บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ในการจัดการน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมทั้งจัดทำแบบรายละเอียด (Detailed Design) ระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย และประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ การเงิน สังคม และสิ่งแวดล้อม ของโครงการจัดการน้ำเสียในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยมีผลการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

4.1 การศึกษาปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย

การศึกษาปริมาณและลักษณะของน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาจาก การประเมินปริมาณน้ำใช้และอัตราการใช้น้ำ โดยนำข้อมูลอัตราการใช้น้ำของกิจกรรมต่างๆ จากงานประปาและสุขาภิบาลของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้ผลดังนี้

4.1.1 อัตราการใช้น้ำในปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีการผลิตน้ำประปาขึ้นใช้เอง มีกำลังการผลิต 1,080 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน อัตราการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อยู่ในความรับผิดชอบของงานประปาและสุขาภิบาล ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยปริมาณการจ่ายน้ำประปาโดยเฉลี่ย 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนธันวาคม 2560 มีการผลิตน้ำประปาใช้เฉลี่ยรวมทั้งสิ้นประมาณ 24,091.67 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือคิดเป็นปริมาณน้ำที่ผลิตใช้ประมาณ 803.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับน้ำเพื่อการผลิตประปามาจากหนองนกเป็ดเป็นแหล่งน้ำดิบหลัก และในกรณีที่ปริมาณน้ำจากหนองนกเป็ดไม่เพียงพอจะมีการสูบน้ำจากลำห้วยคะคางเข้ามาในหนองนกเป็ดเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปา การผลิตน้ำประปาเพื่อแจกจ่ายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีปริมาณการผลิตในช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคม 2560 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2560

เดือน	**ปริมาณการใช้น้ำประปา ($ม^3$/เดือน)**
มกราคม	25,900.00
กุมภาพันธ์	24,200.00
มีนาคม	24,100.00
เมษายน	23,600.00
พฤษภาคม	24,500.00
มิถุนายน	23,400.00
กรกฎาคม	23,700.00
สิงหาคม	24,400.00
กันยายน	23,800.00
ตุลาคม	23,300.00
พฤศจิกายน	25,100.00
ธันวาคม	23,100.00
เฉลี่ย	**24,091.67**

จาก การศึกษาปริมาณการใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้พิจารณาแยกตามประเภทของผู้ใช้น้ำ ดังนี้

1) ที่พักอาศัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีอาคารเรียน อาคารใช้สอย รวมถึงบ้านพัก หอพักบุคลากร และหอพักนักศึกษา ทั้งนี้ปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักและหอพักบุคลากรจะมีมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณน้ำของบ้านพักแต่ละหลัง และห้องพักแต่ละห้อง ซึ่งจากข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจากมิเตอร์ที่งานประปาและสุขาภิบาลได้ทำการบันทึกข้อมูลได้พบว่า ปริมาณการใช้น้ำจากมิเตอร์รวมตลอดปี 2560 ทั้ง 12 เดือน เท่ากับ 3,128.05 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือคิดเป็นปริมาณน้ำใช้ในอาคารที่พักอาศัยประมาณ 104.08 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

2) อาคารเรียน และพื้นที่สวน ปริมาณน้ำในส่วนของอาคารเรียน อาคารใช้สอย และพื้นที่สวน เฉลี่ย 20,963.17 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือคิดเป็นปริมาณน้ำที่ใช้ประมาณ 698.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ขึ้นอยู่กับการดำเนินกิจกรรมตลอดจนจำนวนบุคลากรและนักเรียนที่เข้ามาทำกิจกรรมต่างๆ ในอาคารนั้นๆ ซึ่งกิจกรรมในแต่ละวันของสถานที่ย่อมมีน้ำเสียเกิดขึ้น เช่น น้ำเสียจากโรงอาหาร น้ำเสียจากอาคารสถานที่ น้ำเสียจา กห้องปฏิบัติการ น้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วม น้ำเสียจากหอพัก และน้ำเสียจากสำนักงานเป็นต้น

4.1.2 การประเมินปริมาณน้ำเสียจากการใช้น้ำในปัจจุบัน

การประเมินปริมาณน้ำเสียจากการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ นั้น อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ปริมาณการเกิดน้ำเสียทั้งหมด = (1)+(2)

เมื่อ

(1) คือ ปริมาณน้ำเสียที่แหล่งกำเนิด = 80% ของปริมาณการใช้น้ำที่แหล่งกำเนิด

(2) คือ ปริมาณน้ำซึมเข้าท่อระบายน้ำ = 20% ของปริมาณน้ำเสียที่แหล่งกำเนิด

สมมุติให้ ปริมาณการทิ้งน้ำเสียทั้งหมด = A

ปริมาณการใช้น้ำ = B

ปริมาณน้ำเสียที่แหล่งกำเนิด = C

ปริมาณน้ำซึมเข้าท่อ = D

ดังนั้น

$$A = C+D$$

$$C = 0.80\ B$$

$$D = 0.20\ C$$

จะได้ปริมาณการทิ้งน้ำเสียทั้งหมด (A) = [0.80+(0.20x0.80)] B

= 0.96 เท่า ของปริมาณการใช้น้ำที่แหล่งกำเนิด

การประเมินปริมาณน้ำเสียจากปริมาณการใช้น้ำปัจจุบัน พบว่า มีการใช้น้ำของแหล่งกำเนิดต่างๆ รวม 792.05 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งจะกลายเป็นน้ำเสียเท่ากับ 760.37 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 760,370 ลิตรต่อวัน ดังตารางที่ 4.2 และเมื่อนำจำนวนประชากรทั้งหมดในพื้นที่ 17,841 คน มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในปี พ .ศ. 2560 พบว่าอัตราการทิ้งน้ำเสียของประชากรมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเท่ากับ 23.46 ลิตรต่อคนต่อวัน

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการผลิตน้ำประปาและอัตราการเกิดน้ำเสีย

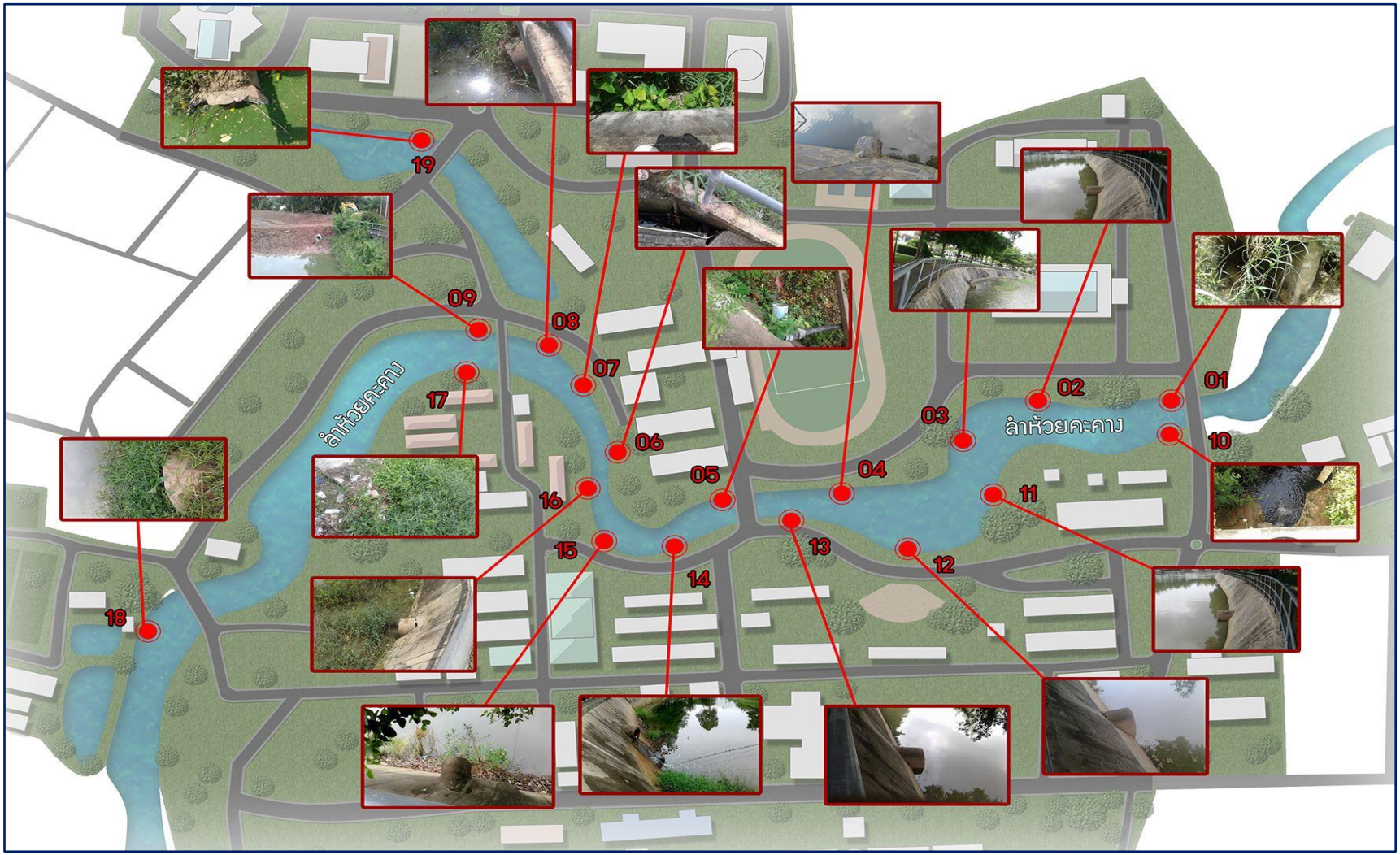
เดือน	**การผลิตน้ำประปา ($ม^3$/เดือน)**	**อัตราการเกิดน้ำเสีย ($ม^3$/เดือน)**	**อัตราการเกิดน้ำเสีย ($ม^3$/วัน)**
มกราคม	25,900.00	24,864	802.07
กุมภาพันธ์	24,200.00	23,232	829.71
มีนาคม	24,100.00	23,136	746.32
เมษายน	23,600.00	22,656	755.20
พฤษภาคม	24,500.00	23,520	758.71
มิถุนายน	23,400.00	22,464	748.80
กรกฎาคม	23,700.00	22,752	733.94
สิงหาคม	24,400.00	23,424	755.61
กันยายน	23,800.00	22,848	761.60
ตุลาคม	23,300.00	22,368	721.55
พฤศจิกายน	25,100.00	24,096	803.20
ธันวาคม	23,100.00	22,176	715.36
เฉลี่ย	**24,091.67**	23,128	760.37

4.1.3 ลักษณะสมบัติน้ำเสีย

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากนั้นนำมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสีย เพื่อใช้ประเมินค่าความสกปรกของน้ำเสีย ซึ่งจะนำไปออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียรวม การศึกษานี้ได้แบ่งการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบลักษณะสมบัติของน้ำเสียตามจุดต่างๆ ที่มีการระบายน้ำของอาคารเรียน อาคารใช้สอย รวมถึงหอพักบุคลากร ดังนี้

4.1.3.1 จุดเก็บตัวอย่างและสภาพทั่วไปของจุดเก็บตัวอย่าง

ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีจุดระบายน้ำทั้งหมด 19 จุด ตามพื้นที่อาคารต่างๆ ดังภาพที่ 4.1 คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจจุดที่มีการรวบรวมและระบายน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เนื่องจากบางจุดไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้ จึงได้ทำการแบ่งจุดเก็บ และทำการสำรวจสภาพทั่วไป ทั้งหมด 12 จุดเก็บ ดังภาพที่ 4.2-4.13 โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.1 จุดระบายน้ำทิ้งของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไป อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น มีสีคล้ำเล็กน้อย น้ำไหลช้า แต่ไหล ตลอดเวลา บริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีเศษใบไม้ ถุงพลาสติก และหญ้าขึ้นปกคลุม ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 29 อาคาร 38 อาคาร 35 อาคาร 32 ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจา ก หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา ดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา (ห่างจากบันไดของห้วยคะคาง 20 เมตร) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ช่วงเวลาซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างสนาม 3 อรุณปรีดีดิลก สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 29 อาคาร 38 อาคาร 35 อาคาร 32 กองพัฒนานักศึกษา ดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณ ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังอาคาร 8 (สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น มีกลิ่นเหม็น น้ำไหลช้าแต่ไหลตลอดเวลา บริเวณรอบๆ ปากท่อมีใบไม้และหญ้าขึ้นปกคลุม ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 16 อาคาร 8 อาคาร 11 ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณ ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานมุขสมบัติ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำท่วมบริเวณปลายท่อทั้งหมด ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 34 และอาคารกลุ่มงานอาคารดังภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 6

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณ ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 36 อาคาร 14 โรงอาหารสาธิต มรม. โรงเรียนสาธิต มรม. อาคาร 24อาคาร 1 อาคาร 33 โรงแรมสวนพระวุณ อาคาร 9 อาคาร 5 อาคาร 6 อาคาร 10 และรับน้ำทิ้งจากชุมชนศรีสวัสดิ์ ดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณปลายท่อระบายน้ำทิ้งด้านข้างอาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 17 อาคาร 1 อาคาร 5 และอาคาร 4 ดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 บริเวณ ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 17 อาคาร 1 และอาคาร 4 ดังภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10 จุดเก็บตัวอย่างที่ 9

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 บริเวณ ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหน้าอาคาร 3 (คณะมนุษยศาสตร์และสังคมสาสตร์) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า มีน้ำท่วมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำเสียทั้งหมดจากอาคาร 7 อาคาร 3 อาคาร 37 โรงอาหารสาธิต มรม. และอาคาร 24 ดังภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.11 จุดเก็บตัวอย่างที่ 10

จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 บริเวณ ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างอาคาร 37 คณะวิศวกรรมศาสตร์สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น มีน้ำไหลบางเวลา ในบริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีเศษใบไม้ ขยะ และหญ้าขึ้นปกคลุม ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 23 อาคาร 20 อาคาร 19 อาคาร 37 ดังภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.12 จุดเก็บตัวอย่างที่ 11

จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 บริเวณปลายท่อระบายน้ำทิ้งหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น มีสีดำคล้ำ มีกลิ่นเหม็นมาก มีน้ำปริมาณมาก น้ำไหลตลอดเวลาและในบริเวณรอบๆ ปากท่อมีถุงพลาสติก เศษขยะจำนวนมาก มีหญ้าขึ้นปกคลุมบริเวณปลายท่อ ซึ่งจุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากหอพักนักศึกษา อาคารกรรณิกา อาคารเรือนขวัญ อาคารเรือนแก้ว อาคารหทัย อาคารบูรพา อาคารอารี อาคารเพื่องฟ้า ดังภาพที่ 4.13

ภาพที่ 4.13 จุดเก็บตัวอย่างที่ 12

4.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสีย

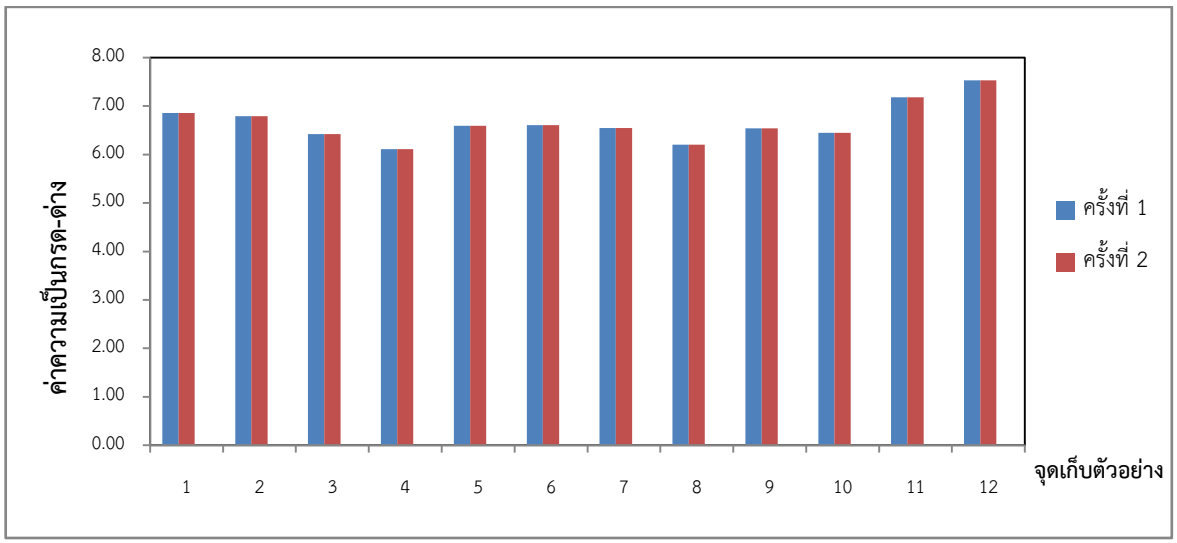
คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อระบายน้ำรวมต่างๆ ในเขตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวนทั้งหมด 12 จุดเก็บ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำวันที่ 16 พฤศจิกายน 2560 และวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab sampling) สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3-4.4 และภาพที่ 4.14-4.20

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (วันที่ 16 พฤศจิกายน 2560)

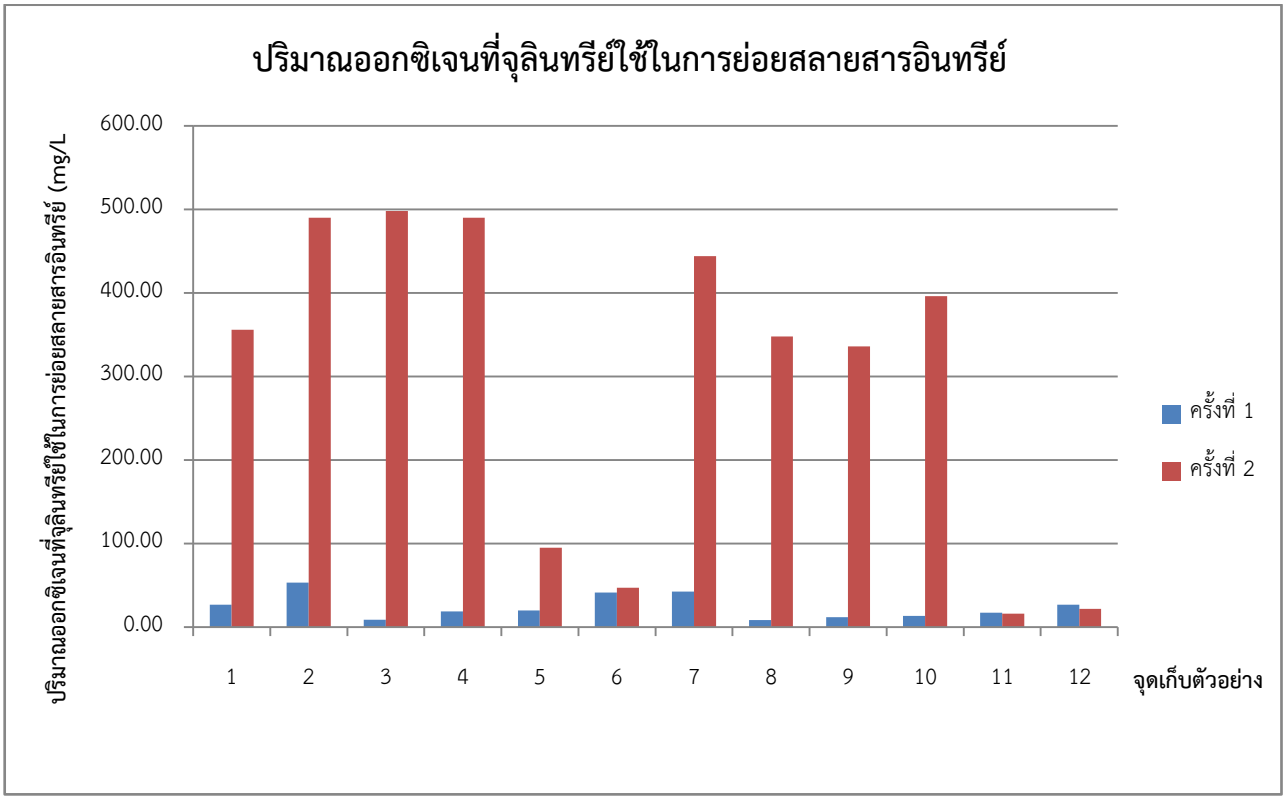
รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	TDS (mg/L)	S^{2-} (mg/L)	TKN (mg/L)	Oil&Grease (mg/L)
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณอาคาร 10	6.86	26.67	7.04	860.37	26.67	28.26	3.11
ท่อระบายน้ำทิ้งหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.79	53.33	10.74	488.52	53.33	14.77	1007.06
ท่อระบายน้ำทิ้งข้างหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา (ห่างจากบันไดของห้วยคะคาง 20 เมตร)	6.42	8.67	10.00	573.67	8.67	5.86	1823.05
ท่อระบายน้ำทิ้งข้างสนาม 3 อรุณปรีดีดิลก	6.11	18.67	23.33	506.44	18.67	23.79	2.11
ท่อระบายน้ำทิ้งหลังอาคาร 8 สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์	6.59	20.00	6.30	539.60	20.00	21.55	2.27
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานมุขสมบัติ	6.61	41.33	227.78	336.06	41.33	3.93	2.72
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ	6.55	42.67	18.89	543.33	42.67	17.38	2.61
ท่อระบายน้ำทิ้งด้านข้างอาคาร 10	6.20	8.33	26.67	204.44	8.33	1.48	5.00
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง	6.54	12.00	15.19	155.92	12.00	2.79	433.38
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหน้าอาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมสาสตร์	6.45	13.33	10.37	415.93	13.33	14.85	2.00
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างอาคาร 37 คณะวิศวกรรมศาสตร์	7.18	17.33	10.00	552.22	17.33	138.16	340.22
ท่อระบายน้ำทิ้งหอพักนักศึกษา	7.53	26.67	43.33	433.70	26.67	60.20	1.61

ตารางที่ 4.4 ลักษณะของน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561)

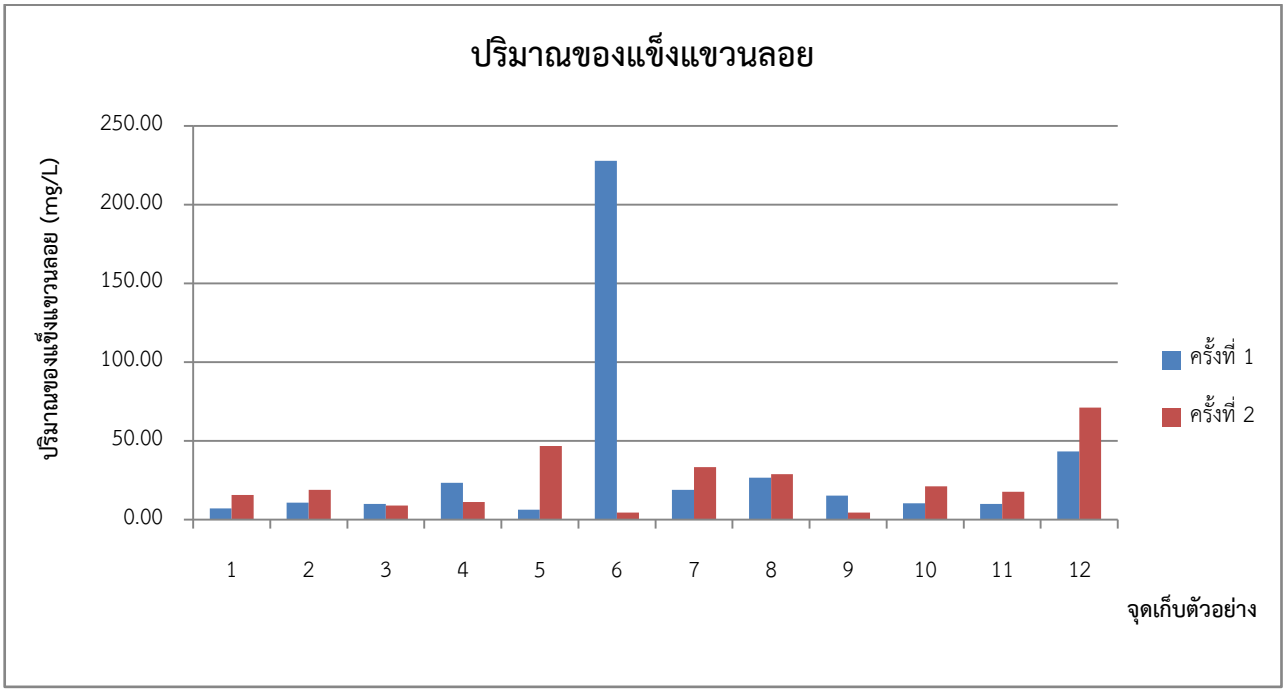
รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	TDS (mg/L)	S^{2-} (mg/L)	TKN (mg/L)	Oil&Grease (mg/L)
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณอาคาร 10	7.22	356	15.56	564.44	0.84	23.24	951.33
ท่อระบายน้ำทิ้งหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	7.47	490	18.89	474.44	0.93	15.68	11.83
ท่อระบายน้ำทิ้งข้างหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา (ห่างจากบันไดของห้วยคะคาง 20 เมตร)	7.55	498	8.89	473.33	0.8	4.76	241.33
ท่อระบายน้ำทิ้งข้างสนาม 3 อรุณปรีดีดิลก	7.26	490	11.11	450.00	0.71	13.44	606.00
ท่อระบายน้ำทิ้งหลังอาคาร 8 สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์	7.30	95	46.67	504.44	0.58	78.4	231.33
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานมุขสมบัติ	7.01	47	4.44	368.89	0.58	12.88	1.17
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ	7.63	444	33.33	542.22	0.31	51.8	9.00
ท่อระบายน้ำทิ้งด้านข้างอาคาร 10	8.48	348	28.89	1,438.89	4.36	12.32	11.33
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง	7.93	336	4.44	486.67	0.53	2.8	411.00
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหน้าอาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมสาสตร์	7.71	396	21.11	478.89	1.11	40.88	7.25
ท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างอาคาร 37 คณะวิศวกรรมศาสตร์	7.38	16	17.78	587.78	0.71	42.56	57.50
ท่อระบายน้ำทิ้งหอพักนักศึกษา	8.34	22	71.11	453.33	1.78	36.4	6.25



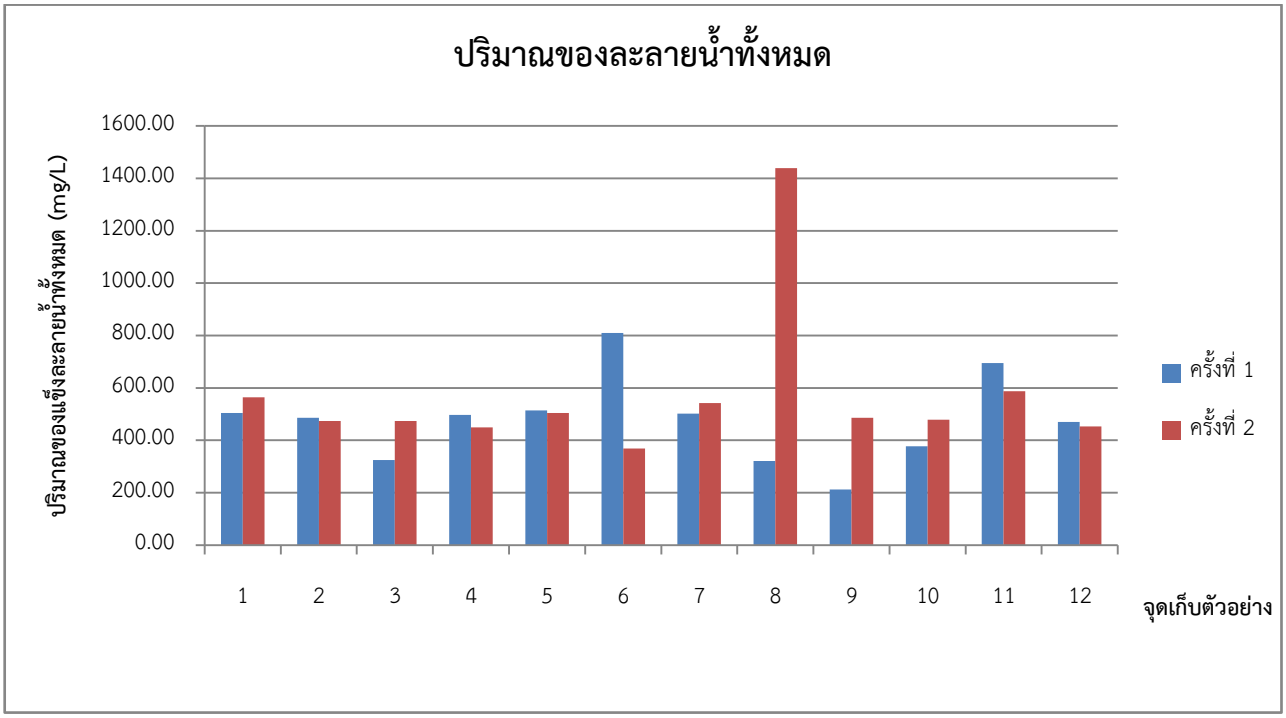
ภาพที่ 4.14 ค่าความเป็นกรด-ด่าง



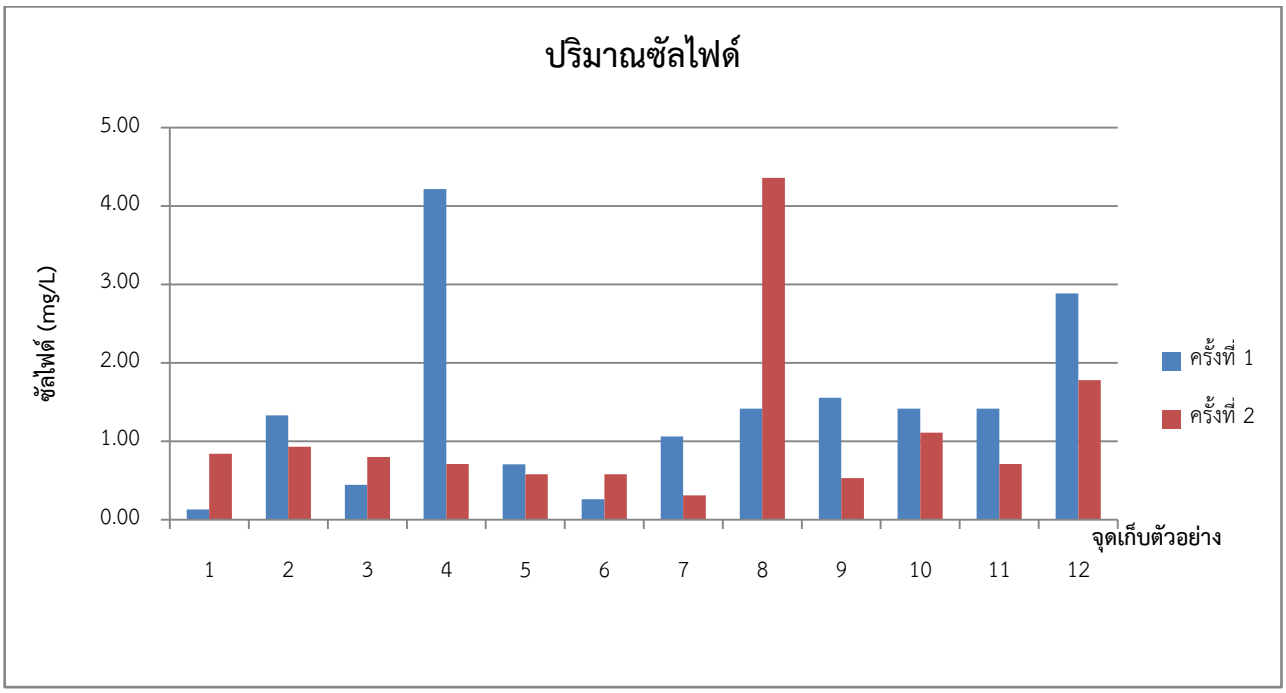
ภาพที่ 4.15 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)



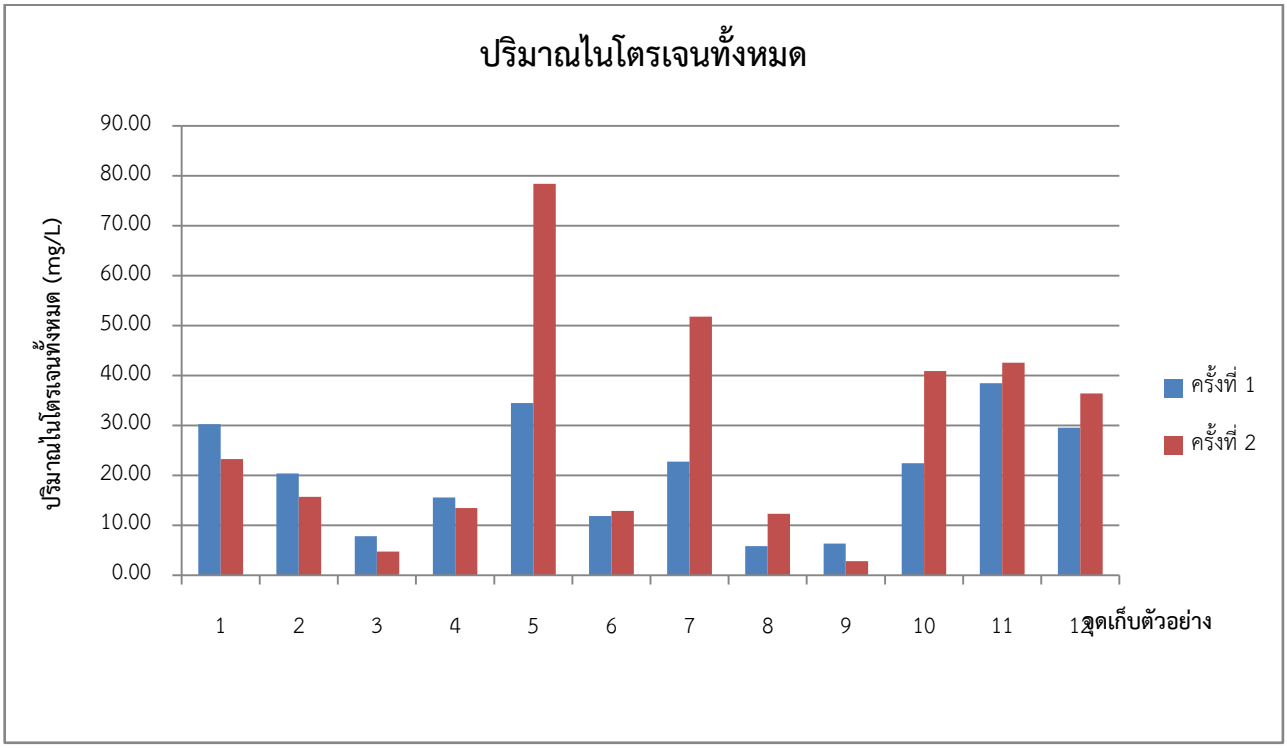
ภาพที่ 4.16 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS)



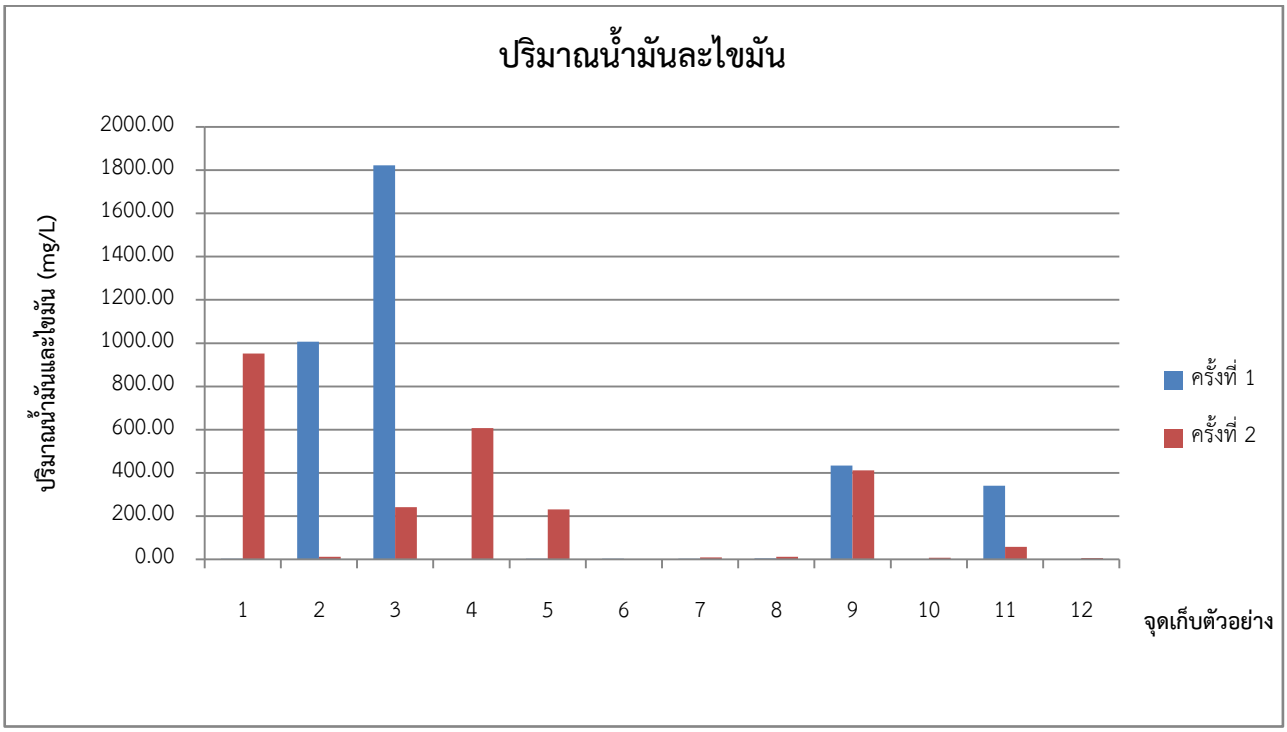
ภาพที่ 4.17 ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)



ภาพที่ 4.18 ปริมาณซัลไฟด์ (sulfide)



ภาพที่ 4.19 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN)



ภาพที่ 4.20 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil & Grease)

จากข้อมูลตารางที่ 4.3-4.4 และภาพที่ 4.14-4.20 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปอาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์ จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 29 อาคาร 38 อาคาร 35 อาคาร 32 เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 26.67 -356 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณน้ำมันและไขมัน ในช่วง 3.11- 951.33 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 53.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณน้ำมันและไขมัน ในช่วง 11.83-1,007.06 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา (ห่างจากบันไดของห้วยคะคาง 20 เมตร) จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 8.67-498 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณน้ำมันและไขมัน ในช่วง 241.33-1,823.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างสนาม 3 อรุณปรีดีดิลก จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 29 อาคาร 38 อาคาร 35 อาคาร 32 และกองพัฒนานักศึกษา เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 18.67-490 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณน้ำมันและไขมัน ในช่วง 2.11-606.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังอาคาร 8 (สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์) จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 16 อาคาร 8 อาคาร 11 เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 20-95 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอยในช่วง 6.30-46.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณน้ำมันและไขมัน ในช่วง 2.27-231.33 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานมุขสมบัติ จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 34 และอาคารกลุ่มงานอาคาร เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 41.33-47 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอย 227.78 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 36 อาคาร 14 โรงอาหารสาธิต มรม. โรงเรียนสาธิต มรม. อาคาร 24 อาคาร 1 อาคาร 33 โรงแรมสวนพระวุณ อาคาร 9 อาคาร 5 อาคาร 6

อาคาร 10 และรับน้ำทิ้งจากชุมชนศรีสวัสดิ์ เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีอยู่ในช่วง 42.67-444 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอย 18.89-33.33 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งด้านข้างอาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์ จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 17 อาคาร 1 อาคาร 5 และอาคาร 4 เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีมากถึง 348 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอยในช่วง 26.67-28.89 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 17 อาคาร 1 และอาคาร 4 เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีมากถึง 336 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณน้ำมันและไขมันอยู่ในช่วง 411.00-433.38 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหน้าอาคาร 3 (คณะมนุษยศาสตร์และสังคมสาสตร์) จุดนี้จะรับน้ำเสียทั้งหมดจากอาคาร 7 อาคาร 3 อาคาร 37 โรงอาหารสาธิต มรม และอาคาร 24 เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีมากถึง 396 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณข้างอาคาร 37 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากอาคาร 23 อาคาร 20 อาคาร 19 อาคาร 37 เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณน้ำมันและไขมันในช่วง 57.50-340.22 มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จุดนี้จะรับน้ำทิ้งทั้งหมดจากหอพักนักศึกษา อาคารกรรณิกา อาคารเรือนขวัญ อาคารเรือนแก้ว อาคารหทัย อาคารบูรพา อาคารอารี อาคารเพื่องฟ้า เป็นน้ำทิ้งที่มีค่าความสกปรกเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด กล่าวคือ มีปริมาณของแข็งแขวนลอยอยู่ในช่วง 43.33-71.11 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.1.4 ค่าความสกปรก (BOD) ในปัจจุบัน

ในการประเมินปริมาณลักษณะน้ำเสีย คณะผู้วิจัยได้นำค่าสมมูลประชากรของ ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดี (BOD) มาใช้ในการศึกษาแทนการใช้ค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดโดยตรง ซึ่งค่าสมมูลประชากรของ BOD ก็คือ ค่า BOD ที่คิดเทียบต่อคนต่อวันนั่นเอง เนื่องจากที่ได้ศึกษาทบทวนรายงานการศึกษาและวางแผนระบบบำบัดน้ำเสียแล้วนั้น พบว่า การใช้ค่าสมมูลประชากรของ BOD สำหรับแหล่งกำเนิดน้ำเสียต่างๆ เป็นที่นิยมกันมาก นอกจากนั้นยังได้มีการวิจัยด้านนี้มามากพอสมควร อีกทั้งความคลาดเคลื่อนยังมีน้อยกว่าการใช้ค่า BOD ที่ได้มาจากการตรวจวัดโดยตรง โดยน้ำ

เสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง พบว่า มีค่าบีโอดีและสมมูลประชากร ดังนี้

$$\text{ค่าสมมูลประชากร} = \frac{\text{ค่าบีโอดีของน้ำเสีย X ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย}}{1{,}000}$$

ทั้งนี้ค่าบีโอดีของน้ำเสียมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามซึ่งจัดเป็นสถานศึกษาจะมีค่าเท่ากับ 150 มิลลิกรัม/ลิตร

$$\text{ค่าสมมูลประชากร} = \frac{150 \text{ X } 23.46}{1{,}000}$$

$$= 3.52$$

ดังนั้นค่าสมมูลประชากรของ BOD มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีค่าเท่ากับ 3.52 กรัม/คน/วัน

4.1.5 การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณความสกปรกในอนาคต

1) การประเมินปริมาณน้ำเสีย การประเมินปริมาณน้ำเสียในอนาคต ใช้หลัก การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตร่วมกับคาดการปริมาณการใช้น้ำ ซึ่งจากข้อมูลจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในช่วงเวลา 10 ปี ย้อนหลังสามารถคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตได้ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปี 2549-2560

พ.ศ.	จำนวนนักศึกษา	จำนวนบุคลากร	รวม
2549	12,522.00	696.00	13,218.00
2550	10,950.00	700.00	11,650.00
2551	9,989.00	688.00	10,677.00
2552	11,162.00	753.00	11,915.00
2553	20,976.00	945.00	21,921.00
2554	20,492.00	938.00	21,430.00
2555	22,450.00	1,029.00	23,479.00
2556	24,057.00	1,049.00	25,106.00
2557	23,649.00	1,069.00	24,718.00
2558	22,046.00	1,113.00	23,159.00
2559	19,626.00	1,123.00	20,749.00
2560	16,722.00	1,119.00	17,841.00

จากตารางข้างต้นสามารถคำนวณจำนวนประชากรในอนาคตได้จากสูตร

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

P_n = จำนวนประชากรเมื่อปีที่ n ในอนาคตจากปัจจุบัน (คน)

P_o= จำนวนประชากรในปัจจุบันหรือปีที่เริ่มต้นการคำนวณ (คน)

r =อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของประชากร (คน/ปี)

n = ช่วงเวลาที่ต้องการคำนวณการเปลี่ยนแปลงนับจากปีปัจจุบัน หรือปีที่เริ่มต้นการคำนวณ (ปี) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 จำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในอนาคตปี 2561-2580

พ.ศ.	จำนวนประชากรในปีก่อน	อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากร	จำนวนประชากรในปีนี้
2560	-	-	17,841
2561	17,841	1.05	18,771
2562	18,770	1.05	19,748
2563	19,749	1.05	20,778
2564	20,778	1.05	21,861
2565	21,860	1.05	22,999
2566	22,999	1.05	24,198
2567	24,197	1.05	25,458
2568	25,458	1.05	26,785
2569	26,784	1.05	28,180
2570	28,179	1.05	29,648
2571	29,647	1.05	31,192
2572	31,192	1.05	32,818
2573	32,817	1.05	34,527
2574	34,527	1.05	36,327
2575	36,326	1.05	38,219
2576	38,219	1.05	40,211
2577	40,210	1.05	42,306
2578	42,305	1.05	44,510
2579	44,509	1.05	46,829
2580	46,828	1.05	49,269

จากข้อมูลการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตสามารถนำมาคำนวณคาดการณ์ปริมาณการใช้น้ำและอัตราการเกิดปริมาณน้ำเสียได้ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 อัตราการเกิดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในอนาคต

ปีพ.ศ.	จำนวนประชากร	อัตราการเพิ่มการใช้น้ำ (ร้อยละ)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ./วัน)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./คน/วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ./คน/วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ชั่วโมง)
2560	17,841		1,080.00	0.0605	864.0000	0.0484	36.0000
2561	18,771	0.5	1,141.97	0.0608	913.5768	0.0487	38.0657
2562	19,748	0.5	1,207.44	0.0611	965.9535	0.0489	40.2481
2563	20,778	0.5	1,276.77	0.0614	1,021.4171	0.0492	42.5590
2564	21,861	0.5	1,350.01	0.0618	1,080.0101	0.0494	45.0004
2565	22,999	0.5	1,427.42	0.0621	1,141.9321	0.0497	47.5805
2566	24,198	0.5	1,509.30	0.0624	1,207.4389	0.0499	50.3100
2567	25,458	0.5	1,595.86	0.0627	1,276.6851	0.0501	53.1952
2568	26,785	0.5	1,687.42	0.0630	1,349.9342	0.0504	56.2473
2569	28,180	0.5	1,784.18	0.0633	1,427.3478	0.0507	59.4728
2570	29,648	0.5	1,886.50	0.0636	1,509.1973	0.0509	62.8832
2571	31,192	0.5	1,994.70	0.0639	1,595.7588	0.0512	66.4900
2572	32,818	0.5	2,109.14	0.0643	1,687.3135	0.0514	70.3047
2573	34,527	0.5	2,230.12	0.0646	1,784.0931	0.0517	74.3372
2574	36,327	0.5	2,358.05	0.0649	1,886.4423	0.0519	78.6018
2575	38,219	0.5	2,493.32	0.0652	1,994.6575	0.0522	83.1107
2576	40,211	0.5	2,636.37	0.0656	2,109.0950	0.0525	87.8790
2577	42,306	0.5	2,787.58	0.0659	2,230.0621	0.0527	92.9193
2578	44,510	0.5	2,947.48	0.0662	2,357.9828	0.0530	98.2493
2579	46,829	0.5	3,116.54	0.0666	2,493.2328	0.0532	103.8847
2580	49,269	0.5	3,295.33	0.0669	2,636.2678	0.0535	109.8445

2) ลักษณะและปริมาณความสกปรก การประเมินลักษณะและปริมาณความสกปรกในอนาคต พิจารณาความเข้มข้นของความสกปรกในรูปบีโอดีสมมูลประชากร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.52 กรัมต่อคนต่อวัน ดังนั้นความสกปรกของน้ำเสียจึงสามารถประเมินได้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อัตราการทิ้งน้ำเสียและความสกปรกในรูป BOD คาดการณ์ในอนาคตของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในอนาคต

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร	อัตราการทิ้งน้ำเสีย (ลบ.ม./คน/วัน)	ความสกปรกในรูป BOD (มิลลิกรัมต่อลิตร)
2560	17,841	0.0484	3,041.28
2561	18,771	0.0487	3,215.79
2562	19,748	0.0489	3,400.16
2563	20,778	0.0492	3,595.39
2564	21,861	0.0494	3,801.64
2565	22,999	0.0497	4,019.60
2566	24,198	0.0499	4,250.18
2567	25,458	0.0501	4,493.93
2568	26,785	0.0504	4,751.77
2569	28,180	0.0507	5,024.26
2570	29,648	0.0509	5,312.37
2571	31,192	0.0512	5,617.07
2572	32,818	0.0514	5,939.34
2573	34,527	0.0517	6,280.01
2574	36,327	0.0519	6,640.28
2575	38,219	0.0522	7,021.19
2576	40,211	0.0525	7,424.01
2577	42,306	0.0527	7,849.82
2578	44,510	0.0530	8,300.10
2579	46,829	0.0532	8,776.18
2580	49,269	0.0535	9,279.66

4.2 ระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย

4.2.1 สภาพในปัจจุบันและปัญหาของระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย

ปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัยฯ มีระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย เป็นระบบระบายรวม กล่าวคือมีแนวท่อและรางระบายน้ำที่ทำหน้าที่ระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสียมาภายในเส้นทางเดียวกัน โดยจะประกอบไปด้วยรางระบายน้ำ คอนกรีตเสริมเหล็ก และท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.30 – 1.00 เมตร วางตัวครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ตามแนวถนนหลักภายในมหาวิทยาลัย ยกเว้นบริเวณส่วนที่พักบุคลากรและบริเวณอาคารราชพฤกษ์ที่ยังไม่มีแนวท่อระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย ทำให้น้ำฝนและน้ำเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าวถูกปล่อยทิ้งไปตามสภาพพื้นที่ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรม ก่อความรำคาญและอาจส่งผลต่อสุขอนามัยของผู้ที่อยู่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวได้ ระบบท่อระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสียเดิม ดังภาพที่ 4.21

น้ำเสียจากอาคารภายในมหาวิทยาลัยฯ จะถูกบำบัดเบื้องต้นด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ เช่น ถังเกรอะหรือถังกรองไร้อากาศของอาคารแต่ละอาคาร ก่อนจะระบายลงสู่ระบบระบายน้ำรวมภายในพื้นที่และระบายลงสู่ห้วยคะคางและบ่อเก็บกักน้ำภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่จุดปล่อยน้ำทิ้งต่างๆ จำนวน 19 จุด และเนื่องจากอาคารบางอาคารในมหาวิทยาลัยฯ ได้ถูกก่อสร้างและใช้งานมาเป็นเวลานาน ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารเกิดการเสื่อมโทรมและด้อยประสิทธิภาพลง ทำให้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากอาคารมีคุณภาพที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หากน้ำทิ้งเหล่านี้ถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติก็อาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น อาจเกิดปรากฏการณ์สาหร่ายสะพรั่ง (algae bloom) ทำให้น้ำมีสีเขียวขุ่น เกิดสภาพน่ารังเกียจตามมาได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องทำการดักเอาน้ำเสียจากระบบท่อระบายรวมแยกมาบำบัดอีกครั้งเพื่อให้ได้คุณภาพก่อนปล่อยลงแหล่งรองรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

4.2 .2 เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

4.2.2.1 องค์ประกอบของระบบรวบรวมน้ำเสีย

เนื่องจากในพื้นที่ที่พักอาศัยบุคลากรซึ่งยังไม่มีแนวท่อระบายน้ำนั้น อยู่ใกล้กับแหล่งรองรับน้ำตามธรรมชาติได้แก่ ห้วยคะคาง ทำให้น้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ดังกล่าวสามารถไหลตามสภาพภูมิประเทศไปลงยังแหล่งรองรับน้ำฝนได้ ดังนั้นเพื่อให้ประหยัดงบประมาณในการก่อสร้าง การออกแบบในครั้งนี้จึงออกแบบ ระบบรวบรวมน้ำเสีย เป็นระบบท่อแยก (Separated Sewer System) โดยกำหนดให้ระบบท่อที่สร้างขึ้นใหม่นี้รวบรวมเอาเฉพาะน้ำเสียมาในเส้นท่อแล้วส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียย่อยในแต่ละแห่งตามพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ และสำหรับระบบระบายน้ำเดิมที่เป็นระบบระบายรวมนั้น จะทำการปรับปรุงโดยการติดตั้งบ่อดักน้ำเสีย (Overflow Diversion Structure) เอาไว้ที่บริเวณจุดปล่อยน้ำเดิม เพื่อแยกเอาเฉพาะน้ำเสียส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียย่อย ณ จุดที่กำหนดไว้เช่นกัน โดย องค์ประกอบที่สำคัญ ของระบบรวบรวมน้ำเสีย มีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4.21 แบบ A3

(1) บ่อดักน้ำเสีย (Overflow Diversion Structure; ODS, Combine Sewer Overflow Structures; CSOs) ทำหน้าที่แยกน้ำเสียออกจากน้ำฝนและน้ำเสียที่ไหลรวมกันมาในฤดูฝน ตามท่อระบายน้ำเดิมส่วนในฤดูแล้งนั้นน้ำที่ไหลมาในระบบท่อระบายรวมจะมีเฉพาะน้ำเสียซึ่งน้ำเสียเหล่านี้ทั้งหมดจะถูกดักเข้าสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป โดยภายในบ่อดักน้ำเสียจะมีฝายขนาดเล็ก (Overflow Weir) กั้นทางไหลของน้ำไว้ ฝายขนาดเล็กนี้จะออกแบบให้สามารถกั้นน้ำเสียได้ในปริมาณที่คำนวณได้ในจุดปล่อยน้ำหนึ่งๆ เท่านั้น ดังนั้นเมื่อน้ำผ่านบ่อดักน้ำเสียแล้วน้ำจะถูกแยกเป็น 2 ส่วน คือ

(ก) ส่วนที่สามารถข้ามฝายขนาดเล็กในบ่อดักน้ำเสียมาได้ น้ำส่วนนี้จะถือว่าเป็นน้ำที่มีความเจือจางสูง ไม่จำเป็นต้องนำเข้าสู่ระบบบำบัด ดังนั้นน้ำส่วนนี้จะถูกระบายลงสู่แม่น้ำสาธารณะโดยผ่านอาคารปล่อยน้ำ (Outfall)

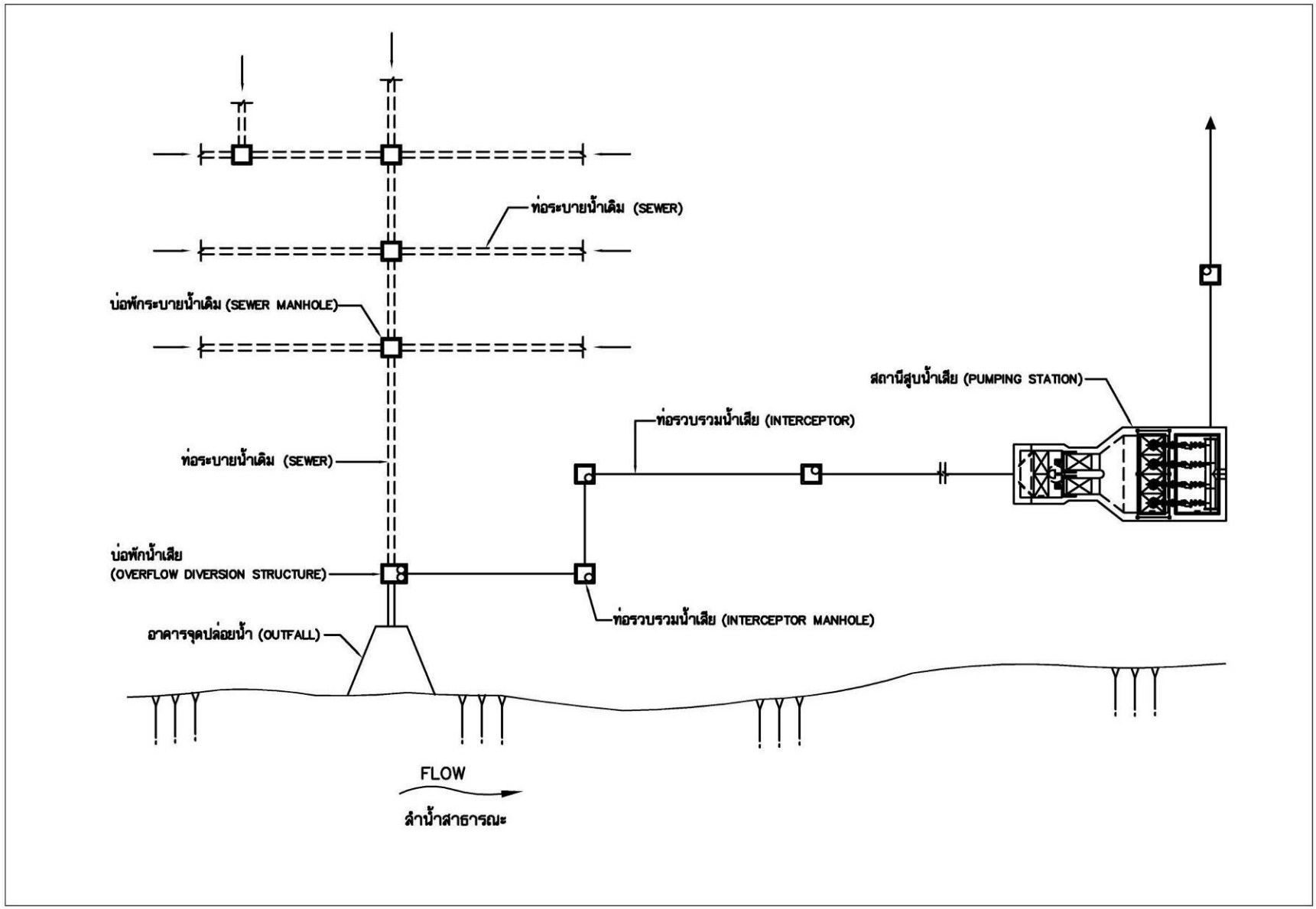
(ข) ส่วนที่ไม่สามารถข้ามฝายขนาดเล็กในบ่อดักน้ำเสียมาได้ น้ำส่วนนี้จะเป็นน้ำเสีย ดังนั้นน้ำส่วนนี้จะถูกแยกออกมาเข้าท่อรวบรวมน้ำเสีย (Interceptor)

(2) อาคารปล่อยน้ำ (Outfall) เป็นอาคารสำหรับระบายน้ำส่วนที่สามารถ ไหลข้ามฝายขนาดเล็กในบ่อดักน้ำเสียมาได้ อาคารนี้สร้างขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้ดินทรุดตัวลงปิดปากท่อและป้องกันการกัดเซาะตลิ่งบริเวณจุดปล่อยน้ำ

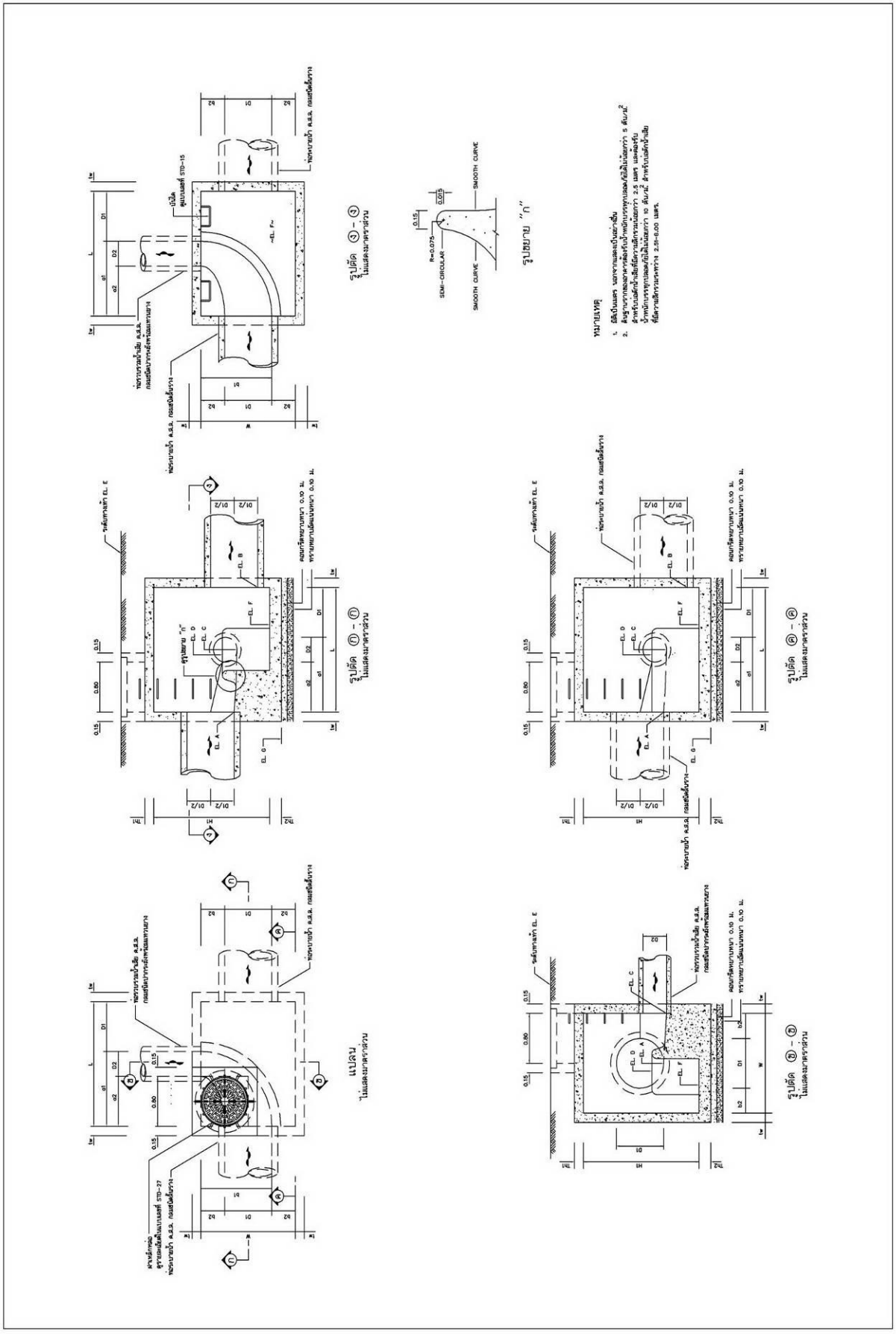
(3) ท่อรวบรวมน้ำเสีย (Interceptor) เป็นท่อที่รับเอาน้ำเสีย ซึ่งเป็นน้ำส่วนที่ไม่สามารถข้ามฝายขนาดเล็กในบ่อดักน้ำเสียไปได้ รวบรวมไปที่สถานีบำบัดน้ำเสีย โดยระหว่างทางจะมีบ่อพักน้ำเสียเป็นระยะๆ และอาจมีสถานีสูบน้ำเสียเพื่อยกระดับน้ำเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการ

(4) บ่อพักน้ำเสีย (Interceptor Manhole) จะก่อสร้างไว้เป็นระยะๆ ตามเส้นทางการวางท่อรวบรวมน้ำเสีย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา แต่บ่อพักน้ำเสียนี้จะห้ามไม่ให้มีการต่อเชื่อมระหว่างทางเองอย่างเด็ดขาด เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลเข้าสถานีบำบัดน้ำเสียมากเกินไป ซึ่งจะแตกต่างจากบ่อพักระบายน้ำ (Combined Sewer) ที่สามารถต่อเชื่อมระหว่างทางได้

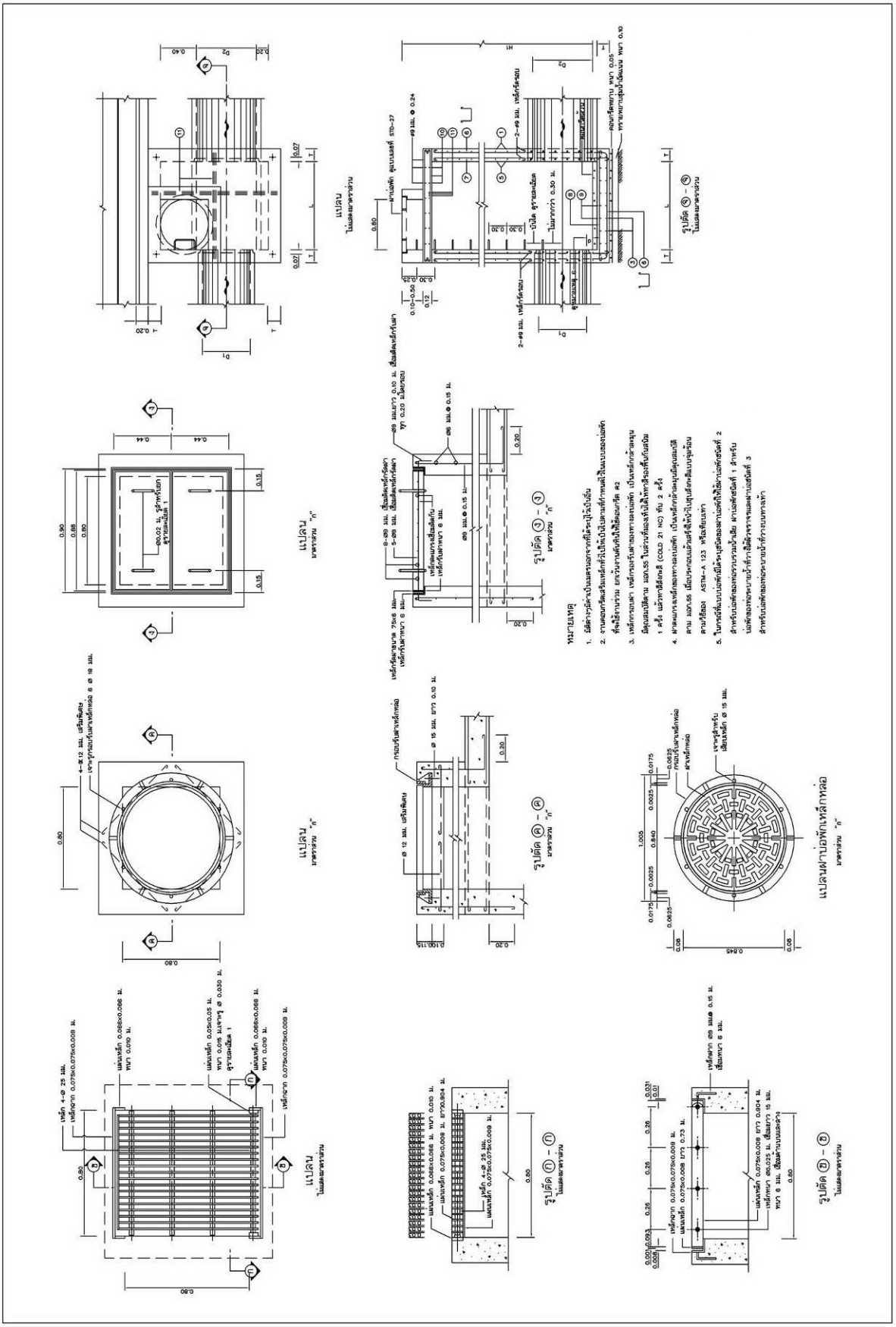
(5) สถานีสูบน้ำเสีย (Pumping Station) เมื่อท่อรวบรวมน้ำเสียถูกวางด้วยความลาดชันหนึ่งๆ เพื่อให้ไหลด้วยแรงโน้มถ่วงโลก (Gravity Flow) จะทำให้ความลึกของท่อรวบรวมน้ำเสียเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะทาง ดังนั้น เพื่อไม่ให้ท่อรวบรวมน้ำเสียมีความลึกมาก ซึ่งจะทำให้การก่อสร้างและการบำรุงรักษายุ่งยากจึงต้องมีสถานีสูบน้ำเสียเพื่อยกระดับท่อรวบรวมน้ำเสียในระหว่างทาง โดยแผนผังขององค์ประกอบระบบรวบรวมน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.22 และรูปแบบทั่วไปขององค์ประกอบระบบรวบรวมน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.23 ถึง 4.27



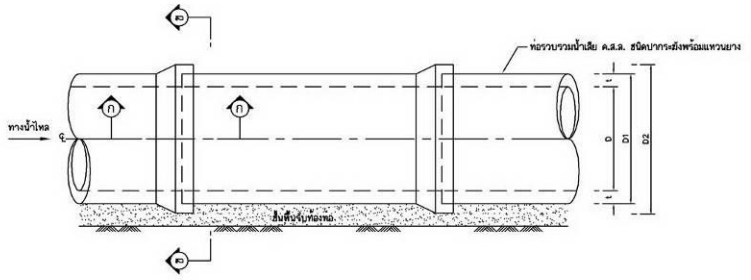
ภาพที่ 4.22 แผนผังขององค์ประกอบระบบรวบรวมน้ำเสีย



ภาพที่ 4.23 รูปแบบท่อไปของบ่อดักน้ำเสีย (Overflow Diversion Structure)

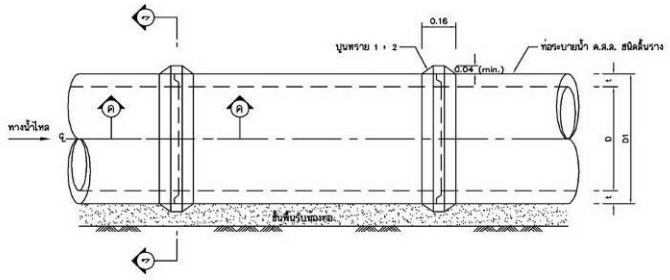


ภาพที่ 4.24 รูปแบบทั่วไปของมาตรฐานฝาและบ่อพักน้ำเสีย



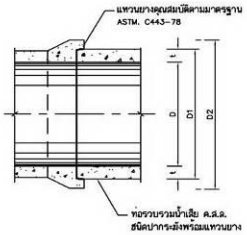
การต่อท่อรวบรวมน้ำเสีย ค.ส.ล. ชนิดปากระฆังพร้อมแหวนยาง

ไม่แสดงมาตราส่วน



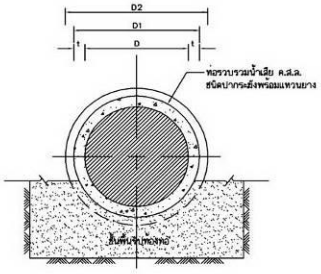
การต่อท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. ชนิดลิ้นราง

ไม่แสดงมาตราส่วน



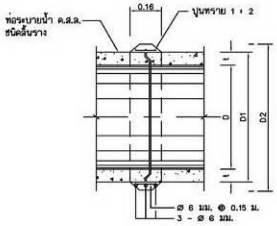
รูปตัด ก - ก

ไม่แสดงมาตราส่วน



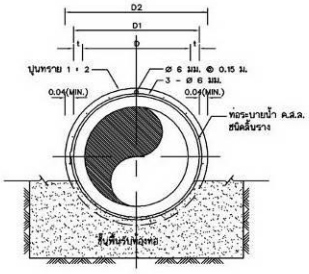
รูปตัด ข - ข

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ค - ค

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ง - ง

ไม่แสดงมาตราส่วน

ตารางขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย ค.ส.ล.
ชนิดปากระฆังพร้อมแหวนยาง

D (mm.)	D_1 (mm.)	D_2 (mm.)	t (mm.)
400	520	572	60
600	750	932	75
800	990	1212	95
1000	1220	1482	110

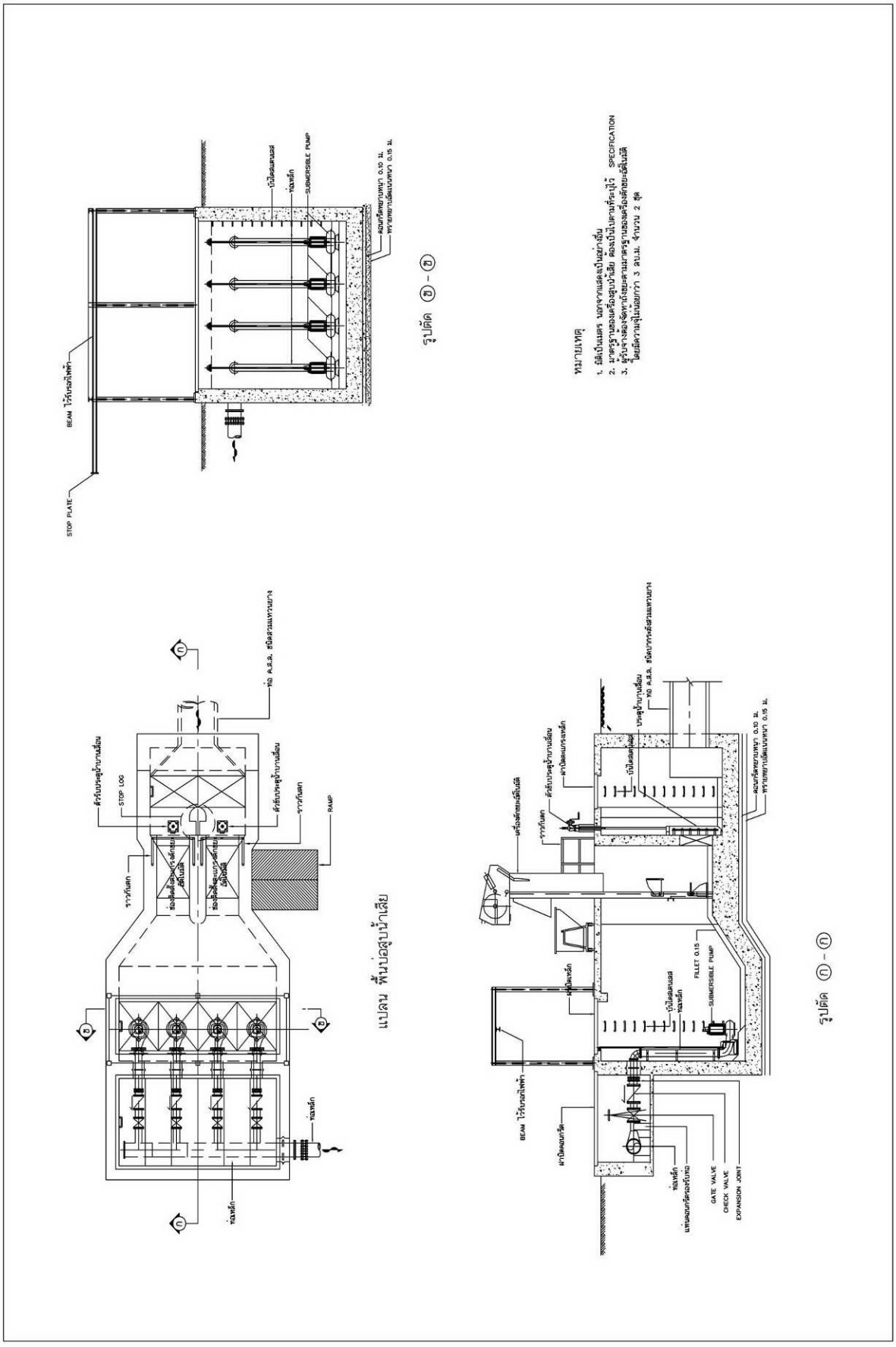
ตารางขนาดท่อระบายน้ำ ค.ส.ล.
ชนิดลิ้นราง

D (mm.)	D_1 (mm.)	D_2 (min.)	t (mm.)
600	750	830	75
800	990	1070	95
1000	1220	1300	110
1200	1450	1530	125

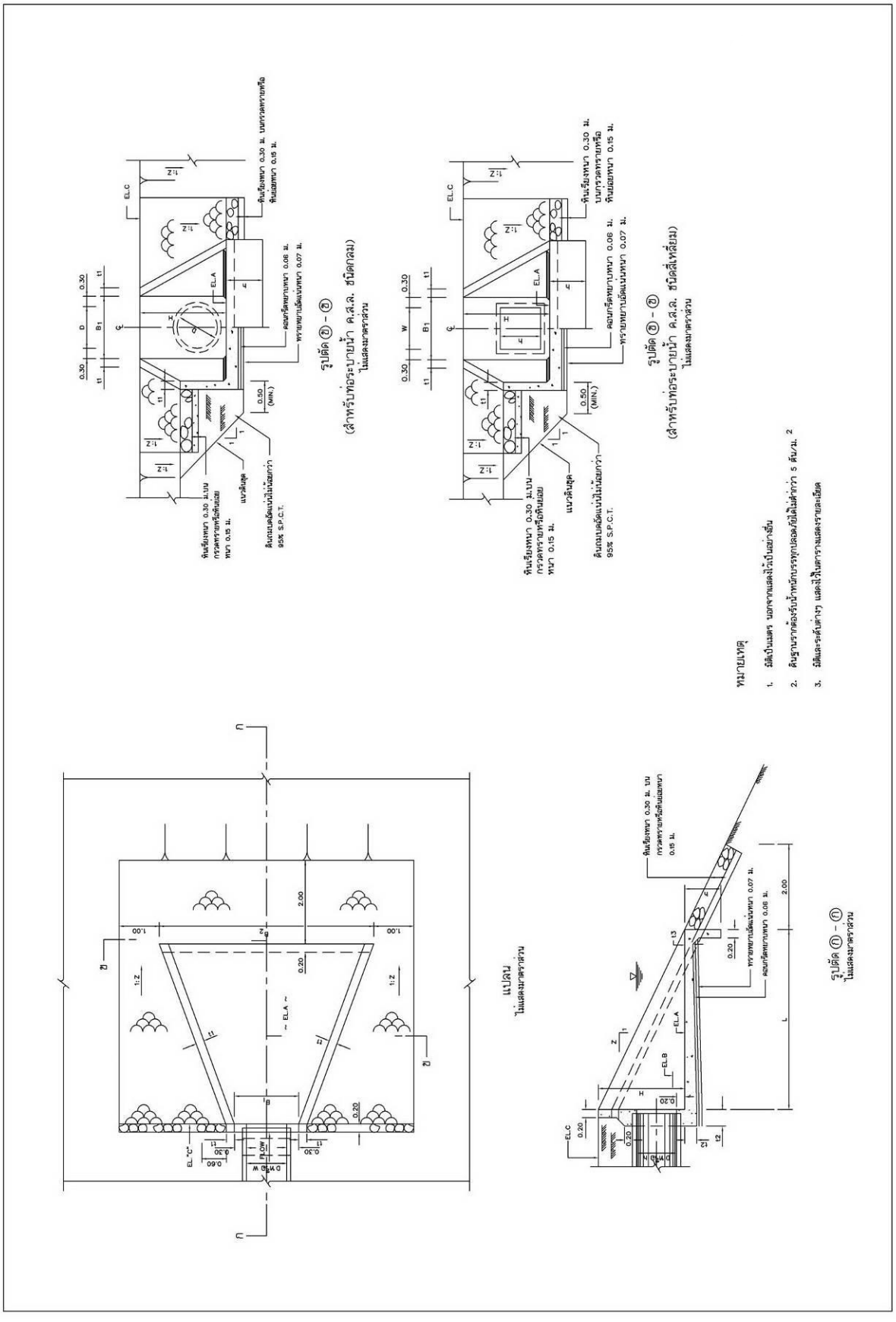
หมายเหตุ

1. มิติเป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดปากระฆัง (BELL AND SPIGOT TYPE) ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 128–2528
3. การต่อท่อ คสล. ปากระฆังโดยใช้แหวนยาง ต้องรับแรงดันได้ถึง 3.75 KSC เพื่อป้องกันการรั่วซึม
4. เหล็กเสริมรอบท่อให้ใช้ในกรณีท่อวางใต้ผิวจราจร

ภาพที่ 4.25 รูปแบบทั่วไปของท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำ



ภาพที่ 4.26 รูปแบบทั่วไปของสถานีสูบน้ำเสีย (Pumping Station)



ภาพที่ 4.27 รูปแบบท่อไขของจุดปล่อยน้ำ (Out fall)

4 .2.2.2 อัตราการไหลออกแบบ (Design Flow Rate)

อัตราการไหลในการออกแบบของท่อรวบรวมน้ำเสีย ใช้อัตราการไหลของน้ำเสียในระบบรวมของฤดูฝน (Q_{wwf}) เป็นค่าในการออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

อัตราการไหลในฤดูฝน (Q_{wwf}) = 3 เท่าของอัตราการไหลสูงสุดรายชั่วโมง ($Q_{peak\ hr.}$)

อัตราการไหลสูงสุดรายชั่วโมง ($Q_{peak\ hr.}$) = 1.3 เท่าของอัตราการไหลสูงสุดรายวัน ($Q_{max.\ day}$)

อัตราการไหลสูงสุดรายวัน ($Q_{max.\ day}$) = 1.2 เท่าของอัตราการไหลเฉลี่ยรายวันฤดูแล้งปรับแฟคเตอร์ 0.8x (Q_{dwf})

อัตราการไหลเฉลี่ยรายวันฤดูแล้งปรับแฟคเตอร์ = 0.8 เท่าของอัตราการไหลเฉลี่ยรายวันฤดูแล้ง (Q_{dwf})

อัตราการไหลเฉลี่ยรายวันฤดูแล้ง (Q_{dwf}) = อัตราการไหลของน้ำเสียเฉลี่ยรายวันจากแหล่งกำเนิด + การซึมของน้ำใต้ดินเข้าท่อ

อัตราการไหลเฉลี่ยรายวันจากแหล่งกำเนิด = 80% ของอัตราการไหลของน้ำใช้เฉลี่ยรายวันจากแหล่งกำเนิด

อัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าท่อ = 20% ของอัตราการไหลของน้ำเสียเฉลี่ยรายวันจากแหล่งกำเนิด

4 .2.2.3 เกณฑ์การวางผังและกำหนดขนาดของท่อรวบรวมน้ำเสีย

ในการออกแบบวางผังแนวท่อระบายน้ำฝนและท่อรวบรวมน้ำเสีย จะพิจารณาวางแนวท่อโดยให้มีทิศทางการไหลของน้ำ ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้สถานีสูบน้ำเสีย หรือใช้ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างและค่าดำเนินการของระบบ แนวท่อที่ออกแบบจะเป็นแนวท่อหลัก ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา เพื่อรองรับปริมาณน้ำเสียที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของมหาวิทยาลัยฯได้ จุดเริ่มต้นของแนวท่อจะพิจารณาเริ่มบริเวณที่มีความสูงของพื้นที่มากที่สุด หรือจุดที่มีการติดตั้งอาคารดักน้ำเสีย ส่วนจุดสิ้นสุดแนวท่อและที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย จะพิจารณาเลือกจุดที่ใกล้เคียงจุดปล่อยน้ำเดิม หรือที่ว่างที่มีพื้นที่เพียงพอในการก่อสร้าง จำนวน 4 จุดได้แก่ **จุดที่ 1 WWTP#1 ตั้งอยู่บริเวณหลังหอพักหญิง จุดที่ 2 WWTP#2 ตั้งอยู่บริเวณสระว่ายน้ำของมหาวิทยาลัยฯ จุดที่ 3 WWTP#3 ตั้งอยู่พื้นที่ว่างริมห้วยคะคาง บริเวณอาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา และจุดที่ 4 WWTP#4 ตั้งอยู่พื้นที่ว่างบริเวณอาคารเรียนเกษตร** โดยการกำหนดขนาดของท่อรวบรวมน้ำเสียมีเกณฑ์การออกแบบดังนี้

(1) สูตรคำนวณการไหลในท่อ

น้ำที่ไหลในท่อดักน้ำเสียจะกำหนดให้ไหลแบบไม่เต็มท่อ แบบ Gravity สูตรการคำนวณการไหลแบบไม่เต็มท่อได้แสดงไว้ในสมการต่อไปนี้

$$Q = (1/n)AR^{2/3}S^{1/2}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลในท่อ, ลบ.ม./วินาที
n = Manning's Coefficient มีค่าแปรเปลี่ยนตามความลึกของน้ำที่ไหลในท่อ
R = Hydraulic Radius, ม. = A/P
A = พื้นที่หน้าตัดของน้ำไหล, ตร.ม.
P = เส้นขอบเปียกของน้ำไหล, ม.
S = ความลาดตามยาวท่อ, ม./ม.

กรณีที่จำเป็นต้องใช้ท่อภายใต้แรงดัน (Under-Pressure Pipe) สูตรการคำนวณการไหลในลักษณะนี้จะใช้สมการของ Darcy-Weisbach ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$H_L = (fLV^2)/(2gD)$$

เมื่อ H_L = ค่าสูญเสียความดันหัวน้ำ เนื่องจากความเสียดทานของผิวในท่อ, ม.
f = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวในท่อ
L = ความยาวท่อ, ม.
D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ, ม.
V = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำไหล, ม./วินาที
g = 9.81 ม./วินาที^{2}

(2) ความลึกและความเร็วน้ำไหลในท่อ

ความลึกของการไหลของน้ำในท่อ จะไม่เกิน 0.90 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา Instability ของการไหล

ความเร็วต่ำสุดของการไหลจะต้องไม่น้อยกว่า 0.60 ม./วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอนและการลดผลกระทบจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้ปริมาณการในฤดูฝน (Q_{WWF}) มาพิจารณา

ความเร็วสูงสุดของการไหล ไม่เกิน 3.00 ม./วินาที เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของผิวในท่อโดยใช้ปริมาณน้ำออกแบบ (Q_{WWF}) มาพิจารณายกเว้นกรณีท่อแรงดันจะกำหนดความเร็วสูงสุดของการไหลประมาณไม่เกิน 1.50 ม./วินาที เพื่อลด Friction Loss

(3) ชนิดของวัสดุท่อดักน้ำเสีย

ท่อดักน้ำเสียที่ใช้กำหนดเป็นท่อ คอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) หรือท่อพลาสติกความหนาแน่นสูง (HDPE)

(4) ค่า Manning's Coeffcient (n)

ค่า n ที่จะใช้ในการคำนวณขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุท่อดักน้ำเสียค่า n สำหรับท่อ คสล. ที่การไหลเต็มท่อกำหนดให้ไม่เกิน 0.015 เนื่องจากการไหลในท่อดักน้ำเสียที่ปริมาณน้ำในการออกแบบ จะเป็นการไหลแบบไม่เต็มท่อ ดังนั้น ค่า n จะต้องถูกปรับให้มากขึ้นตามความลึกจริงที่กำหนดไว้

4.2.2.4 สถานีสูบน้ำหรือสถานียกระดับน้ำเสีย

การออกแบบขนาดของสถานีสูบน้ำเสียใช้อัตราการไหลของน้ำเสีย ในฤดูฝน เป็นเกณฑ์สถานีสูบน้ำแต่ละสถานี จะประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มน้ำ (Submersible Pump) ประตูน้ำควบคุมน้ำเข้าตะแกรงดักขยะ

(ก) ที่ตั้ง

- บริเวณสถานีสูบน้ำเสียจะไม่มีการเกิดน้ำท่วมในช่วง 100 ปี
- ที่ตั้งสถานีสูบน้ำเสียสามารถเข้าถึงได้สะดวกทั้งการนำอุปกรณ์หนักเข้า /ออกบ่อสูบ รวมทั้งต้องมีสาธารณูปการอื่นๆ เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา โทรศัพท์ รองรับ

(ข) ระบบสูบน้ำเสีย

- อัตราการไหลที่ใช้ออกแบบ จะพิจารณาทั้งอัตราการไหลต่ำสุดในฤดูแล้ง อัตราการไหลเฉลี่ย อัตราการไหลสูงสุดในฤดูแล้ง และอัตราการไหลสูงสุดในฤดูฝน ตลอดทุกช่วงเวลาของโครงการ
- สถานีสูบน้ำเสียจะจัดเตรียมพื้นที่สำรองสำหรับการเปลี่ยนขนาดเครื่องสูบน้ำใหม่เพื่อให้มีอัตราการสูบที่มากกว่าเครื่องปัจจุบันได้
- วัฏจักรการทำงานของเครื่องสูบน้ำจะหมุนเวียนสลับกันทุกเครื่อง

(ค) เครื่องสูบน้ำเสีย

- ใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแช่น้ำในบ่อเปียก (Wet-Well Submersible Pump)
- การคำนวณกำลังและพลังงานที่ใช้ของเครื่องสูบน้ำเสียแรงม้าของเครื่องสูบน้ำเสีย คำนวณได้จากการใช้สมการ

Whp = QH/273

เมื่อ Whp = แรงม้าทางทฤษฎี

Q = อัตราการสูบน้ำ, ลบ.ม./ชั่วโมง

H = เฮดรวมของระบบ, ม.

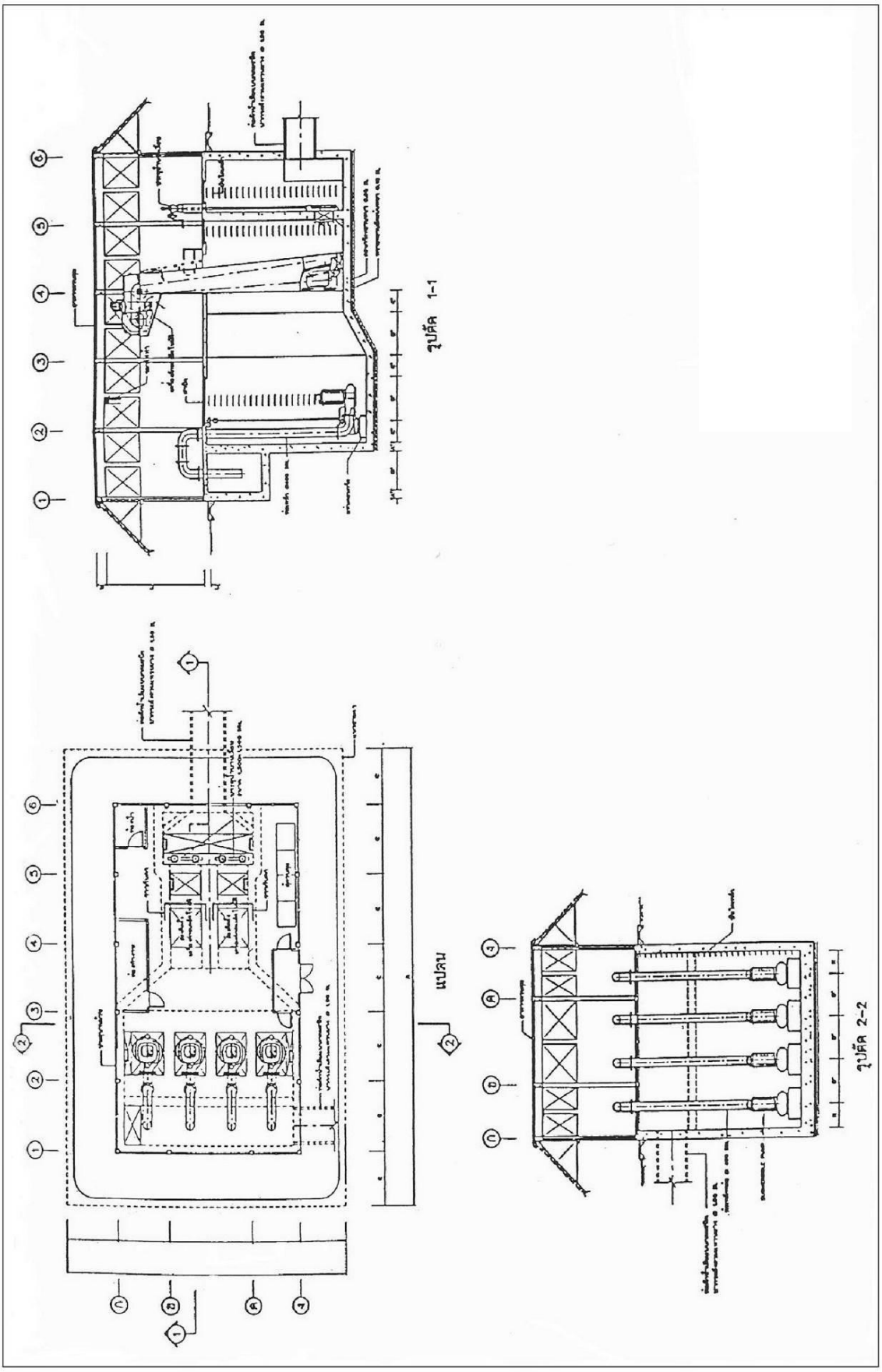
การคำนวณแรงม้าของต้นกำลังที่ใช้ขับเครื่องสูบน้ำเสีย จะใช้สมการ

Bhp = Whp/ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำเสีย

และในกรณีที่ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ พลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องการ คำนวณได้จาก

KW = 0.746xWhp/(ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำxประสิทธิภาพมอเตอร์)

ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์โดยทั่วไปจะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 75 และ ร้อยละ 85 ตามลำดับ โดยรูปแบบของสถานีสูบน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 รูปแบบสถานีสูบน้ำเสีย (Pumping Station)

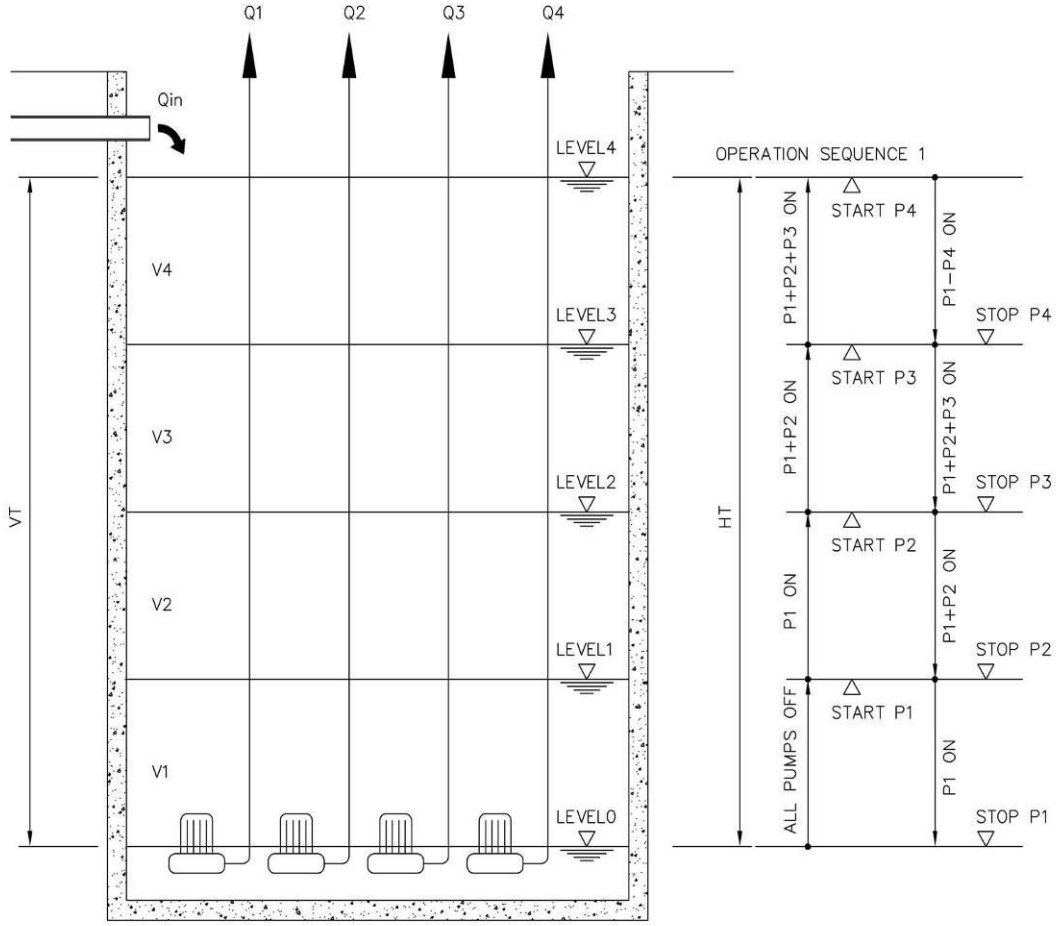
(ง) บ่อสูบ

- ท่อน้ำเข้าตำแหน่งท่อน้ำเข้าจะอยู่ด้านบ่อสูบตรงข้ามกับเครื่องสูบน้ำ หรืออยู่ด้านข้างของบ่อสูบน้ำอยู่กับตำแหน่งแนวดักน้ำเสียที่จะเข้า/ออกจากสถานีสูบน้ำเสีย ท่อน้ำเข้าจะยื่นเข้าไปในตัวบ่อสูบน้ำเล็กน้อย
- ช่องน้ำเข้าออกแบบให้น้ำไหลตรงเข้าด้านหลังเครื่องสูบน้ำ
- ขนาดบ่อสูบ

การคำนวณขนาดบ่อสูบพิจารณาวั ฏจักรการทำงานของกลุ่มเครื่องสูบน้ำในบ่อสูบโดยเครื่องสูบน้ำจะทำงานเพิ่มจำนวนชุดขึ้น ตามลำดับน้ำในบ่อสูบที่สูงขึ้น และจะหยุดสูบทีละชุด ตามลำดับเมื่อระดับน้ำในบ่อสูบลดลง ดังแสดงใน ภาพที่ 4.29 และ 4.30 ในการออกแบบปริมาตรบ่อสูบซึ่งเท่ากับปริมาตร หรือความจุที่คำนวณได้จากการสูบแต่ละชุดรวมกับความจุตายตัว (Dead Storage) กำหนดความถี่แต่ละ วัฏจักรการสูบอยู่ในช่วง 10-12 ครั้งต่อชั่วโมง ตัวอย่างการคำนวณขนาดบ่อสูบ แสดง ในภาพที่ 4.31 ถึง 4.33

ขนาดบ่อสูบหาได้จากกราฟใน ภาพที่ 4.34 โดยค่าดังกล่าวเป็นสัดส่วนหรือฟังก์ชันกับอัตราสูบต่อเครื่อง ขนาดที่ได้นี้ประกอบกับความสูงของระดับน้ำในบ่อสูบที่มีปริมาตรต่างๆ ซึ่งคำนวณได้จากข้อ (ค) สามารถกำหนดขนาดมิติต่างๆ ของบ่อสูบได้

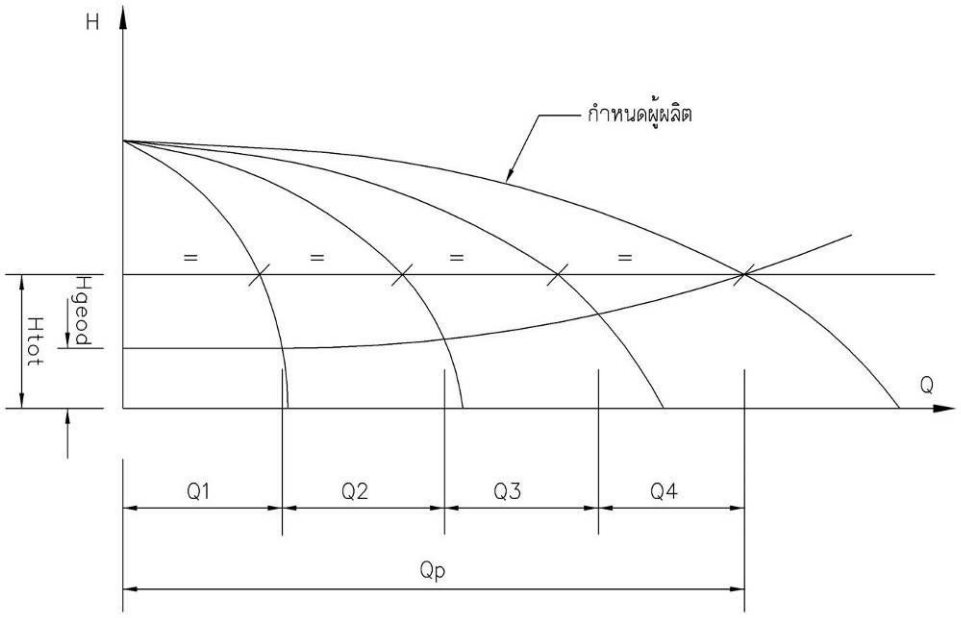
ความเร็วของน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อสูบไม่ต่ำกว่า 0.60 เมตร/วินาที และความเร็วใน บ่อสูบให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 0.30 เมตร/วินาที



สัญลักษณ์

Qin	อัตราน้ำไหลเข้าบ่อสูบ
P1	เครื่องสูบน้ำตัวที่ 1
Q1	อัตราสูบของเครื่องสูบน้ำตัวที่ 1
V1	ปริมาตรในบ่อสูบที่ต้องการสำหรับการเริ่มทำงาน ของเครื่องสูบน้ำตัวที่ 1
HI	ความลึก
VT	ปริมาตรในบ่อสูบที่ต้องการ
HT	ความลึกของบ่อสูบ

ภาพที่ 4.29 แสดงวัฏจักรของเครื่องสูบน้ำ



4–PUMPS STATION

$Q1 = P \frac{QP}{4}$

$QP = \sum_{n=1}^{4} Qn$

3–PUMPS STATION

$Q1 = P \frac{QP}{3}$

$QP = \sum_{n=1}^{3} Qn$

2–PUMPS STATION

$Q1 = P \frac{QP}{2}$

$QP = \sum_{n=1}^{2} Qn$

สัญลักษณ์

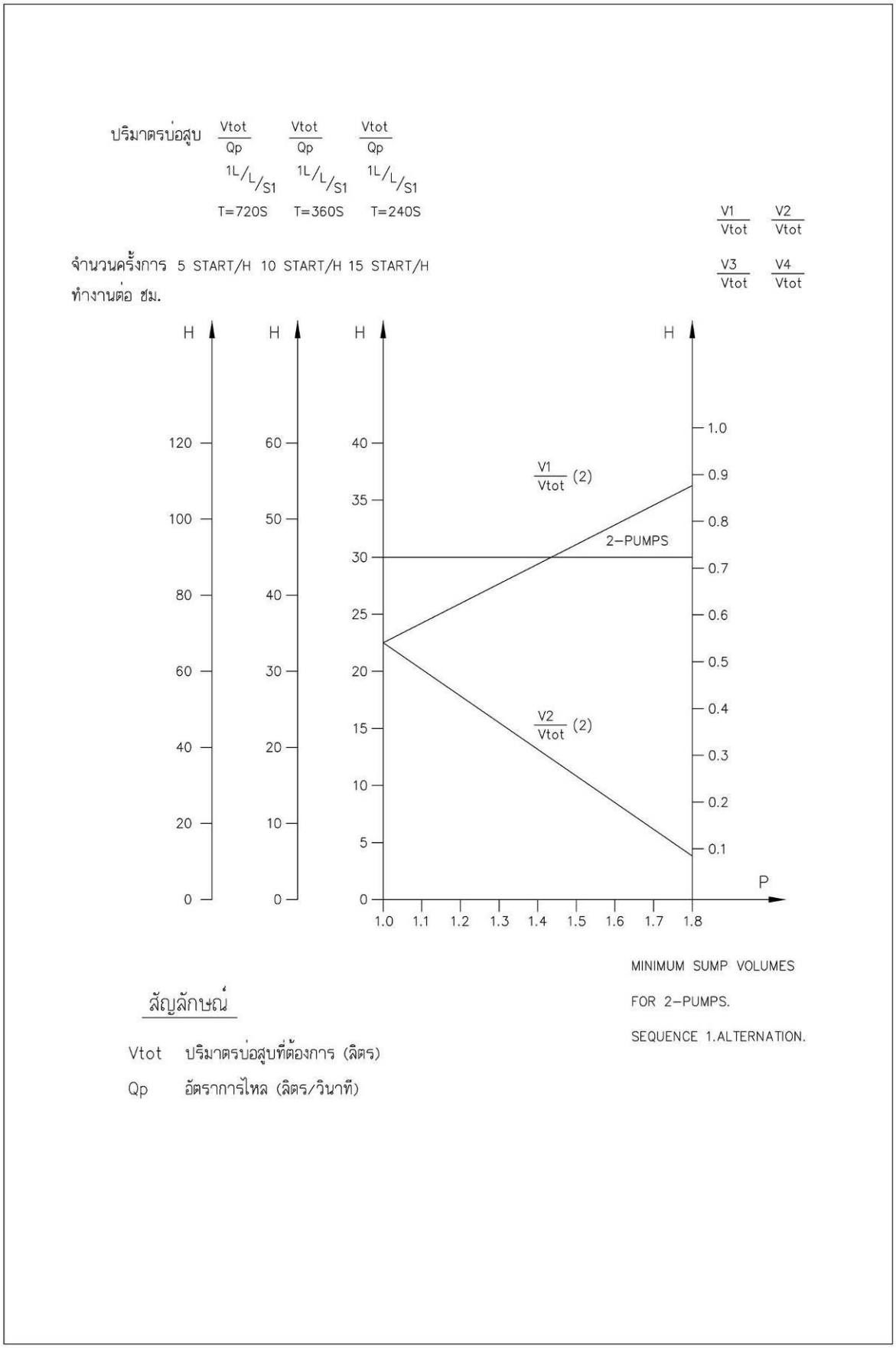
Q1 อัตราสูบของเครื่องสูบตัวที่ เมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานเพียงตัวเดียว

Qp อัตราสูบน้ำทั้งหมด

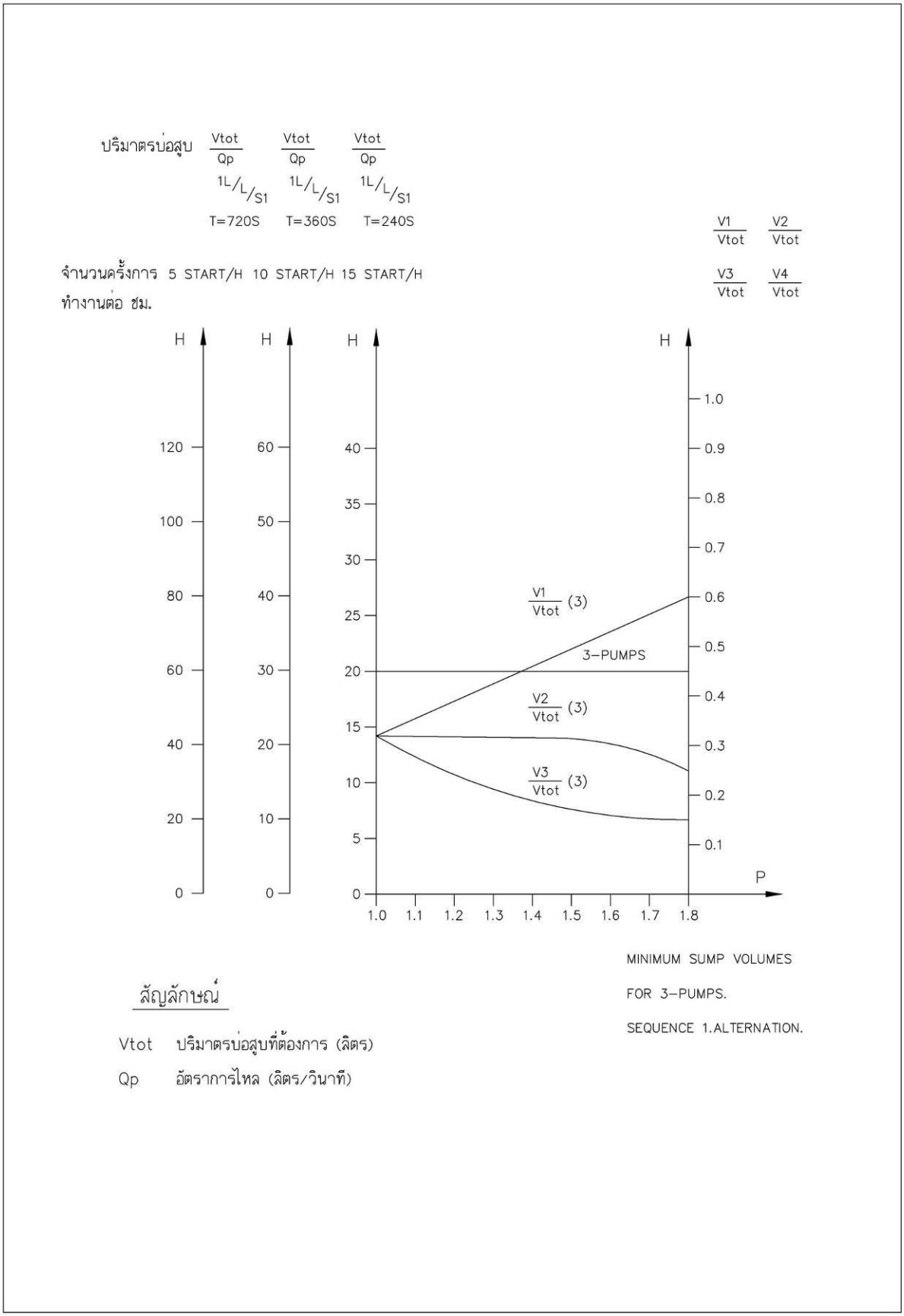
P แฟกเตอร์ในขณะที่เครื่องสูบน้ำทำงานตัวเดียว (1.0 P 1.8)

Htot HEAD รวมของน้ำ

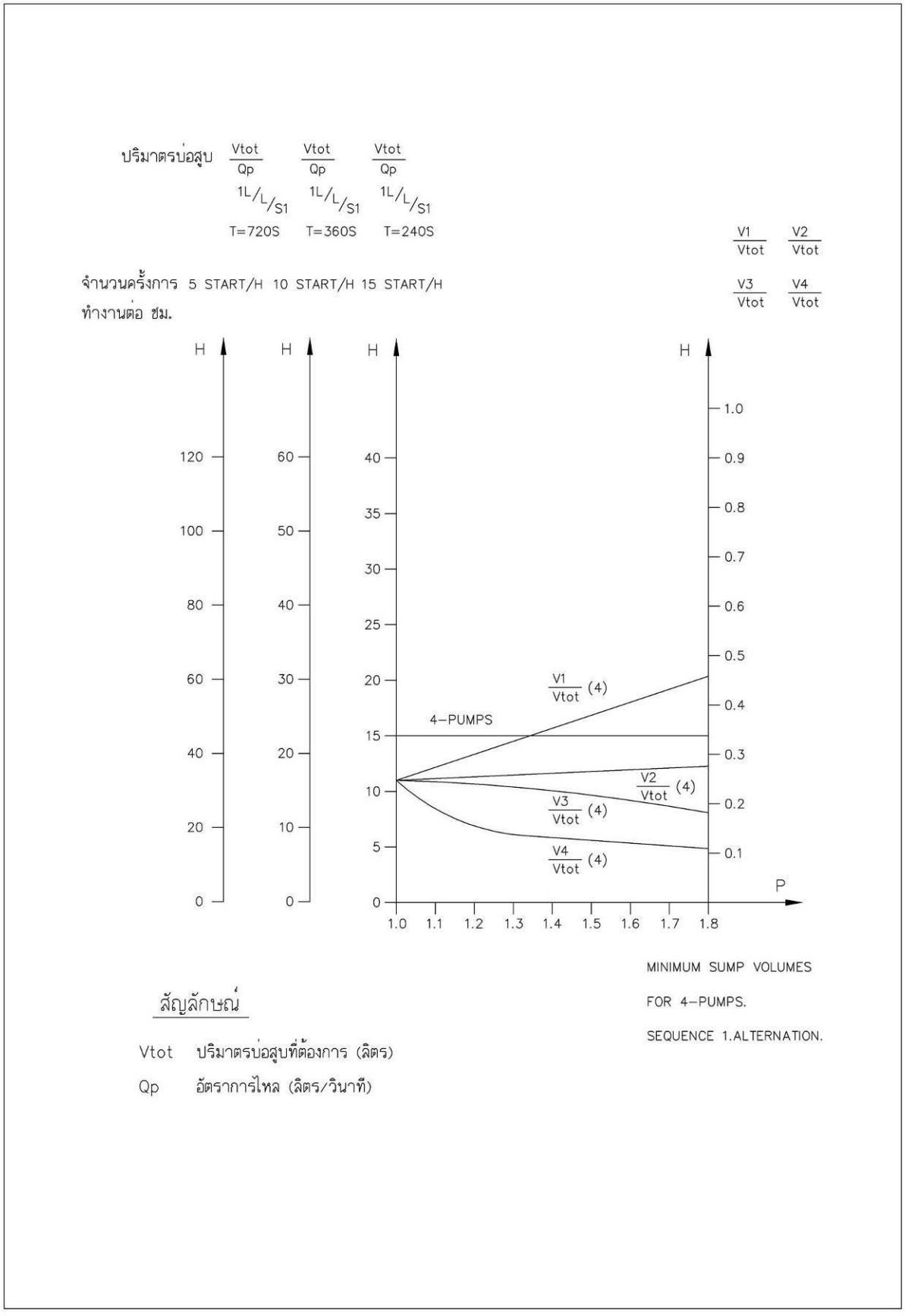
ภาพที่ 4.30 ลักษณะของ System Curve



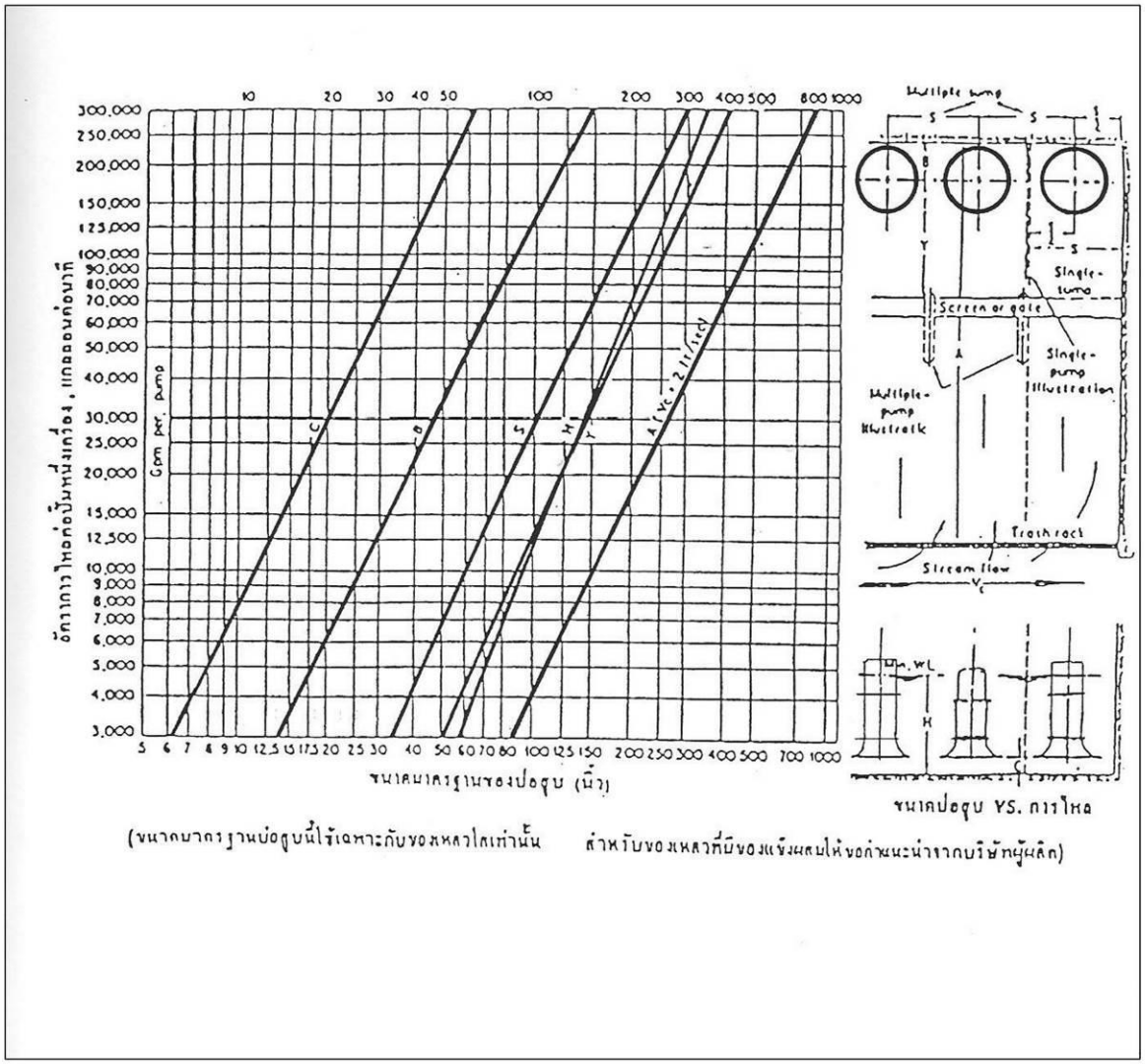
ภาพที่ 4.31 กราฟแสดงการหาปริมาตรบ่อสูบ (2 Pump)



ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงการหาปริมาตรบ่อสูบ (3 Pump)



ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงการหาปริมาตรบ่อสูบ (4 Pump)



ภาพที่ 4.34 ขนาดมาตรฐานของเครื่องสูบน้ำสำหรับอัตราการสูบ 660 – 6,600 ลบ./ชม.

4.2.2.5 อาคารบ่อตรวจระบายและบ่อดักน้ำเสีย

(1) บ่อตรวจระบาย

บ่อตรวจระบายทำหน้าที่เพื่อตรวจการไหลของน้ำในท่อดักน้ำเสีย อีกทั้งยังใช้เป็นจุดที่รับน้ำเสียจากบ้านเรือนริมท่อดักน้ำเสีย ระยะห่างระหว่างบ่อตรวจระบายกำหนดให้ไม่เกิน 40 เมตร ซึ่งเป็นระยะห่างที่ยังเอื้ออำนวยให้เกิดความสะดวกสำหรับการล้างท่อ โดยใช้น้ำฉีดประกอบกับอุปกรณ์ถังน้ำและลวดสลิง (หรือเชือก) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อยู่โดยทั่วไป

(2) บ่อดักน้ำเสีย (Overflow Diversion Structures, ODS)

บ่อดักน้ำเสียหรืออาคาร ODS เป็นอาคารที่แยกน้ำเสียเข้าท่อดักน้ำเสีย โดยถ้าปริมาณน้ำที่ไหลมาตามท่อระบายน้ำรวมมีปริมาณไม่เกิน 4.68 DWF น้ำทั้งหมดจะถูกดักลงท่อน้ำเสียและรวบรวมไปโรงบำบัดน้ำเสีย แต่หากน้ำมีปริมาณเกินกว่า 4.68 DWF ส่วนที่เกินจะล้นผ่านฝายดักน้ำเสียในอาคาร ODS และไหลลงแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง เนื่องจากน้ำส่วนนี้ถือว่ามีความเจือจางมากจะไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม สำหรับสูตรการคำนวณหาปริมาณน้ำล้นข้ามฝายแสดงดังนี้

$$Q = CLH^{1.5}$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำล้นข้ามฝาย, ลบ.ม./วินาที
C = สัมประสิทธิ์น้ำล้นข้ามฝาย
L = ความยาวของสันฝาย, ม.
H = ความสูงของน้ำที่ล้นข้ามสันฝาย, ม.

4.2 .3 การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

จากการสำรวจภูมิประเทศ พบว่า ภายในพื้นที่โครงการ มีระบบท่อระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย กระจายตัวอยู่ตามแนวถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยอยู่แล้ว ดังนั้นจึงนำเสนอระบบรวบรวมน้ำเสียเฉพาะส่วนเพิ่มเติมในพื้นที่ที่ยังไม่มีท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยพื้นที่ที่มีท่อเดิมอยู่แล้วจะออกแบบให้มีการใช้บ่อดักน้ำเสียเพื่อแยกเอาน้ำเสียมายังท่อดักน้ำเสียก่อนจะนำส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสียต่อไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.3.1 การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

ในการออกแบบวางผังแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย จะพิจารณาวางแนวท่อโดยให้มีทิศทางการไหลของน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เป็นการหลีกเลี่ยงการใช้สถานีสูบน้ำเสียหรือใช้ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างและการดำเนินการของระบบ แนวท่อที่ออกแบบจะเป็นแนวท่อหลัก ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา เพื่อรองรับเฉพาะปริมาณน้ำเสียที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตของมหาวิทยาลัยได้ จุดเริ่มต้นของแนวท่อจะพิจารณาเริ่มบริเวณที่มีความสูงของพื้นที่มากที่สุด ส่วน

จุดสิ้นสุดแนวท่อ จะสิ้นสุดที่ระบบบำบัดน้ำเสียที่จะทำการก่อสร้าง โดยพิจารณาเลือกจุดที่ใกล้เคียงจุดปล่อยน้ำเดิมบริเวณลำห้วยคะคาง ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 จุด ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.2.2.3 โดย องค์ประกอบของระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ที่ออกแบบจะประกอบด้วย บ่อดักน้ำเสียท่อรวบรวมน้ำเสีย และบ่อพักน้ำเสีย (Interceptor Manhole) โดยในรายงานฉบับนี้ ได้ทำการออกแบบจุดรับน้ำเสียและแนวท่อรวบรวมน้ำเสียตามความจำเป็น โดยแบ่งพื้นที่รับน้ำเสียออกเป็น 4 โซน สรุปดังตารางที่ 4.9 และมีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 1

พื้นที่แหล่งกำเนิดน้ำเสียโซนที่ 1 ได้แก่ บริเวณ อาคารหอพักนักศึกษาหญิง อาคารสาขาเซรามิกส์ อาคารสาขาอุตสาหกรรมก่อสร้าง อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาคารสาธารณสุขศาสตร์ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์หลังใหม่ อาคารคณะมุษย์ศาสตร์ฯ อาคาร 7 คณะครุศาสตร์ บ้านพักบุคลากร 63 หลัง อาคารราชพฤกษ์ และโรงเรียนสาธิต มีอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ย (Q_{wavg}) เท่ากับ 100 ลบ.ม./วัน อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูแล้ง (Q_{dwf}) เท่ากับ 120 ลบ.ม./วัน และอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูฝน (Q_{wwf}) เท่ากับ 562 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากพื้นที่ส่วนนี้จะถูกรวบรวมไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 1 (WWTP#1) ประกอบด้วย

- ท่อรวบรวมน้ำเสีย Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวมโดยประมาณ 1,371 เมตร
- บ่อพักน้ำเสียจำนวน 95 บ่อ
- บ่อดักน้ำเสียจำนวน 4 บ่อ

2) พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 2

พื้นที่แหล่งกำเนิดน้ำเสียโซนที่ 2 ได้แก่ หอพักบุคลากร 48 ยูนิต หอพักยูงทอง บ้านพักบุคลากร 28 หลัง อาคารคณะมนุษยศาสตร์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์ อาคารคณะนิติศาสตร์ อาคารวิริยะ อาคาร 4 คณะมนุษยศาสตร์ฯ อาคาร 5 อาคาร 6 คณะวิทยาศาสตร์ฯ และอาคารศิลปกรรม มีอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ย (Q_{wavg}) เท่ากับ 151 ลบ.ม./วัน อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูแล้ง (Q_{dwf}) เท่ากับ 181.2 ลบ.ม./วัน และอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูฝน (Q_{wwf}) เท่ากับ 848.62 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากพื้นที่ส่วนนี้จะถูกรวบรวมไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 2 WWTP#2) ประกอบด้วย

- ท่อรวบรวมน้ำเสีย Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวมโดยประมาณ 835 เมตร
- บ่อพักน้ำเสียจำนวนประมาณ 60 บ่อ
- บ่อดักน้ำเสียจำนวน 6 บ่อ

3) พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 3

พื้นที่แหล่งกำเนิดน้ำเสียโซนที่ 3 ได้แก่ อาคารศูนย์ภาษา อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารเทคโนโลยีการเกษตร สนามฟุตซอล สนามมวย อาคารกิจการนักศึกษา สนามยิงปืน หอประชุม 80 ปี อาคารสำนักวิทยบริการ อาคารโรงพิมพ์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์ และอาคาร 11 ศูนย์ศึกษาพิเศษ มีอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ย (Q_{wavg}) เท่ากับ 136 ลบ.ม./วัน อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูแล้ง (Q_{dwf}) เท่ากับ 163.2 ลบ.ม./วัน และอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูฝน (Q_{wwf}) เท่ากับ 764.32 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากพื้นที่ส่วนนี้จะถูกรวบรวมไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 3 (WWTP#3) ประกอบด้วย

- ท่อรวบรวมน้ำเสีย Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวมโดยประมาณ 974.5 เมตร
- บ่อพักน้ำเสียจำนวนประมาณ 59 บ่อ
- บ่อดักน้ำเสียจำนวน 10 บ่อ

4) พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 4

พื้นที่แหล่งกำเนิดน้ำเสียโซนที่ 4 ได้แก่ อาคารคณะเทคโนโลยีการเกษตร (หลังเก่า) บ้านพักบุคลากร 32 หลัง อาคารสโมสรอาจารย์ 1 และ 2 อาคารกลุ่มงานอาคาร อาคารฯ 72 พรรษา อาคาร 60 ปี และอาคารคณะวิทยาการจัดการ มีอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ย (Q_{wavg}) เท่ากับ 63 ลบ.ม./วัน อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูแล้ง (Q_{dwf}) เท่ากับ 75.6 ลบ.ม./วัน และอัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูฝน (Q_{wwf}) เท่ากับ 354.06 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากพื้นที่ส่วนนี้จะถูกรวบรวมไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 4 (WWTP#4) ประกอบด้วย

- ท่อรวบรวมน้ำเสีย Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวมโดยประมาณ 862 เมตร
- บ่อพักน้ำเสียจำนวนประมาณ 64 บ่อ
- บ่อดักน้ำเสียจำนวน 3 บ่อ

รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย ดังตารางที่ 4. 10 ผังแนวท่อรวบรวมน้ำเสียที่ออกแบบใหม่ ดังภาพที่ 4.35 แปลนและภาพตัดแนวท่อรวบรวมน้ำเสียใหม่ แสดงดังภาพที่ 4.36 ถึง 4.56

ตารางที่ 4.9 สรุปรายละเอียดพื้นที่รับน้ำเสีย

รายละเอียด	พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 1	พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 2	พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 3	พื้นที่รับน้ำเสียโซนที่ 4
พื้นที่รับน้ำเสีย	บริเวณอาคารหอพักนักศึกษาหญิง อาคารสาขาเซรามิกส์ อาคารสาขาอุตสาหกรรมก่อสร้าง อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาคารสาธารณสุขศาสตร์ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์หลังใหม่ อาคารคณะมุษย์ศาสตร์ฯ อาคาร 7 คณะครุศาสตร์ บ้านพักบุคลากร 63 หลัง อาคารราชพฤกษ์ และโรงเรียนสาธิต	หอพักบุคลากร 48 ยูนิต หอพักยูงทอง บ้านพักบุคลากร 28 หลัง อาคารคณะมนุษยศาสตร์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์ อาคารคณะนิติศาสตร์ อาคารวิริยะ อาคาร 4 คณะมนุษยศาสตร์ฯ อาคาร 5 อาคาร 6 คณะวิทยาศาสตร์ฯ และอาคารศิลปกรรม	อาคารศูนย์ภาษา อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารเทคโนโลยีการเกษตร สนามฟุตซอล สนามมวย อาคารกิจการนักศึกษา สนามยิงปืน หอประชุม 80 ปี อาคารสำนักวิทยบริการ อาคารโรงพิมพ์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์และอาคาร 11 ศูนย์ศึกษาพิเศษ	อาคารคณะเทคโนโลยีการเกษตร (หลังเก่า) บ้านพักบุคลากร 32 หลัง อาคารสโมสรอาจารย์ 1 และ 2 อาคารกลุ่มงานอาคาร อาคารฯ 72 พรรษา อาคาร 60 ปี และอาคารคณะวิทยาการจัดการ
อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ย (Q_{wavg})	100 ลบ.ม./วัน	151 ลบ.ม./วัน	63 ลบ.ม./วัน	63 ลบ.ม./วัน
อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูแล้ง (Q_{dwf})	120 ลบ.ม./วัน	181.2 ลบ.ม./วัน	75.6 ลบ.ม./วัน	75.6 ลบ.ม./วัน
อัตราการไหลของน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในฤดูฝน (Q_{wwf})	562 ลบ.ม./วัน	848.62 ลบ.ม./วัน	354.06 ลบ.ม./วัน	354.06 ลบ.ม./วัน
ท่อรวบรวมน้ำเสีย	Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวม 1,371 เมตร	Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวม 835 เมตร	Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวม 974.5 เมตร	Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวม 862 เมตร
บ่อพักน้ำเสีย	95 บ่อ	60 บ่อ	59 บ่อ	64 บ่อ
บ่อดักน้ำเสีย	4 บ่อ	6 บ่อ	10 บ่อ	3 บ่อ

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ตารางที่ 4.10 รายการคำนวณขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย (ต่อ)

ภาพที่ 4.35 แบบแปลน

ภาพที่ 4.36 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.37 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.38 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.39 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.40 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.41 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.42 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.43 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.44 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.45 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.46 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.47 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.48 แบบแปลน A

ภาพที่ 4.49 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.50 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.51 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.52 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.53 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.54 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.55 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.56 แบบแปลน

4.2 .4 สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมของระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย

จากการสำรวจพื้นที่และสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาแล้ว พบว่าระบบระบายน้ำที่เหมาะสมในส่วนที่ต้องก่อสร้างเพิ่มเติมคือ ระบบท่อระบายแยก (รับเฉพาะน้ำเสีย) และสำหรับระบบระบายน้ำเดิมจะใช้วิธีก่อสร้างบ่อดักน้ำเสียรวบรวมน้ำเสียให้ไหลมาในระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ได้ก่อสร้างขึ้นใหม่ โดยระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะประกอบด้วย

- ท่อรวบรวมน้ำเสีย Ø 0.40 เมตร
- ความยาวท่อรวมทั้งหมดโดยประมาณ 4,042.50 เมตร
- บ่อพักน้ำเสียรวมทั้งหมดจำนวน 2 78 บ่อ
- บ่อดักน้ำเสียรวมทั้งหมดจำนวน 2 3 บ่อ

ราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด มีค่าประมาณ 16.48 ล้านบาท รายละเอียดราคาค่าก่อสร้าง ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 รายการประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ลำดับที่	รายละเอียดลักษณะงาน	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย			ราคารวม
				ค่าวัสดุ (บาท)	ค่าแรงงาน (บาท)	รวม (บาท)	(บาท)
1	งานก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียพร้อมบ่อพักและบ่อดักน้ำเสีย						
	- งานดินขุด (ขุดด้วยเครื่องจักร)	8,894.60	ลบ.ม.	-	17.03	17.03	151,475.04
	- งานวางท่อ ค.ส.ล.ปากลิ้นราง ขนาด ø 0.40 ม.	4043.00	ม.	1,250.00	392.00	1,642.00	6,638,606.00
	- งานทรายหยาบรองพื้นหลุม	404.30	ลบ.ม.	330.00	42.53	372.53	150,613.88
	- งานคอนกรีตหยาบรองพื้นหลุม	404.30	ลบ.ม.	1,516.00	398.00	1,914.00	773,830.20
	- งานดินถมคืนบดอัดแน่น 95% (เครื่องจักรเบา)	3,928.13	ลบ.ม.	-	35.45	35.45	139,252.26
	- งานบ่อพัก คสล. สำหรับท่อ ø 0.40 ม. ขนาดตามแบบระบุ	278.00	บ่อ	-	-	15,555	4,324,290
	- งานบ่อดักน้ำเสีย คสล. สำหรับท่อ ø 0.40 ม. ขนาดตามแบบระบุ	23.00	บ่อ	-	-	15,555	357,765
	รวมเป็นเงิน						12,535,832.38
	Factor F						1.2766
	รวม Factor F						16,003,244
	ค่าที่ปรึกษาทางวิศวกรรม 3%						480,097.31
	รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด						**16,483,341**

4.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

4.3.1 สภาพการจัดการน้ำเสียในปัจจุบัน

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมที่มีประสิทธิภาพ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากอาคารต่างๆ ภายในพื้นที่จึงถูกระบายมาตามท่อระบายน้ำเดิมและปล่อยลงสู่แหล่งรองรับน้ำธรรมชาติ คือ ห้วยคะคางโดยตรง โดยน้ำเสียจากอาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกบำบัดเบื้องต้นด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของอาคาร ซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นบ่อเกรอะ หรือ บ่อเกรอะ– กรองไร้อากาศ ขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะการใช้งานของอาคารอย่างไรก็ตาม แม้ว่าน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะได้รับการบำบัดหรือปรับปรุงคุณภาพโดยระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารมาแล้ว แต่ก็ยังสำรวจพบว่า ค่าคุณภาพของน้ำทิ้งจากบางอาคารยังไม่ผ่านคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารนั้นมีอายุการใช้งานมายาวนาน ขาดการดูแลและบำรุงรักษา หรืออาจเกิดจากจำนวนผู้ใช้งานอาคารในปัจจุบันมีจำนวนมากเกินกว่าที่สมรรถนะของระบบบำบัดที่ออกแบบไว้จะรองรับได้ นอกจากนี้ยังมีอาคารบางส่วนที่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นหรือระบบบำบัดที่มีอยู่เดิมได้เกิดการชำรุดเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ ทำการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบท่อระบายน้ำรวมของมหาวิทยาลัยด้วยเช่นกัน โดยน้ำเสียเหล่านี้จะถูกรวบรวมและระบายลงสู่แหล่งรองรับน้ำ เช่น ห้วยคะคางและบ่อเก็บน้ำภายในมหาวิทยาลัยฯ ทำให้แหล่งน้ำดังกล่าวมีสภาพน่ารังเกียจ เกิดความเสื่อมโทรมลงจนไม่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ดั่งเช่นในอดีต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบหามาตรการและดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสียให้ประสบผลสำเร็จโดยเร็ว เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไม่ให้เกิดผลกระทบรุนแรงและกระจายเป็นวงกว้าง ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้ก็จะแก้ไขได้ยากและสิ้นเปลืองงบประมาณยิ่งขึ้นในอนาคต

4.3.2 การคัดเลือกกระบวนการและที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย

4.3.2.1 การคัดเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะส ม ในการคัดเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไปในประเทศไทย มีหัวข้อในการพิจารณาดังต่อไปนี้

1) ประสบการณ์ในอดีต

ในการเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ให้วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย โดยพิจารณาขากข้อมูลของโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนหรือพื้นที่อื่น ที่ได้ดำเนินการมาแล้วในอดีต ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือของระบบ ความต้องการบุคลากร ความยากง่ายในการควบคุมระบบ ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ของระบบที่ได้เคยดำเนินการมาแล้ว

2) ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ

หากน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ มีความเข้มข้นต่ำ (มีค่า บีโอดี ต่ำ) เช่น น้ำเสียชุมชน เป็นต้น ลักษณะน้ำเสียของชุมชนโดยทั่วไป จะมีค่า บีโอดี อยู่ระหว่าง 65 – 110 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอย อยู่ระหว่าง 40 – 110 มิลลิกรัมต่อลิตร ทีเคเอ็น อยู่ระหว่าง 10 - 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสรวม อยู่ระหว่าง 10 - 40 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเลือกใช้กระบวนการบำบัดที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เช่น ระบบบ่อปรับเสถียรหรือระบบสระเติมอากาศ เป็นต้น ยกเว้นในบางพื้นที่ที่ราคาที่ดินมีราคาแพงหรือมีพื้นที่จำกัด ก็อาจจำเป็นต้องใช้กระบวนการที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นแต่จะใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อยลง อาจจะทำให้มีความคุ้มค่ามากกว่า เช่น ระบบตะกอนเร่ง เป็นต้น แต่ถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นหรือความสกปรกสูง เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การเลือกใช้กระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศอาจจะมีความคุ้มค่ามากกว่า

3) ราคาที่ดิน

ชุมชนที่มีการพัฒนามาก มักมีพื้นที่จำกัดและมีราคาแพงมาก การเลือกกระบวนการบำบัดที่ใช้พื้นที่น้อยอาจจะมีความคุ้มค่ามากกว่า แต่อาจจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรและบุคลากรที่มีความชำนาญมากขึ้นในการเดินระบบ ส่วนชุมชนที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ ราคาที่ดินไม่สูงนัก ควรเลือกใช้ระบบที่ง่ายและไม่ซับซ้อน เช่น ระบบบ่อปรับเสถียรหรือระบบสระเติมอากาศ เป็นต้น อย่างไรก็ตามนอกจากราคาที่ดินแล้ว ควรคำนึงถึงระยะห่างของระบบบำบัดน้ำเสียกับแหล่งกำเนิดน้ำเสียด้วย เนื่องจากจะส่งผลต่องบประมาณในการก่อสร้างและเดินระบบรวบรวมน้ำเสียด้วยเช่นกัน หากชุมชนที่มีที่ดินสาธารณะอยู่แล้วต้องประเมินราคาที่ดินดังกล่าวและนำมาคำนวณรวมกับงบประมาณการก่อสร้างด้วย (แม้ว่าในความเป็นจริงจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายก็ตาม) เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กับแนวทางเลือกอื่นๆ และควรเลือกแนวทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

4) สภาพท้องที่

ในการเลือกใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียนั้น ต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของผู้คนโดยรอบพื้นที่ด้วย เช่น ในชุมชนที่มีอาคารหนาแน่น หรือระบบบำบัดตั้งอยู่ใกล้กับชุมชน ควรเลือกใช้ระบบที่เป็นระบบปิด เช่น ระบบตะกอนเร่ง เพื่อป้องกันปัญหากลิ่นและแมลงรบกวนอันเนื่องมาจากระบบได้ ส่วนชุมชนที่มีพื้นที่ไม่จำกัด และระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่ห่างไกลผู้คน ก็อาจสามารถเลือกใช้ระบบที่เปิดโล่ง และมีความง่ายในการเดินระบบมากกว่า เช่น บ่อปรับเสถียรหรือสระเติมอากาศได้

5) งบประมาณในการลงทุน

แม้ว่างบประมาณการก่อสร้างจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสีย แต่การคัดเลือกระบบที่เหมาะสมควรคำนึงถึงงบประมาณในการเดินระบบด้วย มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหา การขาดแคลนงบประมาณในการเดินระบบและซ่อมบำรุงเครื่องจักร จนกระทั่งต้องหยุดเดินระบบไปได้ ดังนั้นในการคัดเลือกระบบที่เหมาะสมจะต้องคำนึงงบประมาณในการเดินระบบ เช่น ค่าจ้างบุคลากร ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี และค่าซ่อมบำรุงรักษา หรือทดแทนเครื่องจักรต่างภายในระบบควบคู่ไปกับการพิจารณางบประมาณในการก่อสร้างเสมอ

4.3.2.2 การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

การพิจารณาพื้นที่เพื่อใช้เป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากพื้นที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียที่ดี ควรจะต้องมีความสอดคล้องกับระบบรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบโดยรวมต่ำ การพิจารณาเลือกที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียจะพิจารณาจากเกณฑ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) พิจารณาเลือกสถานที่ซึ่งเป็นที่สาธารณะภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย เนื่องจากจะทำให้ไม่เป็นภาระในการจัดซื้อที่ดินเพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างระบบ ทำให้ค่าก่อสร้างโดยรวมมีค่าต่ำ

2) ที่ตั้งต้องสอดคล้องกับระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินท่อ และลดจำนวนสถานีสูบให้มีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะส่งผลให้ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการเดินระบบต่ำลง

3) ที่ดินที่จะใช้ก่อสร้างระบบบำบัดจะต้องมีขนาดและศักยภาพพอที่จะขยายตัวได้ในอนาคต หากปริมาณน้ำเสียภายในมหาวิทยาลัยเพิ่มมากขึ้น

4) จะต้องอยู่ติดหรืออยู่ใกล้กับพื้นที่รองรับน้ำทิ้ง ที่สามารถระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วทิ้งได้อย่างสะดวก

5) ต้องเป็นพื้นที่ที่เข้าถึงได้โดยสะดวก เพื่อให้การดูแลรักษาและซ่อมบำรุงสามารถเข้าไปดำเนินการได้โดยง่าย

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บแบบจ้วง เก็บจากจุดต่างๆ ภายในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 8.33-498 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.30-46.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าพีเอช (pH) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.11-8.48 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) ค่าอยู่ระหว่าง 2.79-60.20 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พบว่า ค่าพารามิเตอร์ของน้ำทิ้ง ส่วนใหญ่ มีค่าบีโอดีเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ มีความสกปรกไม่สูงนัก โดยใกล้เคียงกับลักษณะน้ำเสียของชุมชนโดยทั่วไป ที่มีค่าบีโอดี อยู่ระหว่าง 65 – 110 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอย อยู่ระหว่าง 40 – 110 มิลลิกรัมต่อลิตร ทีเคเอ็น อยู่ระหว่าง 10 - 40 มิลลิกรัม

ต่อลิตร และฟอสฟอรัสรวม อยู่ระหว่าง 10 - 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำเสียให้ดีขึ้นจนผ่านเกณฑ์มาตรฐานนั้น จึงสามารถที่จะใช้ระบบบำบัดแบบชีวภาพได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียรวมเปรียบเทียบกัน 3 ระบบ ได้แก่

1) ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) ซึ่งเป็นระบบอาศัยกลไกการบำบัดทางธรรมชาติเป็นหลัก ใช้เครื่องจักรน้อย ส่งผลให้มีค่าเดินระบบต่ำ แต่มีข้อเสียคือ ประสิทธิภาพการบำบัดจะไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ต้องการใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมากและไม่สามารถสร้างเป็นระบบปิดได้ จึงอาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่รอบข้างได้

2) ระบบกรอง-เติมอากาศ (Fixed film aeration tank) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพชนิดหนึ่ง อาศัยการเลี้ยงแบคทีเรียจำนวนมากให้เกาะอยู่กับตัวกลางในถังเติมอากาศ ระบบนี้มีข้อดี คือมีประสิทธิภาพสูงและควบคุมประสิทธิภาพได้ตามต้องการ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อย สามารถสร้างเป็นระบบปิดได้จึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่รอบข้างน้อย แต่มีข้อเสียคือ ต้องการบุคลากรควบคุมระบบที่มีความรู้กว่าระบบบ่อปรับเสถียร มีการใช้เครื่องจักรในการเติมออกซิเจนให้กับแบคทีเรียที่เลี้ยงไว้ในระบบ ส่งผลให้มีภาระค่าไฟฟ้าสูงกว่า และมีตะกอนส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัด

3) ระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ อาศัยการเลี้ยงแบคทีเรียจำนวนมากให้ล่องลอยอยู่ในถังเติมอากาศ ระบบนี้มีข้อดี คือมีประสิทธิภาพสูงและควบคุมประสิทธิภาพได้ตามต้องการ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อย สามารถสร้างเป็นระบบปิดได้จึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่รอบข้างน้อย แต่มีข้อเสียคือ ต้องการบุคลากรควบคุมระบบที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง จึงจะสามารถเดินระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการใช้เครื่องจักรจำนวนมาก ส่งผลให้มีภาระค่าไฟฟ้าสูง และมีตะกอนส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัดในปริมาณมาก จำเป็นต้องมีระบบกำจัดตะกอนที่มีประสิทธิภาพดี ส่งผลให้ราคาโดยรวมของระบบมีราคาสูง

ในการพิจารณาคัดเลือกระบบที่มีความเหมาะสมจะทำการคำนวณพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละทางเลือกโดยละเอียด และระบบที่เลือกใช้ต้องสอดคล้อง เหมาะสมกับตำแหน่งที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย ที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนแก่ผู้ที่ใช้ประโยชน์หรืออาคารที่อยู่ใกล้เคียงระบบบำบัดที่จะทำการก่อสร้าง โดยจากการสำรวจพื้นที่ พบว่า ภายในมหาวิทยาลัยจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยลำห้วยคะคางที่พาดผ่านกลางมหาวิทยาลัย เพื่อให้การจัดการน้ำเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับระบบรวบรวมน้ำเสียที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้ทำการแบ่งพื้นที่กำเนิดน้ำเสียออกเป็นพื้นที่ย่อยจำนวน 4 ส่วน และกำหนดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมสำหรับแต่ละส่วนทุกส่วน ดังนั้นจะมีระบบบำบัดน้ำเสียรวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 4 แห่ง โดยพื้นที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่

ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 1 (WWTP#1) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณหลังอาคารหอพักหญิง รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่ อาคารหอพักนักศึกษาหญิง อาคารสาขาเซรามิกส์ อาคารสาขาอุตสาหกรรมก่อสร้าง อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาคารสาธารณสุขศาสตร์ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์หลังใหม่ อาคารคณะมุษย์ศาสตร์ฯ อาคาร 7 คณะครุศาสตร์ บ้านพักบุคลากร 63 หลัง อาคารราชพฤกษ์ และโรงเรียนสาธิต

ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 2 (WWTP#2) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณหลังสระว่ายน้ำของมหาวิทยาลัยฯ รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่ หอพักบุคลากร 48 ยูนิต หอพักยูงทอง บ้านพักบุคลากร 28 หลัง อาคารคณะมนุษยศาสตร์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์ อาคารคณะนิติศาสตร์ อาคารวิริยะ อาคาร4 คณะมนุษยศาสตร์ฯ อาคาร 5 อาคาร 6 คณะวิทยาศาสตร์ฯ และอาคารศิลปกรรม

ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 3 (WWTP#3) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณอาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่ อาคารศูนย์ภาษา อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารเทคโนโลยีการเกษตร สนามฟุตซอล สนามมวย อาคารกิจการนักศึกษา สนามยิงปืน อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา อาคารสำนักวิทยบริการ อาคารโรงพิมพ์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์และอาคาร 11 ศูนย์ศึกษาพิเศษ

ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 4 (WWTP#4) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณอาคารเรียนเกษตรหลังเก่า (ตึก 18) รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่ อาคารคณะเทคโนโลยีการเกษตร (หลังเก่า) บ้านพักบุคลากร 32 หลัง อาคารสโมสรอาจารย์ 1 อาคาร 2 อาคารกลุ่มงานอาคาร อาคารฯ 72 พรรษา อาคารเฉลิมพระเกียรติ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี และอาคารคณะวิทยาการจัดการ โดยตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.57

ภาพที่ 4.57 สถานที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวม

4.3.3 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

4.3.3.1 องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนทั่วไปประกอบด้วยหน่วยบำบัด 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment)

เป็นการขจัดสารลอยน้ำ สารแขวนลอย เศษดิน ตะกอนทรายต่างๆ ออกจากน้ำเสีย ด้วยวิธีการทางกายภาพ ซึ่งการบำบัดขั้นต้นประกอบด้วย บ่อวัดอัตราการไหล ตะแกรงหยาบสำหรับดักขยะ และถังแบ่งจ่ายน้ำเสีย เพื่อควบคุมปริมาณน้ำเสียเข้าสู่การบำบัดขั้นที่สองต่อไปโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

(ก) Flow Measuring Chamber เป็นอาคารวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย โดยใช้เครื่องวัดอีเลคโทรนิควัดปริมาณน้ำเสียที่ไหลในรางเปิด อาศัยหลักการของคลื่นเสียงในการคำนวณหาความลึกของน้ำเสีย เปลี่ยนเป็นพื้นที่หน้าตัดของการไหล คูณกับความเร็วของการไหล (ซึ่งวัดโดย Doppler Sensor) จะได้ผลของอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเพื่อใช้ประโยชน์ในการควบคุมระบบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพรวมทั้งแก้ปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

(ข) ตะแกรงหยาบ (Coarse Bar Screen) ทำหน้าที่กรองเพื่อแยกขยะของแข็งหรือสิ่งแขวนลอยขนาดใหญ่ออกจากน้ำเสียเป็นการป้องกันการอุดตันของขยะในเส้นท่อและลดภาระด้านการบำบัดของหน่วยบำบัดต่างๆ ลงตะแกรงหยาบจะมีชุดสำรอง เพื่อไว้สับเปลี่ยนซ่อมแซมได้ ส่วนของขยะที่ติดค้างอยู่กับตะแกรงจะถูกกวาดออกโดยอุปกรณ์จักรกลเพื่อแยกขยะนำไปกำจัดต่อไป

(ค) สถานีสูบน้ำเสีย (Pumping Station) ทำหน้าที่ยกระดับน้ำเสีย ซึ่งนำมายังโรงบำบัดโดยท่อรวบรวมน้ำเสีย เพื่อให้น้ำเสียสามารถไหลเข้าสู่องค์ประกอบอื่นๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยแรงโน้มถ่วงต่อไป การทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียถูกควบคุมด้วยระดับน้ำในบ่อสูบน้ำเสีย

(ง) อาคารแบ่งจ่ายน้ำเสีย (Flow Divider) ทำหน้าที่เป็นอาคารแบ่งจ่ายน้ำเสียเข้าสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย ตามปริมาณที่ต้องการเพื่อบำบัดให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้ง และสำหรับในช่วงฤดูฝน น้ำเสียรวมส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีน้ำฝนเจือปนอยู่มาก และมีค่าความเข้มข้นของ BOD ต่ำจะถูกส่งเข้าระบบบำบัดซึ่งได้ออกแบบไว้ ให้สามารถรองรับน้ำเสียได้ด้วยปริมาณไม่เกิน 1.20 Q_{dwf} ส่วนที่เกินกว่าระดับที่ออกแบบไว้จะถูกผันลงสู่ลำน้ำสาธารณะ เนื่องจากเป็นน้ำที่เจือจางและปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ

(2) การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา (Biological Treatment) เพื่อลดความสกปรกในน้ำเสีย ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

(ก) ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment) เป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง ซึ่งอาศัยกระบวนการทางชีวภาพ ได้แก่การใช้แบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำมาย่อยทำลายของเสียในน้ำ ทำให้น้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย มีความเน่าเสียลดลงจนอยู่ในระดับที่สามารถระบายทิ้งได้ ในการออกแบบเบื้องต้น ที่ปรึกษาจะดำเนินการเป็น 2 ทางเลือก ตามเกณฑ์ที่จะได้กล่าวต่อไป

(ข) ถังเติมสารคลอรีน (Chlorine Contact Tank) น้ำเสียภายหลังผ่านกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแล้ว จะถูกส่งผ่านไปยังถังเติมสารคลอรีน เพื่อให้คลอรีนทำหน้าที่ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หรือเชื้อโรคในน้ำทิ้ง ก่อนระบายลงสู่ลำน้ำสาธารณะเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดต่อเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารที่มีน้ำเป็นพาหะ

(3) การกำจัดกากตะกอน (Sludge Disposal)

ในกรณีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งและบ่อเติมอากาศ จะไม่มีหน่วยแยกและกำจัดตะกอน กากตะกอนที่เกิดจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลาย และมีการขุดลอกจากก้นบ่อ ออกไปทิ้งเป็นครั้งคราว เมื่อบ่อเกิดการตื้นเขิน ส่วนระบบตะกอนเร่งจะมีหน่วยที่ใช้กำจัดตะกอนโดยเฉพาะ เนื่องจากขนาดของระบบตะกอนเร่งมีขนาดเล็กที่สุด

4.3.3.2 แนวความคิดในการออกแบบ

(1) เกณฑ์การคำนวณปริมาณน้ำเสีย เนื่องจากระบบรวบรวมน้ำเสียในเขตพื้นที่ศึกษาเป็นระบบท่อระบายรวม (Combined Sewer System) ดังนั้น การกำหนดอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจึงต้องพิจารณาปริมาณน้ำเสียในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีค่อนข้างมากเข้ามาร่วมในการศึกษาด้วย ซึ่งมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

Q_{dwf} = $Q_w + 0.2\ Q_w = 1.2\ Q_w$ (รวม Infiltration)

Q_w = 0.8 Q

$Q_{max.\ day}$ = $1.2\ Q_{dwf}$

$Q_{peak\ Hr.}$ = $1.3\ Q_{max.\ day}$ (หรือ = $1.56\ Q_{dwf}$)

Q_{wwf} = $4.68\ Q_{dwf}$ (หรือ = $5.62\ Q_w$)

ในเมื่อ : Q_w = อัตราการไหลของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด

Q = อัตราการใช้น้ำ

Q_{dwf} = อัตราการไหลเฉลี่ยรายวัน (ฤดูแล้ง)

$Q_{max.\ day}$ = อัตราการไหลสูงสุดของวัน

$Q_{peak\ Hr.}$ = อัตราการไหลสูงสุดของชั่วโมง

Q_{wwf} = อัตราการไหลในฤดูฝน

ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่เข้าสู่ระบบ ได้กำหนดไว้เป็น 2 ลักษณะคือ

(ก) ปริมาณน้ำเสียในฤดูแล้ง

สามารถดำเนินการได้ง่ายโดยน้ำเสียทั้งหมดจะถูกรวบรวมให้เข้าสู่ระบบบำบัดซึ่งออกแบบให้สามารถรับปริมาณน้ำเสียได้สูงสุดของวัน คือ $Q_{max.\ day}$ หรือเท่ากับ 1.2 Q_{dwf}

(ข) ปริมาณน้ำเสียในฤดูฝน

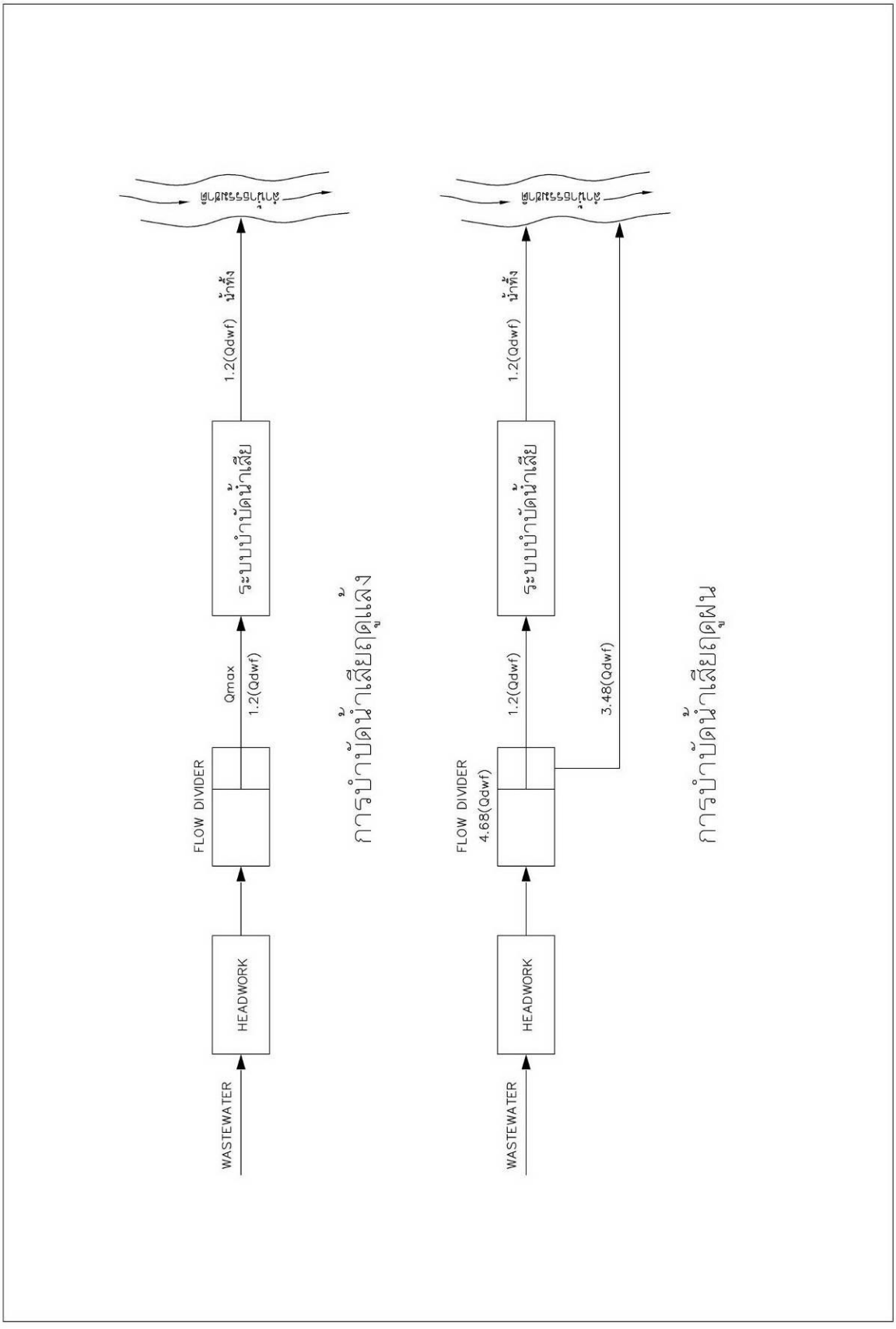
การบำบัดน้ำเสียจะยุ่งยากกว่าในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากในระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม จะมีปริมาณน้ำฝนปนเข้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงกำหนดให้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถรับปริมาณน้ำเสียได้เท่ากับ 1.20 Q_{dwf} ซึ่งเป็นอัตราการไหลสูงสุดในรอบวัน โดยปริมาณน้ำเสียดังกล่าวจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ จำนวน 1.20 Q_{dwf} จะถูกส่งเข้าระบบบำบัดแบบชีววิทยาเพื่อลดค่าความสกปรก (BOD) ออกไปให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งและอีกส่วนหนึ่งคือ 3.48 Q_{dwf} จะถูกระบายลงสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง ผังการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียในฤดูแล้งและฤดูฝน ดังภาพที่ 4.58

(2) การใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย _พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียนั้น มีตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 4.3.2

(3) มาตรฐานน้ำทิ้งสุดท้าย __กำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชน ของกรมควบคุมมลพิษ โดยมีค่า BOD_5ไม่เกิน 20 มก./ล.

4.3.3.3 ค่าแนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย จะใช้ค่าแนะนำในการออกแบบสำหรับระบบบ่อปรับเสถียร ดังตารางที่ 4. 12 สำหรับระบบเกรอะ – กรองเติมอากาศ ดังตารางที่ 4. 13 และสำหรับระบบตะกอนเร่ง ดังตารางที่ 4.14



ภาพที่ 4.58 แผนผังการบำบัดน้ำเสียในรูปแบบต่างๆ

ตารางที่ 4.12 ค่าแนะนำในการออกแบบระบบบ่อปรับเสถียร

องค์ประกอบของระบบบำบัด	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. การบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment)	
1.1 บ่อวัดอัตราการไหล	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
1.2 ตะแกรงหยาบ	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
1.3 สถานีสูบน้ำเสีย	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้างและเครื่องสูบน้ำ	4.68 Q_{dwf}
1.4 อาคารแบ่งจ่ายน้ำเสีย	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
- ควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ weir และ sluice gate	
2. การบำบัดขั้นที่ 2 (Secondary Treatment)	
<u>ระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond)</u>	
2.1 บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	1.20 Q_{dwf}
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ	อนุกรม
- สมการที่ใช้ในการคำนวณ	1^{st}-order kinetics
$S/S_0 = 1/(1+K_Tt)$	
โดยที่	ไม่เกิน 20
S = ความเข้มข้น BOD_5ของน้ำเสียออกจากระบบ(มก./ล.)	
S_0 = ความเข้มข้น BOD_5ของน้ำเสียออกจากระบบ(มก./ล.)	
S/S_0 = อัตราการกำจัด BOD_5ที่อุณหภูมิ T องศาเซลเซียส($วัน^{-1}$)	
t = ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียในบ่อ(วัน)	15 - 30
K_T = ค่าคงที่อัตราการกำจัด BOD_5ที่อุณหภูมิ T องศาเซลเซียส($วัน^{-1}$)	
$K_T = K_{20}\theta^{(T-20)}$	
K_{20} = ค่าคงที่อัตราการกำจัด BOD_5ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส($วัน^{-1}$)	0.20
T = อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำในบ่อที่ใช้คำนวณ (องศาเซลเซียส)	20
θ = สัมประสิทธิ์ในการปรับค่าอุณหภูมิ	1.079

ตารางที่ 4.12 ค่าแนะนำในการออกแบบระบบบ่อปรับเสถียร (ต่อ)

องค์ประกอบของระบบบำบัด	**ค่าที่ใช้ออกแบบ**
2.1 บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond) (ต่อ)	
- อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน)	
- 15 องศาเซลเซียส	10 – 15
- 20 องศาเซลเซียส	15 – 20
- 25 องศาเซลเซียส	20– 25
$L_a = QS_0/A$	
โดยที่	
L_a = อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่(ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน)	
Q = อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (ลบ.ม./วัน)	1.20 Q_{dwf}
S_0 = ค่าบีโอดี$_5$ของน้ำเสียเข้าระบบ(มก./ล.)	100
A = พื้นที่บ่อที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ (ตร.ม.)	
2.2 บ่อบ่ม (Maturation Pond)	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	1.20 Q_{dwf}
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ	อนุกรม
- ระยะเวลากักน้ำในบ่อ(วัน)	5 – 7
- ความลึกเฉลี่ยของน้ำในบ่อ (เมตร)	1 – 1.5
- อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำในบ่อที่ใช้คำนวณ(องศาเซลเซียส)	20

ตารางที่ 4.13 ค่าแนะนำในการออกแบบระบบเกรอะ – กรองเติมอากาศ

องค์ประกอบของระบบบำบัด	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. การบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment)	
1.1 บ่อวัดอัตราการไหล	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
1.2 ตะแกรงหยาบ	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
1.3 สถานีสูบน้ำเสีย	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้างและเครื่องสูบน้ำ	4.68 Q_{dwf}
1.4 อาคารแบ่งจ่ายน้ำเสีย	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
- ควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ weir และ sluice gate	
2. การบำบัดขั้นที่ 2 (Secondary Treatment)	
<u>ระบบกรอง เติมอากาศ (Fixed film aeration)</u>	
2.1 ส่วนเกรอะ – แยกกาก	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	1.20 Q_{dwf}
- ระยะเวลากักน้ำ, ชั่วโมง	6 - 24
- ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี, ร้อยละ	40 - 60
2.2ส่วนกรองเติมอากาศ (Fixed – film aeration tank)	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	1.20 Q_{dwf}
- ระยะเวลากักน้ำ, ชั่วโมง	4 - 6
- ภาระบรรทุกบีโอดีสำหรับตัวกลาง, กก.บีโอดี/ลบ.ม./วัน	0.15 – 0.50
- อัตราส่วนของปริมาตรตัวกลาง/ปริมาตรถังส่วนกรอง, ร้อยละ	60
- ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ, เท่าของบีโอดีที่ถูกกำจัด	2 - 4
- สมการที่ใช้คำนวณ HRT = V/Q	
HRT = V/Q	
$V_m = (S_0.Q/ L_V)$.	
โดยที่	
HRT = ระยะเวลากักน้ำของส่วนเติมอากาศ, ชม.	4 - 6
V = ปริมาตรของถังเติมอากาศ, ลบ.ม.	-
Q = อัตราการไหลออกแบบของถังเติมอากาศ, ลบ.ม./วัน	1.2 Q_{dwf}
V_m = ปริมาตรของตัวกลาง, ลบ.ม.	
S_0 = ค่าบีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบ, มก./ล.	100
S = ค่าบีโอดีของน้ำทิ้งออกจากระบบ, มก./ล.	20
L_V = อัตราภาระบรรทุกเชิงพื้นที่ของตัวกลาง, กก.บีโอดี/ลบ.ม./วัน	0.15 – 0.50

ตารางที่ 4.14 ค่าแนะนำในการออกแบบระบบตะกอนเร่ง

องค์ประกอบของระบบบำบัด	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. การบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment)	
1.1 บ่อวัดอัตราการไหล	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
1.2 ตะแกรงหยาบ	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
1.3 สถานีสูบน้ำเสีย	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้างและเครื่องสูบน้ำ	4.68 Q_{dwf}
1.4 อาคารแบ่งจ่ายน้ำเสีย	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	4.68 Q_{dwf}
- ควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ weir และ sluice gate	
2. การบำบัดขั้นที่ 2 (Secondary Treatment)	
<u>ระบบตะกอนเร่ง (Activated sludge)</u>	
2.1 ถังเติมอากาศ (Aeration tank)	
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง	1.20 Q_{dwf}
- ความลึกสูงสุดของน้ำในบ่อ (เมตร)	3.5
- อัตราภาระบีโอดีเชิงปริมาตร, กก.บีโอดี/ลบ.ม./วัน	0.8 – 1.9
- อัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M), ก.บีโอดี/ก.เอ็มแอลวีเอสเอส-วัน	0.15 – 0.6
- อายุสลัดจ์ (Mean Cell Resident Time) (วัน)	20 - 30
- สัมประสิทธิ์การสลายตัวจำเพาะ k_d (วัน$^{-1}$)	0.03 – 0.07
- อัตราการเวียนสลัดจ์(เท่าของอัตราการไหลเข้า)	0.25 – 1.0
- ค่าเอ็มแอลเอสเอสในถังเติมอากาศ (มก./ล.)	1,500 – 3,000
- สัมประสิทธิ์ปริมาณการผลิต (ก.วีเอสเอส/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด)	0.3 – 0.7
2.2 ถังตกตะกอน (settling tank)	
- อัตราน้ำล้นผิว, ลบ.ม./ตร.ม./วัน	15 – 30
- อัตราภาระบรรทุกของฝาย, ลบ.ม./ม./วัน	250
- ความลึกน้ำในถัง, ม.	3 - 6

ที่มา: เอกสารภาคผนวก ท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน, ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ ๑๒๗ ตอนพิเศษ ๗๒ ง หน้า ๒๗ ลงวันที่ ๘ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๓ : เกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 2 “รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน, กรมควบคุมมลพิษ, ตีพิมพ์โดย สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศ, พ.ศ. 2546

: Wastewater Engineering 3rd edition, Metcalf and Eddy, McGraw-Hill, Inc., 1991

4.3.4 ทางเลือกของระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการศึกษาครั้งนี้ จะพิจารณาทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย 3 ระบบเปรียบเทียบกัน ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (stabilization pond) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ (fixed - film aeration) และระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 แห่ง อยู่ในพื้นที่เปิดโล่งและอยู่ใกล้กับอาคารที่มีการใช้งาน ดังนั้น ในการพิจารณาคัดเลือกระบบที่เหมาะสมจึงพิจารณาระบบที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงน้อยที่สุดก่อน จากนั้นจึงจะพิจารณามูลค่าการลงทุนของแต่ละระบบ โดยพิจารณาพื้นที่ที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ค่าเดินระบบ ค่าซ่อมบำรุง และค่าก่อสร้าง ประกอบการพิจารณา เมื่อพิจารณาเลือกระบบบำบัดที่มีความเหมาะสมได้แล้ว จากนั้นจึงทำการออกแบบรายละเอียดและประมาณราคาค่าก่อสร้างของระบบนั้น ต่อไป

4.3.5 ผลการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละทางเลือก

การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละจุด จะทำการออกแบบโดยใช้อัตราการเกิดน้ำเสียจากพื้นที่ต่างตามที่ได้แบ่งไว้ โดยมีรายละเอียดพื้นที่กำเนิดน้ำเสียและปริมาณน้ำเสียแสดง ดังตารางที่ 4.15 และรายละเอียดการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ดังตารางที่ 4. 16 ถึง 4. 19 และรายละเอียดการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบเกรอะ-กรองเติมอากาศ ดังตารางที่ 4. 20 ถึง 4. 23 รายละเอียดการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง ดังตารางที่ 4.24 ถึง 4.27

ตารางที่ 4.15 พื้นที่กำเนิดน้ำเสียและปริมาณน้ำเสียในแต่ละส่วน

Zone	พื้นที่กำเนิดน้ำเสีย	WWTP	Qwavg	Qdwf
		No.	(cu.m./d)	(cu.m./d)
1	อาคารหอพักนักศึกษาหญิง, อาคารสาขาเซรามิกส์, อาคารสาขาอุตสาหกรรมก่อสร้าง, อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, อาคารสาธารณสุขศาสตร์, อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์หลังใหม่, อาคารคณะมุษย์ศาสตร์ฯ, อาคาร 7 คณะครุศาสตร์, บ้านพักบุคลากร 63 หลัง, อาคารราชพฤกษ์, โรงเรียนสาธิต	#1	100.00	120.00
2	หอพักบุคลากร 48 ยูนิต, หอพักยูงทอง, บ้านพักบุคลากร 28 หลัง, อาคารคณะมนุษยศาสตร์, อาคาร 8 คณะครุศาสตร์, อาคารคณะนิติศาสตร์, อาคารวิริยะ, อาคาร4 คณะมนุษยศาสตร์ฯ, อาคาร 5,6 คณะวิทยาศาสตร์ฯ, อาคารศิลปกรรม	#2	151.00	181.20
3	อาคารศูนย์ภาษา, อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ, อาคารเทคโนโลยีการเกษตร, สนามฟุตซอล, สนามมวย, อาคารกิจการนักศึกษา, สนามยิงปืน, หอประชุม 80 ปี, อาคารสำนักวิทยบริการ, อาคารโรงพิมพ์, อาคาร 8 คณะครุศาสตร์, อาคาร 11 ศูนย์ศึกษาพิเศษ	#3	136.00	163.20
4	อาคารคณะเทคโนโลยีการเกษตร (หลังเก่า), บ้านพักบุคลากร 32 หลัง, อาคารสโมสรอาจารย์ 1,2, อาคารกลุ่มงานอาคาร, อาคารฯ 72 พรรษา, อาคาร 60 ปี, อาคารคณะวิทยาการจัดการ	#4	63.00	75.60

ตารางที่ 4.16 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร แห่งที่ 1 (WWTP#1)

<u>ระบบบำบัดแห่งที่ 1 WWTP#1</u>			
1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ			
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด		120.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)		120.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)		100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)		20.00	มก./ล.
1.2 คำนวณขนาดบ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)			
- จำนวนบ่อแฟคัลเททีฟที่เลือกใช้		1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าบ่อแต่ละบ่อ (Q)		120.00	ลบ.ม./วัน
- อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		20.00	องศาเซลเซียส
- จากสมการ			
S/S_0	=	$1/(1+K_Tt)$	
และ K_T	=	$K_{20}q^{(T-20)}$	วัน $^{-1}$
- กำหนดให้ K_T	=	K_{20}	วัน $^{-1}$
	=	0.2	วัน $^{-1}$
ดังนั้นจะได้ว่าเวลากักน้ำของบ่อ (t)	=	$((S_0/S) -1)/ K_T$	
	=	20.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อ จากสมการ			
HRT	=	V/Q	วัน
V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อที่ต้องการ (V)	=	2,400.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ	=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการ (A)	=	1,200.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>			
- ความกว้างปากบ่อ		30.00	ม.

- ความยาวปากบ่อ		60.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ		1,800.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)		2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ		2.50	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ		2.00	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ		28.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ		58.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)		1,624.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		24.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		54.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		1,296.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		20.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		50.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		1,000.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2.0/6 * ((1,624)+(4*1,296)+1,000)			ลบ.ม.
V = 2,602.67	>	2,400.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	21.69	วัน
ตรวจสอบอัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (L_a) จากสมการ			
L_a = QS_0/A			ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
จะได้ว่า L_a = 7.39	<	15.00	ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
1.3 คำนวณขนาดบ่อบ่ม (Maturation Pond)			
- จำนวนบ่อบ่มที่เลือกใช้		1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลเข้าบ่อแต่ละบ่อ		120.00	ลบ.ม./วัน

- กำหนดเวลากักน้ำที่ใช้ออกแบบ		5.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อบ่ม แต่ละบ่อ จากสมการ			
HRT	=	V/Q	วัน
V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อบ่มที่ต้องการ แต่ละบ่ออย่างน้อย (V)	=	600.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ	=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการโดยประมาณ (A)	=	300.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อบ่ม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>			
- ความกว้างปากบ่อ		20.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ		30.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ		600.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)		2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ		3.00	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ		2.50	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ		18.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ		28.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)		504.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		13.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		23.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		299.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		8.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		18.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		144.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2.5/6 * ((504)+(4*299)+144)			ลบ.ม.
V = 768.33	>	600.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ		6.40	วัน

1.4 พื้นที่ที่ต้องการทั้งหมด			
- พื้นที่สำหรับบ่อแฟคัลเททีฟ	=	1,800.00	ตร.ม.
- พื้นที่สำหรับบ่อบ่ม	=	600.00	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับคันดินและอาคารอื่นๆ ร้อยละ		20.00	ของพื้นที่ทั้งหมด
	=	480.00	ตร.ม.
- พื้นที่รวมที่ต้องการทั้งหมดอย่างน้อย	=	2,880.00	ตร.ม.
	=	1.80	ไร่

ตารางที่ 4.17 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร แห่งที่ 2 (WWTP#2)

1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ			
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด		181.20	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)		180.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)		100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)		20.00	มก./ล.
1.2 คำนวณขนาดบ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)			
- จำนวนบ่อแฟคัลเททีฟที่เลือกใช้		1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าบ่อแต่ละบ่อ (Q)		180.00	ลบ.ม./วัน
- อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		20.00	องศาเซลเซียส
- จากสมการ			
S/S_0	=	$1/(1+K_Tt)$	
และ K_T	=	$K_{20}q^{(T-20)}$	วัน $^{-1}$
- กำหนดให้ K_T	=	K_{20}	วัน $^{-1}$
	=	0.2	วัน $^{-1}$
ดังนั้นจะได้ว่าเวลากักน้ำของบ่อ (t)	=	$((S_0/S)-1)/ K_T$	
	=	20.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อ จากสมการ			

HRT	=	V/Q	วัน
V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อที่ต้องการ (V)	=	3,600.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ	=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการ (A)	=	1,800.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>			
- ความกว้างปากบ่อ		35.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ		70.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ		2,450.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)		2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ		2.50	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ		2.00	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ		33.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ		68.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)		2,244.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		29.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		64.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		1,856.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		25.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		60.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		1,500.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2/6*((2,244)+(4*1,856)+1,500)			ลบ.ม.
V = 3,722.67	>	3,600.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	20.68	วัน
ตรวจสอบอัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (L_a) จากสมการ			
L_a = QS_0/A			ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน

จะได้ว่า L_a = 8.02	<	15.00	ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
1.3 คำนวณขนาดบ่อบ่ม (Maturation Pond)			
- จำนวนบ่อบ่มที่เลือกใช้		1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลเข้าบ่อแต่ละบ่อ		180.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดเวลากักน้ำที่ใช้ออกแบบ		5.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อบ่ม แต่ละบ่อ จากสมการ			
HRT	=	V/Q	วัน
V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อบ่มที่ต้องการ แต่ละบ่ออย่างน้อย (V)	=	900.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ	=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการโดยประมาณ (A)	=	450.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อบ่ม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>			
- ความกว้างปากบ่อ		20.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ		35.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ		700.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)		2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ		3.00	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ		2.50	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ		18.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ		33.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)		594.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		13.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		28.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		364.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		8.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		23.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		184.00	ตร.ม.

คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2.5/6 * ((594)+(4*364)+184)			ลบ.ม.
V = 930.83	>	900.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ		5.17	วัน
1.4 พื้นที่ที่ต้องการทั้งหมด			
- พื้นที่สำหรับบ่อแฟคัลเททีฟ	=	2,450.00	ตร.ม.
- พื้นที่สำหรับบ่อบ่ม	=	700.00	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับคันดินและอาคารอื่นๆ ร้อยละ		20.00	ของพื้นที่ทั้งหมด
	=	630.00	ตร.ม.
- พื้นที่รวมที่ต้องการทั้งหมดอย่างน้อย	=	3,780.00	ตร.ม.
	=	2.36	ไร่

ตารางที่ 4.18 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร แห่งที่ 3 (WWTP#3)

<u>ระบบบำบัดแห่งที่ 3 WWTP#3</u>			
1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ			
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด		163.20	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)		160.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)		100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)		20.00	มก./ล.
1.2 คำนวณขนาดบ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)			
- จำนวนบ่อแฟคัลเททีฟที่เลือกใช้		1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าบ่อแต่ละบ่อ (Q)		160.00	ลบ.ม./วัน
- อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		20.00	องศาเซลเซียส
- จากสมการ			
S/S_0	=	$1/(1+K_T t)$	

และ	K_T	=	$K_{20}q^{(T-20)}$	วัน $^{-1}$
- กำหนดให้	K_T	=	K_{20}	วัน $^{-1}$
		=	0.2	วัน $^{-1}$
ดังนั้นจะได้ว่าเวลากักน้ำของบ่อ (t)		=	$((S_0/S) -1)/ K_T$	
		=	20.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อ จากสมการ				
	HRT	=	V/Q	วัน
	V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อที่ต้องการ (V)		=	3,200.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ		=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการ (A)		=	1,600.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>				
- ความกว้างปากบ่อ			35.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ			70.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ			2,450.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)			2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ			2.50	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ			2.00	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ			33.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ			68.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)			2,244.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ			29.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ			64.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)			1,856.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ			25.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ			60.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)			1,500.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด				

V = d/6*(A1+4A2+A3)				ลบ.ม.
V = 2.0/6 * ((2,244)+(4*1,856)+1,500)				ลบ.ม.
V = 3,722.67		>	3,200.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ			23.27	วัน
ตรวจสอบอัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (L_a) จากสมการ				
L_a = QS_0/A				ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
จะได้ว่า L_a = 7.13		<	15.00	ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
1.3 คำนวณขนาดบ่อบ่ม (Maturation Pond)				
- จำนวนบ่อบ่มที่เลือกใช้			1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ			อนุกรม	
- อัตราการไหลเข้าบ่อแต่ละบ่อ			160.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดเวลากักน้ำที่ใช้ออกแบบ			5.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อบ่ม แต่ละบ่อ จากสมการ				
HRT		=	V/Q	วัน
V		=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อบ่มที่ต้องการ แต่ละบ่ออย่างน้อย (V)		=	800.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ		=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการโดยประมาณ (A)		=	400.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อบ่ม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>				
- ความกว้างปากบ่อ			20.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ			35.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ			700.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)			2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ			3.00	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ			2.50	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ			18.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ			33.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)			594.00	ตร.ม.

- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		13.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		28.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		364.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		8.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		23.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		184.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2.5/6 * ((594)+(4*364)+184)			ลบ.ม.
V = 930.83	>	800.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ		5.82	วัน
1.4 พื้นที่ที่ต้องการทั้งหมด			
- พื้นที่สำหรับบ่อแฟคัลเททีฟ	=	2,450.00	ตร.ม.
- พื้นที่สำหรับบ่อบ่ม	=	700.00	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับคันดินและอาคารอื่นๆ ร้อยละ		20.00	ของพื้นที่ทั้งหมด
	=	630.00	ตร.ม.
- พื้นที่รวมที่ต้องการทั้งหมดอย่างน้อย	=	3,780.00	ตร.ม.
	=	2.36	ไร่

ตารางที่ 4.19 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร แห่งที่ 4 (WWTP#4)

<u>ระบบบำบัดแห่งที่ 4 WWTP#4</u>			
1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ			
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด		75.60	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)		80.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)		100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)		20.00	มก./ล.
1.2 คำนวณขนาดบ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)			
- จำนวนบ่อแฟคัลเททีฟที่เลือกใช้		1.00	บ่อ

- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าบ่อแต่ละบ่อ (Q)		80.00	ลบ.ม./วัน
- อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		20.00	องศาเซลเซียส
- จากสมการ			
S/S_0	=	$1/(1+K_Tt)$	
และ K_T	=	$K_{20}q^{(T-20)}$	วัน$^{-1}$
- กำหนดให้ K_T	=	K_{20}	วัน$^{-1}$
	=	0.2	วัน$^{-1}$
ดังนั้นจะได้ว่าเวลากักน้ำของบ่อ (t)	=	$((S_0/S) -1)/ K_T$	
	=	20.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อ จากสมการ			
HRT	=	V/Q	วัน
V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อแฟคัลเททีฟ แต่ละบ่อที่ต้องการ (V)	=	1,600.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ	=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการ (A)	=	800.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>			
- ความกว้างปากบ่อ		25.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ		50.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ		1,250.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)		2.00	ม./ม.
- ความลึกของบ่อ		2.50	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ		2.00	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ		23.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ		48.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)		1,104.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		19.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		44.00	ม.

- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		836.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		15.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		40.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		600.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2.0/6 * ((1,104)+(4*836)+600)			ลบ.ม.
V = 1,682.67	>	1,600.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ		21.03	วัน
ตรวจสอบอัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (L_a) จากสมการ			
L_a = QS_0/A			ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
จะได้ว่า L_a = 7.25	<	15.00	ก.บีโอดี/ตร.ม./วัน
1.3 คำนวณขนาดบ่อบ่ม (Maturation Pond)			
- จำนวนบ่อบ่มที่เลือกใช้		1.00	บ่อ
- รูปแบบการต่อกันของบ่อ		อนุกรม	
- อัตราการไหลเข้าบ่อแต่ละบ่อ		80.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดเวลากักน้ำที่ใช้ออกแบบ		5.00	วัน
- หาปริมาตรโดยประมาณของบ่อบ่ม แต่ละบ่อ จากสมการ			
HRT	=	V/Q	วัน
V	=	HRT x Q	ลบ.ม.
- ปริมาตรของบ่อบ่มที่ต้องการ แต่ละบ่ออย่างน้อย (V)	=	400.00	ลบ.ม.
- กำหนดความลึกของน้ำในบ่อ	=	2.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ต้องการโดยประมาณ (A)	=	200.00	ตร.ม.
<u>ออกแบบบ่อบ่ม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้</u>			
- ความกว้างปากบ่อ		20.00	ม.
- ความยาวปากบ่อ		25.00	ม.
- พื้นที่ปากบ่อ		500.00	ตร.ม.
- ความลาดชันของขอบบ่อ(แนวนอน:แนวตั้ง)		2.00	ม./ม.

- ความลึกของบ่อ		3.00	ม.
- ความลึกของน้ำในบ่อ		2.00	ม.
- ความกว้างที่ผิวน้ำ		16.00	ม.
- ความยาวที่ผิวน้ำ		21.00	ม.
- พื้นที่ผิวน้ำ (A1)		336.00	ตร.ม.
- ความกว้างที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		12.00	ม.
- ความยาวที่กึ่งกลางความลึกน้ำ		17.00	ม.
- พื้นที่กึ่งกลางความลึกน้ำ (A2)		204.00	ตร.ม.
- ความกว้างของก้นบ่อ		8.00	ม.
- ความยาวของก้นบ่อ		13.00	ม.
- พื้นที่ก้นบ่อ (A3)		104.00	ตร.ม.
คำนวณปริมาตรความจุของบ่อที่ความลึกเก็บกักน้ำที่กำหนด			
V = d/6*(A1+4A2+A3)			ลบ.ม.
V = 2.5/6 * ((336)+(4*204)+104)			ลบ.ม.
V = 418.67	>	400.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ		5.23	วัน
1.4 พื้นที่ที่ต้องการทั้งหมด			
- พื้นที่สำหรับบ่อแฟคัลเททีฟ	=	1,250.00	ตร.ม.
- พื้นที่สำหรับบ่อบ่ม	=	500.00	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับคันดินและอาคารอื่นๆ ร้อยละ		20.00	ของพื้นที่ทั้งหมด
	=	350.00	ตร.ม.
- พื้นที่รวมที่ต้องการทั้งหมดอย่างน้อย	=	2,100.00	ตร.ม.
	=	1.31	ไร่

ตารางที่ 4.20 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบกรอง-เติมอากาศ แห่งที่ 1 (WWTP#1)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	120.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	120.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.
2. ถังบำบัดน้ำเสียแบบกรองเติมอากาศ		
ในถังบำบัดน้ำเสียแต่ละถังจะประกอบไปด้วยส่วนเกรอะส่วนกรองเติมอากาศและส่วนตกตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้		
2.1 ส่วนเกรอะ-แยกกาก		
- อัตราการไหลของน้ำเสีย	120.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถังเกรอะที่ใช้ออกแบบ	120.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	100	มก./ล.
- กำหนดเวลากักเก็บน้ำ	4	ชม.
- ปริมาตรถังเกรอะที่ต้องการ	20.00	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	40	%
- บีโอดีของน้ำออกจากส่วนเกรอะ-แยกกาก	60	มก./ล.
2.2 ส่วนกรองเติมอากาศ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	120.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	60	มก./ล.
- Organic loading	7.20	กก.บีโอดี/วัน
- กำหนดเวลากักน้ำสำหรับส่วนกรองเติมอากาศ	6	ชั่วโมง
- ปริมาตรถังกรองไร้อากาศที่ต้องการอย่างน้อย	30.00	ลบ.ม.
- กำหนดอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของตัวกลาง	0.40	กก.บีโอดี/ลบ.ม.ตัวกลาง/วัน
- ปริมาตรตัวกลางชีวภาพที่ต้องการอย่างน้อย	18.00	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	80	%
- บีโอดีของน้ำออก	12	มก./ล.
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ		

BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	5.76	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	3.00	เท่าของ BOD_5ที่ถูกกำจัด
	17.28	กก.O_2/วัน
	0.72	กก.O_2/ชั่วโมง
2.3 คำนวนขนาดถังตกตะกอน		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	120.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดอัตราน้ำล้นผิว	20.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
- พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	120/15	ตร.ม.
	6.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังบำบัดสำเร็จรูปยี่ห้อ SAN TECH รุ่น EXT-2400 หรือยี่ห้อและรุ่นอื่นที่เทียบเท่า		
- เส้นผ่าศูนย์กลางของถังบำบัดที่เลือกใช้	2.5	ม.
- ความยาวของถังบำบัดที่เลือกใช้	24.2	ม.
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งถังบำบัดโดยประมาณ	60.5	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุมและอื่นๆ	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	160.5	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่ในการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.21 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบกรอง-เติมอากาศ แห่งที่ 2 (WWTP#2)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	181.20	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	180.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.
2. ถังบำบัดน้ำเสียแบบกรองเติมอากาศ		
ในถังบำบัดน้ำเสียแต่ละถังจะประกอบไปด้วยส่วนเกรอะส่วนกรองเติมอากาศและส่วนตกตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้		
2.1 ส่วนเกรอะ-แยกกาก		

- อัตราการไหลของน้ำเสีย	180.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถังเกรอะที่ใช้ออกแบบ	180.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	100	มก./ล.
- กำหนดเวลากักเก็บน้ำ	4	ชม.
- ปริมาตรถังเกรอะที่ต้องการ	30.00	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	40	%
- บีโอดีของน้ำออกจากส่วนเกรอะ-แยกกาก	60	มก./ล.
2.2 ส่วนกรองเติมอากาศ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	180.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	60	มก./ล.
- Organic loading	10.80	กก.บีโอดี/วัน
- กำหนดเวลากักน้ำสำหรับส่วนกรองเติมอากาศ	6	ชั่วโมง
- ปริมาตรถังกรองไร้อากาศที่ต้องการอย่างน้อย	45.00	ลบ.ม.
- กำหนดอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของตัวกลาง	0.40	กก.บีโอดี/ลบ.ม.ตัวกลาง/วัน
- ปริมาตรตัวกลางชีวภาพที่ต้องการอย่างน้อย	27.00	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	80	%
- บีโอดีของน้ำออก	12	มก./ล.
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ		
BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	8.64	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	3.00	เท่าของ BOD_5ที่ถูกกำจัด
	25.92	กก.O_2/วัน
	1.08	กก.O_2/ชั่วโมง
2.3 คำนวนขนาดถังตกตะกอน		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	180.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดอัตราน้ำล้นผิว	20.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
- พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	180/15	ตร.ม.
	9.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังบำบัดสำเร็จรูปยี่ห้อ SAN TECH รุ่น EXT-3600 หรือยี่ห้อและรุ่นอื่นที่เทียบเท่า		

- เส้นผ่าศูนย์กลางของถังบำบัดที่เลือกใช้	2.5	ม.
- ความยาวของถังบำบัดที่เลือกใช้	32.3	ม.
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งถังบำบัดโดยประมาณ	80.75	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุมและอื่นๆ	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	180.75	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่ในการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.22 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบแบบกรอง-เติมอากาศ แห่งที่ 3 (WWTP#3)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	163.20	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	160.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.
2. ถังบำบัดน้ำเสียแบบกรองเติมอากาศ		
ในถังบำบัดน้ำเสียแต่ละถังจะประกอบไปด้วยส่วนเกรอะส่วนกรองเติมอากาศและส่วนตกตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้		
2.1 ส่วนเกรอะ-แยกกาก		
- อัตราการไหลของน้ำเสีย	160.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถังเกรอะที่ใช้ออกแบบ	160.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	100	มก./ล.
- กำหนดเวลากักเก็บน้ำ	4	ชม.
- ปริมาตรถังเกรอะที่ต้องการ	26.67	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	40	%
- บีโอดีของน้ำออกจากส่วนเกรอะ-แยกกาก	60	มก./ล.
2.2 ส่วนกรองเติมอากาศ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	160.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	60	มก./ล.
- Organic loading	9.60	กก.บีโอดี/วัน

- กำหนดเวลากักน้ำสำหรับส่วนกรองเติมอากาศ	6	ชั่วโมง
- ปริมาตรถังกรองไร้อากาศที่ต้องการอย่างน้อย	40.00	ลบ.ม.
- กำหนดอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของตัวกลาง	0.40	กก.บีโอดี/ลบ.ม.ตัวกลาง/วัน
- ปริมาตรตัวกลางชีวภาพที่ต้องการอย่างน้อย	24.00	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	80	%
- บีโอดีของน้ำออก	12	มก./ล.
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ		
BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	7.68	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	3.00	เท่าของ BOD_5ที่ถูกกำจัด
	23.04	กก.O_2/วัน
	0.96	กก.O_2/ชั่วโมง
2.3 คำนวนขนาดถังตกตะกอน		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	160.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดอัตราน้ำล้นผิว	20.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
- พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	160/15	ตร.ม.
	8.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังบำบัดสำเร็จรูปยี่ห้อ SAN TECH รุ่น EXT-3200 หรือยี่ห้อและรุ่นอื่นที่เทียบเท่า		
- เส้นผ่าศูนย์กลางของถังบำบัดที่เลือกใช้	2.5	ม.
- ความยาวของถังบำบัดที่เลือกใช้	29.5	ม.
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งถังบำบัดโดยประมาณ	73.75	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุมและอื่นๆ	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	173.75	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่ในการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.23 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบกรอง-เติมอากาศ แห่งที่ 4 (WWTP#4)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	75.60	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	80.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.
2. ถังบำบัดน้ำเสียแบบกรองเติมอากาศ		
ในถังบำบัดน้ำเสียแต่ละถังจะประกอบไปด้วยส่วนเกรอะส่วนกรองเติมอากาศและส่วนตกตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้		
2.1 ส่วนเกรอะ-แยกกาก		
- อัตราการไหลของน้ำเสีย	80.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถังเกรอะที่ใช้ออกแบบ	80.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	100	มก./ล.
- กำหนดเวลากักเก็บน้ำ	4	ชม.
- ปริมาตรถังเกรอะที่ต้องการ	13.33	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	40	%
- บีโอดีของน้ำออกจากส่วนเกรอะ-แยกกาก	60	มก./ล.
2.2 ส่วนกรองเติมอากาศ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	80.00	ลบ.ม./วัน
- บีโอดีของน้ำเข้า	60	มก./ล.
- Organic loading	4.80	กก.บีโอดี/วัน
- กำหนดเวลากักน้ำสำหรับส่วนกรองเติมอากาศ	6	ชั่วโมง
- ปริมาตรถังกรองไร้อากาศที่ต้องการอย่างน้อย	20.00	ลบ.ม.
- กำหนดอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของตัวกลาง	0.40	กก.บีโอดี/ลบ.ม.ตัวกลาง/วัน
- ปริมาตรตัวกลางชีวภาพที่ต้องการอย่างน้อย	12.00	ลบ.ม.
- ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	80	%
- บีโอดีของน้ำออก	12	มก./ล.

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ		
BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	3.84	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	3.00	เท่าของ BOD_5ที่ถูกกำจัด
	11.52	กก.O_2/วัน
	0.48	กก.O_2/ชั่วโมง
2.3 คำนวนขนาดถังตกตะกอน		
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	80.00	ลบ.ม./วัน
- กำหนดอัตราน้ำล้นผิว	20.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
- พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	80/15	ตร.ม.
	4.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังบำบัดสำเร็จรูปยี่ห้อ SAN TECH รุ่น EXT-1600 หรือยี่ห้อและรุ่นอื่นที่เทียบเท่า		
- เส้นผ่าศูนย์กลางของถังบำบัดที่เลือกใช้	2.5	ม.
- ความยาวของถังบำบัดที่เลือกใช้	15.1	ม.
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งถังบำบัดโดยประมาณ	37.75	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุมและอื่นๆ	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	137.75	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่ในการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.24 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง แห่งที่ 1(WWTP#1)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ

- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	120.00	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	120.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.

2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

ในระบบบำบัดน้ำเสียจะประกอบไปด้วยถังปรับเสมอ ถังเติมอากาศถังตกตะกอน และถังพักตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 คำนวณขนาดถังปรับเสมอ (EQUALIZATION TANK)

อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	120.00	ลบ.ม./วัน
กำหนดเวลากักน้ำ	8.00	ชม.
ปริมาตรบ่อที่ต้องการอย่างน้อย	40.00	ลบ.ม.
<u>เลือกใช้บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก</u>		
ความกว้างปากบ่อ	4.00	ม.
ความยาวปากบ่อ	4.00	ม.
ความลึกของบ่อ	3.00	ม.
ความลึกของน้ำในบ่อ	2.50	ม.
ปริมาตรของน้ำในบ่อ	40.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ	8.00	ชม.
2.2 คำนวณขนาดถังเติมอากาศ (AERATION TANK)		
อัตราการไหลของน้ำเสียรวมทั้งหมด	120.00	ลบ.ม./วัน
จำนวนถังเติมอากาศที่ขนานกัน	1.00	ถัง
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบแต่ละถัง (Q)	120.00	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (Si)	100.00	มก./ล.
ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(Se)	20.00	มก./ล.
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรถังเติมอากาศ		
อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Y)	0.60	กก.VSS/กก.BOD
อัตราการตายของแบคทีเรีย (k_d)	0.05	วัน$^{-1}$
ระยะเวลากักตะกอน (Θ_c)	20.00	วัน
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่มีในระบบ	$\frac{Y*Q*\Theta_c*(Si-Se)}{1+\Theta_c * k_d}$	
	$\frac{0.6*120*20*(0.1-0.02)}{1+(20*0.05)}$	
	57.60	กก.VSS
(ประมาณว่า VSS = 80% MLSS)	57.60/0.8	กก.MLSS

	72.00	กก.MLSS
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศที่ต้องการอย่างน้อย	24.00	ลบ.ม.
กำหนดความลึกน้ำในถัง	3.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ต้องการ	8.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศกว้าง	3.00	ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศยาว	3.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ใช้จริง	9.00	ตร.ม.
ปริมาตรถังเติมอากาศที่ใช้จริง	**27.00**	ลบ.ม.
ตรวจสอบอัตราส่วน F/M ของระบบ	$\frac{QxBOD_5}{MLSS \times V}$	
	$\frac{120 \times 100}{3,000 \times 27}$	
	0.15	กก.BOD/กก.MLSS/วัน

[F/M มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.15 ดังนั้นระบบที่ออกแบบเป็น EXTENDED AERATION ACTIVATED SLUDGE SYSTEM]

2.3 คำนวณเครื่องเติมอากาศ (Air blower)

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ

BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	120*(0.10-0.02)	กก.BOD_5/วัน
	9.60	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	2*BOD_5ที่ถูกกำจัด	กก.O_2/วัน
	2*9.60	กก.O_2/วัน
	19.20	กก.O_2/วัน
	0.80	กก.O_2/ชม.
ในอากาศประกอบไปด้วยออกซิเจนประมาณ	0.21	กก.O_2/ลบ.ม.อากาศ
กำหนดให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนให้น้ำ	20	%
ดังนั้นปริมาตรอากาศที่ต้องเติมเท่ากับ	457	ลบ.ม.อากาศ/วัน

	19.05	ลบ.ม.อากาศ/ชม.
พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ		
พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ	100.00	ลบ.ม./แรงม้า
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการสำหรับกวนน้ำ	0.27	แรงม้า
พลังงานที่ใช้ในการเติมออกซิเจน		
กำหนดอัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ	0.60	กก.O_2/แรงม้า/ชม.
พลังงานที่ต้องการใช้ในการเติมอากาศ	1.33	แรงม้า
กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศเท่ากับ	60	%
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการ	2.22	แรงม้า
เครื่องเติมอากาศต้องมีกำลังอย่างน้อย	2.22	แรงม้า
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศจำนวน	1.00	เครื่อง
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศที่มีกำลัง	3.00	แรงม้า
	2.24	กิโลวัตต์
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2.24 kw. (3 hp.) ใช้กับระบบไฟฟ้า380 V., 3 Phase, 50 Hz. มีอัตราการเติมออกซิเจนไม่น้อยกว่า 0.60 กก.O_2 /แรงม้า/ชั่วโมง จำนวน 1 เครื่องและสำรอง 1 เครื่อง		
2.4 คำนวนขนาดถังตกตะกอน (SETTLING TANK)		
เลือกใช้ค่าอัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)	15.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
ปริมาณน้ำเสีย	120.00	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	120/15	ตร.ม.
	8.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนกว้าง	3.00	ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนยาว	3.00	ม.
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ใช้จริงแต่ละถัง	9.00	ตร.ม.
จำนวนถังตกตะกอนที่ต้องใช้	0.89	ถัง
เลือกใช้	1.00	ถัง
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน	1.00	ถัง
2.5 คำนวณถังพักตะกอน (Sludge storage tank)		

ปริมาตรตะกอนส่วนเกินที่ทิ้งออกจากระบบ		=	$V * \alpha$	ลบ.ม./วัน
			$\Theta_C*(1+\alpha)$	
ใช้อัตราเวียนตะกอน 100%	α	=	1.00	
	F_w	=	27*(1)	ลบ.ม./วัน
			20*(1+1)	
อัตราการทิ้งตะกอนออกจากระบบ			0.68	ลบ.ม./วัน
กำหนดให้เวลากักพักตะกอนเท่ากับ			1.00	วัน
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ต้องการอย่างน้อยเท่ากับ			0.68	ลบ.ม.
กำหนดระดับเก็บกักน้ำตะกอนลึก			1.00	ม.
ใช้ถังเก็บตะกอนกว้าง			1.00	ม.
ใช้ถังเก็บตะกอนยาว			1.00	ม.
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ใช้จริง			1.00	ลบ.ม.
3. เครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบระบบ				
ภายในระบบบำบัดประกอบไปด้วยเครื่องจักรดังต่อไปนี้				
- เครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม (submersible aerator) ขนาด 2.24 kW			1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (submersible pump) ขนาด 0.75 kW (1-stand by, 1-operated)			2	เครื่อง
- เครื่องสูบตะกอน (sludge pump) ขนาด 0.75 kW (1-stand by, 1-operated)			2	เครื่อง
- เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน			1	เครื่อง
- เครื่องรีดตะกอน belt filter press			1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำล้างผ้ากรอง			2	เครื่อง
- เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลิเมอร์ (metering pump)			2	เครื่อง
4. พื้นที่ที่ต้องการในการก่อสร้าง				
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดโดยประมาณ			35	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุม			16	ตร.ม.

- เผื่อพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้เป็นแนวป้องกันกลิ่นและแมลง	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	151	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.25 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง แห่งที่ 2 (WWTP#2)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	181.20	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	180.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.
2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง		
ในระบบบำบัดน้ำเสียจะประกอบไปด้วยถังปรับเสมอ ถังเติมอากาศถังตกตะกอน และถังพักตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้		
2.1 คำนวณขนาดถังปรับเสมอ (EQUALIZATION TANK)		
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	180.00	ลบ.ม./วัน
กำหนดเวลากักน้ำ	8.00	ชม.
ปริมาตรบ่อที่ต้องการอย่างน้อย	60.00	ลบ.ม.
เลือกใช้บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก		
ความกว้างปากบ่อ	5.00	ม.
ความยาวปากบ่อ	5.00	ม.
ความลึกของบ่อ	3.00	ม.
ความลึกของน้ำในบ่อ	2.50	ม.
ปริมาตรของน้ำในบ่อ	62.50	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ	8.33	ชม.
2.2 คำนวณขนาดถังเติมอากาศ (AERATION TANK)		

อัตราการไหลของน้ำเสียรวมทั้งหมด	180.00	ลบ.ม./วัน
จำนวนถังเติมอากาศที่ขนานกัน	1.00	ถัง
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบแต่ละถัง (Q)	180.00	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (Si)	100.00	มก./ล.
ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(Se)	20.00	มก./ล.
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรถังเติมอากาศ		
อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Y)	0.60	กก.VSS/กก.BOD
อัตราการตายของแบคทีเรีย (k_d)	0.05	วัน$^{-1}$
ระยะเวลากักตะกอน (Θc)	20.00	วัน
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่มีในระบบ	$\frac{Y*Q*\Theta c*(Si-Se)}{1+\Theta c * k_d}$	
	$\frac{0.6*180*20*(0.1-0.02)}{1+(20*0.05)}$	
	86.40	กก.VSS
(ประมาณว่า VSS = 80% MLSS)	86.40/0.8	กก.MLSS
	108.00	กก.MLSS
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศที่ต้องการอย่างน้อย	36.00	ลบ.ม.
กำหนดความลึกน้ำในถัง	3.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ต้องการ	12.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศกว้าง	4.00	ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศยาว	4.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ใช้จริง	16.00	ตร.ม.
ปริมาตรถังเติมอากาศที่ใช้จริง	**48.00**	ลบ.ม.
ตรวจสอบอัตราส่วน F/M ของระบบ	$\frac{QxBOD_5}{MLSS \times V}$	
	$\frac{180 \times 100}{}$	

	3,000 x 48	
		กก.BOD/กก.MLSS/
	0.125	วัน

[F/M มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.15 ดังนั้นระบบที่ออกแบบเป็น EXTENDED AERATION ACTIVATED SLUDGE SYSTEM]

2.3 คำนวณเครื่องเติมอากาศ (SUBMERSIBLE AERATOR)

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ

BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	180*(0.10-0.02)	กก.BOD_5/วัน
	14.40	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	2*BOD_5ที่ถูกกำจัด	กก.O_2/วัน
	2*14.40	กก.O_2/วัน
	28.80	กก.O_2/วัน
	1.20	กก.O_2/ชม.
		กก.O2/ลบ.ม.
ในอากาศประกอบไปด้วยออกซิเจนประมาณ	0.21	อากาศ
กำหนดให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนให้น้ำ	20	%
ดังนั้นปริมาตรอากาศที่ต้องเติมเท่ากับ	686	ลบ.ม.อากาศ/วัน
	28.57	ลบ.ม.อากาศ/ชม.

พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ

พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ	100.00	ลบ.ม./แรงม้า
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการสำหรับกวนน้ำ		
เท่ากับ	0.48	แรงม้า

พลังงานที่ใช้ในการเติมออกซิเจน

กำหนดอัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ	0.60	กก.O_2/แรงม้า/ชม.
พลังงานที่ต้องการใช้ในการเติมอากาศ	2.00	แรงม้า
กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศเท่ากับ	60	%
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการ	3.33	แรงม้า
เครื่องเติมอากาศต้องมีกำลังอย่างน้อย	3.00	แรงม้า
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศจำนวน	1.00	เครื่อง

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศที่มีกำลัง		3.00	แรงม้า
		2.24	กิโลวัตต์

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2.24 kw. (3 hp.) ใช้กับระบบไฟฟ้า

380 V., 3 Phase, 50 Hz. มีอัตราการเติมออกซิเจนไม่น้อยกว่า 0.60 กก.O_2 /แรงม้า/ชั่วโมง

2.4 คำนวนขนาดถังตกตะกอน (SETTLING TANK)

เลือกใช้ค่าอัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)		15.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
ปริมาณน้ำเสีย		180.00	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ		180/15	ตร.ม.
		12.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนกว้าง		3.50	ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนยาว		3.50	ม.
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ใช้จริงแต่ละถัง		12.25	ตร.ม.
จำนวนถังตกตะกอนที่ต้องใช้		0.98	ถัง
เลือกใช้		1.00	ถัง
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน		1.00	ถัง

2.5 คำนวณถังพักตะกอน (Sludge storage tank)

ปริมาตรตะกอนส่วนเกินที่ทิ้งออกจากระบบ	=	$\frac{V * \alpha}{\Theta_c * (1+\alpha)}$	ลบ.ม./วัน
ใช้อัตราเวียนตะกอน 100% α	=	1.00	
F_w	=	$\frac{48*(1)}{20*(1+1)}$	ลบ.ม./วัน
อัตราการทิ้งตะกอนออกจากระบบ		1.20	ลบ.ม./วัน
กำหนดให้เวลากักพักตะกอนเท่ากับ		1.00	วัน
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ต้องการอย่างน้อยเท่ากับ		1.20	ลบ.ม.
กำหนดระดับเก็บกักน้ำตะกอนลึก		1.20	ม.
ใช้ถังเก็บตะกอนกว้าง		1.00	ม.

ใช้ถังเก็บตะกอนยาว	1.00	ม.
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ใช้จริง	1.20	ลบ.ม.
3. เครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบระบบ		
ภายในระบบบำบัดประกอบไปด้วยเครื่องจักรดังต่อไปนี้		
- เครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม (submersible aerator) ขนาด 2.24 kW	1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (submersible pump) ขนาด 0.75 kW (1-stand by, 1-operated)	2	เครื่อง
- เครื่องสูบตะกอน (sludge pump) ขนาด 0.75 kW (1-stand by, 1-operated)	2	เครื่อง
- เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน	1	เครื่อง
- เครื่องรีดตะกอน belt filter press	1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำล้างผ้ากรอง	2	เครื่อง
- เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลิเมอร์ (metering pump)	2	เครื่อง
4. พื้นที่ที่ต้องการในการก่อสร้าง		
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดโดยประมาณ	54.25	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุม	16	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้เป็นแนวป้องกันกลิ่นและแมลง	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	170.25	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.26 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง แห่งที่ 3 (WWTP#3)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	163.20	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	160.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.

- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.

2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

ในระบบบำบัดน้ำเสียจะประกอบไปด้วยถังปรับเสมอ ถังเติมอากาศถังตกตะกอน และถังพักตะกอนโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 คำนวณขนาดถังปรับเสมอ (EQUALIZATION TANK)

อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	160.00	ลบ.ม./วัน
กำหนดเวลากักน้ำ	8.00	ชม.
ปริมาตรบ่อที่ต้องการอย่างน้อย	53.33	ลบ.ม.

เลือกใช้บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ความกว้างปากบ่อ	4.50	ม.
ความยาวปากบ่อ	4.50	ม.
ความลึกของบ่อ	3.50	ม.
ความลึกของน้ำในบ่อ	2.80	ม.
ปริมาตรของน้ำในบ่อ	56.70	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ	8.51	ชม.

2.2 คำนวณขนาดถังเติมอากาศ (AERATION TANK)

อัตราการไหลของน้ำเสียรวมทั้งหมด	160.00	ลบ.ม./วัน
จำนวนถังเติมอากาศที่ขนานกัน	1.00	ถัง
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบแต่ละถัง (Q)	160.00	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (Si)	100.00	มก./ล.
ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(Se)	20.00	มก./ล.
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.

ปริมาตรถังเติมอากาศ

อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Y)	0.60	กก.VSS/กก.BOD
อัตราการตายของแบคทีเรีย (k_d)	0.05	วัน$^{-1}$
ระยะเวลากักตะกอน (Θ_C)	20.00	วัน
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่มีในระบบ	$\frac{Y*Q*\Theta_C*(Si-Se)}{1+\Theta_C * k_d}$	

	$\frac{0.6*160*20*(0.1-0.02)}{1+(20*0.05)}$	
	76.80	กก.VSS
(ประมาณว่า VSS = 80% MLSS)	76.80/0.8	กก.MLSS
	96.00	กก.MLSS
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศที่ต้องการอย่างน้อย	32.00	ลบ.ม.
กำหนดความลึกน้ำในถัง	3.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ต้องการ	10.67	ตร.ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศกว้าง	3.50	ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศยาว	3.50	ม.
พื้นที่ปากถังที่ใช้จริง	12.25	ตร.ม.
ปริมาตรถังเติมอากาศที่ใช้จริง	**36.75**	ลบ.ม.
ตรวจสอบอัตราส่วน F/M ของระบบ	$\frac{QxBOD_5}{MLSS \times V}$	
	$\frac{160 \times 100}{3,000 \times 36.75}$	
	0.145	กก.BOD/กก.MLSS/วัน

[F/M มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.15 ดังนั้นระบบที่ออกแบบเป็น EXTENDED AERATION ACTIVATED SLUDGE SYSTEM]

2.3 คำนวณเครื่องเติมอากาศ (SUBMERSIBLE AERATOR)

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ

BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	160*(0.10-0.02)	กก.BOD_5/วัน
	12.80	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	2*BOD_5ที่ถูกกำจัด	กก.O_2/วัน
	2*12.80	กก.O_2/วัน
	25.60	กก.O_2/วัน

	1.07	กก.O_2/ชม.
		กก.O2/ลบ.ม.
ในอากาศประกอบไปด้วยออกซิเจนประมาณ	0.21	อากาศ
กำหนดให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนให้น้ำ	20	%
ดังนั้นปริมาตรอากาศที่ต้องเติมเท่ากับ	610	ลบ.ม.อากาศ/วัน
	25.40	ลบ.ม.อากาศ/ชม.
พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ		
พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ	100.00	ลบ.ม./แรงม้า
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการสำหรับกวนน้ำ		
เท่ากับ	0.37	แรงม้า
พลังงานที่ใช้ในการเติมออกซิเจน		
กำหนดอัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ	0.60	กก.O_2/แรงม้า/ชม.
พลังงานที่ต้องการใช้ในการเติมอากาศ	1.78	แรงม้า
กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศเท่ากับ	60	%
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการ	2.96	แรงม้า
เครื่องเติมอากาศต้องมีกำลังอย่างน้อย	3.00	แรงม้า
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศจำนวน	1.00	เครื่อง
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศที่มีกำลัง	3.00	แรงม้า
	2.24	กิโลวัตต์
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2.24 kw. (3 hp.) ใช้กับระบบไฟฟ้า		
380 V., 3 Phase, 50 Hz. มีอัตราการเติมออกซิเจนไม่น้อยกว่า 0.60 กก.O_2 /แรงม้า/ชั่วโมง		
2.4 คำนวนขนาดถังตกตะกอน (SETTLING TANK)		
เลือกใช้ค่าอัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow		
Rate)	15.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
ปริมาณน้ำเสีย	160.00	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	160/15	ตร.ม.
	10.67	ตร.ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนกว้าง	3.50	ม.

เลือกใช้ถังตกตะกอนยาว		3.50	ม.
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ใช้จริงแต่ละถัง		12.25	ตร.ม.
จำนวนถังตกตะกอนที่ต้องใช้		0.87	ถัง
เลือกใช้		1.00	ถัง
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน		1.00	ถัง
2.5 คำนวณถังพักตะกอน (Sludge storage tank)			
ปริมาตรตะกอนส่วนเกินที่ทิ้งออกจากระบบ	=	$V * \alpha$	ลบ.ม./วัน
		$\Theta_C*(1+\alpha)$	
ใช้อัตราเวียนตะกอน 100% α	=	1.00	
F_w	=	$\frac{36.75*(1)}{20*(1+1)}$	ลบ.ม./วัน
อัตราการทิ้งตะกอนออกจากระบบ		0.92	ลบ.ม./วัน
กำหนดให้เวลากักพักตะกอนเท่ากับ		1.00	วัน
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ต้องการอย่างน้อยเท่ากับ		0.92	ลบ.ม.
กำหนดระดับเก็บกักน้ำตะกอนลึก		1.00	ม.
ใช้ถังเก็บตะกอนกว้าง		1.00	ม.
ใช้ถังเก็บตะกอนยาว		1.00	ม.
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ใช้จริง		1.00	ลบ.ม.
3. เครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบระบบ			
ภายในระบบบำบัดประกอบไปด้วยเครื่องจักรดังต่อไปนี้			
- เครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม (submersible aerator) ขนาด 2.24 kW		1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (submersible pump) ขนาด 0.75 kW(1-stand by, 1-operated)		2	เครื่อง
- เครื่องสูบตะกอน (sludge pump) ขนาด 0.75 kW (1-stand by, 1-operated)		2	เครื่อง
- เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน		1	เครื่อง
- เครื่องรีดตะกอน belt filter press		1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำล้างผ้ากรอง		2	เครื่อง

- เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลิเมอร์ (metering pump)	2	เครื่อง
4. พื้นที่ที่ต้องการในการก่อสร้าง		
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดโดยประมาณ	45.75	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุม	16	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้เป็นแนวป้องกันกลิ่นและแมลง	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	161.75	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

ตารางที่ 4.27 การคำนวณออกแบบระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง แห่งที่ 4 (WWTP#4)

1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ		
- อัตราการไหลของน้ำเสียทั้งหมด	75.60	ลบ.ม./วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ (Q)	80.00	ลบ.ม./วัน
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (S_0)	100.00	มก./ล.
- ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(S)	20.00	มก./ล.
2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง		
ในระบบบำบัดน้ำเสียจะประกอบไปด้วยถังปรับเสมอ ถังเติมอากาศถังตกตะกอน และถังพักตะกอน โดยมีรายละเอียดดังนี้		
2.1 คำนวณขนาดถังปรับเสมอ (EQUALIZATION TANK)		
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ	80.00	ลบ.ม./วัน
กำหนดเวลากักน้ำ	8.00	ชม.
ปริมาตรบ่อที่ต้องการอย่างน้อย	26.67	ลบ.ม.
เลือกใช้บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก		
ความกว้างปากบ่อ	3.00	ม.
ความยาวปากบ่อ	3.00	ม.
ความลึกของบ่อ	3.50	ม.
ความลึกของน้ำในบ่อ	3.00	ม.

ปริมาตรของน้ำในบ่อ	27.00	ลบ.ม.
ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ	8.10	ชม.
2.2 คำนวณขนาดถังเติมอากาศ (AERATION TANK)		
อัตราการไหลของน้ำเสียรวมทั้งหมด	80.00	ลบ.ม./วัน
จำนวนถังเติมอากาศที่ขนานกัน	1.00	ถัง
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ใช้ออกแบบแต่ละถัง (Q)	80.00	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD_5ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (Si)	100.00	มก./ล.
ค่า BOD_5ของน้ำเสียหลังการบำบัด(Se)	20.00	มก./ล.
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรถังเติมอากาศ		
อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Y)	0.60	กก.VSS/กก.BOD
อัตราการตายของแบคทีเรีย (k_d)	0.05	วัน$^{-1}$
ระยะเวลากักตะกอน (Θ_c)	20.00	วัน
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่มีในระบบ	$\frac{Y*Q*\Theta_c*(Si-Se)}{1+\Theta_c * k_d}$	
	$\frac{0.6*80*20*(0.1-0.02)}{1+(20*0.05)}$	
	38.40	กก.VSS
(ประมาณว่า VSS = 80% MLSS)	38.40/0.8	กก.MLSS
	48.00	กก.MLSS
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3,000.00	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศที่ต้องการอย่างน้อย	16.00	ลบ.ม.
กำหนดความลึกน้ำในถัง	2.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ต้องการ	8.00	ตร.ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศกว้าง	3.00	ม.
เลือกใช้ถังเติมอากาศยาว	3.00	ม.
พื้นที่ปากถังที่ใช้จริง	9.00	ตร.ม.
ปริมาตรถังเติมอากาศที่ใช้จริง	**18.00**	ลบ.ม.

ตรวจสอบอัตราส่วน F/M ของระบบ	$QxBOD_5$	
	MLSS x V	
	80 x 100	
	3,000 x 18.00	
		กก.BOD/กก.MLSS/
	0.148	วัน

[F/M มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.15 ดังนั้นระบบที่ออกแบบเป็น EXTENDED AERATION ACTIVATED SLUDGE SYSTEM]

2.3 คำนวณเครื่องเติมอากาศ (SUBMERSIBLE AERATOR)

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ

BOD_5ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	80*(0.10-0.02)	กก.BOD_5/วัน
	6.40	กก.BOD_5/วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	2*BOD_5ที่ถูกกำจัด	กก.O_2/วัน
	2*6.40	กก.O_2/วัน
	12.80	กก.O_2/วัน
	0.53	กก.O_2/ชม.
		กก.O2/ลบ.ม.
ในอากาศประกอบไปด้วยออกซิเจนประมาณ	0.21	อากาศ
กำหนดให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนให้น้ำ	20	%
ดังนั้นปริมาตรอากาศที่ต้องเติมเท่ากับ	305	ลบ.ม.อากาศ/วัน
	12.70	ลบ.ม.อากาศ/ชม.

พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ

พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ	100.00	ลบ.ม./แรงม้า
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการสำหรับกวนน้ำ	0.18	แรงม้า

พลังงานที่ใช้ในการเติมออกซิเจน

กำหนดอัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ	0.60	กก.O_2/แรงม้า/ชม.
พลังงานที่ต้องการใช้ในการเติมอากาศ	0.89	แรงม้า
กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศเท่ากับ	60	%
ขนาดของเครื่องเติมอากาศที่ต้องการ	1.48	แรงม้า

เครื่องเติมอากาศต้องมีกำลังอย่างน้อย		2.00	แรงม้า
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศจำนวน		1.00	เครื่อง
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศที่มีกำลัง		2.00	แรงม้า
		1.49	กิโลวัตต์

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 1.49 kw. (2 hp.) ใช้กับระบบไฟฟ้า

380 V., 3 Phase, 50 Hz. มีอัตราการเติมออกซิเจนไม่น้อยกว่า 0.60 กก.O_2 /แรงม้า/ชั่วโมง

2.4 คำนวนขนาดถังตกตะกอน (SETTLING TANK)

เลือกใช้ค่าอัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)		15.00	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
ปริมาณน้ำเสีย		80.00	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ		80/15	ตร.ม.
		5.33	ตร.ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนกว้าง		2.50	ม.
เลือกใช้ถังตกตะกอนยาว		2.50	ม.
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ใช้จริงแต่ละถัง		6.25	ตร.ม.
จำนวนถังตกตะกอนที่ต้องใช้		0.85	ถัง
เลือกใช้		1.00	ถัง
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน		1.00	ถัง

2.5 คำนวณถังพักตะกอน (Sludge storage tank)

ปริมาตรตะกอนส่วนเกินที่ทิ้งออกจากระบบ	=	$V * \alpha$	ลบ.ม./วัน
		$\Theta_c*(1+\alpha)$	
ใช้อัตราเวียนตะกอน 100% α	=	1.00	
F_w	=	$\frac{18*(1)}{20*(1+1)}$	ลบ.ม./วัน
อัตราการทิ้งตะกอนออกจากระบบ		0.45	ลบ.ม./วัน
กำหนดให้เวลากักพักตะกอนเท่ากับ		1.00	วัน
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ต้องการอย่างน้อยเท่ากับ		0.45	ลบ.ม.
กำหนดระดับเก็บกักน้ำตะกอนลึก		1.00	ม.

ใช้ถังเก็บตะกอนกว้าง	1.00	ม.
ใช้ถังเก็บตะกอนยาว	1.00	ม.
ปริมาตรถังพักตะกอนที่ใช้จริง	1.00	ลบ.ม.
3. เครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบระบบ		
ภายในระบบบำบัดประกอบไปด้วยเครื่องจักรดังต่อไปนี้		
- เครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม (submersible aerator) ขนาด 2.24 kW	1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (submersible pump) ขนาด 0.75 kW (1-stand by, 1-operated)	2	เครื่อง
- เครื่องสูบตะกอน (sludge pump) ขนาด 0.75 kW(1-stand by, 1-operated)	2	เครื่อง
- เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน	1	เครื่อง
- เครื่องรีดตะกอน belt filter press	1	เครื่อง
- เครื่องสูบน้ำล้างผ้ากรอง	2	เครื่อง
- เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลิเมอร์ (metering pump)	2	เครื่อง
4. พื้นที่ที่ต้องการในการก่อสร้าง		
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดโดยประมาณ	6.5	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับอาคารควบคุม	16	ตร.ม.
- เผื่อพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้เป็นแนวป้องกันกลิ่นและแมลง	100	ตร.ม.
- พื้นที่ที่ต้องการรวมทั้งหมดประมาณ	122.5	ตร.ม.
- เลือกใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างทั้งหมด	200	ตร.ม.

4.3.6 การประมาณราคาเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสียและการพิจารณาทางเลือกระบบบำบัดที่เหมาะสม

การประมาณราคาเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 ทางเลือก จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ การประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบ และการประมาณราคาค่าเดินระบบรวมทั้งการซ่อมบำรุง ซึ่งการประมาณราคาดังกล่าว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

(ก) งานด้านโยธา ประกอบด้วยงานปรับปรุง เตรียมพื้นที่ก่อนก่อสร้าง งานโครงสร้างสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย และค่าควบคุมงานก่อสร้างร้อยละ 3 ของราคาค่าก่อสร้างระบบ โดยการประมาณราคาค่าก่อสร้างด้านงานโยธาสำหรับงานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

(ข) งานด้านเครื่องกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย การประมาณราคางานเครื่องกลและอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับงานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วยงานอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบตะกอน เครื่องสูบจ่ายสารเคมี เครื่องเติมอากาศ และเครื่องรีดตะกอนเป็นต้น

(2) การเดินระบบบำบัดน้ำเสียและการบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียและการบำรุงรักษาระบบจะขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งค่าใช้จ่ายหลักในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย

(ก) ค่าใช้จ่ายผันแปร ค่าใช้จ่ายผันแปร เป็นค่าใช้จ่ายที่ผันแปรตามขนาดและชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายหลักในส่วนนี้ ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี อัตราของค่าใช้จ่ายเหล่านี้ มีดังนี้

ค่าไฟฟ้า : 2.50 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

ค่าสารเคมี : โพลีเมอร์ 200 บาท/กก.

(ข) ค่าใช้จ่ายบุคลากร ตำแหน่งบุคลากรสำหรับโรงบำบัดน้ำเสียที่พิจารณาในพื้นที่การศึกษานี้ ได้กำหนดตามความเหมาะสมและความจำเป็นในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแบ่งบุคลากรออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะของงาน คือ ฝ่ายจัดการและฝ่ายปฏิบัติการ โดยมีตำแหน่งพื้นฐานของบุคลากรที่จำเป็นและขอบเขตความรับผิดชอบ ดังตารางที่ 4.28 และค่าใช้จ่ายบุคลากร ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.28 ตำแหน่งพื้นฐานและขอบเขตความรับผิดชอบของบุคลากรสำหรับโรงบำบัดน้ำเสีย

ตำแหน่ง	วุฒิ	ความรับผิดชอบ
1. <u>ฝ่ายจัดการ</u>		
1.1 หัวหน้าศูนย์/วิศวกรโยธา-สิ่งแวดล้อม	ปริญญาตรี	กำหนดนโยบายควบคุมและจัดการการดำเนินงานของโรงบำบัดน้ำเสีย
2. <u>ฝ่ายปฏิบัติการ</u>		
2.1 ช่างเครื่องกล-ไฟฟ้า	ปวช.	งานเดินระบบงานซ่อม-บำรุงรักษาระบบเครื่องกล-ไฟฟ้า
2.2 คนงาน	-	ปฏิบัติงานแรงงานทั่วไป

ตารางที่ 4.29 ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรสำหรับโรงบำบัดน้ำเสีย

ตำแหน่ง	วุฒิ	อัตราเงินเดือน (บาท)	จำนวนบุคลากร (คน)	ค่าใช้จ่ายบุคลากร (บาท/เดือน)
<u>ฝ่ายจัดการ</u>				
1. หัวหน้าศูนย์/วิศวกรโยธา-สิ่งแวดล้อม	ปริญญาตรี	15,000	1	15,000
<u>ฝ่ายปฏิบัติการ</u>				
1. ช่างเครื่องกล-ไฟฟ้า	ปวช.	5,500	1	5,500
2. คนงาน	-	3,960	1	3,960
รวมค่าใช้จ่ายบุคลากร				**24,460**

ในการประเมินราคาเบื้องต้นเพื่อพิจารณาทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม เนื่องจากมหาวิทยาลัยตั้งอยู่ในพื้นที่ชุมชน ทำให้ที่ดินภายในมหาวิทยาลัยเป็นที่ดินที่มีมูลค่าอยู่ภายในตนเอง ดังนั้นในการพิจารณาราคาหรือมูลค่าของระบบบำบัดทั้ง 3 ทางเลือก จะพิจารณาทั้งราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้น มูลค่าของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้างและค่าดำเนินการร่วมกัน

จากการประเมินราคาเบื้องต้น พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1 (แบบบ่อปรับเสถียร) มีราคาค่าก่อสร้าง (รวม Factor F) รวมประมาณ 9.45 ล้านบาท มูลค่าที่ดินที่ถูกใช้ในการสร้างเท่ากับ 37.62 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1 รวมทั้งหมดเท่ากับ 47.07 ล้านบาท ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงมีค่าประมาณ 0.46 ล้านบาท/ปี

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 (แบบกรอง-เติมอากาศ) มีราคาค่าก่อสร้าง (รวม Factor F) รวมประมาณ 14.84 ล้านบาท มูลค่าที่ดินที่ถูกใช้ในการสร้างเท่ากับ 2.40 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 รวมทั้งหมดเท่ากับ 17.24 ล้านบาท ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงมีค่าประมาณ 0.58 ล้านบาท/ปี

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 3 (แบบตะกอนเร่ง) มีราคาค่าก่อสร้าง (ไม่รวม Factor F) รวมประมาณ 24.80 ล้านบาท มูลค่าที่ดินที่ถูกใช้ในการสร้างเท่ากับ 2.40 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 3 รวมทั้งหมดเท่ากับ 21.86 ล้านบาท ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงมีค่าประมาณ 3.48 ล้านบาท/ปี

ดังนั้น เมื่อพิจารณามูลค่าการก่อสร้างรวมมูลค่าที่ดิน ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงของระบบบำบัดทั้ง 3 ทางเลือก พบว่า ทางเลือกที่ 2 มีมูลค่าในการก่อสร้างรวมมูลค่าที่ดินต่ำที่สุดในขณะที่ทางเลือกที่มีมูลค่าสูงที่สุดตามมาด้วยทางเลือกที่ 3 เป็นลำดับรองลงมา เมื่อพิจารณาค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบ พบว่า ทางเลือกที่ 1 มีค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงต่ำที่สุด ตามมาด้วยทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 3 ตามลำดับ โดยทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่มีค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณามูลค่าการก่อสร้าง มูลค่าที่ดิน และค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงแล้ว พบว่า ทางเลือกที่ 2 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ระบบบำบัดทางเลือกที่ 2 จะเป็นระบบแบบปิด จึงคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อผู้ที่ใช้ประโยชน์ในบริเวณใกล้เคียงน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 ซึ่งเป็นระบบเปิดสู่ธรรมชาติ ดังนั้น จากผลการศึกษาครั้งนี้จึงเสนอให้ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 คือระบบกรอง-เติมอากาศ เป็นระบบที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยฯ โดยผลการประมาณราคาค่าสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละทางเลือก ดังตารางที่ 4. 30 ถึง 4.35 และรายการสรุปเปรียบเทียบมูลค่าการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 ทางเลือก ดังตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.30 ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1 บ่อปรับเสถียร

ลำดับ	รายการ	ราคารวม (ล้านบาท)				รวมราคา
		แห่งที่ 1	แห่งที่ 2	แห่งที่ 3	แห่งที่ 4	(ล้านบาท)
1	ประเภทงานโยธาและผังบริเวณ					
	งานปรับปรุงพื้นที่	0.014	0.019	0.019	0.011	
	งานดินขุด/ถมบดอัด	0.139	0.181	0.181	0.094	
	งานประตูทางเข้าและรั้วรอบบ่อ	0.158	0.176	0.176	0.132	
	งานโครงสร้างรับน้ำเข้าบ่อ	0.596	0.596	0.596	0.596	
	งานโครงสร้างรับน้ำออกบ่อ	0.475	0.475	0.475	0.475	
	ราคารวมลำดับที่ 1	1.382	1.447	1.447	1.308	5.582
2	ประเภทงานเครื่องจักรและอุปกรณ์					
	เครื่องสูบน้ำเสีย/อุปกรณ์	0.050	0.050	0.050	0.040	
	เครื่องมือวัดอัตราไหล	0.025	0.025	0.025	0.025	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	0.005	0.005	0.005	0.005	
	ราคารวมลำดับที่ 2	0.080	0.080	0.080	0.070	0.310
	ราคารวมลำดับที่ 1+2	1.462	1.527	1.527	1.377	5.893
	เผื่อเหลือเผื่อขาด ร้อยละ 20	0.292	0.305	0.305	0.275	1.179
	รวม	1.754	1.832	1.832	1.653	7.071
	FACTOR F เท่ากับ					1.2978
	ราคารวม FACTOR F					9.177
	ค่าควบคุมงาน 3 %					0.275
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น					**9.453**

ตารางที่ 4.31 ค่าไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1 บ่อปรับเสถียร

ลำดับ	รายการ	จำนวน รวม	กำลังไฟ กิโลวัตต์/ หน่วย	รวม กิโลวัตต์	ชั่วโมง การ ทำงาน	ราคารวม (บาทเดือน)
1	เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Pump)	8	0.75	6	12	5,400
2	ไฟฟ้าแสงสว่าง/กำลังในห้องควบคุม	4	0.30	1.20	12	1,080
รวมทั้งสิ้น						**6,480**

ตารางที่ 4.32 ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 ระบบกรอง-เติมอากาศ

ลำดับ	รายการ	ราคารวม (ล้านบาท)				รวมราคา (ล้านบาท)
		แห่งที่ 1	แห่งที่ 2	แห่งที่ 3	แห่งที่ 4	
1	**ประเภทงานโยธาและผังบริเวณ**					
	งานปรับปรุงพื้นที่	0.001	0.001	0.001	0.001	
	งานดินขุด/ถมบดอัด	0.007	0.009	0.007	0.005	
	งานผังบริเวณและทางเข้า-ออก ระบบบำบัด	0.042	0.042	0.042	0.042	
	งานโครงสร้างรองรับถังบำบัดน้ำเสีย	0.102	0.138	0.102	0.084	
	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปพร้อมอุปกรณ์ประกอบ	2.041	2.542	2.041	1.599	
	ราคารวมลำดับที่ 1	**2.193**	**2.733**	**2.193**	**1.730**	**8.848**
2	**ประเภทงานเครื่องจักรและอุปกรณ์**					
	เครื่องสูบน้ำเสีย/อุปกรณ์	0.100	0.100	0.100	0.080	
	เครื่องเติมอากาศ/อุปกรณ์	0.020	0.020	0.020	0.020	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	0.008	0.008	0.008	0.007	
	ราคารวมลำดับที่ 2	**0.128**	**0.128**	**0.128**	**0.107**	**0.492**
	ราคารวมลำดับที่ 1+2	**2.321**	**2.861**	**2.321**	**1.837**	**9.340**

ตารางที่ 4.32 ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 ระบบกรอง-เติมอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ราคารวม (ล้านบาท)				รวมราคา
		แห่งที่ 1	แห่งที่ 2	แห่งที่ 3	แห่งที่ 4	(ล้านบาท)
	เผื่อเหลือเผื่อขาด ร้อยละ 20	**0.464**	**0.572**	**0.464**	**0.367**	**1.868**
	รวม	**2.785**	**3.433**	**2.785**	**2.205**	**11.209**
	FACTOR F เท่ากับ					**1.2859**
	ราคารวม FACTOR F					**14.413**
	ค่าควบคุมงาน 3 %					**0.432**
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น					**14.845**

ตารางที่ 4.33 ค่าไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 ระบบกรอง-เติมอากาศ

ลำดับ	รายการ	จำนวน รวม	กำลังไฟ กิโลวัตต์/ หน่วย	รวม กิโลวัตต์	ชั่วโมง การ ทำงาน	ราคารวม (บาท เดือน)
1.	เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Pump)	16	0.75	12	6	5,400
2.	เครื่องเติมอากาศ (Air blower)	8	0.75	6	12	5,400
3.	ไฟฟ้าแสงสว่าง/กำลังในห้องควบคุม	4	0.30	1.20	12	1,080
รวมทั้งสิ้น						**11,880**

ตารางที่ 4.34 ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 3 ระบบตะกอนเร่ง

ลำดับ	รายการ	ราคารวม (ล้านบาท)				รวมราคา
		แห่งที่ 1	แห่งที่ 2	แห่งที่ 3	แห่งที่ 4	(ล้านบาท)
1	ประเภทงานโยธาและผังบริเวณ					
	งานปรับปรุงพื้นที่	0.001	0.001	0.001	0.001	
	งานดินขุด/ถมบดอัด	0.001	0.001	0.001	0.001	
	งานประตูทางเข้าและรั้วรอบบ่อ	0.042	0.042	0.042	0.042	
	งานโครงสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	0.816	1.015	0.830	0.500	
	ราคารวมลำดับที่ 1	**0.860**	**1.059**	**0.874**	**0.544**	**3.337**
2	**ประเภทงานเครื่องจักรและอุปกรณ์**					
	เครื่องสูบน้ำเสีย/อุปกรณ์	0.100	0.100	0.100	0.080	
	เครื่องเติมอากาศ/อุปกรณ์	0.050	0.050	0.050	0.040	
	เครื่องรีดตะกอน	2.000	2.000	2.000	2.000	
	เครื่องสูบตะกอน	0.050	0.050	0.050	0.050	
	เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน	0.500	0.500	0.500	0.500	
	เครื่องสูบน้ำล้างผ้ากรอง	0.180	0.180	0.180	0.180	
	เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลิเมอร์	0.090	0.090	0.090	0.090	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	0.208	0.208	0.208	0.206	
	ราคารวมลำดับที่ 2	**3.178**	**3.178**	**3.178**	**3.146**	**12.680**
	ราคารวมลำดับที่ 1+2	**4.038**	**4.237**	**4.052**	**3.690**	**16.016**
	เผื่อเหลือเผื่อขาด ร้อยละ 20	**0.808**	**0.847**	**0.810**	**0.738**	**3.203**
	รวม	**4.846**	**5.084**	**4.862**	**4.428**	**19.219**
	FACTOR F เท่ากับ					**1.2530**
	ราคารวม FACTOR F					**24.082**
	ค่าควบคุมงาน 3 %					**0.722**
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น					**24.804**

ตารางที่ 4.35 ค่าไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 3 ระบบตะกอนเร่ง

ลำดับ	รายการ	จำนวน รวม	กำลังไฟ กิโลวัตต์/ หน่วย	รวม กิโลวัตต์	ชั่วโมง การ ทำงาน	ราคา รวม (บาท เดือน)
1.	เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Pump)	8	0.75	6	6	2,700
2.	เครื่องสูบตะกอน (Sludge Pump)	16	0.75	12	7	6,300
3.	เครื่องเติมอากาศ (Air blower)	8	0.75	6	12	5,400
4.	เครื่องรีดตะกอน	4	2.24	8.95	3	2,014
5.	เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน	4	0.75	3.00	3	675
6.	เครื่องสูบน้ำล้างผ้ากรอง	8	0.75	6.00	3	1,350
7.	เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลิเมอร์	8	0.37	2.98	3	671
8.	ไฟฟ้าแสงสว่าง/กำลังในห้องควบคุม	4	0.30	1.20	12	1,080
รวมทั้งสิ้น						**20,191**

ตารางที่ 4.36 เปรียบเทียบค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการของระบบแต่ละทางเลือก

รายการ	**ทางเลือกที่ 1 ระบบบ่อปรับเสถียร**	**ทางเลือกที่ 2 ระบบกรอง- เติมอากาศ**	**ทางเลือกที่ 3 ระบบตะกอนเร่ง**
ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัดทั้งหมด (ลบ.ม./วัน)	580	580	580
ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการสำหรับใช้ก่อสร้างระบบบำบัด (ตร.ม.)	12,540	800	800
ค่าก่อสร้าง	ล้านบาท	ล้านบาท	ล้านบาท
งานโยธาและงานอาคาร	5.582	8.848	3.337
งานเครื่องจักรกลและอุปกรณ์	0.310	0.492	12.680
รวมราคางานโยธาและงานอาคารและงานเครื่องจักรกล	5.893	9.340	16.016
ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดร้อยละ 20	1.179	1.868	3.203
ค่าบริหารงานทางวิศวกรรมร้อยละ 3	0.212	0.336	0.577
Factor F	1.298	1.286	1.253
รวมค่าก่อสร้างไม่รวมค่าที่ดิน	9.453	14.845	24.804
ราคาค่าที่ดิน	37.620	2.400	2.400
ค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษา			
ค่าบำรุงรักษา/เดือน *	0.007	0.012	0.025
ค่าไฟฟ้า/เดือน **	0.006	0.012	0.237
ค่าสารเคมี/เดือน ***	0.000	0.000	0.003
ค่าบุคลากร/เดือน	0.024	0.024	0.024
รวมค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษา/เดือน	0.038	0.048	0.290
ค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษา/ปี	0.461	0.579	3.483
ค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษา (บาท/ลบ.ม.)	2.179	2.733	16.452

หมายเหตุ * ค่าบำรุงรักษา 1.5% ของค่าก่อสร้าง + 2% ของงานอุปกรณ์เครื่องกลและงานไฟฟ้า

** ค่าไฟฟ้า 2.50 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

*** ค่าสารเคมี โพลีเมอร์ 200 บาท/กก.

4.3.7 แบบรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเกรอะ-กรองเติมอากาศ

จากผลการศึกษา พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม) คือ ระบบบำบัดแบบเกรอะ -กรองเติมอากาศ โดยคัดเลือกรูปแบบยี่ห้อและรุ่นของถังบำบัดน้ำเสียที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศ ในครั้งนี้จะคัดเลือกถังบำบัดน้ำเสีย ยี่ห้อ SAN TECH รุ่น EXT มาเป็นตัวอย่างนำเสนอในครั้งนี้ แต่อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาก่อสร้างหรือเลือกซื้อถังบำบัดน้ำเสีย สามารถเลือกใช้ยี่ห้อ หรือรุ่นอื่น ที่มีคุณลักษณะและประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าระบบบำบัดที่แนะนำไว้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ แบบรายละเอียดของถังบำบัดน้ำเสียแต่ละแห่ง ดังภาพที่ 4.59 ถึง 4.72

ภาพที่ 4.59 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.60 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.61 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.62 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.63 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.64 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.65 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.66 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.67 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.68 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.69 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.70 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.71 แบบแปลน A3

ภาพที่ 4.72 แบบแปลน A3

4.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการที่มีพื้นที่ ใช้สอยและอาคารต่างๆ ในการใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการสอนรวมกันแล้ว มีพื้นที่มากกว่า 25,000 ตารางเมตร ซึ่งตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (เล่ม 122 ตอนที่ 1259 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 29 ธ.ค. 2548) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ โดยจัดอยู่ในกลุ่มอาคารประเภท ก ตามกฎหมายที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำ ทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐานประกาศกระทรวงฯ ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ แต่เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยฯ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากอาคารต่างๆ ส่วนใหญ่จะถูกบำบัดเบื้องต้นด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละอาคาร ซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นบ่อเกรอะหรือบ่อเกรอะ-กรองไร้อากาศ ขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะการใช้งานของอาคารแล้วจะถูกระบายไปตามท่อระบายน้ำไหลลงสู่ห้วยคะคางโดยตรง ดังนั้นการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงมีความสำคัญและจำเป็นยิ่ง เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการควบคุมน้ำเสียที่เกิดขึ้นและคุณภาพของน้ำที่ต้องระบายทิ้ง ลงสู่ห้วยคะคางซึ่งเป็น แหล่งน้ำสาธารณะ อย่างไรก็ตาม หากจะมีการดำเนินโครงการระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย รวมขึ้น อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน ฉะนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำการศึกษา**ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (Initial Environmental Examination หรือ Initial Environmental Evaluation : IEE)** ควบคู่ไปพร้อมกันกับขั้นตอน การศึกษา ความเหมาะสมและออกแบบ ฯ เพื่อศึกษาถึง ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดขึ้นจากโครงการเบื้องต้นทั้งในระยะ การ ก่อสร้างและระยะดำเนินการ สำหรับเป็นแนวทางในการกำหนด มาตรการป้องกันและลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการกำหนดมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วย

การศึกษาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นในงานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ที่คาดว่าจะก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ตามผลการศึกษาการออกแบบความเหมาะสมระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมที่ได้ทำการศึกษาและนำเสนอผลไว้ในหัวข้อที่ 4.2 และ 4.3 ซึ่งผลการศึกษาระบบรวบรวมพบว่า ภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยมีระบบท่อระบายน้ำฝนและท่อรวบรวมน้ำเสียกระจายตัวอยู่ตามแนวถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยอยู่แล้ว ในการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย จึงเสนอระบบรวบรวมน้ำเสียเฉพาะส่วนเพิ่มเติมในพื้นที่ที่ยังไม่มีท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยพื้นที่ที่มีท่อเดิมอยู่แล้วจะออกแบบให้มีการใช้บ่อดักน้ำเสียเพิ่มขึ้นเพื่อแยกเอาน้ำเสียมายังท่อดักน้ำเสียก่อนจะนำส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสียต่อไป การออกแบบวางผังแนวท่อรวบรวมน้ำเสียได้ออกแบบให้มีทิศทางการไหลของน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ มีระดับความลึกในส่วนของท้องท่อระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสียที่ระดับ 5 เมตร สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ผลการศึกษาได้เสนอแนวทางเลือกไว้จำนวน 3 ระบบ ดังนี้

แนวทางเลือกที่ 1 ระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

แนวทางเลือกที่ 2 ระบบบำบัดแบบระบบกรอง - เติมอากาศ (Fixed-film aeration)

แนวทางเลือกที่ 3 ระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge)

ในส่วนของพื้นที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้คณะวิจัยได้กำหนดพื้นที่ที่จะมีระบบบำบัดน้ำเสียรวมเกิดขึ้นจำนวน 4 แห่ง (ดังภาพที่ 4.57 ที่กล่าวมาแล้ว) เนื่องจากพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยลำห้วยคะคางที่พาดผ่านกลางพื้นที่ของมหาวิทยาลัย เพื่อให้การจัดการน้ำเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับระบบรวบรวมน้ำเสียที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้ทำการแบ่งพื้นที่แหล่งกำเนิดน้ำเสียออกเป็นพื้นที่ย่อยจำนวน 4 โซน และกำหนดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมสำหรับแต่ละโซน ดังนั้นบริเวณพื้นที่ที่จะทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม ได้แก่

พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 1 (WWTP#1) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณหลังอาคารหอพักหญิง รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่อาคารหอพักนักศึกษาหญิง อาคารสาขาเซรามิกส์ อาคารสาขาอุตสาหกรรมก่อสร้าง อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาคารสาธารณสุขศาสตร์ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์หลังใหม่ อาคารคณะมนุษยศาสตร์ฯ อาคาร 7 คณะครุศาสตร์ บ้านพักบุคลากร 63 หลัง อาคารราชพฤกษ์ และโรงเรียนสาธิต

พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 2 (WWTP#2) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าบริเวณด้านข้างสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย ซึ่งติดถนนทางเข้ามหาวิทยาลัย (ฝั่งถนนทางเข้าด้านไปรษณีย์) รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่ หอพักบุคลากร 48 ยูนิต หอพักยูงทอง บ้านพักบุคลากร 28 หลั ง อาคารคณะมนุษยศาสตร์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์ อาคารคณะนิติศาสตร์ อาคารวิริยะ อาคาร 4 คณะมนุษยศาสตร์ฯ อาคาร 5 อาคาร 6 คณะวิทยาศาสตร์ฯ และอาคารศิลปกรรม

พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 3 (WWTP#3) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณด้านตรงข้ามเยื้องอาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่อาคารศูนย์ภาษา อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารเทคโนโลยีการเกษตร สนามฟุตซอล สนามมวย อาคารกิจการนักศึกษา สนามยิงปืน อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา อาคารสำนักวิทยบริการ อาคารโรงพิมพ์ อาคาร 8 คณะครุศาสตร์และอาคาร 11 ศูนย์ศึกษาพิเศษ

พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 4 (WWTP#4) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณอาคารเรียนเกษตรหลังเก่า (อาคาร 18) รองรับน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่ อาคารคณะเทคโนโลยีการเกษตร (หลังเก่า) บ้านพักบุคลากร 32 หลัง อาคารสโมสรอาจารย์ 1 อาคาร 2 อาคารกลุ่มงานอาคาร อาคารฯ 72 พรรษา อาคารเฉลิมพระเกียรติ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี และอาคารคณะวิทยาการจัดการ

4.4.1 ผลการศึกษาสภาพแวดล้อมปัจจุบัน

4.4.1.1 ด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

1) ที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ที่เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่ ทั้งหมด 468 ไร่ มีอาคารเพื่อการใช้ประโยชน์ต่างๆ ของมหาวิทยาลัยจำนวน 57 อาคาร สภาพทั่วไปในพื้นที่ส่วนใหญ่ เป็นที่ราบ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ในพื้นที่ประมาณ 132-135 เมตร และพื้นที่มีความเอียงลาดลงทางด้านทิศเหนือเล็กน้อย ปัจจุบันทั้ง 4 ทิศ ของมหาวิทยาลัยจะมีอาณาเขตติดต่อกับชุมชน

2) คุณภาพอากาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ในอำ เภอ เมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งจังหวัดมหาสารคามมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน (Tropical Monsoon Climate) ในช่วงฤดูร้อน มีอากาศอบอ้าว ในช่วงมรสุมฤดูร้อนจะได้รับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งทำให้เกิดฝนตก สำหรับปริมาณน้ำฝนที่บริเวณจังหวัดได้รับนั้น ส่วนมากจะเกิดจากผลกระทบของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศเวียดนามและเข้าสู่ประเทศไทย โดยช่วงเวลา แต่ละฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนกรก ฎาคมถึงเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธุ์ จากการทบทวนรายงาน ข้อมูลเอกสารต่างๆ ของสภาพภูมิอากาศของจังหวัดมหาสารคาม พบว่า ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจะพิจารณาจากข้อมูลสถิติภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดมหาสารคาม (โกสุมพิสัย) ซึ่งสถานีตรวจวัดตั้งอยู่ที่ละติจูด 16 องศา 15 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 103 องศา 04 ลิปดาตะวันออก โดยใช้สถิติข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1) ความดันบรรยากาศ ค่าความดันบรรยากาศเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1,009.4 เฮกโตปาสคาล มีพิสัยอยู่ระหว่าง 1,005.3-1,015.1 เฮกโตปาสคาล โดยมีความดันบรรยากาศสูงสุดตลอดปีเท่ากับ 1,026.1 เฮกโตปาสคาล และมีความดันบรรยากาศต่ำสุดเท่ากับ 994.2 เฮกโตปาสคาล และมี ค่าความต่างความดันบรรยากาศเฉลี่ยเท่ากับ 4.9 เฮกโตปาสคาล

2.2) อุณหภูมิ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีของจังหวัดมหาสารคามเท่ากับ 28.21 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุดทั้งปีเฉลี่ยเท่ากับ 37.6 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 18.8 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงที่สุดตรวจวัดได้เท่ากับ 42.5 องศาเซลเซียส ซึ่งตรวจวัดได้ในเดือนเมษายน ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 9.5 องศาเซลเซียส ตรวจวัดได้ในเดือนกุมภาพันธ์

2.3) ความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดมหาสารคามมีความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับร้อยละ 71.9 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเท่ากับร้อยละ 84 .0 โดย ตรวจวัดได้ในเดือนกันยายนและค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 57.35 โดยตรวจวัดได้ในเดือนเมษายน

2.4) การระเหย ค่าการระเหยตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 139.47 มิลลิเมตร โดยมีค่าการระเหยสูงสุดเท่ากับ 263.6 มิลลิเมตรในเดือนเมษายน และมีค่าการระเหยต่ำสุดเท่ากับ 95.69 มิลลิเมตรในเดือนมกราคม

2.5) ความเร็วลม ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปี 2.46 น็อต โดยความเร็วลมที่พบอยู่ในช่วง 1.86-3.05 น็อต โดยลมที่พัดส่วนใหญ่เป็นลมที่พัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยความเร็วลมสูงสุดที่ตรวจพบเท่ากับ 3.05 น็อตในเดือนสิงหาคม

2.6) ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดมหาสารคามเฉลี่ยในรอบปี 144.25 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกในรอบปีเท่ากับ 107 วัน โดยในเดือนกันยายนจะมีปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดเท่ากับ 377.0 มิลลิเมตร เดือนมีนาคมมีปริมาณน้ำฝนตกน้อยที่สุดเท่ากับ 1.4 มิลลิเมตรและในเดือนกุมภาพันธ์ไม่มีฝนตก ดังตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การระเหย ความเร็วลมและปริมาตรน้ำฝนของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2559

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย(%)	การระเหย (มม.)	ความเร็วลมเฉลี่ย (น็อต)	ปริมาตรน้ำฝน	
	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิสูงสุด	เฉลี่ย				จำนวน (วัน)	ปริมาตร (มม.)
มกราคม	9.7	36.5	25.02	71.93	95.69	2.31	3	40.8
กุมภาพันธ์	9.5	37.7	23.96	62.52	128.9	2.86	-	0
มีนาคม	14.0	41.7	29.97	57.42	164.1	1.86	1	1.4
เมษายน	23.0	42.5	33.01	57.35	263.6	2.98	5	141
พฤษภาคม	22.8	41.0	31.18	70.72	184.7	2.52	12	170
มิถุนายน	23.0	38.5	29.88	75.34	138.3	2.59	13	234
กรกฎาคม	23.5	36.8	28.68	80.80	126.4	2.39	16	258
สิงหาคม	22.8	36.2	28.83	79.35	113.4	3.05	18	355.9
กันยายน	22.5	35.2	27.99	84.00	115.3	2.16	22	377
ตุลาคม	22.7	35.5	28.27	79.63	111.8	1.59	13	119
พฤศจิกายน	17.6	35.1	26.92	75.13	119.4	2.48	4	33.9
ธันวาคม	14.5	35.2	24.81	69.23	112.1	2.79	-	0
เฉลี่ย	18.8	37.6	28.21	71.90	139.47	2.46	107	144.25

ที่มา : สถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดมหาสารคาม (โกสุมพิสัย), 2559

3) คุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญ 2 แห่ง คือ ลำห้วยคะคางและอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1) ลำห้วยคะคาง

แหล่งน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คือ ลำห้วยคะคางซึ่งเป็นลำห้วยสาขาของแม่น้ำชีสายเดียวที่ไหลผ่านกลางเมืองในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม ลำห้วยคะคางมีความยาวตลอดสายประมาณ 47 กิโลเมตร ไหลจาก “อ่างเก็บน้ำห้วยคะคาง” หรือ “อ่างโคกก่อ” ที่หัวสันเขื่อนอยู่ในพื้นที่ตำบลโคกก่อ เชื่อมโยงไปยังตำบลบ้านค้อ อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม อันเป็นบริเวณท้ายเขื่อน จากเนินดินและอ่างต้นน้ำส่งสายน้ำให้ไหลผ่านพื้นที่หลายหมู่บ้านในตำบลโคกก่อ ตำบลหนองโน ตำบลหนองปลิง ตำบลแวงน่าง จากนั้นจึงไหลสู่อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน ที่บ้านท่าแร่ ตำบลแก่งเลิงจานอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเป็นพื้นที่ชลประทานและคลองส่งน้ำ เพื่อการเกษตรและการประมง นอกจากนี้ยังมีสถานศึกษาหลายแห่งที่ต้องอาศัยแหล่งน้ำห้วยคะคาง เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม เป็นต้น ก่อนไหลพ้นออกนอกตัวเมือง ผ่านพื้นที่ตำบลลาดพัฒนา ตำบลเขวา ออกไปเชื่อมกับลำน้ำชีที่บริเวณบ้านท่าตูม ตำบลท่าตูม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ในลำห้วยคะคาง บริเวณที่ ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่บริเวณที่ไหลเข้าจนถึงบริเวณไหลออกจากมหาวิทยาลัย จำนวน 5 จุด ได้ผลดังตารางที่ 4.38 และภาพจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4.73-4.77 ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำในลำห้วยคะคางขณะเก็บน้ำตัวอย่างอยู่เกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 จัดว่ามีคุณภาพน้ำปานกลาง สามารถใช้ประโยชน์เพื่อชลประทานและการประมงได้ แต่สำหรับการอุปโภคบริโภค ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน

ตารางที่ 4.38 คุณภาพน้ำในลำห้วยคะคางบริเวณที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	**พารามิเตอร์ที่ศึกษา**							
	pH	**BOD (mg/L)**	**DO (mg/L)**	**EC (µs)**	**ความเค็ม**	**ความขุ่น (NTU)**	**SS (mg/L)**	**TDS (mg/L)**
บ้านพักอาจารย์ในพื้นที่คณะเกษตรฯ หลังเก่า	8.6	5.2	5.43	325	0.20	7.42	7.77	265.55
บริเวณสะพานคณะเกษตรฯ หลังเก่า	9.0	6.8	2.06	340	0.20	35.63	95.55	376.66
บริเวณสะพานอาคารการศึกษาพิเศษ	8.3	5.63	2.7	392	0.20	16.09	32.22	858.66
สะพานด้านหลังอาคาร 10	8.16	5.83	3.96	370	0.30	11.82	48.88	1,207.77
บริเวณหลังไปรษณีย์ศรีสวัสดิ์	8.0	6.33	4.5	393	0.20	13.80	47.77	1,341.10
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	5-9	1.5-4	2-6	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

ภาพที่ 4.73 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณบ้านพักอาจารย์ในคณะเกษตร หลังเก่า

ภาพที่ 4.74 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณสะพานข้ามคณะเกษตร หลังเก่า

ภาพที่ 4.75 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สะพานอาคารตึกการศึกษาพิเศษ

ภาพที่ 4.76 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สะพานหลังตึก 10

ภาพที่ 4.77 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณหลังไปรษณีย์ศรีสวัสดิ์

3.2) อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด

อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ดเป็นอ่างเก็บน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของมหาวิทยาลัย มีพื้นที่ประมาณ 30 ไร่ เป็นแหล่งน้ำผิวดินแบบปิด มีความลึกโดยเฉลี่ย 4.50 เมตร ปริมาตรความจุประมาณ 300,00 ลูกบาศก์เมตร ดังภาพที่ 4.78 ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำดิบสำหรับระบบประปาของมหาวิทยาลัย หากปริมาณน้ำในอ่างลดลงจะมีการสูบน้ำจากลำห้วยคะเข้ามาคางเข้ามาเติม มีถนนรอบอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด พบว่า คุณภาพน้ำอยู่เกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เพื่อชลประทานและการประมงได้ แต่สำหรับการอุปโภคบริโภค ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน

ภาพที่ 4.78 อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด

4) คุณภาพแหล่งน้ำใต้ดิน พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ไม่พบว่ามีการขุดเจาะเพื่อนำน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินมาใช้ประโยชน์

5) คุณภาพดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ในเขตตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม ซึ่งจากแผนที่กลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบดินหลากหลายชุด โดยชุดดินที่พบ ได้แก่ ชุดดินที่ 4, 7, 18, 20, 22, 33, 38, 40 และ 44 โดยลักษณะเด่นคือเป็นกลุ่มดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำที่มีอายุยังน้อย บางแห่งเป็นดินทรายที่มีชั้นดินอินทรีย์ภายในลึกประมาณ 100 เซนติเมตร บางแห่งเป็นดินร่วนละเอียดลึกถึงลึกมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง บางแห่งปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัด การระบายน้ำส่วนใหญ่ค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง สมบัติของดินเป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดพวกตะกอนลำน้ำ พบในบริเวณที่ราบตะกอนน้ำพัดพา สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มหรือที่ราบเรียบ มีน้ำแช่ขังบ้างในช่วงฤดูฝน เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว หรือดินเหนียวจัด หน้าดินอาจแตกระแหงเป็นร่องในฤดูแล้ง และอาจมีรอยจุไกลในดิน ดินบนจะมีสีดำหรือสีเทาเข้ม ดินล่างมีสีเทา น้ำตาล น้ำตาลอ่อนหรือเทาปนเขียวมะกอก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีเหลือง สีน้ำตาลแก่ หรือสีแดง อาจพบก้อนปูน หรือก้อนสารเคมีสะสมจำพวกเหล็กและแมงกานีสในชั้นดินล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย แต่ถ้าดินมีก้อนปูนปะปนจะมีปฏิกิริยาเป็นกลางหรือด่างปานกลาง สามารถใช้ดินทำนา บางแห่งยกร่อง เพื่อปลูกพืชผักหรือผลไม้ได้ ปัญหาที่พบคือโครงสร้างแน่นทึบ ดินแห้งแข็งและแตกระแหง ทำให้ไถพรวนยาก ขาดแคลนน้ำ และน้ำท่วมขังในฤดูฝน ทำความเสียหายกับพืชที่ไม่ชอบน้ำ

4.4.1.2 ด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ

1) นิเวศวิทยาบนบก

นิเวศวิทยาบนบก ได้แก่ ป่าไม้และสัตว์ป่านั้น พบว่า สภาพแวดล้อมปัจจุบันในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จัดเป็น พื้นที่ระบบนิเวศ เมือง โดย มหาวิทยาลัย เป็นสถานศึกษาที่มีความเจริญก้าวหน้า พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นตึกอาคารเรียน หอประชุม และที่พักอาศัยของนักศึกษาและบุคลากร ทำให้ไม่พบ ความหลากหลายของชนิดพืชพรรณ และสัตว์ ที่มีความสำ คัญหรือเป็นสิ่งมีชีวิตที่หายากหรือใกล้สูญพันธ์ทางด้านระบบนิเวศภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2) นิเวศวิทยาในแหล่งน้ำ

นิเวศวิทยา ในแหล่ง น้ำ ได้แก่ ชนิดสัตว์น้ำ พืชน้ำ และการประมง ทั้งในลำห้วยคะคางบริเวณที่ไหลผ่านพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ดนั้น ไม่พบ ความหลากหลายและการกระจายของชนิด สิ่งมีชีวิตในน้ำ ที่มีความสำ คัญหรือเป็นสิ่งมีชีวิตที่หายากหรือใกล้สูญพันธุ์ทางด้านระบบนิเวศภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.4.1.3 ด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

1) การใช้ที่ดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีพื้นที่ทั้งหมด ประมาณ 468 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่กลุ่มอาคารเดิมและที่กำลังก่อสร้าง รวมทั้งบริเวณโดยรอบอาคารประมาณ 200 ไร่ พื้นที่สระน้ำขนาดใหญ่ ประมาณ 48 ไร่ พื้นที่สนามกีฬากลางแจ้ง 24 ไร่ และพื้นที่ที่มีต้นไม้ขึ้นทั้งขนาดใหญ่ และขนาดเล็กกระจายตัวหนาแน่นบ้าง โปร่งบางบ้างประมาณ 196 ไร่ พื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่เป็นเขตบ้านพักอาศัยของบุคลากร ลักษณะการวางแผนปัจจุบันในการใช้ประโยชน์ที่ดินของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า มีการจัดอาคารประเภทเดียวกันไว้เป็นกลุ่มๆ แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มของอาคารยังถูกจัดวางกระจัดกระจายไปทั่วบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยยังขาดความสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มอาคารด้วยกันเอง ขาดความสัมพันธ์กับรูปร่างของพื้นที่ตลอดจนทางเข้าและเส้นทางสัญจร

2) การคมนาคม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีทางเข้าออก 4 ทาง โดยพื้นที่ด้านหน้าจะติดกับถนนครสวรรค์ ซึ่งเป็นถนนสายหลักที่เชื่อมกับตัวเมืองมหาสารคามกับอำเภอโกสุมพิสัย โดยอยู่ทางทิศเหนือของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม แต่ถนนที่นิยมใช้เข้าสู่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคม คือ ถนนศรีสวัสดิ์ดำเนิน ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เนื่องจากเป็นถนนที่ตัดตรงจากตัวเมือง มีหอพักเอกชน และชุมชนค่อนข้างใหญ่ สิ่งอำนวยความสะดวกค่อนข้างพร้อม ปัจจุบันมีทางเข้าสู่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจากถนนภายนอกได้หลายทาง นอกจากนี้ยังมีทางเข้าที่เกิดจากการไม่แบ่งขอบเขตของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามให้ชัดเจนอีกหลายเส้นทาง ในส่วนของถนนภายในจะใช้เป็นระบบถนนตัดตรงเข้าถึงกลางพื้นที่ขนานกัน และมีแนวตัดเชื่อมเข้าหากันเกิดระบบพิกัดตาราง มีการจัดวางของตำแหน่งต่างๆ ในระหว่างพิกัดที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดถนนอยู่โดยรอบของอาคารจนขาดความเป็นส่วนตัวของแต่ละอาคาร

ด้านการจราจรรวมไปถึงทางเดินเท้าเข้าสู่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นไปตามแนวถนนสายหลัก จึงทำให้การจราจรคับคั่ง และปะปนกันระหว่างทางเดินเท้ากับถนน โดยเฉพาะทางเข้าจากถนนศรีสวัสดิ์ดำเนินและเส้นทางที่สามารถออกสู่ถนนนครสวรรค์ ทางทิศเหนือของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามนั้นมีปริมาณการจราจรค่อนข้างหนาแน่นมาก ส่วนถนนบริเวณอื่น มีการปรับปรุงให้ใช้งานได้เหมาะสมตามสภาพความต้องการการใช้สอยของแต่ละพื้นที่ เช่นเดียวกับพื้นผิวถนนที่ได้รับการพัฒนาตามความจำเป็นในการใช้งาน และในส่วนของระบบโครงข่ายถนนภายใน ยังขาดการเน้นความสำคัญของเส้นทางสัญจรที่เข้าสู่อาคารสำคัญๆ และการกำหนดเส้นทางสัญจรหลัก กับเส้นทางสัญจรรองให้ชัดเจนในด้านกายภาพ อีกทั้งเส้นทางจักรยานยังไม่ชัดเจน รวมทางเดินเท้าแบบมีหลังคาคลุมเข้าสู่อาคารยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ ทำให้การเดินทางด้วยทางเท้าต้องใช้ทางร่วมกับการสัญจรของยานพาหนะ

3) การระบายน้ำ

สภาพภูมิศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันไม่มาก จากการสำรวจเบื้องต้น พบว่า ทิศทางการระบายน้ำฝนโดยรวมส่วนใหญ่จะไหลลงสู่ห้วยคะคาง และน้ำจากอาคารต่างๆ จะไหลลงสู่ห้วยคะคาง เช่นกัน แต่มีน้ำจากอาคารบางส่วนที่ไหลลงสู่สระน้ำมรกต และสระน้ำข้างอาคาร 72 พรรษา อย่างไรก็ตาม สุดท้ายจะไหลลงสู่ห้วยคะคางและไหลลงสู่ลำน้ำชี โดยระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสียของมหาวิทยาลัยเป็นระบบระบายรวม กล่าวคือมีแนวท่อและรางระบายน้ำที่ทำหน้าที่ระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสียมาภายในเส้นทางเดียวกัน โดยจะประกอบไปด้วยรางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.30 – 1.00 เมตร วางตัวครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ตามแนวถนนหลักภายในมหาวิทยาลัย ยกเว้นบริเวณส่วน บ้านพักบุคลากร และบริเวณอาคารราชพฤกษ์ที่ยังไม่มีแนวท่อระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย ทำให้น้ำฝนและน้ำเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าวถูกปล่อยระบายทิ้งไปตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่

4) การใช้น้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีแหล่งน้ำผิวดินที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา คือ อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด ปริมาตรความจุประมาณ 300,000 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณการ ผลิตน้ำประปา เมื่อปี พ.ศ. 25 60 เฉลี่ยเท่ากับ 24,091.66 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน มีการจ่ายน้ำ ไปยังอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัย ฯ สำนักงานต่างๆ บ้านพักและอาคารที่พักบุคลากร และโรงผลิตน้ำดื่มวรุณทิพย์ ยกเว้นสระว่ายน้ำและโรงแรมสวนวรุณที่มีการใช้น้ำจากการประปาส่วนภูมิภาคสาขามหาสารคาม ดังตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 การใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในปี 2560

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน)
มกราคม	3,920.00	25,900.00
กุมภาพันธ์	3,752.00	24,200.00
มีนาคม	3,086.00	24,100.00
เมษายน	4,120.00	23,600.00
พฤษภาคม	3,703.00	24,500.00
มิถุนายน	4,830.00	23,400.00
กรกฎาคม	3,398.00	23,700.00
สิงหาคม	3,135.00	24,400.00
กันยายน	2,624.00	23,800.00
ตุลาคม	3,516.00	23,300.00
พฤศจิกายน	2,423.00	25,100.00
ธันวาคม	2,749.00	23,100.00
รวม	**3,188.00**	**24,091.66**

ที่มา: งานประปาและสุขาภิบาล มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2561

5) การใช้ไฟฟ้าและพลังงาน

ปริมาณการใช้ ไฟฟ้าและพลังงานของ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า เมื่อปี พ.ศ. 2560 มีการใช้ไฟฟ้า ทั้งหมดรวม 6,491,801.13 กิโลวัตต์ ใช้ไฟฟ้ามากสุดในเดือนกรกฎาคม 720,471.00 กิโลวัตต์ เนื่องจากเป็นช่วงเปิดภาคเรียน และเดือนที่ใช้ไฟฟ้าน้อยสุดคือเดือนเมษายน 447,736.73 กิโลวัตต์ เนื่องจากเข้าสู่ช่วงของการปิดภาคเรียน

4.4.1.4 ด้านคุณค่าคุณภาพชีวิต

1) สภาพสังคมประชากร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นสถาบันการศึกษาเก่าแก่และมีขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของจังหวัดมหาสารคาม สภาพสังคมจึงมีบรรยากาศของการเป็นแหล่งการเรียนรู้ค้นคว้า ประชากรหลักจะประกอบด้วยบุคลากร นักเรียนและนักศึกษา โดยบุคคลภายนอกที่เข้ามาประจำคือผู้ประกอบการที่มาจำหน่ายอาหารในโรงอาหาร จากข้อมูลประชากรกองบริหารงานบุคลากรของมหาวิทยาลัยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2560 มีบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยจำนวนระหว่าง 696-1,123 คน และนักศึกษาจำนวนระหว่าง 10,677-25,086 คน โดยแนวโน้มของนักศึกษามีจำนวนลดลง ดังตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 จำนวนบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2549 – 2560

ปีการศึกษา	จำนวนนักศึกษา (คน)	จำนวนบุคลากร (คน)	รวมทั้งหมด (คน)
2549	12,522	696	13,218
2550	10,950	700	11,650
2551	9,989	688	10,677
2552	11,162	753	11,915
2553	20,976	945	21,921
2554	20,492	938	21,430
2555	22,450	1,029	23,479
2556	24,057	1,049	25,106
2557	23,649	1,069	24,718
2558	22,046	1,113	23,159
2559	19,626	1,123	20,749
2560	16,722	1,119	17,841

ที่มา: สารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2560

2) การสาธารณสุข

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้รับการบริการทางสาธารณสุขโดยตรงจากโรงพยาบาลมหาสารคามซึ่งได้เข้ามาตั้งศูนย์บริการหน่วยย่อยภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นที่ รู้จักกันในนาม “ศูนย์ราชภัฏ” นอกจากนี้ยังได้รับการบริการทางสาธารณสุขจากสถานพยาบาลทั้งของราชการและเอกชนที่อยู่ภายในเขตอำเภอเมืองมหาสารคาม ได้แก่ โรงพยาบาลสุธาเวช และโรงพยาบาลอินเตอร์มหาสารคาม

4.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น

จากผลการศึกษาการออกแบบความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในหัวข้อที่ 4.3 นั้น ได้พิจารณาทางเลือกของระบบบำบัดน้ำเสียรวมจำนวน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง -เติมอากาศ และระบบตะกอนเร่ง ซึ่งผลจากการศึกษาได้มีการแบ่งพื้นที่ของแหล่งกำเนิดน้ำเสียออกเป็นพื้นที่ย่อยจำนวน 4 โซน และมีระบบบำบัดน้ำเสียรวมสำหรับแต่ละ โซน ดังนั้นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น จะศึกษาบริเวณที่จะก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ทั้ง 4 แห่ง ดังนี้

1) พื้นที่ก่อสร้าง ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 1 (WWTP#1) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณหลังอาคารหอพักหญิง ดังภาพที่ 4.79

ภาพที่ 4.79 พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 1 (WWTP#1)

2) พื้นที่ก่อสร้าง ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 2 (WWTP#2) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าบริเวณด้านข้างสระว่ายน้ำ ติดถนนทางเข้ามหาวิทยาลัย (ฝั่งทางเข้าด้านไปรษณีย์) ดังภาพที่ 4.80

ภาพที่ 4.80 พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 2 (WWTP#2)

3) พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 3 (WWTP#3) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณด้านตรงข้ามเยื้องอาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา ดังภาพที่ 4.81

ภาพที่ 4.81 พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 3 (WWTP#3)

4) พื้นที่ก่อสร้าง ระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 4 (WWTP#4) ได้แก่ พื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณอาคารเรียนเกษตรหลังเก่า (อาคาร 18) ดังภาพที่ 4.82

ภาพที่ 4.82 พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แห่งที่ 4 (WWTP#4)

ทั้งนี้ ขนาดของพื้นที่ที่จะใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามทั้ง 3 ทางเลือกตามผลการศึกษาออกแบบในหัวข้อ 4.3 ได้แสดงดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 ขนาดของพื้นที่ตามการออกแบบในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตาม

พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	ขนาดของพื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม		
	แบบบ่อปรับเสถียร	แบบกรอง-เติมอากาศ	แบบตะกอนเร่ง
แห่งที่ 1	1.8 ไร่	200 ตร.ม.	200 ตร.ม.
แห่งที่ 2	2.36 ไร่	200 ตร.ม.	200 ตร.ม.
แห่งที่ 3	2.36 ไร่	200 ตร.ม.	200 ตร.ม.
แห่งที่ 4	1.31 ไร่	200 ตร.ม.	200 ตร.ม.

รายละเอียดการศึกษาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น ทั้งระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการของโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง มีดังนี้

4.4.2.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

1) สภาพภูมิประเทศ

- ระยะก่อสร้าง

ในการดำเนินการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่งนั้น จะมิได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิประเทศของพื้นที่มาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามใดใดทั้งสิ้น เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่โล่งว่างเปล่ามีเพียงแห่งที่ 4 ที่อาจต้องมีการถมดินเพื่อปรับระดับ สำหรับการก่อสร้างจะต้องมีการขุดเจาะเพื่อวางแนวท่อระบบรวบรวมน้ำเสีย ผลกระทบที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากการกรองเศษวัสดุจากการจุดเจาะ เช่น ดิน หิน ทราย หรือขุดหลุมเจาะ ซึ่งจะกระจายอยู่ในช่วงบริเวณที่มีการก่อสร้าง แต่การก่อสร้างจะทำเป็นแนวช่วงระยะ มิได้ขุดเป็นแนวยาวตลอดถนนเนื่องจากอาศัยแนวท่อหลักเดิม โดยการก่อสร้างจะส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรบ้าง แต่ผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นไม่นาน โดยสามารถกำหนดมาตรการเพื่อควบคุมและป้องกันได้ ดังนั้นผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำ

- ระยะดำเนินการ

แนวท่อภายหลังปรับปรุงก่อสร้างระบบรวบรวมแล้วเสร็จ ระบบดังกล่าวจะถูกวางโครงข่ายรวบรวมอย่างเป็นระเบียบซึ่งการดำเนินงานทั้งหมดในช่วงนี้จะไม่มีผลใดๆ ต่อสภาพภูมิประเทศ รวมถึงผิวถนนแนวที่มีการดำเนินการก่อสร้างจะได้รับการปรับปรุงกลับคือสู่สภาพเดิม จึงไม่เกิดผลกระทบใดใดเกิดขึ้นในพื้นที่โครงการ อย่างไรก็ตาม ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรอาจจะมีผลให้ทัศนียภาพทั้ง 4 พื้นที่ไม่สวยงาม

2) ลักษณะภูมิอากาศ/เสียง

- ระยะก่อสร้าง

ผลกระทบต่อลักษณะภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง ส่วนใหญ่ คือ ปัญหาฝุ่นละออง ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการขุดเจาะแนวระบบท่อรวบรวมน้ำเสียรวมถึงการขนย้ายวัสดุก่อสร้าง การขนดิน เป็นต้น ผลกระทบด้านฝุ่นละอองจะเกิดขึ้นเฉพะในช่วงการก่อสร้างเท่านั้น ซึ่งในการดำเนินการก่อสร้างทางผู้รับเหมาจะทำการขุดเจาะเป็นช่วงระยะสั้นๆ โดยไม่ได้ทำการขุดตามแนวท่อตามผลการออกแบบเพียงอย่างเดียว ดังนั้นผลกระทบจะเกิดขึ้นจะอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจะอยู่ในวงแคบ ทั้งนี้สามารถกำหนดมาตรการเพื่อป้องกันแก้ไขได้ปัญหาผลกระทบดังกล่าวได้ เช่น การฉีดน้ำเพื่อลดฝุ่น หรือการล้างล้อรถขนส่งบรรทุกดิน ก่อนจะออกจากพื้นที่ เป็นต้น ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำ

ผลกระทบต่อกลิ่น ผลกระทบที่จะเกิดจากกลิ่นของระบบฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จะไม่มีในระยะก่อสร้าง

ผลกระทบต่อเสียง ผลกระทบที่เกิดขึ้นมาจากกิจกรรมการทำงานของเครื่องจักรหนัก ซึ่งอาจมีระดับความดังของเสียงที่ทำให้เกิดความรำคาญได้ แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ห่างห่างจากแนวพื้นที่อาคารเรียน ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำแต่ถึงอย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันผลกระทบด้านเสียงรบกวน การดำเนินกิจกรรมก่อสร้างต้องกำหนดเวลาการทำงานที่ชัดเจน และต้องหยุดกิจกรรมทุกชนิดภายหลังจากเสร็จสิ้นเวลางานในแต่ละวัน

- ระยะดำเนินการ

ในช่วงระยะเวลาดำเนินการภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ กิจกรรมการดำเนินงานของระบบทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศและเสียงเกิดขึ้นในช่วงระยะดำเนินการ แต่อาจมีผลกระทบในเรื่องกลิ่นของระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร

3) แหล่งน้ำผิวดิน

- ระยะก่อสร้าง

แหล่งน้ำผิวดินหลักๆ ในพื้นที่โครงการ มีอยู่ 2 แห่ง คือ ห้วยคะคาง และหนองนกเป็ดในบางส่วนของการก่อสร้างระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่งต้องทำการขุดเจาะถนนโดยเฉพาะถนนบางส่วนที่มีพื้นที่ใกล้กับแหล่งน้ำดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการพัดพาของตะกอนและสิ่งปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะหากการก่อสร้างดำเนินการในช่วงฤดูฝน ผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจทำให้แหล่งน้ำเกิดตะกอนสะสมมากขึ้น

- ระยะดำเนินการ

ภายหลังการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียแล้วเสร็จ น้ำเสียจากอาคารต่างๆ หอพักนักศึกษา หอพักบ้านพักบุ คลากร โรงอาหาร จะถูกรวบรวมน้ำเสียเพื่อส่งต่อไปบำบัดยังระบบบำบัดให้ มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลกระทบด้านบวกที่ส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง

4.4.2.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ

1**) นิเวศวิทยาบนบก**

- ระยะก่อสร้าง

เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่จะดำเนินการวางท่อระบบรวบรวมน้ำเสียโดยส่วนใหญ่จะผ่านพื้นที่อาคาร และหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทั้งนี้สภาพพื้นที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามไม่มีสภาพความเป็นพื้นที่ป่าไม้สำคัญ ไม่พบความหลากหลายของชนิดพืชพรรณ และสัตว์ ที่มีความสำ คัญหรือเป็นสิ่งมีชีวิตที่หายากหรือใกล้สูญพันธุ์ อยู่ในเขตพื้นที่แต่อย่างใด ดังนั้นการก่อสร้างดำเนินการก่อสร้างและดำเนินการระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จึงไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อระบบนิเวศดังกล่าว

- ระยะดำเนินการ

ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย รวม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จะไม่ได้รับผลกระทบใดๆ

2) นิเวศวิทยาในน้ำ

- ระยะก่อสร้าง

การดำเนินงานในระยะก่อสร้างระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่งนั้น ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับสัตว์น้ำหรือนิเวศวิทยาสิ่งมี ชีวิตในแหล่งน้ำ อาจเกิดจากการปล่อยให้เกิดการปนเปื้อนของตะกอนดินจากการขุดเจาะ ก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะน้ำที่รวบรวมหรือผันทิ้งในช่วงก่อสร้างฤดูฝน ผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ เช่น ปัญหาด้านความขุ่น รวมถึงการพัดพาตะกอนสู่แหล่งน้ำ ปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหรือโดยรอบแหล่งน้ำธรรมชาติได้ อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นจะอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากการดำเนินการก่อสร้างโครงการจะทำการก่อสร้างแนวท่อระบบรวบรวมเป็นระยะๆ มิได้ดำเนินการพร้อมกันทีเดียวทั้งโครงการ ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำ และสามารถกำหนดมาตรการป้องกันผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้

- ระยะดำเนินการ

ภายหลังการก่อสร้างเสร็จแล้ว ระบบท่อจะระบายน้ำในพื้นที่จะถูกรวบรวมและเชื่อท่อเข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียหลัก เพื่อนำน้ำเสียที่เกิดขึ้นไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีค่าความสกปรกอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด คือ มีความสกปรกน้ำเสีย (BOD_5) ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนปล่อยออกสู่วิ่งแวดล้อมภายนอก หรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ด้านอื่น ต่อไป ซึ่งในช่วงระยะเวลาดำเนินการไม่พบว่ามีผลกระทบใดๆ ต่อระบบนิเวศวิทยาในน้ำ

4.4.2.3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

1) การใช้ประโยชน์ที่ดิน

- ระยะก่อสร้าง

ในช่วงระยะการก่อสร้างและระยะดำเนินการ ของระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือก ในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม แต่อย่างใด เนื่องจากการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะสอดคลองกับแผนพัฒนาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ต้องการวางแนวระบบรวบรวมน้ำเสียเพื่อนำน้ำที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามทั้งหมดไปบำบัดให้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำ

- ระยะดำเนินการ

ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย รวม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จะไม่ได้รับผลกระทบใดๆ

2) การใช้น้ำ

- ระยะก่อสร้าง

ในการดำเนินงานระยะก่อสร้างระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่งจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อกิจกรรมการใช้น้ำใดๆ ในพื้นที่ ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่อาจจะมาจากเหตุสุวิสัย เช่น การขุดเจาะระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย อาจพลาดไปโดนระบบท่อประปา ทำให้ท่อชำรุดและแตกเกิดปัญหาต่อการใช้น้ำโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่กำลังดำเนินงานก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย แต่ทั้งนี้ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมมาตรการไว้เพื่อรองรับกรณีเหตุดังกล่าว รวมถึงการกำหนดแผนประสานงานกับการประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและกำหนดผู้รับผิดชอบไว้ชัดเจนเพื่อป้องกันการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นดังกล่าว ดังนั้นผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นมีความสำคัญอยู่ในระดับต่ำ

- ระยะดำเนินการ

ในระยะดำเนินการระบบ ฯ ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำของประชากรในพื้นที่แต่อย่างใด เนื่องจากระบบท่อระบายและรวบรวมน้ำเสียจะถูกแยกอย่างชัดเจนกับระบบท่อประปา จึงไม่มีผลต่อการปนเปื้อนของน้ำเสียกับน้ำประปาในพื้นที่

3) การคมนาคม

- ระยะก่อสร้าง

ในช่วงระยะก่อสร้าง ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการจราจรในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กิจกรรมการขุด เจาะ ปรับพื้นที่ กองดิน การวางระบบท่อ เป็นต้น รวมถึงการขนส่งของรถบรรทุกวัสดุบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กิจกรรมเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาการกีดขวางทางจราจรในพื้นที่ แต่ในระหว่างการก่อสร้างเพื่อป้องกันปัญหาด้านจราจรผู้รับเหมาควนติดป้าย สัญญาณจราจรแจ้งให้ผู้ใช้เส้นทางทราบอย่างชัดเจน รวมถึงการแนะนำให้ใช้เส้นทางเลี้ยงต่างๆ เป็นต้น ซึ่งโดยภาพรวมปัญหาที่กล่าวมาจะไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการจราจรแต่อย่างใดเนื่องจากสภาพการจราจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมิได้ประสบปัญหาเกิดการติดขัดจนกระทั่งไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำ

- ระยะดำเนินการ

ในระยะดำเนินงาน ทั้ง 3 ทางเลือก ในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่งนั้น จะ พบว่า ไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อระบบการจราจรในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4) การระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม

- ระยะก่อสร้าง

ในการดำเนินงานช่วงก่อสร้างปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสีย ทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง อาจส่งผลกระทบต่อการระบายน้ำของระบบระบายบางช่วง เนื่องจากต้องทำกา รขุดแนวท่อเพื่อวางระบบรวบรวมน้ำเสีย ในบางช่วงอาจจะวางระบบเชื่อมต่อกับระบบรวบรวมน้ำเสียหรือแนวท่อระบายน้ำที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้วางไว้ก่อนหน้านี้ หากช่วงเวลาการดำเนินงานก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียอยู่ในช่วงหน้าฝนจะส่งผลให้การจัดการน้ำที่เกิดขึ้นในพื้นที่รองรับน้ำบริเวณดังกล่าวยากขึ้น ทั้งในส่วนของน้ำเสียที่ระบายน้ำจากท่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม น้ำฝนที่จะท่วมขังในหลุมที่ทำการขุดเพื่อวางระบบท่อใหม่ แต่ทั้งนี้ในช่วงการก่อสร้างปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสียทางผู้รับเหมาก่อสร้างจะต้องทำการจัดสร้างรางระบายน้ำชั่วคราวเพื่อเป็นทางไหลและระบายน้ำที่เกิดขึ้น รวมถึงการจัดเตรียมเครื่องสูบน้ำ รถบรรทุกน้ำไว้เพื่อระบายน้ำที่จะเกิดขึ้นบริเวณดังกล่าว โดยจะต้องสามารถระบายน้ำ มิให้เกิดการท่วมขังในพื้นที่ก่อสร้างภายในระยะอันสั้น และภายหลังจากการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จต้องปรับปรุงสภาพพื้นที่ให้กลับสู่สภาพเดิม ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ในระดับต่ำ

- ระยะดำเนินการ

ภายหลังการก่อสร้างดำเนินโครงการ แล้วเสร็จทั้ง 3 ทางเลือกในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง จะส่งผลกระทบต่อโครงการด้านบวก โดยทำให้สภาพการระบายน้ำในพื้นที่เป็นระบบและมีทิศทาง การไหลที่แน่นอน ไม่มีการท่วมล้นพื้นที่รับน้ำบริเวณแนวท่อระบายและรวบรวมน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.4.2.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณค่าคุณภาพชีวิต

1) สภาพสังคม

- ระยะก่อสร้าง

ในช่วงระยะก่อสร้างระบบรวบรวม และบำบัด น้ำเสีย รวมทั้ง 3 ทางเลือก ในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง อาจส่งผลกระทบต่ออาคารเรียน และอาคารที่พักอาศัยที่อยู่ตามแนวเส้นทางการวางระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งหากการก่อสร้างผ่านพื้นที่ดังกล่าวอาจก่อให้เกิดอุปสรรคไม่มีพื้นที่จอดรถหน้าอาคาร การเข้าออกไม่สะดวก แต่อย่างไรก็ดีผลกระทบที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วงระยะเวลาการก่อสร้างปรับปรุงระบบท่อรวบรวมน้ำเสียซึ่งเป็นช่วงระยะทางและช่วงเวลาสั้นๆ เท่านั้น โดยการควบคุมกำหนดให้การดำเนินงานก่อสร้างจะพิจารณาเป็นระยะๆ มิได้ทำการขุดเจาะเป็นแนวยาวในคราวเดียว แต่ในบางกรณีการเข้ามาเป็นผู้รับเหมา อาจนำมาซึ่งผลกระทบทาง

- ระยะดำเนินการ

ในระยะดำเนินการใช้กระบวนการรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจะอยู่ในด้านบวก โดยเฉพาะคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีมีผลต่อทัศนียภาพด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ รวมถึงการป้องกันน้ำท่วม การรวบรวมและการระบายน้ำเสีย ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2) สาธารณสุข/อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

- ระยะก่อสร้าง

ในระยะก่อสร้างหากไม่มีการรวบรวมน้ำเสียหรือน้ำที่ถูกระบายทิ้งในแต่ละวันเพื่อนำไปจัดการอย่างเหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านกลิ่น หรือเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของพาหะนำโรคบางชนิดได้ เช่น ยุง แมลงวันและแมลงสาบ เป็นต้น อีกทั้งในช่วงก่อสร้างจะมีการวางวัสดุ/อุปกรณ์ รวมถึงการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างบางส่วน หากไม่มีการจัดเก็บที่ดี หรือกำหนดให้มีการใช้เครื่องหมายจราจร การปิดป้ายเตือนต่างๆ อาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นในพื้นที่ดังกล่าวได้ ทั้งนี้รวมถึงคุณภาพชีวิตของคนงานที่ทำงานในพื้นที่ ในการทำงานที่มีความเสี่ยงสูงและต้องใช้เครื่องมือ เครื่องจักรกลหนัก ทางผู้รับเหมาจะต้องกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE : Personal Protective Equipment) ให้กับคนงานอย่างพอเพียง ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจำเป็นต้องกำหนดมาตรการเพื่อรองรับและป้องกันผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- ระยะดำเนินการ

ในระยะที่ผลกระทบเกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะเหตุรำคาญ และเป็นพาหะนำโรค เช่น ปัญหาเรื่องกลิ่น ปัญหาแมลง ยุง แมลงสาบ และหนู เป็นต้น ปัญหาดังกล่าวควรมีการดำเนินการจัดการที่เป็นระบบและต่อเนื่อง เช่น การล้างทำความสะอาดท่อ การตรวจสอบสภาพการาไหลหรือการระบาย เป็นต้น ซึ่งหากมีการวางระบบป้องกันควบคุมคาดว่าจะสามารถควบคุมผลกระทบที่คาดจะเกิดขึ้นได้ ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะดำเนินการจึงอยู่ระดับต่ำ ยกเว้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรที่อาจส่งผลกระทบอยู่ในระดับมากเนื่องจากเป็นบ่อเปิดจึงอาจเกิดปัญหาเรื่องกลิ่น แมลง และยุงเพิ่มขึ้น

3) ด้านทัศนคติ

กลุ่มประชากรได้แก่บุคลากรและนักศึกษาเป็นกลุ่มที่จะได้รับผลกระทบโดยตรงจากโครงการ ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงได้ใช้แบบสอบถามในการดำเนินการสำรวจความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาต่อโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 335 คน จากประชากรจำนวน 17,841 คน (โดยใช้สูตรทาโร่ยามาเน่) ซึ่งเนื้อหาของแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย **ส่วนที่ 1** ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม **ส่วนที่ 2** ความคิดเห็นต่อโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย และ**ส่วนที่ 3** ข้อกังวล ข้อสงสัย ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยในแต่ละส่วนที่ทำการสำรวจได้ผลการศึกษา ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามมีทั้งหมด 335 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 52.8 เป็นเพศชาย ร้อยละ 47.2 อายุของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ไม่เกิน 25 ปี (ร้อยละ 57.0) รองลงมามีอายุระหว่าง 26-35 ปี (ร้อยละ 23.3) อายุระหว่าง 36-45 ปี (ร้อยละ 14.3) อายุระหว่าง 46-55 ปี (ร้อยละ 4.8) และอายุมากกว่า 55 ปี ขึ้นไป (ร้อยละ 0.6) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.42

ตารางที่ 4.42 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	158	47.2
	หญิง	177	52.8
	รวม	**335**	**100**
อายุ	ไม่เกิน 25 ปี	191	57.0
	26-35 ปี	78	23.3
	36-45 ปี	48	14.3
	46-55 ปี	16	4.8
	มากกว่า 55 ปี ขึ้นไป	2	0.6
	รวม	**335**	**100.0**

จากตารางที่ 4.43 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีสถานภาพเป็นนักศึกษา (ร้อยละ 56.7) รองลงมามีสถานภาพเป็น บุคลากรสายสนับสนุน (ร้อยละ 26.0) และมีสถานภาพเป็น บุคลากรสายสอน (ร้อยละ 17.3) ในส่วนของข้อมูลหน่วยงานที่สังกัดในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่สังกัดคณะ มนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ร้อยละ 16.1) รองลงมา ได้แก่ สังกัดคณะวิทยาการจัดการและคณะคุรุศาสตร์ (ร้อยละ 12.2 เท่ากัน) สังกัดคณะนิติศาสตร์ (ร้อยละ 11.0) สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ร้อยละ 10.4) สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ร้อยละ 8.4) สังกัดคณะเทคโนโลยีการเกษตร (ร้อยละ 8.1) สังกัด คณะคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (ร้อยละ 7.8) สังกัดคณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ (ร้อยละ 4.8) สังกัดโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (ร้อยละ 4.2) สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย (ร้อยละ 3.0) และสังกัดศูนย์/สำนัก (ร้อยละ 1.8) รายละเอียดดังตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 สถานภาพและหน่วยงานที่สังกัดของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สถานภาพในมหาวิทยาลัย	บุคลากรสายสอน	58	17.3
	บุคลากรสายสนับสนุน	87	26.0
	นักศึกษา	190	56.7
	นักเรียน	0	0.0
	รวม	**335**	**100.0**
หน่วยงานที่สังกัด	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	35	10.4
	คณะวิทยาการจัดการ	41	12.2
	คณะคุรุศาสตร์	41	12.2
	คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์	54	16.1
	คณะเทคโนโลยีการเกษตร	27	8.1
	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	26	7.8
	คณะนิติศาสตร์	37	11.0
	คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์	16	4.8
	คณะวิศวกรรมศาสตร์	28	8.4
	บัณฑิตวิทยาลัย	10	3.0
	ศูนย์/สำนัก	6	1.8
	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	14	4.2
	รวม	**335**	**100.0**

จากตารางที่ 4.44 พบว่า สถานที่พักอาศัยของผู้ตอบแบบสอบถามมีความแตกต่างกัน ดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อาศัย อยู่บ้านพัก/หอพักภายนอกมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 69.0) รองลงมาอาศัยอยู่บ้านพัก/แฟลตภายในมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 17.3) อื่น ๆ คือ อาศัยที่บ้านของตนเองกับครอบครัว (ร้อยละ 9.5) และอาศัยอยู่หอพักนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 4.2)

ตารางที่ 4.44 การใช้ประโยชน์จากน้ำประปาและปัญหาที่ได้รับเกี่ยวกับเรื่องน้ำในปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ข้อมูล	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สถานที่พักอาศัย	บ้านพัก/แฟลตภายในมหาวิทยาลัย	58	17.3
	หอพักนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย	14	4.2
	บ้านพัก/หอพักภายนอกมหาวิทยาลัย	231	69.0
	อื่นๆระบุ (บ้าน)	32	9.5
	รวม	**335**	**100.0**
การใช้ประโยชน์ในปัจจุบันจากน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	ดื่มกิน	39	11.6
	ซักล้าง/ทำความสะอาดสิ่งต่างๆ	186	55.5
	ชำระล้างการขับถ่ายของเสีย	289	86.3
	ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	25	7.5
	รดน้ำต้นไม้	87	26.0
	อื่นๆระบุ (ล้างมือ, ล้างรถ)	11	3.3
ปัญหาที่ได้รับในปัจจุบันเกี่ยวกับเรื่องน้ำภายในมหาวิทยาลัย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	ปริมาณน้ำดื่ม/น้ำใช้ไม่เพียงพอ	119	35.5
	คุณภาพน้ำดื่ม/น้ำใช้ไม่ดีเช่น ขุ่น มีกลิ่นเหม็น	251	74.9
	ไม่มีการบำบัดน้ำเสียในอาคาร/ที่พักอาศัย	110	32.8
	การระบายน้ำไม่ดีในช่วงฤดูฝน	201	60.0
	อื่นๆ ระบุ (น้ำไม่ไหล)	6	1.8

จาก ตารางที่ 4.44 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากน้ำประปา ในปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามสามารถให้รายละเอียดการใช้ประโยชน์ได้มากกว่า 1 การใช้ประโยชน์ ซึ่งส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์จากน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัย เพื่อการชำระล้างการขับถ่ายของเสีย (ร้อยละ 86.3) รองลงมาใช้ประโยชน์เพื่อ ซักล้าง/ทำความสะอาดสิ่งต่างๆ (ร้อยละ 25.5) เพื่อรดน้ำต้นไม้ (ร้อยละ 26.0) เพื่อ ดื่มกิน (ร้อยละ 11.6) นอกจากนั้นยังใช้ประโยชน์จากน้ำประปาเพื่อปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 7.5) และใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น ล้างมือ และล้างรถ (ร้อยละ

3.3) นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้รับจากผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาจากเรื่องของน้ำ ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามสามารถให้ข้อมูลมากกว่า 1 ปัญหา พบว่า ปัญหาที่พบมากที่สุด คือ คุณภาพน้ำดื่ม/น้ำใช้ไม่ดีเช่น ขุ่น มีกลิ่น (ร้อยละ 74.9) รองลงมา ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับ การระบายน้ำไม่ดีในช่วงฤดูฝน (ร้อยละ 60.0) ปัญหาปริมาณน้ำดื่ม/น้ำใช้ไม่เพียงพอ (ร้อยละ 35.5) ปัญหาไม่มีการบำบัดน้ำเสียในอาคาร/ที่พักอาศัย (ร้อยละ 32.8) และปัญหาด้านอื่นๆ คือ น้ำไม่ไหล (ร้อยละ 1.8)

นอกจากนั้น คณะผู้ วิจัยยัง ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นถึงการรับ ทราบ เกี่ยวกับมหาวิทยาลัยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำตามกฎหมายที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และความคิดเห็นต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเกี่ยวกับระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ผลการสำรวจ ดังตารางที่ 4.44 พบว่า บุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามส่วนใหญ่ (ร้อยละ 74.0) ทราบว่า มหาวิทยาลัยว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ ตามกฎหมายที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และส่วนน้อย (ร้อยละ 26.0) ไม่ทราบข้อกฎหมายนี้

ขณะที่ประเด็นความคิดเห็นเกี่ยวกับ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามว่ามีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม หรือไม่นั้น ผลการสำรวจพบว่า บุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามส่วนใหญ่ (ร้อยละ 61.5) คิดว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามไม่มีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม และส่วนน้อย (ร้อยละ 38.5) คิดว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม รายละเอียดดังตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.45 การรับทราบต่อมหาวิทยาลัยว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำตามกฎหมายและความคิดเห็นต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเกี่ยวกับระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การรับทราบต่อมหาวิทยาลัยว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำตามกฎหมายที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ	ทราบ	87	26.0
	ไม่ทราบ	248	74.0
	รวม	**335**	**100.0**
ความคิดเห็นต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามว่ามีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม	มี	129	38.5
	ไม่มี	206	61.5
	รวม	**335**	**100.0**

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นต่อโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย

(2.1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับ ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากโครงการ ก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียฯ จากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 335 คน มีความคิดเห็นว่าโครงการการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สามารถส่งผลกระทบต่อทั้งตนเอง มหาวิทยาลัย และชุมชน โดยจากการสำรวจความคิดเห็น พบว่า โครงการดังกล่าวนี้ จะส่งผลกระทบมากที่สุดต่อมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 94.03) รองลงมา มีผลกระทบต่อชุมชน (ร้อยละ 64.18) และผลกระทบต่อตนเอง (ร้อยละ 58.21) รายละเอียดดังตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.46 จำนวนและร้อยละของผู้ผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผลกระทบ (สามารถระบุผลกระทบต่อส่วนต่างๆ ได้มากกว่า 1)					
ต่อตนเอง		**ต่อมหาวิทยาลัย**		**ต่อชุมชน**	
จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
195	58.21	315	94.03	215	64.18

(2.2) ประเด็นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการ ก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียฯ ความคิดเห็นที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ด้าน ได้แก่ ผลดี และผลเสีย

- ผลดี พบว่า โครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียฯ สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจิต (กลิ่นเหม็นรบกวน) มากที่สุด (ร้อยละ 80.3) รองลงมา ได้แก่ ช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพร่างกาย (ร้อยละ 78.2) ช่วยลดแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคจากน้ำท่วมขัง (ร้อยละ 73.7) ช่วยให้การระบายน้ำดีขึ้นในช่วงฤดูฝน (ร้อยละ 71.6) ช่วยลดปัญหาน้ำท่วมทำให้การ จราจรสะดวกขึ้นในช่วงฤดูฝน (ร้อยละ 59.4) ช่วยลดปัญหาการปล่อยน้ำเน่าเสียออกสู่แหล่งน้ำ (ห้วยคะคาง) และชุมชน (ร้อยละ 57.3) ช่วยให้มหาวิทยาลัยมีทัศนียภาพ และสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น (ร้อยละ 51) และมีผลดี ช่วยให้มหาวิทยาลัยมีแหล่งน้ำดิบ (ห้วยคะคาง) ที่มีคุณภาพในการผลิตน้ำประปาและน้ำดื่ม (ร้อยละ 46.3)
- ผลเสียที่ อาจเกิดขึ้นจากโครงการ ก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียฯ พบว่า โครงการนี้จะส่งผลต่อสภาวะแวดล้อม (รายละเอียดแสดงในหัวข้อ (2.3)) (ร้อยละ 71.6) รองลงมา ได้แก่ ส่งผลต่อภูมิทัศน์ของมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 65.3) มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจิต (ร้อยละ 45.3) และมีความเสี่ยงต่อสุขภาพร่างกาย (ร้อยละ 39.5) รายละเอียดดังตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.47 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อประเด็นผลกระทบโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ลำดับที่	ประเด็นผลกระทบ					
	ผลดี[1/]	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ผลเสีย[1/]	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	ช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพร่างกาย	262	78.2	เสี่ยงต่อสุขภาพร่างกาย	75	39.5
2	ช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจิต (กลิ่นเหม็นรบกวน)	269	80.3	เสี่ยงต่อสุขภาพจิต	86	45.3
3	ช่วยลดแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคจากน้ำท่วมขัง	247	73.7	ภูมิทัศน์ของมหาวิทยาลัย	124	65.3
4	ช่วยให้การระบายน้ำดีขึ้นในช่วงฤดูฝน	240	71.6	สภาวะแวดล้อม[2/]	136	71.6
5	ช่วยลดปัญหาน้ำท่วมทำให้การ จราจรสะดวกขึ้นในช่วงฤดูฝน	199	59.4			
6	ช่วยลดปัญหาการปล่อยน้ำเน่าเสียออกสู่แหล่งน้ำ (ห้วยคะคาง) และชุมชน	192	57.3			
7	ช่วยให้มหาวิทยาลัยมีแหล่งน้ำดิบ (ห้วยคะคาง) ที่มีคุณภาพในการผลิตน้ำประปาและน้ำดื่ม	155	46.3			
8	ช่วยให้มหาวิทยาลัยมีทัศนียภาพ และสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น	172	51			

[1/] สามารถระบุประเด็นผลกระทบได้มากกว่า 1

[2/] รายละเอียดของผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม แสดงในหัวข้อ (2.3)

(2.3) ประเด็นผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมจากการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยจากหัวข้อ 2.2 ซึ่งพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นว่าผลกระทบในด้านของผลเสียมากที่สุด คือ ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม มากถึงร้อยละ 71.6 ซึ่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมดังกล่าว สามารถแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านฝุ่น ด้านเสียง ด้านน้ำเสีย ด้านกลิ่น และด้านการจราจร โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นว่า ด้านฝุ่น เป็นสภาวะแวดล้อมที่ มีผลกระทบมากที่สุด (ร้อยละ 38.5) และผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 69 คน ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 87.0) มีความคิดเห็นว่า จะเกิดฝุ่นละอองในระยะก่อสร้าง และส่วนน้อย (ร้อยละ 13) จะเกิดปัญหาฝุ่นละอองในระยะดำเนินการ

ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมรองลงมา คือ ด้านเสียง (ร้อยละ 34.8) ซึ่งจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 62 คน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า จะเกิดเสียงดังในระยะก่อสร้าง (ร้อยละ 64.5) ขณะที่จะเกิดเสียงดังในระยะดำเนินการ (ร้อยละ 35.5) ผลกระทบ ด้านกลิ่น (ร้อยละ 27.5) จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 49 คน ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า จะเกิดผลกระทบเรื่องกลิ่นในระยะดำเนินการ (ร้อยละ 59.2) และจะเกิดกลิ่นเหม็นในระยะก่อสร้าง (ร้อยละ 40.8) และผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีเห็นว่ามีผลกระทบน้อยที่สุด คือ ด้านน้ำเสีย และด้านการจราจร (ร้อยละ 24.2 เท่ากัน) จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งหมดเท่ากันคือ 43 คน โดยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ผลกระทบด้านน้ำเสีย และการจราจรจะเกิดขึ้นในระยะก่อสร้าง (ร้อยละ 93.0 และ 81.4 ตามลำดับ) และมีส่วนน้อยที่มีความคิดเห็นว่าจะเกิดผลกระทบในระยะดำเนินการ (ร้อยละ 7.0 และ 18.6 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลกระทบสภาวะแวดล้อมและช่วงเวลาที่ได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย

ลำดับที่	ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม[1/]	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ช่วงเวลาที่ได้รับผลกระทบ			
				ระยะก่อสร้าง		ระยะดำเนินการ	
				จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	ผลกระทบด้านฝุ่น	69	38.8	60	87.0	9	13.0
2	ผลกระทบด้านเสียง	62	34.8	40	64.5	22	35.5
3	ผลกระทบด้านน้ำเสีย	43	24.2	40	93.0	3	7.0
4	ผลกระทบด้านกลิ่น	49	27.5	20	40.8	29	59.2
5	ผลกระทบด้านการจราจร	43	24.2	35	81.4	8	18.6

[1/] สามารถระบุผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมได้มากกว่า 1

(2.4) ความคิดเห็นต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเด็นความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 335 ค นต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 99.7 มีความเห็นว่า ควรมีการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และมีเพียงร้อยละ 0.3 ที่มีความคิดเห็นว่าไม่ควรก่อสร้าง รายละเอียดดังตารางที่ 4.49

ตารางที่ 4.49 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามต่อความเห็นในการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ความคิดเห็นต่อการก่อสร้างระบบฯ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ควรก่อสร้าง	334	99.7
ไม่ควรก่อสร้าง	1	0.3
รวม	**335**	**100.0**

ส่วนที่ 3 ข้อกังวล ข้อสงสัย ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผลการสำรวจความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาต่อโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 335 คนนั้น พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้ข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับ ข้อกังวล ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่อโครงการ ดังนี้

(3.1) ข้อกังวลและข้อสงสัย

ผู้ตอบแบบสอบถาม ได้มีข้อกังวล รวมทั้งข้อสงสัยภายใต้โครงการ ศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยสามารถแบ่ง ข้อกังวลและข้อสงสัย ได้ 5 ประเด็น ได้แก่ ช่วงระยะเวลา การจราจร งบประมาณ การบริหารจัดการระบบฯ และสภาวะแวดล้อม โดยที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความกังวลในประเด็นของระยะเวลา คือ เกรงว่าหากมีการก่อสร้างระบบฯขึ้นต้องใช้ระยะเวลานาน อาจส่งผลต่อการสัญจร ซึ่งสัมพันธ์กับความกังวลในประเด็นการจราจร กล่าวคือ มีความกังวลว่าการจราจรจะไม่สะดวกหากมีการปิดถนนบางเส้นเพื่อการก่อสร้าง ประเด็นงบประมาณ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความสงสัยในจำนวนงบประมาณที่ต้องใช้ในการก่อสร้างระบบฯ ส่วนประเด็นของการบริหารจัดการระบบฯ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความสงสัยถึงองค์กรที่จะมีหน้าที่ในการบริหารจัดการตั้งแต่การก่อสร้าง และดูแลระบบ ระหว่างองค์กรเอกชน หรือมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม นอกจากนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามยังมีความกังวลเกี่ยวกับประเด็นสภาวะแวดล้อม กล่าวคือ ในระยะการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจะเกิดผลกระทบในเรื่องของฝุ่นละออง เสียง น้ำเสีย กลิ่น การจราจร รวมทั้งกังวลเกี่ยวกับทัศนียภาพระหว่างการก่อสร้างที่ดูไม่เรียบร้อยเมื่อมีการสัญจรไปมาของผู้ใช้ถนน ดังตารางที่ 4.50

ตารางที่ 4.50 ข้อกังวล/ข้อสงสัยของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ลำดับที่	ประเด็นกลุ่มข้อกังวล/ข้อสงสัย	รายละเอียดในแต่ละประเด็น
1.	ช่วงระยะเวลา	กังวลเรื่องการใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนาน
2.	การจราจร	การจราจรจะไม่สะดวกหากมีการปิดถนนบางเส้นเพื่อการก่อสร้าง
3.	งบประมาณ	จำนวนมูลค่าการใช้จ่ายงบประมาณในการก่อสร้างระบบฯ
4.	การบริหารจัดการระบบฯ	ระบบที่จะก่อสร้างจะให้เอกชนบริหาร หรือมหาวิทยาลัยบริหารเอง
5.	สภาวะแวดล้อม	5.1 ถ้ามีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียก็จะมีผลกระทบทุกระยะการก่อสร้าง เช่น เสียง น้ำเสีย กลิ่น จราจร เป็นต้น 5.2 คิดว่าจะต้องมีผลกระทบเรื่องมลภาวะด้านอากาศ และเสียงจากการก่อสร้าง 5.3 ช่วงก่อสร้างจะดูไม่เรียบร้อยเวลาขับขี่รถยนต์ผ่านไปผ่านมาไม่น่ามองไม่สวยงาม

(3.2) ข้อคิดเห็น

ในประเด็นของข้อคิดเห็น ผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมหากมีโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียฯขึ้น ในประเด็นต่างๆ 5 ประเด็น ได้แก่ ด้านของกลิ่น น้ำเสีย ทัศนียภาพ การจราจร และด้านการจัดการน้ำ ส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อคิดเห็นในแง่ของผลดีหากมีการดำเนินโครงการดังกล่าว กล่าวคือ โครงการนี้จะช่วยทำให้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์จากน้ำ เช่น กลิ่นเหม็น ขุ่น มีลดน้อยลง ซึ่งหากน้ำที่ใช้ยังมีคุณภาพที่ไม่ดีจะส่งผลต่อ สุขภาพกายและจิตใจได้ และความคิดเห็นต่อประเด็นของน้ำเสียและทัศนียภาพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นว่าโครงการนี้จะทำให้มีการปล่อยน้ำเสียสู่แหล่งรองรับหรือสิ่งแวดล้อมลดน้อยลง ทำให้ชุมชนที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำที่เคยรองรับน้ำเสียได้มากขึ้นและไม่เกิดผลกระทบ เช่น ไม่เกิดโรคผิวหนัง นอกจากนั้นเมื่อไม่มีการปล่อยน้ำเสีย หรือปล่อยลดน้อย จะทำให้มี ทัศนียภาพที่ดี โดยเฉพาะทัศนียภาพของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยจะดีขึ้น ในส่วนของประเด็นการจัดการน้ำ พบว่า โครงการดังกล่าว จะทำให้มีกระบวนการจัดการน้ำอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม มีผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้ข้อคิดเห็นต่อโครงการฯ ในแง่ของผลเสียที่จะเกิดขึ้น คือ โครงการก่อสร้างฯ จะทำให้มีการจราจรไม่สะดวก โดยรายละเอียดของข้อคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.51 ข้อคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ลำดับที่	ประเด็น	ข้อคิดเห็น	
		ผลดี	ผลเสีย
1 .	ด้านกลิ่น/สี	1.1บ้านพักมีน้ำใช้ที่มีกลิ่นเหม็นมากและขุ่น ไม่น่าใช้ เห็นสมควรบำบัดน้ำเป็นอย่างมาก เพราะเกิดปัญหานี้มานาน 1.2 ช่วยลดกลิ่น เพราะน้ำในมหาวิทยาลัยมีกลิ่นเหม็นมาก กลิ่นทำลายสุขภาพกายและสุขภาพจิต 1.3 ควรระบบบำบัด เพราะระบบน้ำในมหาวิทยาลัยไม่ดีมากๆ ขนาดน้ำดื่มยังมีกลิ่นเหม็น ระบบน้ำใช้ก็ไม่สะอาด	- - -
2	ด้านน้ำ/น้ำเสีย	2.1 การบำบัดน่าจะทำให้มีการปล่อยน้ำเสียลดน้อยลง 2.2 การก่อสร้างระบบรวบรวมบำบัดน้ำเสียช่วยลดการปล่อยน้ำเสียออกสู่แหล่งน้ำ และชุมชนได้ 2.3 อาบน้ำจะได้ไม่รู้สึกคันตามตัวตามร่างกายเป็นจุดด่างดำ	-
3	ด้านทัศนียภาพ	ไม่มีการปล่อยน้ำเสีย จะทำให้ทัศนียภาพของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยดีขึ้น	-
4	ด้านการจัดการน้ำ	ทำให้การจัดการน้ำมีระบบการบริหารจัดการที่ดี	-
5	ด้านการจราจร	-	กีดขวางการจราจร/การใช้ถนนของรถยนต์

(3.3) ข้อเสนอแนะ

นอกจากที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อกังวล ข้อสงสัย ข้อคิดเห็นแล้ว ผู้ตอบแบบสอบถามยังได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งนี้ โดยข้อเสนอแนะทั้งหมด ถูกแบ่งออกเป็นประเด็นต่างๆ ทั้งหมด 7 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบ ช่วงเวลาและระยะเวลาการก่อสร้าง การดูแลบริหารจัดการระบบ บทบาทของมหาวิทยาลัย ความชัดเจนโปร่งใส สภาวะแวดล้อม และอื่นๆ

3.3.1) ด้านของการออกแบบระบบฯ ผู้ตอบแบบสอบถามได้ข้อเสนอแนะให้ระบบที่จะก่อสร้างมีความทันสมัย ในด้านของช่วงเวลาและระยะเวลาการก่อสร้าง เสนอแนะให้ มีการก่อสร้างช่วงปิดภาคเรียน และให้มีการก่อสร้างให้เร็วที่สุด เพื่อลดปัญหาการจราจร ส่วนข้อเสนอแนะในด้านการดูแลบริหารจัดการระบบ คือ ควรมีการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียและระบบ ต่างๆที่เกี่ยวข้องให้ได้คุณภาพ บริหารจัดการอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ทั้งนี้ผู้ให้ข้อเสนอแนะ ได้เชื่อมโยงถึงคุณภาพน้ำสำหรับใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึง รวดเร็ว ซึ่งข้อเสนอแนะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการผลิตน้ำประปา ซึ่งต้องอาศัยแหล่งน้ำดิบในการผลิต ดังนั้น หากแหล่งน้ำดิบมีคุณภาพที่ดี ไม่มีน้ำเสียหรือหรือน้ำเสียนั้นได้รับการบำบัดที่ดีก่อนปล่อยทิ้ง ก็จะทำให้การผลิตน้ำประปาสามารถผลิตได้มีคุณภาพง่ายขึ้น และรวดเร็วทันต่อการใช้ประโยชน์ของประชาชน

3.3.2) ด้านบทบาทของมหาวิทยาลัย ผู้ให้ข้อเสนอแนะ เสนอให้ มหาวิทยาลัยเล็งเห็นความสำคัญของสภาพแวดล้อม และระบบการจัดการน้ำเป็นอันดับแรก เนื่องจากปัจจุบันผู้ให้ข้อเสนอแนะพบว่าน้ำเกิดสภาพเน่าเสีย เกิดผลกระทบต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งผลกระทบดังกล่าวได้เกิดมาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นยังมีข้อเสนอแนะว่าการก่อสร้างระบบ รวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ฯ จะเกิดประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยอย่างมาก

3.3.3) ด้านความชัดเจน โปร่งใส มีข้อเสนอแนะให้โครงการฯมีระบบการจัดการที่ดี มีความชัดเจนและโปร่งใส และในส่วนของการดำเนินการให้มีความจริงจังควบคู่กับการศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

3.3.4) ด้านสภาวะแวดล้อม และอื่นๆ ผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม กล่าวคือ ในการก่อสร้างโครงการฯ ควรให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมมากที่สุด รวมทั้งเรื่องของภูมิทัศน์ภายในมหาวิทยาลัยโดยเฉพาะบริเวณแฟลตที่พักอาศัย ขณะที่ข้อเสนอแนะอื่นๆที่ได้รับคือ ความคิดเห็นที่เห็นด้วยกับโรคงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ฯ โดยรายละเอียดของข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.52 ข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	
	ประเด็น	**รายละเอียด**
1	ด้านการออกแบบ	ควรออกแบบให้มีความทันสมัย
2	ด้านช่วงเวลาและระยะเวลาการก่อสร้าง	2.1 ควรมีการก่อสร้างช่วงปิดภาคเรียน 2.2 ควรมีการก่อสร้างให้เร็วที่สุด
3	ด้านการดูแลบริหารจัดการระบบ	3.1 ควรมีเจ้าหน้าที่ควบคุมอย่างจริงจัง 3.2 ควรมีการบริหารจัดการที่คลอบคุมทั่วถึงไม่ทำเฉพาะจุด 3.3 ควรมีดูแลระบบบำบัดน้ำเสียทุกๆเดือนเดือนละครั้ง 3.4 ควรจะมีระบบที่ทำให้น้ำใช้สะอาด จัดระบบให้สามารถใช้ได้รวดเร็ว และไม่ส่งกลิ่นเหม็นคาว 3.5 เมื่อโครงการแล้วเสร็จ ควรมีการจัดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง 3.6 เมื่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียแล้วควรมีการควบคุมดูแลเป็นอย่างดี
4	ด้านบทบาทของมหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยควรเล็งเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมและระบบน้ำเป็นอันดับแรก เพราะทุกวันนี้น้ำเน่าเสีย บางครั้งไม่ผ่านกระบวนการผลิตทำให้น้ำไม่สะอาด แล้วปล่อยน้ำเน่าเสียให้บุคลากรใช้ แม้จะทวงถามและติดต่อไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแล้วก็ดูเหมือนว่าปัญหายังเดิมๆ อยู่ แสดงให้เห็นว่าการจัดการบริหารน้ำเริ่มแย่มากๆ ควรมีการก่อสร้างเพื่อประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย
5	ด้านความชัดเจนโปร่งใส	5.1 ควรมีระบบการจัดการที่ดีและชัดเจนโปร่งใส 5.2 อยากให้ดำเนินการอย่างจริงจังศึกษาผลกระทบให้แน่ชัด
6	ด้านสภาวะแวดล้อม	6.1 ในการจัดทำโครงการต้องให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญมากที่สุด 6.2 ควรตรวจสอบสภาพภูมิทัศน์ภายในมหาวิทยาลัยให้ดีขึ้นมากกว่านี้โดยเฉพาะบริเวณแฟลตที่พักอาศัย
7	อื่นๆ	ควรมีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

4.4.3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพื่อการคัดเลือกแนวทางสำหรับการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

คณะผู้วิจัย ได้เสนอแนวทางในการจัดการระบบน้ำเสียตามการศึกษาในหัวข้อ 4.3 ไว้จำนวน 3 แนวทางเลือก ได้แก่

แนวทางเลือกที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

แนวทางเลือกที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ (Fixed - film aeration)

แนวทางเลือกที่ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge)

ทั้งนี้ จากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น ที่อาจจะเกิดขึ้นจากโครงการ ฯ ทั้งระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการในหัวข้อที่ 4.4.5 แล้วเปรียบเทียบแนวทางเลือกทั้ง 3 ระบบในพื้นที่ก่อสร้าง 4 แห่ง เพื่อคัดเลือกแนวทางสำหรับการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดนั้น จากการศึกษาข้อมูลลักษณะโครงการ ผลการศึกษาสภาพแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่โครงการ และการศึกษารวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ เพื่อทราบถึงศักยภาพในการรองรับโครงการฯ ทั้งระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ โดยผลกระทบที่มีผลดีหรือส่งเสริมสภาพแวดล้อมปัจจุบันจัดเป็นผลกระทบในด้านบวก และผลกระทบที่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือทำลายจัดเป็นผลกระทบด้านลบ ซึ่งผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อทรัพยากร สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ทรัพยากร สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และคุณค่าคุณภาพชีวิต มีขนาดของผลกระทบอยู่ในระดับที่สามารถป้องกันและลดขนาดของผลกระทบได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.53

ตารางที่ 4.53 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นในระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 แบบ

ประเภทของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม		
		ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง
1.ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ				
1.1 สภาพภูมิประเทศ	-ระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ	ใช้พื้นที่ก่อสร้างมากที่สุดจะต้องการปรับสภาพพื้นที่ส่งผลให้ภูมิประเทศเปลี่ยน ไปต้องมีมาตรการป้องกันและลดผลกระทบที่ดี	ใช้ขนาดพื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่า 3 เท่าของระบบบ่อ ปรับเสถียร มีการปรับระดับพื้นที่ **แต่**ส่งผลให้ภูมิประเทศเปลี่ยนไปไม่มาก	ใช้ขนาดพื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่า 3 เท่าของระบบบ่อปรับเสถียร มีการปรับระดับพื้นที่**แต่**ส่งผลให้ภูมิประเทศเปลี่ยนไปไม่มาก
1.2 คุณภาพอากาศ				
1)ฝุ่นละออง	-ระยะก่อสร้าง	การก่อสร้างจะต้องมีการปรับพื้นที่เป็นสาเหตุให้เกิดฝุ่นละอองส่งผลกระทบต่อคนที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ได้	มีสาเหตุและผลกระทบลักษณะเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร	มีสาเหตุและผลกระทบลักษณะเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร
	-ระยะดำเนินการ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ
2) กลิ่น	-ระยะก่อสร้าง	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ
	-ระยะดำเนินการ	เนื่องจากระบบบ่อปรับเสถียรจะเป็นระบบเปิด ซึ่งเป็นบ่อแบบผสม (Facultative pond) โดยปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนจะเกิดในชั้นบนของผิวน้ำ และเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในชั้นน้ำด้านล่างจนถึงก้นบ่อ จึงอาจทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้	การเกิดกลิ่นเหม็นจะน้อยมาก เนื่องจากเป็นระบบปิดโดยปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนจะเกิดในถังเติมอากาศ	อาจทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้ เนื่องจากตะกอนส่วนเกินที่เกิดขึ้น
3) เสียง	-ระยะก่อสร้าง	อาจเกิดผลกระทบจากกิจกรรมการทำงานของเครื่องจักรหนัก ซึ่งอาจมีระดับความดังของเสียงที่ทำให้เกิดความรำคาญได้	มีสาเหตุและผลกระทบลักษณะเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียรแต่ระยะเวลาการได้รับผลกระทบน้อยกว่าเนื่องจากมีขนาดพื้นที่ก่อ สร้างน้อยกว่า	มีสาเหตุและผลกระทบลักษณะเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียรแต่ระยะเวลาการได้รับผลกระทบน้อยกว่าเนื่องจากมีขนาดพื้นที่ก่อ สร้างน้อยกว่า
	-ระยะดำเนินการ	ไม่มีผลกระทบ เนื่องจากระยะดำเนินการไม่มีเครื่องจักร	มีการใช้เครื่องเติมอากาศในระบบจึงอาจก่อให้เกิดเสียงรำคาญได้	มีการใช้เครื่องเติมอากาศในระบบจึงอาจก่อให้เกิดเสียงรำคาญได้

ตารางที่ 4.53 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นในระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 แบบ (ต่อ)

ประเภทของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม		
		ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง
2. ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ	-ระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ	เนื่องจากพื้นที่ก่อสร้างทั้ง 4 แห่ง อยู่ในเขตชุมชนเมืองจึงไม่มีผลกระทบต่อความหลากหลายของสัตว์ แต่เมื่อระบบบำบัดน้ำเสียเดินระบบแล้วจะช่วยให้คุณภาพน้ำดีขึ้นซึ่งเป็นผลดีต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ	ผลการประเมินเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร	ผลการประเมินเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร
3. คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์				
3.1 การใช้ที่ดิน	-ระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ	การสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเป็นโครงการพัฒนาการใช้ที่ดินในบริเวณว่างเปล่าทั้ง 4 แห่งโดยไม่มีเครื่องจักรกลและไม่ปล่อยของเสียออกจากระบบ จึงทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ	ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินเนื่องจากมีขนาดพื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่าระบบบ่อปรับเสถียรและไม่มีการปล่อยของเสียออกจากระบบ	ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินเนื่องจากมีขนาดพื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่าระบบบ่อปรับเสถียรและไม่มีการปล่อยของเสียออกจากระบบ
3.2 การระบายน้ำ	-ระยะก่อสร้าง	ไม่ส่งผลกระทบเนื่องจากพื้นที่ก่อสร้างไม่ได้ขวางเส้นทางการไหลของน้ำ	ไม่ส่งผลกระทบเนื่องจากพื้นที่ก่อสร้างไม่ได้ขวางเส้นทางการไหลของน้ำ	ไม่ส่งผลกระทบเนื่องจากพื้นที่ก่อสร้างไม่ได้ขวางเส้นทางการไหลของน้ำ
	-ระยะดำเนินการ	ช่วยให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงส่งผลกระทบในด้านบวก	ช่วยให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงส่งผลกระทบในด้านบวก	ช่วยให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงส่งผลกระทบในด้านบวก
3.3 การคมนาคม	-ระยะก่อสร้าง	ได้รับผลกระทบจากขนย้ายอุปกรณ์และเครื่องจักร การวางท่อรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อการจราจรและการใช้ถนนในช่วงเวลาเร่ง ด่วนของวันราชการ	ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร	ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร
	-ระยะดำเนินการ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ

ตารางที่ 4.53 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นในระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 แบบ (ต่อ)

ประเภทของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม		
		ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง
4. คุณค่าคุณภาพชีวิต				
4.1เศรษฐกิจสังคม	-ระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ	ก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่นมากขึ้น ส่งผลกระทบในด้านบวกต่อเศรษฐกิจในชุมชนดีขึ้น	ก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่นมากขึ้น ส่งผลกระทบในด้านบวกต่อเศรษฐกิจในชุมชนดีขึ้น	ก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่นมากขึ้น ส่งผลกระทบในด้านบวกต่อเศรษฐกิจในชุมชนดีขึ้น
4.2 การสาธารณสุข	-ระยะก่อสร้าง	เกิดผลกระทบจากฝุ่นละออง เสียง และกลิ่นต่อคนงานโดยตรงรวมถึงผลกระทบทางอ้อมต่อคนโดยรอบพื้นที่โครงการ	เกิดผลกระทบเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร	เกิดผลกระทบเช่นเดียวกับระบบบ่อปรับเสถียร
	-ระยะดำเนินการ	เกิดผลกระทบในด้านบวกต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ แต่อาจมีปัญหาด้านกลิ่น แมลงและสัตว์นำโรคที่อยู่ในระบบบ่อปรับเสถียร	เกิดผลกระทบในด้านบวกต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ แต่อาจมีปัญหาเสียงดังรำคาญจากเครื่องเติมอากาศ	เกิดผลกระทบในด้านบวกต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ แต่อาจมีปัญหาเสียงดังรำคาญจากเครื่องเติมอากาศมากกว่าระบบแบบกรอง-เติมอากาศ

จากตารางที่ 4.53 จะเห็นว่า แนวทางเลือกที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) เป็นระบบอาศัยกลไกการบำบัดทางธรรมชาติเป็นหลัก ใช้เครื่องจักรน้อย แต่ต้องใช้ขนาดพื้นที่ในการก่อสร้าง มากส่งผลต่อสภาพภูมิประเทศมากกว่าแนวทางเลือกที่ 2 และ 3 นอกจากนี้ประสิทธิภาพการบำบัดจะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และไม่สามารถสร้างเป็นระบบปิดได้ จึงอาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่โดยรอบได้เมื่อโครงการแล้วเสร็จ สำหรับแนวทางเลือกที่ 2 ระบบกรอง-เติมอากาศ (Fixed-film aeration tank) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพชนิดหนึ่ง อาศัยการเลี้ยงแบคทีเรียจำนวนมากให้เกาะอยู่กับตัวกลางในถังเติมอากาศ ใช้ขนาดพื้นที่ในการก่อสร้างน้อย สามารถสร้างเป็นระบบปิดได้ จึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่ โดยรอบค่อนข้างน้อย ในการดูแลควบคุมระบบจะสามารถควบคุม ประสิทธิภาพการบำบัดได้ตามต้องการส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพสูง แต่จำเป็นต้องให้บุคลากรที่มีความรู้ควบคุมระบบมากกว่าระบบบ่อปรับเสถียร มีการใช้เครื่องจักรในการเติมออกซิเจนให้กับแบคทีเรียที่เลี้ยงไว้ในระบบ ส่งผลให้มีภาระค่าไฟฟ้าสูงกว่าระบบบ่อปรับเสถียร และสำหรับแนวทางเลือกที่ 3 ระบบตะกอนเร่ง (Activated sludge) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพอาศัยการเลี้ยงแบคทีเรียจำนวนมากให้ล่องลอยอยู่ในถังเติมอากาศ ใช้ขนาดพื้นที่ในการก่อสร้างน้อย สามารถสร้างเป็นระบบปิดได้จึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่โดย รอบน้อย การ ควบคุมประสิทธิภาพ ระบบ ได้ตามต้องการ จึงจะสามารถเดินระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องเป็นบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง เช่นเดียวกับแนวทางเลือกที่ 2 ซึ่งใน

แนวทางเลือกที่ 3 ระบบต้องใช้เครื่องจักรจำนวนมาก ส่งผลให้มีภาระค่าไฟฟ้าสูง และมีตะกอนส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัดในปริมาณมาก จำเป็นต้องมีระบบกำจัดตะกอนที่มีประสิทธิภาพดี หากระบบกำจัดตะกอนขาดประสิทธิภาพแล้วจะเกิด ปัญหาด้านกลิ่น แมลงและสัตว์นำโรคได้โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้การดูแลและเดินระบบโดยรวมของแนวทางเลือกที่ 3 มีความละเอียดอ่อนของการดูแลและ ราคาสูงกว่าแนวทางเลือกที่ 2 ดังนั้นแนวทางเลือกที่ 2 จึงเป็นแนวทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เนื่องจากเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแนวทางเลือกที่ 1 และแนวทางเลือกที่ 3

4.4.4 มาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ผลจากการพิจารณา แนวทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในการก่อสร้างระบบฯ คือ แนวทางเลือกที่ 2 ระบบกรอง-เติมอากาศ (Fixed-film aeration tank) ดังนั้น ผลกระทบจากการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมทั้ง 4 แห่งมีทั้งผลกระทบด้านบวกและด้านลบ โดยผลกระทบในด้านลบอยู่ในระดับที่ไม่รุนแรง เพื่อเป็นการป้องกัน มิให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องกำหนด มาตรการป้องกันและ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งในระยะก่อสร้างและดำเนินการ เพื่อป้องกันผลกระทบให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตลอดจนสามารถให้โครงการดำเนินไปได้เพื่อประโยชน์สูงสุดของมหาวิทยาลัย โดยมาตรการป้องกันและลดผลกระทบที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

4.4.4.1 คุณภาพอากาศ

ในช่วงการก่อสร้างจะเกิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ คือ ปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากการขุดเจาะ ถาก/ถางปรับปรุงสภาพพื้นที่ บดอัด และถมพื้นที่ ดังนั้น เพื่อเป็นการลดปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการให้บริษัทผู้รับเหมาได้ปฏิบัติดังนี้

(1) ก่อนดำเนินกิจกรรมการก่อสร้างทุกประเภท บริษัทผู้รับเหมาต้องทำการฉีดพรมน้ำบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ถนนหรือเส้นทางจราจรในพื้นที่เพื่อลดฝุ่นละออง โดยกำหนดให้ทำการฉีดวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และช่วงบ่าย

(2) รถที่บรรทุกวัสดุอุ/ปกรณ์โดยเฉพาะวัสดุก่อสร้าง เช่น หิน ดิน หรือทรายเป็นต้น รวมทั้งรถบรรทุกเศษวัสดุจากโครงการต้องมีผ้าใบคลุมหรือปิดให้มิดชิด ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่โครงการทุกครั้ง เพื่อป้องกันการตกหล่นของวัสดุ ทั้งนี้หากมีการหกหล่นของวัสดุต่างๆ ผู้รับเหมาต้องเก็บกวาดทำความสะอาดให้เรียบร้อยโดยเร็วเพื่อป้องกันและลดการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น เป็นต้น

(3) ในกรณีที่มีการดำเนินงานในช่วงหน้าฝน รถบรรทุกวัสดุอุปกรณ์รวมทั้งรถบรรทุกเศษวัสดุก่อสร้างทั้งหมดก่อนเข้า-ออกพื้นที่จะต้องทำการฉีดล้างล้อรถให้สะอาดทุกครั้ง เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องโคลนที่ติดอยู่ตามล้อไปตกหล่นตามพื้นถนน ทำให้เกิดความสกปรกเกาะติดตามถนนและทำให้เกิดฝุ่นละอองสร้างปัญหาต่อการจราจร เป็นต้น

4.4.4.2 คุณภาพเสียง

ในการก่อสร้างโครงการจะส่งผลด้านความรำคาญต่อ คนที่อยู่อาศัยใกล้เคียงพื้นที่ก่อสร้าง โดยเฉพาะปัญหาด้านเสียงรำคาญ ทั้งส่วนของเครื่องจักรกลในพื้นที่ และรถที่ขนส่งบรรทุกอุปกรณ์เข้ามาในพื้นที่ เพื่อเป็นการลดปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการป้องกันผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นไว้ดังนี้

(1) ในกรณีที่มีการขุดเจาะ หรือตอกเสาเข็มโดยไม่ใช้ปั้นจั่น ซึ่งไม่ใช่หัวเข็มเจาะผู้รับเหมาควรทำการป้องกันเสียงที่เกิดจากการกระทบระหว่างปั้นจั่นกับเสาเข็มโดยใช้วัสดุรองรับเพื่อ ลดและป้องกันเสียงดังที่เกิดขึ้น

(2) เครื่องจักรกลหนักโดยเฉพาะที่ใช้เครื่องยนต์และเชื้อเพลิงในพื้นที่ก่อสร้าง ควรกำหนดเวลาการทำงานโดยห้ามมิให้ดำเนินการก่อสร้างใดๆในพื้นที่ภายหลังจากหมดระยะเวลาทำงานคือ หลัง 17.00 น เพื่อมิให้เกิดความรำคาญด้านเสียง

(3) ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักรหนักทุกชิ้นก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกครั้งหากพบว่ามีส่วนใดหรือเครื่องจักรใดชำรุดเสียหาย ห้ามทำการใช้งานเครื่องมือหรือเครื่องจักรกลนั้นอย่างเด็ดขาด

(4) กำหนดเขตหรือฉนวนป้องกันเพื่อเป็นแนวป้องกันปัญหารบกวนที่อาจเกิดจากเสียงดังของเครื่องจักรกลที่กำลังทำงาน เป็นต้น

4.4.4.3 การระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม

เพื่อเป็นการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัย ได้กำหนดมาตรการเพื่อรองรับปัญหาที่สำคัญไว้ ดังนี้

(1) ในการปรับปรุงก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย รวม อาจเกิดปัญหาด้านการระบายน้ำในพื้นที่ก่อสร้างขึ้นได้ ดังนั้น บริษัทผู้รับเหมาจะต้องสร้างรางระบายน้ำชั่วคราวหรือสร้างแหล่งรองรับน้ำชั่วคราว เพื่อป้องกันและระบายน้ำส่วนเกินที่เกิดขึ้นทั้งหมดมิให้เกิดการท่วมขังในพื้นที่ก่อสร้างและพื้นที่ใกล้เคียง

(2) บริษัทผู้รับเหมาต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำหลักและเครื่องสำรองไว้ใช้ในพื้นที่กรณีที่น้ำท่วมขังในพื้นที่ก่อสร้าง โดยจะต้องมีจำนวนและขนาดเพียงพอที่จะป้องกันและลดปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ได้

(3) บริษัทผู้รับเหมาและทางมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามควรพิจารณาดำเนินการก่อสร้างในช่วงหน้าแล้ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาปริมาณน้ำที่เกิดจากน้ำฝนและน้ำท่าที่จะเกิดขึ้นกรณีที่เลือกก่อสร้างในช่วงฤดูฝน

(4) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามต้องประกาศหรือแจ้งให้กับ ประชากร ในมหาวิทยาลัยได้รับทราบถึงความเป็นไปของโครงการรวมถึงจุดที่ต้องทำการปรับปรุงก่อสร้างเพื่อให้ประชา กรในมหาวิทยาลัย ได้เข้าใจและ แจ้งขอความร่วมมือในช่วงระยะเวลาการก่อสร้างโดยเฉพาะการปล่อยน้ำเหลือระบายน้ำลงพื้นที่ที่กำลังก่อสร้าง เป็นต้น

(5) ภายหลังจากการดำเนินการก่อสร้างเสร็จสิ้น บริษัทผู้รับเหมาจะต้องทำการกลบ ถม พื้นที่ที่ได้ขุดเป็นร่องระบายน้ำชั่วคราวทั้งหมด รวมทั้งทำการบดอัดให้แน่นเพื่อป้องกันการยุบตัวและเกิดเป็นแอ่ง เพื่อป้องกันอันตรายต่อการสัญจรหรือเป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของพาหะนำโรค เช่น ยุง เป็นต้น

4.4.4.4 การคมนาคม

ในช่วงของการก่อสร้างปรับปรุงดำเนินโครงการ จะส่งผลให้การคมนาคมในพื้นที่มีสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น คณะผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการไว้เพื่อป้องกัน ดังนี้

(1) บริเวณที่มีการก่อสร้างควรจัดหรือติดตั้งป้ายหรือสัญลักษณ์เตือนให้กับผู้ ที่สัญจรผ่านไปมาได้รับทราบอย่างชัดเจนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น

(2) ต้องทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดงานแต่ละวัน ใน กรณีที่การทำงานในวันนั้นไม่แล้วเสร็จและต้องค้างงานไว้ บริษัทผู้รับเหมาจะต้องกั้นแนวเขตพื้นที่ดังกล่าวไว้ รวมถึงติดตั้งสัญญาณจราจรที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนให้ผู้สัญจรผ่านไปมาได้เห็น

(3) ในช่วงเวลากลางคืน ควรทำการติดตั้งสัญญาณไฟฉุกเฉินไว้ในช่วงก่อนถึงบริเวณพื้นที่ก่อสร้างเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุ

(4) กำหนดให้รถบรรทุกวัสดุ/อุปกรณ์ก่อสร้างทุกคันที่เข้ามาในโครงการต้องทำการ ปกคลุมด้วยผ้าใบที่มิดชิดเพื่อป้องกันวัสดุตกหล่นระหว่างการเดินทาง

(5) ในกรณีที่ดำเนินงานในช่วงหน้าฝน รถบรรทุกวัสดุอุปกรณ์ก่อน-เข้าออกพื้นที่จะต้องทำการฉีดล้างล้อรถให้สะอาดทุกครั้ง เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องโคลนที่ติดอยู่ตามล้อไปตกหล่นตามพื้นถนนทำให้เกิดความสกปรกและเป็นฝุ่นละอองสร้างปัญหาต่อการสัญจรของประชาชนที่อาศัยบริเวณทางผ่านของโครงการ

(6) กำหนดความเร็วให้กับคนขับรถบรรทุกวัสดุ/ก่อสร้างอุปกรณ์ที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ชุมชนขับด้วยความเร็วไม่เกิน 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง

(7) หากพบว่ามีวัสดุที่บรรทุกตกหล่น ผู้รับเหมาต้องทำการเก็บกวาดพื้นที่ถนนให้สะอาดเรียบร้อยเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

4.4.4.5 การสาธารณสุข/อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

เพื่อป้องกันปัญหาด้านสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นกับคนในพื้นที่รวมถึงคนงานก่อสร้าง คณะผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการไว้เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นไว้ดังนี้

(1) บริษัทผู้รับเหมาจะต้องจัดหาที่พักไว้ให้สำหรับคนงานก่อสร้าง ในกรณีที่มีการพักค้างแรมในพื้นที่ก่อสร้าง รวมถึงการจัดสร้างห้องน้ำ/ที่อาบน้ำไว้รองรับอย่างเพียงพอกับจำนวนคนงานที่ทำงานกับโครงการ เป็นต้น

(2) บริษัทผู้รับเหมาต้องจัดหาน้ำสะอาดไว้สำหรับให้คนงานอุปโภค-บริโภคอย่างเพียงพอตลอดระยะเวลาที่มีการก่อสร้างโครงการ

(3) บริษัทผู้รับเหมาต้องกำหนดมาตรการเพื่อรองรับปริมาณน้ำเสียที่อาจเกิดขึ้นจากกลุ่มคนงานที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ เช่น การสร้างบ่อเกรอะ-บ่อซึมหรือติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียถึงการจัดการหากเกิดการเต็มของบ่อดังกล่าว

(4) บริษัทผู้รับเหมาจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(Personal protective equipment : PPE) เช่น ถุงมือ ถุงเท้า หมวก หรือที่ครอบหู/อุดหู (Ear plug/Ear muff) เป็นต้น ไว้อย่างเพียงพอกับจำนวนคนงานตลอดช่วงระยะเวลาการก่อสร้างปรับปรุงระบบ รวมถึงผู้เข้ามาสังเกตการณ์หรือตรวจสอบเยี่ยมชมระหว่างดำเนินการก่อสร้าง

(5) ในกรณีที่ใช้เครื่องจักรกลในพื้นที่ทางผู้รับเหมาต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรกลต่างๆ ไว้คอยกำกับ ควบคุมรวมถึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เพื่อป้องกันข้อขัดข้องหรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น

4.4.4.6 ด้านสังคม

เพื่อป้องกันปัญหาด้านสังคมโดยเฉพาะการทะเลาะวิวาท ะหว่างคนงานจากต่างถิ่นกับคนในท้องถิ่น รวมถึงปัญหาด้านอาชญากรรมในพื้นที่ บริษัทผู้รับเหมาต้องกำหนดมาตรการเพื่อป้องกันดังนี้

(1) กำหนดเขตพื้นที่ของคนงานในช่วงเวลาการปฏิบัติงานห้ามมิให้ออกนอกพื้นที่อย่างเด็ดขาดในระหว่างเวลางาน ยกเว้นกรณีจำเป็นต้องขออนุญาตหัวหน้างานทุกครั้ง

(2) ห้ามไม่ให้คนงานดื่มสุราหรือของมึนเมาในพื้นที่โครงการทั้งในช่วงการปฏิบัติงานหรือนอกเวลางาน

(3) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามต้องร่วมมือกับทางบริษัทผู้รับเหมาแจ้งให้ประชา กรในมหาวิทยาลัยและพื้นที่ใกล้เคียงได้รับทราบถึงความเป็นไปของโครงการรวมถึงการเข้ามาในพื้นที่ของคนงานจากต่างถิ่น เพื่อป้องกันปัญหาความไม่เข้าใจระหว่างคนในพื้นที่กับคนงาน

(4) บริษัทผู้รับเหมาสามารถกำหนดมาตรการหรือข้อกำหนดอื่นใดเพิ่มเติมได้หากเห็นว่าสมควรและเหมาะสมขึ้นเพื่อควบคุมพฤติกรรมของคนงานและเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ ดังตารางที่ 4.54

ตารางที่ 4.54 ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากการก่อสร้างตามแนวทางเลือกที่ 2

ประเภททรัพยากร	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม	มาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
1. สภาพภูมิประเทศ	-ระยะก่อสร้าง	การก่อสร้างได้ปรับเกลี่ยสภาพพื้นที่ให้ราบเรียบเสมอกัน โดยปรับระดับความสูงของพื้นดินบริเวณโครงการให้อยู่ในระดับความสูงที่เปลี่ยนแปลงจากเดิมไม่มากนัก ส่วนการตอกเสาเข็ม และขุดดินเพื่อทำฐานรากซึ่งมีขนาดเล็กนั้น อาจเป็นผลทำให้ลักษณะภูมิประเทศมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้างแต่ไม่มากนัก และผลกระทบดังกล่าวจะเป็นผลกระทบในระยะสั้นและเกิดผลกระทบเฉพาะในช่วงก่อสร้างเท่านั้น	-ปลูกต้นไม้ยืนต้นโดยรอบพื้นที่โครงการฯ พร้อม ทั้งดูแลรักษาให้สวยงามอยู่เสมอเพื่อป้องกันทัศนียภาพที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และให้มีความกลมกลืนกับสภาพภูมิประเทศเดิมมากที่สุด ซึ่งจะเพิ่มความร่มรื่นแก่ผู้พบเห็น
	-ระยะดำเนินการ	- ระดับความสูงของพื้นดินบริเวณโครงการมีความสูงเปลี่ยนแปลงจากเดิมไปบ้างแต่ไม่มากนัก เนื่องจากโครงการทำการปรับพื้นที่ให้เรียบเสมอกัน	
2. คุณภาพอากาศ 1) ฝุ่นละออง	-ระยะก่อสร้าง	เกิดฝุ่นละอองจากการปรับถมหรือการปรับสภาพพื้นที่การก่อสร้าง กิจกรรมการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ และในการก่อสร้างวางท่อระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย	- ฉีดพ่นน้ำบริเวณโครงการฯ และถนนช่วงเข้าโครงการฯ เป็นระยะระหว่างการปฏิบัติงาน - จำกัดความเร็วยานพาหนะบริเวณโครงการฯเพื่อป้องกันฝุ่นละออง
	-ระยะดำเนินการ	ไม่มีผลกระทบ	
2) กลิ่น	-ระยะก่อสร้าง	ไม่มีผลกระทบ	

ตารางที่ 4.54 (ต่อ)

ประเภททรัพยากร	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม	มาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
	-ระยะดำเนินการ	เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบปิด อาจมีก๊าซที่ก่อให้เกิดกลิ่นรบกวนได้ แต่ไม่ฟุ้งกระจายมาก มีระบบท่อรวบรวมก๊าซเพื่อนำไปบำบัดกลิ่นโดยระบบปรับสภาพเสถียรกรด-ด่าง และพื้นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้ง 4 แห่ง ค่อนข้างห่างจากอาคาร/ที่พักอาศัย จึงส่งผลกระทบที่ไม่รุนแรง	- ต้องหมั่นตรวจสอบการเติมสารเคมีกรด-ด่างอย่างน้อยเดือนละครั้ง เพื่อให้ระบบสามารถบำบัดกลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ - ปลูกต้นไม้โดยรอบบริเวณโครงการเพื่อเป็นแนวกันชน (Buffer zone) ป้องกันแนวลมลดการกระจายกลิ่นออกสู่ภายนอก
3) ระดับเสียง	-ระยะก่อสร้าง	ในขั้นตอนของการก่อสร้างนับว่าเป็นแหล่งกำเนิดของเสียงดังที่เด่นชัด ซึ่งสามารถแบ่งช่วงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดเสียงดังออกเป็น 2 ระยะคือ - ระยะที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมหรือปรับพื้นที่ เช่น การรื้อย้ายสิ่งกีดขวาง การปรับถมดิน เป็นต้น โดยใช้เครื่องมือเครื่องจักร เช่น เครื่องขุดเจาะขนาดเล็ก รถตักดินและรถบรรทุกดิน เป็นต้น - ระยะที่ 2 ขั้นตอนการก่อสร้างโครงสร้างหลัก เช่น การก่อสร้างฐานรากและงานโครงสร้าง ยานพาหนะบรรทุกขนย้ายดิน ทราย เครื่องบดหรือโม่ซีเมนต์ เป็นต้น	- จำกัดความเร็วยานพาหนะในโครงการฯ เพื่อลดความดังเสียง - มีการตรวจซ่อมอุปกรณ์เครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี - กำหนดให้มีการก่อสร้างในเวลา 08.00 –17.00 น. - สร้างรั้วรอบพื้นที่ก่อสร้าง - มีอุปกรณ์ป้องกันเสียงดังให้กับคนงาน
	-ระยะดำเนินการ	อาจมีผลกระทบจากเครื่องเติมอากาศในระบบบ้างแต่ไม่ตลอดเวลา	- ปลูกต้นไม้โดยรอบบริเวณโครงการเพื่อเป็นแนวกันชน (Buffer zone)
3. คุณภาพน้ำผิวดิน	-ระยะก่อสร้าง	ในการก่อสร้างอาจต้องมีการเปิดหน้าดิน เมื่อเกิดฝนตกอาจทำให้ตะกอนไหลสู่แหล่งน้ำทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง	- ควรหลีกเลี่ยงการก่อสร้างในฤดูฝน -สร้างบ่อดักตะกอนดินระหว่างการก่อสร้าง

ตารางที่ 4.54 (ต่อ)

ประเภททรัพยากร	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม	มาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
	-ระยะดำเนินการ	น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ห้วยคะคางเป็นน้ำทิ้งที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ช่วยให้คุณภาพน้ำ ในลำห้วยดีขึ้น	- ตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้ง ทุกเดือน เพื่อให้คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
4. การระบายน้ำ	-ระยะก่อสร้าง	เนื่องจากพื้นที่โครงการเป็นพื้นที่ที่มีระนาบเดียวกับพื้นที่ข้างเคียง เมื่อมีการก่อสร้าง จึงไม่มีน้ำไหลลงบริเวณพื้นที่ข้างเคียง	- สร้างบ่อพักน้ำเพื่อควบคุมตะกอนดินจากพื้นที่ก่อสร้าง ดำเนินการก่อสร้างช่วงนอกฤดูฝน
	-ระยะดำเนินการ	ไม่มีผลกระทบ	- ควรมีตะแกรงดักเศษขยะเศษอาหารก่อนไหลลงระบบรวบรวมน้ำเสีย
5. การคมนาคม	-ระยะก่อสร้าง	มีผลกระทบต่อการเพิ่มปริมาณจราจรจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์บ้าง และมีปัญหาการจารจรเล็กน้อยระหว่างที่ทำการวางท่อและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเนื่องจากมีแนวท่อเดิมอยู่แล้วส่วนใหญ่	- กำหนดพื้นที่จอดยานพาหนะโครงการฯ - กำหนดเวลาขนส่งนอกเวลาเร่งด่วน ในเวลา09.00-12.00 น. และ13.00-15.00 น. เพื่อความปลอดภัยของการใช้ถนนร่วมกัน - มีการจัดเก็บอุปกรณ์และกองดินที่ใช้ในการวางท่อให้เป็นระเบียบ - จัดทำป้ายจราจรให้ชัดเจนและวางเส้นทางเลี่ยงเพื่อให้การจราจรเป็นไปสภาพปกติให้มากที่สุด
	-ระยะดำเนินการ	ไม่มีผลกระทบ	-

ตารางที่ 4.54 (ต่อ)

ประเภททรัพยากร	ระยะเวลา	ผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม	มาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
6. การสาธารณสุข	-ระยะก่อสร้าง -ระยะดำเนินการ	มีผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานโดยตรง อันเนื่องมาจากฝุ่นและเสียงจากโครงการและผลกระทบทางอ้อมต่อคนโดยรอบโครงการ มีผลกระทบด้านบวก เนื่องจากลดการแพร่แหล่งเพาะพันธุ์จากน้ำเสียและลดการแพร่เชื้อโรคได้อย่างถูกวิธี เมื่อควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยทั้งทางกายและใจที่ดีขึ้น	-มีอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย เช่น ผ้าปิดปิดจมูก หมวกนิรภัย อุปกรณ์กันเสียง ให้คนงาน

4.4.5 มาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

มาตรการ ติดตามตรวจสอบ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ใช้เพื่อเป็นการติดตามตรวจสอบว่ามาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากการก่อสร้างตามแนวทางเลือกที่ 2 ได้ดำเนินการเป็นผลตามการวางแผนในโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หรือไม่อย่างไร หากไม่เป็นผลก็จะได้นำไปแก้ไขปรับปรุงต่อไป ซึ่งสามารถสรุปมาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 4.55 โดยมีรายละเอียดเป็นดังนี้

1) มาตรการในการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียรวม

การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้ง 4 แห่ง สามารถติดตามตรวจสอบ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด (Influent) และน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว (Effluent) มาทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อประเมินว่าระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ตามเกณฑ์ที่ออกแบบไว้หรือไม่ และนำผลคุณภาพน้ำทิ้งที่วิเคราะห์ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อตรวจสอบการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งได้ตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด และในกรณีห้องปฏิบัติการห้ามเทสารเคมีลงอ่างน้ำ ควรมีภาชนะบรรจุของเสียและนำไปกำจัดอย่างเหมาะสม และควรมีการบำบัดของเสียที่มีความเป็นอันตรายน้อยที่สามารถกำจัดได้เองก่อนทิ้งลงสู่ระบบสุขาภิบาลสาธารณะ

2) มาตรการในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

มาตรการการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ ห้วยคะคาง เพื่อตรวจสอบว่าภายหลังการดำเนินโครงการบำบัดน้ำเสียรวมทั้ง 4 แห่งของมหาวิทยาลัยแล้วนั้น คุณภาพน้ำในห้วยคะคางซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติมีคุณภาพเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเลตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3) มาตรการในการติดตามตรวจสอบทัศนคติและความคิดเห็นของประชากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามต่อระบบบำบัดน้ำเสียรวม

การติดตามตรวจสอบทัศนคติและความคิดเห็นของประชากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามต่อระบบบำบัดน้ำเสียรวม เป็น มาตรการเพื่อประเมินผลการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ และเหตุความเดือดร้อนรำคาญที่เกิดจากการดำเนินโครงการระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้ง 4 แห่งของมหาวิทยาลัย ด้วยการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ ดังตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 มาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมของระบบบำบัดน้ำเสียรวม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มาตรการติดตามตรวจสอบ	พารามิเตอร์ที่ตรวจสอบ	สถานที่ที่ตรวจสอบ	ความถี่ในการตรวจสอบ	ระยะเวลาในการตรวจสอบ
1. การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียรวม	- pH, BOD, SS, TKN - Faecal Coliform Bacteria - Heavy Metal	น้ำเสียเข้าระบบบำบัด (Influent) และน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด (Effluent)	- ทุกสัปดาห์ ยกเว้นทุกเดือนสำหรับ Faecal Coliform Bacteria	
2.คุณภาพน้ำผิวดินในแหล่งน้ำธรรมชาติ	- pH, DO, BOD, SS, TS - Faecal Coliform Bacteria - Heavy Metal - NO^{3-} - PO_4^{3-}	- ห้วยคะคางบริเวณต้น กลาง ปลายลำห้วยเริ่มช่วงที่ไหลผ่านเข้ามาและออกไปจากมหาวิทยาลัย	- 2 ครั้ง/ปี	- ช่วงน้ำน้อย เดือนเมษายน - ช่วงน้ำมาก เดือนกันยายน
3.ความคิดเห็นของประชากรในมหาวิทยาลัย	- การจัดการแก้ไขปัญหามลพาทางน้ำ - เหตุความเดือด ร้อนรำคาญที่เกิดจากการดำเนินโครงการ	-นักเรียน รร.สาธิตมรม. - นักศึกษา - บุคลากรทั้งสายวิชาการและสายสนับสนุน	- ประจำปี	

4.5 การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

การศึกษา ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ถึงระดับความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโครง และส่วนที่ 2 การศึกษาด้านการเงินซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนการเงินที่เหมาะให้กับโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

4.5.1.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ

1) ทางเลือกในการก่อสร้างโครงการ จากการศึกษาแนวทางเลือกในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในข้อ 4.3 พบว่า มีแนวทางเลือกในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 3 ทางเลือก ดังนี้

แนวทางเลือกที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)
แนวทางเลือกที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ (Fixed film aeration)
แนวทางเลือกที่ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge)

2) การวิเคราะห์ต้นทุนในแต่ละทางเลือก จำแนกออกได้ 2 ประเภท ด้วยกันคือ

(ก) ค่าลงทุน เป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างองค์ประกอบหลักของโครงการ โดยส่วนใหญ่เป็นค่าใช้จ่ายในปีเริ่มต้นซึ่งเรียกว่าค่าลงทุนเริ่มแรก ได้แก่ ระบบรวบรวมน้ำเสีย อย่างไรก็ตาม จะมีบางองค์ประกอบที่ใช้งานไประยะหนึ่งก็จะหมดอายุการใช้งาน จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนทดแทนซึ่งเรียกว่าค่าลงทุนทดแทน ได้แก่ อุปกรณ์ และเครื่องมือ ซึ่งคิดเป็นต้นทุนของโครงการด้วย จากการวิเคราะห์กล่าวได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละแนวทางเลือกมีมูลค่าทางการเงินดังนี้

แนวทางเลือกที่ 1 มีค่าลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 63.553 ล้านบาท แยกเป็นระบบรวบรวมน้ำเสีย 16.480 ล้านบาท หรือร้อยละ 25.93 ระบบบำบัดน้ำเสีย 9.453 ล้านบาท หรือร้อยละ 14.87 และค่าที่ดิน 37.620 ล้านบาท หรือร้อยละ 59.20 ดังตารางที่ 4.56

แนวทางเลือกที่ 2 มีค่าลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 33.725 ล้านบาท แยกเป็นระบบรวบรวมน้ำเสีย 16.480 ล้านบาท หรือร้อยละ 48.86 ระบบบำบัดน้ำเสีย 14.845 ล้านบาท หรือร้อยละ 44.01 และค่าที่ดิน 2.400 ล้านบาท หรือร้อยละ 7.13 ดังตารางที่ 4.57

แนวทางเลือกที่ 3 มีค่าลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 43.684 ล้านบาท แยกเป็นระบบรวบรวมน้ำเสีย 16.480 ล้านบาท หรือร้อยละ 37.72 ระบบบำบัดน้ำเสีย 24.804 ล้านบาท หรือร้อยละ 56.78 และค่าที่ดิน 2.400 ล้านบาท หรือร้อยละ 5.50 ดังตารางที่ 4.58

จากค่าลงทุนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระบบบำบัดจะมีมูลค่าผันแปรตามเทคโนโลยีบำบัด กล่าวคือสัดส่วนของค่าลงทุนของระบบบำบัดจะมากที่สุดในทางเลือกที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) รองลงมาในทางเลือกที่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge) และน้อยที่สุดในทางเลือกที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรอง-เติมอากาศ (Fixed film aeration)

(ข) ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา เป็นค่าใช้จ่ายที่ทำให้โครงการสามารถดำเนินงานไปได้จนตลอดอายุโครงการ ซึ่งประกอบด้วย ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาระบบรวบรวม ค่าดำเนินการบำรุงรักษาระบบบำบัดและบุคลากร จากการวิเคราะห์กล่าวได้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละแนวทางเลือกมีค่าดำเนินการและบำรุงรักษามีมูลค่าทางการเงินดังนี้

ทางเลือกที่ 1 มีค่าดำเนินการบำรุงรักษา มีค่าอยู่ระหว่าง 0.072 ถึง 0.288 ล้านบาท เมื่อรวมตลอดอายุโครงการจะได้เท่ากับ 13.133 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.59

ทางเลือกที่ 2 ค่าดำเนินการบำรุงรักษา มีค่าอยู่ระหว่าง 0.144 ถึง0.288 ล้านบาทเมื่อรวมตลอดอายุโครงการจะได้เท่ากับ 15.641 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.60

ทางเลือกที่ 3 ค่าดำเนินการบำรุงรักษา มีค่าอยู่ระหว่าง 0.036 ถึง 0.300 ล้านบาท เมื่อรวมตลอดอายุโครงการจะได้เท่ากับ 70.589 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.61

จากการวิเคราะห์ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายของทางเลือกที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) น้อยที่สุด เนื่องจากระบบไม่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ทางเลือกในการก่อสร้างโครงการนั้น ต้นทุนที่จะนำมาเปรียบเทียบกันจะต้องมีการปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางที่ 4.62 ทั้งนี้ เนื่องจากว่าราคาตลาดที่ใช้กำหนดมูลค่าการลงทุน ไม่ได้สะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าที่แท้จริงของทรัพยากรในประเทศเสมอไป โดยมูลค่าที่ถูกบิดเบือนไปมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ การเก็บภาษี การให้กา รสนับสนุน อัตราการแลกเปลี่ยน การผูกขาด ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากราคาตลาดจะต้องมีการปรับแก้ โดยในการแก้ได้มีการศึกษาของธนาคารโลกในกรณีของประเทศไทย ผลสรุปเป็นตัวปรับค่า (Conversion Factor) ที่แปลงค่าทางการเงินให้เป็นค่าทางเศรษฐศาสตร์ และในการศึกษานี้จะใช้ตัวปรับค่าดังกล่าว โดยปรับค่า 0.84 สำหรับรายการอุปกรณ์และเครื่องมือ 0.88 สำหรับงานโยธา และ 0.92 สำหรับรายการอื่นๆ และเมื่อทำการปรับมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยตัวปรับค่าดังกล่าว จะได้ค่าลงทุน ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา และต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้

1) ค่าลงทุนทางเศรษฐศาสตร์

ทางเลือกที่ 1 มีค่าลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 55.614 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 49.663 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.63

ทางเลือกที่ 2 มีค่าลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 29.279 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 26.146 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.64

ทางเลือกที่ 3 มีค่าลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 37.425 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 33.420 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.65

2) ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา

ทางเลือกที่ 1 มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทั้งหมดเท่ากับ 11.533 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 3.993 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.66

ทางเลือกที่ 2 มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทั้งหมดเท่ากับ 13.737 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 4.756 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.67

ทางเลือกที่ 3 มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทั้งหมดเท่ากับ 59.755 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 20.688 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.68

3) ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อรวมราคาใช้จ่ายทั้งสองเข้าด้วยกันจะได้ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการในแต่ละทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 67.147 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 53.656 ล้านบาท

ทางเลือกที่ 2 ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 43.016 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 30.902ล้านบาท

ทางเลือกที่ 3 ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 97.180 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 54.100 ล้านบาท

4.5.1.2 การวิเคราะห์ผลประโยชน์

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจะมีผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Benefits) อย่างไรก็ตาม ผลประโยชน์บางอย่างไม่สามารถที่จะประเมินออกมาเป็นมูลค่าในที่ขณะบางอย่างสามารถประเมินเป็นมูลค่าได้ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์เป็นรายละเอียดในกรณีที่ประเมินค่าได้ แล้วนำไปวิเคราะห์ร่วมกับต้นทุนเพื่อวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ในส่วนของประโยชน์ในกรณีที่ประเมินค่าไม่ได้ จะกล่าวเฉพาะเพียงแนวความคิดของการเกิดประโยชน์เท่านั้น **โดยตั้งอยู่ในข้อสมมุติฐานที่ว่าโครงการก่อสร้างจะแล้วเสร็จในปี 2561 และเริ่มดำเนินการได้ในปี 2562** สำหรับส่วนของผลประโยชน์ในกรณีที่ประเมินค่าไม่ได้จะกล่าวเฉพาะเพียงแนวความคิดของการเกิดผลประโยชน์เท่านั้น ผลประโยชน์ที่ประเมินค่าได้คือ

(ก) คุณภาพน้ำที่ดีขึ้น ผลประโยชน์เกิดขึ้นเมื่อน้ำเสียที่รับการบำบัดจนได้เกณฑ์มาตรฐานถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ก็จะไม่ทำให้น้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวพลอยเสียไปด้วย กล่าวคือยังสามารถนำไปอุปโภค-บริโภคได้ตามปกติ ทำให้ไม่ต้องมาจัดหาแหล่งน้ำแหล่งอื่นทดแทน ซึ่งในการจัดการแหล่งน้ำใหม่นั้นอาจมีค่าใช้จ่ายสูง หรืออาจทำลายสภาพแวดล้อมได้ ดังนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นก็คือ ต้นทุนที่ประหยัดไม่ต้องจัดหาแหล่งน้ำอื่นๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

การประหยัดต้นทุน = ต้นทุนต่อหน่วยในการจัดหาน้ำจากแหล่งอื่น × ปริมาณการใช้น้ำ

การคำนวณผลประโยชน์ในส่วนนี้มีข้อสมมุติว่า ทางเลือกในการหาแหล่งน้ำจากแหล่งอื่นๆ คือ น้ำบาดาล ซึ่งจากข้อมูลของการประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามโดยทั่วไป พบว่า ต้นทุนในการทำน้ำประปาเท่ากับ 4.5 0 บาทต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตามการทำน้ำบาดาลที่ อยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะต้องเสียค่าธรรมเนียมอีก 3.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้น ผลประโยชน์ที่ได้จากการประหยัดต้นทุนในการหาน้ำจากแหล่งอื่นๆ จึงเท่ากับ 8.0 0 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำไปคำนวณประกอบกับปริมาณน้ำใช้ในแต่ละปี พบว่า มีผลประโยชน์ 3.339 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2562 และเพิ่มขึ้นเป็น 8.872 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2580 รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 109.281 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 31.601 ล้านบาท ดังตารางที่ 4. 69 สำหรับผลประโยชน์ในด้านนี้จะมีมูลค่าเท่ากันทุกทางเลือกคือ

(ข) รายได้จากการจัดเก็บค่าบริการในการบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อป้องกันน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆที่สำคัญ เช่น การเกษตร ชุมชน และอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งผู้ก่อกำเนิดมลพิษดังกล่าวสมควรที่ต้องใช้จ่ายให้กับโครงการซึ่งรายได้ที่ได้จากการจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสียนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สามารถนำไปใช้จ่ายในส่วนของค่าดำเนินการและบำรุงรักษา นับว่าเป็นผลประโยชน์ของโครงการซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

รายได้จากการจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสีย = ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด ×
อัตราค่าบริการของการบำบัดต่อหน่วย

จากการวิเคราะห์อัตราค่าบริการของการบำบัดต่อหน่วย ซึ่งกล่าวในหัวข้อการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน พบว่า อัตราบริการของการบำบัดต่อหน่วยที่เหมาะสมเท่ากับ 19.07 บาท/ลูกบาศก์เมตร 12.27 บาท/ลูกบาศก์เมตร และ 28.41 บาท/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำอัตราค่าบริการดังกล่าวไปคำนวณผลประโยชน์ในด้านนี้ จะได้ผลประโยชน์แต่ละทางเลือก ดังตารางที่ 4.70 ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 มีมูลค่า เท่ากับ 6.359 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 25 62 และเพิ่มเป็น 16.897 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2580 รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 208.138 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 60.188 ล้านบาท

ทางเลือกที่ 2 มีมูลค่า เท่ากับ 4.091 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 256 2 และเพิ่มเป็น 10.872 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2580รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 133.920 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 38.726 ล้านบาท

ทางเลือกที่ 3 มีมูลค่า เท่ากับ 9.473 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 256 2 และเพิ่มเป็น 25.173 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2580 รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 310.079 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 89.666 ล้านบาท

(ค) ผลประโยชน์ด้านสุขอนามัย ถ้ายังไม่มีมาตรการจัดการน้ำเสีย ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติย่อมได้รับผลกระทบทางด้านสุขภาพอนามัยอย่างแน่นอน ซึ่งผลกระทบจะเกิดขึ้นในลักษณะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปรักษาพยาบาล ต้องเสียโอกาสในรายได้กรณีที่ต้องหยุดงาน แต่ถ้ามีโครงการจัดการน้ำเสียผลกระทบดังกล่าวก็จะลดลง ผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นก็คือ สามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านสุขภาพที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล = ประชาขนที่เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากน้ำเสียเป็นเหตุ ×
ค่าใช้จ่ายและค่าเสียโอกาส

จากข้อมูลของกรมอนามัยในปี พ.ศ. 2560 พบว่า ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประชากรเป็นโรคที่น่าจะมีสาเหตุเกี่ยวข้องกับน้ำเสียเท่ากับร้อยละ 12.50 ของประชากร และเมื่อ พิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้การมีโครงการสามารถ หรือบรรเทาของการเจ็บป่วยดังกล่าวได้เท่ากับร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายใน การรักษาพยาบาล ซึ่งหาได้จาก งบประมาณที่ใช้ในการรักษาหารด้วยจำนวนผู้ป่วย จะได้เท่ากับ 250 บาท /คน/ครั้ง โดยประมาณ และการที่จะไปรักษาโรคแต่ละครั้งอย่างน้อยน่าจะหยุดงาน 1 วัน ซึ่งทำให้เกิดค่าเสียโอกาสของรายได้ โดยกำหนดให้เท่ากับค่าแรงขั้นต่ำหรือ 300 บาทต่อวัน เมื่อนำ เอาข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณผลประโยชน์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.645 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 256 2 และเพิ่มเป็น 1.558 ล้านบาทในปี พ.ศ.2580 รวมตลอดอายุโครงการเท่ากับ 20.003 ล้านบาท คิดเป็น มูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดร้อยละ 12 เท่ากับ 5.887 ล้านบาท ดังตารางที่ 4. 71 และในแต่ละแนวทางเลือกมีผลประโยชน์เท่ากัน สำหรับผลประโยชน์ในด้านนี้จะมีมูลค่าเท่ากันทุกทางเลือก คือ 31.601 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.72-4.74

จากผลประโยชน์ดังกล่าว กล่าวได้ว่าผลประโยชน์ส่วนใหญ่คิดผลประโยชน์ที่ เกินจากคุณภาพน้ำที่ดีขึ้น และมูลค่าที่ดินที่เพิ่มขึ้น ผลประโยชน์ที่ประเมินค่าไม่ได้คือ

(ก) ผลประโยชน์ทางด้านการประมง ในอนาคตกรณีไม่มีโครงการคุณภาพน้ำมีแนวโน้มที่จะต่ำลงมีผลทำให้ทรัพยากรประมงที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำก็จะมีแนวโน้มลดลงด้วย แต่ถ้าหากในอนาคตมีโครงการจัดการ น้ำเสียย่อมทำให้ทรัพยากรประมงมีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ดังนั้น จึงนับเป็นประโยชน์ของโครงการ

(ข) ผลประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวและการพักผ่อนหย่อนใจของชุมชนเมื่อ ชุมชนมีสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น ก็ทำให้ชุมชนเป็นสถานที่ที่น่าอยู่อาศัย น่าท่องเที่ยว ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นก็จะเกิดขึ้นในลักษณะคุณภาพของจิตใจของประชาชนที่อาศัยอยู่ใน พื้นที่โครงการรายได้จากการท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้น

4.5.1.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ เป็นการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยพิจารณาจาก 3 ตัวชี้วัด ดังนี้

(1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value-NPV) ตัวชี้วัด NPV เป็นค่าแสดงถึงความสามารถในการทำกำไรของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนด ซึ่งถ้าหากค่า NPV>0 แสดงว่า โครงการมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

(2) อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio-B/C) ตัวชี้วัด B/C เป็นค่าแสดงถึง ประสิทธิภาพการใช้ทุนของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนด ซึ่งถ้าหากค่า B/C>1 แสดงว่า โครงการมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

(3) อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Economic Internal Rate of Return-EIRR) ตัวชี้วัด EIRR> อัตราค่าเสียโอกาสของต้นทุนทรัพยากรภายในประเทศ แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมทางทางเศรษฐกิจ การวิเคราะห์ความหมายของโครงการจะวิเคราะห์ภายใต้กำหนดดังนี้

(ก) ระยะเวลาการวิเคราะห์เท่ากับ 20 ปี

(ข) จากการศึกษาของธนาคารโลก พบว่าค่าเสียโอกาสของต้นทุนทรัพยากรในประเทศที่กำลังพัฒนาอยู่ระหว่างร้อยละ 8 ถึง 15 ซึ่งกรณีประเทศไทยจะใช้อยู่ในช่วง ร้อยละ 8 ถึง 12 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของโครงการ สำหรับโครงการนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น ฉะนั้นอัตราค่าเสียโอกาส ที่ร้อยละ 12 น่าจะเป็นอัตราที่น่าจะยอม รับได้ทางสังคม อย่างไรก็ดามการวิเคราะห์จะใช้อัตราค่าเสียโอกาสที่ร้อยละ 12 เพื่อประกอบการตัดสิน ซึ่งจากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดความเหมาะสมโดยใช้ข้อกำหนดดังกล่าวพบว่า

ทางเลือกที่ 1 มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ที่ระดับอัตราค่าเสียโอกาสที่ ร้อยละ 12 โดยมี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value-NPV) เท่ากับ 66.064 ล้านบาท อัตราส่วน ระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio-B/C) เท่ากับ 2.73 และอัตราผล ตอบแทนทางเศรษฐกิจเท่ากับร้อยละ 44.81 ดังตารางที่ 4.75

ทางเลือกที่ 2 มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ที่ระดับอัตราค่าเสียโอกาสที่ร้อยละ 12 โดยมี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value-NPV) เท่ากับ 38.144 ล้านบาท อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันขอผลประโยชน์กับต้นทุน ผลประโยชน์กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio-B/C) เท่ากับ 3.26 และอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเท่ากับร้อยละ 46.67 ดังตารางที่ 4.76

ทางเลือกที่ 3 มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ที่ระดับอัตราค่าเสียโอกาสที่ร้อยละ 12 โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value-NPV) เท่ากับ 67.324 ล้านบาท อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio-B/C) เท่ากับ 2.97 และอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเท่ากับร้อยละ 54.45 ดังตารางที่ 4.77

4.5.1.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงของมูลค่าปัจจุบัน สุทธิ อัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย และอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโครงการ ในกรณีที่การประมาณต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ กล่าวโดยสรุป ก็คือ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเป็นการทดสอบว่าในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโครงการนี้ยังคงมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจหรือไม่ ซึ่งจะวิเคราะห์เฉพาะหางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุดทางเศรษฐศาสตร์ และจะมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวใน 4 กรณี คือ

(1) ต้นทุนของโครงการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10 โดยปัจจัยอื่นคงที่

(2) ผลประโยชน์ของโครงการลดลง ร้อยละ 10 โดยปัจจัยอื่นคงที่

(3) ต้นทุนของโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และผลประโยชน์ของโครงการลดลง ร้อยละ 10 โดยปัจจัยอื่นคงที่

(4) โครงการล่าช้าไป 1 ปี

จากในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่า **ทางเลือกที่ 1** โครงการมีความอ่อนไหวกับการเปลี่ยนแปลงไนกรณีที่ 4 เท่านั้น ดังตารางที่ 4. 78 **ทางเลือกที่ 2** โครงการมีความอ่อนไหวกับการเปลี่ยนแปลงในทุกกรณี 4 เท่านั้น ดังตารางที่ 4. 79 **ทางเลือกที่ 3** โครงการ ไม่มีความอ่อนไหวกับการเปลี่ยนแปลงไนทุกกรณี ดังตารางที่ 4.80

4.5.2 การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน

การวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโครงการ เป็นการวิเคราะห์ถึงการวางแผนทางการเงินของโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.5.2.1 การวิเคราะห์งบประมาณ เนื่องจากแหล่งเงินทุนในการดำเนินการโครงการมาจากภาครัฐ จึงจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมงบประมาณ ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 งบด้วยกันคือ

(1) งบประมาณการลงทุน ดังตารางที่ 4. 81 งบประมาณในส่วนนี้จัดเตรียมเพื่อใช้ในช่วงระยะการก่อสร้าง ซึ่งแบ่งออกเป็นรายการต่างๆ ได้แก่ ค่าลงทุน ณ ราคาปี 256 1 และค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดทางราคา ซึ่งผลการวิเคราะห์งบประมาณการลงทุนสรุปได้ว่า

ทางเลือกที่ 1 ราคาโครงการ ณ ปีก่อสร้างเท่ากับ 76.686 ล้านบาท แยกเป็น ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 21.172 และ 55.514 ล้านบาท ตามลำดับ

ทางเลือกที่ 2 ราคาโครงการ ณ ปีก่อสร้างเท่ากับ 49.366 ล้านบาท แยกเป็น ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 21.172 และ 28.194 ล้านบาท ตามลำดับ

ทางเลือกที่ 3 ราคาโครงการ ณ ปีก่อสร้างเท่ากับ 114.273 ล้านบาท แยกเป็น ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 21.172 และ 86.079 ล้านบาท ตามลำดับ

(2) งบประมาณการดำเนินการ ดังตารางที่ 4. 82 งบประมาณส่วนนี้จัดเตรียมเพื่อใช้ในช่วงระยะการดำเนินโครงการ ซึ่งแบ่งออกเป็นรายการต่างๆ ได้แก่ ค่าบุคลากร ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา ซึ่งผลการวิเคราะห์งบประมาณดำเนินการสรุปได้ว่า

ทางเลือกที่ 1 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาท่าได้รวบรวมภาวะเงินเฟ้อ เท่ากับ 0.691 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2562 และเพิ่มขึ้นเป็น 13.133 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2580

ทางเลือกที่ 2 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาท่าได้รวบรวมภาวะเงินเฟ้อ เท่ากับ 0.823 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2562 และเพิ่มขึ้นเป็น 15.641 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2580

ทางเลือกที่ 3 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาท่าได้รวบรวมภาวะเงินเฟ้อ เท่ากับ 3.715 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2562 และเพิ่มขึ้นเป็น 70.589 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2580

ตารางที่ 4.56 ค่าลงทุนทางการเงิน: ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย		รวม	ระบบบำบัดน้ำเสีย		รวม	ราคาที่ดิน	รวม
		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง			
1	2561	12.531	3.949	16.480	5.582	3.871	9.453	37.620	63.553
2	2562								
3	2563								
4	2564								
5	2565								
6	2566								
7	2567								
8	2568								
9	2569								
10	2570								
11	2571								
12	2572								
13	2573								
14	2574								
15	2575								
16	2576								
17	2577								
18	2578								
19	2579								
20	2580								
รวม		**12.531**	**3.949**	**16.480**	**5.582**	**3.871**	**9.453**	**37.620**	**63.553**
ร้อยละ				**25.93**			**14.87**	**59.20**	**100**

ตารางที่ 4.57 ค่าลงทุนทางการเงิน: ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย		รวม	ระบบบำบัดน้ำเสีย		รวม	ราคาที่ดิน	รวม
		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง			
1	2561	12.531	3.949	16.480	8.848	5.997	14.845	2.400	33.725
2	2562								
3	2563								
4	2564								
5	2565								
6	2566								
7	2567								
8	2568								
9	2569								
10	2570								
11	2571								
12	2572								
13	2573								
14	2574								
15	2575								
16	2576								
17	2577								
18	2578								
19	2579								
20	2580								
รวม		**12.531**	**3.949**	**16.480**	**8.848**	**5.997**	**14.845**	**2.400**	**33.725**
ร้อยละ				**48.86**			**44.01**	**7.13**	**100**

ตารางที่ 4.58 ค่าลงทุนทางการเงิน: ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย		รวม	ระบบบำบัดน้ำเสีย		รวม	ที่ดิน	รวม
		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง			
1	2561	12.531	3.949	16.480	3.337	21.467	24.804	2.400	43.684
2	2562								
3	2563								
4	2564								
5	2565								
6	2566								
7	2567								
8	2568								
9	2569								
10	2570								
11	2571								
12	2572								
13	2573								
14	2574								
15	2575								
16	2576								
17	2577								
18	2578								
19	2579								
20	2580								
รวม		**12.531**	**3.949**	**16.480**	**3.337**	**21.467**	**24.804**	**2.400**	**43.684**
ร้อยละ				**37.72**			**56.78**	**5.50**	**100**

ตารางที่ 4.59 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา : ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าบุคลากร	ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
1	2561						
2	2562	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
3	2563	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
4	2564	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
5	2565	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
6	2566	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
7	2567	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
8	2568	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
9	2569	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
10	2570	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
11	2571	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
12	2572	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
13	2573	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
14	2574	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
15	2575	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
16	2576	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
17	2577	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
18	2578	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
19	2579	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
20	2580	0.247	0.084	0.288	0.072	-	0.691
รวม		**4.692**	**1.596**	**5.472**	**1.368**	**-**	**13.133**

ตารางที่ 4.60 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา : ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าบุคลากร	ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
1	2561						
2	2562	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
3	2563	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
4	2564	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
5	2565	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
6	2566	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
7	2567	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
8	2568	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
9	2569	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
10	2570	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
11	2571	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
12	2572	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
13	2573	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
14	2574	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
15	2575	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
16	2576	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
17	2577	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
18	2578	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
19	2579	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
20	2580	0.247	0.144	0.288	0.144	-	0.823
รวม		**4.692**	**2.736**	**5.472**	**2.736**	**-**	**15.641**

ตารางที่ 4.61 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา : ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าบุคลากร	ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
1	2561						
2	2562	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
3	2563	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
4	2564	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
5	2565	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
6	2566	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
7	2567	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
8	2568	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
9	2569	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
10	2570	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
11	2571	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
12	2572	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
13	2573	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
14	2574	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
15	2575	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
16	2576	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
17	2577	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
18	2578	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
19	2579	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
20	2580	0.247	0.300	0.288	2.844	0.036	3.715
รวม		**4.692**	**5.700**	**5.472**	**54.036**	**0.684**	**70.589**

ตารางที่ 4.62 ค่าลงทุนรวมค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางการเงิน หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ทางเลือกที่ 1				รวม	ทางเลือกที่ 2				รวม	ทางเลือกที่ 3				รวม
		รวบรวมน้ำเสีย		บำบัดน้ำเสีย			รวบรวมน้ำเสีย		บำบัดน้ำเสีย			รวบรวมน้ำเสีย		บำบัดน้ำเสีย		
		ลงทุน	ดำเนินการบำรุงรักษา	ลงทุน	ดำเนินการบำรุงรักษา		ลงทุน	ดำเนินการบำรุงรักษา	ลงทุน	ดำเนินการบำรุงรักษา		ลงทุน	ดำเนินการบำรุงรักษา	ลงทุน	ดำเนินการบำรุงรักษา	
1	2561	16.480		47.073		63.553	16.480		17.245		33.725	16.480		27.204		43.684
2	2562		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
3	2563		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
4	2564		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
5	2565		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
6	2566		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
7	2567		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
8	2568		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
9	2569		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
10	2570		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
11	2571		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
12	2572		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
13	2573		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
14	2574		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
15	2575		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
16	2576		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
17	2577		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
18	2578		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
19	2579		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
20	2580		0.247		0.444	0.691		0.247		0.576	0.823		0.247		3.468	3.715
รวม		16.480	4.692	47.073	8.436	76.682	16.480	4.692	17.245	10.944	49.362	16.480	4.692	27.204	65.892	114.269

ตารางที่ 4.63 ค่าลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ : ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย		รวม	ระบบบำบัดน้ำเสีย		รวม	ที่ดิน	รวม
		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง			
1	2561	11.027	3.317	14.344	4.912	3.252	8.164	33.106	55.614
2	2562								
3	2563								
4	2564								
5	2565								
6	2566								
7	2567								
8	2568								
9	2569								
10	2570								
11	2571								
12	2572								
13	2573								
14	2574								
15	2575								
16	2576								
17	2577								
18	2578								
19	2579								
20	2580								
รวม		**11.027**	**3.317**	**14.344**	**4.912**	**3.252**	**8.164**	**33.106**	**55.614**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**9.847**	**2.962**	**12.809**	**4.386**	**2.904**	**7.290**	**29.563**	**49.663**

ตารางที่ 4.64 ค่าลงทุนทางเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย		รวม	ระบบบำบัดน้ำเสีย		รวม	ที่ดิน	รวม
		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง			
1	2561	11.027	3.317	14.344	7.786	5.037	12.823	2.112	29.279
2	2562								
3	2563								
4	2564								
5	2565								
6	2566								
7	2567								
8	2568								
9	2569								
10	2570								
11	2571								
12	2572								
13	2573								
14	2574								
15	2575								
16	2576								
17	2577								
18	2578								
19	2579								
20	2580								
รวม		**11.027**	**3.317**	**14.344**	**7.786**	**5.037**	**12.823**	**2.112**	**29.279**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**9.847**	**2.962**	**12.809**	**6.952**	**4.498**	**11.450**	**1.886**	**26.146**

ตารางที่ 4.65 ค่าลงทุนทางเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย		รวม	ระบบบำบัดน้ำเสีย		รวม	ที่ดิน	รวม
		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง		ค่าก่อสร้าง	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง			
1	2561	11.027	3.317	14.344	2.937	18.032	20.969	2.112	37.425
2	2562								
3	2563								
4	2564								
5	2565								
6	2566								
7	2567								
8	2568								
9	2569								
10	2570								
11	2571								
12	2572								
13	2573								
14	2574								
15	2575								
16	2576								
17	2577								
18	2578								
19	2579								
20	2580								
รวม		**11.027**	**3.317**	**14.344**	**2.937**	**18.032**	**20.969**	**2.112**	**37.425**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**9.847**	**2.962**	**12.809**	**2.622**	**16.102**	**18.725**	**1.886**	**33.420**

ตารางที่ 4.66 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าบุคลากร	ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
1	2561						
2	2562	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
3	2563	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
4	2564	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
5	2565	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
6	2566	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
7	2567	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
8	2568	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
9	2569	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
10	2570	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
11	2571	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
12	2572	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
13	2573	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
14	2574	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
15	2575	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
16	2576	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
17	2577	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
18	2578	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
19	2579	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
20	2580	0.207	0.070	0.264	0.066	-	0.607
รวม		**3.933**	**1.330**	**5.016**	**1.254**	**-**	**11.533**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**1.362**	**0.460**	**1.737**	**0.434**	**-**	**3.993**

ตารางที่ 4.67 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าบุคลากร	ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
1	2561						
2	2562	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
3	2563	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
4	2564	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
5	2565	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
6	2566	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
7	2567	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
8	2568	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
9	2569	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
10	2570	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
11	2571	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
12	2572	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
13	2573	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
14	2574	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
15	2575	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
16	2576	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
17	2577	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
18	2578	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
19	2579	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
20	2580	0.207	0.120	0.264	0.132	-	0.723
รวม		**3.933**	**2.280**	**5.016**	**2.508**	**-**	**13.737**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**1.362**	**0.789**	**1.737**	**0.868**	**-**	**4.756**

ตารางที่ 4.68 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าบุคลากร	ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	รวม
1	2561						
2	2562	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
3	2563	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
4	2564	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
5	2565	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
6	2566	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
7	2567	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
8	2568	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
9	2569	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
10	2570	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
11	2571	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
12	2572	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
13	2573	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
14	2574	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
15	2575	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
16	2576	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
17	2577	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
18	2578	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
19	2579	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
20	2580	0.207	0.252	0.264	2.616	0.033	3.145
รวม		**3.933**	**0.475**	**5.016**	**49.704**	**0.627**	**59.755**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**1.362**	**0.164**	**1.737**	**17.208**	**0.217**	**20.688**

ตารางที่ 4.69 ผลประโยชน์จากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการนำน้ำจากแหล่งอื่น

ปีที่	พ.ศ.	ปริมาณน้ำใช้ (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ค่าใช้จ่ายในน้ำจากแหล่งอื่น (บาท/ลบ.ม.)	รวม (ล้านบาท)
1	2561			
2	2562	0.417	8.010	3.339
3	2563	0.441	8.01	3.530
4	2564	0.466	8.01	3.733
5	2565	0.493	8.01	3.947
6	2566	0.521	8.01	4.173
7	2567	0.551	8.01	4.413
8	2568	0.582	8.01	4.666
9	2569	0.616	8.01	4.933
10	2570	0.651	8.01	5.216
11	2571	0.689	8.01	5.515
12	2572	0.728	8.01	5.832
13	2573	0.770	8.01	6.166
14	2574	0.814	8.01	6.520
15	2575	0.861	8.01	6.894
16	2576	0.910	8.01	7.290
17	2577	0.959	8.01	7.685
18	2578	1.009	8.01	8.081
19	2579	1.058	8.01	8.476
20	2580	1.108	8.01	8.872
รวม		13.643		109.281
มูลค่าปัจจุบัน (12%)				31.601

ตารางที่ 4.70 รายได้จากการจัดเก็บอัตราค่าบริการบำบัดน้ำเสีย

ปีที่	พ.ศ.	ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดใช้ (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายได้จากค่าบำบัดน้ำเสีย (ล้านบาท)		
			ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
1	2561				
2	2562	0.333	6.359	4.091	9.473
3	2563	0.353	6.724	4.326	10.017
4	2564	0.373	7.110	4.574	10.592
5	2565	0.394	7.517	4.837	11.199
6	2566	0.417	7.948	5.114	11.841
7	2567	0.441	8.404	5.408	12.521
8	2568	0.466	8.886	5.718	13.239
9	2569	0.493	9.396	6.046	13.998
10	2570	0.521	9.935	6.392	14.801
11	2571	0.551	10.505	6.759	15.650
12	2572	0.582	11.107	7.147	16.547
13	2573	0.616	11.745	7.557	17.497
14	2574	0.651	12.418	7.990	18.500
15	2575	0.689	13.131	8.449	19.562
16	2576	0.728	13.884	8.933	20.684
17	2577	0.768	14.637	9.418	21.806
18	2578	0.807	15.390	9.902	22.928
19	2579	0.847	16.144	10.387	24.050
20	2580	0.886	16.897	10.872	25.173
รวม		10.914	208.138	133.920	310.079
มูลค่าปัจจุบัน(12%)			60.188	38.726	89.666

ตารางที่ 4.71 ผลประโยชน์ด้านสุขภาพอนามัย

ปีที	พ.ศ.	ประชากรในพื้นที่ศึกษา (คน)	อัตราการเป็นโรคอันมีสาเหตุมาจากน้ำเสีย(ร้อยละ)	ประชากรที่ป่วยอันมีสาเหตุมาจากนำเสีย(คน)	จำนวนประชากรที่เจ็บป่วยที่ลดลงเนื่องจากโครงการ(คน)	ค่าใช้จ่ายเมื่อเจ็บป่วย (ล้านบาท)
1	2561	17,841	12.50			
2	2562	18,770	12.50	2,346	1,173	0.645
3	2563	19,749	12.50	2,469	1,234	0.679
4	2564	20,778	12.50	2,597	1,299	0.714
5	2565	21,860	12.50	2,733	1,366	0.751
6	2566	22,999	12.50	2,875	1,437	0.791
7	2567	24,197	12.50	3,025	1,512	0.832
8	2568	25,458	12.50	3,182	1,591	0.875
9	2569	26,784	12.50	3,348	1,674	0.921
10	2570	28,179	12.50	3,522	1,761	0.969
11	2571	29,647	12.50	3,706	1,853	1.019
12	2572	31,192	12.50	3,899	1,950	1.072
13	2573	32,817	12.50	4,102	2,051	1.128
14	2574	34,527	12.50	4,316	2,158	1.187
15	2575	36,326	12.50	4,541	2,270	1.249
16	2576	38,125	12.50	4,766	2,383	1.311
17	2577	39,924	12.50	4,991	2,495	1.372
18	2578	41,723	12.50	5,215	2,608	1.434
19	2579	43,522	12.50	5,440	2,720	1.496
20	2580	45,321	12.50	5,665	2,833	1.558
รวม						20.003
มูลค่าปัจจุบัน (12%)						5.887

ตารางที่ 4.72 ผลประโยชน์ของโครงการการ: ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาน้ำจากแหล่งอื่น	รายได้จากการบำบัดน้ำเสีย	สุขภาพ	รวม
1	2561				
2	2562	3.339	6.359	0.645	10.343
3	2563	3.530	6.724	0.679	10.933
4	2564	3.733	7.110	0.714	11.557
5	2565	3.947	7.517	0.751	12.215
6	2566	4.173	7.948	0.791	12.912
7	2567	4.413	8.404	0.832	13.649
8	2568	4.666	8.886	0.875	14.427
9	2569	4.933	9.396	0.921	15.25
10	2570	5.216	9.935	0.969	16.12
11	2571	5.515	10.505	1.019	17.039
12	2572	5.832	11.107	1.072	18.011
13	2573	6.166	11.745	1.128	19.039
14	2574	6.520	12.418	1.187	20.125
15	2575	6.894	13.131	1.249	21.274
16	2576	7.290	13.884	1.311	22.485
17	2577	7.685	14.637	1.372	23.694
18	2578	8.081	15.390	1.434	24.905
19	2579	8.476	16.144	1.496	26.116
20	2580	8.872	16.897	1.558	27.327
รวม		109.281	208.138	20.003	337.421
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		31.601	60.188	5.887	97.675

ตารางที่ 4.73 ผลประโยชน์ของโครงการการ: ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาน้ำจากแหล่งอื่น	รายได้จากการบำบัดน้ำเสีย	สุขภาพ	รวม
1	2561				
2	2562	3.339	4.091	0.645	8.075
3	2563	3.530	4.326	0.679	8.535
4	2564	3.733	4.574	0.714	9.021
5	2565	3.947	4.837	0.751	9.535
6	2566	4.173	5.114	0.791	10.078
7	2567	4.413	5.408	0.832	10.653
8	2568	4.666	5.718	0.875	11.259
9	2569	4.933	6.046	0.921	11.9
10	2570	5.216	6.392	0.969	12.577
11	2571	5.515	6.759	1.019	13.293
12	2572	5.832	7.147	1.072	14.051
13	2573	6.166	7.557	1.128	14.851
14	2574	6.520	7.990	1.187	15.697
15	2575	6.894	8.449	1.249	16.592
16	2576	7.290	8.933	1.311	17.534
17	2577	7.685	9.418	1.372	18.475
18	2578	8.081	9.902	1.434	19.417
19	2579	8.476	10.387	1.496	20.359
20	2580	8.872	10.872	1.558	21.302
รวม		109.281	133.920	20.003	263.204
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		31.601	38.726	5.887	76.213

ตารางที่ 4.74 ผลประโยชน์ของโครงการการ: ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาน้ำจากแหล่งอื่น	รายได้จากการบำบัดน้ำเสีย	สุขภาพ	รวม
1	2561				
2	2562	3.339	9.473	0.645	13.457
3	2563	3.530	10.017	0.679	14.226
4	2564	3.733	10.592	0.714	15.039
5	2565	3.947	11.199	0.751	15.897
6	2566	4.173	11.841	0.791	16.805
7	2567	4.413	12.521	0.832	17.766
8	2568	4.666	13.239	0.875	18.78
9	2569	4.933	13.998	0.921	19.852
10	2570	5.216	14.801	0.969	20.986
11	2571	5.515	15.650	1.019	22.184
12	2572	5.832	16.547	1.072	23.451
13	2573	6.166	17.497	1.128	24.791
14	2574	6.520	18.500	1.187	26.207
15	2575	6.894	19.562	1.249	27.705
16	2576	7.290	20.684	1.311	29.285
17	2577	7.685	21.806	1.372	30.863
18	2578	8.081	22.928	1.434	32.443
19	2579	8.476	24.050	1.496	34.022
20	2580	8.872	25.173	1.558	35.603
รวม		109.281	310.079	20.003	439.362
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		31.601	89.666	5.887	127.154

ตารางที่ 4.75 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
1	2561	63.553		-63.553
2	2562	0.691	51.202	40.808
3	2563	0.691	46.234	32.918
4	2564	0.691	41.738	26.545
5	2565	0.691	37.602	21.320
6	2566	0.691	33.973	17.224
7	2567	0.691	30.600	13.831
8	2568	0.691	27.630	11.162
9	2569	0.691	24.938	9.003
10	2570	0.691	22.467	7.234
11	2571	0.691	20.223	5.804
12	2572	0.691	18.287	4.700
13	2573	0.691	16.453	3.768
14	2574	0.691	14.870	3.048
15	2575	0.691	13.401	2.452
16	2576	0.691	12.049	1.964
17	2577	0.691	10.893	1.590
18	2578	0.691	9.789	1.273
19	2579	0.691	8.815	1.023
20	2580	0.691	7.975	0.829
รวม		76.682	449.136	142.945
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		61.288	167.695	66.064
NPV		66.064		
B/C		2.73		
EIRR (%)		44.81		

ตารางที่ 4.76 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
1	2561	33.725		-33.725
2	2562	0.823	27.535	21.945
3	2563	0.823	25.184	17.931
4	2564	0.823	23.019	14.640
5	2565	0.823	20.989	11.901
6	2566	0.823	19.185	9.727
7	2567	0.823	17.476	7.899
8	2568	0.823	15.952	6.445
9	2569	0.823	14.552	5.253
10	2570	0.823	13.245	4.265
11	2571	0.823	12.041	3.456
12	2572	0.823	10.994	2.825
13	2573	0.823	9.985	2.286
14	2574	0.823	9.107	1.867
15	2575	0.823	8.280	1.515
16	2576	0.823	7.509	1.224
17	2577	0.823	6.846	1.000
18	2578	0.823	6.203	0.806
19	2579	0.823	5.631	0.653
20	2580	0.823	5.134	0.534
รวม		49.362	258.866	82.447
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		39.787	130.096	38.144
NPV		38.144		
B/C		3.26		
EIRR (%)		46.67		

ตารางที่ 4.77 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์: ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
1	2561	43.684		-43.684
2	2562	3.715	37.777	30.108
3	2563	3.715	36.393	25.912
4	2564	3.715	34.871	22.178
5	2565	3.715	33.194	18.821
6	2566	3.715	31.565	16.004
7	2567	3.715	29.820	13.479
8	2568	3.715	28.154	11.374
9	2569	3.715	26.499	9.566
10	2570	3.715	24.832	7.996
11	2571	3.715	23.199	6.658
12	2572	3.715	21.729	5.584
13	2573	3.715	20.212	4.629
14	2574	3.715	18.856	3.865
15	2575	3.715	17.512	3.205
16	2576	3.715	16.204	2.641
17	2577	3.715	15.056	2.198
18	2578	3.715	13.889	1.806
19	2579	3.715	12.824	1.488
20	2580	3.715	11.884	1.236
รวม		114.269	454.473	145.064
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		71.048	211.365	67.324
NPV		67.324		
B/C		2.97		
EIRR (%)		54.45		

ตารางที่ 4.78 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ : ทางเลือกที่ 1 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	กรณีที่ 1			กรณีที่ 2			กรณีที่ 3			กรณีที่ 4		
		ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
1	2561	69.908		-69.908	63.553		-57.198	69.908		-69.908	63.553		-63.553
2	2562	0.760	56.322	44.889	0.691	46.082	36.728	0.760	50.690	40.400			-63.553
3	2563	0.760	50.857	36.210	0.691	41.610	29.627	0.760	45.771	32.589	0.691	45.742	32.568
4	2564	0.760	45.912	29.200	0.691	37.564	23.891	0.760	41.320	26.280	0.691	41.299	26.266
5	2565	0.760	41.362	23.452	0.691	33.842	19.188	0.760	37.225	21.107	0.691	37.210	21.098
6	2566	0.760	37.370	18.947	0.691	30.576	15.502	0.760	33.633	17.052	0.691	33.623	17.047
7	2567	0.760	33.660	15.214	0.691	27.540	12.448	0.760	30.294	13.693	0.691	30.288	13.690
8	2568	0.760	30.392	12.278	0.691	24.867	10.046	0.760	27.353	11.051	0.691	27.350	11.050
9	2569	0.760	27.432	9.903	0.691	22.444	8.102	0.760	24.689	8.913	0.691	24.689	8.913
10	2570	0.760	24.713	7.958	0.691	20.220	6.511	0.760	22.242	7.162	0.691	22.244	7.163
11	2571	0.760	22.245	6.384	0.691	18.201	5.224	0.760	20.020	5.746	0.691	20.025	5.747
12	2572	0.760	20.115	5.170	0.691	16.458	4.230	0.760	18.103	4.653	0.691	18.109	4.654
13	2573	0.760	18.097	4.144	0.691	14.807	3.391	0.760	16.288	3.730	0.691	16.294	3.731
14	2574	0.760	16.357	3.353	0.691	13.383	2.743	0.760	14.721	3.018	0.691	14.728	3.019
15	2575	0.760	14.740	2.697	0.691	12.060	2.207	0.760	13.266	2.428	0.691	13.274	2.429
16	2576	0.760	13.253	2.160	0.691	10.844	1.768	0.760	11.928	1.944	0.691	11.936	1.946
17	2577	0.760	11.982	1.749	0.691	9.804	1.431	0.760	10.784	1.574	0.691	10.792	1.576
18	2578	0.760	10.768	1.400	0.691	8.810	1.145	0.760	9.691	1.260	0.691	9.699	1.261
19	2579	0.760	9.696	1.125	0.691	7.933	0.920	0.760	8.727	1.012	0.691	8.735	1.013
20	2580	0.760	8.772	0.912	0.691	7.177	0.746	0.760	7.895	0.821	0.691	7.903	0.822
รวม		84.348	494.043	157.237	76.682	404.223	128.650	84.348	444.639	134.523	75.991	393.933	36.886
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		75.506	254.370	72.670	68.643	208.123	59.450	75.506	228.933	58.317	68.563	205.666	-23.826
NPV		72.670			59.450			58.412			-23.826		
B/C		3.36			3.03			3.03			2.99		
EIRR (%)		44.81			44.81			38.60			5.31		

ตารางที่ 4.79 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ : ทางเลือกที่ 2 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	กรณีที่ 1			กรณีที่ 2			กรณีที่ 3			กรณีที่ 4		
		ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
1	2561	37.098		-37.098	33.725		-30.353	37.098		-37.098	33.725		-33.725
2	2562	0.905	30.288	24.140	0.823	24.781	19.751	0.905	27.260	21.726			-33.725
3	2563	0.905	27.702	19.724	0.823	22.666	16.138	0.905	24.932	17.752	0.823	24.598	17.514
4	2564	0.905	25.321	16.104	0.823	20.717	13.176	0.905	22.789	14.494	0.823	22.496	14.307
5	2565	0.905	23.087	13.090	0.823	18.890	10.711	0.905	20.778	11.781	0.823	20.522	11.636
6	2566	0.905	21.103	10.699	0.823	17.266	8.754	0.905	18.993	9.629	0.823	18.768	9.515
7	2567	0.905	19.223	8.689	0.823	15.728	7.109	0.905	17.300	7.820	0.823	17.104	7.731
8	2568	0.905	17.547	7.089	0.823	14.357	5.800	0.905	15.792	6.380	0.823	15.620	6.310
9	2569	0.905	16.006	5.778	0.823	13.096	4.728	0.905	14.405	5.200	0.823	14.254	5.146
10	2570	0.905	14.568	4.691	0.823	11.920	3.838	0.905	13.111	4.222	0.823	12.979	4.179
11	2571	0.905	13.244	3.801	0.823	10.837	3.110	0.905	11.920	3.421	0.823	11.805	3.388
12	2572	0.905	12.093	3.108	0.823	9.895	2.543	0.905	10.883	2.797	0.823	10.782	2.771
13	2573	0.905	10.982	2.515	0.823	8.986	2.058	0.905	9.884	2.263	0.823	9.796	2.243
14	2574	0.905	10.017	2.053	0.823	8.196	1.680	0.905	9.015	1.848	0.823	8.938	1.832
15	2575	0.905	9.108	1.667	0.823	7.452	1.364	0.905	8.197	1.500	0.823	8.130	1.488
16	2576	0.905	8.260	1.346	0.823	6.758	1.102	0.905	7.434	1.212	0.823	7.375	1.202
17	2577	0.905	7.530	1.099	0.823	6.162	0.900	0.905	6.777	0.989	0.823	6.726	0.982
18	2578	0.905	6.823	0.887	0.823	5.583	0.726	0.905	6.141	0.798	0.823	6.096	0.792
19	2579	0.905	6.193	0.718	0.823	5.067	0.588	0.905	5.574	0.647	0.823	5.535	0.642
20	2580	0.905	5.646	0.587	0.823	4.620	0.481	0.905	5.082	0.529	0.823	5.048	0.525
รวม		54.293	284.742	90.689	49.362	232.979	74.203	54.293	256.268	77.910	48.539	226.573	24.755
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		43.764	143.102	41.957	39.787	117.086	34.330	43.764	128.792	34.051	39.691	115.636	-10.191
NPV		41.957			34.330			34.051			-10.191		
B/C		3.26			2.94			2.94			2.91		
EIRR (%)		46.67			46.67			40.16			6.45		

ตารางที่ 4.80 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ : ทางเลือกที่ 3 หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	กรณีที่ 1			กรณีที่ 2			กรณีที่ 3			กรณีที่ 4		
		ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ	ต้นทุน	ผลประโยชน์	ผลประโยชน์สุทธิ
1	2561	48.052		-48.052	43.684		-39.316	48.052		-43.247	43.684		-43.684
2	2562	4.087	41.555	33.119	3.715	33.999	27.097	4.087	37.399	29.807			-43.684
3	2563	4.087	40.033	28.503	3.715	32.754	23.321	4.087	36.030	25.653	3.715	33.748	24.029
4	2564	4.087	38.359	24.396	3.715	31.384	19.960	4.087	34.523	21.957	3.715	32.509	20.675
5	2565	4.087	36.515	20.704	3.715	29.875	16.939	4.087	32.863	18.634	3.715	31.088	17.627
6	2566	4.087	34.723	17.605	3.715	28.409	14.403	4.087	31.251	15.844	3.715	29.682	15.049
7	2567	4.087	32.803	14.827	3.715	26.838	12.131	4.087	29.523	13.344	3.715	28.141	12.720
8	2568	4.087	30.971	12.512	3.715	25.339	10.237	4.087	27.874	11.261	3.715	26.653	10.768
9	2569	4.087	29.150	10.523	3.715	23.849	8.609	4.087	26.235	9.471	3.715	25.158	9.082
10	2570	4.087	27.317	8.796	3.715	22.349	7.196	4.087	24.585	7.916	3.715	23.636	7.611
11	2571	4.087	25.521	7.324	3.715	20.879	5.992	4.087	22.969	6.592	3.715	22.133	6.352
12	2572	4.087	23.903	6.143	3.715	19.556	5.026	4.087	21.513	5.529	3.715	20.774	5.339
13	2573	4.087	22.235	5.092	3.715	18.191	4.166	4.087	20.011	4.583	3.715	19.362	4.434
14	2574	4.087	20.743	4.252	3.715	16.970	3.479	4.087	18.668	3.827	3.715	18.094	3.709
15	2575	4.087	19.264	3.525	3.715	15.761	2.884	4.087	17.338	3.173	3.715	16.832	3.080
16	2576	4.087	17.825	2.906	3.715	14.583	2.377	4.087	16.043	2.615	3.715	15.598	2.542
17	2577	4.087	16.563	2.418	3.715	13.550	1.978	4.087	14.907	2.176	3.715	14.514	2.119
18	2578	4.087	15.279	1.986	3.715	12.500	1.625	4.087	13.751	1.788	3.715	13.406	1.743
19	2579	4.087	14.108	1.636	3.715	11.542	1.339	4.087	12.697	1.473	3.715	12.393	1.438
20	2580	4.087	13.073	1.360	3.715	10.696	1.112	4.087	11.766	1.224	3.715	11.498	1.196
รวม		125.705	499.940	159.577	114.269	409.025	130.558	125.705	449.946	143.619	110.554	395.219	62.144
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		78.156	232.509	74.059	71.048	190.229	60.592	78.156	209.258	66.653	70.617	185.505	1.033
NPV		74.059			60.592			66.653			1.033		
B/C		2.97			2.67			2.67			2.62		
EIRR (%)		54.45			54.45			54.45			10.85		

ตารางที่ 4.81 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์ หน่วย : ล้านบาท

ปีที่	พ.ศ.	ทางเลือกที่ 1			ทางเลือกที่ 2			ทางเลือกที่ 3		
1	2561	ค่าลงทุน	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	รวม	ค่าลงทุน	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	รวม	ค่าลงทุน	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	รวม
1	2561	55.614		55.614	29.279		29.279	37.425		37.425
2	2562		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
3	2563		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
4	2564		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
5	2565		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
6	2566		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
7	2567		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
8	2568		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
9	2569		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
10	2570		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
11	2571		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
12	2572		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
13	2573		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
14	2574		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
15	2575		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
16	2576		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
17	2577		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
18	2578		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
19	2579		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
20	2580		0.607	0.607		0.723	0.723		3.145	3.145
รวม		**55.614**	**11.533**	**67.147**	**29.279**	**13.737**	**43.016**	**37.425**	**59.755**	**97.180**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**49.663**	**3.993**	**53.656**	**26.146**	**4.756**	**30.902**	**33.421**	**20.688**	**54.108**

ตารางที่ 4.82 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางการเงิน หน่วย : ล้านบาท

ปีที่ 1	พ.ศ. 2561	ทางเลือกที่ 1			ทางเลือกที่ 2			ทางเลือกที่ 3		
		ค่าลงทุน	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	รวม	ค่าลงทุน	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	รวม	ค่าลงทุน	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	รวม
1	2561	63.553		63.553	33.725		33.725	43.684		43.684
2	2562		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
3	2563		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
4	2564		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
5	2565		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
6	2566		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
7	2567		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
8	2568		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
9	2569		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
10	2570		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
11	2571		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
12	2572		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
13	2573		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
14	2574		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
15	2575		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
16	2576		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
17	2577		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
18	2578		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
19	2579		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
20	2580		0.691	0.691		0.823	0.823		3.715	3.715
รวม		**63.553**	**13.133**	**76.686**	**33.725**	**15.641**	**49.366**	**43.684**	**70.589**	**114.273**
มูลค่าปัจจุบัน (12%)		**56.753**	**4.545**	**61.298**	**30.116**	**5.414**	**35.530**	**39.010**	**24.437**	**63.447**

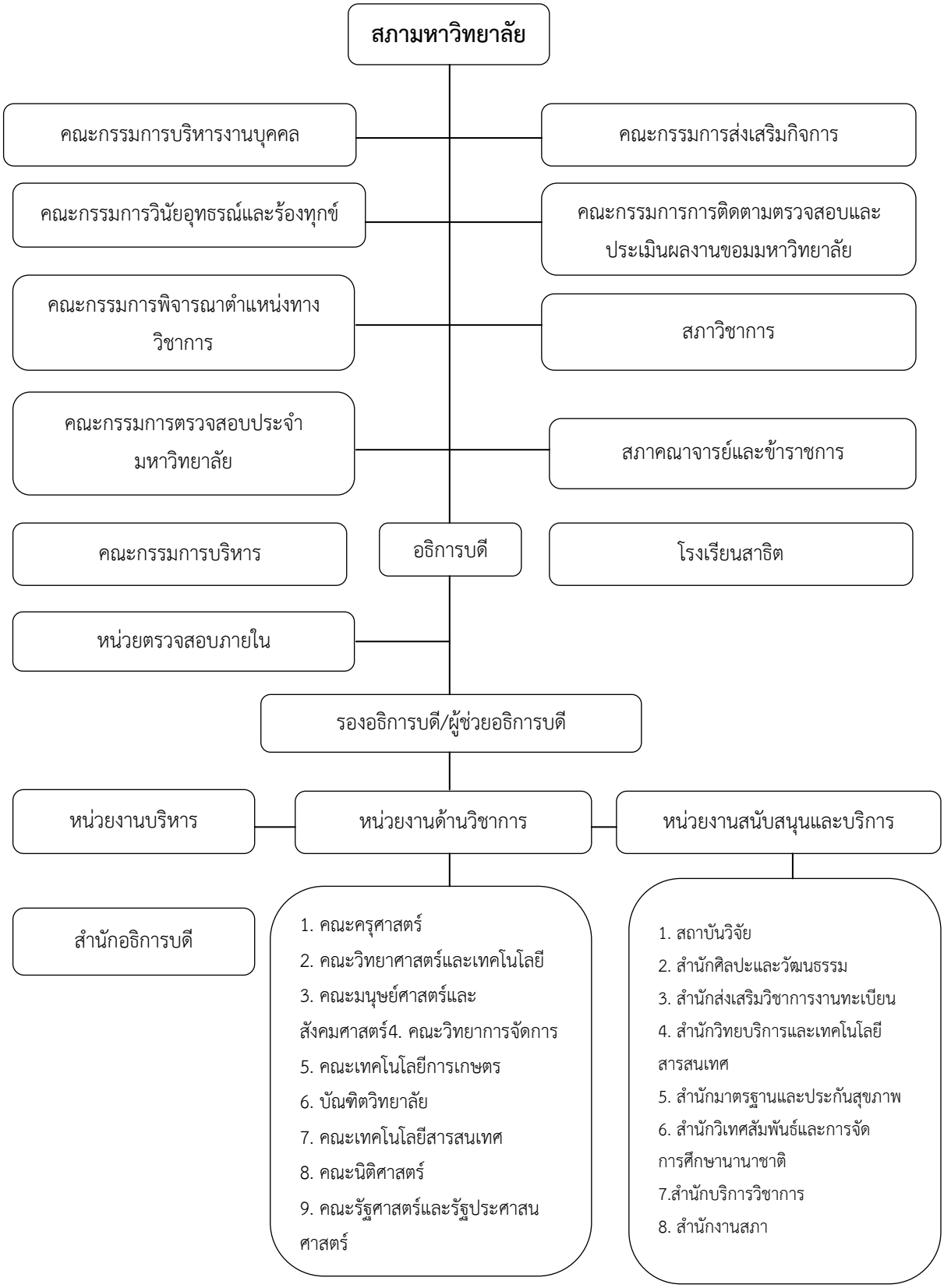
4.6 การศึกษาด้านองค์การบริหารและการจัดการ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามยังไม่มีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย จึงทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้รับผลกระทบจากมลสารที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้ง มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงเริ่มดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหา โดยทำการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้นระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียในอนาคตต่อไป ซึ่งการศึกษาด้านองค์กรการบริหารและกฎหมายของมหาวิทยาลัย มีเป้าหมายเพื่อพิจารณาจัดองค์การบริหารและกฎหมาย ให้เหมาะกับงานด้านการรวบรวมและบำบัดน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากนี้จะได้มีการพิจารณาถึงมาตรการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสีย ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินการดังกล่าวให้ประสบผลสำเร็จ ผลการศึกษาในขั้นนี้ได้นำเสนอข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาวิเคราะห์ การสรุปประเด็นสำคัญและปัญหา รวมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการจัดองค์กรและกฎหมาย เพื่อให้มีความสามารถจัดการกับระบบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตตามเป้าหมาย ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

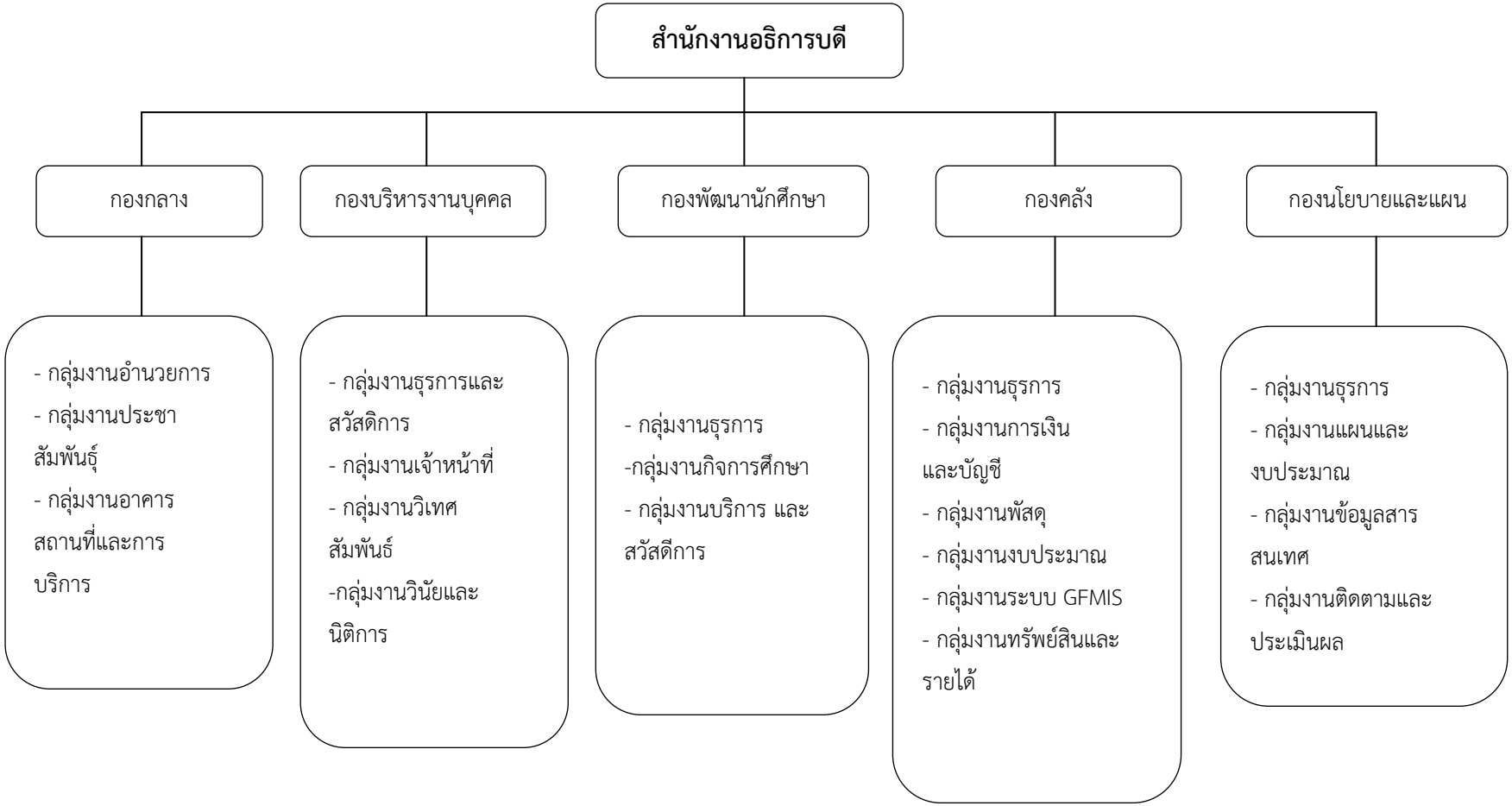
4.6.1 องค์การบริหารงานมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

โครงสร้างองค์การและการบริหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งตามที่สถาบันราชภัฏมหาสารคามได้ยกฐานะเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 นั้น มหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการบริการจัดการ ดังภาพที่ 4.83 และ 4.84 เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติดังกล่าว และเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและคุณภาพมากขึ้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 10 และ มาตรา 11 ของพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 ความว่า มาตรา 10 มหาวิทยาลัย ฯ แบ่งส่วนราชการออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่

1) สำนักงานอธิการบดี
2) สำนักงานวิทยาเขต
3) บัณฑิตวิทยาลัย
4) คณะ
5) สถาบัน
6) สำนัก
7) วิทยาลัย



ภาพที่ 4.83 โครงสร้างของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ภาพที่ 4.84 โครงสร้างมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

องค์กรการบริหารและกฎหมายของมหาวิทยาลัยฯ ด้านการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสียนั้น จะมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะงาน คือ สำนักงานอธิการบดี ซึ่งเป็นหน่วยงานบริหารและจัดการกลางของมหาวิทยาลัยมีบทบาทภารกิจหลักคืออำนวยการบริหารควบคุมกำกับติดตามประสานงานด้านการบริหารและสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานคณะศูนย์สานักในสังกัดตลอดจนการประสานกับหน่วยงานภายนอกเพื่อให้การปฏิบัติงานของมหาวิทยาลัยบรรลุเป้าหมายตามแผนปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามระเบียบแบบแผนของทางราชการปัจจุบัน สำนักงานอธิการบดีมีสานักงานตั้งอยู่ ชั้น 2 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษาเลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ตำบลตลาดอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคามรหัสไปรษณีย์ 44000 มีนายเมธี กลมดง ดำรงตำแหน่งผู้ อำนวยการสำนักงานอธิการบดี

ต่อมาในปี พ.ศ.2549 กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องการแบ่งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 123 ตอนที่ 74ง วันที่ 3 สิงหาคม 2549 โดยได้แบ่งโครงสร้างการบริหารงานของสำนักงานอธิการบดี ออกเป็น 5 กอง ในระยะเริ่มแรกมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประกอบด้วย กองกลาง กองคลัง กองนโยบายและแผน กองบริหารงานบุคคล และสำนักงานอธิการบดี

ในการประชุม สภามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เห็นชอบในการประชุมครั้งที่ 10/2556 เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2556 ได้แบ่งโครงสร้างการบริหารงานของสำนักงานอธิการบดี ออกเป็น 6 กอง และอีก 1 ศูนย์ ประกอบด้วย สำนักงานอธิการบดี กองกลาง กองคลัง กองนโยบายและแผน กองบริหารงานบุคคล กองพัฒนานักศึกษา และศูนย์คอมพิวเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้บริหาร ดังนี้

1. นายเมธี กลมดวง รักษาการ ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี
2. นายชัชวาล พิพิศจันทร์ ผู้อำนวยการกองคลัง
3. นางจันทนันท์ จารุโณปถัมภ์ ผู้อำนวยการกองกลาง
4. นางลำดวน ดวงคมทา ผู้อำนวยการกองบริหารงานบุคคล
5. นายเมธี กลมดวง ผู้อำนวยการกองนโยบายและแผน
6. นายอนิรุทธ์ แดงหยง รักษาการผู้อำนวยการกองพัฒนานักศึกษา
7. นายประภากร ศรีสว่างวงศ์ ผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์

4.6.1.1 นโยบายสำนักงานอธิการบดี

1. ส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรให้มีความมั่นคงก้าวหน้าในสายงานอย่างทั่วถึงมีความพร้อมและทันสมัยในการประสานและบริการอย่างเป็นระบบ

2. พัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารให้ทันสมัยต่อเนื่องเป็นปัจจุบันเพื่อรองรับการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ปรับปรุงและพัฒนาระบบการบริหารจัดการให้ทันสมัยบูรณาการการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าเป็นประโยชน์สูงสุดเน้นความประหยัดเหมาะสมนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเพื่อนำสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

4. พัฒนาระบบบริหารโดยยึดการมีส่วนร่วมกระจายอำนาจลดขั้นตอนการปฏิบัติให้มีความกระชับรวดเร็วไม่ขัดระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้องมีความโปร่งใสตรวจสอบได้ตามหลักธรรมาภิบาล

4.6.1.2 สำนักงานอธิการบดี ได้แบ่งโครงสร้างและหน้าที่แต่ละหน่วยงานดังนี้

1. กองกลาง ประกอบด้วย กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป กลุ่มงานประชาสัมพันธ์ และกลุ่มงานอาคารสถานที่และบริการ

2. กองบริหารงานบุคคล ประกอบด้วย กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป กลุ่มงานการเจ้าหน้าที่ กลุ่มงานวินัยและนิติการ **และ**กลุ่มงานสวัสดิการและสิทธิประโยชน์เกื้อกูลของบุคลากร

3. กองพัฒนานักศึกษา ประกอบด้วย กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป กลุ่มงานแนะแนวสารสนเทศฯ กลุ่มงานกีฬาและนันทนาการ กลุ่มงานบริการและสวัสดิการ **และ**กลุ่มงานเวชศึกษาป้องกัน

4. กองคลัง ประกอบด้วย กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป กลุ่มงานการเงิน กลุ่มงานบัญชี กลุ่มงานพัสดุ กลุ่มงานงบประมาณ กลุ่มงานระบบ GFMIS **และ**กลุ่มงานทรัพย์สินและรายได้

5. กองนโยบายและแผน ประกอบด้วย กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป กลุ่มงานวิเคราะห์นโยบายและแผน กลุ่มงานวิเคราะห์งบประมาณ และกลุ่มงานสารสนเทศและวิจัยสถาบัน

6. ศูนย์คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย กลุ่มงานอำนวยการ กลุ่มงานฝึกอบรม กลุ่มงานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ **และ**กลุ่มงานเทคนิคคอมพิวเตอร์

4.6.2 บุคลากร

การบริหารจัดการในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีการบริหารด้านต่างๆ ข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา 136 คน ผู้ดำรงตำแหน่งบริหารที่ไม่ใช่ข้าราชการ 2 คน ผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ 8 คน พนักงานในสถาบันอุดมศึกษา (งบแผ่นดิน) 256 คน พนักงานในสถาบันอุดมศึกษา (งบรายได้ของมหาวิทยาลัย) 636 คน พนักงานข้าราชการ 44 คน ลูกจ้างประจำ 15 คน อาจารย์ประจำหลักสูตร 15 คน ดังตารางที่ 4.83

ตารางที่ 4.83 จำนวนบุคลากรของหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ประเภทบุคลากร	สายวิชาการ	สายสนับสนุน	รวม
ข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา	123	13	136
ผู้ดำรงตำแหน่งบริหารที่ไม่ใช่ข้าราชการ	-	2	2
ผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ	8	-	8
พนักงานในสถาบันอุดมศึกษา (งบแผ่นดิน)	174	82	256
พนักงานในสถาบันอุดมศึกษา (งบรายได้)	334	302	636
พนักงานข้าราชการ	4	40	44
ลูกจ้างต่างประเทศ	6	1	7
ลูกจ้างประจำ	-	15	15
อาจารย์ประจำหลักสูตร	15	-	15
รวม	**664**	**455**	**1,119**

4.6.3 การลงทุนและบริการงานระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย

4.6.3.1 หลักสำคัญที่อาจเป็นปัญหาต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เนื่องจากการมีระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องมีการจัดองค์กรและการบริหารงานที่ต่างจากเดิม รวมทั้งต้องพิจารณาการลงทุนของการเพิ่มปริมาณงานขึ้นจากการปรับปรุงและการขยายบริการของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามออกไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) งานระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย

ปัญหาสำคัญของประเทศไทยที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจการของทางราชการคือ ปัญหาเรื่องการบำรุงรักษา ไม่ว่าจะเป็นอาคาร เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือระบบสาธารณูปโภคต่างๆ รวมทั้งการรักษาท่อระบายน้ำด้วย ปัญหาน้ำไม่ระบาย น้ำเอ่อท่วมขัง มักจะสืบเนื่องมาจากการขาดการบำรุงรักษาที่ดี จากการทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลลงสู่ท่อระบายน้ำ ทำให้กีดขวางทางไหลของน้ำ และปัญหาจะยิ่งทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นไปอีก ถ้าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องไม่ให้ความร่วมมือในการใช้ท่อระบายน้ำอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น มหาวิทยาลัยฯ จะต้องเผชิญกับปัญหา

นี้มากยิ่งขึ้น เพราะจะมีท่อที่ต้องการการบำรุงรักษามากขึ้น เนื่องมาจากการพัฒนามหาวิทยาลัยฯ ตามโครงการต่างๆ ท่อระบายน้ำอาจเสียหายจากการเสื่อมสภาพของตัวเองเช่น ดินทรุดตัว หรือจากการที่ต้องรับน้ำหนักบรรทุกมากเกินไป เช่น ถูกรถทับ หรือจากการที่มีมูลฝอยต่างๆ กีดขวางทางไหลของน้ำ การบำรุงรักษาท่อระบายน้ำซึ่งรวมทั้งท่อระบายน้ำฝนและท่อระบายน้ำเสียที่จะมีในอนาคต ควรประกอบด้วยการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ได้แก่ การตรวจสอบระบบอย่างสม่ำเสมอ

การบำรุงรักษาตามปกติ ซึ่งกระทำเป็นประจำ การซ่อมแซมฉุกเฉิน และการบำรุงรักษาแบบฟื้นฟูสภาพ ซึ่งกระทำในลักษณะโครงการพิเศษและนานๆ ครั้ง และการวิเคราะห์งานบำรุงรักษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้ภาพลักษณ์ของความต้องการในเรื่องกำลังคน วัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ และการจัดองค์กร ตลอดจนการบริหารงานมีความชัดเจนขึ้น

2) งานบำบัดน้ำเสีย

การดำเนินงานบำบัดน้ำเสียรวมมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นงานใหม่ที่นอกจากจะต้องอาศัยบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในการดำเนินงานแล้ว การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรวมทั้งผู้ที่พักอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่โครงการ ก็เป็นสิ่งจำเป็นยิ่งที่จะช่วยให้การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเน่าเสียได้ผลอย่างจริงจัง การแจ้งเหตุเมื่อเห็นระบบระบายน้ำ ระบบรวบรวมน้ำเสียชำรุดเสียหายหรืออุดตัน หรือแจ้งเหตุที่น่าจะนำไปสู่การทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้ ได้เสนอให้มีการประชาสัมพันธ์ในลักษณะที่ให้ข้อมูลข่าวสารอย่างเป็นรูปธรรมแก่หน่วยงานต่างๆ ในมหาวิทยาลัยฯ เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง มีทัศนคติที่ดีต่อโครงการ และสามารถเข้ามามีส่วนร่วมกับโครงการได้ ดังนั้นขอบเขตของงานที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียจึงควรรวมถึงงานประชาสัมพันธ์ด้วย

นอกจากนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามยังไม่มีระเบียบข้อบังคับของตนเองเพื่อรองรับการดำเนินงานบำบัดน้ำเสีย ระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการระบายน้ำเสียหรือน้ำโสโครกจากแหล่งกำเนิดลงทางระบายน้ำสาธารณะและมาตรการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่ผ่านมาเน้นการควบคุมโดยกฎหมายหลักของประเทศแต่ยังขาดการริเริ่มดำเนินการด้วยมาตรการทางเศรษฐกิจ เช่น การเก็บค่าทิ้งของเสีย (Pollution Charge) ดังนั้นการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียก็เป็นอีกงานหนึ่งที่จะต้องดำเนินการให้มีประสิทธิภาพ โดยเงินค่าธรรมเนียมดังกล่าวจะถูกนำกลับมาใช้ในการดำเนินงานและซ่อมแซมบำรุงรักษา การดูแลระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งหากพิจารณาหลักเกณฑ์ในการการคัดเลือกรูปแบบการบริหารงานระบบบำบัดน้ำเสีย และแนวทางการตัดสินใจเลือกรูปแบบการลงทุนบริหารงานระบบบำบัดน้ำเสีย มีรายละเอียดดังนี้

4.6.3.2 หลักเกณฑ์ในการการคัดเลือกรูปแบบการบริหารงานระบบบำบัดน้ำเสีย

ปกติการลงทุนและการบริหารงานสาธารณูปโภคต่างๆ มักกระทำโดยองค์กรภาครัฐ เนื่องจากงานโครงการพื้นฐานต้องใช้เงินลงทุนสูง เอกชนอาจไม่มีความพร้อมในการจัดหา บริการหรืออาจส่งผลกระทบในแง่ของความเป็นธรรมที่เกิดขึ้นแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่และหน่วยงานต้องมีหน้าที่ในการจัดหาบริการสาธารณูปโภค เพื่อช่วยให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างปกติสุข แต่สภาพปัจจุบันศักยภาพของเอกชนในการบริหารงานระบบบำบัดน้ำเสีย มีความเป็นไปได้สูงมาก ทั้งงบประมาณที่ใช้ในการลงทุน บุคลากร เครื่องจักรอุปกรณ์และเทคโนโลยีอันทันสมัย ประกอบกับปริมาณงานที่ทำและความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยฯที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันอัตรากำลังของบุคลากร เพื่อรองรับงานดังกล่าวกลับขยายตัวเพียงเล็กน้อยด้วยงบประมาณแผ่นดินที่มีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลให้แนวความคิดของการให้เอกชนดำเนินการแทนรัฐ เริ่มปรากฏผลเป็นรูปธรรมขึ้น โดยมีกฎหมายที่ยินยอมให้หน่วยงานของรัฐทำการแปรรูปกิจกรรมบางประเภท เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อชุมชนโดยรวมมากที่สุด

อย่างไรก็ดี การที่หน่วยงานราชการ จะดำเนินกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งโดยลำพังหรือมอบหมายให้เอกชนดำเนินการนั้น จำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์ในการตัดสินใจในประเด็นต่างๆ ซึ่งเอื้อต่อการวินิจฉัยระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ปัจจัยใจที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง ได้แก่ (1) กฎระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (2) ประสิทธิภาพของหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง (3) ความเป็นธรรมในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบริการจากหน่วยงาน (4) ผลตอบแทนจากการลงทุน และ (5) งบประมาณหรือต้นทุนที่ใช้ดำเนินการ

4.6.3.3 แนวทางการตัดสินใจเลือกรูปแบบการลงทุนบริหารงานระบบบำบัดน้ำเสีย

หากวิเคราะห์ถึงกิจกรรมสาธารณประโยชน์ ซึ่งรัฐเป็นผู้รับผิดชอบแล้ว ผู้บริหารหน่วยงานสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หลัก มหาวิทยาลัยฯ ต้องมีการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ที่ชัดเจน การจัดหาบริการทั้งหมดอาจทำให้การบริหารงานของมหาวิทยาลัยฯ ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เพราะปริมาณงานและความรับผิดชอบเพิ่มขึ้นอย่างมากในปัจจุบัน รวมทั้งต้องใช้จ่ายงบประมาณแผ่นดินเป็นจำนวนมากสูงขึ้นทุกปี ดังนั้นการมอบกิจกรรมบางประเภทให้เอกชนดำเนินการแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง ภายใต้ภาวะกดดันทางเศรษฐกิจของประเทศที่ต้องการลดรายจ่ายงบประมาณแผ่นดิน พร้อมกับการเพิ่มประสิทธิภาพการบริการแก่ชุมชน

การยอมรับนโยบายการให้เอกชนดำเนินกิจกรรมแทนนั้น มิได้หมายความว่ามหาวิทยาลัยฯต้องงดหน้าที่อันพึงกระทำ หรือปฏิเสธการจัดหาบริการทุกประเภท ในทางปฏิบัติหมาวิทยาลัยฯสามารถเลือกดำเนินการผสมผสานกัน หรือทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งก็ได้ โดยจัดลำดับความสำคัญก่อนหลัง ความยากง่ายในการปฏิบัติงาน และความเข้าใจที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินโครงการเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานมากที่สุด

ถึงแม้การจัดระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งดำเนินการโดยเอกชนจะมีประสิทธิภาพสูงและมีความพร้อมมากกว่าการบริหารงานโดยมหาวิทยาลัยฯ ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาจากหลักเกณฑ์เบื้องต้นทางด้านศักยภาพของมหาวิทยาลัยฯ บุคลากร งบประมาณการลงทุน และการบริหารงานความเป็นธรรมในการจัดหาบริการและการจัดเก็บค่าธรรมเนียม ตลอดจนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการลงทุน มหาวิทยาลัยฯควรดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตัวเองในช่วงแรก ด้วยเหตุผลที่ว่ามหาวิทยาลัยฯเข้าใจถึงความต้องการของแต่ละหน่วยงานในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี จะทำให้การบริการเป็นไปอย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการดำเนินงานโดยภาครัฐมักคำนึงถึงผลตอบแทนทางสังคม มากกว่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ในระยะปานกลางหรือระยะยาว หากการบริหารงานประสบกับอุปสรรคนานัปการ เช่น ขาดแคลนบุคลากรปฏิบัติงาน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพิ่มสูงขึ้น การดำเนินการประสบกับภาวะการขาดทุนอย่างต่อเนื่อง รัฐไม่สามารถจัดหาบริการที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น มหาวิทยาลัยฯ อาจปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เอกชนเข้ามารับผิดชอบแทน ด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตามความเหมาะสม ซึ่งรูปแบบการลงทุนและการบริหารงานสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (Joint Public-Private Venture) ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการจัดการน้ำเสีย มีความได้เปรียบกว่าวิธีอื่นตรงประเด็นที่ว่าเป็นการประสานความเชี่ยวชาญและทุนรอนของรัฐและเอกชน เพื่อวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยถือว่าเป็นการร่วมเสี่ยงในธุรกิจที่รัฐเป็นผู้ผลักดันให้เกิดขึ้น บริษัทร่วมทุนในลักษณะนี้อาจดำเนินงานในรูปของการจัดตั้งกิจการขึ้นใหม่โดยตรง หรือเป็นการจัดตั้งกิจการใหม่ในเครือของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งมีเอกชนเข้าร่วมหุ้นอยู่ด้วย

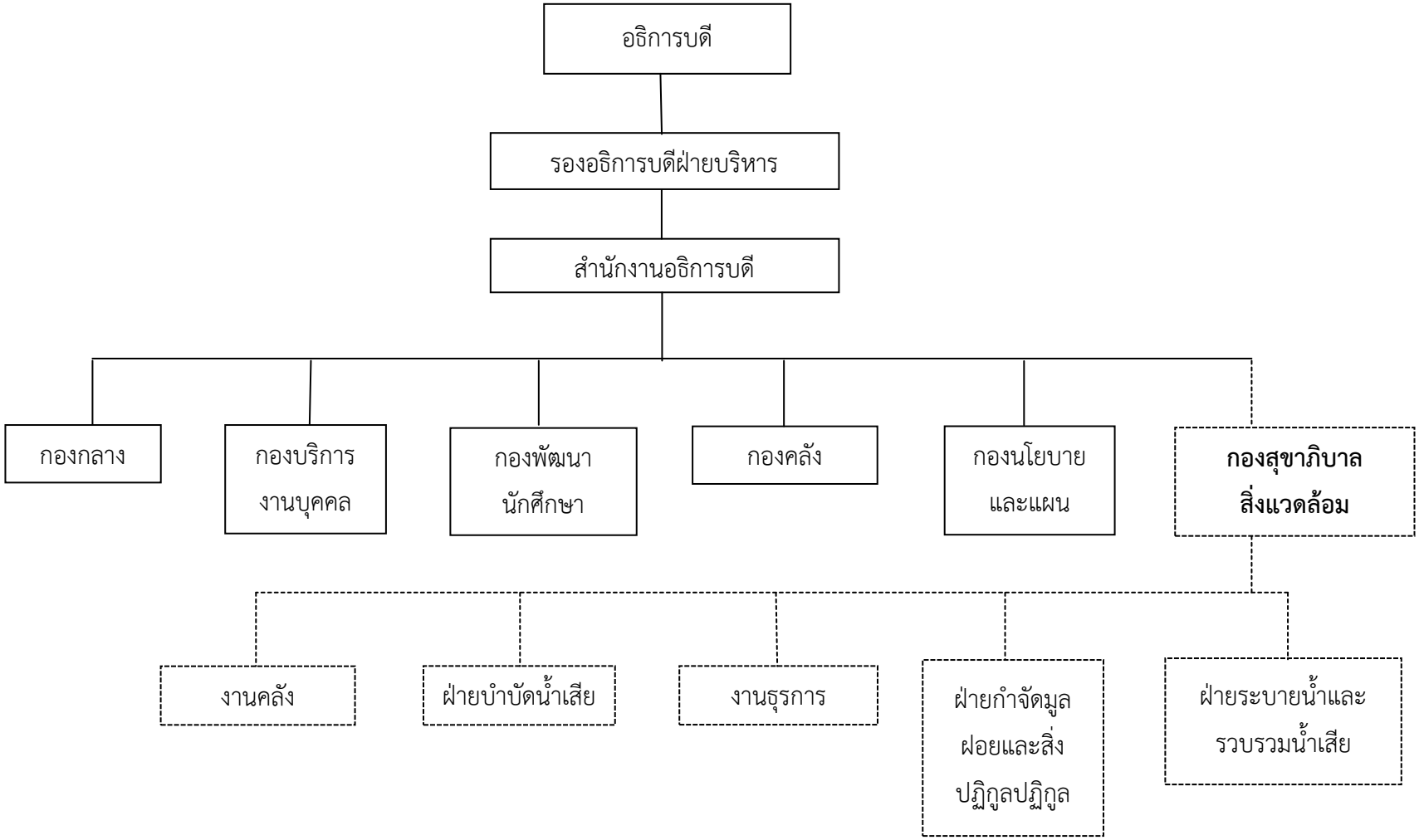
(2) การจ้างเหมาบริการโดยเอกชน (Contracting Out) การจ้างเหมาให้เอกชนดำเนินงานบำบัดน้ำเสีย ถือเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน โดยมหาวิทยาลัยฯ จะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายให้แก่เอกชน เพื่อจัดหาบริการสาธารณะประโยชน์อย่างทั่วถึง การให้เอกชนรับจ้างงานแก่รัฐบาลนี้แท้ที่จริงแล้ว มีมาก่อนกระแสความคิดของการให้เอกชนดำเนินกิจกรรมแทนรัฐเกิดขึ้นด้วยซ้ำ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับสินค้าขั้นกลางเผื่อผลิตสินค้าปลายทาง ในขณะที่แนวความคิดของการให้เอกชนดำเนินการแทนรัฐบาล ได้ชี้ให้เห็นถึงการดำเนินกิจกรรมปลายทาง ซึ่งเป็นขอบเขตที่กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งการเปิดโอกาสให้เอกชนจ้างเหมาดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียนี้ จะเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ชุมชนก็ต่อเมื่อมีการแข่งขันประมูลงานกัน ผู้รับเหมารายใดที่เสนอค่าจ้างเหมาต่ำที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด จะเป็นผู้ได้รับการคัดเลือก ซึ่งผลดีจะบังเกิดขึ้นแก่รัฐบาลและหน่วยงานในมหาวิทยาลัยฯ

(3) การให้สัมปทานแก่เอกชน (Franchising) ระบบการให้สัมปทาน เป็นการมอบสิทธิประโยชน์ ให้แก่บุคคลหรือองค์กรใดองค์กรหนึ่ง ดำเนินการแทนเจ้าของสัมปทาน ซึ่งไม่เพียงจำกัดอยู่ในแวดวงธุรกิจภาคเอกชนเท่านั้น แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมของรับบางประเภทได้อีกด้วย เช่น การจัดเก็บมูลฝอยในพื้นที่มหาวิทยาลัยฯ เป็นต้น วิธีการนี้มหาวิทยาลัยฯ จะได้รับผลประโยชน์สูงสุดก็ต่อเมื่อมีการประมูลแข่งขันกันระหว่างผู้ประกอบการด้วยกัน ผู้ประกอบการรายใดที่ให้ผลตอบแทนมาก

ที่สุด นอกเหนือจากเปอร์เซ็นต์ของผลกำไรที่ต้องจัดแบ่งให้แก่มหาวิทยาลัยฯ ภายใต้สัญญาที่จัดเก็บไว้ ก็จะเป็นผู้ที่ได้รับสัมปทาน ทั้งนี้รายละเอียดด้านต่างๆ ซึ่งเกี่ยวกับอัตราค่าธรรมเนียมที่จัดเก็บจากหน่วยงานต่างๆ เนื่องจากการบำบัดน้ำเสีย มาตรฐานการบริหารงาน ตลอดจนระบบการจัดทำบัญชี มักกำหนดขึ้นโดยมหาวิทยาลัยฯ ผู้เป็นเจ้าของสัมปทาน

4.6.4 รูปแบบขององค์กรการบริหารด้านการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสม

การเสนอรูปแบบโครงสร้างองค์กรและการบริหารงานในครั้งนี้ จะพิจารนาในด้านการดำเนินงานและควบคุมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียรวม ที่จะได้จัดให้มีขึ้นตามขอบเขตงานที่ได้เสนอมาแล้ว ซึ่งจากขอบเขตงานดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนว่า ปริมาณงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจะเพิ่มขึ้นอีก โดยเฉพาะงานบำบัดน้ำเสียทีเป็นงานใหม่และต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน เช่น วิศวกรโยธาสิ่งแวดล้อม นักวิชาการสิ่งแวดล้อม และนักวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างองค์กร ก็พบว่าหากจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมขึ้นแล้วจะต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างองค์กรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และจัดสรรบุคลากรเข้ามารองรับกับงานด้านนี้โดยตรง โดยคำนึงถึงหลักประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงาน ตลอดจนความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ประกอบกับการพิจารณาขอบเขตความรับผิดชอบของงานที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียที่จะมีขึ้นในอนาคต จะเห็นว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ควรปรับปรุงโครงสร้างให้มีหน่วยงานเข้ามาดูแลรับผิดชอบงานดังกล่าวโดยตรง สำหรับ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้ศึกษาเสนอให้ตั้งกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมขึ้นมาดูแลรับผิดชอบงานด้านสุขาภิบาล ดังภาพที่ 4. 85 โดยให้งานที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลมาอยู่ด้วยกันทั้งงานทางด้านการกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล การระบายน้ำ การรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสีย การปรับปรุงโครงสร้างในลักษณะนี้จะช่วยให้การบริการงานด้านสุขาภิบาลใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นเอกภาพ สามารถประสานงานกันได้และอาจมีการแบ่งเป็นฝ่ายกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ฝ่ายบำบัดน้ำเสียและฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งจะต้องมีการจัดสรรบุคลากรเข้ามารับผิดชอบงานต่าง ๆ อย่างเพียงพอ สมดุลกับปริมาณและคุณภาพของงาน ซึ่งอาจมีการให้บุคลากรบางส่วนจากกองกลางมาอยู่ในกองใหม่นี้โดยเฉพาะงานสุขาภิบาลและอนามัยสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4.85 โครงสร้างองค์กรการบริหารงานมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จากภาพที่ 4.85 กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่ได้จัดตั้งขึ้นใหม่ ยังกำหนดอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานย่อยภายใน ดังนี้

ก. ฝ่ายกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ควบคุมและรับผิดชอบการปฏิบัติงานในหน้าที่ของงานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล งานเครื่องจักรกลและงานซ่อมบำรุง และงานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล

(1) งานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ประกอบด้วย งานกำจัดมูลฝอยและการรวบรวมและเก็บขน งานกำจัดสิ่งปฏิกูลตามหลักวิชาการสุขาภิบาล งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

(2) งานเครื่องจักรกลและซ่อมบำรุง ประกอบด้วย งานปฏิบัติการเดินเครื่องมือจักรกลรวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า งานซ่อมบำรุงรักษารักษาไฟฟ้าและเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ และงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

ข. ฝ่ายบำบัดน้ำเสีย มีหน้าที่ควบคุมดูแลและรับผิดชอบการปฏิบัติงานในหน้าที่ของงานแบบแผนและก่อสร้าง งานควบคุมและตรวจสอบการบำบัดน้ำเสีย งานบำรุงรักษาและซ่อมแซมและงานวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

(1) งานแบบแผนและก่อสร้าง มีหน้าที่เกี่ยวกับ งานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย งานควบคุมระบบน้ำเสียของโรงงานบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสามารถบำบัดน้ำเสียให้ มีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนปล่อยทิ้ง งานวิจัยและประเมินผล จัดทำและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการกำจัดน้ำเสียให้บริการข้อมูล สถิติที่จำเป็นต้องใช้ในการวางแผน การศึกษาวิเคราะห์การเจริญเติบโตของประชากร รวมทั้งการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานในฝ่ายบำบัดน้ำเสีย งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

(2) งานควบคุมและตรวจสอบการบำบัดน้ำเสีย มีหน้าที่เกี่ยวกับงานตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารและระบบบำบัดน้ำเสียรวมมิให้ปล่อยน้ำเสียทำลายสภาพแวดล้อมของธรรมชาติ เช่น คู คลอง ที่สาธารณะ โดยมิได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัยฯ งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

(3) งานบำรุงรักษาและซ่อมแซม มีหน้าที่เกี่ยวกับ งานบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักรกล อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย งานบำรุงรักษาและซ่อมแซมอาคาร สถานที่ หรือบริเวณที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสีย งานดูแลรักษาความสะอาดบ่อบำบัดน้ำเสียและบริเวณโดยรอบ งานดูแลรักษาระบบท่อและรางระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

(4) งานวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มีหน้าที่เกี่ยวกับงานตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากโรงบำบัดน้ำเสียและแหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำต่างๆ การตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย หรือน้ำทิ้งจากอาคาร งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

อย่างไรก็ตามในระยะแรกที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีบุคลากรที่ยังไม่เพียงพอก็ให้ขอความช่วยเหลือบุคลากรจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หรือสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) เป็นการเบื้องต้นไปก่อน

ค. ฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย มีหน้าที่ควบคุมและรับผิดชอบการปฏิบัติงานในหน้าที่ของงานดูแลระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย

(1) งานดูแล ระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย ประกอบด้วย งานออกแบบก่อสร้างระบบระบายน้ำทั่วไป เช่น ท่อระบายน้ำฝนหรือท่อน้ำทิ้ง งานบำรุงรักษาและซ่อมแซมท่อน้ำเสีย ท่อระบายน้ำฝน ท่อระบายน้ำโสโครกและท่อน้ำทิ้ง งานทำความสะอาด ล้างลอกท่อ รางระบายน้ำเสีย น้ำฝน หรือน้ำทิ้ง งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

(2) งานดูแลสถานีสูบน้ำเสียหรือบ่อพักน้ำ ประกอบด้วย งานทำความสะอาด กำจัดขยะมูลฝอยในบ่อสูบน้ำเสีย งานตักมูลฝอยในบ่อสูบน้ำเสีย บ่อพัก และบ่อดักไขมัน งานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

ง. งานการคลัง มีหน้าที่เกี่ยวกับ งานการเงินและบัญชี งานพัสดุ และงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่รับมอบหมาย

จ. งานธุรการ มีหน้าที่เกี่ยวกับงานสารบรรณ งานดูแลรักษา จัดเตรียมประสานงานและเรื่องสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ ติดต่อและอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ งานประสานงานเกี่ยวกับการประชุม งานตรวจสอบแสดงรายการเกี่ยวกับเอกสารสำคัญของทางราชการ รักษาความปลอดภัยของสถานที่ราชการ งานจัดทำคำสั่งและประกาศ และงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ได้รับมอบหมาย

สำหรับการจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสีย ควรอยู่ในความรับผิดชอบของงานการคลัง กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำหน้าที่ในการจัดเก็บค่าบริการเก็บขนมูลฝอยด้วย ทั้งนี้การจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยงานย่อย ๆ ได้แก่ การจัดทำทะเบียนหน่วยงานหรืออาคารที่ต้องเสียค่าบริการในการบำบัด การประเมินอัตราค่าบริการ และการจัดเก็บค่าบริการ จากนั้นจึงนำรายได้จากการจัดเก็บค่าบริการส่งให้กองคลังของมหาวิทยาลัยฯ ต่อไป

ส่วนงานประชาสัมพันธ์ควรให้หน่วยงานที่มีอยู่แล้วรับผิดชอบในการดำเนินการคือ งานประชาสัมพันธ์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยมีการจัดทำแผนประชาสัมพันธ์ด้านการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ชัดเจน เป้าหมายเพื่อให้มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเห็นความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว

4.6.5 การจัดสรรบุคลากรดำเนินงาน

ในปัจจุบัน เจ้าหน้าที่ที่ทำงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีหน้าที่รับผิดชอบอยู่แต่ยังไม่ครอบคลุมด้านน้ำเสียการจัดการตั้งหน่วยงานใหม่ขึ้นมา จำเป็นต้องจัดเตรียมอัตรากำลังบุคลากรใหม่ที่มีหน้าที่เฉพาะ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือการตั้งอัตรากำลังตามที่ควรจะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นความต้องการอัตรากำลังในการจัดตั้งกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้เสนอให้มีการจัดสรรบุคลากรดังแสดงในตารางที่ 4.84 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.84 ความต้องการบุคลากรในการจัดตั้งกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม

ตำแหน่ง	คุณวุฒิ
1. ผู้อำนวยการกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม	วศ.บ.หรือ วท.บ(โยธา/สิ่งแวดล้อม) หรือสูงกว่า
2. หัวหน้าฝ่ายบำบัดน้ำเสีย	วศ.บ. หรือ วท.บ (โยธา/สิ่งแวดล้อม) หรือสูงกว่า
3. หัวหน้าฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย	วศ.บ. หรือ วท.บ(โยธา/สิ่งแวดล้อม) หรือสูงกว่า
4. หัวหน้าฝ่ายกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล	วท.บ.(ด้านสิ่งแวดล้อม)
5. เจ้าหน้าที่พิมพ์ดีด	ปวช./ปวส.
6. คนงาน	ม.6

จากตาราง ที่ 4.83 จำนวนบุคลากรของกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม ประกอบด้ว ย ผู้อำนวยการกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม หัวหน้าฝ่ายในแต่ละฝ่าย โดยสามารถขอความช่วยเหลือมาจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมหรือสาขาวิศวกรรมการจัดการ (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) เพื่อดำเนินการด้านงานสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมและช่วงระยะแรกจำนวนบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สามารถกำหนดให้มีความเหมาะสมกับปริมาณงานที่ต้องดำเนินการ หลังจากนั้นอาจจัดสรรหาเพิ่มเติมเมื่อปริมาณงานเพิ่มมากขึ้น

สำหรับฝ่ายบำบัดน้ำเสียและฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสียจะต้องจัดหาบุคลากรเพิ่มเติมเพื่อรองรับกับงานบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ในระดับต่างๆ ดังตารางที่ 4.85

นอกจากนั้น บุคลากรทั้งหมดควรได้รับการอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้อยู่เสมอ โดยที่ระยะแรกควรได้รับการอบรมจากผู้ออกแบบหรือผู้ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย หรือจากผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ ก่อนการปฏิบัติงาน เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ ในวิธีการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอโดยหัวหน้าฝ่ายอาจเป็นคนเดียวกันก็ได้

ตารางที่ 4.85 ความต้องการบุคลากรในฝ่ายบำบัดน้ำเสียและฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย

ตำแหน่ง	คุณวุฒิ	จำนวน (คน)
1. ฝ่ายบำบัดน้ำเสีย		
1.1 หัวหน้าฝ่ายบำบัดน้ำเสีย	ป.ตรี	1
1.2 คนงาน	ม.6	1
2. ฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย		
2.1 หัวหน้าฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย	ป.ตรี	1
2.2 คนงาน	ม.6	3

4.6.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการน้ำเสีย

กฎหมายของประเทศ ที่มีบทบัญญัติที่สำคัญเกี่ยวกับการระบายน้ำเสียและบำบัดน้ำเสีย หลายฉบับ ได้แก่ พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 พ.ร.บ. การชลประทานหลวง พ.ศ. 2535 พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2535

1. พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

กำหนดให้มีกองทุนสิ่งแวดล้อม กรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง ให้อำนาจในการดำเนินการบำบัดน้ำเสียแก่พนักงานท้องถิ่นและเจ้าพนักงานและเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษ และมีมาตรการส่งเสริมให้เจ้าหน้าที่ของแหล่งกำเนิดมลพิษมีระบบของตนเอง เนื่องจาก พ .ร.บ. ฉบับนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียมาก จึงนำมาสรุปไว้ตามมาตราสำคัญที่เกี่ยวกับน้ำเสียดังนี้

1.1 หมวดอำนาจหน้าที่

มาตรา 4 “น้ำเสีย” หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งม ล สารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

“เจ้าพนักงานท้องถิ่น” หมายถึง นายกเทศมนตรี, ประธานสุขาภิบาล, ผู้ว่าราชการจังหวัด, ปลัดเมืองพัทยาและหัวหน้าผู้บริหารท้องถิ่น

มาตรา 9 ในกรณีเหตุฉุกเฉินหรืออันตรายต่อสาธารณชนจากภาวะมลพิษ ให้นายกรัฐมนตรีมีอำนาจสั่งการควบคุม ระงับหรือบรรเทาผลร้ายจากอันตรายนั้น ได้ นายกรัฐมนตรีอาจมอบอำนาจให้ผู้ว่าราชการจังหวัดปฏิบัติราชการแทนได้

1.2 หมวดมลพิษทางน้ำการตรวจสอบควบคุมและค่าปรับค่าบริการ

มาตรา 70 เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียตามมาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด มีหน้าที่ก่อสร้าง ติดตั้งหรือจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย ถ้ามีระบบอยู่แล้วเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษมีอำนาจสั่งให้ปรับปรุงแก้ไขได้

มาตรา 71, 72, 74 ในเขตที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมของทางราชการหรือมีผู้ใดรับใบอนุญาตรับจ้างให้บริการบำบัดน้ำเสียอยู่แล้ว ให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษทุกประเภทมีหน้าที่ต้องจัดส่งน้ำเสียไปบำบัดโดยเสียค่าบริการตามกำหนด

มาตรา 73 ห้ามมิให้ผู้ใดรับจ้างเป็นผู้ควบคุมหรือรับจ้างให้บริการบำบัดน้ำเสีย เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากเจ้าพนักงานท้องถิ่น ห้ามมิให้ผู้รับจ้างให้บริการเรียกเก็บค่าบริการเกินกว่าอัตราที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 75 ในเขตที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมหรือผู้ได้รับใบอนุญาตให้บริการบำบัดน้ำเสียอยู่ เจ้าพนักงานท้องถิ่นโดยคำแนะนำของเจ้าพนักงานมลพิษอาจกำหนดวิธีชั่วคราวไปตามความจำเป็น

มาตรา 76 น้ำทิ้งที่ได้รับการบำบัดแล้ว ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด

มาตรา 77 ในส่วนราชการหรือราชการส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินงานและควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย หรือว่าจ้างผู้ได้รับใบอนุญาตก็ตาม

มาตรา 80 เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียเป็นของตนเอง หรือควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียตามที่กำหนดโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมมลพิษและผู้ได้รับใบอนุญาตให้บริการบำบัดน้ำเสียมีหน้าที่ 1. เก็บสถิติและข้อมูลซึ่งแสดงผลการทำงานของระบบในแต่ละวันตามแบบที่กำหนดในกฎกระทรวง 2. ทำบันทึกรายละเอียดไว้ ณ ที่ตั้งแหล่งกำเนิดมลพิษ 3. ทำรายงานสรุปผลการทำงานของระบบเสนอต่อเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นเดือนละ 1 ครั้ง

มาตรา 81 เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีหน้าที่รวบรวมรายงานตามมาตร า80 ส่งให้เจ้าพนักงานควบคุมมลพิษอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้งโดยจะทำความเห็นเพื่อประกอบการพิจารณาไปพร้อมด้วยก็ได้

มาตรา 88 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจกำหนดอัตราค่าบริการบำบัดน้ำเสีย

มาตรา 89 อัตราค่าบริการบำบัดน้ำเสียอาจแตกต่างกันตามความเหมาะสม เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทบ้านเรือน มีสิทธิ์ได้รับยกเว้นไม่ต้องเสียค่าบริการตามเงื่อนไขที่กำหนด

มาตรา 90 ผู้หลีกเลี่ยงไม่จัดส่งน้ำเสียไปบำบัด ผู้ลักลอบทิ้งน้ำทิ้ง หรือผู้ไม่ยอมชำระค่าบริการบำบัดน้ำเสียจะต้องเสียค่าปรับ 4 เท่าของอัตราค่าบริการ

มาตรา 91 เจ้าของหรือผู้ครอบครองระบบบำบัดน้ำเสียของตนเองลักลอบปล่อยทิ้งน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของทางราชการ จะต้องเสียค่าปรับรายวัน 4 เท่าของเงินค่าใช้จ่ายในการเปิดเดินเครื่องบำบัดน้ำเสียของตนและชดใช้ค่าเสียหายต่อระบบบำบัดน้ำเสียรวมทางราชการ ที่เกิดจากการลักลอบด้วย

มาตรา 92 เจ้าของหรือผู้ครอบครองระบบบำบัดน้ำเสียของตนเองที่ลักลอบปล่อยน้ำเสียลงสู่สิ่งแวดล้อม จะต้องเสียค่าปรับรายวัน 4 เท่าของจำนวนเงินค่าใช้จ่ายประจำวันสำหรับการเปิดเครื่อง

หน้าตา 93 ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจจัดเก็บค่าบริการ ค่าปรับและค่าเสียหายได้โดยเงินนี้ไม่ต้องนำส่งคลังแต่หักมาเข้ากองทุนสิ่งแวดล้อมตามอัตราส่วนที่คณะกรรมการกองทุนกำหนดที่เหลือให้เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบำบัดน้ำเสียของท้องถิ่นนั้น

1.3 หมวดบทกำหนดโทษ

มาตรา 105 ถึง 111 ผู้ฝ่าฝืนกฎหมายมีสิทธิ์ที่ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ 1 เดือนถึง 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 5,000 บาทถึง 500,000บาท หรือทั้งปรับทั้งจำแล้วแต่หน้าตาที่ฝ่าฝืน

นอกจากมาตราที่ได้เสนอไว้แล้วนี้ยังมีการสนับสนุนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียตลอดจนการดำเนินการบริหารกองทุนสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สามารถนำเงินมาใช้จ่ายในการรักษาสิ่งแวดล้อมได้ด้วย โดยได้กำหนดให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมเป็นผู้เสนอข้อตั้งงบประมาณรายจ่ายในการก่อสร้างหรือดำเนินการให้มีระบบบำบัดน้ำเสียตามแผนปฏิบัติการเพื่อจัดการ คุณภาพสิ่งแวดล้อมที่จังหวัดเสนอมา ในขณะที่ปัจจุบันนี้กรมโย ธาธิ การเป็นหน่วยปฏิบัติที่รับผิดชอบโดยตรงในการศึกษาสำรวจออกแบบ ตลอดจนดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้แก่ชุมชนต่างๆ ซึ่งรวมทั้งเทศบาลด้วย อย่างไรก็ตามพ.ร.บ. นี้มิได้กำหนดหน้าที่ขององค์กรที่รับผิดชอบได้อย่างชัดเจนในการดำเนินการ กำหนดได้เพียงหน้าที่ทีของพนักงานท้องถิ่นต้องรับทำงาน หรือรายงานต่อเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

2) พ.ร.บ. สาธารณสุขพ.ศ. 2535

ในส่วนที่เกี่ยวกับน้ำได้มีบัญญัติไว้ตามมาตรา 19 อนุมาตรา 2, 6 และ 7 โดยระบุบ่อเกิดของเหตุรำคาญที่เกี่ยวข้องกับน้ำดังนี้

(2) คือที่ขังน้ำ บ่ อ แหล่งน้ำ ท้อง ร่อง ทางระบายน้ำ ร่องน้ำ ทางน้ำ ที่ลุ่ม ที่อาบน้ำ ที่ปัสสาวะ ที่รับใส่อุจจาระ รางระบายน้ำ ที่ใส่มูลสัตว์หรือเถ้า ซึ่งอยู่ในทำเลที่ไม่เหมาะสมหรือเห็นที่น่าจะเป็นที่เพราะพันธ์แมลงวันหรือมีลักษณะจนเป็นเหตุเสื่อมหรือเป็นอันตรายแก่สุขภาพ

(6) อาคาร กระท่อมหรือโรงใด อันเป็นเคห ะที่อยู่ของคน หรือสำหรับเลี้ยงสัตว์ หรือความประสงค์อย่างอื่น หรือโดยเหตุที่รวมอยู่ชิดกัน หรือปราศจากการระบายน้ำหรือขัดข้องแก่การกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล หรือโดยเหตุอื่นๆจนเป็นเหตุเสื่อม หรืออาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพ

(7) แหล่งน้ำ หรือคู คลองที่คนใช้ หรือน่าใช้สำหรับคนบริโภค หรือสำหรับชาวบ้านหรือสำหรับทำของให้คนบริโภคซึ่งเกิด หรือน่าจะเกิดสกปรกขึ้นจนเป็นเหตุเสื่อม หรืออาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2.1) อำนาจหน้าที่ ของเจ้าพนักงานท้องถิ่น (นายกเทศมนตรี) ตามพระราชบัญญัติสาธารณสุข คือมีหน้าที่ กำจัด ห้าม หรือระงับเหตุรำคาญโดยวิธีออกคำสั่งเพื่อระงับ หรือป้องกันเหตุรำคาญตามที่พระราชบัญญัติมาตรา 20 ถึง มาตรา 26 และรวมไปถึง อำนาจในการขับไล่ การลื้อถอน การทำลายและการชดใช้ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการดำเนินการ ซึ่งมีบัญญัติในพระราชบัญญัติสาธารณสุขนี้ มาตรา 27 ถึง มาตรา 30

2.2) บทกำหนดโทษ สำหรับบทกำหนดโทษต่อผู้กระทำความผิดกฎหมายฉบับนี้ ได้กำหนดสูงสุด คือ ระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน และปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท

3) พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535

พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมืองจะเน้นรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมืองมากกว่าการมุ่งเน้นที่จะปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียรวมของชุมชนสำหรับเนื้อหากฎหมายจะยกมาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกับน้ำเสีย โดยสาระกฎหมายมีดังนี้

1. ห้ามไม่ให้อาบน้ำ ซัก ล้างสิ่งของบนถนน หรือบริเวณริมน้ำที่เจ้าพนักงานประกาศห้าม หากฝ่าฝืนมีโทษปรับไม่เกินห้าพันบาท

2. ห้ามมิให้เทหรือทิ้งกรวด หิน ดิน ทรายหรือเศษวัสดุก่อสร้างลงในทางน้ำหรือกองไว้ ให้วัสดุดังกล่าวตกในทางน้ำ หากฝ่าฝืนมีโทษปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท

3. ห้ามไม่เท ปล่อย หรือระบายอุจาระ หรือปัสสาวะจากอาคารหรือยานพาหะนะในทางน้ำ หากฝ่าฝืนมีโทษปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท

4. ห้ามไม่ให้เท ทิ้ง มูลฝอยน้ำโสโครกลงบนถนนหรือในทางน้ำ เว้นแต่ผู้อยู่ในเรือหรือเรือแพที่จอดอยู่ในที่ซึ่งที่เจ้าพนักงานยังไม่จัดส้วมหรือที่รองรับไว้ หากฝ่าฝืนมีโทษปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท

ความแตกต่างระหว่าง พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 กับ พ.ร.บ. สาธารณสุข พ.ศ. 2535 คือ พ.ร.บ. สาธารณสุขฯ ให้อำนาจท้องถิ่นออกกฎหมายของตนเอง ส่วน พ.ร.บ. รักษาความสะอาดฯ มีบัญญัติให้ท้องถิ่นนำกฎหมายนี้ไปบังคับใช้โดยตรง

4) พ.ร.บ. การชลประทานหลวง พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติการชลประทาน ความผิดตามพระราชบัญญัติชลประทานหลวง เ น้นการลงโทษผู้ที่ทำให้น้ำเป็นพิษ หรือปล่อ ยสารเคมีในทางชลประทานได้หนักกว่าการทิ้งมูลฝอยตามธรรมดา ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความสะอาดทางน้ำชลประทานได้มีบั ญญัติในมาตรา 28 และมีบทลงโทษตามมาตรา 37

มาตรา 28 ห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งมูลฝอย ซากสัตว์ซากพืช เถ้าถ่าน หรือสิ่งปฏิกูลลงในทางน้ำชลประทานหรือทำให้น้ำเป็นอันตรายแก่การเพาะปลูกหรือบริโภค

ห้ามมิให้ผู้ใดปล่อยน้ำซึ่งทำให้เกิดเป็นพิษแก่น้ำธรรมชาติหรือสารเคมีเป็นพิษลงในทางน้ำ

4.1 บทกำหนดโทษ

มาตรา 37 ผู้ใดฝ่าฝืน มาตรา 28 วรรคหนึ่งต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 3 เดือนหรือปรับไม่เกินสองพันบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ

ผู้ใดฝ่าฝืน มาตรา 28 วรรคสองต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปีหรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ

5) พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2535

ข้อกำหนดเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียจากอาคารก่อนระบายลงสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง

6) ประมวลกฎหมายอาญา

กฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษทางน้ำยังมีบัญญัติไว้ในประมวลกฎหมายอาญา มาตรา 237, 375 และมาตรา 380 ดังนี้

มาตรา 237 ผู้ใดเอาของมีพิษ หรือสิ่งน่าจะเป็นอันตรายแก่สุขภาพเจือลงในน้ำ บ่อ หรือที่ขังน้ำใดๆ และน้ำนั้นได้มีอยู่ หรือจัดไว้เพื่อประชาชนบริโภค ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ 6 เดือนถึง 10 ปี และปรับตั้งแต่หนึ่งพันบาทถึงสองหมื่นบาท

1. พระราชบัญญัติรักษาคลอง ร.ศ. 121

พระราชบัญญัติฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยในการบำรุงรักษาคลอง มิให้ตื้นเขิน และการใช้ครองเป็นไปอย่างมีระเบียบเรียบร้อย โดยบัญญัติห้ามมิให้ผู้ใดเททิ้ง หยา กเยื่อ ฝุ่นหรือสิ่งโสโครกลงในน้ำ ลำคู หรือคลอง มิฉะนั้นต้องระวางโทษปรับหรือจำคุก หรือทั้งจำทั้งปรับ และต้องกระทำสิ่งซึ่งได้รับความเสียหายให้กลับคืนสู่สภาพปกติด้วย

2. พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2456

พระราชบัญญัติฉบับนี้ ออกเพื่อคุ้มครองทางสัญจรของประชาชน โดยห้ามมิให้ผู้ใดปลูกสร้างอาคาร หรือสิ่งอื่นใดล่วงล้ำเข้าไปในเหนือน้ำ ในน้ำ และใต้น้ำของแม่น้ำ ลำคลองบึงอ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบและห้ามมิให้เท ทิ้ง หรือกระทำการใดๆ ให้หิน กรวด ดิน โคลน อับเฉา สิ่งของหรือสิ่งปฏิกูลใดๆ รวมทั้งน้ำมันและเคมีภัณฑ์ลงในแม่น้ำ ลำคลอง บึงอ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ อันเป็นทางสัญจรของประชาชน หรือที่ประชาชนใช้ประโยชน์ร่วมกัน หรือทะเลภายในน่านน้ำ ไทยอันเป็นเหตุให้เกิดการตื่นเขิน ตกตะกอน สกปรก เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายแก่การเดินเรือ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากกรมเจ้าท่า มิฉะนั้นต้องระวางโทษปรับหรือจำคุกหรือทั้งจำทั้งปรับ นอกจากนี้ยังต้องชดใช้เงินค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการแก้ไขสิ่งเป็นพิษ หรือชดใช้ค่าเสียหายในการขจัดสิ่งเหล่านี้ด้วย

3. พระราชบัญญัติการชลประทานหลวง พ.ศ. 2485

พระราชบัญญัติฉบับนี้บัญญัติขึ้น เพื่อป้องกันการกระทำอันอาจก่อให้เกิดน้ำเสียในทางชลประทาน โดยห้ามสร้างหรือต่อเติมสิ่งก่อสร้างรุกล้ำทางน้ำชลประทาน ห้าม มิให้ผู้ใด ขุดทางน้ำมาเชื่อมต่อกับทางน้ำชลประทาน หรือทำให้ทางน้ำชลประทานรั่วไหล ร่วมทั้ งห้ามทิ้งสิ่งปฏิกูล มูลฝอย หรือปล่อยน้ำเสียลงในคลองชลประทาน

4. พระราชบัญญัติรักษาคลองประปาพ.ศ. 2526

พระราชบัญญัติฉบับนี้เพื่อรักษาความสะอาดคลองประปา ซึ่งห้ามมิให้ผู้ใดกระทำการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือทิ้งซากสัตว์ ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล หรือซักผ้า ล้างสิ่งหนึ่งสิ่งใด ตลอดจนการเทหรือทิ้งสิ่งใดๆ หรือระบายหรือทำให้น้ำโสโครกลงในคลองประปา คลองรับน้ำหรือคลองขังน้ำ

5. พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติฉบับนี้ บัญญัติขึ้นเพื่อควบคุมการสาธารณสุขและได้ยก เลิก ร่างพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2484 และ พระราชบัญญัติควบคุมการใช้อุจจาระเป็นปุ๋ย พ.ศ.2480 แต่บรรดากฎหมายกระทรวงประกาศข้อบัญญัติ เทศบัญญัติ ข้อบังคับ หรือคำสั่งของเจ้าพนักงานท้องถิ่น หรือเจ้าพนักงานสาธารณสุข ซึ่งได้ออกโดยอาศัยอำนาจกฎหมายที่ยกเลิกดังกล่าว ให้ใช้บังคับได้เท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับกฎหมายนี้

กฎหมายนี้มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้อง คือกำหนดให้คณะกรรมการสาธารณสุข ซึ่งมาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยไม่ให้อำนาจหน้าที่ เช่น การกำหนดนโยบายแผนและมาตรการเกี่ยวกับการสาธารณสุข ควบคุมสอด ส่องการปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับสาธารณสุข ฯลฯ เป็นต้นกำหนดให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจควบคุมการกำจัดมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และสุขลักษณะห้ามผู้ใดมิให้ก่อเหตุรำคาญในที่หรือทางสาธารณะหรือสถานที่เอกชน รวมทั้งการระงับเหตุรำคาญด้วย ตลอดทั้งการดูแลปรับปรุงบำรุงรักษาบรรดาถนน ทางบกทางน้ำทางระบายน้ำคูคลองและสถานที่ต่างๆในเขตของตนให้ปราศจากเหตุรำคาญ กำหนดให้กิจการได้เป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เป็นกิจการที่ต้องมีการควบคุม กำหนดให้การจัดตั้งตลาด แผงลอยการค้าอาหารหรือน้ำแข็ง ผู้เร่ขายต้องได้รับอนุญาตจากพนักงานท้องถิ่น ซึ่งจะครอบคลุมไปถึงการรักษาความสะอาด การเก็บขน การกำจัดมูลฝอย รวมทั้งการระบายน้ำทิ้งด้วย

6. พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ได้ประกาศยกเลิกพระราชบัญญัติโรงงานพ. ศ. 2512 รวมทั้งพระราชบัญญัติโรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2515 และฉบับที่ 3 พ.ศ. 2522 แล้วแต่ข้อบังคับในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและป้องกันน้ำเสียได้กำหนดให้ผู้รับอนุญาตประกอบกิจกรรมโรงงานทุกประเภท มีหน้าที่ต้องกระทำตามที่ บัญญัติไว้ โดยจัดให้มีการกำจัดสิ่งปฏิกูล การระบายน้ำทิ้ง การระบายอากาศตามมาตรา 39 (6) ให้มีส้วมและที่ปัสสาวะอันถูกต้องตามสุขลักษณะ ตลอดจนสถานที่สำหรับทำความสะอาดร่างกายตามกฎหมายว่าด้วยสาธารณสุข ตลอดจนสถานที่สำหรับทำความสะอาดร่างกายตามมาตรา 39 (10) จัดหาน้ำสะอาดไว้สำหรับดื่มตามมาตรา 39 (11) และมิให้เกิดเหตุรำคาญตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข มิฉะนั้นต้องระว างโทษด้วยการถอนใบอนุญาตตามมาตรา 35 และมาตรา 40 และมีบทบาทกำหนดโทษตามมาตรา 48 49 ทวิ 50 และ 50 ทวิ

7. พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติฉบับนี้บัญญัติขึ้น เพื่อควบคุมการรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง และได้ยกเลิก พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2503 แต่บรรดากฎหมายกระทรวง ระเบียบประกาศ หรือคำสั่งซึ่งออกโดยอาศัยอำนาจตามกฎหมายที่ถูกยกเลิกไปนั้นให้คงใช้บังคับได้ต่อไปเพียงเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับบทบัญญัติ ของกฎหมายนี้ กฎหมายนี้ใช้บังคับในเขตเทศบาลสุขาภิบาลกรุงเทพและเมืองพัทยาส่วนองค์การบริหารส่วนจังหวัด ใดจะใช้กฎหมายนี้บังคับบริเวณ ใด หรือบังคับทั้งหมดทุกมาตราหรือเว้นมาตราใดให้กระทรวงมหาดไทยประกาศในราชกิจจานุเบกษามีบทบัญญัติห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งสิ่งปฏิกูลมูลฝอยลงในสาธารณะหรือทางน้ำด้วย

8. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535

พระราชบัญญัตินี้มีบทบัญญัติที่ว่าด้วยอำนาจหน้าที่ของเทศบาล ฯ ในการป้องกันและควบคุมมลพิษทางน้ำ ซึ่งเทศบาล

1. เป็นผู้จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวม โดยใช้เงินงบประมาณแผ่นดินหรือเงินรายได้ราชการส่วนท้องถิ่นและเงินกองทุนสิ่งแวดล้อมตามมาตรา 77
2. ดำเนินงานและควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียรวม ที่ได้จัดให้มีขึ้นหรืออาจจะจ้างผู้ที่ได้รับอนุญาตรับจ้างให้บริการบำบัดน้ำเสียหรือกำจัดน้ำเสียก็ได้ตามมาตรา 73
3. รวบรวมรายงานที่ได้รับจากเจ้าของหรือผู้ครอบครองแห่งมลพิษซึ่งจะมีระบบบำบัดน้ำเสียเป็นของตนเองส่งไปให้เจ้าหน้าพนักงานควบคุมมลพิษ ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ในเขตท้องถิ่นนั้นเป็นประจำอย่างน้อยเดือนละครั้งและจัดทำข้อคิดเห็น เพื่อประกอบการพิจารณาไปพร้อมกับรายงานที่ได้รวบรวมส่งด้วยก็ได้ตามมาตรา 81

4. ในกรณีที่เจ้าของหรือผู้ครอบครองแ หล่งกำเนิดมลพิษ หลีกเลี่ยงไม่จัดส่งน้ำเสียหรือของเสียไปทำการบำบัด โดยระบบบำบัดน้ำเสียรวมของทางราชการ และลักลอบปล่อยน้ำทิ้งน้ำเสียหรือสิ่งของออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกหรือส่งไปบำบัดแต่ไม่ยอมชำระค่าบริการโดยไม่มีสิทธิได้รับการยกเว้น อาจต้องระวางโทษปรับทั้งนี้เงินค่าปรับดังกล่าวไม่ต้องนำส่งคลังตามมาตรา 90 และมาตรา 93

9. พระราชบัญญัติการประมง พ.ศ. 2490

พระราชบัญญัติบทนี้เพื่อ ควบคุมการทำการประมงและอนุรักษ์สัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ จึงห้ามมิให้ผู้ใดกระทำการใดๆ อันทำให้สัตว์น้ำมึนเมาหรือในลักษณะที่เป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำ หรือทำให้ที่จับสัตว์น้ำเป็นพิษ อนึ่ง ขณะนี้ได้มีการกำหนดให้ผู้ประกอบกิจการเลี้ยงกุ้งมาจดทะเบียนและขออนุญาตต่อเจ้าหน้าที่กรมประมง เพื่อป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่าและควบคุมระบบกำจัดน้ำเสีย การใช้ยาและสารเคมีในนากุ้ง มิให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จาก การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ในการออกแบบระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย และประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ การเงิน สังคม และสิ่งแวดล้อม ของโครงการจัดการน้ำเสียในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ **การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม** ประกอบด้วย การศึกษาปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย ระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสีย การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น เศรษฐศาสตร์และการเงิน และองค์การบริหารและการจัดการ ซึ่งสามารถสรุปผลตามลำดับดังนี้

1. ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย

ในปี พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีการผลิตน้ำประปาใช้เฉลี่ยรวมทั้งสิ้นประมาณ 24,091.67 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือ 803.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แยกประเภทของการใช้น้ำเป็น ที่พักอาศัย 104.08 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และอาคารเรียนรวมพื้นที่สวน 698.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีอัตราการเกิดน้ำเสียประมาณ 760.37 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือเท่ากับ 23.46 ลิตรต่อต่อวัน โดยลักษณะสมบัติของน้ำเสียตามจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 12 จุด ที่มีการระบายทิ้งลงสู่ลำห้วยคะคาง มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.11-8.48 ค่าบีโอดี 8.33 – 498 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอย 4.44-227.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 155.92-1,438.89 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนทั้งหมด 1.48-138.16 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไขมันและน้ำมัน 1.17-1,823.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พบว่า มีบางพารามิเตอร์ โดยเฉพาะค่าบีโอดีเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งกำหนดให้ค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจากการศึกษามีค่าบีโอดีที่เกินเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วง 26.67-498 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับการประเมินน้ำเสียและปริมาณความสกปรกในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้า พบว่า อัตราการเกิดน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เมื่อถึงปี พ .ศ. 2580 มีปริมาณน้ำเสียประมาณ 2,636.2678 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือประมาณ 0.0535 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อวัน ปริมาณน้ำเสีย 109.8445 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

2. ระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสียเป็นระบบระบายรวม คือ มีแนวท่อและรางระบายน้ำที่ทำหน้าที่ระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสียภายในเส้นทางเดียวกัน โดยประกอบด้วยรางระบายน้ำ คอนกรีตเสริมเหล็กและท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากการศึกษาความเหมาะสมของระบบระบายน้ำฝนและรวบรวมน้ำเสีย พบว่า จะต้องมีการก่อสร้างระบบระบายน้ำเพิ่มเติม คือ ระบบท่อระบายแยก (รับเฉพาะน้ำเสีย) และระบบระบายน้ำเดิมจะใช้วิธีก่อสร้างบ่อดักน้ำเสียรวบรวมน้ำเสียให้ไหลมาในระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ได้ก่อสร้างขึ้นใหม่ โดยระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่สร้างขึ้นใหม่จะประกอบด้วย ท่อรวบรวมน้ำเสีย Ø 0.40 เมตร ความยาวท่อรวมทั้งหมดโดยประมาณ 4,042.50 เมตร บ่อพักน้ำเสียรวมทั้งหมดจำนวน 2 78 บ่อ และบ่อดักน้ำเสียรวมทั้งหมดจำนวน 23 บ่อ ราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด มีค่าประมาณ 16.48 ล้านบาท

3. ระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม **ยังไม่มีระบบ รวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย รวม** น้ำเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะถูกบำบัดเบื้องต้นด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละอาคาร ซึ่งส่วนมากจะเป็นบ่อเกรอะหรือบ่อเกรอะ-กรองไร้อากาศ จากนั้นจะถูกระบายไปตามท่อระบายน้ำไหลลงสู่ห้วยคะคางโดยตรง

จากการศึกษา ความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียรวม พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คือ **ระบบเกรอะ-กรองเติมอากาศ** (Fixed film aeration tank) ราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดเท่ากับ 17.24 ล้านบาท มีค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงประมาณ 0.58 ล้านบาทต่อปี โดยจะก่อสร้างจำนวนทั้งสิ้น 4 แห่ง ได้แก่ **แห่งที่ 1 (WWTP#1)** คือพื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณหลังอาคารหอพักหญิง **แห่งที่ 2 (WWTP#2)** คือพื้นที่ว่างเปล่าบริเวณด้านข้างสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย ซึ่งติดถนนทางเข้ามหาวิทยาลัย (ฝั่งถนนทางเข้าด้านไปรษณีย์) **แห่งที่ 3 (WWTP#3)** คือพื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณด้านตรงข้ามเยื้องอาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา และ**แห่งที่ 4 (WWTP#4)** คือพื้นที่ว่างเปล่าริมห้วยคะคางบริเวณอาคารเรียนเกษตรหลังเก่า (อาคาร 18)

4. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น

ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบเกรอะ -กรองเติมอากาศ ทั้งหมด 4 แห่ง ทั้งในระยะการก่อสร้างและระยะดำเนินการ พบว่า ในระยะก่อสร้าง อาจมีผลกระทบทางด้าน สภาพภูมิประเทศ ฝุ่นละออง เสียง คุณภาพน้ำผิวดิน การระบายน้ำ การคมนาคม และการสาธารณสุข ส่วนระยะดำเนินการจะมีผลกระทบเฉาะด้าน กลิ่น และเสียง แต่ทางโครงการฯ ก็มีมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากนี้ยังมีการสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาต่อโครงการฯ จำนวน 335 คน พบว่า 334 คน ควรก่อสร้าง และ 1 คน ไม่ควรก่อสร้าง

5. เศรษฐศาสตร์และการเงิน

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเป็นการศึกษาเพื่อจัดทำแผนการเงินที่เหมาะสมให้กับโครงการ โดยมีการคาดการณ์ล่วงหน้า 20 ปี ในการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจากการศึกษาจะต้องทำการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบเกรอะ-กรองเติมอากาศ จำนวน 4 แห่ง เมื่อถึงปี พ.ศ. 2580 พบว่า มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์ 30.902 ล้านบาท และค่าดำเนินการและบำรุงรักษาทางการเงิน 35.530 ล้านบาท

6. การบริหารและการจัดการ

องค์กรการบริหารและการจัดการในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จากการศึกษาจะต้องจัดตั้ง กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม ขึ้นมาใหม่ โดยแบ่งอำนาจหน้าที่เป็นหน่วยงาน คือ **ก) ฝ่ายกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล** ควบคุมและรับผิดชอบการปฏิบัติงานในหน้าที่ของงานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล งานเครื่องจักรกลและงานซ่อมบำรุง **ข) ฝ่ายบำบัดน้ำเ**สีย มีหน้าที่ควบคุมดูแลและรับผิดชอบการปฏิบัติงานในหน้าที่ของงานแบบแผนและก่อสร้าง งานควบคุมและตรวจสอบการบำบัดน้ำเสีย งานบำรุงรักษาและซ่อมแซม และงานวิเคราะห์คุณภาพน้ำ **ค) ฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย** มีหน้าที่ควบคุมและรับผิดชอบการปฏิบัติงานในหน้าที่ของงานดูแลระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย **ง) งานการคลัง** และ **จ) งานธุรการ** โดยมีการจัดสรรบุคลากรดำเนินงาน ประกอบด้วย ผู้อำนวยการกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม หัวหน้าฝ่ายบำบัดน้ำเสีย หัวหน้าฝ่ายระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย หัวหน้าฝ่ายกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล และคนงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรกำหนดนโยบายหรือมาตรการ เพื่อลดปัญหาจากแหล่งกำเนิดน้ำเสีย โดยการเพิ่มมาตรการในการดูแลการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ โดยจัดให้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม เพื่อลดปริมาณสารมลพิษที่ปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

2) การศึกษาความเหมาะสมนี้ได้ชี้รูปแบบการจัดการที่เหมาะสมแล้ว เมื่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะทำการก่อสร้าง ควรจัดทำโครงการการจัดจ้างหรือจัดทำการศึกษาออกแบบรายระเอียดโครงการต่อไป

3) ควรหาอัตรากำลังเพิ่ม เพื่อดำเนินงานและดูแลระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้งฝึกอบรมบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถในการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย

4) ควรรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้เห็นความสำคัญในการลดปริมาณการใช้น้ำและการป้องกันการเกิดน้ำเสียรวมถึงการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อย่างจริงจัง เพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาลัยสีเขียว

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). **คู่มือการจัดทำโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น.** ส่วนน้ำเสียชุมชน สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม, 2560. **ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า.** [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 27 สิงหาคม 2561 http://peane2.pea.co.th/mahasarakham/index.php.

กองนโยบายและแผน. (2560). **รายงานประจำปี 2558 (Annual Report 2016).** กองนโยบายและแผน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ปรเมศร์ อมาตยกุล และเทวินทร์ โจมทา (2560). **เอกสารวิชาการอุตุนิยมวิทยาเรื่องน่ารู้เพื่อการเกษตรจังหวัดมหาสารคาม.** กรมอุตุนิยมวิทยา. ส่วนอุตุนิยมวิทยาเกษตร สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา

ภัทรพงษ์ เดชบุรัมย์. (2552). **การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้นระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเทศบาลตำบลหันคาจังหวัดชัยนาท.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรามหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรสนา กาซอ และ อุดมผล พืชน์ไพบูลย์.(2552). **การจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และเทศบาลนครหาดใหญ่.** การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 7 วันที่ 21-22 พฤษภาคม 2552

ยุทธชัย แสนสุข. (2557). **การศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแชะ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สำขำวิชำวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สำนักงานสถิติจังหวัดมหาสารคาม, (2552). **ข้อมูลทั่วไปจังหวัดมหาสารคาม.** [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 27 พฤษภาคม 2557. http://mahasarakham.mnre.go.th/msk/file/mahasarakham.pdf

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. (2550). **รายงานสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดมหาสารคาม.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 16 เดือนพฤษภาคม 2550. กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักงานจังหวัดมหาสารคาม, 2560. **แผนพัฒนาจังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๒๕๖๐.** กลุ่มงานยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัด. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 30 สิงหาคม 2561. http://www.mahasarakham.go.th/mkweb/images/yut/1.2561-2564.pdf

ภัทรพงษ์ เดชบุรัมย์. (2552). **การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้นระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเทศบาลตำบลหันคา จังหวัดชัยนาท.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรามหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม. (2546). **รายงานการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้นฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย เทศบาลเมืองท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม. (2545). **โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียและกำหนดอัตราค่าการบำบัดน้ำเสีย เทศบาลเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถาม

แบบสอบถาม

การสำรวจความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาต่อโครงการศึกษาความเหมาะสม
และออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมายลงในช่อง (√) ลงในช่องที่กำหนดให้หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงสำหรับตัวท่าน

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) ไม่เกิน 25 ปี ( ) 26 – 35 ปี ( ) 36 – 45 ปี

( ) 46 – 55 ปี ( ) มากกว่า 55 ปีขึ้นไป

3. สถานภาพท่านในมหาวิทยาลัย

( ) บุคลากรสายสอน ( ) บุคลากรสายสนับสนุน ( ) นักศึกษาชั้นปี.....

( ) นักเรียนชั้น... .....

4. หน่วยงานที่ท่านสังกัด

( ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( ) คณะวิทยาการจัดการ

( ) คณะครุศาสตร์ ( ) คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

( ) คณะเทคโนโลยีการเกษตร ( ) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

( ) คณะนิติศาสตร์ ( ) คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์

( ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ ( ) บัณฑิตวิทยาลัย

( ) ศูนย์/สำนัก ระบุ..... ( ) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

5. สถานที่พักอาศัยของท่าน

( ) บ้านพัก/แฟลต <u>ภายใน</u>มหาวิทยาลัย ( ) หอพักนักศึกษา<u>ภายใน</u>มหาวิทยาลัย

( ) บ้านพัก/หอพัก<u>ภายนอก</u>มหาวิทยาลัย ( ) อื่นๆระบุ.....

6. ปัจจุบันท่านได้ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยในด้านใด(ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

( ) ดื่มกิน ( ) ซักล้าง/ทำความสะอาดสิ่งต่างๆ

( ) ชำระล้างการขับถ่ายของเสีย ( ) ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

( ) รดน้ำต้นไม้ ( ) อื่นๆระบุ.....

7. ปัจจุบันปัญหาใดที่ท่านได้รับเกี่ยวกับเรื่องน้ำภายในมหาวิทยาลัย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ปริมาณน้ำดื่ม/น้ำใช้ไม่เพียงพอ

( ) คุณภาพน้ำดื่ม/น้ำใช้ไม่ดี เช่น ขุ่น มีกลิ่นเหม็น

( ) ไม่มีการบำบัดน้ำเสียในอาคาร/ที่พักอาศัย

( ) การระบายน้ำไม่ดีในช่วงฤดูฝน

( ) อื่นๆระบุ.....

8. ท่านทราบหรือไม่ว่ามหาวิทยาลัยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำตามกฎหมายที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

( ) ทราบ ( ) ไม่ทราบ

9. ท่านคิดว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมหรือไม่

( ) มี ( ) ไม่มี

<u>ตอนที่ 2</u> ความคิดเห็นของท่านต่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1. ท่านคิดว่า ***ถ้ามีโครงการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย*** ของมหาวิทยาลัยแล้วจะส่งผลกระทบหรือไม่ อย่างไร

( ) **ส่งผล ต่อ** (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ โดยใส่หมายเลขเรียงลำดับความสำคัญ)

( ) ตัวท่าน

( ) มหาวิทยาลัย

( ) ชุมชน

( ) **ผลดี** (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ โดยใส่หมายเลขเรียงลำดับความสำคัญ)

( ) ช่วยลดความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพร่างกาย

( ) ช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจิต (กลิ่นเหม็นรบกวน)

( ) ช่วยลดแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคจากน้ำท่วมขัง

( ) ช่วยให้การระบายน้ำดีขึ้นในช่วงฤดูฝน

( ) ช่วยลดปัญหาน้ำท่วมทำให้การจราจรสะดวกคล่องตัวขึ้นในช่วงฤดูฝน

( ) ช่วยลดปัญหาการปล่อยน้ำเน่าเสียออกสู่แหล่งน้ำ (ห้วยคะคาง) และชุมชน

( ) ช่วยให้มหาวิทยาลัยมีแหล่งน้ำดิบ (ห้วยคะคาง)ที่มีคุณภาพในการผลิตน้ำประปาและน้ำดื่ม

( ) ช่วยให้มหาวิทยาลัยมีทัศนียภาพ และสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น

( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

( ) **ผลเสีย ต่อ**ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ โดยใส่หมายเลขเรียงลำดับความสำคัญ)

( ) สุขภาพร่างกาย ระบุ.....

( ) สุขภาพจิต ระบุ.....

( ) ภูมิทัศน์ของมหาวิทยาลัย

( ) สภาวะแวดล้อม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ผลกระทบเรื่องฝุ่นในระยะ ( ) ก่อสร้าง ( ) ดำเนินการ

( ) ผลกระทบเรื่องเสียงดังในระยะ ( ) ก่อสร้าง ( ) ดำเนินการ

( ) ผลกระทบเรื่องน้ำเสียในระยะ ( ) ก่อสร้าง ( ) ดำเนินการ

( ) ผลกระทบเรื่องกลิ่นในระยะ ( ) ก่อสร้าง ( ) ดำเนินการ

( ) ผลกระทบเรื่องการจราจรในระยะ ( ) ก่อสร้าง ( ) ดำเนินการ

( ) ผลเสียอื่นๆ โปรดระบุ .....

2. ท่านคิดว่าควรมีการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยหรือไม่อย่างไร

( ) ควรมีการก่อสร้าง

( ) ไม่ควรมีการก่อสร้าง

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อกังวล ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด
มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน