# การสำรวจและออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

นายอภิสิทธิ์ เหล่าหมวด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการบริหารงานก่อสร้าง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2565

# SURVEY AND DESIGN OF WASTEWATER COLLECTION AND WASTEWATER TREATMENT SYSTEM FOR LOCAL ADMINISTRATIVE ORGANIZATION : CASE STUDY JOHO SUBDISTRICT AT WESTSIDE, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE, THAILAND

APISIT LAOMUAD

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
and Construction Management
Suranaree University of Technology
Academic Year 2022

**การสำรวจและออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ดร.อิทธิกร ภูมิพันธ์)
ประธานกรรมการ

(ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผศ. ดร.Menglim Hoy)
กรรมการ

(ดร.อภิชาติ สุดดีพงษ์)
กรรมการ

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อภิสิทธิ์ เหล่าหมวด : การสำรวจและออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (SURVEY AND DESIGN OF WASTEWATER COLLECTION AND WASTEWATER TREATMENT SYSTEM FOR LOCAL ADMINISTRATIVE ORGANIZATION : CASE STUDY JOHO SUBDISTRICT AT WESTSIDE, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE, THAILAND
อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข, 135 หน้า

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย/การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย/มาตรฐานของน้ำผิวดิน

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการบริหารจัดการน้ำเสียที่มีความเหมาะสมกับชุมชนที่มีพื้นที่แออัด โดยขอบเขตการศึกษาอยู่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุม 4 หมู่บ้าน และเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาในการจัดการระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังเวลาฝนตก งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับชุมชนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก โดยมีขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย 1) การสำรวจและจัดทำแบบแผนที่ระดับท่อและรางระบายน้ำ และ 2) การตรวจสอบปริมาณและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่า ตำบลจอหอฝั่งตะวันตกควรมีท่อระบายน้ำหลักทั้งสองข้างถนนรัตนพิธาน โดยใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 เมตร เพื่อให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพและลดปัญหาการท่วมขังของน้ำผิวดิน นอกจากนี้ ควรสร้างพื้นที่รับน้ำเพื่อเป็นจุดหน่วงน้ำก่อนที่จะระบายเข้าสู่โครงข่ายระบายน้ำและส่งไปยังจุดรับน้ำตามคลองชลประทานและคลองธรรมชาติ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียทั้ง 4 หมู่บ้าน พบปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำสูงมากกว่าเกณฑ์ของมาตรฐานน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มาตรา 32 ระดับการปนเปื้อนจัดอยู่ในเกณฑ์ประเภทที่ 5 ซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำอย่างเร่งด่วน วิธีการจัดการบริหารน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่วิจัยคือ การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร เพราะเป็นระบบที่มีค่าการก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ รวมทั้งมีวิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธาและการบริหารงานก่อสร้าง ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

APISIT LAOMUAD : SURVEY AND DESIGN OF WASTEWATER COLLECTION AND WASTEWATER TREATMENT SYSTEM FOR LOCAL ADMINISTRATIVE ORGANIZATION : CASE STUDY JOHO SUBDISTRICT AT WESTSIDE, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE, THAILAND. THESIS ADVISOR : PROF.SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D. 135 PP.

Keyword: Wastewater Treatment System/Wastewater Analysis/Surface Water Standard

This research presents a wastewater management approach that is appropriate for communities with congested areas. It has an area of approximately 5.198 square kilometers. Four villages in the Western Region of Joho Subdistrict Administrative Organization, Nakhon Ratchasima Province, Thailand, encounter problems with wastewater collection and treatment management. Due to an insufficient drainage system, the heavy precipitation in the surrounding area causes the pain of waterlogging with untreated wastewater. This research aims to study and reform the wastewater collection and treatment system by conducting (1) a topographic survey and mapping of existing drainage pipes and gutters; (2) a test and analysis of the quantity and quality of wastewater. The analysis revealed that two main pipes with a diameter of 1.00 m should be installed at each side of Rattanaphithan Road to drain the water. In addition, the water catchment should be built efficiently as a watershed before the drainage system along the irrigation canals and natural canals. The wastewater quality from all four villages was found to have a high content of contaminants when compared with standard criteria for surface water in accordance with the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act, B.E. 2535, Section 32. This high-water contamination was classified in category 5, which requires urgent water quality restoration. The appropriate management approach for this study site is stabilization pond

wastewater treatment because its construction and maintenance costs is low and the operating system is not complicated.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering and Construction Management Student's Signature .....

Academic Year 2022 Advisor's Signature .....

# กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลและกลุ่มบุคคลต่อไปนี้ ที่ได้ช่วยชี้แนะให้คำปรึกษา รวมถึงให้การช่วยเหลืออย่างดีเสมอมา ไม่ว่าจะเป็นการให้ความรู้ คำแนะนำสั่งสอนในสิ่งที่ถูกต้องจนงานวิจัยนี้สามารถริเริ่มและลุล่วงไปได้ด้วยดีเสมอมา ก่อนอื่นผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณบุพการี ผู้ให้กำเนิดอุปการะเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน และเป็นทุกสิ่งของชีวิตลูก ให้ความรักความอบอุ่นและกำลังใจด้วยดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้โอกาสทางการศึกษา ถ่ายทอดวิชาความรู้ แนวคิด เป็นแบบอย่างในการดำเนินชีวิต และให้คำปรึกษาเรื่องงานวิจัยตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อาทิตย์ อุดมชัย อาจารย์ Dr. Menglim Hoy และ คุณจักรกฤษณ์ ยืนยงค์ รวมถึงบุคลากรเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืนทุกท่าน ที่กรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษาชี้แนะจนกระทั่งการทำวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

และขอกราบขอบคุณ น้องนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างพื้นฐาน ที่เสียสละเวลาอันมีค่ามาช่วยสำรวจเก็บข้อมูลสำหรับนำมาทำวิจัย และช่วยตรวจสอบแบบแผ่นที่แสดงระดับระบบระบายน้ำเสีย จนกระทั่งงานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อภิสิทธิ์ เหล่าหมวด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฐ
**บทที่**
**1 บทนำ** ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 4
**2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 5
2.1 ข้อมูลอาณาเขต และเขตการปกครองพื้นที่วิจัย ..... 5
2.1.1 พื้นที่ของโครงการ ..... 5
2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศและแหล่งน้ำของโครงการ ..... 6
2.1.3 อุตุนิยมวิทยา ..... 6
2.1.4 สภาพเศรษฐกิจและสังคม ..... 6
2.1.5 สาธารณูปโภค/สาธารณูปการ ..... 8
2.2 การสำรวจ ..... 9
2.2.1 ประเภทของงานสำรวจ ..... 10
2.2.2 หน่วยการวัด ..... 11
2.2.3 การทำระดับรูปตัด ตามแนว และขวางแนว (Profile) (Cross section) ..... 12


สำนักวิชาเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 ทฤษฎีและหลักการทำงานของระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) 13
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย 18
2.3.1 ความหมายของน้ำเสีย 18
2.3.2 ประเภทของน้ำเสีย 18
2.3.3 ลักษณะน้ำเสีย 20
2.3.4 การบำบัดน้ำเสีย 22
2.4 การศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย 23
2.5 ระบบรวบรวมน้ำเสีย 23
2.5.1 ระบบแยก (Separated System) 24
2.5.2 ระบบรวม (Combined System) 25
2.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย 25
2.6.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond : SP) 25
2.6.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL) 29
2.6.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge: AS) 32
2.6.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) 34
2.6.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor; RBC) 39
2.7 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 43
2.7.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ 43
2.7.2 ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำ 43
2.7.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ 44
2.7.4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ 44
2.7.5 ระยะเวลาในการเก็บวิเคราะห์ 45
2.7.6 วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษา 45
2.7.7 ข้อควรปฏิบัติทั่วไปในการเก็บตัวอย่างน้ำ 45
2.8 งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง 46

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


**3 วิธีการดำเนินงานวิจัย** 50

3.1 บทนำ 50

3.2 งานสำรวจ จัดทำแบบ และแผนที่แสดงระดับ 50

3.2.1 ขอบเขตงาน 50

3.2.2 แผนการดำเนินงาน 50

3.3 งานจัดทำเอกสารรายละเอียดแผนที่แสดงระดับ หน้าตัด และแนวเขตถนน 51

3.3.1 ขอบเขตงาน 51

3.3.2 แผนการดำเนินงาน 51

3.4 งานศึกษาปริมาณน้ำเสียและประมาณน้ำเสีย 52

3.4.1 ขอบเขตงาน 52

3.4.2 แผนการดำเนินงาน 52

3.5 การประมาณการน้ำเสีย 52

3.5.1 การสำรวจและวางแผน 52

3.5.2 การรวบรวมข้อมูลประชากร 54

3.6 ศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย 54

**4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์** 55

4.1 สภาพเศรษฐกิจ สังคม และทัศนคติของประชาชน 55

4.1.1 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน 55

4.1.2 สถานการณ์ประชากรของตำบลจอหอ 59

4.2 การประมาณการน้ำเสีย 61

4.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเสีย 62

4.3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ 62

4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 67

4.4 การศึกษาระบบระบายน้ำ โครงข่ายท่อระบายน้ำ และน้ำผิวดิน 75

4.4.1 การสำรวจพื้นที่และโครงข่ายท่อระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสียในปัจจุบัน 75

4.4.2 โครงข่ายท่อระบายน้ำและลักษณะการระบายน้ำ 75


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.3 การประเมินศักยภาพโครงข่ายของระบายน้ำ 82
4.5 แนวทางจัดการน้ำเสียและการออกแบบเบื้องต้น 84
4.5.1 การวิเคราะห์โครงข่ายและจุดเชื่อมต่อของท่อระบายน้ำ 84
4.5.2 ทิศทางการไหลของแนวท่อที่ทำการวิเคราะห์ 86
4.5.3 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณตรวจสอบและออกแบบโครงข่ายท่อ 88
4.5.4 ขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุดที่ออกแบบ 95
4.5.5 ผลการออกแบบระบบระบายน้ำ 95
4.6 ศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย 99
4.6.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยหลัก 99
4.6.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยย่อย 100
4.6.3 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย 104
4.6.4 สรุปผลการคัดเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย 107
**5 บทสรุป** 109
5.1 สรุปผลงานวิจัย 109
5.2 ข้อเสนอแนะ 110
รายการอ้างอิง 111
ภาคผนวก ก. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 113
ภาคผนวก ข. แผนที่แสดงค่าระดับท้องท่อและรางระบายน้ำ 130
ประวัติผู้เขียน 135

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


2.1 ข้อมูลจำนวนประชากร 7
2.2 อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน 19
2.3 ปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ 19
2.4 ค่าพารามิเตอร์ ลักษณะน้ำเสียชุมชน 21
2.5 ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ ลักษณะน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย 22
2.6 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (SP) 27
2.7 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) 30
2.8 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) 33
2.9 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland 36
2.10 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) 39
2.11 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบาบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ 41
4.1 จำนวนราษฎรตำบลจอหอ ฝั่งตะวันตก ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564 60
4.2 สรุปอัตราการใช้น้ำชุมชนและปริมาณน้ำเสีย ในเขต อบต.จอหอ ฝั่งตะวันตก 62
4.3 ดัชนีตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย 64
4.4 ผลการทดสอบคุณภาพน้ำช่วงและค่าเฉลี่ยดัชนีต่างๆ ของน้ำในลำคลอง 67
4.5 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 11 บ้านกรูด กับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก 68
4.6 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 12 บ้านสระตาราช กับควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก 69
4.7 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 2 บ้านกล้วย กับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก 70
4.8 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 6 บ้านระกาย กับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก 71
4.9 ลำดับการฟื้นฟูคุณภาพน้ำจากจุดรวมน้ำทิ้งของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ 74

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางที่** **หน้า**

4.10 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 2 บ้านกล้วย) ..... 77
4.11 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 6 บ้านระกาย) ..... 78
4.12 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 6 บ้านกรูด) ..... 79
4.13 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 6 บ้านสระตาราช) ..... 80
4.14 ขนาดและความยาวของท่อระบายน้ำที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจภายในโครงการ ..... 80
4.15 ความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ฝนตก-รอบปีของฝน ..... 88
4.16 สัมประสิทธิ์การไหลนองตามพื้นผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้สอย (สูตร Rational Formula) ..... 90
4.17 ตารางคำนวณขนาดท่อระบายน้ำตำบลจอหอฝั่งตะวันตก ..... 98
4.18 การเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละปัจจัยในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 99
4.19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนปัจจัยย่อยในด้านวิศวกรรม ..... 102
4.20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนปัจจัยย่อยในด้านสิ่งแวดล้อม ..... 102
4.21 ผลการเปรียบเทียบคะแนนปัจจัยย่อยในด้านการลงทุน ..... 103
4.22 เกณฑ์การให้คะแนนค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 103
4.23 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 104
4.24 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 106
4.25 สรุปผลการให้คะแนนประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 1 ถึง 3 ..... 107
4.26 สรุปผลการให้คะแนนประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 4 ถึง 5 ..... 107

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**


1.1 แผนที่ชุมชน อ.บ.ต. จอหอฝั่งตะวันตก 2
1.2 พื้นที่มีการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจ การขยายตัวของอาคารถนนรัตนพิธาน ตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 2
1.3 การปล่อยน้ำเสียลงแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย 3
1.4 จุดปลอยน้ำเสียของชุมชนโดยไม่มีการบำบัด 3
2.1 แผนที่ตำแหน่งหมู่บ้านฝั่งตะวันตกทั้ง 4 หมู่บ้านของ อบต. จอหอ ที่ทำการสำรวจ 5
2.2 เสารับสัญญาณของสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง 14
2.3 เครื่องรับสัญญาณของสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง 14
2.4 หลักการทำงานของระบบ FKP 16
2.5 หลักการทำงานของสถานีอ้างอิงเสมือน (VRS) 17
2.6 หลักการทำงานของระบบ MAC 17
2.7 ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก 24
2.8 ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม 25
2.9 ผังตัวอย่างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) 28
2.10 ผังตัวอย่างระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL) 30
2.11 ภาพประกอบโครงสร้างของระบบบึงประดิษฐ์ 35
2.12 ผังการไหลเวียนของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ 37
2.13 ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ 41
2.14 ผังระบบบาบัดน้ำเสีย แบบแผ่นหมุนชีวภาพ 43
3.1 แผนการสำรวจและออกแบบเบื้องต้นของระบบระบายน้ำเสีย อบต.จอหอ ฝั่งตะวันตก 53
4.1 ผังเมืองรวมขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ 56
4.2 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านกล้วย 57
4.3 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านระกาย 57
4.4 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านกรูด 58


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า


4.5 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านสระตาราช 58
4.6 แผนที่วัดในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ 59
4.7 แผนภูมิแสดงจำนวนประชากร ในเขตพื้นที่ตำบลจอหอ ฝั่งตะวันตก 61
4.8 ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งทั้ง 4 หมู่บ้าน 63
4.9 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 63
4.10 ห้องทดสอบคุณภาพน้ำเสีย 66
4.11 การสำรวจท่อระบายน้ำถนนรัตนพิธาน 76
4.12 การสำรวจถนนหลักภายในโครงการถนนรัตนพิธาน 76
4.13 ตำแหน่งหมุดหลักฐานถาวรทั้งหมด (35 จุด) ที่จัดทำขึ้นสำหรับโครงการสำรวจศึกษา 81
4.14 ผังแสดงตำแหน่งผังท่อระบายน้ำเดิม 81
4.15 ลักษณะการระบายรูปแบบที่ 1 82
4.16 ลักษณะการระบายรูปแบบที่ 2 83
4.17 ตัวอย่างรูปตัดถนนตามขวาง 83
4.18 ตัวอย่างรูปตัดถนนตามยาว 84
4.19 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำและเส้นทางการติดตั้งท่อระบายน้ำ 85
4.20 ระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ของพื้นที่ตำบลจอหอฝั่งตะวันตก 86
4.21 ลักษณะร่องน้ำ และถนนหลักของพื้นที่ตำบลจอหอฝั่งตะวันตก 87
4.22 จุดรับน้ำจากระบบน้ำระบายน้ำ ข้างคลองชลประทาน 87
4.23 ความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ฝนตก-รอบปีของฝน (IDF curve) ของจังหวัดนครราชสีมา 89
4.24 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุด (Q) 93
4.25 ตำแหน่งและและทิศทางท่อระบายน้ำออกแบบ 96
4.26 พื้นที่รับน้ำบริเวณข้างคลองชลประทานก่อนนำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย 97

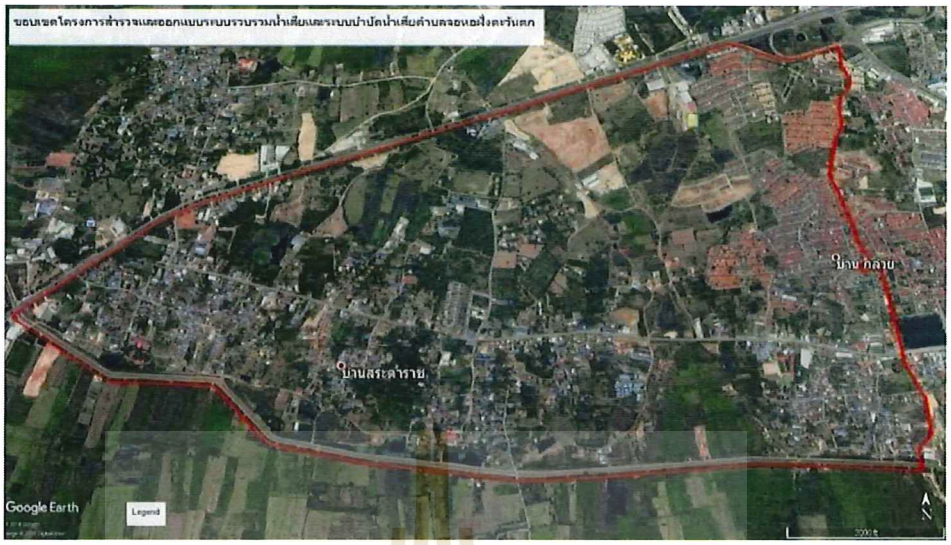

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 1
# บทนำ

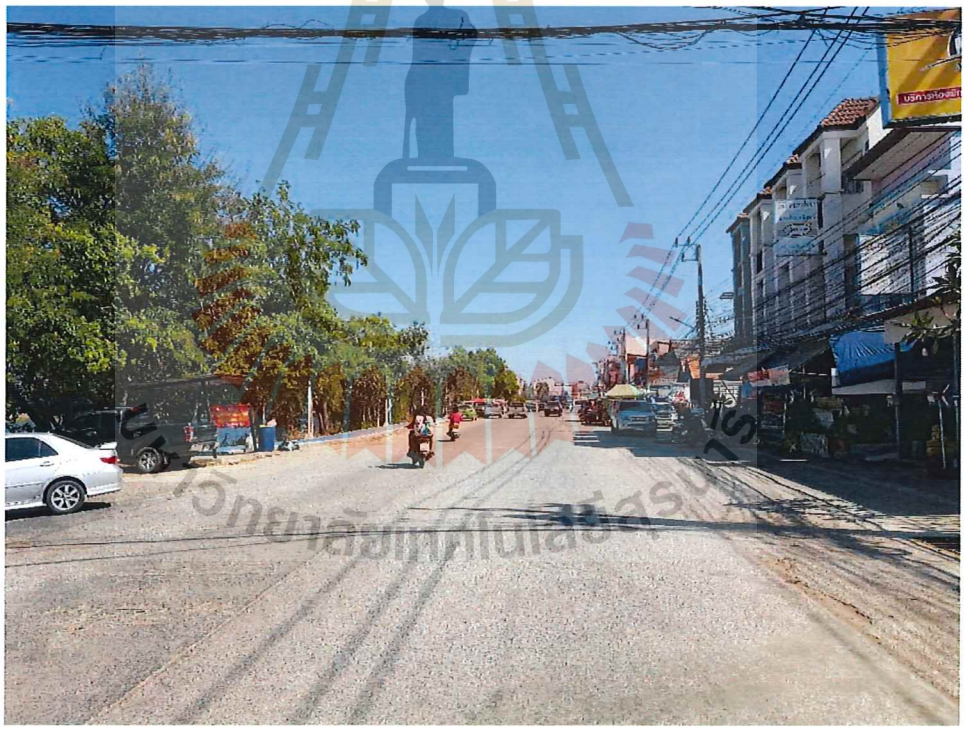
## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่ที่ศึกษามีขนาดประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร มีหมู่บ้านที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลจำนวน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกาย หมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช (รูปที่ 1.1) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่หนึ่งที่เกิดปัญหาในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ลำคลองธรรมชาติ การเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจของพื้นที่และอัตราการขยายตัวของตัวเมืองมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นในทุกปี (รูปที่ 1.2) จากการขยายตัวของเขตเมืองดังกล่าวทำให้การจัดการน้ำเสียไม่ได้รับการเอาใจใส่จากประชาชน และหน่วยงานที่รับผิดชอบไม่มีพื้นที่ในการจัดการกับระบบบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ส่งผลทำให้น้ำเสียจากท่อระบายน้ำทิ้งสาธารณะถูกปล่อยลงสู่คลองธรรมชาติโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อน (รูปที่ 1.3, รูปที่ 1.4) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ โดยน้ำจากคลองธรรมชาติถูกนำไปใช้ในการเกษตรกรรม การดำรงชีวิตของชุมชนและพื้นที่ชุมชนใกล้เคียง ส่งผลทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำและอากาศ และเกิดมลพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ การปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลองโดยไม่ผ่านการบำบัดนั้น จะส่งผลทำให้น้ำเกิดการเน่าเสียมีกลิ่นและเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคภัยต่างๆ ต่อมนุษย์ได้ เช่น แบคทีเรีย ไวรัสโปรโตซัว เป็นต้น โดยสาเหตุเกิดจากอุจจาระปนมากับน้ำเสีย และน้ำเสียจากแหล่งชุมชนมาจากการดำรงชีวิตของมนุษย์ จากการศึกษา พบว่า น้ำเน่าเสียของแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติเกิดจากน้ำทิ้งที่มาจากกิจกรรมต่าง ๆ หรือการดำรงชีวิตของมนุษย์มากถึงประมาณ 80% (คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน, 2560) ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย คือ การปรับปรุงสภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำระบบบำบัดน้ำเสีย (ยุทธชัย แสนสุข, 2557) ก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อลดปัญหาการปล่อยน้ำเน่าเสียคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา เพื่อเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกอื่นๆที่เหมาะสมกับพื้นที่ พร้อมกับตรวจสอบปริมาณและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประโยชน์ต่อชุมชนในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง ในการบริหารจัดการและใช้เป็นแนวทางการบำบัดน้ำเสียของชุมชนในพื้นที่ต่อไปในอนาคต




รูปที่ 1.1 แผนที่ชุมชน อ.บ.ต. จอหอฝั่งตะวันตก



รูปที่ 1.2 พื้นที่มีการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจ การขยายตัวของอาคาร
ถนนรัตนพิธาน ตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

รูปที่ 1.3 การปล่อยน้ำเสียลงแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 1.4 จุดปลอยน้ำเสียของชุมชนโดยไม่มีการบำบัด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) สำรวจและจัดทำแบบแผนที่แสดงระดับ แนวเขตถนน คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำในพื้นที่ศึกษาครอบคลุม 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกายหมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช

2) ตรวจสอบปริมาณน้ำเสียและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย

3) ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

4) เสนอแนะและเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการ

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) สำรวจและจัดทำแบบและแผนที่ ค่าระดับ แนวเขตถนนในพื้นที่ สำหรับถนนสายหลักและสายรอง (ที่มีความกว้างตั้งแต่ 6 เมตร ขึ้นไป) คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำ แผนที่งานระดับท่อและรางระบายน้ำ พร้อมทำหมุดหลักฐานที่แสดงค่าพิกัดและระดับความสูง

2) ศึกษาปริมาณน้ำเสียและประมาณการปริมาณน้ำเสีย เพื่อการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และจำนวนประชากรในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลประชากรขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ โดยมีพื้นที่เป้าหมายครอบคลุม 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกายหมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช พื้นที่ทั้งหมดอยู่ด้านทิศตะวันตกของตำบลจอหอและมีพื้นที่รวมโดยประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร โดยมีแนวกำหนดพื้นที่ศึกษาออกแบบดังแสดงในแผนที่โดยสังเขปตามรูปที่ 1.1

3) ศึกษาระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้แผนที่แสดงระดับ แนวเขตถนน คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำ ในพื้นที่ศึกษา

2) ได้แบบ รายการประกอบแบบ และการประมาณการงบประมาณโครงการสำหรับระบบระบายน้ำ

3) ได้ค่าระดับและขนาดของท่อระบายน้ำรวมถึงทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา

4) ได้ปริมาณน้ำเสียและผลคุณภาพน้ำเสียของชุมชน รูปแบบและวิธีการจัดการระบบน้ำเสียของชุมชนที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

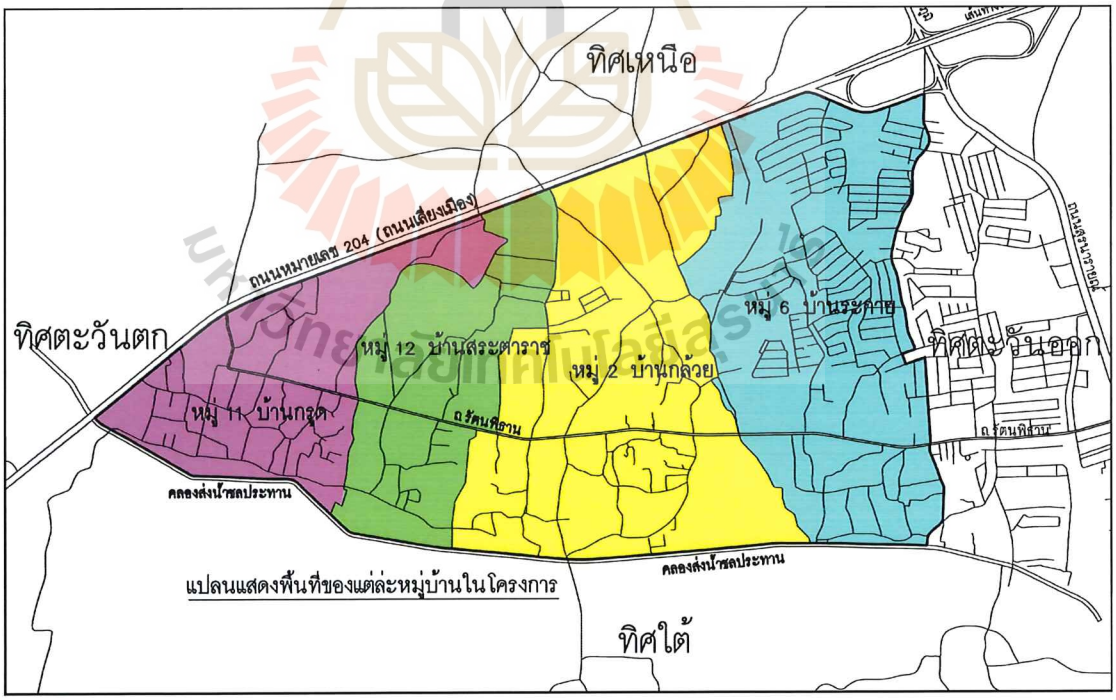
5) ผู้บริหารท้องถิ่นใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาการจัดการระบบน้ำเสียของชุมชน

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

### 2.1.1 พื้นที่ของโครงการ

องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอเมืองนครราชสีมา 13 กิโลเมตร ด้านทิศเหนือติดต่อกับตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ด้านทิศใต้ติดต่อกับตำบลหมื่นไวยและตำบลจอหอ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ด้านทิศตะวันออกติดต่อกับตำบลตลาด อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ด้านทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอหมื่นไวยและตำบลพุดซา สำหรับพื้นที่ศึกษาจะอยู่ฝั่งตะวันตกขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ มีพื้นที่โดยประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,269 ไร่ ดังแสดงในรูปที่ 2.1




รูปที่ 2.1 แผนที่ตำแหน่งหมู่บ้านฝั่งตะวันตกทั้ง 4 หมู่บ้านของ อบต. จอหอ ที่ทำการสำรวจ

**2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศและแหล่งน้ำของโครงการ**

องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก ตั้งอยู่บนที่ราบสูง ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง แบ่งพื้นที่เป็น3 ส่วน ดังนี้ พื้นที่สำหรับที่อยู่อาศัยประมาณ 50% เป็นพื้นที่สำหรับการเกษตร 40 % และมีพื้นที่ส่วนอื่น 10% ส่วนแหล่งน้ำในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตกแบ่งเป็น สระน้ำ จำนวน 25 แห่ง บ่อบาดาลจำนวน 1 แห่ง พนังกั้นน้ำจำนวน 1 แห่ง ประปาหมู่บ้านจำนวน 2 แห่ง และแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 11 แห่ง พื้นที่โดยทั่วไปขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอเป็นชุมชนที่กำลังเติบโตอย่างต่อเนื่อง ทำให้อัตราส่วนน้ำเสียจากบ้านเรือนต่อวันมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีการรวบรวมและบำบัดตามหลักวิชาการ น้ำเสียจากครัวเรือนบางส่วนจึงอาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และคลองลำเลียงน้ำดิบสำหรับการผลิตประปาในพื้นที่ได้ ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อสุขภาพอนามัยของประชากรในพื้นที่

**2.1.3 อุตุนิยมวิทยา**

ลักษณะภูมิอากาศขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ จัดอยู่ภายในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน (Tropical Savanna Climate : Aw) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เขตภูมิอากาศแบบสวันนา (Savanna Climate) ซึ่งเป็นลักษณะอากาศที่มีฤดูแล้งสลับฤดูฝนอย่างเด่นชัด ลักษณะอากาศเช่นนี้เกิดขึ้นเนื่องจากจังหวัดนครราชสีมาตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

1) ฤดูฝน (Rain Season) เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม

2) ฤดูหนาว (Winter Season) เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

3) ฤดูร้อน (Summer Season) เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน พ.ศ. 2546-2558 ระบุว่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยมีค่าผันแปรระหว่าง 2.7-228.3 มิลลิเมตร โดยที่เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนสูงสุด และเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนต่ำสุด ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1074.6 มิลลิเมตร

**2.1.4 สภาพเศรษฐกิจและสังคม**

**2.1.4.1 ประชากร**

จากข้อมูลของงานทะเบียนราษฎร ณ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 พบว่าเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก มีจำนวนประชากรรวมทั้งสิ้น 9,080 คน จำแนกออกเป็น 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย แบ่งเป็นชาย 895 คน และหญิง 941 คน, หมู่ 6 บ้านระกาย แบ่งเป็นชาย 2,239 คน และหญิง 2,628 คน, หมู่ 11 บ้านกรูด แบ่งเป็นชาย 728 คน และหญิง 813 คน และหมู่ 12 บ้านสระตาราช แบ่งเป็นชาย 396 คน และหญิง 440 คน คิดเป็นความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 1,734.61 คนต่อตารางกิโลเมตร (ข้อมูลของงานทะเบียนราษฎร ณ

เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564) และที่ผู้วิจัยจะทำการศึกษาข้อมูลประชากร ดังตารางที่ 2.1 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำนวนประชากร

| ลำดับที่ | หมู่บ้าน/ชุมชน | จำนวนครัวเรือน | จำนวนประชากร (คน) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ชาย | หญิง | รวม |
| 1 | หมู่ที่ 2 บ้านกล้วย | 825 | 895 | 941 | 1,836 |
| 2 | หมู่ที่ 6 บ้านระกาย | 2,081 | 2,239 | 2,628 | 4,867 |
| 3 | หมู่ที่ 11 บ้านกรูด | 496 | 728 | 813 | 1,541 |
| 4 | หมู่ที่ 12 บ้านสระตาราช | 295 | 396 | 440 | 836 |
| รวม | | 3,697 | 4,258 | 4,822 | 9,080 |

ที่มา : ข้อมูลของงานทะเบียนราษฎร ณ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564

**2.1.4.2 ชุมชนในเขตพื้นที่โครงการ**

องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอที่ทำการสำรวจ มีจำนวนทั้งสิ้น 4 หมู่บ้าน โดยหมู่บ้านระกายมีจำนวนประชากรมากที่สุด รองลงมาได้แก่ หมู่บ้านกรูดและหมู่บ้านกล้วย ตามลำดับ โดยชุมชนที่มีประชากรน้อยที่สุด ได้แก่ หมู่บ้านสระตาราช

**2.1.4.3 โครงสร้างทางเศรษฐกิจ**

ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เช่น การทำนา เพาะปลูกพืชไร่ ผักสวนครัว และผลไม้ เมื่อว่างจากภาคเกษตรกรรมจะเดินทางไปประกอบอาชีพเป็นแรงงานรับจ้างทั่วไป ตามพื้นที่เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และเดินทางเข้าไปในเมืองเป็นแรงงาน ช่างฝีมือ ดังนั้น ประชากรส่วนใหญ่ภายในพื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอจึงประกอบอาชีพเกษตรกรรมควบคู่กับการรับจ้างทั่วไป นอกจากนี้ ยังประกอบอาชีพค้าขายและอาชีพอื่นๆ รวมทั้งอาชีพเสริมที่ทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น การจักสาน ทอเสื่อ ทอผ้า แปรรูปอาหารประเภทต่างๆ หน่วยธุรกิจในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ ประกอบด้วย

- โรงแรม จำนวน 4 แห่ง
- ปั๊มน้ำมันและก๊าซ จำนวน 2 แห่ง
- โรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 แห่ง

ประชาชนในตำบลจอหอส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ โดยมีศาสนสถานในพื้นที่สำรวจ 3 แห่ง ได้แก่

| | | |
|---|---|---|
| 1. วัดบ้านระกาย | ตั้งอยู่ที่บ้านระกาย | หมู่ที่ 6 |
| 2. วัดบ้านกล้วย | ตั้งอยู่ที่บ้านกล้วย | หมู่ที่ 2 |
| 3. วัดบ้านกรูด | ตั้งอยู่ที่บ้านกรูด | หมู่ที่ 11 |

**2.1.4.4 การสาธารณสุข**

ในเขตพื้นที่รับผิดชอบขององค์การบริการส่วนตำบลจอหอ มีสถานีอนามัย 1 แห่ง คือ สถานีอนามัยระกาย ให้บริการในพื้นที่รับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ และรวมถึงพื้นที่ของทางเทศบาลตำบลจอหอด้วย โรคระบาดที่สำคัญที่เกิดขึ้น เช่น ไข้เลือดออก และโรคระบบทางเดินอาหาร

**2.1.4.5 การศึกษา**

สถานศึกษาในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอมีโรงเรียนในพื้นที่ระดับประถมศึกษา จำนวน 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนบ้านกล้วย โรงเรียนบ้านระกาย โรงเรียนบ้านบึงทับช้าง โรงเรียนบ้านกรูด และศูนย์การศึกษาพิเศษเขต 11 นครราชสีมา

**2.1.5 สาธารณูปโภค/สาธารณูปการ**

**2.1.5.1 เส้นทางการคมนาคมทางถนน**

1) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ) ผ่านตำบลทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ เส้นทางนี้ไม่ใคร่มีผลกระทบต่อเขตชุมชนชนบทของตำบลโดยตรง แต่จะเป็นเส้นทางที่ติดต่อกับการคมนาคมทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 เพื่อติดต่อกับภายนอกตำบลและขนส่งผลผลิตไปยังที่อื่น

2) ทางหลวงหมายเลข 205 ตัดกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ผ่านตอนกลางตำบลในแนวเหนือ – ใต้ ทางสายนี้เป็นเส้นทางที่สำคัญของชุมชน ไม่ว่าจะเป็นชุมชนหลักด้านตะวันตกหรือชุมชนหมู่ที่ 7 ทางด้านเหนือในการคมนาคมติดต่อกับภายนอกตำบล

3) เส้นทางอื่นๆ ภายในตำบล แบ่งเป็น 2 ฝั่งของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข205 มีแยกโครงข่ายจากทางด้านตะวันตกเป็นโครงข่ายของถนนที่เข้าไปบริการ ชุมชนหมู่ที่ 6, 2, 12, 11 และ 10 มีถนนแยกเข้าสู่ภายในชุมชนอีกที่ ทางตะวันออกของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 เป็นโครงข่ายถนนเพื่อเข้าสู่หมู่ที่ 7 ซึ่งเป็นเส้นทางที่ผ่านเข้าไปในสถานที่ราชการ

4) ถนนเลี่ยงเมืองสาย สามแยกปักธงชัย – จอหอ เป็นทางหลวงที่สร้างใหม่เพื่อช่วยระบายการจราจรของรถยนต์ บรรเทาปัญหาการจราจรติดขัด โดยตัดผ่านพื้นที่หมู่ที่ 2, 6, 7, 8, 10, 11, 12 และ 15

**2.1.5.2 การคมนาคมติดต่อกับพื้นที่ภายนอกตำบล**

ในด้านการติดต่อกับอำเภอ จังหวัด ตลาดหรือศูนย์กลางการซื้อขาย และด้านการขนส่งผลผลิต ประชาชนตำบลจอหอได้ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 และทางหลวง

แผ่นดินหมายเลข 2 โดยผ่านไปทางเทศบาลตำบลจอหอ ประชาชนหมู่ที่ 2, 6, 10 และ 12 จะใช้บริการรถโดยสารสองแถว สายหนองออก – โคราช ที่มีบริการตลอดทั้งวัน

## 2.2 การสำรวจ

การสำรวจเป็นการวัดและการคำนวณเพื่อหาตำแหน่งของจุดบนผิวโลกหรือหาความสัมพันธ์ของจุดต่างๆซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งบนภูมิประเทศ เป็นความรู้ที่มีการพัฒนาต่อเนื่องมายาวนาน โดยพัฒนาจากความต้องการจัดทำหรือเขียนแผนที่ของคนในสมัยโบราณ และมีการพัฒนาอย่างมากในกิจการทางทหารและการทำสงคราม ความรู้ในวิชาเรขาคณิตและตรีโกณมิติถูกนำมาใช้มากที่สุดในการคำนวณหาตำแหน่งของจุด การสำรวจตามความมุ่งหมายข้างต้นอาจเรียกว่า งานรังวัด ส่วนความรู้ทางสถิติและความน่าจะเป็นจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนในการวัดหรือผลลัพธ์ที่คำนวณได้ การหาตำแหน่งของจุดบนผิวโลกอาจพิจารณาจำแนกเป็น 3 วิธี (สิทธิพร พันธุระ, 2558) ตามอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการหา ดังนี้

1) สำรวจโดยวัดบนพื้นดิน (Ground Survey) เป็นงานสำรวจในทางวิศวกรรมส่วนใหญ่ การหาตำแหน่งของจุดใดๆส่วนมากจะประกอบด้วยการวัดระยะทางระหว่างจุดและวัดมุมของแนวต่างๆ ในพื้นที่โครงการ

2) สำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Survey) เป็นงานสำรวจโดยการบินถ่ายภาพ ภาพถ่ายทางอากาศที่ได้จะถูกนำมาใช้งานใน 2 ลักษณะคือ การแปลภาพถ่าย (Photo interpretation) และการวัดตำแหน่งบนภาพถ่าย (Photogrammetry)

3) สำรวจด้วยภาพถ่ายดาวเทียม (Remote Sensing) และการหาพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เป็นงานสำรวจโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในอดีตการหาตำแหน่งของจุดจากข้อมูลดาวเทียมจะมีความถูกต้องต่ำไม่สามารถใช้ในงานวิศวกรรมได้ ปัจจุบันความถูกต้องและความละเอียดของตำแหน่งที่ได้จากอุปกรณ์ GPS เพียงพอที่จะใช้ในงานทางวิศวกรรม และมีการประยุกต์ใช้งานนำทางมากขึ้น

การสำรวจมีความมุ่งหมายหรือจุดประสงค์แตกต่างกันไปในงานวิศวกรรมแต่สามารถสื่อจุดประสงค์ของงานสำรวจทางวิศวกรรมได้เป็น 3 กรณี คือ

1) การรังวัดเพื่อการจัดทำแผนผังหรือแผนที่ เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของสิ่งที่อยู่บนภูมิประเทศ ให้เป็นตำแหน่งบนแผ่นกระดาษ โดยการวัดและคำนวณหาตำแหน่งของรายละเอียดบนภูมิประเทศ เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้างต่างๆ ต้นไม้หรือสิ่งตามธรรมชาติ แล้วเขียนเป็นแผนที่ แผนผัง หรือรูปตัด ที่สอดคล้องกับสภาพจริงด้วยมาตราส่วนที่เหมาะสม

2) การรังวัดเพื่อการก่อสร้าง เป็นการเปลี่ยนค่าตำแหน่งของสิ่งที่อยู่บนแผ่นกระดาษซึ่งอาจจะเป็น แบบ แผนผัง หรือแผนที่ ให้เป็นตำแหน่งบนภูมิประเทศ จุดมุ่งหมายนี้จะตรงข้ามกับ

จุดมุ่งหมายในข้อแรก เช่น การวัดเพื่อวางแนวในการก่อสร้างถนน การกำหนดตำแหน่งของฐานราก บนพื้นที่ในงานก่อสร้างอาคาร เพื่อให้เป็นไปตามแบบแปลน

3) การรังวัดเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้ เช่น ระยะทาง ทิศทาง รูปร่าง ขนาดพื้นที่ ปริมาตรงานดิน ขุดหรือดินถม โดยการวัดอาจกระทำบนภูมิประเทศหรือวัดจากแผนที่ที่มีอยู่ก็ได้

**2.2.1 ประเภทของงานสำรวจ**

การจำแนกประเภทของงานสำรวจขึ้นอยู่กับแง่มุมในการพิจารณา หากจำแนกโดยพิจารณาจากลักษณะ พื้นผิวอ้างอิงสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) งานรังวัดบนพื้นระนาบ (Plane Survey) เป็นงานรังวัดโดยสมมุติว่าผิวโลกภายในพื้นที่ที่ทำการวัดเป็นระนาบราบ ไม่มีการพิจารณาผลจากความโค้งของผิวโลก สูตรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณงานเป็นสูตรเรขาคณิตและตรีโกณมิติบนพื้นระนาบ เป็นการรังวัดในงานวิศวกรรมโดยทั่วไป

2) งานรังวัดบนสัณฐานโลก (Geodetic Survey) เป็นการรังวัดที่มีการพิจารณาผลจากความโค้งของผิวโลก ใช้รูปทรงจีออยด์เป็นสัณฐานอ้างอิง เป็นการรังวัดที่ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำการวัดปริมาณต่างๆด้วยความถูกต้องและความละเอียดสูง โดยทั่วไปเป็นงานรังวัดหมุดควบคุม

นอกจากนี้การจำแนกประเภทของงานสำรวจ อาจจำแนกแบ่งเป็นประเภทย่อยๆ โดยเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะการดำเนินงาน เรียกตามจุดประสงค์การรังวัด หรืออาจเรียกตามเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ เช่น

1) งานสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Survey) เป็นการสำรวจที่ยังไม่มีการทำงานสนาม เป็นเพียงการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับงานรังวัดที่มีอยู่ เพื่อนำมาใช้ ประกอบการพิจารณาวางแผนงาน

2) งานสำรวจสังเขป (Reconnaissance Survey) เป็นการสำรวจโดยใช้วิธีการวัดอย่างง่าย สามารถดำเนินการได้รวดเร็วเสียค่าใช้จ่ายน้อย ให้ข้อมูลภูมิประเทศได้เพียงพอสำหรับการร่างโครงงาน

3) งานรังวัดควบคุม (Control Survey) เป็นงานรังวัดหาตำแหน่งของจุดที่เลือกวางเป็นหมุดควบคุมเพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งของจุดอื่นๆ โดยกำหนดค่าตำแหน่งของจุดด้วย ค่าพิกัดทางราบ (N, E) และค่าพิกัดทางดิ่ง (H)

4) งานรังวัดภูมิประเทศ (Topographic Survey) เป็นงานรังวัดเพื่อการจัดทำแผนที่แสดงรายละเอียดบนภูมิประเทศด้วยสัญลักษณ์ อาจเป็นรายละเอียดของสิ่งธรรมชาติ เช่น แนวร่องน้ำ สันเขา หรือรายละเอียดของสิ่งปลูกสร้าง เช่น ถนน อาคาร และอาจมีการแสดงความสูงต่ำของผิวพื้นที่ ด้วย เส้น สี เงา เป็นต้น

5) งานรังวัดแนวทาง (Route Survey) เป็นงานรังวัดเพื่อหาหรือกำหนดแนวก่อสร้างซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือแนวยาวๆ เช่น รางรถไฟ ทางหลวง คลองส่งน้ำ และสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น

6) งานรังวัดที่ดิน (Land Survey) เป็นงานรังวัดเพื่อหมายเขตระวางที่ดิน อาจเป็นการรังวัดสำหรับการออกเอกสารกรรมสิทธิ์ที่ดิน หรือเพื่อหาขนาดพื้นที่ของที่ดิน

7) งานรังวัดที่ดินสาธารณะ (Cadastral Survey) เป็นการรังวัดที่เกี่ยวกับการกำหนดเส้นแนวเขตที่ดินของรัฐ เช่น เขตอำเภอ เขตจังหวัด และเขตประเทศ

8) งานสำรวจอุทกศาสตร์ (Hydrographic Survey) เป็นการวัดหาข้อมูลเกี่ยวกับท้องน้ำ กระแสน้ำ ระดับน้ำ รวมทั้งการทำแผนที่ชายฝั่ง และการกำหนดแนวสำหรับการเดินเรือ

9) การรังวัดงานเหมือง (Mine Survey) เป็นงานรังวัดเพื่อหาพิกัดตำแหน่งจุดต่างๆ ขนาด ระยะ และทิศทางของช่องใต้ดินในเหมือง รังวัดลักษณะของภูมิประเทศ หรือธรณีวิทยา และอื่นๆ ที่จำเป็นในการทำเหมืองแร่

**2.2.2 หน่วยการวัด**

งานรังวัด การวัดส่วนมาก คือ การวัดระยะทางและวัดมุม หน่วยการวัดมีหลายหน่วยแตกต่างกันไป สำหรับ ประเทศไทยมีการใช้หน่วยในการวัดระยะทางและวัดมุม ดังนี้

1) หน่วยระยะทาง โดยทั่วไปการวัดระยะทางจะใช้หน่วย เมตร เป็นหน่วยในระบบเมตริก ฉะนั้นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับระยะทางก็จะใช้หน่วยในระบบเมตริกเช่นเดียวกับระยะทาง เช่น พื้นที่ขนาดเล็กใช้หน่วยตารางเมตร ใช้หน่วยตารางกิโลเมตรสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ และใช้หน่วยลูกบาศก์เมตร สำหรับปริมาตร แต่การรังวัดที่ดิน หน่วยที่ใช้ในเอกสารแสดงกรรมสิทธิ์ที่ดินจะใช้หน่วยวัดในระบบไทย คือ หน่วยระยะทางใช้ เส้น วา หน่วยพื้นที่ใช้ ไร่ งาน ตารางวา

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | เส้น | = | 20 | วา |
| 1 | ไร่ | = | 1 | ตารางเส้น |
| 1 | ไร่ | = | 4 | งาน |
| 1 | ไร่ | = | 400 | ตารางวา |
| 1 | งาน | = | 100 | ตารางวา |

หน่วยวัดในระบบไทย มีความสัมพันธ์และเทียบกับระบบเมตริกได้ดังนี้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | วา | = | 2 | เมตร |
| 1 | ตารางวา | = | 4 | ตารางเมตร |
| 1 | ไร่ | = | 1600 | ตารางเมตร |

2) หน่วยมุม เครื่องมือวัดมุมมีหลายชนิด แต่หน่วยที่ใช้ในการวัดหลักมี 2 ระบบ คือ วัดเป็น องศา หรือ เกรด และมีอีกระบบหนึ่งที่ไม่ปรากฏว่ามีการใช้ในอุปกรณ์เครื่องมือวัดมุม แต่ใช้มากในการคำนวณ คือ เรเดียน หน่วยของการวัดมุมมีดังต่อไปนี้

2.1) ระบบองศา มีหน่วยมุมเป็น องศา ลิปดา ฟิลิปดา (Degree, Minute, Second) ใช้สัญลักษณ์ _° _′ _″ ขนาดของมุมรอบจุดเท่ากับ 360 องศา และแต่ละหน่วยใหญ่ จะแบ่งเป็น 60 หน่วยย่อยถัดไป คือ

$1° = 60′$

$1′ = 60″$

2.2) ระบบเกรด มีหน่วยมุมเป็น Grad, Centesimal minute, Centesimal second ใช้สัญลักษณ์ _g _ c _ cc ขนาดของมุมรอบจุดเท่ากับ 400 เกรด และแต่ละหน่วย ใหญ่จะแบ่งเป็น 100 หน่วยย่อยถัดไป คือ

$1^g = 100^c$

$1^c = 100^{cc}$

2.3) ระบบเรเดียน (Radian) ขนาดมุมเรเดียนเท่ากับสัดส่วนของความยาวส่วนโค้งวงกลมกับรัศมีวงกลม ที่มีจุดยอดมุมเป็นจุดศูนย์กลางวงกลม ฉะนั้นมุมเรเดียนเปรียบเสมือนไม่มีหน่วย ขนาดของมุมรอบ จุดเท่ากับ $2\pi$ เรเดียน มุมเรเดียนมีบทบาทมากในการคำนวณ 2 กรณี คือ

- การเปลี่ยนมุมในหน่วยที่วัดได้ เช่น องศาเป็นเรเดียน เพื่อใช้ฟังชั่นมุม (sin, cos, tan) ใน โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- การจัดการหน่วยในการคำนวณเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน การเปลี่ยนมุมเล็กๆ ในหน่วยวิลิปดา เป็นเรเดียน โดยการคูณด้วย sin 1″ หรือหารด้วย 206265 (เท่ากับ 1/60 x1/60 x$\pi$/180)

นอกจากการวัดมุมในหน่วยองศาและเกรด แล้วยังมีอีกระบบหนึ่งที่เครื่องมือวัดมุมที่หน่วยงานทหาร ใช้วัดมุมในกิจกรรมทหาร คือ มิล โดยมีขนาดของมุมรอบจุดเท่ากับ 6400 มิล

**2.2.3 การทำระดับรูปตัด ตามแนว และขวางแนว (Profile) (Cross section)**

การทำระดับรูปตัดตามแนวมีจุดประสงค์เพื่อหาระดับของจุดบนพื้นผิวตามแนวทางที่กำหนด แต่การทำระดับรูปตัดขวางแนวจะหาระดับของจุดบนพื้นผิวในแนวที่ตั้งฉากกับแนวทางที่กำหนด เป็นการหาค่าระดับของจุดรายละเอียด วิธีการทำงานจะส่องไม้หลังไปยังจุดBM และส่องไม้หน้ารอง (Intermediate Foresight, IFS) ไปยังจุดต่างๆที่ต้องการรู้ค่าระดับจนมีระยะไกล

พอสมควรจึงส่องไม้หน้าไปจุด BM หรือ TP ถัดไป ย้ายกล้อง ส่องไม้หลังกลับมายังจุด BM หรือ TP ที่ผ่านมา แล้วส่องจุดที่ต้องการวัดต่อไปอีก ทำต่อไปเช่นนี้จนจบงาน เช่น งานก่อสร้างทางอาจจะวัดจุดในแนวศูนย์กลางที่ระยะเต็มทุก 25 เมตร และวัดในแนวตั้งฉากออกไปซ้าย-ขวาทุก 5 เมตร การคำนวณที่เหมาะสมใช้วิธีการหาค่าระดับจากค่าระดับแนวเล็ง เพราะเมื่อหาค่าระดับแนวเล็งเพียงครั้งเดียวสามารถนำไปหาค่าระดับของจุด IFS ที่วัดในการตั้งกล้องครั้งนั้นได้ทุกจุด

**2.2.4 ทฤษฎีและหลักการทำงานของระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)**

การรังวัดค่าพิกัดด้วยการรับสัญญาณดาวเทียมสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ วิธีการรังวัดค่าพิกัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ทันที (Real Time Kinematic : RTK) การรังวัดด้วยวิธีนี้ มีข้อดี คือ ใช้เวลาในการรับสัญญาณที่สั้น และได้ค่าพิกัด ณ ขณะรังวัด แต่ก็มี ข้อจำกัด คือ ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของค่าพิกัดที่รังวัดได้ จะลดลงเมื่อระยะระหว่างสถานีฐาน (Base Station) กับเครื่องรับสัญญาณที่จุดรังวัด (Rover) เพิ่มขึ้น รวมถึงหากหมุดควบคุมที่สถานีฐานชำรุดหรือสูญหาย ก็จะทำให้การรังวัดด้วยวิธี RTK ไม่สามารถกระทำได้และมีความยุ่งยากเพิ่มขึ้นทั้งนี้ การรังวัดค่าพิกัดโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว (กองเทคโนโลยีทำแผนที่, 2561)

องค์ประกอบของระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ

1) สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (Continuous Operating Reference Station: CORS) เป็นสถานีรับสัญญาณดาวเทียมที่ติดตั้งถาวร ในตำแหน่งที่มีความมั่นคง โดยสถานีเหล่านี้จะรับสัญญาณดาวเทียมตลอด 24 ชั่วโมง และทำการส่งสัญญาณดาวเทียมที่รับได้ไปยังศูนย์ควบคุมผ่านทางระบบสื่อสาร เช่น ทางโทรศัพท์ หรือระบบอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างอุปกรณ์ของสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และ 2.3

รูปที่ 2.2 เสารับสัญญาณของสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง

รูปที่ 2.3 เครื่องรับสัญญาณของสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง

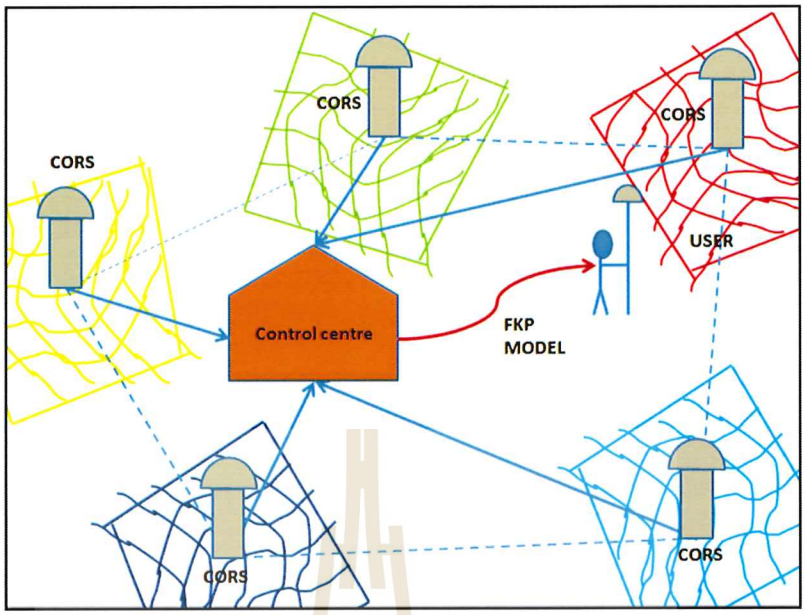
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2) ศูนย์ควบคุม (Control Center) เป็นชุดของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลสัญญาณดาวเทียมที่ส่งมาจากสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง หรือ CORSเพื่อคำนวณค่าปรับแก้ให้แก่ผู้ใช้งานที่ทำการรังวัดค่าพิกัดแบบจลน์ (Real Time Kinematic) กำหนดและตรวจสอบสิทธิการใช้งาน สำรองข้อมูล ตลอดจนให้บริการดาวน์โหลดข้อมูลสัญญาณดาวเทียมสำหรับใช้คำนวณค่าพิกัด (Post Process) ซึ่งศูนย์ควบคุมของระบบโครงข่ายฯ ที่กรมที่ดินดูแล ตั้งอยู่ที่ชั้น 3 อาคารรังวัดและทำแผนที่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี และจะติดตั้งศูนย์ควบคุมสำรอง อีก 1 ศูนย์ ที่สำนักงานที่ดินกรุงเทพมหานคร สาขาบางกอกน้อย

3) การสื่อสาร (Communication) คือ ระบบสื่อสารที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS) กับศูนย์ควบคุม และระหว่างศูนย์ควบคุมกับผู้ใช้งาน โดยการสื่อการที่ปกติจะเป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีรับสัญญาญดาวเทียมอ้างอิงกับศูนย์ควบคุม ซึ่งมักจะใช้เป็นระบบอินเทอร์เน็ตพื้นฐาน เช่น ระบบ ADSL หรือ Leased Line เนื่องจากต้องการการรับส่งข้อมูลที่มีเสถียรภาพสูง และจากการที่สถานี CORS จะต้องทำงานตลอดเวลา ดังนั้น จึงต้องมีการสื่อสารสำรอง (Backup Link) เช่น อินเทอร์เน็ตของโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้ใช้งาน เพื่อทดแทนในกรณีที่ระบบสื่อสารหลักเกิดขัดข้อง ในส่วนของการรับส่งข้อมูลระหว่างศูนย์ควบคุมกับผู้ใช้งาน จะใช้ระบบอินเทอร์เน็ตของโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ และไม่จำเป็นต้องใช้การสื่อสารที่มีเสถียรภาพที่สูงมาก

หลักการของระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ในการรังวัดค่าพิกัดที่มีการใช้งานในปัจจุบัน มีอยู่ 3 ระบบ คือ

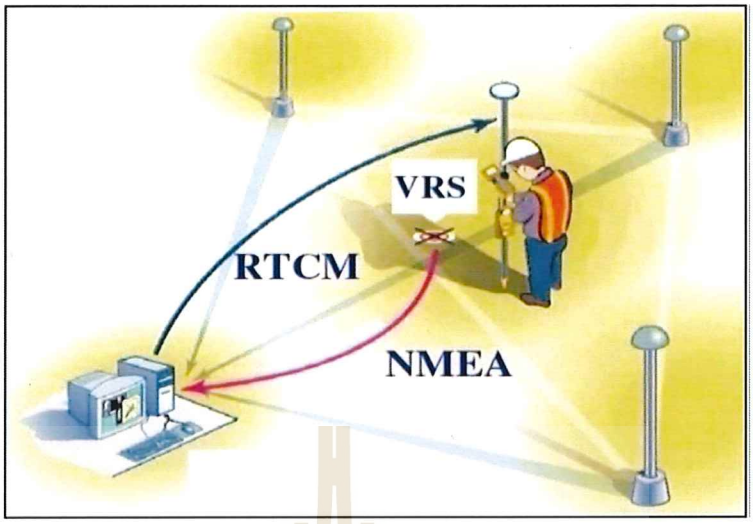
1) หลักการของระบบ Area Correction Parameter (Flaechen-Korrectur Parameters: FKP)ด้วยหลักการ FKP ข้อมูลสัญญาณดาวเทียมที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง หรือ สถานี CORS รับสัญญาณได้ จะถูกส่งไปยังศูนย์ควบคุม ซึ่งศูนย์ควบคุมจะทำการคำนวณสร้างแบบจำลองของค่าแก้ต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองค่าแก้ของนาฬิกาดาวเทียม แบบจำลองค่าแก้ของชั้นบรรยากาศ และแบบจำลองค่าแก้ของวงโคจรดาวเทียม โดยแบบจำลองที่ศูนย์ควบคุมคำนวณได้จะเรียกรวมกันว่า “State Space Model : (SSM)” ทั้งนี้ ศูนย์ควบคุมจะส่งข้อมูลแบบจำลองค่าแก้ SSM ให้ผู้ใช้งาน ในลักษณะที่เปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของระนาบแบบจำลองสำหรับแต่ละสถานี CORS ดังแสดงในรูปที่ 2.4




รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของระบบ FKP

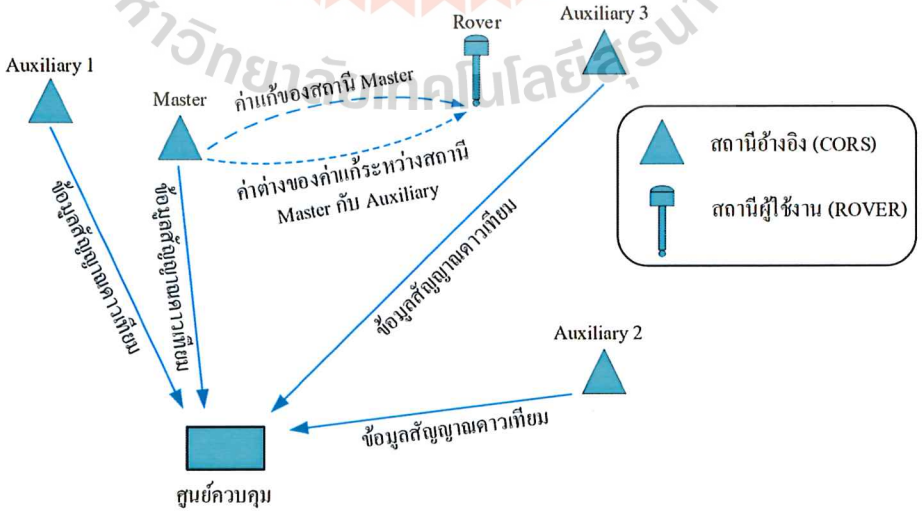
2) หลักการของระบบ Virtual Reference Station (VRS) ข้อมูลสัญญาณดาวเทียม ที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง หรือ สถานี CORS รับสัญญาณได้ จะส่งไปยังศูนย์ควบคุม เพื่อทำการคำนวณค่าแก้ต่างๆ ในลักษณะเดียวกับระบบ FKP เพียงแต่ในกรณีของระบบ VRS ผู้ใช้งาน ต้องส่งตำแหน่งโดยประมาณของตนเอง (ค่าพิกัดในรูปแบบ NMEA) ให้ศูนย์ควบคุม ซึ่งศูนย์ควบคุม จะทำการใช้ข้อมูลจากสถานี CORS ที่อยู่โดยรอบผู้ใช้งาน และค่าแก้ที่คำนวณได้ สร้างหรือสังเคราะห์ ข้อมูลขึ้นมา แล้วส่งกลับไปให้ผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลที่สร้างขึ้นมานี้ เครื่องรับสัญญาณของผู้ใช้งานจะมองเห็น เสมือนว่าเป็นข้อมูลของสถานีฐานหรือสถานีอ้างอิงในงานรังวัด RTK แบบเดิม ดังนั้น จึงเรียกระบบ การทำงานของระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ แบบนี้ว่าเป็นสถานีอ้างอิงเสมือน (Virtual Reference Station) ตามข้อมูลที่ศูนย์ควบคุมส่งให้ผู้ใช้งานดังแสดงในรูปที่ 2.5

ทั้งนี้ ในปัจจุบันกรมที่ดินใช้ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ที่เป็นแบบระบบ Virtual Reference Station (VRS)




รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของสถานีอ้างอิงเสมือน (VRS)

3) หลักการของระบบ Master-Auxiliary Concept (MAC) ในการทำงานระบบ MAC นั้น เมื่อผู้ใช้งานเริ่มการทำงาน เครื่องรับสัญญาณของผู้ใช้งานจะทำการส่งพิกัดโดยประมาณ ณ ตำแหน่ง ที่จะรังวัดไปยังศูนย์ควบคุม ศูนย์ควบคุมจะเลือกสถานี CORS ที่อยู่ใกล้ผู้ใช้งานมากที่สุด โดยจะกำหนดให้สถานี CORS นี้เป็นสถานี Master พร้อมทั้งเลือกสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิงที่อยู่ใกล้ เคียงอีกอย่างน้อย 2 สถานีให้เป็น สถานี Auxiliary โดยศูนย์ควบคุมทำการส่งข้อมูลสัญญาณดาวเทียมและ ค่าปรับแก้ของสถานี Master พร้อมกับค่าต่างของค่าปรับแก้ระหว่างสถานี Master และสถานี Auxiliary ไปให้ผู้ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.6




รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของระบบ MAC

## 2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย

### 2.3.1 ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย (Wastewater) หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ลักษณะ กลิ่น สี รส ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้ (ข้อมูลและบริการ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563)

### 2.3.2 ประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1) น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวัน และกิจกรรมเป็นอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่างๆ เช่น อพาร์ทเม้นท์ โรงแรม โรงพยาบาล ร้านค้า และอาคารสำนักงาน เป็นต้น น้ำเสียชุมชนส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และสาเหตุหลักของการทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลงได้ (ข้อมูลและบริการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563)

2) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆทุกประเภท น้ำเสียส่วนใหญ่มักเป็นน้ำล้างจากกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น การล้างถังหรือภาชนะทุกประเภท ทำให้องค์ประกอบของน้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ เช่น สารเคมี และโลหะหนัก เป็นต้น น้ำเสียประเภทนี้จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุดิบ กระบวนการผลิตรวมทั้งระบบควบคุมและการบำรุงรักษาได้ (ข้อมูลและบริการ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556)

3) น้ำเสียจากการเกษตร (Agricultural Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรครอบคลุมถึงการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ลักษณะน้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ทั้งในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับการใช้น้ำ ปุ๋ยและสารเคมีต่างๆ ถ้าหากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกจะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารพิษต่างๆในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์จะพบสิ่งสกปรกในรูปสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ได้ (ข้อมูลและบริการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเภทของน้ำเสียสามารถจำแนกตามประเภทกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมของชุมชน อุตสาหกรรม และกิจกรรมทางการเกษตร ส่งผลให้เกิดสิ่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สกปรกเจือปนในน้ำในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำเสีย ส่งผลต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลงปริมาณน้ำเสีย ที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคาร จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากรหรือพื้นที่อาคาร ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.2 อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน

| อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ภาค | อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน-วัน) | | | | | |
| | 2536 | 2540 | 2545 | 2550 | 2555 | 2560 |
| กลาง | 160-214 | 165-242 | 170-288 | 176-342 | 183-406 | 189-482 |
| เหนือ | 183 | 200 | 225 | 252 | 282 | 316 |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 200-253 | 216-263 | 239-277 | 264-291 | 291-306 | 318-322 |
| ใต้ | 171 | 195 | 204 | 226 | 249 | 275 |

ที่มา : โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538

ตารางที่ 2.3 ปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ

| ประเภทอาคาร | หน่วย | ลิตร/วัน-หน่วย |
|---|---|---|
| อาคารชุด/บ้านพัก | ยูนิต | 500 |
| โรงแรม | ห้อง | 1,000 |
| หอพัก | ห้อง | 80 |
| สถานบริการ | ห้อง | 400 |
| หมู่บ้านจัดสรร | คน | 180 |
| โรงพยาบาล | เตียง | 800 |
| ภัตตาคาร | ตารางเมตร | 25 |
| ตลาด | ตารางเมตร | 70 |
| ห้างสรรพสินค้า | ตารางเมตร | 5.0 |
| สำนักงาน | ตารางเมตร | 3.0 |

ที่มา : คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน, 2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

### 2.3.3 ลักษณะน้ำเสีย

เกิดจากบ้านพักอาศัยประกอบไปด้วยน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1) สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษ ใบตอง พืชผัก ชิ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand ; BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

2) สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อ สิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟอร์ เป็นต้น

3) โลหะหนักและสารพิษ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านซุบโลหะ อู่ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

4) น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู

5) ของแข็ง เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้น เขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

6) สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของ ออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

7) จุลินทรีย์ น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋อง จะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากจุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตสามารถลดระดับของออกซิเจนละลายน้ำ ทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

8) ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ามากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำ

9) กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนหรือกลิ่นอื่น ๆจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงงานทำปลาป่นโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

จากการจำแนกองค์ประกอบของน้ำเสียสรุปได้ว่า องค์ประกอบต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำที่เกินค่ามาตรฐานกำหนดส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำจนการเป็นน้ำเสียนั้นได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ โลหะหนักและสารพิษ น้ำมันและสารลอยน้ำต่าง ๆ เป็นต้น

ตารางที่ 2.4 ค่าพารามิเตอร์ ลักษณะน้ำเสียชุมชน

| ลักษณะน้ำเสียชุมชน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| พารามิเตอร์ | หน่วย | ความเข้มข้น | | |
| | | น้อย | ปานกลาง | มาก |
| 1. ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) | มก./ล. | 350 | 720 | 1,200 |
| ของแข็งละ ลายน้ำ (Dissolved Solids) | มก./ล. | 250 | 500 | 850 |
| ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) | มก./ล. | 100 | 220 | 350 |
| 2. ปริมาณตะกอนหนัก (Settle able Solids) | มก./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 | 1000 |
| 5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as Nitrogen) | มก./ล. | 20 | 40 | 85 |
| อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic) | มก./ล. | 8 | 15 | 35 |
| แอมโมเนีย (Free ammonia) | มก./ล. | 12 | 25 | 50 |
| ไนโตรท์ (Nitrites) | มก./ล. | 0 | 0 | 0 |
| ไนเตรท (Nitrate) | มก./ล. | 0 | 0 | 0 |
| 6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as Phosphorus) | มก./ล. | 4 | 8 | 15 |
| สารอินทรีย์ (Organic) | มก./ล. | 1 | 3 | 5 |
| สารอนินทรีย์ (Inorganic) | มก./ล. | 3 | 5 | 10 |
| 7. คลอไรค์ (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/100ml | $10^6$-$10^7$ | $10^7$-$10^8$ | $10^7$-$10^9$ |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ ลักษณะน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

| ตัวอย่างลักษณะน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| พารามิเตอร์ | น้ำเสียจากส้วม | จากห้องน้ำ | | จากการซักผ้า | | จากครัว | |
| | | ตักอาบ | ฝักบัว | ด้วยมือ | ด้วยเครื่อง | ผ่านตะแกรง | ไม่ผ่านตะแกรง |
| pH | 7.7 | 7.1 | 7 | 7.2 | 7.7 | 7.2 | 6.3 |
| COD (mg/1) | 1,500 | 230 | 400 | 200 | 560 | 960 | 2,900 |
| BOD (mg/1) | 700 | 120 | 260 | 70 | 150 | 540 | 1,800 |
| TKN (mg/1) | 300 | 8 | 38 | 14 | 12 | 18 | 120 |
| $PO_4$ (mg/1) | 24 | 6 | 1 | 10 | 24 | 13 | 90 |
| SS (mg/1) | 560 | 45 | 80 | 60 | 55 | 210 | 1,200 |
| FOG (mg/1) | 540 | 400 | 480 | 500 | 520 | 500 | 2,700 |

ที่มา : น้ำเสียชุมชนและ ปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล, ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530

### 2.3.4 การบำบัดน้ำเสีย

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการ ก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ดังนี้

1) การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment) เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน ถังตกตะกอน เป็นต้น

2) การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment) เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มี

ของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

3) การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย โดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้อากาศ (Aerobic process) หรือแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic process) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุน ชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

## 2.4 การศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละพื้นที่ของชุมชน การศึกษาจะต้องพิจารณาขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้.

1) สำรวจ และศึกษาสภาพของปัญหาน้ำเสียในปัจจุบัน

2) ประเมินน้ำเสียโดยการสำรวจ และตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย ประเมินปริมาณน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด ในปัจจุบันและคาดการณ์ในอนาคต เพื่อนำผลที่ได้ไปเป็นข้อมูลในการคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียโดยสามารถรับรองปริมาณน้ำเสียในอนาคต 20 ปี

3) วิเคราะห์ และประเมินลักษณะน้ำเสีย โดยการสำรวจและเก็บน้ำเสียวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

4) จัดหาสถานที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย โดยการพิจารณาคัดเลือกที่ดินที่เหมาะสมทั้งในด้านราคาที่ดินประกอบกับราคาค่าก่อสร้าง และพิจารณาถึงท่อรวบรวมน้ำเสียไปยังโรงบำบัด จะต้องมีความประหยัดทั้งความยาวท่อและค่าใช้จ่ายดำเนินการ พิจารณาจุดปล่อยทิ้งน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยจะต้องไม่มีผลกระทบต่อเนื่อง

5) ศึกษาเปรียบเทียบ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับขนาดที่ดินที่มีอยู่ ทำการศึกษาประมาณราคาเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อเปรียบเทียบราคาระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ

6) กำหนดแผนการก่อสร้าง ระบบบำบัดน้ำเสีย แบ่งออกเป็นระยะสั้นและระยะยาว

## 2.5 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

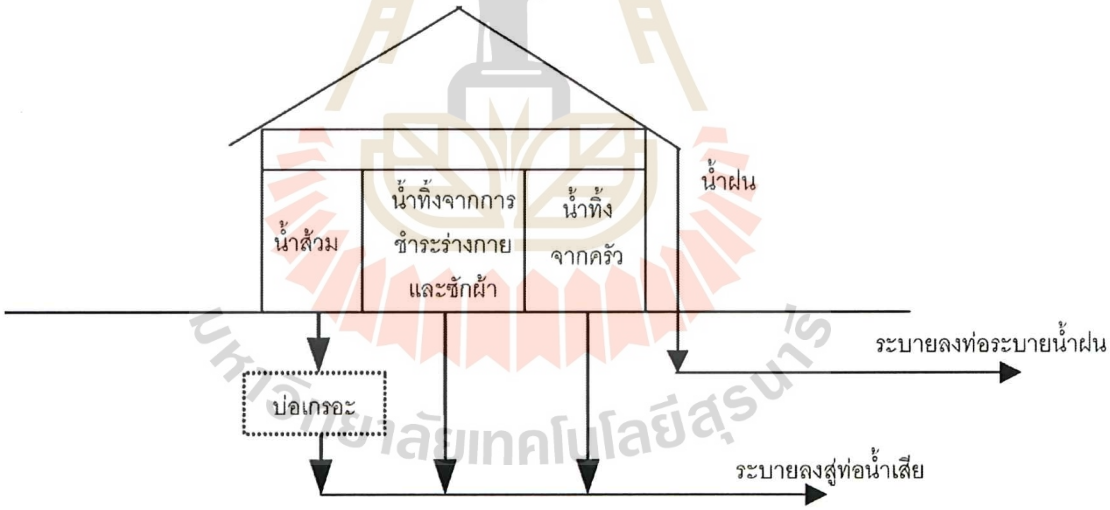
ระบบรวบรวมน้ำเสีย หรือระบบระบายน้ำ หมายถึง ระบบท่อที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อนทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดหลายๆ แห่งไปรวมกันยังสถานที่ที่จะบำบัดโดยผ่านท่อระบายน้ำ ทั้งนี้ระบบท่อระบายน้ำจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำที่ไหลเข้าท่อระบายน้ำได้ทั้งหมดโดยไม่ก่อให้เกิดการรั่วซึมหรือทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นภายในชุมชน โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

### 2.5.1 ระบบแยก (Separated System)

เป็นระบบที่แยกการระบายน้ำเสียออกจากท่อระบายน้ำฝน ดังแสดงในรูปที่ 2.7

ข้อดี : มีเฉพาะน้ำเสียถูกสูบส่งไปบำบัด ทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าเดินระบบรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียเกิดจากการบำบัดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง และยังมีผลให้การออกแบบขนาดของระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียมีขนาดไม่ใหญ่โตและมีต้นทุนก่อสร้างต่ำ

ข้อเสีย : ต้องเปิดหน้าดินกว้างเพื่อฝังท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน ทำให้มีต้นทุนในการก่อสร้างระบบท่อค่อนข้างสูง



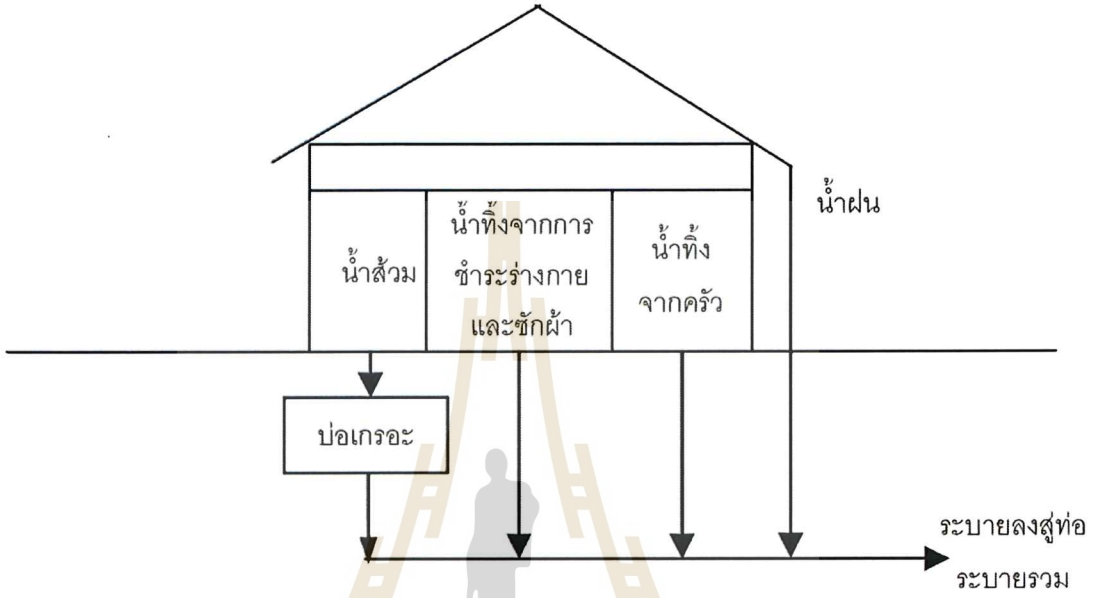

รูปที่ 2.7 ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก

### 2.5.2 ระบบรวม (Combined System)

เป็นระบบที่ใช้ระบายน้ำฝนและน้ำเสียในท่อเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.8 โดยในหน้าแล้งน้ำเสียทั้งหมดจะถูกส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย ส่วนในหน้าฝนน้ำเสียรวมกับน้ำฝนในปริมาณ 3 เท่าของอัตราการไหลสูงสุดของชั่วโมงจะถูกส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย ส่วนที่เกินจากจำนวนนี้จะระบายลงสู่แหล่งน้ำเนื่องจากมีการเจือจางและมีความสกปรกน้อยจึงไม่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำที่รองรับ

ข้อดี : ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำ เพราะไม่ต้องขุดฝังท่อเป็นพื้นที่กว้าง

ข้อเสีย : น้ำฝนจะถูกส่งไปบำบัดพร้อมกับน้ำเสียทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการสูบส่งและระบบบำบัดจะถูกออกแบบให้มีขนาดใหญ่เกินกว่าปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด




รูปที่ 2.8 ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม

## 2.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุนชนในประเทศไทยใช้วิธีทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนเป็นหลัก เนื่องจากน้ำเสียชุมชนมีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนหลากหลายประเภท จากกิจกรรมของมนุษย์ จำพวกการซักล้างชำระร่างกาย แต่ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอินทรีย์ในน้ำเสียไม่สูงพอแก่การบำ บัดแบบไร้อากาศ ดังเช่นน้ำเสียจากแหล่งเกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรม หากแต่สามารถใช้ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนได้ทันที โดยไม่ต้องเติมสารอาหารที่จำเป็นต่อการทำงานของจุลินทรีย์เพิ่มลงไปในระบบบำบัด ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุนชนในประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ (คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชุน, 2560)

### 2.6.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond : SP)

บ่อปรับเสถียรเป็นการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยกระบวนการทางธรรมชาติ สามารถจำแนกตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond) และบ่อออกซิเจน (Oxidation Pond) ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับค่าความสกปรกของน้ำเสียปริมาณน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ ซึ่งหากมีหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยัง

มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ

1) บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic pond) หรือ บ่อไร้ออกซิเจน หรือ บ่อเหม็น เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ(Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป

2) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิคได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิค บ่อแฟคคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self- Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ต่ำ ลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

3) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

4) บ่อบ่ม (Maturation Pond) มีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดี

ขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

ข้อดี : ระบบบ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่นโรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดี เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน และยังสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรค ดังแสดงในรูปที่ 2.9

ข้อเสีย : ระบบบ่อปรับเสถียรต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิคอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ ถ้าการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอและน้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิค

ตัวอย่างระบบบ่อปรับเสถียรที่ใช้ในประเทศไทย

1) เทศบาลนครหาดใหญ่ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 138,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างประมาณ 2,040 ไร่ (รวมพื้นที่บ่อปรับเสถียรและบึงประดิษฐ์)

2) เทศบาลเมืองพิจิตร ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 60,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 285 ไร่ - เทศบาลเมืองอ่างทอง ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 1,650 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 40 ไร่

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (SP)

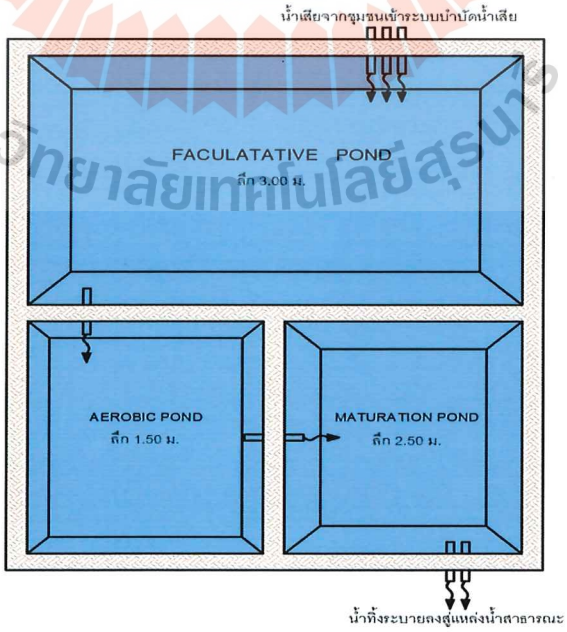
| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| 1. บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระ บีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกาจัด BOD | 4.5 วัน<br>2 – 4 เมตร<br>224-672 กรัมบีโอที/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 50 |
| 2. บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ | 7-30 วัน<br>1 – 1.5 เมตร |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (SP) (ต่อ)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| | - อัตราภาระ บีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกาจัด BOD | 34 กรัมบีโอที/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 70-90 |
| 3. บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระ บีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกาจัด BOD | 4-6 วัน<br>0.2 – 0.4 เมตร<br>45 กรัมบีโอที/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 80-95 |
| 4. บ่อบ่ม (Maturation Pond) ฤ | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระ บีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกาจัด BOD | 5-20 วัน<br>1 – 1.5 เมตร<br>2 กรัม/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 60-80 |

ที่มา: รวบรวมจากหนังสือ “ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย”, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย และ “Wastewater Engineering”, Metcalf & Eddy 1991




รูปที่ 2.9 ผังตัวอย่างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

### 2.6.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ ให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80 ถึง 95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าเพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

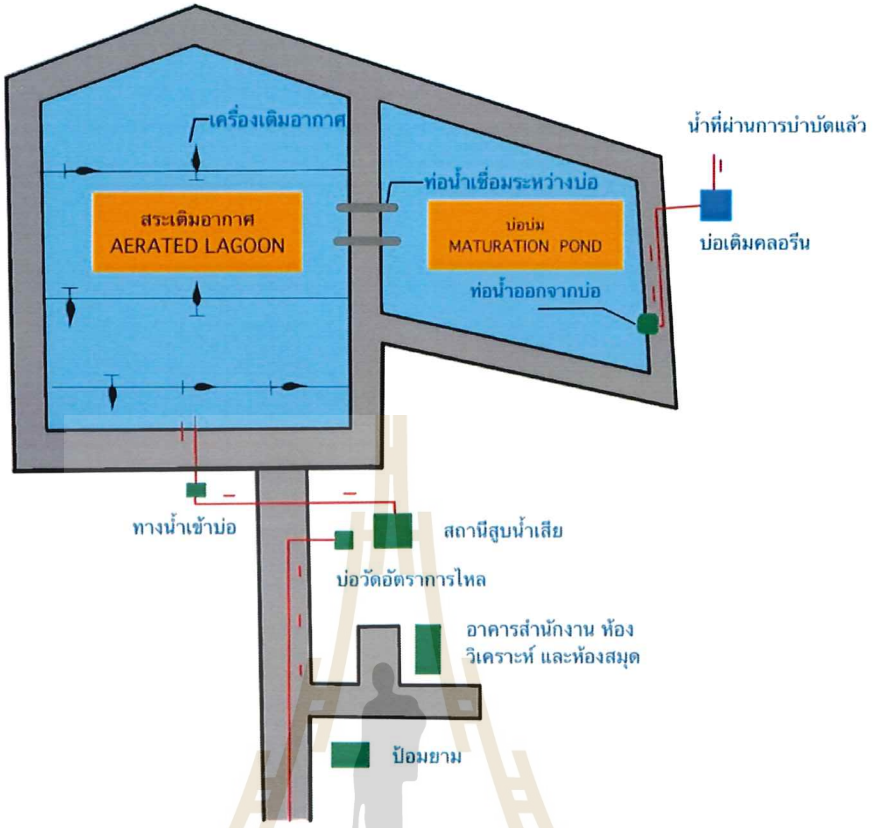
หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทั้งน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีความสกปรกค่อนข้างมาก และน้ำเสียจากอุตสาหกรรม โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2 - 6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Detention Time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3 - 10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ ออกซิเจนละลายในน้ำ และน้ำเสีย นอกจากนี้จะต้องมีบ่อบ่ม (Polishing Pond หรือ Maturation Pond) รับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่มและระยะเวลาเก็บกักให้เหมาะสมไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณของสาหร่าย (Algae) ในบ่อบ่มมากเกินไป ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศมีด้วยกัน 3 ส่วน คือ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

1) บ่อเติมอากาศ (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

2) บ่อบ่มเพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

3) บ่อเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค จำนวน 1 บ่อ

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย เครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ๆ คือ เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ (Turbine Aerator) เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) และเครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีด (Jet Aerator)




รูปที่ 2.10 ผังตัวอย่างระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL)

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| 1. บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time: HRT) | 3-10 วัน |
| | - ความลึกของน้ำในบ่อ | 2-6 เมตร |
| | - ความต้องการออกซิเจน | 07-1.4 กรัมออกซิเจน/กรัมบีโอดีที่ถูกกำจัดมากกว่าหรือเท่ากับ |
| | - Mixing Power | 0.525 กิโลวัตต์/100 เมตร$^3$ |
| 2. บ่อบ่ม (Polishing Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time: HRT) | มากกว่าหรือเท่ากับ 1 วัน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) (ต่อ)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| 3. บ่อเติมคลอรีน | - เวลาสัมผัส<br>- อัตราไหลเฉลี่ย<br>- อัตราไหลสูงสุด<br>- ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ<br>- คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine) | 15- 30 นาที<br>30 นาที<br>15 นาที<br>6 มก./ล.<br>0.3-2 มก./ล. (0.5-1 มก./ล.)* |

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

ข้อดีของบ่อเติมอากาศ

- ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง
- สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี
- มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย
- การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสียของบ่อเติมอากาศ

- มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

ตัวอย่างระบบบ่อเติมอากาศที่ใช้ในประเทศไทย

1) เทศบาลนครเชียงใหม่ สามารถรับน้ำเสียได้ 55,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 100 ไร่

2) เทศบาลเมืองพิจิตร สามารถรับน้ำเสียได้ 12,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 43 ไร่

3) เทศบาลเมืองอ่างทอง สามารถรับน้ำเสียได้ 8,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 17 ไร่

**2.6.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge: AS)**

เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำ บัดได้ทั้งน้ำ เสียชุมชนและน้ำ เสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากจำ เป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด ในปัจจุบันระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบแอโรบิค จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่ง จะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์มี 4 รูปแบบการทำงาน คือ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge: CMAS) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS) ระบบคลองเวียนวน (Oxidation Ditch; OD) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

<u>ตัวอย่างระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ที่ใช้ในประเทศไทย</u>

1) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียสี่พระยา ของกรุงเทพมหานคร ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียยานนาวาของกรุงเทพมหานคร หรือเรียกว่า Cyclic Activated Sludge System ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 200,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| 1. แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix) | - F/M Ratio | 0.2 - 0.6 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 5 - 15 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.8 - 1.9 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 2,500 - 4,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 3 - 5 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.25 - 1 |
| | - ความต้องการออกซิเจน | 0.8 - 1.1 กก. $O_2$ / กก. BOD ที่ถูกกำจัด |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 85-95 |
| 2. แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization) | - F/M Ratio | 0.2 - 0.6 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 5 -15 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.9 -1.2 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS ในถังสัมผัส | 1,000 - 3,000 มก./ล. |
| | - MLSS ในถังปรับเสถียร | 4,000 -10,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังสัมผัส | 0.5 -1 ชั่วโมง |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังปรับเสถียร | 3 - 8 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.25 -1.5 |
| | - ความต้องการออกซิเจนในถังสัมผัส | 0.4 -0.6 กก. $O_2$ / กก. BOD ที่ถูกกำจัด |
| | - ความต้องการออกซิเจนในถังปรับเสถียร | 0.3 -0.5 กก. $O_2$ / กก. BOD ที่ถูกกำจัด |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัด | ร้อยละ 80-90 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) (ต่อ)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| 3. แบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) | - F/M Ratio | 0.05 - 0.3 กก.บีโอดี / กก. MLSS -วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 10 - 30 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.1 - 0.5 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 3,000 - 6,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 8 - 36 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.75 - 1.5 |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 85-95 |
| 4. แบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) | - F/M Ratio | 0.05 - 0.3 กก.บีโอดี / กก. MLSS -วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 8 - 20 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.1 - 0.3 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 1,500 - 6,000 มก./ล. |
| | - ความจุถังต่ออัตราไหลเข้าของน้ำเข้าระบบ | 8 - 50 ชั่วโมง |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 85-95 |

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

### 2.6.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland: CW)

บึงประดิษฐ์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ก็ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

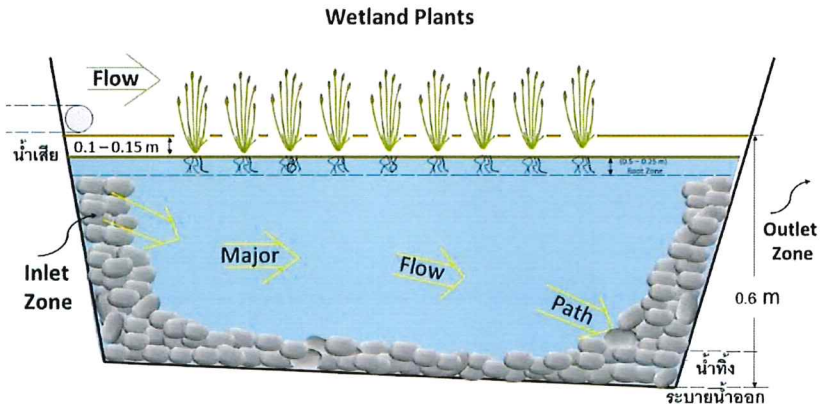
บึงประดิษฐ์ มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับบึงธรรมชาติ และแบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) ซึ่งจะมีชั้นดินปนทรายสำหรับปลูกพืชน้ำและชั้นหินรองก้นบ่อเพื่อเป็นตัวกรองน้ำเสีย

หลักการทำงานของระบบเมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบึงประดิษฐ์ส่วนต้น สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจมลงสู่ก้นบึงและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้นของระบบ การลดปริมาณไนโตรเจนจะเป็นไปตามกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อ และพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ ระบบบึงประดิษฐ์มีส่วนประกอบของระบบอยู่ 2 ส่วนดังต่อไปนี้

**2.6.4.1 ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland (FWS)**

เป็นแบบที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว ลักษณะของระบบแบบนี้จะเป็นบ่อดินที่มีการบดอัดดินให้แน่นหรือปูพื้นด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระดับเพื่อให้น้ำเสียไหลตามแนวนอนขนานกับพื้นดิน บ่อดินจะมีความลึกแตกต่างกันเพื่อให้เกิดกระบวนการบาบัดตามธรรมชาติอย่างสมบูรณ์โครงสร้างของระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน (อาจเป็นบ่อเดียวกันหรือหลายบ่อขึ้นกับการออกแบบ) คือ

1) ส่วนแรก เป็นส่วนที่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำและรากเกาะดินปลูกไว้ เช่น กก แฝก ธูปฤาษี เพื่อช่วยในการกรองและตกตะกอนของสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ ทำให้กำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ได้บางส่วน เป็นการลดสารแขวนลอยและค่าบีโอดีได้ส่วนหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.11




รูปที่ 2.11 ภาพประกอบโครงสร้างของระบบบึงประดิษฐ์

2) ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่มีพืชชนิดลอยอยู่บนผิวหน้า เช่น จอก แหน บัว รวมทั้งพืชขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่าย จอก แหน เป็นต้น พื้นที่ส่วนที่สองนี้จะไม่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำเหมือนในส่วนแรกและส่วนที่สาม น้ำในส่วนนี้จึงมีการสัมผัสอากาศและแสงแดดทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้เป็นการลดค่าบีโอดีในน้ำเสีย และยังเกิดสภาพไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ด้วย

3) ส่วนที่สาม มีการปลูกพืชในลักษณะเดียวกับส่วนแรก เพื่อช่วยกรองสารแขวนลอยที่ยังเหลืออยู่ และทำให้เกิดสภาพดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ลดลง ซึ่งสามารถลดสารอาหารจาพวกสารประกอบไนโตรเจนได้

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland

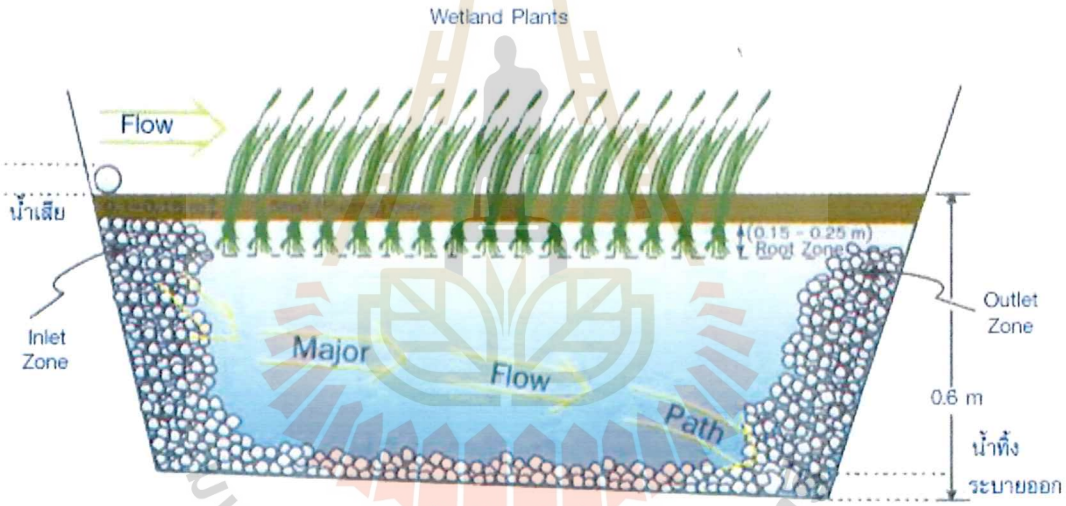
| **หน่วยบำบัด** | **เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria)** | |
|---|---|---|
| | **พารามิเตอร์** | **ค่าที่ใช้ออกแบบ** |
| 1. ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface : FAS | Maximum BOD Loading<br>- กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล.<br>- กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล. | 4.5 ก./ตร.ม-วัน<br>6.0 ก./ตร.ม-วัน |
| | Maximum TSS Loading<br>- กรณีที่ต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล.<br>- กรณีที่ต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล. | 3.0 ก./ตร.ม-วัน<br>5.0 ก./ตร.ม-วัน |
| | ขนาดบ่อ (ความยาว : ความกว้าง) | 3 : 1- 5 : 1 |
| | ความลึกน้ำ (เมตร)<br>- ส่วนที่ 1 และ 3<br>- ส่วนที่ 2 | 0.6 – 0.9 เมตร*<br>1.2 – 1.5 เมตร* |
| | Minimum HRT (at Qmax) ของส่วนที่ 1 และ 3 (วัน) | 2 วัน |
| | Maximum HRT (at Qave) ของส่วนที่ 2 (วัน) | 2 - 3 วัน |

หมายเหตุ : TSS = ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids) Qmax = Maximum monthly flow และ Qave = Average flow, HRT = เวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time) ที่มา : Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewater, EPA/625/R-99/010

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**2.6.4.2 ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB)**

ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้จะมีข้อดีกว่าแบบ Free Water Surface Wetland คือ เป็นระบบที่แยกน้ำเสียไม่ให้ถูกรบกวนจากแมลงหรือสัตว์ และป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคมาปนเปื้อนกับคนได้ ในบางประเทศใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ (Septic Tank) และปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบแอกติเวเต็ดจ์สลัดจ์ (Activated Sludge) และระบบอาร์บีซี (Rotating Biological Contactor; RBC) หรือใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากอาคารดักน้ำเสีย Combined Sewer Overflow, CSO) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.12




รูปที่ 2.12 ผังการไหลเวียนของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

<u>ส่วนประกอบที่สาคัญในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ คือ</u>

1) พืชที่ปลูกในระบบ จะมีหน้าที่สนับสนุนให้เกิดการถ่ายเทก๊าซออกซิเจนจากอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำเสีย และยังทำหน้าที่สนับสนุนให้ก๊าซที่เกิดขึ้นในระบบ เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) จากการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค (Anaerobic) สามารถระบายออกจากระบบได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้โดย การนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช

2) ตัวกลาง (Media) จะมีหน้าที่สำคัญ คือ

- เป็นที่สำหรับให้รากของพืชที่ปลูกในระบบยึดเกาะ
- ช่วยให้เกิดการกระจายของน้ำเสียที่เข้าระบบและช่วยรวบรวมน้ำทิ้งก่อนระบายออก
- เป็นที่สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ
- สำหรับใช้กรองสารแขวนลอยต่าง ๆ

ประโยชน์ที่ได้รับจากบึงประดิษฐ์

1) ประโยชน์ทางตรง สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ ของแข็งแขวนลอย และสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพแหล่งรองรับน้ำทิ้งดีขึ้น

2) ประโยชน์ทางอ้อม ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์และนกชนิดต่าง ๆ และเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและศึกษาทางธรรมชาติ

ตัวอย่างระบบบ่อบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland อาทิ เช่น

1) เทศบาลเมืองสกลนคร ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อ ปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 16,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 184.5 ไร่

2) เทศบาลนครหาดใหญ่ ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 138,600 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 515 ไร่

3) เทศบาลเมืองเพชรบุรี ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 22 ไร่

ปัญหาที่เกิดจากการใช้ระบบบึงประดิษฐ์

ปัญหาทางด้านเทคนิคมีน้อย เนื่องจากเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลัก ส่วนใหญ่ปัญหาที่พบคือ พืชที่นำมาปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณตามที่ต้องการได้ อาจเนื่องมาจากการเลือกใช้ชนิดของพืชไม่เหมาะสม สภาพของดินไม่เหมาะสม หรือถูกรบกวนจากสัตว์ที่กินพืชเหล่านี้เป็นอาหาร เป็นต้น

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System : VSB | Area Loading Rate<br>- กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล.<br>- กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล.<br>- กรณีที่ต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล | <br>1.6 ก./ตร.ม-วัน<br>6.0 ก./ตร.ม-วัน<br>20 ก./ตร.ม-วัน |
| | ความลึกน้ำ (เมตร)<br>- ตัวกลาง<br>- น้ำ | <br>0.5 – 0.6 เมตร<br>0.4 – 0.5 เมตร |
| | ความกว้าง (เมตร) | ไม่มากกว่า 61 เมตร |
| | ความยาว (เมตร)<br>ความลาดเอียง (Slop) ของก้นบ่อ (%) | ไม่น้อยกว่า 15 เมตร 0.5 - 1 |
| | ขนาดของตัวกลาง (Media) (นิ้ว)<br>ส่วนรับน้ำเสีย (Inlet Zone)<br>ส่วนที่ใช้ในการบาบัด (Treatment Zone)<br>ส่วนระบายน้ำทิ้ง (Outlet Zone)<br>ส่วนสำหรับปลูกพืชน้ำ (Planting Media) | <br>1.5 - 3<br>¾ - 1<br>1.5 - 3<br>¼ - ¾ |

ที่มา : Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewater, EPA/625/R-99/010

### 2.6.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor: RBC)

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบาบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา

หลักการทำงานของระบบกลไกการทำงานของระบบในการบำบัดน้ำเสียอาศัยจุลินทรีย์แบบใช้อากาศจานวนมากที่ยึดเกาะติดบนแผ่นจานหมุนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยการหมุนแผ่นจานผ่านน้ำเสีย ซึ่งเมื่อแผ่นจานหมุนขึ้นมาสัมผัสกับอากาศก็จะพาเอาฟิล์มน้ำเสียขึ้นสู่อากาศด้วย ทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนจากอากาศ เพื่อใช้ในการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เหล่านั้นให้เป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเซลล์จุลินทรีย์ ต่อจากนั้นแผ่นจานจะหมุนลงไปสัมผัสกับน้ำเสียในถังปฏิกิริยาอีกครั้ง ทำให้ออกซิเจนส่วนที่เหลือผสมกับน้ำเสีย ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสียอีกส่วนหนึ่ง สลับกันเช่นนี้ตลอดไปเป็นวัฏจักร แต่เมื่อมีจานวนจุลินทรีย์ยึดเกาะแผ่นจานหมุนหนามากขึ้น จะทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์บางส่วน หลุดลอกจากแผ่นจานเนื่องจากแรงเฉือนของการหมุน ซึ่งจะรักษาความหนาของแผ่นฟิล์มให้ค่อนข้างคงที่โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยที่ไหลออกจากถังปฏิกิริยานี้ จะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้ง ทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบนี้มีคุณภาพดีขึ้น

ส่วนประกอบของระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบาบัดน้ำเสียอีกรูปแบบหนึ่งของระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) ซึ่งองค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย 1) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกของแข็งที่มากับน้ำเสีย 2) ถังปฏิกิริยา ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และ 3) ถังตกตะกอนขั้นที่สอง (Secondary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยในส่วนของถังปฏิกิริยาประกอบด้วย แผ่นจานพลาสติกจานวนมากที่ทำจาก polyethylene (PE) หรือ high density polyethylene (HDPE) วางเรียงขนานซ้อนกัน โดยติดตั้งฉากกับเพลาแนวนอนตรงจุดศูนย์กลางแผ่น ซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจะยึดเกาะติดบนแผ่นจานนี้เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ หนาประมาณ 1-4 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.13 หรือที่เรียกระบบนี้อีกอย่างว่าเป็นระบบ fixed film ทั้งนี้ชุดแผ่นจานหมุนทั้งหมดวางติดตั้งในถังคอนกรีตเสริมเหล็ก ระดับของเพลาจะอยู่เหนือผิวน้ำเล็กน้อย ทำให้พื้นที่ผิวของแผ่นจานจมอยู่ในน้ำประมาณร้อยละ 35 - 40 ของพื้นที่แผ่นทั้งหมด และในการหมุนของแผ่นจานหมุนชีวภาพอาศัยชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเพลาและเฟืองทดรอบ เพื่อหมุนแผ่นจานในอัตราประมาณ 1 - 3 รอบต่อนาที

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ จะประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้

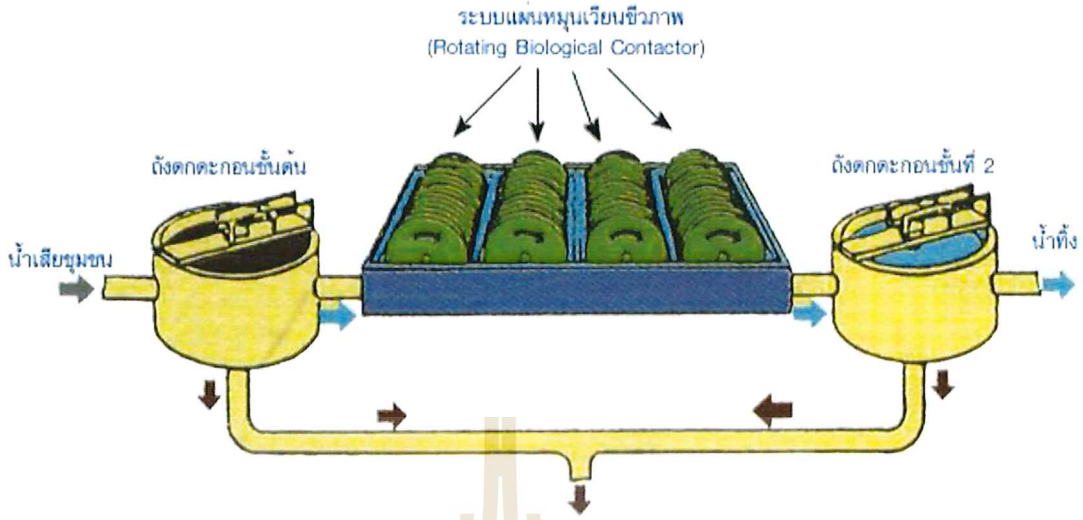
1) บ่อปรับสภาพการไหล (Equalizing Tank)

2) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank)

3) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

4) ถังตกตะกอนขั้นที่ 2 (Secondary Sedimentation Tank) และ

5) บ่อเติมคลอรีน




รูปที่ 2.13 ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| 1. ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) | ระยะเวลาเก็บกัก<br>- อัตราน้ำล้น (Overflow Rate)<br>อัตราไหลเฉลี่ย<br>อัตราไหลสูงสุด<br>อัตราภาระฝาย (Weir Loading Rate) | 1 – 4 ชั่วโมง<br><br>30-50 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน 70-130 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน<br>125-500 ลบ.ม./ม.-วัน |
| 2. ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) | ภาระชลศาสตร์<br>อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)<br>เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 80-160 ลบ.ม./1000 ตร.ม.-วัน<br>10-17 กก. BOD ทั้งหมด/1000 ตร.ม.-วัน<br>0.7-1.5 ชั่วโมง |
| 3. ถังตกตะกอนขั้นสอง (Sedimentation Tank) | - อัตราน้ำล้น (Overflow Rate)<br>อัตราไหลเฉลี่ย<br>อัตราไหลสูงสุด<br>- อัตราภาระของแข็ง (Solid Loading Rate) | 16-32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน<br>40-48 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบาบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (ต่อ)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| | อัตราไหลเฉลี่ย<br>อัตราไหลสูงสุด<br>ความลึก<br>อัตราภาระฝาย (Weir Loading Rate) | 3-6 กก./ตร.ม.-ชม.<br>10 กก./ตร.ม.-ชม.<br>3-4.5 เมตร<br>250 ลบ.ม./ม.-วัน |
| 4. บ่อเติมคลอรีน (Chlorine Contact Tank) | - เวลาสัมผัส อัตราไหลเฉลี่ย<br>อัตราไหลสูงสุด<br>ความเข้มข้นของคลอรีน ที่ต้องการ<br>คลอรีนคงเหลือทั้งหมด | 15-30 นาที<br>30<br>15<br>6 มก./ล.<br>0.3-2 มก./ล (0.5-1 มก./ล.)* |

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

ข้อดี

1) การเริ่มเดินระบบ (Start Up) ไม่ยุ่งยาก ซึ่งใช้เวลาเพียง 1 - 2 สัปดาห์
2) การดูแลและบำรุงรักษาง่าย ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญมากนัก
3) ไม่ต้องมีการควบคุมการเวียนตะกอนกลับ
4) ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย เนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำด้วย

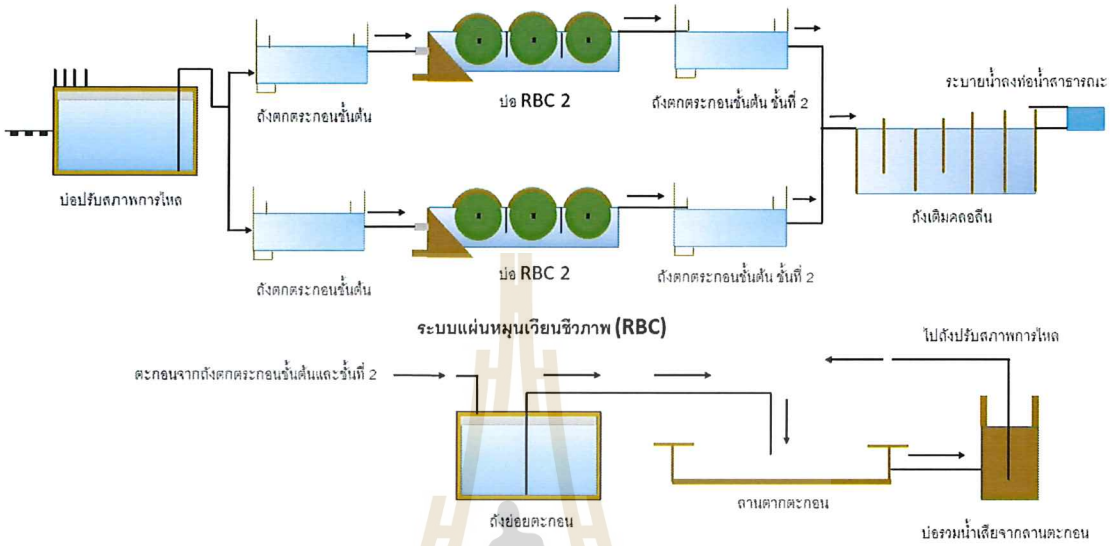
ข้อเสีย

1) ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ
2) เพลาแกนหมุนที่ต้องรับทั้งแรงอัดและแรงบิดชำรุดบ่อยครั้ง
3) แผ่นจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่าย หากสัมผัสรังสีอุตร้าไวโอเล็ตและสารพิษเป็น เวลานานอย่างต่อเนื่อง

ตัวอย่างระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผนจานหมุนชีวภาพ อาทิเช่น เทศบาลตาบลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสีย

ได้ 8,000 ลบ.ม./วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างประมาณ 6 ไร่ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 (ข้อมูลและบริการ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556)




รูปที่ 2.14 ผังระบบบาบัดน้ำเสีย แบบแผ่นหมุนชีวภาพ

## 2.7 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บตัวอย่างน้ำ หมายถึง การเก็บตัวอย่างที่ถูกวิธีในปริมาณที่เหมาะสมต่อการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทั้งนี้ต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวิธีเก็บ และการขนส่ง อีกทั้งสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีของแหล่งน้ำนั้น

### 2.7.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ

เครื่องมือ/อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำอาจทำด้วยพลาสติก เหล็กกล้าไร้สนิม สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก เครื่องมือที่ใช้ควรทำด้วยพลาสติกและมีส่วนประกอบของโลหะน้อยที่สุด ส่วนที่สัมผัสน้ำโดยตรงไม่ควรเป็นโลหะ กระบอกเก็บตัวอย่างและน้ำหนักถ่วงควรหุ้มด้วยพลาสติกสายที่ใช้หย่อนเครื่องดังกล่าวควรทำจากพลาสติกหรือลวดที่เคลือบด้วยพลาสติก (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

### 2.7.2 ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำ

1) วัสดุที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำควรเป็นวัสดุที่ไม่ทาปฏิกิริยากับกรด-ด่าง และมลพิษในตัวอย่างน้ำ มีความแข็งแรงทนทาน ไม่เปราะหรือแตกง่าย สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย มีฝาปิดสนิท โดยทั่วไปนิยมใช้ขวดแก้วหรือพลาสติกอย่างดี ที่แข็งและทนความร้อน เช่น โพลีเอททีลีน โพลีโพรไพลีน แต่วัสดุที่ดีที่สุด คือ ควอทซ์ หรือเทฟลอน แต่ราคาแพง

2) รูปร่างและขนาด ควรจะมีขนาดพอเหมาะที่จะบรรจุตัวอย่างน้ำได้อย่างเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ ควรเป็นรูปร่างไม่มีซอกมุมที่ทำความสะอาดยาก

3) สี โดยทั่วไปควรใช้วัสดุไม่มีสี นอกจากในกรณีที่ต้องการสีเข้มเพื่อป้องกันตัวอย่างน้ำถูกแสงแดดนิยมใช้พลาสติกขาวขุ่นหรือขวดแก้วสีชา

**2.7.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ**

การที่จะเก็บตัวอย่างน้ำจำเป็นต้องเลือกวิธีการเก็บที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีของน้ำทั้งหมดได้แบ่งวิธีเก็บเป็น 2 วิธี คือ

1) การเก็บแบบจ้วง (Grab sampling) เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปจะเก็บตัวอย่างแบบจ้วง โดยใช้คนตักหรืออาจใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอัตโนมัติ การเก็บตัวอย่างแบบจ้วงจะเป็นการเก็บน้ำแบบครั้งๆ น้ำเสียที่ได้จะเป็นตัวแทนของน้ำ ณ เวลาที่เก็บตัวอย่าง เช่น การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิและคลอรีน เป็นต้น วิธีนี้มีประโยชน์ในการตรวจสอบลักษณะน้ำเสียเป็นจุดๆ (Spot Check) เพื่อตรวจหาความผิดปกติของระบบซึ่งใช้ในกรณีที่น้ำเสียมีลักษณะคงที่ไม่แปรปรวนตามเวลา ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ควรเป็นขวดปากกว้าง ปริมาตรตัวอย่างที่เก็บประมาณ 1-2 ลิตร

2) การเก็บแบบผสม (Composite sampling) เป็นการนำตัวอย่างน้ำแบบจ้วงที่เก็บในช่วงเวลาต่างๆ มาผสมรวมกันตามสัดส่วนของอัตราการไหล ณ เวลาที่เก็บตัวอย่าง เพื่อให้ได้ตัวอย่างแบบผสมรวมเพียงหนึ่งตัวอย่างที่มีปริมาตรประมาณ 2-4 ลิตร สำหรับเป็นตัวแทนของน้ำเสียทั้งวัน มักใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากแหล่งชุมชนหรือแหล่งกำเนิดเฉพาะ เช่น โรงงานหรือสถานประกอบการ ความถี่ในการเก็บตัวอย่างจะขึ้นกับความแปรปรวนของน้ำเสีย ถ้าน้ำเสียมีลักษณะคงที่ความถี่ในการเก็บตัวอย่างอาจเป็นทุก 2, 4, 8, 12 หรือ 24 ชั่วโมง/ครั้ง (คู่มือเก็บตัวอย่างน้ำเสียชุมชน)

**2.7.4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ**

กรมอนามัย ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างน้ำ ดังนี้

1) การวางแผนและความถี่ในการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อให้ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

2) ตัวอย่างที่เก็บมาควรเก็บรักษาไว้ในที่ที่เหมาะสมและแยกตามประเภทการตรวจวิเคราะห์

3) ตัวอย่างที่เก็บควรมีปริมาณเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

4) ตัวอย่างที่เก็บต้องเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด

5) ในการเก็บตัวอย่างจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการปนเปื้อน

6) ตัวอย่างที่ได้ต้องรักษาคุณภาพให้เหมือนเดิมและต้องวิเคราะห์ทันที

7) ควรบ่งบอกรายละเอียดของตัวอย่าง โดยการปิดฉลากไว้ที่ข้างขวด

8) การเลือกจุดเก็บควรคำนึงถึงแหล่งน้ำ จุดที่นำน้ำมาใช้ การฆ่าเชื้อในน้ำ การเก็บและการจ่ายน้ำ ที่เก็บน้ำประจำบ้าน วิธีการนำน้ำมาใช้ เป็นต้น (ยุทธชัย แสนสุข, 2557)

**2.7.5 ช่วงระยะเวลาในการเก็บวิเคราะห์**

ช่วงเวลาจะขึ้นอยู่กับลักษณะตัวอย่างสารที่จะวิเคราะห์และวิธีการเก็บรักษา เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาแล้ว ควรทำการวิเคราะห์ให้เร็วที่สุด อย่าทิ้งไว้นานส่วนประกอบของตัวอย่างน้ำอาจเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการเติบโตของจุลชีพในน้ำ ความผิดพลาดข้อนี้อาจลดให้น้อยลงได้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในที่มืดและอุณหภูมิต่ำประมาณ 4 องศาเซลเซียส จนถึงเวลาที่จะวิเคราะห์ ระยะเวลาที่ยอมให้มากที่สุดที่จะเก็บตัวอย่างน้ำไว้ก่อนทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี ดังนี้

| | |
|---|---|
| น้ำสะอาด (Unpolluted water) | 72 ชั่วโมง |
| น้ำค่อนข้างสกปรก (Slightly polluted water) | 48 ชั่วโมง |
| น้ำสกปรก (Polluted water) | 48 ชั่วโมง |

สรุปได้ว่า ช่วงระยะเวลาในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ควรทำการวิเคราะห์ให้เร็วเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของน้ำ เนื่องจากการเติบโตของจุลชีพที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำ

**2.7.6 วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษา**

การเก็บตัวรักษาอย่างทำได้ยาก สารช่วยรักษาเกือบทุกตัวขัดขวางการหาสารบางตัว ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรวิเคราะห์ทันที การเก็บรักษาตัวอย่างที่มืดและอุณหภูมิต่ำประมาณ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวิเคราะห์ในวันถัดมาจัดว่าเป็นวิธีที่เหมาะที่สุด ควรใช้สารเคมีในการเก็บรักษาต่อเมื่อสารนั้นไม่ขัดขวางการวิเคราะห์ วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างทำโดยการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง การเติมสารเคมี การแช่เย็น และการแช่แข็ง

สรุปได้ว่า การเก็บตัวอย่างน้ำเสียควรวิเคราะห์ทันที วิธีที่ใช้ในการเก็บที่เหมาะสมคือตัวอย่างที่มืดและอุณหภูมิต่ำ ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และการแช่แข็ง

**2.7.7 ข้อควรปฏิบัติทั่วไปในการเก็บตัวอย่างน้ำ**

กรมอนามัย กล่าวว่า ข้อควรปฏิบัติทั่วไปในการเก็บตัวอย่างน้ำ มีดังนี้

1) ขวดที่ใช้เก็บควรทำด้วยพลาสติกเพราะขนส่งสะดวก ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นในน้ำ ข้อสำคัญต้องล้างให้สะอาดก่อนใช้ คือ ล้างด้วยกรดโครมิค น้ำประปา

และน้ำกลั่นตามลำดับ ก่อนทำการเก็บให้ล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะเก็บก่อน 2-3 ครั้ง

2) เขียนฉลากติดที่ขวดตัวอย่างให้เรียบร้อยก่อน บอกชื่อผู้เก็บ เวลา สถานที่ วันที่เก็บ อุณหภูมิของน้ำ ชนิดและสารช่วยรักษา

3) ควรวัดอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง แก๊สที่ละลายน้ำ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนทันทีที่เก็บเพราะค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

4) บางกรณีการเก็บตัวอย่างไว้มีผลต่อการวิเคราะห์มาก เช่น ไอออนบวกบางตัวจะสูญหายไปโดยการดูดซับ (Absorption) หรือโดยการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion exchange) กับผิวของภาชนะที่ทำด้วยแก้ว ไอออนบวกเหล่านั้นได้แก่ Al, Cd, Cr, Fe, Pb, AG และ Zn จึงควรทำการเก็บแยกต่างหากโดยใช้ขวดที่สะอาดและทำให้เป็นกรดด้วยกรดเกลือเข้มข้นหรือกรดดินประสิวเข้มข้นจนความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 2 เพื่อลดการตกตะกอน และการดูดซับบนผิวภาชนะ

5) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมให้เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากทุกๆ จุดที่ปล่อยออกมาหรือจุดที่รวมของน้ำทิ้ง

6) น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ให้เก็บตัวอย่างจากท่อระบายน้ำโสโครก

7) น้ำทิ้งจากระบบกำจัดน้ำเสียให้เก็บจากจุดต่างๆ ตามขั้นตอน

8) น้ำประปาให้ไขทิ้งสักครู่ก่อนเก็บ

9) น้ำบ่อควรเก็บภายหลังจากบ่อนั้นถูกดูดขึ้นระยะหนึ่งแล้ว

10) แม่น้ำ และลำธารควรเก็บน้ำจากผิวถึงก้นแม่น้ำตรงใจกลางแม่น้ำแล้วเอามารวมกันเป็นตัวอย่างรวมแบบอินทิเกรท ถ้าจะเก็บเป็นตัวอย่างแยกให้เก็บจากใจกลางแม่น้ำที่จุดกึ่งกลางของความลึก จึงนับว่าเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุด

จากข้อปฏิบัติทั่วไปในการเก็บตัวอย่างน้ำ สรุปได้ว่า การเก็บตัวอย่างน้ำควรคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ในการเก็บ ซึ่งควรเป็นพลาสติกที่ไม่เกิดปฏิกิริยากับตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทำการวิเคราะห์ พร้อมเขียนรายการละเอียดบนฉลากติดข้างขวดให้เรียบร้อย และศึกษาค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดอย่างละเอียด ซึ่งแต่ละค่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้เมื่อผ่านไปในระยะเวลาต่างๆ

## 2.8 งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

นางสาวนลินี บุญเจษฎารักษ์, 2554 ได้ศึกษาการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้นำชุมชน ผู้ประกอบการในตลาดน้ำบางน้ำผึ้ง และวิธีการสังเกตการณ์การบริหารจัดการและกลุ่มเป้าหมาย คือ ประชาชนในชุมชน และทำการศึกษาข้อมูลทั่วไปข้อมูลทาง

กายภาพ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาน้ำเสียของชุมชนบางน้ำผึ้ง เกิดจากน้ำทิ้งจากการอุปโภคและบริโภค เช่น น้ำจากการซักล้างและการทำครัวจากครัวเรือน จุดที่ยังแก้ไขไม่ได้ คือ บริเวณใต้ถุนบ้านที่มีน้ำเน่าขังอยู่ ส่วนน้ำเสียจากฝั่งตรงข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา คือ เขตบางนาและเขตคลองเตยที่มีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก การจัดการน้ำเสียขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง ได้แก่ การขุดลอกร่องน้ำสาธารณะ ติดตั้งถังกรองหรือถังดักไขมันอย่างง่ายในครัวเรือน ใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ (EM) จัดสถานที่ล้างภาชนะรวมโดยติดตั้งบ่อดักไขมันตามจุดต่างๆ บริเวณตลาดน้ำ องค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้งมีการบริหารจัดการน้ำเสีย คือ ความร่วมมือของคนในชุมชน การประสานกับหน่วยงานภายนอก การรวมกลุ่มเยาวชน การจัดเก็บค่าธรรมเนียม องค์การบริหารส่วนตำบลจัดทำโครงการบำบัดเจ้าพระยา 84 พรรษาเทิดไท้องค์ราชัน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และโครงการติดตั้งบ่อดักไขมันตามจุดต่างๆ ภายในบริเวณตลาดน้ำ เป็นโครงการการจัดการน้ำเสียมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อการบริหารจัดการน้ำเสียให้ประสบผลสำเร็จ

นางสาวดรุณี ศริวิไล, 2555 ได้ศึกษาการจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาเทศบาล ตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง โดยจะศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสีย วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย และสรุปเป็นบทเรียนในการจัดการน้ำเสียสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นๆ จะใช้วิธีการศึกษาด้วยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสังกตการณ์ การสัมภายณ์ชิงลึกและการสนทนากลุ่มกับผู้บริหารเจ้าหน้าที่ ผู้นำชุมชนและประชาชนในเทสบาลตำบลเมืองแกลง วิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จของการจัดการน้ำเสียโดยใช้เทคนิค SWOT

ผลการศึกษาพบว่า เทศบาลตำบลเมืองแกลงไม่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียรวมแต่ใช้การติดตั้งถังดักไขมันกับบ้านเรือนและร้านค้าในการบำบัดน้ำเสียชุมชน มีนโยบายและโครงการต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียที่ชัดเจน เช่น โครงการนักสืบสายน้ำ การบริหารจัดการน้ำเสียของเทศบาลสามารถทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้ ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ ผู้บริหารมีวิสัยทัศน์และให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม มีจัดสรรงบประมาณเพียงพอ มีหน่วยงานรับผิดชอบอย่างชัดเจน มีนโยบาย แผน โครงการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจน มีผู้นำชุมชนที่ดี ประชาชนมีส่วนร่วมตั้งแต่การรับรู้ถึงปัญหา ร่วมตัดสินใจ เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของเทศบาล

บทเรียนสำหรับองค์กรปกกรองส่วนท้องถิ่นอื่นๆ ได้แก่ การมีวิสัยทัศน์และความมุ่งมั่นทุ่มเท ความกระตือรือร้นของผู้บริหารต่อการจัดการน้ำเสีย มีระบบการบริหาร จัดการที่ดี สร้างแรงจูงใจด้านการจัดการน้ำเสียให้แก่ประชาชน สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับประชาชน ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน และการสร้างชุมชนเข้มแข็ง

นายยุทธชัย แสนสุข, 2557 ได้ศึกษาการคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับเทศบาลตำบลแชะ อำเภอ ครบุรี จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษารวบรวมข้อมูลระบบระบายน้ำเสียชุมชน ทิศทางการไหลของน้ำเสียในปัจจุบัน สามารถแบ่งโซนรวบรวมน้ำเสียตามสภาพทิศทางการไหลของน้ำเสียชุมชนได้ 2 โซน คือ ผลการศึกษาปริมาณน้ำเสียในปัจจุบัน คำนวณจากจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2556 พบว่า มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้น 1,019 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ 1,275 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียในอีก 10 ปีข้างหน้า พบว่ามีปริมาณน้ำเสียมีค่าเท่าเดิม เนื่องจากจำนวนประชากรมีแนวโน้มคงที่ ปริมาณน้ำเสียจากการตรวจวัดปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยลงทุ่งนา และคลองลำแชะ เขตเทศบาลตาบลแชะ รวม 6 จุด ต่อเนื่อง 7 วัน มีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 1,262 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียโดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ปล่อยลงทุ่งนาและคลองลำแชะ จำนวน 4 จุด นำไปวัดปริมาณความสกปรกในห้องปฏิบัติการในรูปของค่าบีโอดี ผลทดสอบพบว่ามีค่าบีโอดี 9,17,25,26 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณภาพน้ำเสียชุมชนที่เกินมาตรฐาน คือมากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 จุด คือ บริเวณสะพานเสือคาบดาบ หมู่ 3 ตำบลแชะ และบริเวณแยกร้าน ส.เจริญเกษตร หมู่ 8 ตาบลบ้านใหม่ การคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม โดยการศึกษาเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 5 ระบบ คือ ระบบที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ระบบที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ ระบบที่ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ ระบบที่ 4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Upflow Anaerobic Sludge Slanket ระบบที่ 5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic fluidized bed ระบบที่เหมาะสมคือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อ ปรับเสถียร (Stabilization Pond) ซึ่งเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติบำบัด มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลรักษาต่ำ ไม่ใช้เทคโนโลยีในการดำเนินงานมาก เพื่อรองรับปริมาณน้ำเสียในอีก 10 ปีข้างหน้า ควรมีพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ขนาด 7 และ 5 ไร่ บริเวณทุ่งนาของหมู่ 8 ตำบลบ้านใหม่ และหมู่ 3 ตำบลแชะ สำหรับพื้นที่โซน 1 และ 2 ตามลำดับ

นายจิระพล พุ่มสกุล, 2557 ได้ศึกษาปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการในเขตเทศบาลตำบลดอนหัวฬ่อ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการในเขตเทศบาลตำบลดอนหัวฬ่อ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ประชากรที่มีทะเบียนบ้านอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบลคอนหัวฬ่อ จำนวน 385 คน ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า 1. สาเหตุของปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการในเขตเทศบาลฯ พบว่า ปัญหาน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากประชาชนไม่ใส่ใจปัญหาที่เกิดขึ้น แหล่งที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากอุตสาหกรรม และจากชุมชน เช่น บ้านเรือน หลังจากการใช้น้ำแล้วจะระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะเป็น

ส่วนมาก และปล่อยน้ำทิ้งลงสู่คลองสาธารณะ 2. ผลกระทบของปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการในเขตเทศบาลฯ ในภาพรวมมีความรุนแรงของปัญหาอยู่ในระดับมาก และถือว่าเป็นเรื่องใกล้ตัวของประชาชน โดยได้ส่งผลกระทบต่อความน่าอยู่ ความสะอาดของบ้านเมือง ผลที่ตามมาคือเป็นแหล่งเพาะพันธุ์พาหะนำโรค เช่น ยุง หนู ผลกระทบต่อโรคร้ายแรง โรคระบาด เช่น โรคอหิวาต์ โรคบิด ส่งผลทำให้ชุมชนท้ายน้ำไม่สามารถใช้เพื่อการอุปโภค-บริโภคได้ 3. แนวทางการจัดการปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการในเขตเทศบาลฯ จากผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เห็นว่าสามารถแก้ไขปัญหาคังกล่าวได้ และพร้อมที่จะเข้ามามีส่วนร่วมโดยเป็นไปในลักษณะสู้ริเริ่ม ซึ่งทุกครัวเรือนต้องติดตั้งถังดักไขมัน รวมถึงเทศบาลควรกวดขันและลงโทษผู้ฝ่าฝืนกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด และรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ สร้างจิตสำนึกในเรื่องการจัดการน้ำเสียผ่านทางการประชาคมหมู่บ้าน โทรทัศน์ สื่อวิทยุชุมชน หรือเสียงตามสายของเทศบาล เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาน้ำเสียเข้าถึงประชาชนให้มากที่สุดทุกช่องทาง ประชาชนจะได้สนใจและตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและแนวโน้มของผลเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงานวิจัย

## 3.1 บทนำ

บทนี้กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีศึกษาหาความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการน้ำเสียและแนวทางการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับชุมชนที่มีพื้นที่แออัด โดยขอบเขตการศึกษาอยู่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1) สำรวจและจัดทำแบบและแผนที่แสดงระดับ แนวเขตถนน ในพื้นที่ศึกษาสำหรับถนนสายหลัก และสายรอง คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำ
2) จัดทำเอกสารรายละเอียดแผนที่แสดงระดับ หน้าตัดและแนวเขตถนน
3) ศึกษาปริมาณน้ำฝนและน้ำเสีย วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย
4) การประมาณการน้ำเสีย
5) ศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย

## 3.2 งานสำรวจ จัดทำแบบ และแผนที่แสดงระดับ

### 3.2.1 ขอบเขตงาน

สำรวจและจัดทำแบบและแผนที่แสดงค่าระดับ และแนวเขตถนน ในพื้นที่ศึกษาสำหรับถนนสายหลัก และสายรอง (ที่มีความกว้างตั้งแต่ 6 เมตรขึ้นไป) คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำ โดยสำรวจระดับรูปตัดตามยาวทุกระยะ 50 เมตร และรูปตัดตามขวางทุกระยะ 200-400 เมตร

### 3.2.2 แผนงานดำเนินการ

สำรวจและจัดทำแบบและแผนที่แสดงระดับ แนวเขตถนนในพื้นที่ศึกษาดังนี้

1) จัดทำแผนที่โครงข่ายถนน ระดับพื้นที่ระดับถนนสายหลัก และสายรองที่มีอยู่เดิมโดยประมาณ ด้วยมาตราส่วน 1:4,000 หรือ 1:10,000 หรือมาตราส่วนที่เหมาะสมในการจัดทำแบบพร้อมกับทำการสำรวจค่าระดับถนนเป็นระยะ ๆ (SPOT HEIGHT) ทุกระยะ 200-400 เมตร เพื่อจัดทำแบบเบื้องต้น

2) สำรวจและจัดทำผังระบบบำบัดน้ำเสีย ทุกแห่งที่เป็นทางเลือกพร้อมระดับโดยกำหนดมาตราส่วน 1:200 หรือ 1:500 หรือตามความเหมาะสม

3) จัดทำระดับเทียบกับหมุดหลักฐานถาวรที่ทราบระดับอ้างอิง ขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ และจัดทำหมุดหลักฐานอ้างอิงถาวรไว้ทั้งหมุดพิกัดและหมุดระดับ

4) สำรวจภูมิประเทศตามแนวท่อระบายน้ำ

5) สำรวจผังบริเวณ (Site Plan) ที่จะก่อสร้างระบบบำบัดสถานีสูบน้ำเสีย รวมทั้งบ่อดักน้ำเสีย

6) สำรวจรูปตัดทางน้ำธรรมชาติ (ถ้ามี) ที่จะทำการปรับปรุง พร้อมค่าระดับ

## 3.3 งานจัดทำเอกสารรายละเอียดแผนที่แสดงระดับ หน้าตัด และแนวเขตถนน

### 3.3.1 ขอบเขตงาน

จัดทำเอกสารรายละเอียดแผนที่แสดงระดับ หน้าตัด และแนวเขตถนนในพื้นที่ศึกษา เพื่อออกแบบระบบระบายน้ำ

### 3.3.2 แนวทางการดำเนินงาน

จัดทำเอกสารรายละเอียดแผนที่แสดงระดับ หน้าตัด และแนวเขตถนน ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 รายงานโครงการสำรวจและออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียตำบลจอหอฝั่งตะวันตก ประกอบด้วย

1) บทนำ ประกอบด้วย ความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ พื้นที่ศึกษา และขอบเขตการดำเนินงาน

2) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย การศึกษาทบทวนรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง สภาพพื้นที่โครงการ สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา และการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย

3) ปริมาณน้ำเสียและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ประกอบด้วย การแบ่งพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสีย ประชากร การใช้น้ำในปัจจุบัน การคาดการณ์ปริมาณน้ำเสีย ส่วนที่ 2 แผนที่แสดงระดับ หน้าตัด และแนวเขตถนน ประกอบด้วย

4) แปลนและรูปด้านข้างพร้อมผังบริเวณ ของระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย

5) ผังบริเวณ แปลน และรูปตัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

6) แบบที่เขียนด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม AUTOCAD

7) แฟ้มข้อมูล (Data File) แบบ รายละเอียดและเอกสารประกอบให้หน่วยงานเพื่อใช้ในการดำเนินงานขั้นต่อไป

## 3.4 งานศึกษาปริมาณน้ำเสียและประมาณน้ำเสีย

### 3.4.1 ขอบเขตงาน

ทำการศึกษาปริมาณน้ำเสีย วิเคราะห์และประมาณการปริมาณน้ำเสีย เพื่อการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และจำนวนประชากรในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลประชากรขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ โดยมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุม 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย, หมู่ 6 บ้านระกาย, หมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช และมีแนวกำหนดพื้นที่ศึกษาออกแบบ ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากน้ำผิวดินบริเวณจุดรวมน้ำทิ้ง ในพื้นที่ศึกษา จำนวน 8 จุด (4 หมู่บ้าน) เพื่อประเมินคุณภาพน้ำผิวดินในปัจจุบัน รวมทั้งประเมินลักษณะทางกายภาพของลำคลองที่อาจเปลี่ยนไปจากปัจจุบัน เนื่องจากสภาพแวดล้อมของพื้นที่เปลี่ยนไป ทั้งนี้ เพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกแนวทางการลำเลียงน้ำเสีย จากจุดรวบรวมน้ำทิ้ง เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบำบัดน้ำเสียและเป็นข้อมูลในการกำหนดเทคโนโลยีที่ใช้บำบัดน้ำเสียต่อไป

### 3.4.2 แผนการดำเนินงาน

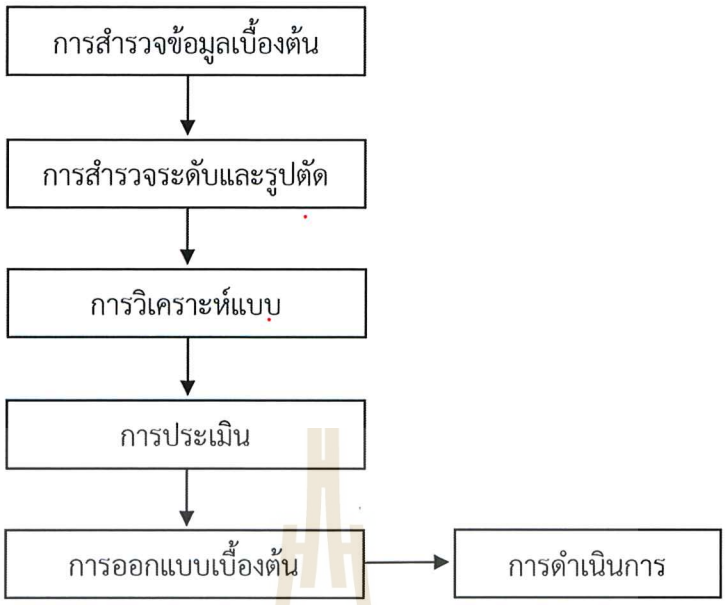
1) รวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ
2) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำเสียและประมาณการปริมาณน้ำเสียในพื้นที่บริการ
3) รวบรวมข้อมูลประชากรและนักท่องเที่ยว
4) รวบรวมข้อมูลท่อระบายน้ำเดิม/ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย
5) รวบรวมข้อมูลแผนงาน/โครงการที่เกี่ยวข้องในพื้นที่
6) รวบรวมข้อมูลด้านระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย

## 3.5 การประมาณการน้ำเสีย

### 3.5.1 การสำรวจและวางแผน

ทำการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ วางแผน และออกแบบก่อสร้างให้เหมาะสมกับชุมชน เพื่อการแก้ปัญหาได้ตรงจุดและมีประสิทธิภาพสูงสุดในพื้นที่เป้าหมาย กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินการแสดงในรูปที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี




รูปที่ 3.1 แผนการสำรวจและออกแบบเบื้องต้นของระบบระบายน้ำเสีย อบต.จอหอ ฝั่งตะวันตก

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของโครงการ ระบบบ่อบำบัดที่นำมาใช้แก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชนหรือพื้นที่เป้าหมาย จำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้สำหรับการออกแบบ และต้องมีการสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เพื่อใช้ประกอบการประเมิน และการคำนวณออกแบบ ดังนี้

1) ลักษณะของพื้นที่ ภูมิประเทศของชุมชนหรือพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งมีผลต่อลักษณะการออกแบบระบบรวบรวมและระบายน้ำเสีย เพื่อนำไปบำบัดยังระบบบ่อบำบัดที่ออกแบบก่อสร้างไว้ ควรสำรวจความลาดเทของพื้นที่ ลักษณะการระบายน้ำของพื้นที่ ทิศทางลม ลักษณะดิน ค่าระดับความสูงของพื้นที่ เป็นต้น

2) จำนวนประชากร ประชากรในพื้นที่คือที่มาของแหล่งน้ำเสีย ชุมชนที่มีขนาดใหญ่มีประชากรมาก กิจกรรมของประชากรก็มีมากตามไปด้วย จึงส่งผลทำให้ปริมาณน้ำเสียมีมากตามกิจกรรมของประชากร นอกจากนี้ลักษณะของน้ำเสียก็มีความแตกต่างกันออกไปตามแต่ละกิจกรรมของประชากรในชุมชนนั้นอีกด้วย

3) คุณลักษณะของน้ำเสีย ได้แก่ ค่าปริมาณของเสียในรูปบีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ฯลฯ ตามค่ากำหนดของมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ที่ออกตามความใน พรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2537 น้ำเสียจากชุมชนมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะนำไปพิจารณาในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

### 3.5.2 การรวบรวมข้อมูลประชากร

เก็บรวบรวมข้อมูลประชากรในพื้นที่บริการขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ เพื่อใช้ประมาณการใช้น้ำเสียของพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ
2) ข้อมูลปริมาณน้ำเสียและประมาณการปริมาณน้ำเสียในพื้นที่บริการ
3) ข้อมูลประชากรและนักท่องเที่ยว
4) ข้อมูลท่อระบายน้ำเดิม/ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย
5) ข้อมูลแผนงาน/โครงการที่เกี่ยวข้องในพื้นที่
6) ข้อมูลด้านระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย

## 3.6 ศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย

ศึกษาระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา โดยศึกษาเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อเสีย ของระบบบาบัดน้ำเสียแต่ละระบบ เช่น ประสิทธิภาพการบาบัดน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ตลอดจนระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เงื่อนไขและข้อจำกัดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทั้งสภาพภูมิประเทศ งบประมาณ คุณภาพของน้ำเสียในพื้นที่ และจะต้องไม่กระทบต่อสภาพแวดล้อมของประชาชนเป็นสำคัญ ตลอดจนตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำทิ้ง ระบบรางระบายน้ำ หรือระบบท่อปัจจุบันว่าสามารถชำรุดเสียหายมากน้อยเพียงใด และวางแผนในการวางแนวท่อเมนระบายน้ำทิ้งใหม่ เพื่อไม่ให้ระบายลงลำคลองธรรมชาติโดยตรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 4
# ผลการทดสอบและวิเคราะห์

## 4.1 สภาพเศรษฐกิจ สังคม และทัศนคติของประชาชน

### 4.1.1 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

พื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ (รูปที่ 4.1) ส่วนใหญ่ เป็นที่ราบลุ่ม เหมาะสำหรับการเกษตรกรรม เช่น ทำนา และปลูกพืชไร่ มีพื้นที่ประมาณ 26.97 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 16,556 ไร่

ทิศเหนือ ติดกับ ต.โคกสูง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

ทิศใต้ ติดกับ ต.หมื่นไวย อ.เมือง จ.นครราชสีมา

ทิศตะวันออก ติดกับ ต.ตลาด อ.เมือง จ.นครราชสีมา

ทิศตะวันตก ติดกับ ต.หมื่นไวย และ ต.พุดซา อ.เมือง จ.นครราชสีมา

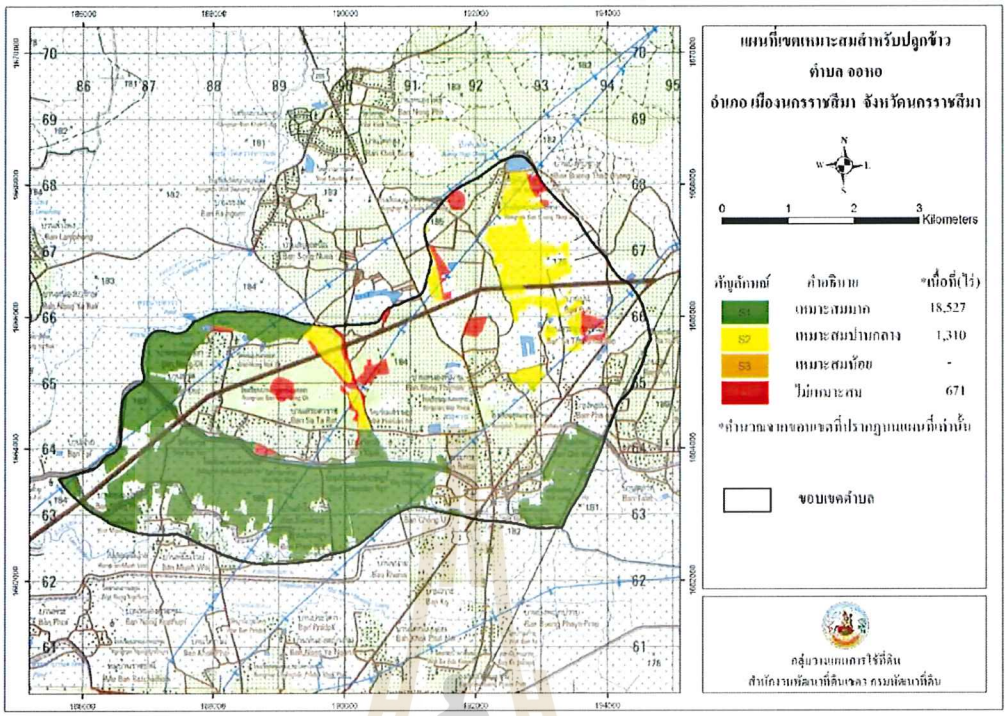
องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ (อบต. จอหอ) มีแหล่งน้ำแบ่งเป็น สระน้ำ จำนวน 25 แห่ง บ่อบาดาล จำนวน 1 แห่ง พนังกั้นน้ำจำนวน 1 แห่ง ประปาหมู่บ้านจำนวน 3 แห่ง และแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 11 แห่ง พื้นที่โดยทั่วไปขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอเป็นชุมชนที่กำลังเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้น้ำเสียจากบ้านเรือนมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกวันแต่ไม่มีการรวบรวมและบำบัดตามหลักวิชาการ น้ำเสียจากครัวเรือนบางส่วนจึงอาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะและคลองลำเลียงน้ำดิบ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำหรับการผลิตประปาในพื้นที่ของ อบต. จอหอ และอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัยของประชากรในพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอร่วมกับผู้วิจัยจะทำการสำรวจพื้นที่ดังกล่าว เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบรางระบายน้ำเสียและวิธีการจัดการน้ำเสียตามหลักวิชาการในเบื้องต้นก่อนปล่อยคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดสรรการใช้สอยที่ดินของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ พบว่าพื้นที่ดังกล่าวเป็นที่อยู่อาศัยเป็นหลัก ศาสนสถาน สถาบันการศึกษา และพื้นที่การค้า กระจายตัวอยู่ตามแต่ละพื้นที่ของชุมชน ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาการใช้ประโยชน์ของที่ดินออกเป็น 3 ประเภทสำคัญ ได้แก่

1) พื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย

2) พื้นที่ศาสนสถาน

3) พื้นที่สถาบันการศึกษา

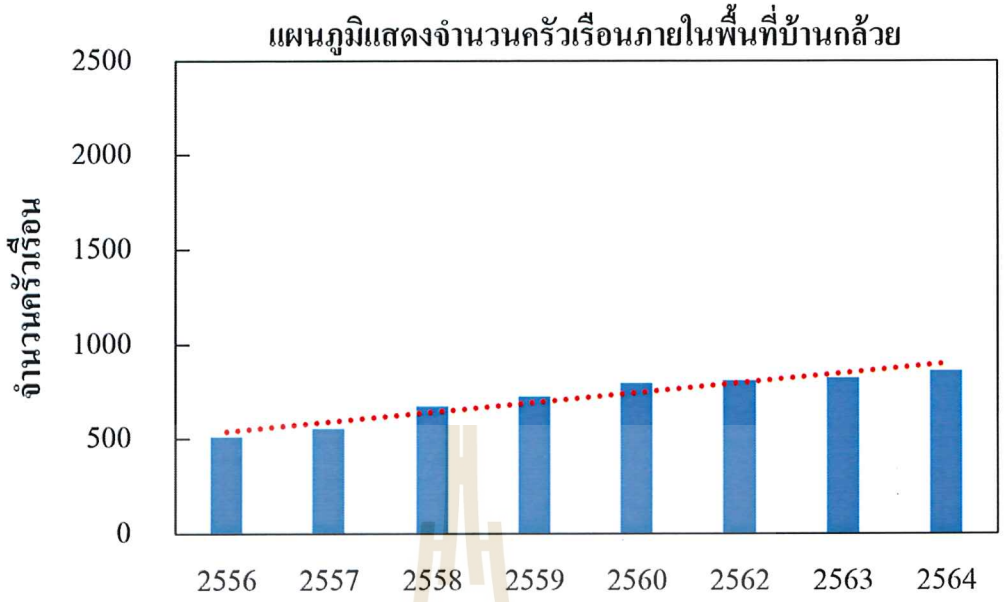



รูปที่ 4.1 ผังเมืองรวมขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ
ที่มา : สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 กรมพัฒนาที่ดิน

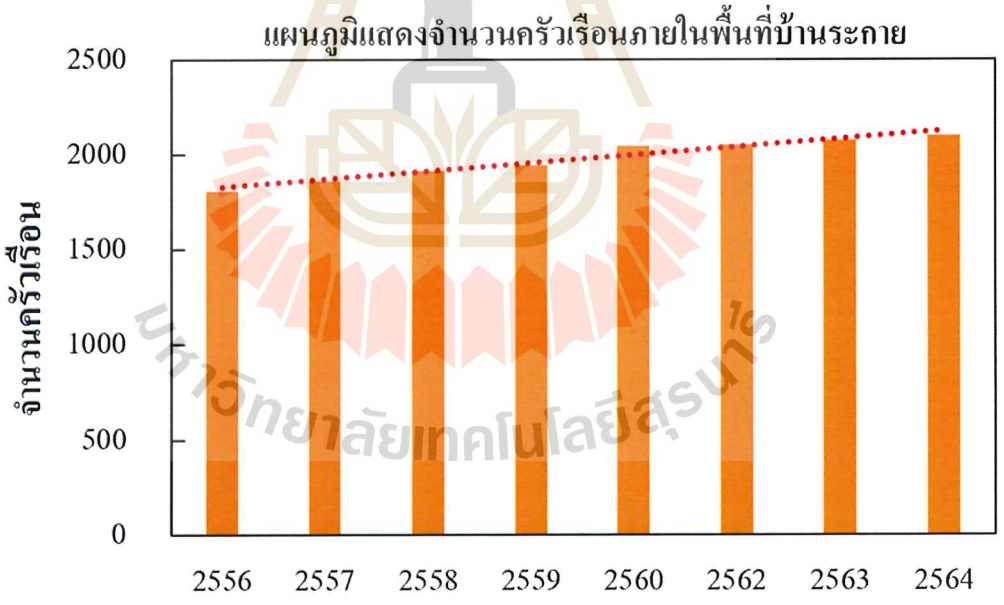
#### 4.1.1.1 พื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย

การพัฒนาที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์เป็นที่อยู่อาศัยนั้น มีหลักสำคัญพิจารณาว่าพื้นที่ดังกล่าวควรจะเป็นบริเวณที่มีการจัดการระบบระบายน้ำได้ดีและไม่เป็นอุปสรรค์ต่อการก่อสร้าง มีความสะดวกสบายในการเข้าถึงระบบสาธารณูปโภคสาธารณูปการได้ดี มีความปลอดภัยปราศจากสิ่งรบกวนต่างๆ มีสภาพแวดล้อมที่ดีอยู่ใกล้ย่านการค้า และมีการคมนาคมที่สะดวกต่อการเดินทางเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละวัน

พื้นที่ภายในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ (อบต. จอหอ) มีขนาดทั้งสิ้น 26.97 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 16,556 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดจำนวน 9 หมู่บ้าน โดยพื้นที่ที่ผู้วิจัยทำการศึกษาและสำรวจเพื่อออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียนั้น ครอบคลุมพื้นที่ 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านกล้วย บ้านระกาย บ้านกรูด และบ้านสระตาราช ซึ่งมีพื้นที่รวมกันประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 3,248 ไร่ จากข้อมูลงานทะเบียนราษฎร์องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ พบว่าปริมาณครัวเรือนทั้ง 4 หมู่บ้าน มีอัตราเพิ่มขึ้นต่อปีจำนวนร้อยละ 1.73-21.12 (บ้านกล้วย), 0.39-5.03 (บ้านระกาย), 0.20-5.59 (บ้านกรูด) และ 0.36-5.07 (บ้านสระตาราช) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ถึง 4.5

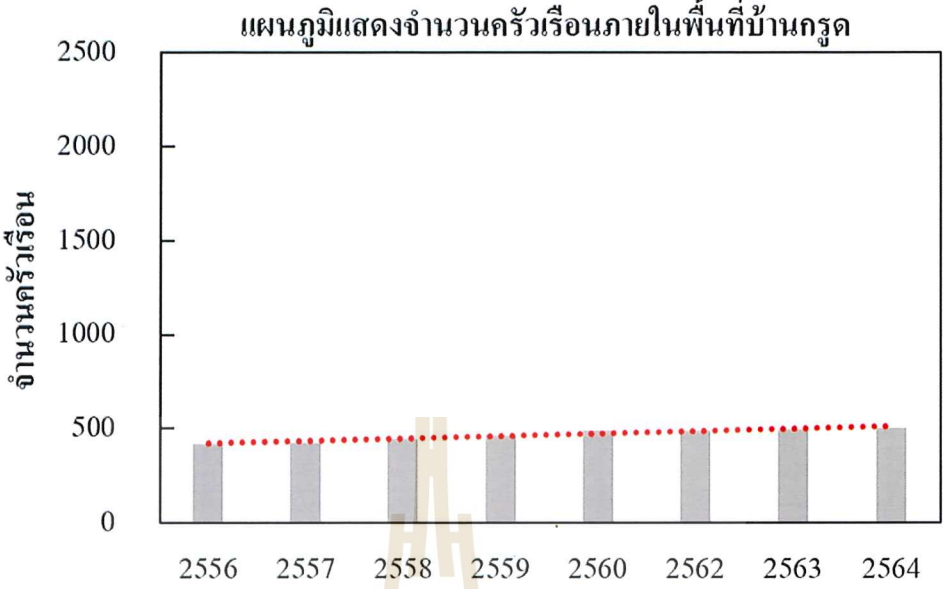



รูปที่ 4.2 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านกล้วย

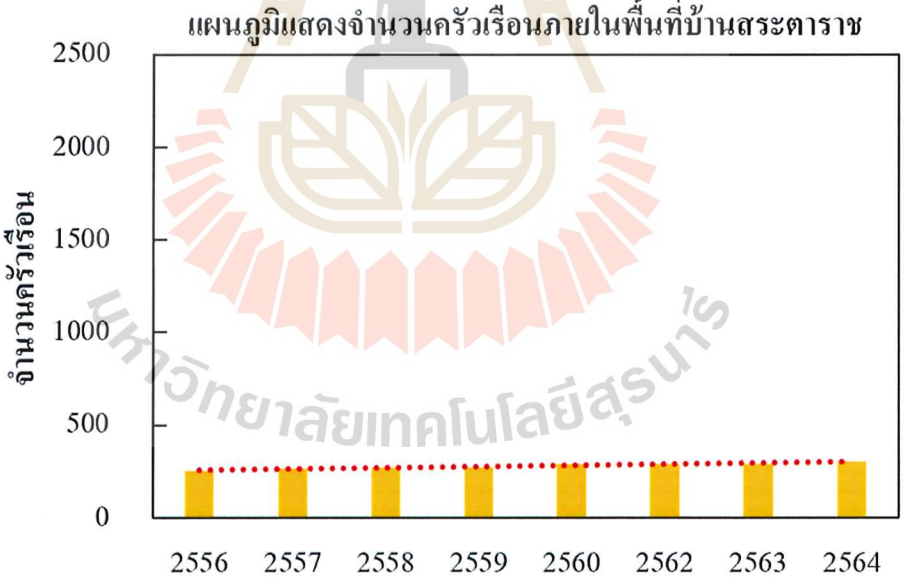



รูปที่ 4.3 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านระกาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี




รูปที่ 4.4 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านกรูด




รูปที่ 4.5 แผนภูมิจำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่บ้านสระตาราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

#### 4.1.1.2 พื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย

จากการลงพื้นที่ศึกษาและเก็บข้อมูลภายในพื้นที่ทั้ง 4 หมู่บ้าน ขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ พบว่าประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธเป็นหลัก และมีวิถีชีวิตที่เกี่ยวพันกับศาสนาอย่างใกล้ชิด ดังนั้น พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอจึงมีวัดตั้งอยู่ในพื้นที่ครอบคลุมทั้ง 4 หมู่บ้าน จำนวน 3 แห่ง ประกอบด้วย วัดบ้านกรูด ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่บ้านกรูด, วัดบ้านกล้วย ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่บ้านสระตาราช และวัดประมวลราษฎร์ ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่บ้านกล้วย ตำแหน่งและที่ตั้งทางภาพถ่ายดาวเทียมแสดงดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 แผนที่วัดในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ

#### 4.1.1.3 พื้นที่สถานศึกษา

การจัดการศึกษาขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ พบว่าในพื้นที่โครงการที่ศึกษามีโรงเรียนในพื้นที่ทั้ง 4 หมู่บ้าน ในระดับประถมศึกษา จำนวน 2 แห่งด้วยกัน ประกอบด้วย โรงเรียนบ้านกล้วยจอหอ และโรงเรียนบ้านระกาย และมีจำนวนนักเรียนแต่ละโรงเรียนทั้งสิ้น 136 และ 173 คน ตามลำดับ (ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2564)

### 4.1.2 สถานการณ์ประชากรของตำบลจอหอ

#### 4.1.2.1 ประชากรทะเบียนราษฎร์

ในเขตพื้นที่ตำบลจอหอ ฝั่งตะวันตก ในปัจจุบัน มีจำนวนราษฎร ชาย 4,265 คน หญิง 4,807 คน รวมทั้งสิ้น 9,080 คน (จากข้อมูลของงานทะเบียนราษฎร ณ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564) โดยข้อมูลประชากรย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564 แสดงดังตารางที่ 4.1

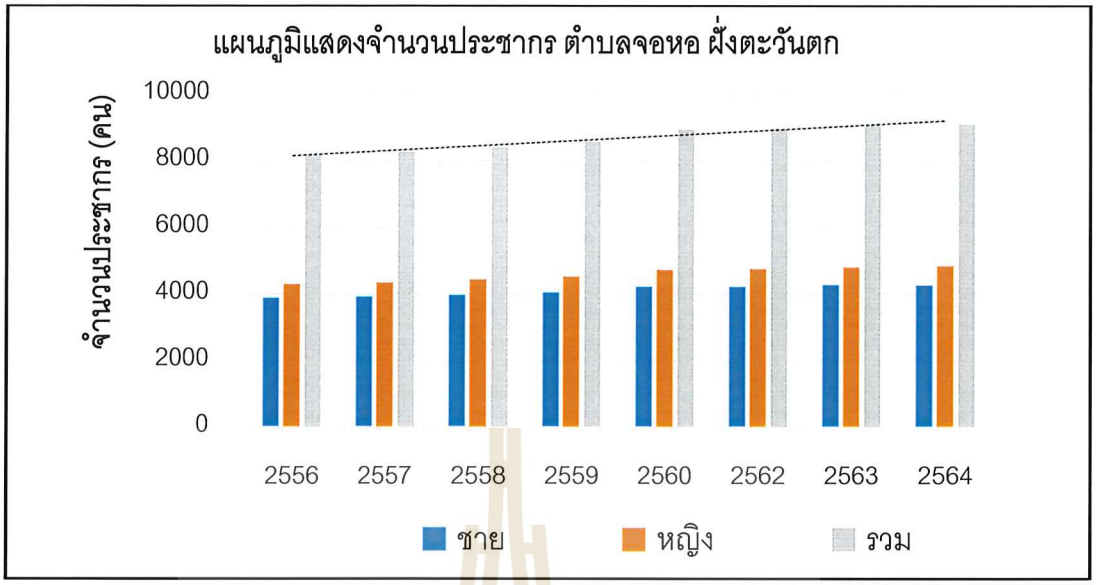
ตารางที่ 4.1 จำนวนราษฎรตำบลจอหอ ฝั่งตะวันตก ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564

| บ้าน | 2556 | | | 2557 | | | 2558 | | | 2559 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชาย | หญิง | รวม | ชาย | หญิง | รวม | ชาย | หญิง | รวม | ชาย | หญิง | รวม |
| บ้านกล้วย | 714 | 721 | 1,435 | 719 | 716 | 1,435 | 751 | 756 | 1,507 | 793 | 804 | 1,597 |
| บ้านระกาย | 2,073 | 2,370 | 4,443 | 2,099 | 2,410 | 4,509 | 2,114 | 2,459 | 4,573 | 2,136 | 2,491 | 4,627 |
| บ้านกรูด | 696 | 780 | 1,476 | 703 | 785 | 1,488 | 702 | 796 | 1,498 | 716 | 806 | 1,522 |
| บ้านสระตาราช | 392 | 424 | 816 | 394 | 436 | 830 | 392 | 429 | 821 | 395 | 428 | 823 |
| รวม | 3,875 | 4,295 | 8,170 | 3,915 | 4,347 | 8,262 | 3,959 | 4,440 | 8,399 | 4,040 | 4,529 | 8,569 |
| บ้าน | 2560 | | | 2562 | | | 2563 | | | 2564 | | |
| | ชาย | หญิง | รวม | ชาย | หญิง | รวม | ชาย | หญิง | รวม | ชาย | หญิง | รวม |
| บ้านกล้วย | 714 | 721 | 1,435 | 719 | 716 | 1,435 | 751 | 756 | 1,507 | 793 | 804 | 1,597 |
| บ้านระกาย | 2,073 | 2,370 | 4,443 | 2,099 | 2,410 | 4,509 | 2,114 | 2,459 | 4,573 | 2,136 | 2,491 | 4,627 |
| บ้านกรูด | 696 | 780 | 1,476 | 703 | 785 | 1,488 | 702 | 796 | 1,498 | 716 | 806 | 1,522 |
| บ้านสระตาราช | 392 | 424 | 816 | 394 | 436 | 830 | 392 | 429 | 821 | 395 | 428 | 823 |
| รวม | 3,875 | 4,295 | 8,170 | 3,915 | 4,347 | 8,262 | 3,959 | 4,440 | 8,399 | 4,040 | 4,529 | 8,569 |

#### 4.1.2.2 แนวโน้มจำนวนประชากร

การศึกษาขนาดหรือจำนวนประชากรเป็นสิ่งสำคัญที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำเสีย เพราะแหล่งน้ำเสียและน้ำทิ้งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชากรในแต่ละพื้นที่ภายในชุมชนนั้นๆ ดังนั้น ข้อมูลพื้นฐานด้านจำนวนประชากรจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง สำหรับใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบรางระบายน้ำเสีย ข้อมูลประชากรตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564 พบว่ามีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 4 โดยปีที่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรสูงสุดร้อยละ 4.35 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 แผนภูมิแสดงการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร แสดงดังรูปที่ 4.7

การศึกษาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และทัศนคติของประชาชน นับว่ามีส่วนสำคัญยิ่งต่อการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย และกำหนดอัตราค่าบำบัดน้ำเสียเพราะทำให้ทราบถึงสภาพปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และทราบถึงความต้องการของประชาชนในพื้นที่ รวมถึงข้อเสนอแนะและแนวทางการเข้ามามีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการน้ำเสีย ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาและวางแผนดำเนินงานให้สอดคล้องกับสภาพของปัญหาที่แท้จริงของพื้นที่




รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงจำนวนประชากร ในเขตพื้นที่ตำบลจอหอ ฝั่งตะวันตก

#### 4.1.2.3 การคาดการณ์จานวนประชากรอีก 10 ปีข้างหน้า

จำนวนประชากรในปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2556

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนประชากร (ชาย + หญิง) | 8,170 | คน |

จำนวนประชากรในปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2564

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนประชากร (ชาย + หญิง) | 9,080 | คน |

จำนวนประชากรคาดการณ์จานวนประชากรอีก 10 ปีข้างหน้า

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนประชากร (ชาย + หญิง) | 10,445 | คน |

## 4.2 การประมาณการน้ำเสีย

เนื่องจาพื้นที่ศึกษายังไม่เคยมีการศึกษาและวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำาของอาคารบ้านเรือนในเขตพื้นที่ศึกษามาก่อน ดังนั้นในการออกแบบครั้งนี้จะใช้ข้อมูลอัตราการใช้น้ำาของชุมชุมของสานักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ อยู่ในช่วง 200-322 ลิตร/คน/วัน องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก จังหวัดนครราชสีมา อยู่ในพื้นที่ชุมชนบท กำหนดอัตราการเกิดน้ำาเสียต่ำาสุดที่ 200 ลิตร/คน/วัน.

ตารางที่ 4.2 สรุปอัตราการใช้น้ำชุมชนและปริมาณน้ำเสีย ในเขต อบต.จอหอ ฝั่งตะวันตก

| แหล่งกำเนิดน้ำเสีย | จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2564 (คน) | อัตราการใช้น้ำของชุมชน (ลบ.ม.) | ปริมาณนาเสีย พ.ศ. 2574 (วัน/ลบ.ม.) |
|---|---|---|---|
| บ้านกล้วย | 1,836 | 367 | 10,445 |
| บ้านระกาย | 4,867 | 973 | |
| บ้านกรูด | 1,541 | 308 | |
| บ้านสระตาราช | 836 | 167 | |
| **รวม** | 9,080 | 1,815 | 2,089 |

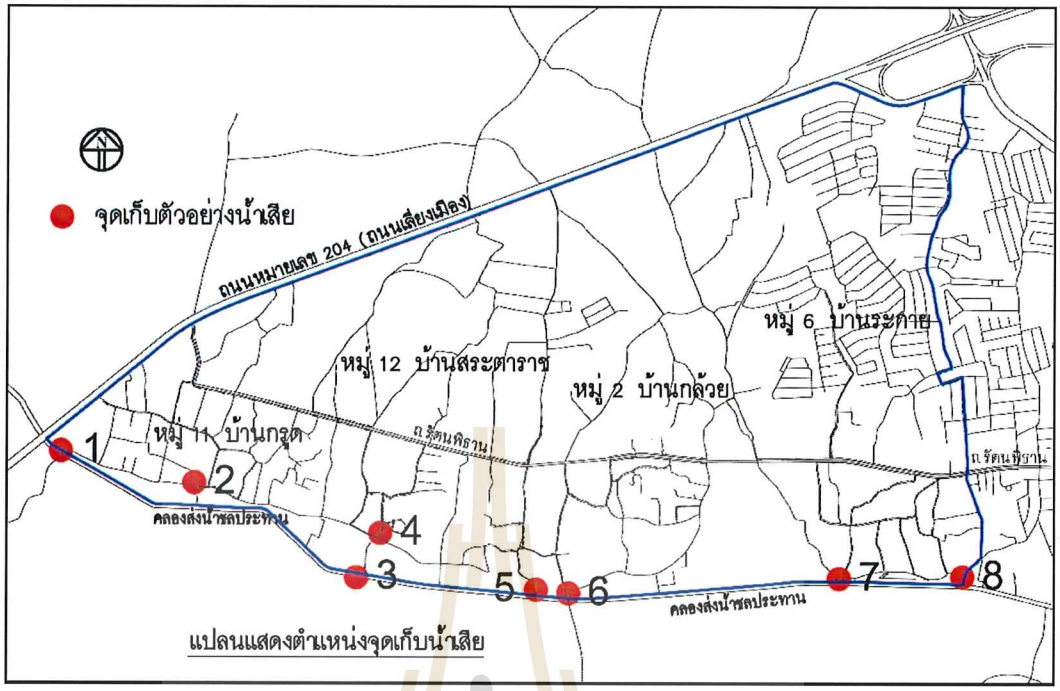
## 4.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเสีย

ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอมีแหล่งน้ำผิวดินของบ่อน้ำตื้นจำนวน 25 แห่ง และกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอตะวันตกมีอาชีพเกษตรกร จึงได้ขุดร่องน้ำหรือคลองเพื่อชักน้ำเข้าไปยังพื้นที่เพาะปลูก อย่างไรก็ตามเมื่อความเจริญขยายตัว ประชาชนจึงหันไปประกอบอาชีพอื่น ทำให้พื้นที่เพาะปลูกเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัย คลองในปัจจุบันจึงมีหน้าที่รองรับน้ำผิวดินในช่วงฤดูฝนเพื่อทำการเกษตร

จากการสำรวจพบว่า ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอมีแหล่งน้ำแบ่งเป็น บ่อน้ำตื้น/สระน้ำ จำนวน 25 แห่ง บ่อบาดาล จำนวน 1 แห่งฝาย/ทำนบ/พนังกั้นน้ำจำนวน 1 แห่ง ประปาหมู่บ้านจำนวน 3 แห่ง และแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 11 แห่ง ดังนั้น การศึกษาแหล่งน้ำผิวดินครั้งนี้ได้แบ่งพื้นที่การศึกษาตามหมู่บ้านเป็น 4 หมู่บ้าน คือ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกายหมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์โดยแต่ละพื้นที่ มีรายละเอียดดังนี้

### 4.3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

การศึกษานี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากน้ำผิวดินบริเวณจุดรวมน้ำทิ้ง ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ จำนวน 8 จุด (4 หมู่บ้าน) แสดงดังรูปที่ 4.8 เพื่อประเมินคุณภาพน้ำผิวดินในปัจจุบัน รวมทั้งประเมินลักษณะทางกายภาพของลำคลองที่อาจเปลี่ยนไปจากปัจจุบันเนื่องจากสภาพแวดล้อมของพื้นที่เปลี่ยนไป ทั้งนี้ เพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกแนวทางการลำเลียงน้ำเสีย จากจุดรวบรวมน้ำทิ้งที่ เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบำบัดน้ำเสียและเป็นข้อมูลในการกำหนดเทคโนโลยีที่ใช้บำบัดน้ำเสียต่อไป




รูปที่ 4.8 ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งทั้ง 4 หมู่บ้าน

รูปที่ 4.9 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียใช้วิธีการแบบจ้วง (Grab sample) โดยดัชนีที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพจากแหล่งน้ำผิวดินในเขตเทศบาล มีทั้งสิ้น 11 ดัชนี ดังแสดงวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ดัชนีตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย

| ดัชนีตรวจวัด | วิธีการ/เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ |
|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) | pH Meter |
| 2. สารแขวนลอย (Suspended Solids) | Glass Fiber Disc |
| 3. ตะกอนหนัก (Settleable Solids) | Imhoff Cone |
| 4. ค่าความเค็ม (Salinity) | Conductivity Meter |
| 5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) | Conductivity Meter |
| 6. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids) | Dried at 180°C |
| 7. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) | 5 Day BOD Test |
| 8. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) | In-housed method: TE-504-01-07 based on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA&WEF, 23rd ed. 2017., Part 5520 D |
| 9. ซัลไฟด์ (Sulfide) | Methylene Blue Method |
| 10. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil) | In-housed method: TE-504-01-07 based on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA&WEF, 23rd ed. 2017., Part 5520 D |
| 11. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) | In-housed method: TE-504-01-12 based on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA&WEF, 23rd ed. 2017., Part 4500-N |

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ดัชนีวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 11 ตัว ประกอบด้วย

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดด้วยมิเตอร์ pH ค่าระหว่าง 0 ถึง 6 แสดงถึงสถานะความเป็นกรด สารที่มีสถานะเป็นกลางจะมีค่า pH ที่ 7 และค่าระหว่าง 8 ถึง 14 แสดงความเป็นด่าง

2) สารแขวนลอย (Suspension) สารเนื้อผสมที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า $10^{-4}$ เซนติเมตร สามารถมองเห็นอนุภาคของสารชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดลอยกระจายอยู่ในสารอีกชนิดหนึ่งที่เป็นตัวกลางด้วยตาเปล่าได้ เมื่อตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอนและสามารถแยกสารที่แขวนลอยอยู่ในสารเนื้อผสมออกมาได้โดยการกรอง เช่น น้ำแป้งดิบ น้ำโคลน เป็นต้น

3) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) ของแข็งที่จมตัวลงสู่ก้นภาชนะเมื่อตั้งทิ้งไว้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง สามารถหาในเชิงปริมาตรหรือน้ำหนักได้ กากของแข็งในตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย สารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยวิธีชั่งน้ำหนัก ถ้ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี

4) ค่าความเค็ม (Salinity) การตรวจวัดความเค็ม เป็นการตรวจวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำที่พบในน้ำเค็มหรือน้ำกร่อย โดยมีหน่วยเป็นส่วนในหนึ่งพันส่วน (ppt ย่อมาจาก part per thousand) ความเค็มของน้ำทะเลของโลกมีค่าเฉลี่ย 35 ppt น้ำจืดมีค่าไม่เกิน 0.5 ppt น้ำกร่อยมีค่า 0.5 – 25 ppt ค่าความเค็มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณหยาดน้ำฟ้า น้ำจากหิมะละลาย หรือบริเวณรอยต่อระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืด เช่น บริเวณปากแม่น้ำ ปริมาณของเกลือในน้ำเป็นตัวการสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ชี้บ่งว่าจะพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดในบริเวณแหล่งน้ำนั้น

5) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เป็นวิธีวัดความสามารถของน้ำในการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าซึ่งมีอยู่ในสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น แอนไอออนของคลอไรด์ไนเตรต ซัลเฟต และฟอสเฟต (แอนไอออนคือไอออนที่มีประจุลบ) หรือ แคทไอออนของโซเดียมแมกนีเซียม เหล็ก และอะลูมิเนียม (แคทไอออนคือไอออนที่มีประจุบวก)

6) สารละลายได้ (Total Dissolved Solids) หมายถึง ของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทำให้สามารถลอดผ่านกระดาษกรองใยแก้วที่มีขนาดรูกรองประมาณ 1.2 ไมครอน ประกอบด้วย อนุภาคของคอลลอยด์ที่มีขนาดเล็กกว่ารูกระดาษกรอง และโมเลกุลของสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ

7) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) เป็นการวิเคราะห์ปริมาณความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

8) ค่านำไฟฟ้า (Electroconductivity) คือ ค่าที่บอกคุณภาพของน้ำ แสดงความสกปรกของน้ำเสียจากบ้านเรือน หรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถวัดได้โดยวิธีซีโอดี ด้วยสารเคมี ซึ่งเป็นออกซิไดซิงเอเจนต์ ที่สามารถออกซิไดส์สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ แล้ววัดปริมาณออกซิเจนที่ใช้เพื่อ

การออกซิไดส์สารอินทรีย์นั้น ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในสภาวะที่เป็นกรดเข้มข้นและมีอุณหภูมิสูง น้ำที่มีค่าซีโอดีสูงแสดงว่ามีการปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์สูง สกปรกมาก

9) ซัลไฟด์ (Sulfide) ซัลไฟด์ในน้ำเสียส่วนมากจะมาจากปฏิกิริยารีดักชั่นของซัลเฟตโดยจุลชีพในน้ำเสีย ในสภาพที่น้ำเสียมีค่าพีเอชเป็นกรด ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide) จะออกมาจากน้ำเสีย ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนเหมือนก๊าซไข่เน่า จึงเรียกก๊าซนี้ว่า ก๊าซไข่เน่า ปริมาณหรือความเข้มข้นต่ำสุดในน้ำ ที่คนเราสามารถจะได้กลิ่นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ระเหยออกมาอยู่ระหว่าง 0.025 - 0.25 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยที่ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในบรรยากาศที่ต่ำมากถึง 0.3

10) ไขมันและน้ำมัน (Fat and Oil) เนื่องจากมีการใช้ไขมันและน้ำมันในการประกอบอาหารหรือกระบวนการผลิต ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำเสียต่างๆ น้ำมันและไขมันมักเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก และเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกชนิด สารอินทรีย์เคมีที่เป็นพิษมีจำนวนมากที่สามารถละลายในน้ำมันและไขมันได้ดีกว่าน้ำ ดังนั้น ปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ จึงไม่ควรมีค่าเกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

11) ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) คือ ปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่อยู่ในโปรตีนของพืชและสัตว์ หรือที่เกิดจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิต เช่น เกิดจากการขับถ่ายของเสีย ได้แก่ ปัสสาวะ

รูปที่ 4.10 ห้องทดสอบคุณภาพน้ำเสีย

### 4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การสำรวจคุณภาพน้ำตามจุดรวมน้ำทิ้งภายในองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ ตะวันตก มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบคุณภาพน้ำที่เป็นปัจจุบัน และขีดความสามารถในการรองรับน้ำเสีย (Carrying capacity) เพื่อใช้ในการพิจารณาลำคลองและขนาดของท่อระบายน้ำที่เหมาะสม รวมทั้งประเมินความสามารถในการรองรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วในอนาคต และเป็นข้อมูลสำหรับนำผลที่ได้ไปประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นของโครงการ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจำนวน 8 จุด สรุปในตารางที่ 4.5 ถึง 4.8

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณภาพน้ำช่วงและค่าเฉลี่ยดัชนีต่างๆ ของน้ำในลำคลอง

| ดัชนีตรวจวัด | ค่าสูงสุด | ค่าต่ำสุด | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) | 7.60 | 7.10 | 7.35 |
| 2. สารแขวนลอย (Suspended Solids), mg/l | 28.3 | 12.4 | 20.35 |
| 3. ตะกอนหนัก (Settleable Solids), mg/l | 0.2196 | 0.0764 | 0.1480 |
| 4. ค่าความเค็ม (Salinity), ppt | 1.10 | 0.10 | 0.60 |
| 5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), mS/cm | 2360 | 720 | 1540 |
| 6. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids), mg/l) | 928 | 282 | 605 |
| 7. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand), mg/l | 85 | 6 | 45.5 |
| 8. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand), mg/l | 282 | 32 | 157 |
| 9. ซัลไฟด์ (Sulfide) (mg/l) | 0.261 | 0.020 | 0.141 |
| 10. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil), mg/l | 5 | 1 | 3 |
| 11. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen), mg/l | 40.00 | 7.00 | 23.50 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 11 บ้านกรูด กับมาตราฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก

| ดัชนีตรวจวัด/จุดทดสอบ | ค่ามาตราฐาน | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) | 5-9 | 7.6 | 7.4 | ผ่าน |
| 2. สารแขวนลอย (Suspended Solids), mg/l | < 30 | 24.6 | 28.3 | ผ่าน |
| 3. ตะกอนหนัก (Settleable Solids), mg/l | < 0.5 | 0.2196 | 0.1828 | ผ่าน |
| 4. ค่าความเค็ม (Salinity), ppt | < 1.0 | 0.2 | 0.8 | ผ่าน |
| 5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), mS/cm | < 2,000 | 829 | 1,909 | ผ่าน |
| 6. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids), mg/l | < 500 | 324 | 738 | จุดที่ 2 ไม่ผ่าน |
| 7. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand), mg/l | < 20 | 7 | 85 | จุดที่ 2 ไม่ผ่าน |
| 8. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand), mg/l | < 120 | 35 | 282 | จุดที่ 2 ไม่ผ่าน |
| 9. ซัลไฟด์ (Sulfide) , mg/l | < 1.0 | < 0.005 | 0.261 | ผ่าน |
| 10. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil), mg/l | < 5.0 | 2 | 4 | ผ่าน |
| 11. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen), mg/l | < 35 | 7 | 40 | จุดที่ 2 ไม่ผ่าน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 12 บ้านสระตาราช กับควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก

| ดัชนีตรวจวัด/จุดทดสอบ | ค่ามาตราฐาน | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) | 5-9 | 7.1 | 7.2 | ผ่าน |
| 2. สารแขวนลอย (Suspended Solids), mg/l | < 30 | 12.4 | 18.2 | ผ่าน |
| 3. ตะกอนหนัก (Settleable Solids), mg/l | < 0.5 | 0.0764 | 0.196 | ผ่าน |
| 4. ค่าความเค็ม (Salinity), ppt | < 1.0 | 0.7 | 0.6 | ผ่าน |
| 5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), mS/cm | < 2,000 | 1,693 | 1,575 | ผ่าน |
| 6. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids), mg/l | < 500 | 664 | 616 | ไม่ผ่าน |
| 7. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand), mg/l | < 20 | 18 | 8 | ผ่าน |
| 8. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand), mg/l | < 120 | 102 | 38 | ผ่าน |
| 9. ซัลไฟด์ (Sulfide) , mg/l | < 1.0 | < 0.005 | < 0.005 | ผ่าน |
| 10. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil), mg/l | < 5.0 | 5 | 1 | ผ่าน |
| 11. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen), mg/l | < 35 | 13 | 13 | ผ่าน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.7 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 2 บ้านกล้วย กับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก

| ดัชนีตรวจวัด/จุดทดสอบ | ค่ามาตราฐาน | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) | 5-9 | 7.4 | 7.4 | ผ่าน |
| 2. สารแขวนลอย (Suspended Solids), mg/l | < 30 | 22.5 | 17.6 | ผ่าน |
| 3. ตะกอนหนัก (Settleable Solids), mg/l | < 0.5 | 0.201 | 0.166 | ผ่าน |
| 4. ค่าความเค็ม (Salinity), ppt | < 1.0 | 0.9 | 0.1 | ผ่าน |
| 5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), mS/cm | < 2,000 | 2,130 | 720 | จุดที่ 5 ไม่ผ่าน |
| 6. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids), mg/l | < 500 | 834 | 282 | จุดที่ 5 ไม่ผ่าน |
| 7. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand), mg/l | < 20 | 37 | 7 | จุดที่ 5 ไม่ผ่าน |
| 8. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand), mg/l | < 120 | 183 | 36 | จุดที่ 5 ไม่ผ่าน |
| 9. ซัลไฟด์ (Sulfide) , mg/l | < 1.0 | 0.02 | < 0.005 | ผ่าน |
| 10. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil), mg/l | < 5.0 | 2 | 3 | ผ่าน |
| 11. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen), mg/l | < 35 | 40 | 13 | จุดที่ 5 ไม่ผ่าน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.8 ผลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 6 บ้านระกาย กับมาตราฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก

| ดัชนีตรวจวัด/จุดทดสอบ | ค่ามาตราฐาน | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) | 5-9 | 7.4 | 7.2 | ผ่าน |
| 2. สารแขวนลอย (Suspended Solids), mg/l | < 30 | 15.2 | 18.9 | ผ่าน |
| 3. ตะกอนหนัก (Settleable Solids), mg/l | < 0.5 | 0.161 | 0.115 | ผ่าน |
| 4. ค่าความเค็ม (Salinity), ppt | < 1.0 | 1.0 | 1.1 | จุดที่ 8 ไม่ผ่าน |
| 5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), mS/cm | < 2,000 | 2,290 | 2,360 | ไม่ผ่าน |
| 6. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids), mg/l | < 500 | 892 | 928 | ไม่ผ่าน |
| 7. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand), mg/l | < 20 | 30 | 6 | จุดที่ 7 ไม่ผ่าน |
| 8. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand), mg/l | < 120 | 149 | 32 | จุดที่ 7 ไม่ผ่าน |
| 9. ซัลไฟด์ (Sulfide) , mg/l | < 1.0 | 0.071 | < 0.005 | ผ่าน |
| 10. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil), mg/l | < 5.0 | 4 | 2 | ผ่าน |
| 11. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen), mg/l | < 35 | 13 | 7 | ผ่าน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากผลการตรวจคุณภาพน้ำ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) มีค่ามาตรฐานที่ 5.0-9.0 จากการทดสอบตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทั้งหมด 8 จุด มีค่า pH ของน้ำในคลองไม่ผิดปกติ

2) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ตามมาตรฐานแล้วควรมีปริมาณ ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดสอบตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทั้งหมด 8 จุด พบว่ามีปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 12.4 – 28.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตฐานที่กำหนดไว้

3) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) มีปริมาณสูงกว่าแหล่งน้ำสะอาดทั่วไป แต่มีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0764 – 0.2196 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) ค่าความเค็ม (Salinity) ควรปริมาณไม่เกินกว่า 1.0 ppt จากการทดสอบตัวอย่างพบว่าจุดที่ 1 ถึง 7 นั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-1.00 ppt และมีจุดที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานคือจุดที่ 8 บ้านระกาย มีค่าเท่ากับ 1.10 ppt

5) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ควรมีค่าไม่เกินกว่า 2,000 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร จากการทดสอบตัวอย่าง ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียจากตัวอย่างจำนวน 5 จุด มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ จุดที่ 1,2,3,4 และ 6 มีค่าอยู่ระหว่าง 720 – 1,909 ส่วนจุดที่ 5,7 และ 8 มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 2,000 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความนำไฟฟ้าที่เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้สำหรับแหล่งน้ำจืด

6) ค่าสารละลายได้ (Total Dissolved Solids) มีจำนวน 6 จุด ที่มีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้แก่ จุดที่ 2,3,4,5,7 และ 8 มีค่าอยู่ระหว่าง 616 - 928 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในจุดที่ 1 และ 6 นั้นมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน คืออยู่ระหว่าง 324 และ 282 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

7) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) มีจำนวน 3 จุด ที่มีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ (ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้แก่ จุดที่ 2,5 และ 7 ซึ่งค่าบีโอดี สูงถึง 85, 37, และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดที่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ได้แก่ จุดที่ 1,3,4,6 และ 8 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 6 -18 มิลลิกรัมต่อลิตร

8) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) มีจำนวน 3 จุด ที่มีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้แก่ จุดที่ 2,5 และ 7 ซึ่งค่าบีโอดี สูงถึง 282, 183 และ 149 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดที่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ได้แก่ จุดที่ 1,3,4,6 และ 8 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 32 -102 มิลลิกรัมต่อลิตร

9) ซัลไฟด์ (Sulfide) มีค่าในช่วงน้อยกว่า 0.005 – 0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณต่ำมากในทุกจุดทดสอบเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร)

10) น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil) จุดที่ 2,3 และ 7 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยมีปริมาณน้ำมันและไขมันอยู่ที่ 4,5 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในจุดที่ 1,4,5,6 และ 8 ค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 1 – 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

11) ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) จุดที่ 2 และ 5 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยมีปริมาณอยู่ที่ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจุดที่ 1,3,4,6,7 และ 8 มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 7 – 13 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.5 ถึง 4.8 โดยภาพรวมของแหล่งน้ำตัวอย่างจากทั้ง 4 หมู่บ้าน มีปริมาณสารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง ส่งผลให้คุณภาพน้ำผิวดินมีคุณภาพต่ำมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของน้ำผิวดินตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ตัวอย่างน้ำเสียจากจุดรวมน้ำทิ้งทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ประเภทที่ 5 เป็นแหล่งน้ำที่มีการระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทในชุมชน ทั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ตัวอย่างน้ำเสียจากลำคลองทั้ง 8 จุด มีความสกปรกอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงน้ำเสียจากอาคารประเภท ก (พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535) นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นควรให้ฟื้นฟูคุณภาพน้ำตามแหล่งกำเนิดน้ำเสียของแต่ละหมู่บ้านโดยสรุปดังนี้

1. จากการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียของหมู่ที่ 11 บ้านกรูด จำนวน 2 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 บริเวณคลองระบายน้ำติดกับถนนทางหลวงหมายเลข 204 และจุดที่ 2 บริเวณคลองระบายน้ำหน้าวัดบ้านกรูด จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 4.5) พบว่า ปริมาณสารปนเปื้อนและคุณภาพของน้ำในจุดที่ 1 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากปริมาณสารแขวนลอย ตะกอนหนัก พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์เฝ้าระวังและควรทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพของน้ำอย่างใกล้ชิดเพื่อให้คุณภาพของน้ำในจุดดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่จุดที่ 2 มีค่าสารละลายได้ ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี และค่าทีเคเอ็น ที่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นควรให้แก้ไขหรือฟื้นฟูคุณภาพของน้ำในบริเวณดังกล่าวอย่างเร่งด่วน
2. หมู่ที่ 12 บ้านสระตาราช ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดรวมน้ำทิ้งของพื้นที่จำนวน 2 จุด ได้แก่ จุดที่ 3 บริเวณคลองระบายน้ำติดกับถนนสำโรง และจุดที่ 4 บริเวณคลองระบายน้ำถนนโยธาธิการ นครราชสีมา 3139 ผลทดสอบคุณภาพน้ำแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า จุดที่ 3 และ 4 มีค่าปริมาณสารละลายได้ และค่าไขมัน เกินเกณฑ์มาตรฐาน และนอกจากนี้ยังพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในเกณฑ์เฝ้าระวังดังนั้น ควรทำการฟื้นฟูคุณภาพน้ำในบริเวณดังกล่าวและตรวจวัดคุณภาพน้ำพร้อมกับติดตามผลการตรวจวัดอย่างใกล้ชิด ประกอบกับการรณรงค์และให้ความรู้แก่ประชาชนในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเพื่อลดอัตราการปล่อยของเสียและสารปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำและคลองน้ำธรรมชาติ

3. ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดรวมน้ำทิ้งของหมู่ที่ 2 บ้านกล้วย จำนวน 2 จุด ได้แก่ จุดที่ 5 บริเวณคลองรับน้ำติดกับถนนสำโรง และจุดที่ 6 บริเวณทางเข้าซอยสุนทราภรณ์ จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในตารางที่ 4.7 พบว่า จุดที่ 5 มีปริมาณการปนเปื้อนและคุณภาพของน้ำที่ต่ำมาก โดยมีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณสารละลายได้ ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี และค่าทีเคเอ็น เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ขณะที่จุดที่ 6 มีปริมาณสารปนเปื้อนและคุณภาพของน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่า จุดที่ 6 อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำของจุดที่ 5 ซึ่งมีการปนเปื้อนสูง ดังนั้น ควรทำการเร่งฟื้นฟูแหล่งน้ำในจุดที่ 5 อย่างเร่งด่วนประกอบกับคอยตรวจวัดคุณภาพของน้ำในจุดที่ 6 ควบคู่กันไปด้วย
4. หมู่ที่ 6 บ้านระกาย ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดรวมน้ำทิ้งของพื้นที่จำนวน 2 จุด ได้แก่ จุดที่ 7 บริเวณคลองระบายน้ำติดกับถนนสำโรง และจุดที่ 8 บริเวณคลองระบายน้ำถนนรัตนภิธาน ซอย 9 จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในตารางที่ 4.8 พบว่า จุดที่ 7 และ 8 มีค่าความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า สารละลายได้ ค่าบีโอดี และค่าซีโอดี มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของน้ำในบริเวณดังกล่าวทั้งสองจุดควรทำการฟื้นฟูคุณภาพน้ำ และติดตามตรวจวัดคุณภาพของน้ำในคลองอย่างใกล้ชิด

จากจุดที่เก็บตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 8 จุด พบว่าจุดที่ 1 และจุดที่ 6 มีค่าผ่านเกณฑ์ดัชนีตรวจวัดซึ่งน้ำเสียของจุดที่ 1 มาจากร้านเปลี่ยนถ่ายยางรถยนต์ซึ่งมีการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นมาก่อน ส่วนจุดที่ 6 มีแนวท่อระบายน้ำเสียซึ่งรับน้ำจากที่พักอาศัยเป็นจำนวนน้อยกว่าแนวท่อที่อยู่ใกล้เคียง จุดที่ 2, 3, 4,5, 7 และ 8 ค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเนื่องจากเป็นจุดที่น้ำแช่ขังไม่มีการระบายและมีโรงเลี้ยงสัตว์ รวมถึงร้านอาหารจากต้นทางปล่อยน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดเบื้องต้นมาก่อน ผลตรวจวัดคุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำทั้ง 4 หมู่บ้าน รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 จุด ผู้วิจัยได้พิจารณาและจำแนกลำดับการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำในคลองตามแหล่งกำเนิดของน้ำเสีย ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับเฝ้าระวัง, ระดับเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด และระดับดำเนินการอย่างเร่งด่วน ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ลำดับการฟื้นฟูคุณภาพน้ำจากจุดรวมน้ำทิ้งของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ

| ลำดับการฟื้นฟู | จำนวนจุด | รายชื่อจุดทดสอบ |
|---|---|---|
| ดำเนินการอย่างเร่งด่วน | 3 | จุดที่ 2 บ้านกรูด จุดที่ 5 บ้านกล้วย และจุดที่ 7 บ้านระกาย |
| เฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด | 3 | จุดที่ 3 บ้านสระตาราช จุดที่ 4 บ้านสระตาราช และจุดที่ 8 บ้านระกาย |
| เฝ้าระวัง | 2 | จุดที่ 1 บ้านกรูด และจุดที่ 6 บ้านกล้วย |

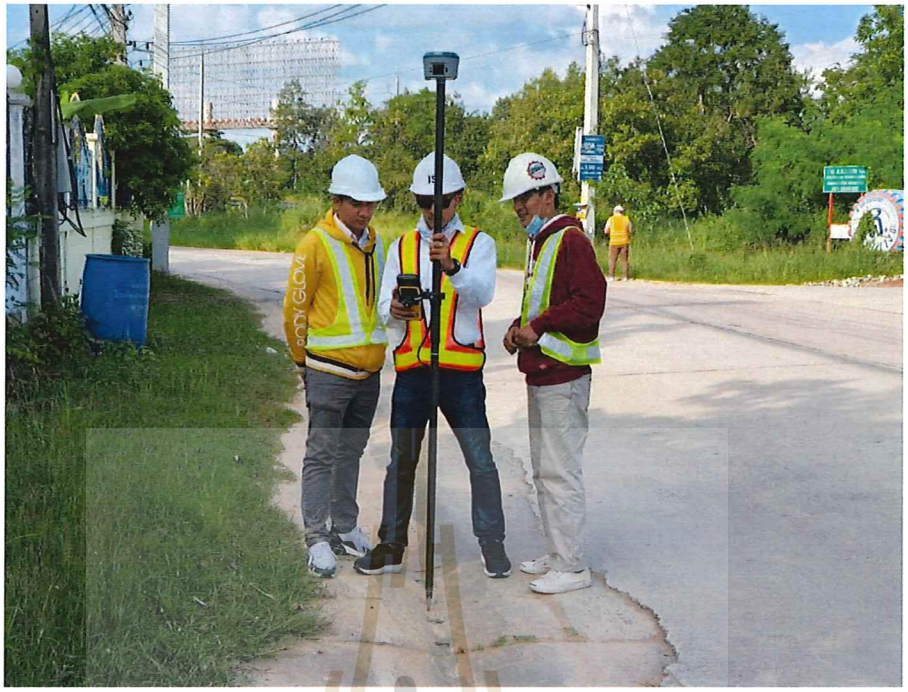
## 4.4 การศึกษาระบบระบายน้ำ โครงข่ายท่อระบายน้ำ และน้ำผิวดิน

### 4.4.1 การสำรวจพื้นที่และโครงข่ายท่อระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสียในปัจจุบัน

ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพพื้นที่ในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย ได้แก่ ข้อมูลถนนที่มีความกว้างมากกว่า 6 เมตร ระดับถนน ขนาดและค่าระดับของท่อระบายน้ำ ข้อมูลความยาวและหน้าตัดของลำคลองสาธารณะ จุดทิ้งน้ำเสีย ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และจัดทำแผนผังรวมขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก การจัดทำแผนที่ใช้การโยงยึดค่าพิกัดฉากระบบ Universal Transverse Mercator Grid (UTM) บนเส้นฐาน WGS 1984 และระดับเทียบกับระดับทะเลปานกลาง (M.S.L.) ออกจากหมุดหลักฐาน GPS ของหน่วยงานทางราชการที่เชื่อถือได้ คือ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พร้อมทั้งสร้างหมุดหลักฐานถาวร (B.M.) ไว้ในพื้นที่โครงการโดยการฝังตะปูพร้อมพ่นสีสเปรย์ลงบนพื้นคอนกรีตที่มีความมั่นคง และยากแก่การถูกทำลาย รวมทั้งพ่นสีไว้ตามความเหมาะสมของสภาพภูมิประเทศ เพื่อใช้เป็นหมุดอ้างอิงในการทำงานสำรวจต่อไปในอนาคต ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างหมุดหลักฐานถาวรไว้ จำนวน 35 จุด ประกอบด้วยหมู่ที่ 2 บ้านกล้วย จำนวน 8 จุด, หมู่ที่ 6 บ้านระกาย จำนวน 15 จุด, หมู่ที่ 11 บ้านกรูด จำนวน 9 จุด และหมู่ที่ 12 บ้านสระตาราช จำนวน 3 จุด ภาพถ่ายกิจกรรมการดำเนินงานสำรวจแสดงในรูปที่ 4.11 ถึง 4.12 รายละเอียดของหมุดหลักฐานถาวรแสดงไว้ในตารางที่ 4.10 ถึง 4.13 และตำแหน่งที่ตั้งของหมุดหลักฐานแสดงในรูปที่ 4.13

### 4.4.2 โครงข่ายท่อระบายน้ำและลักษณะการระบายน้ำ

จากการลงพื้นที่สำรวจของผู้วิจัยพบว่า มีการใช้งานระบบท่อรวบรวมน้ำเสียแบบรวม (Combined sewer) คือ รวบรวมน้ำเสียและน้ำฝนมาภายในท่อเดียวกัน โดยมีการวางแนวท่อระบายน้ำหลัก ในแนวขนานฝั่งถนนสายหลัก เช่น ถนนรัตนพิธาน เพื่อรองรับน้ำฝนและน้ำเสียจากอาคารในตรอกซอยต่างๆ ก่อนระบายลงสู่ลำคลองที่ถนนตัดผ่าน ท่อระบายน้ำหลักส่วนใหญ่เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 ม. ส่วนท่อระบายน้ำในตรอกซอยส่วนใหญ่เป็นท่อกลม คสล. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 ม. ขนาดและความยาวท่อระบายน้ำในเขตพื้นที่ภายในโครงการ สรุปไว้ในตารางที่ 4.14 และตำแหน่งผังท่อระบายน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.11 การสำรวจท่อระบายน้ำถนนรัตนพิธาน

รูปที่ 4.12 การสำรวจถนนหลักภายในโครงการถนนรัตนพิธาน

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 2 บ้านกล้วย)

| หมุดที่ | Northing (m) | Easting (m) | ระดับ รทก. (m) | ตำแหน่งหมุด |
|---|---|---|---|---|
| BM.5 | 834995.790 | 1664311.800 | 181.468 | อยู่บริเวณสี่แยกข้างร้านค้าหน้าป้ายองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ |
| BM.6 | 835147.600 | 1664291.000 | 181.849 | อยู่บริเวณสี่แยกเข้าไปทางบ้านสำโรงข้างแท้งค์น้ำ |
| BM.7 | 835584.570 | 1664326.700 | 179.517 | อยู่บริเวณสามแยกหน้าป้ายโครงการก่อสร้างรางระบายน้ำเสริมเหล็กรูปตัวยู คุ้ม 6,7,8 หมู่ที่ 2 บ้านกล้วย |
| BM.8 | 835736.260 | 1664315.100 | 178.895 | อยู่บริเวณสี่บ้านกล้วยแยกหน้าป้ายโครงการก่อสร้างท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. พร้อมบ่อพักแบบรางตื้น |
| BM.9 | 835934.750 | 1664323.500 | 178.932 | อยู่ถนนเส้นหมู่บ้านกล้วย-บ้านระกาย ตรงปากท่อข้างคลองน้ำปากทางเข้าบ้านระกายบริเวณใต้ต้นฉำฉา |
| BM.22 | 834993.180 | 1663770.600 | 178.248 | อยู่ตรงประตูระบายน้ำระหว่างคลองน้ำท้ายหมู่บ้านสระตาราช ใกล้กับแยกสำโรงจุดนั้นจะมีต้นมะพร้าวใกล้เคียง |
| BM.23 | 835169.690 | 1663755.700 | 178.136 | อยู่ท้ายหมู่บ้านสระตาราชตรงถนนบนแยกสำโรง |
| BM.24 | 835696.370 | 1663787.400 | 177.982 | อยู่เส้นคลองน้ำระหว่างหมู่บ้านสระตาราชกับบ้านกล้วยท้ายบนประตูระบายน้ำอ้างอิงจาก BM.23 จะห่างกันประมาณ 350 m. |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.11 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 6 บ้านระกาย)

| หมุดที่ | Northing (m) | Easting (m) | ระดับ รทก. (m) | ตำแหน่งหมุด |
|---|---|---|---|---|
| BM10 | 836242.320 | 1664333.600 | 179.272 | อยู่บริเวณสามแยกหน้าวัดประมวลราษฎร์หน้าร้านซักอบรีด |
| BM.11 | 836380.670 | 1664302.000 | 179.262 | อยู่บริเวณบนฟุตบาทหน้ามิตรภาพการพิมพ์ 1995 |
| BM.12 | 836651.410 | 1664266.700 | 178.560 | อยู่บริเวณพื้นคอนกรีตหน้าประตูโรงเรียนบ้านระกาย |
| BM.13 | 836793.620 | 1664267.800 | 177.974 | อยู่บริเวณบนถนนคอนกรีตหน้าแยกรัตนพิธานซอย 12 |
| BM.25 | 836288.280 | 1663823.000 | 177.517 | อยู่บนประตูระบายน้ำท้ายหมู่บ้านกล้วย จะมีสี่แยกเล็กๆ และมีต้นมะพร้าวริมถนน อ้างอิงจาก BM.24 จะห่างกันประมาณ 850 m. |
| BM.26 | 836626.380 | 1663841.700 | 176.762 | อยู่บนฝาท่อรางตัวยูท้ายหมู่บ้านกล้วย ใกล้บ้านพักอาศัยชาวบ้าน จุดนั้นจะอยู่ระหว่างสระน้ำ 2 และเป็นที่เลี้ยงสัตว์ |
| BM.27 | 836680.210 | 1663837.700 | 176.846 | อยู่ตรงคอนกรีตหัวดับเพลงท้ายหมู่บ้านกล้วย ตรงนั้นจะเป็นสามแยกเล็กๆ มีต้นมะขามและคลองน้ำใกล้เคียง |
| BM.28 | 836708.130 | 1663876.000 | 177.196 | อยู่ใกล้กับบริษัทแคสชาย จุดนั้นจะอยู่ใกล้สามแยก ตรงนั้นจะเป็นพื้นคอนกรีตตั้งรั้วบ้าน |
| BM.29 | 836648.010 | 1664014.900 | 178.837 | อยู่บริเวณประตูเลื่อนเหล็กสีเงินตรงสามแยกในหมู่บ้านกล้วย ในพื้นที่นั้นจะมีต้นมะขามใหญ่ที่โดนตัด |
| BM.30 | 836583.410 | 1664091.500 | 179.065 | อยู่บริเวณสามแยกหมู่บ้านกล้วย ตุ้มประกายเพชร จะอยู่ตรงหน้าร้านซักหยอดเหรียญ |
| BM.31 | 836661.870] | 1664678.200 | 178.134 | อยู่บ้านจัดสรรโฮมการ์เด้นวิลล์ตรงหน้าป้อมยาม ตรงหน้าซอย 10-13/2 เส้นออกไปบายพาสได้ |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.11 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 6 บ้านระกาย) (ต่อ)

| หมุดที่ | Northing (m) | Easting (m) | ระดับ รทก. (m) | ตำแหน่งหมุด |
|---|---|---|---|---|
| BM.32 | 836723.510 | 1664705.400 | 177.865 | อยู่ในหมู่บ้านจัดสรรโฮมการ์เด้นวิลล์ ตรงหน้าร้านค้าที่มีป้ายว่า "หมู่บ้านโฮมการ์เด้นวิลล์ เฟส 7/3" |
| BM.33 | 836642.290 | 1665123.700 | 178.309 | อยู่ในซอยเดียวกันกับจุด BM.32 อยู่ห่ากันประมาณ 700 เมตร ตรงข้ามฝั่งถนนจะมีบ้านจัดสรรและด้านหน้าจะมีแท่งปูน 4 เหลี่ยม จุด BM.33 |
| BM.34 | 836721.960 | 1665505.400 | 178.936 | จะอยู่บริเวณหน้าหมู่บ้านจัดสรรรุ่งนิรันดร์ ตรงขอบถนน |
| BM.35 | 836767.780 | 1665846.000 | 179.048 | ถ้ารู้จุด BM.34 ให้ขับออกมาทางถนนใหญ่จนเจอถนนดำแล้วจะมีจุด BM บนเกาะกลางถนน |

ตารางที่ 4.12 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 11 บ้านกรูด)

| หมุดที่ | Northing (m) | Easting (m) | ระดับ รทก. (m) | ตำแหน่งหมุด |
|---|---|---|---|---|
| BM.1 | 833620.730 | 1664656.200 | 181.386 | อยู่บริเวณพื้นคอนกรีตสนามกีฬาชุมชนหลังป้อมตำรวจบ้านกรูด |
| BM.2 | 834060.740 | 1664518.400 | 181.896 | อยู่บริเวณสามแยกบนถนนคอนกรีตหน้าป้ายบ้านกรูด |
| BM.14 | 833626.570 | 1664847.800 | 182.228 | อยู่บริเวณบนถนนสามแยกออกจากถนนหมายเลข 204 เข้าบ้านกรูด |
| BM.15 | 833244.680 | 1664561.300 | 180.668 | อยู่บริเวณบนถนนคอนกรีตติดถนนหมายเลข 204 ซอยลัดเข้าบ้านกรูด |
| BM.16 | 832974.340 | 1664437 .300 | 178.911 | อยู่บริเวณบนถนนคอนกรีตติดถนนหมายเลข 204 แยกเข้าโครงการบ้านจัดสรรเดอะ เฟิร์ส 4 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.12 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 11 บ้านกรูด) (ต่อ)

| หมุดที่ | Northing (m) | Easting (m) | ระดับ รทก. (m) | ตำแหน่งหมุด |
|---|---|---|---|---|
| BM.17 | 832924.980 | 1664517.700 | 178.383 | อยู่บริเวณบนถนนคอนกรีตแยกเข้าโครงการบ้านจัดสรรเดอะ เฟิร์ส 4 |
| BM.18 | 833073.560 | 1664333.8 | 179.748 | อยู่ทิศตะวันออกตรงคอนกรีตช่วงระหว่างคลองน้ำกับบริษัท บิ๊กโปร โคราช |
| BM.19 | 833738.190 | 1664122.500 | 178.522 | อยู่ระหว่างคลองน้ำท้ายหมู่บ้านกรูดบนคอนกรีตประตูระบายน้ำระหว่างคลอง อ้างอิงจากจุด BM.19 จะอยู่ถนนเส้นเดียวกันและห่างกันประมาณ 400 m. |
| BM.20 | 833985.870 | 1664119.900 | 178.937 | อยู่ท้ายหมู่บ้านสระตาราชตรงคอนกรีตหน้าที่ควบคุมประปา |

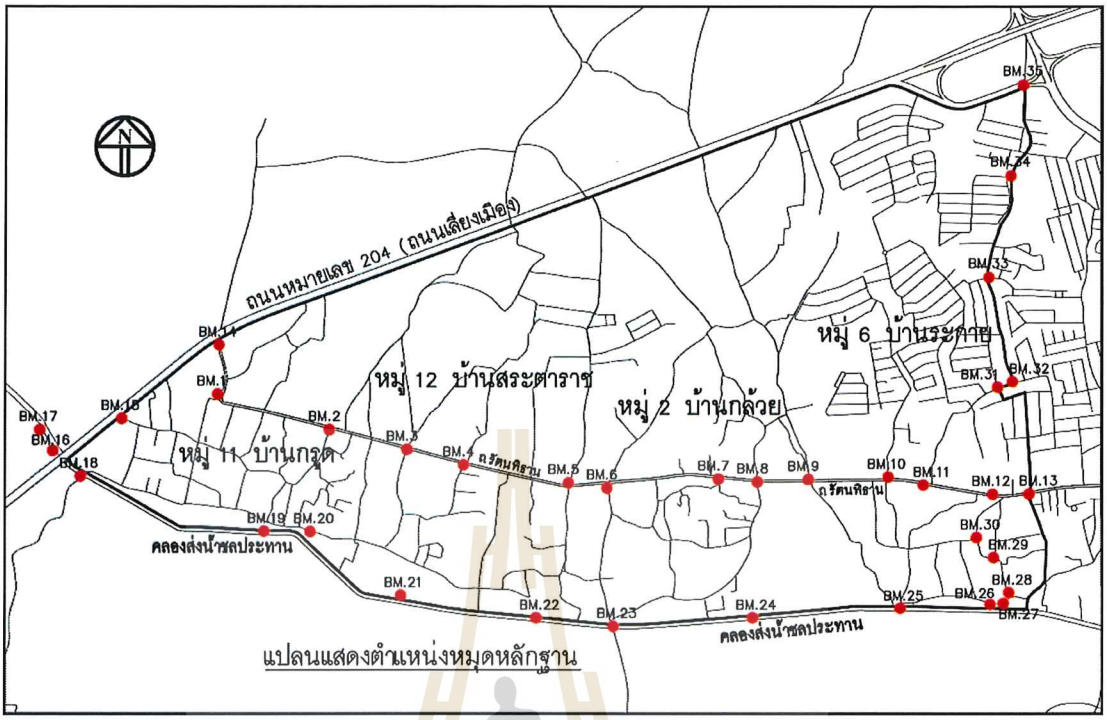
ตารางที่ 4.13 รายละเอียดหมุดหลักฐานถาวรที่จัดทำขึ้น สำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย (หมู่ที่ 12 บ้านสระตาราช)

| หมุดที่ | Northing (m) | Easting (m) | ระดับ รทก. (m) | ตำแหน่งหมุด |
|---|---|---|---|---|
| BM3 | 834363.000 | 1664441.800 | 181.331 | อยู่บริเวณสี่แยกตรงข้ามศาลารอรถบ้านสระตาราชบนพื้นคอนกรีต |
| BM4 | 834584.800 | 1664381.500 | 181.436 | อยู่บริเวณสี่แยกถนนคอนกรีตหน้าป้ายบ้านสระตาราชบนพื้นคอนกรีต |
| BM5 | 834995.790 | 1664311.800 | 181.468 | อยู่บริเวณสี่แยกข้างร้านค้าหน้าป้ายองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ |

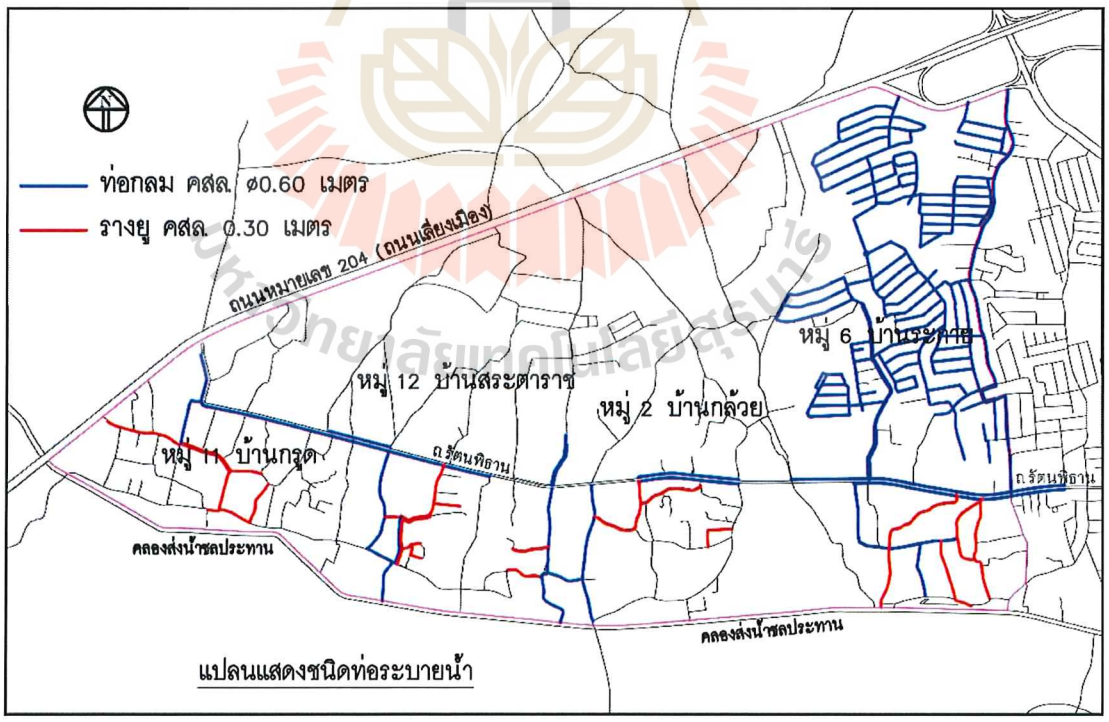
ตารางที่ 4.14 ขนาดและความยาวของท่อระบายน้ำที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจภายในโครงการ

| ลำดับ | ลักษณะและขนาดท่อ | ความยาว (เมตร) |
|---|---|---|
| 1 | ท่อกลม คสล. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร | 5872.95 |
| 2 | รางยู คสล. 0.30 เมต | 6462.10 |

ที่มา : ข้อมูลสำรวจของผู้วิจัยที่ทำการสำรวจ




รูปที่ 4.13 ตำแหน่งหมุดหลักฐานถาวรทั้งหมด (35 จุด) ที่จัดทำขึ้นสำหรับโครงการสำรวจศึกษา




รูปที่ 4.14 ผังแสดงตำแหน่งผังท่อระบายน้ำเดิม

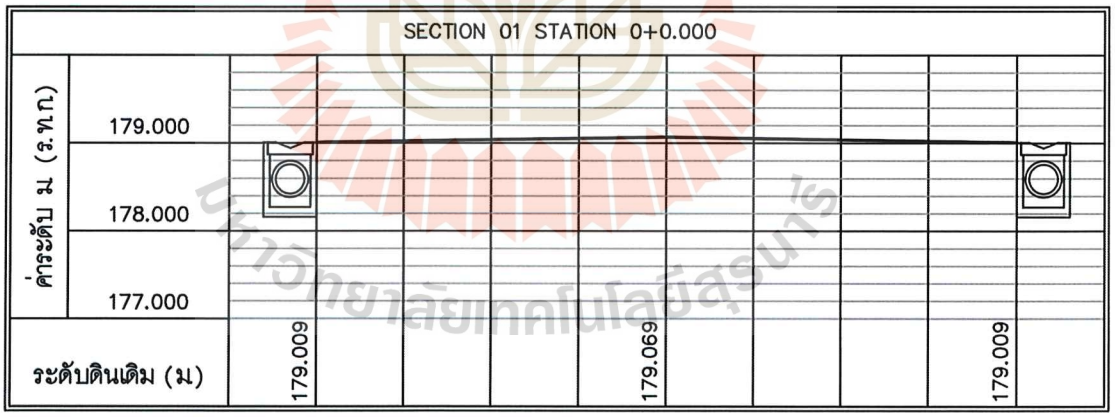
### 4.4.3 การประเมินศักยภาพโครงข่ายของระบายน้ำ

การสำรวจสภาพพื้นที่และโครงข่ายท่อระบายน้ำในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ระบบท่อระบายน้ำสาธารณะและระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งปริมาณน้ำเสียและน้ำฝนจากพื้นที่ชุมชนและอาคารบ้านเรือนภายในชุมชน จะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ เช่น ท่อระบายน้ำของ อบต.จอหอ และท่อระบายน้ำของเทศบาล จากนั้นจะไหลลงสู่จุดรับน้ำเสีย ข้างคลองชลประทาน ดังแสดงในรูปที่ 4.15 และ 4.16 การรวบรวมน้ำเสียเพื่อบำบัดทำได้โดยการก่อสร้างอาคารดักน้ำเสีย (Combined Sewer Overflow Structure) ที่จุดออกของท่อระบายน้ำเพื่อดักเฉพาะน้ำเสียก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

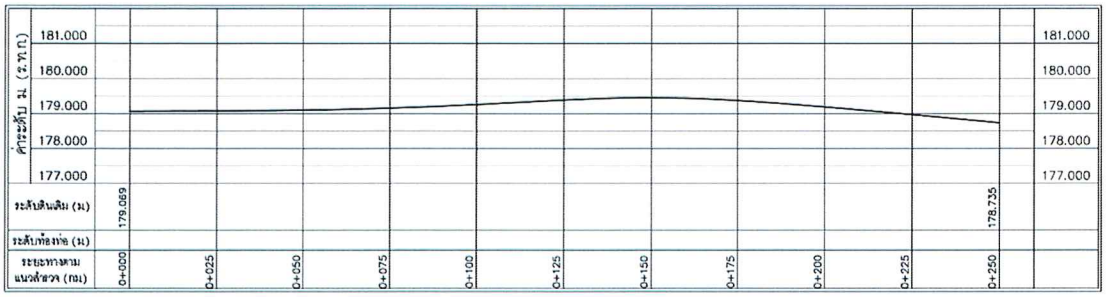
รูปที่ 4.17 และ 4.18 แสดงตัวอย่างรูปตัดตามยาวและตามขวางของถนนสาธารณะ ข้อมูลนี้ถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำเสีย และมลพิษที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติของจุดทิ้งน้ำทั้งหมดที่มีในโครงการ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์แนวทางจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมที่สุดในหัวข้อถัดไป

รูปที่ 4.15 ลักษณะการระบายรูปแบบที่ 1 (ใช้ท่อระบายน้ำสาธารณะและระบายลงสู่จุดรับน้ำเสีย)

รูปที่ 4.16 ลักษณะการระบายรูปแบบที่ 2 (ไม่ใช้ท่อระบายน้ำสาธารณะและระบายลงสู่จุดรับน้ำเสีย)




รูปที่ 4.17 ตัวอย่างรูปตัดถนนตามขวาง




รูปที่ 4.18 ตัวอย่างรูปตัดถนนตามยาว

## 4.5 แนวทางจัดการน้ำเสียและการออกแบบเบื้องต้น

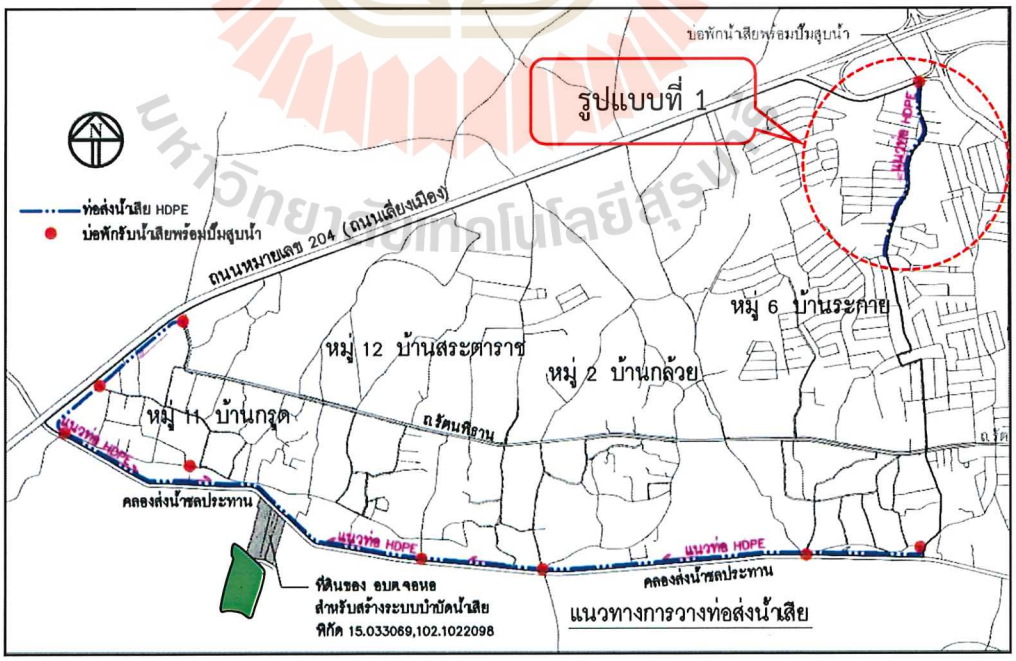
### 4.5.1 การวิเคราะห์โครงข่ายและจุดเชื่อมต่อของท่อระบายน้ำ

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่จุดรวมน้ำทิ้ง จำนวน 8 จุด โดยแบ่งการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากจุดปล่อยน้ำทิ้งออกเป็น 4 หมู่บ้าน จำนวนหมู่บ้านละ 2 จุด โดยผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 8 จุด มีปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำที่สูงจนเกิดการเน่าเสียของน้ำที่จุดรับน้ำ และเมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบหลักเกณฑ์มาตรฐานของน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มาตรา 32 พบว่าอยู่ในเกณฑ์ประเภทที่ 5 จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีการระบายน้ำทิ้งอันเนื่องมาจากกิจกรรมบางประเภทภายในชุมชน และมีความสกปรกอยู่ในเกณฑ์ที่สูงซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำอย่างเร่งด่วน

ในการพิจารณาออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝนภายในพื้นที่ อบต. จอหอ ฝั่งตะวันตก ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจและจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อเก็บข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ โครงข่ายท่อระบายน้ำ และเส้นทางระบายน้ำเดิมภายในพื้นที่ของโครงการ จากผลการสำรวจของผู้วิจัย พบว่า อบต. จอหอฝั่งตะวันตก ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน และบริเวณพื้นที่ตอนกลางของโครงการที่ครอบคลุมพื้นที่สองหมู่บ้านระหว่างบ้านกล้วยและบ้านระกาย เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำและมีท่อระบายน้ำเสียผ่านจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ เข้าสู่จุดรับน้ำซึ่งกระจายตัวและขนานตามแนวคลองชลประทาน ในขณะที่ ฝั่งทิศตะวันตก (บ้านกรูด, บ้านสระตาราช) และทิศตะวันออก (บ้านกล้วย, บ้านระกาย) ของโครงการ พบท่อระบายน้ำหลักอยู่ที่ถนนรัตนพิธาน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.60 เมตร และเชื่อมเข้ากับรางระบายน้ำรูปตัวยูขนาด 0.30x0.50 เมตร ขนานตามเส้นทางคมนาคมของชุมชน จากการลงพื้นที่และเก็บรวบรวมข้อมูลตามแหล่งพื้นที่ชุมชน ทำให้ทราบว่า ปัญหาหลักของการท่วมของน้ำฝนและการระบายน้ำเสียมาจากทางออกของท่อระบายน้ำเสียมีความไม่ต่อเนื่อง และมีสิ่งปลูกสร้าง วัชพืช สิ่งปฏิกูลต่างๆ กีดขวางทางน้ำธรรมชาติ ทำให้การระบายน้ำฝนมีประสิทธิภาพที่ต่ำ จนส่งผลกระทบทำให้เกิดน้ำท่วมขังและน้ำรอการระบายในบาง

พื้นที่ตามถนนและชุมชนของทั้ง 4 หมู่บ้าน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาจากงบประมาณและประสิทธิภาพในการระบายน้ำเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ดังนี้

1. พื้นที่ฝั่งทิศใต้ของถนนรัตนพิธานทั้ง 4 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่มต่ำ เมื่อฝนตกหนักปริมาณน้ำฝนจากทิศเหนือจะไหลมารวมตัวกันและระบายเข้าคลองน้ำธรรมชาติ และเข้าสู่จุดรับน้ำที่ติดกับคลองชลประทาน ในขณะที่ น้ำเสียจากครัวเรือนจะไหลตามท่อระบายน้ำเข้าสู่คลองรับน้ำที่ติดกับคลองชลประทานเช่นกัน ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นควรให้ทำระบบรวบรวมน้ำที่สะสมในจุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน เข้าสู่สถานีสูบน้ำ เพื่อส่งต่อไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย โดยท่อรวบรวมน้ำควรเป็นท่อ HDPE ดังแสดงในรูปที่ 4.19
2. บริเวณพื้นที่ทางทิศเหนือของหมู่ที่ 6 บ้านระกาย ซึ่งเป็นพื้นที่ราบสูงไม่มาก การระบายน้ำในท่อระบายน้ำมีสองรูปแบบ รูปแบบที่ 1 ไหลจากทิศใต้สู่ทิศเหนือเข้าสู่ถนนสุรนารายณ์ ซึ่งไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 2 ไหลจากทิศเหนือสู่ทิศใต้เข้าสู่ท่อระบายน้ำหลักที่ถนนรัตนพิธาน ดังนั้นผู้วิจัยเห็นควรให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำจากรูปแบบเดิม มาเป็นระบบการไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้เข้าสู่ท่อระบายน้ำหลักที่ถนนรัตนพิธานทั้งหมด และติดตั้งสถานีสูบน้ำสำหรับสูบน้ำในบางช่วงของท่อระบายน้ำที่ไม่สามารถไหลได้ตามแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อลดปัญหาการวางท่อใหม่ในที่ไกลออกไป ตำแหน่งการติดตั้งท่อระบายน้ำที่แนะนำสำหรับรูปแบบที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 4.19

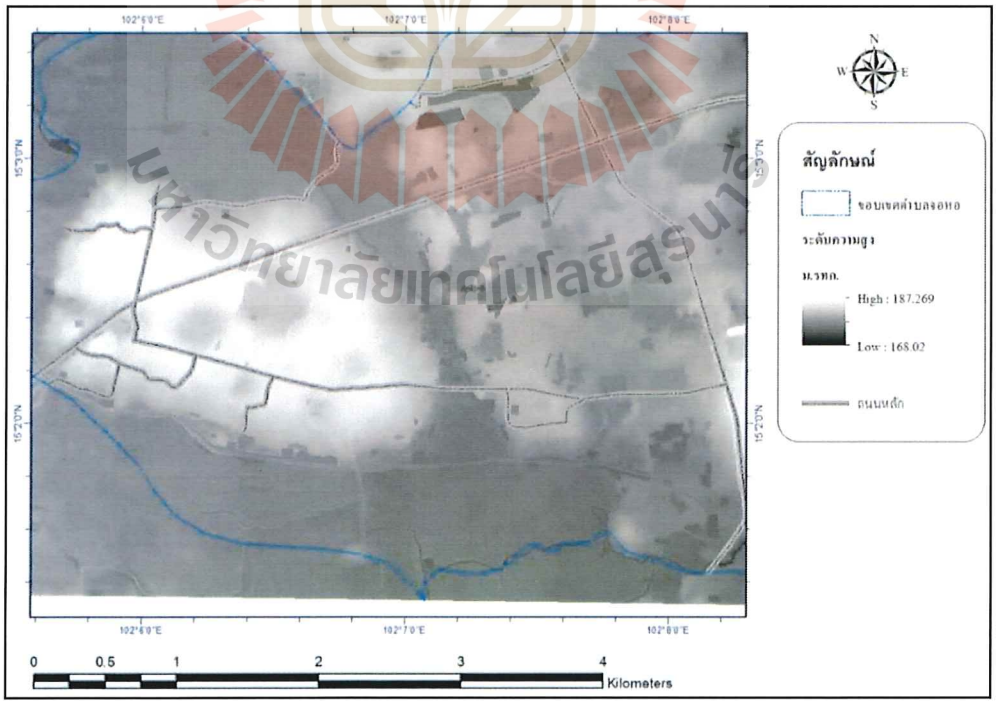



รูปที่ 4.19 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำและเส้นทางการติดตั้งท่อระบายน้ำ

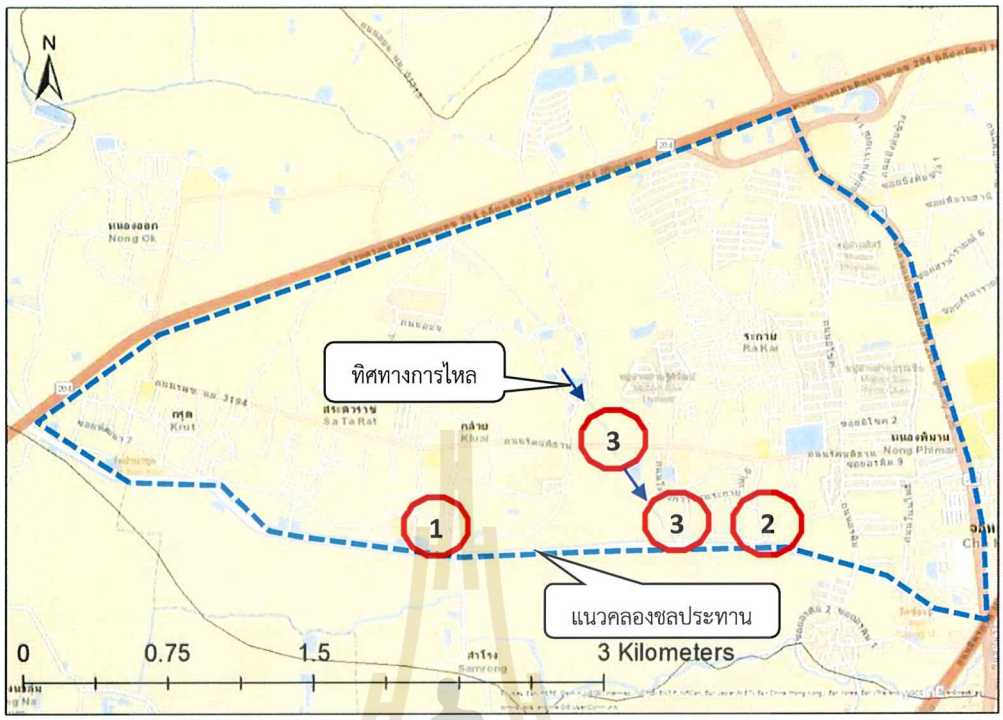
### 4.5.2 ทิศทางการไหลของแนวท่อที่ทำการวิเคราะห์

ผลการการสำรวจจุดออกของน้ำ ตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3 ดังแสดงในรูปที่ 4.21 พบว่า จุดที่ 1, 2 และ 3 เป็นจุดรับน้ำฝนและน้ำเสียจากครัวเรือน ไหลมาจากระบบท่อทางทิศเหนือสู่ทิศใต้ และวางตัวคู่ขนานคลองชลประทาน จุดทั้งสามนี้เป็นจุดรับน้ำที่มีศักยภาพในการรับน้ำฝนและน้ำเสีย ของชุมชน อบต. จอหอฝั่งตะวันตก

โครงข่ายและทิศทางการไหลของท่อระบายน้ำปัจจุบัน พบว่าท่อระบายน้ำหลักของพื้นที่อยู่ที่ถนนรัตนพิธาน ซึ่งมีขนาด Ø 0.60 เมตร และส่วนใหญ่ไหลลงรางระบายน้ำขนาด U 0.30x0.50 เมตร ลงทางทิศใต้เข้าสู่คลองธรรมชาติ ผลการสำรวจสภาพปัญหาการระบายน้ำปัจจุบัน ซึ่งนอกจากจะพบว่าจุดออกของน้ำมีสิ่งกีดขวางแล้ว ยังพบอีกว่า ทิศทางการไหลในท่อระบายน้ำปัจจุบัน ยังมีเส้นทางการระบายน้ำที่มีความไม่ต่อเนื่องทำให้เกิดน้ำท่วมขังเวลาเกิดฝนตก มีน้ำดันออกจากท่อบริเวณตลาดสระครก อีกทั้งยังมีขนาดท่อที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพการพัฒนาเมืองอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ดังนั้น เพื่อแก้ไขปัญหาการระบายน้ำและวางแผนออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อรองรับการเจริญเติบโตของเมืองในอนาคต การออกแบบระบบระบายในพื้นที่ตำบลจอหอฝั่งตะวันตกต้องพิจารณาถึงประกาศของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ซึ่งระบุว่าพื้นที่ดังกล่าว จัดเป็นพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นปลานกลาง และพิจารณาการไหลหลากบนผิวดิน รูปที่ 4.20 แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ และทิศทางการไหลเพื่อใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ




รูปที่ 4.20 ระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ของพื้นที่ตำบลจอหอฝั่งตะวันตก




รูปที่ 4.21 ลักษณะร่องน้ำ และถนนหลักของพื้นที่ตำบลจอหอฝั่งตะวันตก

รูปที่ 4.22 จุดรับน้ำจากระบบน้ำระบายน้ำ ข้างคลองชลประทาน (ตำแหน่งที่ 1 ในรูปที่ 4.21)

### 4.5.3 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณตรวจสอบและออกแบบโครงข่ายท่อ

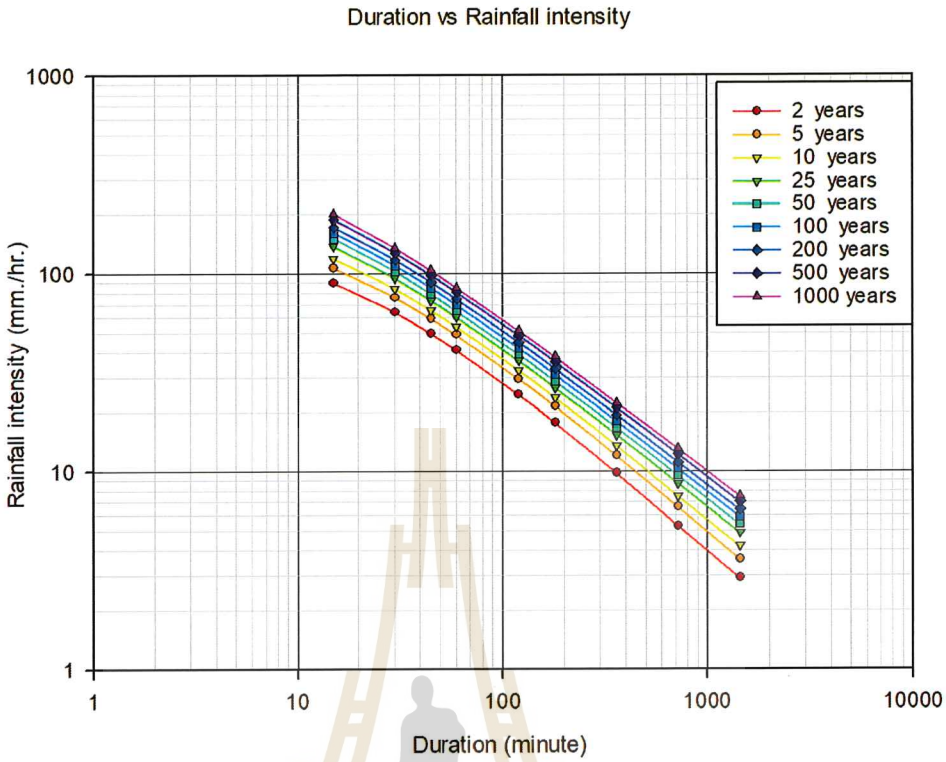
#### 4.5.3.1 ความเข้มฝนออกแบบ (Design rainfall)

ความเข้มของฝน (Rainfall intensity) หมายถึง ความหนักเบาของฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ คำนวณจากปริมาณฝนออกแบบหารด้วยระยะเวลาที่ฝนตก ดังนั้น ความเข้มฝนออกแบบที่มีค่าสูงอัตราเสี่ยงต่ออันตรายที่จะเกิดน้ำท่วมขังก็จะน้อยลง แต่งบประมาณก่อสร้างจะยิ่งแพงขึ้น ดังนั้นการเลือกความเข้มฝนที่ใช้ออกแบบ จึงต้องพิจารณาสภาพพื้นที่และความคุ้มค่าในการป้องกันน้ำท่วมขังให้เป็นไปอย่างเหมาะสม เมื่อเกิดฝนตก ฝนจะไม่ตกลงบนพื้นที่ในปริมาณและระยะเวลาที่เท่ากัน บางท้องที่อาจมีฝนตกหนักและนาน ในขณะที่ บางท้องที่จะมีฝนเบาบางและตกในช่วงสั้นๆ ทำให้ความเข้มฝนออกแบบในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน

ความเข้มของฝนออกแบบที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดจากสูตร Rational Formula จะขึ้นอยู่กับรอบปีหรือความถี่ออกแบบ และระยะเวลาที่ฝนตก ซึ่งนิยมอ่านจากกราฟความสัมพันธ์ของความเข้ม ระยะเวลาที่ฝนตก และรอบปีของฝน ดังแสดงในรูปที่ 6.6 และตารางที่ 4.15 โดยรอบปีที่ออกแบบกำหนดไว้ในรอบ 2 ถึง 10 ปี (สำหรับงานทั่วไป) หรือ 50 ถึง 75 ปี (สำหรับถนนทางหลวง) สำหรับงานออกแบบโครงการนี้จะใช้ฝนรอบ 5 ปี ส่วนระยะเวลาที่ฝนตก จะกำหนดให้เท่ากับเวลาที่ฝนตกหรือเวลาน้ำไหลนอง ($T_c$) ซึ่งถือว่าเป็นเวลาที่น้ำไหลนองก่อตัวเป็นรูปร่างและไหลจากจุดไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดที่พิจารณา

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ฝนตก-รอบปีของฝน (ข้อมูลคู่มือออกแบบของกรมทางหลวง)

| ระยะเวลาที่ฝนตก (ชั่วโมง) | ความเข้มของฝน (มม./ชม.) ตามรอบปีของฝน | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1,000 |
| 0.25 | 104.5 | 136.5 | 157.8 | 184.5 | 204.4 | 224.1 | 243.8 | 269.7 | 289.3 |
| 0.5 | 72.9 | 98.3 | 115.1 | 136.4 | 152.1 | 167.7 | 183.3 | 203.9 | 219.4 |
| 0.75 | 58.7 | 78.1 | 91 | 107.2 | 119.2 | 131.1 | 143 | 158.7 | 170.6 |
| 1 | 48 | 64.3 | 75 | 88.5 | 98.6 | 108.6 | 118.5 | 131.6 | 141.6 |
| 2 | 28.3 | 36.9 | 42.6 | 49.8 | 55.1 | 60.5 | 65.7 | 72.7 | 78 |
| 3 | 20.9 | 27.1 | 31.3 | 36.5 | 40.4 | 44.2 | 48 | 53.1 | 56.9 |
| 6 | 11.5 | 15.3 | 17.8 | 20.9 | 23.2 | 25.5 | 27.8 | 30.9 | 33.1 |
| 12 | 6.1 | 8.2 | 9.6 | 11.3 | 12.6 | 13.9 | 15.1 | 16.8 | 18.1 |
| 24 | 3.4 | 4.4 | 5.1 | 6 | 6.6 | 7.2 | 7.8 | 8.7 | 9.3 |




รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ฝนตก-รอบปีของฝน (IDF curve) ของจังหวัดนครราชสีมา (ข้อมูลสถิติน้ำฝนปี ค.ศ.1954-1978, 1986-1998)

**4.5.3.2 วิธีการคำนวณอัตราน้ำไหลนองสูงสุด (Design discharge)**

การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนหรือพื้นที่ที่จะระบายน้ำมีขนาดเล็กไม่เกินกว่า 25 ตารางกิโลเมตร ใช้สูตร Rational Formula ดังนี้

$$Q = 0.278CIA \qquad (1)$$

เมื่อ $Q$ คือ ปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดหรือการออกแบบอัตราการระบายน้ำ, หน่วย ลบ.ม./วินาที

$C$ คือ สัมประสิทธิ์ไหลนอง (Coefficient of runoff)

$I$ คือ ความเข้มของฝน (Rainfall intensity), หน่วย มม./ชม.

$A$ คือ พื้นที่รับน้ำฝน, หน่วย ตร.กม.

**4.5.3.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (Coefficient of runoff, C)**

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง คือตัวแปรที่ถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่สำหรับภาวการณ์หนึ่ง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองนี้ สามารถแบ่งตามลักษณะพื้นที่ผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้

สอย ตามตารางที่ 4.16 ในกรณีที่ลักษณะพื้นที่ไม่เข้ากลุ่มกัน ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองหรือน้ำท่าผิวดินเฉลี่ย (C) คำนวณได้จากความสัมพันธ์ลักษณะการใช้พื้นที่ย่อยและขนาดพื้นที่ย่อย ดังนี้

$$Q = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \ldots + C_nA_n}{A_1A_2 + \ldots + A_n} \qquad (2)$$

เมื่อ $C_1 \ldots C_n$ คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่าผิวดินของพื้นที่ย่อยแต่ละส่วน

$A_1 \ldots A_n$ คือ ขนาดพื้นที่ย่อยแต่ละส่วน

ตารางที่ 4.16 สัมประสิทธิ์การไหลนองตามพื้นผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้สอย (สูตร Rational Formula)

| คุณลักษณะของพื้นผิว | คาบการเกิดซ้ำ (Return period 2-500 ปี) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 1 พื้นที่พัฒนา | | | | | | | |
| - ลาดยาง | 0.73 | 0.77 | 0.81 | 0.86 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |
| - คอนกรีต/หลังคา | 0.75 | 0.80 | 0.83 | 0.88 | 0.92 | 0.97 | 1.00 |
| 2 พื้นที่หญ้า (สนาม, สวนสาธารณะ เหล่านี้เป็นต้น) | | | | | | | |
| สภาพเลว (สนามหญ้าคลุมน้อยกว่า 50 % ของพื้นที่) | | | | | | | |
| - เรียบ 0-2 % | 0.32 | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.44 | 0.47 | 0.58 |
| - เฉลี่ย 2-7 % | 0.37 | 0.40 | 0.43 | 0.46 | 0.49 | 0.53 | 0.61 |
| - ชันเกิน 7 % | 0.40 | 0.43 | 0.45 | 0.49 | 0.52 | 0.55 | 0.62 |
| สภาพค่อนข้างดี (หญ้าปกคลุมน้อยกว่า 50 % - 75 % ของพื้นที่) | | | | | | | |
| - เรียบ 0-2 % | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.34 | 0.37 | 0.41 | 0.53 |
| - เฉลี่ย 2-7 % | 0.33 | 0.36 | 0.38 | 0.42 | 0.45 | 0.49 | 0.58 |
| - ชันเกิน 7 % | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.46 | 0.49 | 0.53 | 0.60 |
| สภาพดี (หญ้าปกคลุมน้อยกว่า 75 % ของพื้นที่) | | | | | | | |
| - เรียบ 0-2 % | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.29 | 0.32 | 0.36 | 0.49 |
| - เฉลี่ย 2-7 % | 0.29 | 0.32 | 0.35 | 0.39 | 0.42 | 0.46 | 0.56 |
| - ชันเกิน 7 % | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.44 | 0.47 | 0.51 | 0.58 |

ตารางที่ 4.16 สัมประสิทธิ์การไหลนองตามพื้นผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้สอย (สูตร Rational Formula) (ต่อ)

| คุณลักษณะของพื้นผิว | คาบการเกิดซ้ำ (Return period 2-500 ปี) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 3 พื้นที่ยังไม่พัฒนา | | | | | | | |
| พื้นที่เพาะปลูก | | | | | | | |
| - เรียบ 0-2 % | 0.31 | 0.34 | 0.36 | 0.40 | 0.43 | 0.47 | 0.57 |
| - เฉลี่ย 2-7 % | 0.35 | 0.38 | 0.41 | 0.44 | 0.48 | 0.51 | 0.60 |
| - ชันเกิน 7 % | 0.39 | 0.42 | 0.44 | 0.48 | 0.51 | 0.54 | 0.61 |
| ทุ่งหญ้า / ทุ่งหญ้าปศุสัตว์ | | | | | | | |
| - เรียบ 0-2 % | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.34 | 0.37 | 0.41 | 0.53 |
| - เฉลี่ย 2-7 % | 0.33 | 0.39 | 0.38 | 0.42 | 0.45 | 0.49 | 0.58 |
| - ชันเกิน 7 % | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.46 | 0.49 | 0.53 | 0.60 |
| ป่าโปร่ง / ป่าละเมาะ | | | | | | | |
| - เรียบ 0-2 % | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.31 | 0.35 | 0.39 | 0.48 |
| - เฉลี่ย 2-7 % | 0.31 | 0.34 | 0.36 | 0.40 | 0.43 | 0.47 | 0.56 |
| - ชันเกิน 7 % | 0.35 | 0.39 | 0.41 | 0.45 | 0.48 | 0.52 | 0.58 |

#### 4.5.3.4 เวลาน้ำไหลนอง

เวลาน้ำไหลนอง (Time of concentration, $T_c$) หมายถึงเวลาที่น้ำจากทุกส่วนในพื้นที่รับน้ำไหลมารวมพร้อมกัน ณ จุดที่ตั้งของอาคารระบายน้ำที่พิจารณาออกแบบ ($T_c$) ซึ่งสามารถหาได้จากการอ่านค่าในกราฟหรือคำนวณจากสมการต่าง ๆ ที่แสดงในคู่มือการออกแบบอาคารระบายน้ำของกรมทางหลวง การคำนวณครั้งนี้เลือกใช้สมการต่อไปนี้

$$T_C = \left[\frac{0.87L^3}{H}\right]^{0.385} \qquad (3)$$

เมื่อ $T_C$ คือ เวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด, หน่วย ชั่วโมง

$L$ คือ ความยาวของทางน้ำจากจุดไกลสุดถึงตำแหน่งอาคารระบายน้ำ, หน่วย กม.

$H$ คือ ความแตกต่างระหว่างระดับพื้นดินที่จุดไกลสุดกับระดับที่ตำแหน่งอาคารระบาย น้ำที่พิจารณา, หน่วย ม.

สมการหาค่า $T_c$ ดังกล่าวข้างต้นใช้สำหรับอาคารระบายน้ำตามขวาง แต่สมการหาค่า $T_c$ สำหรับอาคารระบายน้ำตามยาวจะพิจารณาจากเวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด คือ เวลาที่น้ำจากทุกส่วนในพื้นที่ระบายน้ำไหลมาถึงจุดทางออก (Outlet) ประกอบด้วยเวลาทางเข้า (Inlet time, $t_o$) รวมกับเวลาที่น้ำเดินทางในท่อจากจุดทางเข้าถึงจุดทางออกที่พิจารณา ($t_{pipe}$) คำนวณตามสูตรเวลาน้ำไหลนองได้ดังนี้

$$T_C = t_0 + t_{pipe} \qquad (4)$$

เวลาที่น้ำวิ่งในเส้นท่อหรือรางระบายน้ำ ($t_{pipe}$) คำนวณโดยใช้สูตรชลศาสตร์และความเร็วการไหลในท่อเท่ากับ 0.75 เมตร/วินาที หรือเท่ากับ 45 เมตร/นาที ซึ่งเป็นความเร็วการไหลน้อยที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนในท่อ

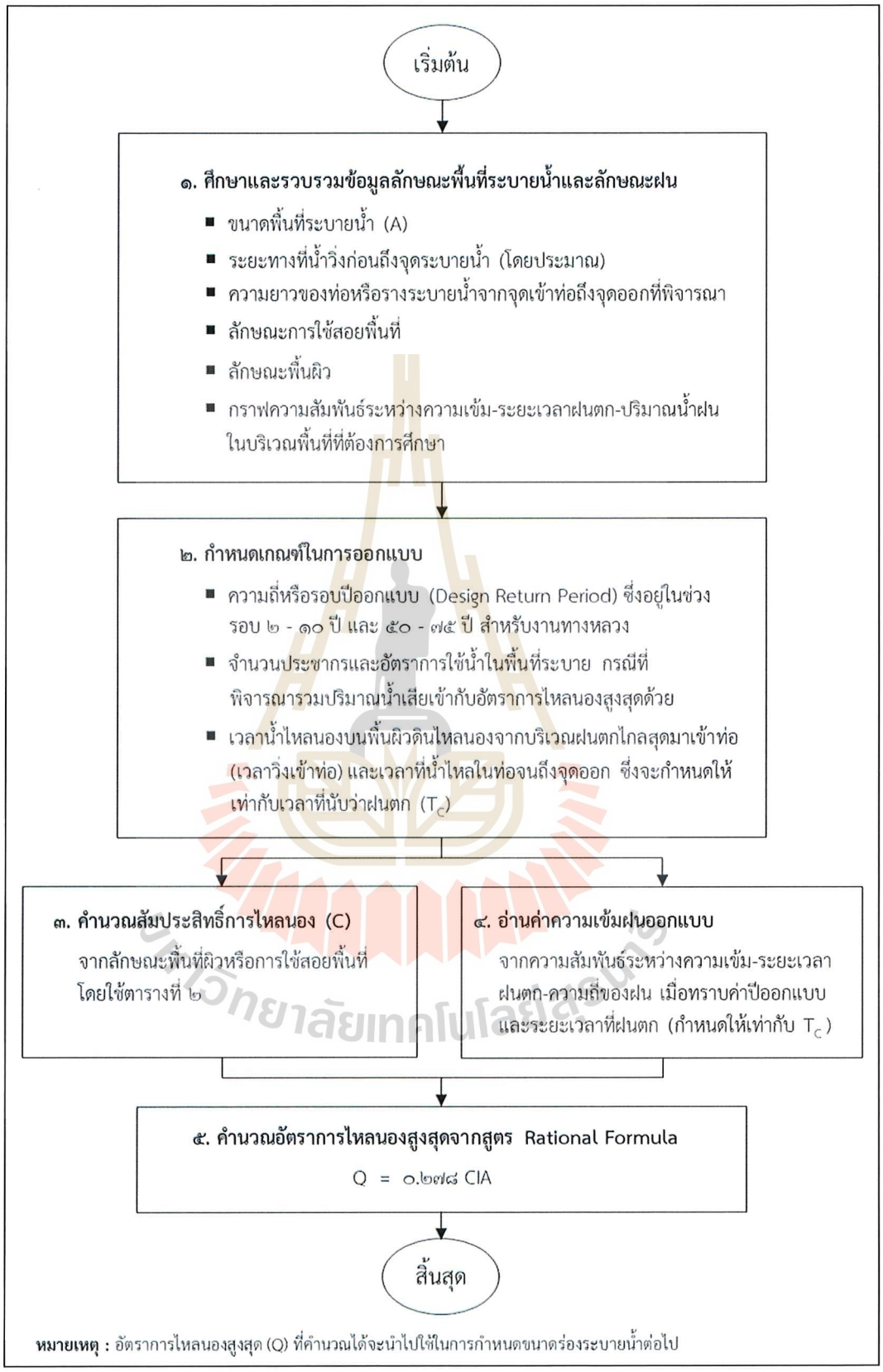
เวลาทางเข้า ($t_0$) หมายถึง เวลาที่น้ำฝนใช้เดินทางหลังจากที่ตกลงมาจนถึงทางเข้าสู่ท่อหรือรางระบายน้ำ หรือเป็นเวลาที่น้ำไหลนองบนผิวดินและพื้นผิวอื่น ๆ จากจุดไกลสุดจนถึงทางเข้าสู่ท่อหรือทางระบายน้ำ อย่างไรก็ตาม เวลาน้ำไหลบนพื้นดินหรือพื้นที่ผิวต่างๆ ($t_o$) จนกว่าจะเข้ามายังจุดเข้าท่อหรือรางระบาย (Inlet) นั้น คำนวณหาได้ยาก เพราะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ความลาดชันของพื้นที่ผิว ลักษณะปกคลุมพื้นที่ผิวนั้น ๆ ระยะทางที่น้ำวิ่งก่อนถึงจุดเข้าท่อ ทั้งนี้ในการออกแบบอาจเลือกใช้เวลาวิ่งเข้าท่อในช่วง 5 ถึง 30 นาที (นิยมใช้ 5 - 15 นาที) ในกรณีพื้นที่ที่อยู่ในเขตการพัฒนาและมีสิ่งก่อสร้างหนาแน่น พื้นที่ผิวส่วนใหญ่เป็นชนิดน้ำซึมลงดินได้ยาก และมีช่องให้น้ำเข้าระบบระบายจำนวนมาก อาจเลือกใช้เวลาเข้าท่อเพียง 5 นาที สำหรับพื้นที่ที่มีการพัฒนาและภูมิประเทศค่อนข้างราบเรียบ กำหนดใช้เวลาเข้าท่อหรือรางระบายนาน 10 ถึง 15 นาที แต่ในบริเวณชุมชนที่พักอาศัยมีภูมิประเทศราบเรียบกำหนดใช้เวลาในช่วง 20 - 30 นาที เป็นเกณฑ์

หากกำหนดให้เวลาน้ำไหลบนพื้นผิว ($t_o$) เท่ากับ 15 นาที ก็จะสามารถคำนวณเวลาน้ำไหลนอง ($T_c$) ได้ดังนี้

$$T_C = 15 + \frac{L}{45} \qquad (5)$$

เมื่อ $T_C$ คือ เวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด, หน่วย นาที

$L$ คือ ความยาวรางระบายน้ำ, หน่วย ม.




รูปที่ 4.24 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุด (Q)

**4.5.3.5 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การออกแบบด้านชลศาสตร์**

การคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำต้องสามารถระบายน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดที่ออกแบบ (*Q*) ได้ การออกแบบขนาดท่อจะพิจารณาว่าการไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำเป็นแบบเสมอต้นเสมอปลาย (Uniform flow) และจะใช้สมการแมนนิ่ง (Manning's Formula) เพื่อคำนวณหาความจุและขนาดท่อ ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \qquad (6)$$

เมื่อ $Q$ คือ อัตราการไหลสูงสุดที่ผ่านท่อ, หน่วย ลบ.ม./วินาที

$n$ คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง

= 0.012-0.014 สำหรับคอนกรีต (ท่อหรือคลองดาดคอนกรีตขัดผิว)

= 0.025 สำหรับคลองดิน (มีกรวดบ้าง)

$A$ คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อหรือทางน้ำไหล, หน่วย ตร.ม.

$P$ คือ เส้นขอบเปียก (Wetted perimeter), หน่วย ม.

$R = A/P$ คือ รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic radius), หน่วย ม.

$S$ คือ ความลาดชันทางระบายน้ำที่ออกแบบ

$D$ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางท่อหรือทางระบายน้ำ, หน่วย ม.

สำหรับทางระบายน้ำแบบท่อพิจารณาการไหลเต็มท่อ ดังนั้น เส้นขอบเปียก (*P*) มีค่าเท่ากับ *D* และค่ารัศมีชลศาสตร์ (*R*) มีค่าเท่ากับ *D/4*

จากสูตรแมนนิ่ง ความเร็วในเส้นท่อสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \qquad (7)$$

เมื่อ $V$ คือ ความเร็วในเส้นท่อ, หน่วย ม./วินาที

ข้อกำหนดทางด้านชลศาสตร์ที่สำคัญ มีดังนี้

- ขนาดท่อระบายจะต้องสัมพันธ์กับอัตราการไหลออกแบบ (*Q*) และตรวจสอบความเร็วการไหลในท่อไม่ควรจะน้อยกว่า 0.75 เมตร/วินาที เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการตกตะกอนสะสมในเส้นท่อ
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุดของท่อระบายน้ำเท่ากับ 0.40 เมตร โดยที่ความลาดชันของท่อระบายน้ำไม่ควรต่ำกว่า 1:500 และความลาดชันของท่อระบายน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.40 เมตร ต้องไม่เกินกว่า 1:1,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- เพื่อให้การบำรุงรักษาเป็นไปด้วยความสะดวก เช่น การทำความสะอาดและขุดลอกตะกอน ทางระบายน้ำแบบท่อจะกำหนดให้มีบ่อพักน้ำเป็นระยะ โดยระยะห่างของแต่ละบ่อพักอยู่ระหว่าง 6 - 12 เมตร ตามตำแหน่งที่เป็นจุดเชื่อมต่อหรือท่อแยก
- ทางระบายน้ำในถนนซอยแคบ หรือความกว้างน้อยกว่า 5.00 เมตร ซึ่งไม่สามารถจัดทำทางเท้าได้ ให้จัดทำรางระบายน้ำตื้นรูปตัว V เพื่อรวบรวมน้ำและให้ไหลลงท่อระบายน้ำตามตำแหน่งของบ่อพักน้ำ แนวทางระบายน้ำอาจทำได้ทั้งสองข้างหรือข้างเดียวก็ได้ตามความเหมาะสม

**4.5.4 ขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุดที่ออกแบบ**

รายละเอียดการคำนวณในแต่ละขั้นตอนแสดงไว้ในตารางที่ 4.17 อัตราการไหลนองสูงสุด ($Q$) ที่คำนวณได้ดังกล่าว จะนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำที่เหมาะสม โดยมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ดังนี้

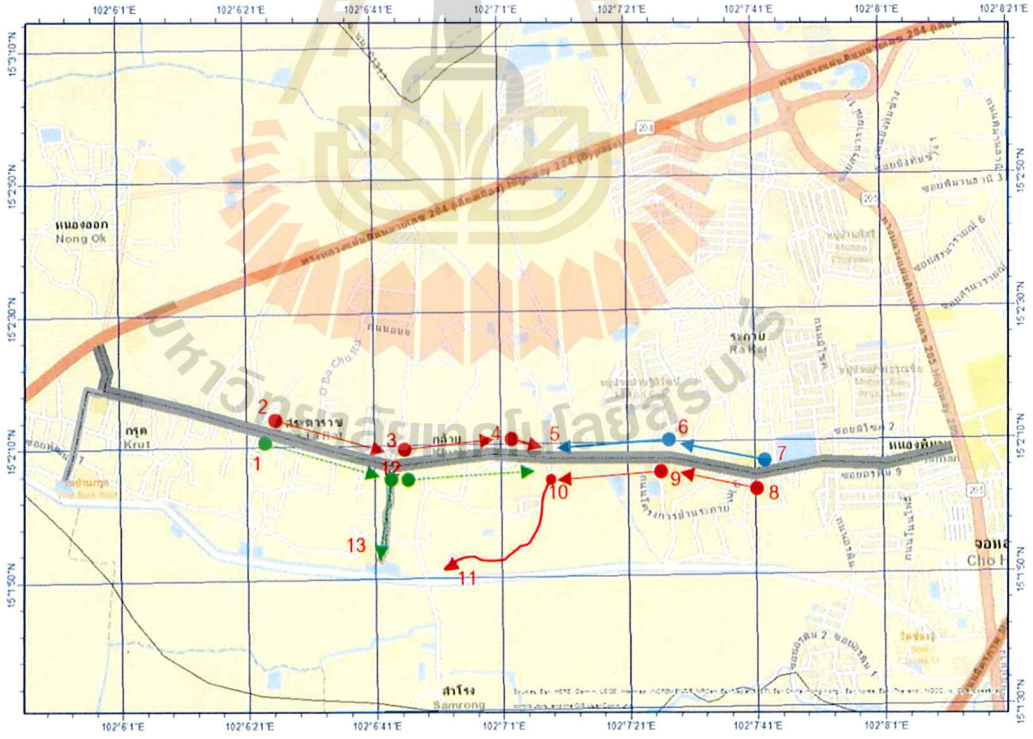
- ศึกษาลักษณะพื้นที่ระบายและลักษณะฝน
- หาขนาดของพื้นที่รับน้ำ
- กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ
- คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง
- คำนวณหรืออ่านค่าความเข้มฝนจากความสัมพันธ์ความเข้ม-ระยะเวลาฝนตก-ความถี่ และปริมาณน้ำฝน (IDF curve) ของพื้นที่บริเวณที่ต้องการศึกษา
- คำนวณอัตราการไหลนองสูงสุดด้วยการใช้สูตร Rational Formula
- คำนวณอัตราการระบายน้ำผ่านช่องลอด (สะพาน) ด้วยสมการของแมนนิ่ง
- ตรวจสอบอัตราการระบายน้ำผ่านช่องลอดว่าสามารถระบายปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดได้อย่างเพียงพอหรือไม่

**4.5.5 ผลการออกแบบระบบระบายน้ำ**

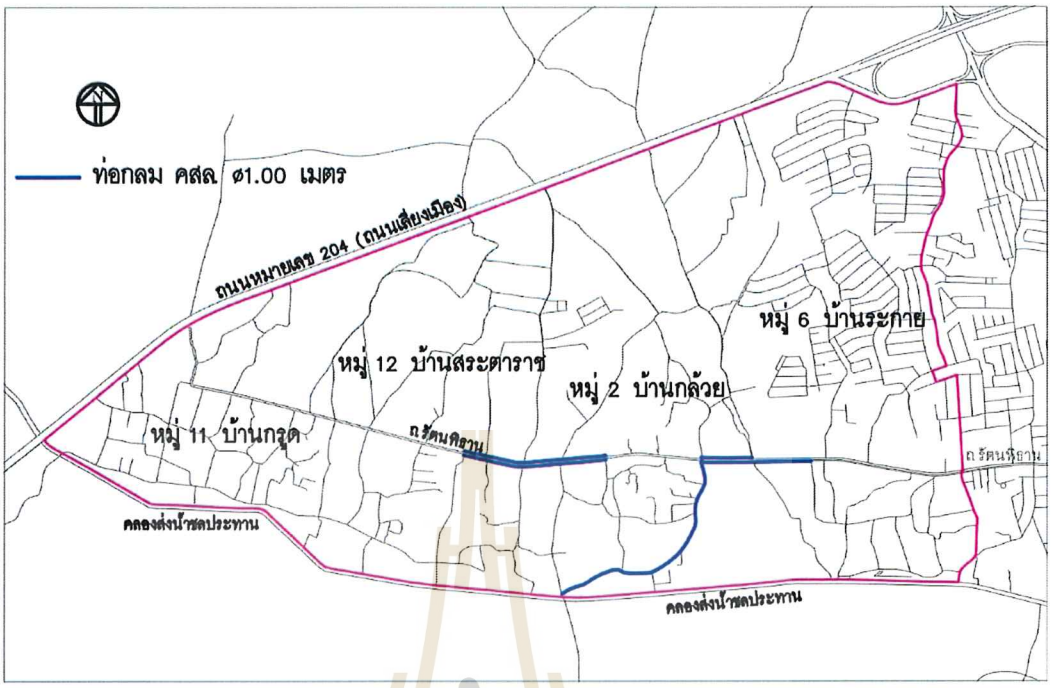
ตารางที่ 4.17 แสดงรายการคำนวณทิศทางและขนาดท่อ (รูปที่ 4.25) ที่สามารถรองรับการเจริญเติบโตของเมือง ภายใต้เงื่อนไข (ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสำรวจ และข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา) ที่กำหนด การออกแบบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนที่ 1 เป็นการออกแบบท่อระบายน้ำหลักที่อยู่ที่ถนนรัตนพิธาน โดยออกแบบให้สามารถรับน้ำปริมาณน้ำฝนและน้ำเสีย จากพื้นที่รับน้ำทั้งหมด เพื่อให้ไหลมาลงจุดออกเดียวกันที่จุดรับน้ำ และง่ายต่อการบริหารจัดการน้ำเสีย ส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบระบบท่อระบายน้ำบริเวณหมู่ที่ 6 บ้านระกาย ในส่วนที่ 1 จากผลการออกแบบพบว่า สำหรับพื้นที่ตำบลจอหอฝั่งตะวันตก ควรมีท่อระบายน้ำหลักอยู่สองข้างถนนรัตนพิธาน โดยขนาดที่เหมาะสม คือ ท่อกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เมตร (เส้นสีแดงและเส้นสีน้ำเงิน) ผู้วิจัยได้ออกแบบต่อท่อในตำแหน่งที่ 10 ถึง 11 เพื่อให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพ ตำแหน่งที่ 11 และ 13

คือจุดปล่อยน้ำ ซึ่งควรสร้างพื้นที่รับน้ำเพื่อเป็นจุดหน่วงน้ำ ก่อนที่จะสูบน้ำเข้าสู่ท่อ HDPE และลำเลียงผ่านไปยังจุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.17 พบว่าขนาดท่อเดิมปัจจุบันในบริเวณอื่นของโครงการยังสามารถระบายน้ำได้

ในส่วนที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางการบำบัดน้ำเสียใน 2 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 คือ การก่อสร้างสถานีรวบรวมน้ำเสียและน้ำฝนในตำแหน่งที่ 9 และติดตั้งท่อระบายน้ำฝนคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร ตามแนวถนนซอย 9/1 ทั้งสองข้างทางเพื่อให้เพียงพอต่อการระบายน้ำฝนของทั้งสองฝั่งข้างถนน (รูปที่ 4.26) สำหรับการระบายน้ำเสียที่ท่วมขังอยู่บริเวณตอนเหนือ ให้ใช้ระบบระบายน้ำเสียแบบโดยใช้ท่อ HDPE ในการลำเลียงน้ำเสียมายังจุดรองรับน้ำเสียในทางทิศใต้ของหมู่บ้านระกาย และทำการระบายลงสู่จุดพักน้ำของบ่อที่ 1 และ 2 จากนั้นให้ลำเลียงน้ำเสียผ่านการสูบส่งไปยังพื้นที่บำบัด เพื่อฟื้นฟูคุณภาพของน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป หรือทางเลือกที่ 2 ผู้วิจัยแนะนำให้ติดตั้งสถานีบำบัดบริเวณตำแหน่งที่ 9 เพื่อทำการบำบัดน้ำที่ขังอยู่ตอนเหนือของหมู่บ้านระกาย พร้อมทั้งประสานงานกับหน่วยงานที่มีเขตพื้นที่ติดต่อตอนเหนือ (เทศบาลจอหอ) เพื่อเชื่อมเส้นทางการไหลของน้ำหลังทำการบำบัด




รูปที่ 4.25 ตำแหน่งและและทิศทางท่อระบายน้ำออกแบบ




รูปที่ 4.26 ผังแสดงตำแหน่งผังท่อระบายน้ำใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.17 ตารางคำนวณขนาดท่อระบายน้ำตำบลจอหอฝั่งตะวันตก

| Node to Node | Leagth | Intensity | Drain Time | Time of concentration (TC) | Area Data | | | | Discharge | Slope | ขนาดท่อ Ø คำนวณ | Pipe Properties | | | | Velocity | Flow rate | Remark |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Coeffcient of discharge | Overland Time | Area | Acc.Area | (Q=0.278CIA) | | | Type | T | b | y | | | |
| | m | (i) mm/hr | (min) | minute | C | (min) | (sq.m.) | (sq.km.) | $m^3/s$ | | (m.) | | m | m | m | m/s | $m^3/s$ | |
| 1 to 2 | 725.0 | 42.70 | 16.11 | 51.11 | 0.75 | 5.00 | 36250.00 | 0.04 | 0.23 | 1 : 1000 | 0.67 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 2 to 3 | 630.0 | 44.11 | 14.00 | 49.00 | 0.75 | 5.00 | 31500.00 | 0.07 | 0.62 | 1 : 1000 | 0.98 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 3 to 4 | 425.0 | 47.57 | 9.44 | 44.44 | 0.75 | 5.00 | 21250.00 | 0.09 | 0.88 | 1 : 1000 | 1.12 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | No |
| 4 to 5 | 430.0 | 47.48 | 9.56 | 44.56 | 0.75 | 5.00 | 21500.00 | 0.11 | 1.09 | 1 : 1000 | 1.21 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 5 to outfall | 2.0 | 47.16 | 0.04 | 35.04 | 0.75 | 5.00 | | | 1.09 | 1 : 1000 | 1.21 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 7 to 6 | 470.0 | 46.76 | 10.44 | 45.44 | 0.75 | 5.00 | 94000.00 | 0.09 | 0.92 | 1 : 1000 | 1.13 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 6 to 5 | 330.0 | 49.39 | 7.33 | 42.33 | 0.75 | 5.00 | 16500.00 | 0.11 | 1.14 | 1 : 1000 | 1.23 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 5 to outfall | 2.0 | 57.16 | 0.04 | 35.04 | 0.75 | 5.00 | | | 1.14 | 1 : 1000 | 1.23 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 15 to 14 | 450.0 | 47.11 | 10.00 | 45.00 | 0.75 | 5.00 | 22500.00 | 0.02 | 0.22 | 1 : 1000 | 0.67 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 14 to 13 | 945.0 | 39.79 | 21.00 | 56.00 | 0.75 | 5.00 | 28350.00 | 0.05 | 0.42 | 1 : 1000 | 0.85 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 13 to 12 (ท่อลอด) | 7.0 | 57.02 | 0.16 | 35.16 | 0.75 | 5.00 | 0.00 | 0.05 | 0.60 | 1 : 1000 | 0.97 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 12 to 11 | 450.0 | 47.11 | 10.00 | 45.00 | 0.75 | 5.00 | 22500.00 | 0.07 | 0.72 | 1 : 1000 | 1.04 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 11 to 10 | 480.0 | 46.58 | 10.67 | 45.67 | 0.75 | 5.00 | 14400.00 | 0.09 | 0.85 | 1 : 1000 | 1.10 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 10 to outfall | 2.0 | 57.16 | 0.04 | 35.04 | 0.75 | 5.00 | | | 0.85 | 1 : 1000 | 1.10 | 1 Ø | | - | 1.20 | 1.09 | 1.23 | OK |
| 8 to 9 | 460.0 | 46.93 | 10.22 | 45.22 | 0.75 | 5.00 | 46000.00 | 0.05 | 0.45 | 1 : 1000 | 0.87 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 9 to 10 | 360.0 | 48.80 | 8.00 | 43.00 | 0.75 | 5.00 | 18000.00 | 0.06 | 0.65 | 1 : 1000 | 1.00 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |
| 10 to outfall | 2.0 | 57.16 | 0.04 | 35.04 | 0.75 | 5.00 | | | 0.65 | 1 : 1000 | 1.00 | 1 Ø | | - | 1.00 | 0.97 | 0.76 | OK |

## 4.6 ศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย

### 4.6.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยหลัก

ในการเปรียบเทียบในปัจจัยต่างๆ เพื่อพิจารณาและตัดสินใจเลือกรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ทำการวิจัย ทางผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยหลักในด้านต่างๆ รวมทั้งสิ้น 3 ด้าน ประกอบด้วย ปัจจัยด้านวิศวกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการลงทุน

ในการพิจารณาคะแนนของปัจจัยหลักในแต่ละทางเลือก ผู้วิจัยได้พิจารณาความสำคัญของแต่ละปัจจัยและแบ่งคะแนนออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) คะแนนฐาน (Base Score) ซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุดของแต่ละปัจจัย โดยกำหนดให้แต่ละปัจจัยมี 20 คะแนน และ 2) คะแนนยืดหยุ่น (Flexible Score) เป็นคะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปตามความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะใช้วิธี Multi Criteria Analysis (MCA) ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบถึงความสำคัญของปัจจัยทีละคู่ปัจจัยและใช้เกณฑ์การให้คะแนนรวม (100 คะแนน) ประกอบด้วย

1) คะแนนฐาน (Base Score) = 60 คะแนน

2) คะแนนยืดหยุ่น (Flexible Score) = 40 คะแนน

0 = เกณฑ์ในแนวนอนไม่มีผลกับเกณฑ์แนวตั้ง

1 = เกณฑ์ในแนวนอนสำคัญน้อยกว่าเกณฑ์แนวตั้ง

2 = เกณฑ์ในแนวนอนสำคัญเท่ากับเกณฑ์แนวตั้ง

3 = เกณฑ์ในแนวนอนสำคัญมากกว่าเกณฑ์แนวตั้ง

ตารางที่ 4.18 การเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละปัจจัยในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

| ปัจจัย | วิศวกรรม | สิ่งแวดล้อม | การลงทุน | รวม | คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ | Flexible Score | Base Score | Total Score | คะแนนในแต่ละปัจจัย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| วิศวกรรม | 0 | 1 | 1 | 2 | 16.6% | 6 | 20 | 26 | 30 |
| สิ่งแวดล้อม | 3 | 0 | 2 | 5 | 41.7% | 17 | 20 | 37 | 35 |
| การลงทุน | 3 | 2 | 0 | 5 | 41.7% | 17 | 20 | 37 | 35 |
| รวม | | | | 12 | 100 | 40 | 60 | 100 | 100 |

จากการเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละปัจจัยของการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในตารางที่ 4.18 และการศึกษารูปแบบการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละชนิด พบว่า ด้วยข้อจำกัดของปริมาณน้ำเสียและคุณภาพน้ำเสียของ อบต.จอหอ การจัดการน้ำเสียต้องมีขั้นตอนการก่อสร้างที่ง่าย ค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณการก่อสร้างไม่สูงเกินงบประมาณ การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงที่ง่าย สามารถทนต่อภาระบรรทุกที่เพิ่มมากขึ้นอย่างกะทันหัน ไม่มีกากตะกอนที่เป็นพิษต่อ

สิ่งแวดล้อม และคลองน้ำธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของประชาชนในพื้นที่สำหรับอุปโภค – บริโภค และใช้ในการเกษตร โดยในสภาพพื้นที่ปัจจุบันของ อบต.จอหอฝั่งตะวันตก ทางทิศใต้ของพื้นที่วิจัย ยังเป็นพื้นที่เป็นทุ่งนาซึ่งสามารถทำระบบบัดน้ำเสียที่ต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมากได้ โดยอีก 10- 20 ข้างหน้าพื้นที่ส่วนนี้อาจจะเป็นชุมชนอาคารบ้านเรือน ที่ต้องขยับขยายออกไปในภายภาคหน้า การจัดหาพื้นที่เพื่อบำบัดน้ำเสียอาจลำบากมากและยากมาก

ดังนั้น ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการคัดเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสม จะขึ้นอยู่กับงานด้านสิ่งแวะล้อมและด้านการลงทุนเป็นหลัก เนื่องจากจะบบบำบัดน้ำเสียนั้นจะต้องพิจารณาในด้านของสิ่งแวดล้อมก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อการพิจารณาเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความเหมาะสม และนอกจากนี้ปัจจัยดังกล่าวยังมีผลทำให้การตัดสินใจในด้านเศรฐศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดคะแนนของปัจจัยหลักทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสิ่งแวดล้อม 35 คะแนน ด้านการลงทุน 35 คะแนน และด้านวิศวกรรมเท่ากับ 30 คะแนน

**4.6.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยย่อย**

ในขั้นตอนการวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อคัดเลือกระบำบัดน้ำเสียขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก ให้มีความเหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยจะพิจารณาเปรียบเทียบจากปัจจัยหลักทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม และด้านการลงทุน โดยในแต่ละปัจจัยหลักจะมีรายละเอียดปลีกย่อยที่ประกอบไปด้วยหลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยย่อยเหล่านี้จะเป็นเกณฑ์ชี้วัดความเหมาะสมในแต่ละด้านของปัจจัยหลัก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัจจัยด้านวิศวกรรม

1.1) คุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัด

พิจารณาคุณภาพน้ำเสียหลังจากผ่านการบำบัด โดยคุณภาพน้ำเสียหลังจากผ่านการบำบัดจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำในลำคลองธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้น้ำได้อย่างรวดเร็ว เป็นการบำบัดที่ดี กระบวนการทำงานไม่ซับซ้อน การเดินระบบไม่ยุ่งยาก

1.2) ความยากง่ายในการก่อสร้าง

โดยปกติระบบบำบัดแต่ล่ะแบบจะมีพื้นที่ในการก่อสร้างที่แตกต่างกัน มีรูปแบบและขั้นตอนในการก่อสร้าง การติดตั้งเครื่องมือที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับพื้นที่โครงการจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก จะทำให้ก่อสร้างได้รวดเร็ว ประหยัด ใช้เทคนิคที่ไม่ซับซ้อน ผู้รับเหมาเข้าใจรูปแบบการทำงานและใช้ประสบการณ์ที่ไม่สูงมากสำหรับการทำงาน

1.3) ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง

รูปแบบการทำงานต้องไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดำเนินการง่าย ติดตั้งอุปกรณ์ การทำงานง่าย มีความคงทนต่อการใช้งาน อุปกรณ์สามารถหาซื้อได้ง่าย การซ่อมบำรุง สามารถให้ช่างที่ไม่ต้องมีความชำนาญสูง และการใช้พลังงานที่ต่ำ

2) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม

2.1) ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน

น้ำเสียส่วนมากจะมีกลิ่นเหม็น จะมีกลิ่นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กลับการเน่าเสียของน้ำหรือสิ่งเจอปนที่อยู่ในน้ำ ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียต้องสามารถลดกลิ่นของน้ำเสียในขณะบำบัดได้ ไม่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ

2.2) พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียบางประเภทใช้พื้นที่ในการบำบัดหรือการก่อสร้างที่ค่อนข้างมากเพื่อรองรับกับน้ำเสียในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินเพิ่มเข้ามาและอาจจะทำให้สภาพแวดล้อมของชุมชนเปลี่ยนไปหรือเสียพื้นที่สำหรับใช้ประโยชน์อย่างอื่นไปด้วย ระบบบำบัดนำเสียควรใช้พื้นที่ในการก่อสร้างที่พอดี เหมาะกับพื้นที่ของชุมชนนั้นๆ

2.3) ภาระที่เพิ่มเข้ามา

หลังจากการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแล้วเสร็จ จะต้องมีการบำรุงรักษาการดูแลที่ต่ำ ไม่มีภาระที่ต้องทำต่อ เช่นการกำจัดกากตะกอนหลังจากบำบัด หรือสร้างปัญญาต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นแหล่งภาหะนำโรคของสัตว์ต่างๆ หรือต้องใช้ต้องเทคโนโลยีที่สูงและใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถที่สูงเกินจำเป็น

3) ปัจจัยด้านการลงทุน

3.1) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นปัจจัยหลักในการกำหนดงบประมาณของโครงการ ดังนั้น ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียที่จะนำมาใช้ในโครงการ จะสัมพันธ์กับความยากง่ายและระยะเวลาในการก่อสร้าง รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่จะตามมาที่หลังอีก

3.2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

เมื่อระบบบำบัดน้ำเสียได้ก่อสร้างแล้วเสร็จและได้ทำการเดินระบบ สิ่งที่มีความสำคัญในระหว่างทำการเดินระบบคือ การบำรุงรักษา การเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในระหว่างการใช้งานและการบำรุงรักษา ดังนั้นผู้วิจัยจะพิจารณาเปรียบเทียบค่าบำรุงรักษา โดยพิจารณาค่าใช้จ่ายตามประเภทของระบบบำบัด ซึ่งจะต้องบำรุงรักษาตลอดระยะเวลาอายุการใช้งานของระบบบำบัด

ผู้วิจัยจะทำการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนของปัจจัยแต่ละด้านที่ทำการปรียบเทียบ โดยการประเมินด้วยวิธี Multi Criteria Analysis (MCA) เมื่อได้น้ำหนักคะแนนสำหรับ

ปัจจัยด้านต่างๆ แล้วขั้นต่อไปจะทำการประเมินคะแนนของประเภทระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ ในแต่ละปัจจัยจากความได้เปรียบ / เสียเปรียบ หรือข้อดี / ข้อเสียของแต่ละประเภท โดยประเมินเป็นค่าตัวคูณเพื่อนำไปคูณกับค่าน้ำหนักคะแนนให้ได้เป็นคะแนนสุทธิ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียที่มีผลรวมของคะแนนสุทธิจากปัจจัยในด้านต่างๆ มากที่สุดจะถือว่าเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ผลการพิจารณาของปัจจัยแต่ละด้านและการประเมินน้ำหนักคะแนนด้วยวิธี MCA ดังแสดงในตารางที่ 4.19 ถึง 4.21

ตารางที่ 4.19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนปัจจัยย่อยในด้านวิศวกรรม

| ปัจจัยด้านวิศวกรรม | 1. คุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัด | 2. ความยากง่ายในการก่อสร้าง | 3. ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง | รวม | ร้อยละของปัจจัย (%) | รวม | คะแนนปัจจัยย่อย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. คุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัด | 0 | 3 | 2 | 5 | 41.6 | 30 | 12 |
| 2. ความยากง่ายในการก่อสร้าง | 1 | 0 | 1 | 2 | 16.6 | | 6 |
| 3. ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง | 2 | 3 | 0 | 5 | 41.6 | | 12 |

ตารางที่ 4.20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนปัจจัยย่อยในด้านสิ่งแวดล้อม

| ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม | 1. ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน | 2. พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย | 3. ภาระที่เพิ่มเข้ามา | รวม | ร้อยละของปัจจัย (%) | รวม | คะแนนปัจจัยย่อย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน | 0 | 2 | 2 | 4 | 36.4 | 35 | 13 |
| 2. พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย | 1 | 0 | 1 | 2 | 18.2 | | 6 |
| 3. ภาระที่เพิ่มเข้ามา | 2 | 3 | 0 | 5 | 45.4 | | 16 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.21 ผลการเปรียบเทียบคะแนนปัจจัยย่อยในด้านการลงทุน

| ปัจจัยด้านการลงทุน | 1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง | 2. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา | รวม | ร้อยละของปัจจัย (%) | รวม | คะแนนปัจจัยย่อย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง | 0 | 2 | 2 | 50.0 | 35 | 17.5 |
| 2. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา | 2 | 0 | 2 | 50.0 | | 17.5 |

สรุปคะแนนด้านวิศวกรรม คะแนนรวม 35 คะแนน ประกอบด้วย

1) คุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัด 12 คะแนน
2) ความยากง่ายในการก่อสร้าง 6 คะแนน
3) ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง 12 คะแนน

สรุปคะแนนด้านสิ่งแวดล้อม คะแนนรวม 35 คะแนน ประกอบด้วย

1) ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน 13 คะแนน
2) พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย 6 คะแนน
3) ภาระที่เพิ่มเข้ามา 16 คะแนน

สรุปคะแนนด้านการลงทุน คะแนนรวม 30 คะแนน ประกอบด้วย

1) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 17.5 คะแนน
2) ค่าบำรุงรักษา 17.5 คะแนน

ปัจจัยในแต่ละด้านที่จะนำมาใช้พิจารณาคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละประเภท เพื่อให้มีความเหมาะสมกับองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตกมากที่สุด ผู้วิจัยจะกำหนดให้มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน และจะสรุปเป็นคะแนนเพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสม โดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 เกณฑ์การให้คะแนนค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย

| ความเหมาะสม / คุณสมบัติ | สัมประสิทธิ์ตัวคูณ |
|---|---|
| มากที่สุด / ผลกระทบน้อยที่สุด | 1.0 |
| มาก / ผลกระทบน้อย | 0.8 |

ตารางที่ 4.22 เกณฑ์การให้คะแนนค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

| ความเหมาะสม / คุณสมบัติ | สัมประสิทธิ์ตัวคูณ |
|---|---|
| ปานกลาง / ผลกระทบปานกลาง | 0.6 |
| น้อย / ผลกระทบมาก | 0.4 |
| น้อยที่สุด / ผลกระทบมากที่สุด | 0.2 |

### 4.6.3 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย

จากลักษณะการทำงานแต่ละประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อ 2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 5 ประเภท ประกอบด้วย 1) บ่อปรับเสถียร 2) บ่อเติมอากาศ 3) แอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์ 4) บึงประดิษฐ์และ 5) แผ่นจานหมุนชีวภาพ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบทั้งในด้านวิศวกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการลงทุน โดยรายละเอียดการเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.23 ถึง 4.24

ตารางที่ 4.23 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย

| ลำดับ | หัวข้อ | ปัจจัยเปรียบเทียบ | ประเภทที่ 1 บ่อปรับเสถียร | ประเภทที่ 2 บ่อเติมอากาศ | ประเภทที่ 3 แอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ปัจจัยด้านวิศวกรรม | คุณภาพน้ำเสียหลังบำบัด | ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 80 - 95 | ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 80 - 95 | ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 85 - 95 |
| | | ความยากง่ายในการก่อสร้าง | ผู้รับเหมาส่วนใหญ่มีความชำนาญมากและมีวิธีการก่อสร้างไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย | ผู้รับเหมาส่วนใหญ่มีความชำนาญปานกลางและมีวิธีการก่อสร้างไม่ยุ่งยากมาก | ใช้เทคนิคเฉพาะทางสูงและต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สูงเข้ามาควบคุมดูแลการทำงาน ผู้รับเหมาทั่วไปไม่มีความชำนาญในการติดตั้ง |
| | | ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง | การเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูและรักษางาย ทนต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์และอัตราการไหลได้ดี ไม่มีเครื่องจักรกลให้ต้องซ่อมบำรุงรักษา | การเดินระบบที่ไม่ซับซ้อน ทนต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี การบำรุงรักษาง่าย อาจจะต้องมีการซ่อมบำรุงและดูแลเครื่องเดิมอากาศ | การเดินระบบมีความยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้ผู้ควบคุมระบบที่มีทักษะและการอบรมด้านการควบคุมการทำงานอย่างดี มักมีปัญหาจากอุปกรณ์ชำรุดบ่อย ต้องตรวจเช็คอยู่เป็นประจำ |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.23 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

| ลำดับ | หัวข้อ | ปัจจัยเปรียบเทียบ | ประเภทที่ 1 บ่อปรับเสถียร | ประเภทที่ 2 บ่อเติมอากาศ | ประเภทที่ 3 แอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม | ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน | ระบบบ่อปรับเสถียรหากมีการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพออาจจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้ รวมถึงอาจมีปัญหาน้ำทิ้งมีสาหร่ายปะปนอยู่มาก | ระบบบ่อเติมอากาศเป็นระบบที่มีกลิ่นเหม็นเกิดน้อย | เป็นระบบบำบัดที่มีกลิ่นรบกวนน้อย เนื่องจากต้องมีการตรวจสอบและมีการดูแลอยู่เป็นประจำ |
| | | พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย | เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ทำให้สภาพแวดล้อมไม่สวยงาม | เป็นระบบบำบัดที่ใช้พื้นที่ค่อนข้างมากในการบำบัด เนื่องจากต้องกักเก็บน้ำหลายวัน | ใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อยเมื่อเทียบกับระบบบำบัดทางชีววิทยาแบบอื่นๆ |
| | | ภาระที่เพิ่มเข้ามา | มีกากตะกอนที่ต้องกำจัดน้อย | มีกากตะกอนที่ต้องกำจัดน้อย | มีสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess sludge) ที่ต้องกัดจัดต่อเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง |
| 3 | ปัจจัยด้านการลงทุน | ราคาค่าก่อสร้าง | ค่าใช้จ่ายในการลงทุนการดำเนินงานต่ำ | ค่าใช้จ่ายในการลงทุนการดำเนินงานต่ำ ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง | ต้องใช้ผู้มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบทำแบบก่อสร้างจริง คู่มือการเดินระบบและรายการคำนวณประกอบแบบ ซึ่งต้องให้เงินลงทุนที่สูงกว่าระบบอื่นๆ |
| | | ค่าบำรุงรักษา | เป็นระบบบำบัดที่ไม่มีเครื่องจักรกล ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ | ระบบเติมอากาศจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรช่วยในการเติมอากาศให้น้ำเสีย ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเป็นระยะๆ | เนื่องจากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรเยอะ จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง อาจจะขาดงบประมาณในการปรับปรุงระบบ |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.24 การประเมินประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย

| ลำดับ | หัวข้อ | ปัจจัยเปรียบเทียบ | ประเภทที่ 4 บึงประดิษฐ์ | ประเภทที่ 5 จานหมุนชีวภาพ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ปัจจัยด้านวิศวกรรม | คุณภาพน้ำเสียหลังบำบัด | เนื่องจากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำหลังจากผ่านการบำบัดบ่อปรับเสถียร ทำให้น้ำที่บำบัดมีความสะอาดเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยล่ะ 70 | ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยล่ะ 80 – 90 และมีการเติมคลอรีนฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยน้ำออกสู่ลำคลองธรรมชาติ |
| | | ความยากง่ายในการก่อสร้าง | บึงประดิษฐ์จะทำการก่อสร้างด้วยการบดอัดดินให้แน่นหรือปูด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระดับเพื่อให้น้ำเสียไหลตามแนวตอนขนาดกับพื้น ดังนั้นจึงต้องการผู้รับเหมาที่มีความชำนาญปานกลางมาทำการก่อสร้าง | ใช้เทคนิคเฉพาะทางสูงและต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สูงเข้ามาควบคุมดูแลการทำงาน ผู้รับเหมาทั่วไปไม่มีความชำนาญในการติดตั้ง |
| | | ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง | อาจจะต้องมีการดูแลรักษาพืชน้ำให้มีปริมาณที่เพียงพอ และมีการตรวจสอบระดับน้ำไม่ให้เกินระดับที่ออกแบบไว้ | การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรบ่อยครั้ง เพราะจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่าย รวมถึงต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญด้วย |
| 2 | ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม | ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน | มักมีปัญหาในเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง | เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีกลิ่นเหม็นรบกวนปานกลาง |
| | | พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย | เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดมาก | ใช้พื้นที่ในการบำบัดน้อยเมื่อเทียบกับระบบบำบัดประเภทอื่นๆ |
| | | ภาระที่เพิ่มเข้ามา | ปัญหาด้านเทคนิคมีน้อย เนื่องจากเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลัก ส่วนใหญ่ปัญหาที่พบ คือ พืชที่นำมาปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณตามที่ต้องการได้ อาจเนื่องจากการเลือกใช้ชนิดของพืชไม่เหมาะสม สภาพดินไม่เหมาะสม หรือถูกรบกวน | มีตะกอนให้ต้องกำจัด และต้องมีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมดูแลอยู่เสมอเพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร |
| 3 | ปัจจัยด้านการลงทุน | ราคาค่าก่อสร้าง | ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำกว่าระบบอื่น แต่ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างที่มาก เหมาะกับพื้นที่ที่มีราคาที่ดินไม่แพง | มีค่าก่อสร้างที่สูง เพราะเนื่องจากราคาเครื่องจักรแพง ต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ |
| | | ค่าบำรุงรักษา | อาจจะมีการนำพืชจากที่อื่นมาปลูกเพื่อให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการขนย้ายตามจำนวนและระยะทางเพิ่มเข้ามา | เพลาแกนหมุนมีต้องรับทั้งแรงอัดและแรงบิดชำรุดบ่อยครั้ง รวมถึงแผ่นจารหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่าย หาสัมผัสรังสีอุลตร้าไวโอเล็ตและสารพิษเป็นเวลานานต่อเนื่อง |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

### 4.6.4 สรุปผลการคัดเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อในการพิจารณาดังกล่าวข้างต้น โดยให้ความสำคัญแต่ละหัวข้อและมีน้ำหนักของคะแนนตามความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป จากนั้นจะนำสัมประสิทธิ์ตัวคูณ (ตารางที่ 4.21) ในแต่ละองค์ประกอบของหัวข้อที่พิจารณาเพื่อนำไปคูณกับน้ำหนักคะแนนในแต่ละหัวข้อ โดยรายละเอียดผลการเปรียบเทียบประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียในรูปผลคะแนนแสดงในตารางที่ 4.25 ถึง 4.26

ตารางที่ 4.25 สรุปผลการให้คะแนนประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 1 ถึง 3

| ประเด็นพิจารณา | คะแนนเต็ม | รูปแบบที่ 1 บ่อปรับเสถียร | | รูปแบบที่ 2 บ่อเติมอากาศ | | รูปแบบที่ 3 แอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าตัวคูณ | คะแนน | ค่าตัวคูณ | คะแนน | ค่าตัวคูณ | คะแนน |
| **1. ด้านวิศวกรรม** | 30 | | | | | | |
| 1.1) คุณภาพน้ำเสียหลังบำบัด | 12 | 0.8 | 9.6 | 0.8 | 9.6 | 0.8 | 9.6 |
| 1.2) ความยากง่ายในการก่อสร้าง | 6 | 1.0 | 6.0 | 0.8 | 4.8 | 0.4 | 2.4 |
| 1.3) ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง | 12 | 1.0 | 12.0 | 0.8 | 9.6 | 0.4 | 4.8 |
| **2. ด้านสิ่งแวดล้อม** | 35 | | | | | | |
| 2.1) ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน | 13 | 0.6 | 7.8 | 1.0 | 13 | 0.8 | 10.4 |
| 2.2) พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย | 6 | 0.4 | 2.4 | 0.4 | 2.4 | 0.8 | 4.8 |
| 2.3) ภาระที่เพิ่มเข้ามา | 16 | 1.0 | 16.0 | 0.6 | 9.6 | 0.2 | 3.2 |
| **3. ด้านการลงทุน** | 35 | | | | | | |
| 3.1) ราคาค่าก่อสร้าง | 17.5 | 1.0 | 17.5 | 0.8 | 14.0 | 0.4 | 7.0 |
| 3.2) ค่าบำรุงรักษา | 17.5 | 1.0 | 17.5 | 0.8 | 14.0 | 0.4 | 7.0 |
| **รวม** | **100** | | **88.8** | | **77.0** | | **49.2** |

ตารางที่ 4.26 สรุปผลการให้คะแนนประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 4 ถึง 5

| ประเด็นพิจารณา | คะแนนเต็ม | รูปแบบที่ 4 บึงประดิษฐ์ | | รูปแบบที่ 5 จานหมุนชีวภาพ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าตัวคูณ | คะแนน | ค่าตัวคูณ | คะแนน |
| **1. ด้านวิศวกรรม** | 30 | | | | |
| 1.1) คุณภาพน้ำเสียหลังบำบัด | 12 | 0.8 | 6.9 | 0.8 | 6.9 |
| 1.2) ความยากง่ายในการก่อสร้าง | 6 | 0.6 | 3.6 | 0.4 | 2.4 |
| 1.3) ความยากง่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง | 12 | 0.6 | 7.2 | 0.4 | 4.8 |
| **2. ด้านสิ่งแวดล้อม** | 35 | | | | |
| 2.1) ผลกระทบจากกลิ่นรบกวน | 13 | 0.8 | 10.4 | 0.8 | 10.8 |
| 2.2) พื้นที่ในการบำบัดน้ำเสีย | 6 | 0.6 | 3.6 | 0.8 | 2.4 |
| 2.3) ภาระที่เพิ่มเข้ามา | 16 | 0.6 | 9.6 | 0.4 | 6.4 |

ตารางที่ 4.26 สรุปผลการให้คะแนนประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 4 ถึง 5 (ต่อ)

| ประเด็นพิจารณา | คะแนนเต็ม | รูปแบบที่ 4 บึงประดิษฐ์ | | รูปแบบที่ 5 จานหมุนชีวภาพ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าตัวคูณ | คะแนน | ค่าตัวคูณ | คะแนน |
| **3. ด้านการลงทุน** | **35** | | | | |
| 3.1) ราคาค่าก่อสร้าง | 17.5 | 0.8 | 14 | 0.4 | 7.0 |
| 3.2) ค่าบำรุงรักษา | 17.5 | 0.6 | 10.5 | 0.4 | 7.0 |
| **รวม** | **100** | | **65.8** | | **47.7** |

จากตารางผลการให้คะแนนเปรียบเทียบรูปแบบทางเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 5 ประเภท (ตารางที่ 4.25 ถึง 4.26) พบว่า ประเภทที่ 1 บ่อรับเสถียรได้คะแนนรวมสูงสุด 88.8 คะแนน (อันดับที่ 1) ประเภทที่ 2 บ่อเติมอากาศ มีคะแนนรวมเท่ากับ 77.0 คะแนน (อันดับที่ 2) ประเภทที่ 3 แอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์ มีคะแนนรวมเท่ากับ 49.2 คะแนน (อันดับที่ 4) ประเภทที่ 4 บึงประดิษฐ์ มีคะแนนรวมเท่ากับ 65.8 คะแนน (อันดับที่ 3) และประเภทที่ 5 จานหมุนชีวภาพ มีคะแนนรวมเท่ากับ 47.7 คะแนน (อันดับที่ 5) ดังนั้น ประเภทที่ 1 บ่อปรับเสถียร มีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคุ้มค่าในด้านการลงทุนที่เหมาะสม และมีกระบวนการทำงานที่ง่ายใช้เทคโนโลยีที่ไม่ต้องซับซ้อนมาก ซึ่งผู้รับเหมาในพื้นที่สามารถทำงานและเข้าใจในรูปแบบการทำงานได้ง่าย ทำให้ใช้ทรัพยากรแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ทั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาประเภทระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้อันดับที่ 2 ร่วมด้วย เนื่องจากประเภทระบบบำบัดจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของโครงการและตำแหน่งของที่ตั้งระบบบำบัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 5
# บทสรุป

## 5.1 สรุปผลงานวิจัย

ผลการศึกษาลักษณะสภาพพื้นที่ภายในโครงการ การจัดทำแผนที่ และการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผิวดินของพื้นที่ อบต. จอหอฝั่งตะวันตก ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมทั้งหมด 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านกล้วย บ้านระกาย บ้านกรูด และบ้านสระตาราช รวมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 3,248.75 ไร่ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นที่สำคัญพร้อมกับจัดทำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมแสดงรายละเอียด ดังนี้

1) คุณภาพน้ำและสิ่งปนเปื้อนบริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้ง มีปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำที่สูง ส่งผลให้คุณภาพของน้ำทิ้งมีคุณภาพที่ต่ำจนเกิดการเน่าเสียของน้ำเป็นอย่างมาก ซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำอย่างเร่งด่วน

2) ทางระบายน้ำเสียมีความไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากการกีดขวางทางระบายน้ำ สิ่งปลูกสร้าง วัชพืช ขยะ และสิ่งปฏิกูลต่างๆ ทำให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพที่ต่ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำและการรวมน้ำเข้าสู่ท่อหลัก

3) ผู้วิจัยเห็นควรให้ปรับปรุงรูปแบบของจุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน และทำระบบสูบส่งน้ำเสียจากจุดรับน้ำเสียลำเลียงไปบำบัดในพื้นที่ที่กำหนด (ตามแบบ) หรือพื้นที่ที่ทางองค์การบริหารส่วนตำบลได้จัดสรร

4) จุดน้ำขังบริเวณพื้นที่ทางทิศเหนือของหมู่ที่ 6 บ้านระกาย เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง และส่งกลิ่นเหม็นในช่วงฤดูฝนตกหนัก ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการระบายน้ำให้มากขึ้น ผู้วิจัยเห็นควรให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำจากรูปแบบเดิม มาเป็นระบบการไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ โดยติดตั้งระบบสูบน้ำพร้อมกับท่อคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อระบายน้ำเสียชนิด HDPE มารวมกับระบบระบายน้ำเสียทางตอนใต้ ก่อนลำเลียงสู่สถานีบำบัด หรือติดตั้งสถานีบำบัดในบริเวณดังกล่าว พร้อมกับประสานงานกับหน่วยงานที่มีเขตพื้นที่ติดต่อตอนเหนือ (เทศบาลจอหอ) เพื่อกำหนดเส้นการไหลของทางน้ำ

5) ระบบบำบัดน้ำเสียที่ผู้วิจัยแนะนำคือระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ซึ่งเป็นระบบบำบัดเสียที่เหมาะสมกับพื้นศึกษาเท่านั้น สถานที่ตั้งโครงการควรผ่านการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบทางสังคม และการมีส่วนร่วมของ

ประชาชนเพราะระบบบ่อปรับเสถียรนี้ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิค อาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ นอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิค

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยเห็นควรให้องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอออกกฎบัญญัติให้ชุมชนติดตั้งถังดักไขมันทุกครัวเรือนก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะ และองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอเร่งดำเนินการบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดปริมาณสารปนเปื้อนและสิ่งปฏิกูลที่ปะปนมากับน้ำก่อนทำการปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติ และควรให้เพิ่มจุดโครงข่ายท่อเพิ่มเติม (ตามแบบ) เพื่อลำเลียงน้ำเสียสู่จุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน และรณรงค์ให้ประชากรในพื้นที่ กำจัดขยะและสิ่งปฏิกูลในรูปแบบที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# รายการอ้างอิง


สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2560). **คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน.**

นายยุทธชัย แสนสุข. (2557). **"ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแชะ อำเภอครบุรี จังหวัดนราชสีมา"** หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2545). **น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย.**

แผนพัฒนาท้องถิ่นสี่ปี.(2561-2564). องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย. (2561). **คู่มือคู่มือการรังวัดเฉพาะรายโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network).** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมที่ดิน: กองการพิมพ์.

กรมควบคุมมลพิษ และและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2546). **สรุปเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2546). **คู่มือเก็บตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน.**

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ราชกิจจานุเบกษา. (2548). **กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.**

พลอยไพริน นวนนุกูล, สายัณต์ แก้วบญุเรือง และทวินันท์ หาญประเสริฐ. (2564). **"ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น"** วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพและการสาธารณสุขชุมชน. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม– มิถุนายน 2564

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2562). **"น้ำเสียชุมชน"** วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2555). **คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน.**

นลินี บุญเจษฎารักษ์. (2554). **"การจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง" หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.**

ดรุณี ศริวิไล. (2555). “**การจัดการน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาเทศบาลตำบล**
**เมืองแกลง จังหวัดระยอง**” หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

จิระพล พุ่มสกุล. (2555). “**ปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศักและสถานประกอบการในเขตเทศบาลตำบลดอนหัวฬ่อ**” หลักสูตรรัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการเมืองการปกครอง คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

รายงานผลการทดสอบลักษณะน้ำเสีย ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ภาคผนวก ก
# บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในระหว่างศึกษา

Laomuad A., Udomchai A., Yeanyong C., Horpibulsuk S. and Menglim Hoy (2023). **Wastewater Management and Guidelines for Choosing the Appropriate Wastewater Treatment System for the Congested Community.** The Journal of KMUTNB., Vol. 34, No. 4, Oct.–Dec. 2024

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# การบริหารจัดการน้ำเสียและแนวทางการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับชุมชน

อภิสิทธิ์ เหล่าหมวด*
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อาทิตย์ อุดมชัย จักรกฤษณ์ ยืนยงค์
ศูนย์เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สุขสันติ์ หอพิบูลสุข Menglim Hoy
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ +669 5785 4346 อีเมล: apisitlaomuad@gmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการบริหารจัดการน้ำเสียที่มีความเหมาะสมกับชุมชนที่มีพื้นที่แออัด โดยขอบเขตการศึกษาอยู่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ครอบคลุม 4 หมู่บ้าน และเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาในการจัดการระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังเวลาฝนตก งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับชุมชนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก โดยมีขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย 1) การสำรวจและจัดทำแบบแผนที่ระดับท่อและรางระบายน้ำ และ 2) การตรวจสอบปริมาณและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่า ตำบลจอหอฝั่งตะวันตกควรมีท่อระบายน้ำหลักทั้งสองข้างถนนรัตนพิธาน โดยใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 เมตร เพื่อให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพและลดปัญหาการท่วมขังของน้ำผิวดิน นอกจากนี้ ควรสร้างพื้นที่รับน้ำเพื่อเป็นจุดหน่วงน้ำก่อนที่จะระบายเข้าสู่โครงข่ายระบายน้ำและส่งไปยังจุดรับน้ำตามคลองชลประทานและคลองธรรมชาติ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียทั้ง 4 หมู่บ้าน พบปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำสูงมากกว่าเกณฑ์ของมาตรฐานน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มาตรา 32 ระดับการปนเปื้อนจัดอยู่ในเกณฑ์ประเภทที่ 5 ซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำอย่างเร่งด่วน วิธีการจัดการบริหารน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่วิจัยคือการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร เพราะเป็นระบบที่มีค่าการก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ รวมทั้งมีวิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน

**คำสำคัญ:** ระบบบำบัดน้ำเสีย การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย มาตรฐานของน้ำผิวดิน

# Wastewater Management and Guidelines for Choosing the Appropriate Wastewater Treatment System for the Congested Community

Apisit Laomuad*

Graduate Program in Civil Engineering and Construction Management, Faculty of Engineering, Suranaree University of Technology

Artit Udomchai, Chakkrit Yeanyong

Center of Excellence in Innovation for Sustainable Infrastructure Development, Suranaree University of Technology

Suksun Horpibulsuk, Menglim Hoy

School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology

*Corresponding Author Tel. +669 5785 4346 e-mail: apisitlaomuad@gmail.com

## Abstract

This research presents a wastewater management approach that is appropriate for communities with congested areas. Four villages in the Western Region of Joho Subdistrict Administrative Organization, Nakhon Ratchasima Province, Thailand, encounter problems with wastewater collection and treatment management. Due to an insufficient drainage system, the heavy precipitation in the surrounding area causes the pain of waterlogging with untreated wastewater. This research aims to study and reform the wastewater collection and treatment system by conducting (1) a topographic survey and mapping of existing drainage pipes and gutters; (2) a test and analysis of the quantity and quality of wastewater. The analysis revealed that two main pipes with a diameter of 1.00 m should be installed at each side of Rattanaphithan Road to drain the water. In addition, the water catchment should be built efficiently as a watershed before the drainage system along the irrigation canals and natural canals. The wastewater quality from all four villages was found to have a high content of contaminants when compared with standard criteria for surface water in accordance with the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act, B.E. 2535, Section 32. This high-water contamination was classified in category 5, which requires urgent water quality restoration. The appropriate management approach for this study site is stabilization pond wastewater treatment because its construction and maintenance costs is low and the operating system is not complicated.

**Keywords:** Wastewater Treatment System, Wastewater Analysis, Surface Water Standard

## 1. บทนำ

พื้นที่ที่ศึกษามีขนาดประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร มีหมู่บ้านที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลจำนวน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกาย หมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่หนึ่งที่เกิดปัญหาในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ลำคลองธรรมชาติ การเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจของพื้นที่และอัตราการขยายตัวของตัวเมืองมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นในทุกปี การขยายตัวของเขตเมืองดังกล่าวทำให้การจัดการน้ำเสียไม่ได้รับการเอาใจใส่จากแหล่งชุมชน และหน่วยงานที่รับผิดชอบไม่มีพื้นที่ในการจัดการกับระบบบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ส่งผลให้น้ำเสียจากท่อระบายน้ำทิ้งสาธารณะถูกปล่อยลงสู่คลองธรรมชาติโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำรวมถึงชุมชน นอกจากนี้ การดำรงชีวิตของชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียงยังส่งผลให้เกิดมลภาวะทางน้ำและอากาศ เกิดมลพิษ ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ การปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลองโดยไม่ผ่านการบำบัดนั้น จะส่งผลทำให้น้ำเกิดการเน่าเสียมีกลิ่นและเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคภัยต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัสโปรโตซัว เป็นต้น ผลงานวิจัยในอดีตพบว่า น้ำเน่าเสียของแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติเกิดจากน้ำทิ้งที่มาจากกิจกรรมต่าง ๆ หรือการดำรงชีวิตของมนุษย์มากถึงประมาณ 80% [1], [2], [3] ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย คือ การปรับปรุงสภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำระบบบำบัดน้ำเสีย [4] ก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อลดปัญหาการปล่อยน้ำเน่าเสียคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสำรวจและจัดทำแบบแผนที่แสดงระดับ แนวเขตถนน คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำในพื้นที่ศึกษา ครอบคลุม 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกายหมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช 2) เพื่อตรวจสอบปริมาณและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย [5] ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว และ 3) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา งานวิจัยนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ ต่อชุมชนในพื้นที่ที่มีความแออัดหนาแน่นของประชากรหรือชุมชนที่กำลังพัฒนาเป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ และยังเป็นแนวทางกรณีศึกษาให้กับหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนในการวางแผนบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชน อาทิ ชุมชนเมือง ชุมชนในเขตนิคมอุตสาหกรรม ฯลฯ ในพื้นที่ต่าง ๆ ที่เกิดปัญหาในลักษณะเดียวกันต่อไปได้ในอนาคต ตัวอย่างระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างแน่นหนาแต่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำเสียได้ คือ เทศบาลเมืองเพชรบุรี ที่ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์ 22 ไร่เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ถึง 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน [2]

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาสมบัติของน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน ประมาณการปริมาณน้ำเสีย งานสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศ จัดทำแบบและแผนที่แสดงระดับแนวเขตถนนในพื้นที่ศึกษาสำหรับถนนสายหลัก และสายรอง (ที่มีความกว้างของถนนตั้งแต่ 6 เมตรขึ้นไป) คลองระบายน้ำและรางระบายน้ำ รวมทั้งจัดทำรายละเอียดแผนที่แสดงระดับ รูปตัด โดยมีพื้นที่เป้าหมายครอบคลุม 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย, หมู่ 6 บ้านระกาย, หมู่ 11 บ้านกรูด และหมู่ 12 บ้านสระตาราช พื้นที่ทั้งหมดอยู่ด้านทิศตะวันตกของตำบลจอหอ มีพื้นที่รวมโดยประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 สำรวจและจัดทำแบบแผนที่งานระดับโครงข่ายถนนของถนนสายหลัก สายรอง แผนที่งานระดับท่อและรางระบายน้ำ พร้อมทำหมุดหลักฐานที่แสดงค่าพิกัดและระดับความสูง

2.2 ศึกษาปริมาณน้ำฝนและน้ำเสีย วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย โดยใช้ข้อมูลประชากรของพื้นที่ศึกษาหาปริมาณ

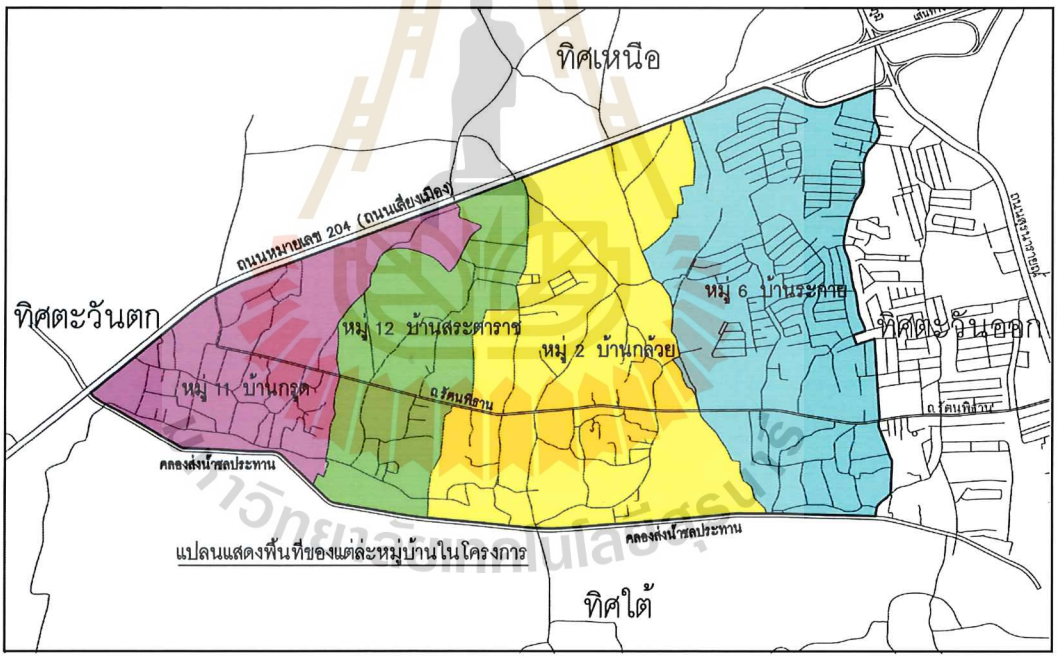
น้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือนจะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้หรืออาจประเมินได้จากจำนวนผู้อยู่อาศัยในบ้านเรือนและกิจกรรมต่างๆ ภายในบ้านเรือน เช่น น้ำเสียจากครัวหรือที่ล้างจานมีปริมาณ 44 ลิตร/คน/ วัน น้ำเสียจากห้องน้ำมีปริมาณ 65 ลิตร/คน/ วัน น้ำเสียจากส้วมมีปริมาณ 20 ลิตร/คน/ วัน และน้ำเสียจากการซักผ้ามีปริมาณ 20 ลิตร/คน/ วัน ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำเสียจากบ้านเรือนรวม 150 ลิตร/คน/วัน อีกทั้งยังมีข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลท่อระบายน้ำเดิม ข้อมูลสภาพทางเศรษฐกิจ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลด้านระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย [6], [7] เป็นต้น

2.3 ศึกษาระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

## 3. ผลการศึกษา

### 3.1 ที่ตั้ง อาณาเขต และเขตการปกครอง

พื้นที่ศึกษา อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอเมืองนครราชสีมา 13 กิโลเมตร (รูปที่ 1) ด้านทิศเหนือติดต่อกับตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ด้านทิศใต้ติดต่อกับตำบลหมื่นไวยและตำบลจอหอ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ด้านทิศตะวันออกติดต่อกับตำบลตลาดอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ด้านทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอหมื่นไวยและตำบลพุดซาอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา



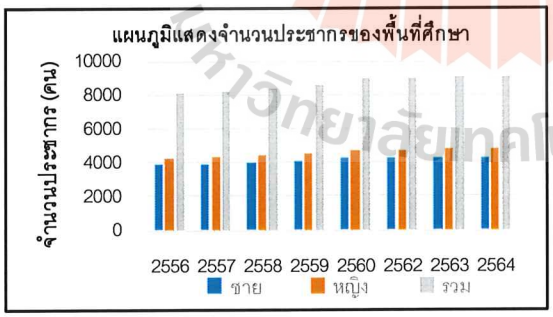

**รูปที่** 1 แผนที่ตำแหน่งชุมที่สำรวจ

องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอมีหมู่บ้านในเขตปกครอง จำนวน 9 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย หมู่ 6 บ้านระกาย หมู่ 7 บ้านบึงทับช้าง หมู่ 8 บ้านสระธรรมขันธ์ หมู่ 9 บ้านสำโรง หมู่ 10 บ้านหนองออก หมู่ 11 บ้านกรูด หมู่ 12 บ้านสระตาราช และหมู่ 15 บ้านหนองกระดังงา แหล่งน้ำในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอฝั่งตะวันตกแบ่งเป็น สระน้ำ จำนวน 25 แห่ง บ่อบาดาลจำนวน 1 แห่ง พนังกั้นน้ำจำนวน 1 แห่ง ประปาหมู่บ้านจำนวน 2 แห่ง และแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 11 แห่ง พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่อยู่ฝั่ง

ตะวันตกขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอมี 4 หมู่บ้าน ซึ่งสาเหตุของการเลือกศึกษาเฉพาะ 4 หมู่บ้านนี้คือ เป็นชุมชนที่กำลังเติบโตอย่างต่อเนื่อง ทำให้อัตราส่วนน้ำเสียจากบ้านเรือนต่อวันมีปริมาณเพิ่มขึ้น และมีปัญหาน้ำท่วมขังเวลาฝนตก แต่ไม่มีการรวบรวมและบำบัดตามหลักวิชาการน้ำเสียจากครัวเรือนบางส่วนอาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และคลองส่งน้ำดิบสำหรับการผลิตประปาในพื้นที่ได้ ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อสุขอนามัยของประชาชนในพื้นที่

### 3.2 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

จากข้อมูลของงานทะเบียนราษฎร ณ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าพื้นที่ศึกษา มีจำนวนประชากรรวมทั้งสิ้น 9,080 คน จำแนกออกเป็น 4 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 2 บ้านกล้วย แบ่งเป็นชาย 895 คน และหญิง 941 คน รวม 1,836 คน, หมู่ 6 บ้านระกาย แบ่งเป็นชาย 2,239 คน และหญิง 2,628 คน รวม 4,867 คน, หมู่ 11 บ้านกรูด แบ่งเป็นชาย 728 คน และหญิง 813 คน รวม 1,541 คน และหมู่ 12 บ้านสระตาราช แบ่งเป็นชาย 396 คน และหญิง 440 คน รวม 836 คน [8] คิดเป็นความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 1,747 คนต่อตารางกิโลเมตร




**รูปที่ 2** แผนภูมิแสดงจำนวนประชากรของพื้นที่ศึกษา

ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เช่น การทำนา เพาะปลูกพืชไร่ ผักสวนครัว และผลไม้ เมื่อว่างจากภาคเกษตรกรรมจะเดินทางไปประกอบอาชีพเป็นแรงงานรับจ้างทั่วไป ตามพื้นที่เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และเดินทางเข้าไปในเมืองเป็นแรงงาน ช่างฝีมือ หรือกล่าวได้ว่า ประชากรส่วนใหญ่ภายในพื้นที่ศึกษา ประกอบอาชีพเกษตรกรรมควบคู่กับการรับจ้างทั่วไป นอกจากนี้ ยังประกอบอาชีพค้าขายและอาชีพ อื่น ๆ รวมทั้งอาชีพเสริมที่ทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น การจักสาน ทอเสื่อ ทอผ้า แปรรูปอาหารประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3

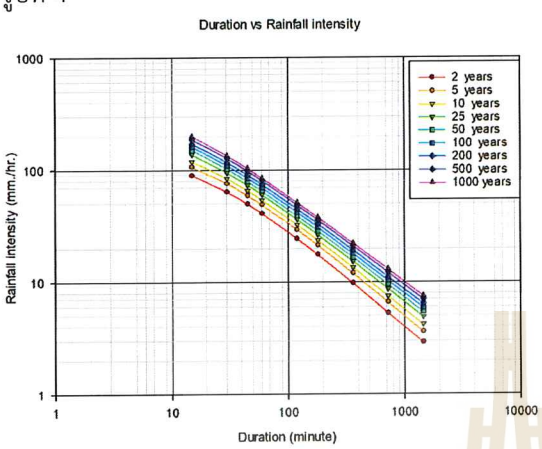
**รูปที่ 3** แผนภูมิแสดงสัดส่วนอาชีพของประชากร

### 3.3 อุตุนิยมวิทยา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนพฤษภาคมจนถึงประมาณเดือนตุลาคม (ช่วงฤดูฝน) เดือนพฤศจิกายนจนถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมหนาวและอากาศแห้ง ฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำสุด และเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนพฤษภาคมเป็นฤดูร้อน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดประจำปีในเดือนเมษายน และมีฝนตกน้อยเป็นครั้งคราวในช่วงฤดูร้อน

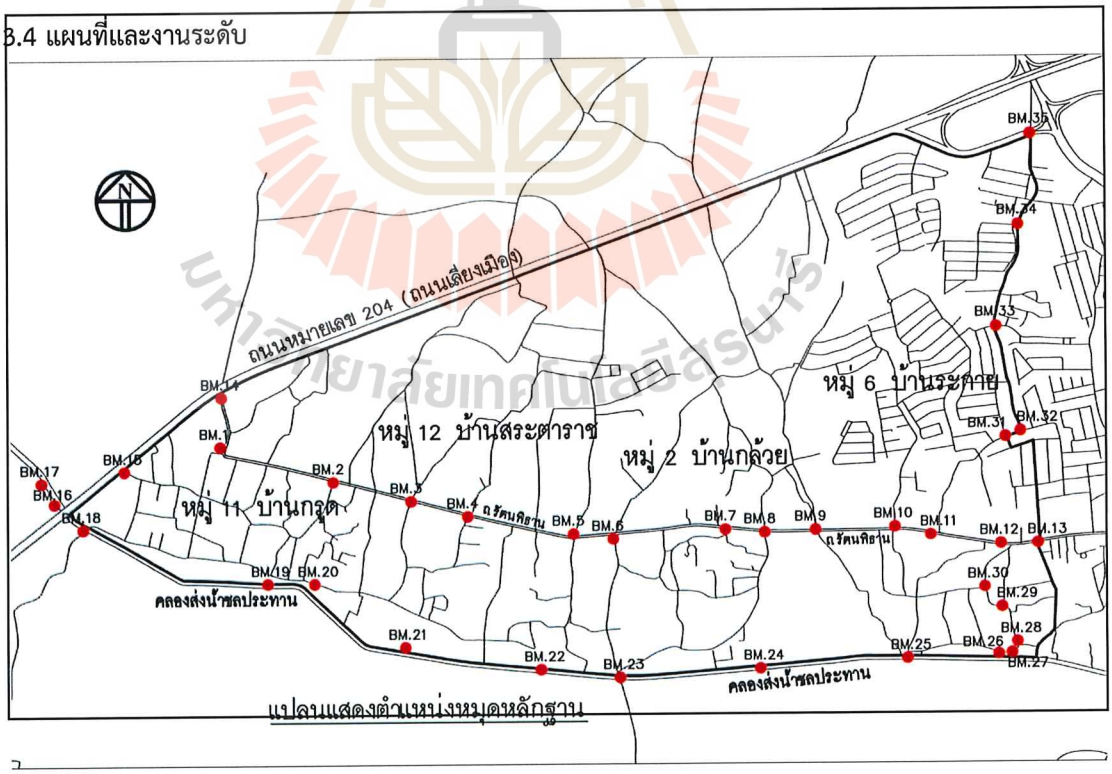
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน พ.ศ. 2546-2558 ระบุว่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยมีค่าผันแปรระหว่าง 2.7-228.3 มิลลิเมตร โดยที่เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนสูงสุด และเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนต่ำสุด ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1074.6 มิลลิเมตร (ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง

ความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน (Rainfall intensity-duration-frequency curve) ได้ดังกราฟในรูปที่ 4




**รูปที่ 4** ความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ฝนตก-รอบปีของฝน (ข้อมูลสถิติน้ำฝนปี พ.ศ.2546-2558 ของจังหวัดนครราชสีมา)

ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพพื้นที่ในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย ได้แก่ ข้อมูลถนนที่มีความกว้างมากกว่า 6 เมตร ระดับถนน ขนาดและค่าระดับของท่อระบายน้ำ ข้อมูลความยาวและหน้าตัดของลำคลองสาธารณะ จุดทิ้งน้ำเสียที่มีอยู่ในปัจจุบัน จัดทำแผนผังรวมของพื้นที่ศึกษา การจัดทำแผนที่ใช้การโยงยึดค่าพิกัดฉากระบบ Universal Transverse Mercator Grid (UTM) บนเส้นฐาน WGS 84 และระดับเทียบกับระดับทะเลปานกลาง (M.S.L.) ออกจากหมุดหลักฐาน GPS ของหน่วยงานทางราชการที่เชื่อถือได้ คือ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้โครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลนน์ (RTK GNSS Network) [9] พร้อมทั้งสร้างหมุดหลักฐานถาวร (B.M.) ไว้ในพื้นที่โครงการโดยการฝังหมุดลงบนพื้นคอนกรีตที่มีความมั่นคง จำนวน 35 หมุด ดังแสดงในรูปที่ 5




**รูปที่ 5** หมุดหลักฐานถาวรในพื้นที่โครงการ

**3.5 คุณลักษณะน้ำผิวดินพื้นที่ศึกษา**

ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากน้ำผิวดินบริเวณจุดรวมน้ำทิ้ง [10] ในเขตพื้นที่ศึกษา จำนวน 8 จุด ดังแสดงดังรูปที่ 6 เพื่อประเมินคุณภาพน้ำผิวดิน รวมทั้งประเมินลักษณะทางกายภาพของลำคลองที่อาจเปลี่ยนไปจากปัจจุบัน โดยอ้างอิงมาตรฐาน เครื่องมือวิธีการ ที่ใช้ในการทดสอบมาจาก คู่มือเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ของกรมควบคุมมลพิษ [7] และผลการทดสอบพบว่าค่าความเค็ม (Salinity) ที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในบริเวณ จุดที่ 8 บ้านระกาย มีค่าเท่ากับ 1.10 ppt (part per thousand) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในบริเวณ จุดที่ 5,7 และ 8 มีค่าการนำ

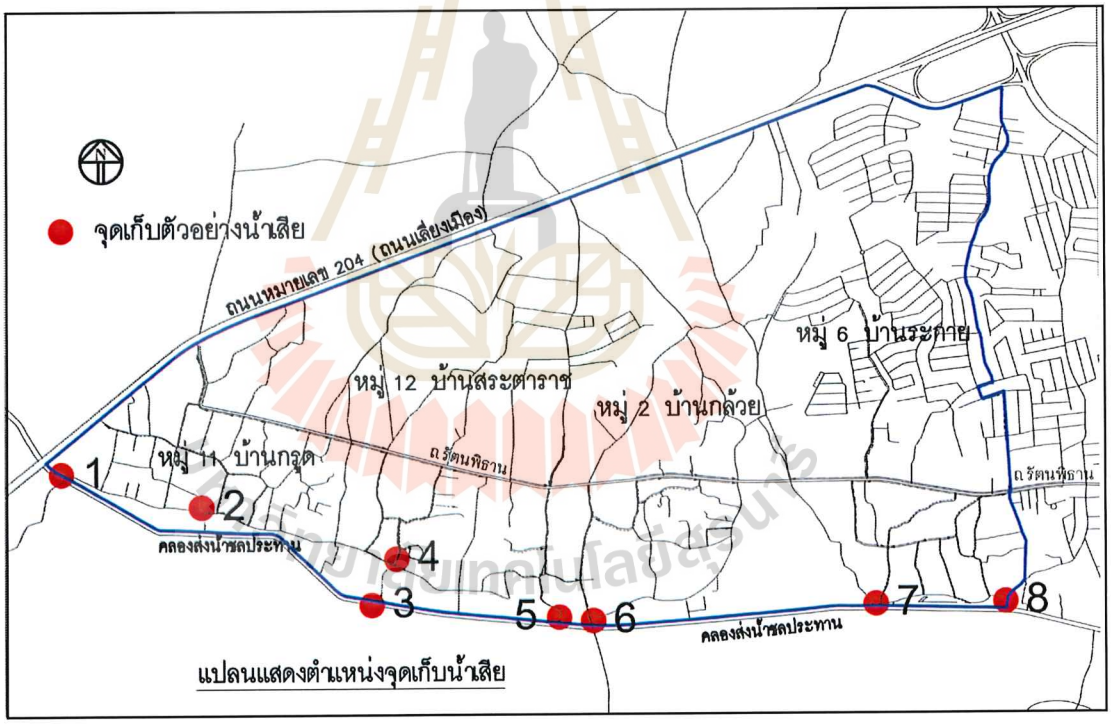
**ตารางที่ 1** การวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ก [11],[12]

| ดัชนีตรวจวัด | ค่ามาตรฐาน | จุดทดสอบ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 | จุดที่ 5 | จุดที่ 6 | จุดที่ 7 | จุดที่ 8 |
| 1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) | 5-9 | 7.6 ผ่าน | 7.4 ผ่าน | 7.1 ผ่าน | 7.2 ผ่าน | 7.4 ผ่าน | 7.4 ผ่าน | 7.4 ผ่าน | 7.2 ผ่าน |
| 2. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand), mg/l | < 20 | 7 ผ่าน | 85 ไม่ผ่าน | 18 ผ่าน | 8 ผ่าน | 37 ไม่ผ่าน | 7 ผ่าน | 30 ไม่ผ่าน | 6 ผ่าน |
| 3. สารแขวนลอย (Suspended Solids), mg/l | < 30 | 24.6 ผ่าน | 28.3 ผ่าน | 12.4 ผ่าน | 18.2 ผ่าน | 22.5 ผ่าน | 17.6 ผ่าน | 15.2 ผ่าน | 18.9ผ่าน |
| 4. ซัลไฟด์ (Sulfide) , mg/l | < 1.0 | <0.005 ผ่าน | 0.261 ผ่าน | <0.00 5ผ่าน | <0.00 5ผ่าน | 0.02 ผ่าน | <0.00 5ผ่าน | 0.071 ผ่าน | <0.005ผ่าน |
| 5. สารละลายได้ (Total Dissolved Solids), mg/l | < 500 | 324 ผ่าน | 738 ไม่ผ่าน | 664 ไม่ผ่าน | 616 ไม่ผ่าน | 834 ไม่ผ่าน | 282 ผ่าน | 892 ไม่ผ่าน | 928 ไม่ผ่าน |
| 6. ตะกอนหนัก (Settleable Solids), mg/l | < 0.5 | 0.220 ผ่าน | 0.183 ผ่าน | 0.076 ผ่าน | 0.196 ผ่าน | 0.201 ผ่าน | 0.166 ผ่าน | 0.161 ผ่าน | 0.115 ผ่าน |
| 7. น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil), mg/l | < 5.0 | 2 ผ่าน | 4 ผ่าน | 5 ผ่าน | 1 ผ่าน | 2 ผ่าน | 3 ผ่าน | 4 ผ่าน | 2 ผ่าน |
| 8. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen), mg/l | < 35 | 7 ผ่าน | 40 ไม่ผ่าน | 13 ผ่าน | 13 ผ่าน | 40 ไม่ผ่าน | 13 ผ่าน | 13 ผ่าน | 7 ผ่าน |

ที่มา : ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนที่ 125 ง 29 ธันวาคม 2548

ไฟฟ้ามากกว่า 2,000 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่า

สารละลายได้ (Total Dissolved Solids) ที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในบริเวณจุดที่ 2, 3, 4, 5, 7 และ 8 มีค่าอยู่ระหว่าง 616 – 928 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในบริเวณจุดที่ 2,5 และ 7 ซึ่งค่าบีโอดีสูงถึง 85,37, และ30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) มีค่าสูงกว่ามาตรฐานคือจุดที่ 2,5 และ 7 ซึ่งค่าบีโอดี สูงถึง 282, 183 และ 149 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) จุดที่ 2 และ 5 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานโดยมีปริมาณอยู่ที่ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1 จากจุดที่เก็บตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 8 จุด พบว่าจุดที่ 1 และจุดที่ 6 มีค่าผ่านเกณฑ์ดัชนีตรวจวัด ซึ่งน้ำเสียของจุดที่ 1 มาจากร้านเปลี่ยนถ่ายยางรถยนต์ซึ่งมีการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นมาก่อน ส่วนจุดที่ 6 มีแนวท่อระบายน้ำเสียซึ่งรับน้ำจากที่พักอาศัยเป็นจำนวนน้อยกว่าแนวท่อที่อยู่ใกล้เคียง จากการตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้งของชุมชนที่ปล่อยลงสู่ท่อระบายจำนวน 3 ช่วงเวลา พบว่าช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจะไม่ส่งผลต่อผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย แต่จะมีผลต่อปริมาน้ำเสียในแต่ล่ะช่วงเวลาและจากข้อมูลของแหล่งน้ำตัวอย่างจากทั้ง 4 หมู่บ้าน แสดงปริมาณสารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง ส่งผลให้คุณภาพน้ำผิวดินมีคุณภาพ ต่ำมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของน้ำผิวดิน




**รูปที่ 6** ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำที่จุดรวมน้ำทิ้งทั้ง 4 หมู่บ้าน

**3.6 ปริมาณน้ำเสียและการประมาณน้ำเสีย**

พื้นที่ศึกษา มีประชากรทั้งสิ้น 9,080 คน แยกเป็นประชากรชาย 4,258 คน_ประชากรหญิง 4,822 คน ปริมาณครัวเรือนทั้ง 4 หมู่บ้าน มีอัตราเพิ่มขึ้นต่อปีจำนวนร้อยละ 1.73-21.12 (บ้านกล้วย), 0.39-5.03 (บ้านระกาย), 0.20-5.59 (บ้านกรูด) และ 0.36-5.07 (บ้านสระตาราช) ตามลำดับ (ข้อมูลงานทะเบียนราษฎร์ของพื้นที่ศึกษา พ.ศ. 2564) ข้อมูลของประชากร

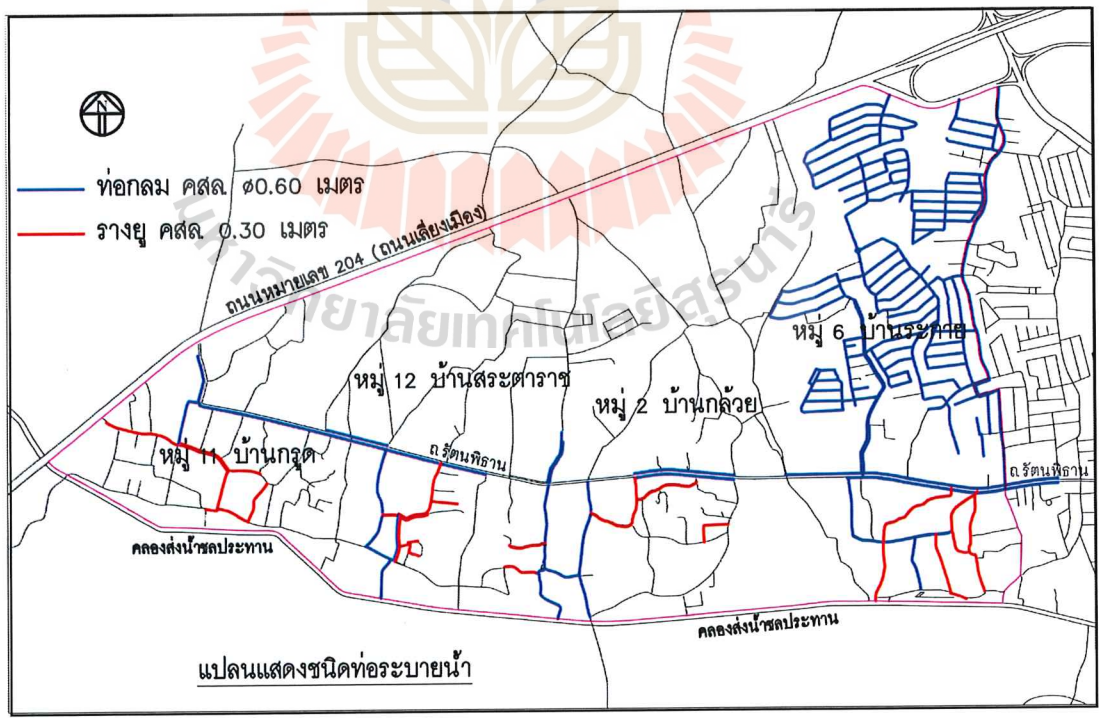
ดังกล่าวนี้สามารถนำมาวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำของอาคารบ้านเรือนในพื้นที่ศึกษา ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคาร มีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากร สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวันเท่ากับ 320 ลิตร/คน/วัน [1] จากจำนวนของประชากร 9,080 คน จะทำให้เกิดน้ำเสียประมาณ 2,905,600 ลิตร/วัน หรือ 2,905 ลบ.ม./วัน โดยข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ออกแบบระบบระบายต่อไป

### 3.7 การสำรวจโครงข่ายท่อระบายน้ำและการประเมิน

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ชุมชนของพื้นที่ศึกษา มีการใช้งานระบบท่อรวบรวมน้ำเสียแบบรวม (Combined sewer) คือ รวบรวมน้ำเสียและน้ำฝนภายในท่อเดียวกัน โดยมีการวางแนวท่อระบายน้ำหลักในแนวขนานถนนสายหลัก เช่น ถนนรัตนพิธาน เพื่อรองรับน้ำฝนและน้ำเสียจากอาคารในตรอกซอยต่าง ๆ ก่อนระบายลงสู่ลำคลอง ที่ถนนตัดผ่าน ท่อระบายน้ำหลักส่วนใหญ่เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 ม. ส่วนท่อระบายน้ำในตรอกซอยส่วนใหญ่เป็นท่อกลม คสล. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 ม. ขนาดและรางระบายน้ำตัวยู ขนาด 0.30x0.50 ม. ความยาวท่อระบายน้ำในเขตพื้นที่ภายในโครงการ สรุปไว้ในตาราง ที่ 2 และตำแหน่งผังท่อระบายน้ำแสดงดังรูปที่ 7

**ตารางที่ 2** ขนาดและความยาวของท่อระบายน้ำที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจภายในโครงการ

| ลำดับ | ลักษณะและขนาดท่อ | ความยาว (เมตร) |
|---|---|---|
| 1 | ท่อกลม คสล. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร | 5,872 |
| 2 | รางยู คสล. 0.30 เมตร | 6,462 |

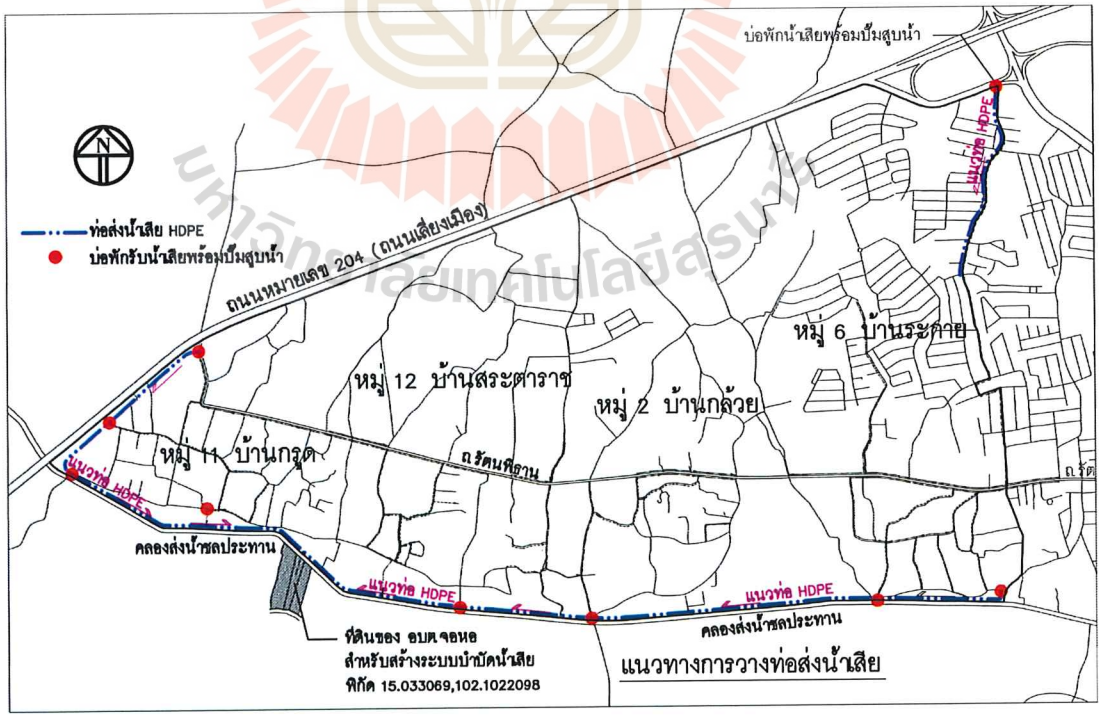



**รูปที่ 7** ผังตำแหน่งท่อระบายน้ำ

### 3.8 การวิเคราะห์โครงข่ายและจุดเชื่อมต่อของท่อระบายน้ำ

ในการพิจารณาออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝนภายในพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจและจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อเก็บข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ โครงข่ายท่อระบายน้ำ และเส้นทางระบายน้ำเดิมภายในพื้นที่ของโครงการ จากผลการสำรวจของผู้วิจัย พบว่า พื้นที่ศึกษา ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน และบริเวณพื้นที่ตอนกลางของโครงการที่ครอบคลุมพื้นที่สองหมู่บ้านระหว่างบ้านกล้วยและบ้านระกาย เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำและมีท่อระบายน้ำเสียผ่านจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ เข้าสู่จุดรับน้ำซึ่งกระจายตัวและขนานตามแนวคลองชลประทาน ในขณะที่ฝั่งทิศตะวันตก (บ้านกรูด, บ้านสระตาราช) และทิศตะวันออก (บ้านกล้วย, บ้านระกาย) ของโครงการ พบท่อระบายน้ำหลักอยู่ที่ถนนรัตนพิธาน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.60 เมตร และเชื่อมเข้ากับรางระบายน้ำรูปตัวยูขนาด 0.30x0.50 เมตร ขนานตามเส้นทางคมนาคมของ จากการลงพื้นที่และเก็บรวบรวมข้อมูลตามแหล่งพื้นที่ชุมชนทำให้ทราบว่า ปัญหาน้ำท่วมขังและการระบายน้ำมาจากทางออกของท่อระบายน้ำเสียมีความไม่ต่อเนื่อง และมีสิ่งปลูกสร้าง วัชพืช สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ กีดขวางทางน้ำธรรมชาติ ทำให้การระบายน้ำฝนมีประสิทธิภาพที่ต่ำ จนส่งผลกระทบทำให้เกิดน้ำท่วมขังและน้ำรอการระบายในบางพื้นที่ตามถนนและชุมชนของทั้ง 4 หมู่บ้าน แนวทางการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาจากงบประมาณและประสิทธิภาพในการระบายน้ำเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด มีดังนี้

3.8.1 พื้นที่ฝั่งทิศใต้ของถนนรัตนพิธานทั้ง 4 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่มต่ำ เมื่อฝนตกหนัก ปริมาณน้ำฝนจากทิศเหนือจะไหลมารวมตัวกันและระบายลงสู่คลองน้ำธรรมชาติและจุดรับน้ำที่ติดกับคลองชลประทาน ในขณะที่น้ำเสียจากครัวเรือนจะไหลตามท่อระบายน้ำเข้าสู่คลองรับน้ำที่ติดกับคลองชลประทานเช่นกัน ดังนั้น ควรทำระบบรวบรวมน้ำที่สะสมในจุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน เข้าสู่สถานีสูบน้ำ เพื่อส่งต่อไปยังสถานีบำบัดน้ำเสีย โดยท่อรวบรวมน้ำควรเป็นท่อ HDPE ดังแสดงในรูปที่ 8

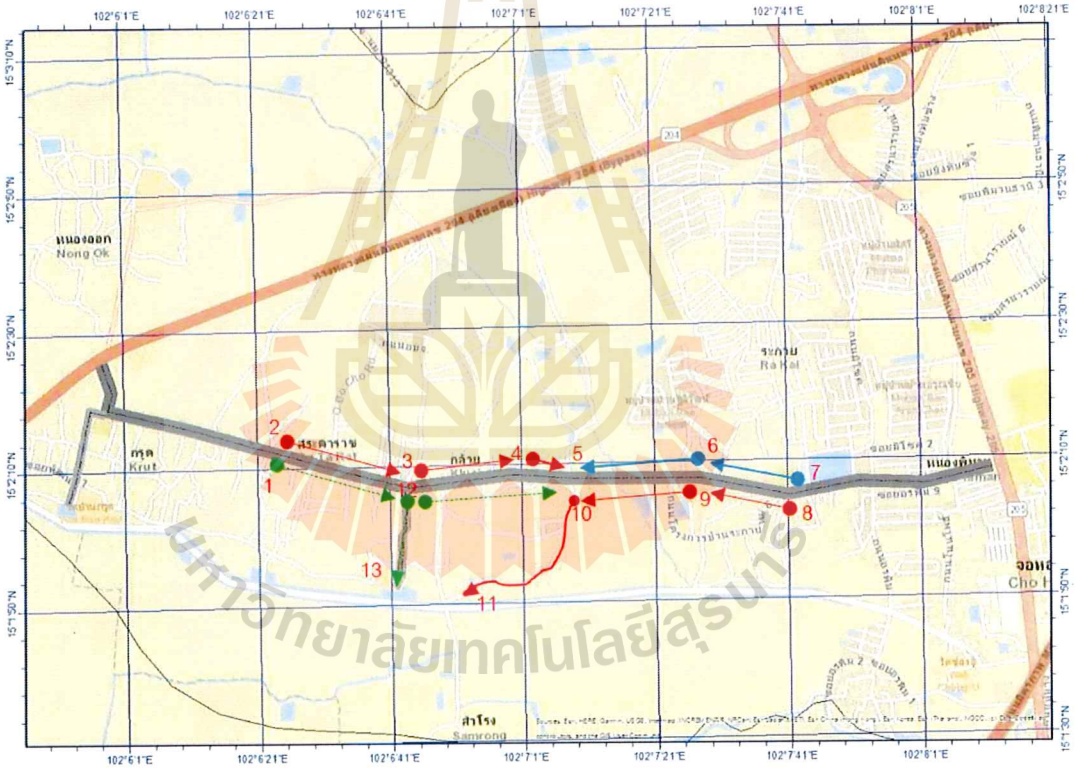



รูปที่ 8 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำและเส้นทางการติดตั้งท่อระบายน้ำ

3.8.2 บริเวณพื้นที่ทางทิศเหนือของหมู่ที่ 6 บ้านระกาย ที่ติดกับเขตชุมชนเทศบาลจอหอไม่ได้มีการใช้ระบบระบายนำเสียด้วยกัน มีระบบระบายน้ำที่แบ่งเขตอย่างชัดเจนทำให้ไม่สามารถระบายน้ำเสียไปได้ และเป็นพื้นที่ราบสูงไม่มาก การระบายน้ำในท่อระบายน้ำมีสองรูปแบบ รูปแบบที่ 1 ไหลจากทิศใต้สู่ทิศเหนือเข้าสู่ถนนสุรนารายณ์ ซึ่งไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย รูปแบบที่ 2 ไหลจากทิศเหนือสู่ทิศใต้เข้าสู่ท่อระบายน้ำหลักที่ถนนรัตนพิธาน ดังนั้น ควรทำระบบเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำจากรูปแบบเดิม มาเป็นระบบการไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้เข้าสู่ท่อระบายน้ำหลักที่ถนนรัตนพิธาน ทั้งหมด และติดตั้งสถานีสูบน้ำสำหรับสูบน้ำในบางช่วงของท่อระบายน้ำที่ไม่สามารถไหลได้ตามแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อลดปัญหาการวางท่อใหม่ในที่ไกลออกไป

**3.9 การออกแบบระบบระบายน้ำ**

การออกแบบระบบระบายน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนที่ 1 การออกแบบระบบระบายน้ำ สำหรับพื้นที่ศึกษา ควรมีท่อระบายน้ำหลักอยู่สองข้างถนนรัตนพิธาน โดยมีขนาดที่เหมาะสม คือ ท่อกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เมตร (เส้นสีแดงและเส้นสีน้ำเงิน) ดังแสดงในรูปที่ 9




**รูปที่ 9** ตำแหน่งและและทิศทางของท่อระบายน้ำหลังจากออกแบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบต่อท่อในตำแหน่งที่ 10 ถึง 11 เพื่อให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพ ตำแหน่งที่ 11 และ 13 คือจุดปล่อยน้ำ ซึ่งควรสร้างพื้นที่รับน้ำเพื่อเป็นจุดหน่วงน้ำ ก่อนที่จะสูบน้ำเข้าสู่ท่อ HDPE (High Density Polyethylene) และลำเลียงผ่านไปยังจุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน ผลการวิเคราะห์พบว่า ขนาดท่อเดิมในบริเวณอื่นของโครงการยังสามารถระบายน้ำได้ ส่วนที่ 2 การนำเสนอแนวทางการบำบัดน้ำเสีย ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางการบำบัดน้ำเสียใน 2 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 คือการก่อสร้างสถานีรวบรวมน้ำเสียและ

น้ำฝนในตำแหน่งที่ 9 ซึ่งเป็นพื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลจอหอที่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นพื้นที่รับน้ำได้ดีอีกด้วย โดยจะติดตั้งท่อระบายน้ำฝนคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร ตามแนวถนนซอย 9/1 ทั้งสองข้างทาง เพื่อให้เพียงพอต่อการระบายน้ำฝนของทั้งสองฝั่งข้างถนน สำหรับการระบายน้ำเสียที่ท่วมขังอยู่บริเวณตอนเหนือ ให้ใช้ระบบระบายน้ำเสียในรูปแบบของท่อ HDPE ในการลำเลียงน้ำเสียมายังจุดรองรับน้ำเสียในทางทิศใต้ของหมู่บ้านระกาย และระบายลงสู่จุดพักน้ำของบ่อที่ 1 และ 2 จากนั้นให้ลำเลียงน้ำเสียผ่านการสูบส่งไปยังพื้นที่บำบัด เพื่อฟื้นฟูคุณภาพของน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป หรือรูปแบบที่ 2 แนะนำให้ติดตั้งสถานีบำบัดบริเวณตำแหน่งที่ 9 เพื่อบำบัดน้ำที่ขังอยู่ตอนเหนือของหมู่บ้านระกาย พร้อมทั้งประสานงานกับหน่วยงานที่มีเขตพื้นที่ติดต่อตอนเหนือ เพื่อเชื่อมเส้นทางการไหลของน้ำหลังบำบัด

**3.10 แนะนำระบบบำบัดน้ำเสีย**

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) [14] เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยไม่มีการใช้เครื่องจักรกลลงไปในระบบบำบัดน้ำเสีย อาจจะกล่าวได้ว่า เป็นเพียงการสร้างบ่อขึ้นมาเพื่อกักเก็บน้ำเสียไว้โดยอาศัยระยะเวลากักเก็บเพื่อช่วยให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสียนั้น ๆ ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือบ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond) [13] บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) และบ่อแอโรบิก (Aerobic Pond) หากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อจะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูง ส่งผลให้สาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวน้ำไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง ของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ

บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิค ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำ และจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิค บ่อแฟคคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ เรียกว่าการทำความสะอาดตัวเอง สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจนเพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำจนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนและมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น

บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบ

เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ ดังนั้นระบบนี้จึงได้รับการแนะนำให้ใช้ในพื้นที่ศึกษานี้

**4. สรุปผล**

งานวิจัยนี้ศึกษาลักษณะสภาพพื้นที่ภายในโครงการการจัดทำแผนที่ และการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผิวดินของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมทั้งหมด 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านกล้วย บ้านระกาย บ้านกรูด และบ้านสระตาราช รวมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 5.198 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 3,248.75 ไร่ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นที่สำคัญพร้อมกับจัดทำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมแสดงรายละเอียดดังนี้

4.1 คุณภาพน้ำและสิ่งปนเปื้อนบริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้ง มีปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำที่สูง ส่งผลให้คุณภาพของน้ำทิ้งมีคุณภาพที่ต่ำจนเกิดการเน่าเสียของน้ำเป็นอย่างมาก ซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำอย่างเร่งด่วน

4.2 ทางระบายน้ำเสียมีความไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากการกีดขวางทางระบายน้ำ สิ่งปลูกสร้าง วัชพืช ขยะ และสิ่งปฏิกูลต่างๆ ทำให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพที่ต่ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำและการรวมน้ำเข้าสู่ท่อหลัก ควรปรับปรุงรูปแบบของจุดรับน้ำข้างคลองชลประทาน และทำระบบสูบส่งน้ำเสียจากจุดรับน้ำเสียลำเลียงไปบำบัดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่ทางองค์การบริหารส่วนตำบลได้จัดสรร

4.3 จุดน้ำขังบริเวณพื้นที่ทางทิศเหนือของหมู่ที่ 6 บ้านระกาย เกิดปัญหาน้ำท่วมขังและส่งกลิ่นเหม็นในช่วงฤดูฝน ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการระบายน้ำให้มากขึ้น ควรเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำจากรูปแบบเดิม มาเป็นระบบการไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ โดยติดตั้งระบบสูบน้ำพร้อมกับท่อคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อระบายน้ำเสียชนิด HDPE ร่วมกับระบบระบายน้ำเสียทางตอนใต้ก่อนลำเลียงสู่สถานีบำบัด หรือติดตั้งสถานีบำบัดในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว

4.4 จากการนำค่าตรวจวัดข้อมูลภาคสนาม เช่น ปริมาณน้ำเสีย ค่าระดับเส้นชั้นความสูง ค่าระดับท่อระบายน้ำ ขนาดท่อระบายน้ำเดิม ข้อมูลสถิติความเข้มของฝน และสภาพแวดล้อมของชุมชน มาคำนวณหาค่าปริมาณน้ำไหลนองสูงสุด พบว่าขนาดของท่อระบายน้ำและตรวจสอบท่อที่มีอยู่เดิม สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียและน้ำฝนได้เพียงพอ ผู้วิจัยเสนอให้เพิ่มท่อระบายน้ำขนาดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร ตามแนวถนนรัตนพิธานซอย 9/1 ทั้งสองข้างทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบายน้ำฝนและน้ำเสียและสร้างความต่อเนื่องในการไหลของน้ำ

4.5 ระบบบำบัดน้ำเสียที่ผู้วิจัยแนะนำคือระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ซึ่งเป็นระบบบำบัดเสียที่เหมาะสมกับพื้นศึกษาเท่านั้น สถานที่ตั้งโครงการควรผ่านการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบทางสังคม และการมีส่วนร่วมของประชาชนเพราะระบบบ่อปรับเสถียรนี้ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิคอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ นอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิค

**5. กิตติกรรมประกาศ**

ผู้เขียนขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนงบประมาณ เครื่องมือในการสำรวจ เครื่องมือทดสอบ และขอขอบพระคุณองค์การบริหารส่วนตำบลจอหอที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนข้อมูลสำคัญในการทำวิจัย

**6. เอกสารอ้างอิง**

[1] Manual of domestic wastewater systems, Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, 2017, pp.3-4 (in Thai).

[2] S. Suntud, “Domestic Wastewater, ” Vocational Education Central Region Journal, 2020, pp. 1-10 (in Thai).

[ 3] Manual of wastewater management for homes,
Pollution Control Department, Ministry of Natural
Resources and Environment, Bangkok, 2012,
pp.2-2 (in Thai).

[4] S. Yuttachi, "An Appropriate Domestic Wastewater system for local administration organization: Case study of Tambol Chae Municipality, Konburi District, Nakhon Ratchasima," M.S. thesis, Department of Civil Engineering and Construction Management, Faculty of Engineering, Suranaree University of Technology, 2014 (in Thai).

[5] Domestic wastewater and wastewater treatment system, Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, 2002, pp.3-6 (in Thai).

[6] A summarization of recommended criteria for designing a community's wastewater collection system and a water quality improvement plant, Pollution Control Department, Environmental Engineering Association of Thailand , Bangkok, 2003, pp. 21-23 (in Thai).

[7]N. Bunjesadaruk, " The proper of wastewater management of Bang Nam Pheung subdistrict administrative organization," M.S. thesis, Science (Environmental Management), School of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration, 2011 (in Thai).

[8] Local development plan 2018 - 2022 revision for issue, Joho Subdistrict Administrative Organization, Nakhon Ratchasima Province, 2022, pp.4-4

[9] Manual of Individual surveying by kinetic satellite surveying network system ( RTK GNSS Network), Technology of mapping division, Ministry of Interior, Bangkok, 2018, pp,2-1 to 2-5 (in Thai).

[10] Manual for collecting water samples from the community wastewater treatment system, Pollution Control Department, Environmental Engineering Association of Thailand, Bangkok, 2003, pp. 4-16 (in Thai).

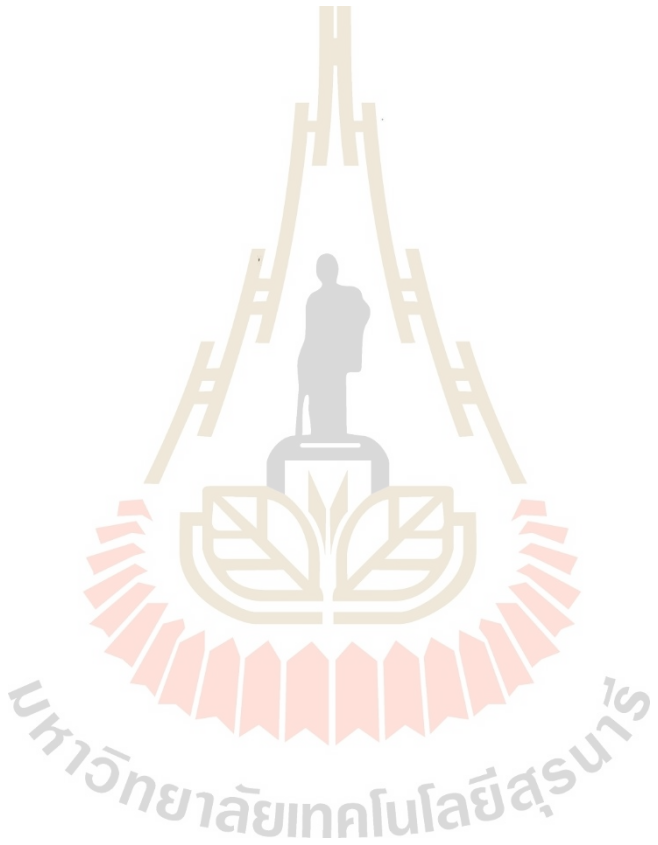
[11] Standards of control sewage from specific types and sizes of buildings, Royal Thai Government Gazette, Ministry of Natural Resources and Environment, 2005, pp. 8-8 (in Thai).

[12] N. Ploypairin, K. Sayan Kaewboonruan, and H. Tawinun," Efficiency of waste water treatment system Sirindhorn College of Public Health Khon KaenJournal of Health Science and Community Public Health Vol.4 No 1, January – June 2021, pp. 73-73 (in Thai)

[ 13] J. Phomsakul, " The wastewater from homes and establishments in Donhuaroh Subdistrict municipality, Mueang District, Chonburi Province," M.S. thesis, B.Pol.Sc (Politics and Government), Faculty of Political Science and Law, Burapha University, 2014 (in Thai).

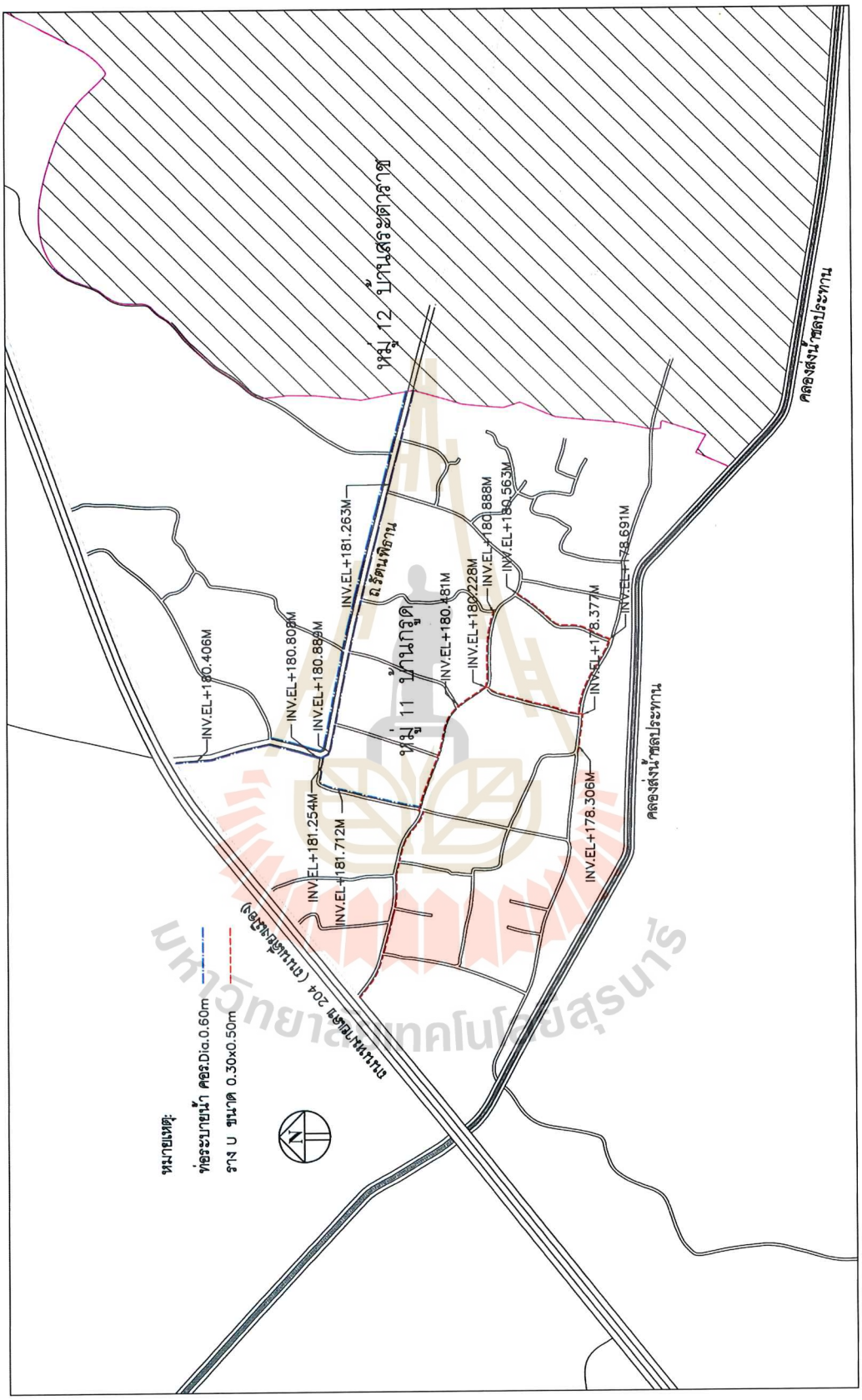
[14]D. Sirivilai, " Wastewater management for local authorities: A case study of Muangklang

Municipality, Rayong Province," M.S. thesis, Science (Environmental Management), School of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration, 2012 (in Thai).

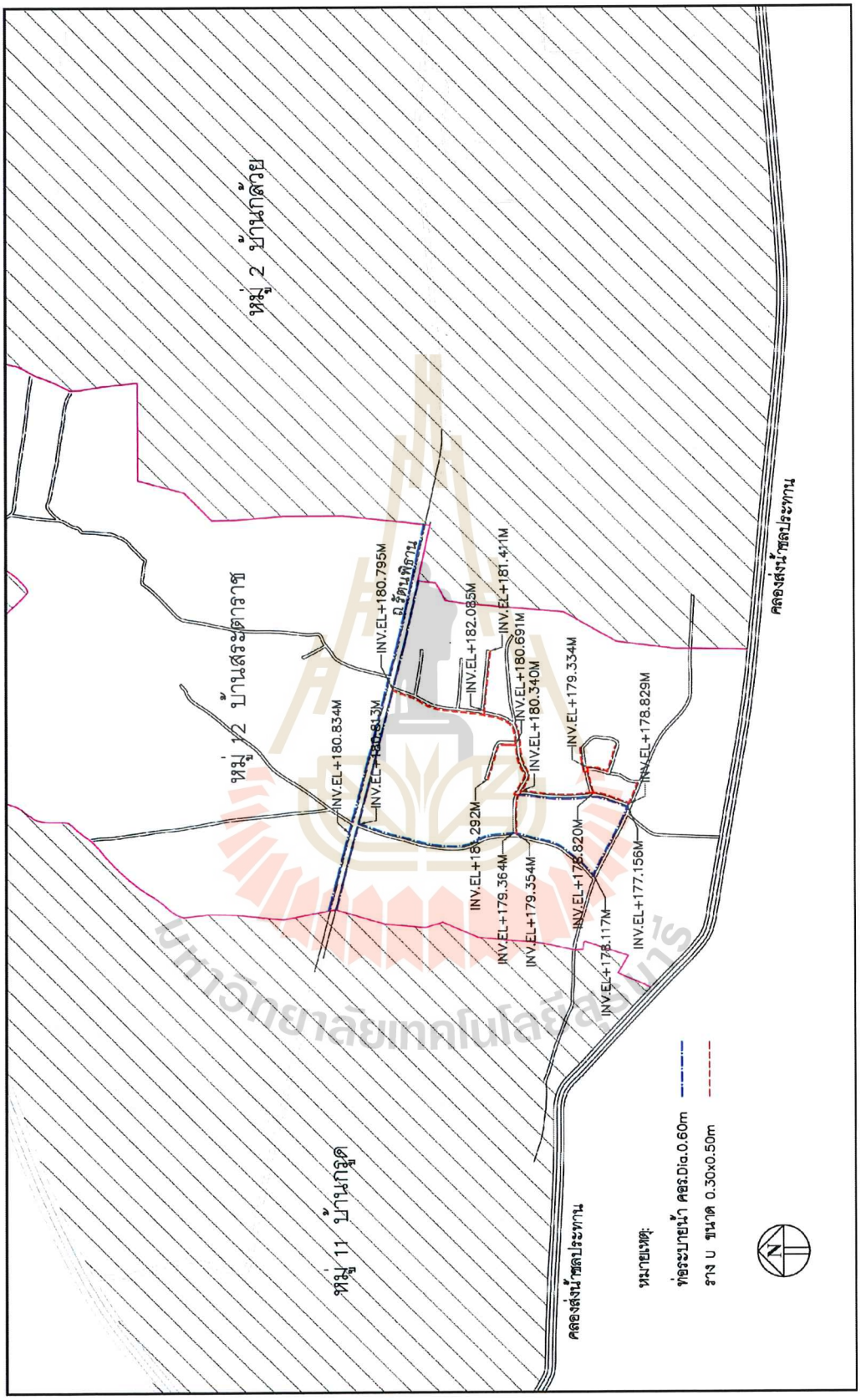


# ภาคผนวก ข
# ผังแสดงค่าระดับท้องท่อและรางระบายน้ำ

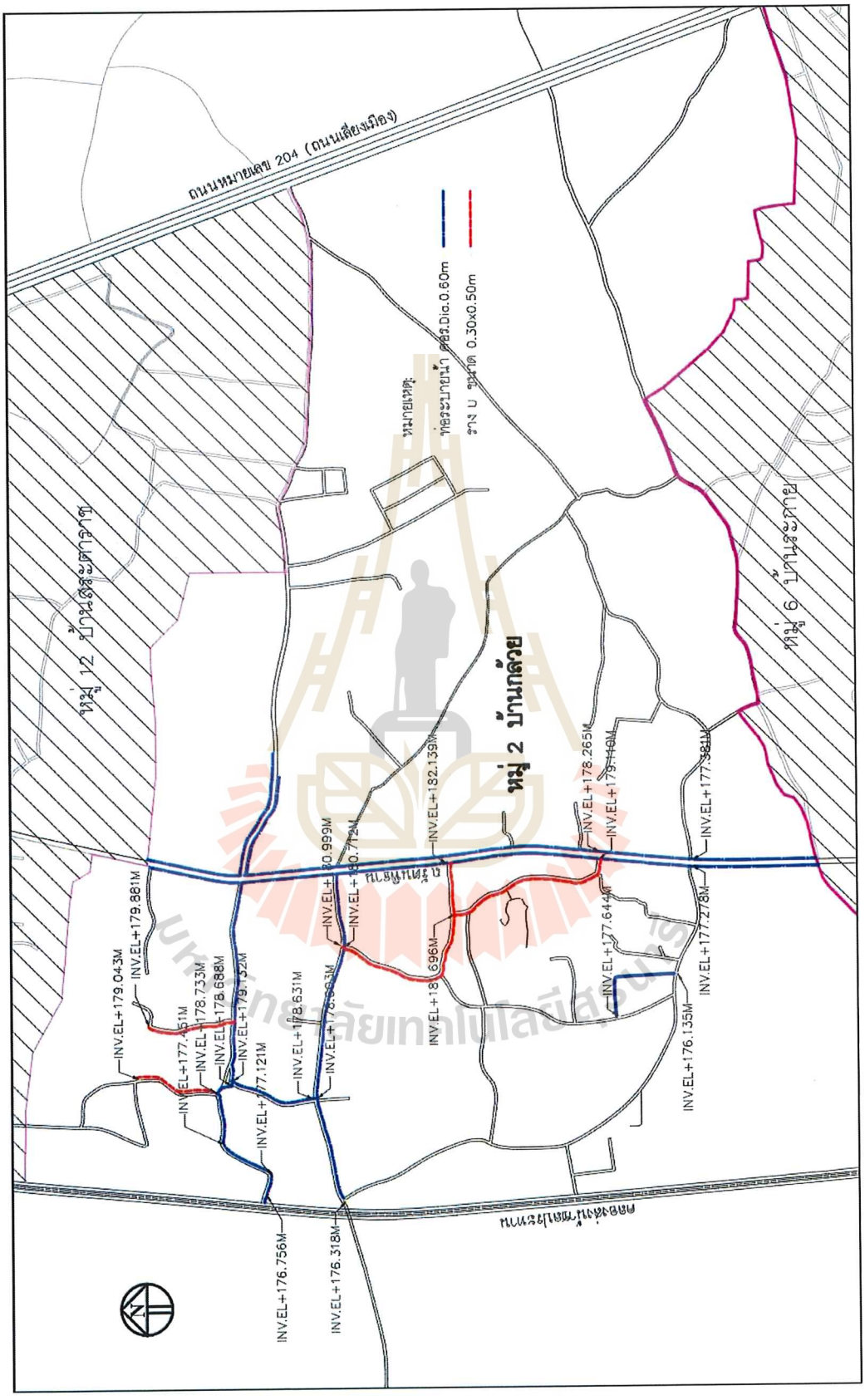
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



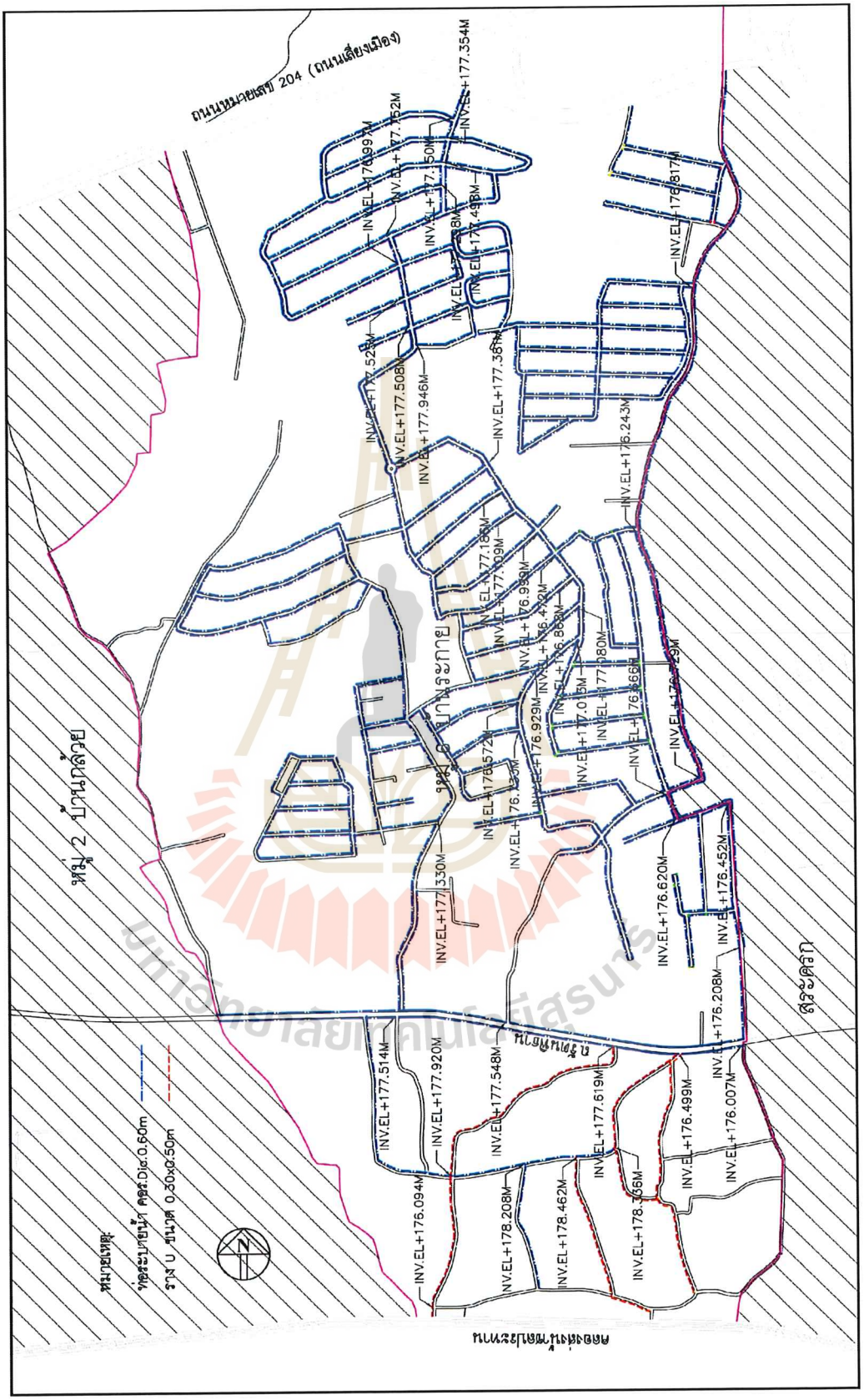

ผังแสดงค่าระดับท้องท่อและรางระบายน้ำ บ้านกรูด




ผังแสดงค่าระดับท้องท่อและรางระบายน้ำ บ้านสระตาราช




ผังแสดงค่าระดับท้องท่อและรางระบายน้ำ บ้านกล้วย




ผังแสดงค่าระดับท้องท่อและรางระบายน้ำ บ้านระกาย

# ประวัติผู้เขียน

นายอภิสิทธิ์ เหล่าหมวด เกิดเมื่อวันที่ 10 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนเขวาใหญ่พิทยาสรรค์ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เมื่อปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศณียบัตรวิชาชีพสาขาช่างก่อสร้าง เมื่อปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศณียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาช่างก่อสร้าง เมื่อปีการศึกษา 2552 และปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา จากศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ในปีการศึกษา 2555 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการบริหารงานก่อสร้าง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2564 โดยขณะศึกษามีผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ จำนวน 1 เรื่อง ซึ่งมีรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี