกิจกรรมเพื่อสนองความต้องการ

3) สถานการณ์ (Situation) หมายถึง ลู่ทางหรือโอกาส หรือเหตุการณ์ที่เปิดโอกาสให้เลือกทำกิจกรรมเพื่อสนองความต้องการ

4) การแปลความหมาย (Interpretation) หมายถึง การพิจารณาลู่ทางหรือสถานการณ์ เพื่อเลือกหาวิธีที่คิดว่าจะสนองความต้องการให้เป็นที่พอใจมากที่สุด

5) การตอบสนอง (Response) หมายถึง การดำเนินการทำกิจกรรมเพื่อสนองความต้องการตามวิธีที่เลือกสรรแล้ว

6) ผลที่ตามมา (Consequence) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำกิจกรรมนั้น ซึ่งอาจได้ผลตรงกับที่คาดหวังไว้หรือตรงข้ามกับที่คิดหวังไว้

7) ปฏิกิริยาต่อความผิดหวัง (Reaction to Thwarting) หมายถึง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่เกิดขึ้นไม่สามารถตอบสนองความต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.4 สิ่งที่กำหนดพฤติกรรม

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์มีหลายประการ ซึ่งอาจจำแนกได้ 2 ประการ ดังนี้

1) ลักษณะนิสัยส่วนตัว ได้แก่

1.1) ความเชื่อ หมายถึง การที่บุคคลคิดถึงอะไรก็ได้ในแง่ของข้อเท็จจริง ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องถูกหรือผิดเสมอไป ความเชื่ออาจมาโดยการเห็น การบอกเล่า การอ่าน รวมทั้งการคิดขึ้นมาเอง

1.2) ค่านิยม หมายถึง สิ่งที่คนนิยมยึดถือประจำใจที่ช่วยตัดสินใจในการเลือก

1.3) ทัศนคติหรือเจตคติ มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของบุคคล กล่าวคือทัศนคติเป็นแนวโน้มหรือขั้นเตรียมพร้อมของพฤติกรรมและถือว่าทัศนคติมีความสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมของสังคม

1.4) บุคลิกภาพ เป็นสิ่งกำหนดว่าบุคคลหนึ่งจะทำอะไร ถ้าบุคคลนั้นตกอยู่ในสถานการณ์หนึ่ง เป็นสิ่งที่บอกว่าบุคคลจะปฏิบัติอย่างในสถานการณ์หนึ่ง ๆ

2) กระบวนการอื่น ๆ ทางสังคม ได้แก่

2.1) สิ่งกระตุ้นพฤติกรรม (Stimulus Object) และความเข้มข้นของสิ่งกระตุ้นพฤติกรรม ลักษณะนิสัยของบุคคล คือ ความเชื่อ ค่านิยม ทัศนคติ บุคลิกภาพ มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมก็จริง แต่พฤติกรรมจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีสิ่งกระตุ้นพฤติกรรม ซึ่งเป็นปัจจัยภายในบุคคล ได้แก่ การสะสมความรู้และประสบการณ์ในเรื่องต่าง ๆ ที่เคยได้รับหรืออาจได้รับจากภายนอกอาทิ จากข่าวสาร คำบอกเล่าของบุคคล เป็นต้น

2.2) สถานการณ์ (Situation) หมายถึง สิ่งแวดล้อมทั้งที่เป็นบุคคล ไม่ใช่บุคคล ซึ่งอยู่ในสภาวะที่บุคคลกำลังจะมีพฤติกรรมสรุปได้ว่าสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมจากความหมายที่ให้ไว้ข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า พฤติกรรมจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าหากขาดสิ่งกระตุ้นพฤติกรรมซึ่งไม่ว่าจะเป็นความเชื่อค่านิยม ทัศนคติ และบุคลิกภาพของบุคคล สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากกระบวนการขัดเกลาทางสังคมหรือในชื่อเรียกที่คล้ายกันว่า Socialization รวมทั้งลักษณะที่เกิดขึ้นในทางสภาพแวดล้อมที่เรียกว่า ประสบการณ์ ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวข้างต้น จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมและ/หรือการกระทำของมนุษย์

2.4.5 กระบวนการพฤติกรรมของมนุษย์

กระบวนการพฤติกรรมมีขั้นตอนของกระบวนการเกิดพฤติกรรม 3 กระบวนการได้อธิบายกระบวนการเกิดพฤติกรรมโดยเกิดจาก

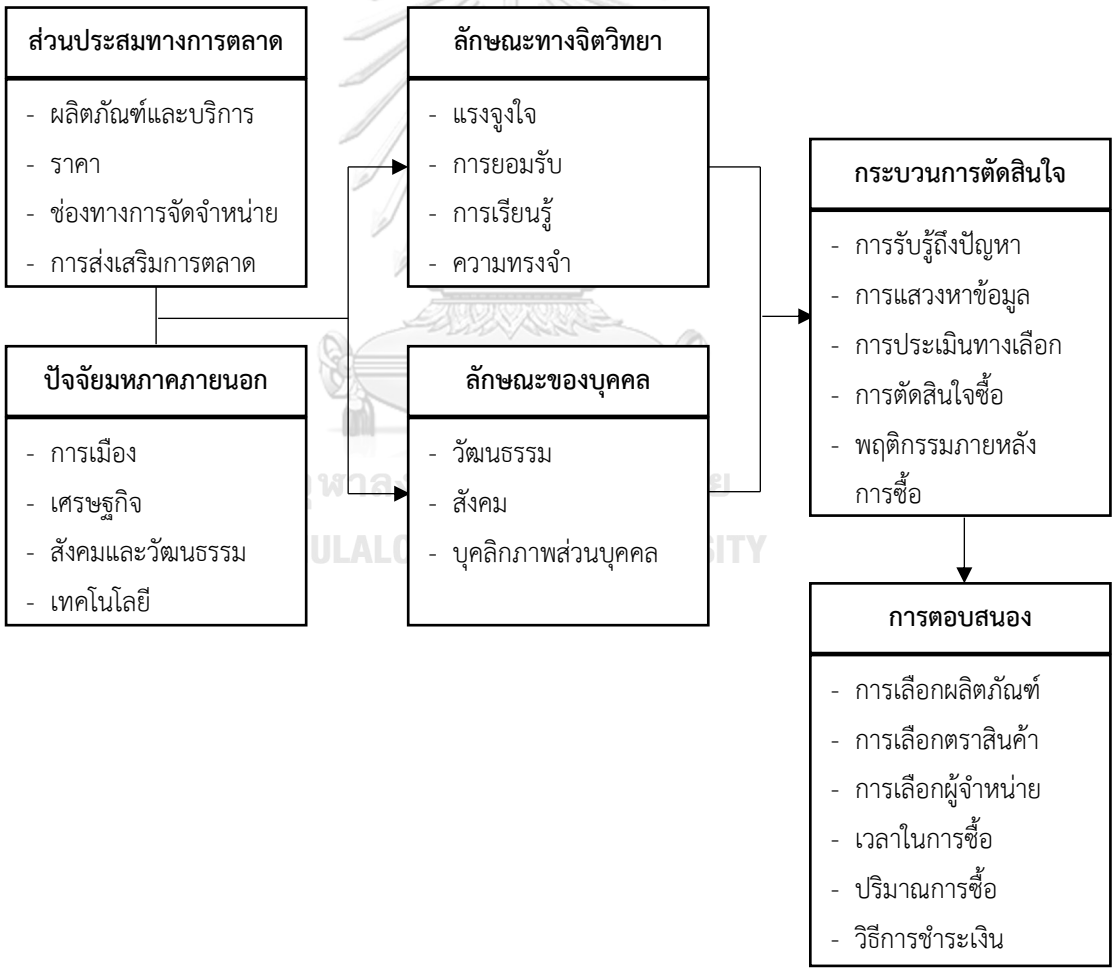
1) กระบวนการรับรู้ (Perception) คือ กระบวนการรับข่าวสารจากสภาพแวดล้อมโดยผ่านทางระบบประสาทสัมผัสกระบวนการจึงรวมความรู้สึก (Sensation) ด้วย

2) กระบวนการจดจำ (Cognition) คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางจิต ที่รวมถึงการเรียนรู้ การจำ การคิด การพัฒนาซึ่งกระบวนการทางจิตดังกล่าวหมายรวมถึงการพัฒนาด้านกระบวนการรู้ที่เกิดจากการตอบสนองทางอารมณ์ (Affect) ซึ่งกระบวนการรับรู้ กระบวนการรู้ และกระบวนการทางอารมณ์นี้ เป็นพฤติกรรมภายใน (Covert Behavior)

3) กระบวนการเกิดพฤติกรรมในสภาพแวดล้อม (Spatial Behavior) เป็นกระบวนการที่บุคคลมีพฤติกรรมเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมผ่านการกระทำ โดยสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก (Overt Behavior) เช่น การพูด การหัวเราะ การกิน เป็นต้น

ทฤษฎีที่ใช้สำหรับอธิบายการเปลี่ยนพฤติกรรมของมนุษย์ โดยมีสมมติฐานว่าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์นั้นเป็นไปเพื่อสิ่งที่ดีขึ้น ในมุมมองของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ก็เช่นกัน มนุษย์จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ส่งผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมก็เมื่อรับรู้ถึงผลกระทบที่มีต่อธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ตามหลักการของ Norm Activation Theory กล่าวว่า มนุษย์จะแสดงพฤติกรรมไปในแนวทางที่สนับสนุนกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นเกิดจิตสำนึกในใจและเชื่อมโยงไปถึงความคาดหวังถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมา ซึ่งเป็นผลมาจากคุณค่าที่มีอยู่ในสิ่งที่พิจารณา ความเชื่อหรือการรับรู้ในคุณค่าของสิ่งนั้น ๆ และบรรทัดฐานของบุคคล ทั้งนี้ ความสำเร็จในการเปลี่ยนพฤติกรรมมาจากการปลุกเร้าบรรทัดฐานเชิงมโนธรรม ให้เกิดขึ้นในบุคคล การเปลี่ยนพฤติกรรมขึ้นอยู่กับระดับของการปลุกเร้าซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ การยอมรับในคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การที่บุคคลเชื่อว่าสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดคุณค่าหรือการตระหนักถึงผลกระทบที่ตามมาจากการกระทำต่อบุคคลอื่น และการตระหนักถึงความรับผิดชอบในผลของการกระทำที่มีต่อบุคคลอื่น (Schrage, 2004)



ภาพที่ 6 โมเดลพฤติกรรมผู้บริโภค

ที่มา: หนังสือ Marketing management (11th ed), โดย Kotler, P., 2003, New Jersey: Prentice-Hall, ปรับปรุงโดย ผู้วิจัย, 2563.

2.4.6 การวิเคราะห์พฤติกรรม

การวิเคราะห์พฤติกรรมเป็นการค้นหาหรือวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรม เพื่อให้ทราบถึงลักษณะความต้องการและพฤติกรรมของมนุษย์ การวิเคราะห์พฤติกรรมจะอาศัยคำถาม 6 W และ 1 H ประกอบด้วย Who, Why, What, When, Where, Whom และ How เพื่อค้นหาลักษณะที่เกี่ยวกับพฤติกรรม 7 ประการ หรือ 7 O's ประกอบด้วย Occupants, Objects, Objective, Organization, Occasions, Outlet และ Operations (ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, 2541) โดยมีการกำหนดคำถาม ดังนี้

1) Who เป็นคำถามเพื่อทราบถึงลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย (Occupants) ด้านประชากรศาสตร์ ภูมิศาสตร์ จิตวิทยา และพฤติกรรมศาสตร์

2) What เป็นคำถามเพื่อทราบถึงความต้องการหรือความคาดหวัง (Objects)

3) Why เป็นคำถามเพื่อทราบถึงวัตถุประสงค์ (Objective) ที่ต้องการ ซึ่งต้องศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม คือ ปัจจัยภายนอก ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม และปัจจัยเฉพาะบุคคล

4) Whom เป็นคำถามเพื่อทราบถึงบทบาทของกลุ่ม (Organization) ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจประกอบด้วย ผู้ริเริ่มคิด ผู้มีอิทธิพลในการตัดสินใจ ผู้ตัดสินใจ และผู้ใช้

5) When เป็นคำถามเพื่อทราบถึงช่วงโอกาสในการเกิดพฤติกรรม (Occasions)

6) Where เป็นคำถามเพื่อทราบถึงช่องทางหรือแหล่ง (Outlet) ที่ให้ได้มาซึ่งความต้องการ

7) How เป็นคำถามเพื่อทราบถึงขั้นตอนในการตัดสินใจ (Operations) ได้แก่ การรับรู้ปัญหา การค้นหาข้อมูล การประเมินผลทางเลือก การตัดสินใจ และความรู้สึกภายหลังการตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การเปลี่ยนพฤติกรรมมนุษย์นั้นอาศัยปัจจัยทางด้านทัศนคติ ความเชื่อความตระหนัก การเห็นคุณค่าต่อสิ่งที่เกิดขึ้น เช่น การรักษาหรืออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้อยู่คู่กับสังคม การรณรงค์ลดภาวะโลกร้อน เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ในการที่จะช่วยกันปกป้องรักษาทรัพยากรให้ลูกหลานได้ใช้ในอนาคต ด้วยเหตุนี้ มนุษย์จึงต้องมีมาตรการในการอนุรักษ์ทรัพยากร อันประกอบด้วย การถนอมรักษา การฟื้นฟู การนำสิ่งอื่นมาใช้ทดแทน เป็นต้น มาตรการดังกล่าวเป็นสิ่งที่มนุษย์เป็นผู้ตั้งขึ้นเพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีการใช้อย่างคุ้มค่ามากที่สุดและเกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่ามาตรการต่าง ๆ เป็นเครื่องมือในการกำหนดพฤติกรรมของคนในสังคม เพื่อสร้างความตระหนักและสร้างจิตสานึกในการใช้ทรัพยากร

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของตัวบุคคลและองค์กร

การตัดสินใจ (Decision Making) ได้มีนักวิชาการให้ความหมายที่มีความสอดคล้องกัน คือ การตัดสินใจ หมายถึง การเลือกทางปฏิบัติ การงดเว้นการปฏิบัติ หรือการชั่งใจไตร่ตรองอย่างละเอียดรอบคอบ โดยผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องใดเรื่องหนึ่งทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่จะกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีหลายทางเลือกที่จะนำมาเป็นแนวปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (ชนงกรณ์ กุณฑลบุตร, 2547; บรรยงค์ โตจินดา, 2548; ศิริพร พงศ์ศรีโรจน์, 2540; สมคิด บางโม, 2548) ในขณะเดียวกันการตัดสินใจเป็นสิ่งสำคัญและเกี่ยวข้องกับหน้าที่การบริหารหรือการจัดการเกือบทุกขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการวางแผน การจัดองค์กร การจัดคนเข้าทำงาน การประสานงาน และการควบคุม การตัดสินใจได้มีการศึกษามานาน ดังที่ Barnard (1938) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า คือ เทคนิคในการที่จะพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ให้เหลือทางเลือกเดียว (Barnard, 1938)

ในขณะที่การตัดสินใจซื้อ (Buyer's Decision Making) หมายถึง ลำดับขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา การค้นหาข้อมูล การประเมินผลทางเลือก การตัดสินใจซื้อ และพฤติกรรมภายหลังการซื้อ (ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, 2552) ยังอาจหมายถึง ขั้นตอนในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จาก 2 ทางเลือกขึ้นไป โดยพฤติกรรมผู้บริโภคจะพิจารณาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตัดสินใจทั้งด้านจิตใจ ความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมทางกายภาพ (Schiffman & Kanuk, 2004) และกระบวนการเลือกบนพื้นฐานของข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ขององค์กร พฤติกรรมของบุคคลและกลุ่มภายในองค์กร ในบรรดาทฤษฎีที่สำคัญของการตัดสินใจอาจจำแนกได้อย่างน้อย 2 ประเภท ดังนี้

1) ทฤษฎีบรรทัดฐาน (Normative Theory) เป็นทฤษฎีการตัดสินใจที่มีลักษณะสำคัญ คือ จะคำนึงถึงว่าแนวทางการตัดสินใจ น่าจะเป็น หรือควรจะเป็นเช่นใด จึงจะสามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจได้ ซึ่งการพิจารณาว่าแนวทางใดเป็นแนวทางที่น่าจะเป็นหรือควรจะเป็นนั้นย่อมขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของบุคคลแต่ละคน ซึ่งอาจจะคล้ายคลึงหรือแตกต่างกันก็ได้ ดังนั้น การใช้ทฤษฎีในการตัดสินใจในประเด็นปัญหาใด ๆ ก็ตามจึงมีลักษณะที่ขึ้นอยู่กับมาตรฐานหรือหลักเกณฑ์ดังกล่าว จะเป็นเครื่องกำหนดว่าในกรณีเกิดปัญหาต่าง ๆ ควรจะตัดสินใจอย่างไรจึงจะดีที่สุด ถูกต้องเหมาะสมที่สุด ซึ่งในทรรศนะของบุคคลอื่นที่มีมาตรฐานความพึงพอใจที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้การตัดสินใจโดยใช้ทฤษฎีจึงมีลักษณะการพรรณนาแบบอุดมทัศน์ (Idea Type) มากกว่าจะเป็นแบบวิเคราะห์ถึงสภาพที่แท้จริง

2) ทฤษฎีพรรณนา (Descriptive Theory) คือ เป็นทฤษฎีการตัดสินใจที่มีลักษณะแตกต่างกับทฤษฎีแรก กล่าวคือ เป็นทฤษฎีที่มีสาระสำคัญที่ว่าการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ จะต้อง

กระทำอย่างไรจึงจะสัมฤทธิ์ผลได้ ไม่ว่าผลของการตัดสินใจนั้นจะเป็นที่ชื่นชอบหรือพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหรือไม่ก็ตาม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ การตัดสินใจ โดยใช้ทฤษฎีนี้จะพยายามหลีกเลี่ยงการใช้ความรู้สึก นึกคิดใดหรือค่านิยมส่วนตัวของผู้ตัดสินใจมาเป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยมุ่งเน้นให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างมีเหตุผลมีความถูกต้องและเป็นที่ยอมรับของบุคคลทั่วไป ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่แน่นอน ตลอดจนมีการนำเอาเทคนิคสมัยใหม่ต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการตัดสินใจด้วย เพื่อที่จะให้การตัดสินใจมีความถูกต้องเหมาะสมที่สุด ดังนั้น กล่าวได้ว่าการตัดสินใจ คือ ผลสรุปหรือผลขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อเลือกแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์ ทรัพยากร และบุคคล สามารถนำไปปฏิบัติและทำให้งานบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ การตัดสินใจเป็นส่วนหนึ่งของบทบาทของผู้บริหารที่เกิดจากตำแหน่งและอำนาจที่เป็นทางการ คือ บทบาทการเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneur) บทบาทผู้จัดการ สถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Disturbance Handler) บทบาทผู้จัดการทรัพยากร (Resource Allocator) และบทบาทผู้เจรจาต่อรอง (Negotiator) (ปิยะนุช เหลืองาม, 2552)

ขั้นตอนในการตัดสินใจเป็นการกำหนดขั้นตอนของการตัดสินใจตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย การตัดสินใจโดยมีลำดับขั้นของกระบวนการดังกล่าว เป็นการตัดสินใจโดยใช้หลักเหตุผลและมีกฎเกณฑ์ ซึ่งเป็นการตัดสินใจโดยใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการหาข้อสรุปเพื่อการตัดสินใจ ประกอบด้วย

1) การรับรู้ถึงความต้องการหรือปัญหา (Problem or Need Recognition) ผู้บริโภคจะตระหนักถึงปัญหาหรือความต้องการในสินค้าหรือการบริการ ซึ่งเกิดขึ้นมาจากความจำเป็น (Needs) ได้แก่ 1) สิ่งกระตุ้นภายใน (Internal Stimulus) เช่น ความรู้สึกหิวข้าว กระหายน้ำ เป็นต้น และ 2) สิ่งกระตุ้นภายนอก (External Stimulus) อาจจะเกิดจากการกระตุ้นของส่วนประสมการตลาด (4P's) เช่น เห็นขนมเค้กน่ากิน จึงรู้สึกหิว เห็นโฆษณาสินค้าในโทรทัศน์ จึงรู้สึกอยากซื้อ เห็นเพื่อนมีรถใหม่ จึงรู้สึกอยากได้ เป็นต้น

2) การแสวงหาข้อมูล (Information Search) ผู้บริโภคทำการแสวงหาข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ โดยแหล่งข้อมูลของผู้บริโภค แบ่งเป็น 1) แหล่งบุคคล (Personal Sources) เช่น การสอบถามจากเพื่อน ครอบครัว คนรู้จักที่มีประสบการณ์ในการใช้สินค้าหรือบริการนั้น เป็นต้น 2) แหล่งทางการค้า (Commercial Sources) เช่น การหาข้อมูลจากโฆษณาตามสื่อต่าง ๆ พนักงานขาย ร้านค้า บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น 3) แหล่งสาธารณชน (Public Sources) เช่น การสอบถามจากรายละเอียดของสินค้าหรือบริการจากสื่อมวลชนหรือองค์กรคุ้มครองผู้บริโภค เป็นต้น และ 4) แหล่งประสบการณ์ (Experiential Sources) เกิดจากการประสบการณ์ส่วนตัวของผู้บริโภคที่เคยทดลองใช้ผลิตภัณฑ์นั้นมาก่อน

3) การประเมินทางเลือก (Evaluation of Alternatives) ผู้บริโภคทำการประเมินทางเลือกโดยต้องกำหนดเกณฑ์หรือคุณสมบัติที่จะใช้ในการประเมิน เช่น ตราสินค้า ราคา รูปแบบ บริการหลังการขาย ราคาขายต่อหน่วย เป็นต้น

4) การตัดสินใจซื้อ (Purchase Decision) ผู้บริโภคทำการตัดสินใจซื้อ ซึ่งต้องมีการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ตรายี่ห้อที่ซื้อ (Brand Decision) ร้านค้าที่ซื้อ (Vendor Decision) ปริมาณที่ซื้อ (Quantity Decision) เวลาที่ซื้อ (Timing Decision) และวิธีการในการชำระเงิน (Payment Method Decision)

5) พฤติกรรมภายหลังการซื้อ (Post Purchase Behavior) หลังจากที่ผู้บริโภคได้ทำการตัดสินใจซื้อสินค้าหรือบริการแล้ว นักการตลาดจะทำการสำรวจความพึงพอใจภายหลังการซื้อ ซึ่งเกิดขึ้นจากการที่ลูกค้าทำการเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นจริงกับสิ่งที่คาดหวัง ถ้าคุณค่าของสินค้าหรือบริการที่ได้รับจริงตรงกับที่คาดหวังหรือสูงกว่าที่ได้คาดหวังเอาไว้ ลูกค้าก็จะเกิดความพึงพอใจในสินค้าหรือบริการ ซึ่งจะทำให้เกิดพฤติกรรมในการซื้อซ้ำหรือบอกต่อ แต่หากคุณค่าที่ได้รับจริงต่ำกว่าที่ได้คาดหวังเอาไว้ ลูกค้าก็จะเกิดความไม่พึงพอใจ เป็นผลให้ลูกค้าเปลี่ยนไปใช้ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขันและมีการบอกต่อไปยังผู้บริโภคคนอื่น ๆ ด้วย

ลักษณะของการตัดสินใจจากมีดังนี้ (Loomba, 1978)

1) การตัดสินใจเป็นกระบวนการของการเปรียบเทียบผลตอบแทนหรือผลประโยชน์ที่จะได้รับจากทางเลือกหลาย ๆ ทาง โดยที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด

2) การตัดสินใจเป็นหน้าที่ที่จำเป็น เพราะทรัพยากรมีจำกัดและมนุษย์มีความต้องการไม่จำกัด จึงจำเป็นต้องมีการตัดสินใจให้ได้รับประโยชน์และความพึงพอใจจากการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดเพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กร

3) การปฏิบัติงานของฝ่ายต่าง ๆ ในองค์กร อาจมีการขัดแย้งกัน เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายบุคคล ฝ่ายการเงินการบัญชี ฝ่ายการบริหารงานบุคคล เป็นต้น แต่ละฝ่ายอาจมีเป้าหมายของการทำงานขัดแย้งกัน ผู้บริหารจึงต้องเป็นผู้ตัดสินใจชี้ขาด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรโดยส่วนรวม

4) กระบวนการตัดสินใจประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) การกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ข้อจำกัด ทางเลือก และ (2) ทางเลือกหรือกลยุทธ์ที่ดีที่สุดตามสภาวการณ์

5) การตัดสินใจมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและลักษณะของปัญหา สามารถแบ่งออกได้เป็นการตัดสินใจตามลำดับขั้นซึ่งมักเป็นงานประจำ เช่น การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ ตารางการทำงาน เป็นต้น และการตัดสินใจที่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้น เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาที่ไม่ได้เกิดขึ้นประจำ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นนาน ๆ ครั้ง เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการริเริ่มงานใหม่ เป็นต้น

การตัดสินใจเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดเวลาในชีวิตประจำวัน อาจกระทำโดยบุคคลเพียงคนเดียวหรือเป็นกลุ่มบุคคล แล้วแต่ความเหมาะสมของกรณี รูปแบบของการตัดสินใจโดยถือเอาจำนวนคนที่ร่วมตัดสินใจเป็นเกณฑ์สามารถจำแนกออกได้ 2 รูปแบบ ดังนี้ (Simon, 1960)

1) การตัดสินใจโดยบุคคลเดียว (Individual Decision Making) ใช้สำหรับการตัดสินใจในเรื่องง่าย ๆ ที่ผู้ทำการตัดสินใจได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วหรือเรื่องเร่งด่วนฉุกเฉินที่ไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการปรึกษาหารือกับบุคคลอื่น

2) การตัดสินใจโดยกลุ่มบุคคล (Group Decision Making) เป็นการตัดสินใจโดยให้ผู้ที่มีหน้าที่ที่จะต้องปฏิบัติตามผลของการตัดสินใจนั้นได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูล การตัดสินใจโดยกลุ่มบุคคลนี้เหมาะสำหรับการตัดสินใจในเรื่องที่ยุ่งยากซับซ้อนหรือเรื่องที่ผู้บริหารไม่มีข้อมูลข่าวสารเพียงพอหรือยังขาดประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ หรือไม่มีความชำนาญทางด้านนั้นอย่างเพียงพอ จึงจำเป็นต้องฟังความคิดเห็นจากผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ แล้วจึงประมวลความคิดเห็นเหล่านั้นมาเป็นสิ่งกำหนดการตัดสินใจ กลุ่มบุคคลดังกล่าว ได้แก่ กลุ่มผู้บริหารซึ่งประกอบด้วยหัวหน้าส่วนต่าง ๆ ของหน่วยงาน คณะกรรมการเฉพาะกิจ ซึ่งอาจประกอบด้วยผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ทรงคุณวุฒิร่วมกัน วิธีการตัดสินใจโดยกลุ่มอาจทำได้ในลักษณะต่าง ๆ 1) การตัดสินใจโดยใช้ข้อยุติที่เป็นมติในเสียงข้างมาก อาจใช้ระบบเสียงข้างมากเกินครึ่งหนึ่งหรือระบบสองในสามของกลุ่มแล้วแต่ความสำคัญของเรื่องที่ตัดสินใจ 2) การตัดสินใจโดยข้อยุติเป็นเอกฉันท์คือการที่สมาชิกทุกคนเห็นพร้องต้องกันโดยไม่มีความขัดแย้ง และ 3) สมาชิกในที่ประชุมเสนอความคิดเห็น แล้วให้ผู้บริหารนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจเอง

ชนิดของการตัดสินใจออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ 1) การตัดสินใจที่กำหนดไว้ล่วงหน้าหรือมีแบบอย่างไว้ล่วงหน้า (Programmed Decisions) เป็นการตัดสินใจตามระเบียบ กฎเกณฑ์ และแบบแผนที่เคยปฏิบัติมาจนกลายเป็นงานประจำ เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการลาป่วย ลากิจ ลาบวช การอนุมัติการเบิกจ่ายเงิน การอนุมัติผลการศึกษา เป็นต้น การตัดสินใจแบบกำหนดไว้ล่วงหน้านี้เปิดโอกาสให้ผู้บริหารเลือกทางเลือกได้น้อย เพราะว่าเป็นการตัดสินใจภายใต้สภาวการณ์ที่แน่นอน และ 2) การตัดสินใจที่ไม่ได้กำหนดหรือไม่มีแบบอย่างไว้ล่วงหน้า (Nonprogrammed Decisions) เป็นการตัดสินใจในเรื่องใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน ไม่มีระเบียบ กฎเกณฑ์ แบบแผนที่เคยปฏิบัติมาก่อน จึงเป็นเรื่องยุ่งยากแก่ผู้ตัดสินใจ โดยที่ผู้บริหารหรือผู้ตัดสินใจจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนด้วย เช่น การตัดสินใจนำเงินไปลงทุนเพื่อหาผลตอบแทนหรือผลกำไรในธุรกิจ การตัดสินใจผลิตสินค้าตัวใหม่ การตัดสินใจในการขยายกิจการ เป็นต้น (Simon, 1960)

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจ ประกอบด้วย

1) สิ่งกระตุ้น (Stimulus) เป็นเหตุจูงใจที่ทำเกิดการตัดสินใจ ประกอบด้วย

1.1) สิ่งกระตุ้นทางการตลาด (Marketing Stimulus) ได้แก่ ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) ประกอบด้วย 1) ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) คือ การออกแบบและพัฒนาสินค้าและบริการให้สามารถตอบสนองความต้องการและกระตุ้นความต้องการซื้อของผู้บริโภค 2) ด้านราคา (Price) คือ สินค้าและบริการต้องมีราคาที่เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค และผู้บริโภคมีความยินดีที่จะจ่าย 3) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) คือ การจัดจำหน่ายสินค้าและบริการอย่างทั่ว ผู้บริโภคสามารถซื้อสินค้าและบริการได้สะดวก และ 4) ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) คือ การสื่อสารไปยังผู้บริโภคเกี่ยวกับสินค้าและบริการ เพื่อกระตุ้นความต้องการซื้อของผู้บริโภค โดยมุ่งให้เกิดการตัดสินใจซื้อสินค้าและบริการ

1.2) สิ่งกระตุ้นอื่น ๆ (Other Stimulus) ได้แก่ การเมือง เศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม และเทคโนโลยี เป็นสิ่งกระตุ้นความต้องการซื้อของผู้บริโภคที่ไม่สามารถควบคุมได้

2) กล่องความรู้สึกนึกคิดของผู้บริโภค (Buyer's Black Box)

ความรู้สึกนึกคิดของผู้บริโภคได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.1) ปัจจัยด้านวัฒนธรรม (Cultural Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิด ทัศนคติ และค่านิยมของผู้บริโภค ประกอบด้วย 1) วัฒนธรรมพื้นฐาน (Culture) เป็นตัวกำหนดและควบคุมพฤติกรรมของมนุษย์ในสังคมใดสังคมหนึ่งซึ่งได้รับการยอมรับจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง 2) วัฒนธรรมย่อย (Subculture) เป็นการแสดงรูปแบบของพฤติกรรมที่จำแนกออกจากกลุ่มอื่นภายในวัฒนธรรมเดียวกัน ได้แก่ เชื้อชาติ ศาสนา สีผิว อาชีพ อายุ กลุ่ม และเพศ (Etzel, Walker, & Stanton, 2007) และ 3) ชั้นสังคม (Social Class) เป็นการแบ่งสมาชิกของสังคมออกเป็นระดับที่ต่างกัน เกณฑ์ในการแบ่งชั้นสังคมโดยทั่วไป ได้แก่ การศึกษา รายได้ อาชีพ และลักษณะที่อยู่อาศัย (Schiffman & Kanuk, 2004)

2.2) ปัจจัยด้านสังคม (Social Factors) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ประกอบด้วย 1) กลุ่มอ้างอิง (Reference Group) เป็นกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อความคิด ทัศนคติ และค่านิยมของบุคคล ได้แก่ สมาชิกในครอบครัว เพื่อน เป็นต้น 2) ครอบครัว (Family) เป็นบุคคลที่เกี่ยวข้องกันทางสายเลือดและเป็นปฐมภูมิที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อความคิด ทัศนคติ และค่านิยมของบุคคล ได้แก่ บิดา มารดา พี่น้อง (Etzel, Walker, & Stanton, 2007) แลท 3) บทบาทและสถานะ (Roles and Status) ผู้บริโภคมักจะเลือกซื้อสินค้าและบริการตามบทบาทและสถานะของตนเองในสังคม

2.3) ปัจจัยด้านจิตวิทยา (Psychological Factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกนึกคิดในการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค ประกอบด้วย 1) แรงจูงใจ (Motivation) เป็น

สภาพภายในตัวบุคคลที่ทำให้เกิดพฤติกรรมในการตอบสนองความต้องการของบุคคล 2) การรับรู้ (Perception) เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการตีความหมายจากสิ่งกระตุ้น 3) การเรียนรู้ (Learning) เป็นการแสดงพฤติกรรมโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มี 4) ความเชื่อ (Beliefs) เป็นความคิดที่บุคคลยึดถือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง 5) ทัศนคติ (Attitudes) เป็นการเรียนรู้ที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งกำหนดจากค่านิยมและความเชื่อ 6) บุคลิกภาพ (Personality) เป็นจิตวิทยาที่แตกต่างกันของบุคคลในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และ 7) แนวความคิดที่มีต่อตนเอง (Self-Concept) เป็นความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อตนเอง (Kerin, Hartley, & Rudelius, 2004; Schiffman & Kanuk, 2004; Kotler & Armstrong, 2004)

2.4) ปัจจัยส่วนบุคคล (Personal Factors) ประกอบด้วย 1) อายุ (Age) บุคคลที่มีอายุต่างกันจะมีความต้องการในสินค้าและบริการที่แตกตางกัน 2) วงจรชีวิตครอบครัว (Family Life Cycle) การดำรงชีวิตในแต่ละขั้นตอนมีอิทธิพลต่อความต้องการ ทัศนคติ และค่านิยมของบุคคล ทำให้มีความต้องการและพฤติกรรมที่แตกต่างกัน 3) อาชีพ (Occupation) การประกอบอาชีพที่แตกต่างกัน ทำให้ความจำเป็นและความต้องการสินค้าและบริการแตกต่างกัน 4) รายได้ (Income) บุคคลที่มีรายได้น้อยจะเน้นสินค้าและบริการที่จำเป็นต่อการดำรงชีพและมีความอ่อนไหวต่อราคา ส่วนบุคคลที่มีรายได้มากจะเน้นสินค้าและบริการที่มีคุณภาพดีและให้ความสำคัญต่อภาพพจน์ของตราสินค้า 5) การศึกษา (Education) ผู้ที่มีการศึกษาสูงมีแนวโน้มที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพดีกว่าผู้ที่มีการศึกษาน้อย และ 6) ค่านิยมและรูปแบบการดำรงชีวิต (Value and Lifestyle) โดยค่านิยมหรือคุณค่า (Value) เป็นทัศนะของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของตน ส่วนรูปแบบการดำรงชีวิต (Lifestyle) หมายถึง วิถีการดำเนินชีวิตของบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการตัดสินใจ สามารถสรุปได้ว่า การตัดสินใจเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นหลังจากผู้บริโภคได้รับสิ่งกระตุ้นให้เกิดความต้องการ ทั้งการตัดสินใจโดยบุคคลเดียวและการตัดสินใจโดยกลุ่มบุคคล รวมถึงการตัดสินใจที่กำหนดไว้ล่วงหน้าหรือมีแบบอย่างไว้ล่วงหน้าและการตัดสินใจที่ไม่ได้กำหนดหรือไม่มีแบบอย่างไว้ล่วงหน้า โดยทำการพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ให้เหลือทางเลือกเดียว ผ่านขั้นตอนการตัดสินใจ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย การรับรู้ถึงความต้องการหรือปัญหา การแสวงหาข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ การประเมินทางเลือกโดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การตัดสินใจ และพฤติกรรมภายหลังการซื้อ

2.6 การมีส่วนร่วมของชุมชนที่นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

อ้างอิงถึงรายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้สรุปถึงสาเหตุที่ทำการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดตั้งระบบน้ำเสียในชุมชนไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดจาก

1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเจ้าของพื้นที่ไม่รู้สึก เป็นเจ้าของระบบ เลยไม่ใส่ใจที่จะดำเนินการ

2) ไม่มีการประชาสัมพันธ์หรือทำความเข้าใจกับประชาชนในพื้นที่

3) การเลือกระบบน้ำเสียที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่และศักยภาพทางการเงิน

4) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่มีความพร้อมในการบริหารจัดการทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม งบประมาณ บุคลากร และการจัดการ

5) ผู้บริหารองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเกรงว่าการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสียจะทำให้ประชาชนในท้องถิ่นไม่พอใจ

การมีส่วนร่วมของประชาชน คือ การเปิดโอกาสให้ประชาชนหรือทุกภาคส่วนในชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในแต่ละกิจกรรมกับชุมชน ซึ่งได้แบ่งการมีส่วนร่วมออกเป็นระดับดังนี้

1) การให้ข้อมูลข่าวสาร เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการรับรู้ถึงข้อมูลข่าวสารของเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในชุมชน ซึ่งสามารถทำได้โดยการส่งเอกสารสิ่งพิมพ์ นิทรรศการ จดหมาย แถลงข่าว

2) การรับฟังความคิดเห็น เป็นการเปิดให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง และความคิดเห็น เพื่อที่จะได้เป็นส่วนประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่จัดทำโครงการ เช่น การสำรวจความคิดเห็น การจัดเวทีสาธารณะ เป็นต้น

3) การเกี่ยวข้อง เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนในท้องที่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน ร่วมเสนอแนะแนวทางไปสู่การตัดสินใจ เช่น การจัดตั้งคณะทำงานเพื่อเสนอแนะนโยบาย เป็นต้น

4) ความร่วมมือ เป็นการให้กลุ่มประชาชนหรือผู้แทนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนการตัดสินใจ และมีการดำเนินกิจกรรมร่วมกันอย่างต่อเนื่อง เช่น การให้ประชาชนในท้องที่ร่วมเป็นคณะกรรมการ เป็นต้น

5) การเสริมอำนาจแก่ประชาชน เป็นการให้ประชาชนในท้องที่หรือชุมชนตัดสินใจ เช่น การลงประชามติประเด็นสาธารณะ เป็นต้น

การมีส่วนร่วมของชุมชนหรือประชาชนในการพัฒนา คือ บุคคลในชุมชนนั้นเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลง ซึ่งการพัฒนานั้นจะมีผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรและผู้ได้รับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประโยชน์และเสียประโยชน์เข้ามามีส่วนร่วมในขั้นตอนของการพัฒนา เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามวัตถุประสงค์ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในทุก ๆ ด้านของชุมชน

การมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการทางสังคมที่เปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในฐานะที่เป็นผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียได้เข้ามามีส่วนในการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร การวิเคราะห์ปัญหา การแสดงความคิดเห็น การดำเนินการ การประสานความร่วมมือ การติดตามตรวจสอบผลกระทบของการดำเนินการ ตลอดจนมีส่วนร่วมในการดำเนินการในเรื่องหนึ่งเรื่องใดอันเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำของชุมชนหรือท้องถิ่นของตน เพื่อให้บรรลุตามความต้องการที่แท้จริงของประชาชนและสอดคล้องกับนโยบายของรัฐเพื่อให้การบำบัดน้ำเสียของชุมชนได้รับการป้องกัน แก้ไข และบำบัดได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพอันเป็นการคุ้มครองคุณภาพสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชน การมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มคนต่าง ๆ ในชุมชนหรือสังคมที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องสนับสนุนให้เกิดกระบวนการอย่างสร้างสรรค์ โดยมีองค์ประกอบของการดำเนินงานดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานการมีส่วนร่วมที่ชัดเจน
2) การกำหนดเป้าหมายที่ต้องการ
3) การกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะเข้ามามีส่วนร่วม
4) การสร้างข้อตกลงร่วมกันในกระบวนการมีส่วนร่วม

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นองค์กรหลักในระดับท้องถิ่นที่ต้องเข้ามามีบทบาทในการดำเนินการเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสีย ดังนั้น จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องเข้าใจมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน เพื่อให้ประชาชนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการต่าง ๆ ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ริเริ่มร่วมกับชุมชนในการแก้ไขปัญหา การสร้างจิตสำนึกและความตระหนักของประชาชนจะนำไปสู่ทักษะและการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชน ดังนั้น จิตสำนึกจึงเป็นพื้นฐานของการมีส่วนร่วมของประชาชน จิตสำนึกเกิดจากการที่ประชาชนได้รับการถ่ายทอดความรู้อย่างต่อเนื่อง จนเกิดสำนึกต่อความรับผิดชอบในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียประชาชนที่มีจิตสำนึกก็คือ ประชาชนที่มีความกังวล ห่วงใย และประสงค์จะมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้หมดไป หากประชาชนส่วนใหญ่ของสังคมมีจิตสำนึก การแก้ไขปัญหาน้ำเสียก็จะทำได้ง่ายยิ่งขึ้น เนื่องจากมีแนวร่วมของภาคประชาชนเป็นจำนวนมากช่วยสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ได้นั่นเอง การสร้างจิตสำนึกเป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยเริ่มต้นตั้งแต่เด็กเยาวชน นักเรียน นิสิต นักศึกษา ประชาชน จนถึงวัยชรา ผ่านกระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรมเสริมการเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมในสังคม การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร การศึกษาดูงาน ฝึกอบรม สัมมนา ประชุมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งต้องทำให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีเนื้อหาสาระของความรู้ที่จะถ่ายทอดครอบคลุมชัดเจนเพียงพอ

2.7 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

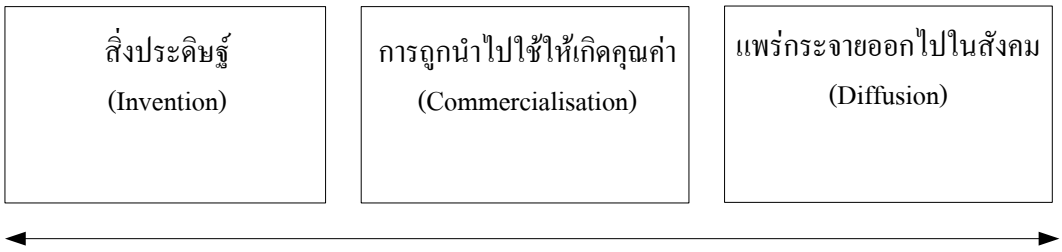
2.7.1 ความหมายของนวัตกรรม

นวัตกรรม (Innovation) มีรากศัพท์มาจากคำในภาษาลาติน innovare แปลว่า ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา ในทางเศรษฐศาสตร์ ความหมายของนวัตกรรม คือ การนำแนวความคิดใหม่หรือการนำสิ่งที่มีอยู่แล้วมาใช้ในรูปแบบใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ หรือการทำในสิ่งที่แตกต่างจากคนอื่นโดยการเปลี่ยนแปลง (Change) สิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวให้กลายเป็นโอกาส (Opportunity) และถ่ายทอดแนวความคิดใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม นอกจากนี้คำว่า นวัตกรรม ได้ถูกให้คำจำกัดความไว้อย่างหลากหลายดังต่อไปนี้

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ได้ให้ความหมายของ นวัตกรรม (Innovation) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นใหม่จากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม และหมายรวมถึงการใช้ทักษะและประสบการณ์ทางเทคโนโลยีมาพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตหรือบริการใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด รวมถึงการปรับปรุงเทคโนโลยี การเผยแพร่เทคโนโลยี การออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ นวัตกรรมจึงเป็นกระบวนการที่นำความรู้และความคิดสร้างสรรค์ รวมกับความสามารถในการบริหารจัดการ เพื่อสร้างให้เกิดเป็นธุรกิจนวัตกรรมหรือธุรกิจใหม่ อันนำไปสู่การลงทุนใหม่ที่จะส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในประเทศ

นวัตกรรม คือ ความคิด การกระทำ ผลิตภัณฑ์หรือสิ่งใหม่ ๆ ที่ได้รับการยอมรับจากบุคคลหรือกลุ่มคน องค์กร ซึ่งการยอมรับในนวัตกรรมเกิดจากการพิจารณา ไม่ว่าจะเป็นความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ วัดจากความชื่นชอบหรือการยอมรับในแต่ละช่วงเวลา เริ่มตั้งแต่การเริ่มนำมาใช้หรือการเริ่มคิดค้น นวัตกรรมไม่จำเป็นจะต้องเป็นความคิดใหม่เท่านั้น แต่อาจจะเป็นการคิดค้นที่มีมาแล้วแต่ยังไม่ได้มีการนำมาใช้หรือผลิตเนื่องจากการยอมรับและไม่ยอมรับในช่วงเวลานั้น นวัตกรรมใหม่สามารถนำเสนอได้ในหลายรูปแบบ อันได้แก่ ความรู้ การชักชวน และการตัดสินใจ เพื่อให้เกิดการยอมรับ (Rogers, 2003)

แบบจำลองเพื่อให้อธิบายความหมายของคำว่า นวัตกรรม คือ การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ การให้บริการ หรือกระบวนการที่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ซึ่งได้รับการยอมรับและแพร่กระจายออกไปในสังคมนั้น ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แบบจำลองนวัตกรรมของ David Smith
ที่มา: หนังสือ Exploring Innovation ของ Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D. (2008)

นวัตกรรม คือ กระบวนการที่พัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือแนวความคิดสร้างสรรค์ไปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ นำไปสู่ผู้ใช้หรือลูกค้า ดังนั้น นวัตกรรมจะนำความคิดชาญฉลาด (Insightful Idea) ที่ประสบความสำเร็จได้ในตลาด

จากความหมายของนวัตกรรมที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรม หมายถึง ความคิดที่ถูกถ่ายทอดออกมา การปฏิบัติหรือการวัตถุที่ได้รับการยอมรับว่ามีคุณค่า มีความใหม่ และถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ซึ่งได้รับการยอมรับและแพร่กระจายออกไปในสังคม

2.7.2 ประเภทของนวัตกรรม

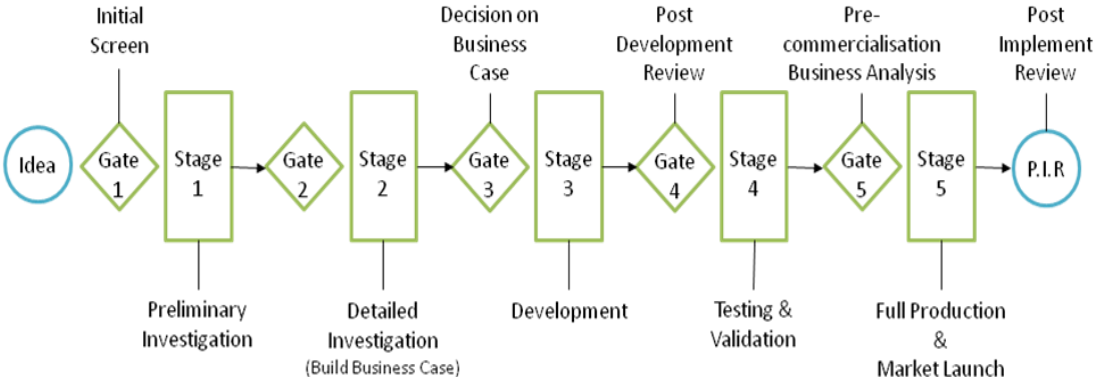
สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (งานส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กร, 2549) ได้แบ่งนวัตกรรมออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) ประกอบด้วย นวัตกรรมของผลิตภัณฑ์ที่จับต้องได้ (Tangible Product) หรือสินค้าทั่วไป เช่น รถยนต์รุ่นใหม่ โทรทัศน์ที่ใช้เทคโนโลยีสูง High Definition TV (HDTV) เป็นต้น และผลิตภัณฑ์ที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Product) เช่น การบริการ (Services) ธุรกรรมการเงินการธนาคารผ่านทางโทรศัพท์ (Telephone Finance Banking) เป็นต้น

2) นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) เป็นการเปลี่ยนแนวทางหรือวิธีการผลิตสินค้าหรือการบริการให้เป็นรูปแบบที่ต่างออกไปจากเดิม เช่น ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time: JIT) การบริหารงานคุณภาพองค์กรรวม (Total Quality Management: TQM) การผลิตแบบกะทัดรัด (Lean Production) เป็นต้น

2.7.3 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Stage – Gate Model)

ขั้นตอนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การค้นคว้าหรือค้นหา จนกระทั่งการนำผลิตภัณฑ์ของสู่ตลาด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้



ภาพที่ 8 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Stage – Gate Model)

ที่มา: หนังสือ PDMA Handbook of New Product Development, second edition, U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy (2007)

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Stage – Gate Model) เป็นแบบจำลองที่เสนอกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ตั้งแต่ขั้นตอนสร้างแนวความคิดจนไปสู่การผลิตและปล่อยเข้าสู่ตลาด โดยแบ่งเป็นขั้นการดำเนินงานในแต่ละช่วงของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Stage) และเมื่อดำเนินงานจนสิ้นสุดแต่ละขั้นจะมีจุดตัดสินใจ (Gate) ซึ่งในแต่ละขั้นของการดำเนินงานจะมีการพิจารณาข้อมูลทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้อมูลด้านเทคนิค ด้านการตลาด ด้านการเงิน และด้านการผลิตสามารถอธิบายเกี่ยวกับขั้น (Stage) และจุดตัดสินใจ (Gate) ได้ดังนี้

1) ขั้น (Stage) คือ หน่วยย่อยในการวิเคราะห์งานวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยี โดยในแต่ละขั้นมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อลดความผิดพลาดอันอาจเกิดจากปัญหาด้านเทคนิคและความเสี่ยงที่มาจากสภาพเศรษฐกิจ โดยขั้นต้นของการดำเนินงานโครงการจะมีความเสี่ยงสูงมากที่โครงการอาจประสบความล้มเหลวและจะลดลงเรื่อย ๆ ในแต่ละขั้นตามลำดับ ทั้งนี้ สามารถอธิบายได้ว่าในแต่ละขั้นจะมีการดำเนินงานด้านเทคนิครวมถึงการรวบรวมข้อมูลเพื่อไปสู่จุดที่จะเกิดการตัดสินใจใช้ข้อมูลนั้น ๆ (Gate)

2) จุดตัดสินใจ (Gate) คือ เป็นจุดที่จะเกิดการตัดสินใจว่าจะดำเนินการลงทุนเพื่อก้าวสู่ขั้นต่อไป โดยจะมีการกำหนดเกณฑ์ประเมิน (Criteria) เพื่อใช้ตัดสินความก้าวหน้าของโครงการซึ่งจะตัดสินใจว่าโครงการควรดำเนินการต่อไป ชะลอ หรือยกเลิกการดำเนินงานต่อหรือไม่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องว่าจะลงทุนเพื่อดำเนินการขั้นต่อไปหรือไม่

ขั้นที่ 0 การค้นพบ (Stage 0 Discovery) เป็นขั้นที่กำหนดกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การค้นพบโอกาสทางการตลาดและสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ มักเป็นการพิจารณาสภาพสังคม มองหาปัญหาที่เกิดขึ้น หรือพิจารณาโอกาสทางการตลาดเพื่อมองหาหัวข้อในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จุดตัดสินใจที่ 1 (Gate 1: Idea Screening) เป็นจุดที่นำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 0 มาทำการวิเคราะห์ว่าโครงการใดมีความน่าสนใจและมีความเป็นได้และตัดสินใจเลือกโครงการที่มีความเหมาะสมมาพิจารณาต่อไป

ขั้นที่ 1 การกำหนดขอบเขต (Stage 1 Scoping) เป็นการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นและจำกัดขอบเขตงานหรือกรอบความคิด มักเป็นการพิจารณาเกี่ยวกับการประเมินการตลาด การประเมินด้านงานเทคนิค และการประเมินด้านการประกอบการของเนื้อหาหัวข้อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้เลือกมาทั้งหมด

จุดตัดสินใจที่ 2 (Gate 2: Second Screen) เป็นจุดที่คัดเลือกโครงการงานวิจัยที่น่าสนใจที่สุดมาพิจารณา

ขั้นที่ 2 การสร้างกรอบธุรกิจ (Stage 2 Build Business Case) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวเนื่องกับการประกอบธุรกิจที่กำลังดำเนินการอยู่ ซึ่งในขั้นที่ 2 จะดำเนินการทำวิจัยตลาด (ระบุความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อสร้างข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ที่กำลังจะพัฒนา นอกจากนี้ จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลคู่แข่งและการทดสอบกรอบความคิด) ทั้งนี้ จากขั้นที่ 2 จะสามารถกำหนดขอบเขตข้อมูลผลิตภัณฑ์ (ตลาดเป้าหมาย แนวคิดผลิตภัณฑ์ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลิตภัณฑ์) กำหนดข้อมูลของกรอบธุรกิจ (เหตุผลด้านเศรษฐกิจและด้านธุรกิจ) และรายละเอียดแผนงานสำหรับขั้นถัดไป (ข้อมูลการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องและระยะเวลาการดำเนินงาน)

จุดตัดสินใจที่ 3 (Gate 3: Go to Development) เป็นจุดที่เกิดการตัดสินใจเลือกดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคของโครงการ

ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนา (Stage 3 Development) เป็นขั้นที่เกิดการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์ เกิดการสร้างแบบจำลอง (ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง) และการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นโดยกลุ่มผู้พัฒนาว่าเป็นไปตามความต้องการหรือไม่และอาจมีการกำหนดแผนการผลิตการประมาณการค่าใช้จ่ายแท้จริง แผนการจัดจำหน่ายสินค้าสู่ตลาด และแผนการดำเนินงานในขั้นที่ 4

จุดตัดสินใจที่ 4 (Gate 4: Go to Testing) เป็นจุดตัดสินใจในการเลือกว่าจะดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ทางการค้าของผลิตภัณฑ์หรือไม่

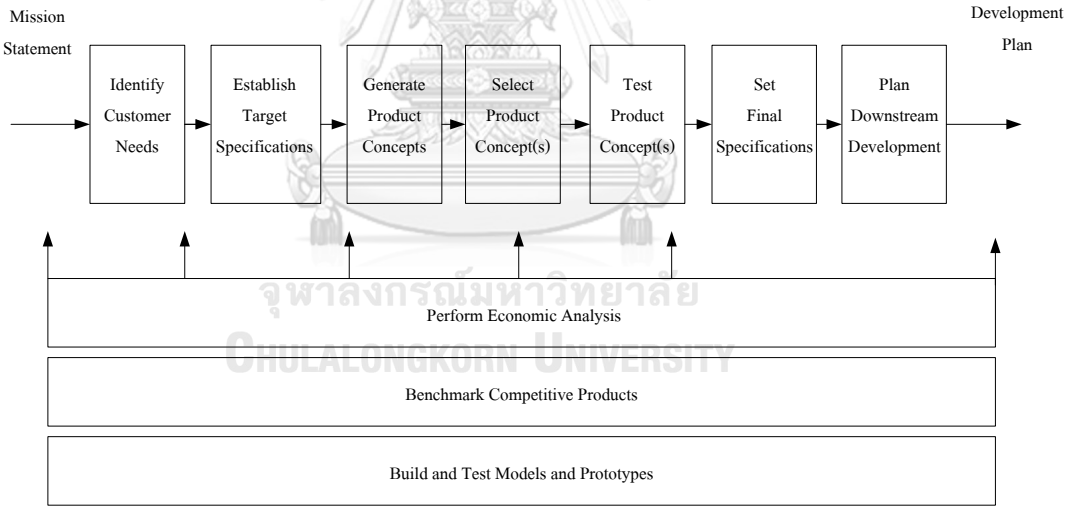
ขั้นที่ 4 การทดสอบและการทำให้สมบูรณ์ (Stage 4 Testing and Validation) เป็นขั้นตอนการพิสูจน์แผนผลิตภัณฑ์ ในส่วนด้านการตลาดและด้านการผลิตเพื่อจำหน่าย ในขั้นนี้เป็นการทดสอบกับกลุ่มลูกค้า มีการสร้างโครงการนำร่องทั้งในด้านการผลิตและการตลาด ซึ่งผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับจากขั้นนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบและแผนการผลิตจริงที่ฝ่ายผลิตสามารถทำได้ซึ่งสามารถรองรับการผลิต เพื่อจัดจำหน่ายจริง

จุดตัดสินใจที่ 5 (Gate 5: Go to Launch) เป็นจุดตัดสินใจว่าโครงการที่ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนานั้นมีประสิทธิภาพหรือความเหมาะสมจะเข้าสู่ตลาดจริงหรือไม่

ขั้นที่ 5 (Stage 5 Launch) เป็นขั้นตอนที่จัดจำหน่ายจริงและปล่อยผลิตภัณฑ์สู่ตลาดเพื่อการพาณิชย์ ซึ่งขั้นนี้เป็นการบูรณาการด้านการตลาด การผลิตและแผนการนำเสนอสินค้าใหม่เข้าสู่ตลาดเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ประสบความสำเร็จได้

2.7.4 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามแนวความคิดของ Ulrich และ Eppinger

การพัฒนา Product Design and Development ของ Ulrich and Eppinger (2008) ได้ถูกกำหนดให้วิเคราะห์ 4 ส่วน ได้แก่ ด้านการตลาด (Marketing) ด้านการออกแบบ (Design) ด้านการผลิต (Manufacturing) และด้านอื่น ๆ (Other Functions) โดยสามารถแบ่งกระบวนการพัฒนาได้ 6 ระยะ ดังภาพที่ 9 โดยแต่ละระยะสามารถสรุปการดำเนินงานได้ดังตารางที่ 6 ดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 9 กระบวนการระดับแนวคิด (Front – End Process)
ที่มา: หนังสือ Exploring Innovation ของ Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D (2008)

1) ระยะ 0 วางแผน (Phase 0 Planning) เป็นระยะที่ดำเนินการจากการพิจารณากลยุทธ์ระดับองค์กรว่ามีสถานะเป็นอย่างไร รวมถึงการประเมินศักยภาพการพัฒนาเทคโนโลยีและการประเมินสถานการณ์ตลาด ในระยะวางแผนนั้นจะได้ผลลัพธ์เป็นการกำหนดภารกิจสำหรับ

โครงการซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เป้าหมายของโครงการ สมมติฐานและเงื่อนไขที่เกิดขึ้น

2) ระยะที่ 1 การพัฒนากรอบความคิด (Phase 1 Concept Development) เป็นระยะที่มีการระบุความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายและแนวคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้ถูกพัฒนาและประเมินผล โดยแนวคิดที่ได้รับการคัดเลือก (อาจมากกว่า 1 แนวคิด) จะได้รับการพัฒนาและประเมินผล ทั้งนี้ ระยะที่ 1 จะสามารถระบุรูปแบบ ฟังก์ชันการทำงาน และลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะถูกพิจารณาเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค อย่างไรก็ตาม ในระยะนี้ได้มีการแบ่งขั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนย่อย เรียกว่า กระบวนการระดับแนวคิด (Front – End Process)

3) ระยะที่ 2 การออกแบบในระดับระบบ (Phase 2 System – level Design) เป็นระยะที่สามารถระบุสถาปัตยกรรมของผลิตภัณฑ์ว่าควรมีโครงสร้างอย่างไร มีการจำแนกระบบย่อยของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบในแต่ละส่วน ซึ่งองค์ประกอบและโครงสร้างที่สำคัญทั้งหมดของระบบย่อยแต่ละส่วน จะถูกระบุโดยมีการเขียนรูปแบบที่ชัดเจนจะถูกระบุในระยะนี้

4) ระยะที่ 3 การออกแบบในระดับรายละเอียด (Phase 3 Detail Design) ในระยะนี้โครงสร้างของระบบจะถูกแจกแจงรายละเอียดโดยมีการกำหนดวัสดุที่จะใช้ ทั้งนี้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นและชิ้นส่วนมาตรฐานอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์จะถูกกำหนดอย่างชัดเจน ผลลัพธ์จากระยะนี้จะถูกระบุออกมาในลักษณะแปลนวาดหรือใช้การบันทึกข้อมูลเอกสารในรูปแบบอื่นได้ เช่น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูล ทั้งนี้ รายละเอียดชิ้นส่วนที่ได้สามารถใช้เพื่อพิจารณาในการจัดซื้อเพื่อผลิตจริง อย่างไรก็ตาม ส่วนที่เป็นจุดที่ต้องพิจารณาที่สุดคือ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพของวัสดุ

5) ระยะที่ 4 การทดสอบและขัดเกลา (Phase 4 Testing and Refinement) เป็นระยะที่จะทำการพิจารณาต้นแบบ ซึ่งแบ่งออกเป็นกรสร้างต้นแบบช่วงต้น (Alpha) และต้นแบบช่วงท้าย (Beta) ทั้งนี้ สำหรับต้นแบบ Alpha จะเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์โดยเน้นให้ความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต้นแบบตามที่ได้ระบุไว้เพื่อพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประสิทธิภาพตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ โดยจะไม่เน้นพิจารณากระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมา ซึ่งหากผลิตภัณฑ์ Alpha ได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว ก็จะเริ่มการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ Beta ซึ่งให้ความสำคัญทั้งต้นแบบที่ได้และให้ความสำคัญกระบวนการผลิตว่ามีประสิทธิภาพเหมาะสมหรือไม่ อย่างไรก็ตาม หากต้นแบบ Beta ประสบผลสำเร็จอาจนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง เพื่อให้ลองใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนผลิตจริงในลักษณะอุตสาหกรรม

6) ระยะที่ 5 การผลิตเพื่อจัดจำหน่าย (Phase 5 Production Ramp-up) เป็นระยะที่มีการทดสอบการผลิตในลักษณะอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระยะนี้จะถูกพิจารณาอย่างถี่ถ้วน และหากเกิดข้อบกพร่องจะมีการดำเนินการเพื่อแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 6 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามแนวความคิดของ Ulrich และ Eppinger

	ระยะที่ 0 วางแผน	ระยะที่ 1 การพัฒนากรอบความคิด	ระยะที่ 2 การออกแบบ ในระดับระบบ	ระยะที่ 3 การออกแบบ ในระดับรายละเอียด	ระยะที่ 4 การทดสอบและขัดเกลา	ระยะที่ 5 การผลิตเพื่อจัดจำหน่าย
ด้านการตลาด	- โอกาสทางการตลาด - การแบ่งส่วนตลาด	- รวบรวมความต้องการของลูกค้า - กำหนด lead user - กำหนดสินค้าคู่แข่ง	- พัฒนาขอบเขตการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนารุ่นต่อไป - กำหนดราคาเป้าหมาย	- พัฒนาแผนธุรกิจ	- พัฒนาแผนโปรโมชั่นและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ - สนับสนุนงานทดสอบจริงภาคสนาม	- จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ส่งสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าหลัก
ด้านการออกแบบ	- พิจารณาแพลตฟอร์มและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ - การประเมินเทคโนโลยีใหม่	- ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแนวคิดผลิตภัณฑ์ - พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม - สร้างและทดสอบต้นแบบผลิตภัณฑ์	- สร้างแบบอื่นเพื่อเป็นทางเลือก - ระบุระบบย่อยและรูปแบบการต่อประสานงานของแต่ละระบบ - ระบุแบบสำหรับผลิตในลักษณะอุตสาหกรรม	- ระบุรูปทรงของชิ้นส่วนที่ใช้ผลิต - คัดเลือกวัสดุ - ทดสอบความแข็งแรง - ได้เอกสารข้อสรุปสำหรับการผลิตต้นแบบในรูปแบบอุตสาหกรรม	- ทดสอบความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ - ทดสอบอายุการใช้งาน - ทดสอบประสิทธิภาพ - ดำเนินงานขออนุญาตตามกฎหมาย - พัฒนาประยุกต์การออกแบบ	- ประเมินผลจากผลิตระยะแรก

ตารางที่ 6 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามแนวความคิดของ Ulrich และ Eppinger (ต่อ)

	ระยะที่ 0 วางแผน	ระยะที่ 1 การพัฒนากรอบความคิด	ระยะที่ 2 การออกแบบ ในระดับระบบ	ระยะที่ 3 การออกแบบ ในระดับรายละเอียด	ระยะที่ 4 การทดสอบและขัดเกลา	ระยะที่ 5 การผลิตเพื่อจัดจำหน่าย
ด้านการผลิต	- กำหนดข้อจำกัดของการผลิต - สร้างกลยุทธ์ห่วงโซ่อุปทาน	- กำหนดงบประมาณด้านการผลิตแบบอุตสาหกรรม - ประเมินความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์	- ระบุผู้จำหน่ายชิ้นส่วนหลักของระบบ - วิเคราะห์ความสามารถการซื้อขายวัสดุ - ระบุส่วนประกอบและชิ้นส่วนต่าง ๆ	- ระบุชิ้นส่วนอุปกรณ์ในการผลิต - ระบุเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ผลิต - ระบุขั้นตอนการประกันคุณภาพ - เริ่มจัดซื้อเครื่องมือ/เครื่องจักรที่มีเวลาการจัดซื้อนาน	- สนับสนุนงานด้านซื้อขายวัตถุดิบจากผู้จัดส่ง - ขัดเกลาขั้นตอนการผลิตและการประกอบให้ดียิ่งขึ้น - อบรมด้านการทำงาน - เพิ่มความน่าเชื่อถือของการผลิต	- เริ่มการปฏิบัติงานทุกส่วนอย่างเต็มรูปแบบ
ด้านอื่น ๆ	- ศึกษาเทคโนโลยีอื่นที่เกี่ยวข้อง - พิจารณางบประมาณเบื้องต้น - การจัดการทรัพยากรโครงการ	- วิเคราะห์ปัจจัยทางเศรษฐกิจ - ตรวจสอบข้อพิจารณาด้านทรัพย์สินทางปัญญา	- วิเคราะห์ปัจจัยส่วนสนับสนุนการซื้อขาย - ระบุประเด็นการให้บริการ		- พัฒนาแผนการขาย	

ที่มา: หนังสือ Exploring Innovation ของ Ulrich, K. T.and Eppinger, S.D. (2008)

จากการพิจารณากระบวนการพัฒนาผลิตใหม่แบบ Stage – Gate System พบว่าได้ให้ความสำคัญและสร้างความตระหนักต่อการตัดสินใจในแต่ละจุด (Gate) โดยตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลที่มาจากขั้นตอน (Stage) ที่ผ่านมาว่าโครงการมีความเหมาะสมหรือมีผลน่าพอใจหรือไม่ ทั้งนี้ ในกรณีที่โครงการเป็นไปตามที่คาดไว้ในแต่ละขั้น ผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถดำเนินโครงการต่อได้ แต่ในทางกลับกันหากโครงการมีปัญหาหรืออุปสรรคอย่างชัดเจนและไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยทรัพยากรของบริษัทที่คาดการณ์ไว้อาจทำบริษัทผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาจยกเลิกโครงการนั้นได้ แต่หากพบว่า โครงการมีความน่าสนใจ แต่ยังอาจไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาในขณะนี้ เช่น ตลาดอาจยังไม่ยอมรับเทคโนโลยีหรือกลุ่มลูกค้ายังไม่มีความต้องการเท่าที่ควรอาจเป็นสาเหตุให้ผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ตัดสินใจชะลอโครงการนั้นได้ ทั้งนี้ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบ Stage-Gate System เน้นการตัดสินใจตามจุดต่าง ๆ ทำให้เหลือเพียงแนวคิดหรือต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มที่ดีที่สุดเพียงหนึ่งเดียวเข้าสู่ตลาดซึ่งถือว่ายังขาดความยืดหยุ่น และการพัฒนาในแต่ละขั้นเน้นพิจารณาในลักษณะภาพรวมไม่ได้แยกองค์ประกอบอย่างชัดเจน ซึ่งเมื่อพิจารณาเทียบกับรูปแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ Ulrich และ Eppinger พบว่า รูปแบบการดำเนินงานของกระบวนการดังกล่าวมีการแบ่งเป็นส่วนพิจารณาแต่ละด้านอย่างชัดเจน แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการตลาด ด้านการออกแบบ ด้านการผลิต และด้านอื่น ๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์โครงการในแต่ละส่วนได้ตรงจุดและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละระยะมีความชัดเจน ซึ่งผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถพิจารณาโครงการในแต่ละระยะเมื่อเกิดปัญหาได้ตรงจุดเพื่อแก้ข้อบกพร่อง ทั้งนี้ การวิเคราะห์อย่างละเอียดอาจทำให้เห็นช่องว่างในส่วนต่าง ๆ ซึ่งอาจพัฒนาเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อื่นได้อีก

ดังนั้น เมื่อพิจารณารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบทั้งแบบ Stage – Gate System ของ Cooper (2006) และ Product Design and Development ของ Ulrich and Eppinger (2008) พบว่าทั้ง 2 ตัวแบบ มีความคล้ายคลึงกัน ในส่วนการดำเนินการพัฒนานั้นต้องมีการพิจารณาประเด็นสำคัญต่าง ๆ ได้แก่

1) สภาพแวดล้อม สภาพสังคม และปัจจัยทั่วไปที่เกี่ยวข้อง เพื่อระบุว่าสังคมยังมีความต้องการผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือกระบวนการใดเพื่อตอบสนองความต้องการ ซึ่งในจุดนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้เลือกประเด็นที่ตนมีความสนใจมาวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อหากลุ่มประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนานวัตกรรมใหม่นั้น เพื่อหาความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองอย่างแท้จริงหรือกล่าวสรุปได้ว่าเป็นการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคหรือพฤติกรรมของตลาดนั่นเอง

2) โดยทั่วไปแล้วผู้ที่จะทำการพัฒนานวัตกรรมจะศึกษาในด้านเทคโนโลยี กระบวนการหรือกรรมวิธีต่าง ๆ ที่มีอยู่รวมถึงข้อจำกัดที่เกิดขึ้น เพื่อมองหาทางเลือกที่ดีที่สุดที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุดมาใช้ในการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งหากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสลับซับซ้อนและต้องใช้ความรู้หลายศาสตร์มารวมกันในการพัฒนาแล้วนั้น การศึกษาเทคโนโลยีที่มีอยู่และความเป็นไปได้

ที่จะนำเทคโนโลยีแต่ละแบบมาใช้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะเป็นสิ่งจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

รูปแบบการสร้างนวัตกรรมหรือการสร้างวิธีการให้บริการเพื่อการมาใช้จริง สำหรับนวัตกรรมด้านการบริการ (Services Innovation) การสร้างขั้นตอนใหม่สำหรับนวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) หรือการสร้างชิ้นงานใหม่สำหรับนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) จะมีรูปแบบแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของผู้บริโภคหรือพฤติกรรมของตลาดและเทคโนโลยีที่เป็นไปได้ ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับนวัตกรรมที่ต้องการจะพัฒนาขึ้นมา ดังนั้น ในการพัฒนานวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน จึงจำเป็นต้องศึกษาความต้องการหรือพฤติกรรมของตลาดควบคู่ไปกับการศึกษากระบวนการ กรรมวิธี หรือเทคโนโลยีที่เป็นไปได้สำหรับศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมที่กำลังจะพัฒนาขึ้น

2.8 ต้นแบบนวัตกรรมสู่ธุรกิจ

การนำนวัตกรรมสู่ธุรกิจให้สำเร็จ คือ การทำให้บุคคลหรือกลุ่มเป้าหมายรับรู้ถึงนวัตกรรมใหม่ที่พัฒนาขึ้น ดังนั้น การสื่อสารกับตลาดหรือกลุ่มเป้าหมายที่มีขนาดใหญ่มากพอ จะเป็นโอกาสทางธุรกิจของนวัตกรรมใหม่ ซึ่งนวัตกรรมจะต้องเป็นการคิดค้นวิธีใหม่เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาเดิมแล้วจึงทำการสื่อสารกับกลุ่มเป้าหมายว่านวัตกรรมตอบสนองความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนไป หรือนวัตกรรมเป็นกระบวนการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ให้เหมากับสภาพแวดล้อม ตัวอย่างของนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จในการเข้าสู่ธุรกิจ เช่น Dell นำช่องทางการจำหน่ายสินค้าทางอินเตอร์เน็ตมาใช้ทำให้กลุ่มผู้บริโภครับรู้ว่าสินค้าทุกอย่างสามารถหาได้ทางอินเตอร์เน็ต หรือ Hotmail เป็นตัวอย่างของนวัตกรรมการสื่อสารอย่างเสรี เป็นต้น

Bixio et al. (2006) ได้กล่าวถึง การใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์มาช่วยในการนำนวัตกรรมเข้าสู่ธุรกิจหรือการยอมรับและนำไปใช้ ซึ่งเรื่องเงินทุนเป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะยอมรับและนำเอานวัตกรรมบำบัดน้ำเสียไปใช้ โดยในยุโรปทางรัฐบาลได้มีการสนับสนุนเงินทุนเบื้องต้นสำหรับโครงการบำบัดน้ำเสียเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และที่สำคัญ ราคาต้องเหมาะสมกับความต้องการของสินค้า รวมทั้งเวลาของการนำเสนอนวัตกรรมใหม่ต้องเหมาะสม ต้องเป็นช่วงเวลาที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้และทดแทนสิ่งที่เคยมีอยู่แล้วได้

2.9 การแพร่กระจายของนวัตกรรมเพื่อนำไปสู่การยอมรับ

เมื่อเกิดนวัตกรรมใหม่ขึ้นมา จะต้องถูกเผยแพร่ไปยังสมาชิกในสังคม เพื่อให้ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธนวัตกรรมนั้น ดังนั้น จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ถ้าไม่สามารถเผยแพร่นวัตกรรมให้สมาชิกในสังคมรับรู้ได้ ก็ไม่มีประโยชน์ ในทฤษฎีการเผยแพร่นวัตกรรมของ Rogers (2003) มีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1) นวัตกรรม (Innovation) เป็นแนวคิดการกระทำที่บุคคลทั่วไปยอมรับเป็นเรื่องใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วนก็ได้ ลักษณะการนำไปใช้ขึ้นอยู่กับความรู้ การชักชวน และการตัดสินใจ นวัตกรรมแต่ละชนิดมีคุณลักษณะทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่มีผลต่อกระบวนการตัดสินใจนวัตกรรมและความเร็วในการยอมรับนวัตกรรม

2) ช่องทางการสื่อสาร (Communication Channel) เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการสื่อสาร โดยสื่อหรือวิธีการที่ใช้ส่งสารจากผู้เผยแพร่นวัตกรรมไปยังผู้รับนวัตกรรมผ่านช่องทางการสื่อสาร ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่องทาง คือ สื่อระหว่างบุคคลและสื่อมวลชน เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านพฤติกรรม โดยช่องทางการสื่อสารเหล่านี้จะมีผลต่อกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมแตกต่างกัน

3) ระยะเวลา (Time Factor) เป็นช่วงระยะเวลาที่ผู้ใช้ได้รับทราบเกี่ยวกับนวัตกรรมใหม่ไปจนถึงการตัดสินใจยอมรับและนำนวัตกรรมนั้นไปใช้อย่างต่อเนื่อง โดยช่วงระยะเวลานี้สามารถนำไปใช้ในการจำแนกประเภทของผู้ยอมรับนวัตกรรมได้ ซึ่งเกิดได้จาก 3 ปัจจัย คือ

3.1) นวัตกรรมที่เกิดจากกระบวนการในการตัดสินใจ

3.2) ความสัมพันธ์ของเวลากับนวัตกรรมที่ถูกยอมรับจากบุคคลใดบุคคลหนึ่งหรือจากกลุ่มบุคคล

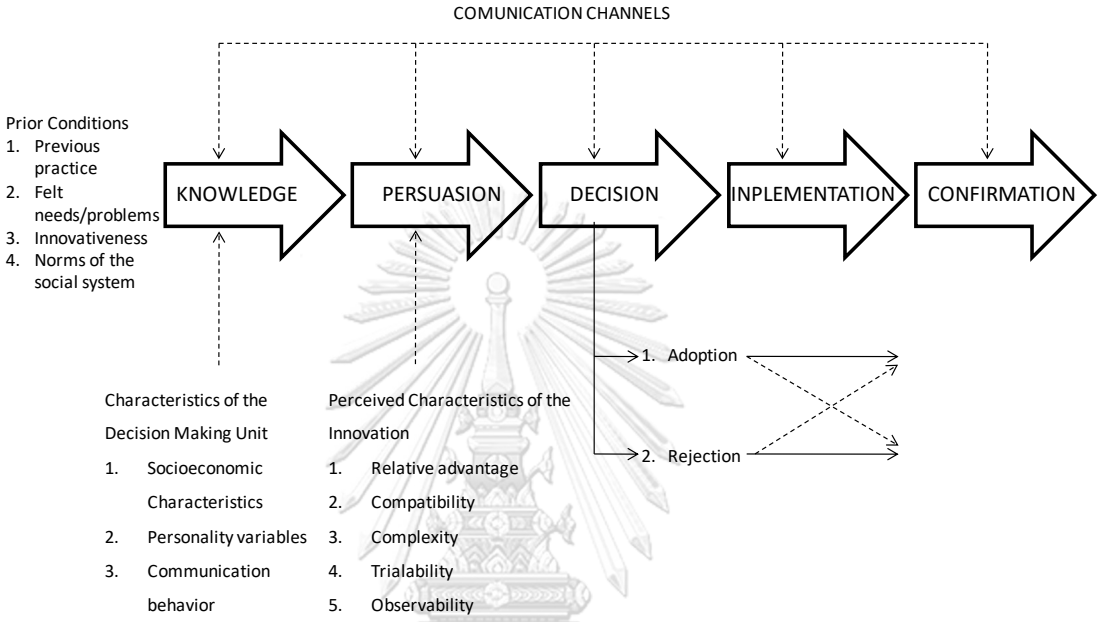
3.3) คุณค่าของนวัตกรรมที่ถูกยอมรับ

4) ระบบทางสังคม (Social System) เป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของกระบวนการแพร่กระจายนวัตกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างระบบสังคมที่ประกอบไปด้วยการรวมตัวของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกันเพื่อดำเนินการและแก้ปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน

ดังนั้น แนวทางการแพร่กระจายนวัตกรรมของ Rogers (2003) ได้อธิบายนวัตกรรมในฐานะเป็นแนวความคิด การปฏิบัติ หรือเป็นวัตถุ ที่มีความใหม่โดยบุคคลหรือหน่วยงานอื่นที่ยอมรับการตัดสินใจที่จะนำมาใช้หรือปฏิเสธนวัตกรรมเป็นผลมาจากคุณสมบัตินวัตกรรม 5 ประการ คือ การสังเกต (Observability) ความได้เปรียบที่เกี่ยวข้อง (Relative Advantage) ความเข้ากันได้ (Compatibility) การทดลองผลิตได้ (Trialability) และมีความซับซ้อน (Complexity)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแพร่กระจายเป็นกระบวนการสื่อสารนวัตกรรมผ่านช่องทางการสื่อสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการตัดสินใจการยอมรับนวัตกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการค้นหาข้อมูล บุคคลแต่ละรายจะถูกชักจูงเพื่อลดความไม่แน่นอนด้านการได้เปรียบและเสียเปรียบนวัตกรรม ขั้นตอนการตอบสนองต่อการยอมรับนวัตกรรมของ Roger (2003) มี 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการตอบสนองต่อการยอมรับนวัตกรรมของ Roger

ที่มา: Sahin, I. (2006), Detailed Review of Rogers' Diffusion of Innovations Theory and Educational Technology-related Studies based on Rogers' Theory

1) ความรู้ บุคคลเริ่มมีความสนใจนวัตกรรมและมีความคิด ความเข้าใจ และสามารถนำไปใช้

2) การชักชวน บุคคลเริ่มมีทัศนะคติเกี่ยวกับนวัตกรรม ซึ่งบุคคลนั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจ

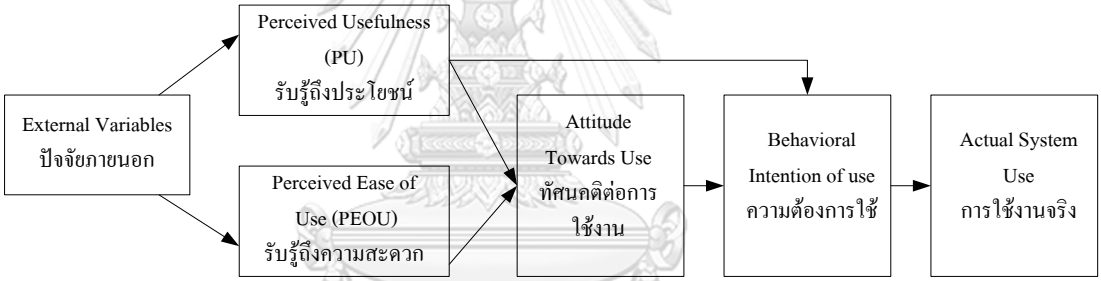
3) การตัดสินใจ บุคคลเริ่มมีความคิดในการยอมรับหรือปฏิเสธการรับนวัตกรรม

4) การนำไปใช้หรือปฏิบัติ การเริ่มนำนวัตกรรมไปใช้งานนั้นต้องอาศัยผู้นำการเปลี่ยนแปลงเพื่อช่วยลดความเสี่ยงของการนำนวัตกรรมไปใช้งาน

5) การยืนยัน บุคคลจะประเมินผลการนำนวัตกรรมไปใช้หลังจากที่ตัดสินใจและเมื่อใช้งานก็จะประเมินเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกใช้นวัตกรรม ความยากของการแพร่กระจายนวัตกรรมขึ้นอยู่กับลักษณะนวัตกรรมที่เกิดขึ้น

2.10 การยอมรับเทคโนโลยี

การยอมรับเทคโนโลยีเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ การอธิบาย การพยากรณ์การยอมรับ และการเลือกการใช้งานเกี่ยวกับเทคโนโลยีของแต่ละบุคคล มีตัวแปรหลัก 3 ตัวแปร คือ ความเชื่อ ทัศนคติ และความตั้งใจในการกระทำ (Chuttur, 2009) สำหรับรูปแบบของการยอมรับเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาการยอมรับของแต่ละบุคคลที่แสดงให้เห็นถึงความง่ายต่อการใช้งานและประโยชน์ในการใช้งานของเทคโนโลยีนั้น David (1989) ได้ทำการศึกษาทฤษฎีด้านจิตวิทยาสังคม ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (Theory of Reasoned Action: TRA) และทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนการ (Theory of Planned Behavior: TPB) และได้พัฒนาแนวคิด รวมถึงสร้างแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) เพื่อใช้พยากรณ์การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ โดย TAM ได้ชี้ให้เห็นว่า การที่ผู้บริโภคจะใช้และยอมรับเทคโนโลยีนั้นเกิดจากความสัมพันธ์ของกระบวนการรับรู้ดังภาพที่ 11



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 11 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)
ที่มา: Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of information Technology ของ Davis (1989)

จากรูปแบบการยอมรับดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า เมื่อปัจจัยภายนอก (External Variables) ของเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้น เข้ามากระทบตัวบุคคลนั้น บุคคลจะสร้างรับรู้ได้ใน 2 ระดับ คือ การรับรู้ประโยชน์จากการใช้งาน (Perceived Usefulness: PU) และการรับรู้ความง่ายต่อการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEOU) ว่าการรับรู้ประโยชน์ของการใช้งานจะเป็นความเชื่อเฉพาะบุคคลว่าจะสามารถใช้ระบบเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ขณะเดียวกันการรับรู้เกี่ยวกับความง่ายในการใช้งานก็เป็นความเชื่อว่าจะสามารถใช้ระบบนั้น โดยไม่ต้องใช้ความพยายามและความสามารถ

เลย การรับรู้ทั้ง 2 ระดับ จะเป็นตัวก่อให้เกิดทัศนคติในการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Attitude Towards Use) อย่างไรก็ตาม โดยส่วนมากแล้วมนุษย์มักจะมองหาสิ่งที่เป็นประโยชน์ให้กับตัวเอง ดังนั้น ในกรณีเทคโนโลยีที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้อาจสร้างความต้องการใช้ของผู้ใช้ระบบได้ ถ้าหากผู้ใช้ระบบรับรู้ถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี

การยอมรับเทคโนโลยีนวัตกรรมด้วยองค์ประกอบของการชักนำ (Persuasion Toward for Adoption) กระบวนการชักนำเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้รับเทคโนโลยีเกิดความสนใจในนวัตกรรม จนทำให้เกิดการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อประกอบการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธในนวัตกรรมนั้น โดยมีองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตกรรรมในการตัดสินใจ ดังนี้

1) การทดลองใช้ คือ ระดับของนวัตกรรมที่อยู่ในขั้นทดลองก่อนนำไปใช้และเป็นองค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการค้นหาและส่งเสริมให้คนทั่วไปต้องการและอยากค้นหานวัตกรรม เพื่อลดความเสี่ยงและสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ (Schrage, 2004)

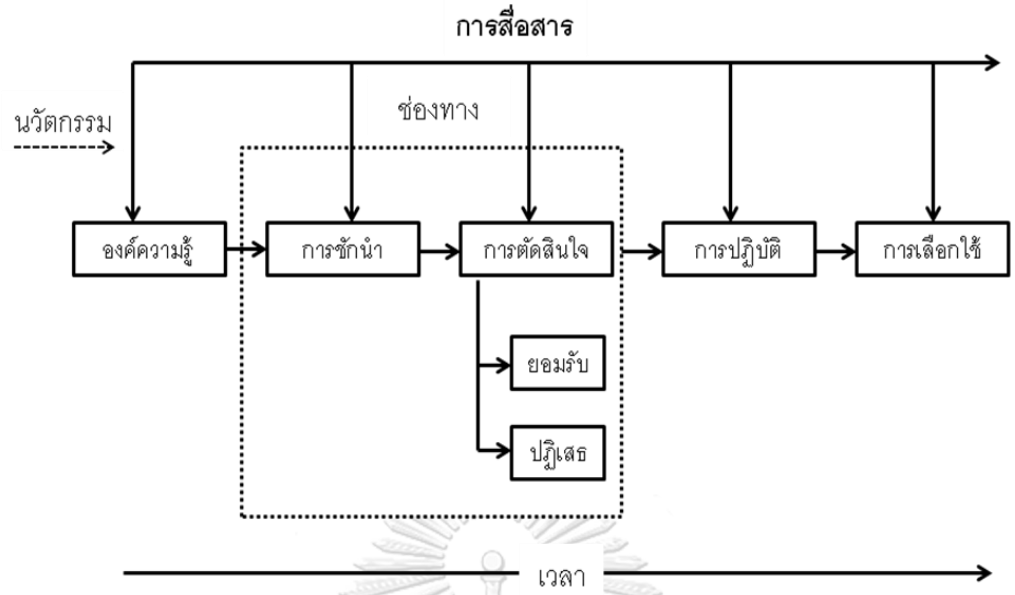
2) สังเกตเทคโนโลยีหรือวัตกรรมนั้นได้ คือ ระดับผลลัพธ์ทางนวัตกรรมที่มองเห็นได้จากผู้อื่นจนแน่ใจว่าสามารถยอมรับนวัตกรรมนั้นได้ ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งที่ทำให้เกิดการยอมรับ และเป็นองค์ประกอบของกระบวนการในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมนั้น และเป็นกระบวนการของการพัฒนาการสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้รับนวัตกรรมได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย (Dimara & Skuras, 2003)

3) สามารถเปรียบเทียบข้อดีได้ คือ ระดับของนวัตกรรมที่ถูกยอมรับว่าเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วดีกว่าและทำให้ผู้รับนวัตกรรมเห็นถึงประโยชน์ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อดีทางด้านเศรษฐกิจที่มีผลต่อการลงทุน

4) ความซับซ้อน คือ ระดับนวัตกรรมที่ยอมรับว่ายากในการเข้าใจและการนำไปใช้

5) การใช้ทดแทนกันได้ คือ ระดับนวัตกรรมที่นำมาใช้ทดแทนกันได้กับสิ่งที่มีอยู่แล้ว และมีคุณค่าไม่แตกต่างจากสิ่งเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 12 แบบจำลองกระบวนการตัดสินใจเชิงนวัตกรรมผ่านการชักนำ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าแบบจำลอง TAM มุ่งเน้นพิจารณาปัจจัยในส่วนที่เป็นทัศนคติส่วนบุคคลที่แบ่งได้ 2 ส่วน คือ ปัจจัยการรับรู้ว่าเป็นประโยชน์ (PU) และปัจจัยการรับรู้ว่าสร้างความสะดวก (PEOU) ทั้งนี้ TAM ไม่ได้พิจารณาในส่วนที่เป็นบรรทัดฐานของสังคม ซึ่งหากพิจารณาจะพบว่า แบบจำลองดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เนื่องจากในความเป็นจริงแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยนำออกสู่ตลาดมาก่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์นวัตกรรมประเภทต่าง ๆ มักจะไม่มีข้อมูลบรรทัดฐานของสังคม (Subjective Norm) มากระทบต่อทัศนคติต่อการกระทำหรือพฤติกรรม (Attitude toward Act or Behavior) ของบุคคลนั้น ดังนั้น บุคคลที่เป็นกลุ่มรับนวัตกรรมกลุ่มแรก ๆ จะพิจารณาและรับรู้จากทัศนคติของตนเอง แยกได้เป็น 2 ส่วน คือ การรับรู้ว่านวัตกรรมนั้นเป็นประโยชน์ (PU) และการรับรู้ว่านวัตกรรมนั้นใช้ง่าย (PEOU) เท่านั้น

2.11 มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยยังคงเป็นปัจจัยในการดึงดูดนักท่องเที่ยว ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ในขณะที่การเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อม การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ และความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการท่องเที่ยว ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่างและต้องมีการจัดการที่ดีขึ้น

ประเทศไทยมีทรัพยากรน้ำที่อุดมสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม ปริมาณทรัพยากรน้ำจืดภายในประเทศที่หมุนเวียนต่อหัวประชากรลดลงจากประมาณ 7,700 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ใน พ.ศ. 2505 เป็นประมาณ 3,300 ลูกบาศก์เมตรต่อปีในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเติบโตของประชากร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความขาดแคลนน้ำที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อฤดูแล้งที่ยาวนานในประเทศไทย ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงนี้ ได้แก่ การพัฒนารูปแบบการชลประทานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตรภายในประเทศและการส่งออกของไทยเพื่อสร้างโอกาสในการดำรงชีวิตให้กับประชาชนชาวไทย อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนที่เก็บไว้ในประเทศไทยมีเพียงร้อยละ 30 ของปริมาณน้ำฝนโดยรวม โดยการขาดแคลนน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงที่ความต้องการทางการเกษตรสูงที่สุด จนกลายเป็นประเด็นสำคัญและแย่ลงเรื่อย ๆ สิ่งนี้ได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญในการลดคุณภาพและปริมาณของแหล่งน้ำในแหล่งน้ำบาดาลและแหล่งต้นน้ำ ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตชานเมืองในประเทศไทยมีความเสื่อมโทรมมากขึ้น โดยตัวขับเคลื่อน เช่น การเปลี่ยนแปลงไปเป็นนาข้าว การพัฒนาเมืองและการพัฒนาอุตสาหกรรมและมลพิษจากอุตสาหกรรม รวมถึงการใช้ยาฆ่าแมลง เป็นต้น

ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่ได้บันทึกการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของปริมาณน้ำฝนโดยรวมกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป แต่มีแนวโน้มที่แตกต่างกันไปสำหรับปริมาณฝนในหลายพื้นที่ของประเทศ ตัวอย่างเช่น ภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทยมีความแห้งมากขึ้น ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอ่าวไทย รวมทั้งกรุงเทพมหานครได้กลายเป็นที่เปียกชุ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศส่งผลให้เกิดเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรงขึ้น รวมถึงยาวนานขึ้น ความแห้งแล้งและน้ำท่วมฉับพลัน และพายุโซนร้อนที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ

ประเทศไทยได้มีการทบทวนนโยบายและระเบียบข้อบังคับด้านการอนุรักษ์โดยเน้นความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) แผนนี้ได้ให้ความสำคัญต่อการปกป้องสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกของรัฐบาลไทยสอดคล้องกับการพัฒนา การปรับปรุง และการอนุรักษ์ และพระราชบัญญัติคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2535) จุดมุ่งหมายของกฎหมายฉบับนี้ คือ การปฏิรูปการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในประเทศไทยโดยอาศัยการเฝ้าติดตามอย่างมีประสิทธิผล โปร่งใส และมีความรับผิดชอบ พระราชบัญญัตินี้ใช้เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชนผ่านขั้นตอนการบริหารจัดการแบบกระจายอำนาจซึ่งนำโดยเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นยึดมั่นในหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ได้พัฒนาไปสู่เป้าหมายที่ระบุไว้ว่าความมั่นคง ความมั่งคั่ง และความยั่งยืน สำหรับเศรษฐกิจ สังคม และทรัพยากรธรรมชาติ ด้วยปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การเจริญเติบโตสีเขียว ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งถือเป็นหนึ่งในแนวทางสำคัญที่สอดคล้องกับวาระ พ.ศ. 2573 ของเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสหประชาชาติ เพื่อให้เป็นส่วนหนึ่งของวาระดังกล่าว สภานิติบัญญัติแห่งชาติของไทยได้มีการพัฒนายุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) ซึ่งมีการใช้โดยกระทรวงที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนากรอบนโยบายเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนมากขึ้น ตัวอย่างเช่น แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 – 2564) นโยบายนี้เน้นถึงองค์ประกอบหลัก 4 ประการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย ประกอบด้วย การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม การป้องกันและการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และความร่วมมือระหว่างประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ประเทศไทยยังปฏิบัติตามกรอบนโยบายระดับโลกอื่น ๆ รวมทั้งแผนยุทธศาสตร์โลกเพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2554 – 2563 และเป้าหมายความหลากหลายทางชีวภาพของไอจิ ประเทศไทยตั้งใจที่จะใช้กรอบเหล่านี้เพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างประเทศ เช่น อนุสัญญาการค้าระหว่างประเทศว่าด้วยสัตว์ป่าและพันธุ์พืชใกล้สูญพันธ์ (CITES) อนุสัญญาแรมซาร์เกี่ยวกับพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น

แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 – 2564 เป็นแผนการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระดับประเทศ เพื่อเป็นกรอบชี้นำให้ภาคีการพัฒนานำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในช่วงเวลา 5 ปีข้างหน้า และเป็นการดำเนินการตามมาตรา 35 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยที่ผ่านมา ได้มีการประกาศใช้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมมาแล้ว รวม 4 ฉบับ ได้แก่ แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2542 – 2549 กรอบแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2545 – 2549 แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550 – 2554 และแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555 – 2559

การจัดทำแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 – 2564 ได้น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและหลักการการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการเพื่อให้การจัดการและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกประเทศและเป็นเชิงรุก รวมถึงให้ความสำคัญต่อบทบาทและสิทธิของชุมชนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นไปอย่างสอดคล้องกับแนวคิดของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ที่มุ่งเสริมสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อให้สังคมไทยยืนหยัดได้อย่างมั่นคง เกิดภูมิคุ้มกัน และมีการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม และส่งผลให้การพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืน

กระบวนการจัดทำแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 – 2564 ได้ให้ความสำคัญต่อกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคีการพัฒนาที่เกี่ยวข้อง โดยผ่านการระดมความคิดเห็นในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการประชุมกลุ่มย่อย การประชุมเชิงปฏิบัติการ และการประชุมรับฟังความคิดเห็นจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน องค์กรพัฒนาเอกชน และภาคประชาชน ในส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และประเทศ เพื่อให้ได้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 – 2564 ที่สามารถขับเคลื่อนและนำไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิผลและเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ การจัดทำแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมฯ อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะอนุกรรมการแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมและคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภายใต้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 – 2564 ประกอบด้วย 4 ยุทธศาสตร์สำคัญ ดังนี้

1) ยุทธศาสตร์ที่ 1 การจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและเป็นธรรม มุ่งให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ โดยคำนึงถึงขีดจำกัดและศักยภาพในการฟื้นตัวของระบบนิเวศธรรมชาติเพื่อรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดความสมดุลและเป็นธรรม สามารถกระจายการเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างเท่าเทียมกัน โดยเฉพาะคนยากจนและผู้ด้อยโอกาสเพื่อลดข้อขัดแย้ง ลดความเหลื่อมล้ำของสังคม รวมทั้งผลักดันให้มีการปรับปรุง พัฒนา และจัดทำกฎหมายที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ มีการกระจายอำนาจ และสร้างความเป็นหุ้นส่วน มีกระบวนการยุติธรรมด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เน้นการบังคับใช้กฎหมายให้มีประสิทธิผล มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ที่สามารถเชื่อมโยงกันทั้งประเทศ ตลอดจนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิผล โดยมีเป้าหมายของยุทธศาสตร์ คือ ให้ฐานทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพได้รับการส่งเสริมทั้งการอนุรักษ์ฟื้นฟูและใช้ประโยชน์อย่างสมดุล เป็นธรรม และเกิดความมั่นคง โดยมี 2 กลยุทธ์สำคัญ คือ กลยุทธ์ที่ 1 การจัดการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 6 แผนงาน ได้แก่ (1) ทรัพยากรป่าไม้ (2) ทรัพยากรน้ำ/น้ำบาดาล (3) ทรัพยากรดินและที่ดิน (4) ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (5) ทรัพยากรธรณี และ (6) ความหลากหลายทางชีวภาพ และกลยุทธ์ที่ 2 การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดความยั่งยืน ประกอบด้วย 3 แผนงาน ได้แก่ (1) การมีส่วนร่วมในการจัดการ (2) การเสริมสร้างศักยภาพการจัดการ และ (3) การเสริมสร้างความรู้และความตระหนัก

2) ยุทธศาสตร์ที่ 2 การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ได้รับการป้องกัน บำบัด และฟื้นฟู มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ณ แหล่งกำเนิด ลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนและสนับสนุนการนำกลับมาใช้ใหม่ อีกทั้งการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจะต้องมี

ระบบการจัดการแบบรวมศูนย์ เพื่อลดการเกิดแหล่งมลพิษ รวมถึงเพิ่มบทบาทความรับผิดชอบของผู้ผลิตในการจัดการผลิตภัณฑ์ของตนเองและซากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นอย่างครบวงจร และเปิดโอกาสให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการจัดการ ดูแลและรักษาสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพที่ดี โดยสิ่งแวดล้อมจะต้องได้รับการจัดการอย่างเป็นระบบ มีการบำบัด และฟื้นฟูอย่างถูกหลักวิธี ทำให้มีการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าและไม่ส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยมีเป้าหมายของยุทธศาสตร์ คือ คุณภาพสิ่งแวดล้อมได้รับการจัดการที่ดีอย่างมีคุณภาพทั้งการป้องกัน บำบัด ฟื้นฟู และการถ่ายทอดสิ่งแวดล้อมที่ดีสู่รุ่นต่อไป โดยมี 3 กลยุทธ์สำคัญ คือ กลยุทธ์ที่ 1 การป้องกัน ลด และขจัดมลพิษ ประกอบด้วย 4 แผนงาน ได้แก่ (1) การพัฒนาเครื่องมือกลไกการบริหารจัดการ (2) การจัดการน้ำเสีย (3) การจัดการคุณภาพอากาศและเสียง และ (4) การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนและของเสียอันตราย กลยุทธ์ที่ 2 การเยียวยาช่วยเหลือผู้ได้รับผลกระทบ ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การพัฒนาเครื่องมือทางการเงินและกฎหมาย และ (2) การฟื้นฟูพื้นที่วิกฤติที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และกลยุทธ์ที่ 3 การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมชุมชนและสิ่งแวดล้อมอื่น ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน และ (2) การจัดการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมศิลปกรรม

3) ยุทธศาสตร์ที่ 3 เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน มุ่งเน้นให้ทุกภาคีการพัฒนาที่เกี่ยวข้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพและลดการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด โดยส่งเสริมให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีการใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงส่งเสริมให้มีการผลิตแบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และพัฒนาเศรษฐกิจบนฐานทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน โดยมีเป้าหมายของยุทธศาสตร์ คือ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีความคุ้มค่า และยั่งยืน โดยมี 3 กลยุทธ์สำคัญ คือ กลยุทธ์ที่ 1 การส่งเสริมการบริโภคที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (2) การส่งเสริมพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม กลยุทธ์ที่ 2 การส่งเสริมการผลิตและบริการที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 3 แผนงาน ได้แก่ (1) การเกษตร (2) การอุตสาหกรรม และ (3) การท่องเที่ยว และกลยุทธ์ที่ 3 การพัฒนาเศรษฐกิจบนฐานทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ และ (2) การเพิ่มมูลค่าในการพัฒนาเศรษฐกิจบนฐานทรัพยากรชีวภาพ

4) ยุทธศาสตร์ที่ 4 สร้างศักยภาพเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติ และส่งเสริมความร่วมมือกับต่างประเทศ มุ่งเน้นการสร้างศักยภาพของประชาชนโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเปราะบาง และมีความเสี่ยงให้สามารถเตรียมพร้อมรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติที่เกิดขึ้น รวมทั้งเห็นความสำคัญ เข้าใจถึงผลกระทบ

และตระหนักถึงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนให้ความสำคัญต่อการเสริมสร้างความร่วมมือในการดำเนินงานตามพันธกรณีและความตกลงด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับภูมิภาคและระดับโลกที่จะนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีเป้าหมายของยุทธศาสตร์ คือ ทุกภาคส่วนมีศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติ และมีความพร้อมในความร่วมมือด้านสิ่งแวดล้อมกับต่างประเทศทั้งในระดับภูมิภาคและโลกที่เป็นเชิงรุก โดยมี 3 กลยุทธ์สำคัญ คือ กลยุทธ์ที่ 1 การสร้างความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาศักยภาพของประชาชนด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การสร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาศักยภาพของประชาชน และ (2) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กลยุทธ์ที่ 2 การพัฒนาแผนงานและเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การสร้างความพร้อมและขีดความสามารถในการปรับตัวของชุมชน และ (2) การสร้างความสามารถในการปรับตัวของภาคส่วนต่าง ๆ และกลยุทธ์ที่ 3 การพัฒนาความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ ประกอบด้วย 2 แผนงาน ได้แก่ (1) การพัฒนาและกระตุ้นบทบาทความร่วมมือจากทุกภาคส่วน และ (2) การเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านความร่วมมือในเวทีระหว่างประเทศ

2.12 เศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม

การกำหนดมาตรการและแรงจูงใจ เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของคนในชุมชน รวมทั้งภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และ พาณิชยกรรม ไม่ให้ทำลายสิ่งแวดล้อม รวมถึงการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ เช่น การบำบัดน้ำเสีย การรีไซเคิลขยะ โดยใช้มาตรการต่าง ๆ เช่น ภาษีสิ่งแวดล้อม การเก็บค่าธรรมเนียมจากการปล่อยของเสีย และสินเชื่อเพื่อสิ่งแวดล้อม เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ (ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์, 2544) มีข้อดี คือ

1) มีผลต่อแรงจูงใจ ทำให้ผู้ใช้ทรัพยากรตระหนักถึงคุณค่าและราคาของทรัพยากร
2) ให้ทางเลือกอิสระในการรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งต่างจากมาตรการและข้อบังคับ
3) ลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐในการตรวจสอบ
4) สามารถออกแบบเครื่องมือให้เหมาะกับวิธีการที่จะใช้
5) ภาครัฐมีรายได้จากการเก็บภาษีและค่าธรรมเนียมสิ่งแวดล้อม

2.12.1 ประเภทของเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม

1) เครื่องมือทางด้านการเงินการคลัง (Fiscal and Financial Tools) การใช้เครื่องมือกลุ่มนี้ต้องอยู่บนพื้นฐานความสามารถในการบำบัดมลพิษให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

1.1) ระบบการเก็บค่าใช้บริการและค่าปล่อยมลพิษ (Charges System)

1.2) ผู้ก่อมลพิษจะต้องจ่ายค่าใช้บริการจากสิ่งแวดล้อม ผลเสียหายของสิ่งแวดล้อมจะรวมอยู่ในต้นทุนของผู้ผลิต เมื่อต้นทุนสูงขึ้น ผู้ผลิตก็จะหาทางลดปริมาณการปล่อยมลพิษ เช่น เปลี่ยนแปลงเทคนิคการผลิต เพื่อลดปริมาณน้ำเสีย หรือสร้างระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกมา เป็นต้น การจัดเก็บ ประกอบด้วย

1.2.1) ค่าใช้บริการ (User Charges) คือ ต้นทุนที่จ่ายสำหรับการบำบัดหรือกำจัดมลพิษ

1.2.2) ค่าปล่อยมลพิษ (Effluent Charges) คือเงินที่เรียกเก็บจากค่าปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณ และสารพิษ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม

1.2.3) ค่าปรับในกรณีไม่มีการบำบัดมลพิษ (Fine)

1.3) การเก็บภาษีสิ่งแวดล้อม (Environmental Tax)

1.3.1) การเก็บภาษีผลิตภัณฑ์ (Product Charge)

1.3.2) การเก็บภาษีจากวัตถุดิบ (Factor Input Tax)

1.3.3) กำหนดอัตราภาษีให้แตกต่างกัน (Tax Differentiation)

1.4) การเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการสิ่งแวดล้อม (Administration Fee) คือเงินที่ภาครัฐเก็บจากผู้ประกอบการ โดยมีเงื่อนไขสัมพันธ์กับการก่อปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยจะเก็บพร้อมกับการขอใบอนุญาต โดยอาจเก็บครั้งเดียวหรือรายปี แล้วแต่กำหนด อัตราค่าธรรมเนียมจะแตกต่างกันตามขนาดของพื้นที่ ปริมาณและชนิดของมลพิษ เพื่อให้เกิดการตรวจสอบและบันทึกปริมาณมลพิษ

1.5) เครื่องมือทางการตลาด (Marketable Tools) เป็นการกำหนดมาตรการให้กับผู้ประกอบการ โดยใช้กลไกทางการตลาดเข้ามาควบคุม โดยรัฐมีหน้าที่ส่งเสริมและสนับสนุนกลไกทางการตลาด ให้ทำงานอย่างมีระบบและต่อเนื่อง รวมทั้งเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแสดล้อม เครื่องมือทางการตลาดที่นำมาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน ได้แก่

1.5.1) ระบบมัดจำ – คืนเงิน (Deposit – Refund System)

1.5.2) การสร้างตลาดซื้อขายใบอนุญาตปล่อยมลพิษ

2) เครื่องมือข่าวสารข้อมูล

2.1) มาตรการทางบวกเพื่อกระตุ้นและจูงใจ (Subsidy Tools) เป็นกระบวนการช่วยเหลือสนับสนุนผู้รับนวัตกรรม ในการเปลี่ยนเทคโนโลยีหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อไม่ให้ทำลายสิ่งแวดล้อม

2.2) การให้เงินช่วยเหลือ หรือเงินให้เปล่า (Grant) คือ การให้เงินช่วยเหลือแก่ผู้รับการอุดหนุนโดยไม่ต้องจ่ายคืน ซึ่งผู้ก่อมลพิษจะต้องนำมาตรการที่ช่วยลดมลพิษมาใช้

2.3) การให้เงินกู้ในอัตราดอกเบี้ยต่ำ (Soft Loan) คือ การให้เงินกู้ในอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยในตลาดทั่วไป เป็นการชักจูงให้นำนวัตกรรมใหม่เข้ามาใช้ในการลดมลพิษ

2.4) การลดหย่อนภาษี (Tax Allowance) คือ การให้สิทธิประโยชน์ทางด้านภาษีกับผู้ก่อมลพิษ เมื่อมีการนำมาตรการลดมลพิษมาใช้หรือใช้วิธีการผลิตที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

2.5) แรงจูงใจโดยการบังคับทางกฎหมาย (Financial Enforcement Incentive) คือ การสร้างแรงจูงใจโดยการบังคับทางกฎหมาย เมื่อผู้ก่อมลพิษไม่ปฏิบัติตามกฎหมายก็จะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

2.5.1) ค่าปรับ (Non-Compliance Fee) คือ เงินที่ผู้ก่อมลพิษจะต้องจ่ายเมื่อไม่ปฏิบัติตามกฎหมายหรือมาตรการรักษาสิ่งแวดล้อม ค่าปรับจะขึ้นอยู่กับผลกำไรและความเสียหายที่เกิดขึ้นจากมลพิษ

2.5.2) พันธบัตรการปฏิบัติงาน (Performance Bond) เป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่ช่วยกำจัดมลพิษโดยภาครัฐ ซึ่งภาครัฐจะเก็บเงินล่วงหน้าจากผู้ประกอบการที่อาจก่อให้เกิดมลพิษ และผู้ประกอบการจะได้รับเงินคืนหลังจากพิสูจน์ได้ว่ากิจการนั้น ๆ ไม่ได้ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

3) มาตรการในการจัดการสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเทศ

3.1) เวียดนาม มีการเก็บภาษีการปล่อยมลพิษทางน้ำ รวมทั้งโลหะหนัก ซึ่งภาษีที่เรียกเก็บจะขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิด ถ้าทิ้งลงแหล่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค อัตราภาษีก็จะสูงกว่า การปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร การชลประทาน และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งวัดจากค่า BOD, COD และ TSS (มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ กอบกุล รายะนาคร, 2552)

3.2) ฟิลิปปินส์ มีการเก็บภาษีจากการปล่อยมลพิษทางน้ำ ประกอบด้วย ภาษีคงที่ (Fixed Fee) และภาษีแปรผัน (Variable Fee) อัตราภาษีขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้งและคุณภาพน้ำทิ้ง โดยคำนวณจากค่า BOD และ TSS ถ้ามลพิษที่เป็นสารอินทรีย์ ให้เก็บภาษีจากค่า BOD ของ

น้ำทิ้ง แต่ถ้าหากแหล่งกำเนิดมลพิษปล่อยมลพิษที่เป็นสารอนินทรีย์ให้เก็บภาษีจากค่า TSS (มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด และ กอบกุล รายะนาคร, 2552)

2.13 มูลค่าสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมมีลักษณะเป็น “สินค้าสาธารณะ (Public Good)” สิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่จึงไม่มีมูลค่าทางการตลาด สินค้าสาธารณะเป็นสินค้าที่ทุกคนสามารถเข้าถึงการบริโภคได้อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม ไม่สามารถกีดกันไม่ให้ผู้อื่นเข้ามาบริโภคได้ ทำให้ราคาสินค้าที่ผลิตออกมาไม่ได้สะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนของสินค้าทั้งหมด ซึ่งไม่ได้รวมเอาต้นทุนด้านทรัพยากรเข้าไปด้วย ทำให้เกิดปัญหาความล้มเหลวของกลไกตลาดและนำไปสู่การใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองและขาดความระมัดระวัง จึงทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมด้านสิ่งแวดล้อม การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้ทราบถึงต้นทุนที่ต้องเสียไปเมื่อมีการทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งในกระบวนการจัดการสิ่งแวดล้อม สังคมต้องสูญเสียทรัพยากรส่วนหนึ่งเพื่อรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพที่ดี การจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้สังคมได้รับประโยชน์สูงสุด (ปัทมาพร ปันทิยะ, 2552)

2.13.1 หลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pay Principle)

หลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย กำหนดว่าผู้ก่อมลพิษเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายในการป้องกันและควบคุมมลพิษให้สภาพแวดล้อมอยู่ในสถานการณ์ที่ภาครัฐเป็นผู้กำหนดและมีอำนาจหน้าที่ในการเลือกเครื่องมือ เช่น การออกกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ การออกมาตรการภาษี การเก็บค่าธรรมเนียม เป็นต้น โดยการนำเครื่องมือเหล่านี้มาใช้ต้องตั้งอยู่บนเงื่อนไขที่ทุกคนมีความเข้าใจร่วมกันและมีความชัดเจนในการนำมาใช้ ซึ่งจะช่วยผลักดันให้เกิดการแก้ปัญหาหรือการปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น จากหลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องพยายามพัฒนาแนวคิดและนโยบายในการเก็บเงินค่าบริการบำบัดน้ำเสียขึ้น ซึ่งถือเป็นหลักการทางเศรษฐศาสตร์ที่คำนึงว่า แหล่งที่มาของน้ำเสียเกิดจากผู้ใช้น้ำ ผู้ใช้น้ำควรเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียนั้น

2.13.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงระยะเวลาในการใช้ให้ยาวนาน และก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด รวมทั้งต้องมีการกระจายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

อย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตาม ในสภาพปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีความเสื่อมโทรมมากขึ้น ดังนั้น การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจึงมีความหมายรวมไปถึงการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วย ทั้งนี้ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยทางตรง

1.1) การใช้อย่างประหยัด คือ การใช้เท่าที่มีความจำเป็น เพื่อให้มีทรัพยากรใช้ได้นานและเกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

1.2) การนำกลับมาใช้ซ้ำอีก สิ่งของบางอย่างเมื่อมีการใช้แล้วครั้งหนึ่งสามารถที่จะนำมาใช้ซ้ำได้อีก เช่น ถุงพลาสติก กระดาษ เป็นต้น หรือสามารถที่จะนำมาใช้ได้ใหม่ โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การนำกระดาษที่ใช้แล้วไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อทำเป็นกระดาษแข็ง เป็นต้น ซึ่งเป็นการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรและการทำลายสิ่งแวดล้อมได้

1.3) การบูรณะซ่อมแซม สิ่งของบางอย่างเมื่อใช้เป็นเวลานานอาจเกิดการชำรุดได้ ดังนั้น ถ้ามีการบูรณะซ่อมแซม ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานต่อไปได้อีก

1.4) การบำบัดและการฟื้นฟู เป็นวิธีการที่จะช่วยลดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรด้วยการบำบัดก่อน เช่น การบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนการฟื้นฟูเป็นการรื้อฟื้นธรรมชาติให้กลับสู่สภาพเดิม เช่น การปลูกป่าชายเลน เพื่อฟื้นฟูความสมดุลของป่าชายเลนให้กลับมาอุดมสมบูรณ์ เป็นต้น

1.5) การเฝ้าระวังดูแลและป้องกัน เป็นวิธีการที่จะไม่ให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย เช่น การเฝ้าระวังการทิ้งขยะ สิ่งปฏิกูลลงแม่น้ำ คูคลอง การจัดทำแนวป้องกันไฟป่า เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยทางอ้อม

2.1) การพัฒนาคุณภาพประชาชน โดยสนับสนุนการศึกษาด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องตามหลักวิชา ซึ่งสามารถทำได้ทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียนผ่านสื่อสารมวลชนต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นในการอนุรักษ์ เกิดความรักความหวงแหน และให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง

2.2) การใช้มาตรการทางสังคมและกฎหมาย โดยการจัดตั้งกลุ่ม ชุมชน ชมรม สมาคม เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนการให้ความร่วมมือทั้งทางด้านพลังกาย พลังใจ พลังความคิด ด้วยจิตสำนึกในความมีคุณค่าของสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

2.3) ส่งเสริมให้ประชาชนในท้องถิ่นได้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ช่วยกันดูแลรักษาให้คงสภาพเดิม ไม่ให้เกิดความเสื่อมโทรม เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตในท้องถิ่นของตน

การประสานงานเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ และความตระหนักระหว่างหน่วยงานของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับประชาชน ให้มีบทบาทหน้าที่ในการปกป้อง คุ้มครอง ฟื้นฟูการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

2.4) ส่งเสริมการศึกษาวิจัย ค้นหาวิธีการและพัฒนาเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดการกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีสารสนเทศมาจัดการวางแผนพัฒนา การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ให้มีการประหยัดพลังงานมากขึ้น การค้นคว้าวิจัยวิธีการจัดการ การปรับปรุง พัฒนาสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน เป็นต้น

2.5) การกำหนดนโยบายและวางแนวทางของรัฐบาล ในการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อเป็นหลักการให้หน่วยงานและเจ้าหน้าที่ของรัฐที่เกี่ยวข้องยึดถือและนำไปปฏิบัติ รวมทั้งการเผยแพร่ข่าวสารด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม

แนวทางในการแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือหรือมาตรการในการแก้ไขปัญหาหลายด้านควบคู่กันไป ได้แก่

1) การใช้มาตรการด้านกฎหมาย เช่น การจำกัดเขตการใช้พื้นที่ การออกกฎระเบียบเพื่อควบคุมหรืออนุญาตในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2) การใช้แรงจูงใจในรูปเงินหรือรางวัล การเก็บภาษีการใช้ การให้สิ่งตอบแทนหรือการปรับเมื่อมีการฝ่าฝืน เป็นต้น

3) การให้ความรู้และข้อมูล โดยความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคการวิจัย การสนับสนุนกำลังใจ และการให้การศึกษา

4) การลงทุนโดยตรง เพื่อให้มาตรการในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์โดยตรง

2.13.3 ความต้องการมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1) ธำรงไว้ซึ่งปัจจัยสำคัญของระบบสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนการดำรงชีวิต เป็นการปรับปรุงป้องกันพื้นที่เพื่อการเพาะปลูก การหมุนเวียนแร่ธาตุอาหารพืช ตลอดจนการทำน้ำให้สะอาด

2) สงวนรักษาการกระจายของชาติพันธุ์ ซึ่งขึ้นกับโครงการขยายพันธุ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการปรับปรุงการป้องกันธัญพืช สัตว์เลี้ยง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ตลอดจนการคุ้มครองอุตสาหกรรมนานาชาติที่ใช้ทรัพยากรที่มีชีวิตเป็นวัตถุดิบ

3) สร้างหลักประกันในการใช้พันธุ์พืชสัตว์และระบบนิเวศเพื่อประโยชน์ในการดำรงชีพตามความเหมาะสม

4) สงวนรักษา โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปกรรม ซึ่งเป็นมรดกล้ำค่าไว้ไปยังอนุชนรุ่นหลัง รวมทั้งระบบสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น

ความต้องการมีการอนุรักษ์การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมดังกล่าวเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติมีความจำเป็นในการยังชีพและการพัฒนา ความต้องการที่จะกำหนดวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันและแก้ปัญหาการอนุรักษ์ที่สำคัญ สมรรถภาพของการอนุรักษ์ทั่วประเทศและระหว่างประเทศยังขาดจากการจัดการและประสานงานที่ดี และโบราณสถาน ศิลปวัฒนธรรม ได้ถูกทำลายอย่างมากจากการกระทำของมนุษย์และการพัฒนาต่าง ๆ

2.13.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความร่วมมือในการจัดการสิ่งแวดล้อม

1) การมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องทุกระดับ (Ostrom, 2001) หมายถึง การให้ผู้ที่เกี่ยวข้องและมีส่วนได้เสียในประโยชน์ส่วนใหญ่เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดกฎเกณฑ์ การวางแผนและการบริหารจัดการโครงการหรือกิจกรรมทางด้านการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

2) ความตระหนักต่อปัญหา (Ostrom, 2001) หมายถึง ความรู้สึกของคนในชุมชนที่แสดงถึงการรับรู้ ความเข้าใจ การคิดได้ การมองเห็นคุณค่าและแสดงออกเป็นพฤติกรรมเข้าร่วมกิจกรรมทางด้านการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

3) การกระจายอำนาจและการสนับสนุนจากรัฐบาล หมายถึง การกระจายอำนาจโดยให้ประชาชนผู้มีส่วนได้เสียมีอำนาจในการตัดสินใจ การวางแผน และการดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมทางด้านการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมภายใต้การดูแลและการสนับสนุนของหน่วยงานภาครัฐ

4) ความแตกต่างทางกายภาพ วัฒนธรรม และผลประโยชน์ (Ostrom, 2001) หมายถึง การจัดระเบียบความร่วมมือในกลุ่มคนในชุมชน โดยพิจารณาจากประเภทและความหลากหลายในชุมชน

5) การสร้างกฎระเบียบ (Woodfield et al., 2006) หมายถึง การกำหนดแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ด้านการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม เพื่อให้คนในชุมชนปฏิบัติร่วมกัน

6) การเรียนรู้และการปรับตัวของผู้มาใหม่ (Ostrom, 2001) หมายถึง การปรับตัวเข้าหากันของสมาชิกใหม่ที่ย้ายถิ่นฐานเข้ามาอยู่อาศัยในชุมชนภายหลัง

7) การชดเชยผู้ที่ได้รับผลกระทบ (Ostrom, 2001)

8) การมีทางเลือกที่หลากหลาย (Hermans et al., 2007) หมายถึง การใช้เทคนิคความร่วมมือกันในการวางแผนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายทางเลือก (Multi-Criteria Decision Analysis: MCDA) จะช่วยทำให้มีเครื่องมือในการตัดสินใจที่ดี

9) การประสานความร่วมมือโดยองค์กรกลางและการจัดตั้งองค์กรเฉพาะกิจ หมายถึง การร่วมมือกันในลักษณะของการจัดตั้งองค์กรเฉพาะกิจขึ้นมาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.14 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางธุรกิจ การเงิน และเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางธุรกิจ การเงิน และเศรษฐศาสตร์ เป็นการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนสำหรับแต่ละโครงการ โดยพิจารณาจากเงินลงทุน ผลตอบแทน และการคืนทุน ที่จะได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

1) หลักการระยะคืนทุน (Payback Period: PB) ระยะเวลาคืนทุนเป็นการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของโครงการที่ทำ โดยมีหน่วยวัดเป็นระยะเวลาว่าเมื่อลงทุนในโครงการไปแล้วจะใช้ระยะเวลาเท่าไหร่ในการคืนทุน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{กระแสเงินสดจ่ายลงทุน}}{\text{กระแสเงินสดสุทธิรายปี}}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ จะคำนวณโดยการใช้อัตราคิดลดซึ่งทำให้มูลค่าของผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าของการลงทุน ถ้าค่า IRR ≥ r แสดงว่า อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ทำได้สูงกว่าการอัตราคิดลด (r) ของโครงการ ดังนั้น จึงสมควรลงทุน ถ้าค่า IRR < r แสดงว่า การดำเนินโครงการนี้ไม่เหมาะกับการลงทุน

$$IRR = \sum_{t=0}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} = 0$$

เมื่อ B_t คือ ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาสินค้าทุนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

r คือ อัตราส่วนลด (Discount Rate) หรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

t คือ ปีการดำเนินงานโครงการคือตั้งแต่ปีที่1, 2, 3, ..., n

n คือ อายุของโครงการ (ปี)

3) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมดของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ถ้าค่า NPV ≥ 0 แสดงว่า โครงการนี้ให้ผลตอบแทนซึ่งคิดเป็นมูลค่าสูงกว่าหรือเท่ากับต้นทุนที่จ่ายไป จึงเหมาะที่จะลงทุน แต่ถ้าได้ค่า NPV < 0 แสดงว่า โครงการนี้ให้ผลตอบแทนน้อยกว่ามูลค่าที่ลงทุนไป ดังนั้น จึงไม่เหมาะแก่การลงทุน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{NPV} = \sum_{i=1}^{T} \frac{C_i}{(1+r)^i} - C_0$$

เมื่อ C_0 คือ เงินลงทุนเริ่มแรก

C คือ กระแสเงินสด

r คือ อัตราคิดลด (Discount Rate)

T คือ ระยะเวลา (อายุของโครงการ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit to Cost: B/C Ratio) คือ อัตราส่วนของผลรวมของผลตอบแทนทั้งหมดของโครงการกับผลรวมของต้นทุนทั้งหมดของโครงการ ถ้าค่า BCR ≥ 1 แสดงว่า ผลตอบแทนของมูลค่าทั้งหมดของโครงการปัจจุบันมีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับต้นทุนของโครงการปัจจุบัน จึงสมควรแก่การลงทุน ถ้าค่า BCR < 1 แสดงว่า ผลตอบแทนจากการลงทุนน้อยกว่าต้นทุนของโครงการ จึงไม่เหมาะแก่การลงทุน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$B/C\ Ratio = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0}$$

เมื่อ B_t คือ ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_0 คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

i คือ อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้

t คือ ปีการดำเนินงานโครงการคือ ตั้งแต่ปีที่1, 2, 3, ..., n

n คือ อายุของโครงการ (ปี)

การพิจารณาผลตอบแทนหรือต้นทุนที่จะได้รับจากโครงการ

1. ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของโครงการ (Costs and Expenses)

1.1) ต้นทุนที่สามารถวัดค่าได้ (Tangible Costs) คือ ต้นทุนที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ เช่น ค่าออกแบบ ค่าใช้จ่ายในการวางแผน ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ ผลตอบแทนวิศวกร เป็นต้น

1.2) ต้นทุนที่ไม่สามารถวัดค่าได้ (Intangible Costs) คือ ต้นทุนที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ โดยมากจะเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการจัดการความเสี่ยง เช่น การนำระบบการทำงานรูปแบบใหม่เข้ามาใช้ ความพึงพอใจของพนักงาน เป็นต้น

2. ผลประโยชน์หรือผลตอบแทนที่จะได้รับจากโครงการ (Benefit)

2.1) ผลตอบแทนที่สามารถวัดค่าได้ (Tangible Benefit) คือ ผลตอบแทนที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ เช่น การลดลงของค่าน้ำค่าไฟฟ้า การลดลงของค่าแรงพนักงาน เป็นต้น

2.2) ผลตอบแทนที่ไม่สามารถวัดค่าเป็นตัวเงินได้ (Intangible Benefit) คือ ผลตอบแทนที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ชัดเจน เช่น ความพึงพอใจในโครงการ การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มูลค่าที่จับต้องได้ (Tangible Value) และมูลค่าที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Value) สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์นั้นในส่วนของ Tangible Value ประกอบด้วย ค่าออกแบบ ค่าติดตั้งระบบ ค่าบำรุงรักษา ค่าที่ดิน สำหรับ Intangible Value ประกอบด้วย ผลกระทบจากเสียงหรือกลิ่น การรับรู้ถึงคุณภาพของน้ำที่ดีขึ้น การตระหนักถึงการใช้สารเคมีที่จะมีผลกระทบกับแหล่งน้ำ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น ในการคำนวณหาค่าของการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) Gokhale and Hastak (2000) และ Bottero and Dalmasso (2011) ได้นำวิธี Analytical Hierarchy Process (AHP) มาคำนวณค่า Tangible Value และ Intangible Value เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งเป็นการเอา Weight มาคูณกับแต่และ Value เพื่อหาความสำคัญ ดังนี้

Weight of Important (W) = $\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$

Matrix of Criteria = $\begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{1i} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{1j} & \cdots & B_{ij} \end{bmatrix}$

Total Impact = $\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{1i} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{1j} & \cdots & B_{ij} \end{bmatrix}$

ราคาเงา (Shadow Price) คือ ราคาของสินค้าหรือบริการที่ประเมินขึ้นโดยไม่ได้ใช้กลไกตลาดหรือการซื้อขายผ่านตลาด ราคาเงาจึงเป็นราคาสมมุติ (Hypothetical Norms) ซึ่งเป็นราคาที่พยายามจะทำให้ราคาของปัจจัยการผลิตเท่ากับราคาที่แท้จริงหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหาราคาที่สะท้อนค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิต (สมบัติ พันธวิศิษฏ์, 2555)

มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (Contingent Valuation Method: CVM) สามารถวัดได้จาก 2 รูปแบบ คือ ความเต็มใจที่จะยอมรับ (Willingness to Accept: WTA) และความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) โดยรูปแบบการวัดค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) จะนิยมใช้มากกว่าความเต็มใจที่จะยอมรับ (WTA) วิธีของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (CVM) เป็นการถามคำถามเพื่อให้บุคคลกลุ่มศึกษาบอกประโยชน์หรือโทษในรูปของมูลค่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่กำลังเกิดขึ้นจริงหรือสมมุติขึ้น ซึ่งอดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ (2541) ได้นำเสนอขั้นตอนในการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี CVM ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมและสรุปผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่มีหน่วยวัดในเชิงปริมาณ พร้อมทั้งระยะเวลา

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดขนาดประชากร โดยการระบุจำนวนคนที่ได้รับผลกระทบ ระยะเวลาที่ได้รับผลกระทบ และสภาพเศรษฐกิจของกลุ่มประชากรที่ได้รับผลกระทบ

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำกลุ่มศึกษา (Focus Group) การจัดทำกลุ่มศึกษา (Focus Group) เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องว่าประชาชนมีทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อมในแนวทางใด เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบสอบถาม ซึ่งคำถามควรประกอบด้วยประเด็นสำคัญ เช่น ลักษณะการใช้ประโยชน์

รูปแบบของประโยชน์ของสภาพแวดล้อมที่มีต่อประชาชน ผลกระทบของโครงการต่อประชาชน เช่น ค่าเก็บขยะ ค่าบำบัดน้ำเสีย ค่าชดเชยที่จะเกิดขึ้น เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สร้างแบบจำลอง นำข้อมูลจากกลุ่มศึกษามาสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายพฤติกรรมของประชาชนต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม สามารถทำได้โดย

1) พิจารณาแบบจำลองมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (CVM) ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม เช่น การสร้างแบบจำลอง Open-Ended, Closed-Ended Single Bound, Closed-Ended Double Bound หรือ Bidding Game การเลือกแบบจำลอง ควรเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุดและมีข้อดีข้อเสียอย่างไร

2) ทำการสร้างสมการที่ใช้ในแบบจำลองโดยการพิจารณาถึง

2.1) ประเภทของ Preference Ordering Function (Direct Utility Function หรือ Distance Function)

2.2) ที่มาของตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง

2.3) สมการที่ใช้ในการอนุมานค่าสัมประสิทธิ์ (Estimating Equation)

2.4) รูปแบบของสมการที่ใช้ในการอนุมาน (Function Form)

2.5) คุณสมบัติของตัวแปร Error Term (Normal, Logistics)

2.6) สมการหรือวิธีการที่ใช้ในการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (Welfare Measurement)

ขั้นตอนที่ 5 จัดทำการสำรวจทัศนคติประชาชน การสำรวจทัศนคติของประชาชนอาจทำได้โดยการสัมภาษณ์ตัวต่อตัว โทรศัพท์สัมภาษณ์ แบบสอบถาม หรือจดหมายตอบกลับ ซึ่งควรมีการสำรวจข้อมูลใน 3 หมวด คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การสำรวจข้อมูลส่วนบุคคลของประชากร เช่น อายุ รายได้ ระดับการศึกษา เพศ เป็นต้น

2) การให้ข้อมูลกับประชาชนเกี่ยวกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม เช่น ผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ลักษณะโครงการที่จะมีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3) ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติของประชาชน เช่น ความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) ความเต็มใจที่จะยอมรับ (WTA) ความพอใจต่อการชดเชย (WTAC) เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 6 สุ่มตัวอย่าง ในการสุ่มตัวอย่าง ควรเป็นตัวแทนของประชากรที่ระบุไว้ตามขั้นตอนที่ 2 ควรเลือกวิธีการสุ่มที่ไม่ทำให้ตัวอย่างที่ได้มาบิดเบือนไปในด้านใดด้านหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 7 เก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลอาทำโดยการส่งแบบสอบถาม ซึ่งการใช้คำพูดหรือข้อความในแบบสอบถามต้องระวังเพื่อป้องกันการเกิดความเอนเอียงทางด้านข้อมูล (Information Bias)

ขั้นตอนที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้เครื่องมือทางสถิติ

2) การวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 9 คำนวณมูลค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ผู้ศึกษาควรเสนอวิธีการคำนวณและขนาดของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 10 ทดสอบความน่าเชื่อถือของวิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของวิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ด้าน คือ ความน่าเชื่อถือ (Reliability Test) และความถูกต้องของเนื้อหา (Validity Test)

2.15 ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willing to Pay: WTP)

ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willing to Pay: WTP) หมายถึง ความยินดีหรือความเต็มใจของผู้บริโภคที่พร้อมจะจ่ายค่าสินค้าหรือบริการชนิดใดชนิดหนึ่ง ทั้งนี้ ราคาที่ผู้บริโภคยินดีที่จะจ่ายขึ้นอยู่กับการประเมินมูลค่าของสินค้าและบริการนั้น (ภราดร ปรีดาศักดิ์, 2549) วิธีการวิเคราะห์มูลค่าของความเต็มใจที่จะจ่ายสามารถใช้ เทคนิคเศรษฐมิติในการคำนวณได้ 2 วิธีหลัก (คมสัน สุริยะ, 2547; รติ ธีรการุณวงศ์, 2548) คือ วิธีการทางตรง (Direct Method) ซึ่งเป็นการสอบถามความเต็มใจที่จะจ่ายโดยตรง ประกอบด้วยวิธี Contingent Method (CVM) และวิธี State Preference Method เป็นต้น และวิธีการทางอ้อม (Indirect Method) ซึ่งเป็นการสังการสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภคแล้วนำมาคำนวณเป็นความยินดีที่จะจ่าย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม อาทิ

1) ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการจัดการบำบัดน้ำเสียในห้วยตองแวด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยธนณะชัย หนันแก้ว และ ปวีณา คำพุกกะ (2557) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อการจัดการบำบัดน้ำเสียในห้วยตองแวด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชาชนที่อาศัยในชุมชนริมห้วยตองแวด 8 หมู่บ้าน ในตำบลโพธิ์ใหญ่และตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 378 คน โดยใช้แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ความถดถอย

โลจิสติกส์ (Logistic Regression Analysis) ผลการวิจัยพบว่า มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 24.77 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ เพศ การศึกษาระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลายหรือประกาศนียบัตร วิชาชีพ และพนักงานบริษัทเอกชน ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อการจัดการ บำบัดน้ำเสียในห้วยตองแวด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .10 ในขณะที่ความรู้เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย การตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม และการรับรู้ความเสี่ยงทางสุขภาพ ไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อการจัดการบำบัดน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากชุมชนของตำบลโพธิ์ใหญ่และตำบลเมืองศรีไคเป็นชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบท ประชาชนส่วนใหญ่ยังประกอบอาชีพเกษตรกรรมและยังพึ่งพาอาศัยการใช้ประโยชน์จาน้ำของห้วยตองแวดในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ด้วยชุมชนนี้ยังคงความเป็นสังคมเกษตรกรรม ผู้หญิงส่วนใหญ่จึงเป็นแม่บ้านมีหน้าที่ดูแลบ้านและประกอบอาหาร มีการทิ้งน้ำเสียจากบ้านเรือนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียในห้วยตองแวด สำหรับระดับการศึกษามีผลต่อการตัดสินใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาและประกอบอาชีพเกษตรกร แสดงให้เห็นว่า เป็นสังคมเกษตรกรรมซึ่งต้องพึ่งพาอาศัยแหล่งน้ำในการดำรงชีวิต เมื่อประสบกับปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้น จึงเกิดความหวงแหนและต้องการรักษาแหล่งน้ำในการดำรงชีพให้มีสภาพดังเดิม ส่วนพนักงานบริษัท เอกชนเป็นผู้ที่มีอาชีพมั่นคงและมีรายได้สม่ำเสมอ จึงมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อการจัดการบำบัดน้ำเสียมากว่าผู้ที่มีอาชีพไม่มั่นคงและมีรายได้ไม่สม่ำเสมอ เช่น เกษตรกร รับจ้าง เป็นต้น

2) การศึกษาความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรง จังหวัดสงขลา โดยณัฐพร คำแหง และคณะ (ม.ป.ป.) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลประโยชน์จากการปรับปรุงคุณภาพน้ำคลองสำโรง จังหวัดสงขลา โดยใช้วิธีประเมินมูลค่าสมมติเหตุการณ์ (Contingent Valuation Method: CVM) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณคลองสำโรง จำนวน 400 ราย โดยการสมมติสถานการณ์บนพื้นฐานที่จะเกิดขึ้นจริง (สมมติเหตุการณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำออกเป็น 4 สถานการณ์) เพื่อหาความเต็มใจจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ซึ่งใช้คำถามแบบปิด (Close – Ended) วิธี Bidding Game Question ผลจากการศึกษาพบว่าปัญหาน้ำมีกลิ่นเหม็นรบกวนและน้ำมีสีดำเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของคลองสำโรง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระยะห่างของบ้านกับคลองน้อยกว่า 10 เมตร ทำให้การรับรู้ถึงปัญหาด้านกลิ่นและปัญหาน้ำมีสีดำเป็นเรื่องที่สำคัญกว่าปัญหาด้านทัศนียภาพ ประกอบกับปัญหาด้านกลิ่นเป็นปัญหาที่รับรู้ได้โดยประสาทสัมผัสและเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณคลองสำโรง รองลงมาคือ ปัญหาขยะในลำคลอง ความเสื่อมโทรม

ด้านทัศนียภาพ และผักตบชวา ตามลำดับ ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรงพบว่า สถานการณ์ที่ 1 ถ้ามีการปรับปรุงคุณภาพน้ำของคลองสำโรงให้ปราศจากขยะ น้ำใส ไม่มีกลิ่น และไม่มีวัชพืช กลุ่มตัวอย่างมีความเต็มใจจ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 95.40 บาทต่อคนต่อปี โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่าย ได้แก่ ความรุนแรงของปัญหา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน รายจ่ายค่าน้ำที่ใช้ประโยชน์ ระดับการศึกษา และระยะเวลาที่อาศัยอยู่บริเวณคลองสำโรง สถานการณ์ที่ 2 ถ้ามีเงื่อนไขของสถานการณ์ที่ 1 รวมทั้งมีการปรับปรุงภูมิทัศน์ริมฝั่งคลองสำโรงให้สวยงาม เพื่อให้สามารถเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจได้ กลุ่มตัวอย่างมีความเต็มใจจ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 115.60 บาทต่อคนต่อปี โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่าย ได้แก่ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความรุนแรงของปัญหา ระดับการศึกษา ปริมาณการใช้น้ำ รายจ่ายค่าน้ำที่ใช้ประโยชน์ และระยะห่างของที่อยู่อาศัยกับคลองสำโรง สถานการณ์ที่ 3 ถ้ามีเงื่อนไขของสถานการณ์ที่ 1 และ 2 รวมทั้งมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำของคลองสำโรงจากระดับคุณภาพน้ำที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ให้สามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้ กลุ่มตัวอย่างมีความเต็มใจจ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 145.60 บาทต่อคนต่อปี โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่าย ได้แก่ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความรุนแรงของปัญหา ระยะห่างของที่อยู่อาศัยกับคลองสำโรง รายจ่ายค่าน้ำที่ใช้ประโยชน์ ระดับการศึกษา และระยะเวลาที่อาศัยอยู่บริเวณคลองสำโรง และสถานการณ์ที่ 4 ถ้ามีเงื่อนไขของสถานการณ์ที่ 1, 2 และ 3 รวมทั้งมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำของคลองสำโรงให้อยู่ในระดับคุณภาพที่สามารถเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและอนุบาลเพาะพันธุ์สัตว์น้ำได้ ทำการประมงได้ และนำมาใช้ในการอุปโภค (ซักล้างในครัวเรือนได้) กลุ่มตัวอย่าง มีความเต็มใจจ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 180.80 บาทต่อคนต่อปี โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่าย ได้แก่ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความรุนแรงของปัญหา ระยะห่างของที่อยู่อาศัยกับคลองสำโรง อาชีพแม่บ้าน ระดับการศึกษา ปริมาณการใช้น้ำ และรายจ่ายค่าน้ำที่ใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ เป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาสูง จะมีความรู้ความเข้าใจ ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และตระหนักถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น รวมถึงเห็นถึงประโยชน์และความคุ้มค่าที่จะได้รับจากการปรับปรุงคลองสำโรง กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้มากกว่าย่อมมีความสามารถที่จะจ่ายเงินในการฟื้นฟูคลองสำโรงได้มากกว่าตามทฤษฎีพฤติกรรมผู้บริโภค ที่ว่าเมื่อรายได้ของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจะทำให้ความสามารถในการซื้อเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่บริเวณคลองสำโรงเป็นเวลานานพอสมควร จะรับรู้ถึงปัญหาน้ำมีกลิ่นเหม็น มีสีดำ และมีวัชพืช หากระดับความรุนแรงของปัญหาเพิ่มขึ้น ผลเสียที่จะเกิดกับกลุ่มตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถที่จะยอมทนอยู่กับสภาพของปัญหาดังกล่าวได้ กลุ่มตัวอย่างจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายเงินเพื่อใช้ในการฟื้นฟูเพิ่มขึ้นด้วย กลุ่มตัวอย่างมีบ้านเรือนอยู่ไม่ห่างจากคลองสำโรงมากนักย่อมสามารถรับรู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีกว่าผู้ที่อยู่ห่างออกไป จึงทำให้มีความเต็มใจจ่ายเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้มากกว่า อีกทั้งยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างจะใช้น้ำประปาในการทำกิจกรรมในครัวเรือนทั้งการ

อุปโภคและบริโภค การฟื้นฟูคลองสำโรงก็ไม่สามารถทำให้ประชาชนในชุมชนนำน้ำจากคลองมาใช้ เพราะน้ำในคลองไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากเหมือนน้ำประปา นอกจากนี้ ยังพบว่าเพศและอายุไม่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรง เนื่องจาก เพศไม่ใช่ปัจจัยที่สำคัญเมื่อเทียบกับปัจจัยในด้านอื่น และไม่ว่ากลุ่มตัวอย่างจะมีอายุอยู่ในช่วงใดหากเห็นความสำคัญในการฟื้นฟูคลองสำโรง กลุ่มตัวอย่างก็มีความเต็มใจที่จะจ่าย การเห็นคุณค่าของน้ำไม่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรง เพราะหากกลุ่มตัวอย่างมีการเห็นคุณค่าของน้ำแต่ไม่มีกาลังในการที่จะจ่ายเงินเพื่อฟื้นฟูคลองสำโรง ก็ไม่สามารถจ่ายเงินในการฟื้นฟูคลองสำโรงได้ หรือแม้ว่าจะเห็นคุณค่าของน้ำ แต่ไม่เชื่อว่าเงินที่จ่ายไปจะสามารถฟื้นฟูคลองได้จริง ก็จะไม่เต็มใจจ่ายไม่ว่าจะเป็นสถานการณ์ใดก็ตาม ส่วนแหล่งที่มาของทรัพยากรน้ำที่ใช้ประโยชน์ไม่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรง กล่าวคือ ไม่ว่ากลุ่มตัวอย่างจะมีแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์มาจากแหล่งใดก็ตาม ต่อให้มีการฟื้นฟูคลองสำโรง กลุ่มตัวอย่างก็ยังไม่เห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากการฟื้นฟูคลองสำโรง เพราะประชาชนส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำประปา (ณัฐพร คำแหง, ม.ป.ป.)

3) ความเต็มใจที่จะจ่ายและปัจจัยที่กำหนดความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ (ชัยวิรัตน์ มุ่งจันทร์ และ เรณู สุขารมณ์, 2553) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ โดยใช้วิธีสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่า (Contingent Valuation Method) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่อาศัยอยู่ริมคลองแสนแสบ จำนวน 376 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอย Censored Logistic Regression ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบโดยเฉลี่ย 163.68 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ ได้แก่ ความตระหนักรู้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ รายได้ต่อเดือน ความรู้ความเข้าใจในการบำบัดน้ำเสีย ระดับการศึกษา และจำนวนเงินเสนอเริ่มต้น

ตารางที่ 7 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

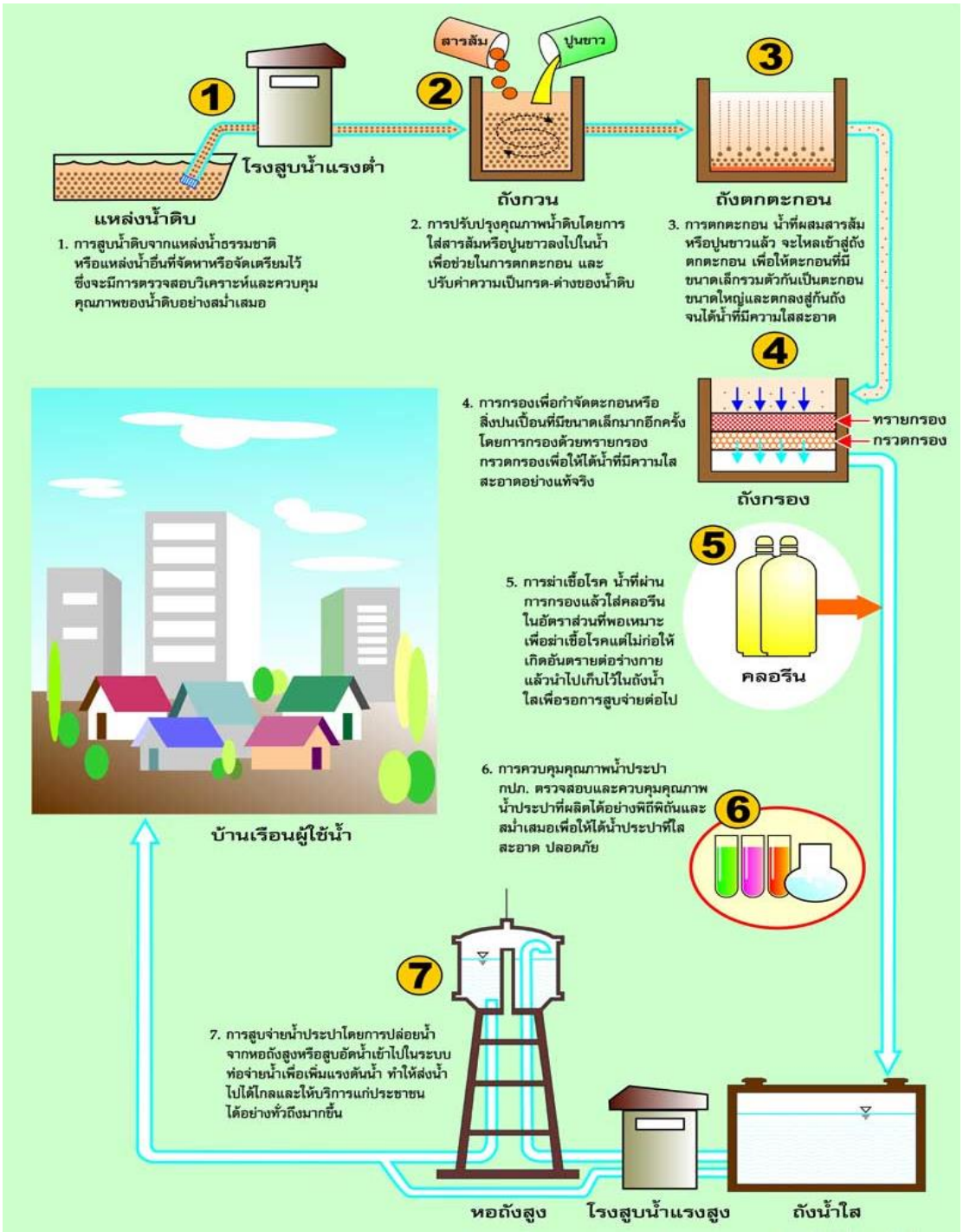
งานวิจัย	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย
1) ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการจัดการบำบัดน้ำเสียในห้วยตองแวด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี (ธนณะชัย หนันแก้ว และ ปวีณา คำพุกกะ, 2557)	- ศึกษาความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชน - ศึกษาความต้องการและผลกระทบที่ได้จากแนวทางการแก้ไขน้ำเสียของชุมชน	- ลักษณะส่วนบุคคล (เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ และพื้นที่อยู่อาศัย) - ความรู้เกี่ยวกับการจัดการบำบัดน้ำเสีย - การตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม - การรับรู้ความเสี่ยงทางสุขภาพ	- เพศ - การศึกษาระดับประถมศึกษา/มัธยมศึกษาตอนปลายหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ - พนักงานบริษัทเอกชน
2) การศึกษาความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรง จังหวัดสงขลา (ณัฐพร คำแหง และคณะ)	- เพื่อประเมินผลประโยชน์จากการปรับปรุงคุณภาพน้ำคลองสำโรง จังหวัดสงขลา	- เพศ - อายุ - ระดับการศึกษา - อาชีพ - รายได้เฉลี่ยต่อเดือน - ระยะเวลาที่อาศัยอยู่บริเวณคลองสำโรง - ระยะห่างของที่อยู่อาศัยกับคลองสำโรง - ความรุนแรงของปัญหา - ปริมาณการใช้น้ำ - รายจ่ายค่าน้ำที่ใช้ประโยชน์ - การตระหนักถึงคุณค่าของน้ำ	- ระดับการศึกษา - อาชีพแม่บ้าน - รายได้เฉลี่ยต่อเดือน - ระยะเวลาที่อาศัยอยู่บริเวณคลองสำโรง - ระยะห่างของที่อยู่อาศัยกับคลองสำโรง - ความรุนแรงของปัญหา - ปริมาณการใช้น้ำ - รายจ่ายค่าน้ำที่ใช้ประโยชน์

ตารางที่ 7 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย
3) ความเต็มใจที่จะจ่ายและปัจจัยที่กำหนดความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ (ชัยวิรัตน์ มุ่งจันทร์ และเรณู สุขารมณ์, 2553	- เพื่อประเมินมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ - เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ	- เพศ - อายุ - จำนวนสมาชิกในครัวเรือน - ระดับการศึกษา - ความตระหนักรู้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ - ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย - รายได้ต่อเดือน - จำนวนเงินราคาเสนอเริ่มต้น	- ระดับการศึกษา - รายได้ต่อเดือน - ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย - ความตระหนักรู้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ - จำนวนเงินเสนอเริ่มต้น

2.16 การผลิตน้ำประปา

2.16.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค

จากภาพที่ 13 น้ำประปาเป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ มากมายกว่าจะเป็นน้ำประปาให้บริการแก่ประชาชนได้นั้น มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน และต้องมีการลงทุนที่สูงมาก โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1) การสูบน้ำ การผลิตน้ำประปาเริ่มจากโรงสูบน้ำแรงต่ำ ทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต ซึ่งน้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้นต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรกโสโครกปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้วว่าสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำประปาได้ และต้องมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง

2) การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ น้ำดิบที่สูบเข้ามาแล้ว จะถูกผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มปูนขาว เป็นต้น เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้มจะช่วยให้มีการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำหรือบางครั้งจะมีการเติมคลอรีน เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่อาจปะปนมากับน้ำในชั้นต้นนี้ก่อน

3) การตกตะกอน ขั้นตอนนี้จะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้วที่ทำให้เกิดการหมุนวนเวียนเพื่อให้น้ำกับสารเคมีรวมตัวกันจะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และจะนำน้ำเหล่านั้นให้เข้าสู่ถังตะกอนที่มีขนาดใหญ่ เพื่อทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะตกลงสู่ก้นถังและถูกดูดทิ้ง น้ำใสด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4) การกรอง ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียดเพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กมากในน้ำและให้มีความใสสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสมาก แต่จะมีความขุ่นหลงเหลืออยู่ประมาณ 0.2 - 2.0 หน่วยความขุ่น และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

5) การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่อาจจะมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ดังนั้น จึงจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้คลอรีน ซึ่งคลอรีนนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดีน้ำที่ได้รับการผสมคลอรีนแล้ว เรียกว่า น้ำประปา สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้ และจะทำการจัดเก็บไว้ในถังขนาดใหญ่ เรียกว่า ถังน้ำใส เพื่อจัดการบริการต่อไป

6) การควบคุมคุณภาพน้ำประปา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะน้ำประปาที่ทำการผลิตมาแล้วนั้น จะต้องวิเคราะห์ตรวจสอบอีกครั้งจากนักวิทยาศาสตร์และการตรวจสอบนี้จะดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาด ปลอดภัย สำหรับการอุปโภคบริโภค

7) การสูบจ่าย น้ำประปาที่ผลิตมาแล้วนั้นจะต้องให้บริการถึงบ้านเรือนของผู้ใช้น้ำโดยส่งผ่านไปตามเส้นท่อ ดังนั้น การสูบจ่ายจึงมีความจำเป็น ด้วยการส่งจากหอถังสูงที่สามารถบริการได้ในพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ที่ไกลออกไปหรือมีความสูงมากจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดแรงดันน้ำ เพื่อให้น้ำประปาสามารถบริการได้อย่างทั่วถึง

2.16.2 ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปา

ตารางที่ 8 การคิดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

ลำดับ	ประเภทต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย	จำนวนเงินสุทธิ (บาท)
1	ค่าใช้จ่ายบุคคล	2,501,802,209.63
2	ค่าวัสดุการผลิตและไฟฟ้า	6,191,978,336.76
3	ค่าวัสดุดำเนินการซ่อมบำรุงและสำนักงาน	510,290,694.30
4	ค่าใช้สอย	687,292,874.55
5	ค่าเสื่อมราคาและตัดจำหน่าย	2,591833,915.06
6	ค่าใช้จ่ายที่ไม่เกี่ยวกับการดำเนินงาน	190,625,654.20
ค่าใช้จ่ายรวม		12,673,823,684.50
ปริมาณน้ำจำหน่าย (ล้านลูกบาศก์เมตร)		834.92
ต้นทุนการผลิตน้ำประปาต่อหน่วย (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)		15.18

ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค, 2551, อ้างถึงใน ณัฐวีร์ สิขิวัฒน์, 2552.

จากตารางที่ 8 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายบุคคล ประกอบด้วย เงินเดือนและค่าจ้างประจำ ค่าจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทนและสวัสดิการพนักงาน เงินสมทบกองทุนสงเคราะห์ เงินสมทบกองทุนสำรองเลี้ยงชีพ โบนัสจ่าย

2) ค่าวัสดุการผลิตและไฟฟ้า ประกอบด้วย ค่าวัสดุการผลิต ค่าไฟฟ้า

3) ค่าวัสดุดำเนินการซ่อมบำรุงและสำนักงาน ประกอบด้วย ค่าวัสดุดำเนินการและซ่อมบำรุง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ค่าวัสดุสำนักงาน

4) ค่าใช้สอย ประกอบด้วย ค่าธรรมเนียมการสอบบัญชี ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ค่าใช้จ่ายและค่าติดตั้งสาธารณูปโภค ค่าธรรมเนียมธนาคารและค่าธรรมเนียมอื่น หนี้สงสัยจะสูญ ค่าจ้างและบริการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอื่น ๆ

5) ค่าเสื่อมราคาและตัดจำหน่าย ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ ค่าตัดจำหน่ายสิทธิการใช้ทรัพย์สิน ค่าตัดจำหน่ายโปรแกรมคอมพิวเตอร์

6) ค่าใช้จ่ายที่ไม่เกี่ยวกับการดำเนินงาน ประกอบด้วย ค่าปรับและค่าเสียหาย จ่ายคืน ต้นทุนจากการจำหน่ายวัสดุ ขาดทุนจากการจำหน่ายสินทรัพย์ ค่าใช้จ่ายอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ การคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายจำแนกตามประเภทต้นทุนและค่าใช้จ่าย ยังไม่สามารถสะท้อนต้นทุนการผลิตที่แท้จริงได้ เนื่องจากแต่ละสำนักงานประปามีต้นทุนการผลิตที่แตกต่างกันตามลักษณะเฉพาะบางประการ อาทิ พื้นที่ตั้งสำนักงานประปา เป็นต้น

2.17 พลาสติก

พลาสติกเกือบทุกชนิดก่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการปล่อยสารพิษเข้าไปในอากาศและน้ำทำให้เกิดภาวะมลพิษ และต้องอาศัยพลังงานสูงกว่าการผลิตแก้ว นอกจากนี้ พลาสติกที่ได้จากการรีไซเคิลจะมีคุณภาพด้อยลงจากผลิตภัณฑ์ก่อนการรีไซเคิล ดังนั้นจึงไม่สามารถนำกลับมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เดิมได้ ต้องทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ด้อยคุณภาพลงไป ตัวอย่างเช่น โฟมบรรจุอาหารรีไซเคิลเป็นโฟมกันกระแทก (ไม่สามารถกลับมาใส่อาหารได้อีก) ซึ่งในกระบวนการรีไซเคิลนี้ต้องมีการเพิ่มวัตถุดิบหรือต้นทุนด้านอื่น ๆ อีกด้วย ในขณะที่หากนำไปย่อยสลายจะทำได้ยากด้วยวิธีฝังกลบ ส่วนการเผาขวดพลาสติกเหลือใช้ชนิดพีวีซีจะเป็นตัวก่อให้เกิดสารไดออกซิน ยกเว้นต้องใช้เตาเผาอุณหภูมิสูงถึง 1300 องศาเซลเซียส ถุงพลาสติกอีกประเภทหนึ่ง คือ ถุงพลาสติกชีวภาพหรือพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยและคิดค้นถุงพลาสติกที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ผลิตได้จากแป้งมันสำปะหลังและข้าวโพด พลาสติกชนิดนี้เมื่อถูกฝังกลบในสภาวะที่เหมาะสมจะถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์และแบคทีเรียในธรรมชาติ เมื่อย่อยสลายหมดแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำ มวลชีวภาพ ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตของพืช จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่า การใช้พลาสติกควรเลือกให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติกชนิดนั้น ๆ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้และที่สำคัญคือควรใช้เท่าที่จำเป็น เลือกใช้วัสดุอื่นที่สามารถทดแทนได้ ตัวอย่างเช่น แก้ว ถุงพลาสติกชีวภาพ เป็นต้น เพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมด้วย

ขวดพลาสติกเหลือใช้เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อหลายสิ่งในชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาด้านสุขภาพ ตลอดจนปัญหาที่อาจคาดไม่ถึงอีกนานัปการ หากไม่มีการควบคุมการใช้พลาสติก ขวดพลาสติกเหลือใช้ก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนยากจะควบคุมและอาจก่อให้เกิดการกำจัดขวดพลาสติกเหลือใช้อย่างไม่เหมาะสม เช่น การเผาทำลายที่อาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การฝังกลบที่อาจเป็นพิษต่อดิน น้ำ สัตว์บก และสัตว์น้ำต่าง ๆ รวมไปถึงพืชผักทางการเกษตร เป็นต้น ดังนั้น เพื่อเป็นการต่อยอดด้วยการนำขวดพลาสติกเหลือใช้กลับไปรีไซเคิลและลดปริมาณขวดพลาสติกเหลือใช้ไปพร้อมกัน ผู้วิจัยจึงเลือกนำขวดพลาสติกเหลือใช้มาเป็น

ตัวกลางในนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ที่พัฒนาขึ้น

โดยทั่วไปพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้แบ่งตามชนิดได้เป็น 7 ชนิด ซึ่งจะมีการแสดงสัญลักษณ์ไว้บนผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในการคัดแยกพลาสติกสำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่ ลักษณะสัญลักษณ์ คือ ลูกศรวิ่งวนเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า มีเลขกำกับอยู่ภายใน และมีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ฐานของสามเหลี่ยม ซึ่งเรียกว่า “รหัสพลาสติก” กำหนดโดย NA Society of the Plastics Industry ในปี ค.ศ. 1988 แสดงได้ดังตารางที่ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 สัญลักษณ์แสดงชนิดของพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

รหัส	เรซิน	คุณสมบัติ	การใช้ประโยชน์	การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)
	โพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate: PET)	พลาสติกโพลีเมอร์ใส เนื้อเหนียว มีความทนทานต่อแรงกระแทก และมีคุณสมบัติในการป้องกันการแพร่ผ่านของก๊าซได้ดี	ใช้ในการผลิตขวดเครื่องดื่มที่ไม่ได้บรรจุแอลกอฮอล์ เช่น ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช เป็นต้น	ผลิตเส้นใยโพลิเอสเตอร์ เช่น เสื้อกันหนาว พรม เป็นต้น
	โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE)	พลาสติกชนิดนี้มีความหนาแน่นสูง ทำให้แข็งแรง แต่โปร่งแสงน้อยกว่าโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นต่ำ ทนกรดและด่าง ทั้งยังป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้นได้ดี	ใช้ในการผลิตขวดนม ขวดเครื่องสำอาง ถุงพลาสติก ถังขยะ ถังบรรจุสารเคมี เช่น ถังน้ำมันรถ เป็นต้น	เฟอร์นิเจอร์ เช่น ศาลา ม้านั่ง เป็นต้น
	โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride: PVC)	พลาสติกใสที่มีความแข็งแรงมาก ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้พอสมควร แต่ป้องกันไขมันได้ดี	ใช้ในการผลิตท่อน้ำประปา หนังเทียม ฉนวนหุ้มสายไฟ ขวดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และอุปกรณ์การแพทย์	กรวยจราจร ท่อน้ำประปาสำหรับการเกษตร
	โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low-density Polyethylene: LDPE)	พลาสติกโปร่งแสงที่มีปริมาตรสูง แต่ความหนาแน่นต่ำ	ใช้ในการผลิตถุงบรรจุอาหารแช่แข็ง แผ่นฟิล์ม ถุงใส่ของ และสายหุ้มทองแดง	ถุงดำใส่ขยะ ถังขยะ ตู้จดหมาย

ตารางที่ 9 สัญลักษณ์แสดงชนิดของพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (ต่อ)

รหัส	เรซิน	คุณสมบัติ	การใช้ประโยชน์	การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)
	โพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP)	พลาสติกที่มีน้ำหนักเบาที่สุด แต่มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกและความร้อนสูง	ใช้ในการผลิตฉนวนไฟฟ้า บานพับ ฝาขวด ภาชนะบรรจุอาหาร ถุงร้อน และหลอดดูด	กล่องแบตเตอรี่รถยนต์ กันชนรถยนต์
	โพลีสไตรีน (Polystyrene: PS)	พลาสติกที่มีความโปร่งใส เปราะบาง แต่ทนต่อกรดและด่าง ผลิตเป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้พอสมควร	ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาชนะ เช่น ถ้วย จาน กล่องโฟม เป็นต้น	ไม้แขวนเสื้อ ไม้บรรทัด
	พลาสติกอื่น ๆ (Other)	พลาสติกชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก เช่น โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate: PC) เป็นพลาสติกโปร่งใส มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อน กรด และแรงกระแทกได้ดี	ใช้ในการผลิตปากกา ขวดนมเด็ก หมวกนิรภัย ไฟจราจร ป้ายโฆษณา	ท่อนไม้พลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่น ๆ

จากตารางที่ 9 สามารถอธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่แต่ละชนิดได้ดังนี้

(1) พลาสติกโพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate: PET) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีเนื้อใส (A-PET) และกลุ่มที่เป็นผลึกสีขาว (C-PET) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำอัดลม ขวดน้ำมันสำหรับปรุงอาหาร ถุงขนมขบเคี้ยว เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ 1) ขวดบรรจุน้ำดื่มเหล่านี้ออกแบบมาเพื่อใช้เพียงครั้งเดียว ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับให้นำมาทำความสะอาดใหม่โดยใช้ความร้อนสูงหรือขัดถูแล้วนำมาใช้ซ้ำ ขวดที่ใช้แล้วควรนำไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่มากกว่าการนำกลับมาใช้ซ้ำ แม้ว่าการใช้ซ้ำนั้นอาจจะไม่มีอันตรายจากสารที่หลุดออกมา แต่ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เนื่องจากการทำความสะอาดที่ไม่ดีพอ และ 2) สารอะซิทัลดีไฮด์สามารถแพร่ออกจากผลิตภัณฑ์เข้าไปปนเปื้อนของที่บรรจุอยู่ในภาชนะได้ ซึ่งอะซีทัลดีไฮด์เป็นสารที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริการะบุว่าเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งในคน รวมทั้งอาจส่งผลลบต่อพัฒนาการทางสมอง

(2) พลาสติกโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE) เป็นพลาสติกที่ทนทานต่อสารทำละลายต่าง ๆ ทำให้มีการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์จำนวนมาก อาทิ ทัปเปอร์แวร์ ขวดน้ำยาซักผ้า ขวดนม ถังน้ำมันสำหรับยานพาหนะ โต๊ะและเก้าอี้แบบพับได้ ถุงพลาสติก เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ การใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสีควรระมัดระวังอันตรายจากเม็ดสีที่เติมเข้าไป ซึ่งมีส่วนผสมของตะกั่วและแคดเมียม สารทั้งสองตัวนี้สามารถแพร่ออกมาจากพลาสติกได้

(3) พลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride: PVC) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ พลาสติกห่ออาหาร ถุงหูหิ้ว (ขนาดเล็กนิยมบรรจุอาหารประเภททอด เช่น ปาท่องโก๋ กล้วยแขก) ขวดบรรจุชนิดบีบ (เช่น น้ำมันพืช) กล่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ภาชนะบรรจุเครื่องดื่มอาหาร ตะแกรงคว่ำจาน เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ สารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงคุณภาพ PVC เช่น สารพลาสติกไซเซอร์และสารอื่น ๆ ได้แก่ พาทาเลท สารแต่งสีซึ่งมีตะกั่วและแคดเมียม สารทำให้คงตัว (Stabilizers) เช่น แบเรียม เป็นต้น สามารถแพร่กระจายออกมาได้ จึงควรหลีกเลี่ยงการห่ออาหารขณะร้อนด้วยพลาสติกอุ่นอาหารโดยมีพลาสติกที่ห่ออาหารอยู่และการใส่อาหารร้อนในถุงหูหิ้วโดยตรง

(4) พลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low-density Polyethylene: LDPE) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ ถุงหูหิ้ว ขวดพลาสติกบางชนิด และที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ 1) การใช้ถุงพลาสติกที่เป็นสีควรระมัดระวังอันตรายจากเม็ดสีที่เติมเข้าไป ซึ่งมีส่วนผสมของตะกั่วและแคดเมียม สารทั้งสองตัวนี้สามารถแพร่ออกมาจาก

พลาสติกได้ และ 2) ถุงเย็นมีลักษณะขุ่นและยืดหยุ่นได้ดีกว่าถุงร้อน ทนความเย็นได้ถึง -70 องศาเซลเซียส แต่ทนความร้อนได้ไม่มากนัก

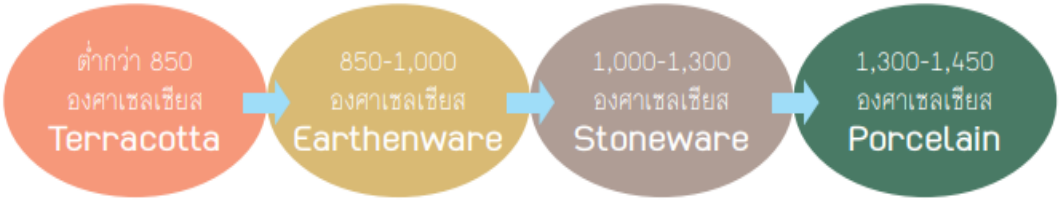
(5) พลาสติกโพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ ถุงร้อนสำหรับบรรจุอาหาร ขวดใส่เครื่องดื่ม ซองขนม ภาชนะบรรจุโยเกิร์ต หลอดดูด ขวดนมเด็ก เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ 1) สามารถติดไฟได้ง่าย จึงต้องมีการเติมสารหน่วงไฟเพื่อป้องกันการติดไฟในกระบวนการผลิต ซึ่งสารหน่วงไฟที่เติมจะเป็นพวกโบรมิเนเตดและคลอริเนเตด สารกลุ่มนี้ถ้าไหม้ไฟแล้วจะให้สารไดออกซิน (dioxin) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง 2) สารเม็ดสีที่มีตะกั่วและแคดเมียมซึ่งผสมลงไปเพื่อทำให้พลาสติกมีสีต่าง ๆ ตะกั่วและแคดเมียมสามารถแพร่กระจายออกมาจากพลาสติกได้ และ 3) ถุงร้อนมีลักษณะใสกว่าถุงเย็นและไม่มีความยืดหยุ่น สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 100 องศาเซลเซียส (จุดเดือดของน้ำ) และทนไขมันได้ดี แต่สามารถบรรจุอาหารเย็นได้เพียง 0 องศาเซลเซียส

(6) พลาสติกโพลีสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือที่เรียกกันว่า โฟม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ บรรจุภัณฑ์รองรับการกระแทก กล่องสำหรับบรรจุอาหาร พลาสติกที่ใช้แล้วทิ้ง (เช่น ถ้วย ช้อน ส้อม มีด) เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ 1) การใช้ภาชนะโฟมใส่อาหารที่ร้อนหรือนำไปเข้าไมโครเวฟ สามารถทำให้สไตรีนโมโนเมอร์ในโฟมละลายออกมาผสมในอาหารได้ ซึ่งมีผลต่อสมองระบบประสาท เม็ดเลือดแดง ตับ ไต และอาจก่อให้เกิดอาการระคายเคืองกับผิวหนัง ตา ระบบทางเดินหายใจ ซึมเศร้า อ่อนเพลีย หรือทำให้สภาพการทำงานของตับลดลง 2) การเผาโฟมทำให้เกิดก๊าซพิษสไตรีนออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุของของมะเร็ง และ 3) การรีไซเคิลโฟมมีปัญหาสำคัญในเรื่องไม่คุ้มทุน

(7) พลาสติกชนิดอื่น ๆ เช่น โพลีคาร์บอนเนต (Polycarbonate: PC) ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีลักษณะใส แข็ง และทนความร้อน จึงนำมาทำเป็นภาชนะบรรจุอาหารที่สามารถเก็บในตู้เย็นและนำเข้าไมโครเวฟได้ด้วย เป็นต้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ เหยือกน้ำ ขวดน้ำขนาดบรรจุ 5 ลิตร ขวดน้ำนักกีฬา ขวดนม รวมทั้งจำพวกถ้วย ช้อนส้อม มีดชนิดใส เป็นต้น ทั้งนี้ มีข้อควรระวัง ได้แก่ 1) ขวดน้ำดื่มจะแพร่สารบิสฟีนอล เอ (Bisphenol A: BPA) ออกมามากกว่าปกติถึง 55 เท่า เมื่อใช้บรรจุน้ำร้อน ไม่ว่าจะเป็นขวดเก่าหรือขวดใหม่ก็ตาม ซึ่งสารนี้มีโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) ของเพศหญิง ส่งผลกระทบทำให้สเปิร์มลดลง เปลี่ยนพฤติกรรมทางเพศ นอกจากนี้ ยังพบว่าเหนี่ยวนำให้เกิดการต้านทานอินซูลิน (Insulin) และเพิ่มความเสี่ยงการเกิดมะเร็งเต้านมอีกด้วย ในเด็กทำให้เป็นหนุ่มเป็นสาวเร็วเกินไป มีแนวโน้มที่จะเป็นโรคอ้วน และไฮเปอร์แอคทีฟ

2.18 ดินเผา

ดินเผา คือ สิ่งของที่เกิดจากการนำดินเหนียวและส่วนผสมอื่น เช่น ทราย แกลบ เป็นต้น มาทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งานแล้วนำไปเผาเพื่อให้เกิดความทนทาน ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ในการขุดค้นแหล่งโบราณคดีต่าง ๆ มักจะพบเครื่องปั้นดินเผาเสมอ แม้จะผลิตขึ้นเมื่อหลายร้อยหลายพันปีมาแล้ว ที่เป็นเช่นนั้นเพราะกระบวนการเผาได้ทำให้เครื่องปั้นดินเผาเกิดความทนทาน สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าดินเผาจะมีความทนทานมากแต่ตัวการสำคัญที่ทำให้ดินเผาเสียหายได้มากที่สุด คือ มนุษย์กับเกลือที่อยู่ในน้ำและดิน เพราะเมื่อเกลือค่อย ๆ ซึมเข้าไปในเนื้อดินเผา จะทำให้เนื้อดินเผาได้รับความชื้นจนเกิดการขยายตัวแล้วดันให้เนื้อดินกับชั้นเคลือบแยกออกจากกันกลายเป็นรอยร้าวในที่สุด ดินเผามีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา ซึ่งแบ่งเป็น ดินเผาชนิดเนื้ออ่อน ดินเผาชนิดเนื้อดิน ดินเผาชนิดเนื้อหิน และดินเผาชนิดเนื้อกระเบื้อง ทั้งนี้ ชนิดของดินเผาตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ชนิดของดินเผาตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากภาพที่ 14 สามารถอธิบายคุณสมบัติของชนิดของดินเผาตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาได้ดังนี้

(1) ดินเผาชนิดเนื้ออ่อน (Terracotta) เป็นดินเผาที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิที่ไม่สูงมาก คือ ต่ำกว่า 850 องศาเซลเซียส ดินเผาชนิดนี้จะมีเนื้อดินสีแดง เปราะหักได้ง่าย และดูดซึมน้ำได้มาก ส่วนใหญ่จะไม่เคลือบผิว เช่น ตุ๊กตาดินเผา รูปปั้นต่าง ๆ เป็นต้น

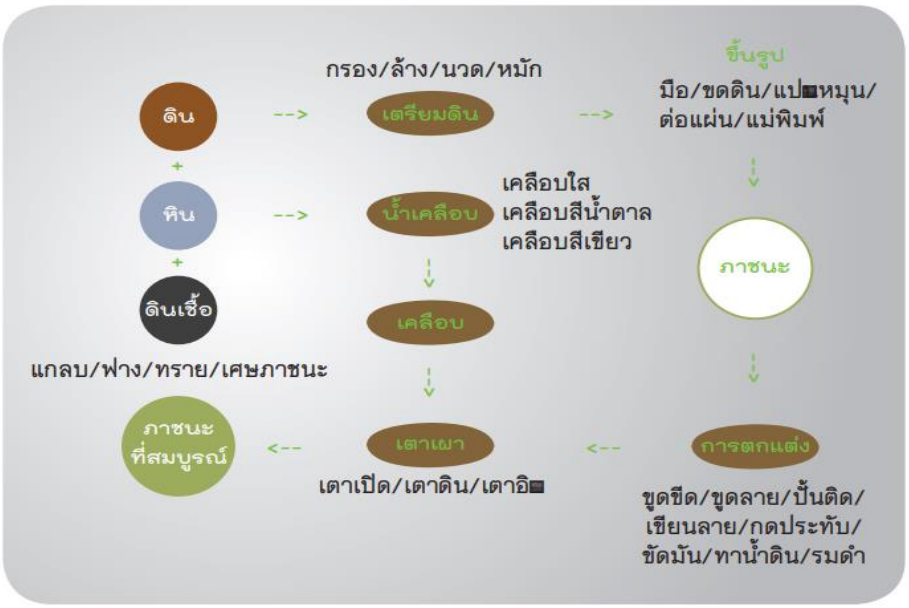
(2) ดินเผาชนิดเนื้อดิน (Earthenware) เป็นดินเผาที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิประมาณ 850 – 1,000 องศาเซลเซียส ลักษณะเด่น คือ มีเนื้อดินหยาบ อาจจะมีสีส้มหรือสีดำขึ้นอยู่กับแร่ธาตุที่อยู่ในดิน และสามารถดูดซึมน้ำได้ดี ดินเผาชนิดนี้มักเป็นเครื่องใช้ในครัวเรือนต่าง ๆ เช่น อิฐมอญ กระถางต้นไม้ เป็นต้น

(3) ดินเผาชนิดเนื้อหิน (Stoneware) เป็นดินเผาที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,000 – 1,300 องศาเซลเซียส เนื้อดินเป็นสีเทา มีความแกร่ง และน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ เมื่อดีดเคาะจะมีเสียงกังวานใส เช่น จาน ชาม ครก ไห เป็นต้น

(4) ดินเผาชนิดเนื้อกระเบื้อง (Porcelain) เป็นดินเผาที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,300 – 1,450 องศาเซลเซียส ดินเผาประเภทนี้จะผสมดินขาวหรือเกาลิน จึงมีเนื้อดินละเอียดและมีสีขาว สามารถขึ้นรูปได้บางกว่าดินเผาชนิดอื่น เมื่อเคาะจะมีเสียงดังกังวาน ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น เครื่องลายคราม เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังสามารถจัดแบ่งชนิดของดินเผาโดยจำแนกตามลักษณะของเนื้อดินได้เป็น 3 แบบ คือ 1) เนื้อดินธรรมดา จะมีความพรุนและดูดซึมน้ำได้มาก 2) เนื้อหินแกร่ง จะมีส่วนผสมของหินบด มีเนื้อแน่น ดูดซึมน้ำน้อย และ 3) เนื้อกระเบื้อง จะไม่ดูดซึมน้ำ มีเนื้อบางโปร่งแสง เมื่อเคาะจะมีเสียงดังกังวาน

การทำดินเผาสามารถทำได้ตามขั้นตอนที่แสดงในภาพที่ 15 ดังนี้



ภาพที่ 15 ขั้นตอนการทำดินเผา

(1) การเตรียมดินก่อนปั้น โดยทั่วไปในก้อนดินที่นำมาขึ้นรูปนั้นจะประกอบไปด้วย ดิน หิน และดินเชื้อ โดยดินเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตดินเผา ซึ่งดินที่นำมาใช้มีอยู่ 2 ชนิด คือ ดินเหนียวและดินขาว ดินเหนียวเกิดจากตะกอนที่ถูกน้ำพัดพามาทับถมกัน มีสารอินทรีย์ปนอยู่เป็นจำนวนมาก เนื้อดินมีความละเอียดและมีความเหนียวมาก ทำให้ขึ้นรูปได้ง่าย และเมื่อแห้งแล้วจะมีความแข็งแรงสูง จึงเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตดินเผา ส่วนดินขาว (White Clay-Kaolin) เป็นแร่ที่เกิดจากการ

ผุพังสลายตัวของหินฟันม้าภายใต้แรงอัดความร้อนใต้ผิวโลกนานนับพันปี จนหินกลายเป็นดินที่อ่อนนุ่ม เมื่อนำมาผสมน้ำจะมีความเหนียว ขึ้นรูปได้ สามารถทนความร้อนสูงได้ เมื่อเผาแล้วจะได้ดินเผาเนื้อสีขาวและเนื้อแกร่ง จึงเป็นส่วนประกอบในดินเผาเนื้อกระเบื้องที่มีคุณภาพดีและมีความสวยงาม ส่วนหินที่นำมาผสมกับดินเหนียวในการผลิตดินเผา ได้แก่ หินเขี้ยวหนุมานและหินฟันม้า โดยเวลานำมาใช้จะต้องบดให้เป็นผงละเอียดก่อน หินเขี้ยวหนุมานหรือหินควอตซ์มีคุณสมบัติช่วยลดการหดตัวของดิน ทำให้เครื่องปั้นดินเผามีความคงทนแข็งแรง หินฟันม้า มีคุณสมบัติช่วยให้เครื่องปั้นดินเผาสุกเร็วขึ้นและทำให้เนื้อดินมีความแข็งแกร่ง ในขณะที่ดินเชื้อเป็นส่วนผสมของทรายแกลบ ฟางข้าว หรือหินบด กับดินเหนียวที่นำมาปั้นเป็นก้อน จากนั้นนำไปเผาและนำก้อนดินที่ได้มาตำให้ละเอียดเพื่อผสมกับเนื้อดินที่จะนำไปขึ้นรูป ดินเชื้อมีคุณสมบัติช่วยลดความเหนียวของดิน ทำให้ดินเผาไม่หดตัวเวลาตากแห้งและนำไปเผา

ภาพที่ 16 ดินเหนียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 17 ดินขาว (White Clay-Kaolin)

ภาพที่ 18 หินเขี้ยวหนุมานและหินฟันม้า

ภาพที่ 19 ดินเชื้อ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

(2) การผสมดิน ก่อนที่จะผสมวัตถุดิบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ต้องนำดินธรรมชาติไปผ่านกระบวนการตากให้แห้ง ตำให้ละเอียด และร่อนเอาสิ่งปนเปื้อนออกเสียก่อน แล้วจึงนำผงดินที่ได้ไปผสมกับวัตถุดิบอื่นและน้ำตามอัตราส่วน แล้วหมักทิ้งไว้ จากนั้นนวดดินให้เข้ากันเป็นก้อนที่มีความเหนียวพอเหมาะและไม่ติดมือ

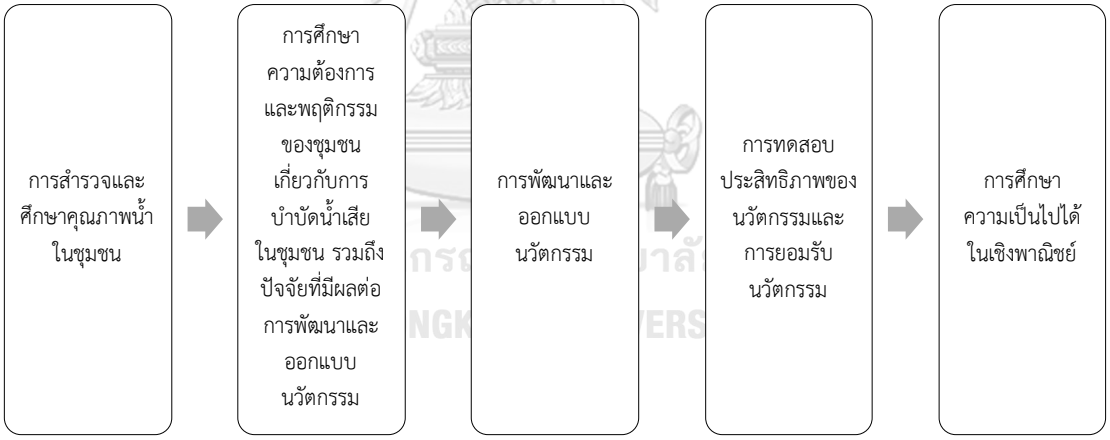
(3) การขึ้นรูป เป็นการนำดินมาปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 วิธี คือ การขึ้นรูปด้วยมือ การขึ้นรูปด้วยการขดดิน การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน การต่อแผ่น และการใช้แม่พิมพ์ การขึ้นรูปด้วยมือเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้มาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ มักจะใช้ในการปั้นภาชนะก้นกลม อาจจะเริ่มขึ้นรูป จากปากภาชนะหรือก้นภาชนะก็ได้ โดยใช้เครื่องมือช่วยในการขึ้นรูปที่เรียกว่าหินดุ รองภายในภาชนะ แล้วใช้ไม้ตี หรือไม้ตีลาย ตีผิวภายนอกเพื่อให้เนื้อดินแน่นขึ้น

จังหวัดนนทบุรีได้ชื่อว่าเป็นแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่สำคัญแห่งหนึ่งมาตั้งแต่สมัยอยุธยาจนถึงปัจจุบัน แหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่นับเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของจังหวัดมี 2 แห่ง ได้แก่ การทำเครื่องปั้นดินเผาที่เกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี และการปั้นหม้อที่บางตะนาวศรี ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมืองนนทบุรี ซึ่งเป็นการทำเครื่องปั้นดินเผาชนิดเนื้อดินธรรมดาที่เผาในอุณหภูมิค่อนข้างสูง ชนิดเนื้อแกร่ง ไม่เคลือบ บ่งบอกถึงภูมิปัญญาของคนไทยเชื้อสายมอญ ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องปั้นที่มีคุณภาพที่ดีและเป็นศิลปะอันยอดเยี่ยม เป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพราะผลงานที่ปรากฏจะมีรูปทรงและลวดลายอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นปากเกร็ด พร้อมทั้งแสดงความเป็นเลิศทางด้านภูมิปัญญาชาวบ้านด้านฝีมือการแกะสลักลวดลายอันสวยงามวิจิตรอ่อนช้อย ทั้งยังคงรักษาเอกลักษณ์การทำเครื่องปั้นดินเผาตั้งแต่บรรพบุรุษจนถึงปัจจุบันมิให้สูญหาย จากความงานอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะท้องถิ่นนี้เอง จังหวัดนนทบุรีจึงได้ใช้ภาพเครื่องปั้นดินเผารูปทรงหม้อน้ำลายวิจิตรเป็นตราสัญลักษณ์ประจำจังหวัดนนทบุรี เพื่อแสดงความเป็นแหล่งเครื่องปั้นดินเผาที่มีชื่อเสียงของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชนมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน ความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ รวมถึงทำการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน ทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรม ตลอดจนศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ เพื่อให้เป็นชุมชนต้นแบบในการจัดการมลพิษทางน้ำสู่การเป็นแหล่งเรียนรู้ของกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 รวมถึงส่งเสริมการหมุนเวียนทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่ อันเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป โดยผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน

ผู้วิจัยทำการสำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษา โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อรับน้ำเสียรวมของชุมชน เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษา ดังนี้

3.1.1 วิเคราะห์แหล่งกำเนิดน้ำเสียและปริมาณน้ำทิ้งหรือน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษา

3.1.2 ตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในชุมชนพื้นที่ศึกษาก่อนที่จะส่งเข้าไปบำบัด โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อพักน้ำเสียของ

ชุมชน และทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประกอบด้วย ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) และอุณหภูมิ

3.1.3 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษา

3.2 การศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

การศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเพื่อให้ทราบถึงความต้องการ ทัศนคติ และพฤติกรรมของชุมชน รวมถึงปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล เหมาะสมกับชุมชนในประเทศไทย โดยผู้วิจัยทำการออกแบบการวิจัยดังนี้

3.2.1 ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่

3.2.1.1 กลุ่มผู้นำชุมชนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 9 ราย ได้แก่

1) นายกองค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่
2) รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่
3) สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่
4) ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่
5) ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม องค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่
6) กำนันตำบลเชียงรากใหญ่
7) ผู้ใหญ่บ้านหมู่ 6 ตำบลเชียงรากใหญ่
8) ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ 6 ตำบลเชียงรากใหญ่
9) ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านหมู่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่

3.2.1.2 กลุ่มครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย ครัวเรือนในพื้นที่หมู่ 6 จำนวน 144 ครัวเรือน และหมู่ 7 จำนวน 188 ครัวเรือน รวม 332 ครัวเรือน (ข้อมูลจากทะเบียนราษฎร์ ณ วันที่ 25 ตุลาคม 2561) ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยอย่างน้อย 182 ครัวเรือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} = \frac{332}{1 + 332(0.05)^2} = 181.42$$

เมื่อ N คือ จำนวนประชากร

n คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

e คือ ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2.1 การออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนและการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนจากผู้นำชุมชนในพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 3 การบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน

2) แบบสอบถามครัวเรือนในชุมชน เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูล พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำ พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย พฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย และความคิดเห็นอื่นที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จากกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนในพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือน

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 5 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

ส่วนที่ 7 ความคิดเห็นด้านอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ด้านความตรง (Validity)

ผู้วิจัยทำการหาค่าความสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบสอบถาม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อคำถามและหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์ คือ ค่า IOC ≥ 0.5 สำหรับข้อคำถามที่ได้ค่า IOC ไม่ถึงเกณฑ์ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนอีกครั้งก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลการวัดค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มและปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2) ด้านความเที่ยง (Reliability)

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความเที่ยง โดยนำแบบสอบถามครัวเรือนในชุมชนที่ได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทำการทดสอบ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด และนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบสอบถามดังกล่าวมาทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach Alpha Coefficient) ซึ่งผลการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัคมีค่าเท่ากับ 0.852 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ เนื่องจากมีค่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ≥ 0.7 (George & Mallery, 2003)

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมจากผู้นำ

ชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี โดยใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและแบบสอบถาม ทั้งนี้ ก่อนที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครัวเรือน จำนวน 30 ครัวเรือน (Try Out) เพื่อทดสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยและความเข้าใจของผู้ตอบแบบสอบถาม จากนั้นผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครัวเรือนทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา โดยเดินทางไปยังพื้นที่ศึกษาและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มต้นจากการติดต่อนายกองค์การบริหารส่วนตำบล ผู้นำชุมชน และคณะกรรมการชุมชน เพื่อแนะนำตนเองและสร้างสัมพันธภาพ รวมถึงชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครัวเรือนในชุมชน โดยผู้วิจัยหรือพนักงานเก็บข้อมูลชี้แจงวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามและอธิบายข้อคำถามโดยสังเขปให้กลุ่มตัวอย่างทราบ จากนั้นจึงให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยรอให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามจนแล้วเสร็จจึงรับแบบสอบถามคืนหรือในกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่สะดวกตอบในเวลานั้น จะมอบแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างตอบในเวลาที่สะดวก แล้วนัดวันมารับแบบสอบถามคืน หรือชี้แจงวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม พร้อมทั้งอ่านข้อคำถามและคำตอบให้กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็น กรณีที่กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ (มองไม่เห็นตัวหนังสือ) หรือเป็นผู้ไม่รู้หนังสือ หรือไม่ประสงค์จะอ่านเอง (เนื่องจากแบบสอบถามมีจำนวนหลายหน้า) ทั้งนี้ ผู้วิจัยหรือพนักงานเก็บข้อมูลทำการตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบสอบถามในทันทีที่ได้รับแบบสอบถามคืนจากกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.4.1 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) เพื่อบรรยายหรืออธิบายลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ทั้งนี้ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการหาค่าความถี่ (Frequency) ค่าฐานนิยม (Mode) และค่าร้อยละ (Percentage) ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณ ทำการหาค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบตาราง

สำหรับข้อคำถามที่เป็นมาตราส่วน (Rating Scale) กำหนดระดับคะแนนและการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำของครัวเรือน จำนวนครั้งที่ปฏิบัติเกี่ยวกับพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือน และจำนวนครั้งในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย แบ่งออกเป็น 4 ระดับคะแนน ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) ซึ่งมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 4 คือ ใช้/ปฏิบัติทุกครั้ง

ระดับ 3 คือ ใช้/ปฏิบัติบ่อยครั้ง

ระดับ 2 คือ ใช้/ปฏิบัติปานกลาง

ระดับ 1 คือ ใช้/ปฏิบัติน้อยครั้ง

เกณฑ์ในการแปลผลคะแนนเฉลี่ยแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยทำการกำหนดช่วงคะแนน ดังนี้

$$\text{ช่วงคะแนน} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} = \frac{4-1}{4} = 0.75$$

ดังนั้น เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลตามวิธีของ Likert Scale แบบจำแนกแต่ละช่วงย่อยเป็น 4 ระดับ โดยกำหนดช่วงคะแนนของการวัดได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 3.26 – 4.00 คือ ใช้/ปฏิบัติทุกครั้ง

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.25 คือ ใช้/ปฏิบัติบ่อยครั้ง

ค่าเฉลี่ย 1.76 – 2.50 คือ ใช้/ปฏิบัติปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.75 คือ ใช้/ปฏิบัติน้อยครั้ง

2) ข้อมูลความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย แบ่งออกเป็น 5 ระดับคะแนน ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) ซึ่งมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 คือ ต้องการ/มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 คือ ต้องการ/มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับมาก

ระดับ 3 คือ ต้องการ/มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับปานกลาง

ระดับ 2 คือ ต้องการ/มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับน้อย

ระดับ 1 คือ ต้องการ/มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลผลคะแนนเฉลี่ยแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยทำการกำหนดช่วงคะแนน ดังนี้

$$\text{ช่วงคะแนน} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} = \frac{5-1}{5} = 0.80$$

ดังนั้น เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลตามวิธีของ Likert Scale แบบจำแนกแต่ละช่วงย่อยเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดช่วงคะแนนของการวัดได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 คือ ต้องการ/มีความสำคัญฯ ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 คือ ต้องการ/มีความสำคัญฯ ในระดับมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 คือ ต้องการ/มีความสำคัญฯ ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 คือ ต้องการ/มีความสำคัญฯ ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 คือ ต้องการ/มีความสำคัญฯ ในระดับน้อยที่สุด

3.2.4.2 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการสัมภาษณ์ ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

3.2.4.3 ทำการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน และมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance)

3.3 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ สามารถติดตั้งแหล่งกำเนิดและกระจายไปทุกแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ใช้พื้นที่ในการติดตั้งไม่มาก มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเดินระบบต่ำ ดูแลและบำรุงรักษาได้ง่าย และส่งเสริมการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR 2 รูปแบบ ดังนี้

(1) นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้

(2) นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ที่ใช้ตัวกลางดินเผา

ระบบที่ 1 นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดชีวภาพสำหรับชุมชนแบบ Eco-biofilter MBR (Membrane Bioreactor) ที่ใช้ตัวกลางดินเผาที่พัฒนาขึ้นมาจากงานวิจัยนี้เพื่อลดการเกิดขยะพลาสติกจากการใช้ตัวกลางพลาสติก เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic Wastewater Treatment) แบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ประหยัดพื้นที่สำหรับการบำบัดน้ำเสียให้นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยใช้เมมเบรนแบบจมตัวแบบเยื่อกรองเซรามิกแบบ Ultrafiltration

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระบบที่ 2 นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดชีวภาพสำหรับชุมชนแบบ Eco-biofilter MBR (Membrane Bioreactor) ที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ซึ่งเป็นแนวทางการนำขวดพลาสติกเหลือใช้ของชุมชนมาใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic Wastewater Treatment) แบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ประหยัดพื้นที่สำหรับการบำบัดน้ำเสียให้นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยใช้เมมเบรนแบบจมตัวแบบเยื่อกรองเซรามิกแบบ Ultrafiltration

ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมมีความสำคัญอย่างมากต่อการปฏิบัติงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้วิจัยประยุกต์หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ ทั้งนี้ ตัวแปรสำคัญในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย

(1) การกำหนดขนาดของส่วนที่ไม่เติมอากาศและมีการติดตั้งตัวกลางโดยออกแบบค่าเวลากักเก็บน้ำเสียหรือ Hydraulic Retention Time: HRT เท่ากับ 1 ชั่วโมงจำนวน 2 ขั้นตอน ซึ่งส่วนนี้เป็นการลดปริมาณภาระสารอินทรีย์ก่อนเข้าสู่ส่วนเติมอากาศที่มีการติดตั้งเมมเบรนแบบเซรามิก และเป็นการบำบัดขั้นต้นเพื่อลดการอุดตันของเมมเบรนอีกด้วย

(2) การกำหนดขนาดของส่วนเติมอากาศในถังปฏิกิริยาให้มีขนาดกะทัดรัดโดยออกแบบค่าเวลากักเก็บน้ำเสียหรือ Hydraulic Retention Time: HRT ในส่วนเติมอากาศเท่ากับ 1 ชั่วโมง มีขนาดเล็กกว่าระบบบำบัดแบบเติมอากาศ activated sludge ซึ่งมีค่าเวลากักเก็บน้ำเสีย 4-8 ชั่วโมง มีการติดตั้งเมมเบรนแบบเซรามิกในส่วนเติมอากาศนี้

(3) การศึกษาและกำหนดค่าอัตราการกรองเมมเบรนที่เหมาะสม (ขนาดรูพรุนของเมมเบรน 300 Dalton เป็นแบบ Plate and Frame) สำหรับการบำบัดน้ำและผลิตน้ำรีไซเคิลสำหรับอุปโภค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรม

3.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษาที่ผ่านการบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ดังนี้

3.4.1.1 ตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เทคโนโลยี SBR (Sequencing Batch Reactor) เพื่อให้ทราบลักษณะของน้ำหลังบำบัด ประกอบด้วย ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) อุณหภูมิ

ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ปริมาณตะกอนหนัก (SS) ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) และความขุ่น (Turbidity) โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งในเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 จำนวน 10 ครั้ง โดยใช้ Stainless Sampler เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งด้วยวิธีจ้วง (Grab Sampling) จากนั้นนำตัวอย่างน้ำทิ้งใส่ภาชนะบรรจุ ตัวอย่างแยกรายดัชนี ดังแสดงรายละเอียดภาชนะบรรจุ วิธีการรักษาตัวอย่าง และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 รายละเอียดภาชนะบรรจุ วิธีการรักษาตัวอย่าง และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ตัวชี้วัด	หน่วยวัด	เครื่องมือ	ภาชนะบรรจุ	วิธีการรักษาตัวอย่าง
pH	-	Electrometric Method at Site (SM: 4500-H*B)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
อุณหภูมิ	°C	Thermometer at Site (SM: 2550 B)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
TKN	mg./l	In-House Method UAE.TP.TN.02 (KJELDAHL Method); SM: 4500-Norg C	Glass Bottle	เติมกรดซัลฟิวริก จนค่า pH < 2 แล้วจึงแช่เย็นในภาชนะบรรจุ
TP	mg./l	Persulphate Degestion and Ascorbic Acid Method (SM: 4500-P B and 4500-P E)	Glass Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
FCB	MPN/100 ml	Multiple-Tube Fermentation Technique (SM: 9221 E)	Glass Bottle	ใส่ถุงซิปที่ปิดสนิทแล้วจึงแช่เย็นในภาชนะบรรจุ
TCB	MPN/100 ml	Multiple-Tube Fermentation Technique (SM: 9221 B)	Glass Bottle	ใส่ถุงซิปที่ปิดสนิทแล้วจึงแช่เย็นในภาชนะบรรจุ

ตารางที่ 10 รายละเอียดภาชนะบรรจุ วิธีการรักษาตัวอย่าง และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	หน่วยวัด	เครื่องมือ	ภาชนะบรรจุ	วิธีการรักษาตัวอย่าง
FOG	mg./l	Liquid-Liquid, Partition-	Glass Bottle	เติมกรดซัลฟิวริก จนค่า pH

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

		Gravimetric Method (SM: 5520 B)		< 2 แล้วจึงแช่เย็นในภาชนะบรรจุ
BOD	mg./l	Azide Modification Method (SM: 4500-O C and 5210 B)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
COD	mg./l	Closed Refluxe, Colourimetric Method (SM: 5220 D)	Glass Bottle	เติมกรดซัลฟิวริก จนค่า pH < 2 แล้วจึงแช่เย็นในภาชนะบรรจุ
TSS	mg./l	Suspended Solids Dried at 103-105°C (SM: 2540 D)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
TDS	mg./l	In-House Method UAE.TP.DS.01 (Total Dissolved Solids Dried at 103-105°C); SM: 2540 C	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
SS	mg./l	Imhoff Cone (SM: 2540 F)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
Sulfide	mg./l	Iodometric Method (SM: 4500-S2- F)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ
Turbidity	NTU	Nephelometric Method (SM: 2130 B)	PE Bottle	แช่เย็นในภาชนะบรรจุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4.1.2 ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนบำบัดและหลังบำบัด ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.1.3 ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนและหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา ด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางของสองประชากรไม่อิสระ (Paired Samples t–test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางของข้อมูล 2 กลุ่ม โดยที่ข้อมูลทั้งสองกลุ่มนี้ไม่เป็นอิสระต่อกันหรือมีความผูกพันกันในลักษณะ 1 ต่อ 1 เรียกว่า คู่ (Pair) ข้อมูลของแต่ละ Pair จะถูกเก็บภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน แต่ระหว่าง Pair อาจจะไม่ใช่เงื่อนไขเดียวกันก็ได้ ทั้งนี้ เป็นการควบคุม (Treat) ข้อมูลให้มากขึ้น

เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างกันที่ชัดเจนมากขึ้น โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างกระทำถึงระดับความต่างของข้อมูลแต่ละคู่จำแนกตามพารามิเตอร์โดยตรง

3.4.1.4 ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ระหว่างตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา ด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางของสองประชากรไม่อิสระ (Paired Samples t–test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.1.5 ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

3.4.1.6 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์

3.4.2 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

การทดสอบการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์เป็นการศึกษาการรับรู้ถึงประโยชน์จากการใช้นวัตกรรมและการรับรู้ถึงความสะดวกและง่ายในการใช้นวัตกรรม ซึ่งนำไปสู่การยอมรับและความมุ่งมั่นที่จะใช้งานนวัตกรรม ทั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี โดยใช้แบบสอบถาม

3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรม

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ได้แก่

3.5.1 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาด (Market Feasibility Study) ประกอบด้วย คุณลักษณะของนวัตกรรม การแบ่งส่วนการตลาด การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด การวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส และอุปสรรค และโอกาสทางธุรกิจ

3.5.2 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Finance Feasibility Study) ประกอบด้วย การประมาณการรายรับ การประมาณการต้นทุน การประมาณการค่าใช้จ่าย และการประมาณการกระแสเงินสด ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

3.5.3 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM) ดังนี้

3.5.3.1 หาค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย (Mean Willingness to Pay: Mean WTP) โดยการสอบถามค่าความเต็มใจที่จะจ่ายจากครัวเรือนในชุมชน ด้วยรูปแบบคำถามปลายปิดแบบเสนอราคาเดียว (Single Bounded CVM)

3.5.3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ประกอบด้วย รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิกครัวเรือน ระยะห่างจากบ้านเรือนไปแหล่งน้ำ ระยะเวลาการอยู่อาศัยในชุมชน การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง

3.5.3.3 ประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและค่าบำรุงรักษา ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าบำรุงรักษาระบบ และค่าเสื่อมราคา

3.5.3.4 ประเมินประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกิดขึ้นจากการนำนวัตกรรมมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

3.5.3.5 จำลองสถานการณ์ตามระดับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน เพื่อหาจุดคุ้มทุน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit to Cost Ratio: B/C Ratio)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชน

ผู้วิจัยทำการสำรวจและศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษา โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อรับน้ำเสียรวมของชุมชน เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษา สามารถแสดงการศึกษาได้ดังนี้

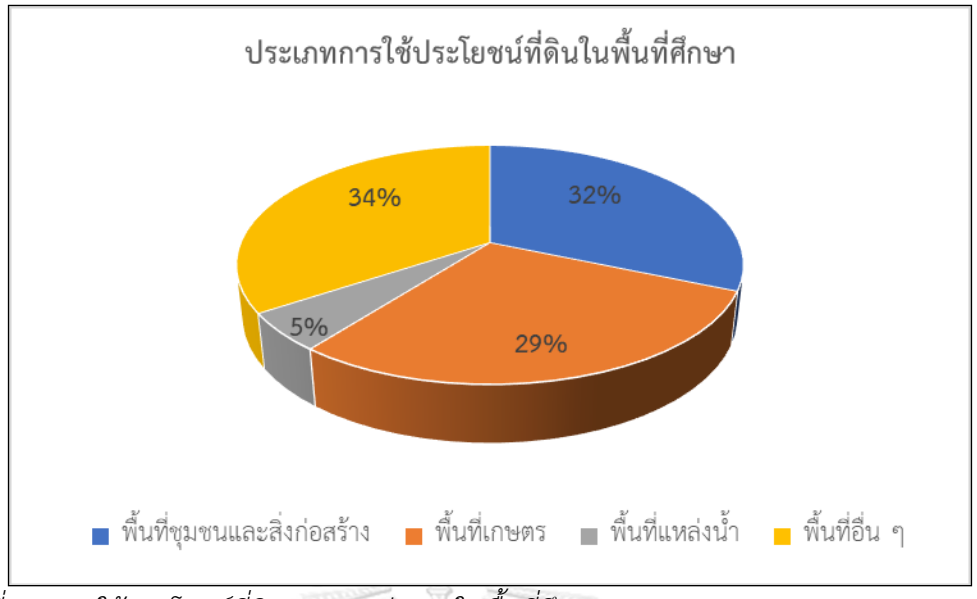
4.1 ผลการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดน้ำเสียและปริมาณน้ำทิ้งหรือน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษา

ชุมชนพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ติดริมแม่น้ำเจ้าพระยา ประชาชนมีการก่อสร้างบ้านเรือนอาศัยอยู่ริมแม่น้ำประมาณ 350 ครัวเรือน เส้นทางการคมนาคมเป็นทางเดินเท้าเล็ก ๆ และแคบมาก มีความกว้างประมาณ 1.2 เมตร จึงทำให้เข้าถึงยาก ไม่สามารถใช้รถยนต์หรือรถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าสู่ชุมชน กลายเป็นปัญหาด้านสุขาภิบาลที่ต้องแก้ไขด่วน โดยเฉพาะการขับถ่ายอุจจาระ บ้านเรือนในพื้นที่ศึกษาบางหลังไม่มีห้องน้ำที่ถูกสุขลักษณะ จึงมีการปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำโดยตรง และส่วนใหญ่บ้านที่มีห้องน้ำตามสุขลักษณะ เมื่อห้องน้ำเต็ม รถที่จะเข้ามาขนถ่ายของเสียก็เข้าไม่ถึง วิธีที่สะดวกที่สุด คือ การปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรง ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา พบว่า มีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา โดยพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่นอกเขตชลประทาน แต่ยังมีบ่อน้ำในพื้นที่ทางการเกษตรที่เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ อีกทั้งยังมีระบบประปาหมู่บ้านที่คนในชุมขนนำมาใช้ประโยชน์ในการอุปโภคปริโภค

นอกจากนี้ ผลการสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2555 โดยสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน ยังพบว่า ในพื้นที่ศึกษามีการใช้ประโยชน์ในที่ดินประเภทต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 21 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา

จากภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม ไม้ละเมาะ พื้นที่ลุ่ม คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,535 ไร่ หรือร้อยละ 34.31 ของเนื้อที่ทั้งหมด รองลงมาคือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ประกอบด้วย หมู่บ้านบนพื้นราบ หมู่บ้านบนพื้นราบและไม้ผลผสม สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ ถนน โรงงานอุตสาหกรรม คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,321 ไร่ หรือร้อยละ 31.41 ของเนื้อที่ทั้งหมด ตามด้วยพื้นที่เกษตร ประกอบด้วย การทำเกษตรกรรมต่าง ๆ อาทิ นาข้าว นาร้าง ไม้ผล พืชผัก สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม สถานที่เพาะเลี้ยงปลา คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,152 ไร่ หรือร้อยละ 29.14 ของเนื้อที่ทั้งหมด ทั้งนี้ พื้นที่แหล่งน้ำ ได้แก่ แม่น้ำลำห้วย คลอง บ่อน้ำในไร่นา เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนน้อยที่สุด คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 380 ไร่ หรือร้อยละ 5.14 ของเนื้อที่ทั้งหมด แต่ในปัจจุบันมีพื้นที่เกษตรบางส่วนได้เปลี่ยนการใช้ประโยชน์มาเป็นธุรกิจของครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในชุมชนพื้นที่ศึกษาก่อนที่จะส่งเข้าไปบำบัด โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียของชุมชน และทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประกอบด้วย ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์ม

แบคทีเรีย (FCB) และอุณหภูมิ สามารถแสดงผลคุณภาพน้ำก่อนบำบัดเปรียบเทียบกับกับระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษากับระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชน

พารามิเตอร์	หน่วย	ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชน*			ตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage)*	น้ำเสียชุมชนพื้นที่ศึกษา (ในบ่อรวบรวมน้ำเสีย)	น้ำเสียในบ่อรวบรวมน้ำเสียที่ผสมน้ำเสียสังเคราะห์
		น้อย	ปานกลาง	มาก			
pH	-	N/A	N/A	N/A	N/A	7.8	4.3 – 7.1
อุณหภูมิ	°C	N/A	N/A	N/A	N/A	29.8	25 – 31
TKN	mg./l as N	20	40	85	700	0.52	<LOQ – 20.8
TP	mg./l as P	4	8	15	250	0.2	0.08 – 1.01
FCB	MPN/100 ml	N/A	N/A	N/A	N/A	<1.8	<1.8 – 490
TCB	MPN/100 ml	10^6 - 10^7	10^7 - 10^8	10^7 - 10^9	N/A	N/A	<1.8 – 2,200
FOG	mg./l	50	100	150	8,000	<2.00	<3
BOD	mg./l	110	220	400	6,000	<2.00	8 – 1,170
COD	mg./l	250	500	1,000	N/A	N/A	28.9 – 1,686
TSS	mg./l	100	220	350	15,000	1.0	5.1 – 126
TDS	mg./l	250	500	850	N/A	N/A	245 – 684
SS	mg./l	5	10	20	N/A	N/A	<0.1 – 3
Sulfide	mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	<0.13 – 5.79
Turbidity	NTU	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12 – 110

ที่มา: Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy, 1991.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่า แม้ว่ามีการใช้น้ำเสียสังเคราะห์ในการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR แต่คุณภาพน้ำเสียในแต่ละพารามิเตอร์ที่วัดได้ในแต่ละครั้งมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้ เป็นเพราะน้ำเสียสังเคราะห์จะถูกนำไปผสมรวมกับน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมไว้ที่บ่อพักน้ำเสีย โดยทำการเวียนตะกอนจากส่วนเติมอากาศไปยังส่วนที่ไม่เติมอากาศ 1 และ 2 ในสัดส่วนอัตราการไหล 50% และ 50% ของอัตราการไหลของน้ำที่เข้าระบบบำบัด เพื่อให้น้ำก่อนบำบัดมีคุณลักษณะสอดคล้องกับน้ำเสียชุมชนซึ่งเกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ คุณภาพของน้ำเสียที่มีความแตกต่างกันในแต่ละครั้งจึงเป็นผลมาจากความแตกต่างของคุณภาพน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมไว้ในบ่อพักน้ำเสีย

นอกจากนี้ จากการศึกษาข้อมูลลักษณะน้ำเสียชุมชน (ตารางที่ 11) ยังพบว่า น้ำเสียชุมชนพื้นที่ศึกษามีระดับความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับน้อยมาก และในบางพารามิเตอร์ยังมีค่าไม่ถึงคุณลักษณะของน้ำเสียด้วย ดังนี้

(1) การทดสอบคุณภาพน้ำ จำนวน 10 ครั้ง พบว่า ค่า TP, TCB, FOG และ SS ของน้ำก่อนบำบัดทั้ง 10 ครั้ง มีค่า TP, TCB, FOG และ SS ไม่เข้มข้นที่จะเป็นน้ำเสีย

(2) เมื่อพิจารณาค่า TKN พบว่า น้ำก่อนบำบัดทั้ง 10 ครั้ง มี 1 ครั้งที่มีค่า TKN มากกว่า 20 mg./l as N (แต่ไม่ถึง 40 mg./l as N) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 1 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับน้อย ในขณะที่น้ำก่อนบำบัดอีก 9 ครั้ง มีค่า TKN ไม่เข้มข้นที่จะเป็นน้ำเสีย

(3) เมื่อพิจารณาค่า BOD พบว่า น้ำก่อนบำบัดทั้ง 10 ครั้ง มี 2 ครั้งที่มีค่า BOD มากกว่า 220 mg./l (แต่ไม่ถึง 400 mg./l) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 2 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับปานกลาง และมี 4 ครั้งที่มีค่า BOD มากกว่า 400 mg./l หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 4 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับมาก ในขณะที่น้ำก่อนบำบัดอีก 4 ครั้ง มีค่า BOD ไม่เข้มข้นที่จะเป็นน้ำเสีย

(4) เมื่อพิจารณาค่า COD พบว่า น้ำก่อนบำบัดทั้ง 10 ครั้ง มี 2 ครั้งที่มีค่า COD มากกว่า 250 mg./l (แต่ไม่ถึง 500 mg./l) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 2 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับน้อย มี 3 ครั้งที่มีค่า BOD มากกว่า 500 mg./l (แต่ไม่ถึง 1,000 mg./l) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 3 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับปานกลาง และมี 1 ครั้งที่มีค่า COD มากกว่า 1,000 mg./l หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 1 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับมาก ในขณะที่น้ำก่อนบำบัดอีก 4 ครั้ง มีค่า COD ไม่เข้มข้นที่จะเป็นน้ำเสีย

(5) เมื่อพิจารณาค่า TSS พบว่า น้ำก่อนบำบัดทั้ง 10 ครั้ง มี 1 ครั้งที่มีค่า TSS มากกว่า 100 mg./l (แต่ไม่ถึง 220 mg./l) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 1 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับน้อย ในขณะที่น้ำก่อนบำบัดอีก 9 ครั้ง มีค่า TSS ไม่เข้มข้นที่จะเป็นน้ำเสีย

(6) เมื่อพิจารณาค่า TDS พบว่า น้ำก่อนบำบัดทั้ง 10 ครั้ง มี 8 ครั้งที่มีค่า TDS มากกว่า 250 mg./l (แต่ไม่ถึง 500 mg./l) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 8 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับน้อย และมี 1 ครั้งที่มีค่า TDS มากกว่า 500 mg./l (แต่ไม่ถึง 850 mg./l) หมายความว่า น้ำก่อนบำบัด 1 ครั้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่น้ำก่อนบำบัดอีก 1 ครั้ง มีค่า TDS ไม่เข้มข้นที่จะเป็นน้ำเสีย

นอกจากนี้ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้กำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำและคุณภาพแหล่งน้ำที่สำคัญในป 2545 โดยระดับคุณภาพน้ำต่ำหรือต่ำมาก จะมีค่า BOD มากกว่า 2 mg./l และมีค่า FCB มากกว่า 4,000 หน่วย

จากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียในชุมชนพื้นที่ศึกษากับระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชน พบว่า น้ำในพื้นที่ศึกษานั้นยังมีปัญหาในการรวบรวมน้ำเสียชุมชน เป็นเพราะการวางท่อรวบรวมน้ำเข้าสู่ระบบยังไม่ครอบคลุมพื้นที่และพบปัญหาท่อรั่วซึม ทำให้ไม่สามารถรวบรวมน้ำเสียชุมชนเข้าสู่ระบบบำบัดได้ทั้งหมด นอกจากนี้ ยังมีปริมาณน้ำฝนเข้าไปเจือจางความเข้มข้นของความสกปรกของน้ำเสีย ทำให้ค่าที่วัดได้ในแต่ละพารามิเตอร์ไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ รวมถึงมีค่ามลสารต่าง ๆ ไม่ถึงระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนของ Metcalf and Eddy (1991) ในการวิจัยครั้งนี้จึงต้องทำการสังเคราะห์น้ำเสีย โดยใช้สูตร คือ น้ำตาลซูโครส 0.25 กรัม COD ต่อลิตร และยูเรีย (CH_4N_2O) 0.02 กรัมต่อลิตร โดยนำไปผสมรวมกับน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมไว้ที่บ่อพักน้ำเสีย และมีการเวียนตะกอนจากส่วนเติมอากาศไปยังส่วนที่ไม่เติมอากาศเพื่อกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยทำการเวียนตะกอนจากส่วนเติมอากาศไปยังส่วนที่ไม่เติมอากาศ 1 และ 2 ในสัดส่วนอัตราการไหล 50% และ 50% ของอัตราการไหลของน้ำที่เข้าระบบบำบัด เพื่อให้น้ำก่อนบำบัดมีคุณลักษณะสอดคล้องกับน้ำเสียชุมชนซึ่งเกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมของต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น

บทที่ 5
ผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

ผู้วิจัยทำการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน เพื่อให้ทราบถึงความต้องการ ทัศนคติ และพฤติกรรมของชุมชน รวมถึงปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ ในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล เหมาะสมกับชุมชนในประเทศไทย สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 ผลการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนจากผู้นำชุมชนในพื้นที่ศึกษา พบว่า ครัวเรือนในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ในครัวเรือน (ประมาณร้อยละ 65) เช่น รดน้ำต้นไม้ อาบน้ำ เป็นต้น รองลงมาคือ เกษตรกรรม (ประมาณร้อยละ 20) และกิจการร้านค้า (ประมาณร้อยละ 15) เช่น ล้างภาชนะ เป็นต้น ซึ่งพื้นที่หมู่ 6 และหมู่ 7 เป็นต้นสายของน้ำประปา (อยู่ใกล้กับหัวสูบน้ำประปาของการประปานครหลวงมากที่สุด) จึงมีความคิดที่อยากจะนำระบบบำบัดมาให้แต่ละครัวเรือนใช้บำบัดน้ำเสีย ก่อนที่จะมีการนำระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้นั้น ครัวเรือนที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ริมแม่น้ำเกือบทั้งหมดจะระบายน้ำเสียลงแม่น้ำโดยที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดก่อน

ปัจจุบันมีการนำระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ แต่ส่วนหนึ่งยังไม่เปิดใช้งาน ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งจะเป็นระบบ Slope ซึ่งน้ำเสียจะไหลผ่านเข้าระบบบำบัดอัตโนมัติ ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 50 องค์การบริหารส่วนตำบลไม่มีงบประมาณในการจัดหาระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ได้ทำการขอรับการสนับสนุนระบบบำบัดน้ำเสียจากลูกเจ้าพระยาป่าสักตอนบน 1 โดยได้ขอรับการสนับสนุนระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 2 เฟส งบประมาณ จำนวน 40 กว่าล้านบาท แต่ได้รับงบประมาณไม่เต็มตามจำนวนที่เสนอขออนุมัติ ระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้จึงไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทั้งนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียถูกออกแบบให้น้ำเสียในแต่ละครัวเรือนไหลมารวมกันที่ถังเกรอะที่ฝังไว้ใต้ดินของแต่ละครัวเรือน แล้วจึงทำการบำบัดในเบื้องต้น แต่ไม่สามารถดำเนินการได้กับทุกครัวเรือน เนื่องจากบางครัวเรือนยังคงล้างภาชนะบริเวณริมน้ำ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครัวเรือนได้ โดยถังเกรอะจะมีการวางท่อเชื่อมต่อมาที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม ระบบบำบัดน้ำเสีย เฟส 1 จะสามารถบำบัดน้ำเสียได้ประมาณ 160 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (รองรับ 100 ครัวเรือน) ส่วนระบบ

บำบัดน้ำเสียเฟส 2 จะมี 2 เครื่อง สามารถบำบัดน้ำเสียได้ประมาณ 95 ลูกบาศก์เมตรต่อเครื่องต่อวัน (รองรับ 50 ครัวเรือนต่อตัว) โดยระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละเฟสจะแยกครัวเรือนกัน

ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่สามารถเปิดใช้ได้ทั้งหมด เนื่องจากยังไม่ได้รับการส่งมอบระบบจากกรมทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถใช้งานในรูปแบบของราชการได้ คือ ไม่สามารถเบิกค่าไฟฟ้าหรือค่าซ่อมบำรุงได้ ซึ่งได้ทดลองเปิดใช้ระบบน้ำบัดน้ำเสีย ประมาณ 8 เดือน ซึ่งต้องรับภาระค่าไฟฟ้ารวมประมาณ 100,000 บาท จึงได้ทำการปิดการใช้งานระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียดี สามารถรองรับน้ำเสียได้เพียงพอ แต่ระบบการวางท่อไม่ดี จึงทำให้เกิดปัญหา ชุมชนต้องการระบบน้ำเสีย แต่จากปัญหาการไม่ได้รับการส่งมอบระบบจากกรมทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถบริหารจัดการได้เต็มที่ กรมทรัพยากรธรรมชาติได้จัดเตรียมระบบบำบัดน้ำเสียไว้ให้กับทุกครัวเรือน แต่มีทั้งครัวเรือนที่ใช้และไม่ใช้งาน โดยครัวเรือนที่ไม่ใช้งานอาจเป็นเพราะไม่ชอบตักไขมันการวางระบบมีความหลากหลาย ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้เป็นรูปแบบที่ชัดเจนและเป็นแนวทางเดียวกัน โดยหน่วยงานหลักที่ดูแลรับผิดชอบการบำบัดน้ำเสียในชุมชน คือ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม

อุปสรรคที่พบในการบำบัดน้ำเสียในชุมชน คือ เจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนขาดความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน อาทิ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ความรู้ด้านระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเรียนรู้การใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียจากคู่มือและการทดลองใช้งานจริง โดยได้รับคำแนะนำการใช้งานจากบริษัทผู้ออกแบบบ้าง เรื่องงบประมาณไม่เป็นปัญหา เพราะสามารถบริหารจัดการได้ ซึ่งในอนาคตมีนโยบายในการพัฒนาพื้นที่นี้ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ซึ่งจะทำให้มีโฮมสเตย์และร้านอาหารเกิดขึ้น ทำให้ประชาชนในพื้นที่มีโอกาสในการสร้างรายได้ แต่อย่างไรก็ตาม การพัฒนาการท่องเที่ยวในพื้นที่ต้องทำควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อม ประชาชนในพื้นที่จึงควรเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการบำบัดน้ำเสีย เพราะเป็นผู้ได้รับประโยชน์โดยตรง โดยดำเนินการในลักษณะการเชิญชวน ไม่บังคับ อาทิ การบริจาคเงินเพื่อสนับสนุนค่าไฟฟ้า การเก็บค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสียโดยเริ่มจากจำนวนน้อย ๆ ก่อน เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังพบว่าในปัจจุบันยังไม่มีการสื่อสารกับคนในชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากระบบปิดการทำงาน แต่ได้มีการแจ้งกับครัวเรือนในชุมชนว่ายังไม่ได้รับการส่งมอบระบบบำบัดน้ำเสียจากกรมทรัพยากรธรรมชาติและจังหวัด จึงต้องทำการปิดระบบบำบัดน้ำเสียก่อน เพราะการใช้งานต้องมีค่าใช้จ่าย อาทิ ค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมบำรุง เป็นต้น แต่ได้มีการประสานงานกับโยธาธิการและผังเมืองเกี่ยวกับการออกแบบและแก้ไขระบบ

ในส่วนของการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนในการบำบัดน้ำเสีย พบว่า คนในชุมชนมีส่วนร่วมเพราะต้องเป็นผู้ตัดสินใจยินยอมให้มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนของตนเอง ประชาชน

ตระหนักถึงความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เห็นได้จากการลงนามยินยอมให้ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนของตน

ปัจจัยที่ส่งผลให้การบำบัดน้ำเสียในชุมชนประสบความสำเร็จ คือ ผู้นำชุมชน เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ได้ใจคนในชุมชน และงบประมาณที่ได้รับ พื้นที่นี้จะเป็นชุมชนต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียเมื่อมีการเปิดใช้งานระบบอย่างจริงจัง แต่เนื่องจากยังไม่มีการเปิดใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียอย่างจริงจัง จึงยังไม่ได้ทำการสื่อสารกับคนในชุมชนในเชิงลึก ทั้งนี้ ผู้ให้สัมภาษณ์มีความพึงพอใจที่มีต่อระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชน ประมาณร้อยละ 80 โดยมีความพึงพอใจในระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ยังไม่พึงพอใจในการวางท่อ ซึ่งไม่สามารถดำเนินการใด ๆ ได้ เพราะขึ้นอยู่กับการออกแบบและผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นแทนคนในชุมชนได้ เพราะบางครัวเรือนก็ประสบความสำเร็จ บางครัวเรือนก็ยังคงพบปัญหาซึ่งแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตาม ผู้ให้สัมภาษณ์ยังไม่สามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบใหม่ที่จะนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนได้ เนื่องจากยังไม่ทราบรายละเอียดของระบบ อาทิ การทำงานของระบบ ศักยภาพของระบบ (ระบบสามารถใช้งานได้กี่ครัวเรือน) เป็นต้น โดยระบบบำบัดน้ำเสียอาจออกแบบให้ใช้งานร่วมกัน 5 ครัวเรือน แล้วให้ทั้ง 5 ครัวเรือนออกค่าใช้จ่ายร่วมกัน ซึ่งมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียอยู่ที่สัดส่วน 50:50 ซึ่งสามารถสอบถามจากครัวเรือนได้โดยตรง ทั้งนี้ ผู้ให้สัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นว่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียที่ครัวเรือนเต็มใจที่จะจ่าย อยู่ที่ประมาณ 100 บาท/เดือน/ครัวเรือน และยังพบว่าน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วส่วนใหญ่จะปล่อยลงแม่น้ำหรือนำกลับมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร คนในชุมชนยังไม่มีการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน แต่ยังคงใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำตามเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 ผลการสอบถามกลุ่มครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครัวเรือนในพื้นที่หมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี รวม 281 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 84.64 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

5.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ครัวเรือนต่อเดือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่อยู่อาศัยจริงในปัจจุบัน ที่ตั้งของครัวเรือน ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชน การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน และบทบาทหรือตำแหน่งหน้าที่ในชุมชน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าฐานนิยม (Mode)

ซึ่งแสดงในรูปแบบตารางการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ (Frequency and Percentage Table) (ดูภาคผนวก ข) ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

เพศ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 71.17 ในขณะที่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 28.83

อายุ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุมากกว่า 60 ปีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.16 รองลงมาคือ มีอายุระหว่าง 51 – 60 ปี มีอายุระหว่าง 41 – 50 ปี มีอายุระหว่าง 31 – 40 ปี และมีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.32, 16.73, 12.81 และ 4.98 ตามลำดับ

การศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจบการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.12 รองลงมาคือ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายหรือ ปวช.จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น จบการศึกษาปวส. หรืออนุปริญญา จบการศึกษาปริญญาโท และไม่ได้เรียนหนังสือ คิดเป็นร้อยละ 22.06, 21.35, 16.01, 7.12, 2.85 และ 2.49 ตามลำดับ

อาชีพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้ประกอบอาชีพมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.32 รองลงมาคือ ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไปหรืออาชีพอิสระ ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน ประกอบอาชีพข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจ ประกอบอาชีพค้าขาย ประกอบอาชีพเกษตรกร และประกอบอาชีพอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 25.27, 15.66, 15.30, 9.61, 1.42 และ 1.42 ตามลำดับ

รายได้ครัวเรือนต่อเดือน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 10,001 – 15,000 บาทต่อเดือนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.03 รองลงมาคือ มีรายได้ครัวเรือนไม่เกิน 10,000 บาทต่อเดือน มีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 20,001 – 30,000 บาทต่อเดือน มีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 15,001 – 20,000 บาทต่อเดือน มีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 30,001 – 40,000 บาทต่อเดือน มีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 40,001 – 50,000 บาทต่อเดือน มีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 90,001 – 100,000 บาทต่อเดือน และมีรายได้ครัวเรือนระหว่าง 50,001 – 60,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 30.96, 12.10, 9.96, 9.61, 2.85, 2.14 และ 0.35 ตามลำดับ

จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่อยู่อาศัยจริงในปัจจุบัน พบว่า ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีสมาชิกที่อาศัยอยู่จริงในปัจจุบัน จำนวน 3 – 5 คน คิดเป็นร้อยละ 57.29 รองลงมาคือ มีสมาชิกครัวเรือน จำนวน 1 – 2 คน มีสมาชิกครัวเรือน จำนวน 6 – 10 คน และมีสมาชิกครัวเรือนมากกว่า 10 คน คิดเป็นร้อยละ 34.88, 6.76 และ 1.07 ตามลำดับ

ที่ตั้งของครัวเรือน พบว่า บ้านเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามตั้งอยู่ติดกับแหล่งน้ำมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.57 รองลงมาคือ บ้านเรือนตั้งอยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร และบ้านเรือนตั้งอยู่ห่างแหล่งน้ำเกิน 100 เมตร คิดเป็นร้อยละ 31.67 และ 27.76 ตามลำดับ

ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลามากกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 63.34 รองลงมาคือ อยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลา 16 – 20 ปี อยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลา 6 – 10 ปี อยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลา 3 – 5 ปี อยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลา 11 – 15 ปี และอยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.10, 11.03, 6.05, 5.34 และ 2.14 ตามลำดับ

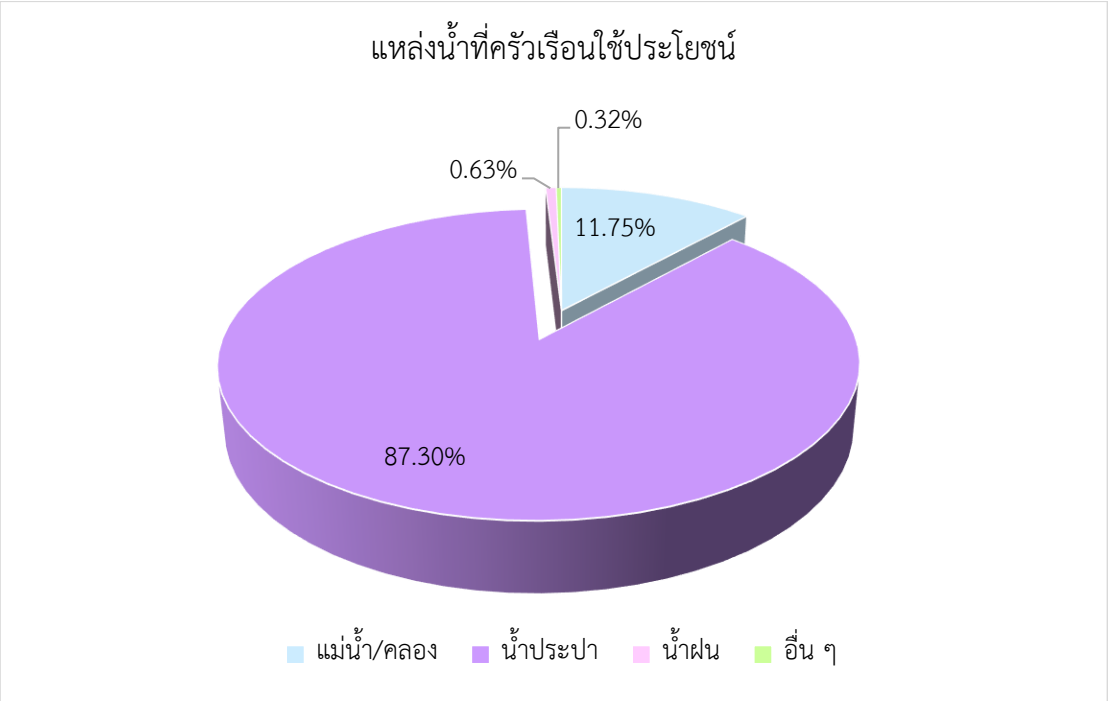
การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือนเพื่ออยู่อาศัยเท่านั้น คิดเป็นร้อยละ 86.83 รองลงมาคือ ใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือนเป็นร้านค้า ใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือนเป็นร้านอาหาร ใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือนเพื่อการเกษตรกรรม และใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือนเป็นหอพักหรือโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 5.69, 4.98, 2.14 และ 0.36 ตามลำดับ

บทบาทหรือตำแหน่งหน้าที่ในชุมชน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งในชุมชน เป็นเพียงประชาชนในชุมชนเท่านั้น คิดเป็นร้อยละ 95.37 รองลงมาคือ เป็นผู้นำชุมชน เป็นผู้บทบาทอื่น ๆ ในชุมชน อาทิ อาสาสมัครชุมชน เป็นต้น และเป็นประธานกลุ่มต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 2.14, 2.14 และ 0.35 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จะเห็นได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่อาศัยในชุมชนเป็นระยะเวลามากกว่า 20 ปี และเป็นผู้ที่มีบ้านเรือนตั้งอยู่ติดกับแหล่งน้ำมากที่สุด แสดงให้เห็นว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนได้เป็นอย่างดี

5.2.2 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลพฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ครัวเรือนใช้ประโยชน์ การใช้ประโยชน์จากแม่น้ำของครัวเรือน และกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งแสดงในรูปแบบตารางการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ (Frequency and Percentage Table) ส่วนข้อคำถามเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำของครัวเรือน ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 4 ระดับ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ดูภาคผนวก ข) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

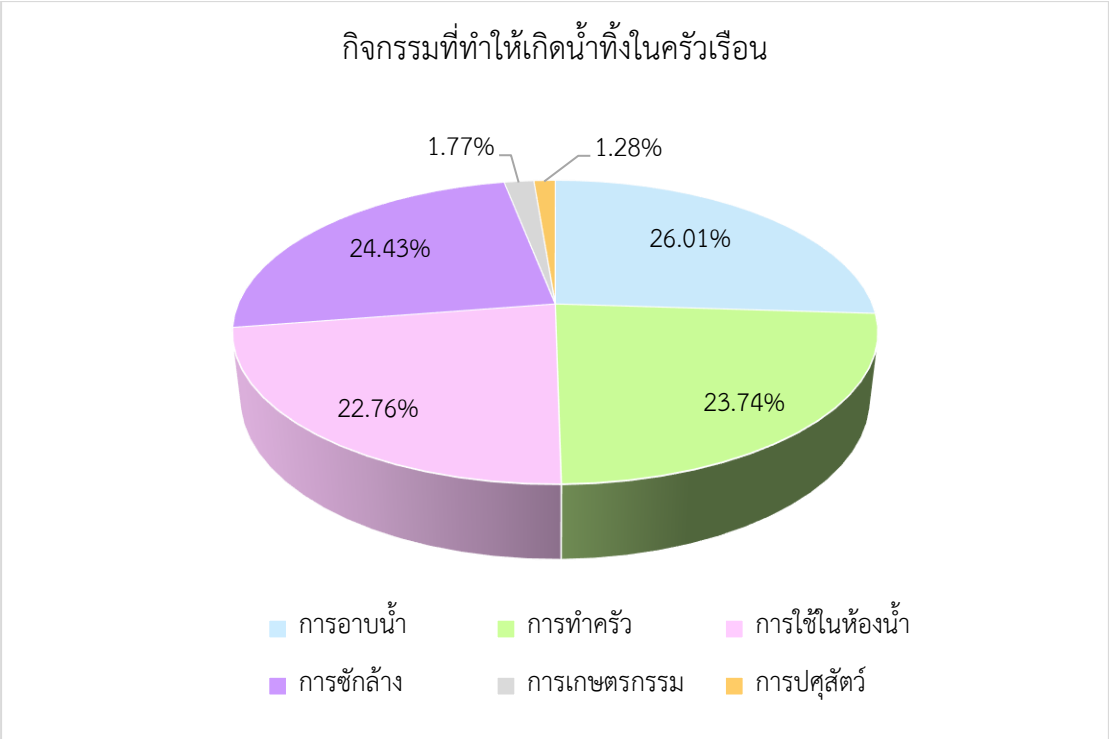


ภาพที่ 22 แหล่งน้ำที่ครัวเรือนใช้ประโยชน์

จากภาพที่ 22 ผลการศึกษาแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากน้ำประปา คิดเป็นร้อยละ 87.30 รองลงมาคือ ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ/คลอง ใช้ประโยชน์จากน้ำฝน และใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำอื่น ๆ ได้แก่ น้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 11.75, 0.63 และ 0.32 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ยังคงมีครัวเรือนในชุมชนที่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ/คลอง โดยเฉพาะครัวเรือนที่มีบ้านเรือนตั้งอยู่ติดกับแหล่งน้ำ

ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำของครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ/คลองน้อยครั้ง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามใช้ประโยชน์จากแม่น้ำสูงที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ อาบ ทำความสะอาดบ้านเรือน และซักผ้า (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.60, 1.57 และ 1.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.869, 0.888 และ 0.954 ตามลำดับ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 23 กิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือน

จากภาพที่ 23 ผลการศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า กิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือนมากที่สุด ได้แก่ การอาบน้ำ คิดเป็นร้อยละ 26.02 รองลงมาคือ การซักล้าง การทำครัว การใช้ในห้องน้ำ เกษตรกรรม และการปศุสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 24.43, 23.74, 22.76, 1.77 และ 1.28 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน จะเห็นได้ว่า แม้ว่าครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะใช้น้ำประปาเป็นหลัก แต่ครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 11.75 ยังคงมีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ/คลองในบางครั้ง อาทิ การอาบ การทำความสะอาดบ้านเรือน และการซักผ้า โดยเฉพาะครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีบ้านเรือนอยู่ติดแม่น้ำ

5.2.3 ข้อมูลพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือน

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ ได้แก่ พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือน การใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล ปัญหาการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล และความสำคัญของการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งแสดงในรูปแบบตารางการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ (Frequency and

Percentage Table) โดยข้อคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือน ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 4 ระดับ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ดูภาคผนวก ข) ผลการศึกษาพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

การเลือกใช้สบู่หรือน้ำยาซักล้างที่มีสารเคมีน้อย พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้สบู่หรือน้ำยาซักล้างที่มีสารเคมีปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.93, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.938)

การกำจัดขยะมูลฝอย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามกำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนโดยการทิ้งลงถังขยะของเทศบาลสูงที่สุด ระดับทุกครั้ง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.42, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.895) รองลงมาคือ กำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนโดยการทิ้งตามที่ต่าง ๆ ทิ้งลงแม่น้ำ เผา และฝัง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40, 1.16, 1.13 และ 1.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.572, 0.401, 0.335 และ 0.269 ตามลำดับ)

การระบายน้ำทิ้งจากครัวเรือน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทำการระบายน้ำทิ้งจากครัวเรือนโดยปล่อยลงพื้นดินสูงที่สุด ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.039) รองลงมาคือ ทำการระบายน้ำทิ้งจากครัวเรือนโดยปล่อยลงท่อของเทศบาล ปล่อยลงแม่น้ำ/คลอง และอื่น ๆ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.70, 1.51 และ 1.01 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.241, 0.930 และ 0.840 ตามลำดับ)

การบำบัดน้ำทิ้งก่อนระบายทิ้ง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 71.89 ทำการบำบัดน้ำทิ้งก่อนระบายทิ้งทุกครั้ง โดยใช้ตะแกรงแยกเศษอาหารสูงที่สุด ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.11, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.388) รองลงมาคือ ทำการบำบัดน้ำทิ้งก่อนระบายทิ้งโดยใช้ถังดักไขมัน ใช้บ่อเกรอะ/บ่อซึม และใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.39, 1.18 และ 1.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.987, 0.636 และ 0.612 ตามลำดับ)

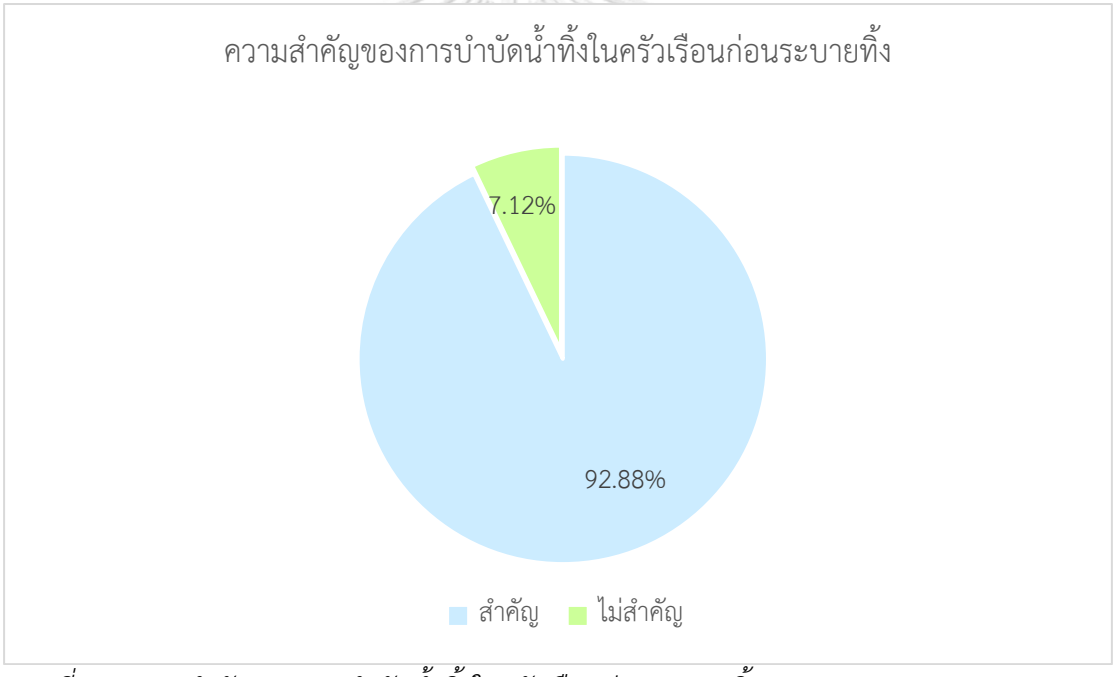
การตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำและดำเนินการแก้ไขทันที พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามทำการตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำและดำเนินการแก้ไขทันทีปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.41, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.284)

การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่น้อยครั้ง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.725)

ผลการศึกษาการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบลของครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

การใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่ใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล คิดเป็นร้อยละ 84.70 โดยมีเพียงร้อยละ 15.30 ที่มีการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล ทั้งนี้ เนื่องจากตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบลใช้งานไม่สะดวกและไม่ได้ผลเท่าที่ควร

ปัญหาการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่พบปัญหาการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล คิดเป็นร้อยละ 41.64 โดยปัญหาที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่พบ คือ กลิ่นไม่พึงประสงค์ และผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 23.49 ไม่พบปัญหาการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล เนื่องจากไม่ได้ใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล อย่างไรก็ตาม ยังคงมีผู้ตอบแบบสอบถามคิดเป็นร้อยละ 34.87 ที่ไม่แสดงความคิดเห็นใดใดในข้อคำถามนี้

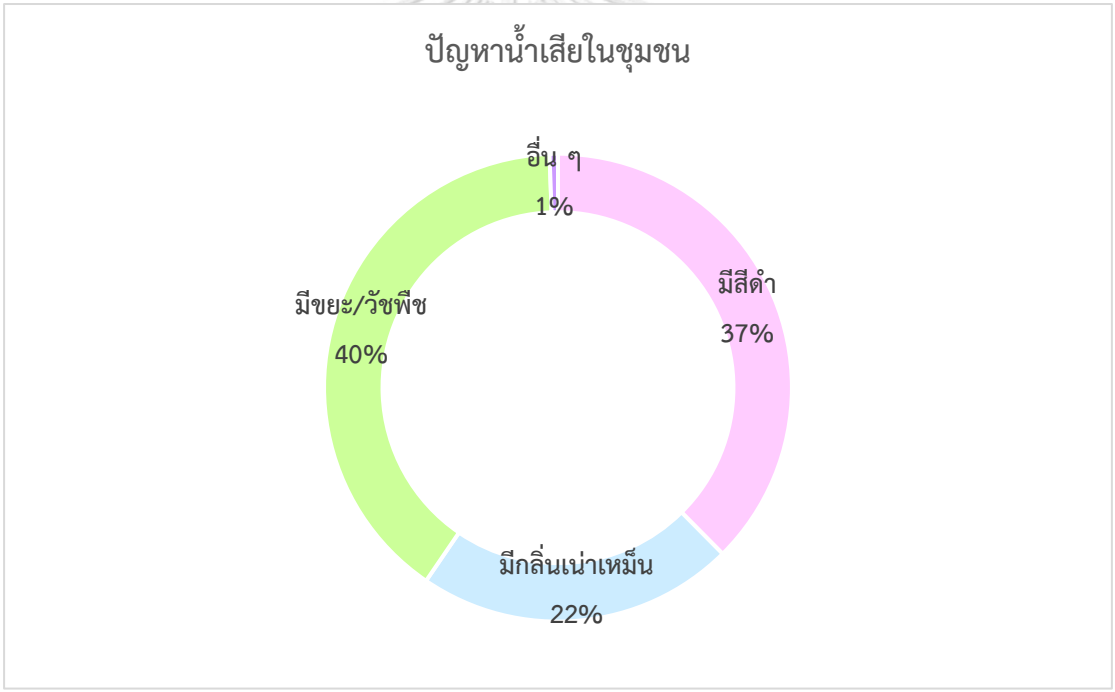


ภาพที่ 24 ความสำคัญของการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง

จากภาพที่ 24 ผลการศึกษาความสำคัญของการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้งของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้งมีความสำคัญ คิดเป็นร้อยละ 92.88 เพราะการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้งเป็นการช่วยให้น้ำสะอาดมากยิ่งขึ้น ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 7.12 มีความคิดเห็นว่าการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้งไม่มีความสำคัญ

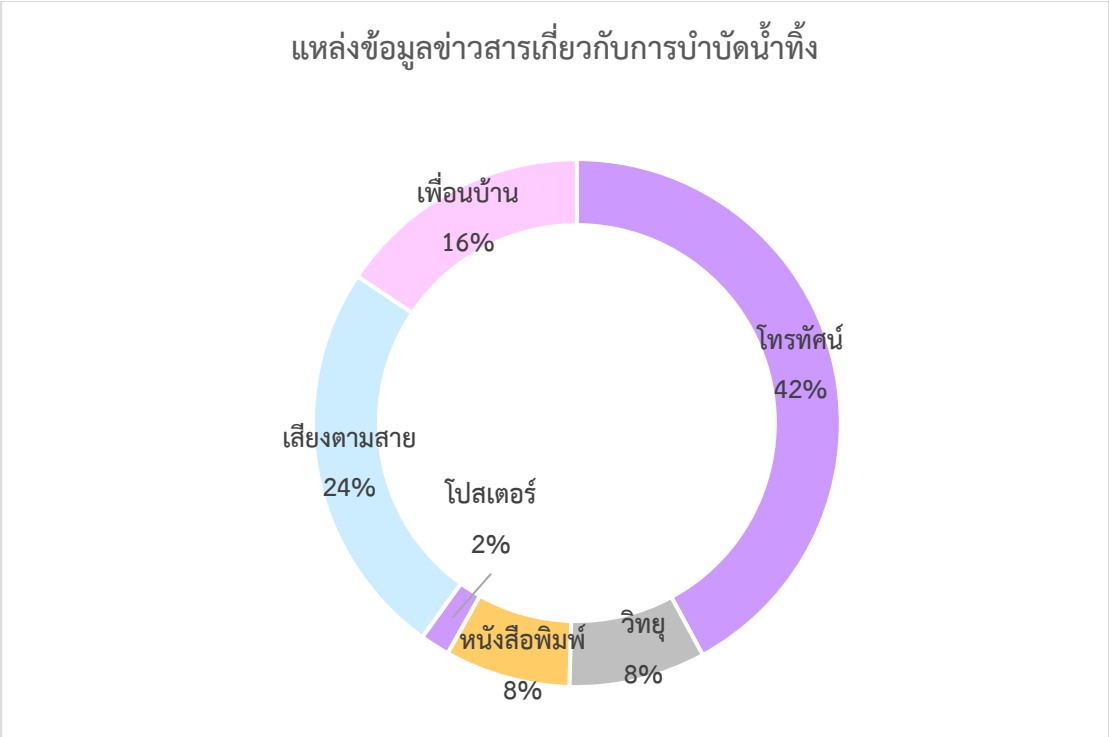
5.2.4 ข้อมูลพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งในชุมชน

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ ได้แก่ ปัญหาน้ำเสียในชุมชน แหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย ความรู้สึกที่มีต่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสียของครัวเรือน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งแสดงในรูปแบบตารางการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ (Frequency and Percentage Table) โดยข้อคำถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียของครัวเรือน ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 4 ระดับ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ดูภาคผนวก ข)



ภาพที่ 25 ปัญหาน้ำเสียในชุมชน

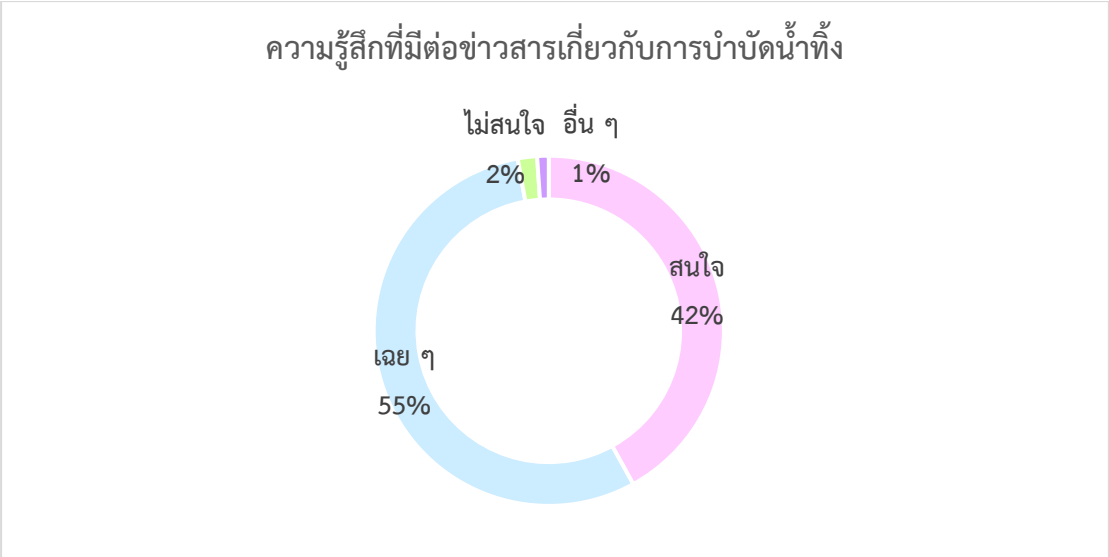
จากภาพที่ 25 ผลการศึกษาพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งในชุมชนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย ด้านปัญหาน้ำเสียในชุมชน พบว่า แหล่งน้ำในชุมชนมีขยะ/วัชพืชมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.88 รองลงมาคือ แหล่งน้ำในชุมชนมีสีดำ แหล่งน้ำในชุมชนมีกลิ่นเน่าเหม็น และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 37.57, 21.96 และ 0.59 ตามลำดับ



ภาพที่ 26 แหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง

จากภาพที่ 26 ผลการศึกษาพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งในชุมชนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย ด้านแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียจากโทรทัศน์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.09 รองลงมาคือ ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียจากเสียงตามสายของชุมชน เพื่อนบ้านในชุมชน วิทยุ หนังสือพิมพ์ และโปสเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 24.43, 15.61, 8.37, 7.69 และ1.81 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 27 ความรู้สึกที่มีต่อข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง

จากภาพที่ 27 ผลการศึกษาพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งในชุมชนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย ด้านความรู้สึกที่มีต่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความรู้สึกเฉย ๆ ต่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย คิดเป็นร้อยละ 55.16 รองลงมาคือ มีความรู้สึกสนใจในข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย ไม่มีความรู้สึกสนใจในข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 41.99, 1.78 และ 1.07 ตามลำดับ

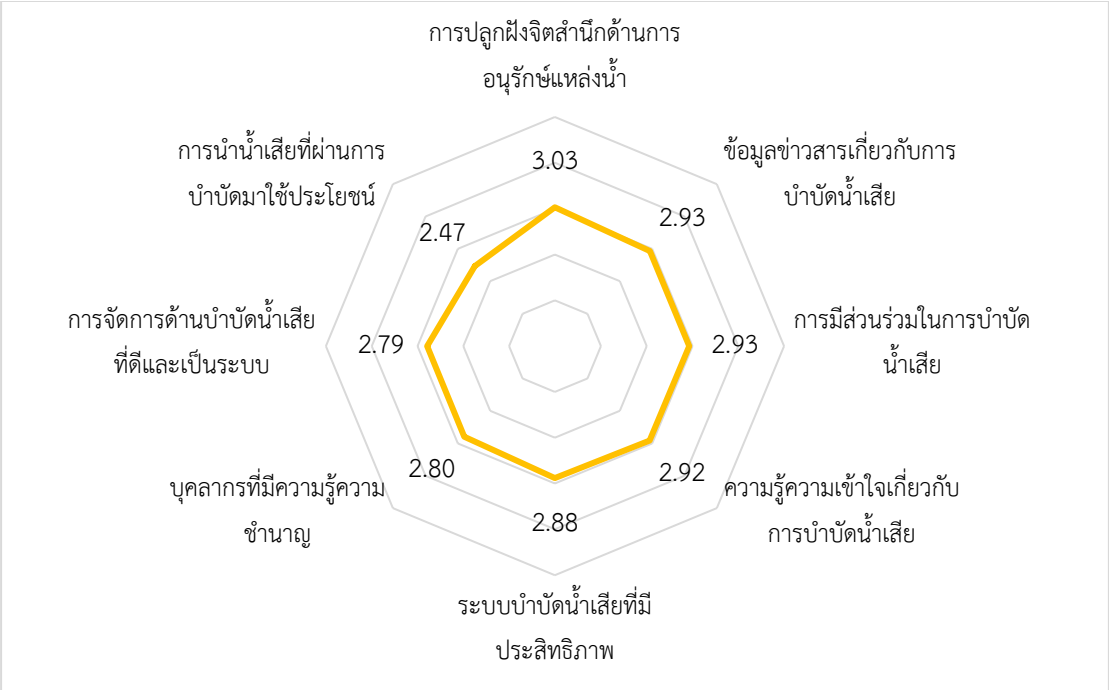
นอกจากนี้ ยังพบว่า ครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามมีค่าน้ำประปาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 100 – 700 บาทต่อเดือน โดยครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีค่าน้ำประปาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 200 – 300 บาท

ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสียของครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีส่วนร่วมในการประชุมรับทราบปัญหา นโยบาย และโครงการการต่าง ๆ เป็นสมาชิกหรือตัวแทนกลุ่มเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและบริหารจัดการน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย เข้าร่วมกิจกรรมการปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เข้าอบรมด้านการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือน ตลอดจนเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการรุกล้ำแม่น้ำ อยู่ในระดับน้อยครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.5 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 28 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

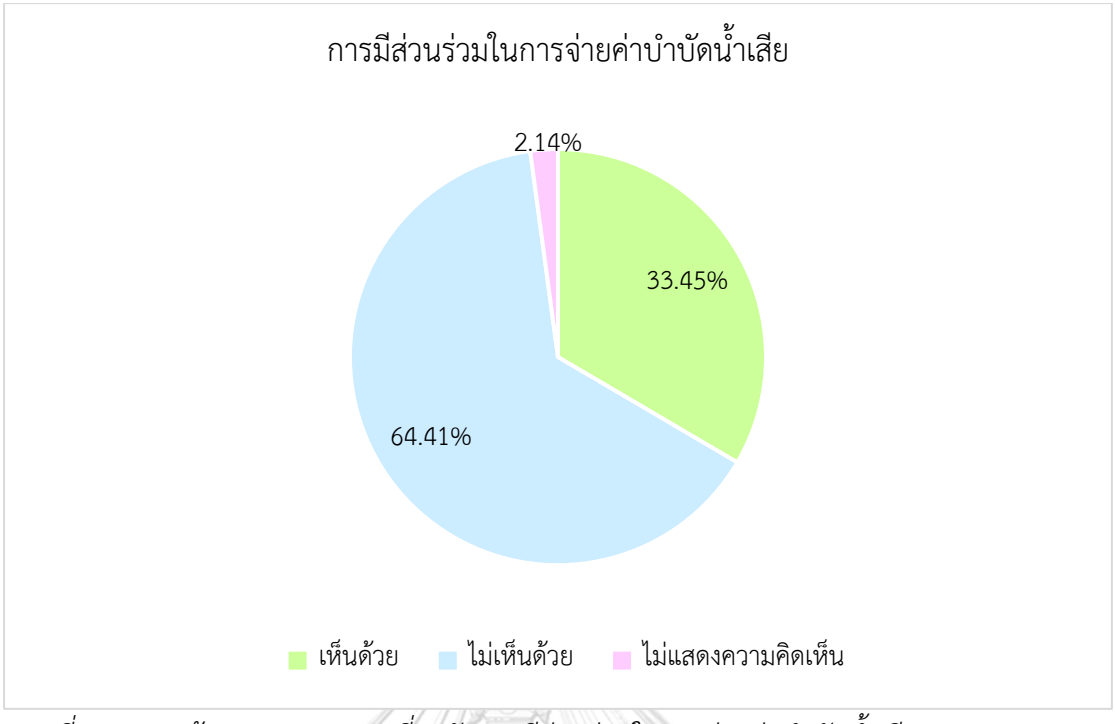
จากภาพที่ 28 ผลการศึกษาความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ความต้องการการปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำมีค่าสูงสุดอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03) รองลงมาคือ ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93) การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.92) ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.88) บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.80) การจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.79) และการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.47) ตามลำดับ

5.2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ได้แก่ เทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม ความคิดเห็นที่มีต่อการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน และค่าบำบัดน้ำเสียที่พึงพอใจที่จะจ่ายมากที่สุดสำหรับการใช้น้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร (เท่ากับ 1,000 ลิตร) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งแสดงในรูปแบบตารางการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ (Frequency and Percentage Table) และความสำคัญของปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) (ดูภาคผนวก ข) สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

ภาพที่ 29 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

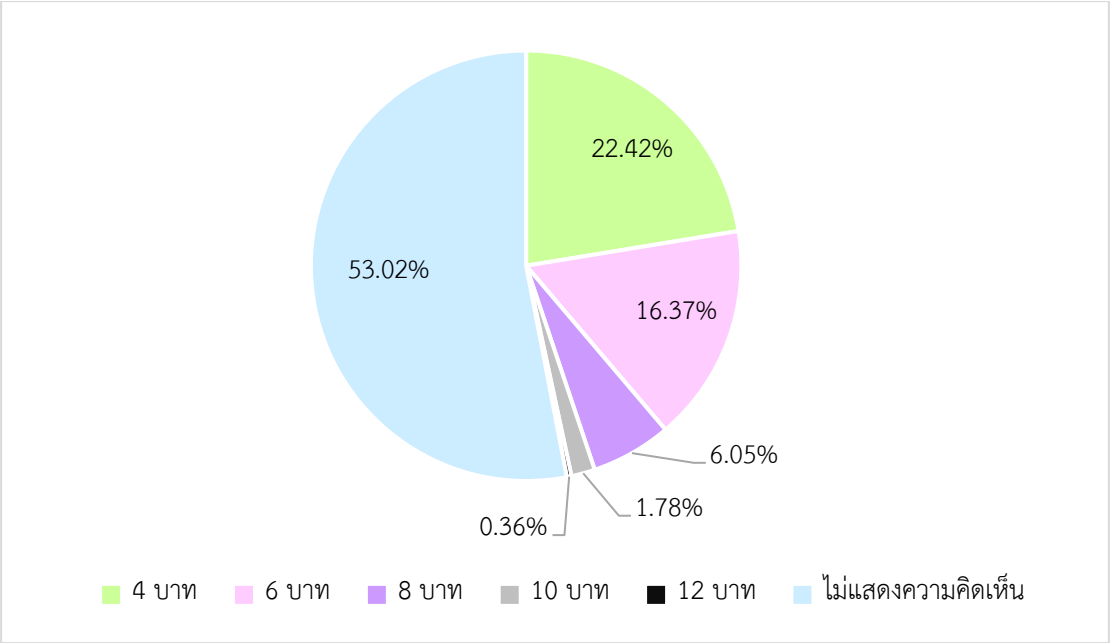
จากภาพที่ 29 ผลการศึกษาการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย ด้านเทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความสนใจเทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม คิดเป็นร้อยละ 72.60 เพราะช่วยให้การบำบัดน้ำเสียในชุมชนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 27.40 ไม่มีความสนใจเทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม



ภาพที่ 30 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย

จากภาพที่ 30 ผลการศึกษาการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย ด้านความคิดเห็นที่มีต่อการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยที่ต้องมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 64.41 เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนหนึ่งเห็นว่าได้มีการเสียภาษีให้กับภาครัฐแล้ว ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนจึงควรอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากกว่าที่จะเป็นภาระของคนในชุมชน ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 33.45 เห็นด้วยที่ต้องมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน ทั้งนี้ ยังคงมีผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 2.14 ที่ไม่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 31 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย

จากภาพที่ 31 ผลการศึกษาการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย ด้านค่าบำบัดน้ำเสียที่พึงพอใจที่จะจ่ายมากที่สุดสำหรับการใช้น้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร (เท่ากับ 1,000 ลิตร) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย จำนวน 4 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.42 รองลงมาคือ มีความพึงพอใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย จำนวน 6 บาท 8 บาท 10 บาท และ 12 บาท คิดเป็นร้อยละ 16.37, 6.05, 1.78 และ 0.36 ตามลำดับ ทั้งนี้ ยังคงมีผู้ตอบแบบสอบถามมากถึงร้อยละ 53.02 ที่ไม่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับค่าบำบัดน้ำเสียที่พึงพอใจที่จะจ่ายมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 32 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

จากภาพที่ 32 ผลการศึกษาความสำคัญของปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญต่อปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.92) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า 1) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก 2) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย 3) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย 4) ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย และ 5) การถ่ายทอดความรู้อย่างละเอียด ชัดเจน และเข้าใจง่าย มีค่าสูงสุด 5 ลำดับแรก อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.18, 3.16, 3.15, 3.14 และ 3.08 ตามลำดับ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 33 คุณภาพของน้ำหลังบำบัดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

จากภาพที่ 33 พบว่า คุณภาพของน้ำหลังบำบัดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ 1) ปราศจากขยะ น้ำใส ไม่มีกลิ่นและไม่มีวัชพืช 2) ปรับปรุงภูมิทัศน์ริมฝั่งคลองให้สวยงาม และ 3) นำกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.24, 3.23 และ 2.73 ตามลำดับ) ทั้งนี้ การนำกลับมาใช้บริโภคภายในครัวเรือนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.33)

5.2.7 ข้อมูลความคิดเห็นด้านอื่น

ในส่วนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลด้านอื่น ได้แก่ ความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน การใช้วัสดุอื่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อทดแทนการใช้พลาสติก ความพึงพอใจในผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน ปัญหาหรืออุปสรรคในการการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน และข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งแสดงในรูปแบบตารางการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ (Frequency and Percentage Table) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) (ดูภาคผนวก ข)

ผลการศึกษาความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า

อันดับ 1 ได้แก่ ปัญหาขยะมูลฝอย

อันดับ 2 ได้แก่ ปัญหาน้ำท่วมขัง

อันดับ 3 ได้แก่ ปัญหาน้ำเสีย

ผลการศึกษาการส่งเสริมให้ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ส่งเสริมการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 80.43 เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่ย่อยสลายยากและช่วยลดภาวะโลกร้อน ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 19.57 ไม่ส่งเสริมการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาความพึงพอใจในผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความรู้สึกเฉย ๆ ต่อผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 55.87 รองลงมาคือ มีความพึงพอใจในระดับน้อย มีความพึงพอใจในระดับมาก และไม่พึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 31.67, 12.10 และ 0.36 ตามลำดับ

ผลการศึกษาปัญหาหรืออุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 281 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่พบปัญหาหรืออุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน ซึ่งปัญหาหรืออุปสรรคส่วนใหญ่ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 30.25 ไม่พบปัญหาหรืออุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน ส่วนหนึ่งเป็นเพราะไม่ได้มีการใช้งาน นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังได้เสนอแนะว่าต้องดำเนินการอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จึงจะสามารถช่วยให้การบำบัดน้ำเสียในชุมชนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 สรุปผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

จากผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม จะเห็นได้ว่า ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่ใช้น้ำประปาเป็นหลัก แต่ครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 11.75 ยังคงมีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ/คลองในบางครั้ง อาทิ การอาบน้ำ การทำความสะอาดบ้านเรือน และการซักผ้า โดยเฉพาะครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีบ้านเรือนอยู่ติดแม่น้ำ โดยกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือน

มากที่สุด ได้แก่ การอาบน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาข้อมูลสัดส่วนการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชนที่เก็บรวบรวมได้จากผู้นำชุมชน ทั้งนี้ ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่กำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนโดยการทิ้งลงถังขยะของเทศบาล และใช้ตะแกรงแยกเศษอาหารก่อนระบายน้ำทิ้งลงพื้นดิน นอกจากนี้ ยังพบว่าครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่ไม่ใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล เนื่องจากตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบลใช้งานไม่สะดวกและไม่ได้ผลเท่าที่ควร โดยปัญหาที่พบส่วนใหญ่ คือ กลิ่นไม่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตาม ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้งมีความสำคัญ เพราะช่วยให้น้ำสะอาดมากยิ่งขึ้น

ปัญหาน้ำเสียเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยปัญหาน้ำเสียในชุมชนที่ครัวเรือนในชุมชนพบมากที่สุด คือ แหล่งน้ำในชุมชนมีขยะ/วัชพืชมากที่สุด ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียจากโทรทัศน์มากที่สุด ทั้งนี้ ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีความรู้สึกเฉย ๆ ต่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียที่ได้รับ นอกจากนี้ ยังพบว่าครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียน้อยครั้ง เนื่องจากยังไม่ได้รับการส่งระบบบำบัดน้ำเสียจากกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำให้การดำเนินการต่าง ๆ ยังไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่เก็บรวบรวมได้จากผู้นำชุมชนที่ว่าในปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดกฎ ระเบียบ มาตรการต่าง ๆ รวมถึงยังไม่มีการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการดำเนินการตามแผนการบริหารจัดการน้ำเสีย เนื่องจากยังไม่รับการส่งมอบระบบบำบัดน้ำเสียจากกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเต็มที่ แต่อย่างไรก็ตาม องค์การบริหารส่วนตำบลเชียงรากใหญ่ ในฐานะผู้ดูแลและรับผิดชอบหลักด้านการบำบัดน้ำเสียในชุมชนได้ทำการกำหนดนโยบายหรือแผนหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียโดยกำหนดไว้ในแผนการดำเนินงานขององค์การบริหารส่วนตำบลอย่างต่อเนื่องและมีการจัดสรรงบประมาณในการดำเนินการบริหารจัดการน้ำเสียอย่างเพียงพอ

ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียสูงที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำ ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่เก็บรวบรวมได้จากผู้นำชุมชนที่ว่าประชาชนในชุมชนตระหนักและให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งเห็นได้จากการทิ้งขยะลงในถังที่ทางองค์การบริหารส่วนตำบลจัดเตรียมไว้ อีกทั้งยังให้ความร่วมมือและเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำเสียเป็นประจำด้วย

ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีความสนใจเทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม แต่ไม่เห็นด้วยที่ต้องมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนหนึ่งเห็นว่าได้มีการเสียภาษีให้กับภาครัฐแล้ว ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนจึงควรอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากกว่าที่จะเป็นภาระของคนในชุมชน สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเห็นด้วยที่ต้องมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดมีความพึงพอใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย จำนวน 4 บาท มากที่สุด ทั้งนี้ ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีของครัวเรือนในชุมชนที่มีความสำคัญสูงที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่การใช้งานง่ายและสะดวก การดูแลรักษาได้ง่าย ประสิทธิภาพ ต้นทุนและค่าใช้จ่าย และความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชนตามลำดับ ในขณะที่ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีของผู้นำชุมชนที่มีความสำคัญสูงที่สุด ได้แก่ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจนเข้าใจง่าย รวมถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย นอกจากนี้ ยังพบว่าครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่ส่งเสริมการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแทนการใช้พลาสติกในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่ย่อยสลายยากและยังเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนด้วย

วิธีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในปัจจุบัน คือ การใช้ระบบ 3BR/AS อย่างไรก็ตาม ครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีความรู้สึกเฉย ๆ ต่อผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน ในขณะที่ผู้นำชุมชนมีความรู้สึกพึงพอใจในผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เป็นเพราะผู้นำชุมชนพิจารณาในภาพรวมว่าการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนเป็นที่น่าพอใจ แต่เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ในชุมชนยังไม่มีการเปิดใช้งานอย่างเต็มที่ ครัวเรือนในชุมชนจึงยังไม่เกิดการรับรู้เกี่ยวกับการดำเนินการด้านการบำบัดน้ำเสียอย่างจริงจัง จึงยังไม่มีความรู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจอย่างชัดเจน ทั้งนี้ ผู้นำชุมชนทั้งหมดพบปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน โดยพิจารณาเป็นรายด้านได้ดังนี้

(1) ด้านความรุนแรงของปัญหา พบว่า การไม่สามารถเปิดใช้งานได้อย่างเต็มที่และความหนาแน่นของครัวเรือนในชุมชนเป็นปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุด รองลงมาคือ ไม่มีการสื่อสารกับคนในชุมชน การรั่วซึม และระบบการวางท่อไม่ดี ตามลำดับ

(2) ด้านความต้องการการแก้ไขปัญหา พบว่า การใช้งานยาก งบประมาณที่ไม่เพียงพอ และการไม่สามารถเปิดใช้งานได้อย่างเต็มที่ เป็นปัญหาที่ต้องการการแก้ไขมากที่สุด รองลงมาคือ การรั่วซึม ระบบการวางท่อไม่ดี การไม่มีการสื่อสารกับคนในชุมชน และการไม่ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน คือ ความร่วมมือของประชาชน ประสิทธิภาพของระบบ และการจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอ ตามลำดับ โดยผู้นำชุมชนส่วนใหญ่มีความสนใจที่จะศึกษาข้อมูลหรือมีส่วนร่วมในการออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ หากมีอุปกรณ์หรือวิธีการในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ต้องพิจารณาประสิทธิภาพของอุปกรณ์หรือวิธีการดังกล่าวและความคุ้มค่าก่อนทำการตัดสินใจ โดยคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำมาใช้รดน้ำต้นไม้ ทำความสะอาดบ้าน และซักล้าง ถือว่าเพียงพอแล้ว โดยผู้นำชุมชนส่วนใหญ่เสนอแนะว่าควรมีการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์และกิจกรรมให้ความรู้ รวมถึงจัดหาประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับครัวเรือนที่อยู่ติดแม่น้ำโดยเฉพาะ เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากผลการศึกษาที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครัวเรือนในชุมชนและผู้นำชุมชน พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี ได้แก่ การใช้งานง่ายและสะดวก การดูแลรักษาได้ง่าย ประสิทธิภาพ ต้นทุน/ค่าใช้จ่าย ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย และผู้ผลิต/ผู้จำหน่ายเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจนเข้าใจง่าย ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวมีความสอดคล้องกับคุณลักษณะของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้งานง่ายและสะดวก ดูแลรักษาได้ง่าย มีขีดความสามารถในการบำบัดน้ำเสียอยู่ในระดับสูง ประหยัดพื้นที่ในการก่อสร้างระบบ และเป็นระบบประหยัดพลังงาน

ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนจำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) (ดูภาคผนวก ค) พบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิงและเพศชาย รวมถึงกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกัน และประกอบอาชีพแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น

1) กลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย โดยกลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทต้องการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาในระดับอื่น

2) กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้มากกว่า 40,000 บาท

ต่อเดือน จะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ไม่เกิน 40,000 บาทต่อเดือน

3) กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ และบุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4) กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร จะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ติดแหล่งน้ำและอยู่ห่างแหล่งน้ำมากกว่า 100 เมตร

5) กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามากกว่า 20 ปี จะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาไม่เกิน 20 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่อเป็นหอพัก/โรงแรมและเกษตรกรรมจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่ออยู่อาศัยและประกอบกิจการร้านค้าหรือร้านอาหาร

สำหรับผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที

(t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) (ดูภาคผนวก ง) พบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิงและเพศชาย รวมถึงกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาแตกต่างกันจะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น

1) กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกันจะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเรื่องความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน คุณภาพน้ำหลังบำบัด เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย โดยปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

2) กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพแตกต่างกันจะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเรื่องคุณภาพน้ำหลังบำบัด เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย โดยปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

3) กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเรื่องความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย คุณภาพน้ำหลังบำบัด เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย โดยปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 60,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

4) กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

0.05 ในเรื่องความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย และคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือน 10 คน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกน้อย

5) กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนห่างจากแหล่งน้ำเป็นระยะทางที่แตกต่างกัน จะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเรื่องคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ติดแหล่งน้ำและอยู่ห่างแหล่งน้ำเกิน 100 เมตร

6) กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาแตกต่างกัน จะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกปัจจัย โดยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลาแตกต่างกันไป

7) กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน จะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเรื่องความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย คุณภาพน้ำหลังบำบัด เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย โดยปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นหอพัก/โรงแรม และการเกษตรกรรม มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบอื่น

นอกจากนี้ ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) (ดูภาคผนวก จ) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีข้อมูลด้านประชากรศาสตร์แตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาเป็นเวลานานกว่าจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียมากขึ้น

ทั้งนี้ ผลการศึกษาที่นำไปสู่ต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย การใช้งานง่ายและสะดวก การดูแลรักษาง่านและสะดวก การบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายต่ำ การประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งระบบ และใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

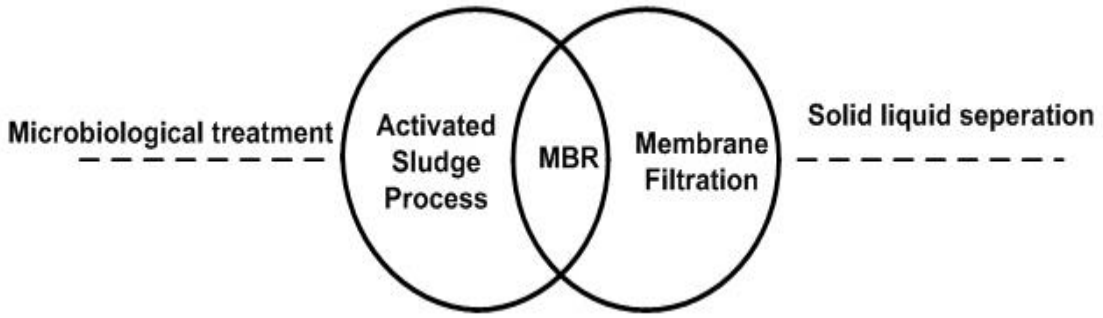
ผู้วิจัยทำการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ สามารถติดตั้งแหล่งกำเนิดและกระจายไปทุกแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ใช้พื้นที่ในการติดตั้งไม่มาก มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเดินระบบต่ำ ดูแลและบำรุงรักษาได้ง่าย และส่งเสริมการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ดังนี้

6.1 นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

ระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor เป็นการผสมผสานระหว่างระบบการบำบัดน้ำเสียแบบ Biological Treatment และ Membrane Filtration สำหรับน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม เป็นการรวมการบำบัดทางชีวเคมีแบบดั้งเดิมกับการบำบัดทางกายภาพในการแยกสารของแข็งและของเหลวผ่านการใช้เมมเบรนเดียวกันในระบบ โดยใช้การเลี้ยงตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศร่วมกับการกรองด้วยเมมเบรน โดยตัดขั้นตอนการตกตะกอนออกไป (ภาพที่ 34) ส่งผลให้ระบบมีขนาดเล็กลง น้ำหลังบำบัดที่มีคุณภาพสูง สามารถนำน้ำกลับไปใช้ใหม่ได้ นอกจากนี้ ระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor ยังมีการเก็บรักษาไฮดรอลิกสั้นกว่า กากตะกอนจะลดลง และประสิทธิภาพของไนตริฟิเคชัน (Nitrification) สูงขึ้น เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor จะช่วยลดความจำเป็นในการใช้เครื่องฟอกอากาศเพิ่มเติม เนื่องจากการรวมตัวกันของสภาวะไร้อากาศ ระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor จึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะประสิทธิภาพการบำบัดที่ทำให้น้ำหลังบำบัดมีคุณภาพสูงและสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ได้ จึงช่วยให้ครัวเรือนในชุมชนและผู้ประกอบการสามารถลดรายจ่ายในการใช้น้ำประปา ประหยัดค่าใช่จ่ายในการทิ้งตะกอนส่วนเกินและลดพื้นที่ในการก่อสร้างโรงบำบัด ทั้งนี้ ณัฐพันธ์ กลิ่นเกสร (2545) ยังได้กล่าวไว้ว่า ระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor เป็นระบบตะกอนเร่งอีกรูปแบบหนึ่งที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ถังปฏิกรณ์ชีวภาพร่วมกับการใช้แผ่นกรองแทนถังตกตะกอน โดยการใช้แรงดันผลักดันให้น้ำไหลผ่านตัวกรอง รูพรุนที่มีขนาดเล็กของตัวกรองสามารถกักจุลินทรีย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในระบบไม่ให้ออกไปกับน้ำทิ้งได้ ทำให้สามารถควบคุมอายุของจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์ได้อย่างดี น้ำทิ้งที่กรองผ่านแผ่นกรองชีวภาพ จะมีลักษณะใสและไม่มีตะกอนแขวนลอยเจือปน



ภาพที่ 34 การทำงานของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor

หลักการทำงานของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor ที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันมีความคล้ายคลึงกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง โดยใช้การย่อยสลายสิ่งสกปรกต่าง ๆ จากการทำงานของจุลินทรีย์ แต่ระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor จะทำการแยกน้ำส่วนใส โดยใช้เมมเบรนเพื่อแยกน้ำใสออกจากตะกอนจุลินทรีย์ โดยระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

(1) Inlet Feed Tank ทำหน้าที่เป็นถังพักน้ำเสียก่อนนำไปบำบัดใน Aeration Tank

(2) Membrane Tank ทำหน้าที่เป็นถังเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ให้เติบโตเพื่อเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ให้เพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียและเป็นถังแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่บำบัดแล้ว โดยจะมีเครื่องเป่าอากาศทำหน้าที่เติมอากาศให้สารอินทรีย์เพื่อให้สารอินทรีย์ย่อยสลายแบบ Aerobic และทำหน้าที่กวนตะกอนจุลินทรีย์ไม่ให้อุดตันที่ผิวเมมเบรนในระหว่างที่ทำการดึงน้ำใสออกจากระบบ โดยการใช้ Permeated Pump ดูดน้ำผ่านตัวกรองเมมเบรนที่จุ่มในถัง ระบบนี้สามารถเลี้ยงตะกอนจุลชีพได้เข้มข้นสูงสุด 12,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้สามารถลดขนาดของ Aerobic Tank ให้เล็กกว่า Conventional Activated Sludge 2 – 3 เท่า และเกิดตะกอนส่วนเกินต่ำ

(3) Treated Water Tank ทำหน้าที่เป็นเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือนำกลับไปใช้ใหม่

เมื่อพิจารณาถึงจุดเด่นและข้อจำกัดของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 จุดเด่นและข้อจำกัดของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor

จุดเด่น	ข้อจำกัด
- ระบบมีขนาดเล็ก กะทัดรัด ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง - ความถี่ในการทิ้งตะกอนสลัดจ์ส่วนเกินน้อยกว่า - น้ำที่ผ่านการบำบัดมีคุณภาพดีขึ้นและสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้	- ระบบต้องอาศัยผู้ดูแลและเดินระบบที่มีความชำนาญ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเดิมถูกออกแบบให้มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ช่อง ได้แก่ (1) Inlet Feed Tank ทำหน้าที่เป็นถังพักน้ำเสียก่อนนำไปบำบัด (2) Membrane Tank ทำหน้าที่เป็นถังเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่บำบัดแล้ว และ (3) Treated Water Tank ทำหน้าที่เป็นเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือนำกลับไปใช้ใหม่ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR โดยใช้ Hybrid Biomedia และเทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เป็นระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยเครื่องปฏิกรณ์จะแบ่งออกเป็น 4 ช่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ 1) ส่วนพักน้ำเสีย ช่องการนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดมีระยะเวลากักเก็บน้ำ 1 ชั่วโมง 2) ส่วน Anaerobic 1 ช่วยแยกอนุภาคแขวนลอยไม่ให้เข้าไปอุดตันเมมเบรนระบบและช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ 3) ส่วน Anaerobic 2 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแยกอนุภาคสารแขวนลอยไม่ให้เข้าไปอุดตันเมมเบรนระบบและช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ และ 4) ส่วน Aerobic เป็นการบำบัดน้ำเสียด้วย UF Membrane ซึ่งทำงานร่วมกับเครื่องเป่าลมที่ทำหน้าที่ในการกระจายอากาศ ทั้งนี้ มีการปรับขนาดให้ระบบมีความกะทัดรัดและประหยัดพลังงาน

แนวคิดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ประกอบด้วย Pilot Scale 2 รูปแบบ ประกอบด้วย

ระบบที่ 1 นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดชีวภาพสำหรับชุมชนแบบ Eco-biofilter MBR (Membrane Bioreactor) ที่ใช้ตัวกลางดินเผาที่พัฒนาขึ้นมาจากงานวิจัยนี้เพื่อลดการเกิดขยะพลาสติกจากการใช้ตัวกลางพลาสติก เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic Wastewater Treatment) แบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ประหยัดพื้นที่สำหรับการบำบัดน้ำเสียให้นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยใช้เมมเบรนแบบจมตัวแบบเยื่อกรองเซรามิกแบบ Ultrafiltration เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่ในชุมชนพื้นที่ศึกษา

ระบบที่ 2 นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดชีวภาพสำหรับชุมชนแบบ Eco-biofilter MBR (Membrane Bioreactor) ที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ซึ่งเป็นแนวทางการนำพลาสติกของชุมชนมาใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic Wastewater Treatment) แบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ประหยัดพื้นที่สำหรับการบำบัดน้ำเสียให้นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยใช้เมมเบรนแบบจมตัวแบบเยื่อกรองเซรามิกแบบ Ultrafiltration

โดยทั่วไปเยื่อกรองที่ใช้กับ Membrane สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ Reverse Osmosis (RO) Nano Filtration (NF) Ultra Filtration (UF) และ Micro Filtration (MF) โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เยื่อกรองเซรามิกแบบ Ultrafiltration เนื่องจากเป็นเยื่อบางที่มีขนาดของรูเปิด (Pore Size) ระหว่าง 1 – 100 นาโนเมตร จึงเหมาะสำหรับการกรองอนุภาคที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 300 ถึง 500,000 ดาลตัน (Dalton) เช่น โปรตีน (Protein) เอนไซม์ (Enzyme) สตาร์ช (Starch) เซลล์ของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย เป็นต้น ซึ่งพบมากในน้ำเสียชุมชน

ทั้งนี้ ตัวแปรสำคัญในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมทั้ง 2 รูปแบบที่เหมือนกัน ประกอบด้วย

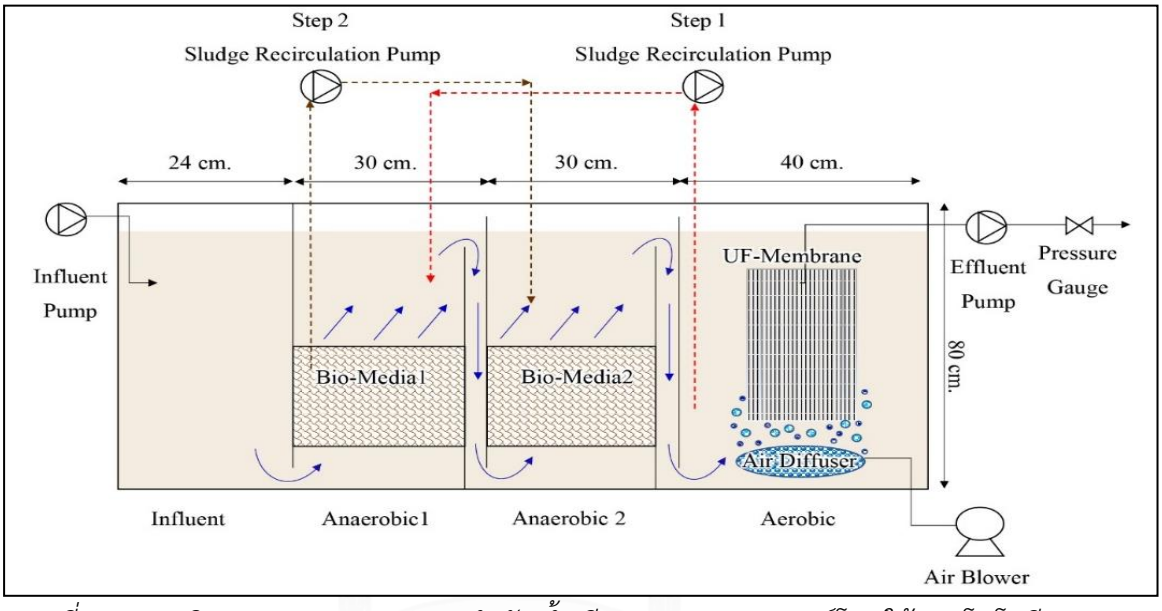
1. การกำหนดขนาดของส่วนที่ไม่เติมอากาศและมีการติดตั้งตัวกลางโดยออกแบบค่าเวลากักเก็บน้ำเสียหรือ Hydraulic Retention Time: HRT เท่ากับ 1 ชั่วโมงจำนวน 2 ขั้นตอน ซึ่งส่วนนี้เป็นการลดปริมาณภาระสารอินทรีย์ก่อนเข้าสู่ส่วนเติมอากาศที่มีการติดตั้งเมมเบรนแบบเซรามิก และเป็นการบำบัดขั้นต้นเพื่อลดการอุดตันของเมมเบรนอีกด้วย

2. การกำหนดขนาดของส่วนเติมอากาศในถังปฏิกิริยาให้มีขนาดกะทัดรัดโดยออกแบบค่าเวลากักเก็บน้ำเสียหรือ Hydraulic Retention Time: HRT ในส่วนเติมอากาศเท่ากับ 1 ชั่วโมง มีขนาดเล็กกว่าระบบบำบัดแบบเติมอากาศ activated sludge ซึ่งมีค่าเวลากักเก็บน้ำเสีย 4-8 ชั่วโมง มีการติดตั้งเมมเบรนแบบเซรามิกในส่วนเติมอากาศนี้ มีการเวียนตะกอนจากส่วนเติมอากาศไปยังส่วน

ที่ไม่เติมอากาศเพื่อกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยทำการเวียนตะกอนจากส่วนเติมอากาศไปยังส่วนที่ไม่เติมอากาศ 1 และ 2 ในสัดส่วนอัตราการไหล 50% และ 50% ของอัตราการไหลของน้ำที่เข้าระบบบำบัด

3. การกำหนดค่าอัตราการกรองเมมเบรนที่เหมาะสม (ขนาดรูพรุนของเมมเบรน 300 Dalton เป็นแบบ Plate and Frame) สำหรับการบำบัดน้ำและผลิตน้ำรีไซเคิลสำหรับอุปโภค

นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี ระบบบำบัดชีวภาพสำหรับชุมชนแบบ Eco-biofilter MBR (Membrane Bioreactor) แสดงดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 แนวคิดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ออกแบบเป็นถังขนาด 0.3 x 1.3 x 0.8 เมตร คิดเป็นปริมาตร 0.312 ลูกบาศก์เมตร หรือ 312 ลิตร โดยเครื่องปฏิกรณ์แบ่งออกเป็น 4 ช่อง ดังนี้

1) ส่วนพักน้ำเสีย ช่องการนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดมีระยะเวลากักเก็บน้ำ 1 ชั่วโมง

2) ส่วน Anaerobic 1 เป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยตัวกลางชีวภาพขั้นที่ 1 แบบไม่ใช้ออกซิเจนและมีระยะเวลากักเก็บน้ำ 1 ชั่วโมง ส่วนนี้ช่วยแยกอนุภาคแขวนลอยไม่ให้เข้าไปอุดตันเมมเบรนระบบและช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ

3) ส่วน Anaerobic 2 เป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยตัวกลางชีวภาพขั้นที่ 2 แบบไม่ใช้ออกซิเจนและมีระยะเวลากักเก็บน้ำ 1 ชั่วโมง ส่วนนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแยกอนุภาคแขวนลอยไม่ให้เข้าไปอุดตันเมมเบรนระบบและช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ

4) ส่วน Aerobic เป็นการบำบัดน้ำเสียด้วย UF Membrane ซึ่งทำงานร่วมกับเครื่องเป่าลมที่ทำหน้าที่ในการกระจายอากาศ

ทั้งนี้ ตัวกลางดินเผาซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัส เท่ากับ 0.015072 ตารางเมตร มีขนาดรูพรุน เท่ากับ 0.028 ไมครอน และมีความพรุนตัวร้อยละ 14.90 ถูกจัดวางในช่อง Anaerobic 1 และ Anaerobic 2 นอกจากนี้ ได้มีการออกแบบการใช้ได้แก่

1) มีการควบคุมแรงดันน้ำของเมมเบรนให้อยู่ในช่วง 85 - 95 กิโลกรัมต่อปาสกาล

2) Wastewater Flow Rate เท่ากับ 300 - 360 ลิตรต่อวัน

3) Ceramic Membrane Filtration Rate เท่ากับ 300 - 360 ลิตรต่อวัน และ

4) Hydraulic Retention Time ซึ่งคำนวณได้จาก Wastewater Flow Rate / Tank Volume เท่ากับ 0.96 วัน หรือประมาณ 1 วัน

ตัวกลางที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor ในปัจจุบันมีหลากหลายรูปทรง (ดังภาพที่ 36) การพิจารณาเลือกแต่ละรูปทรงขึ้นอยู่วัตถุประสงค์ของการใช้งานที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม รูปแบบของตัวกลางไม่ได้มีเพียงลักษณะที่เป็นรูปทรง แต่ยัง ผลิตออกมาเป็นแผ่นหรือแบบเส้นได้เช่นเดียวกัน การออกแบบตัวกลางให้มีรูปทรงหรือลักษณะที่แตกต่างนั้น หัวใจสำคัญ คือ การเพิ่มพื้นที่ผิวตัวกลางให้จุลินทรีย์เข้ายึดเกาะ หมายความว่า ยิ่งมีพื้นที่ผิวมากขึ้น จุลินทรีย์ยิ่งมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR โดยใช้ตัวกลางที่ทำจากวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา เพื่อเป็นการลดการใช้วัสดุที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ช่วยลดการปล่อยมลพิษที่เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อนให้เหลือน้อยที่สุดจนไม่ส่งผลกระทบต่อคนรุ่นหลัง อีกทั้งยังช่วยปลูกฝังค่านิยมให้สังคมร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วย

ภาพที่ 36 ตัวอย่างรูปทรงของตัวกลางที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor

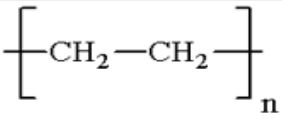
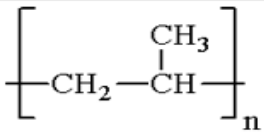
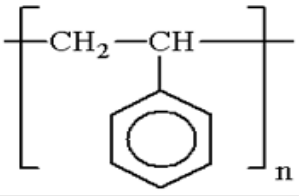
6.2 ตัวกลางที่ใช้ในนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

6.2.1 ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้

ขวดพลาสติกเหลือใช้เป็นตัวเลือกหนึ่งที่นำมาใช้เป็นตัวกลางในนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ที่พัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำขวดพลาสติกเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยทั่วไป

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ขวดพลาสติกเหลือใช้ที่ทำจากพลาสติกโพลีสไตรีน (Polystyrene: PS) ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ที่จัดเป็นพวกเทอร์โมพลาสติกที่มีการจัดเรียงตัวภายในโมเลกุลเป็นแบบอะเท็กติก (Atactic) ทำให้อยู่ในรูปของโพลิเมอร์อสัณฐาน (Amorphous) จึงมีลักษณะโปร่งแสงและใส ซึ่งมีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโพลิเมอร์อสัณฐาน

พอลิเมอร์	สูตรโครงสร้าง	T_g
Polyethylene, PE		≈ - 80°C
Atactic Polypropylene, PP		≈ - 10°C
Atactic Polystyrene, PS		≈ 100°C

นอกจากนี้ พลาสติกโพลีสไตรีน (Polystyrene: PS) ยังมีคุณสมบัติเด่น ได้แก่ มีความแข็งแรงและทนทานสูง ไม่ยืดหยุ่น และเปราะบาง ไม่ดูดความชื้นและน้ำ ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้า มีอุณหภูมิกลาสทรานซิชั่น (Tg) ประมาณ 100 องศาเซลเซียส จึงทนความร้อนได้ต่ำ ถ้าสัมผัสกับแสงแดดที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน อาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเกิดรอยแตกได้ มีความเฉื่อยต่อสารเคมี ทนต่อกรดแก่และเบสแก่ กันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี อีกทั้งยังขึ้นรูปแบบต่าง ๆ ได้ง่ายอีกด้วย ลักษณะการจัดวางตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน

แบบมีตัวกลางสามารถดำเนินการจัดวางตามแนวนอน โดยไม่มีการเจาะรูที่ขวดพลาสติกเหลือใช้ จึงทำให้ทิศทางการไหลของน้ำในระบบเป็นไปตามส่วนโค้งของขวดพลาสติก

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เลือกใช้ขวดยาคูลท์เป็นตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ เนื่องจากขวดยาคูลท์มีคุณสมบัติพิเศษ ดังนี้

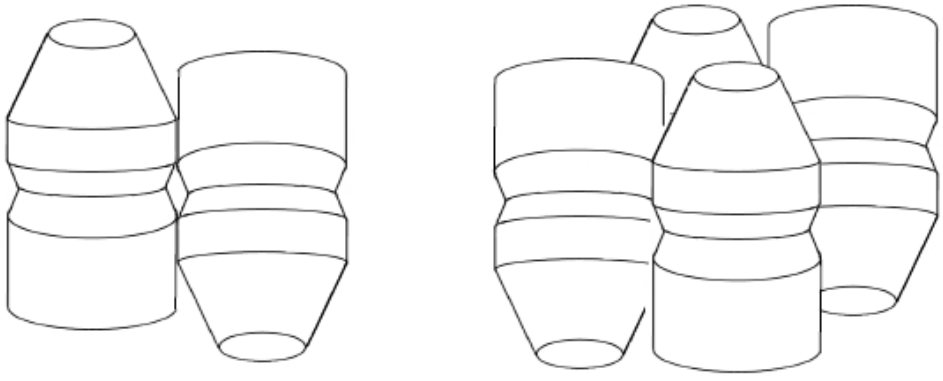
(1) ขวดยาคูลท์มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก (ทั้งด้านในและด้านนอก) จึงเหมาะแก่การเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นตัวช่วยย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

(2) ขวดยาคูลท์มีรูปร่างที่มีทั้งส่วนโค้ง ส่วนเว้า ไม่ราบเรียบและแบนแบบ ถือเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ ขวดยาคูลท์ยังมีรูปร่างคล้ายปิรามิด ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณรอบ ๆ ขวดสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้อย่างง่าย และยังเป็นตัวกรองน้ำเสียที่บำบัดแล้ว รวมถึงกรองมลสารต่าง ๆ ในน้ำ จนได้น้ำที่ใสสะอาด

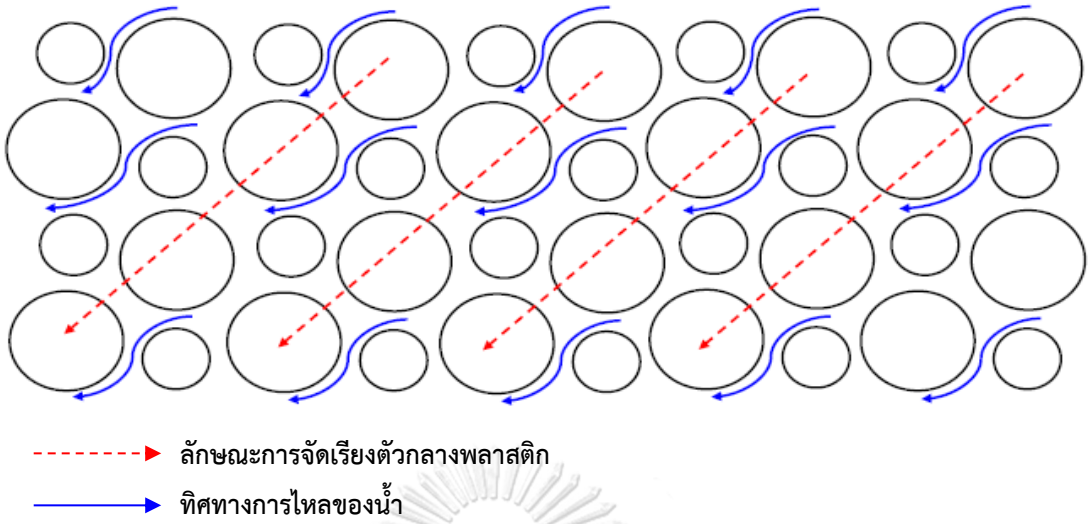
(3) การใช้ขวดยาคูลท์เป็นตัวกรองเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้งานให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

นอกจากนี้ ยังพบว่าขวดยาคูลท์เป็นขวดพลาสติกเหลือใช้ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับตัวกลางดินเผาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ ด้วยคุณสมบัติพิเศษและขนาดของขวดยาคูลท์ ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้ขวดยาคูลท์แทนตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ แทนการใช้ขวดพลาสติกเหลือใช้ประเภทอื่น

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบการวางและจัดเรียงตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียได้ดังภาพที่ 37 – 38



ภาพที่ 37 รูปแบบการวางตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 38 รูปแบบการจัดเรียงตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

6.2.2 ตัวกลางดินเผา

ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาตัวกลางดินเผาเพื่อใช้เป็นตัวกรองมลสารต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยใช้เทคโนโลยี MBR ซึ่งตัวกลางดินเผาที่มีการพัฒนาขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นเซรามิก ซึ่งเป็นดินเผาชนิดเนื้อกระเบื้อง อาทิ Ceramic Water Filters ที่พัฒนาขึ้นภายใต้งานวิจัยชื่อ “Clay Ceramic Filter for Water Treatment” ของ Zereffa and Bekalo (2017) หรือ Ceramic Water Filters ที่พัฒนาขึ้นภายใต้งานวิจัยชื่อ “Development of Ceramic Water Filter Clay Selection Criteria” ของ Shepard, Zhang, Anaya, Cardace, and Craver (2020) แต่เนื่องจากตัวกลางดินเผาประเภทเซรามิกจะใช้ส่วนผสมของดินผสมดินขาวหรือเกาลิน ซึ่งมีเนื้อดินละเอียดและมีสีขาว ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง อีกทั้งขั้นตอนการผลิตยังมีความซับซ้อนมากกว่าดินเผาชนิดอื่น ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาตัวกลางดินเผาที่จะใช้เป็นตัวกรองในนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR โดยใช้ดินเผาชนิดเนื้อดิน ซึ่งมีเนื้อดินหยาบ สามารถดูดซึมน้ำได้ดี ต้นทุนการผลิตต่ำ จึงเหมาะกับการนำมาใช้บำบัดน้ำเสียในชุมชนมากกว่าตัวกลางดินเผาชนิดเซรามิก อีกทั้งยังมีกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน จึงไม่ยากเกินกว่าที่อุตสาหกรรมครัวเรือนหรือท้องถิ่นจะสามารถผลิตได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมครัวเรือนหรือท้องถิ่นด้วย

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ธาตุส่วนผสมทางเคมี (Chemical Composition Analysis) โดยใช้เทคนิค X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF): Bruker Model S8 Tiger จำนวนตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ BM01 คือ ดินเหนียวที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน BM02 คือ ดินเหนียวที่เหลือจากการปรับรูปทรงของภาชนะ และ BM03 คือ ดินเหนียวที่ผ่านการเผาแล้ว จากผลการตรวจ

วิเคราะห์ พบว่า องค์ประกอบของธาตุของตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากดินเหนียวเป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่มาทับถมกัน ธรรมชาติของดินเหนียวจะประกอบด้วยแร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite) เป็นส่วนใหญ่ โดยแร่เคโอลิไนต์ที่พบในดินเหนียวมักมีผลึกที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ ยังพบแร่ดินชนิดอื่น ๆ อาทิ มอนมอริลโลไนต์ (Monmorillonite) อิลไลต์ (Illite) ควอร์ทซ์ (Quartz) แร่ไมกา (Mica) แร่เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) รวมทั้งมักมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่เสมอ ดินเหนียวมีสีต่างกันตามปริมาณแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ อาทิ สีดำ สีเทา สีครีม สีน้ำตาล เป็นต้น ดินเหนียวที่มีสีเทาหรือสีดำจะมีอินทรีย์วัตถุปนอยู่จำนวนมาก ส่วนดินเหนียวที่มีสีครีมหรือสีน้ำตาลมาจากแร่เหล็กที่ปะปนอยู่ ดินเหนียวมีคุณสมบัติเด่นในการนำมาขึ้นรูป คือ มีความเหนียวและเมื่อแห้งแล้วจะมีความแข็งแรงสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังแห้งมีความทนทาน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อแห้งแล้วดินเหนียวมักมีการหดตัวสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าว ดังนั้น จึงไม่นิยมใช้เนื้อดินเหนียวล้วน ๆ ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ แต่ต้องมีการผสมวัสดุที่ไม่มีความเหนียว อาทิ ดินเชื้อ ทราย เป็นต้น เพื่อลดการดึงตัวและหดตัว ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของดินได้ ดินเหนียวหลายชนิดมีช่วงอุณหภูมิที่จะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อแก้วกว้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ คือ ช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาให้ดีขึ้น

ดังนั้น เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุด้วยเทคนิค X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF) พบว่า องค์ประกอบของธาตุของดินเหนียวก่อนเผาและหลังเผามีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากการเผาดินเหนียวไม่พบว่ามีองค์ประกอบของคลอรีน (Cl) แต่พบว่ามีองค์ประกอบของซีเรียมออกไซด์ (CeO_2) เกิดขึ้นภายหลังการเผา โดยซีเรียม (Ce) จะเปลี่ยนรูปเมื่อมีการระเหยไล่ส่วนที่เป็นของเหลวออกและทำให้แห้ง จากนั้นนำไปเผาไหม้ (Combustion) ที่อุณหภูมิประมาณ 600 องศาเซลเซียส เพื่อเปลี่ยนให้เป็นซีเรียมออกไซด์ (CeO_2) ดังแสดงในตารางที่ 14

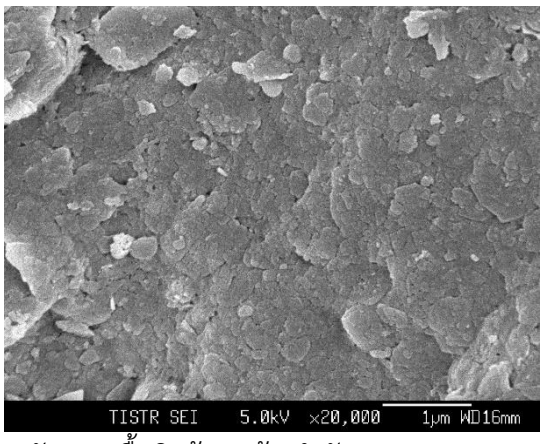
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของดินเหนียว

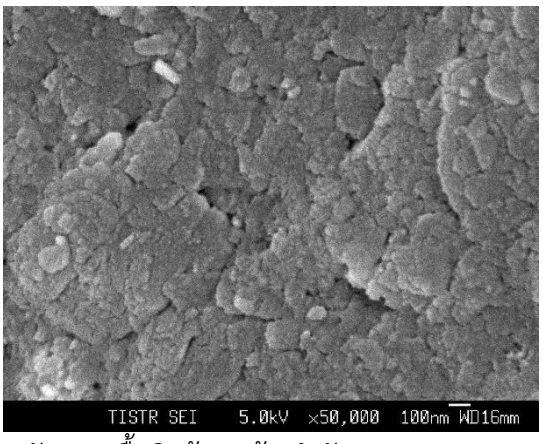
ออกไซด์ของธาตุ	ปริมาณ %		
	BM01	BM02	BM03
SiO_2	61.00	60.90	60.90
Al_2O_3	25.00	24.80	25.10
Fe_2O_3	5.63	7.67	7.16
K_2O	2.54	2.68	2.66
MgO	1.21	1.24	1.31
TiO_2	1.07	1.18	1.02
CaO	0.88	0.91	0.92
Na_2O	0.31	0.29	0.48
P_2O_5	0.10	0.10	0.14
SO_3	0.07	0.08	0.13
MnO	0.07	0.07	0.07
BaO	0.06	0.06	0.06
Cl	0.02	0.03	-
CeO_2	-	-	0.02
ZnO	0.02	0.02	0.02
CuO	-	<0.01	<0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

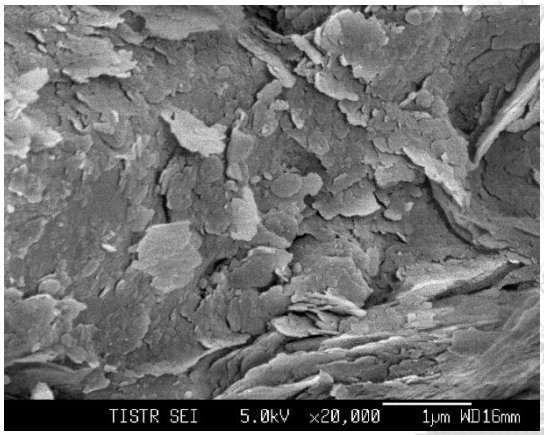
นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาและรายละเอียดของลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างดินเหนียวโดยใช้เทคนิค Scanning Electron Microscope (SEM) จำนวนตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ประกอบด้วย BM01 คือ ดินเหนียวที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน BM02 คือ ดินเหนียวที่เหลือจากการปรับรูปทรงของภาชนะ BM03 คือ ดินเหนียวที่ผ่านการเผาแล้ว และ BM04 คือ พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) ได้แก่ ขวดพลาสติกเหลือใช้ ซึ่งแบ่งเป็นการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 39 – 42 ดังนี้



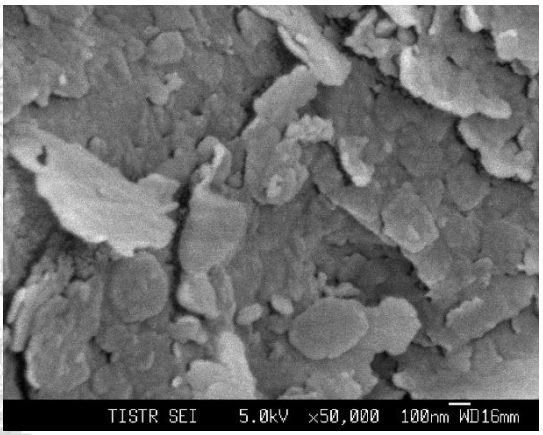
ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X20,000



ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X50,000



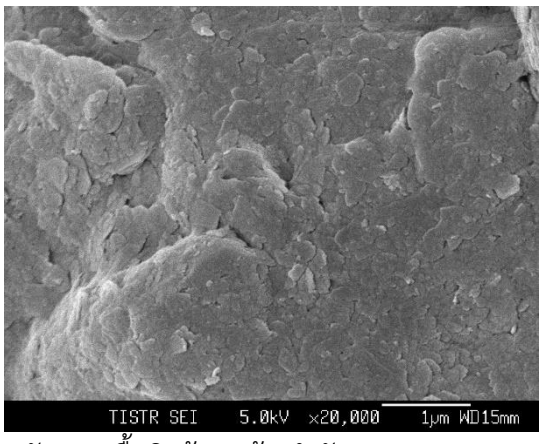
ลักษณะตัดขวาง กำลังขยาย X20,000



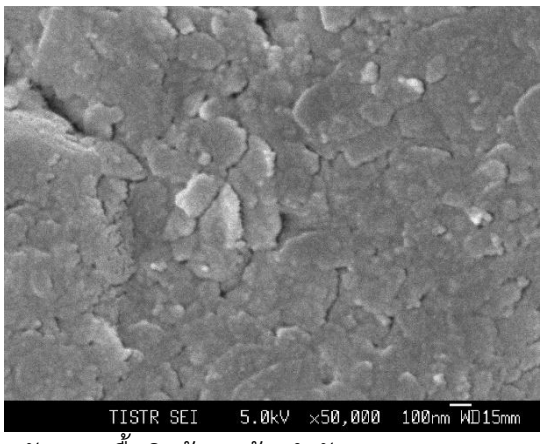
กำลังขยาย X50,000

ภาพที่ 39 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM01 ดินเหนียวที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

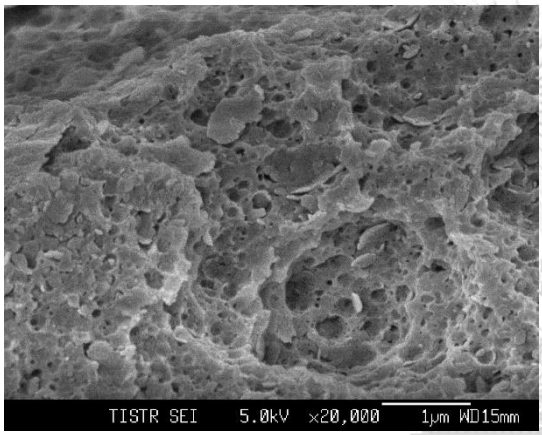
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



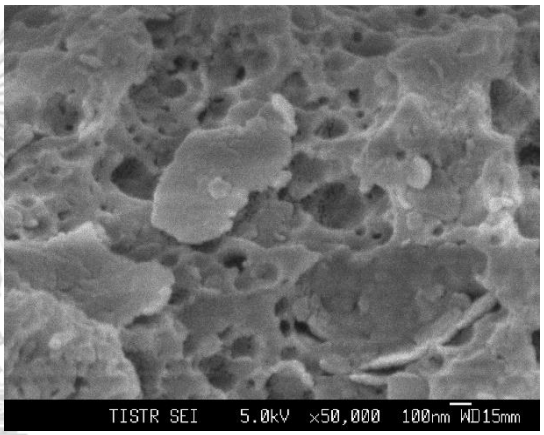
ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X20,000



ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X50,000



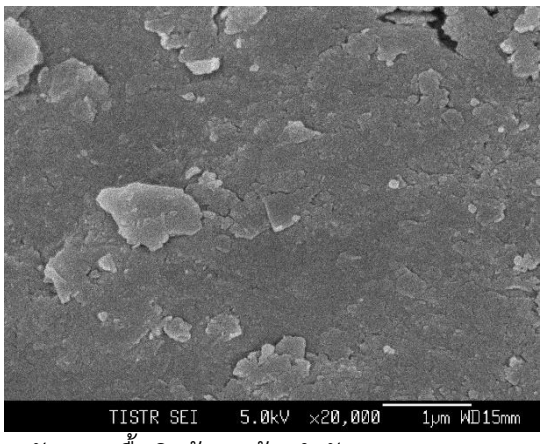
ลักษณะตัดขวาง กำลังขยาย X20,000



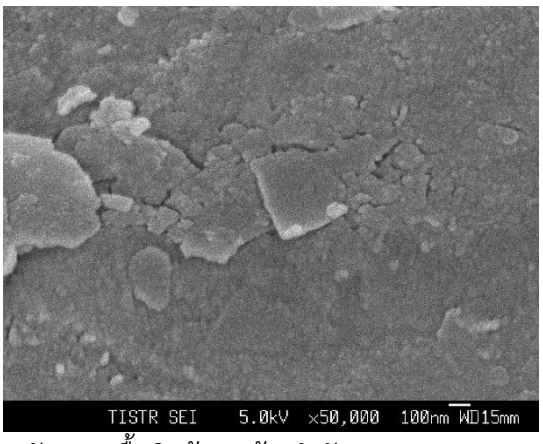
กำลังขยาย X50,000

ภาพที่ 40 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM02 ดินเหนียวที่เหลือจากการปรับรูปทรงของภาชนะ

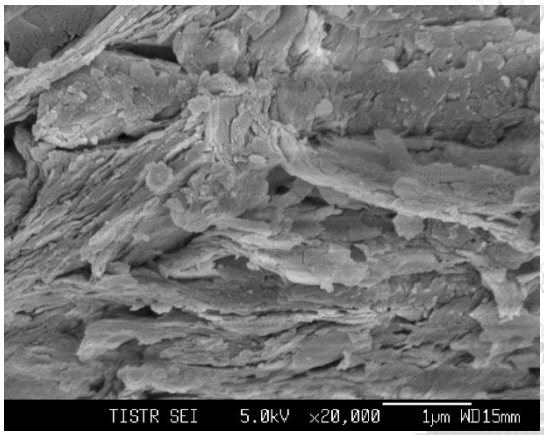
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



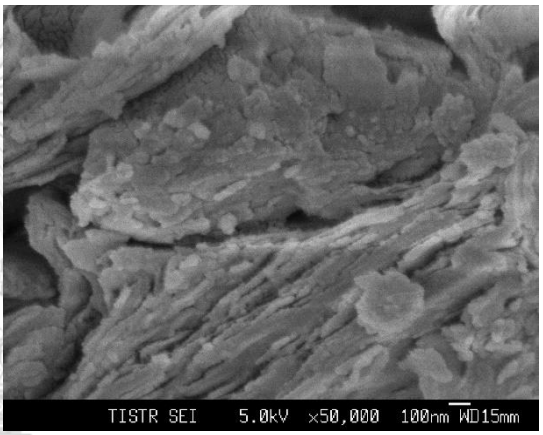
ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X20,000



ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X50,000



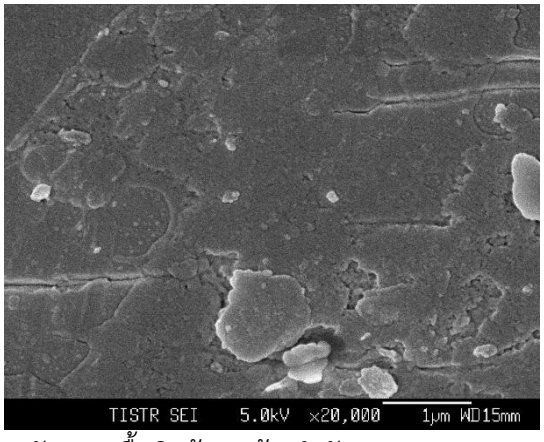
ลักษณะตัดขวาง กำลังขยาย X20,000



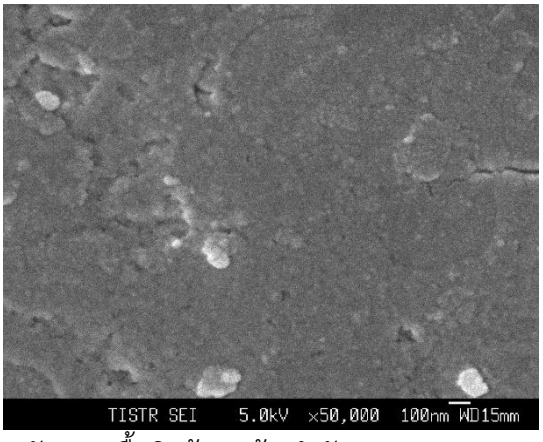
กำลังขยาย X50,000

ภาพที่ 41 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM03 ดินเหนียวที่ผ่านการเผาแล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X20,000

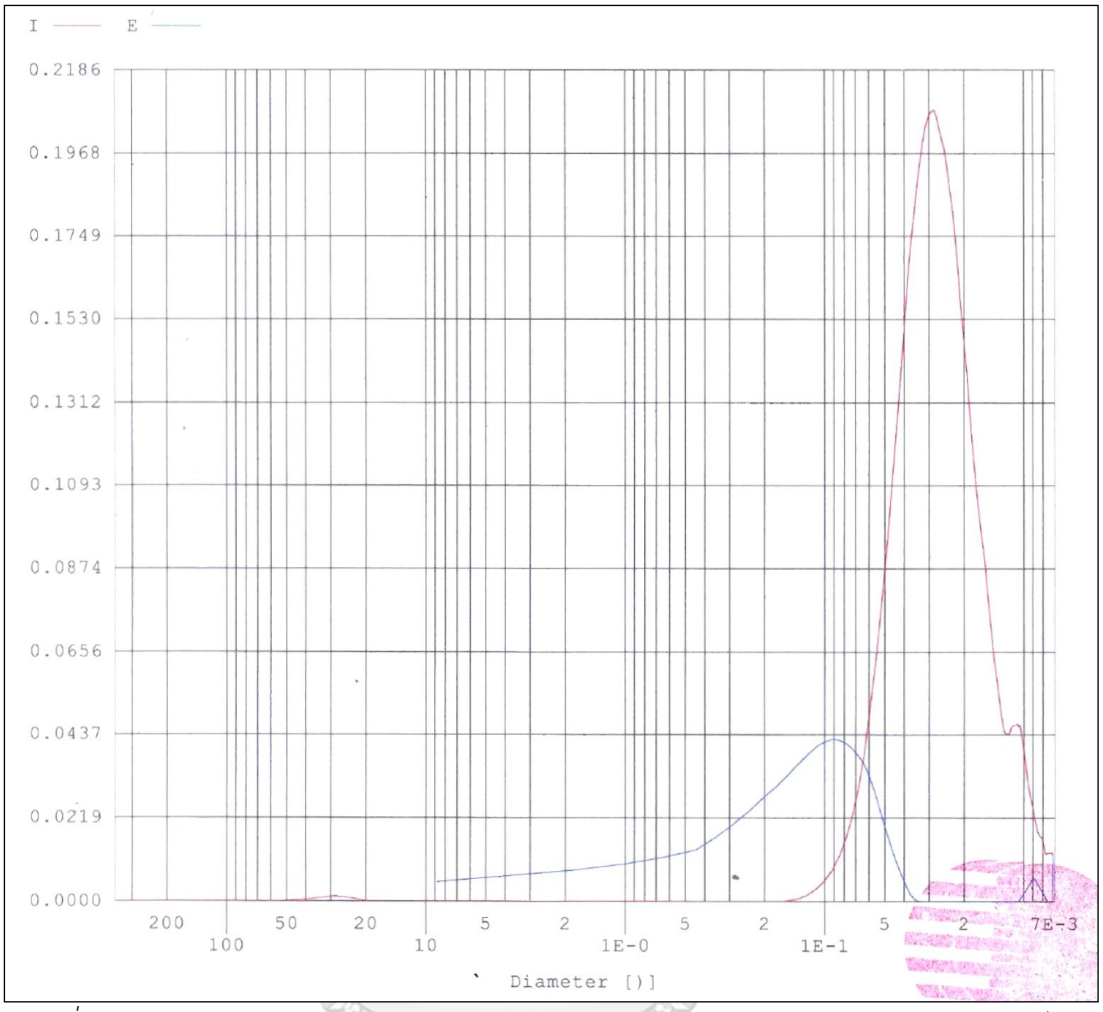


ลักษณะพื้นผิวด้านหน้า กำลังขยาย X50,000

ภาพที่ 42 ผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและลักษณะตัดขวางของตัวอย่าง BM04 พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือขวดพลาสติกเหลือใช้

จากการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาและรายละเอียดของลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างดินเหนียวก่อนเผา BM01 ดินเหนียวที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน และ BM02 ดินเหนียวที่เหลือจากการปรับรูปทรงของภาชนะ พบว่า ทั้ง 2 ตัวอย่างมีลักษณะพื้นผิวหน้าและด้านข้างที่แตกต่างกัน เนื่องจากวิธีการขึ้นรูปของดินเหนียวมีความแตกต่างกัน โดยตัวอย่าง BM01 ดินเหนียวที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน เป็นการขึ้นรูปแบบแป้นหมุน (Throwing Method) ทำให้เนื้อดินเหนียวมีการอัดตัวกันแน่นกว่าตัวอย่าง BM02 ดินเหนียวที่เหลือจากการปรับรูปทรงของภาชนะ เป็นเศษของดินเหนียวที่เหลือจากการปรับแต่งรูปทรงภาชนะ ส่วนตัวอย่าง BM03 ดินเหนียวที่ผ่านการเผาแล้ว เป็นดินเหนียวที่ผ่านการเผาแล้ว ลักษณะด้านข้างเป็นแบบเกล็ดเรียงซ้อนกัน เนื่องจากการเปลี่ยนโครงสร้างของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อดิน ซึ่งวิธีการเผาและอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเรียงตัวในลักษณะเช่นนี้ ส่วนตัวอย่าง BM04 พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือขวดพลาสติกเหลือใช้ ซึ่งมีลักษณะผิวหน้าขรุขระ

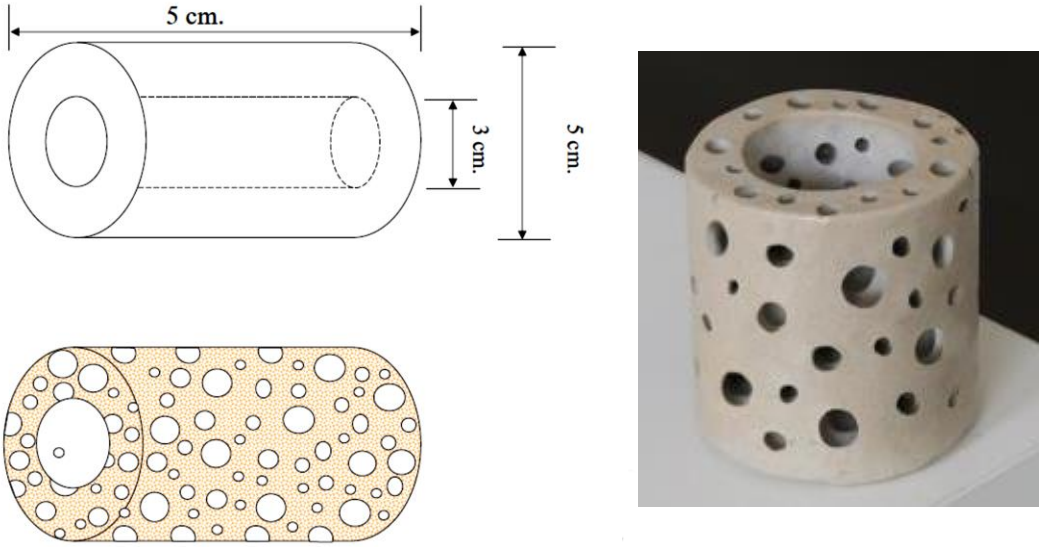
ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความพรุนของตัวกลางด้วยวิธี Mercury Porosimetry Analyzer Model: Poremaster โดยความพรุนหรือรูพรุน (Pore) หมายถึง สัดส่วนของช่องว่างต่อปริมาณทั้งหมดของวัตถุ ความพรุนจะแตกต่างกันไปในแต่ละวัตถุ ความพรุนนี้จะเป็นสิ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุ เช่น ความแข็งแรง การนำความร้อน การนำไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนเทคนิค Mercury Porosimetry เป็นวิธีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ขนาดของรูพรุนเปิดและการกระจายตัวของขนาดรูพรุน (Pore Size Distribution) โดยอาศัย Capillary Action ของของเหลวและของเหลวที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ คือ ปรอท เนื่องจากปรอทมีแรงตึงผิวสูง ซึ่งปรอทนั้นสามารถคลุมผิว (Wet) ของวัสดุได้น้อยชนิดและไม่สามารถแทรกเข้าไปในรูพรุนได้ด้วยตัวเอง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้แรงดันให้ปรอทไปในรูพรุนและช่องที่รูพรุนเชื่อมต่อกัน แรงดันที่ต้องใช้นี้ขึ้นกับมุมสัมผัส (Contact Angle) และแรงตึงผิว ทั้งนี้ การตรวจสอบความพรุนของตัวกลางด้วยวิธี Mercury Porosimetry Analyzer Model: Poremaster พบว่า ความพรุนตัวของตัวอย่าง BM04 พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือขวดพลาสติกเหลือใช้ มีขนาดรูพรุนเท่ากับ 0.028 ไมครอน และมีความพรุนตัวร้อยละ 14.90 ดังแสดงในภาพที่ 43



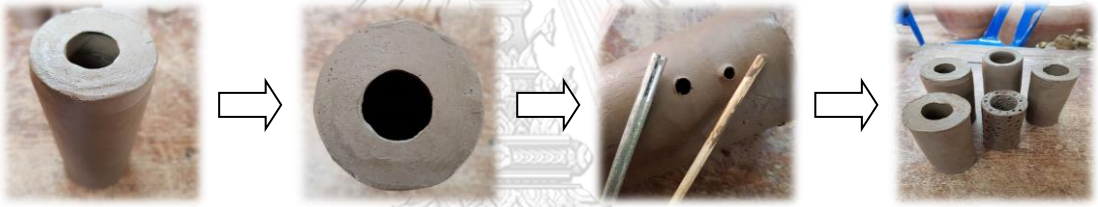
ภาพที่ 43 ผลการตรวจสอบรูพรุนของตัวกลางของตัวอย่าง BM04 พลาสติกชนิดโพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) หรือขวดพลาสติกเหลือใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ดินเผาชนิดเนื้อดิน (Earthenware) เนื่องจากมีความทนทาน มีเนื้อดินหยาบ และสามารถดูดซึมน้ำได้ดี โดยผู้วิจัยออกแบบให้ดินเผามีรูปทรงเป็นทรงกระบอกสูง 5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร และเจาะรูที่พื้นผิวด้านนอกจำนวนมาก (ดังภาพที่ 44 – 46) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส ประกอบกับตัวกลางดินเผามีขนาดรูพรุนขนาดเล็ก จึงสามารถดูดซับมลสารขนาดเล็กได้นอกจากนี้ การผลิตดินเผาในปัจจุบันยังเป็นรูปแบบอุตสาหกรรมครัวเรือนหรือท้องถิ่น การออกแบบรูพรุนในลักษณะนี้จึงไม่ยากเกินกว่าที่ผู้ผลิตจะสามารถทำได้



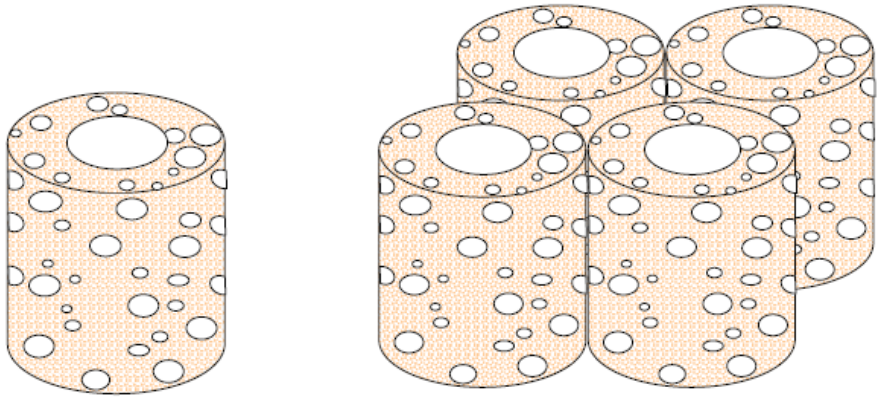
ภาพที่ 44 รูปทรงของตัวกลางดินเผา



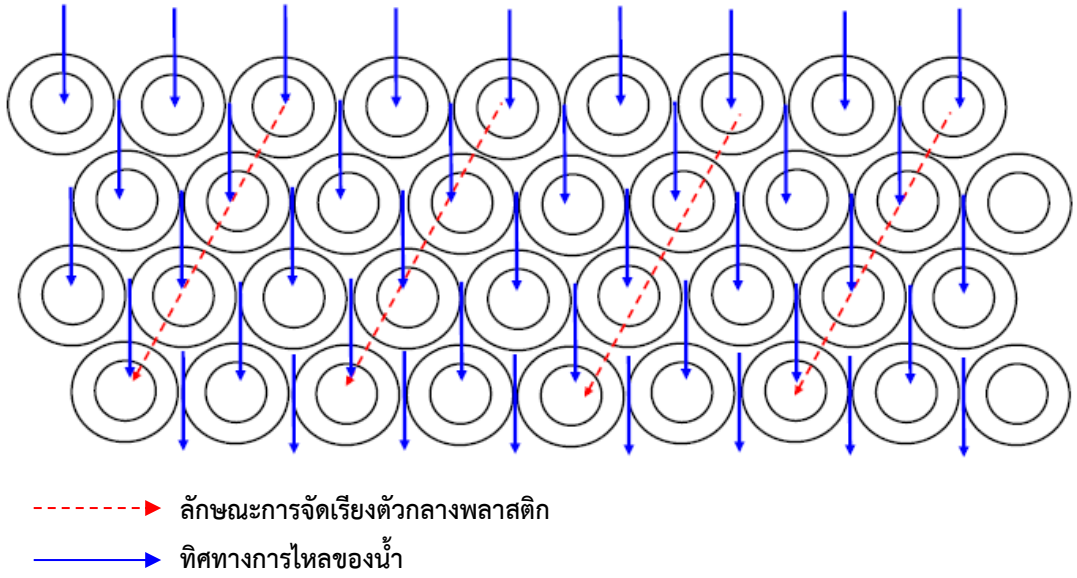
ภาพที่ 45 การทำรูพรุนในตัวกลางดินเผา

ภาพที่ 46 การออกแบบและพัฒนารูปแบบตัวกลางดินเผา

ลักษณะการจัดวางตัวกลางในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนแบบมีตัวกลางสามารถดำเนินการจัดวางตามแนวนอน ทิศทางการไหลของน้ำในระบบเป็นแบบไหลผ่านแนวดิ่งเมื่อมีการเวียนตะกอนส่วนเกินจากส่วนเติมอากาศกลับมายังส่วนไร้อากาศของระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน ซึ่งทำให้ตะกอนจุลินทรีย์เกิดการสัมผัสกับพื้นผิวหน้าวัสดุตัวกลางและเกิดการยึดเกาะที่บริเวณนี้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรูปแบบการวางและจัดเรียงตัวกลางดินเผาในระบบบำบัดน้ำเสียได้ดังภาพที่ 47 – 48



ภาพที่ 47 รูปแบบการวางตัวกลางดินเผาในระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 48 รูปแบบการจัดเรียงตัวกลางดินเผาในระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวกลาง

พารามิเตอร์	ตัวกลางพลาสติกแบบทั่วไป	ตัวกลางพลาสติกขวดพลาสติกเหลือใช้	ตัวกลางดินเผา
จำนวนที่ใช้	6,000 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร	12,500 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร	10,191 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร
พื้นที่ผิวสัมผัส	105 ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตร	211.95 ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตร	153.60 ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตร (ไม่รวมพื้นที่ผิวสัมผัสของรูพรุน)
จุดเด่นของตัวกลาง	- น้ำหนักเบา - ราคาถูก	- นำขวดพลาสติกเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์	- เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - อายุการใช้งานยาวนาน - รูพรุนขนาดเล็กกรองมลสารได้ดี
ระยะเวลาการใช้งาน	ประมาณ 3 ปี	ประมาณ 2 ปี	มากกว่า 50 ปี
ราคาต่อปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้	0.0237 บาทต่อลูกบาศก์เมตร	0.0095 บาทต่อลูกบาศก์เมตร	0.0089 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (ระยะเวลาการใช้งาน 50 ปี)

จากตารางที่ 15 จะเห็นได้ว่า ตัวกลางดินเผาเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีอายุการใช้งานยาวนาน และมีความคุ้มทุนกว่าในระยะยาว

ทั้งนี้ นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-Biofilter/MBR โดยใช้ตัวกลางดินเผาที่มีรูพรุนและใช้งานได้นานกว่าตัวกลางพลาสติก ได้ยื่นขอสิทธิบัตรในชื่อ “Innovative Eco-Biofilter/ MBR Wastewater Recycling System” กับสถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามคำขอจดสิทธิบัตรหมายเลข 1802005244 เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ขณะนี้ (ณ วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2563) อยู่ภายใต้ขั้นตอนการแก้ไขในกระบวนการออกแบบสิทธิบัตร

บทที่ 7
การทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรม

ผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR และทำการทดสอบการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR จากผู้ใช้นวัตกรรม สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

7.1 การทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนบำบัดและหลังบำบัด การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ระหว่างตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา และการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

7.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัดในห้องปฏิบัติการด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบลักษณะของน้ำหลังบำบัด ประกอบด้วย ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) อุณหภูมิ ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ปริมาณตะกอนหนัก (SS) ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) และความขุ่น (Turbidity) โดยใช้วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามตารางที่ 9 สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 16 และ 17

ตารางที่ 16 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษาหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR: ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้

ตัวชี้วัด	ครั้งที่										ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	เกณฑ์*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
pH	8.0	7.8	8.2	8.5	8.0	7.8	8.0	8.2	8.3	8.0	7.8	8.5	5.5 - 9.0
อุณหภูมิ	31	30	28	25	28	30	28	31	27	28	25	31	N/A
TKN**	< LOQ	< 1.5	< 1.5	< LOQ	< LOQ	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< LOQ	N/A
TP	0.12	0.07	0.13	0.06	0.10	0.10	0.09	0.07	0.03	< 0.01	< 0.01	0.13	≤ 2
FCB	79.0	4.0	< 1.8	< 1.8	2.0	4.5	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	79.0	N/A
TCB	240.0	6.8	< 1.8	7.8	47.0	79.0	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	240	N/A
FOG	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	≤ 5
BOD	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	≤ 20
COD	< 25.0	< 25.0	< 25.0	37.4	< 25.0	< 25.0	< 25.0	< 25.0	< 25.0	52.8	< 25.0	52.8	N/A
TSS	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	≤ 30
TDS	241	237	218	216	237	249	240	214	217	287	214	287	N/A
SS	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	N/A
Sulfide	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	N/A
Turbidity	1.1	1.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.1	N/A

หมายเหตุ: *ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พ.ศ. 2553 , **< LOQ: < Level of Quantitation (ไนโตรเจนในรูป TKN > 1.5 และ < 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร)

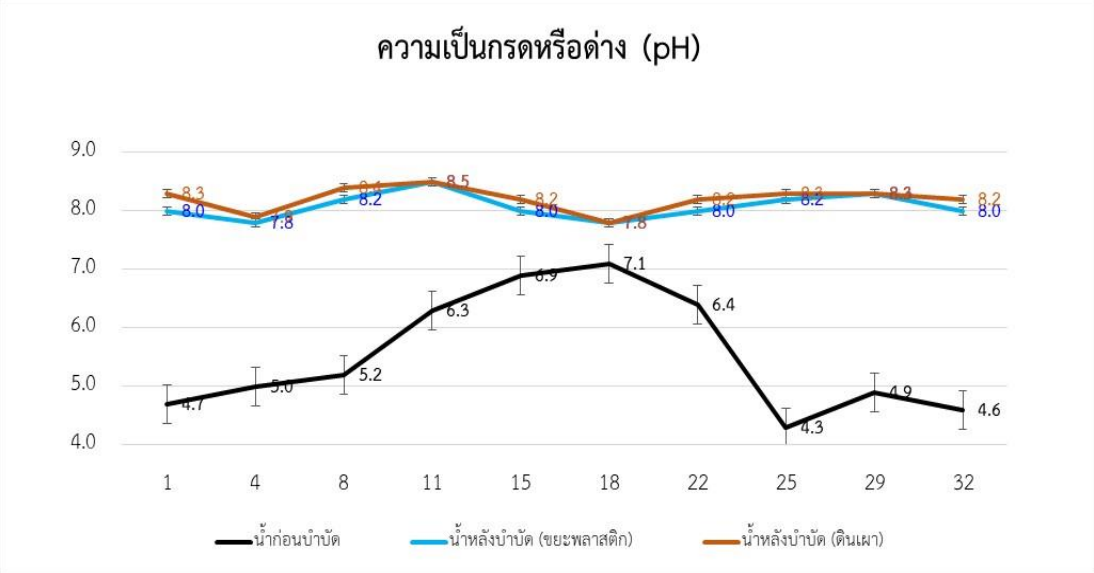
ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษาหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR: ตัวกลางดินเผา

ตัวชี้วัด	ครั้งที่										ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	เกณฑ์*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
pH	8.3	7.9	8.4	8.5	8.2	7.8	8.2	8.3	8.3	8.2	7.8	8.5	5.5 - 9.0
อุณหภูมิ	31	29	28	25	28	30	28	31	27	28	25	31	N/A
TKN**	< LOQ	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< LOQ	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< LOQ	N/A
TP	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.05	0.05	< 0.01	< 0.01	0.10	≤ 2
FCB	4.5	130.0	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	13.0	< 1.8	< 1.8	< 1.8	130.0	N/A
TCB	17.0	240.0	1,300.0	35,000.0	< 1.8	94.0	< 1.8	23.0	< 1.8	< 1.8	< 1.8	35,000.0	N/A
FOG	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	≤ 5
BOD	2.8	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	23.5	< 2.0	23.5	≤ 20
COD	< 25.0	< 25.0	< 25.0	33.5	< 25.0	< 25.0	< 25.0	< 25.0	< 25.0	35.6	< 25.0	35.6	N/A
TSS	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	≤ 30
TDS	223	224	188	192	225	245	262	198	202	255	188	262	N/A
SS	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	N/A
Sulfide	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	< 0.13	N/A
Turbidity	1.1	0.6	< 0.1	0.6	< 0.1	0.6	0.6	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.1	N/A

หมายเหตุ: *ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พ.ศ. 2553 , **< LOQ: < Level of Quantitation (ไนโตรเจนในรูป TKN > 1.5 และ < 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร)

จากตารางที่ 16 และ 17 สามารถอธิบายผลการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชนพื้นที่ศึกษาหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และตัวกลางดินเผา ได้ดังนี้

7.1.1.1 ความเป็นกรดหรือด่าง (pH)



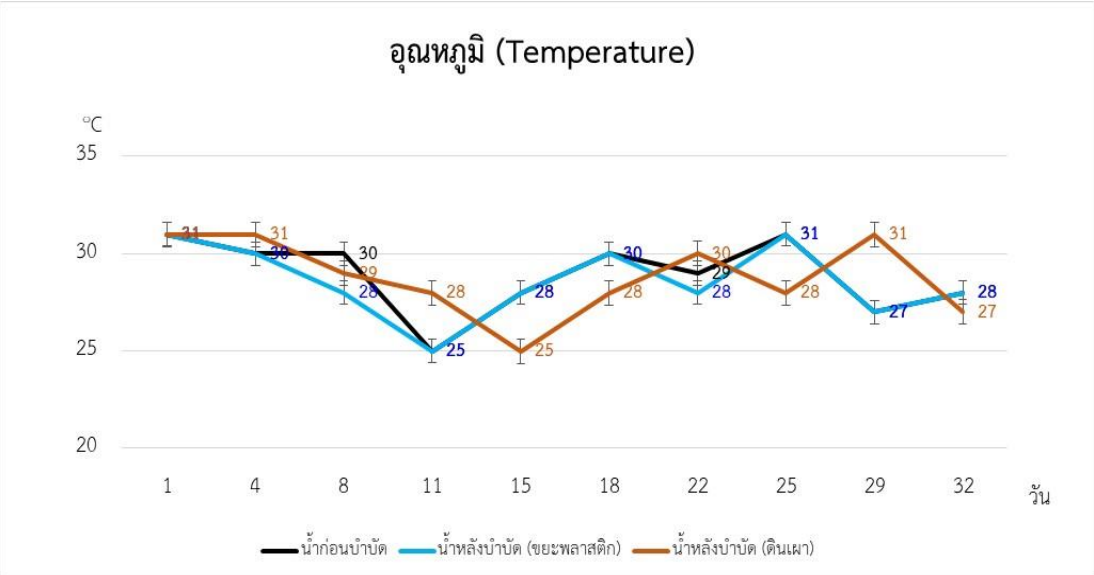
ภาพที่ 49 ค่าความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จากภาพที่ 49 แสดงค่าความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR อยู่ในช่วง 7.8 – 8.5 ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา ซึ่งสูงกว่าค่า pH ของน้ำเสียก่อนบำบัดที่อยู่ระหว่าง 4.3 – 7.1 ซึ่งมีสภาพเป็นกรด แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา ช่วยเพิ่มค่า pH ของน้ำ ค่า pH ของน้ำหลังบำบัดจึงถูกปรับให้มีค่าเป็นกลางมากขึ้น

7.1.1.2 อุณหภูมิ

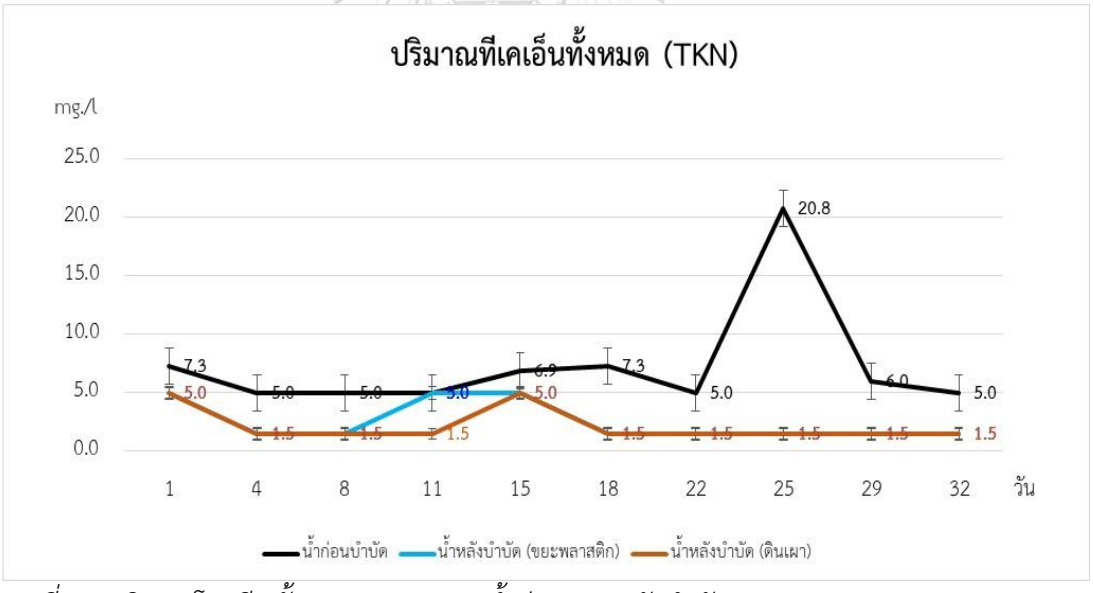
อุณหภูมิของน้ำก่อนบำบัดอยู่ในช่วง 25 – 31°C ในขณะที่น้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25 – 31°C เช่นกัน ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา แสดงให้เห็นว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงได้ดังภาพที่ 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 50 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังบำบัด

7.1.1.3 ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN)

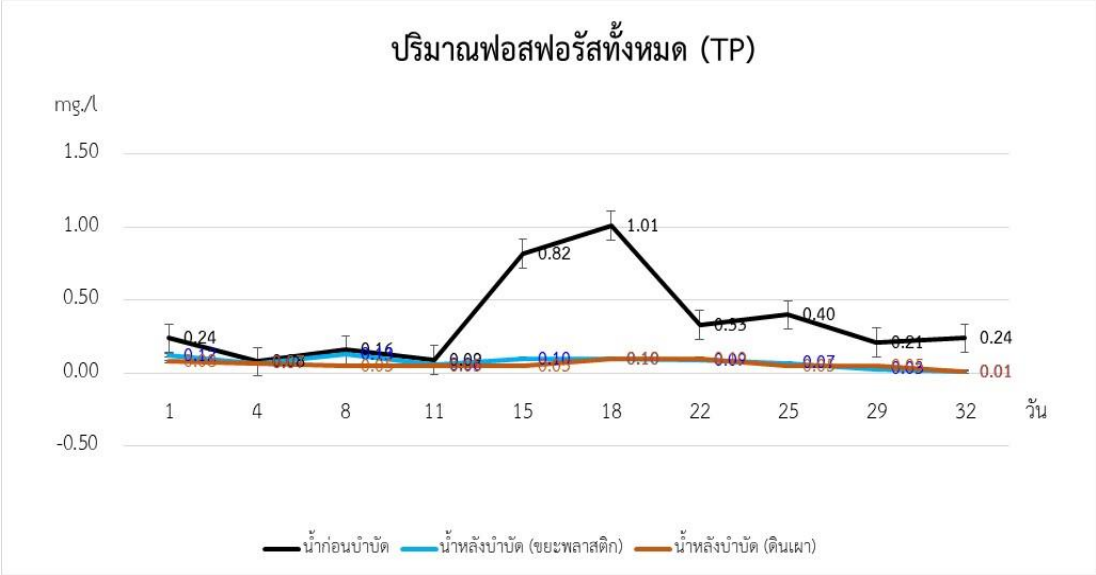


ภาพที่ 51 ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (TKN) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จากภาพที่ 51 แสดงปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN) ของน้ำก่อนบำบัด มีค่าต่ำสุดอยู่ระหว่าง 1.5 – 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุด 20.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ค่าทีเคเอ็นของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีค่าต่ำสุดน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง

1.5 – 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลด Kjeldahl Nitrogen ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นไนเตรท

7.1.1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)



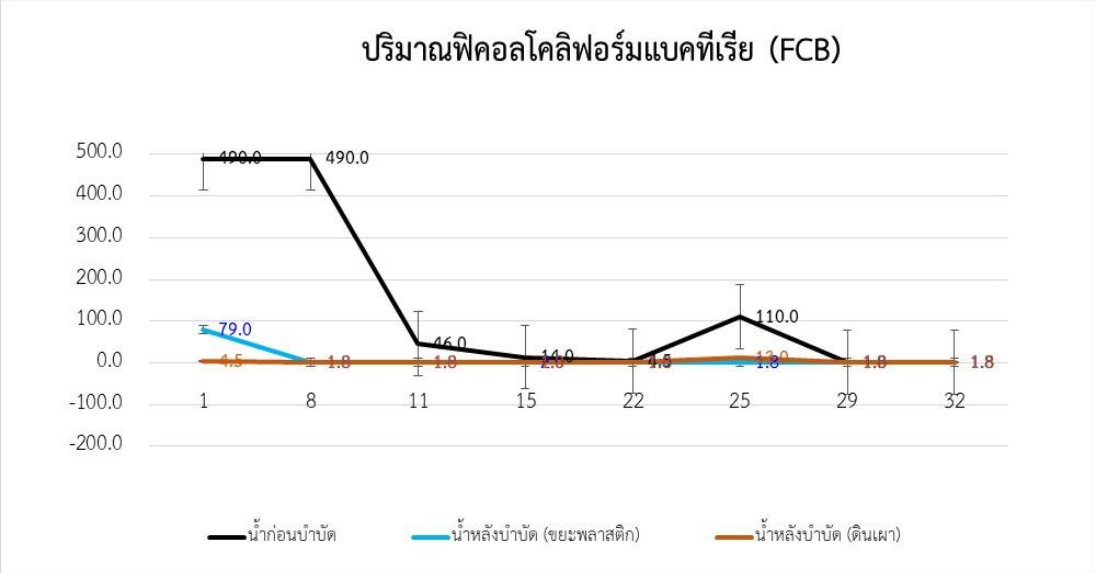
ภาพที่ 52 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากภาพที่ 52 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.08 – 1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ค่า TP ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา อยู่ระหว่างน้อยกว่า 0.01 – 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้อยกว่า 0.01 – 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เป็นเพราะการเดินระบบบำบัดมีทั้งช่วงที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน จึงทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนสามารถดูดซึมสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตเข้าไปในเซลล์และย่อยสลายให้เปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์

ฟอสเฟตก่อนที่จะปล่อยออกนอกเซลล์ (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548) จึงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในบริเวณดังกล่าวลดลง

7.1.1.5 ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB)



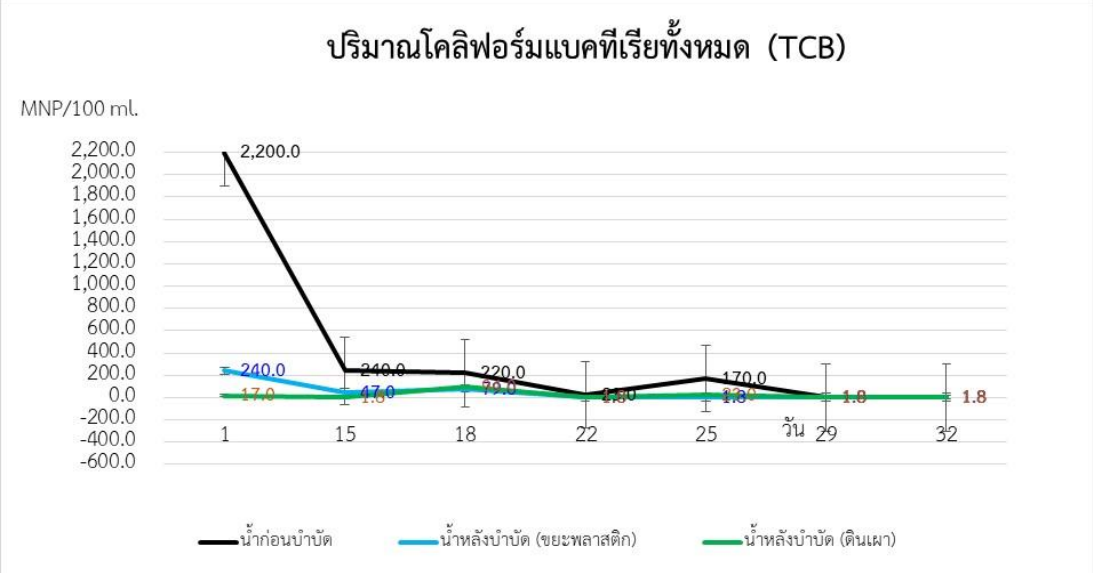
ภาพที่ 53 ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จากภาพที่ 53 แสดงปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 1.8 – 490.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ในขณะที่ค่า FCB ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา อยู่ระหว่างน้อยกว่า 1.8 – 79.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และน้อยกว่า 1.8 – 130.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลดการปนเปื้อนของแบคทีเรียได้และทำให้น้ำปลอดภัยสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เนื่องจาก UF Membrane สามารถกรอง FCB ได้

7.1.1.6 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB)

ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 1.8 – 2,200.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ในขณะที่ค่า TCB ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา อยู่ระหว่างน้อยกว่า 1.8 – 240.0 เอ็มพีเอ็น

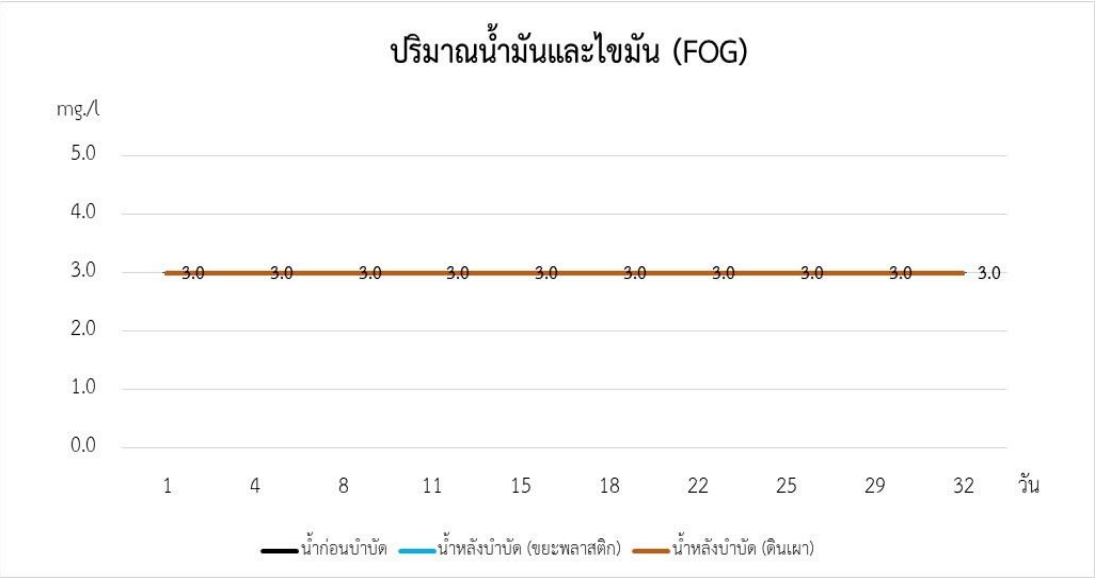
ต่อ 100 มิลลิลิตร และน้อยกว่า 1.8 – 35,000.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลดปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดได้เป็นส่วนใหญ่ (ภาพที่ 54) เนื่องจาก UF Membrane สามารถกรองโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้



ภาพที่ 54 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

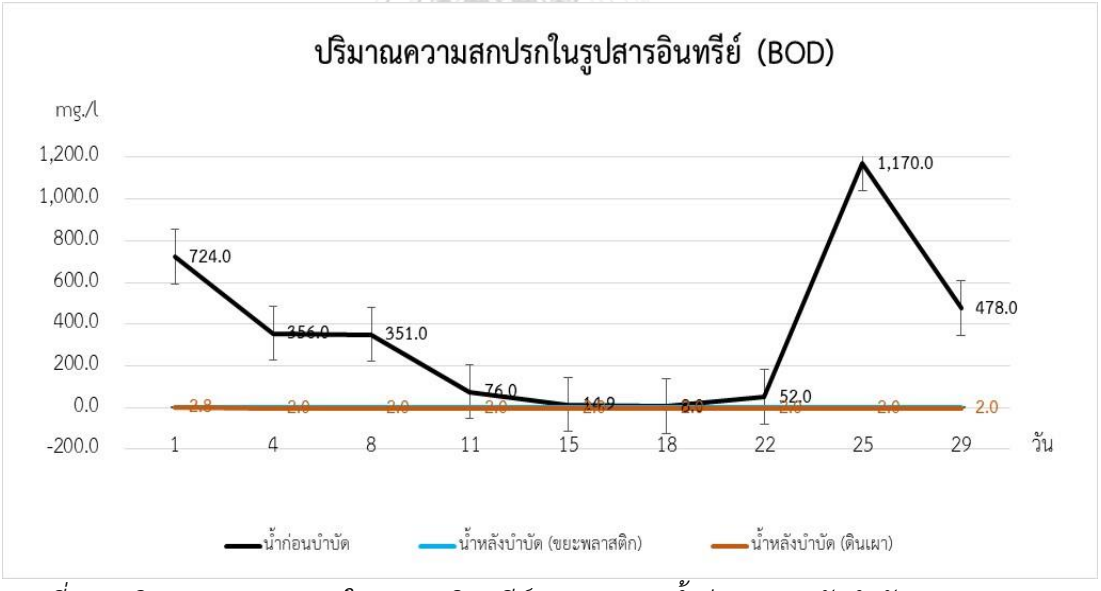
7.1.1.7 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG)

ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ของน้ำทั้งก่อนและหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา มีค่าน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 55) แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถกรองไขมันและน้ำมันในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า น้ำก่อนบำบัดมีปริมาณน้ำมันและไขมันน้อย เนื่องจากครัวเรือนในชุมชนพื้นที่ศึกษาจะทำการกรองไขมันและน้ำมันออกจากน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ



ภาพที่ 55 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

7.1.1.8 ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)



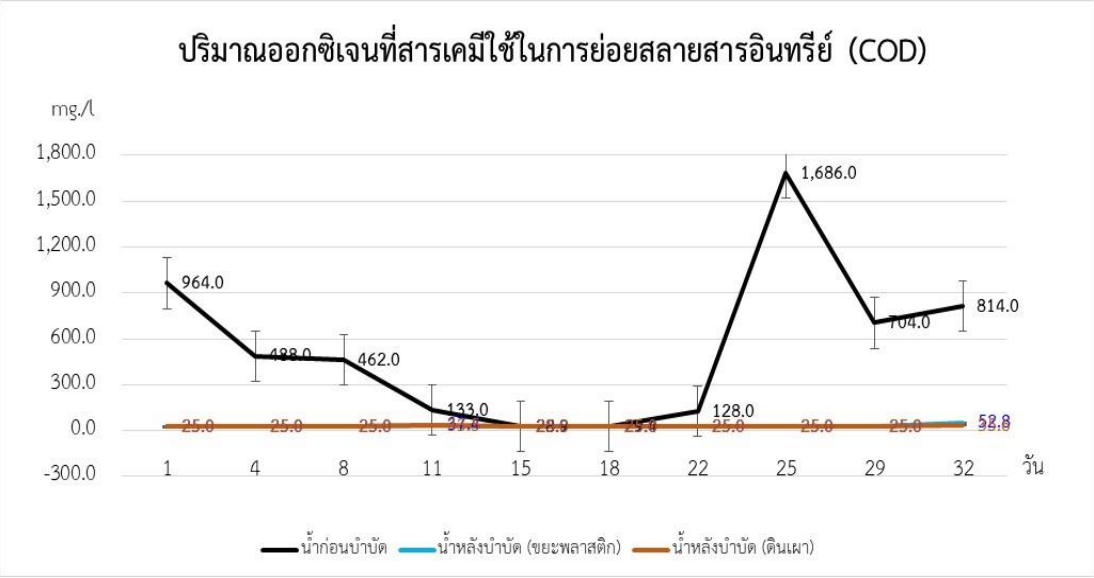
ภาพที่ 56 ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จากภาพที่ 56 แสดงปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่าง 8.0 –1,170.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ค่า BOD ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา อยู่ระหว่างน้อยกว่า 2.0 และน้อยกว่า 2.0 – 23.5 มิลลิกรัม

ต่อลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำเสียได้ ทั้งนี้ เป็นเพราะ เมื่อออกซิเจนละลายน้ำได้มากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น และเมื่ออาหารของจุลินทรีย์ลดลง ทำให้ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ลดลง

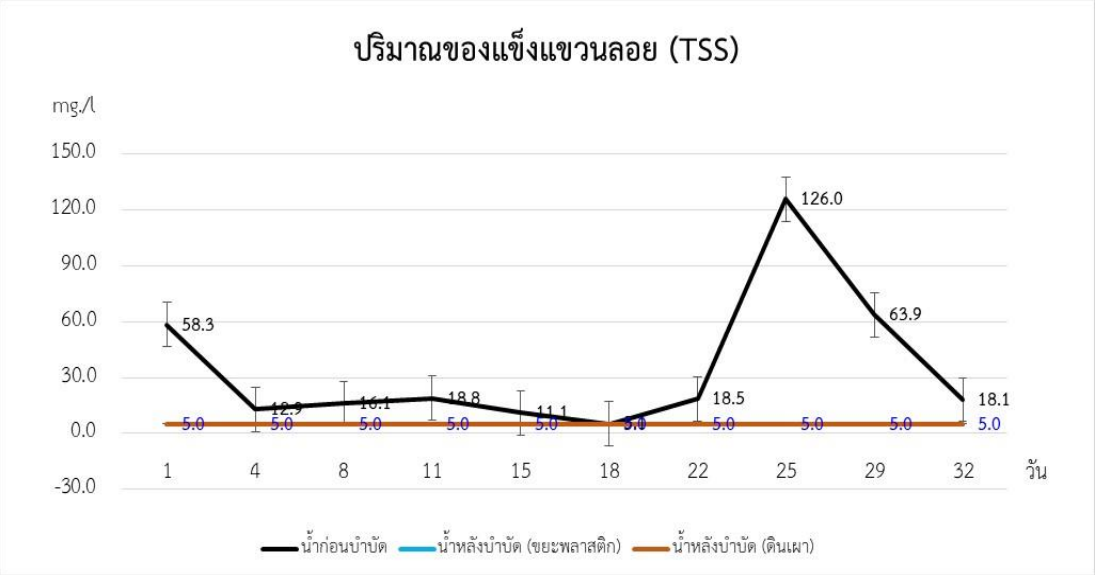
7.1.1.9 ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD)

ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่าง 28.9 –1,686.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ค่า COD ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา อยู่ระหว่างน้อยกว่า 25.0 – 52.8 และน้อยกว่า 25.0 – 35.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำเสียได้ เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงได้ดังภาพที่ 57



ภาพที่ 57 ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

7.1.1.10 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS)



ภาพที่ 58 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

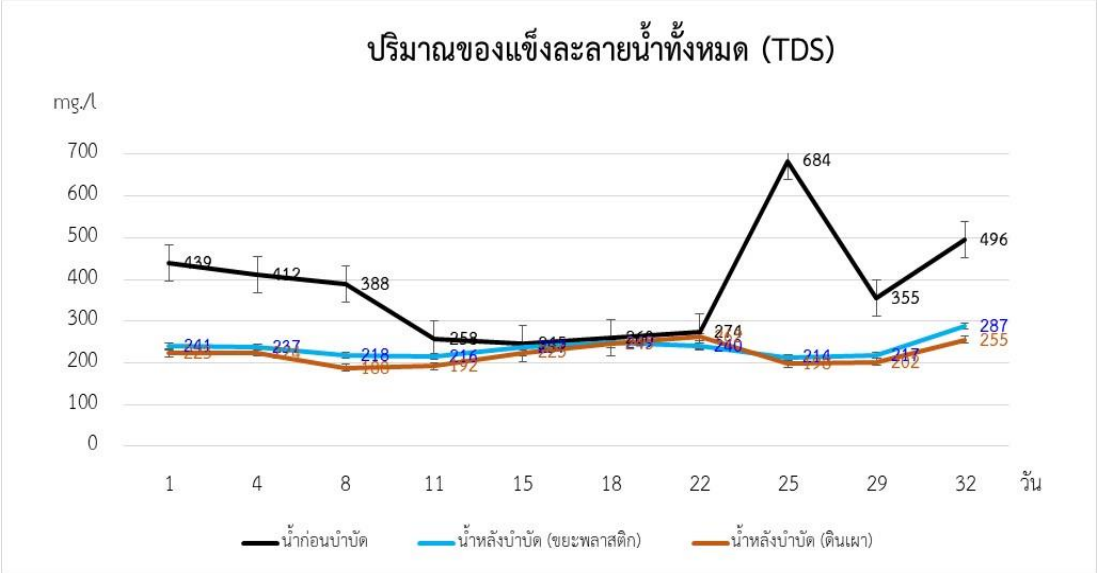
จากภาพที่ 58 แสดงกระบวนการทำงานของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เกี่ยวข้องกับการกรองอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยในน้ำเสียและลดการสลายตัวของสารอินทรีย์ในตัวกลางก่อนที่จะเข้าสู่เยื่อแอโรบิก ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ของน้ำหลังบำบัดด้วยด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา จึงมีค่าน้อยกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าน้ำก่อนบำบัดที่มีค่า TSS อยู่ระหว่าง 5.1 – 126.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลดค่า TSS ของน้ำเสีย เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสารอินทรีย์ละลายได้ จึงช่วยลดค่า TSS ในน้ำได้บางส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.1.11 ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)

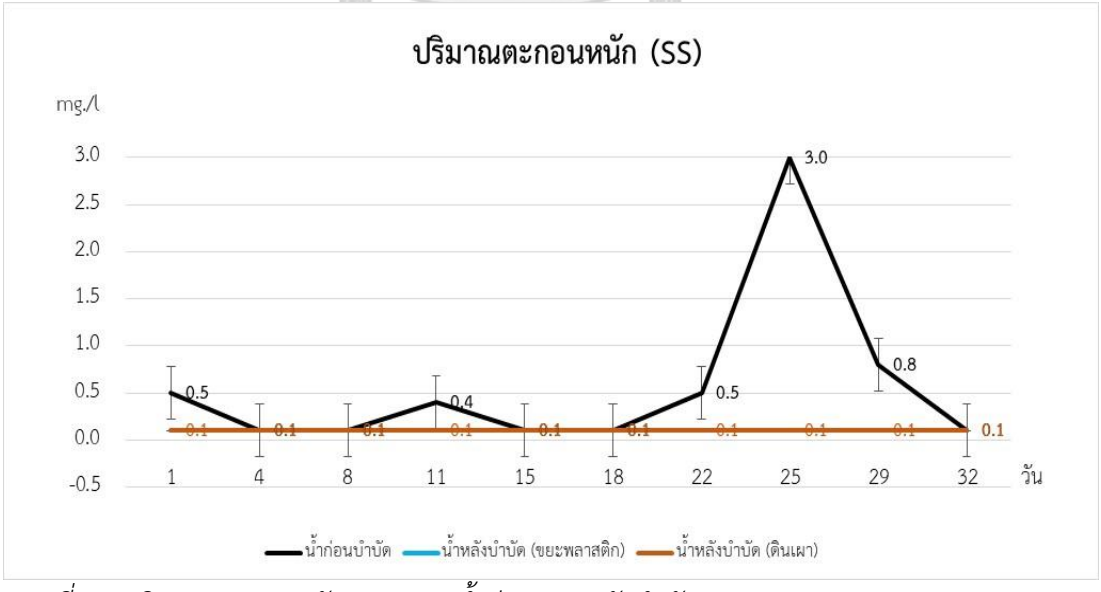
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่าง 245 – 684 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ค่า TDS ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ด้วยตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา อยู่ระหว่าง 214 – 287 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 188 – 262 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบ

กระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลดค่า TDS ของน้ำเสีย เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสารอินทรีย์ละลายได้ จึงช่วยลดค่า TDS ในน้ำได้บางส่วน (ภาพที่ 59)



ภาพที่ 59 ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

7.1.1.12 ปริมาณตะกอนหนัก (SS)



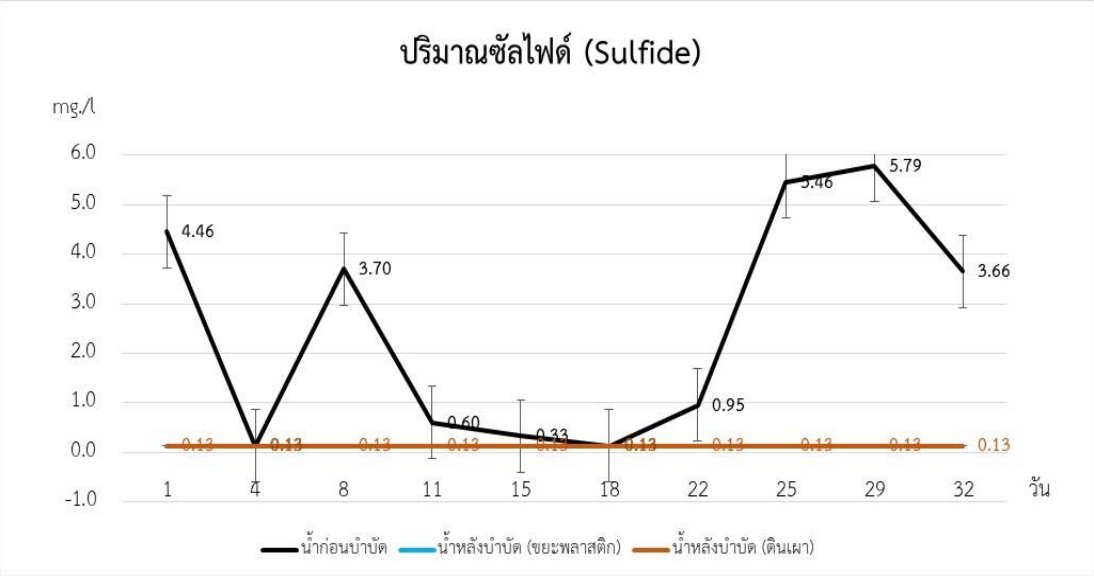
ภาพที่ 60 ปริมาณตะกอนหนัก (SS) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จากภาพที่ 60 แสดงปริมาณตะกอนหนัก (SS) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 0.1 – 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ค่า SS ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผาน้อยกว่า 0.1 ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา สามารถลดความขุ่นของน้ำเสียและทำให้น้ำใสขึ้นได้ เนื่องจากมีการกรองตะกอนหนักในน้ำเสียก่อนที่จะเข้าสู่เยื่อแอโรบิก

7.1.1.13 ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide)

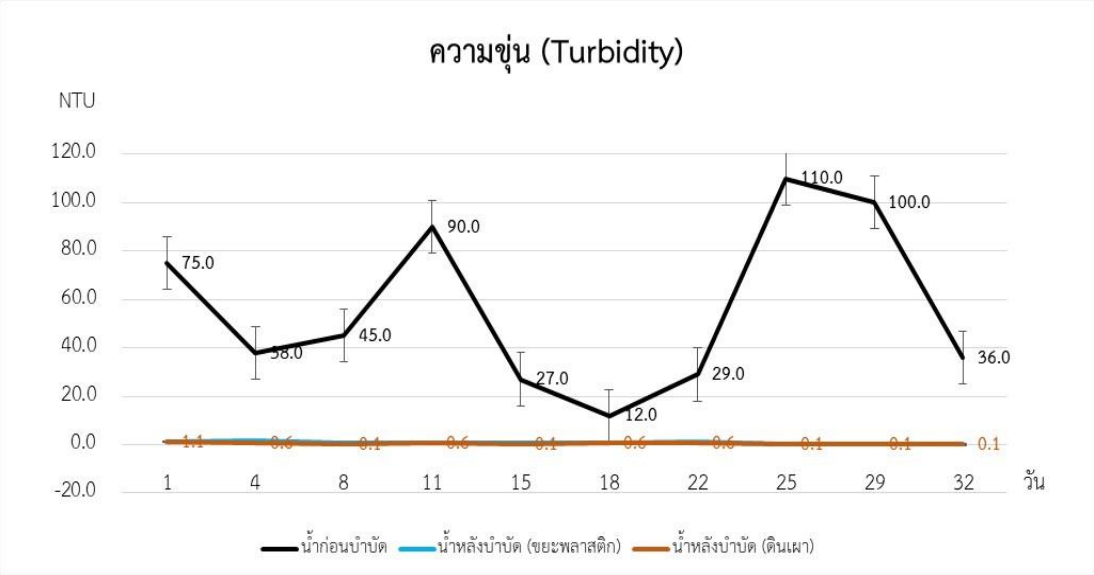
ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) ของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 0.13 – 5.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ปริมาณซัลไฟด์ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา น้อยกว่า 0.13 ทั้งกรณีที่ใช้ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา (ภาพที่ 61) ทั้งนี้เป็นเพราะในน้ำเสียโดยทั่วไปจะประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยในสารอินทรีย์จะเป็นอาหารหล่อเลี้ยงจุลชีพชนิดต่าง ๆ ทั้งจุลชีพที่ใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซหนึ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลชีพและการทำปฏิกิริยาของสารเคมีจากสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งนี้ สามารถระเหยได้ง่าย ด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา มีการเติมอากาศลงในน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถคัดแยกสารเคมีออกจากน้ำเสียให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 61 ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

7.1.1.14 ความขุ่น (Turbidity)



ภาพที่ 62 ความขุ่น (Turbidity) ของน้ำก่อนและหลังบำบัด

จากภาพที่ 62 แสดงความขุ่นของน้ำก่อนบำบัดมีค่าอยู่ระหว่าง 12.0 – 110.0 เอ็นทียู ในขณะที่ความขุ่นของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผาอยู่ระหว่างน้อยกว่า 0.1 – 1.6 เอ็นทียู และน้อยกว่า 0.1 – 1.1 เอ็นทียู ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR สามารถลดความขุ่นของน้ำเสียและทำให้น้ำใสขึ้นได้ เนื่องจากมีการกรองอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยในน้ำเสียและลดการสลายตัวของสารอินทรีย์ในตัวกลางก่อนที่จะเข้าสู่เยื่อแอโรบิก

7.1.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนบำบัดและหลังบำบัด

ผู้วิจัยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนบำบัดและหลังบำบัด ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนบำบัดและหลังบำบัด

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำก่อนบำบัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR		Sig. (ANOVA)
		ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้	ตัวกลางดินเผา	
pH	5.5	8.1	8.2	0.000
อุณหภูมิ	29.0	29.0	29.0	0.886
TKN**	9.7	2.6	2.2	0.011
TP	0.36	0.08	0.06	0.001
FCB	144.8	11.5	3.5	0.000
TCB	408.1	53.3	20.2	0.000
FOG	< 3.0	< 3.0	< 3.0	1.000
BOD	358.9	< 2.0	< 2.0	0.000
COD	543.7	29.0	26.9	0.000
TSS	34.9	< 5.0	< 5.0	0.000
TDS	381.0	236.00	221.0	0.001
SS	0.9	< 0.1	< 0.1	0.049
Sulfide	3.12	< 0.13	< 0.13	0.000
Turbidity	56.2	0.7	0.4	0.000

จากตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผามีคุณภาพดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเกือบทุกพารามิเตอร์ยกเว้น อุณหภูมิและปริมาณน้ำมันและไขมัน (FOG) แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนให้มีคุณภาพดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งความเป็นกรดหรือด่าง (pH) อุณหภูมิ ปริมาณทีเคเอ็นทั้งหมด (TKN) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ปริมาณตะกอนหนัก (SS) ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) และความขุ่น (Turbidity) ทั้งนี้ เป็นเพราะนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ช่วยเพิ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่า pH ของน้ำ โดยการสร้างเซลล์แบคทีเรียใหม่ที่จะย่อยสลายสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการเน่าเสียของไนตริฟิเคชั่น ค่า pH ของน้ำหลังบำบัดจึงถูกปรับให้มีค่าเป็นกลางมากขึ้น ช่วยให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ ทำให้จุลินทรีย์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดความขุ่นของน้ำเสียและทำให้น้ำใสขึ้นได้ เนื่องจากมีการกรองอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยในน้ำเสียและลดการสลายตัวของสารอินทรีย์ในตัวกลางก่อนที่จะเข้าสู่เยื่อแอโรบิก นอกจากนี้ UF Membrane ยังสามารถกรอง FCB และ TCB ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.1.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ระหว่างตัวกลางจากขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา

ผู้วิจัยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนและหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา ด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางของสองประชากรไม่อิสระ (Paired Samples t–test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ระหว่างตัวกลางจากขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR		Sig. (t-test)
	ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้	ตัวกลางดินเผา	
pH	8.1	8.2	0.004
อุณหภูมิ	29.0	29.0	0.343
TKN**	2.6	2.2	N/A
TP	0.08	0.06	0.405
FCB	11.5	3.5	N/A
TCB	53.3	20.2	N/A
FOG	< 3.0	< 3.0	N/A
BOD	< 2.0	< 2.0	N/A

ตารางที่ 19 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ระหว่างตัวกลางจากขวดพลาสติกเหลือใช้และดินเผา (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR		Sig. (t-test)
	ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้	ตัวกลางดินเผา	
COD	29.0	26.9	0.251
TSS	236.00	221.0	0.017
TDS	< 5.0	< 5.0	N/A
SS	< 0.1	< 0.1	N/A
Sulfide	< 0.13	< 0.13	N/A
Turbidity	0.7	0.4	0.047

หมายเหตุ: N/A คือ The paired samples correlations table and the paired samples test table is not produced.

จากตารางที่ 19 จะเห็นได้ว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และตัวกลางดินเผามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเกือบทุกพารามิเตอร์ ยกเว้น ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) และความขุ่น โดยตัวกลางดินเผามีประสิทธิภาพในการปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย รวมถึงลดปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) และความขุ่นของน้ำเสียได้ดีกว่าตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ ทั้งนี้เป็นเพราะการออกแบบตัวกลางดินเผามีการเจาะรูเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส จึงทำให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้

7.1.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

ผู้วิจัยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR		มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ[1]	มาตรฐานของสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (The United States Environmental Protection Agency)		
	ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้	ตัวกลางดินเผา		Food Crops	Processed Food Crops	Non-Food Crops
pH	8.1	8.2	5.5 – 9.0	6.0 – 9.0	6.0 – 9.0	6.0 – 9.0
อุณหภูมิ	29°C	29°C	N/A	N/A	N/A	N/A
TKN**	2.6 mg.N/l	2.2 mg.N/l	≤ 20 mg.N/l	N/A	N/A	N/A
TP	0.08 mg.P/l	0.06 mg.P/l	≤ 2 mg.P/l	N/A	N/A	N/A
FCB	11.5 MPN/100 ml	3.5 MPN/100 ml	N/A	No Detectable	≤ 200 MPN/100 ml	≤ 200 MPN/100 ml
TCB	53.3 MPN/100 ml	20.2 MPN/100 ml	N/A	N/A	N/A	N/A
FOG	< 3.0 mg./l	< 3.0 mg./l	≤ 5 mg./l	N/A	N/A	N/A
BOD	< 2.0 mg./l	< 2.0 mg./l	≤ 20 mg./l	≤ 10 mg./l	≤ 30 mg./l	≤ 30 mg./l
COD	29 mg./l	26.9 mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A
TSS	< 5.0 mg./l	< 5.0 mg./l	N/A	N/A	≤ 30 mg./l	≤ 30 mg./l
TDS	236 mg./l	221 mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A
SS	< 0.1 mg./l	< 0.1 mg./l	≤ 30 mg./l	N/A	N/A	N/A
Sulfide	< 0.13 mg./l	< 0.13 mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A
Turbidity	0.7 NTU	0.4 NTU	N/A	≤ 2 NTU	N/A	N/A

หมายเหตุ: [1]ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ลงวันที่ 7 เมษายน 2553 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 127 ตอนพิเศษ 69ง วันที่ 2 มิถุนายน 2553

ตารางที่ 20 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังบำบัดกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากลในการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหลังบำบัด โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR		มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ[1]	มาตรฐานการนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่		
	ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้	ตัวกลางดินเผา		ญี่ปุ่น	ออสเตรเลีย	สหภาพยุโรป
pH	8.1	8.2	5.5 – 9.0	5.8 – 8.6	6.5 – 8.5	6.0 – 9.0
อุณหภูมิ	29°C	29°C	N/A	N/A	N/A	N/A
TKN**	2.6 mg.N/l	2.2 mg.N/l	≤ 20 mg.N/l	N/A	N/A	N/A
TP	0.08 mg.P/l	0.06 mg.P/l	≤ 2 mg.P/l	N/A	N/A	N/A
FCB	11.5 MPN/100 ml	3.5 MPN/100 ml	N/A	< 50 MPN/100 ml	N/A	< 100 MPN/100 ml
TCB	53.3 MPN/100 ml	20.2 MPN/100 ml	N/A	< 50 MPN/100 ml	N/A	< 500 MPN/100 ml
FOG	< 3.0 mg./l	< 3.0 mg./l	≤ 5 mg./l	N/A	N/A	N/A
BOD	< 2.0 mg./l	< 2.0 mg./l	≤ 20 mg./l	< 3 mg./l	< 10 mg./l	N/A
COD	29 mg./l	26.9 mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A
TSS	< 5.0 mg./l	< 5.0 mg./l	N/A	N/A	< 10 mg./l	N/A
TDS	236 mg./l	221 mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A
SS	< 0.1 mg./l	< 0.1 mg./l	≤ 30 mg./l	N/A	N/A	N/A
Sulfide	< 0.13 mg./l	< 0.13 mg./l	N/A	N/A	N/A	N/A
Turbidity	0.7 NTU	0.4 NTU	N/A	< 10 NTU	< 2 NTU	2 NTU

หมายเหตุ: [1]ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ลงวันที่ 7 เมษายน 2553 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 127 ตอนพิเศษ 69ง วันที่ 2 มิถุนายน 2553

จากตารางที่ 20 จะเห็นได้ว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และตัวกลางดินเผา มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรมควบคุมมลพิษและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดโดยสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (The United States Environmental Protection Agency) ในการนำน้ำกลับมาใช้ในการเกษตรได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้และตัวกลางดินเผา มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ของประเทศญี่ปุ่น ประเทศออสเตรเลีย และสหภาพยุโรป ยกเว้นปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ของน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตัวกลางขวดพลาสติกเหลือใช้ที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานการนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ของประเทศญี่ปุ่น

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าน้ำเสียชุมชนที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจะมีระดับความเข้มข้นของน้ำเสียอยู่ในระดับน้อยมาก และค่าที่วัดได้ในแต่ละพารามิเตอร์ไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ และ Metcalf and Eddy (1991) แต่ที่ผ่านมาพบว่ามีงานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Membrane Bio Reactor อาทิ

การบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบถังปฏิกรณ์ชีวเคมีที่มีเมมเบรนจมตัว ของนำชัย นิลทอง (2545) ที่พบว่าระบบถังปฏิกรณ์ชีวเคมีที่มีเมมเบรนจมตัวที่เติมถ่านกัมมันต์ เติมอากาศและหยุดเป็นช่วง 150-150 นาที สามารถกำจัดค่าต่าง ๆ ในน้ำชะมูลฝอยได้ดีที่สุด โดยสามารถกำจัด COD ได้ร้อยละ 83 สี ร้อยละ 85 ไนโตรเจน ร้อยละ 97 และฟอสฟอรัส ร้อยละ 68

การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อแผ่นไคโตซาน ของการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อแผ่นไคโตซาน ของอภิชญา หนูทวี (2548) ที่พบว่าเมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า COD เท่ากับ 200, 300, 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ เท่ากับ 1,584-12,864 มิลลิกรัม COD/วัน ระบบสามารถบำบัดค่า COD ได้สูงถึงร้อยละ 83-95

ผลของเวลาเก็บกักและความเข้มข้นของบิสฟีนอลเอต่อสมรรถนะของถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน ของอัจฉริยา เจริญวัย และ สิริชัย คุณภาพดีเลิศ (2556) ที่พบว่าระบบสามารถกำจัด COD ได้ประมาณร้อยละ 92 ซึ่งถือว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ค่อนข้างดี สอดคล้องกับผลการทดลองของ Seyhi et al. (2011) ที่พบว่าระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนมีประสิทธิภาพในการบำบัด COD ได้มากกว่าร้อยละ 90 ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD เฉลี่ย

ร้อยละ 93 ระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนยังสามารถกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนได้มากกว่าร้อยละ 90 และกำจัดฟอสฟอรัสได้มากว่าร้อยละ 60 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Seyhi et al. (2011) ที่พบว่าระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนสามารถกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนได้มากกว่าร้อยละ 99 และกำจัดฟอสเฟตได้มากถึงร้อยละ 61 ทั้งนี้ เป็นเพราะระบบ MBR เป็นระบบที่สามารถกักเก็บของแข็งในระบบได้สูง เพราะแผ่นเยื่อที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ทำให้ของแข็งแขวนลอยไม่สามารถหลุดออกไปกับน้ำทิ้งได้ โดยน้ำที่ผ่านระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน จะมีลักษณะใส ไม่มีสี และไม่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยเหลืออยู่ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยของระบบร้อยละ 100

7.2 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

ผู้วิจัยทำการทดสอบการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ เพื่อศึกษาการรับรู้ถึงประโยชน์จากการใช้นวัตกรรมและการรับรู้ถึงความสะดวกและง่ายในการใช้นวัตกรรม ซึ่งนำไปสู่การยอมรับและความมุ่งมั่นที่จะใช้งานนวัตกรรม โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี โดยใช้แบบสอบถาม สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการประเมินการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย	ระดับการยอมรับ
1. ด้านการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness)	**3.41**	**มาก**
ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น	4.01	มาก
คุณภาพของน้ำหลังบำบัดสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้	3.94	มาก
การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	3.88	มาก
การประหยัดพลังงาน	2.86	ปานกลาง
การใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ติดตั้งได้ในพื้นที่จำกัด	3.92	มาก
ความแข็งแรง	3.73	มาก
ราคาคุ้มค่ากับประสิทธิภาพของระบบ	3.81	มาก
ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบต่ำ	2.92	ปานกลาง

ตารางที่ 21 ผลการประเมินการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR (ต่อ)

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย	ระดับการยอมรับ
ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงหรือดูแลรักษาต่ำ	2.83	ปานกลาง
ความสวยงามหรือน่าใช้งาน	2.24	น้อย
2. ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)	**3.12**	**ปานกลาง**
การใช้งานง่ายและสะดวก	3.15	ปานกลาง
การซ่อมบำรุงหรือดูแลรักษาง่าย	3.12	ปานกลาง
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3.10	ปานกลาง
3. ด้านความมุ่งมั่นที่จะใช้งาน (Intention to Use)	**3.93**	**มาก**
การใช้งานระบบได้ผลเป็นที่น่าพอใจ	3.93	มาก

จากตารางที่ 21 พบว่า ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี มีการยอมรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ด้านความมุ่งมั่นที่จะใช้งาน (Intention to Use) มากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93) รองลงมาคือ ด้านการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) และด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.41 และ 3.12 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(1) ด้านการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) พบว่า ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับด้านการรับรู้ประโยชน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับในเรื่องประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น คุณภาพของน้ำหลังบำบัดสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ การใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ติดตั้งได้ในพื้นที่จำกัด การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ราคาคุ้มค่ากับประสิทธิภาพของระบบ และความแข็งแรง อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.73 – 4.01) โดยให้การยอมรับในเรื่องค่าใช้จ่ายในการเดินระบบต่ำ การประหยัดพลังงาน ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงหรือดูแลรักษาต่ำ อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.83 – 2.92) ในขณะที่ความสวยงามหรือ

น่าใช้งานเป็นเรื่องที่ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.24)

(2) ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) พบว่า ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานอยู่ในระดับปานกลางในทุกข้อ โดยให้การยอมรับในเรื่องการใช้งานง่ายและสะดวกมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15) รองลงมาคือ การซ่อมบำรุงหรือดูแลรักษาง่ายและความปลอดภัยในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.12 และ 3.10 ตามลำดับ)

(3) ด้านความมุ่งมั่นที่จะใช้งาน (Intention to Use) พบว่า ผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับด้านความมุ่งมั่นที่จะใช้งานอยู่ในระดับมาก ซึ่งจะเห็นได้จากการใช้งานระบบได้ผลเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 8
ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรม

ผู้วิจัยทำการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เพื่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ในวงกว้าง ของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR โดยนำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ดังนี้

1) การดำเนินธุรกิจของกิจการ ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของกิจการ ลักษณะของธุรกิจ และแนวคิดและโอกาสทางธุรกิจ

2) การศึกษาความเป็นไปด้านการตลาด ประกอบด้วย การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก การวิเคราะห์อุตสาหกรรม การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค การแบ่งส่วนตลาด การกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และการวางตำแหน่งทางการตลาด และการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด

3) การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิค ประกอบด้วย การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

4) การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน ประกอบด้วย สมมติฐานการลงทุน การประมาณการรายได้ การประมาณการเงินลงทุน ต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ และผลตอบแทนจากการลงทุน

5) การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM)

8.1 การดำเนินธุรกิจของกิจการ

8.1.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร

บริษัทก่อตั้งขึ้นตั้งแต่ปี 2563 โดยกลุ่มนักวิชาการที่มีความรู้ความสามารถและมีความเชี่ยวชาญในด้านการบริหารจัดการธุรกิจและการคิดค้นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีระบบจัดการน้ำเสีย โดยเป็นผู้คิดริเริ่มและเจ้าของลิขสิทธิ์นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เพื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นจนสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ส่งเสริมให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานภาครัฐ องค์กรเอกชน และภาคประชาสังคม ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน โดยการนำ

นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในกระบวนการจัดการน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงส่งเสริมให้มีการหมุนเวียนนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ตลอดจนสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

บริษัทได้จดทะเบียนนิติบุคคลด้วยทุนจดทะเบียน 10 ล้านบาท มีการออกหุ้นสามัญจำนวน 30,000 หุ้น มูลค่าหุ้น (Book Value) 100 บาท (ดังตารางที่ 22) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินธุรกิจด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีระบบจัดการน้ำเสีย โดยนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ถูกออกแบบโดยทีมวิศวกรผู้เชี่ยวชาญของบริษัท ซึ่งมีประสบการณ์ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ เพื่อส่งมอบระบบจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 22 รายชื่อผู้ถือหุ้นของบริษัท

ผู้ถือหุ้น	จำนวนหุ้น (หุ้น)	มูลค่า (บาท)
A	40,000	4,000,000
B	30,000	3,000,000
C	30,000	3,000,000
รวม	100,000	10,000,000

8.1.2 ลักษณะของธุรกิจ

บริษัทดำเนินการกิจการ โดยเป็นผู้ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR รวมถึงให้คำปรึกษาต่าง ๆ แก่ลูกค้าตลอดจนการบริการหลังการขาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิสัยทัศน์

วิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อมุ่งสู่การเป็นผู้นำด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีระบบการจัดการน้ำเสียในประเทศไทย

พันธกิจ

ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีระบบการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน เน้นการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเน้นการส่งเสริมนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

วัตถุประสงค์ด้านการตลาด

1) สร้างการรับรู้แบรนด์ไปยังกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

2) ทำยอดขาย 12 เครื่องต่อปี ในช่วง 3 ปีแรก (เฉลี่ยเดือนละ 1 เครื่อง)

3) อัตราการเติบโตของยอดขายเพิ่มขึ้นเป็น 18 เครื่องต่อปี ในปีที่ 4 – 10

ลักษณะการดำเนินธุรกิจ

บริษัทได้ว่าจ้างพันธมิตรทางธุรกิจ ได้แก่ โรงงานผู้ผลิตที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการผลิต ให้ดำเนินการผลิตระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตามรูปแบบและจำนวนที่ต้องการในลักษณะ Made to Order ตามคำสั่งซื้อล่วงหน้า (Pre-Order) โดยกำหนดระยะเวลาการส่งมอบ (Lead Time) เป็นเวลา 90 วันนับถัดจากวันที่โรงงานผู้ผลิตได้รับคำสั่งซื้อจากบริษัท และมีการทำข้อตกลงการเปิดเผยข้อมูล (Disclosure Agreement) ว่าผู้ผลิตต้องรักษาความลับและไม่เปิดเผยข้อมูลต่อบุคคลหรือองค์กรใดโดยเด็ดขาด

แบบจำลองธุรกิจ (Business Model Canvas)

1) คุณค่าของธุรกิจ (Value Propositions) นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้น เพื่อบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น มุ่งเน้นคุณภาพน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้และการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2) ลูกค้าของธุรกิจ (Customer Segment) ได้แก่

2.1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2.2) หน่วยงานภาครัฐ

2.3) กลุ่มเกษตรกร

2.4) โรงงานอุตสาหกรรม

3) การสร้างสายสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships)

3.1) การส่งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าของบริษัทและการจัดการน้ำเสียให้กับลูกค้า

3.2) ประชาสัมพันธ์ช่องทางการติดต่อกับลูกค้าทั้งก่อนและหลังการขาย

3.3) การสร้าง พัฒนา และแบ่งปันองค์ความรู้ในเรื่องการจัดการน้ำเสีย เพื่อให้เกิดการประชาสัมพันธ์ต่อให้กับลูกค้ารายอื่น ๆ ซึ่งถือเป็นความสำเร็จทางการตลาดที่บริษัทจะได้รับจากผู้บริโภคโดยตรง กระบวนการที่ส่งเสริมให้เกิดสิ่งนี้ ประกอบด้วย การบริหารจัดการทั้งก่อนและหลังการขาย ช่องทางการติดต่อเพื่อให้บริการลูกค้าที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว อาทิ ช่องทางการสื่อสารผ่านแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียหรือช่องทางออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น รวมถึงการสร้างองค์ความรู้ที่เป็นแบบอย่าง (Best Practice)

4) ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า (Channels)

4.1) โซเชียลมีเดียแพลตฟอร์ม

4.2) ขายตรงให้กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

4.3) การสร้างกลุ่มลูกค้าเครือข่าย โดยเสนอราคาพิเศษให้กับกลุ่มเครือข่าย เพื่อให้เกิดกระแสการตอบรับและการสั่งซื้อสินค้าในอนาคตด้วยเทคนิคการขายแบบแนะนำต่อ

4.4) งานแสดงสินค้าต่าง ๆ

5) ปัจจัยขับเคลื่อนธุรกิจ (Key Activities)

5.1) การนำเสนอนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

5.2) การนำเสนอชุดองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียในรูปแบบออนไลน์

5.3) การแสดงสินค้านวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR และกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องการจัดการน้ำเสียร่วมกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง อาทิ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การประปาส่วนภูมิ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งที่จะช่วยขับเคลื่อนสินค้าให้เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

6) หุ้นส่วนหลักของธุรกิจ (Key Partners)

6.1) โรงงานผู้ผลิต

6.2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำเสีย

7) ทรัพยากรที่จำเป็น (Key Resources)

7.1) โรงงานที่มีคุณภาพในการผลิต มีบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจ และมีประสบการณ์การผลิตให้ได้มาตรฐาน มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

7.2) ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีความรู้ความสามารถด้านการนำเสนอผลิตภัณฑ์และการให้บริการที่ยอดเยี่ยม สร้างความประทับใจให้กับลูกค้าทั้งก่อนและหลังการขาย

8) โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure)

เนื่องจากบริษัทมีการดำเนินกิจการในลักษณะที่บริษัทเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์และผู้จัดจำหน่าย โดยว่าจ้างให้โรงงานผู้ผลิตที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการผลิตดำเนินการผลิตระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR และว่าจ้างให้โรงงานผู้ผลิตดินเผาดำเนินการผลิตตัวกลางดินเผา โดยต้นทุนที่แสดงเป็นต้นทุนที่บริษัทสอบถามจากโรงงานผู้ผลิตประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าจัดเก็บสินค้า ค่าขนส่ง และภาษีมูลค่าเพิ่ม (ไม่รวมค่าวัสดุและแรงงานในการก่อสร้างโรงเรือนติดตั้งและจัดเก็บระบบ เนื่องจากลูกค้าต้องทำการว่าจ้างผู้รับเหมางานก่อสร้างให้เป็นผู้ดำเนินการ) ดังนี้

1) ต้นทุนการผลิตระบบ เท่ากับ 10,000,000 บาทต่อเครื่อง (จากการสอบถามต้นทุนการผลิตจากโรงงานผู้ผลิต) ทั้งนี้ รวมต้นทุนค่าจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าแล้ว

2) ต้นทุนการผลิตดินเผา เท่ากับ 4.50 บาทต่อหน่วย (จากการสอบถามต้นทุนการผลิตจากโรงงานผู้ผลิต) ทั้งนี้ รวมต้นทุนค่าจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าแล้ว

สำหรับต้นทุนการผลิตดังกล่าวจะอยู่ในความรับผิดชอบของโรงงานผู้ผลิต บริษัทจะทำการขายสินค้าในลักษณะคำสั่งซื้อล่วงหน้า (Pre-Order) โดยกำหนดระยะเวลาการส่งมอบ (Lead Time) เป็นเวลา 90 วัน โดยในส่วนของบริษัทจะมีการลงทุน รวม 3,320,000 บาท ดังนี้

1) ค่าออกแบบและพัฒนานวัตกรรม เท่ากับ 2,000,000 บาท

2) ค่าที่ปรึกษาในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม เท่ากับ 600,000 บาท

3) ค่าจดสิทธิบัตร เท่ากับ 200,000 บาท

4) ค่า Up Front (สิทธิการเช่าอาคารสำนักงาน) เท่ากับ 500,000 บาท

5) ค่าจดทะเบียนบริษัท 20,000 บาท (จากการสอบถามสำนักงานบัญชี)

9) รายได้ของธุรกิจ (Revenue Streams)

9.1) รายได้จากการขายนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เท่ากับ 12,000,000 บาทต่อเครื่อง (กำหนดราคาขายโดยการ Mark Up กำไรจากต้นทุนการผลิตในอัตราร้อยละ 20)

9.2) รายได้จากการขายตัวกลางดินเผา เท่ากับ 5 บาทต่อหน่วย (กำหนดราคาขายโดยการ Mark Up กำไรจากต้นทุนการผลิตในอัตราร้อยละ 10)

9.3) รายได้จากการบริการหลังการขายต่าง ๆ เช่น การบำรุงรักษาระบบ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.1.3 แนวคิดและโอกาสทางธุรกิจ

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับวิกฤติการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหามลภาวะต่าง ๆ ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้นอย่างต่อเนื่องและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาด้านน้ำเสียและการขาดแคลนน้ำ อันเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การขยายตัวทางสังคม และจำนวนประชากรของประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีการอุปโภค บริโภค และการบริการต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ปัญหาด้านน้ำเสียและการขาดแคลนน้ำ เป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นมายาวนานและทั่วโลกต่างให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหา

ในปัจจุบัน ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาด้านน้ำเสียและการขาดแคลนน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชากรในด้านต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีการนำนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มาใช้ในการจัดการ

น้ำเสียที่แหล่งกำเนิด เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพสูง ง่ายและสะดวกในการใช้งาน เกิดการหมุนเวียนนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ นำไปสู่ธุรกิจเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่มุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุลและยั่งยืน

นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้เป็นระบบประหยัดพื้นที่และสามารถทำน้ำเสียให้เป็นน้ำใสหรือน้ำรีไซเคิลได้ ใช้ตัวกลางดินเผาซึ่งลดการใช้ตัวกลางพลาสติกที่สร้างขยะพลาสติกสู่สิ่งแวดล้อม โดยมีความเหมาะสมกับบริบทของชุมชนที่หลากหลาย อาทิ ชุมชนริมน้ำ ชุมชนเกษตรกรรม ชุมชนที่ประสบภาวะภัยแล้ง รวมถึงชุมชนทั่วไป ทั้งนี้ ชุมชนดังกล่าวต้องได้รับการสนับสนุนทั้งจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในด้านงบประมาณการลงทุนระบบและจัดสรรงบประมาณในการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบ และความร่วมมือของครัวเรือนในชุมชนในการจ่ายค่าบำบัดน้ำเสียให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

นอกจากนี้ บริษัทยังสามารถนำเสนอนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ให้กับกลุ่มลูกค้าที่เป็นบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ได้ โดยการนำเสนอคุณค่าและภาพลักษณ์องค์กรที่ดีในการคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะได้รับจากการส่งมอบนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ไปยังชุมชนผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR)

จากผลการทดสอบการยอมรับนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR พบว่าผู้นำชุมชนและครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีการยอมรับนวัตกรรมทั้งด้านการการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และด้านความมุ่งมั่นที่จะใช้งาน (Intention to Use) อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าผู้นำชุมชนและครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาให้การยอมรับนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR เนื่องจากจากการใช้งานระบบได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงเป็นโอกาสในการนำนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน

สำหรับตัวกลางดินเผาที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นนั้น นอกจากจะสามารถนำมาใช้เป็นตัวกลางในนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR แล้ว ยังสามารถนำไปใช้งานในด้านอื่น ๆ ได้อีก เช่น การใช้ตกแต่งตู้ปลา การใช้ปลูกต้นไม้ที่ไม่ใช้ดิน เป็นต้น

8.2 การศึกษาความเป็นไปด้านการตลาด

8.2.1 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกเป็นขั้นตอนที่จะช่วยให้ผู้บริหารตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และสามารถนำข้อมูลมาใช้เป็นประโยชน์ในการวางแผนกลยุทธ์ขององค์กรได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกใช้ PEST Analysis ในการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกได้ดังนี้

8.2.1.1 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกด้านการเมืองและนโยบายของภาครัฐ (Political)

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมภายนอกด้านการเมืองและนโยบายของภาครัฐ สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดให้การควบคุมการระบายน้ำทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด บทลงโทษกรณีฝ่าฝืน และการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพ อันจะนำมาซึ่งการปฏิบัติตามกฎหมายได้อย่างถูกต้อง รวมถึงได้จัดทีมนักกฎหมายและนักวิชาการให้คำปรึกษาข้อกฎหมาย และข้อแนะนำทางวิชาการด้านเทคนิคการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพ

(2) ภาครัฐมีการผลักดันนโยบายการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการจัดการน้ำเสียและการฟื้นฟูคุณภาพน้ำ เพื่อแก้ไขปัญหาการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ

(3) การจัดตั้งองค์กรจัดการน้ำเสียภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวง มหาดไทย ซึ่งเดิมเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เป็นหน่วยย่อยกระจายอยู่ในพื้นที่ท้องถิ่นที่ขึ้นอยู่กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) รวมถึงต้องการแก้ปัญหาน้ำเน่าเสีย ให้เกิดผลเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำงานแบบบูรณาการร่วมกับการประปา ส่วนภูมิภาค (กปภ.) ที่อยู่ในกำกับของมหาดไทยเช่นกัน

(4) การจัดทำแผนแม่บทการจัดการน้ำเสียเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบูรณาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดำเนินงานร่วมกันระหว่างองค์การจัดการน้ำเสียและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ตามอำนาจหน้าที่

(5) มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการรายใหม่ (New Start-up)

(6) มาตรการทางภาษีเพื่อสนับสนุนการลงทุนภาคเอกชน

(7) สินเชื่อเพื่อผู้ประกอบการใหม่และผู้ประกอบการธุรกิจนวัตกรรมจาก สถาบันการเงินต่าง ๆ

(8) นโยบายส่งเสริมการลงทุน 7 ปี (พ.ศ. 2558-2564) โดยสิทธิประโยชน์ที่ผู้ประกอบการด้านการพัฒนาเทคโนโลยีจะได้รับ ได้แก่ การยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลไม่จำกัดวงเงินเป็นระยะเวลา 10 ปี การยกเว้นอากรการนำเข้าเครื่องจักร การยกเว้นอากรวัตถุดิบเพื่อวิจัยและพัฒนา

8.2.1.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกด้านเศรษฐกิจ (Economic)

จากรายงานรายงานเศรษฐกิจและการเงินในเดือนพฤษภาคม 2563 ของธนาคารแห่งประเทศไทย สามารถสรุปภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ดังนี้

(1) ด้านเสถียรภาพเศรษฐกิจ พบว่าอัตราเงินเฟ้อทั่วไปติดลบมากขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อหมวดอาหารสดและอัตราเงินเฟ้อพื้นฐานที่ปรับลดลง สำหรับตลาดแรงงานมีความเปราะบางขึ้นมาก ด้านดุลบัญชีเดินสะพัดใกล้สมดุล ส่วนดุลบัญชีเงินทุนเคลื่อนย้ายเกินดุลสุทธิ จากทั้งด้านสินทรัพย์และด้านหนี้สิน

(2) เครื่องชี้การบริโภคภาคเอกชนหดตัวสูงอย่างต่อเนื่องจากช่วงเดียวกันของปี 2562 โดยการใช้จ่ายหดตัวในทุกหมวดจากปัจจัยสนับสนุนด้านกำลังซื้อภาคครัวเรือนที่ยังอ่อนแอ ทั้งในมิติการจ้างงาน รายได้ และความเชื่อมั่นที่อยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ดี อัตราการหดตัวลดลงเล็กน้อยจากเดือนเมษายน 2563 เนื่องจากเริ่มมีการทยอยผ่อนคลายมาตรการจำกัดการระบาดของโรค COVID-19 ทำให้กิจกรรมบางส่วนสามารถกลับมาดำเนินการได้ รวมทั้งได้รับแรงพยุงจากมาตรการเยียวยาของภาครัฐ ประกอบกับรายได้เกษตรกรหดตัวน้อยลง ทั้งนี้ อุปสงค์ทั้งในและต่างประเทศที่อ่อนแอ เมื่อประกอบกับสินค้าคงคลังที่อยู่ในระดับสูง ส่งผลให้การผลิตภาคอุตสาหกรรมหดตัวสูงขึ้น

(3) เครื่องชี้การลงทุนภาคเอกชนหดตัวสูงขึ้นจากช่วงเดียวกันปี 2562 จากทั้งการลงทุนหมวดเครื่องจักรและอุปกรณ์และการลงทุนหมวดก่อสร้าง สะท้อนถึงการชะลอการลงทุนของภาคธุรกิจ เนื่องจากอุปสงค์ทั้งในและต่างประเทศที่อ่อนแอ ทำให้มีกำลังการผลิตส่วนเกินเหลืออยู่มาก ประกอบกับ

ผู้ประกอบการมีความกังวลกับแนวโน้มเศรษฐกิจในระยะข้างหน้าที่ยังคงมีความไม่แน่นอนสูง

(4) การใช้จ่ายภาครัฐขยายตัวต่อเนื่องจากช่วงเดียวกันปี 2562 สะท้อนบทบาทการพยุงเศรษฐกิจของภาครัฐในช่วงที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจด้านอื่น ๆ หดตัวสูง อย่างไรก็ดี รายจ่ายประจำที่ไม่รวมเงินโอนและการลงทุนของรัฐวิสาหกิจหดตัวหลังจากที่ขยายตัวสูงในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน 2563 ทำให้รายจ่ายรัฐบาลที่ไม่รวมเงินโอนโดยรวมแล้วทรงตัว แม้รายจ่ายลงทุนที่ไม่รวมเงินโอนจะขยายตัวต่อเนื่อง

8.2.1.3 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกด้านสังคมและวัฒนธรรม (Socio-Cultural)

กระแสการตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อมและความนิยมในกระแสรักษ์โลกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้พฤติกรรมผู้บริโภคมีการปรับเปลี่ยนโดยหันมาให้ความสนใจซื้อสินค้าหรือบริการโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและซื้อสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจจำเป็นต้องเพิ่มการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่คำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ขณะเดียวกันต้องติดตามมาตรการทางด้านภาษีที่ภาครัฐผลักดันออกมา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการเก็บภาษีในอัตราที่สูงสำหรับผู้ที่มีส่วนในการสร้างมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดหย่อนภาษีเพื่อสร้างแรงจูงใจต่อผู้ผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม กระแสการใส่ใจสิ่งแวดล้อมน่าจะมีความยั่งยืนและได้รับการตอบรับจากทุกภาคส่วนมากขึ้น นำมาซึ่งโอกาสสำหรับการปรับธุรกิจให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แม้ว่าในระยะสั้นอาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนต่อธุรกิจทั้งทางด้านการลงทุนวิจัยและพัฒนาหรืออาจต้องลงทุนด้านเครื่องจักรใหม่ ๆ รวมถึงอาจได้การตอบรับทางด้านยอดขายในระดับที่ไม่สูง แต่ในระยะยาวแล้ว ผู้ที่เริ่มต้นปรับเปลี่ยนธุรกิจได้ก่อนจะสามารถเรียนรู้และเข้าใจสภาพความต้องการ ปัญหา และอุปสรรคของตลาด ขณะเดียวกันยังช่วยสร้างภาพลักษณ์เป็นที่จดจำของผู้บริโภคและช่วยทางด้านการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคได้ดีว่าธุรกิจที่เข้ามาทีหลังได้

8.2.1.4 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกด้านเทคโนโลยี (Technological)

เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง รูปทรง กลไกการทำงาน วิธีการใช้งาน วัสดุ และวิธีการผลิต เพื่อให้มีความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาเกิดจากปัจจัยหลายด้าน เช่น ปัญหาความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ สภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีส่งผลให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีอายุยืนยาวขึ้นทำให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรมากขึ้น จนเกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมรุนแรง

ขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น การเลือกใช้หรือการพัฒนาเทคโนโลยีต้องคำนึงถึงผลกระทบทั้งทางด้านบวกและด้านลบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

8.2.2 การวิเคราะห์อุตสาหกรรม

การวิเคราะห์อุตสาหกรรมเป็นขั้นตอนที่จะช่วยวิเคราะห์ความน่าสนใจหรือความดึงดูดของอุตสาหกรรม สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดกลยุทธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์และการสร้างนวัตกรรมขององค์กร ซึ่งการวิเคราะห์อุตสาหกรรมใช้แนวคิดแรงกดดัน 5 ประการ (Five Forces Model) ของ Michael Eugene Porter ในการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์อุตสาหกรรมได้ดังนี้

(1) ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน (Threat of Substitute Products or Services) สินค้าทดแทนเป็นภัยคุกคามสำหรับสินค้าที่มีอยู่ในท้องตลาด เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน ได้แก่ ราคาของสินค้าทดแทน ความง่ายในการเปลี่ยนมาใช้สินค้าทดแทน ต้นทุนในการเปลี่ยนมาใช้สินค้าทดแทน คุณภาพของสินค้าทดแทน จำนวนทางเลือกของลูกค้า และแนวโน้มผู้บริโภค ทั้งนี้ สินค้าที่สามารถทดแทนการใช้นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ได้แก่ ระบบจัดการน้ำเสียแบบอื่น เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process) เป็นต้น รวมถึงการใช้เทคโนโลยี MBR ที่ใช้ตัวกลางประเภทอื่น เช่น พลาสติก เป็นต้น ซึ่งนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีข้อได้เปรียบสินค้าทดแทนดังกล่าวในหลายด้าน ทั้งด้านประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ความเหมาะสมกับบริบทของผู้ใช้งาน การส่งเสริมการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

(2) อุปสรรคของผู้เข้ามาใหม่ (Threat of New Entrants) อุตสาหกรรมที่มีการเติบโตสูงย่อมมีคู่แข่งขันรายใหม่ให้ความสนใจในการเข้าอุตสาหกรรม คู่แข่งขันรายใหม่จะเข้ามาแย่งชิงส่วนแบ่งตลาด (Market Share) และจะส่งผลต่อโอกาสในการทำกำไรของกิจการ ดังนั้น อุตสาหกรรมที่มีคู่แข่งขันรายใหม่เข้ามาได้ง่ายย่อมไม่เป็นที่น่าสนใจหรือดึงดูด องค์กรทางธุรกิจที่ก่อตั้งใหม่จะมีความพยายามในการเข้าตลาด แต่อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัตินั้นการเข้าตลาดย่อมมีปัญหาและอุปสรรคในการเข้าตลาด เนื่องจากการตลาดมีการแข่งขันและสภาพแวดล้อมทางการตลาดที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่เมื่อธุรกิจเริ่มมีกำไรลดลง บางองค์กรจำเป็นต้องออกจากตลาด อุปสรรคในการเข้ามาสำหรับผู้เข้ามาใหม่ในอุตสาหกรรมระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ 1) สิทธิบัตรและความรู้ทรัพย์สินทางปัญญา ทำให้ยากต่อการเข้าใจอุตสาหกรรม กฎหมายทางด้านสิทธิบัตรและ

ความรู้ทรัพย์สินทางปัญญามีการนำมาใช้อย่างเข้มงวดมากขึ้นเพื่อใช้ในการป้องกันการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาและการกีดกันทางด้านการผลิต 2) ความรู้ความเชี่ยวชาญของผู้ออกแบบและพัฒนาระบบ 3) การประหยัดต่อขนาด เนื่องจากระดับของการผลิตจะประหยัดต่อขนาดและทำให้การใช้ต้นทุนมีประสิทธิผลสูงสุด คู่แข่งขันรายใหม่ที่จะเข้ามาแข่งขันในอุตสาหกรรมค่อนข้างเข้ามาได้ยาก เนื่องจากต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญสูงในด้านการออกแบบและพัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสีย

(3) อุปสรรคจากอำนาจการต่อรองของผู้ซื้อ (ผู้บริโภค) (The Bargaining Power of Buyers) พลังอำนาจของผู้ซื้อมีผลต่อการแข่งขันในอุตสาหกรรม เพราะผู้ซื้อจะส่งผลต่อราคาสินค้าและบริการ และการทำกำไรของกิจการในที่สุด จากการวิเคราะห์อุปสรรคจากอำนาจการต่อรองของผู้ซื้อ พบว่าในปัจจุบันผู้ประกอบการที่ผลิตและจำหน่ายระบบบำบัดน้ำเสียงต่างพยายามนำเสนอผลิตภัณฑ์ของตนไปยังตลาด ส่งผลให้เกิดอำนาจต่อรองของลูกค้า ประกอบกับในยุคเศรษฐกิจชะลอตัว ทำให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการใช้จ่ายที่ที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด บริษัทจึงต้องพยายามกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด เพื่อสร้างการรับรู้ให้กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งตลาด รักษาฐานลูกค้าเดิม และขยายฐานลูกค้าใหม่ในอนาคต

(4) อุปสรรคจากอำนาจการต่อรองของผู้ขาย (The Bargaining Power of Suppliers) การผลิตในอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบ แรงงาน ส่วนประกอบ และปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้นำไปสู่ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อ ผู้ขาย และองค์กรที่ต้องการวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผู้ขายปัจจัยการผลิตส่งผลต่อคุณภาพของสินค้าและบริการ ปริมาณของสินค้า และราคาขายสินค้า โดยผู้ขายปัจจัยการผลิตจะมีอิทธิพลต่อการผลิตในอุตสาหกรรม ทั้งนี้ลักษณะการดำเนินธุรกิจของบริษัทจะเป็นการจ้างโรงงานผู้ผลิตที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการผลิตให้ดำเนินการผลิตระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ตามคำสั่งซื้อล่วงหน้า (Pre-Order) โดยกำหนดระยะเวลาการส่งมอบ (Lead Time) เป็นเวลา 90 วัน และบริษัทมีความสัมพันธ์อันดีกับโรงงานผู้ผลิต ทำให้สามารถเจรจาต่อรองกับโรงงานผู้ผลิตได้ ทั้งในด้านต้นทุนการผลิตและระยะเวลาการส่งมอบในกรณีที่ลูกค้ามีความต้องการใช้งานเร็วขึ้น

(5) อุปสรรคจากคู่แข่งขันที่มีอยู่เดิมในตลาด (Rivalry among Existing Firms) การแข่งขันที่รุนแรงอาจทำให้โอกาสในการขายลดลงหรืออาจนำไปสู่สงครามราคาได้ ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการทำกำไรของธุรกิจ โดยปัจจัยที่จะกำหนดระดับของภัยจากคู่แข่งเดิมในตลาด เช่น จำนวนคู่แข่งในตลาด หากมีคู่แข่งขันจำนวนมากการแข่งขันก็จะยิ่งทวีความรุนแรง โอกาสที่จะขายได้และการทำกำไรก็ยากขึ้น หรือบางกรณีแม้จะมีคู่แข่งน้อยรายแต่มีส่วนแบ่งตลาดเท่ากันการแข่งขันก็อาจรุนแรงได้เช่นกัน หากในตลาดมีคู่แข่งรายใหญ่ที่ครองส่วนแบ่งตลาดอยู่แล้ว โอกาสที่จะแย่งชิงส่วนแบ่งมาก็

จะค่อนข้างยาก และหากตลาดที่จะเข้าไปยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวได้ในอนาคต ทั้งนี้ อุตสาหกรรมระบบบำบัดน้ำเสียมีจำนวนผู้ประกอบการค่อนข้างมาก ทำให้การแข่งขันค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากบริษัทนำเสนอนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ และเน้นการใช้ตัวกลางดินเผาซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้สินค้าของบริษัทมีความโดดเด่นกว่าคู่แข่งขันในตลาด ภาวะการแข่งขันในอุตสาหกรรมจึงไม่ส่งผลกระทบในด้านลบต่อบริษัท

8.2.3 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค เป็นเครื่องมือในการประเมินสถานการณ์สำหรับการประกอบธุรกิจ ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารทราบจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายใน มองเห็นโอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก ตลอดจนผลกระทบต่อการประกอบธุรกิจ ซึ่งการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ใช้ SWOT Analysis ในการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ได้ดังนี้

8.2.3.1 จุดแข็ง (Strengths)

- นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูง สามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นและสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้
- บุคลากรของบริษัทเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ด้านการดำเนินธุรกิจและการออกแบบระบบการจัดการน้ำเสีย
- บริษัทมีเครือข่ายพันธมิตรทางธุรกิจที่เข้มแข็ง ทั้งนวัตกร วิศวกร โรงงานผู้ผลิตและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำเสีย
- บริษัทมีฐานลูกค้ากลุ่มองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักของบริษัท
- บริษัทรับประกันการส่งมอบนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ภายในระยะเวลา 90 วัน
- บริษัทมีทีมงานที่รองรับกระบวนการหลังการขาย

8.2.3.2 จุดอ่อน (Weaknesses)

- สินค้ายังไม่เป็นที่รู้จักในตลาด
- ช่องทางการจัดจำหน่ายยังไม่หลากหลาย

8.2.3.3 โอกาส (Opportunities)

- กระแสรักษ์โลกที่เพิ่มมากขึ้นและขยายไปในวงกว้าง ทำให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น
- ปัญหาน้ำเสียและภาวการณ์ขาดแคลนน้ำที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น จนส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน ทำให้ทุกภาคส่วนให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน
- รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม อาทิ ความเข้มงวดในการบังคับใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 นโยบายการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการจัดการน้ำเสียและการฟื้นฟูคุณภาพน้ำ การจัดตั้งองค์กรจัดการน้ำเสียภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทย เป็นต้น
- รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการลงทุนแก่ผู้ประกอบการ เช่น มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการรายใหม่ (New Start-up) มาตรการทางภาษีเพื่อสนับสนุนการลงทุนภาคเอกชน สินเชื่อเพื่อผู้ประกอบการใหม่และผู้ประกอบการธุรกิจนวัตกรรม เป็นต้น
- การนำเสนอคุณค่าและภาพลักษณ์องค์กรที่ดีในการคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์จะได้รับจากการส่งมอบนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ไปยังชุมชนผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR)

8.2.3.4 อุปสรรค (Threats)

- ความเชื่อมั่นในคุณภาพของสินค้าใหม่ของผู้ใช้งาน การยึดติดตราสินค้า และไม่เปิดรับตราสินค้าใหม่ที่มีคุณภาพมากกว่า ทำให้ยากต่อการนำเสนอและจำหน่ายสินค้า

8.2.4 การแบ่งส่วนตลาด การกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และการวางตำแหน่งทางการตลาด

8.2.4.1 การแบ่งส่วนตลาด

บริษัทมีนโยบายด้านการตลาดที่จะจัดจำหน่ายนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ในพื้นที่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ครอบคลุม

ทุกกลุ่มชุมชน หมู่บ้าน กลุ่มเกษตรกร รวมถึงหน่วยงานราชการและโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้ความสนใจ

8.2.4.2 การกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

กลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลัก ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

กลุ่มลูกค้าเป้าหมายรอง ได้แก่ หน่วยงานราชการและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

8.2.4.3 การวางตำแหน่งทางการตลาด

นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR อยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างและเหนือกว่าคู่แข่งขัน โดยเน้นการผลิตโดยโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิต มีความรู้ความเชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตเป็นอย่างดี นอกจากนี้ นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ยังเน้นการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีระบบการทำงานที่ง่ายและสะดวก ใช้พื้นที่ในการติดตั้งระบบน้อย จึงถือได้ว่าการวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์มีความได้เปรียบเหนือกว่าคู่แข่งขัน สามารถเข้าทำตลาดและเพิ่มโอกาสในการแข่งขัน ซึ่งส่งผลให้มีความเป็นไปได้สูงที่จะทำให้ธุรกิจประสบความสำเร็จได้ในอนาคต

8.2.5 การวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด

การวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด เป็นชุดของเครื่องมือทางการตลาดที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินธุรกิจเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาดใช้ Marketing Mixes (7Ps) ในการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาดได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.2.5.1 ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)

(1) นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบมาตรฐาน คือ ขนาด 300 ลูกบาศก์เมตร สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากถึง 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน รองรับชุมชนที่มีขนาด 300 – 350 ครัวเรือน และแบบพิเศษ คือ ขนาด 500 ลูกบาศก์เมตร และขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากถึง 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ เพื่อรองรับชุมชนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือหน่วยงานที่มีปริมาณน้ำเสียต่อวันมากกว่า 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

(2) ตัวกลางดินเผา ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยใช้ดินเผาชนิดเนื้อดิน (Earthenware) เนื่องจากมีความทนทาน มีเนื้อดินหยาบ และสามารถดูดซึม

น้ำได้ดี โดยออกแบบให้เป็นทรงกระบอกสูง 5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร และเจาะรูที่พื้นผิวด้านนอกจำนวนมาก เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส

8.2.5.2 ด้านราคา (Price)

(1) นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR แบบมาตรฐาน (ขนาด 300 ลูกบาศก์เมตร) กำหนดราคาขายเท่ากับ 12,000,000 บาทต่อเครื่อง ทั้งนี้ กำหนดราคาขายโดยการ Mark Up กำไรจากต้นทุนการผลิตในอัตราร้อยละ 20 ส่วนแบบพิเศษ คือ ขนาด 500 ลูกบาศก์เมตร และขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร ราคาขายจะขึ้นอยู่กับต้นทุนการผลิต โดยจะกำหนดราคาขายโดยการ Mark Up กำไรจากต้นทุนการผลิตในอัตราร้อยละ 20

(2) ตัวกลางดินเผา กำหนดราคาขาย เท่ากับ 5 บาทต่อหน่วย ทั้งนี้ กำหนดราคาขายโดยการ Mark Up กำไรจากต้นทุนการผลิตในอัตราร้อยละ 10

(3) ราคาขายไม่รวมค่าก่อสร้างโรงเรือนในการติดตั้งและจัดเก็บระบบ เนื่องจากค่าก่อสร้างจะแตกต่างกันตามบริบทแวดล้อมของพื้นที่ เช่น ทำเลที่ตั้ง ความสูงต่ำที่ที่ดิน ความอัดแน่นของดิน เป็นต้น ลูกค้าจึงต้องทำการว่าจ้างผู้รับเหมาในส่วนของการก่อสร้างเอง

8.2.5.3 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)

บริษัทได้วางแผนเปิดตัวนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ภายใต้แนวคิด “Sustainable Wastewater Treatment” ซึ่งสามารถตอบกระแสอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีในเรื่องของบำบัดน้ำเสีย สร้างคุณค่าให้กับ น้ำหลังบำบัดให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ส่งเสริมความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีลดการใช้วัสดุที่ไม่เป็นมิตรและสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ด้วยภาพลักษณ์ที่สื่อให้เห็นถึงคุณค่าของนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทำให้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทสามารถเข้ากับวิถีชุมชนได้เป็นอย่างดี โดยการออกแบบจะคำนึงถึงรูปลักษณ์ ขนาด และความเหมาะสมในการใช้งานภายใต้บริบทของชุมชน

วิธีการเข้าสู่ช่องทางตลาด เนื่องจากเป็นธุรกิจใหม่ ช่องทางที่เลือกใช้ในระยะแรกจึงต้องสามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้อย่างชัดเจนและสามารถสร้างการรับรู้ในตราสินค้า (Brand Awareness) ได้ง่ายและรวดเร็ว เพื่อให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายรู้จักสินค้า บริษัทจะใช้แนวทางการเข้าหาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้นำชุมชน กลุ่มเกษตรกร หน่วยงานราชการ

และผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อทำการแนะนำผลิตภัณฑ์ พร้อมแจกคู่มือแนะนำผลิตภัณฑ์นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR พร้อมทั้งการจัดสัมมนาเชิงวิชาการเพื่อให้ความรู้ในเรื่องการจัดการน้ำเสียที่ถูกวิธี เพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์ของบริษัทให้เป็นทางเลือกใหม่ให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ช่องทางที่เลือกใช้ในระยะแรกจึงต้องสามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้อย่างชัดเจนและสามารถสร้างการรับรู้ในตราสินค้า (Brand Awareness) ได้ง่าย เพื่อให้กลุ่มลุกค้าเป้าหมายรู้จักนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ในวงกว้าง

ช่องทางการจัดจำหน่ายที่สำคัญ ได้แก่

(1) การนำเสนอและจำหน่ายสินค้าให้กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมายโดยตรง

(2) การนำเสนอและจำหน่ายสินค้าในงานแสดงสินค้าต่าง ๆ อาทิ Thailand Tech Show (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) งานแสดงสินค้าวันนักประดิษฐ์ Thailand Research Expo (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ) มหกรรมทรัพย์สินทางปัญญา IP Fair (กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์) เป็นต้น โดยกำหนดการนำเสนอสินค้าในงานแสดงสินค้า ปีละ 2 ครั้ง

(3) การร่วมเป็นพันธมิตรทางธุรกิจ (Business to Business: B2B) ซึ่งเป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจที่ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างองค์กร อาทิเช่น หน่วยงานภาครัฐ องค์กรภาคเอกชน เป็นต้น เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น (Customized, Tailor-Made)

(4) การส่งอีเมล์ถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

(5) การใช้สื่อออนไลน์ต่าง ๆ เช่น การให้บริการระบบ E-Commerce เว็บไซต์ของบริษัท เป็นต้น

8.2.5.4 ด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion)

(1) การประชาสัมพันธ์

- การจัดกิจกรรมส่งเสริมวิชาการ โดยการจัดสัมมนาร่วมกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการจัดการน้ำเสีย เช่น กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น พร้อมแนะนำผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่รู้จัก

พร้อมทั้งจัดบูธแสดงสินค้า เพื่อนำเสนอสินค้าและโปรโมชั่นพิเศษ กิจกรรมส่งเสริมการขายในพื้นที่ เป็นต้น

- การออกแบบแผ่นพับโบชัวร์ ซึ่งประกอบด้วยรูปภาพผลิตภัณฑ์และข้อมูลเชิงเทคนิค พร้อมระบุสถานที่ติดต่อและเบอร์โทรศัพท์ Call Center ที่สามารถโทรสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้
- การจัดทำเว็บไซต์เพื่อสร้างการรับรู้ตราสินค้าและให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจัดจำหน่าย วิธีการติดต่อสั่งซื้อ และรายการส่งเสริมการขายต่าง ๆ รวมถึงการแลกเปลี่ยนแบรนด์ระหว่างเว็บไซต์ซึ่งเป็นเว็บพันธมิตรของบริษัท เพื่อขยายช่องทางในการเข้าชมเว็บไซต์ รวมทั้งเป็นการเพิ่มอันดับใน Search Engine ของ Google ได้อีกทางหนึ่ง
- การลงโฆษณากับเว็บไซต์ชั้นนำของประเทศ เช่น www.bisnescafe.com และ www. smesreport.com ซึ่งถือเป็นการโฆษณาธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ที่ได้รับความนิยม สามารถเข้าถึงทุกกลุ่มเป้าหมายได้โดยตรงและรวดเร็ว
- การลงโฆษณาในนิตยสารธุรกิจ SMEs เช่น นิตยสาร SMEs ชี้ช่องรวย นิตยสารเส้นทางเศรษฐี นิตยสารเอสเอ็มอีไทยแลนด์ นิตยสารเส้นทางอาชีพ นิตยสารด้านการเกษตร เป็นต้น เนื่องจากตรงกับกลุ่มเป้าหมายธุรกิจของบริษัท
- การส่ง Direct Mail ให้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสื่อสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และกระตุ้นการรับรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยแนบคูปองอบรมฟรี
- การออกแบบหน้า Template เพื่อใช้ประชาสัมพันธ์ผ่านเครือข่าย e-mail โดยการ Redirect Mail ไปยังกลุ่มเป้าหมายของบริษัท
- การเข้าร่วมเป็นสปอนเซอร์ให้กับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเกษตร องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น
- การประชาสัมพันธ์ข้อมูลไปยังกลุ่มลูกค้าที่เป็นบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ได้ โดยการนำเสนอคุณค่าและภาพลักษณ์องค์กรที่ดีในการคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะได้รับจากการส่งมอบนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

biofilter/MBR ไปยังชุมชนผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR)

(2) การส่งเสริมการขาย

- การออกบูธแสดงสินค้าพร้อมจัดโปรโมชั่นพิเศษ เช่น ซื้อในงานได้รับสิทธิ์การซื้อในราคาพิเศษ เป็นต้น
- การเข้าร่วมออกงานแสดงสินค้ากลับกลุ่มส่งเสริมธุรกิจและอุตสาหกรรมของภาคธุรกิจ SMEs และ Franchise เพื่อเสริมภาพลักษณ์ให้แข็งแกร่งและประชาสัมพันธ์ธุรกิจให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง
- การเข้าร่วมเป็นสปอนเซอร์ให้กับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทรัพยากรน้ำ
- การรับประกันสินค้าและบำรุงรักษาฟรีเป็นระยะเวลา 5 ปี

8.2.5.5 ด้านกระบวนการ (Process)

กระบวนการดำเนินงานและให้บริการแก่ลูกค้าต้องง่าย สะดวก และรวดเร็ว บริษัทจะเน้นโครงสร้างองค์กรตามโครงสร้างงานและเน้นสายการบังคับบัญชาที่สั้น เพื่อความรวดเร็วในการดำเนินงานและการตัดสินใจต่าง ๆ และมีความยืดหยุ่นในการให้บริการด้วย

8.2.5.6 ด้านบุคคล (People)

บริษัทเน้นการคัดเลือกบุคลากรที่มีคุณสมบัติตรงตามตำแหน่งงาน เน้นบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ และความเชี่ยวชาญด้านการบริหารธุรกิจและการจัดการน้ำเสีย รวมถึงจัดทำแผนการฝึกอบรมบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ

8.2.5.7 ด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence and Presentation)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บริษัทเน้นการสร้างภาพลักษณ์องค์กร โดยมุ่งเน้นการนำเสนอคุณค่าที่ลูกค้าจะได้รับจากนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ทั้งการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

8.3 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิค

การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีดังนี้

8.3.1 นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบมาตรฐาน คือ ขนาด 300 ลูกบาศก์เมตร สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากถึง 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน รองรับชุมชนที่มีขนาด 300 – 350 ครัวเรือน และแบบพิเศษ คือ ขนาด 500 ลูกบาศก์เมตร และขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากถึง 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ เพื่อรองรับชุมชนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือหน่วยงานที่มีปริมาณน้ำเสียต่อวันมากกว่า 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทั้งนี้ การปรับขนาด (Scalability) สามารถทำได้ เนื่องจากการออกแบบระบบใช้เกณฑ์การควบคุมค่าเวลากักเก็บของระบบ (Hydraulic Retention Time: HRT) ได้แก่ Tank Volume (V) เท่ากับ Flowrate x HRT เมื่อค่า Flowrate เปลี่ยนแปลง ปริมาตรถังบำบัดจะสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสมการข้างต้น ทั้งนี้ บริษัทจะเน้นการจำหน่ายนวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR แบบมาตรฐาน คือ ขนาด 300 ลูกบาศก์เมตร เป็นหลัก

8.3.2 ตัวกลางดินเผา

ตัวกลางดินเผา ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยใช้ดินเผาชนิดเนื้อดิน (Earthenware) เนื่องจากมีความทนทาน มีเนื้อดินหยาบ และสามารถดูดซึมน้ำได้ดี โดยออกแบบให้เป็นทรงกระบอกสูง 5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร และเจาะรูที่พื้นผิวด้านนอกจำนวนมาก เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส ประกอบกับตัวกลางดินเผามีขนาดรูพรุนขนาดเล็ก จึงสามารถดูดซับมลสารขนาดเล็กได้ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.4 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน

8.4.1 สมมติฐานการลงทุน

8.4.1.1 บริษัทใช้เงินลงทุน 10 ล้านบาท เป็นเงินตั้งต้นของการดำเนินธุรกิจ ซึ่งเป็นเงินลงทุนของหุ้นส่วนบริษัท โดยไม่ได้ขอรับการสนับสนุนสินเชื่อจากสถาบันการเงิน

8.4.1.2 อัตราผลตอบแทนที่ผู้ถือหุ้นต้องการ เท่ากับร้อยละ 20 เนื่องจากเปรียบเทียบกับอัตราดอกเบี้ยในกรณีที่มีการก่อหนี้ ซึ่งปัจจุบัน SMEs มีต้นทุนในการกู้ยืมประมาณร้อยละ 12 (อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MLR ของธนาคารพาณิชย์เฉลี่ยร้อยละ 6.55 อัตราดอกเบี้ยที่คาดว่าเหมาะสมของโครงการ เท่ากับ MLR + 5%) เนื่องจากบริษัทเป็นธุรกิจเปิดใหม่ จึงจำเป็นต้องรวมความเสี่ยง Risk Premium อีกร้อยละ 8 ดังนั้น ผู้ถือหุ้นจึงคาดหวังอัตราผลตอบแทนที่ร้อยละ 20

8.4.1.3 ภาษีเงินได้นิติบุคคล บริษัทใช้เกณฑ์คำนวณภาษีเฉลี่ยที่ร้อยละ 20 ต่อปี

8.4.2 การประมาณการรายได้

8.4.2.1 นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/ MBR

- ในช่วงปีที่ 1 – 2 บริษัทยังไม่มีรายได้จากการขายระบบ เนื่องจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักของโครงการเป็นองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งต้องทำการจัดตั้งงบประมาณในการจัดซื้อล่วงหน้าเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี
- ปริมาณการขายในช่วงปีที่ 3 – 5 เท่ากับ 6 เครื่องต่อปี
- ปริมาณการขายในช่วงปีที่ 6 – 10 เท่ากับ 12 เครื่องต่อปี
- ปริมาณการขายในช่วงปีที่ 11 – 20 เท่ากับ 18 เครื่องต่อปี
- ราคาขาย เท่ากับ 12,000,000 บาทต่อเครื่อง ทั้งนี้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงราคาในช่วง 5 ปีแรกของการดำเนินกิจการ เนื่องจากต้องการสร้างส่วนแบ่งทางการตลาดตามเป้าหมายทางธุรกิจ หลังจากนั้นจะมีการปรับราคาขายทุก 5 ปี คือ ในปีที่ 6 ปีที่ 11 และปีที่ 16 ในอัตราร้อยละ 3

8.4.2.2 ดินเผา

- ในช่วงปีที่ 1 – 2 บริษัทยังไม่มีรายได้จากการขายดินเผา เนื่องจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักของโครงการเป็นองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งต้องทำการจัดตั้งงบประมาณในการจัดซื้อระบบล่วงหน้าเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี
- ปริมาณการขายในช่วงปี 3 – 5 เท่ากับ 18,000,000 หน่วยต่อปี (คำนวณจากสัดส่วนการใช้ตัวกลางดินเผาประมาณ 10,000 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร)
- ปริมาณการขายในช่วงปีที่ 6 – 10 เท่ากับ 36,000,000 หน่วยต่อปี (คำนวณจากสัดส่วนการใช้ตัวกลางดินเผาประมาณ 10,000 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร)
- ปริมาณการขายในช่วงปีที่ 11 – 20 เท่ากับ 54,000,000 หน่วยต่อปี (คำนวณจากสัดส่วนการใช้ตัวกลางดินเผาประมาณ 10,000 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร)
- ราคาขาย เท่ากับ 5 บาทต่อหน่วย ทั้งนี้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงราคาในช่วง 5 ปีแรกของการดำเนินกิจการ เนื่องจากต้องการสร้างส่วนแบ่งทางการตลาดตามเป้าหมายทางธุรกิจ หลังจากนั้นจะมีการปรับราคาขายทุก 5 ปี คือ ในปีที่ 6 ปีที่ 11 และปีที่ 16 ในอัตรา 0.50 ต่อหน่วย

8.4.3 การประมาณการเงินลงทุน

8.4.3.1 ค่าออกแบบและพัฒนานวัตกรรม เท่ากับ 2,000,000 บาท

8.4.3.2 ค่าที่ปรึกษาในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม เท่ากับ 600,000 บาท

8.4.3.3 ค่าจดสิทธิบัตร เท่ากับ 200,000 บาท

8.4.3.4 ค่า Up Front (สิทธิการเช่าอาคารสำนักงาน) เท่ากับ 500,000 บาท

8.4.3.5 ค่าจดทะเบียนบริษัท 20,000 บาท (จากการสอบถามสำนักงานบัญชี)

8.4.4 ต้นทุนการผลิต

8.4.4.1 จากการสอบถามโรงงานผู้ผลิตตัวระบบ พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมด (ค่าวัตถุดิบในการจัดทำระบบและติดตั้งระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ค่าแรงงาน ค่าจัดเก็บสินค้า ค่าขนส่ง และภาษีมูลค่าเพิ่ม ทั้งนี้ ไม่รวมค่าวัสดุและแรงงานในการก่อสร้างโรงเรือนติดตั้งและจัดเก็บระบบ) เท่ากับ 10,000,000 บาทต่อเครื่อง โดยมีการปรับต้นทุนการผลิตทุก 5 ปี คือ ในปีที่ 6 ปีที่ 11 และปีที่ 16 ในอัตราร้อยละ 3

8.4.4.2 จากการสอบถามโรงงานผู้ผลิตดินเผา พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมด (ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าจัดเก็บสินค้า ค่าขนส่ง และภาษีมูลค่าเพิ่ม) เท่ากับ 4.50 บาทต่อหน่วย โดยมีการปรับต้นทุนการผลิตทุก 5 ปี คือ ในปีที่ 6 ปีที่ 11 และปีที่ 16 ในอัตราร้อยละ 3

8.4.5 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

8.4.5.1 ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ร้อยละ 5 ของยอดขายต่อปี โดยในช่วงปีที่ 1 - 2 บริษัทมีค่าใช้จ่ายในการทำการตลาดโดยใช้การสื่อสารการตลาดครบวงจร (Integrated Marketing Communication: IMC) ปีละ 500,000 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.4.5.2 การแสดงสินค้า ปีละ 2 ครั้ง ๆ ละ 300,000 บาท รวม 600,000 บาทต่อปี

8.4.5.3 ค่าเช่าอาคารสำนักงาน เดือนละ 25,000 บาทต่อ รวม 300,000 บาทต่อปี (ไม่มีการเพิ่มค่าเช่าในช่วง 5 ปีแรก) โดยมีการปรับค่าเช่าอาคารสำนักงานทุก 5 ปี คือ ในปีที่ 6 ปีที่ 11 และปีที่ 16 ในอัตราร้อยละ 10

8.4.5.4 เงินเดือนพนักงาน รวม บาทต่อปี อัตราการเติบโตของเงินเดือนร้อยละ 5 ต่อปีจากปีก่อนหน้า โดยกำหนดอัตราเงินเดือนของพนักงานในปีที่ 1 ดังนี้

(1) ผู้จัดการ จำนวน 1 อัตรา อัตราเงินเดือน 30,000 บาทต่อเดือน รวม 360,000 บาทต่อปี

(2) พนักงานฝ่ายขาย จำนวน 2 อัตรา อัตราเงินเดือน 20,000 บาทต่อเดือน รวม 480,000 บาทต่อปี

(3) พนักงานธุรการ จำนวน 1 อัตรา อัตราเงินเดือน 15,000 บาทต่อปี รวม 180,000 บาทต่อปี

8.4.5.5 ค่าจ้างทำบัญชี เท่ากับ 5,000 บาทต่อเดือน รวม 60,000 บาทต่อปี

8.4.5.6 ค่าผู้ตรวจสอบบัญชี เท่ากับ 15,000 บาทต่อปี

8.4.5.7 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าเดินทาง ค่าโทรศัพท์ ค่าอินเตอร์เน็ต เป็นต้น เท่ากับ 15,000 บาทต่อเดือน รวม 180,000 บาทต่อปี อัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ร้อยละ 10 ต่อปี

8.4.6 ผลตอบแทนจากการลงทุน

อัตราคิดลด (Discount Rate) ในการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับร้อยละ 20 จากอัตราผลตอบแทนที่ผู้ถือหุ้นต้องการ

8.4.7 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน

จากการประมาณการกระแสเงินสด (ตารางที่ 23) แสดงให้เห็นว่า การดำเนินการของบริษัทตามแผนการดำเนินงานภายใต้สมมติฐานทางการเงินที่กำหนดไว้ ทำให้กิจการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับ 55,079,683.78 บาท และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR) เท่ากับ 74% โดยมีระยะเวลาคืนทุนภายใน 3 ปี ดังนั้น นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR จึงมีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 23 การประมาณการงบลงทุน

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้						
1) รายได้จากการขายตัวระบบ						
1.1) ปริมาณการขาย	-	-	-	6.00	6.00	6.00
1.2) ราคาขายต่อหน่วย	-	12,000,000.00	12,000,000.00	12,000,000.00	12,000,000.00	12,000,000.00
รวม	-	-	-	72,000,000.00	72,000,000.00	72,000,000.00
2) รายได้จากการขายตัวกลางดินเผา						
2.1) ปริมาณการขาย	-	-	-	18,000,000.00	18,000,000.00	18,000,000.00
2.2) ราคาขายต่อหน่วย	-	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
รวม		-	-	90,000,000.00	90,000,000.00	90,000,000.00
รวมรายได้	**-**	**-**	**-**	**162,000,000.00**	**162,000,000.00**	**162,000,000.00**
เงินลงทุน						
1) ค่าออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	2,000,000.00	-	-	-	-	-
2) ค่าที่ปรึกษาในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	600,000.00	-	-	-	-	-
3) ค่าจดสิทธิบัตร	200,000.00	-	-	-	-	-
4) ค่า Up Front (สิทธิการเช่าอาคารสำนักงาน)	500,000.00	-	-	-	-	-
5) ค่าจดทะเบียนบริษัท	20,000.00	-	-	-	-	-
รวมเงินลงทุน	**3,320,000.00**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
ต้นทุนการผลิต						
1) ต้นทุนการผลิตของตัวระบบ						
1.1) ปริมาณการขาย	-	-	-	6.00	6.00	6.00
1.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	-	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
รวม	-	-	-	60,000,000.00	60,000,000.00	60,000,000.00
2) ต้นทุนการผลิตของตัวกลางดินเผา						
2.1) ปริมาณการขาย	-	-	-	18,000,000.00	18,000,000.00	18,000,000.00
2.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	-	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
รวม		-	-	81,000,000.00	81,000,000.00	81,000,000.00
รวมต้นทุนการผลิต	**-**	**-**	**-**	**141,000,000.00**	**141,000,000.00**	**141,000,000.00**
กำไรขั้นต้น	**(3,320,000.00)**	**-**	**-**	**21,000,000.00**	**21,000,000.00**	**21,000,000.00**
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร						
1) ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	500,000.00	500,000.00	8,100,000.00	8,100,000.00	8,100,000.00
2) การแสดงสินค้า	-	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00
3) ค่าเช่าอาคารสำนักงาน		300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00
4) เงินเดือนพนักงาน	-	1,020,000.00	1,071,000.00	1,124,550.00	1,180,777.50	1,239,816.38
5) ค่าจ้างทำบัญชี	-	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
6) ค่าผู้ตรวจสอบบัญชี	-	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
7) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	-	180,000.00	198,000.00	217,800.00	239,580.00	263,538.00
รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	-	2,675,000.00	2,744,000.00	10,417,350.00	10,495,357.50	10,578,354.38
กำไรก่อนหักภาษี	**(3,320,000.00)**	**(2,675,000.00)**	**(2,744,000.00)**	**10,582,650.00**	**10,504,642.50**	**10,421,645.63**
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	-	(535,000.00)	(548,800.00)	2,116,530.00	2,100,928.50	2,084,329.13
กำไรสุทธิ	**(3,320,000.00)**	**(2,140,000.00)**	**(2,195,200.00)**	**8,466,120.00**	**8,403,714.00**	**8,337,316.50**
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)		0.00	0.00	1.06	1.05	1.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 การประมาณการงบลงทุน (ต่อ)

รายการ	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
รายได้					
1) รายได้จากการขายตัวระบบ					
1.1) ปริมาณการขาย	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
1.2) ราคาขายต่อหน่วย	12,360,000.00	12,360,000.00	12,360,000.00	12,360,000.00	12,360,000.00
รวม	148,320,000.00	148,320,000.00	148,320,000.00	148,320,000.00	148,320,000.00
2) รายได้จากการขายตัวกลางดินเผา					
2.1) ปริมาณการขาย	36,000,000.00	36,000,000.00	36,000,000.00	36,000,000.00	36,000,000.00
2.2) ราคาขายต่อหน่วย	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
รวม	198,000,000.00	198,000,000.00	198,000,000.00	198,000,000.00	198,000,000.00
รวมรายได้	**346,320,000.00**	**346,320,000.00**	**346,320,000.00**	**346,320,000.00**	**346,320,000.00**
เงินลงทุน					
1) ค่าออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	-	-	-	-	-
2) ค่าที่ปรึกษาในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	-	-	-	-	-
3) ค่าจดสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
4) ค่า Up Front (สิทธิการเช่าอาคารสำนักงาน)	-	-	-	-	-
5) ค่าจดทะเบียนบริษัท	-	-	-	-	-
รวมเงินลงทุน	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
ต้นทุนการผลิต					
1) ต้นทุนการผลิตของตัวระบบ					
1.1) ปริมาณการขาย	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
1.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	10,500,000.00	10,500,000.00	10,500,000.00	10,500,000.00	10,500,000.00
รวม	126,000,000.00	126,000,000.00	126,000,000.00	126,000,000.00	126,000,000.00
2) ต้นทุนการผลิตของตัวกลางดินเผา					
2.1) ปริมาณการขาย	36,000,000.00	36,000,000.00	36,000,000.00	36,000,000.00	36,000,000.00
2.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	4.73	4.73	4.73	4.73	4.73
รวม	170,100,000.00	170,100,000.00	170,100,000.00	170,100,000.00	170,100,000.00
รวมต้นทุนการผลิต	**296,100,000.00**	**296,100,000.00**	**296,100,000.00**	**296,100,000.00**	**296,100,000.00**
กำไรขั้นต้น	**50,220,000.00**	**50,220,000.00**	**50,220,000.00**	**50,220,000.00**	**50,220,000.00**
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร					
1) ค่าใช้จ่ายในการขาย	17,316,000.00	17,316,000.00	17,316,000.00	17,316,000.00	17,316,000.00
2) การแสดงสินค้า	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00
3) ค่าเช่าอาคารสำนักงาน	330,000.00	330,000.00	330,000.00	330,000.00	330,000.00
4) เงินเดือนพนักงาน	1,301,807.19	1,366,897.55	1,435,242.43	1,507,004.55	1,582,354.78
5) ค่าจ้างทำบัญชี	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
6) ค่าผู้ตรวจสอบบัญชี	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
7) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	289,891.80	318,880.98	350,769.08	385,845.99	424,430.58
รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	19,912,698.99	20,006,778.53	20,107,011.51	20,213,850.54	20,327,785.36
กำไรก่อนหักภาษี	**30,307,301.01**	**30,213,221.47**	**30,112,988.49**	**30,006,149.46**	**29,892,214.64**
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	6,061,460.20	6,042,644.29	6,022,597.70	6,001,229.89	5,978,442.93
กำไรสุทธิ	**24,245,840.81**	**24,170,577.17**	**24,090,390.79**	**24,004,919.57**	**23,913,771.71**
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)	1.08	1.08	1.07	1.07	1.07

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 การประมาณการงบลงทุน (ต่อ)

รายการ	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
รายได้					
1) รายได้จากการขายตัวระบบ					
1.1) ปริมาณการขาย	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
1.2) ราคาขายต่อหน่วย	12,730,800.00	12,730,800.00	12,730,800.00	12,730,800.00	12,730,800.00
รวม	229,154,400.00	229,154,400.00	229,154,400.00	229,154,400.00	229,154,400.00
2) รายได้จากการขายตัวกลางดินเผา					
2.1) ปริมาณการขาย	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00
2.2) ราคาขายต่อหน่วย	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
รวม	324,000,000.00	324,000,000.00	324,000,000.00	324,000,000.00	324,000,000.00
รวมรายได้	**553,154,400.00**	**553,154,400.00**	**553,154,400.00**	**553,154,400.00**	**553,154,400.00**
เงินลงทุน					
1) ค่าออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	-	-	-	-	-
2) ค่าที่ปรึกษาในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	-	-	-	-	-
3) ค่าจดสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
4) ค่า Up Front (สิทธิการเช่าอาคารสำนักงาน)	-	-	-	-	-
5) ค่าจดทะเบียนบริษัท	-	-	-	-	-
รวมเงินลงทุน	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
ต้นทุนการผลิต					
1) ต้นทุนการผลิตของตัวระบบ					
1.1) ปริมาณการขาย	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
1.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	11,025,000.00	11,025,000.00	11,025,000.00	11,025,000.00	11,025,000.00
รวม	198,450,000.00	198,450,000.00	198,450,000.00	198,450,000.00	198,450,000.00
2) ต้นทุนการผลิตของตัวกลางดินเผา					
2.1) ปริมาณการขาย	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00
2.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96
รวม	267,907,500.00	267,907,500.00	267,907,500.00	267,907,500.00	267,907,500.00
รวมต้นทุนการผลิต	**466,357,500.00**	**466,357,500.00**	**466,357,500.00**	**466,357,500.00**	**466,357,500.00**
กำไรขั้นต้น	**86,796,900.00**	**86,796,900.00**	**86,796,900.00**	**86,796,900.00**	**86,796,900.00**
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร					
1) ค่าใช้จ่ายในการขาย	27,657,720.00	27,657,720.00	27,657,720.00	27,657,720.00	27,657,720.00
2) การแสดงสินค้า	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00
3) ค่าเช่าอาคารสำนักงาน	363,000.00	363,000.00	363,000.00	363,000.00	363,000.00
4) เงินเดือนพนักงาน	1,661,472.52	1,744,546.15	1,831,773.45	1,923,362.13	2,019,530.23
5) ค่าจ้างทำบัญชี	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
6) ค่าผู้ตรวจสอบบัญชี	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
7) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	466,873.64	513,561.01	564,917.11	621,408.82	683,549.70
รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	30,824,066.16	30,953,827.15	31,092,410.56	31,240,490.94	31,398,799.93
กำไรก่อนหักภาษี	**55,972,833.84**	**55,843,072.85**	**55,704,489.44**	**55,556,409.06**	**55,398,100.07**
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	11,194,566.77	11,168,614.57	11,140,897.89	11,111,281.81	11,079,620.01
กำไรสุทธิ	**44,778,267.07**	**44,674,458.28**	**44,563,591.55**	**44,445,127.24**	**44,318,480.05**
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 การประมาณการงบลงทุน (ต่อ)

รายการ	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
รายได้					
1) รายได้จากการขายตัวระบบ					
1.1) ปริมาณการขาย	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
1.2) ราคาขายต่อหน่วย	13,112,724.00	13,112,724.00	13,112,724.00	13,112,724.00	13,112,724.00
รวม	236,029,032.00	236,029,032.00	236,029,032.00	236,029,032.00	236,029,032.00
2) รายได้จากการขายตัวกลางดินเผา					
2.1) ปริมาณการขาย	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00
2.2) ราคาขายต่อหน่วย	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
รวม	351,000,000.00	351,000,000.00	351,000,000.00	351,000,000.00	351,000,000.00
รวมรายได้	**587,029,032.00**	**587,029,032.00**	**587,029,032.00**	**587,029,032.00**	**587,029,032.00**
เงินลงทุน					
1) ค่าออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	-	-	-	-	-
2) ค่าที่ปรึกษาในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	-	-	-	-	-
3) ค่าจดสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
4) ค่า Up Front (สิทธิการเช่าอาคารสำนักงาน)	-	-	-	-	-
5) ค่าจดทะเบียนบริษัท	-	-	-	-	-
รวมเงินลงทุน	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
ต้นทุนการผลิต					
1) ต้นทุนการผลิตของตัวระบบ					
1.1) ปริมาณการขาย	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
1.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	11,576,250.00	11,576,250.00	11,576,250.00	11,576,250.00	11,576,250.00
รวม	208,372,500.00	208,372,500.00	208,372,500.00	208,372,500.00	208,372,500.00
2) ต้นทุนการผลิตของตัวกลางดินเผา					
2.1) ปริมาณการขาย	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00	54,000,000.00
2.2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
รวม	281,302,875.00	281,302,875.00	281,302,875.00	281,302,875.00	281,302,875.00
รวมต้นทุนการผลิต	**489,675,375.00**	**489,675,375.00**	**489,675,375.00**	**489,675,375.00**	**489,675,375.00**
กำไรขั้นต้น	**97,353,657.00**	**97,353,657.00**	**97,353,657.00**	**97,353,657.00**	**97,353,657.00**
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร					
1) ค่าใช้จ่ายในการขาย	29,351,451.60	29,351,451.60	29,351,451.60	29,351,451.60	29,351,451.60
2) การแสดงสินค้า	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00
3) ค่าเช่าอาคารสำนักงาน	399,300.00	399,300.00	399,300.00	399,300.00	399,300.00
4) เงินเดือนพนักงาน	2,120,506.74	2,226,532.08	2,337,858.68	2,454,751.62	2,577,489.20
5) ค่าจ้างทำบัญชี	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
6) ค่าผู้ตรวจสอบบัญชี	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
7) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	751,904.67	827,095.14	909,804.65	1,000,785.12	1,100,863.63
รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	33,298,163.01	33,479,378.82	33,673,414.94	33,881,288.33	34,104,104.43
กำไรก่อนหักภาษี	**64,055,493.99**	**63,874,278.18**	**63,680,242.06**	**63,472,368.67**	**63,249,552.57**
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	12,811,098.80	12,774,855.64	12,736,048.41	12,694,473.73	12,649,910.51
กำไรสุทธิ	**51,244,395.19**	**51,099,422.55**	**50,944,193.65**	**50,777,894.93**	**50,599,642.06**
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)	1.10	1.10	1.10	1.09	1.09

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.5 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM)

การวิจัยครั้งนี้ทำการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM) โดยใช้วิธีการประเมินค่าจากการสัมภาษณ์ตรง ซึ่งอาศัยหลักในการประเมินค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ในสภาพตลาดที่เป็นการสมมติขึ้น โดยวิธีการสัมภาษณ์หรือสอบถามผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับการตัดสินใจยอมเลือกค่าใช้จ่ายที่สามารถลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นหรือให้ได้รับอรรถประโยชน์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งความเต็มใจที่จะจ่ายของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจและงบประมาณของแต่ละบุคคล โดยในการการสัมภาษณ์หรือสอบถามต้องทำให้ผู้ตอบทราบระดับความเสี่ยงหรืออรรถประโยชน์ในรูปของมูลค่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงหรือสมมติขึ้น (Hypothetical Markets) (อดิศร์ อิศรางกูล ณ อยุธยา, 2541) การวิจัยครั้งนี้ทำการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาดโดยอาศัยหลักในการประเมินค่าความเต็มใจที่จะจ่ายด้วยวิธีค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย (Mean Willingness to Pay: Mean WTP) โดยใช้วิธีการสมมติสถานการณ์ให้ประเมินมูลค่า (CVM) ด้วยรูปแบบคำถามปลายปิดแบบเสนอราคาเดียว (Single Bounded CVM) ทั้งนี้ ปัจจัยที่นำเข้ามาพิจารณาหาความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิกครัวเรือน ระยะห่างจากบ้านเรือนไปแหล่งน้ำ ระยะเวลาการอยู่อาศัยในชุมชน การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การกำหนดตัวแปรในแบบจำลองและการคาดการณ์เครื่องหมายหน้าตัวแปร

ตัวแปร	ลักษณะตัวแปร	ค่าของตัวแปร	ประเภทตัวแปร
WTP	ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย แบ่งเป็น 5 ราคา คือ 4 บาท 6 บาท 8 บาท 10 บาท และ 12 บาท สำหรับการใช้น้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน (ตัวแปรเชิงปริมาณ)	บาท	ตัวแปรตาม

ตารางที่ 24 การกำหนดตัวแปรในแบบจำลองและการคาดการณ์เครื่องหมายหน้าตัวแปร (ต่อ)

ตัวแปร	ลักษณะตัวแปร	ค่าของตัวแปร	ประเภทตัวแปร
Income	รายได้ครัวเรือนต่อเดือน (ตัวแปรหุ่น)	0 = ไม่เกิน 30,000 บาท 1 = มากกว่า 30,000 บาท	ตัวแปรอิสระ
Member	จำนวนสมาชิกครัวเรือน (ตัวแปรเชิงปริมาณ)	คน	ตัวแปรอิสระ
Location	ระยะห่างจากบ้านเรือนไปแหล่งน้ำ (ตัวแปรหุ่น)	0 = ห่างมากกว่า 100 เมตร 1 = ห่างไม่เกิน 100 เมตร	ตัวแปรอิสระ
Period	ระยะเวลาการอยู่อาศัยในชุมชน (ตัวแปรหุ่น)	0 = ไม่เกิน 10 ปี 1 = มากกว่า 10 ปี	ตัวแปรอิสระ
Land	การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน (ตัวแปรหุ่น)	0 = ที่อยู่อาศัย 1 = อื่น ๆ	ตัวแปรอิสระ
Use	การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ (ตัวแปรหุ่น)	0 = ไม่ใช้ 1 = ใช้	ตัวแปรอิสระ
Awareness	การให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำทิ้ง ในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง (ตัวแปรหุ่น)	0 = ไม่สำคัญ 1 = สำคัญ	ตัวแปรอิสระ

ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) เป็นทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ที่สามารถอธิบายความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้บริโภค ซึ่งแสดงพฤติกรรมของผู้บริโภคภายใต้ข้อสมมติที่ว่าผู้บริโภคแต่ละคนมีเหตุผลในการเลือกบริโภค (Rationality) ผู้บริโภคได้รับความพอใจหรืออรรถประโยชน์สูงสุดภายใต้งบประมาณของผู้บริโภคแต่ละคนที่มีอยู่อย่างจำกัด การวิจัยครั้งนี้ เสนอแบบจำลองที่อาศัยหลักการพิจารณาที่เกี่ยวกับอรรถประโยชน์ส่วนบุคคลที่ขึ้นอยู่กับคุณภาพชีวิตที่ดีของครัวเรือนในชุมชนจากการนำระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียในชุมชน โดยการวิเคราะห์ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย สมการที่ใช้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้แสดงได้ดังสมการที่ (1) ดังนี้

$$WTP = \alpha + \beta_1 Income_i + \beta_2 Member_i + \beta_3 Location_i + \beta_4 Period_i + \beta_5 Land_i + \beta_6 Use_i + \beta_7 Awareness_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

เมื่อ WTP คือ ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

α คือ ค่าคงที่

$\beta_1 - \beta_7$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์องตัวแปรอิสระ

ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา พิจารณาจากปัจจัยด้านรายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิกครัวเรือน ระยะห่างจากบ้านเรือนไปแหล่งน้ำ ระยะเวลาการอยู่อาศัยในชุมชน การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Constant (α)	3.398	0.739		4.597	0.000
Income	0.296	0.491	0.036	0.604	0.547
Member	-0.011	0.096	-0.007	-0.109	0.913
Location	0.005	0.352	0.001	0.014	0.989
Period	0.109	0.431	0.015	0.252	0.801
Land	-1.107	0.503	-0.127	-2.201	0.029
Use	3.016	0.500	0.346	6.030	0.000
Awareness	-1.197	0.646	-0.104	-1.854	0.065

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 25 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน พบว่า การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน (Land) และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ (Use) มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยการใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน (Land) มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่ออยู่อาศัย จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนมากกว่าครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินในรูปแบบอื่น เช่น ร้านค้า หอพัก เกษตรกรรม เป็นต้น ทั้งนี้เป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่ออยู่อาศัยมากถึงร้อยละ 86.83 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จึงคาดหวังว่าการจ่ายเงินเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในระดับที่สูงขึ้นจะทำให้ชุมชนมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ทัศนียภาพและบรรยากาศโดยรอบ

ที่อยู่อาศัยสวยงามและน่าอยู่ และส่งเสริมการมีคุณภาพชีวิตที่ดีในการอยู่อาศัยในชุมชน ในขณะที่การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ (Use) มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนมากกว่าครัวเรือนที่ไม่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้เป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คาดหวังว่าการจ่ายเงินเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในระดับที่สูงขึ้น จะทำให้ชุมชนมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ น้ำหลังการบำบัดจะมีคุณภาพที่ดีขึ้นและปลอดภัยในการนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทั้งนี้ พบว่ารายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิกครัวเรือน ระยะห่างจากบ้านเรือนไปแหล่งน้ำ ระยะเวลาการอยู่อาศัยในชุมชน และการให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง ไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ สามารถสร้างสมการที่ใช้วิเคราะห์ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างตามสมการที่ (1) ได้ดังนี้

$$WTP = 3.398 + 0.296Income_i - 0.011Member_i + 0.005Location_i + 0.109Period_i - 1.107Land_i + 3.016Use_i - 1.197Awareness_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i$$

ทั้งนี้ สามารถหาค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 281 ราย ได้เท่ากับ 2.636 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าน้ำประปาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 300 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำประปาประมาณ 22 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน (การประปาส่วนภูมิภาค, 2563) ดังนั้น มูลค่ารวมของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 332 ครัวเรือน เท่ากับ 332 x 2.636 x 22 เท่ากับ 19,253.344 บาทต่อเดือน หรือ 231,040.128 บาทต่อปี หากพิจารณาค่าความเต็มใจที่จะจ่ายที่ 4 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จะได้มูลค่ารวมของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 332 ครัวเรือน เท่ากับ 332 x 4 x 22 เท่ากับ 29,216 บาทต่อเดือน หรือ 350,592 บาทต่อปี

มูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีการซื้อขายผ่านระบบตลาด (Contingent Valuation Method: CVM) ในงานวิจัยนี้ทำการประเมินภายใต้สมมติฐานที่ว่าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นลงทุนพัฒนาระบบ โดยมีครัวเรือนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจ่ายค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและค่าบำรุงรักษา ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าบำรุงรักษาระบบ และค่าเสื่อมราคา (ดูตารางที่ 26) นอกจากนี้ นวัตกรรม

เครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ยังให้ประโยชน์มากมายทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ตามระดับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M) สำหรับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนจาก 300 ครัวเรือน

ประเภทค่าใช้จ่าย	**รายละเอียด**	**จำนวนเงิน (บาทต่อปี)**
1. ค่าไฟฟ้า	- ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของระบบ เท่ากับ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (จาก 300 ครัวเรือน) - การใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 5 บาทต่อลูกบาศก์เมตรของน้ำเสีย คิดเป็นค่าไฟฟ้า เท่ากับ 45,000 บาทต่อเดือน	540,000
2. ค่าสารเคมี	- ค่าสารเคมี ได้แก่ น้ำตาลซูโครส ยูเรีย - ค่าคลอรีนที่เติมในระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำ	30,000 200,000
4. ค่าบำรุงรักษาระบบ	- ค่าบำรุงรักษาระบบ เท่ากับ 20,000 บาทต่อเดือน	240,000
5. ค่าเสื่อมราคา	- ต้นทุนในการพัฒนาระบบ (รวมค่าก่อสร้างโรงเรือนติดตั้งระบบโดยประมาณ) เท่ากับ 20,000,000 บาท - อายุการใช้งานของระบบ เท่ากับ 20 ปี - ระบบไม่มีมูลค่าซาก - คำนวณค่าเสื่อมราคาโดยใช้วิธีเส้นตรง	1,000,000
รวมทั้งสิ้น		2,010,000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำสำหรับทุกครัวเรือนในชุมชนที่ใช้น้ำ 243.47 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากตารางที่ 26 และ 27 พบว่า ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุง (Operation and Maintenance Cost: O&M) นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR

สำหรับการบำบัดน้ำเสียชุมชนจาก 300 ครัวเรือน รวมทั้งสิ้น 2,010,000 บาทต่อปี ในขณะที่ผลประโยชน์รวมที่จะได้รับพิจารณาตามระดับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายในสถานการณ์ต่าง ๆ คือ ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย เท่ากับ 4, 5, 6, 7, 8, 10, และ 12 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ได้มูลค่ารวมของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 332 ครัวเรือน เท่ากับ 1,479,688, 1,627,000, 1,735,000, 1,843,000, 1,951,000, 2,059,000, 2,275,000 และ 2,491,000 บาทต่อปี ตามลำดับ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit to Cost Ratio: B/C Ratio) เท่ากับ 0.74, 0.81, 0.86, 0.92, 0.97, 1.02, 1.13 และ 1.24 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาที่ 8 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นจุดคุ้มทุนสำหรับการเก็บค่าธรรมเนียมสำหรับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR สามารถเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจในการจัดการน้ำ ทั้งนี้ มูลค่าทางเศรษฐกิจจะยิ่งเพิ่มขึ้น เมื่อตระหนักถึงการลดงบประมาณในการลงทุนเดินท่อลำเลียงน้ำเสียในชุมชนไปบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสียที่ใกล้ที่สุด การลดงบประมาณในการลงทุนพัฒนาและบำรุงรักษาแหล่งน้ำดิบอย่างต่อเนื่องของการประปาส่วนภูมิภาค อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปในปัจจุบันซึ่งส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ (การประปาส่วนภูมิภาค, 2550) รวมถึงรายได้จากการท่องเที่ยวที่เกิดจากทิวทัศน์ที่สวยงาม ตลอดจนการเพิ่มมูลค่าของสินค้าทางการเกษตรทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ อันเป็นผลมาจากคุณภาพน้ำที่ดีขึ้น ซึ่งล้วนส่งผลให้น้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดหาแหล่งน้ำดิบทดแทนและช่วยลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดและสามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ นอกจากนี้ยังใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยลดการใช้พลาสติก ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขวดพลาสติกเหลือใช้และลดมลพิษจากขวดพลาสติกเหลือใช้ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นซึ่งไม่สามารถประเมินค่าได้

ตารางที่ 27 การจำลองสถานการณ์ของผลประโยชน์รวมที่จะได้รับพิจารณาตามระดับค่าความเต็มใจที่จะจ่าย

ผลประโยชน์	รายละเอียด	ผลประโยชน์รวม (บาทต่อปี)							
		WTP เฉลี่ย	WTP 4 บาท	WTP 5 บาท	WTP 6 บาท	WTP 7 บาท	WTP 8 บาท	WTP 10 บาท	WTP 12 บาท
ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	- WTP เฉลี่ยอยู่ที่ 2.636 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร - ค่าบำบัดน้ำเสียของกรมควบคุมมลพิษอยู่ระหว่าง 4 - 12 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร - ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	284,688	432,000	540,000	648,000	756,000	864,000	1,080,000	1,296,000
ราคาของน้ำที่ผ่านการบำบัด	- ราคาของน้ำที่ผ่านการบำบัด เท่ากับ 10 บาท ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร (ชวลิต รัตนธรรมกุล, 2563) - ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	1,095,000	1,095,000	1,095,000	1,095,000	1,095,000	1,095,000	1,095,000	1,095,000
ค่ารักษาพยาบาลลดลง	- ค่ารักษาพยาบาลสำหรับโรคที่เกิดจากมลพิษทางน้ำ (ประเมินโดยศูนย์สุขภาพชุมชนในพื้นที่ศึกษา)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
รวมทั้งสิ้น		1,479,688	1,627,000	1,735,000	1,843,000	1,951,000	2,059,000	2,275,000	2,491,000
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)		0.74	0.81	0.86	0.92	0.97	1.02	1.13	1.24

บทที่ 9
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน พบว่า

1. นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยแสดงได้จากค่าพารามิเตอร์ในการวัดคุณภาพน้ำ ซึ่งพบว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ช่วยปรับค่า pH ของน้ำหลังบำบัดให้มีค่าเป็นกลางมากขึ้น สามารถลด Kjeldahl Nitrogen ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเกิดกระบวนการไนตริฟริเคชั่น (Nitrification) ที่สามารถออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นไนเตรท และสามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการเดินระบบบำบัดมีทั้งช่วงที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน จึงทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนสามารถดูดซึมสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตเข้าไปในเซลล์และย่อยสลายให้เปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ฟอสเฟตก่อนที่จะปล่อยออกนอกเซลล์ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในบริเวณดังกล่าว อีกทั้งยังสามารถลดการปนเปื้อนของแบคทีเรียได้และทำให้น้ำปลอดภัยสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เนื่องจาก UF Membrane สามารถกรองโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ นอกจากนี้ นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ยังมีประสิทธิภาพในการลดความสกปรกของน้ำเสีย โดยสามารถลดปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ของน้ำสีย เนื่องจากเมื่อออกซิเจนละลายน้ำได้มากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น และเมื่ออาหารของจุลินทรีย์ลดลง ทำให้ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ลดลง และยังลดปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ของน้ำเสียได้จากการที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR สามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และปริมาณตะกอนหนัก (SS) ของน้ำเสียได้ เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสารอินทรีย์ละลายได้ จึงลดการสลายตัวของสารอินทรีย์ในตัวกลางก่อนที่จะเข้าสู่เยื่อแอโรบิก รวมทั้งมีการกรองอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยและตะกอนหนักในน้ำเสียก่อนที่จะเข้าสู่เยื่อแอโรบิก จึงลดความขุ่นของน้ำเสียและทำให้น้ำใสขึ้นได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าในน้ำเสียโดยทั่วไปจะประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยในสารอินทรีย์จะเป็นอาหารหล่อเลี้ยงจุลชีพชนิดต่าง ๆ ทั้งจุลชีพที่ใช้อากาศและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ไม่ใช้อากาศ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซหนึ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลชีพและการทำปฏิกิริยาของสารเคมีจากสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถระเหยได้ง่าย นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีการเติมอากาศลงในน้ำ จึงสามารถคัดแยกสารเคมีออกจากน้ำเสียให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด ดังจะเห็นได้ว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR สามารถลดปริมาณซัลไฟด์ในน้ำได้

2. คุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรมควบคุมมลพิษและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดโดยสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (The United States Environmental Protection Agency) ในการนำน้ำกลับมาใช้ในการเกษตรได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ อีกทั้งยังมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ของประเทศญี่ปุ่น ประเทศออสเตรเลีย และสหภาพยุโรป แม้ว่าคุณภาพน้ำหลังบำบัดด้วยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR จะมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดโดยสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาในการนำน้ำกลับมาใช้ในการเกษตร แต่ครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ยังมีความมุ่งมั่นที่จะใช้และมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน แม้ว่าจะไม่ใช่ชุมชนเกษตรกรรม ทั้งนี้ เป็นเพราะชุมชนในพื้นที่ศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาสิ่งแวดล้อม และยังเล็งเห็นถึงประโยชน์ในการนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้เพื่อการอุปโภคในครัวเรือน เช่น การทำความสะอาดบ้านเรือน การล้างรถ การรดน้ำต้นไม้ เป็นต้น

3. กลุ่มตัวอย่างครัวเรือนในชุมชนมีความมุ่งมั่นที่จะใช้งาน (Intention to Use) นวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93) สำหรับการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) พบว่ากลุ่มตัวอย่างครัวเรือนในชุมชนให้การยอมรับด้านการรับรู้ประโยชน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยให้การยอมรับในเรื่องประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01) รองลงมาคือ คุณภาพของน้ำหลังบำบัดสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94) การใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92) การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88) ราคาคุ้มค่ากับประสิทธิภาพของระบบ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81) และความแข็งแรงของระบบ (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.73) สำหรับการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) พบว่า กลุ่มตัวอย่างครัวเรือนในชุมชนให้การยอมรับด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยให้การยอมรับในเรื่องการใช้งานง่ายและสะดวกมากที่สุด

(ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15) รองลงมาคือ การซ่อมบำรุงหรือดูแลรักษาง่ายและความปลอดภัยในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.12 และ 3.10 ตามลำดับ)

4. จากการประมาณการกระแสเงินสดแสดงให้เห็นว่า การดำเนินการของบริษัทตามแผนการดำเนินงานภายใต้สมมติฐานทางการเงินและการลงทุนที่กำหนดไว้ ทำให้กิจการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับ 55,079,683.78 บาท และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR) เท่ากับ 74% โดยมีระยะเวลาคืนทุนภายใน 3 ปี ดังนั้น นวัตกรรมระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR จึงมีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์

5. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชน พบว่า การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน (Land) และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ (Use) มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยการใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน (Land) มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่ออยู่อาศัย จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนมากกว่าครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินในรูปแบบอื่น เช่น ร้านค้า หอพัก เกษตรกรรม เป็นต้น เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่ออยู่อาศัยมากถึงร้อยละ 86.83 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จึงคาดหวังว่าการจ่ายเงินเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในระดับที่สูงขึ้น จะทำให้ชุมชนมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ทัศนียภาพและบรรยากาศโดยรอบที่อยู่อาศัยสวยงามและน่าอยู่ และส่งเสริมการมีคุณภาพชีวิตที่ดีในการอยู่อาศัยในชุมชน ในขณะที่การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ (Use) มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนมากกว่าครัวเรือนที่ไม่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คาดหวังว่าการจ่ายเงินเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในระดับที่สูงขึ้น จะทำให้ชุมชนมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ น้ำหลังการบำบัดจะมีคุณภาพที่ดีขึ้นและปลอดภัยในการนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทั้งนี้ พบว่ารายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิกครัวเรือน ระยะห่างจากบ้านเรือนไปแหล่งน้ำ ระยะเวลาการอยู่อาศัยในชุมชน และการให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง ไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. ค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 281 ราย ได้เท่ากับ 2.636 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาค่าน้ำประปาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 300 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นปริมาณ

การใช้น้ำประปาประมาณ 22 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน สามารถคำนวณมูลค่ารวมของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 332 ครัวเรือน ได้เท่ากับ 231,040.128 บาทต่อปี และเมื่อพิจารณาค่าความเต็มใจที่จะจ่ายที่ 4 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จะได้มูลค่ารวมของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 332 ครัวเรือน เท่ากับ 350,592 บาทต่อปี โดยมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุง (Operation and Maintenance Cost: O&M) รวมทั้งสิ้น 2,010,000 บาทต่อปี ในขณะที่ผลประโยชน์รวมที่จะได้รับพิจารณาตามระดับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายในสถานการณ์ต่าง ๆ คือ ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย เท่ากับ 4, 5, 6, 7, 8, 10, และ 12 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ได้มูลค่ารวมของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา จำนวน 332 ครัวเรือน เท่ากับ 1,479,688, 1,627,000, 1,735,000, 1,843,000, 1,951,000, 2,059,000, 2,275,000 และ 2,491,000 บาทต่อปี ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit to Cost Ratio: B/C Ratio) เท่ากับ 0.74, 0.81, 0.86, 0.92, 0.97, 1.02, 1.13 และ 1.24 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาที่ 8 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือนสำหรับน้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นจุดคุ้มทุนสำหรับการเก็บค่าธรรมเนียมสำหรับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน สะท้อนให้เห็นว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR สามารถเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจในการจัดการน้ำเสียได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9.2 ข้อจำกัดในการวิจัย

เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีครัวเรือนจำนวนน้อย น้ำเสียจึงมีปริมาณน้อย อีกทั้งยังพบว่าการวางท่อรวบรวมน้ำเข้าสู่ระบบยังไม่ครอบคลุมพื้นที่และพบปัญหาท่อรั่วซึม ทำให้ไม่สามารถรวบรวมน้ำเสียชุมชนเข้าสู่ระบบบำบัดได้ทั้งหมด ประกอบกับมีปริมาณน้ำฝนเข้าไปเจือจางความเข้มข้นของความสกปรกของน้ำเสีย ทำให้ค่าที่วัดได้ในแต่ละพารามิเตอร์ไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ รวมถึงมีค่ามลสารต่าง ๆ ไม่ถึงระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนของ Metcalf and Eddy (1991) ในการวิจัยครั้งนี้จึงต้องทำการสังเคราะห์น้ำเสียเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมของต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น

9.3 ข้อเสนอแนะ

9.3.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

9.3.1.1 แม้ว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียและสามารถกรองมลสารต่าง ๆ ได้ แต่ควรมีการติดตั้งระบบการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ในนวัตกรรมด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน (Pathogens) และสปอร์ของแบคทีเรีย (Bacterial Spore) จะลดลงจนถึงระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต ก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ (Reuse) ทั้งนี้ ระบบการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) มีหลากหลายวิธีการ ทั้งวิธีการทางกายภาพ (Physical Method) เช่น การฉายรังสี (Irradiation) เป็นต้น วิธีการทางเคมี (Chemical Method) เช่น การใช้คลอรีน (Chlorination) การใช้โอโซน (Ozonation) เป็นต้น และวิธีการกระบวนการออกซิเดชั่นชั้นสูง (Advanced Oxidation Process: AOP) (Laera et al., 2012) ซึ่งสามารถลดแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์มลงอย่างน้อยร้อยละ 99.99 และลดจำนวนไวรัสหรือปรสิตลงอย่างน้อยร้อยละ 90 ทั้งนี้ สามารถแสดงรายละเอียดวิธีการฆ่าเชื้อโรคได้ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ระบบการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ที่ใช้ในนวัตกรรมการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคโนโลยี Membrane Bio Reactor (MBR)

วิธีการ	รายละเอียดโดยสังเขป	ข้อดี	ข้อเสีย
การฉายรังสียูวี (Ultraviolet Irradiation)	ฉายรังสียูวีคลื่นสั้นส่องลงในน้ำ	- ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคสูง - ต้นทุนค่าใช้จ่ายน้อย - ไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างในน้ำ	- ต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ - เป็นอันตรายต่อผิวหนังและดวงตา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 28 ระบบการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ที่ใช้ในนวัตกรรมการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคโนโลยี Membrane Bio Reactor (MBR) (ต่อ)

วิธีการ	รายละเอียดโดยสังเขป	ข้อดี	ข้อเสีย
การใช้คลอรีน (Chlorination)	เติมคลอรีนลงในน้ำในปริมาณและระยะเวลาที่เหมาะสม	- ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคสูง - นิยมใช้อย่างแพร่หลาย - ต้นทุนค่าใช้จ่ายน้อย - หาซื้อได้ง่าย - ใช้งานง่ายและสะดวก - ฆ่าเชื้อโรคได้ในเวลาไม่นานเกินไปและมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้อีก	- มีกลิ่นฉุน - อาจทำให้เกิดการระคายเคือง - อาจก่อให้เกิดสารก่อมะเร็งหากใช้ในปริมาณที่มากเกินไป
การใช้โอโซน (Ozonation)	โอโซนจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้สูญเสียสมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่าน เสียสมดุลสารน้ำ และส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียแตกในที่สุด (Osmotic Bursting) (Cho et al., 2010)	- ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคสูง - วัตถุดิบ คือ ออกซิเจนสามารถหาได้ทั่วไป - ไม่ก่อให้เกิดสารตกค้าง - กำจัดสี กลิ่น รส ได้ - เป็นการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายให้กับน้ำ	- ต้นทุนค่าใช้จ่ายสูง - ใช้พลังงานมาก - ก๊าซโอโซนละลายน้ำได้น้อย - ไม่มีฤทธิ์คงค้างในน้ำ
กระบวนการออกซิเดชั่นชั้นสูง (Advanced Oxidation Process: AOP)	กระบวนการฆ่าเชื้อโรค เชื้อจุลินทรีย์ กำจัดสีและกลิ่น ลดค่า BOD/COD ใช้สารเคมีเป็นตัวออกซิไดซ์ (Chemical Oxidant) เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งมีความแรงในการทำปฏิกิริยารวมกับโอโซน (O_3) เพื่อให้เกิด OH° พันธะ เข้าไปจับโมเลกุลของสารปนเปื้อนและย่อยสลายหรือเปลี่ยนโครงสร้างสารปนเปื้อน	- ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคสูง - ฆ่าเชื้อโรคได้รวดเร็ว - ไม่เกิดหรือสร้างกากตะกอนของเสียหลังจบกระบวนการ	- ต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ

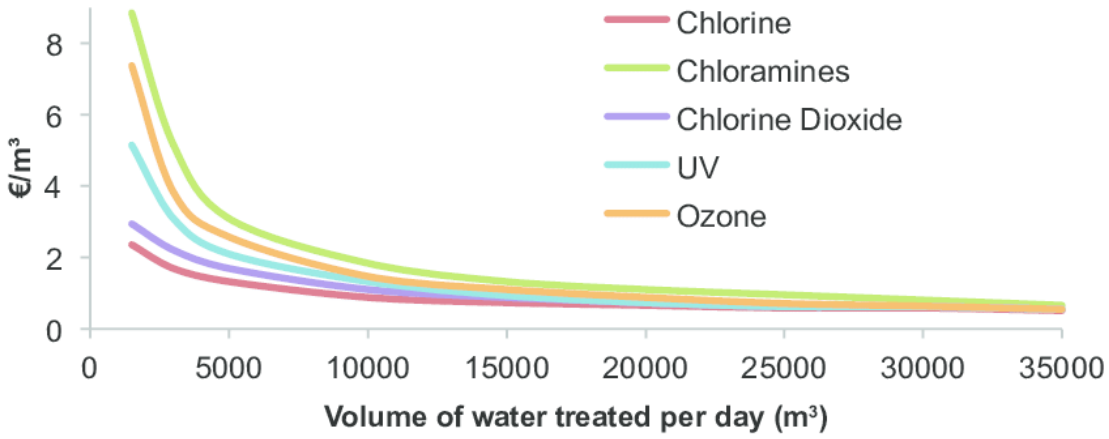
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทั้งนี้ การเลือกใช้ระบบการฆ่าเชื้อโรค ขึ้นอยู่กับเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (USEPA, 1999)

(1) ความสามารถในการเจาะและทำลายเชื้อโรคภายใต้สภาวะการทำงานปกติ
(2) การจัดการ การเก็บรักษา และการขนส่ง ที่ง่ายและปลอดภัย
(3) ไม่มีสารพิษตกค้างและสารก่อมะเร็งหลังจากการฆ่าเชื้อ
(4) ใช้เงินลงทุน รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา ที่สามารถจ่ายได้

ระบบการฆ่าเชื้อโรคโดยการใช้คลอรีน (Chlorination) เป็นเทคโนโลยีที่มีชื่อเสียง มีต้นทุนที่คุ้มค่ากว่าการฆ่าเชื้อด้วยการฉายรังสียูวีและการใช้โอโซน คลอรีนส่วนที่เหลืออยู่ในน้ำเสียหลังบำบัดยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้แม้ว่าจะผ่านการบำบัดเบื้องต้นแล้ว นอกจากนี้ ระบบการฆ่าเชื้อโรคโดยการใช้คลอรีนยังมีความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพในการต้านการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดโรคได้ในวงกว้าง รวมถึงมีประสิทธิภาพในการออกซิไดซ์สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ มีการควบคุมปริมาณที่ยืดหยุ่น ตลอดจนสามารถกำจัดกลิ่นที่เป็นพิษบางอย่างในระหว่างการฆ่าเชื้อได้ ดังนั้น ระบบการฆ่าเชื้อโรคโดยการใช้คลอรีน (Chlorination) จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะที่สุดในการนำมาใช้ร่วมกับนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้เพื่อนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สำหรับชุมชน โดย 1-log reduction จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดจำนวนแบคทีเรีย ไวรัส หรือโปรโตซัวได้ประมาณร้อยละ 90 หรือลดลงประมาณ 10 เท่า ในขณะที่ 2-log reduction จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดจำนวนแบคทีเรีย ไวรัส หรือโปรโตซัวได้ประมาณร้อยละ 99 หรือลดลงประมาณ 100 เท่า ทั้งนี้ ปริมาณการเติมคลอรีน (Chlorine Dosage) ที่เหมาะสม คือ 2.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะสามารถกำจัดปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำหลังบำบัดด้วยเทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR ได้ทั้งหมด (Lazarova, Savoye, Janex, & Blatchley, 1999; Friedler, Kovalio, & Zvi, 2006)

สำหรับต้นทุนและค่าใช้จ่ายของระบบฆ่าเชื้อโรคแต่ละรูปแบบ สามารถหาข้อมูลได้ดังภาพที่ 63



ภาพที่ 63 กระบวนการระดับแนวคิด (Front – End Process)

ที่ ม า : Fitzhenry, K., Barrett, M., O'Flaherty, V., & Clifford, E. (2016). The effect of wastewater treatment processes, in particular ultraviolet light treatment, on pathogenic virus removal. The Environmental Protection Agency Report No. 171.

จากภาพจะเห็นได้ว่าระบบการฆ่าเชื้อโรคโดยการใช้คลอรีนมีต้นทุนต่อหน่วยของปริมาณน้ำเสียที่บำบัดต่ำกว่าระบบฆ่าเชื้อระบบอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปริมาณการบำบัดน้ำในปริมาณน้อย ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการบำบัดน้ำเสียชุมชน เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่เข้าบำบัดจำนวนไม่มากในแต่ละวัน

9.3.1.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดกิจกรรมการอบรมให้ความรู้และเผยแพร่ข้อมูลเพื่อกระตุ้นให้ประชาชนเกิดการรับรู้ถึงความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ปลูกฝังจิตสำนึกและตระหนักถึงความสำคัญในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม รวมถึงประโยชน์ที่ผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนจะได้รับ และบทลงโทษที่ประชาชนจะได้รับจากการทำลายสิ่งแวดล้อม อันนำไปสู่การกระตุ้นให้ประชาชนมีความเต็มใจจ่ายค่าบำบัดน้ำเสียมากขึ้น เช่น การอบรมให้ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม การฝึกอบรมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การส่งเสริมกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

9.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

9.3.2.1 ผู้ที่สนใจควรนำนวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ไปทดลองใช้ในชุมชนอื่นที่มีแหล่งน้ำเน่าเสียมาก เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม

9.3.2.2 จากการศึกษาพบว่านวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบจัดการน้ำเสียแบบกระจายศูนย์ โดยใช้เทคโนโลยี Eco-biofilter/MBR มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย แต่อย่างไรก็ตาม

ยังคงมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบค่อนข้างสูง จึงควรทำการศึกษาแนวทางการลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบ

9.3.2.3 จากการศึกษาพบว่าครัวเรือนในชุมชนส่วนใหญ่มีความสนใจเทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม แต่ไม่เห็นด้วยที่ต้องมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนหนึ่งเห็นว่าได้มีการเสียภาษีให้กับภาครัฐแล้ว ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนจึงควรอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากกว่าที่จะเป็นภาระของคนในชุมชน ผู้สนใจศึกษาจึงควรศึกษาแนวทางการสร้างการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน เพื่อให้การจัดการน้ำเสียชุมชนมีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กาญจนาพร คำภู่, สุขสมาน สังโยคะ และ อรชร ฉิมจารย์,. (2559). คุณภาพน้ำทิ้งของชุมชนบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว). Paper presented at the การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17.

กุลธิดา มั่งลอ. (2555). การรับรู้และพฤติกรรมของครัวเรือนที่มีต่อการแก้ไขปัญหามลภาวะของแม่น้ำท่าจีน. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม, 15(1).

คมสัน สุริยะ. (2547). เศรษฐศาสตร์ว่าด้วยค่าตอบแทนสำหรับบริการด้านสิ่งแวดล้อม. เชียงใหม่: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนงกรณ์ กุณฑลบุตร. (2547). หลักการจัดการและองค์การและการจัดการ : แนวความคิดการบริหารธุรกิจในสถานการณ์ปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวิรัตน์ มุ่งจันทร์ และ เรณู สุขารมณ์. (2553). ความเต็มใจที่จะจ่ายและปัจจัยที่กำหนดความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำบัดน้ำเสียในคลองแสนแสบ. วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ, 1(1), 150-160.

ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และคณะ. (2555). แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืน จังหวัดสมุทรสงคราม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ชาติ เจียมไชยศรี. (2550). การบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพร คำแหง, พินิจ ดวงจินดา, และสุวนิตย์ เศรษฐโศภณ,. (ม.ป.ป.). ความเต็มใจจ่ายในการฟื้นฟูคลองสำโรง จังหวัดสงขลา. วารสารคณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ณัฐวีร์ สิขิวัฒน์. (2552). การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนการผลิตน้ำประปาแยกตามกลุ่ม กรณีศึกษา : การประปาส่วนภูมิภาค. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย,

ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์. (2544). การใช้เครื่องมือเศรษฐศาสตร์เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม. วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 6(1), 93-105.

ธนณะชัย หนันแก้ว และ ปวีณา คำพุกกะ. (2557). ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อการจัดการบำบัดน้ำเสียในห้วยตองแวด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารสุทธิปริทัศน์, 28(87), 288-303.

นลินี บุญเจษฎารักษ์. (2554). การจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง. (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์,

บรรยงค์ โตจินดา. (2548). องค์การและการจัดการ (3rd ed.). กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.

ปัทมาพร ปันทิยะ. (2552). การประเมินมูลค่าความเต็มใจจ่ายของเกษตรกรเพื่อสนับสนุนการก่อตั้ง

กองทุนเหมืองฝายของชุมชนในลุ่มน้ำแม่ทา จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

ปิยะนุช เหลืองาม. (2552). บรรทัดฐานในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องภาวะโลกร้อนตามแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (*STS).* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา.

พระวุฒิชัย มหาสทฺโท (เสียงใหญ่). (2556). การบริหารจัดการปัญหาลำน้ำคูไหวเน่าเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย,

ภราดร ปรีดาศักดิ์. (2549). หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค (2nd ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด และ กอบกุล รายะนาคร. (2552). เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

รติ ธีรการุณวงศ์. (2548). ความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับการเข้าชมหมีแพนด้าและโครงการจัดตั้งกองทุนอนุรักษ์หมีแพนด้า. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศตพล มุ่งค้ำกลาง และคณะ. (2559). ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากของเสียในครัวสำหรับการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งโดยใช้ระบบไฮโดรโปนิกส์. โครงการประกวดบทความวิจัยและกรณีศึกษา ด้านพัฒนบริหารศาสตร์ ประจำปี 2559, 193-208.

ศิริพร พงศ์ศรีโรจน์. (2540). องค์การและการจัดการ. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2541). พฤติกรรมองค์กร (2nd ed.). กรุงเทพฯ: ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2552). การบริหารการตลาดยุคใหม่. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.

สมคิด บางโม. (2548). องค์การและการจัดการ (4th ed.). กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สมบัติ พันธวิศิษฏ์. (2555). ต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการผลิตสินค้าและบริการตามแนวคิดการบริโภคและผลิตที่ยั่งยืนเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการจัดการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์,

อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2541). การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม : คืออะไร ทำอย่างไร และทำเพื่อใคร. วารสารเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์, 16(4), 55-89.

อรอนงค์ ยิ่งปัญญาธิคุณ. (2556). การศึกษาการมีส่วนร่วมและความต้องการของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานี (กรณีศึกษาการจัดการน้ำเสียของเทศบาลนครอุบลราชธานี). Paper presented at the การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2/2557 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรื่อง “การพัฒนาองค์ความรู้เชิงบูรณาการสู่ประชาคมอาเซียน, ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาอังกฤษ

Ahmed, Z., Hisham, A., & Rahman, A. (2011). Eco monitoring of climate impact on earthen pond water quality in El-Fayoum, Egypt. *International Research Journal of Microbiology,* 2(11), 442-454.

Baez, H. V., J., A. C., & Cussac, V. (2011). Climate change and fish culture in Patagonia: Present situation and perspectives. *Aquaculture Research,* 42, 787-796.

Barnard, C. I. (1938). *The functions of the executive* (13th Anniversary ed.). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bixio, D., & et al. ((2006).). Wastewater reuse in Europe. . *Desalination,* 1, 89-101.

Bottero, M. T., & Dalmasso, A. (2011). Animal species identification in food products: Evolution of biomolecular methods. *The Veterinary Journal,* 190(1), 34-38.

Buyukkamaci, N., & Alkan, H. (2013). Public acceptance potential for reuse applications in Turkey. *Resources Conservation and Recycling,* 80(1), 32-35.

Chuttur, M. (2009). Overview of the technology acceptance model: origins, developments and future directions. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 1-21.

Corominas, J., & et al. (2013). Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 10.1007/s10064-013-0538-8.

Cronbach, L. J. (1972). *Essentials of Psychological Testing* (5th ed.). New York: Harper Collions.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly,* 13(3), 319-340.

Dimara, E., & Skuras, D. (2003). Adoption of agricultural innovations as a two-stage partial observability process. *Agricultural Economics,* 28(3), 187-196.

Etzel, M. J., Walker, B. J., & Stanton, W. J. (2007). *Marketing* (14th ed.). Boston

Fitzhenry, K., Barrett, M., O'Flaherty, V., & Clifford, E. (2016). The effect of wastewater treatment processes, in particular ultraviolet light treatment, on pathogenic virus removal. *The Environmental Protection Agency Report No.* 171.

Friedler, E., Kovalio, R., & Ben-Zvi, A. (2006). Comparative study of the microbial quality

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

of greywater treated by three on-site treatment systems. *Environmental Technology,* 27(6), 653-663.

George, D., & Mallery, P. (2003). *Using SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference* (4th ed.). London: Pearson Education.

Gokhale, S., & Hastak, M. ((2000)). Decision aids for the selection of installation technology for underground municipal infrastructure systems. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 1-11.

Hamdan, R., Kari, F., & Othman, A. (2011). Climate variability and socioeconomic vulnerability of aquaculture farmer in Malaysia. *International Conference on Business and Economics Research IPEDR,* 16, 47-51.

Hermans, R. C. J., & et al. (2007). The power of social influence over food intake: Examining the effects of attentional bias and impulsivity. *The British Journal of Nutrition,* 109(3), 1-9.

Huang, S., Hsieh, H., & Chen, C. (2006). Effects of winter monsoon on the growth, mortality, and metabolism of adult ooysters in Kinmen Island. *Taiwan. Aquaculture,* 251, 256-270.

Jeronimo, G. T., Speck, G. M., Goncalves, E., & Martin, M. (2011). Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. BrazJ Biol. 71(2), 365-373.

Kerin, R. A., Hartley, S. W., & Rudelius, W. (2004). *Marketing Management*. New York: McGraw Hill.

Kotler, P. (2003). *Marketing Management* (11th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2004). *Principles of Marketing* (10th ed. Vol. Pearson-Prentice Hall). New Jersey.

Laera, G., Cassano, D., Lopez, A., Pinto, A., Pollice, A., Ricco, G., & Mascolo, G. (2012). Removal of organics and degradation products from industrial wastewater by a membrane bioreactor integrated with ozone or UV/H_2O_2 treatment. *Environmental Science and Technology,* 46(2), 1010-1018.

Lazarova, V., Savoye, P., Janex, M. L., & Blatchley, E. R. (1999). Advanced Wastewater Disinfection Technologies: State of the Art and Perspectives. *Water Science &*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Technology, 40(s 4–5), 203–213.

Loomba, N. P. (1978). *Management, A Quantitative Perspective*. Macmillan.

Martin, G. L., & Pear, J. J. (1992). *Behavior Modification: What it is and how to do it* (4th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Matilainen, A., Vepsäläinen, M., & Sillanpää, M. (2010). Natural organic matter removal by coagulation during drinking water treatment: A review. *Advances in Colloid and Interface Science,* 159(2), 189-197.

Mitsch, W. J., & et al. (2001). Reducing nitrogen loading to the gulf of Mexico from the Mississippi River Basin: Strategies to counter a persistent ecological problem: ecotechnology—the use of natural ecosystems to solve environmental problems—should be a part of efforts to shrink the zone of hypoxia in the gulf of Mexico. *Bio Science,* 51(5), 373–388.

Ostrom, E. (2001). *Decentralization and Development: The New Panacea*. New York: Palgrave.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Free.

Sahin, I. (2006). Detailed review of rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on Rogers' theory. *Turkish Online Journal of Educational Technology,* 5(2), 14-23.

Schiffman, L. G., & Kanuk, L. L. (2004). *Consumer Behavior* (8th ed.). New Jersey: Pearson Education International.

Schrage, E. (2004). Supply and the brand. *Harvard Business Review,* 82(6), 20-21.

Shepard, Z. J., Zhang, Y., Anaya, N. M., Cardace, D., & Craver, V. O. (2020). Development of Ceramic Water Filter Clay Selection Criteria. *Water,* 12(6), 1657.

Simon, H. A. (1960). *The New Science of Management Decision.* New York: Harper & Row.

Tortajada, C. (2006). Water management in Singapore. *International Journal of Water Resources Development,* 22(2), 227-240.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2008). *Product Design and Development* (4th ed.). New York: McGrawHill.

Vass, K. K., Das, M. K., Srivastava, P. K., & Dey, S. (2009). Assessing the impact of climate change on inland fisheries in River Ganga and its plains in India. *Aquatic*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ecosystem Health and Management, 12(2), 138-151.

Wintgens, T., & et al. (2005). The role of membrane processes in municipal wastewater reclamation and reuse. *Desalination,* 178(1–3), 1-11.

Woodfield, R., Jessop, D., & McMillan, L. (2006). Gender differences in undergraduate attendance rates. *Studies in Higher Education,* 31(1), 1-22.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis* (3rd ed.). New York: Harper and Row Publications.

Yin, J., & Deng, B. (2015). Polymer-matrix nanocomposite membranes for water treatment. *Journal of Membrane Science,* 479(1), 256-275.

Zereffa, E. A., & Bekalo, T. B. (2017). Clay Ceramic Filter for Water Treatment. *Material Science and Applied Chemistry,* 34(1).

Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. J. (1996). *Psychology and Life*. New York: Harper Collins College Publishers.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ชุดที่ ☐☐☐
สำหรับเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ ☐

แบบสอบถามผู้นำชุมชน

การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย ในชุมชน

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียในชุมชน คณะผู้วิจัยขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามตามความคิดเห็นของท่าน ข้อมูลที่ได้จะถูกทำการวิเคราะห์และนำเสนอในภาพรวมเพื่อใช้ประโยชน์ในการวิจัยเชิงวิชาการเท่านั้น โดยจะไม่มีผลกระทบต่อท่านแต่ประการใด ทั้งนี้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ท่านตอบลงในแบบสอบถาม คณะผู้วิจัยจะเก็บไว้เป็นความลับและใช้ในการวิจัยนี้เท่านั้น

แบบสอบถามชุดนี้มี 9 หน้า แบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน

ส่วนที่ 3 ความต้องการด้านเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 4 ความต้องการด้านการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน

คณะผู้วิจัยขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามนี้ให้ครบถ้วนและขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

❍ ชาย ❍ หญิง

2. อายุ

❍ ไม่เกิน 20 ปี ❍ 21 – 30 ปี ❍ 31 – 40 ปี
❍ 41 – 50 ปี ❍ 51 – 60 ปี ❍ มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

❍ ไม่ได้เรียนหนังสือ ❍ ประถมศึกษา ❍ มัธยมศึกษาตอนต้น
❍ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ❍ ปวส./อนุปริญญา ❍ ปริญญาตรี
❍ ปริญญาโท ❍ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

❍ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ❍ พนักงานบริษัทเอกชน ❍ ค้าขาย
❍ เกษตรกร ❍ รับจ้างทั่วไป/อาชีพอิสระ ❍ ไม่ได้ประกอบอาชีพ
❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

5. รายได้ครัวเรือน (บาทต่อเดือน)

❍ ไม่เกิน 15,000 ❍ 15,001 – 30,000 ❍ 30,001 – 45,000
❍ 45,001 – 60,000 ❍ 60,001 – 75,000 ❍ มากกว่า 75,000

6. ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชน

❍ ไม่เกิน 2 ปี ❍ 3 – 5 ปี ❍ 6 – 10 ปี
❍ 11 – 15 ปี ❍ 16 – 20 ปี ❍ มากกว่า 20 ปี

7. ตำแหน่งในชุมชน

❍ นายก อบต./เทศบาล ❍ สมาชิก อบต./เทศบาล ❍ กำนัน
❍ ผู้ใหญ่บ้าน ❍ ประธานกองทุน ❍ ประธานชมรม
❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

8. ตำแหน่งในชุมชนของท่านมีความเกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียมากน้อยเพียงใด

❍ มากที่สุด ❍ มาก ❍ ปานกลาง
❍ น้อย ❍ ไม่เกี่ยวข้อง

9. ประสบการณ์ด้านการบำบัดน้ำเสียของท่าน

❍ ไม่เกิน 5 ปี ❍ 6 – 10 ปี ❍ มากกว่า 10 ปี

10. ท่านมีความรู้ความชำนาญด้านการบำบัดน้ำเสียมากน้อยเพียงใด

❍ มากที่สุด ❍ มาก ❍ ปานกลาง

❍ น้อย ❍ ไม่มีเลย

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน

1. สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชนของท่าน

❍ แม่น้ำ/คลอง คิดเป็นร้อยละ_____

❍ น้ำประปา คิดเป็นร้อยละ_____

❍ น้ำฝน คิดเป็นร้อยละ_____

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____คิดเป็นร้อยละ_____

2. สัดส่วนของการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชนของท่าน

❍ บริโภค (ดื่ม/ทำอาหาร) คิดเป็นร้อยละ_____

❍ อุปโภค (อาบ/ซัก/ล้าง) คิดเป็นร้อยละ_____

❍ รดน้ำต้นไม้ คิดเป็นร้อยละ_____

❍ เกษตรกรรม (เพาะปลูก) คิดเป็นร้อยละ_____

❍ ปศุสัตว์ (เลี้ยงสัตว์) คิดเป็นร้อยละ_____

❍ การประมง คิดเป็นร้อยละ_____

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____คิดเป็นร้อยละ_____

ส่วนที่ 3 ความต้องการด้านเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

1. โปรดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนจากมากไปหาน้อย (3 ลำดับแรก)

(____) ปัญหาดินไม่อุดมสมบูรณ์ (____) ปัญหาขยะมูลฝอย

(____) ปัญหาน้ำเสีย (____) ปัญหาน้ำท่วมขัง

(____) ปัญหาอุทกภัย (น้ำท่วม) (____) ปัญหามลพิษทางเสียง (เสียงดังรบกวน ฯลฯ)

(____) ปัญหามลพิษทางอากาศ เช่น ควันไฟ กลิ่นเหม็นรบกวน เป็นต้น

(____) อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

2. ปัญหาน้ำเสียในชุมชนของท่านเป็นอย่างไร

❍ มีสีดำ ❍ มีกลิ่นเน่าเหม็น ❍ มีขยะ/วัชพืช

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

3. กิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำเสียในชุมชนของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❍ การอาบน้ำ ❍ การทำครัว (ล้างผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ฯลฯ)

❍ การใช้ในห้องน้ำ ❍ การซักล้าง (ล้างจาน ซักผ้า ฯลฯ)

❍ การเกษตรกรรม (รดน้ำพืชไร่/พืชสวน ฯลฯ)

❍ การปศุสัตว์ (ล้างมูลสัตว์ ล้างคอกสัตว์ ฯลฯ)

❍ การผลิตในโรงงาน

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

4. โปรดเรียงกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำเสียในชุมชนของท่านในข้อ 3 ตามลำดับจากมากไปหาน้อย (5 ลำดับแรก)

(_____) การอาบน้ำ

(_____) การซักล้าง เช่น ล้างจาน ซักผ้า ล้างรถ ทำความสะอาดบ้านเรือน เป็นต้น

(_____) การทำครัว เช่น ล้างผัก-ผลไม้ ล้างเนื้อสัตว์ เป็นต้น

(_____) การใช้ในห้องน้ำ

(_____) การเกษตรกรรม เช่น รดน้ำพืชไร่/พืชสวน เป็นต้น

(_____) การปศุสัตว์ เช่น ล้างมูลสัตว์ เป็นต้น

(_____) การผลิตในโรงงาน

(_____) อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

5. ปริมาณน้ำทิ้งในชุมชน (โดยประมาณ) _____ ลิตรต่อวัน

6. ชุมชนของท่านมีแหล่งรองรับน้ำเสียหรือไม่

❍ มี ❍ ไม่มี

7. ชุมชนของท่านมีการกำหนดกฎ ระเบียบ มาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนหรือไม่ อย่างไร

❍ มี (โปรดระบุรายละเอียด)_____

❍ ไม่มี (โปรดระบุเหตุผล)_____

8. ชุมชนของท่านมีนโยบาย/แผน/โครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียหรือไม่ อย่างไร

❍ มี (โปรดระบุรายละเอียด)_____

❍ ไม่มี (โปรดระบุเหตุผล)_____

9. ชุมชนของท่านมีการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการดำเนินการตามแผนการบริหารจัดการน้ำเสียหรือไม่ อย่างไร

❍ มี (โปรดระบุรายละเอียด)_____

❍ ไม่มี (โปรดระบุเหตุผล)_____

10. ชุมชนของท่านได้รับการจัดสรรงบประมาณในการดำเนินการบริหารจัดการน้ำเสียหรือไม่ อย่างไร

❍ ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณ

❍ ได้รับการจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอ

❍ ได้รับการจัดสรรงบประมาณแต่ไม่เพียงพอ เพราะ_____

11. ประชาชนในชุมชนของท่านมีความตระหนักและให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร

❍ มี (โปรดระบุรายละเอียด)_____

❍ ไม่มี (โปรดระบุเหตุผล)_____

12. ประชาชนในชุมชนของท่านให้ความร่วมมือและเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนหรือไม่ อย่างไร

❍ มี (โปรดระบุรายละเอียด)_____

❍ ไม่มี (โปรดระบุเหตุผล)_____

13. ท่านคิดว่าปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านคืออะไร เพราะเหตุใด (อาทิเช่น นโยบายต่าง ๆ การสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน การให้ความร่วมมือของประชาชนในชุมชน การอบรมให้ความรู้แก่ประชาชนในชุมชน การมุ่งมั่นและทุ่มเทของผู้นำชุมชนในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียในชุมชนอย่างจริงจัง ฯลฯ)

_____

_____

14. ปัจจุบันวิธีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของท่านเป็นอย่างไร (ระบบที่ใช้บำบัด การทำงานของระบบ กระบวนการบำบัดน้ำเสีย ฯลฯ)

_____

_____

15. ท่านมีความพึงพอใจในผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านในปัจจุบันระดับใด

❍ พอใจมาก ❍ พอใจน้อย ❍ เฉย ๆ ❍ ไม่พอใจ

16. การบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านในปัจจุบัน พบปัญหาหรืออุปสรรคหรือไม่ อย่างไร

❍ ไม่พบ

❍ พบ (กรุณาระบุรายละเอียดในข้อ 17)

17. ปัญหาหรืออุปสรรคที่ท่านพบในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านในปัจจุบัน

ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ	ระดับความรุนแรงของปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ					ระดับความต้องการการป้องกันหรือแก้ไขปัญหา					วิธีการป้องกัน/แก้ไขปัญหาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีปัญหา	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ต้องการ	
1. ด้านตัวระบบบำบัด - ใช้งานยาก											
- ดูแลรักษายาก											
- เกิดการรั่วซึม											
2. ด้านประสิทธิภาพของระบบบำบัด - มีขีดความสามารถต่ำ											
- ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้											
- ระบบการวางท่อไม่ดี											
3. ด้านการบริหารจัดการ - ที่ดินรองรับระบบไม่เหมาะสม											
- งบประมาณไม่เพียงพอ											
- บุคลากรผู้ดูแลระบบขาดความรู้											
- ผู้นำชุมชนขาดความรู้											
- ไม่มีการสื่อสารกับคนในชุมชน											

ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ	ระดับความรุนแรงของปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ					ระดับความต้องการการป้องกันหรือแก้ไขปัญหา					วิธีการป้องกัน/แก้ไขปัญหาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีปัญหา	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ต้องการ	
- ไม่ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง											
- ไม่สามารถเปิดใช้งานได้อย่างเต็มที่											
4. ด้านอื่น ๆ - ครัวเรือนในชุมชนมีความหนาแน่นสูง											
- ไม่สามารถใช้ระบบบำบัดน้ำเสียได้กับทุกครัวเรือน											
- ประชาชนในชุมชนไม่มีส่วนร่วม											
- _____											
- _____											
- _____											
- _____											

18. ท่านมีข้อเสนอแนะในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านให้ประสบความสำเร็จอย่างไร

_____

_____

ส่วนที่ 4 ความต้องการด้านการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน

1. หากมีอุปกรณ์หรือวิธีการในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ท่านคิดว่าสนใจที่จะศึกษาข้อมูลหรือมีส่วนร่วมในการออกค่าใช่จ่ายต่าง ๆ หรือไม่ เพราะเหตุใด

_____

_____

2. หากอุปกรณ์หรือวิธีการในการบำบัดน้ำเสียในชุมชนสามารถบำบัดน้ำเสียสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่ ท่านจะใช้ประโยชน์จากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วอย่างไร (อาทิ ใช้ดื่มกิน ใช้ทำอาหาร ใช้ล้างภาชนะต่าง ๆ ใช้อาบ ใช้ทำความสะอาดบ้านเรือน ใช้รดน้ำต้นไม้ ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ)

_____

_____

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ชุดที่ ☐☐☐
สำหรับเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ ☐

แบบสอบถามครัวเรือนในชุมชน

การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย ในชุมชน

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียในชุมชน คณะผู้วิจัยขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามตามความคิดเห็นของท่าน ข้อมูลที่ได้จะถูกทำการวิเคราะห์และนำเสนอในภาพรวมเพื่อใช้ประโยชน์ในการวิจัยเชิงวิชาการเท่านั้น โดยจะไม่มีผลกระทบต่อท่านแต่ประการใด ทั้งนี้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ท่านตอบลงในแบบสอบถาม คณะผู้วิจัยจะเก็บไว้เป็นความลับและใช้ในการวิจัยนี้เท่านั้น

แบบสอบถามชุดนี้มี 9 หน้า แบ่งเป็น 7 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือน

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 5 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ส่วนที่ 7 ความคิดเห็นด้านอื่น

คณะผู้วิจัยขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามนี้ให้ครบถ้วนและขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

❍ ชาย ❍ หญิง

2. อายุ

❍ ไม่เกิน 20 ปี ❍ 21 – 30 ปี ❍ 31 – 40 ปี
❍ 41 – 50 ปี ❍ 51 – 60 ปี ❍ มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

❍ ไม่ได้เรียนหนังสือ ❍ ประถมศึกษา ❍ มัธยมศึกษาตอนต้น
❍ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ❍ ปวส./อนุปริญญา ❍ ปริญญาตรี
❍ ปริญญาโท ❍ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

❍ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ❍ พนักงานบริษัทเอกชน ❍ ค้าขาย
❍ เกษตรกร ❍ รับจ้างทั่วไป/อาชีพอิสระ ❍ ไม่ได้ประกอบอาชีพ
❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

5. รายได้ครัวเรือน (บาทต่อเดือน)

❍ ไม่เกิน 10,000 ❍ 10,001 – 15,000 ❍ 15,001 – 20,000
❍ 20,001 – 30,000 ❍ 30,001 – 40,000 ❍ 40,000 – 50,000
❍ 50,001 – 60,000 ❍ 60,001 – 70,000 ❍ 70,001 – 80,000
❍ 80,001 – 90,000 ❍ 90,001 – 100,000 ❍ มากกว่า 100,000

6. จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่อยู่อาศัยจริงในปัจจุบัน _____ คน

7. ที่ตั้งของครัวเรือน

❍ ติดกับแหล่งน้ำ ❍ ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร
❍ ห่างแหล่งน้ำมากกว่า 100 เมตร

8. ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชน

❍ ไม่เกิน 2 ปี ❍ 3 – 5 ปี ❍ 6 – 10 ปี
❍ 11 – 15 ปี ❍ 16 – 20 ปี ❍ มากกว่า 20 ปี

9. การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน

❍ ที่อยู่อาศัยเท่านั้น ❍ ร้านค้า ❍ ร้านอาหาร
❍ หอพัก/โรงแรม ❍ เกษตรกรรม ❍ ปศุสัตว์
❍ โรงงาน ❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

10. บทบาท/ตำแหน่งหน้าที่ในชุมชน

❍ ผู้นำชุมชน เช่น สมาชิก อบต. กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน เป็นต้น
❍ ประธานกลุ่มต่าง ๆ เช่น ประธานกองทุน ประธานชมรม เป็นต้น
❍ ไม่มีตำแหน่งในชุมชน เป็นเพียงประชาชนในชุมชนเท่านั้น
❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้แหล่งน้ำของครัวเรือนในชุมชน

1. ครัวเรือนของท่านใช้น้ำจากแหล่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❍ แม่น้ำ/คลอง ❍ น้ำประปา ❍ น้ำฝน
❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

2. ครัวเรือนของท่านใช้ประโยชน์จากแม่น้ำมากน้อยเพียงใด

การใช้ประโยชน์จากแม่น้ำของครัวเรือน	ปริมาณการใช้			
	ทุกครั้ง	บ่อย ครั้ง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
1. ดื่ม				
2. ทำอาหาร				
3. อาบ				
4. ล้างภาชนะ				
5. ทำความสะอาดบ้านเรือน				
6. ล้างรถ				
7. ซักผ้า				
8. ใช้ในห้องน้ำ				
9. รดน้ำต้นไม้				
10. เลี้ยงสัตว์				
11. การผลิตในโรงงาน				
12. อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____				

3. กิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือนของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❍ การอาบน้ำ ❍ การทำครัว (ล้างผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ฯลฯ)

❍ การใช้ในห้องน้ำ ❍ การซักล้าง (ล้างจาน ซักผ้า ฯลฯ)

❍ การเกษตรกรรม (รดน้ำพืชไร่/พืชสวน ฯลฯ)

❍ การปศุสัตว์ (ล้างมูลสัตว์ ล้างคอกสัตว์ ฯลฯ)

❍ การผลิตในโรงงาน

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

4. โปรดเรียงกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำเสียในครัวเรือนของท่านในข้อ 3 ตามลำดับจากมากไปหาน้อย (5 ลำดับแรก)

(_____) การอาบน้ำ

(_____) การซักล้าง เช่น ล้างจาน ซักผ้า ล้างรถ ทำความสะอาดบ้านเรือน เป็นต้น

(_____) การทำครัว เช่น ล้างผัก-ผลไม้ ล้างเนื้อสัตว์ เป็นต้น

(_____) การใช้ในห้องน้ำ

(_____) การเกษตรกรรม เช่น รดน้ำพืชไร่/พืชสวน เป็นต้น

(_____) การปศุสัตว์ เช่น ล้างมูลสัตว์ เป็นต้น

(_____) การผลิตในโรงงาน

(_____) อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือน

1. ท่านมีพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือนอย่างไร

วิธีการปฏิบัติ	จำนวนครั้งที่ปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
1. การเลือกใช้สบู่หรือน้ำยาซักล้างที่มีสารเคมีน้อย				
2. การกำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือน 2.1 ทิ้งลงถังขยะของเทศบาล				
2.2 ทิ้งตามที่ต่าง ๆ				
2.3 ทิ้งลงแม่น้ำ				
2.4 เผา				
2.5 ฝัง				
2.6 อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____				

วิธีการปฏิบัติ	จำนวนครั้งที่ปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
3. การระบายน้ำทิ้ง/น้ำเสียจากครัวเรือน 3.1 ปล่อยลงท่อของเทศบาล				
3.2 ปล่อยลงแม่น้ำ				
3.3 ปล่อยลงพื้นดิน				
3.4 อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____				
4. การบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง 4.1 ไม่มีการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย				
4.2 ตะแกรงแยกเศษอาหาร/ขยะ				
4.3 ถังดักไขมัน				
4.4 บ่อเกรอะ/บ่อซึม				
4.5 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป				
4.6 อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____				
5. การตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำและดำเนินการแก้ไขทันทีที่พบปัญหา				
6. การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่				
7. อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____				

2. ท่านได้ใช้งานตัวดักไขมันที่ติดตั้งโดยเทศบาล/องค์การบริหารส่วนตำบลในการบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนของท่านหรือไม่ เพราะเหตุใด

❍ ใช้ เพราะ_____

❍ ไม่ใช้ เพราะ_____

3. ท่านพบปัญหาจากการใช้งานตัวดักไขมันที่ติดตั้งโดยเทศบาล/องค์การบริหารส่วนตำบลในการบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนของท่านหรือไม่ อย่างไร

❍ ไม่พบ

❍ พบ (โปรดระบุปัญหาที่พบ)_____

4. ท่านคิดว่าการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือนก่อนระบายทิ้งมีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

❍ สำคัญ เพราะ_____

❍ ไม่สำคัญ เพราะ_____

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในชุมชน

1. ปัญหาน้ำเสียในชุมชนของท่านเป็นอย่างไร

❍ มีสีดำ ❍ มีกลิ่นเน่าเหม็น ❍ มีขยะ/วัชพืช

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

2. ปริมาณน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือนของท่าน _____ ลิตรต่อวัน

3. ท่านได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียจากแหล่งใด

❍ โทรทัศน์ ❍ วิทยุ ❍ หนังสือพิมพ์

❍ โปสเตอร์ ❍ เสียงตามสายของชุมชน ❍ เพื่อนบ้านในชุมชน

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

4. ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียที่ได้รับ

❍ สนใจ ❍ เฉย ๆ ❍ ไม่สนใจ

❍ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

5. ท่านมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียมากน้อยเพียงใด

กิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย	จำนวนครั้งในการมีส่วนร่วม			
	ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
1. เข้าร่วมประชุมเพื่อรับทราบถึงปัญหา นโยบาย และโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย				
2. เข้าร่วมเป็นสมาชิกหรือตัวแทนกลุ่มเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย				
3. มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล แสดงความคิดเห็น ร่วมตัดสินใจ ร่วมดำเนินการ และร่วมติดตามประเมินผลการบริหารจัดการน้ำทิ้ง/น้ำเสีย				
4. เข้าร่วมกิจกรรมการปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม				
5. เข้าร่วมกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่				
6. เข้าร่วมกิจกรรมการอบรมให้ความรู้และให้คำปรึกษาด้านการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือน				
7. เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการรุกล้ำแม่น้ำ				
8. อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____				

ส่วนที่ 5 ความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

ความต้องการ	ระดับความต้องการ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย					
2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย					
3. การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน					
4. การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย					
5. การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่					
6. ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ					
7. การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ					
8. บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ					
9. อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____					

ส่วนที่ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน

1. หากในอนาคตมีเทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิมที่ชุมชนของท่านใช้อยู่ ท่านมีความสนใจหรือไม่ เพราะเหตุใด

   ❍ สนใจ เพราะ_____

   ❍ ไม่สนใจ เพราะ_____

2. ปัจจัยดังต่อไปนี้มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของท่านอยู่ในระดับใด

ปัจจัย	**ระดับความสำคัญ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1. ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย					
2. ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน					
3. ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย					
4. ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย					
5. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถใช้งานง่ายและสะดวก					
6. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย					

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
7. ผู้ผลิต/ผู้จำหน่ายเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียถ่ายทอดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน และเข้าใจง่าย					
8. คุณภาพของน้ำหลังจากผ่านการบำบัดน้ำเสีย 8.1 ปราศจากขยะ น้ำใส ไม่มีกลิ่น และไม่มีวัชพืช					
8.2 ปรับปรุงภูมิทัศน์ริมฝั่งคลองให้สวยงาม เป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ					
8.3 นำกลับมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (เพาะปลูก)					
8.4 นำกลับมาใช้ประโยชน์ทางการปศุสัตว์ (เลี้ยงสัตว์)					
8.5 ใช้เป็นแหล่งอนุบาลหรือเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ/ทำการประมงได้					
8.6 นำกลับมาใช้อุปโภคภายในครัวเรือน เช่น อาบน้ำ ซักผ้า ล้างภาชนะ ทำความสะอาดบ้านเรือน เป็นต้น					
8.7 นำกลับมาใช้บริโภคภายในครัวเรือน เช่น ดื่ม ทำอาหาร เป็นต้น					
9. อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____					

ส่วนที่ 7 ความคิดเห็นด้านอื่น

1. ท่านมีความพึงพอใจในผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านในปัจจุบันระดับใด
   ❍ พอใจมาก ❍ พอใจน้อย ❍ เฉย ๆ ❍ ไม่พอใจ
2. การบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่าน พบปัญหาหรืออุปสรรคหรือไม่ อย่างไร
   ❍ ไม่พบ
   ❍ พบ (โปรดระบุปัญหาที่พบ)_____
3. ท่านมีข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชนของท่านอย่างไร
   _____
   _____

4. โปรดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนจากมากไปหาน้อย (3 ลำดับแรก)

(____) ปัญหาดินไม่อุดมสมบูรณ์ (____) ปัญหาขยะมูลฝอย

(____) ปัญหาน้ำเสีย (____) ปัญหาน้ำท่วมขัง

(____) ปัญหาอุทกภัย (น้ำท่วม) (____) ปัญหามลพิษทางเสียง (เสียงดังรบกวน ฯลฯ)

(____) ปัญหามลพิษทางอากาศ เช่น ควันไฟ กลิ่นเหม็นรบกวน เป็นต้น

(____) อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ภาคผนวก ข

ตารางผลการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	81	28.83
- หญิง	200	71.17
รวม	281	100.00
2. อายุ		
- ไม่เกิน 20 ปี	-	-
- 21 – 30 ปี	14	4.98
- 31 – 40 ปี	36	12.81
- 41 – 50 ปี	47	16.73
- 51 – 60 ปี	88	31.32
- มากกว่า 60 ปี	96	34.16
รวม	281	100.00
3. การศึกษา		
- ไม่ได้เรียนหนังสือ	7	2.49
- ประถมศึกษา	79	28.12
- มัธยมศึกษาตอนต้น	45	16.01
- มัธยมศึกษาตอนปลายหรือ ปวช.	60	21.35
- ปวส. หรืออนุปริญญา	20	7.12
- ปริญญาตรี	62	22.06
- ปริญญาโท	8	2.85
- ปริญญาเอก	-	-
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
4. อาชีพ		
- ข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจ	43	15.30
- พนักงานบริษัทเอกชน	44	15.66
- ค้าขาย	27	9.61
- เกษตรกร	4	1.42
- รับจ้างทั่วไปหรืออาชีพอิสระ	71	25.27
- ไม่ได้ประกอบอาชีพ	88	31.32
- อื่น ๆ	4	1.42
รวม	281	100.00
5. รายได้ครัวเรือน (บาทต่อเดือน)		
- ไม่เกิน 10,000	87	30.96
- 10,001 – 15,000	90	32.03
- 15,001 – 20,000	28	9.96
- 20,001 – 30,000	34	12.10
- 30,001 – 40,000	27	9.61
- 40,001 – 50,000	8	2.85
- 50,001 – 60,000	1	0.35
- 60,001 – 70,000	-	-
- 70,001 – 80,000	-	-
- 80,001 – 90,000	-	-
- 90,001 – 100,000	6	2.14
- มากกว่า 100,000	-	-
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
6. จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่อยู่อาศัยจริงในปัจจุบัน		
- 1 – 2 คน	98	34.88
- 3 – 5 คน	161	57.29
- 6 – 10 คน	19	6.76
- มากกว่า 10 คน	3	1.07
รวม	281	100.00
7. ที่ตั้งของครัวเรือน		
- ติดกับแหล่งน้ำ	114	40.57
- ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร	89	31.67
- ห่างแหล่งน้ำมากกว่า 100 เมตร	78	27.76
รวม	281	100.00
8. ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชน		
- ไม่เกิน 2 ปี	6	2.14
- 3 – 5 ปี	17	6.05
- 6 – 10 ปี	31	11.03
- 11 – 15 ปี	15	5.34
- 16 – 20 ปี	34	12.10
- มากกว่า 20 ปี	178	63.34
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
9. การใช้ประโยชน์ในที่ดินของครัวเรือน		
- ที่อยู่อาศัยเท่านั้น	244	86.83
- ร้านค้า	16	5.69
- ร้านอาหาร	14	4.98
- หอพักหรือโรงแรม	1	0.36
- เกษตรกรรม	6	2.14
- ปศุสัตว์	-	-
- โรงงาน	-	-
- อื่น ๆ	-	-
รวม	281	100.00
10. บทบาทหรือตำแหน่งหน้าที่ในชุมชน		
- ผู้นำชุมชน เช่น สมาชิก อบต. กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน เป็นต้น	6	2.14
- ประธานกลุ่มต่าง ๆ เช่น ประธานกองทุน ประธานชมรม เป็นต้น	1	0.35
- ไม่มีตำแหน่งในชุมชน เป็นเพียงประชาชนในชุมชนเท่านั้น	268	95.37
- อื่น ๆ	6	2.14
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามแหล่งน้ำที่ครัวเรือนใช้ประโยชน์

พฤติกรรม	ความถี่	ร้อยละ
1. แม่น้ำ/คลอง	37	11.75
2. น้ำประปา	275	87.30
3. น้ำฝน	2	0.63
4. อื่น ๆ	1	0.32
รวม	315	100.00

ตารางแสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำ/คลองของครัวเรือน

n = 281

การใช้ประโยชน์	ความถี่ตามการใช้ประโยชน์				Mean	S.D.	ระดับการใช้
	ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	ปานกลาง	น้อยครั้ง			
	(4)	(3)	(2)	(1)			
1. ดื่ม	10 (3.56)	1 (0.36)	3 (1.07)	267 (95.01)	1.12	0.575	น้อยครั้ง
2. ทำอาหาร	10 (3.56)	2 (0.71)	6 (2.14)	263 (93.59)	1.14	0.593	น้อยครั้ง
3. อาบ	17 (6.05)	21 (7.47)	75 (26.69)	168 (59.79)	1.60	0.869	น้อยครั้ง
4. ล้างภาชนะ	18 (6.41)	18 (6.41)	38 (13.52)	207 (73.66)	1.46	0.874	น้อยครั้ง
5. ทำความสะอาดบ้านเรือน	18 (6.41)	22 (7.83)	61 (21.71)	180 (64.05)	1.57	0.888	น้อยครั้ง
6. ล้างรถ	13 (4.63)	2 (0.71)	15 (5.34)	251 (89.32)	1.21	0.676	น้อยครั้ง
7. ซักผ้า	23 (8.19)	21 (7.47)	38 (13.52)	199 (70.82)	1.53	0.954	น้อยครั้ง
8. ใช้ในห้องน้ำ	4 (1.42)	8 (2.85)	32 (11.39)	237 (84.34)	1.21	0.558	น้อยครั้ง
9. รดน้ำต้นไม้	15 (5.34)	6 (2.14)	50 (17.79)	210 (74.73)	1.31	0.775	น้อยครั้ง
10. เลี้ยงสัตว์	0 (0.00)	2 (0.71)	2 (0.71)	277 (98.58)	1.02	0.188	น้อยครั้ง
11. การผลิตในโรงงาน	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.71)	279 (99.29)	1.01	0.084	น้อยครั้ง
12. อื่น ๆ	2 (0.71)	0 (0.00)	3 (1.07)	276 (98.22)	1.03	0.272	น้อยครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำทิ้งในครัวเรือน

พฤติกรรม	ความถี่	ร้อยละ
1. การอาบน้ำ	264	26.02
2. การทำครัว	241	23.74
3. การใช้ในห้องน้ำ	231	22.76
4. การซักล้าง	248	24.43
5. การเกษตรกรรม	18	1.77
6. การปศุสัตว์	13	1.28
7. การผลิตในโรงงาน	0	-
8. อื่น ๆ	0	-
รวม	1,015	100.00

ตารางแสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือน

n = 281

	พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง	ความถี่ตามระดับการปฏิบัติ				Mean	S.D.	ระดับการปฏิบัติ
		ทุกครั้ง (4)	บ่อยครั้ง (3)	ปานกลาง (2)	น้อยครั้ง (1)			
1.	การเลือกใช้สบู่หรือน้ำยาซักล้างที่มีสารเคมีน้อย	23 (8.19)	45 (16.01)	102 (36.30)	111 (39.50)	1.93	0.938	ปานกลาง
2.	การกำจัดขยะมูลฝอย							
	2.1 ทิ้งลงถังขยะของเทศบาล	187 (66.55)	34 (12.10)	51 (18.15)	9 (3.20)	3.42	0.895	ทุกครั้ง
	2.2 ทิ้งตามที่ต่าง ๆ	2 (0.71)	6 (2.14)	95 (33.81)	178 (63.34)	1.40	0.572	น้อยครั้ง
	2.3 ทิ้งลงแม่น้ำ	2 (0.71)	4 (1.42)	36 (12.81)	241 (85.06)	1.16	0.401	น้อยครั้ง
	2.4 เผา	0 (0.00)	0 (0.00)	36 (12.81)	245 (87.19)	1.13	0.335	น้อยครั้ง
	2.5 ฝัง	0 (0.00)	0 (0.00)	22 (7.83)	259 (92.17)	1.08	0.269	น้อยครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับพฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือน (ต่อ)

n = 281

	พฤติกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง	ความถี่ตามระดับการปฏิบัติ				Mean	S.D.	ระดับการปฏิบัติ
		ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	ปานกลาง	น้อยครั้ง			
		(4)	(3)	(2)	(1)			
3.	การระบายน้ำทิ้งจากครัวเรือน							
	3.1 ปล่อยลงท่อของเทศบาล	60 (21.35)	6 (2.14)	5 (1.78)	210 (74.73)	1.70	1.241	น้อยครั้ง
	3.2 ปล่อยลงแม่น้ำ/คลอง	23 (8.19)	17 (6.05)	41 (14.59)	200 (71.17)	1.51	0.930	น้อยครั้ง
	3.3 ปล่อยลงพื้นดิน	52 (18.51)	101 (35.93)	64 (22.78)	64 (22.78)	2.50	1.039	ปานกลาง
	3.4 อื่น ๆ	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.71)	279 (99.29)	1.01	0.084	น้อยครั้ง
4.	การบำบัดน้ำทิ้งก่อนระบายทิ้ง							
	4.1 มีการบำบัดน้ำทิ้งก่อนระบายทิ้ง	202 (71.89)	28 (9.96)	23 (8.19)	28 (9.96)	1.56	1.006	น้อยครั้ง
	4.2 ตะแกรงแยกเศษอาหาร	92 (32.74)	11 (3.91)	14 (4.98)	164 (58.37)	2.11	1.388	ปานกลาง
	4.3 ถังดักไขมัน	34 (12.10)	1 (0.36)	6 (2.14)	240 (85.40)	1.39	0.987	น้อยครั้ง
	4.4 บ่อเกรอะ/บ่อซึม	9 (3.20)	9 (3.20)	5 (1.78)	258 (91.82)	1.18	0.636	น้อยครั้ง
	4.5 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป	12 (4.27)	0 (0.00)	2 (0.71)	267 (95.02)	1.14	0.612	น้อยครั้ง
5.	การตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำและดำเนินการแก้ไขทันที	92 (32.74)	35 (12.46)	49 (17.44)	105 (37.36)	2.41	1.284	ปานกลาง
6.	การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่	10 (3.56)	10 (3.56)	61 (27.71)	200 (71.17)	1.40	0.725	น้อยครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล

การใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล		
- ใช้	43	15.30
- ไม่ใช้	238	84.70
รวม	281	100.00
2. ปัญหาการใช้งานตัวดักไขมันขององค์การบริหารส่วนตำบล		
- พบ	117	41.64
- ไม่พบ	66	23.49
- ไม่แสดงความคิดเห็น	98	34.87
รวม	281	100.00

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความสำคัญของการบำบัดน้ำทิ้งในครัวเรือนก่อนระบายทิ้ง

การใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ
1. สำคัญ	261	92.88
2. ไม่สำคัญ	20	7.12
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามพฤติกรรมของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้งในชุมชน

การใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ
1. ปัญหาน้ำเสียในชุมชน		
- มีสีดำ	130	37.57
- มีกลิ่นเน่าเหม็น	76	21.96
- มีขยะ/วัชพืช	138	39.88
- อื่น ๆ	2	0.59
รวม	346	100.00
2. แหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย		
- โทรทัศน์	186	42.09
- วิทยุ	37	8.37
- หนังสือพิมพ์	34	7.69
- โปสเตอร์	8	1.81
- เสียงตามสายของชุมชน	108	24.43
- เพื่อนบ้านในชุมชน	69	15.61
รวม	442	100.00
3. ความรู้สึกที่มีต่อข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย		
- สนใจ	118	41.99
- เฉย ๆ	155	55.16
- ไม่สนใจ	5	1.78
- อื่น ๆ	3	1.07
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียของครัวเรือน

n = 281

กิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย	ความถี่ตามระดับการมีส่วนร่วม				Mean	S.D.	ระดับการมีส่วนร่วม
	ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	ปานกลาง	น้อยครั้ง			
1. ประชุมรับทราบปัญหา นโยบายและโครงการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสีย	28 (9.96)	23 (8.19)	69 (24.56)	161 (57.29)	1.71	0.986	ไม่เคย
2. เป็นสมาชิกหรือตัวแทนกลุ่มเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	23 (8.19)	9 (3.20)	36 (12.81)	213 (75.80)	1.44	0.897	ไม่เคย
3. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและบริหารจัดการน้ำทิ้ง/น้ำเสีย	32 (11.39)	18 (6.41)	25 (8.90)	206 (73.30)	1.56	1.030	ไม่เคย
4. ร่วมกิจกรรมการปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	33 (11.74)	14 (4.98)	52 (18.51)	182 (64.77)	1.64	1.019	ไม่เคย
5. ร่วมกิจกรรมการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่	21 (7.47)	6 (2.14)	30 (10.68)	224 (79.71)	1.37	0.853	ไม่เคย
6. เข้าอบรมด้านการบำบัดน้ำทิ้ง/น้ำเสียในครัวเรือน	26 (9.25)	16 (5.69)	57 (20.28)	182 (64.78)	1.59	0.956	ไม่เคย
7. เป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการรุกล้ำแม่น้ำ	23 (8.19)	2 (0.71)	25 (8.90)	231 (82.20)	1.35	0.857	ไม่เคย

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้งาน	**ความถี่**	**ร้อยละ**
1. เทคโนโลยีหรือระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดีกว่าระบบเดิม		
- สนใจ	204	72.60
- ไม่สนใจ	77	27.40
รวม	281	100.00

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

การใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ
2. ความคิดเห็นที่มีต่อการมีส่วนร่วมในการจ่ายค่าบำบัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชน		
- เห็นด้วย	94	33.45
- ไม่เห็นด้วย	181	64.41
- ไม่แสดงความคิดเห็น	6	2.14
รวม	281	100.00
3. ค่าบำบัดน้ำเสียที่พึงพอใจที่จะจ่ายมากที่สุดสำหรับการใช้น้ำปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร (เท่ากับ 1,000 ลิตร)		
- 4 บาท	63	22.42
- 6 บาท	46	16.37
- 8 บาท	17	6.05
- 10 บาท	5	1.78
- 12 บาท	1	0.36
- ไม่แสดงความคิดเห็น	149	53.02
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

n = 281

ปัญหาสิ่งแวดล้อม	อันดับ 1		อันดับ 2		อันดับ 3	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ปัญหาดินไม่อุดมสมบูรณ์	4	1.42	6	2.14	10	3.56
ปัญหาขยะมูลฝอย	142	50.54	44	15.66	29	10.32
ปัญหาน้ำเสีย	11	3.91	46	16.37	87	30.96
ปัญหาน้ำท่วมขัง	54	19.22	108	38.42	46	16.37

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน (ต่อ)

n = 281

ปัญหาสิ่งแวดล้อม	อันดับ 1		อันดับ 2		อันดับ 3	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ปัญหาอุทกภัย (น้ำท่วม)	52	18.51	23	8.19	8	2.85
ปัญหามลพิษทางเสียง	7	2.49	8	2.85	46	16.37
ปัญหามลพิษทางอากาศ	9	3.20	18	6.41	12	4.27
ไม่ตอบ	2	0.71	28	9.96	43	15.30

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามการส่งเสริมให้ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การใช้งาน	**ความถี่**	**ร้อยละ**
1. ส่งเสริม	226	80.43
2. ไม่ส่งเสริม	55	19.57
รวม	281	100.00

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความพึงพอใจในผลการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน

การใช้งาน	**ความถี่**	**ร้อยละ**
1. พอใจมาก	34	12.10
2. พอใจน้อย	89	31.67
3. เฉย ๆ	157	55.87
4. ไม่พอใจ	1	0.36
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามปัญหาหรืออุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำเสียในชุมชน

การใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ
1. พบ	191	67.97
2. ไม่พบ	85	30.25
3. ไม่แสดงความคิดเห็น	5	1.78
รวม	281	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามเพศของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
			t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	.985	.322	0.062	279	0.951	0.008	0.134	-0.256	0.272
			0.059	136.478	0.953	0.008	0.140	-0.268	0.285
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	.571	.450	-0.476	279	0.635	-0.058	0.123	-0.300	0.183
			-0.490	158.341	0.625	-0.058	0.119	-0.294	0.177
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	.081	.776	-0.679	279	0.497	-0.097	0.143	-0.378	0.184
			-0.682	149.376	0.496	-0.097	0.142	-0.378	0.184
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	.000	.993	0.123	279	0.902	0.018	0.148	-0.274	0.310
			0.126	154.700	0.900	0.018	0.145	-0.269	0.305
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	.034	.854	-1.423	279	0.156	-0.192	0.135	-0.457	0.074
			-1.392	141.514	0.166	-0.192	0.138	-0.464	0.081
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	1.257	.263	-1.510	279	0.132	-0.224	0.148	-0.516	0.068
			-1.488	143.683	0.139	-0.224	0.150	-0.521	0.073
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	.413	.521	-1.044	279	0.297	-0.156	0.149	-0.450	0.138
			-1.030	144.068	0.305	-0.156	0.151	-0.455	0.143

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามเพศของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
			t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	.374	.541	-1.366	279	0.173	-0.217	0.159	-0.529	0.096
			-1.359	146.507	0.176	-0.217	0.159	-0.532	0.098

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามเพศ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ในทุกปัจจัย หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอายุของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	.304 289.411 289.715	4 276 280	0.076 1.049	0.072	0.990
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	2.299 240.819 243.117	4 276 280	0.575 0.873	0.659	0.621
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	4.538 324.174 328.712	4 276 280	1.134 1.175	0.966	0.427
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	1.745 351.686 353.431	4 276 280	0.436 1.274	0.342	0.849
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	4.035 289.958 293.993	4 276 280	1.009 1.051	0.960	0.430
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	.985 355.656 356.641	4 276 280	0.246 1.289	0.191	0.943
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	4.824 355.788 360.612	4 276 280	1.206 1.289	0.936	0.444
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	7.027 400.097 407.125	4 276 280	1.757 1.450	1.212	0.306

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอายุ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ในทุกปัจจัย หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	11.496 278.219 289.715	6 274 280	1.916 1.015	1.887	0.083
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	7.926 235.191 243.117	6 274 280	1.321 0.858	1.539	0.165
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	11.129 317.582 328.712	6 274 280	1.855 1.159	1.600	0.147
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	17.341 336.090 353.431	6 274 280	2.890 1.227	2.356	0.031
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	7.882 286.111 293.993	6 274 280	1.314 1.044	1.258	0.277
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	9.370 347.271 356.641	6 274 280	1.562 1.267	1.232	0.290
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	12.986 347.626 360.612	6 274 280	2.164 1.269	1.706	0.120
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	7.964 399.161 407.125	6 274 280	1.327 1.457	0.911	0.487

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการศึกษา ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ที่ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.031 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทต้องการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาในระดับอื่น

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	6.605	6	1.101	1.065	0.384
	283.111	274	1.033		
	289.715	280			
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	4.233	6	0.705	0.809	0.564
	238.885	274	0.872		
	243.117	280			
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	2.796	6	0.466	0.392	0.884
	325.915	274	1.189		
	328.712	280			
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	5.076	6	0.846	0.665	0.678
	348.354	274	1.271		
	353.431	280			
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	9.038	6	1.506	1.448	0.196
	284.955	274	1.040		
	293.993	280			
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	10.916	6	1.819	1.442	0.199
	345.724	274	1.262		
	356.641	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	7.374	6	1.229	0.953	0.457
	353.238	274	1.289		
	360.612	280			
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	12.759	6	2.126	1.477	0.186
	394.366	274	1.439		
	407.125	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอาชีพ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ในทุกปัจจัย หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	20.705	7	2.958	3.002	0.005
	269.010	273	0.985		
	289.715	280			
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	25.375	7	3.625	4.545	0.000
	217.742	273	0.798		
	243.117	280			
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	30.220	7	4.317	3.948	0.000
	298.491	273	1.093		
	328.712	280			
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	19.616	7	2.802	2.292	0.028
	333.814	273	1.223		
	353.431	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	13.764	7	1.966	1.916	0.067
	280.229	273	1.026		
	293.993	280			
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	20.621	7	2.946	2.393	0.022
	336.020	273	1.231		
	356.641	280			
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	24.032	7	3.433	2.785	0.008
	336.581	273	1.233		
	360.612	280			
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	32.153	7	4.593	3.344	0.002
	374.972	273	1.374		
	407.125	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามรายได้ ได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 ในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ ที่ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.067 ซึ่งมากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้มากกว่า 40,000 บาทต่อเดือน จะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ไม่เกิน 40,000 บาทต่อเดือน ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มรายได้มีความต้องการให้มีการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	10.021	8	1.253	1.218	0.288
	279.694	272	1.028		
	289.715	280			
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	11.131	8	1.391	1.631	0.116
	231.987	272	0.853		
	243.117	280			
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	14.173	8	1.772	1.532	0.146
	314.538	272	1.156		
	328.712	280			
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	14.102	8	1.763	1.413	0.191
	339.328	272	1.248		
	353.431	280			
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	22.489	8	2.811	2.816	0.005
	271.503	272	0.998		
	293.993	280			
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	25.012	8	3.127	2.564	0.010
	331.629	272	1.219		
	356.641	280			
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	29.663	8	3.708	3.047	0.003
	330.949	272	1.217		
	360.612	280			
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	28.688	8	3.586	2.577	0.010
	378.436	272	1.391		
	407.125	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน และการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัด

น้ำเสียในชุมชนเรื่องข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน และการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ และบุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือน ได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ และบุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	3.703	2	1.852	1.800	0.167
	286.012	278	1.029		
	289.715	280			
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	5.761	2	2.880	3.374	0.036
	237.357	278	0.854		
	243.117	280			
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	10.767	2	5.383	4.707	0.010
	317.945	278	1.144		
	328.712	280			
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	9.533	2	4.767	3.853	00.022
	343.898	278	1.237		
	353.431	280			
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	4.403	2	2.202	2.114	.123
	289.590	278	1.042		
	293.993	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	11.848	2	5.924	4.776	0.009
	344.793	278	1.240		
	356.641	280			
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	10.261	2	5.130	4.071	0.018
	350.351	278	1.260		
	360.612	280			
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	15.342	2	7.671	5.443	0.005
	391.782	278	1.409		
	407.125	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือน ได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 ในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ ที่ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.167 และ 0.123 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร จะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ติดแหล่งน้ำและอยู่ห่างแหล่งน้ำมากกว่า 100 เมตร ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มที่ตั้งครัวเรือนมีความต้องการข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	13.495	5	2.699	2.687	0.022
	276.220	275	1.004		
	289.715	280			
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	20.385	5	4.077	5.034	0.000
	222.732	275	0.810		
	243.117	280			
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	23.951	5	4.790	4.322	0.001
	304.761	275	1.108		
	328.712	280			
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	12.138	5	2.428	1.956	0.085
	341.292	275	1.241		
	353.431	280			
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	2.890	5	0.578	0.546	0.741
	291.103	275	1.059		
	293.993	280			
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	29.443	5	5.889	4.949	0.000
	327.198	275	1.190		
	356.641	280			
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	25.607	5	5.121	4.204	0.001
	335.005	275	1.218		
	360.612	280			
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	34.600	5	6.920	5.108	0.000
	372.525	275	1.355		
	407.125	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษา ได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 ในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ ที่ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.085 และ 0.741 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันจะมีความต้องการ

ของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามากกว่า 20 ปี จะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาไม่เกิน 20 ปี ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามีความต้องการการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	14.105	4	3.526	3.531	0.008
	275.610	276	0.999		
	289.715	280			
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	10.059	4	2.515	2.978	0.020
	233.059	276	0.844		
	243.117	280			
การปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์แหล่งน้ำของคนในชุมชน	12.080	4	3.020	2.632	0.035
	316.632	276	1.147		
	328.712	280			
การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย	10.257	4	2.564	2.062	0.086
	343.173	276	1.243		
	353.431	280			
การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่	10.197	4	2.549	2.479	0.044
	283.796	276	1.028		
	293.993	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ	9.817	4	2.454	1.953	0.102
	346.823	276	1.257		
	356.641	280			
การบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ	8.733	4	2.183	1.712	0.147
	351.879	276	1.275		
	360.612	280			
บุคลากรด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรู้ความชำนาญ	16.828	4	4.207	2.975	0.020
	390.297	276	1.414		
	407.125	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 ในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ ที่ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.086, 0.102 และ 0.147 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเรื่องการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่อเป็นหอพัก/โรงแรมและเกษตรกรรมจะมีความต้องการของชุมชนเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเกือบทุกปัจจัย ยกเว้น การมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่ออยู่อาศัยและประกอบกิจการร้านค้าหรือร้านอาหาร ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความต้องการการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการด้านบำบัดน้ำเสียที่ดีและเป็นระบบ

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามเพศของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
			t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน	0.484	0.487	0.247	279	0.805	0.034	0.138	-0.238	0.306
			0.239	138.947	0.811	0.034	0.143	-0.248	0.316
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	0.832	0.363	0.561	279	0.575	0.072	0.128	-0.180	0.323
			0.554	144.103	0.580	0.072	0.129	-0.184	0.328
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	0.147	0.702	0.290	279	0.772	0.032	0.111	-0.186	0.251
			0.292	150.253	0.771	0.032	0.110	-0.186	0.250
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	0.540	0.463	0.626	279	0.532	0.080	0.128	-0.171	0.331
			0.620	145.361	0.536	0.080	0.129	-0.175	0.334
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	0.233	0.629	-1.529	279	0.127	-0.141	0.092	-0.322	0.040
			-1.599	163.620	0.112	-0.141	0.088	-0.314	0.033
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	0.989	0.321	0.409	279	0.683	0.051	0.125	-0.196	0.298
			0.404	144.703	0.687	0.051	0.127	-0.199	0.302
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	4.385	0.037	0.286	279	0.775	0.036	0.125	-0.211	0.283
			0.274	135.651	0.784	0.036	0.131	-0.223	0.295

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามเพศของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
			t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	0.987	0.321	0.631	279	0.529	0.092	0.146	-0.195	0.379
			0.625	145.155	0.533	0.092	0.147	-0.199	0.383
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	1.573	0.211	0.644	279	0.520	0.087	0.136	-0.180	0.354
			0.636	144.601	0.526	0.087	0.137	-0.184	0.358
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.288	0.039	0.608	279	0.544	0.081	0.133	-0.181	0.342
			0.591	139.565	0.556	0.081	0.137	-0.190	0.351
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	0.718	0.397	0.277	277	0.782	0.042	0.150	-0.254	0.337
			0.275	146.810	0.784	0.042	0.151	-0.257	0.340

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามเพศ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ในทุกปัจจัย หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงจะให้ความสำคัญต่อทุกปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอายุของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจาก	15.076	4	3.769	3.560	0.008
ปัญหาน้ำเสียในชุมชน	292.227	276	1.059		
	307.302	280			
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	3.244	4	0.811	0.862	0.487
	259.724	276	0.941		
	262.968	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้น	.899	4	0.225	0.314	0.868
โดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อ	197.336	276	0.715		
สิ่งแวดล้อม	198.235	280			
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี	6.723	4	1.681	1.814	0.126
การบำบัดน้ำเสีย	255.697	276	0.926		
	262.420	280			
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	5.402	4	1.351	2.826	0.025
	131.879	276	0.478		
	137.281	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็น	13.538	4	3.384	3.903	0.004
ระบบประหยัดพลังงาน	239.323	276	0.867		
	252.861	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่	17.147	4	4.287	5.012	0.001
ในการติดตั้งน้อย	236.063	276	0.855		
	253.210	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอายุของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	16.239	4	4.060	3.442	0.009
	325.505	276	1.179		
	341.744	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	11.748	4	2.937	2.854	0.024
	284.046	276	1.029		
	295.794	280			
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	10.789	4	2.697	2.722	0.030
	273.489	276	0.991		
	284.278	280			
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	20.299	4	5.075	4.114	0.003
	337.966	274	1.233		
	358.265	278			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอายุ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ใน 3 ปัจจัย ได้แก่ ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่มี 8 ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกันจะให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่

1) ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.008 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสีย

ในชุมชนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

2) คุณภาพน้ำหลังบำบัด ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.025 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

3) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.004 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

4) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

5) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.009 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

6) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.024 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

7) การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.030 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

8) ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.003 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอายุแตกต่างกัน โดยต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุอื่น

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน	6.424 300.879 307.302	6 274 280	1.071 1.098	0.975	0.442
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	4.175 258.793 262.968	6 274 280	0.696 0.944	0.737	0.620
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	8.749 189.485 198.235	6 274 280	1.458 0.692	2.109	0.052
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	4.470 257.950 262.420	6 274 280	0.745 0.941	0.791	0.577
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	3.821 133.460 137.281	6 274 280	0.637 0.487	1.307	0.254

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	3.791 249.070 252.861	6 274 280	0.632 0.909	0.695	0.654
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	4.439 248.771 253.210	6 274 280	0.740 0.908	0.815	0.559
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	7.863 333.881 341.744	6 274 280	1.311 1.219	1.075	0.377
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	3.724 292.070 295.794	6 274 280	0.621 1.066	0.582	0.744
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	11.182 273.096 284.278	6 274 280	1.864 0.997	1.870	0.086
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	6.870 351.396 358.265	6 272 278	1.145 1.292	0.886	0.505

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการศึกษา ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ในทุกปัจจัย หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาแตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อทุกปัจจัยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน	4.620	6	0.770	0.697	0.652
	302.683	274	1.105		
	307.302	280			
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	6.302	6	1.050	1.121	0.350
	256.666	274	0.937		
	262.968	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	8.089	6	1.348	1.943	0.074
	190.146	274	0.694		
	198.235	280			
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	11.264	6	1.877	2.048	0.060
	251.156	274	0.917		
	262.420	280			
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	12.880	6	2.147	4.728	0.000
	124.401	274	0.454		
	137.281	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	22.305	6	3.717	4.418	0.000
	230.557	274	0.841		
	252.861	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	32.295	6	5.383	6.676	0.000
	220.915	274	0.806		
	253.210	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	26.330	6	4.388	3.812	0.001
	315.414	274	1.151		
	341.744	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	25.595	6	4.266	4.326	0.000
	270.199	274	0.986		
	295.794	280			
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	22.301	6	3.717	3.887	0.001
	261.976	274	0.956		
	284.278	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยี	22.822	6	3.804	3.084	0.006
การบำบัดน้ำเสีย	335.444	272	1.233		
	358.265	278			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามอายุ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ใน 4 ปัจจัย ได้แก่ ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพแตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่มี 7 ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพแตกต่างกันจะให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่

1) คุณภาพน้ำหลังบำบัด ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

2) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

4) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

5) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

6) การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

7) ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.006 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแตกต่างกัน โดยต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพอื่น

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน	34.887 272.415 307.302	7 273 280	4.984 0.998	4.995	0.000
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	32.424 230.544 262.968	7 273 280	4.632 0.844	5.485	0.000
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	14.060 184.175 198.235	7 273 280	2.009 0.675	2.977	0.005
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	24.493 237.927 262.420	7 273 280	3.499 0.872	4.015	0.000
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	12.975 124.307 137.281	7 273 280	1.854 0.455	4.071	0.000
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	4.394 248.467 252.861	7 273 280	0.628 0.910	0.690	0.681
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	8.723 244.487 253.210	7 273 280	1.246 0.896	1.391	0.209
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	26.628 315.116 341.744	7 273 280	3.804 1.154	3.296	0.002
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	22.467 273.327 295.794	7 273 280	3.210 1.001	3.206	0.003
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	24.442 259.836 284.278	7 273 280	3.492 0.952	3.669	0.001

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยี	18.405	7	2.629	2.097	0.044
การบำบัดน้ำเสีย	339.860	271	1.254		
	358.265	278			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามรายได้ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ใน 2 ปัจจัย ได้แก่ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานและเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานและเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่มี 9 ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่

1) ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 50,001 - 60,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

2) ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 50,001 - 60,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

3) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 50,001 - 60,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

4) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 50,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

5) คุณภาพน้ำหลังบำบัด ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 50,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

6) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.002 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 50,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

7) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.003 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 50,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

8) การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 50,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

9) ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.044 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้แตกต่างกัน โดยต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 40,001 - 50,000 บาทต่อเดือน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงรายได้อื่น

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจาก	11.788	8	1.474	1.356	0.216
ปัญหาน้ำเสียในชุมชน	295.514	272	1.086		
	307.302	280			
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	19.124	8	2.391	2.667	0.008
	243.844	272	0.896		
	262.968	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้น	8.357	8	1.045	1.496	0.158
โดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อ	189.878	272	0.698		
สิ่งแวดล้อม	198.235	280			
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี	11.184	8	1.398	1.514	0.152
การบำบัดน้ำเสีย	251.236	272	0.924		
	262.420	280			
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	17.541	8	2.193	4.981	0.000
	119.741	272	0.440		
	137.281	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็น	10.402	8	1.300	1.459	0.172
ระบบประหยัดพลังงาน	242.459	272	0.891		
	252.861	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	11.364 241.846 253.210	8 272 280	1.421 0.889	1.598	0.125
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	8.927 332.817 341.744	8 272 280	1.116 1.224	0.912	0.507
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	10.152 285.642 295.794	8 272 280	1.269 1.050	1.208	0.294
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	10.412 273.865 284.278	8 272 280	1.302 1.007	1.293	0.247
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	19.017 339.248 358.265	8 270 278	2.377 1.256	1.892	0.061

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ใน 9 ปัจจัย ได้แก่ ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

น้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่มี 2 ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่

1) ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.008 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกัน โดยความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือน 10 คน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนจำนวนน้อย

2) คุณภาพน้ำหลังบำบัด ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือน 10 คน มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนจำนวนน้อย

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน	.172 307.130 307.302	2 278 280	0.086 1.105	0.078	0.925
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	3.813 259.155 262.968	2 278 280	1.907 0.932	2.045	0.131
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	3.502 194.733 198.235	2 278 280	1.751 0.700	2.500	0.084

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	3.870 258.550 262.420	2 278 280	1.935 0.930	2.081	0.127
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	3.682 133.600 137.281	2 278 280	1.841 0.481	3.830	0.023
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	.685 252.176 252.861	2 278 280	0.343 0.907	0.378	0.686
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	.104 253.106 253.210	2 278 280	0.052 0.910	0.057	0.945
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	1.488 340.255 341.744	2 278 280	0.744 1.224	0.608	0.545
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	3.697 292.096 295.794	2 278 280	1.849 1.051	1.759	0.174
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	2.413 281.865 284.278	2 278 280	1.206 1.014	1.190	0.306
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	1.433 356.832 358.265	2 276 278	0.717 1.293	0.554	0.575

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 ใน 10 ปัจจัย ได้แก่ ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพของ

เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ในระยะห่างจากแหล่งน้ำแตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่มีเพียง 1 ปัจจัย ที่กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ในระยะห่างจากแหล่งน้ำแตกต่างกันจะให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ คุณภาพน้ำหลังบำบัด ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.023 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ในระยะห่างจากแหล่งน้ำแตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 100 เมตร มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนอยู่ติดแหล่งน้ำและอยู่ห่างแหล่งน้ำเกิน 100 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจาก	19.777	5	3.955	3.783	0.002
ปัญหาน้ำเสียในชุมชน	287.525	275	1.046		
	307.302	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	16.826	5	3.365	3.760	0.003
	246.142	275	0.895		
	262.968	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	10.072	5	2.014	2.944	0.013
	188.163	275	0.684		
	198.235	280			
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	11.998	5	2.400	2.635	0.024
	250.422	275	0.911		
	262.420	280			
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	6.392	5	1.278	2.686	0.022
	130.889	275	0.476		
	137.281	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	11.031	5	2.206	2.509	0.031
	241.830	275	0.879		
	252.861	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	10.882	5	2.176	2.470	0.033
	242.328	275	0.881		
	253.210	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	21.422	5	4.284	3.678	0.003
	320.322	275	1.165		
	341.744	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	20.943	5	4.189	4.191	0.001
	274.851	275	0.999		
	295.794	280			
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	13.393	5	2.679	2.719	0.020
	270.884	275	0.985		
	284.278	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	26.927	5	5.385	4.437	0.001
	331.338	273	1.214		
	358.265	278			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 ในทุกปัจจัย หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลาแตกต่างกันจะให้ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย และต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาแล้วไม่เกิน 2 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาแล้วเกิน 2 ปี ในขณะที่ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาแล้ว 3 – 5 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาน้อยกว่า 3 ปี และเกิน 5 ปี นอกจากนี้ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาแล้ว 11 – 15 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาน้อยกว่า 11 ปี และเกิน 15 ปี ส่วนความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียและประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาแล้วมากกว่า 20 ปี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาแล้วไม่เกิน 20 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน	4.510	4	1.128	1.028	0.393
	302.792	276	1.097		
	307.302	280			
ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย	11.178	4	2.795	3.063	0.017
	251.790	276	0.912		
	262.968	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	9.524	4	2.381	3.482	0.009
	188.711	276	0.684		
	198.235	280			
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	17.324	4	4.331	4.877	0.001
	245.096	276	0.888		
	262.420	280			
คุณภาพน้ำหลังบำบัด	11.397	4	2.849	6.247	0.000
	125.885	276	0.456		
	137.281	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน	11.721	4	2.930	3.354	0.011
	241.140	276	0.874		
	252.861	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	14.704	4	3.676	4.254	0.002
	238.506	276	0.864		
	253.210	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก	12.341	4	3.085	2.585	0.037
	329.403	276	1.193		
	341.744	280			
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	14.465	4	3.616	3.548	0.008
	281.328	276	1.019		
	295.794	280			
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย	18.839	4	4.710	4.897	0.001
	265.439	276	0.962		
	284.278	280			

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยี	14.561	4	3.640	2.902	0.022
การบำบัดน้ำเสีย	343.705	274	1.254		
	358.265	278			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 เพียง 1 ปัจจัย ได้แก่ ความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชน หมายความว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันจะให้ความสำคัญต่อความรุนแรงของผลกระทบจากปัญหาน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่มี 10 ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันจะให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่

1) ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.017 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นหอพัก/โรงแรมและเกษตรกรรม มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

2) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.009 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสร้างขึ้นโดยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

3) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นหอพัก/โรงแรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

4) คุณภาพน้ำหลังบำบัด ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำหลังบำบัดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

5) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงาน ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.011 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประหยัดพลังงานมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นหอพัก/โรงแรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

6) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.002 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

7) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวก ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.037 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียใช้งานง่ายและสะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหอพัก/โรงแรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

8) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.008 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อ

การตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียสามารถดูแลรักษาได้ง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหอพัก/โรงแรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

9) การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตัวระบบอย่างละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหอพัก/โรงแรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

10) ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.022 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยต้นทุน/ค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในชุมชนของกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ
ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามเพศของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
			t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	4.435	0.036	-0.942	279	0.347	-0.132	0.140	-0.407	0.143
			-1.035	184.164	0.302	-0.132	0.127	-0.382	0.119

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามเพศ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามอายุของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	5.447	4	1.362	1.214	0.305
	309.656	276	1.122		
	315.103	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามอายุ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	2.152	6	.359	.314	0.929
	312.951	274	1.142		
	315.103	280			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามการศึกษา ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	7.157	6	1.193	1.061	0.386
	307.946	274	1.124		
	315.103	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามอาชีพ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	13.664	7	1.952	1.768	0.094
	301.439	273	1.104		
	315.103	280			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามรายได้ ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้แตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	4.923	8	.615	.540	0.826
	310.181	272	1.140		
	315.103	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามจำนวนสมาชิกครัวเรือน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนสมาชิกครัวเรือนแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	3.477	2	1.739	1.551	0.214
	311.626	278	1.121		
	315.103	280			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามที่ตั้งครัวเรือน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีที่ตั้งครัวเรือนแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	27.786	5	5.557	5.319	0.000
	287.317	275	1.045		
	315.103	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาได้ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในชุมชนพื้นที่ศึกษามาเป็นเวลานานกว่าจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียมากขึ้น

ตารางแสดงผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย	5.795	4	1.449	1.293	0.273
	309.308	276	1.121		
	315.103	280			

จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบความแตกต่างของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ค่า P-Value มากกว่า 0.05 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสะคราญ แต่โสภาพงษ์
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤษภาคม 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	MSc Entrepreneurship and Innovation Management, KTH Royal Institute of Technology MA Tourism, Environement and Development, King's College London, University of London BA Travel Industry Management, Mahidol University International College
ที่อยู่ปัจจุบัน	152/30 หมู่ 1 หมู่บ้านธนะธำรง ถนนบางไผ่ แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160
รางวัลที่ได้รับ	รางวัลเหรียญเงินจากผลงานนวัตกรรม “Innovative Eco-Biofilter / MBR Wastewater Reclycling System” ในงาน "Seoul International Invention Fair 2018 (SIIF 2018)" ณ กรุงโซล สาธารณรัฐเกาหลี ระหว่างวันที่ 6 - 9 ธันวาคม พ.ศ. 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University