# การศึกษาการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

# Study of Domestic Wastewater Management at Prince of Songkla University, Hat Yai Campus


โรสนา กาซอ

**Rosna Kasor**


**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา**
**วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of**
**Master of Engineering in Environmental Engineering**
**Prince of Songkla University**
**2552**


**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การศึกษาการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

**ผู้เขียน** นางสาวโรสนา กาซอ

**สาขาวิชา** วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

---

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

…….....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์)

**คณะกรรมการสอบ**

……ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง)

……...กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์)

...…….กรรมการ

(ดร.จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์)

……...กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติ เจียมไชยศรี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

…….

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การศึกษาการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

**ผู้เขียน** นางสาวโรสนา กาซอ

**สาขาวิชา** วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

**ปีการศึกษา** 2552

## บทคัดย่อ


งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชน 3 รูปแบบ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) ทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) ทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) ทำการศึกษาระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชน ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 38.5 และ 39.3 ตามลำดับ ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 88.2 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 75.3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ จากการประเมินประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูง คือ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ จึงนำรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Study of Domestic Wastewater Management at Prince of Songkla University, Hat Yai Campus |
| **Author** | Miss Rosna Kasor |
| **Major Program** | Environmental Engineering |
| **Academic Year** | 2552 |

## Abstract

This research studied 3 domestic wastewater management systems which can be classified as On-Site Wastewater Treatment Plants of PSU's staff dormitory No. 4 and PSU's President Office. Cluster Wastewater Treatment Plant of Songklanagarind Hospital and Central Wastewater Treatment Plant of Hat Yai City Municipality were selected. Study was focused on removal efficiency for further domestic wastewater management implementation at Prince of Songkla University, Hat Yai Campus.

Removal efficiency of wastewater treatment plant investigated from PSU's dormitory No. 4, PSU's President Office, Songklanagarind Hospital and Hat Yai City Municipality was about 38.5%, 39.3%, 88.2% and 75.3%, respectively.

High removal efficiency of wastewater treatment plant from Songklanagarind Hospital was observed. This results can be further implemented for domestic wastewater management at Prince of Songkla University, Hat Yai Campus.

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (6) |
| รายการตาราง | (8) |
| รายการภาพประกอบ | (11) |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 บทนำต้นเรื่อง | 1 |
| 1.2 ทฤษฎีและหลักการ | 3 |
| 1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 20 |
| 1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 28 |
| 1.5 ประโยชน์ของการวิจัย | 29 |
| บทที่ 2 วิธีการวิจัย | 30 |
| 2.1 การกำหนดจุดเก็บน้ำเพื่อใช้ในการวิจัย | 31 |
| 2.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการเก็บตัวอย่างน้ำ | 44 |
| 2.3 การกำหนดข้อมูลที่ต้องดำเนินการรวบรวมเก็บข้อมูล | 45 |
| 2.4 การเก็บและการรวบรวมข้อมูล | 45 |
| 2.5 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย | 47 |
| บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ | 60 |
| 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำ | 60 |
| 3.2 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง | 67 |
| 3.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ | 72 |
| 3.4 อัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 76 |
| 3.5 ลักษณะคุณภาพน้ำ | 77 |
| 3.6 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย | 86 |
| 3.7 แนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน กรณีศึกษาจากงานวิจัยทั้ง 4 ระบบจากการประเมินตามเกณฑ์ที่เลือกใช้ | 101 |
| บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย | 103 |
| 4.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย | 103 |
| 4.2 แนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ | 103 |

## **สารบัญ** (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| บรรณานุกรม | 105 |
| ภาคผนวก | 110 |
| ภาคผนวก ก มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งจากอาคาร | 111 |
| ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี | 113 |
| ภาคผนวก ค ลักษณะคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 114 |
| ภาคผนวก ง คะแนนประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย | 123 |
| ประวัติผู้เขียน | 131 |

# รายการตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน | 3 |
| 2 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย | 4 |
| 3 | ข้อมูลการออกแบบบ่อเกรอะ | 10 |
| 4 | ข้อกำหนดในการออกแบบถังกรองไร้อากาศ | 11 |
| 5 | ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ชนิดถังสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด | 13 |
| 6 | เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) | 16 |
| 7 | เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) | 19 |
| 8 | รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ในกรุงเทพมหานคร | 20 |
| 9 | ตัวแปรคุณภาพน้ำและวิธีการวิเคราะห์ | 46 |
| 10 | เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง | 47 |
| 11 | อุปกรณ์ในการวัดอัตราการไหล | 47 |
| 12 | แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551) | 52 |
| 13 | แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551) | 56 |
| 14 | แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551) | 57 |
| 15 | แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551) | 58 |
| 16 | แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และสมพร เหมืองทอง (2551) | 59 |
| 17 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ | 61 |
| 18 | ลักษณะคุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ในวันทำงานและวันหยุดราชการ | 62 |
| 19 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ | 63 |

## **รายการตาราง** (ต่อ)


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 20 | ลักษณะคุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในวันหยุดราชการและวันทำงาน | 64 |
| 21 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ | 65 |
| 22 | ลักษณะคุณภาพน้ำจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ในวันหยุดราชการและวันทำงาน | 66 |
| 23 | การประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 67 |
| 24 | ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 68 |
| 25 | การประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 69 |
| 26 | ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ | 70 |
| 27 | ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 70 |
| 28 | ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 72 |
| 29 | ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 73 |
| 30 | ค่าใช้จ่ายในการดำเนินระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เดือนกรกฎาคม 2551 – เดือนมีนาคม 2552 | 74 |
| 31 | ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ | 75 |
| 32 | อัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 77 |
| 33 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ครั้งที่ 1 | 86 |
| 34 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ครั้งที่ 1 | 87 |
| 35 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 1 | 88 |
| 36 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ครั้งที่ 1 | 89 |
| 37 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ครั้งที่ 2 | 97 |
| 38 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ครั้งที่ 2 | 98 |

**รายการตาราง** (ต่อ)


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 39 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 2 | 99 |
| 40 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ครั้งที่ 2 | 100 |
| 41 | การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้ง 2 ครั้ง | 101 |
| ตารางภาคผนวก | | |
| ก-1 | ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด | 112 |
| ก-2 | ประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม | 113 |
| ค-1 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนกรกฎาคม 2551 | 115 |
| ค-2 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนสิงหาคม 2551 | 116 |
| ค-3 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนกันยายน 2551 | 117 |
| ค-4 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนตุลาคม 2551 | 118 |
| ค-5 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนพฤศจิกายน 2551 | 119 |
| ค-6 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนธันวาคม 2551 | 120 |
| ค-7 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนมกราคม 2552 | 121 |
| ค-8 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2552 | 122 |
| ค-9 | ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือนมีนาคม 2552 | 123 |
| ง-1 | คะแนนประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 124 |
| ง-2 | คะแนนประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี | 126 |
| ง-3 | คะแนนประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 128 |
| ง-4 | คะแนนประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ | 130 |

# รายการภาพประกอบ


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง | 18 |
| 2 | กระบวนการดำเนินการวิจัย | 30 |
| 3 | ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 31 |
| 4 | น้ำเสียที่ไหลออกจากบ่อเกรอะของแฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 32 |
| 5 | น้ำเสียที่ไหลออกจากท่อน้ำทิ้งที่ไม่ผ่านการบำบัดใดๆ ของแฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 32 |
| 6 | ถังบำบัดน้ำเสีย ECO TANK | 33 |
| 7 | แผนภูมิการทำงานของถังบำบัดน้ำเสีย ECO TANK | 34 |
| 8 | ระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี ฝังบริเวณอาคาร 1และอาคาร 2 ของสำนักงานอธิการบดี | 35 |
| 9 | น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี | 35 |
| 10 | ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 37 |
| 11 | ลักษณะบ่อเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 37 |
| 12 | ลักษณะบ่อเติมคลอรีนของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 38 |
| 13 | ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ | 43 |
| 14 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ | 60 |
| 15 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ | 64 |
| 16 | อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ | 66 |
| 17 | pH ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 78 |
| 18 | Settleable Solids ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 79 |
| 19 | $BOD_5$ ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 79 |
| 20 | COD ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 80 |
| 21 | TKN ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 81 |
| 22 | TSS ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 82 |
| 23 | TDS ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 83 |

## **รายการภาพประกอบ** (ต่อ)


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 24 | Sulfide ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 84 |
| 25 | Oil & Grease ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 84 |
| 26 | Total Coliform Bacteria ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ | 85 |

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 บทนำต้นเรื่อง

แนวคิดการบริหารจัดการน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยที่ผ่านมา มีแนวคิดในการบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) คือการนำน้ำเสียจากอาคารจำนวนมากมารวมกันแล้วบำบัดน้ำเสียที่เดียวกัน เนื่องจากต้องการรวบรวมน้ำเสียแล้วบำบัดน้ำเสียที่เดียวเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย แต่ข้อเสียที่พบคือมีปริมาณน้ำเสียรวมกับน้ำฝนเป็นจำนวนมาก และระบบท่อเป็นแบบท่อรวมและงบประมาณในการลงทุนในการสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียมีค่าใช้จ่ายสูงเนื่องมาจากต้องก่อสร้างระบบท่อดักน้ำเสีย ท่อรวบรวม ที่ต้องสร้างใต้ถนนสาธารณะ รวมทั้งการใช้พื้นที่ที่จะเป็นตัวโรงบำบัดน้ำเสียและเครื่องมืออุปกรณ์ ที่ต้องประกอบขึ้นเป็นระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้ต้องใช้งบประมาณในการก่อสร้างที่สูง (http://www.wwomc.com) ในด้านการเดินระบบและบำรุงรักษา พบว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียบางแห่งชำรุดไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ เนื่องจากท่อรวบรวมน้ำเสียไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด และบ้านเรือนส่วนใหญ่ยังไม่ได้ต่อเชื่อมท่อน้ำเสีย ซึ่งในการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้รับผิดชอบคือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่ได้ดำเนินระบบอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากต้องการประหยัดงบประมาณในการดำเนินงาน บุคลากรไม่เพียงพอ ขาดความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงานควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ดังนั้นสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงมีแนวคิดภายใต้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554 ในการบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) ขึ้นมาแทน คือ การบำบัดโดยติดตั้งระบบบำบัดที่อาคารนั้นๆ ทำให้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสีย หรือใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) คือ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการรวมอาคาร บ้านหลายๆ หลัง มาบำบัดรวมกัน แต่จำนวนอาคาร บ้านมีจำนวนไม่มากเพื่อลดการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

แนวทางการจัดการมลพิษ ภายใต้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554 มีมาตรการดังนี้ คือ (แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554)

1. ส่งเสริมการบำบัดน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด (Onsite Treatment System) และสำหรับ

บ้านเรือน (Household Treatment System) รวมทั้งปรับปรุง แก้ไขหรือเพิ่มเติมกฎหมายระเบียบและ/หรือข้อกำหนดในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่สำหรับบ้านเรือนและอาคาร

2. ส่งเสริมให้ภาคเอกชนผลิตถังดักไขมันและระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบราคาถูกโดยเฉพาะการส่งเสริมให้ชุมชนผลิตถังดักไขมันและระบบบำบัดน้ำเสียเองโดยใช้วัสดุท้องถิ่นเพื่อให้ราคาถูกและเกิดการจ้างงานในท้องถิ่น (ผลิตภัณฑ์ชุมชนและท้องถิ่น)

3. จัดการน้ำเสียในชุมชนขนาดเล็กโดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment )

4. ปรับปรุงและฟื้นฟูระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) ที่ก่อสร้างแล้วให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางในพื้นที่วิกฤตหรือแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ โดยมีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายให้ชัดเจน

ซึ่งจากแนวทางการจัดการมลพิษ ภายใต้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554 นี้ นำมาเป็นแนวทางการจัดการน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เนื่องจากปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของอาคาร หอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ส่งผลให้เกิดปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่นี้ มีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อใช้ในการจัดการน้ำเสีย โดยมีการวางแนวท่อรวบรวมน้ำเสียเป็น 2 เส้นทาง โดยเส้นทางแรกรองรับน้ำจากอาคารเรียน อาคารหอพักนักศึกษาและบุคลากร น้ำเสียจะไหลไปรวมกันที่ระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัย (ด้านหลังที่ทำการไปรษณีย์คอหงส์) ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียนี้ประกอบด้วยบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่งซึ่งทั้งสองบ่อต่อแบบอนุกรมกัน โดยบ่อเติมอากาศมีจำนวน 1 บ่อ มีลักษณะโครงสร้างเป็นบ่อดิน มีขนาด 35x66x1.4 ลูกบาศก์เมตร (กว้างxยาวxลึก) ระดับน้ำลึกประมาณ 1 เมตร มีเครื่องเติมอากาศจำนวน 2 ตัว (ปัจจุบันไม่สามารถใช้ได้แล้ว) ส่วนบ่อผึ่งมีจำนวน 1 บ่อ มีลักษณะโครงสร้างเป็นบ่อดิน มีขนาด 35x66x1.7 ลูกบาศก์เมตร (กว้างxยาวxลึก) ระดับน้ำลึกประมาณ 1.2 เมตร (ธีรพันธุ์ รัตนพันธุ์, 2550) ส่วนอีกเส้นทางหนึ่งจะไหลไปรวมกันที่ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยเป็นการบำบัดโดยการรวบรวมน้ำเสียไหลผ่านตามท่อลงบ่อบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัย และบางอาคารมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ก่อนที่จะให้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดไหลลงบ่อบำบัดรวม ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ที่ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากอาคารหอพักนักศึกษาและบุคลากร ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่นี้ โดยส่วนใหญ่เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะซึ่งสร้างพร้อมกับการสร้างตัวอาคารหอพักและปัจจุบันเริ่มมีการใช้ระบบ

บำบัดน้ำเสียแบบถังสำเร็จรูปสำหรับอาคารใหม่ เช่น อาคารหอพักนักศึกษา อาคาร 8 และเนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงมากนัก คือประมาณ 40-60 % น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะจึงยังคงมีค่าบีโอดีสูงกว่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) ไม่สามารถปล่อยทิ้งลงลำน้ำธรรมชาติ หรือท่อระบายได้

ดังนั้นการศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการจัดการน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) ซึ่งในการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางนี้ ใช้กรณีศึกษาจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งทั้งสามระบบบำบัดน้ำเสียนี้ ทำการศึกษาค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง อัตราการไหล ลักษณะคุณภาพน้ำเสีย และเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ต่อไป

**1.2 ทฤษฎีและหลักการ**

1.2.1 น้ำเสียชุมชน หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือนและอาคารประเภทต่างๆ

ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคาร จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากรหรือพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละประเภท (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

**ตารางที่ 1** อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน

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

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2545

น้ำเสียจากอาคารบ้านพักเกิดจากกิจกรรมประจำวันของผู้อาศัย น้ำเสียปริมาณมากมาจากการอาบและซักผ้า รองลงมาได้แก่ น้ำจากครัวและน้ำส้วมตามลำดับ โดยมีลักษณะของน้ำเสียสรุปไว้ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** อัตราการไหลของน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

| ประเภทน้ำเสีย | พิสัยอัตราการไหล (ลิตร/คน-วัน) | เฉลี่ยอัตราการไหล (ลิตร/คน-วัน) |
|---|---|---|
| 1. น้ำเสียจากส้วม | 15 - 25 | 20 |
| 2. น้ำเสียจากห้องอาบน้ำ | | |
| - ตักอาบ | 90 - 110 | 100 |
| - ฝักบัว | 55 - 75 | 65 |
| 3. น้ำเสียจากการซักผ้า | | |
| - ด้วยมือ | 45 - 55 | 50 |
| - ด้วยเครื่อง | 15 - 25 | 20 |
| 4. น้ำเสียจากครัว | 40 - 50 | 45 |
| รวม | 125 - 240 | 150 - 215 (180) |

ที่มา **:** กรมควบคุมมลพิษ, 2545

1.2.2 ระบบท่อระบายน้ำ หมายถึง ระบบท่อและส่วนประกอบอื่นที่ใช้สำหรับรวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทต่างๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล สถานที่ราชการ เขตพาณิชยกรรม เพื่อนำน้ำเสียเหล่านั้นไปบำบัดหรือระบายทิ้งยังแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่ต้องการโดยส่วนประกอบหลักๆ ของระบบท่อระบายน้ำ ได้แก่

1.2.2.1 ท่อแรงโน้มถ่วง (Gravity Sewer) : เป็นท่อรองรับน้ำเสียที่การไหลของน้ำจะเกิดขึ้นตามแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น โดยวางท่อให้ได้ความลาดเอียงที่เป็นไปตามทิศทางการไหลของน้ำเสียที่ต้องการ ดังนั้นขนาดของท่อชนิดนี้จะแปรผันตามปริมาตรน้ำเสียในเส้นท่อและเป็นระบบการระบายแบบเปิด (Open Drain)

1.2.2.2 ท่อแรงดัน (Pressure Sewer) : เป็นท่อที่ส่งน้ำเสียจากที่ต่ำไปยังที่สูงกว่าโดยท่อสามารถรับแรงดันของน้ำซึ่งเกิดจากการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำสวนกับแรงโน้มถ่วงของโลกได้ดังนั้นท่อแรงดัน จึงเป็นระบบการระบายแบบปิด (Close Drain)

1.2.2.3 ท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) : เป็นท่อที่วางเชื่อมต่อ ณ จุดสุดท้ายของท่อระบายน้ำฝนรวมกับน้ำเสียในระบบท่อรวมทำหน้าที่ในการดักน้ำเสียไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยรวบรวมน้ำเสียเหล่านั้นเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ซึ่งท่อดักน้ำเสียนี้มีทั้งที่ใช้เป็นท่อแรงโน้มถ่วงและท่อแรงดันซึ่งจะขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศเป็นสำคัญ

1.2.2.4 บ่อตรวจ (Manhole) : เป็นบ่อที่ใช้สำหรับบรรจบท่อขนาดต่าง ๆ หรือจุดเปลี่ยนขนาดท่อหรือทิศทางการวางแนวท่อ รวมทั้งใช้สำหรับตรวจซ่อมแซมและทำความสะอาดท่อ

1.2.2.5 อาคารดักน้ำเสีย (Combined Sewer Overflow, CSO) : เป็นโครงสร้างที่ต่อเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียและระบายน้ำเสียปนน้ำฝนส่วนเกินให้ไหลล้นออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยน้ำล้นนี้จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งรองรับ หรือต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

1.2.2.6 สถานีสูบน้ำ (Pump Station) หรือสถานียกระดับน้ำ (Lift Station) : ใช้ร่วมกับท่อแรงดันหรือท่อแรงโน้มถ่วงเพื่อสูบส่งน้ำเสียด้วยแรงดันหรือยกระดับน้ำเสียให้สามารถระบายตามแรงโน้มถ่วงของโลกไปยังระบบบำบัดน้ำเสียได้

1.2.3 องค์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำ

1.2.3.1 ระบบระบายน้ำโดยทั่วไปจะมีขนาดไม่ใหญ่มากนักใช้ระบายน้ำฝนและ น้ำเสียจากบ้านเรือนอาคารต่างๆ ในแต่ละพื้นที่ก่อนที่จะระบายเข้าระบบรวบรวมน้ำเสียต่อไปประกอบด้วยท่อแรงโน้มถ่วงและบ่อตรวจ

1.2.3.2 ระบบรวบรวมน้ำเสีย ประกอบด้วย ท่อแรงโน้มถ่วง ท่อแรงดัน ท่อดักน้ำเสีย บ่อตรวจ อาคารดักน้ำเสียพร้อมตะแกรงดักขยะ และสถานีสูบ/ยกน้ำเสีย พร้อมตะแกรงดักขยะ

1.2.4 ประเภทของท่อระบายน้ำ (Sewer)

ท่อระบายน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบท่อแยก (Separate System) และระบบท่อรวม (Combined System) โดยแต่ละระบบมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1.2.4.1 ระบบท่อแยก : เป็นระบบระบายน้ำที่แยกระหว่างท่อระบายน้ำฝน (Storm Sewer) ซึ่งทำหน้าที่รับน้ำฝนเพียงอย่างเดียวแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะในบริเวณใกล้เคียงที่สุดโดยตรง และท่อระบายน้ำเสีย (Sanitary Sewer) ซึ่งทำหน้าที่ในการรองรับน้ำเสียจากชุมชนและอุตสาหกรรม เพื่อส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำฝนและน้ำเสียจะไม่มีการไหลปะปนกัน โดยระบบท่อแยกนี้มีข้อดีคือ

1) การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย มีขนาดเล็กกว่าระบบท่อรวมเนื่องจากจะมีการรวบรวมเฉพาะน้ำเสียเข้าระบบบำบัดเท่านั้น

2) ค่าดำเนินการบำรุงรักษาระบบต่ำกว่าระบบท่อรวม เพราะปริมาณน้ำที่ต้องการสูบและปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้มีปริมาณน้อยกว่า

3) ไม่ส่งผลต่อสุขอนามัยของประชาชน ในกรณีที่ฝนตกหนักจนทำให้น้ำท่วม เพราะจะไม่มีส่วนของน้ำเสียปนมากับน้ำฝน

4) ลดปัญหาเรื่องกลิ่นและการกัดกร่อนภายในเส้นท่อในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากมีการออกแบบให้ความเร็วเฉพาะน้ำเสียให้มีค่าที่ทำให้เกิดการล้างท่อด้วยตัวเองในแต่ละวัน ซึ่งความเร็วในการล้างท่อด้วยตัวเอง หมายถึง ความเร็วน้ำในท่อระบายน้ำล้างท่อด้วยตัวเอง เพื่อป้องกันการตกตะกอนของของแข็งในเส้นท่อ โดยทั่วไปจะไม่น้อยกว่า 0.6 เมตรต่อวินาที ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการหมักภายในเส้นท่ออันเป็นสาเหตุของปัญหา แต่การใช้ระบบท่อแยกต้องเสียค่าลงทุนสูงและมีการดำเนินการก่อสร้างที่ยุ่งยาก

1.2.4.2 ระบบท่อรวม : น้ำฝนและน้ำเสียจะไหลรวมมาในท่อเดียวกันจนกระทั่งถึงระบบบำบัดน้ำเสียหรืออาคารดักน้ำเสีย ซึ่งจะมีท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียรวมน้ำฝนที่เกิดการเจือจางและมีปริมาณมากเกินความต้องการจะปล่อยให้ไหลล้นฝายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนน้ำที่ไม่ล้นฝายก็จะเข้าสู่ท่อดักน้ำเสียไหลไปยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ระบบท่อรวมมีข้อดี คือ ค่าลงทุนต่ำใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่าระบบท่อแยก แต่มีข้อเสียหลายประการด้วยกัน เช่น ต้องใช้ขนาดท่อใหญ่ขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดใหญ่ขึ้นและใช้ค่าลงทุนสูง เนื่องจากน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดมีปริมาณมาก ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษามาก อาจมีปัญหากลิ่นเหม็นในช่วงหน้าแล้ง เนื่องจากความเร็วน้ำในท่อจะต่ำมาก และอาจมีผลต่อสุขอนามัยของประชาชนได้กรณีเกิดปัญหาน้ำท่วม เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

1.2.5 การรวบรวมน้ำเสีย ระบบท่อระบายน้ำเป็นระบบท่อที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อน ทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียจากที่พักอาศัย อุตสาหกรรม ธุรกิจ พาณิชยกรรม และสถาบันให้ไหลไปตามท่อระบายน้ำที่วางอยู่ใต้ดินไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะใกล้เคียงกับอัตราการใช้น้ำในชุมชนนั้นๆ และการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจะแปรผันตามช่วงการใช้น้ำในแต่ละวันและแปรผันตามฤดูกาลในแต่ละปี ทั้งนี้ระบบท่อระบายน้ำจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำที่ไหลเข้าท่อระบายน้ำได้ทั้งหมด โดยไม่ให้เกิดการรั่วซึมหรือทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นในชุมชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

1.2.6 การบำบัดน้ำเสีย การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลบำรุงรักษาระบบ ขนาดของที่ดินที่ใช้ใน

การก่อสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ดังนี้

1.2.6.1 การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment) : เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมันโดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน ถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียหลัก

1.2.6.2 การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment) : เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมีเพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

1.2.6.3 การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) : เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทาง ชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง(Trickling Filter) ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

โดยทั่วไปการบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) : เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation

Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 – 40

การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) : เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายในน้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือนำกลับไป ใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment) : เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วย ป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองไม่สามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

- การกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ
- การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็นไนเทรตที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนทริฟิเคชั่น (Nitrification)" และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเทรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น (Denitrification)"
- การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน

ร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphorus Luxury Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี

- การกรอง (Filtration) ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ อันได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น
- การดูดติดผิว (Adsorption) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

1.2.7 ระบบบำบัดน้ำเสีย

1.2.7.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยวๆ เช่น บ้านพักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน หรืออาคารสถานที่ทำการ เป็นต้น เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียในระดับหนึ่งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปที่นิยมใช้กัน ได้แก่ บ่อดักไขมัน (Grease Trap) ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นต้น เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อสร้างได้ง่าย อีกทั้งยังมีการผลิตเป็นถังสำเร็จรูปทำให้สะดวกในการติดตั้ง อาจก่อสร้างเป็นระบบแบบติดกับที่ขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง เช่น ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ เป็นต้น เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

1.2.7.1.1 ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) มีลักษณะเป็นบ่อปิด ป้องกันน้ำซึมผ่านเข้า-ออก และไม่มีการเติมอากาศภายในบ่อ เพื่อให้เกิดการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศ (Anaerobic) ขึ้นภายในบ่อ นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากส้วม หรือจะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่นๆ ร่วมด้วยก็ได้

การทำงานของระบบบ่อเกรอะเป็นการย่อยสลายกากของเสีย หรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย โดยไม่ใช้อากาศและเกิดเป็นก๊าซกับน้ำ ทำให้เหลือกากตะกอนอยู่ก้นบ่อ (อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) ซึ่งอาจต้องสูบกากตะกอนออกเป็นครั้งคราว (ประมาณปีละหนึ่งครั้ง) ทั้งนี้การติดตั้งบ่อเกรอะจะต้องคำนึงถึงการระบายอากาศออกจากบ่อด้วย และไม่ควรทิ้งสิ่งของที่ย่อยสลายยากและสารที่เป็นพิษต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อเกรอะจะทำให้บ่อไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเต็มก่อนเวลาอันควร

ลักษณะที่สำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอย (ฝ้าไข : Scum) และตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะขั้นสอง โดยการใช้แผ่นกั้นขวาง บ่อเกรอะมีใช้กันอยู่ตามอาคารสถานที่ทั่วไปจะสร้างเป็นบ่อคอนกรีต หรือถ้าเป็นอาคารขนาดเล็กหรือบ้านพักอาศัยมักนิยมสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป

เกณฑ์การออกแบบบ่อเกรอะ

บ่อเกรอะที่รับน้ำเสียเฉพาะน้ำเสียจากส้วมของบ้านพักอาศัย ซึ่งกำหนดขนาดได้ดังนี้ กรณีที่ 1 : จำนวนผู้พักอาศัยน้อยกว่า 5 คนให้ใช้ปริมาตรบ่ออย่างน้อย 1.5 ลูกบาศก์เมตร

กรณีที่ 2 : จำนวนผู้พักอาศัยตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป ปริมาตรบ่อ $= 1.5 + 0.1 \times$ (จำนวนผู้พักอาศัย $- 5$)

**ตารางที่ 3** ข้อมูลการออกแบบบ่อเกรอะ

| ข้อมูลการออกแบบบ่อเกรอะ | ขนาดต่างๆ |
|---|---|
| ระยะเวลากักพักของบ่อเกรอะ | 1 วัน (เฉพาะน้ำไหลเข้า) |
| ปริมาตรของน้ำเสียในบ่อ | อัตราไหลเข้าสูงสุดในรอบวัน, ลบ.ม. |
| ปริมาตรของตะกอนในก้นบ่อ | 0.06 ลบ.ม./(คน.ปี) |
| ปริมาตรของฝาตะกอนลอยในบ่อ | 0.02 ลบ.ม./(คน.ปี) |
| ระดับน้ำต่ำกว่าฝาปิดบ่อ | 0.30 ม. |
| ระดับน้ำลึกในบ่อ | 1.00 ม. |
| ขนาดของท่อน้ำทิ้งเล็กที่สุดที่ยอมให้มี | 100 มม. |
| ขนาดความยาวต่อความกว้างของบ่อ | > 3 : 1 |
| ระยะห่างระหว่างชั้นตะกอนกับท่อออก | > 100 มม. |
| พื้นที่ผิวของชั้นตะกอน/ระดับน้ำลึก | > 3 ม. |
| ขนาดความจุน้อยที่สุดของบ่อ | 3.80 ลบ.ม. |

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2542

การใช้งานและการดูแลรักษาบ่อเกรอะ

- ห้ามเทสารที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ลงในบ่อเกรอะ เช่น กรดหรือด่างเข้มข้น น้ำยาล้างห้องน้ำเข้มข้น คลอรีนเข้มข้น เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อเกรอะลดลง เพราะน้ำทิ้งไม่ได้คุณภาพตามต้องการ
- ห้ามทิ้งสารอนินทรีย์หรือสารย่อยยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย ซึ่งนอกจากมีผลทำให้ส้วมเต็มก่อนกำหนดแล้วยังอาจเกิดการอุดตันในท่อระบายได้

- ในกรณีระดับน้ำในบ่อเกรอะสูงและราดส้วมไม่ลง ให้ตรวจดูการระบายของบ่อซึม (ถ้ามี) ว่ามีการซึมออกดีหรือไม่ ถ้าไม่มีบ่อซึมปัญหาอาจมาจากน้ำภายนอกไหลท่วมเข้ามาในถัง ต้องแก้ไขโดยการยกถังขึ้นสูง

1.2.7.1.2 ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่าบ่อเกรอะ โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางจะมีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตหรือถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบัน

การทำงานของถังกรองไร้อากาศ โดยน้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลางก่อนไหลออกทางท่อด้านบน ในระหว่างที่ไหลผ่านชั้นตัวกลางจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง การที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ สามารถย่อยสลายของเสียได้อย่างทั่วถึงจากด้านล่างจนถึงด้านบน ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หากออกแบบถังกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้อีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

**ตารางที่ 4** ข้อกำหนดในการออกแบบถังกรองไร้อากาศ

| พารามิเตอร์ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| จำนวนผู้พักอาศัย | 5 คน/ครัวเรือน |
| ปริมาณน้ำเสีย | 200 ลิตร/คน/วัน |
| ปริมาณน้ำเสียรวมหลังละ | 1,000 ลิตร/วัน |
| ระยะเวลากักพัก | ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง |
| ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ | 0.56 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| ปริมาตรของส่วนที่บรรจุวัสดุกรอง | ไม่น้อยกว่า 20% ของปริมาตรรวมของระบบ |

ที่มา : อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ และ คณะ, 2541

การใช้งานและบำรุงรักษาถังกรองไร้อากาศ

- ในระยะแรกที่ปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรองจะยังไม่มีการบำบัดเกิดขึ้น เนื่องจากยังไม่มีจุลินทรีย์ การเกิดขึ้นของจุลินทรีย์อาจเร่งได้ โดยการตักเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือท้องร่องหรือก้นท่อระบายของเทศบาล ซึ่งมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศมาใส่ในถังกรอง ประมาณ 2-3 ปี๊ป

- น้ำที่เข้าถังกรองจะเป็นน้ำที่ไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปนเพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็ว ส่วนวิธีการแก้ไขการอุดตัน คือฉีดน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบนและระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อมๆ กัน

- ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนติดออกมาด้วย อาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นมาเป็นช่อง ต้องแก้ไขด้วยการฉีดน้ำล้างตัวกลาง

ปัจจุบันการใช้ระบบน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) มีการใช้ทั้งแบบก่อสร้างเองและถังสำเร็จรูป (Package On-site) ซึ่งแหล่งชุมชนที่ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบติดกับที่นี้ได้แก่

1) ชุมชนขนาดเล็กที่มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 1,000 คน

2) ชุมชนที่ยังไม่มีปัญหาคุณภาพแหล่งน้ำ จึงไม่ต้องการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากนัก แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องการวางแผนระยะยาว เพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนในอนาคตด้วย

3) ชุมชนที่มีบ้านเรือนอยู่กระจัดกระจาย ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินการดูแลรักษาระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้ค่าลงทุนและดูแลรักษาต่อคนสูงกว่าชุมชนขนาดใหญ่

การเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

1) พื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง

2) ชนิดของดินในบริเวณก่อสร้างระบบมีการซึมน้ำได้ดี

3) บริเวณก่อสร้างตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น หนอง คลอง บึง ไม่น้อยกว่า 30 เมตร

4) เป็นพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินไม่สูงจนเกิดปัญหาในการซึม โดยระดับน้ำก้นบ่อควรสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร

5) ความสะดวกสบายและปลอดภัยในการเข้าถึงอาคารจากพื้นที่โดยรอบ รวมทั้งความสะดวกในการเข้าไปดูแลบำรุงรักษาระบบสุขาภิบาลด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

**ตารางที่ 5** ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ชนิดถังสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

| ชนิดของถังสำเร็จรูป | รายละเอียด | | |
|---|---|---|---|
| | จำนวนบริการ (คน) | ปริมาตรถัง (ลูกบาศก์เมตร) | ราคาโดยประมาณ (บาท) |
| บ่อเกรอะ (Septic Tank) | 3 | 0.6 | 7,000-8,000 |
| | 4 | 0.8 | 8,000-9,000 |
| | 6 | 1.3 | 11,000-12,000 |
| | 8 | 1.6 | 12,500-13,500 |
| | 10 | 2.0 | 15,000-20,000 |
| | 15 | 3.0 | 21,000-25,000 |
| | 20 | 4.0 | 28,000-30,000 |
| | 25 | 2.0 | 31,000-35,000 |
| | 30 | 6.0 | 41,000-45,000 |
| ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) | 3-6 | 0.6-1.2 | 11,000-20,000 |
| | 8 | 1.6 | 21,000-25,000 |
| | 10 | 2.0 | 26,000-27,000 |
| | 15 | 3.0 | 35,000-40,000 |
| | 20 | 4.0 | 55,000-60,000 |
| | 25 | 5.0 | 65,000-70,000 |
| | 30 | 6.0 | 74,000-80,000 |
| บ่อเกรอะ+ถังกรองไร้อากาศ (Septic Tank + Anaerobic Filter) | 3 | 1.2 | 15,000-17,000 |
| | 5 | 1.6 | 17,000-18,000 |
| | 7 | 2.0 | 19,000-20,000 |
| | 8 | 3.0 | 24,000-25,000 |
| | 10 | 4.0 | 28,000-29,000 |
| | 12 | 5.0 | 33,000-35,000 |
| | 16 | 6.0 | 35,000-38,000 |
| บ่อดักไขมัน (Grease Trap) | 1-10 โต๊ะ | 30 ลิตร | 3,500-4,000 |
| | 11-20 โต๊ะ | 60 ลิตร | 5,000-5,500 |
| | 21-50 โต๊ะ | 130-150 ลิตร | 7,000-8,000 |

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2545

1.2.7.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) หมายถึง การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการรวมน้ำเสียจากอาคาร บ้านหลายๆ หลัง มาบำบัดรวมกัน แต่

อาคารบ้านมีจำนวนไม่มาก เช่นในหมู่บ้านจัดสรร 1 หมู่บ้าน หรือ 1 ชุมชน อาจจะติดตั้งระบบบำบัดรวม 1 ชุดในชุมชน (อุดมผล พืชน์ไพบูลย์, 2549) สำหรับหมู่บ้านเล็กๆ มีประชากรอยู่กันน้อย ควรใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร เนื่องจากมีความคุ้มค่าในเรื่องค่าใช้จ่าย (Butler and MacCormick, 1996) ในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร มักบำบัดน้ำเสียใกล้กับแหล่งกำเนิดน้ำเสีย จึงมีระบบท่อเพื่อรวบรวมน้ำเสียแต่ความยาวของท่อรวบรวมน้ำเสียสั้นกว่าระบบท่อรวบรวมน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Jones *et al*., 2001) ในการเลือกเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร เลือกจากแหล่งกำเนิดน้ำเสีย อัตราการไหลเฉลี่ยในแต่ละวัน อัตราการไหลสูงสุด ลักษณะน้ำเสีย (Massoud *et al*., 2009)

เทคโนโลยีหนึ่งที่มักใช้ในการบำบัดน้ำเสีย คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ซึ่งระบบนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอย หรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดีได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ ระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทั้งน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีความสกปรกค่อนข้างมาก และน้ำเสียจากอุตสาหกรรม โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลากักพัก ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ออกซิเจนละลายในน้ำ และน้ำเสีย นอกจากนี้จะต้องมีบ่อบ่ม (Polishing Pond หรือ Maturation Pond) รับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่ม และระยะเวลากักพักให้เหมาะสมไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณของสาหร่าย (Algae) ในบ่อบ่มมากเกินไป

ระบบบ่อเติมอากาศส่วนใหญ่ประกอบด้วยบ่อเติมอากาศ บ่อบ่ม เพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง และบ่อเติมคลอรีน สำหรับฆ่าเชื้อโรค

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย เครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้เป็น 4 แบบใหญ่ๆ คือ

1) เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้

กระจายเป็นเม็ดเล็กๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมลสารในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ

2) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator) มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศ และระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคือ อากาศหรือออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบพัดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วบ่อเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูง แต่มีราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น

3) เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air Blower) และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำ (Disperser) อยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ (Mixing)

4) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet Aerator) มี 2 แบบ คือ แบบแรกใช้หลักการทำงานของ Venturi Ejector และแบบที่สองจะเป็นการสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ การทำงานของแต่ละแบบมีดังนี้

- แบบ Venturi Ejector อาศัยเครื่องสูบน้ำแบบใต้น้ำฉีดน้ำผ่านท่อที่มีรูปร่างเป็น Venturi เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำจนกระทั่งเกิดแรงดูดอากาศจากผิวน้ำลงมาผสมกับน้ำก็จะถ่ายเทออกซิเจนลงไปในน้ำ การใช้เครื่องเติมอากาศแบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่ไม่มีเศษขยะหรือของแข็งขนาดใหญ่ เพื่ออาจเข้าไปอุดตันในท่อ Venturi ได้ง่าย

- แบบสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ (Water Jet Aerator) เป็นการสูบน้ำจากถังเติมอากาศมาฉีดด้วยความเร็วสูงส่งที่ผิวน้ำ ซึ่งจะเกิดการกระจายของอากาศลงไปตามแรงฉีดเข้าไปในน้ำ

ข้อดีของบ่อเติมอากาศ ได้แก่มีค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกระทันหัน (Shock Load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสียของบ่อเติมอากาศ คือ มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศและค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

1.2.7.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) หมายถึง การนำ น้ำเสียจากอาคารจำนวนมากมารวมกันแล้วบำบัดน้ำเสียที่เดียวกัน เช่น น้ำเสียทั้งหมดในเขตเทศบาลมาบำบัดที่ระบบเดียวกัน เช่น ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำของเทศบาลนครหาดใหญ่ (อุดมผล พืชน์ไพบูลย์, 2549) ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางนี้มีการรวบรวมและบำบัดน้ำเสียในปริมาณมาก เหมาะกับชุมชนขนาดใหญ่ (Fisher, 1995) ในการรวบรวม

และบำบัดน้ำเสียนี้มักมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินการสูง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรน้อย บ้านแต่ละหลังกระจายกันอยู่ และสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนามักขาดแคลนเงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง เนื่องจากต้องใช้เงินทุนมากในการก่อสร้าง และมักขาดความชำนาญด้านเทคนิคในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย (Massoud *et al*., 2009)

**ตารางที่ 6** เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | | |
|---|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ[1] | ค่าที่ใช้ออกแบบ[2] |
| 1. บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) | - ระยะเวลากักพัก (Hydraulic Retention Time; HRT) | 3-10 วัน | 3-6 วัน |
| | - ความลึกของน้ำในบ่อ | 2-6 เมตร | 2-5 เมตร |
| | - ความต้องการออกซิเจน | 0.7-1.4 กรัม$O_2$/กรัม $BOD_5$ ที่ถูกกำจัด | - |
| | - Mixing Power | $\geq$ 0.525 กิโลวัตต์/100 เมตร$^3$ | 5.0-8.0 กิโลวัตต์/1000 เมตร$^3$ |
| 2. บ่อบ่ม (Polishing Pond) | - ระยะเวลากักพัก (Hydraulic Retention Time; HRT) | $\geq$ 1 วัน | 4-10 (Facultative Pond) |
| 3. บ่อเติมคลอรีน | - เวลาสัมผัส | 15-30 นาที | - |
| | อัตราไหลเฉลี่ย | 30 นาที | |
| | อัตราไหลสูงสุด | 15 นาที | |
| | - ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ | 6 มก./ล | |
| | - คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine) | 0.3-2 มก./ลิตร | |

ที่มา :[1] กรมควบคุมมลพิษ, 2545

[2] Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 2004

ในประเทศไทยมีจำนวนระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางทั้งหมด 100 แห่ง โดยส่วนใหญ่เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือบ่อผึ่ง ซึ่งมีทั้งหมด 46 แห่ง

เป็นระบบบ่อเติมอากาศ 16 แห่ง ระบบคลองวนเวียน 17 แห่ง ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ 20 แห่ง และระบบจานหมุนชีวภาพ 1 แห่ง (http://wqm.pcd.go.th/dewa/)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือบ่อผึ่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกันบ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) ทำหน้าที่ในการตกตะกอนของแข็งและปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อผึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชนหรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูงแต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพงซึ่งโดยปกติระบบบ่อผึ่งจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ

บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมากจนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทันทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อจึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป

การทำงานของบ่อแบบนี้ จะขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อควรมากกว่า 15 องศาเซลเซียส และ ค่า pH มากกว่า 6

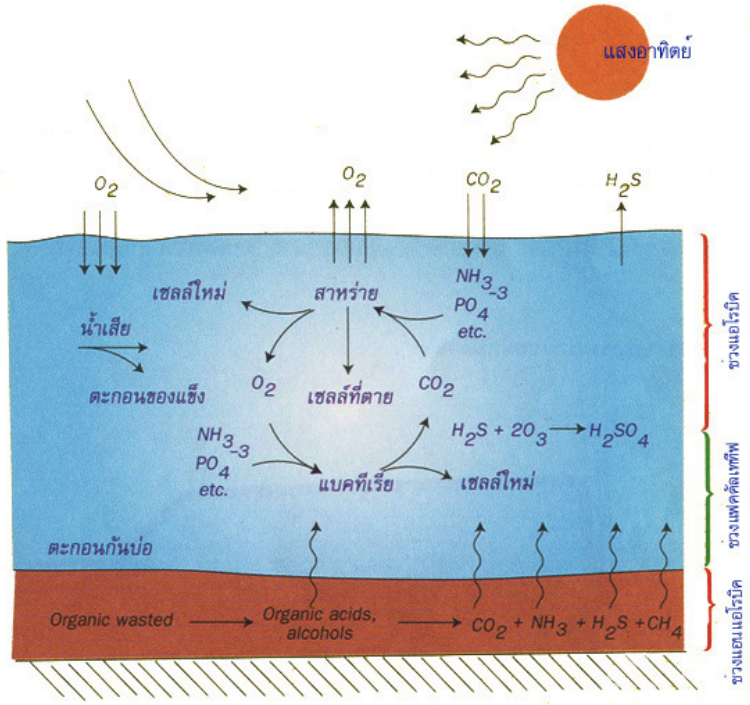
บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิคได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิค บ่อแฟคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงานโดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึงจะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปร

สภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไป จนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้ค่า pH ลดต่ำลงและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจนและเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึกโดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและการเติมอากาศที่ผิวหน้าและยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

บ่อบ่ม (Maturation Pond) มีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อจึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้นและอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)




**ภาพประกอบที่ 1** การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt_Pond03_big.htm

**ตารางที่ 7** เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | | |
|---|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ[1] | ค่าที่ใช้ออกแบบ[2] |
| 1. บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) | - ระยะเวลากักพัก (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด $BOD_5$ | 2-4 วัน<br>2-4 เมตร<br>224-672 กรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 50 | 5-10 วัน<br>2.5-5 เมตร<br>100-400 กรัมบีโอดี/ลบ.ม.-วัน<br>ร้อยละ 50-85 |
| 2. บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) | - ระยะเวลากักพัก (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด $BOD_5$ | 7-30 วัน<br>1-1.5 เมตร<br>34 กรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 70-90 | 5-30 วัน<br>1.2-2 เมตร<br>5-20 กรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 80-95 |
| 3. บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) | - ระยะเวลากักพัก (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด $BOD_5$ | 4-6 วัน<br>0.2-0.6 เมตร<br>45 กรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 80-95 | - |
| 4. บ่อบ่ม (Maturation Pond) | - ระยะเวลากักพัก (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด $BOD_5$ | 5-20 วัน<br>1-1.5 เมตร<br>-<br>ร้อยละ 60-80 | 5-20 วัน<br>1-1.5 เมตร<br>$\leq$ 2 กรัมบีโอดี/ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 60-80 |

ที่มา : [1]กรมควบคุมมลพิษ, 2545

[2]อุดมผล พืชน์ไพบูลย์, 2549

ข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกระทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์และอัตราการไหลได้ดี เนื่องจากมีระยะเวลากักพักนานและยังสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรค

ข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ระบบนี้ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิคอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ นอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิค

**1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ประเทศไทยมีระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่หลายแห่ง ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง อยู่ในกรุงเทพมหานครและส่วนภูมิภาค ในส่วนของกรุงเทพมหานครมีระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ทั้งหมด 7 แห่ง คือโรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยา โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ โรงควบคุมคุณภาพน้ำช่องนนทรี โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม โรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ และโรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร สามารถบำบัดน้ำเสียโดยรวมได้ทั้งสิ้นประมาณ 992,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 8

**ตารางที่** 8 รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ในกรุงเทพมหานคร

| ระบบบำบัดน้ำเสีย | รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย | ความสามารถในการรองรับน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) | ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบ (บาท) | ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ (บาท/ลบ.ม.) |
|---|---|---|---|---|
| 1.โรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยา | Contact Stabilization Activated Sludge | 30,000 | 450,485,000 | 3.31 |
| 2.โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ | Two-Stage Activated Sludge Process | 40,000 | 927,896,455 | 1.93 |
| 3.โรงควบคุมคุณภาพน้ำช่องนนทรี | Activated Sludge แบบ CASS | 200,000 | 4,552,000,000 | 1.45 |
| 4.โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง | Activated Sludge Process with Nutrients (Phosphorus & Nitrogen) Removal | 350,000 | 7,678,968,555 | 3.06 |

**ตารางที่ 8** รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ในกรุงเทพมหานคร (ต่อ)

| ระบบบำบัดน้ำเสีย | รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย | ความสามารถในการรองรับน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) | ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบ (บาท) | ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ (บาท/ลบ.ม.) |
|---|---|---|---|---|
| 5.โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม | Activated Sludge Process with Vertical Loop Reactor | 157,000 | 2,970,941,294 | 2.35 |
| 6.โรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ | Activated Sludge Process with Vertical Loop Reactor | 65,000 | 1,760,646,000 | 2.24 |
| 7.โรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร | Activated Sludge | 150,000 | 4,025,000,000 | 1.49 |

ที่มา : สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, 2551

ในส่วนภูมิภาค ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางรูปแบบของระบบบำบัดเป็นแบบบ่อผึ่งมีความสามารถในการรองรับน้ำเสียได้ 138,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำของเทศบาลนครหาดใหญ่ ดังนี้ คือ

ธนิยา เกาศล (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของพืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำ 3 ชนิด คือ ผักบุ้ง ผักกระเฉด และผักตบชวา ที่ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์แตกต่างกัน คือ 0.025 และ 0.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-วัน ซึ่งมีระยะเวลากักพัก 20 และ 2.4 วัน ตามลำดับ พบว่าพืชลอยน้ำทั้ง 3 ชนิดมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าตัวแปรจากการบำบัดส่วนใหญ่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน แต่ประสิทธิภาพการบำบัดจะลดลงเมื่อภาระบรรทุกทางชลศาสตร์เพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า พืชทั้ง 3 ชนิด มีความเหมาะสมในการนำมาใช้บำบัดน้ำเสีย หากพิจารณาในเรื่องความคงทนของพืชและการดูแลรักษา พบว่าผักบุ้ง และผักตบชวา มีความคงทนและดูแลรักษาง่าย แต่ผักบุ้งเป็นพืชที่ปลูกให้ครอบคลุมพื้นน้ำที่ผิวน้ำได้ยากกว่าผักตบชวา ดังนั้นหากใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำ ควรเลือกใช้ผักตบชวา

ธงชัย ขนาบแก้ว และ อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ (2547) ได้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชน้ำ โดยได้ดำเนินการก่อสร้างบ่อทดลองขนาดความยาว 1.8 เมตร ความกว้าง 0.6 เมตร และความสูง 1.2 เมตร จำนวน 3 บ่อ ณ ระบบปรับปรุง

คุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของพืชน้ำชนิดอื่นๆ ซึ่งยังไม่เป็นที่แพร่หลายในการบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อร่วมกับพืชน้ำ ในการวิจัยนี้นำพืชน้ำ 2 ชนิดมาใช้ ได้แก่ บัวหลวง และสาหร่ายหางกระรอก ซึ่งดำเนินการทดลองพร้อมกับบ่อควบคุม ที่ระยะเวลากักพัก 5.4 และ 10.5 วัน ตามลำดับโดยใช้น้ำเสียจากบึงประดิษฐ์ที่ 2 ในการเดินระบบที่ความลึก 0.9 เมตร ตัวแปรคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ ได้แก่ พีเอช ของแข็งแขวนลอย บีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่มีบัวหลวงให้ประสิทธิภาพดีที่สุด สำหรับระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีสาหร่ายหางกระรอกพบว่าค่าพีเอช และของแข็งแขวนลอยที่ผ่านการบำบัดมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งพืชน้ำทั้งสองชนิดอาจเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อร่วมกับพืชน้ำ

ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) นี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับสภาวะเศรษฐกิจของชุมชนในประเทศไทย เนื่องจากระบบบ่อผึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานในการบำบัดน้ำเสียน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ เช่น บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) หรือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) แต่การใช้งานในปัจจุบันพบว่าปัญหาในการบำบัดน้ำเสียด้วยบ่อผึ่ง คือปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน โดยเกิดจากสาหร่ายสีเขียวที่เจริญเติบโตอย่างมากมายในบ่อ (Algae Bloom) เนื่องจากมีขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Biodegradation) เกิดสารอาหารของสาหร่าย (ไนเตรท ฟอสเฟต) เป็นจำนวนมาก (นพดล คงศรีเจริญ และ คณะ, 2544)

ในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับปริมาณสาหร่ายเจริญเติบโตอย่างมากมายในระบบบำบัดน้ำเสียมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

นพดล คงศรีเจริญ และ คณะ (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อผึ่งและบ่อผึ่งผสม (บ่อผึ่งผสมคือ การจัดเรียงบ่อบำบัดน้ำเสีย คือน้ำเสียจะเข้าสู่บ่อผึ่งที่ 1 แล้วไหลผ่านบ่อผักตบชวา และผ่านการปรับสภาพอีกครั้งในบ่อผึ่งที่ 2) จากผลการศึกษาเมื่อแปรผันค่าระยะเวลากักพักของบ่อทั้งหมด เท่ากับ 10 15 20 และ 25 วัน โดยลักษณะน้ำเสียชุมชนที่ใช้ในการศึกษามีค่าบีโอดี ซีโอดี พีเอช ของแข็งแขวนลอย อยู่ในช่วง 70-100 มิลลิกรัมต่อลิตร 88-268 มิลลิกรัมต่อลิตร 6.8-8.8 และ 10-90 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าบ่อผึ่งแบบผสมมีความสามารถในการบำบัดสารอินทรีย์ที่ใกล้เคียงกัน แต่ที่ระยะเวลากักพัก 15 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัด

สารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีเท่ากับร้อยละ 80.5 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ของบ่อผึ่ง และเมื่อเปรียบเทียบ ลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบ่อผึ่งผสมกับค่ามาตรฐานของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พบว่าน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด โดยเฉพาะค่าของแข็งแขวนลอยและค่าไนเตรทเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 15.52 และ 0.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้นระบบบ่อผึ่งแบบผสมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบ่อผึ่งแบบธรรมดา

และ รจนา อินทรธิราช (2546) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณสาหร่ายด้วยการใช้พืชลอยน้ำประเภทจอกและแหนคลุมผิวน้ำเพื่อบังแสงอาทิตย์ ทดลองในถังปฏิกิริยาแบบถังเดียว (Batch Reactor) และถังปฏิกิริยาแบบท่อ (Plug Flow Reactor) ด้วยอัตราการไหลต่อพื้นที่ (Hydraulic loading rate) 3 อัตราคือ 0.10 0.15 และ 0.20 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยใช้พื้นที่ปกคลุมของพืชลอยน้ำทั้ง 2 ชนิด ที่เปลี่ยนแปลงขนาด 4 ระดับ คือร้อยละ 100(A) 75((3/4)A) 50((1/2)A) และ 25((1/4)A) ผลการทดลองเชิงสถิติพบว่า ในถังปฏิกิริยาแบบ Batch จอกและแหนสามารถลดปริมาณสาหร่าย ภายในเวลา 4 วัน คิดเป็นร้อยละ 78.82 และ 69.19 ตามลำดับ ในถังปฏิกิริยาแบบ Plug Flow จอกและแหนสามารถลดปริมาณสาหร่ายได้ร้อยละ 74.79 และ 60.37 ตามลำดับ สำหรับอัตราการไหลต่อพื้นที่ 0.10 0.15 และ 0.20 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตรต่อวัน ลดสาหร่ายได้ร้อยละ 72.26 66.81 และ 63.67 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพื้นที่ปกคลุมผิวน้ำ พบว่าการใช้พื้นที่ปกคลุมที่มากกว่าจะลดปริมาณสาหร่ายได้ดีกว่าพื้นที่ปกคลุมที่น้อยกว่า กล่าวคือ บ่อจอกที่มีพื้นที่ปกคลุม A (3/4)A (1/2)A และ (1/4)A จะลดสาหร่ายได้ร้อยละ 78.43 68.68 54.52 และ 68.68 ตามลำดับ ดังนั้นการลดปริมาณสาหร่ายโดยใช้จอกในทั้งปฏิกิริยาแบบ Batch หรือ Plug Flow ที่พื้นที่ปกคลุมเต็มผิวหน้า (ร้อยละ 100) ที่อัตราการไหลต่อพื้นที่ 0.10 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตรต่อวัน จะให้ประสิทธิภาพเกือบเท่ากัน

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางนี้มักมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินการสูง ทางเลือกหนึ่งที่นิยมใช้คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-site Wastewater Treatment) และระบบบำบัดน้ำเสียรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) ซึ่งสามารถดำเนินการได้ง่าย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีระบบบำบัดน้ำเสีย 2 แห่ง คือ ระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

ธีรพันธุ์ รัตนพันธุ์ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแหนร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยบ่อดินจำนวน 2 บ่อต่อแบบอนุกรมกัน โดยใช้บ่อที่สองในการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของแหนก่อนปล่อยลงสู่คลองสาธารณะ โดยที่แหนปกคลุมพื้นผิวของน้ำร้อยละ 90 พบว่าที่ระยะเวลากักพักเฉลี่ย 3.78 วัน ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 10-44 ลดค่าของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 14-40 ลดค่าฟอสฟอรัสได้ร้อยละ 15-49 และสามารถกำจัดฟีคัลคอลิฟอร์มแบคทีเรียได้ร้อยละ 94-99 ในการใช้แหนร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียสามารถป้องกันการเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าสาหร่ายบูม (Algae bloom) อันเนื่องมาจากแสงอาทิตย์ ในการดูแลระบบใช้ต้นทุนต่ำมาก ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีระดับสูง

ธนพล คงทรัพย์ และพงศ์กรณ์ เกื้อหนุน (2552) ได้ทำการประเมินศักยภาพระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่าน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าบีโอดี 29 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นค่าที่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และสภาพแวดล้อมบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียไม่ดี มีกลิ่นเน่าเหม็นของน้ำเสียรบกวนผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตลอดเวลา

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ที่นิยมใช้กันมากได้แก่ ระบบบ่อเกรอะ บ่อซึมและระบบบ่อกรองไร้อากาศ ซึ่งมีงานวิจัยเกี่ยวกับระบบบำบัดแบบติดกับที่ดังนี้

จงรักษ์ จิระภาพันธ์ (2531) ได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Septic-anaerobic filter สำหรับบำบัดน้ำเสียจากแฟลต โดยใช้น้ำเสียจากชุมชนห้วยขวาง ซึ่งมีความเข้มข้นบีโอดี 184.84 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ระบบจึงเข้าสู่สภาวะคงตัว น้ำออกจากระบบมีความเข้มข้นบีโอดีเฉลี่ย 39.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชวลิต รัตนธรรมสกุล และ ตุลชัย แจ่มใส (2545) ได้มีการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียศึกษาประสิทธิภาพในการลดค่าสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีและซีโอดีจากน้ำเสียชุมชนประเภทอาคารสำนักงานด้วยระบบ EGSB (Expanded Granular Sludge Bed) ระบบนี้เป็นการพัฒนามาจากระบบ UASB ซึ่งระบบ EGSB นี้มีลักษณะของชั้นสลัดจ์ที่ขยายตัวมากกว่าระบบ UASB ส่งผลให้การสัมผัสระหว่างน้ำเสียและจุลชีพเป็นไปอย่างทั่วถึง โดยในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำจำเป็นที่จะต้องมีการกวนผสมที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความปั่นป่วนของการไหลในชั้นสลัดจ์ โดยการปรับอัตราการสูบเวียนกลับเพื่อเพิ่มความเร็วการไหลในถังปฏิกรณ์ซึ่งจะส่งผลให้ค่า Apparent Ks ของเม็ดสลัดจ์ มีค่าต่ำลงและซีโอดีของน้ำที่ออกจากระบบสามารถที่จะมีค่าต่ำกว่าน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดโดยระบบไร้อากาศ

แบบอื่นๆ เช่น UASB หรือ Anaerobic Filter ได้ ซึ่งน้ำเสียที่นำมาใช้เป็นน้ำเสียจากถังพักน้ำเสียของอาคารสำนักงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยน้ำเสียเข้าระบบมีค่าความเข้มข้นซีโอดีเฉลี่ย บีโอดีเฉลี่ย และของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 136.76 112.4 และ 33.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าระบบที่เวลากักพัก 6.0 ชั่วโมง ภาระบรรทุกซีโอดี 0.6 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ที่ค่าความเร็วไหลขึ้น 0.5 เมตรต่อชั่วโมง สามารถบำบัดซีโอดีและบีโอดีได้ร้อยละ 66.20 และ 72.40 ตามลำดับ และสามารถลดค่าซีโอดี บีโอดีและของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 45.28 30.7 และ 16.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อทำการเปลี่ยนเวลากักพักเป็น 2.0 ชั่วโมง ภาระบรรทุกซีโอดี 1.92 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ที่ค่าความเร็วไหลขึ้น 0.5 เมตรต่อชั่วโมง สามารถบำบัดซีโอดีและบีโอดีได้ร้อยละ 67.02 และ 75.40 ตามลำดับ และสามารถลดค่าซีโอดี บีโอดีและของแข็งแขวนลอยจนเหลือเท่ากับ 44.51 27.50 และ 15.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และพบว่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งสองชุด มีค่าแตกต่างกันน้อยมากจนไม่มีนัยสำคัญ

นพพร จรุงเกียรติ (2547) การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดของถังเกรอะ-กรองเติมอากาศ (Septic-Aerobic Fixed-film Reactor) กับระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ-กรองแบบเติมอากาศสัมผัส (Septic-Submerged Anaerobic-Aerobic Fixed-film Reactor) และศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดของระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ-กรองแบบเติมอากาศสัมผัส (Septic-Submerged Anaerobic-Aerobic Fixed-film Reactor) สำหรับตลาดสดติดริมน้ำ ที่ใช้ระยะเวลากักพักต่างกัน คือ แบบ 36 ชั่วโมงกับแบบ 48 ชั่วโมงโดยเป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบติดอยู่กับที่ มีค่าอัตราการไหลเข้าของน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 1.0 กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน พบว่าระบบถังเกรอะ-กรองเติมอากาศสัมผัสมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่แตกต่างกันกับระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ-กรองแบบเติมอากาศสัมผัส โดยระบบถังเกรอะ-กรองเติมอากาศมีประสิทธิภาพการบำบัด ของแข็งละลายได้ทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ของแข็งตะกอนหนัก บีโอดี ซัลไฟด์ ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ฟอสฟอรัสทั้งหมด น้ำมันและไขมัน และฟีคัลโคลิฟอร์ม ร้อยละ 20.80 93.81 99.48 94.59 100.00 84.78 11.53 92.52 และ 99.96 ตามลำดับ ระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ-กรองแบบเติมอากาศสัมผัสที่ใช้ระยะเวลากักพัก 36 ชั่วโมงกับแบบ 48 ชั่วโมงมีประสิทธิภาพการบำบัดไม่แตกต่างกัน

สายชล มือขุนทด (2546) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ ที่มีระยะเวลากักพักต่างกัน โดยมีพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาคือพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งวิธีที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอยเป็นแบบขุดเป็นร่อง ระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยประกอบด้วยถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศ โดยมี 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่

1 มีระยะเวลากักพักน้ำชะมูลฝอยในระบบบำบัดรวม 36 ชั่วโมง (ระยะเวลากักพักในถังเกรอะ 24 ชั่วโมง และระยะเวลากักพักในถังกรองไร้อากาศ 12 ชั่วโมง) ชุดการทดลองที่ 2 มีระยะเวลากักพักน้ำชะมูลฝอยในระบบบำบัดรวม 72 ชั่วโมง (ระยะเวลากักพักในถังเกรอะ 48 ชั่วโมง และระยะเวลากักพักในถังกรองไร้อากาศ 24 ชั่วโมง) ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศอย่างละ 1 ถัง ในการเริ่มต้นเลี้ยงแบคทีเรีย (Start up) ใช้มูลสัตว์ชนิดเปียกเป็นหัวเชื้อ ผสมกับน้ำเปล่าใส่ในถังเกรอะ-ถังกรองไร้อากาศครึ่งถังในช่วงเริ่มต้น หลังจากนั้นเริ่มปล่อยน้ำชะมูลฝอยเข้าระบบเพิ่มขึ้นทีละ 10 เปอร์เซ็นต์ ทุก 3 วัน จนเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ตรวจวัดค่าซีโอดีจนมีค่าคงที่ ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ว่าระบบเข้าสู่สภาพสมดุล ในการทดลองนี้ใช้เวลา start up 29 วัน และจากรายงานของ Roman และ Chakladar (1986) พบว่าถ้าไม่มีการเติมหัวเชื้อให้ระบบต้องใช้เวลาประมาณ 3 เดือนจึงจะเข้าสู่สมดุล จากการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลากักพักเพิ่มขึ้นระบบจะมีประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้น คือที่ระยะเวลากักพักน้ำชะมูลฝอยของระบบเท่ากับ 36 ชั่วโมง มีอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เข้าระบบ 0.60 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ซึ่งค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 688-960.02 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 845.02 $\pm$ 70.51 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 157-179 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 167.13 $\pm$ 5.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ น้ำชะมูลฝอยออกจากระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 306.50-403.50 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 365.72 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 47-59 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 53.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและสารแขวนลอย เฉลี่ยร้อยละ 56.65 และ 67.74 ตามลำดับ และที่ระยะเวลากักพักน้ำชะมูลฝอยของระบบเท่ากับ 72 ชั่วโมง มีอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เข้าระบบ 0.31 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน น้ำชะมูลฝอยเข้าระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 782.75 -912 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 874.90 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 155-197 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 174.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อน้ำชะมูลฝอยออกจากระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 230-329.50 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 282.78 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 20-50 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 34.73 $\pm$ 9.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและสารแขวนลอย เฉลี่ยร้อยละ 67.66 และ 79.96 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีและสารแขวนลอยของระบบบำบัดถังเกรอะ-กรองไร้อากาศที่ระยะเวลากักพัก 36 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง พบว่ามีความแตกต่างกัน และจากการศึกษาพบว่าระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศสามารถนำมาใช้บำบัดน้ำชะมูลฝอยได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลากักพักในระบบให้มากกว่า 72 ชั่วโมง หรือต้องมีการบำบัดเพิ่มเติมอีก

สมพงษ์ นิลประยูร (2536) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังหมักแบบอัปโฟลว์แอนแอโรบิคสลัดจ์แบลงเก็ต (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) โดยใช้แบบจำลองระดับห้องปฏิบัติการขนาดปริมาตร 24.4 ลิตร สูง 3 เมตร บำบัดน้ำเสียชุมชนจาก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เปลี่ยนแปลงระยะเวลากักพัก ในช่วง 3-24 ชั่วโมง ทำให้มีอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ เท่ากับ 0.22-1.59 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน พบว่าสามารถลดซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอย ได้ร้อยละ 52.9-88.1, 38.8-92.9 และ 53.8-82.5 ตามลำดับ โดยที่ระยะเวลากักพัก 12-24 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการบำบัดไม่แตกต่างกัน สามารถบำบัดบีโอดีและของแข็งแขวนลอยได้ต่ำกว่า 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร การบำบัดสารอินทรีย์โดยทั่วไปจะลดลงเมื่อระยะเวลากักพักสั้นลง

Al-Shayah and Mahmoud (2008) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่โดยใช้ UASB-Septic tank สำหรับชุมชนในประเทศปาเลสไตน์ที่มีปริมาณความสกปรกสูงคือมีความเข้มข้นซีโอดี 1,189 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทำการศึกษาชุมชนสองแห่งเป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยมีระยะเวลากักพักที่แตกต่างกัน คือ 2 วัน และ 4 วัน ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ระยะเวลากักพัก 2 วัน ประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 56 59 และ 81 ตามลำดับ และที่ระยะเวลากักพัก 4 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 58 60 และ 82 ตามลำดับ

Nakajima *et al.* (1999) ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดแบบติดกับที่สำหรับบ้านเรือน โรงแรม และภัตตาคาร ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่นี้ประกอบด้วย กระบวนการบำบัดเบื้องต้น (Sedimentation separation tank, Anaerobic filter) แล้วตามด้วยกระบวนการบำบัดแบบแอโรบิค (การเติมอากาศ ระบบแอกติเวเตดสลัดจ์ และอื่นๆ) ระบบบำบัดนี้มีประสิทธิภาพดี น้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่า $BOD_5$ ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดน้ำเสีย Geenens and Thoeye (2000) ได้ทำการศึกษาค่าใช้จ่ายในการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ พบว่าในแต่ละปี มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการอยู่ในช่วง 87-108 Euro/คน/ปี ซึ่งค่าใช้จ่ายหลักเป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย คิดเป็น 65-85 เปอร์เซ็นต์ ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด แต่สำหรับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง เมื่อมีประชากรน้อยกว่า 500 คน แต่ถ้ามีจำนวนประชากรมากกว่า 500 คน จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำกว่า คือ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 5.5 Euro/คน/ปี (มีประชากร 2,000 คน) และมีค่าใช้จ่ายเป็น 21.5 Euro/คน/ปี (มีประชากร 500 คน)

สำหรับค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ ยกตัวอย่างเทศบาลเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง มีค่าธรรมเนียมในการให้บริการในการจัดการบ่อเกรอะ (ดูดสิ่งปฏิกูล) โดยคิดค่าใช้จ่าย 1 ลูกบาศก์เมตรแรกหรือไม่ถึงลูกบาศก์เมตรแรก คิดค่าใช้จ่าย 250 บาทต่อ

ลูกบาศก์เมตร สำหรับ 2 ลูกบาศก์เมตรถัดไป คิดค่าใช้จ่าย 150 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (http://www.phatthalungcity.com)

การประเมินดัชนีความยั่งยืนของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนรวมในปัจจุบัน ทั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดใหญ่และขนาดย่อย ประเมินโดย Eco-indicator 95 และ Eco-indicator 99 ของวิธี Life cycle assessment (LCA) หรือการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งเป็นการประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อม โดย Eco-indicator 95 เป็นการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมด้าน summer smog การปล่อยทิ้งของโลหะหนัก ยูโทรฟิเคชั่น ความเป็นกรด และภาวะโลกร้อน ในขณะที่ Eco-indicator 99 เป็นอันตรายที่ส่งผลต่อทรัพยากร ระบบนิเวศวิทยาและสุขภาพมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสังคมร่วมด้วย ซึ่งในการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะถูกคำนวณในหน่วยของ 1 ลูกบาศก์เมตรของน้ำที่ผ่านการบำบัด โดยพิจารณาตั้งแต่การเริ่มต้นบำบัดน้ำเสียว่าจะต้องใช้ปริมาณสิ่งก่อสร้าง สารเคมี พื้นที่ จนไปถึงการปล่อยผลกระทบสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณเท่าใด จากการศึกษา พบว่า โรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาซึ่งเป็นตัวแทนของระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดใหญ่บำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบบำบัดแบบ Contact Stabilization มีความสามารถในการบำบัด 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีความยั่งยืนมากกว่าโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง ซึ่งเป็นตัวแทนระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดเล็ก ใช้ระบบบำบัดแบบ Conventional Activated Sludge มีความสามารถในการบำบัด 3,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เนื่องจากผลการประเมินโดยใช้วิธี Eco-indicator 95 พบว่าปริมาณผลกระทบต่อโลกและสิ่งแวดล้อม (การเกิดยูโทรฟิเคชั่น) ของโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวางมีค่าสูงกว่าโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา แต่จากการประเมิน Eco-indicator 99 โรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยามีค่าสูงกว่าห้วยขวาง เนื่องจากโรงบำบัดน้ำเสียมีขนาดใหญ่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณพลาสติกจากถังบรรจุสารเคมีสูงกว่าโรงบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก และถึงแม้ว่าโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาจะให้ค่าอันตรายแก่ทรัพยากรธรรมชาติในปริมาณที่มากกว่า แต่วัตถุดิบและพลังงานที่ใช้มีปริมาณน้อยกว่า เมื่อเทียบเป็น 1 หน่วยลูกบาศก์เมตรน้ำเสีย ดังนั้นโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาจึงมีความยั่งยืนมากกว่าโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง (ธรรมรัตน์ คุตตะเทพ และ ฐิติรัตน์ เจ้าสกุล, 2551)

**1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.4.1 เพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง อัตราการไหลและลักษณะคุณภาพน้ำเสียสำหรับการจัดการน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชน 3 รูปแบบ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) ระบบบำบัดน้ำเสีย

แบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment)

1.4.2 เพื่อประเมินการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียโดยการประยุกต์ใช้เกณฑ์การประเมินที่ได้จากงานวิจัยนี้

1.4.3 เพื่อเป็นแนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนกรณีศึกษาจากงานวิจัย

**1.5 ประโยชน์ของการวิจัย**

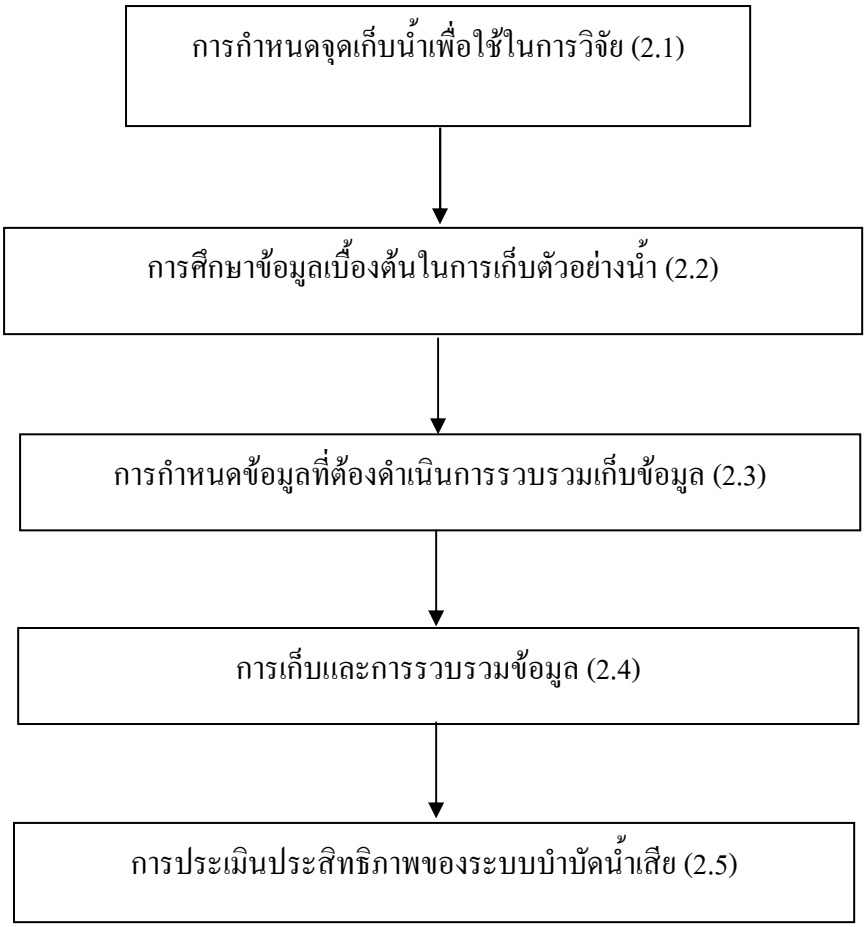
1.5.1 ได้ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง อัตราการไหล และลักษณะคุณภาพน้ำเสีย สำหรับการจัดการน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชน 3 รูปแบบได้

1.5.2 ได้ข้อมูลเสนอแนะเกณฑ์ในการเลือกรูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชน

# บทที่ 2

# วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย แสดงกระบวนการดำเนินการวิจัย ดังนี้




**ภาพประกอบที่ 2** กระบวนการดำเนินการวิจัย

**2.1 การกำหนดจุดเก็บน้ำเพื่อใช้ในการวิจัย** สามารถกำหนดได้ดังนี้

2.1.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment) จุดเก็บน้ำคือ

2.1.1.1 ท่อระบายน้ำที่รองรับน้ำจากบ่อเกรอะและท่อน้ำทิ้งจากแฟลตบุคลากร อาคาร 4 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งน้ำทั้งสองส่วนไหลรวมลงสู่ท่อระบายน้ำเสียของแฟลตบุคลากร อาคาร 4 ในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 นี้ เนื่องจากจุดเก็บน้ำอื่นๆ ไม่สะดวกในการเก็บตัวอย่างน้ำ เนื่องจากเป็นระบบปิด ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 นี้ สามารถเก็บตัวอย่างน้ำออกจากระบบบำบัดได้สะดวก เนื่องจากน้ำที่ออกจากบ่อเกรอะไหลลงท่อระบายน้ำแบบเปิด และเนื่องจากแฟลตบุคลากรอาคาร 4 นี้เป็นหอพักบุคลากร ซึ่งมีจำนวนผู้อาศัยไม่มาก ระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีการบำบัดน้ำเสียจากส้วมโดยใช้บ่อเกรอะ ซึ่งบ่อเกรอะจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายกากของเสียหรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย โดยไม่ใช้อากาศและเกิดเป็นก๊าซกับน้ำ ทำให้เหลือกากตะกอนอยู่ก้นบ่อ แต่สำหรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่น เช่น น้ำอาบ น้ำจากห้องครัว ไม่ได้รับการบำบัดก่อนที่จะปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ ซึ่งคล้ายกับลักษณะน้ำทิ้งตามบ้านเรือนเป็นส่วนใหญ่ที่ไม่มีการบำบัดใดๆ ดังนั้น จึงได้กำหนดจุดเก็บน้ำจากท่อระบายน้ำที่รองรับน้ำจากบ่อเกรอะและท่อน้ำทิ้งที่ไม่ผ่านการบำบัดใดๆ และไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบของบ่อเกรอะได้ เนื่องจากน้ำทิ้งจะไหลลงท่อน้ำแล้วไหลลงสู่บ่อเกรอะ จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบได้ บ่อเกรอะและท่อน้ำทิ้งของแฟลตบุคลากร อาคาร 4 นี้ มีทั้งหมด 3 ชุด แต่ละชุด รองรับห้องพักจำนวน 6 ห้อง ซึ่งมีทั้งหมด 16 ห้อง

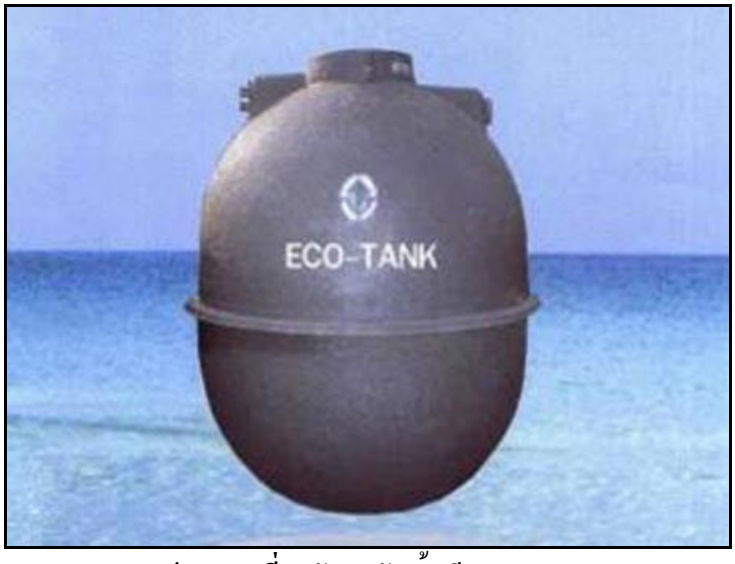
**ภาพประกอบที่ 3** ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากร อาคาร 4

**ภาพประกอบที่ 4** น้ำเสียที่ไหลออกจากบ่อเกรอะของแฟลตบุคลากรอาคาร 4

**ภาพประกอบที่ 5** น้ำเสียที่ไหลออกจากท่อน้ำทิ้งที่ไม่ผ่านการบำบัดใดๆ ของแฟลตบุคลากรอาคาร 4

2.1.1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย โดยที่ไม่ได้เก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบเนื่องจากน้ำเสียจะไหลลงตามท่อน้ำแล้วไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียได้ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียเป็นถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter) เป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ โดยน้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลางก่อนไหลออกทางท่อด้านบน ในระหว่างที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง ในการใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปเป็นระบบบำบัดเนื่องจากมีความสะดวกในการติดตั้ง ใช้งานง่าย ในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียแห่งนี้เพื่อใช้ในการวิจัย เนื่องจากภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปไม่มากนัก มักเลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปในการบำบัดน้ำเสียเมื่อมีการก่อสร้างอาคารใหม่ๆ เช่น หอพักนักศึกษาอาคาร 8 อาคาร 9 หากมีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียมักทำได้ยาก ต้องใช้แรงงานคนหลายคนในการเปิด-ปิด ฝาท่อ เนื่องจากท่อมีขนาดใหญ่ จึงไม่สะดวกในการเก็บตัวอย่าง

ระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดีเป็นถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปซึ่งรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียเป็นถังบำบัดน้ำเสียกรองไร้อากาศ ECO Tank รุ่น EC-3000 (AF) มีขนาด 3.25 ลูกบาศก์เมตร สามารถเก็บตัวอย่างได้ง่าย รองรับน้ำเสียรวมจากห้องน้ำของสำนักงานอธิการบดี อาคาร 1 และ อาคาร 2



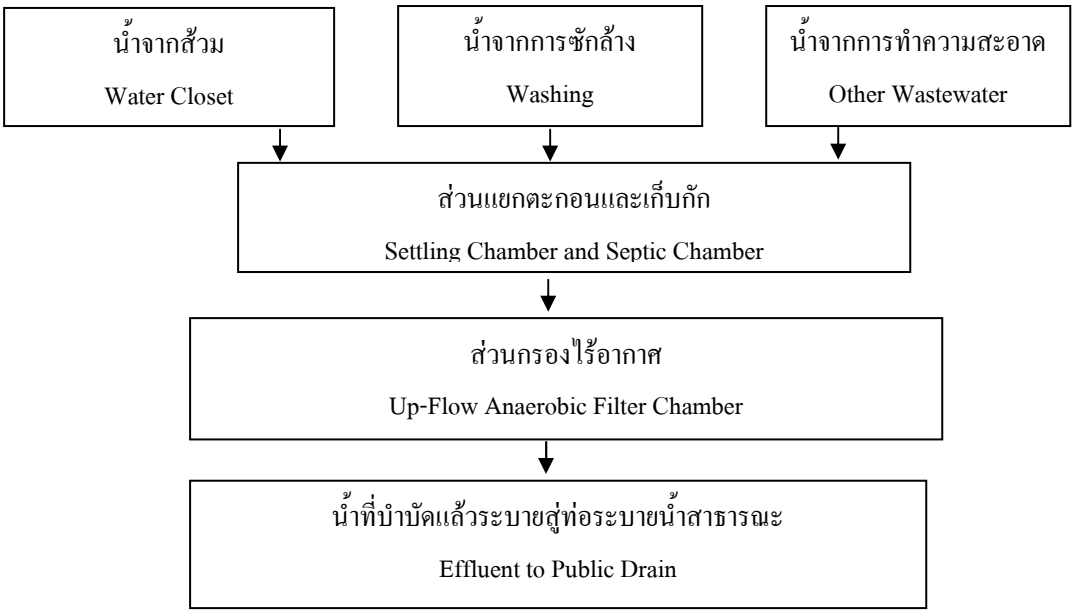

**ภาพประกอบที่ 6** ถังบำบัดน้ำเสีย ECO TANK

ที่มา : (http://material.thaicontractors.com/5969/)

รายละเอียดข้อมูลถังบำบัดน้ำเสีย ECO TANK

| | |
|---|---|
| 1) ชนิดของระบบที่ใช้บำบัด | กรองแบบไร้อากาศ Anaerobic filter process |
| 2) ปริมาณน้ำเสีย | 3.0 ลบ.ม./วัน $BOD_5$ เข้า 150 มก./ลิตร $BOD_5$ออก 40 มก./ลิตร |
| 3) ปริมาตรของถังบำบัด | 3.25 ลบ.ม. |
| 4) ขนาดถัง | เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.04 เมตร สูง 1.78 เมตร |
| 5) ชนิดของสื่อชีวภาพ | Polyethylene ทรงกระบอกสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. สูง 90 มม. พื้นที่ผิว 105 ตร.ม./ลบ.ม. Void 95% จำนวน 1,200 ลิตร |
| 6) ขนาดท่อน้ำเสีย/ระบายอากาศ | 4 นิ้ว/2 นิ้ว พีวีซี |
| 7) วัสดุตัวถัง | ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง |
| 8) วิธีการพันถัง/สีตัวถัง | ใช้ระบบ Auto-Spray up / สีเทา |
| 9) น้ำหนักถังเปล่า | 170 กิโลกรัม |
| 10) จำนวนถังบำบัดน้ำเสีย | 1 ชุด |

ที่มา : บริษัทพรีเมียร์โพรดักส์ จำกัด




**ภาพประกอบที่ 7** แผนภูมิการทำงานของถังบำบัดน้ำเสีย ECO TANK

ที่มา : (http://www.premier-products.co.th/products/ww/ecotank/ecoflowdiagram.htm)

**ภาพประกอบที่ 8** ระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี
ฝั่งบริเวณอาคาร 1 และอาคาร 2 ของสำนักงานอธิการบดี

**ภาพประกอบที่ 9** น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี

หน่วยงานที่มีความรับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี คือ งานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา เป็นหน่วยงานสังกัดกองอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษาให้บริการเกี่ยวกับระบบความจำเป็นพื้นฐานด้านสาธารณูปโภค ภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยระบบประปา สุขภัณฑ์ ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และงานเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาอาคาร ครุภัณฑ์ ถนน ฯลฯ

ในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ทางหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษาไม่มีแผนปฏิบัติงานในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำเพื่อดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย จะมีเฉพาะการขุดลอกบ่อเกรอะ ปีละ 1 ครั้ง เท่านั้น ทำให้ระบบบำบัดขาดการดูแล บางครั้งบริเวณบ่อเกรอะมักมีหญ้ามาปกคลุมบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้มีทัศนียภาพที่ไม่ดี ในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดีเริ่มมีการเดินระบบในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ซึ่งทางหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษาไม่มีแผนปฏิบัติงานในการดำเนินระบบบำบัด ไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำดูแลระบบน้ำเสีย เช่นกัน

2.1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) จุดเก็บน้ำ คือ น้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียและน้ำออกระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งนี้มีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นไม่สูงมาก ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ซึ่งระบบนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์นำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบบ่อเติมอากาศประกอบด้วยบ่อเติมอากาศ บ่อผึ่ง เพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง และบ่อเติมคลอรีน สำหรับฆ่าเชื้อโรค โดยมีขนาดของบ่อดังนี้

- บ่อเติมอากาศมีขนาดกว้าง 65 เมตร ยาว 116 เมตร ลึก 3 เมตร ใช้เครื่องเติมอากาศ ขนาด 25 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง ทำงาน 24 ชั่วโมง (สมใจ บุญธรรม, 2535)

- บ่อผึ่ง มีขนาดกว้าง 65 เมตร ยาว 85 เมตร ลึก 1.5 เมตร โดยเชื่อมต่อจากบ่อเติมอากาศโดยท่อระบายน้ำขนาด 6 นิ้ว ใช้แสงแดดจากดวงอาทิตย์เป็นตัวฆ่าเชื้อโรค (สมใจ บุญธรรม, 2535)

- บ่อเติมคลอรีน มีขนาดกว้าง 3.8 เมตร ยาว 5.6 เมตร ลึก 2 เมตร เป็นบ่อวนมีแนวกำแพงกั้น สลับเป็นชั้นๆ ฆ่าเชื้อโรคโดยคลอรีนเหลว 10% มีเครื่องเติมน้ำยาคลอรีน ยี่ห้อ Tacmina P2-12 จำนวน 2 ตัว เดินสลับกันทำงาน หลังจากนั้นจึงปล่อยน้ำเสียลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะต่อไป

**ภาพประกอบที่ 10** ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

**ภาพประกอบที่ 11** ลักษณะของบ่อเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

**ภาพประกอบที่ 12** ลักษณะของบ่อเติมคลอรีนของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์คือหน่วยงานวิศวกรรมซ่อมบำรุง ซึ่งหน่วยงานนี้ทำหน้าที่ออกแบบ ติดตั้งปรับปรุง ควบคุมการก่อสร้างระบบต่างๆ คือ ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบประปาสุขาภิบาล ระบบไอน้ำและน้ำร้อน ระบบสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ ระบบป้องกันอัคคีภัย บำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือพัสดุในความรับผิดชอบและซ่อมสาธารณูปโภค

ในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทางหน่วยงานวิศวกรรมซ่อมบำรุง มีแผนการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสีย มีการรายงานผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเป็นประจำทุกเดือน มีเจ้าหน้าที่ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ดูแลไม่ให้มีสิ่งสกปรก เช่น ขยะ ใบไม้ ปกคลุมระบบบำบัดน้ำเสีย มีการตรวจวัดค่าคลอรีนจากบ่อเติมคลอรีน วันละสองครั้ง เวลาเช้าและเวลาบ่าย เป็นประจำทุกวัน จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่าจำนวนบุคลากรที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียมีจำนวนไม่เพียงพอในการดูแลระบบบำบัด เนื่องจากบุคลกรมีหน้าที่ต้องดูแลระบบประปาสุขาภิบาล อีกหน้าที่หนึ่งด้วย

2.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) เก็บน้ำจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จุดเก็บน้ำ

คือ น้ำเข้าระบบที่ผ่านตะแกรงหยาบ (Manual Coarse Screen) และตะแกรงละเอียด (Automatic Fine Screen) แล้ว และน้ำออกจากระบบเป็นน้ำที่ออกจากบึงประดิษฐ์ W-5 ก่อนที่จะระบายออกสู่คลองขุด ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อรักษาคุณภาพน้ำในคูคลองต่างๆ ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ให้มีคุณภาพดีขึ้นโดยการรวบรวมและนำน้ำเสียมาปรับปรุงคุณภาพก่อนที่จะปล่อยลงสู่ทะเลสาบสงขลา น้ำที่ปล่อยทิ้งจะต้องได้รับการบำบัดไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลา และเนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่สามารถรองรับ น้ำเสียจากชุมชนได้ในปริมาณมาก จึงได้กำหนดให้ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นตัวแทนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเดินระบบต่ำบำรุงรักษาง่าย ร่วมกับการใช้ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) โดยอาศัยกลไกของธรรมชาติช่วยในการปรับสภาพน้ำเสียให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และส่งผลกระทบน้อยที่สุดต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลา (ข่าวสารสิ่งแวดล้อมภาคใต้, 2543)

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่ ประกอบด้วย

2.1.3.1 ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย หมายถึงส่วนที่รับและลำเลียงน้ำจากแหล่งกำเนิดไปยังสถานียกระดับและสูบน้ำรวมทั้งรับน้ำเสียจากสถานียกระดับและสูบน้ำเพื่อส่งน้ำเสียไปยังสถานีถัดไป โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1) ระบบระบายน้ำเดิม น้ำเสียและน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะไหลรวมตัวลงระบบระบายน้ำซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นรางเปิดรูปตัวยู มีขนาดระหว่าง 0.30 และ 2.00 เมตร ซึ่งรางระบายน้ำเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นท่อประธานและท่อแขนงเพื่อรวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดส่งต่อไปยังท่อรวบรวมน้ำเสีย และในสภาพปัจจุบันระบบระบายน้ำสามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการทั้งหมดประมาณร้อยละ 70 โดยพื้นที่ย่านธุรกิจการค้าใจกลางเมืองจะสามารถครอบคลุมได้ทั้งหมด

2) อาคารดักน้ำเสียเป็นอาคารชลศาสตร์ที่ก่อสร้างไว้เป็นที่ปล่อยน้ำทิ้งของระบบระบายน้ำซึ่งทำหน้าที่ผันน้ำเสียได้ไม่น้อยกว่า 5 DWF ลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก (Interceptor) ในกรณีที่น้ำเสียมีมากกว่า 5 DWF ส่วนที่มากกว่าจะไหลล้นผ่านอาคาร CSO ลงสู่แหล่งรับน้ำภายนอก จำนวนอาคาร CSO ที่ได้ก่อสร้างทั้งหมด 206 ตัว และมีรูปแบบแตกต่างกันซึ่งแต่ละแบบที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่การระบายน้ำ และลักษณะการป้องกันน้ำไหลย้อนกลับจากคลองที่ระบายน้ำทิ้ง

3) บ่อดักกรวดทราย/ตะแกรงดักขยะ อาคาร CSO ทุกตัวมีบ่อดักกรวดทรายควบคู่ไปกับตะแกรงดักขยะทั้งนี้เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อรวบรวมน้ำเสียซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

4) ท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก (Interceptor) ทำหน้าที่รับน้ำเสียส่วนที่ผันมาจากอาคาร CSO เท่านั้น โดยไม่มีการเชื่อมต่อท่อน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด ท่อรวบรวมน้ำเสียเป็นท่อกลมคอนกรีตเสริมเหล็ก มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน มอก. 128/ 2528 ชั้น 3 ชนิดปากลิ้นรางภายในเคลือบด้วยสาร PVA เพื่อป้องกันการกัดกร่อน สำหรับพื้นที่ให้บริการ 18.9 ตารางกิโลเมตร ในเขตเทศบาลนั้นได้วางท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก (Interceptor) จำนวน 3 สาย มีความยาวรวมกัน 24 กิโลเมตร

- Interceptor สาย 1 เริ่มต้นจากหมู่บ้านจันทร์วิโรจน์มาตามถนนรัตนวิบูลย์ลอดคลองเตยเข้าสู่ถนนนิพัทธ์ภักดี จากนั้นวางเลียบคลองเตยฝั่งขวา ลอดถนนศรีภูวนารถเข้าสู่ถนนละม้ายสงเคราะห์ ลอดคลองเตยบริเวณสะพานกิมหยงอุทิศ แล้วลอดใต้คลองเตยมาฝั่งซ้ายและเลียบคลองมาจนถึงถนนประชาธิปัตย์และเมื่อข้ามคลองเตยก็จะเข้าสู่สถานียกระดับ LS 1/1 จากนั้นก็จะเลี้ยวเข้าถนนสามชัยและเข้ามายังคลองเตยฝั่งซ้ายและเลียบแนวคลองมาจนถึงถนนเพชรเกษมจนมาถึงสถานียกระดับน้ำ LS 1/2 หลังจากนั้นได้วางท่อเลียบถนนเพชรเกษม แล้วเลี้ยวเข้าสู่แนวถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 4 จนกระทั่งถึงถนนเลียบทางรถไฟแล้วเลี้ยวเข้าสู่แนวถนนรัถการจนบรรจบกับ Interceptor สาย 1 มีความยาวรวม 14.2 กิโลเมตร

- Interceptor สาย 2 เริ่มต้นจากปลายถนนศรีภูวนาถแล้ววางท่อมาตามแนวถนนพลพิชัย ถนนราษฎร์เสรี จนกระทั่งบรรจบกับสายย่อยที่มาจากสถานียกระดับน้ำ LS 2/1 บนถนนเพชรเกษมซึ่งข้ามคลองอู่ตะเภามายังถนนสาครมงคล แล้ววางท่อเลียบคลองอู่ตะเภามาจนถึงสถานียกระดับและสูบน้ำ LS 2/2 จากสถานียกระดับน้ำจะวางท่อขนานไปกับถนนสาครมงคลแล้วเลี้ยวเข้าถนน รัชมังคลาภิเษก ถนนรัถการ ถนนเลียบ ทางรถไฟ จนบรรจบกับท่อรวบรวมน้ำเสียสายที่ 3 บริเวณถนนรัถการตัดกับถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 เพื่อออกไปสู่ทางหลวงสาย 414 Interceptor สาย 2 มีความยาวรวม 6.7 กิโลเมตร

- Interceptor สาย 3 จะรวบรวมน้ำเสียที่มาจากตัวเมืองเทศบาลนครหาดใหญ่ที่มากับ Interceptor สาย 1 และ 2 โดยเริ่มต้นจากถนนรัถการตัดกับถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 บริเวณริมทางรถไฟสายหาดใหญ่-สงขลา โดยลอดใต้ทางรถไฟเข้าสู่ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนลพบุรีราเมศวร์ (ทางหลวงสาย 414) โดยวางเลียบเขตทางด้านขวาในถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และเขตทางด้านซ้ายในถนนลพบุรีราเมศวร์ จนถึงคลองแหและลอดใต้ท้องคลองเข้าสู่สถานีสูบน้ำ LS 3A Interceptor สาย 3 วางคู่กัน 2 เส้น มีความยาวเส้นละ 3.1 กิโลเมตร

5) บ่อตรวจ (Manhole) เพื่อให้ท่อรวบรวมน้ำเสียหลักทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานยาวนาน โดยได้ก่อสร้างบ่อตรวจในแนวของท่อรวบรวมน้ำเสียเพื่อสามารถเข้าไปดูแลและบำรุงรักษาท่อได้ โดยระยะห่างระหว่างบ่อตรวจอยู่ระหว่าง 60 ถึง 200 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของท่อ นอกจากก่อสร้างบ่อตรวจตามระยะที่กำหนดแล้วได้ก่อสร้างในกรณีที่ท่อเปลี่ยนความลาดชัน เปลี่ยนขนาดและทิศทางเช่นเดียวกัน บ่อตรวจที่ก่อสร้างมีจำนวน 7 รูปแบบ ซึ่งมีการเลือกรูปแบบใช้งานได้พิจารณาจากลักษณะการเชื่อมต่อของแนว Interceptor ทิศทางต่าง ๆ

6) บ่อทำความสะอาดท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก (Flushing Manhole) เพื่อสนับสนุนให้ท่อรวบรวมน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้ทำการออกแบบและก่อสร้าง Flushing Manhole เพื่อให้สามารถผันน้ำจากคลองเตยและคลองอู่ตะเภาเข้ามาล้างตะกอนในเส้นท่อ การวางตำแหน่ง Flushing Manhole ได้พิจารณาจากความเหมาะสมในการรับน้ำจากคลองธรรมชาติเพื่อนำมาชะล้างตะกอนในเส้นท่อ โดยให้ Interceptor สายที่ 1 มีจำนวน 3 แห่ง และ Interceptor สายที่ 2 มีจำนวน 3 แห่ง

2.1.3.2 สถานียกระดับน้ำและสูบน้ำ (Lift and Pumping Station) การออกแบบก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ให้น้ำไหลในท่อโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงเมื่อถึงระยะทางหนึ่งระดับท่อจะมีความลึกเกินไป จำเป็นต้องมีสถานียกระดับน้ำเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นจึงได้ก่อสร้างสถานียกระดับน้ำจำนวน 4 แห่ง และสถานีสูบน้ำ 1 แห่ง โดยสถานียกระดับน้ำอยู่ในแนวของ Interceptor สายที่ 1 จำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานี LS 1/1 และ LS 1/2 และอยู่ในแนวของ Interceptor สายที่ 2 จำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานี LS 2/1 และ LS 2/2 สำหรับสถานีสูบน้ำ LS 3A นั้นจะทำหน้าที่สูบน้ำเสียที่รวบรวมได้ทั้งหมดเข้าสู่ระบบขนส่งน้ำแรงดัน แล้วส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไปยังที่ตั้งของสถานียกระดับน้ำ

2.1.3.3 ท่อส่งน้ำแรงดัน (Forced Main) น้ำเสียที่ถูกรวบรวมและส่งมายังสถานีสูบน้ำ LS 3A จะถูกสูบส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 9.6 กิโลเมตร โดยผ่านท่อน้ำแรงดัน โดยทำการสูบน้ำขึ้นหอถังสูง ซึ่งเชื่อมต่อกับท่อส่งน้ำ ซึ่งหอถังสูงนี้นอกจากทำหน้าที่ปล่อยน้ำเข้าสู่ท่อแล้วยังทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายให้กับเครื่องสูบน้ำ เมื่อเครื่องสูบน้ำหยุดทำงานกระทันหัน ท่อส่งน้ำแรงดันเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร วางในเขตทางและขนานไปกับถนนลพบุรีราเมศวร์ด้านฝั่งขวา โดยมีความยาวในช่วงแรก 6.1 กิโลเมตร หลังจากนั้นจะตัดถนนลพบุรีราเมศวร์ไปยังฝั่งซ้ายแล้ววางคู่ไปกับถนนทางเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระยะทางประมาณ 3.4 กิโลเมตร ที่ตำแหน่งความลึกต่ำสุดของท่อส่งน้ำแรงดันได้ก่อสร้างส่วนดักตะกอนทรายเพื่อให้สามารถดูดทรายหรือตะกอนต่างๆ ออกจากเส้นท่อได้

2.1.3.4 ระบบบำบัดน้ำเสีย

1) Headwork เป็นส่วนซึ่งรับน้ำเสียจากปลายท่อส่งน้ำแรงดัน เพื่อนำน้ำเข้าระบบโดยน้ำเสียจะไหลผ่านตะแกรงหยาบ (Manual Coarse Screen) และตะแกรงละเอียด (Automatic Fine Screen) เพื่อดักขยะออก จากนั้นจะไหลเข้าหน่วยวัดปริมาณน้ำเสียแบบ Parshall Flume ก่อนเข้าสู่ Primary Pond ต่อไป

2) Primary Pond เป็นส่วนแรกของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีววิทยาแบบไร้อากาศซึ่งการออกแบบและก่อสร้าง Primary Pond ในกระบวนการบำบัดเป็นการลดความต้องการพื้นที่ของระบบให้น้อยลงได้ออกแบบให้ Primary Pond สามารถลดค่า $BOD_5$ ในน้ำเสียร้อยละ 70

3) Facultative Pond น้ำที่ผ่านจาก Primary Pond จะไหลผ่าน Primary Casecade เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมก่อนไหลเข้าสู่ Facultative Pond เพื่อกำจัด $BOD_5$ ที่มีอยู่โดยได้ออกแบบให้สามารถลดค่า $BOD_5$ ได้ร้อยละ 70

4) Maturation Pond น้ำที่ออกจาก Facultative Pond จะไหลเข้าสู่ Maturation Pond ซึ่งจะช่วยทำหน้าที่หลักในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสีย โดยอาศัยรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ และขณะเดียวกันก็สามารถช่วยลดค่า $BOD_5$ ได้เพิ่มเติม

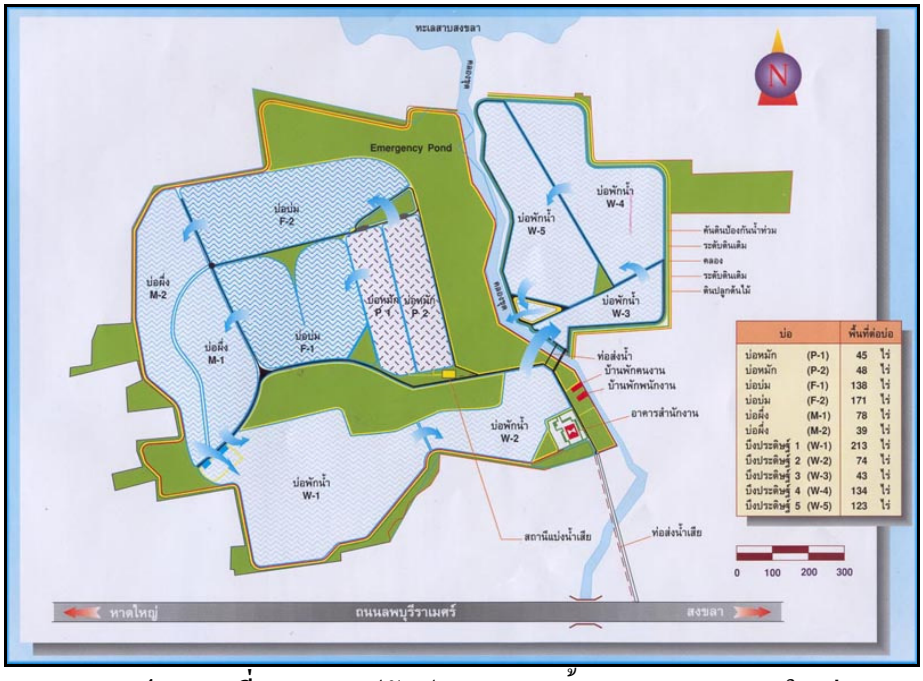
5) บึงประดิษฐ์ (Construction Wetland) น้ำที่ออกจาก Maturation Pond โดยทั่วไปจะมีสาหร่ายในปริมาณมาก และขณะเดียวกันก็มีสารอาหารปนอยู่ด้วย ซึ่งเมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำภายนอกอาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว จึงได้ออกแบบและก่อสร้างบึงประดิษฐ์ Free Water Surface System (FWS) เพื่อบำบัดน้ำที่ออกจาก Maturation Pond เพิ่มเติมซึ่งถือว่าเป็นการบำบัดขั้นสูง (Advanced Treatment) ซึ่งนอกจากจะเป็นการป้องกันปัญหาเกี่ยวกับสาหร่าย และสารอาหารในแหล่งน้ำแล้ว บึงประดิษฐ์จะสามารถลดค่า $BOD_5$ ได้เพิ่มโดยให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่า $BOD_5$ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร 5 บ่อ ดังนี้

- บึงประดิษฐ์ W-1 มีการปลูกพืชประเภทที่มีรากหยั่งถึงก้นบึง เพื่อทำหน้าที่ดูดซับสารอินทรีย์โดยอาศัยแบคทีเรียที่เกาะอยู่ตามรากและลำต้น เพื่อให้สามารถลด $BOD_5$
- บึงประดิษฐ์ W-2, W-3 มีการปรับปรุง จัดหา และปลูกพืชน้ำประเภทปกคลุมผิวน้ำเพื่อป้องกันมิให้แสงแดดส่องถึงสาหร่ายที่หลุดออกมาจากบ่อ Maturation Pond และให้สามารถดูดซับก๊าซไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ ทั้งนี้น้ำทิ้งที่ออกจากบึงประดิษฐ์ W-2 และW-3 จะต้องมีค่า $BOD_5$ และ TSS ต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

- บึงประดิษฐ์ W-4, W-5 มีการปรับปรุง จัดหา และปลูกพืชที่สามารถปรับสภาพน้ำที่ออกจาก W-3 กำจัด $BOD_5$ เพิ่มเติม และสามารถเติมออกซิเจน โดยกระบวนการ Reaeration

6) สถานีสูบน้ำที่ผ่านการบำบัด น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะระบายออกสู่คลองขุด ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำของโครงการโดยวิธีการสูบออกหรือการไหลผ่านท่อ (Discharge Pipe) โดยขึ้นอยู่กับระดับน้ำในคลองขุดเป็นหลัก น้ำที่ออกจากระบบก่อนลงสู่คลองขุดจะผ่าน Energy dissipator เพื่อป้องกันการกัดเซาะฝั่ง และเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำที่ผ่านการบำบัด

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลหาดใหญ่ ตั้งอยู่บริเวณตำบลน้ำน้อยและตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีพื้นที่ประมาณ 2,040 ไร่ 2 งาน 16 ตารางวา อยู่ห่างจากที่ทำการเทศบาลนครหาดใหญ่ไปทางด้านทิศเหนือประมาณ 13 กิโลเมตร รองรับพื้นที่ประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร ในเขตเทศบาลโดยครอบคลุมย่านธุรกิจการค้าและแหล่งชุมชนทั้งหมดในนครหาดใหญ่ คิดเป็น 70% ของพื้นที่ทั้งหมด ระบบถูกออกแบบให้สามารถรองรับน้ำเสียได้ระยะเวลา 20 ปี ในระยะ 10 ปีแรก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 – 2548 สามารถรองรับน้ำเสียได้ประมาณ 69,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และในระยะ 10 ปีถัดมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2558 สามารถรองรับน้ำเสียได้ประมาณ 138,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน




**ภาพประกอบที่ 13** ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่

ที่มา : (http://www.wwomc.com/images/.002/1160465484jpg)

หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่ คือฝ่ายจัดการคุณภาพน้ำ ส่วนช่างสุขาภิบาล ของเทศบาลนครหาดใหญ่

ในการดำเนินระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ทางเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้ว่าจ้างให้บริษัทเอกชนดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ คุณภาพน้ำทิ้งต้องได้มาตรฐานตามที่กำหนด คือ มีค่าบีโอดีของน้ำทิ้งหลังการบำบัดไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอยไม่เกิน 30 มิลลิกรัม ก่อนที่จะระบายลงแหล่งรองรับน้ำคือ คลองขุด แล้วไหลลงทะเลสาบสงขลาในที่สุด ซึ่งทางบริษัทเอกชนมีเจ้าหน้าที่ประจำดูแลและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีคุณภาพน้ำดี

ในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการเลือกวันเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในการวิจัย ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงในหัวข้อที่ 2.2

**2.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการเก็บตัวอย่างน้ำ**

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการเก็บตัวอย่างน้ำ ศึกษาจากอัตราการไหลสูงสุดของน้ำเสีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเก็บตัวอย่างน้ำในการวิจัยโดยการวัดอัตราการไหลของน้ำเสียที่เกิดขึ้นระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน เปรียบเทียบอัตราการไหลสูงสุดของน้ำเสียที่เกิดขึ้นระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน พิจารณาวันหยุดราชการหรือวันทำงานที่มีอัตราการไหลสูงสุดเป็นวันที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในงานวิจัย

2.2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment)

- ท่อระบายน้ำที่รองรับน้ำจากบ่อเกรอะและท่อน้ำทิ้งจากแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ ใช้ เวียร์ V-notch $45^{O}$ ซึ่งเป็นเวียร์ชนิดสามเหลี่ยม เหมาะสำหรับการหาอัตราการไหลของน้ำที่มีปริมาณน้อย เวียร์ที่ใช้สร้างจากแผ่นไม้ที่มีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระแทกของน้ำ สันเวียร์เป็นรูปตัว V โดยมีสูตรในการคำนวณ คือ

$Q = 0.56H^{2.5}$ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

โดย $Q$ = อัตราการไหลของน้ำในราง, ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

$H$ = ความสูงของระดับน้ำจากจุดยอดของสามเหลี่ยม, เมตร

- ระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำใช้วิธีการจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลลงบีกเกอร์

2.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment) คือ ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ คำนวณจากความเร็วของการไหลในรางน้ำเสีย ซึ่งอัตราการไหลคำนวณได้โดยใช้ผลคูณระหว่างความเร็วของการไหลและพื้นที่หน้าตัดของการไหล การวัดความเร็วของน้ำที่ไหลในรางระบายทำได้โดยการโยนวัตถุเบาๆ เช่นลูกปิงปอง ให้ลอยและไหลไปตามน้ำ จากนั้นจับเวลาเพื่อหาอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของลูกปิงปอง ทำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย วัดความลึกและความกว้างของราง นำมาคำนวณอัตราการไหลของน้ำในราง ได้ ดังนี้

$$Q = 0.8vA \quad \text{ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$

โดย

$Q$ = อัตราการไหลของน้ำในราง, ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

$v$ = ความเร็วของการไหลในรางน้ำเสีย, เมตรต่อวินาที

$A$ = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (กว้าง x ลึก), ตารางเมตร

2.2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment) คือ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นแบบ Parshall Flume มี Ultrasonic Sensor เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อมูลที่ต้องดำเนินการรวบรวม โดยแสดงในหัวข้อ 2.3 และรายละเอียดการเก็บและการรวบรวมข้อมูล แสดงในหัวข้อ 2.4

**2.3 การกำหนดข้อมูลที่ต้องดำเนินการรวบรวมเก็บข้อมูล** ได้แก่

2.3.1 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียคิดต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรน้ำเสีย

2.3.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบคิดต่อหน่วยลูกบาศก์น้ำเสีย

2.3.3 อัตราการไหลของน้ำเสียและลักษณะคุณภาพน้ำแต่ละระบบ

**2.4 การเก็บและการรวบรวมข้อมูล**

2.4.1 ศึกษาข้อมูลค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง

จากการซักถามเจ้าหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโดยการซักถามการดำเนินระบบบำบัดเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 9 เดือน

2.4.2 ตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเสียแต่ละระบบ เดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 9 เดือน เพื่อศึกษาถึงปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น

2.4.3 ศึกษาลักษณะคุณภาพน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ โดยทำการเก็บตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 แห่ง เดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 9 เดือน (กรกฎาคม 2551–มีนาคม 2552) โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบผสม (Composite Sample) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยมีตัวแปรคุณภาพน้ำและวิธีการวิเคราะห์ (APHA, AWWA and WEF, 1998) แสดงในตารางที่ 9 เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 10 และอุปกรณ์ในการวัดอัตราการไหล แสดงในตารางที่ 11

**ตารางที่ 9** ตัวแปรคุณภาพน้ำและวิธีการวิเคราะห์

| ตัวแปรคุณภาพน้ำ | วิธีการวิเคราะห์ * |
|---|---|
| pH | pH Meter |
| $BOD_5$ (Biochemical Oxygen Demand) (mg/L) | 5-Day BOD Test |
| COD (Chemical Oxygen Demand) (mg/L) | Open Reflux Method |
| TKN (mg/L) | Macro-Kjeldahl Method |
| Sulfide (mg/L) | Iodometric Method |
| Total Suspended Solids (mg/L) | Dried at 103-105 $^0$C |
| Total Dissolved Solids (mg/L) | Dried at 180 $^0$C |
| Settleable Solids (mL/L) | Imhoff Cone |
| Oil & Grease (mg/L) | Soxhlet Extraction Method |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | Most Probable Number |

* APHA, AWWA and WEF, 1998, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 20$^{th}$ edition, American Public Health Association, Washington D.C.

**ตารางที่ 10** เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

| เครื่องมือ | รายละเอียด |
|---|---|
| pH Meter | ยี่ห้อ Hack รุ่น Sension 1 |
| ตู้บ่ม 20 $^0$C | ยี่ห้อ Kelvinator Scientific |
| ชุดเตาหลุมวิเคราะห์ COD และ Oil & Grease | ยี่ห้อ Electrothermal |
| ชุดวิเคราะห์ TKN | ยี่ห้อ Velp รุ่น DK 20 |
| ปั๊มสูญญากาศ | ยี่ห้อ Gast |
| ตู้อบ | ยี่ห้อ Memmert รุ่น 12880-K |
| อ่างระเหย | ยี่ห้อ Grant รุ่น Sub 36 |
| เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง | ยี่ห้อ Chyo รุ่น JK-200 |
| ตู้บ่มเชื้อ 35 $^0$C | ยี่ห้อ Gallenkamp |
| หม้อนึ่งอัด | ยี่ห้อ Tomy รุ่น SS-325 |

**ตารางที่ 11** อุปกรณ์ในการวัดอัตราการไหล

| อุปกรณ์ | อุปกรณ์ |
|---|---|
| เวียร์ชนิดสามเหลี่ยม 45$^0$ | ลูกปิงปอง |
| นาฬิกาจับเวลา | ตลับเมตร |
| บีกเกอร์และกระบอกตวง | |

ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย มักมีเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินระบบบำบัด ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสำหรับงานวิจัยนี้ แสดงในหัวข้อ 2.5

**2.5 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย**

การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้เกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ เกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของสมพร เหมืองทอง (2551) ในการเลือกเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 เกณฑ์ เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) เป็นการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อใช้ในการฟื้นฟูสภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีปัญหาไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพให้กลับมาดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังเดิม จึงเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ในส่วนของเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของสมพร เหมืองทอง (2551) มีการ

ปรับเปลี่ยนเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) โดยมีการเพิ่มดัชนีที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ครอบคลุมการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียมากขึ้น

รายละเอียดเกณฑ์การประเมินของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ประกอบด้วย

1) งบประมาณ น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 2

2) บุคลากร น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 3

3) ความพร้อมในการดำเนินงาน น้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 4

4) การเดินระบบ น้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 5

จากเกณฑ์การประเมินของกรมควบคุมมลพิษ (2546) เห็นว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินเป็นเกณฑ์ในการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียเป็นหลัก ซึ่งยังไม่ครอบคลุมเกี่ยวกับการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

สำหรับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของสมพร เหมืองทอง (2551) ประกอบด้วย 1) ความพร้อมในการดำเนินงาน น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.06

2) งบประมาณ น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.03

3) บุคลากร น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.06

4) อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.06

5) ความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.06

6) การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.12

7) การปฏิบัติตามคู่มือเดินระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.075

8) ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.075

9) มาตรฐานน้ำทิ้ง น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.09

10) ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.105

11) มาตรฐานน้ำผิวดิน น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.09

12) ปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำ น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.105

13) การร้องเรียนของประชาชน น้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.07

จากเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของสมพร เหมืองทอง (2551) เห็นได้ว่า มีการเพิ่มเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียมากขึ้น คือ มีอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย ความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย การปฏิบัติตามคู่มือเดินระบบและได้เพิ่มเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านสิ่งแวดล้อม คือ มีมาตรฐานน้ำทิ้ง ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง มาตรฐานน้ำผิวดิน ปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำ และมีการเพิ่มเกณฑ์การร้องเรียนของประชาชนเพิ่มขึ้นมา แต่เกณฑ์การประเมินของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ

เกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของสมพร เหมืองทอง (2551) ทั้งสองเกณฑ์นี้เป็นการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ดังนั้นจึงได้มีการปรับเกณฑ์ขึ้นมาใช้ใหม่ แต่ยังมีการอ้างอิงจากเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของทั้งสองแหล่ง เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ซึ่ง การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) มีวิธีการให้คะแนนแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน (ร้อยละ) |
|---|---|
| ดีมาก | 90-100 |
| ดี | 76-89 |
| พอใช้ | 50-75 |
| ต่ำ | 0-49 |

ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในงานวิจัยนี้ แสดงในหัวข้อ 2.5.1 และ 2.5.2 ดังนี้

2.5.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 1 ประกอบด้วย

2.5.1.1 งบประมาณ น้ำหนักความสำคัญ 0.05 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีงบประมาณ

คะแนน 5 = มีบ้างแต่ไม่เพียงพอ

คะแนน 10 = มีงบประมาณเพียงพอ

งบประมาณพิจารณาจากความเพียงพอของงบประมาณในการบริหารงานระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.1.2 บุคลากร น้ำหนักความสำคัญ 0.05 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีบุคลากร

คะแนน 5 = มีน้อย ไม่เพียงพอ

คะแนน 7 = มีพียงพอแต่ขาดประสบการณ์

คะแนน 10 = มีเพียงพอและมีประสบการณ์

บุคลากรพิจารณาจากจำนวน ประสบการณ์ในการดำเนินงานด้านการจัดการน้ำเสีย

2.5.1.3 ความพร้อมในการดำเนินงาน น้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.05 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีความพร้อม ไม่มีแผนการดำเนินงาน

คะแนน 5 = มีแผนในการดำเนินงาน แต่ไม่มีการปฏิบัติ

คะแนน 7 = มีแผนในการดำเนินงาน ปฏิบัติแล้วแต่ยังไม่สมบูรณ์

คะแนน 10 = มีแผนในการดำเนินงานและดำเนินการอย่างสมบูรณ์

ความพร้อมในการดำเนินงานพิจารณาจากนโยบายของผู้บริหาร พิจารณาจากการบริหารจัดการงบประมาณเพื่อให้เกิดการดำเนินงานต่อไปได้ ซึ่งหากมีแผนในการดำเนินงานและมีการนำแผนไปสู่การปฏิบัติ ถือว่ามีการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์

2.5.1.4 การเดินระบบ น้ำหนักความสำคัญ 0.15 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีการเดินระบบ

คะแนน 5 = มีการเดินระบบ แต่ไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

คะแนน 7 = มีการเดินระบบ แต่ยังไม่สมบูรณ์

คะแนน 10 = มีการเดินระบบได้อย่างสมบูรณ์

การเดินระบบพิจารณาจากความต่อเนื่องในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้ระบบสามารถดำเนินต่อไปได้ หากมีการเดินระบบอยู่ตลอดเวลาและเมื่อเกิดปัญหาสามารถแก้ไขให้ระบบสามารถทำงานได้ตามปกติถือว่ามีการเดินระบบอย่างสมบูรณ์

2.5.1.5 อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย น้ำหนักความสำคัญ 0.10 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ

คะแนน 5 = เท่ากับค่าเฉลี่ยของประเทศ

คะแนน 10 = ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ

ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียซึ่งกรมควบคุมมลพิษได้ศึกษาในแผนฟื้นฟูและปรับปรุงระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนทั่วประเทศ พ.ศ. 2546 พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง มีอัตราส่วนค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียโดยเฉลี่ย 1.03 บาท/ลูกบาศก์เมตร ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ มีอัตราส่วนค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียโดยเฉลี่ย 1.65 บาท/ลูกบาศก์เมตร ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอคติเวเต็ดสลัดจ์ มีอัตราส่วนค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียโดยเฉลี่ย 1.91 บาท/ลูกบาศก์เมตร

2.5.1.6 ร้อยละของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย น้ำหนักความสำคัญ 0.15 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด น้อยกว่าร้อยละ 50 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

คะแนน 5 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด อยู่ระหว่างร้อยละ 50-75 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

คะแนน 7 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด อยู่ระหว่างร้อยละ 76-89 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

คะแนน 10 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด มากกว่าร้อยละ 90 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

พิจารณาจากร้อยละของปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบเทียบกับความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.5.1.7 มาตรฐานน้ำทิ้ง ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง จากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 น้ำหนักความสำคัญ 0.25 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ น้อยกว่าร้อยละ 50

คะแนน 5 = มีคุณภาพน้ำทิ้งยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ อยู่ระหว่างร้อยละ 50-75

คะแนน 7 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ อยู่ระหว่างร้อยละ 76-89

คะแนน 10 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ มากกว่า ร้อยละ 90

ในการให้คะแนนนั้น ให้พิจารณาจากร้อยละของจำนวนครั้งที่คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ ทุกพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ในค่ามาตรฐานดังกล่าว ที่ได้ทำการตรวจสอบ ดังนี้

$$\text{ร้อยละของคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบ}} \times 100$$

จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับค่าของคะแนนข้างต้น

2.5.1.8 ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง น้ำหนักความสำคัญ 0.20 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ

คะแนน 5 = ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้อยู่ระหว่างร้อยละ 50-75 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ

คะแนน 7 = ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้อยู่ระหว่างร้อยละ 76-89 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ

คะแนน 10 = ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้มากกว่า ร้อยละ 90 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ

สำหรับปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้งใช้ตามข้อแนะนำขั้นต่ำของกลุ่มสหภาพยุโรป เมื่อทิ้งลงแหล่งน้ำที่มีความอ่อนไหวต่อปัญหายูโทรฟิเคชั่น (Henze, 1999) ซึ่งกำหนดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในการให้คะแนน พิจารณาจากร้อยละของจำนวนครั้งที่ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง (ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด) ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ ดังนี้

$$\text{ร้อยละของปริมาณสารอาหาร} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้}}{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบ}} \text{X } 100$$

จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับค่าของคะแนนข้างต้น

**ตารางที่ 12** แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551)

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณ | 10 | 0.05 | A | 0.05A |
| 2. บุคลากร | 10 | 0.05 | B | 0.05B |
| 3. ความพร้อมในการดำเนินงาน | 10 | 0.05 | C | 0.05C |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | D | 0.15D |
| 5. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย | 10 | 0.10 | E | 0.10E |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | F | 0.15F |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.25 | G | 0.25G |
| 8. ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | H | 0.20H |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=8} (I_1+I_2\ldots n)x100$ |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=8} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ |

จากตารางที่ 12 ในการให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้ง 4 ระบบบำบัด คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีการให้น้ำหนักความสำคัญของดัชนีการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ เหมือนกัน ซึ่งทำให้มีการได้เปรียบ-เสียเปรียบกันของแต่ละระบบ เนื่องจากบางระบบ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี เป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำ ต้องนำไปบำบัดขั้นสูงต่อไป แต่สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่รูปแบบของระบบบำบัดเป็นระบบที่ดีมีการใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการบำบัดทำให้น้ำที่ออกจากระบบบำบัดมีคุณภาพดีและสำหรับดัชนีอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และสำนักงานอธิการบดีไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของกรมควบคุมมลพิษได้ เนื่องจากเป็นบ่อเกรอะและเป็นระบบแบบกรองไร้อากาศ จึงไม่สามารถให้คะแนนได้ และสำหรับดัชนีปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้งเนื่องจากในงานวิจัยนี้ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้งหมายถึงปริมาณไนโตรเจนเท่านั้น และดัชนีมาตรฐานน้ำทิ้งได้ครอบคลุมเกี่ยวกับปริมาณไนโตรเจนแล้ว ดังนั้นจึงได้มีการปรับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นมาใหม่เพื่อให้มีความเหมาะสมกับระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ โดยการตัดดัชนีอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียและปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง และมีการเพิ่มดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในหัวข้อ 2.5.2

2.5.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2 ประกอบด้วย

2.5.2.1 งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีงบประมาณ

คะแนน 5 = มีบ้างแต่ไม่เพียงพอ

คะแนน 10 = มีงบประมาณเพียงพอ

งบประมาณพิจารณาจากความเพียงพอของงบประมาณในการจัดสรรให้กับระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.2.2 บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีบุคลากร

คะแนน 5 = มีน้อย ไม่เพียงพอ

คะแนน 7 = มีพียงพอแต่ขาดประสบการณ์

คะแนน 10 = มีเพียงพอและมีประสบการณ์

บุคลากรพิจารณาจากจำนวน ประสบการณ์ในการดำเนินงานด้านการจัดการน้ำเสีย

2.5.2.3 แผนการดูแลระบบ กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีความพร้อม ไม่มีแผนการดำเนินงาน

คะแนน 5 = มีแผนในการดำเนินงาน แต่ไม่มีการปฏิบัติ

คะแนน 7 = มีแผนในการดำเนินงาน ปฏิบัติแล้วแต่ยังไม่สมบูรณ์

คะแนน 10 = มีแผนในการดำเนินงานและดำเนินการอย่างสมบูรณ์

แผนการดูแลระบบพิจารณาจากการมีแผนในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้เกิดการดำเนินงานต่อไปได้ ซึ่งหากมีแผนในการดำเนินงานและมีการนำแผนไปสู่การปฏิบัติถือว่ามีการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์

2.5.2.4 การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีการเดินระบบ

คะแนน 5 = มีการเดินระบบ แต่ไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

คะแนน 7 = มีการเดินระบบ แต่ยังไม่สมบูรณ์

คะแนน 10 = มีการเดินระบบได้อย่างสมบูรณ์

การเดินระบบพิจารณาจากความต่อเนื่องในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้ระบบสามารถดำเนินต่อไปได้ หากมีการเดินระบบอยู่ตลอดเวลาและเมื่อเกิดปัญหาสามารถแก้ไขให้ระบบสามารถทำงานได้ตามปกติถือว่ามีการเดินระบบอย่างสมบูรณ์

2.5.2.5 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียน้อยกว่าร้อยละ 50

คะแนน 5 = มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียอยู่ระหว่างร้อยละ 50-75

คะแนน 7 = มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียอยู่ระหว่างร้อยละ 76-89

คะแนน 10 = มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90

ในการให้คะแนนให้นำคะแนนที่ได้แต่ละพารามิเตอร์มารวมกัน ดังนี้

$$\text{คะแนนดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียต่อครั้ง} = \frac{\text{คะแนนที่ได้จากการบำบัดแต่ละพารามิเตอร์}}{\text{จำนวนพารามิเตอร์ที่นำมาคำนวณ}}$$

จากนั้น นำคะแนนแต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย ดังนี้

$$\text{คะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย} = \frac{\text{คะแนนดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียต่อครั้ง}}{\text{จำนวนครั้งในการตรวจสอบ}}$$

2.5.2.6 ร้อยละของความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด น้อยกว่าร้อยละ 50 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

คะแนน 5 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด อยู่ระหว่างร้อยละ 50-75 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

คะแนน 7 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด อยู่ระหว่างร้อยละ 76-89 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

คะแนน 10 = น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย

พิจารณาจากร้อยละของปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบเทียบกับความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.5.2.7 มาตรฐานน้ำทิ้ง ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง จากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 กำหนดการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ค่า ดังนี้

คะแนน 0 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ น้อยกว่าร้อยละ 50

คะแนน 5 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ อยู่ระหว่างร้อยละ 50-75

คะแนน 7 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ อยู่ระหว่างร้อยละ 76-89

คะแนน 10 = มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90

ในการให้คะแนนนั้น ให้พิจารณาจากร้อยละของจำนวนครั้งที่คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ ทุกพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ในค่ามาตรฐานดังกล่าว ที่ได้ทำการตรวจสอบ ดังนี้

$$\text{ร้อยละของคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบ}} \text{ X } 100$$

จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับค่าของคะแนนข้างต้น

**ตารางที่ 13** แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551)

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.20 | A | 0.20A |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.20 | B | 0.20B |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | C | 0.10C |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | D | 0.15D |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.10 | E | 0.10E |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | F | 0.15F |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.10 | G | 0.10G |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ |

จากตารางที่ 13 ในการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของดัชนีในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียพิจารณา ดังนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 เป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก รูปแบบเป็นบ่อเกรอะ ในการดูแลระบบใช้งบประมาณน้อยและไม่ต้องมีจำนวนบุคลากรมาก ดังนั้นดัชนีงบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน ดัชนีบุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ จึงให้น้ำหนักความสำคัญมาก คือ 0.20 รองลงมาคือดัชนีการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ดัชนีร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ ซึ่งมีความสำคัญกับระบบบำบัดน้ำเสีย ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.15 ดัชนีแผนการดูแลระบบ ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.10 และดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ดัชนีมาตรฐานน้ำทิ้ง ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.10 เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 เป็นบ่อเกรอะประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่สูง จึงให้น้ำหนักความสำคัญไม่สูงมาก

**ตารางที่ 14** แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551)

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.20 | A | 0.20A |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.20 | B | 0.20B |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | C | 0.10C |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | D | 0.15D |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.10 | E | 0.10E |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | F | 0.15F |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.10 | G | 0.10G |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ |

จากตารางที่ 14 ในการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของดัชนีในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียพิจารณา ดังนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี เป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก รูปแบบเป็นถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบกรองไร้อากาศ ในการดูแลระบบใช้งบประมาณน้อยและไม่ต้องมีจำนวนบุคลากรมาก ดังนั้นดัชนีงบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน ดัชนีบุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ จึงให้น้ำหนักความสำคัญมาก คือ 0.20 รองลงมาคือดัชนีการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ดัชนีร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ ซึ่งมีความสำคัญกับระบบบำบัดน้ำเสียให้น้ำหนักความสำคัญ 0.15 ดัชนีแผนการดูแลระบบ ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.10 และสำหรับดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ดัชนีมาตรฐานน้ำทิ้ง ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.10 เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี เป็นถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบกรองไร้อากาศ ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่สูง จึงให้น้ำหนักความสำคัญไม่สูงมาก

**ตารางที่ 15** แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551)

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.10 | A | 0.10A |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.10 | B | 0.10B |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | C | 0.10C |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | D | 0.15D |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.20 | E | 0.20E |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | F | 0.15F |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | G | 0.20G |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ |

จากตารางที่ 15 ในการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของดัชนีในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียพิจารณา ดังนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ในการดูแลระบบใช้งบประมาณมากและต้องมีบุคลากรจำนวนมาก ดังนั้นดัชนีงบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน ดัชนีบุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบจึงให้น้ำหนักความสำคัญน้อย คือ 0.10 สำหรับดัชนีแผนการดูแลระบบ ให้น้ำหนักความสำคัญเป็น 0.10 ดัชนีการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ดัชนีร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ ซึ่งมีความสำคัญกับระบบบำบัดน้ำเสียให้น้ำหนักความสำคัญ 0.15 และสำหรับดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ดัชนีมาตรฐานน้ำทิ้ง ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.20 เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูง จึงให้น้ำหนักความสำคัญสูง

**ตารางที่ 16** แสดงวิธีการคำนวณเพื่อการประเมินระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ภายใต้เกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ (2546) และ สมพร เหมืองทอง (2551)

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.10 | A | 0.10A |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.10 | B | 0.10B |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | C | 0.10C |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | D | 0.15D |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.20 | E | 0.20E |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | F | 0.15F |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | G | 0.20G |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ |

จากตารางที่ 16 ในการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของดัชนีในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียพิจารณา ดังนี้ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่แบบบ่อผึ่งร่วมกับบึงประดิษฐ์ ในการดูแลระบบใช้งบประมาณมากและต้องมีบุคลากรจำนวนมาก ดังนั้นดัชนีงบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน ดัชนีบุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ จึงให้น้ำหนักความสำคัญน้อย คือ 0.10 ดัชนีแผนการดูแลระบบให้น้ำหนักความสำคัญเป็น 0.10 สำหรับดัชนีการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ดัชนีร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ ซึ่งมีความสำคัญกับระบบบำบัดน้ำเสียให้น้ำหนักความสำคัญ 0.15 และดัชนีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ดัชนีมาตรฐานน้ำทิ้ง ให้น้ำหนักความสำคัญ 0.20 เนื่องจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดี จึงให้น้ำหนักความสำคัญสูง

# บทที่ 3

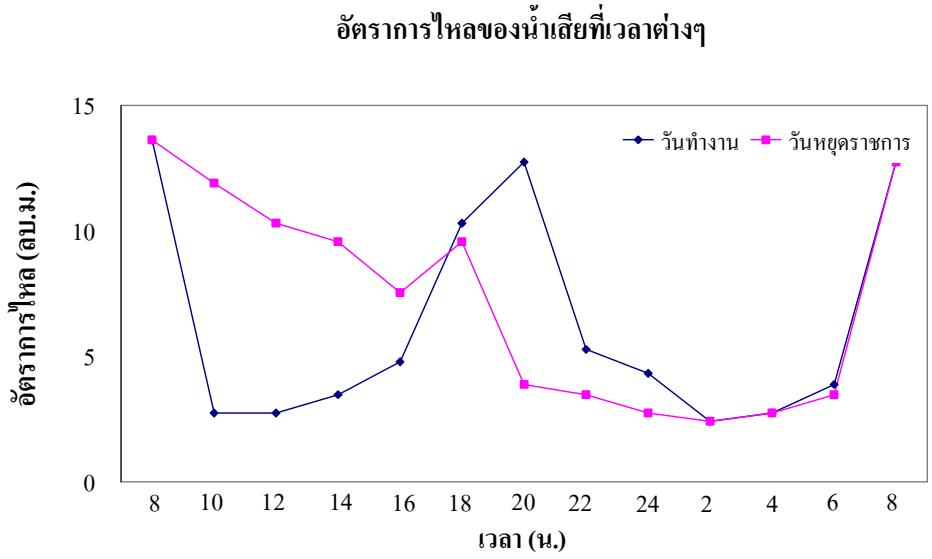
# ผลการวิจัยและวิจารณ์

## 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำ

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อศึกษาอัตราการไหลสูงสุดและลักษณะคุณภาพน้ำเสียระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงานของแต่ละระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อใช้ศึกษาว่าระหว่างวันหยุดราชการหรือวันทำงาน วันใดที่มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นสูงสุดเพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำในการวิจัย

3.1.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Wastewater Treatment)

การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียจากแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงผลดังตารางที่ 17 และผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำของแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงผลดังตารางที่ 18




**ภาพประกอบที่ 14** อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ

**ตารางที่ 17** อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่าง ๆ

| ครั้งที่ | เวลา (น.) | อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) | |
|---|---|---|---|
| | | วันทำงาน | วันหยุดราชการ |
| 1 | 8.00 | 13.62 | 13.62 |
| 2 | 10.00 | 2.74 | 11.90 |
| 3 | 12.00 | 2.74 | 10.31 |
| 4 | 14.00 | 3.47 | 9.57 |
| 5 | 16.00 | 4.78 | 7.54 |
| 6 | 18.00 | 10.31 | 9.57 |
| 7 | 20.00 | 12.74 | 3.88 |
| 8 | 22.00 | 5.27 | 3.47 |
| 9 | 24.00 | 4.32 | 2.74 |
| 10 | 02.00 | 2.41 | 2.41 |
| 11 | 04.00 | 2.74 | 2.74 |
| 12 | 06.00 | 3.88 | 3.47 |
| 13 | 08.00 | 12.74 | 12.74 |
| | เฉลี่ย | 6.29 | 7.23 |
| | $\overline{X} \pm$ SD | 6.29 $\pm$ 4.35 | 7.23 $\pm$ 4.25 |

หมายเหตุ : วันที่เก็บตัวอย่าง 29 - 30 มีนาคม 2551 และ 31 มีนาคม - 1 เมษายน 2551

จากตารางที่ 17 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำเสียในวันทำงานและวันหยุดราชการที่เวลาต่างๆ พบว่าอัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุด เป็น 13.62 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเกิดขึ้นทั้งในวันทำงานและวันหยุดราชการ ที่เวลา 8.00 น. และอัตราการไหลเฉลี่ยในวันทำงานเป็น 6.29 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการไหลเฉลี่ยในวันหยุดราชการ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 7.23 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เหตุที่อัตราการไหลเฉลี่ยในวันทำงานมีค่าใกล้เคียงกับวันหยุดราชการอาจเนื่องจากบุคลากรที่พักอาศัยอาจกลับมาใช้ชีวิตในแฟลตหอพัก ในช่วงเวลาพักกลางวัน ทำให้เกิดการใช้น้ำใกล้เคียงกับในวันหยุดราชการ แต่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ เลือกเก็บตัวอย่างในวันหยุดราชการ ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในการทำวิจัยทำ

การเก็บตัวอย่างน้ำแบบคอมโพสิท (Composite) เก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในวันหยุดราชการ

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งมีรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียเป็นถังบำบัดสำเร็จรูปขนาด 3.25 ลูกบาศก์เมตร เป็นแบบถังกรองไร้อากาศ สามารถรองรับน้ำเสียได้ 3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งระบบบำบัด น้ำเสียของสำนักงานอธิการบดีมีการใช้งานเฉพาะวันทำงาน ดังนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบคอมโพสิท (Composite) เก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในวันทำงาน

**ตารางที่ 18** ลักษณะคุณภาพน้ำจากแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ในวันทำงานและวันหยุดราชการ

| ตัวแปร | วันทำงาน | วันหยุดราชการ | มาตรฐานน้ำทิ้ง* |
|---|---|---|---|
| | น้ำออกจากระบบ | น้ำออกจากระบบ | |
| pH | 6.94 | 6.86 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | N.D. | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 65 | 100 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 211 | 275 | - |
| TKN (mg/L) | 25.2 | 26.6 | ไม่เกิน 40 |
| SS (mg/L) | 29 | 38 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 252 | 335 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | N.D. | N.D. | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil and Grease (mg/L) | 11 | 15 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $8 \times 10^5$ | $2.4 \times 10^6$ | - |

หมายเหตุ : * มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ง

N.D. ไม่สามารถตรวจวัดได้ - ไม่ได้กำหนด

3.1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment)

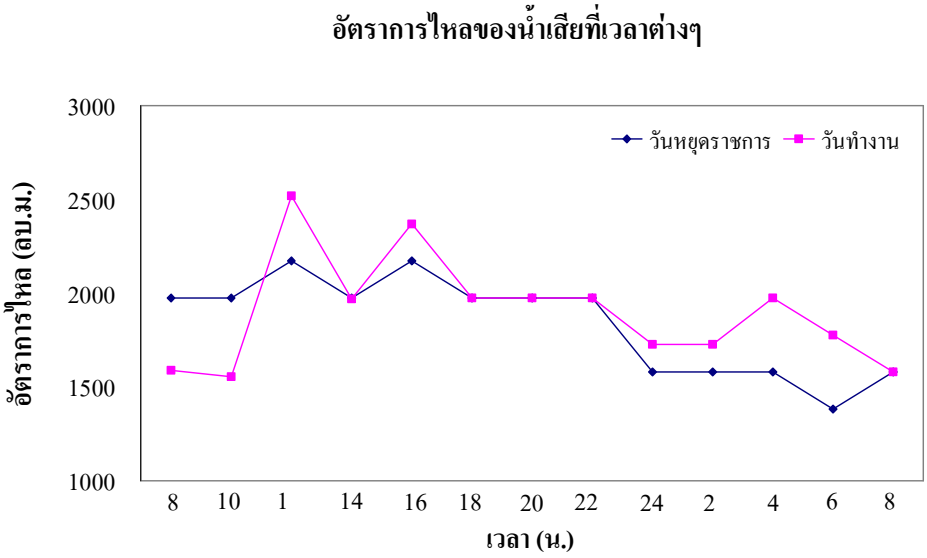
การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงผลดังตารางที่ 19 และผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงผลดังตารางที่ 20

**ตารางที่ 19** อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่าง ๆ

| ครั้งที่ | เวลา (น.) | อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) | |
|---|---|---|---|
| | | วันหยุดราชการ | วันทำงาน |
| 1 | 8.00 | 1,975 | 1,590 |
| 2 | 10.00 | 1,975 | 1,555 |
| 3 | 12.00 | 2,172 | 2,519 |
| 4 | 14.00 | 1,975 | 1,970 |
| 5 | 16.00 | 2,172 | 2,370 |
| 6 | 18.00 | 1,975 | 1,975 |
| 7 | 20.00 | 1,975 | 1,975 |
| 8 | 22.00 | 1,975 | 1,975 |
| 9 | 24.00 | 1,580 | 1,728 |
| 10 | 02.00 | 1,580 | 1,728 |
| 11 | 04.00 | 1,580 | 1,975 |
| 12 | 06.00 | 1,382 | 1,777 |
| 13 | 08.00 | 1,580 | 1,580 |
| | เฉลี่ย | 1,838 | 1,901 |
| | $\overline{X} \pm$ SD | 1,838 $\pm$ 260 | 1,901 $\pm$ 292 |

หมายเหตุ : วันที่เก็บตัวอย่าง 19-20 มกราคม 2551 และ 21-22 มกราคม 2551

จากตารางที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ในวันทำงานและวันหยุดราชการที่เวลาต่างๆ พบว่าในวันทำงาน เวลา 12.00 น. อัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุด เป็น 2,519 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำเสียในวันทำงานมีค่าเป็น 1,901 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใกล้เคียงกับอัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำเสียในวันหยุดราชการ มีค่าเป็น 1,838 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เนื่องจากในวันหยุดราชการโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ยังคงมีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เช่นเดียวกับในวันทำงาน แต่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในการทำวิจัย ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในวันทำงาน โดยเก็บตัวอย่างน้ำแบบคอมโพสิท (Composite) โดยเก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง




**ภาพประกอบที่ 15** อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่าง ๆ

**ตารางที่ 20** ลักษณะคุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ในวันหยุดราชการและวันทำงาน

| ตัวแปร | วันหยุดราชการ | | วันทำงาน | | มาตรฐานน้ำทิ้ง* |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกจากระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกจากระบบ | |
| pH | 7.2 | 5.7 | 6.9 | 5.7 | 5-9 |
| Settleable Solids(mL/L) | 1.0 | <0.1 | 1.3 | <0.1 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 96 | 15 | 107 | 16 | ไม่เกิน 20 |
| COD (mg/L) | 246 | 90 | 361 | 107 | - |
| TKN (mg/L) | 17.4 | 1.1 | 19.0 | 2.2 | ไม่เกิน 35 |
| SS (mg/L) | 24 | 18 | 35 | 29 | ไม่เกิน 30 |
| TDS (mg/L) | 293 | 238 | 339 | 253 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | ไม่เกิน 1.0 |
| Oil and Grease (mg/L) | 18.5 | 8.2 | 13.5 | 9 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $5x10^5$ | < 2 | $2.4x10^6$ | < 2 | - |

หมายเหตุ : * มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก

N.D. ไม่สามารถตรวจวัดได้ - ไม่ได้กำหนด

3.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central Wastewater Treatment)

การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงผลดังตารางที่ 21 และผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ระหว่างวันหยุดราชการและวันทำงาน แสดงผลดังตารางที่ 22

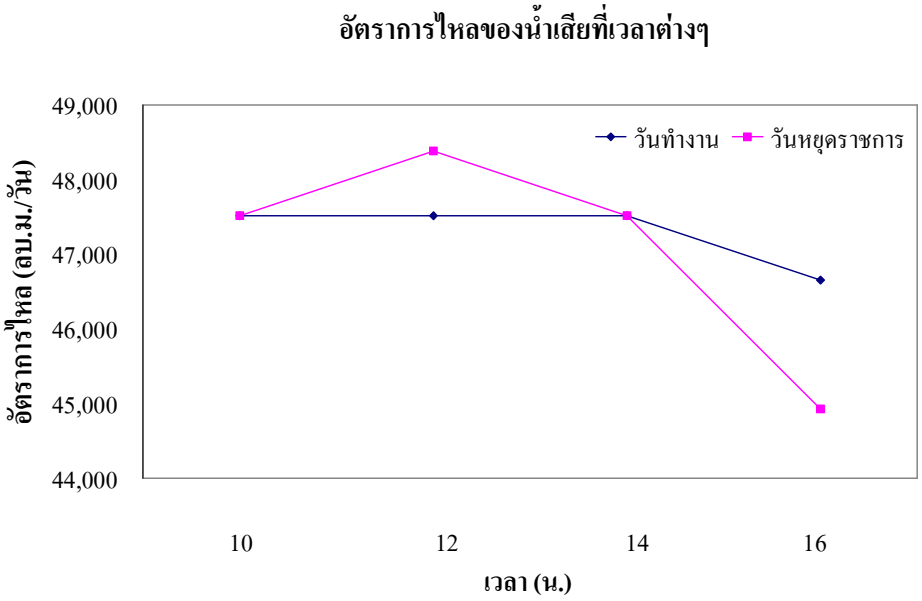
**ตารางที่ 21** อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ

| ครั้งที่ | เวลา (น.) | อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) | |
|---|---|---|---|
| | | วันทำงาน | วันหยุดราชการ |
| 1 | 8.00 | - | - |
| 2 | 10.00 | 47,520 | 47,520 |
| 3 | 12.00 | 47,520 | 48,384 |
| 4 | 14.00 | 47,520 | 47,520 |
| 5 | 16.00 | 46,656 | 44,928 |
| 6 | 18.00 | - | - |
| 7 | 20.00 | - | - |
| | เฉลี่ย | 47,304 | 47,088 |
| | $\overline{X} \pm SD$ | $47,304 \pm 432$ | $47,088 \pm 1,496$ |

หมายเหตุ : - ไม่ได้ทำการวัดอัตราการไหล เนื่องจากไม่มีน้ำเข้าระบบบำบัด

วันที่เก็บตัวอย่าง 7-8 มีนาคม 2551

จากตารางที่ 21 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ในวันทำงานและวันหยุดราชการที่เวลาต่างๆ พบว่าในวันหยุดราชการเวลา 12.00 น. อัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุด เป็น 48,384 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในวันทำงานมีอัตราการไหลเฉลี่ย เป็น 47,304 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าใกล้เคียงกับวันหยุดราชการซึ่งมีอัตราการไหลเฉลี่ยเป็น 47,088 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในการทำวิจัยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำในวันหยุดราชการ เป็นแบบคอมโพสิท (composite) โดยเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง




**ภาพประกอบที่ 16** อัตราการไหลของน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่ ในวันหยุดราชการและวันทำงานที่เวลาต่างๆ

**ตารางที่ 22** ลักษณะคุณภาพน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ในวันทำงานและวันหยุดราชการ

| Parameter | วันทำงาน | | วันหยุดราชการ | | มาตรฐานน้ำทิ้ง* |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกจากระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกจากระบบ | |
| pH | 6.3 | 6.5 | 6.3 | 6.5 | 5-9 |
| Settleable Solids(mL/L) | 0.1 | <0.1 | 0.2 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 24 | 8.7 | 27 | 12 | ไม่เกิน 20 |
| COD (mg/L) | 151 | 34 | 185 | 67 | - |
| TKN (mg/L) | 15 | 0.6 | 14 | 1.7 | ไม่เกิน 35 |
| SS (mg/L) | 30 | 49 | 37 | 48 | ไม่เกิน 30 |
| TDS (mg/L) | 261 | 234 | 274 | 246 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 0.4 | N.D. | 0.4 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 |
| Oil and Grease (mg/L) | 28 | 5 | 32 | 6 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $5x10^6$ | $1.6x10^3$ | $9x10^6$ | $1.6x10^3$ | - |

หมายเหตุ : *มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก N.D. ไม่สามารถตรวจวัดได้ - ไม่ได้กำหนด

ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียมักมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแตกต่างกันขึ้นกับรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ขนาดของระบบบำบัด เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งในการวิจัยนี้ได้มีการประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ดังแสดงในหัวข้อ 3.2

**3.2 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง**

**ตารางที่ 23** การประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

| ลำดับที่ | รายละเอียด | จำนวน | หน่วย | ค่าวัสดุสิ่งของ (บาท) | | ค่าแรงงาน (บาท) | | ค่าวัสดุและค่าแรงงาน (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | จำนวนเงิน |
| 1 | งานขุดดิน | 12 | ลบ.ม. | - | - | 300 | 3,600 | 3,600 |
| 2 | คอนกรีต | 3.8 | ตร.ม. | 1,850 | 7,030 | 250 | 950 | 7,980 |
| 3 | ทรายหยาบ | 0.3 | ลบ.ม. | 350 | 105 | 20 | 6 | 111 |
| 4 | เหล็กเสริม | | | | | | | |
| | -RB6 | 5 | เส้น | 80 | 400 | 20 | 100 | 500 |
| | -RB9 | 24 | เส้น | 100 | 2,400 | 20 | 480 | 2,880 |
| 5 | ไม้แบบ | 31.5 | ตร.ม. | 300 | 9,450 | 120 | 3,780 | 13,230 |
| 6 | ฉาบผนังบ่อ | 31.5 | ตร.ม. | 80 | 2,520 | 50 | 1,575 | 4,095 |
| 7 | ท่อ PVC เข้าบ่อ | 1 | เส้น | 450 | 450 | 200 | 200 | 650 |
| | รวมค่าวัสดุและค่าแรงงานเป็นเงิน (บาท) | | | | 22,355 | | 10,691 | 33,046 |

หมายเหตุ : ราคาเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เป็นการประเมินราคาจากผู้รับเหมารายหนึ่งในท้องถิ่น

ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีทั้งหมด 3 ชุด ดังนั้นค่าใช้จ่าย 33,046 บาท x 3 ชุด = 99,138 บาท

**ตารางที่ 24** ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

| ลำดับที่ | รายละเอียด | จำนวน | หน่วย | ค่าวัสดุสิ่งของ (บาท) | | ค่าแรงงาน (บาท) | | ค่าวัสดุและค่าแรงงาน (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | |
| 1 | งานขุดดินพร้อมรื้อบ่อเดิม | 3 | ชุด | - | - | 5,000 | 15,000 | 15,000 |
| 2 | ถังบำบัดสำเร็จรูปแบบเกรอะกรองไร้อากาศ | 1 | ชุด | 35,000 | 35,000 | 5,000 | 5,000 | 40,000 |
| 3 | งานสกัดวางท่อห้องน้ำใหม่อาคาร 1 | 27 | ตร.ม. | - | - | 300 | 8,100 | 8,100 |
| 4 | งานสกัดวางท่อห้องน้ำใหม่อาคาร 2 | 1 | ชุด | - | - | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| 5 | งานวางท่อ | | | | | | | |
| | - ท่อ PVC 6 นิ้ว ชั้น 8.5 | 2 | เส้น | 1,355 | 2,710 | - | - | 2,710 |
| | - ท่อ PVC 4 นิ้ว ชั้น 8.5 | 3 | เส้น | 640 | 1,920 | - | - | 1,920 |
| | - สามทางวาย 6 นิ้ว ลด 4 นิ้ว | 2 | ตัว | 547 | 1,094 | - | - | 1,094 |
| | - สามทีวาย 4 นิ้ว | 4 | ตัว | 175 | 700 | - | - | 700 |
| | - สามทางวาย 4 นิ้ว | 1 | ตัว | 161 | 161 | - | - | 161 |
| | - งอ 45 ขนาด 4 นิ้ว | 5 | ตัว | 71 | 355 | - | - | 355 |
| | - Fco 4 นิ้ว | 1 | ตัว | 140 | 140 | - | - | 140 |
| | - CO 4 นิ้ว | 2 | ตัว | 140 | 280 | - | - | 280 |
| 6 | งานปูกระเบื้องใหม่ | 27 | ตร.ม. | 250 | 6,750 | 120 | 3,240 | 9,990 |
| 7 | ค่าแรงติดตั้งท่อ | 1 | ชุด | - | - | 3,500 | 3,500 | 3,500 |
| 8 | งานอื่น ๆ | 1 | ชุด | - | - | 9,000 | 9,000 | 9,000 |
| 9 | ชุดปรับแรงดันน้ำขนาด 3/4 นิ้ว | 8 | ชุด | 2,750 | 22,000 | 100 | 800 | 22,800 |
| 10 | ท่อ PVC 1 นิ้ว ชั้น 13.5 | 2 | เส้น | 101 | 202 | 250 | 500 | 702 |
| 11 | งานลอกคูระบาย | 1 | งาน | - | - | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| 12 | งานรื้อกระเบื้อง | 27 | ตร.ม. | - | - | 200 | 5,400 | 5,400 |
| | รวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน(บาท) | | | | 71,312 | | 54,540 | 125,852 |

หมายเหตุ : ราคาเมื่อเดือนพฤษภาคม 2551 เป็นราคาที่ให้โดยบริษัทพรีเมียร์โปรดักส์ จำกัด

ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 125,852 บาท

**ตารางที่ 25** การประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

| ลำดับที่ | รายการ | จำนวน | หน่วย | ค่าวัสดุ (บาท) | | ค่าแรง (บาท) | | ค่าวัสดุรวมค่าแรง (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | |
| 1 | **บ่อเติมอากาศ**<br>1.1 เสารั้วคอนกรีตอัดแรง 4x4 นิ้ว$^2$ | 6 | ต้น | 130 | 780 | - | - | 780 |
| | 1.2 งานขุดดิน ขุดดิน+ปรับดิน | 19,578 | ลบ.ม. | - | - | 61 | 1,194,258 | 1,194,258 |
| 2 | **บ่อผึ่ง**<br>2.1 งานขุดดิน ขุดดิน+ปรับดิน | 7,639.5 | ลบ.ม. | - | - | 61 | 466,009.50 | 466,009.50 |
| 3 | **บ่อเติมคลอรีน**<br>3.1 งานคอนกรีต | | | | | | | |
| | - คอนกรีต 240 | 45 | ลบ.ม. | 2,052.34 | 92,355.30 | - | - | 92,355.30 |
| | - ทรายหยาบ | 25 | ลบ.ม. | 74.77 | 1,869.15 | - | - | 1,869.15 |
| | -เหล็กกลม ∅9 มม. | 60 | กก. | 22.26 | 1335.60 | 4 | 240 | 1,575.60 |
| | - ลวดผูกเหล็ก | 7 | กก. | 28 | 196 | - | - | 196 |
| | - ไม้แบบ | 15 | ตร.ม. | 300 | 4,500 | - | - | 4,500 |
| | - ไม้คร่าวยึดไม้แบบ | 3 | ตร.ม. | 300 | 900 | - | - | 900 |
| | - ตะปู | 8 | กก. | 46.73 | 373.84 | - | - | 373.84 |
| | - ฉาบปูนเรียบ | 86.8 | ตร.ม. | 2,052.34 | 178,143.11 | 100 | 8,680 | 186,823.11 |
| | 3.2 งานขุดดิน ขุดดิน+ปรับดิน | 70 | ลบ.ม | - | - | 61 | 4,270 | 4,270 |
| | 3.3 งานถังคลอรีน | | | | | | | |
| | - ตัวถังขนาด 1,500 ลิตร | 1 | ถัง | 5,000 | 5,000 | - | - | 5,000 |
| | - เหล็กแบนกว้าง 2 นิ้ว หนา 3.2 มม. | 2 | ท่อน | 212 | 424 | - | - | 424 |
| | - Gate valve 3/4 นิ้ว | 1 | ตัว | 140 | 140 | - | - | 140 |
| | - กาวติดท่อ | 1 | กป. | 40 | 40 | - | - | 40 |
| | - เครื่องเติมคลอรีน | 2 | ตัว | 17,900 | 35,800 | - | - | 35,800 |
| | - ท่อ PVC 3/4 นิ้ว | 2 | ท่อน | 29 | 58 | - | - | 58 |
| 4 | **เครื่องเติมอากาศ ขนาด 25 HP** | 2 | ตัว | 300,000 | 600,000 | - | - | 600,000 |

หมายเหตุ : ราคาเมื่อเดือนธันวาคม 2551 (ธนพล คงทรัพย์ และ พงศ์กรณ์ เกื้อหนุน, 2551)

| | | |
|---|---|---|
| รวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน | 2,595,373 | บาท |
| กำไร 15% | 389,306 | บาท |
| ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% | 208,928 | บาท |
| รวมเป็นเงินทั้งสิ้น | 3,193,607 | บาท |

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ 3,193,607 บาท

**ตารางที่ 26** ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

| รายการ | ค่าใช้จ่าย (บาท) |
|---|---|
| 1. ค่าจัดซื้อที่ดิน จำนวน 2,040 ไร่ 2 งาน 216 ตารางวา | 629,863,741 |
| 2. ค่าออกแบบและก่อสร้าง | 1,191,000,000 |
| 3. ค่าควบคุมงาน | 34,000,000 |
| 4. ค่าบริหารโครงการ | 12,500,000 |
| รวม | 1,867,363,741 |

ที่มา : เทศบาลนครหาดใหญ่, 2551

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ 1,867,363,741 บาท แหล่งงบประมาณการก่อสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้รับเงินอุดหนุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อม เงินสมทบจากเทศบาล เงินอุดหนุนสิ่งแวดล้อมแบบมีเงื่อนไขและเงินอุดหนุนจากรัฐบาล

**ตารางที่ 27** ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

| ระบบบำบัดน้ำเสีย | | ค่าใช้จ่าย (บาท) | พ.ศ.* |
|---|---|---|---|
| 1. แบบติดกับที่ | แฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 99,138 | 2551 |
| | สำนักงานอธิการบดี | 125,852 | 2551 |
| 2. แบบรวมกลุ่มอาคาร | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 3,193,607 | 2551 |
| 3. แบบศูนย์กลาง | ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ | 1,867,363,741 | 2538 |

หมายเหตุ : * พ.ศ. ที่ทำการประมาณราคา

จากตารางที่ 27 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ พบว่าค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีค่าใช้จ่ายเป็นดังนี้ คือ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีค่าใช้จ่าย 99,138 บาท ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 125,852 บาท

สำหรับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 3,193,607 บาท เห็นได้ว่าระบบบำบัดนี้มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องเติมอากาศจำนวน 2 เครื่อง เพื่อใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง ได้แก่ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 1,867,363,741 บาท เนื่องจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่นี้ ตั้งอยู่บริเวณตำบลน้ำน้อยและตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา อยู่ห่างจากที่ทำการเทศบาลนครหาดใหญ่ไปทางด้านทิศเหนือประมาณ 13 กิโลเมตร รองรับพื้นที่ประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร ในเขตเทศบาล โดยครอบคลุมย่านธุรกิจการค้าและแหล่งชุมชนทั้งหมดในนครหาดใหญ่ คิดเป็น 70% ของพื้นที่ทั้งหมด ทำให้มีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวันสูงมาก และเนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียนี้อยู่ห่างจากแหล่งชุมชนมาก จึงต้องมีการก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสียและอาคารดักน้ำเสียสูง ซึ่งท่อรวบรวมน้ำเสียหลักมีจำนวน 3 สาย มีความยาวรวมกัน 24 กิโลเมตรและอาคารดักน้ำเสีย มีจำนวน 206 อาคาร (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2551) ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง

นอกจากมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแล้วระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ มักมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการบำรุงรักษา และค่าบุคลากร แต่ในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จะไม่รวมค่าบุคลากรในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียมักมีหน้าที่ดูแลระบบอื่นๆ เช่นระบบประปา ควบคู่ไปด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ ดังหัวข้อ 3.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ

### 3.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ

#### 3.3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ใช้สำหรับจ้างบริษัทเอกชนขุดลอกบ่อเกรอะ ปีละ 1 ครั้ง โดยมีค่าใช้จ่าย 2,500 บาทต่อปี มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.29 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 28

**ตารางที่ 28** ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4

| เดือน | อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) | อัตราการไหล (ลบ.ม./ปี) | ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อลบ.ม.) |
|---|---|---|---|
| กรกฎาคม | 10 | 3,650 | 0.68 |
| สิงหาคม | 3.2 | 1,168 | 2.14 |
| กันยายน | 5.8 | 2,117 | 1.18 |
| ตุลาคม | 5.1 | 1,862 | 1.34 |
| พฤศจิกายน | 9.1 | 3,322 | 0.75 |
| ธันวาคม | 5.5 | 2,008 | 1.25 |
| มกราคม | 7.4 | 2,701 | 0.93 |
| กุมภาพันธ์ | 3.6 | 1,314 | 1.90 |
| มีนาคม | 4.9 | 1,789 | 1.40 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.1 | 2,214 | 1.29 |

#### 3.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี

ระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดีเริ่มมีการใช้งานในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ซึ่งยังไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการใดๆ แต่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ได้มีการเปลี่ยนแปลงแนวเส้นท่อเดิม โดยเพิ่มแนวเส้นท่อจากห้องน้ำของอธิการบดีเชื่อมเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเดิมทำให้มีปริมาณน้ำเสียออกจากระบบเพิ่มสูงขึ้น และยังไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการใดๆ

**3.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังนี้

- คลอรีนฆ่าเชื้อโรค 1,800 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นเงิน 13,680 บาทต่อเดือนหรือคิดเป็นค่าใช้จ่าย 164,160 บาทต่อปี
- ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ค่าใช้จ่าย 12,000 บาทต่อปี
- ค่าไฟฟ้าเครื่องเติมอากาศ 2 เครื่อง 1,314,000 บาทต่อปี

รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งสิ้น 1,490,160 บาทต่อปี มีค่าเฉลี่ยเป็น 2.20 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 29

**ตารางที่ 29** ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

| เดือน | อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) | อัตราการไหล (ลบ.ม./ปี) | ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อลบ.ม.) |
|---|---|---|---|
| กรกฎาคม | 1,529 | 558,085 | 2.67 |
| สิงหาคม | 2,010 | 733,650 | 2.03 |
| กันยายน | 1,858 | 678,170 | 2.20 |
| ตุลาคม | 1,678 | 612,470 | 2.43 |
| พฤศจิกายน | 2,574 | 939,510 | 1.59 |
| ธันวาคม | 2,302 | 840,230 | 1.77 |
| มกราคม | 1,782 | 650,430 | 2.29 |
| กุมภาพันธ์ | 1,661 | 606,265 | 2.46 |
| มีนาคม | 1,747 | 637,655 | 2.34 |
| ค่าเฉลี่ย | 1,905 | 695,163 | 2.20 |

**3.3.4 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

ในการเดินระบบของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีผู้ว่าจ้างเดินระบบ คือ เทศบาลนครหาดใหญ่ได้ว่าจ้างให้บริษัทเอกชนเป็นผู้รับจ้างเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งผู้รับจ้างเดินระบบบำบัดน้ำเสียต้องดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ คุณภาพน้ำทิ้งต้องได้มาตรฐานตามที่กำหนด ดำเนินการบำรุงรักษาพืชน้ำภายในบึงประดิษฐ์ และดำเนินการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าและเครื่องกลในระบบบำบัด (สมพร เหมืองทอง, 2551)

**ตารางที่ 30** ค่าใช้จ่ายในการดำเนินระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่
เดือนกรกฎาคม 2551- เดือนมีนาคม 2552

| เดือน | ค่ากระแสไฟฟ้า (บาท) | ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย (บาท) | ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียรวมค่ากระแสไฟฟ้า (บาท) |
|---|---|---|---|
| กรกฎาคม | 595,363 | 368,562 | 963,925 |
| สิงหาคม | 597,142 | 343,505 | 940,647 |
| กันยายน | 490,792 | 364,623 | 855,415 |
| ตุลาคม | 586,523 | 366,668 | 953,191 |
| พฤศจิกายน | 562,336 | 266,601 | 828,937 |
| ธันวาคม | 526,356 | 265,879 | 792,235 |
| มกราคม | 355,410 | 304,663 | 660,073 |
| กุมภาพันธ์ | 373,848 | 310,153 | 684,001 |
| มีนาคม | 529,509 | 269,462 | 798,971 |
| **เฉลี่ย** | **513,031** | **317,791** | **830,822** |

ที่มา : รายงานการดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เดือนกรกฎาคม 2551- เดือนมีนาคม 2552

ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียรวมกับค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียนี้เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียและสถานีสูบน้ำเสีย ค่าบุคลากรระหว่างดำเนินการบำรุงรักษา ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายอื่นๆ และค่าอำนวยการบริหารจากส่วนกลาง

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย (ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียรวมค่ากระแสไฟฟ้า) ของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยเฉลี่ยมีค่าเป็น 830,822 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็น 9,969,864 บาทต่อปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.24 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 31

**ตารางที่ 31** ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

| เดือน | อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) | อัตราการไหล (ลบ.ม./ปี) | ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อลบ.ม.) |
|---|---|---|---|
| กรกฎาคม | 74,304 | 27,120,960 | 0.37 |
| สิงหาคม | 132,624 | 48,407,760 | 0.21 |
| กันยายน | 123,552 | 45,096,480 | 0.22 |
| ตุลาคม | 130,032 | 47,461,680 | 0.21 |
| พฤศจิกายน | 123,552 | 45,096,480 | 0.22 |
| ธันวาคม | 123,264 | 44,991,360 | 0.22 |
| มกราคม | 124,416 | 45,411,840 | 0.22 |
| กุมภาพันธ์ | 130,248 | 47,540,520 | 0.21 |
| มีนาคม | 114,048 | 41,627,520 | 0.24 |
| ค่าเฉลี่ย | 119,560 | 43,639,400 | 0.24 |

จากการศึกษาค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบต่อปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ คือระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าตั้งแต่ 0.68-2.14 มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.29 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งระบบบำบัดเป็นระบบบ่อเกรอะ มีค่าใช้จ่ายในแต่ละปีเฉพาะการขุดลอกบ่อเกรอะเท่านั้น แต่สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของสำนักงานอธิการบดีไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการใดๆ เนื่องจากระบบเริ่มเดินระบบได้ไม่นาน

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร คือระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าตั้งแต่ 1.59-2.67 มีค่าเฉลี่ยเป็น 2.20 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นระบบบ่อเติมอากาศ มีเครื่องเติมอากาศจำนวน 2 เครื่องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้มีค่าไฟฟ้าสูง และบ่อสุดท้ายของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นบ่อเติมคลอรีน ในแต่ละเดือนจำเป็นต้องใช้คลอรีนปริมาณมากเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียออกสู่สาธารณะ อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อดูลักษณะคุณภาพน้ำออกจากระบบอีกด้วย และเมื่อเทียบกับอัตราส่วน

ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 1.65 บาทต่อลูกบาศก์เมตรดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์จึงมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกรมควบคุมมลพิษ

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง คือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.37 มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.24 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบบ่อผึ่งธรรมชาติ (Stabilization Pond) มีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเดินระบบต่ำ บำรุงรักษาง่ายร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) และเมื่อเทียบกับอัตราส่วนค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 1.03 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ จึงมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกรมควบคุมมลพิษ

ในการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียมักมีการคำนวณวัดอัตราการไหลของน้ำเสียควบคู่กัน เนื่องจากต้องการทราบปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เพื่อที่จะนำไปหาระยะเวลากักพักของระบบบำบัด และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียว่ามีความสามารถในการรองรับน้ำเสียเป็นเท่าใด ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ทำการวัดอัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ในหัวข้อ 3.4 นี้

**3.4 อัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ**

ได้ทำการวัดอัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2551- เดือนมีนาคม 2552 ดังแสดงในตารางที่ 32

จากตารางที่ 32 อัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง คือ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีอัตราการไหลเฉลี่ยเป็น 119,560 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เนื่องจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่นี้รองรับน้ำเสียปริมาณมากจากพื้นที่ประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร ในเขตเทศบาลโดยครอบคลุมย่านธุรกิจการค้าและแหล่งชุมชนทั้งหมดในนครหาดใหญ่ คิดเป็น 70% ของพื้นที่ทั้งหมด ในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร คือ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีอัตราการไหลเฉลี่ยเป็น 1,905 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่คือระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีอัตราการไหลเฉลี่ยเป็น 6.1

และ 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยนี้จะนำไปคำนวณหาความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในหัวข้อ 3.6 ต่อไป

**ตารางที่ 32** อัตราการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

| เดือน | แฟลตบุคลากรอาคาร4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ |
|---|---|---|---|---|
| กรกฎาคม | 10 | 0.11 | 1,529 | 74,304 |
| สิงหาคม | 3.2 | 0.07 | 2,010 | 132,624 |
| กันยายน | 5.8 | 0.07 | 1,858 | 123,552 |
| ตุลาคม | 5.1 | 0.04 | 1,678 | 130,032 |
| พฤศจิกายน | 9.1 | 10.3 | 2,574 | 123,552 |
| ธันวาคม | 5.5 | 4.2 | 2,302 | 123,264 |
| มกราคม | 7.4 | 0.13 | 1,782 | 124,416 |
| กุมภาพันธ์ | 3.6 | 8.1 | 1,661 | 130,248 |
| มีนาคม | 4.9 | 8.8 | 1,747 | 114,048 |
| เฉลี่ย ( $\overline{X}$ ) (ลบ.ม.ต่อวัน) | 6.1 | 3.5 | 1,905 | 119,560 |
| $\overline{X} \pm$ SD | 6.1 $\pm$ 2.3 | 3.5 $\pm$ 4.4 | 1,905 $\pm$ 337 | 119,560 $\pm$ 17,826 |

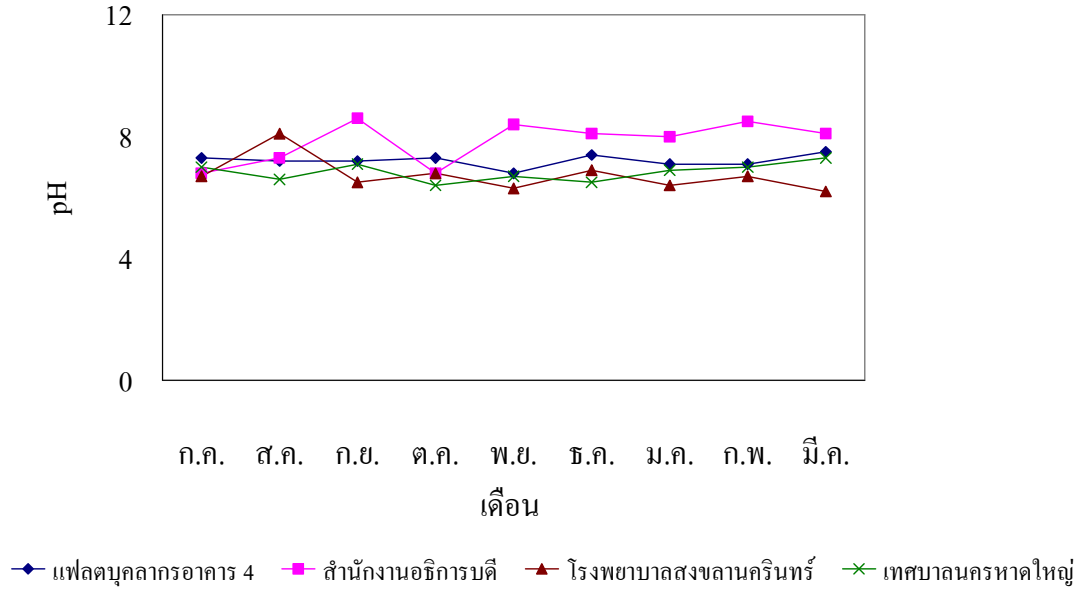
**3.5 ลักษณะคุณภาพน้ำ**

ศึกษาลักษณะคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ คือ pH, Settleable Solids, $BOD_5$, COD, TKN, TSS, TDS, Sulfide, Oil & Grease และ Total Coliform Bacteria โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะคุณภาพน้ำออกจากระบบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฉ) ซึ่ง ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และระบบ

ปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เปรียบเทียบลักษณะคุณภาพน้ำกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 เปรียบเทียบลักษณะคุณภาพน้ำกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ง ในแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ

ลักษณะคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ แสดงได้ดังนี้

**1) pH**

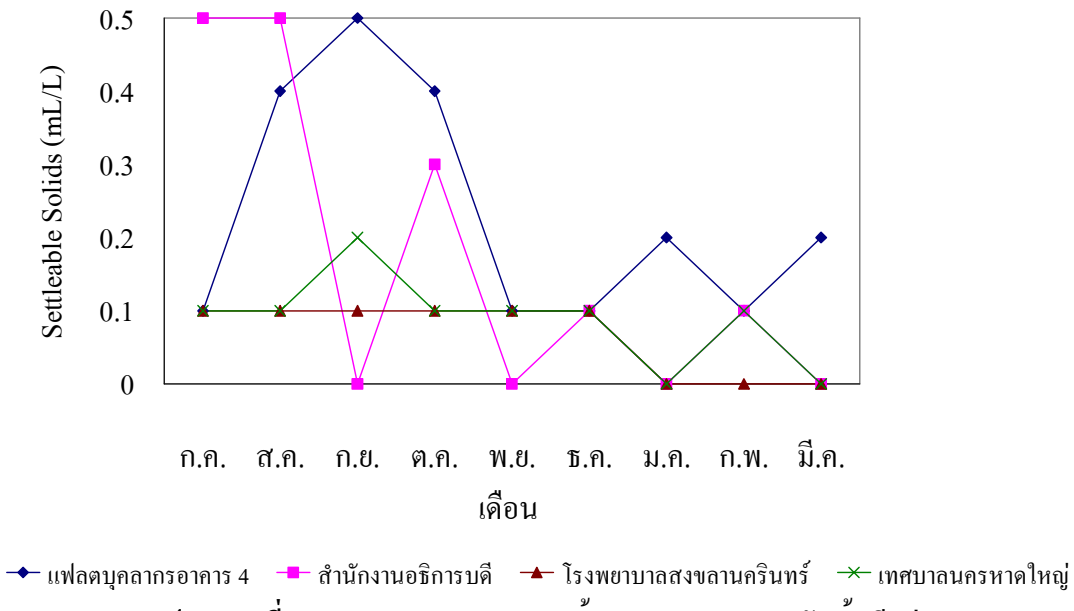



**ภาพประกอบที่17** pH ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

จากภาพประกอบที่ 17 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และ ประเภท ง กำหนดค่า pH 5-9 พบว่าน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ มีค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

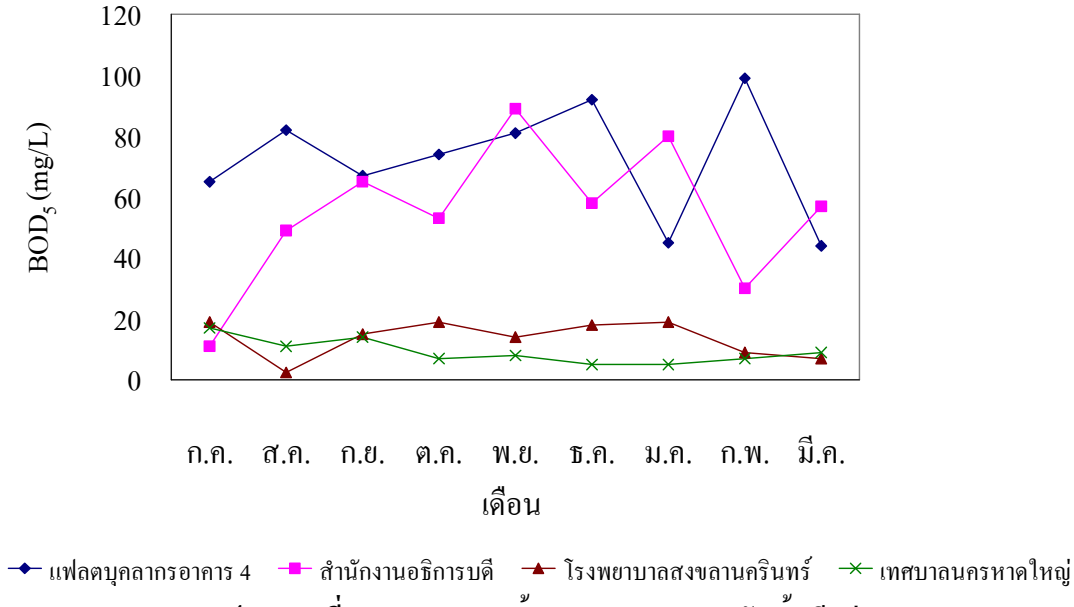
จากภาพประกอบที่ 18 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และ ประเภท ง กำหนดค่า Settleable Solids ไม่เกิน 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่า น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ มีค่า Settleable Solids อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

**2) Settleable Solids**




**ภาพประกอบที่ 18** Settleable Solids ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

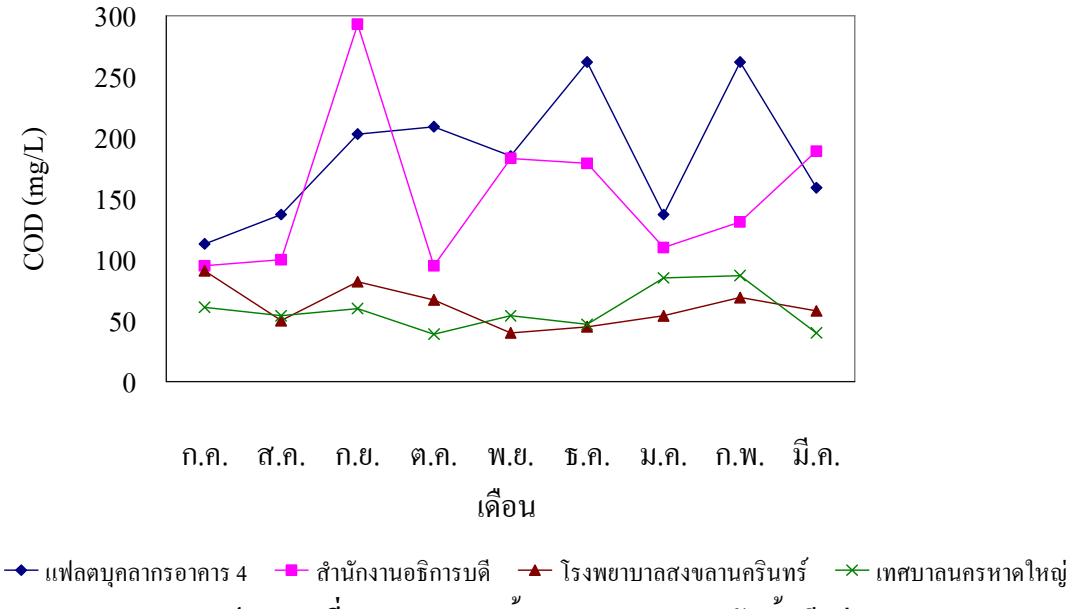
**3) $BOD_5$**




**ภาพประกอบที่ 19** $BOD_5$ ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

จากภาพประกอบที่ 19 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก กำหนดค่า $BOD_5$ ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตรและ ประเภท ง กำหนดค่า $BOD_5$ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่า $BOD_5$ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีค่า $BOD_5$ อยู่ในช่วง 11- 89 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งบางเดือนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอาจเนื่องจากระบบอาจยังไม่เสถียร เนื่องจากเริ่มเดินระบบในเดือนมิถุนายน 2551 อาจต้องมีการเติมหัวเชื้อ เช่น มูลสัตว์ลงไปในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อเร่งให้ระบบบำบัดเข้าสู่สภาพสมดุล และสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 โดยส่วนใหญ่มีค่า $BOD_5$ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือสูงกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากประสิทธิภาพการบำบัดของบ่อเกรอะไม่สูงมากนัก ซึ่งต้องนำไปบำบัดในขั้นที่สูงขึ้น

**4) COD**

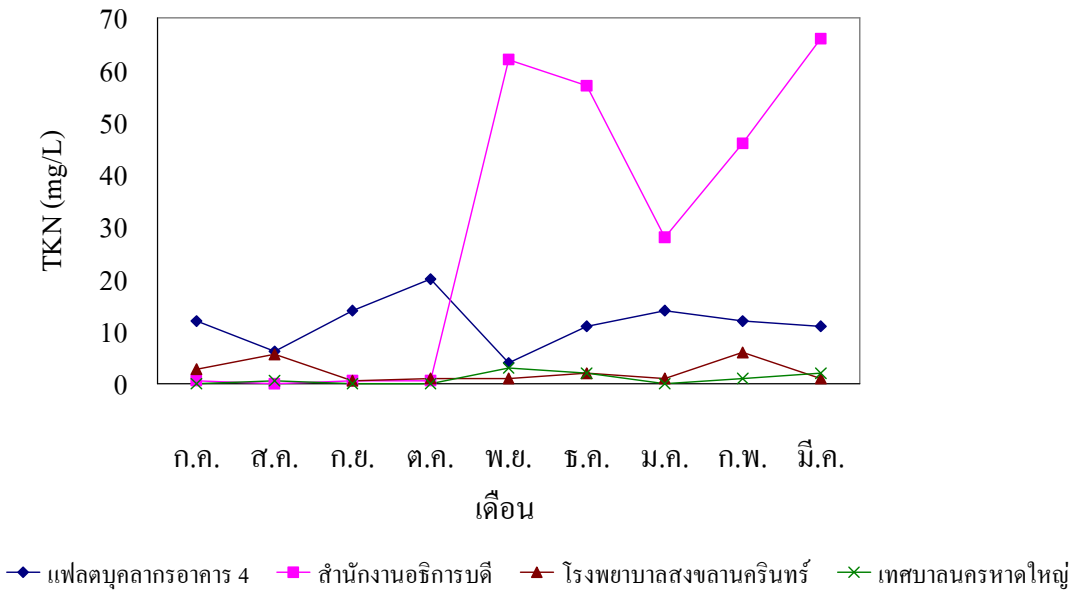



**ภาพประกอบที่ 20** COD ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

จากภาพประกอบที่ 20 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และ ประเภท ง ไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ ซึ่ง ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีค่า COD อยู่ในช่วง 113-262 มิลลิกรัมต่อลิตร ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีค่า COD อยู่ในช่วง 95-293 มิลลิกรัมต่อลิตร ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีค่า

COD อยู่ในช่วง 40-91 มิลลิกรัมต่อลิตร และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่า COD อยู่ในช่วง 39-87 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้ำออกจากแต่ละระบบบำบัดน้ำเสีย ถือว่าค่า COD มีค่าไม่สูงมากนัก

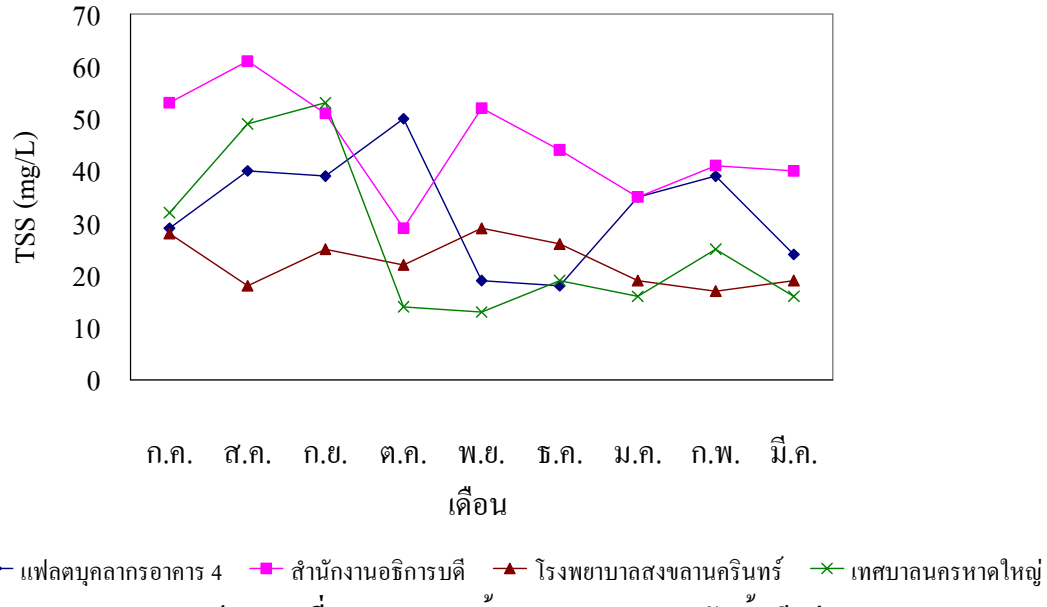
**5) TKN**




**ภาพประกอบที่ 21** TKN ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

จากภาพประกอบที่ 21 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก กำหนดค่า TKN ไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร อาคารประเภท ง กำหนดค่า TKN ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ มีค่า TKN อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนมีนาคม ยกเว้นเดือนมกราคมมีค่า TKN สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อาจเนื่องจากในเดือนพฤศจิกายน ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดีมีการเพิ่มแนวเส้นท่อจากห้องน้ำของอธิการบดีเชื่อมเข้าสู่ระบบบำบัด ซึ่งท่อน้ำเสียที่ออกมาจากห้องน้ำอธิการบดี อาจมีน้ำปัสสาวะปนออกมา เนื่องจากโถปัสสาวะอาจต่อโดยตรงกับท่อน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีปริมาณแอมโมเนียสูง ส่งผลให้ค่า TKN สูงตามไปด้วย

**6) TSS**



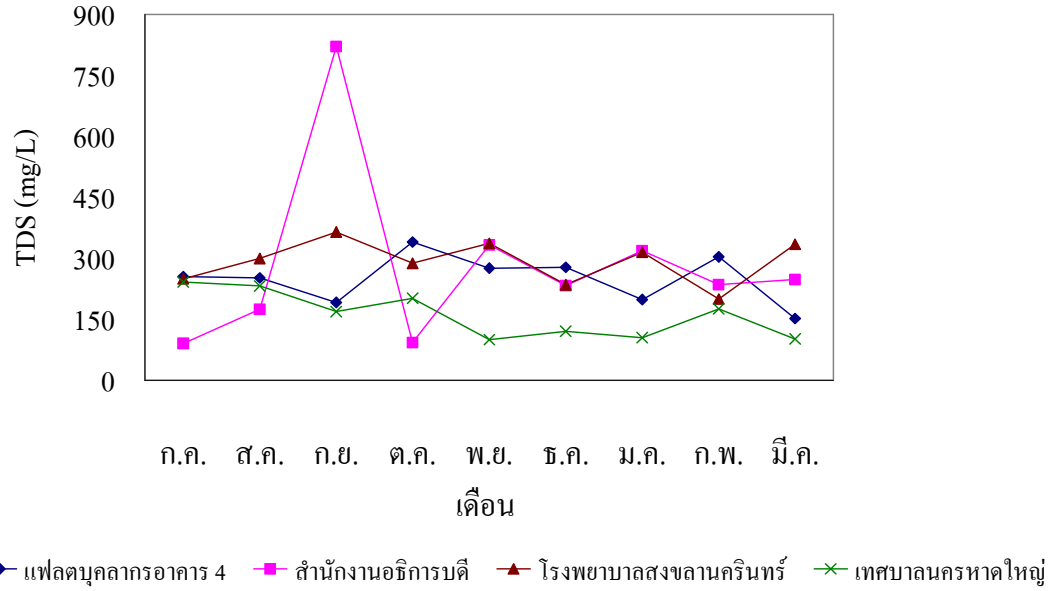

**ภาพประกอบที่ 22** TSS ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

จากภาพประกอบที่ 22 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก กำหนดค่า TSS ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร อาคารประเภท ง กำหนดค่า TSS ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากร อาคาร 4 มีค่า TSS อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีค่า TSS อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่น้ำออกจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ในช่วงเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และ กันยายน มีค่า TSS สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือสูงกว่า 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนตุลาคม จนถึงเดือนมีนาคม มีค่า TSS ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ทุกเดือนมีค่า TSS สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือสูงกว่า 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นเดือนตุลาคม ค่า TSS ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการเดินระบบของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดียังไม่เสถียร

จากภาพประกอบที่ 23 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และประเภท ง กำหนดค่า TDS ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ มีค่า TDS ไม่เกินค่ามาตรฐาน คือ น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีค่า TDS อยู่ในช่วง 152-340 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล

สงขลานครินทร์ มีค่า TDS อยู่ในช่วง 200–365 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่า TDS อยู่ในช่วง 100-242 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้น น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ในเดือนกันยายน มีค่า TDS สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก อาจเกิดจากวาว์ลของชักโครกชำรุด ทำให้ปริมาณพวกของแข็งละลายน้ำหลุดออกมาปนกับน้ำเสียหรืออาจเกิดจากประสิทธิภาพของระบบบำบัดยังไม่เสถียร

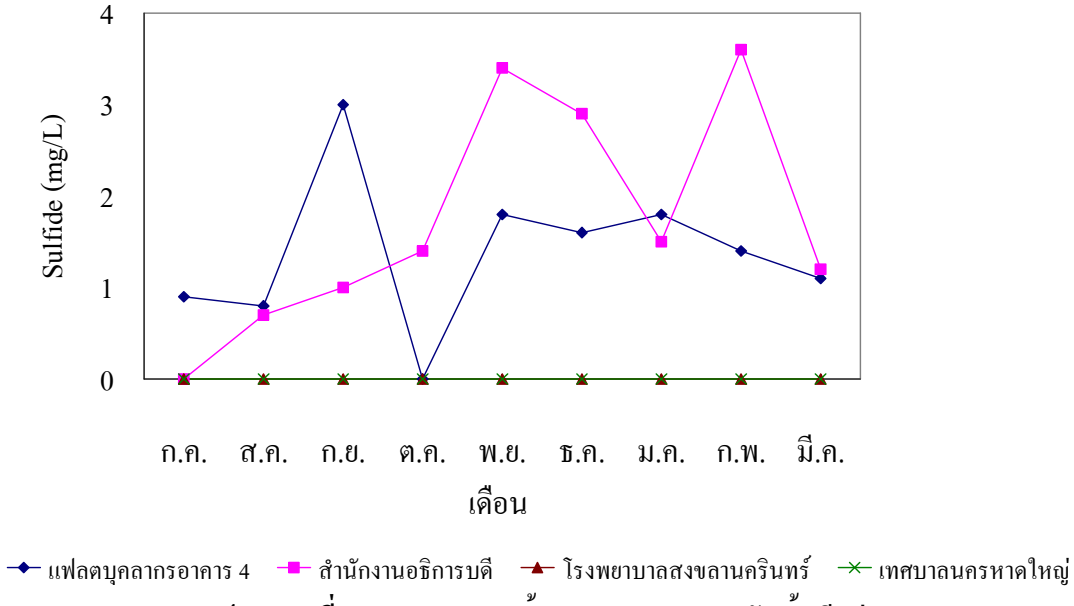
**7) TDS**




**ภาพประกอบที่ 23** TDS ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

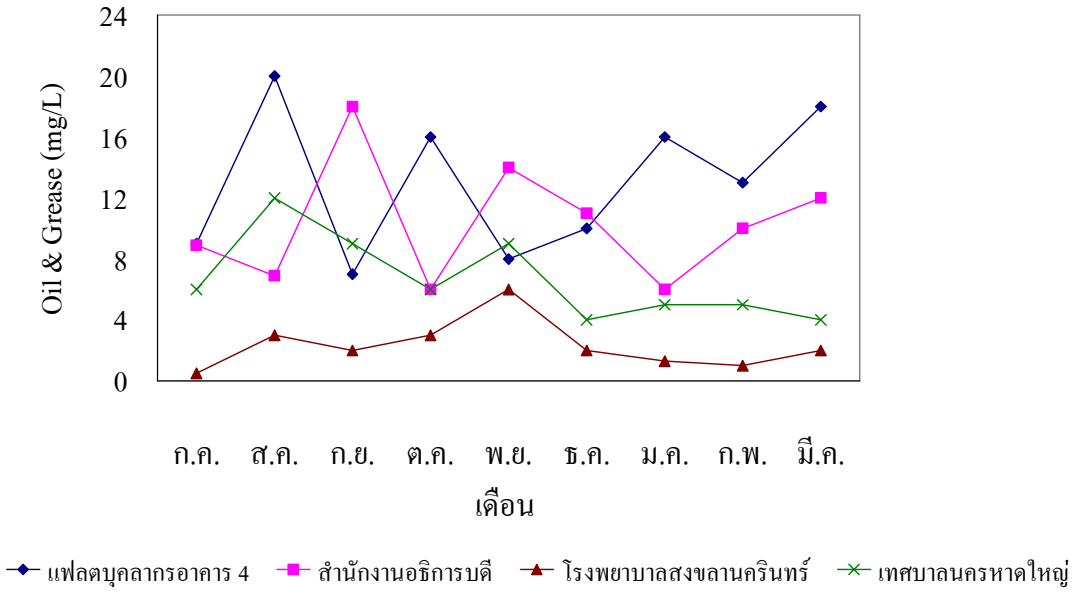
**8) Sulfide**

จากภาพประกอบที่ 24 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก กำหนดค่า Sulfide ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร อาคารประเภท ง กำหนดค่า Sulfide ไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และน้ำออกจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่า Sulfide ไม่เกินค่ามาตรฐาน คือไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีค่า Sulfide ไม่เกินค่ามาตรฐาน คือไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ตั้งแต่เดือนตุลาคม จนถึงเดือนมีนาคม มีค่า Sulfide สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือสูงกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร




**ภาพประกอบที่ 24** Sulfide ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

**9) Oil & Grease**

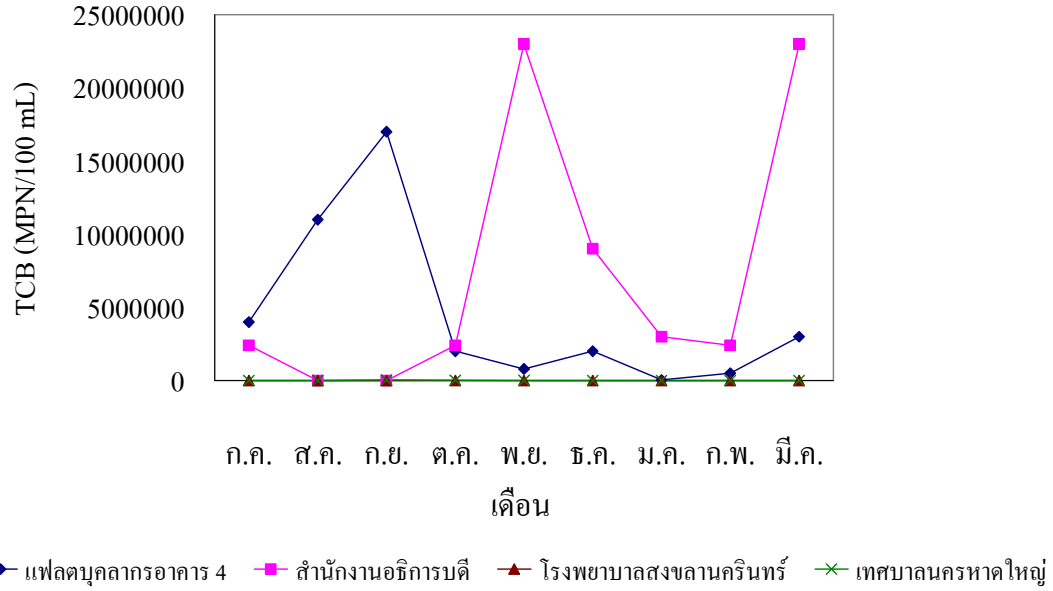



**ภาพประกอบที่ 25** Oil & Grease ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

จากภาพประกอบที่ 25 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และประเภท ง กำหนดค่า Oil & Grease ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า น้ำออกจาก

ระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ มีค่า Oil & Grease ไม่เกินค่ามาตรฐาน น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากร อาคาร 4 มีค่า Oil & Grease อยู่ในช่วง 7-20 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีค่า Oil & Grease อยู่ในช่วง 6-18 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีค่า Oil & Grease อยู่ในช่วง 0.5 – 6 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่า Oil & Grease อยู่ในช่วง 4- 12 มิลลิกรัมต่อลิตร

**10) Total Coliform Bacteria**




**ภาพประกอบที่ 26** Total Coliform Bacteria ของน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ

จากภาพประกอบที่ 26 เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และประเภท ง ไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานของ Total Coliform Bacteria พบว่าน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีค่า Total Coliform Bacteria อยู่ในช่วง 4 x $10^4$- 1.7x$10^7$ (MPN/100 mL) น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีค่า Total Coliform Bacteria อยู่ในช่วง 3 x$10^3$- 2.3 x $10^7$ (MPN/100 mL) น้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีค่าอยู่ในช่วง <2 – 350 (MPN/100 mL) และน้ำออกจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าอยู่ในช่วง 1.4 x$10^3$ – 5x$10^4$ (MPN/100 mL)

**3.6 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย**

**3.6.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 1**

**ตารางที่ 33** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ครั้งที่ 1

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณ | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 2. บุคลากร | 10 | 0.05 | 5 | 0.25 |
| 3. ความพร้อมในการดำเนินงาน | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.50 |
| 5. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย | 10 | 0.10 | - | - |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 5 | 0.75 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.25 | 0 | 0 |
| 8. ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | 0 | 0 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ = 350 |
| ร้อยละ (I) x (100/9) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{9}$ = 350/9 = 38.9 |

หมายเหตุ : ดัชนีอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ไม่สามารถเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสียของกรมควบคุมมลพิษได้ จึงไม่สามารถให้คะแนนได้

จากตารางที่ 33 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 38.9 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-49 พบว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

**ตารางที่ 34** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ครั้งที่ 1

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณ | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 2. บุคลากร | 10 | 0.05 | 5 | 0.25 |
| 3. ความพร้อมในการดำเนินงาน | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.50 |
| 5. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย | 10 | 0.10 | - | - |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 0 | 0 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.25 | 0 | 0 |
| 8. ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | 0 | 0 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ = 275 |
| ร้อยละ (I) x (100/9) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{9}$ = 275/9 = 30.6 |

หมายเหตุ : ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ดังนั้น จึงไม่มีคะแนนของดัชนีอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย

จากตารางที่ 34 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 30.6 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-49 พบว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

**ตารางที่ 35** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 1

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณ | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 2. บุคลากร | 10 | 0.05 | 7 | 0.35 |
| 3. ความพร้อมในการดำเนินงาน | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.50 |
| 5. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย | 10 | 0.10 | 0 | 0 |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 10 | 1.50 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.25 | 10 | 2.50 |
| 8. ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | 10 | 2.00 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=8} (I_1+I_2\ldots n)x100$ = 885 |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=8} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ = 885/10 = 88.5 |

จากตารางที่ 35 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 88.5 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 76-89 พบว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ อยู่ในเกณฑ์ดี

**ตารางที่ 36** การประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ครั้งที่ 1

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณ | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 2. บุคลากร | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 3. ความพร้อมในการดำเนินงาน | 10 | 0.05 | 10 | 0.50 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.50 |
| 5. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำเสีย | 10 | 0.10 | 10 | 1.00 |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 7 | 1.05 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.25 | 5 | 1.25 |
| 8. ปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | 10 | 2.00 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=8} (I_1+I_2\ldots n)x100$ =830 |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=8} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ = 830/10 = 83 |

จากตารางที่ 36 การประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบ คิดเป็นร้อยละ 83 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 76-89 พบว่าประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ อยู่ในเกณฑ์ดี

จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ครั้งที่ 1 พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคารคือระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีประสิทธิภาพระบบคิดเป็นร้อยละ 88.5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง คือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 83 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพของระบบ อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ซึ่งคือ

ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และ ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 38.9 และ 30.6 ตามลำดับ

เนื่องจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ครั้งที่ 1 นี้ มีการให้น้ำหนักความสำคัญของดัชนีในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียเหมือนกัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสม จึงมีการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นมาใหม่ โดยการให้น้ำหนักความสำคัญของดัชนีแต่ละตัว ให้ขึ้นกับรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในหัวข้อ 3.6.2

**3.6.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2**

เกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย คือ

**3.6.2.1 งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน**

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 แต่ละปีการจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาระบบบำบัดมีบ้างแต่ไม่เพียงพอ ทำให้ระบบไม่สามารถดำเนินได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี การจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาระบบมีบ้างแต่ไม่เพียงพอ เนื่องจากระบบบำบัดเริ่มเดินระบบได้ไม่นาน ทำให้ระบบไม่สามารถดำเนินได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในแต่ละปีมีการจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่**

สำหรับระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่ ในแต่ละปีทางเทศบาลนครหาดใหญ่มีการจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**3.6.2.2 บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ**

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

ในการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลกรอาคาร 4 นี้ บุคลากรที่มีหน้าที่

รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 คือเจ้าหน้าที่ของกองอาคารสถานที่สังกัดหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งไม่ได้จัดสรรบุคลากรทำหน้าที่ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากบุคลากรทำหน้าที่หลายอย่าง เช่นงานทางด้านระบบประปา สุขภัณฑ์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

ในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี บุคลากรที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียคือเจ้าหน้าที่ของกองอาคารสถานที่ สังกัดหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา ไม่ได้จัดสรรบุคลากรทำหน้าที่ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากบุคลากรทำหน้าที่หลายอย่าง เช่นงานทางด้านระบบประปา สุขภัณฑ์ ทำให้มีจำนวนบุคลากรไม่เพียงพอในการดูแลและบำรุงรักษาระบบ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

หน่วยงานวิศวกรรมซ่อมบำรุงเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ซึ่งบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียนี้ มีไม่เพียงพอ เนื่องจากบุคลากรต้องมีหน้าที่รับผิดชอบระบบอื่นๆ ควบคู่ไปด้วย เช่นระบบประปาสุขาภิบาลของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบคือ ฝ่ายจัดการคุณภาพน้ำ ส่วนช่างสุขาภิบาลของเทศบาลนครหาดใหญ่ (สมพร เหมืองทอง, 2551) ซึ่งประกอบด้วย

(1) ผู้อำนวยการส่วนช่างสุขาภิบาล มีหน้าที่รับผิดชอบการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเทศบาลและพนักงานจ้างของส่วนช่างสุขาภิบาล บริหารงบประมาณ จัดซื้อ จัดจ้างและการเบิกจ่ายเงิน

(2) หัวหน้าฝ่ายจัดการคุณภาพน้ำ มีหน้าที่รับผิดชอบ ควบคุมและการตรวจสอบงานบำบัดน้ำเสีย งานรับน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของแหล่งกำเนิดน้ำเสียไม่ให้ปล่อยน้ำเสียทำลายสภาพแวดล้อมรวมทั้งการปล่อยน้ำทิ้งลงท่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต งานประเมินอัตราค่าธรรมเนียมและใบอนุญาตขอต่อท่อเชื่อมน้ำเสีย-น้ำทิ้ง

(3) หัวหน้างานควบคุมและตรวจสอบการบำบัดน้ำเสีย มีหน้าที่ ตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียและกำกับดูแลการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง (บริษัทเอกชน)

(4) หัวหน้างานบำรุงรักษาและซ่อมแซม มีหน้าที่บำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักรกล อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย

(5) หัวหน้างานวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้ง

บุคคลากรในส่วนของผู้รับจ้างเดินระบบ (บริษัทเอกชน) ประกอบด้วย

(1) ผู้จัดการโครงการ มีหน้าที่วางแผน ควบคุม ติดตามและตรวจสอบ การทำงานของบุคลากร ประสานกับผู้ว่าจ้าง และการรับรายงานปัญหา อุปสรรคการปฏิบัติงาน เพื่อหาแนวทางดำเนินการแก้ไข

(2) หัวหน้างานบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการทำงาน ตลอดจนประสานงานเพื่อดำเนินงานในเรื่องต่างๆ กับผู้ว่าจ้าง

(3) นักวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ติดตามตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

(4) หัวหน้าชุดทำความสะอาดอาคารดักน้ำเสีย ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงาน การอุดตันของอาคารดักน้ำเสีย ตลอดจนจัดเก็บขยะมูลฝอยที่ติดหน้าตะแกรงดักขยะ

(5) นายช่างเครื่องยนต์/เครื่องกล ทำหน้าที่ติดตามตรวจสอบ บำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

(6) นายช่างไฟฟ้า ทำหน้าที่ติดตาม ตรวจสอบบำรุงรักษา งานด้านไฟฟ้า

(7) ช่างไฟฟ้า ทำหน้าที่ติดตาม ตรวจสอบบำรุงรักษา งานด้านไฟฟ้า

(8) ช่างเครื่องยนต์ ทำหน้าที่ติดตาม ตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์

(9) เจ้าหน้าที่ธุรการ ทำหน้าที่รวบรวมและจัดทำรายการประจำเดือน ประสานงานกับผู้รับจ้าง (เทศบาล) ตลอดจนจัดทำรายการการใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

(10) คนงาน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงงานด้านไฟฟ้า เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนการจัดการพืชน้ำ และดูแลบริเวณอาคารและสถานที่

พบว่าระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่มีจำนวนบุคลากรเพียงพอมีประสบการณ์ในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**3.6.2.3 แผนการดูแลระบบ**

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

หน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา กองอาคารสถานที่ ไม่มีแผนการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 จะเข้ามาดูแลระบบบำบัดน้ำเสียก็ต่อเมื่อมีปัญหา เช่น บ่อเกรอะเต็ม จึงจ้างบริษัทเอกชนขุดลอกบ่อเกรอะ ซึ่งถือว่าไม่มีแผนในการดำเนินงาน เทียบคะแนนได้เท่ากับ 0 คะแนน

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

หน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา กองอาคารสถานที่ ไม่มีแผนการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี เนื่องจากระบบบำบัดเริ่มเดินระบบได้ไม่นาน ซึ่งถือว่าไม่มีแผนในการดำเนินงาน เทียบคะแนนได้เท่ากับ 0 คะแนน

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

หน่วยงานวิศวกรรมซ่อมบำรุงของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีแผนการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เป็นประจำทุกปี โดยการจัดงบประมาณเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งถือว่ามีแผนในการดำเนินงานและมีการนำไปปฏิบัติ ถือว่ามีการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

เทศบาลนครหาดใหญ่ มีแผนในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียคือมีการแก้ปัญหาน้ำเสียในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ และจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้สามารถรองรับน้ำเสียได้อย่างครอบคลุมทั่วถึง และมีการนำแผนไปปฏิบัติอย่างต่อเนื่องทุกปี (สมพร เหมืองทอง, 2551) ซึ่งถือว่ามีแผนในการดำเนินงานและมีการนำไปปฏิบัติ ถือว่ามีการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**3.6.2.4 การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย**

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีการเดินระบบแต่ไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นบ่อเกรอะ จึงไม่ได้ดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัด เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีการเดินระบบอย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำดูแลระบบบำบัด แต่หากเกิดปัญหาจะเข้ามาดูแลระบบบำบัดในช่วงระหว่างการการศึกษาเกิดปัญหาปริมาณน้ำเสียที่ออกจากระบบมีปริมาณมากเกิดเนื่องจากวาว์ลของชักโครกชำรุด ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา กองอาคารสถานที่ ทำการแก้ปัญหาทำให้ระบบบำบัดสามารถใช้งานได้ตามปกติ ซึ่งถือว่ามีการเดินระบบอย่างสมบูรณ์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีการเดินระบบอย่างต่อเนื่อง

ในช่วงเดือนมิถุนายน 2551 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการศึกษา เกิดปัญหาปลาตาย ทางเจ้าหน้าที่สัณนิษฐานว่าเครื่องเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียอาจหยุดทำงานทำให้ปลาช๊อคตาย ทางหน่วยงานได้ดำเนินการแก้ปัญหาทำให้ระบบบำบัดสามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งถือว่ามีการเดินระบบอย่างสมบูรณ์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีการเดินระบบอย่างต่อเนื่อง มีการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งถือว่ามีการเดินระบบอย่างสมบูรณ์ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**3.6.2.5 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย**

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

การคำนวณคะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 แสดงในภาคผนวก ง (ตาราง ง-1) ได้คะแนนเท่ากับ 3.5 คะแนน

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

การคำนวณคะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี แสดงในภาคผนวก ง (ตาราง ง-2) ได้คะแนนเท่ากับ 4.3 คะแนน

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

การคำนวณคะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ แสดงในภาคผนวก ง (ตาราง ง-3) ได้คะแนนเท่ากับ 6.6 คะแนน

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

การคำนวณคะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ แสดงในภาคผนวก ง (ตาราง ง-4) ได้คะแนนเท่ากับ 4.9 คะแนน

**3.6.2.6 ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ**

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 มีความสามารถในการรองรับน้ำเสียได้ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าตั้งแต่ 3.2-10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าเฉลี่ย 6.1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 61 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่าน้ำเสียเข้าสู่ระบบอยู่ระหว่างร้อยละ 50-75 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย เทียบคะแนนได้เท่ากับ 5 คะแนน

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีความสามารถในการรองรับน้ำเสียได้ 3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าตั้งแต่ 0.04-10.3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 0 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่าน้ำเสียเข้าสู่ระบบมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสียเทียบคะแนนได้เท่ากับ 0 คะแนน

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ พบว่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าตั้งแต่ 1,529-2,574 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 1,905 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 96 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย (ธนพล คงทรัพย์ และ พงศ์กรณ์ เกื้อหนุน, 2551) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่าน้ำเสียเข้าสู่ระบบมีค่ามากกว่าร้อยละ 90 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10 คะแนน

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ มีความสามารถในการรองรับน้ำเสียได้ 138,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าตั้งแต่ 74,304-132,624 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 119,560 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 87 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่าน้ำเสียเข้าสู่ระบบอยู่ระหว่างร้อยละ 76-89 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสีย เทียบคะแนนได้เท่ากับ 7 คะแนน

**3.6.2.7 มาตรฐานน้ำทิ้ง**

การศึกษาลักษณะคุณภาพน้ำของการบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบบำบัดน้ำเสีย ทำการศึกษาโดยพิจารณาจากร้อยละของจำนวนครั้งที่คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (จากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฉ)) ซึ่ง ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เปรียบเทียบลักษณะคุณภาพน้ำกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 เปรียบเทียบลักษณะคุณภาพน้ำกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ง

**1) ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4**

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ทั้งหมด 9 เดือน (เดือนละ 1 ครั้ง) พบว่าลักษณะคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ มีทั้งหมด 2 เดือน คือ เดือนมกราคม และเดือนมีนาคม ดังนั้น

$$\text{ร้อยละของคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน} = \frac{2}{9} \text{x} 100 = 22.2$$

ซึ่งคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 0

**2) ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี**

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ทั้งหมด 9 เดือน (เดือนละ 1 ครั้ง) ไม่พบว่ามีลักษณะคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ ดังนั้น

$$\text{ร้อยละของคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน} = \frac{0}{9} \text{x} 100 = 0$$

ซึ่งคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 0

**3) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์**

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทั้งหมด 9 เดือน (เดือนละ 1 ครั้ง) พบว่าลักษณะคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ มีทั้งหมดทุกเดือน ดังนั้น

$$\text{ร้อยละของคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน} = \frac{9}{9} \text{x} 100 = 100$$

ซึ่งคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มากกว่าร้อยละ 90 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ เทียบคะแนนได้เท่ากับ 10

**4) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่**

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพเทศบาลนครหาดใหญ่ ทั้งหมด 9 เดือน (เดือนละ 1 ครั้ง) พบว่าลักษณะคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ มีทั้งหมด 6 เดือน คือ เดือนตุลาคม 2551 เดือน พฤศจิกายน 2551 เดือนธันวาคม 2551 เดือนมกราคม 2552 เดือนกุมภาพันธ์ 2552 และเดือนมีนาคม 2552 ดังนั้น

$$\text{ร้อยละของคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน} = \frac{6}{9} \text{x} 100 = 66.7$$

ซึ่งคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อยู่ระหว่างร้อยละ 50-75 ของจำนวนครั้งที่ตรวจสอบ เทียบ

คะแนนได้เท่ากับ 5

นำคะแนนที่ได้มาประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ

**ตารางที่ 37** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ครั้งที่ 2

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.20 | 5 | 1 |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.20 | 5 | 1 |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | 0 | 0 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 5 | 0.75 |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.10 | 3.5 | 0.35 |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 5 | 0.75 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.10 | 0 | 0 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ = 385 |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ = 385/10 = 38.5 |

จากตารางที่ 37 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 38.5 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-49 พบว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากว่าหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา กองอาคารสถานที่ ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ไม่มีแผนในการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่มีบุคลากรประจำระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อที่จะดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย และเนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 เป็นแบบบ่อเกรอะ ซึ่งประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงมากนัก คือประมาณ 40-60 % น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะจึงยังคงมีค่าบีโอดีสูงกว่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ ไม่สามารถปล่อยทิ้งลงลำน้ำธรรมชาติ หรือท่อระบายได้ ต้องนำไปบำบัดในขั้นที่สูงขึ้น

**ตารางที่ 38** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ครั้งที่ 2

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.20 | 5 | 1 |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.20 | 5 | 1 |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | 0 | 0 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.5 |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.10 | 4.3 | 0.43 |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 0 | 0 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.10 | 0 | 0 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100 = 393$ |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10} = 393/10 = 39.3$ |

จากตารางที่ 38 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดีได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 39.3 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-49 พบว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากหน่วยงานสาธารณูปการและการซ่อมบำรุงรักษา กองอาคารสถานที่ ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ไม่มีแผนในการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่มีบุคลากรประจำเพื่อบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียและเนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดีมีรูปแบบเป็นถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter) ซึ่งเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ เริ่มเดินระบบได้ไม่นาน ประสิทธิภาพการทำงานของระบบยังไม่ดี อาจต้องมีการเติมเชื้อเข้าไปในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ระบบทำงานได้ดียิ่งขึ้น

**ตารางที่ 39** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 2

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.10 | 10 | 1.0 |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.10 | 5 | 0.5 |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | 10 | 1.0 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.5 |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.20 | 6.6 | 1.32 |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 10 | 1.5 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | 10 | 2.0 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ = 882 |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ = 882/10 = 88.2 |

จากตารางที่ 39 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 88.2 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 76-89 พบว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์อยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากหน่วยงานวิศวกรรมซ่อมบำรุงของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ซึ่งรับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสียนี้ มีแผนในการดำเนินระบบบำบัด ซึ่งในแต่ละปีมีงบประมาณเพื่อใช้ในการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย และอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นแบบบ่อเติมอากาศ ซึ่งระบบนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดีได้ร้อยละ 80-95

**ตารางที่ 40** การประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ครั้งที่ 2

| ดัชนี | คะแนนเต็ม | น้ำหนัก (1) | คะแนน (2) | คะแนนที่ได้รับ (I) = (1) x (2) |
|---|---|---|---|---|
| 1. งบประมาณที่จัดสรรในการดูแลงาน | 10 | 0.10 | 10 | 1.0 |
| 2. บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลระบบ | 10 | 0.10 | 10 | 1.0 |
| 3. แผนการดูแลระบบ | 10 | 0.10 | 10 | 1.0 |
| 4. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.15 | 10 | 1.5 |
| 5. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย | 10 | 0.20 | 4.9 | 0.98 |
| 6. ร้อยละความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ | 10 | 0.15 | 7 | 1.05 |
| 7. มาตรฐานน้ำทิ้ง | 10 | 0.20 | 5 | 1.0 |
| รวม | | | | $\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100$ =753 |
| ร้อยละ (I) x (100/10) | | | | $\frac{\sum_{i=1}^{n=7} (I_1+I_2\ldots n)x100}{10}$ = 753/10 = 75.3 |

จากตารางที่ 40 การประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบ คิดเป็นร้อยละ 75.3 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียรวมของกรมควบคุมมลพิษ (2546) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วง 50-75 พบว่าประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ อยู่ในเกณฑ์พอใช้ เนื่องจากหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบคือ ฝ่ายจัดการคุณภาพน้ำ ส่วนช่างสุขาภิบาลของเทศบาลนครหาดใหญ่ ดูแลรับผิดชอบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีแผนในการดำเนินระบบ มีการจัดงบประมาณเพื่อใช้ในการดูแลซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสีย มีบุคลากรประจำระบบบำบัดน้ำเสีย และเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งร่วมกับบึงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย แต่คะแนนของเกณฑ์ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียต่ำ เนื่องจากน้ำเข้าระบบมีค่าไม่สูงมากทำให้การคำนวณประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้คะแนนน้อย ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียนี้จึงอยู่ในเกณฑ์พอใช้

จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้ง 2 ครั้ง สามารถนำมาสรุป ดังตารางที่ 41

**ตารางที่ 41** การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้ง 2 ครั้ง

| ระบบบำบัดน้ำเสีย | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | ร้อยละของประสิทธิภาพระบบ | เกณฑ์ | ร้อยละของประสิทธิภาพระบบ | เกณฑ์ |
| แฟลตบุคลากรอาคาร 4 | 38.9 | ต่ำ | 38.5 | ต่ำ |
| สำนักงานอธิการบดี | 30.6 | ต่ำ | 39.3 | ต่ำ |
| โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | 88.5 | ดี | 88.2 | ดี |
| เทศบาลนครหาดใหญ่ | 83.0 | ดี | 75.3 | พอใช้ |

จากตารางที่ 41 พบว่าการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ ทั้ง 2 ครั้ง มีประสิทธิภาพของระบบใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงการให้น้ำหนักความสำคัญ หรือมีการเปลี่ยนแปลงเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้เกิดความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ในการนำเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อไปเป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนนั้น ได้นำเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2 ไปใช้เป็นแนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชน ดังแสดงในหัวข้อ 3.7

### 3.7 แนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน กรณีศึกษาจากงานวิจัยทั้ง 4 ระบบจากการประเมินตามเกณฑ์ที่เลือกใช้

จากการประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์การประเมินของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 ระบบบำบัดในครั้งที่ 2 นั้น พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ คือระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะ มีประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 38.5 และระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี ซึ่งระบบที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นแบบถังบำบัดสำเร็จรูปแบบถังกรองไร้อากาศ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 39.3 ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคารคือระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ มีประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 88.2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และระบบบำบัดน้ำเสียแบบ

ศูนย์กลาง คือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 75.3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ จากการศึกษางานวิจัยนี้ จึงขอเสนอแนวทางในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นดังนี้ ในการบำบัดน้ำเสียที่ออกจากอาคาร หอพัก ควรติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ บำบัดน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการมลพิษ ภายใต้แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554 ที่มีแนวทางให้บ้านเรือนแต่ละหลังมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ควรติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังบำบัดสำเร็จรูปแบบกรองไร้อากาศแทนการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะ เนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่น้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศอาจยังมีคุณภาพต่ำ ไม่สามารถปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะได้ ต้องได้รับการบำบัดก่อน โดยการรวบรวมน้ำเสียแต่ละอาคารที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่แล้ว ให้ไหลลงท่อรวบรวมน้ำเสีย แล้วนำไปบำบัดน้ำเสียที่ระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เดิม แต่ต้องทำการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียใหม่ ให้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ ซึ่งเหมือนกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ ระบบใหม่นี้ ประกอบด้วย บ่อเติมอากาศ บ่อผึ่ง และบ่อเติมคลอรีน ซึ่งต้องดำเนินการซ่อมแซมเครื่องเติมอากาศเดิมให้ใช้งานได้ตามปกติ แล้วสร้างบ่อเติมคลอรีนเพิ่มขึ้นเพื่อฆ่าเชื้อโรค และหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ควรมีการวางแผนในการดำเนินงานเกี่ยวกับการบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบบำบัดน้ำเสียทุกแห่ง ที่มีอยู่ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ต้องมีการจัดงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย มีบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในการดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์นี้มีการบำบัดน้ำเสียชุมชนให้มีประสิทธิภาพดีก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

# บทที่ 4

# สรุปผลการวิจัย

## 4.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ คือระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากรอาคาร 4 และ ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี มีประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 38.5 และ 39.3 ตามลำดับ ซึ่งระบบบำบัดทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคารคือระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 88.2 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง คือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ประสิทธิภาพของระบบคิดเป็นร้อยละ 75.3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูงคือระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นระบบบ่อเติมอากาศ จึงนำรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียนี้มาใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชน

## 4.2 แนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

1) อาคาร หอพักควรติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่โดยมีรูปแบบเป็นถังบำบัดสำเร็จรูปแบบกรองไร้อากาศ แทนการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะ ซึ่งในการติดตั้งระบบบำบัดต้องมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบและออกจากระบบใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัด

2) ควรรวบรวมน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ให้ไหลลงท่อรวบรวมน้ำเสียแล้วนำไปบำบัดต่อที่ระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัย

3) ทำการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยเดิม โดยปรับปรุงรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นแบบบ่อเติมอากาศ

4) หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบ ต้องมีการวางแผนงานการดำเนินระบบบำบัดน้ำเสีย มีการจัดงบประมาณในการบำรุงรักษาระบบบำบัด และต้องมีบุคลากรที่มีความชำนาญด้านระบบบำบัดน้ำเสียเป็นผู้ดำเนินระบบบำบัด

**ข้อเสนอแนะ**

เกณฑ์การประเมินที่สำคัญอีกเกณฑ์หนึ่งคือเกณฑ์การประเมินที่เกี่ยวกับพวก Total Coliform Bacteria และ Fecal Coliform Bacteria โดยเฉพาะ Fecal Coliform Bacteria เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้มีโอกาสปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์ หากมีการปนเปื้อนมีผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ได้

อย่างไรก็ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียจากงานวิจัยนี้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถเป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนได้

# บรรณานุกรม


กรมควบคุมมลพิษ. 2537. **คู่มือเล่มที่ 2 คู่มือผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2545. **น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt_Pond03_big.htm. (29 กันยายน 2552).

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://wqm.pcd.go.th/dewa/. (29 กันยายน 2552).

กรมควบคุมมลพิษและหน่วยตรวจสอบและฟื้นฟูระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนทั่วประเทศ. 2546. **แผนฟื้นฟูและปรับปรุงระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนทั่วประเทศ.** กรุงเทพ.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2542. **การบำบัดน้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ.

จงรักษ์ จิระภาพันธ์. 2531. **ระบบเซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ สำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากแฟลต.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต รัตนธรรมสกุล และ ตุลชัย แจ่มใส. 2545. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ 14.** สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 86-94.

ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป. 2552. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://www.material.thaicontractors.com. (21 กันยายน 2552).

เทศบาลนครหาดใหญ่. 2551. **รายงานการดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครหาดใหญ่.** สงขลา.

เทศบาลเมืองพัทลุง. 2552. ค่าธรรมเนียมดูดสิ่งปฏิกูล. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://www.phatthalungcity.com. (17 กันยายน 2552).

ธงชัย ขนาบแก้ว และ อุดมผล พืชน์ไพบูลย์. 2547. การบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชน้ำ:บัวหลวงและสาหร่ายหางกระรอก. **วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 26(5):749-756.

ธนพล คงทรัพย์ และ พงศ์กรณ์ เกื้อหนุน. 2552. **การประเมินศักยภาพระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธนิยา เกาศล. 2545. **การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้พืชน้ำร่วมกับระบบบ่อบำบัดน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียชุมชน กรณีศึกษา:น้ำเสียชุมชนจากเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธรรมรัตน์ คุตตะเทพ และ ฐิติรัตน์ เจ้าสกุล. 2551. การประเมินดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนรวมขนาดใหญ่และขนาดย่อยในกรุงเทพ. **วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย.** 22 (1):89-100.

ธีรพันธุ์ รัตนพันธุ์. 2550. **การศึกษาประสิทธิภาพของแหนร่วมกับระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นพดล คงศรีเจริญ ธรรมรัตน์ ทองนุ่น และ สรรชัย พ่วงพี. 2544. การเพิ่มประสิทธิภาพของบ่อบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบบ่อผึ่งแบบผสม. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ 13.** สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 93-103.

นพพร จรุงเกียรติ. 2547. **การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบติดกับที่สำหรับตลาดสดติดริมน้ำ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัทพรีเมียร์โปรดักส์ จำกัด. 2552. ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ECO TANK. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://www.premier-products.co.th/products/ww/ecotank/ecoflowdiagram.htm. (3 มิถุนายน 2552).

บริษัทเวสท์วอเตอร์ โอเปอเรชั่น แมเนจเม้นท์ จำกัด. 2552. แนวคิดในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่ม (Cluster). (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://www.wwomc.com. (12 กันยายน 2552).

บริษัทเวสท์วอเตอร์ โอเปอเรชั่น แมเนจเม้นท์ จำกัด. 2552. ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://www.wwomc.com/images/1160465484/002.jpg. (3 มิถุนายน 2552).

รจนา อินทรธิราช. 2546. **การใช้พืชลอยน้ำประเภทจอกและแหนคลุมผิวน้ำเพื่อลดปริมาณสาหร่าย.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่. 2543. **วารสารข่าวสารสิ่งแวดล้อมภาคใต้.** 11(9):8-13.

สมใจ บุญธรรม. 2535. **การศึกษาแนวทางการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมพงษ์ นิลประยูร. 2536. **การบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้ถังหมักแบบอัปโฟลว์แอนแอโรบิคสลัดจ์แบลงเก็ต.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมพร เหมืองทอง. 2551. **การตรวจสอบและการประเมินการจัดการน้ำเสียชุมชน สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น : กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สายชล มือขุนทด. 2546. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน. **วารสารวิจัย มข.** 8(2) :53-65.

สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร. 2551. โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก http://dds.bangkok.go.th/wqm/Thai/wwtp.html. (16 ตุลาคม 2552).

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2550. **แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554**. สำนักพิมพ์สูตรไพศาล. กรุงเทพฯ. 28-129.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2551. **รายงานประจำปี สำนักจัดการคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2551**. 52-53.

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์, สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ และ พนาลี ชีวกิดาการ. 2541. **น้ำเสีย:การควบคุมและบำบัด.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์. 2549. **เอกสารโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการน้ำเสียสำหรับชุมชนขนาดเล็กในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา**. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. สงขลา.

Al-Shayah, M. and Mahmoud, N. 2008. Start-up of an UASB-septic tank for community on-site treatment of strong domestic sewage. **Bioresource Technology.** 99:7758-7766.

APWA, AWWA, and WEF. 1998. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th ed. American Public Health Association. Washington D.C. USA.

Butler, R. and MacCormick, T. 1996. Opportunities for decentralized treatment, sewer mining, and effluent reuse. **Desalination**. 106:273-283.

Fisher, M. 1995. The economics of water dispute resolution, project evaluation and Management :an application to the Middle East. **International Journal of Water Resources Development.** 1:377-390.

Geenens, D. and Thoeye, C. 2000. Cost-efficiency and performance of individual and small-scale treatment plants. **Water Science and technology**. 41(1):21-28.

Henze, M. 1999. **Biological Phosphorus Removal from Wastewater : Processes and Technology.** Presented at Special Seminar on Nutrient Removal, Environmental Engineering Association of Thailand, Bangkok.

Jones, D., Bauer, J., Wise, R., Dunn, A. 2001. **Small Community Wastewater Cluster Systems.** Purdue University Cooperative Extension Services.

Massoud, M.A., Tarhini, A. and Nasr, J.A. 2009. Decentralized approaches to wastewater treatment and management:Applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management.** 90:652-659.

Mctcalf and Eddy. 1991. **Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse**. 3rd ed. The McGraw-Hill.

Mctcalf and Eddy. 2004. **Wastewater Engineering Treatment and Reuse**. 4th ed. The McGraw-Hill.

Nakajima, J., Fujimura, Y. and Inamori, Y. 1999. Performance evaluation of on-site treatment facilities for wastewater from households, hotels and restaurants. **Water Science and technology**. 39(8):85-92.

Roman and Chaklader. 1986. Leachate from domestic waste:Generation, Composition, and Treatment. **Water Research Center**. Technical Report TR108.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งจากอาคาร

ตาราง ก-1 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

| พารามิเตอร์ | หน่วย | ประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ก | ข | ค | ง | จ | |
| 1.ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) | - | 5-9 | 5-9 | 5-9 | 5-9 | 5-9 | |
| 2. บีโอดี (BOD) | มก./ล. | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 40 | ไม่เกิน 50 | ไม่เกิน 200 | |
| 3.ปริมาณของแข็ง (Solids) | | | | | | | |
| 3.1 ค่าสารแขวน ลอย | มก./ล. | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 40 | ไม่เกิน 50 | ไม่เกิน 50 | ไม่เกิน 60 | |
| 3.2 ค่าตะกอนหนัก | มล./ล. | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 | - | |
| 3.3 ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total dissolved solids) | มก./ล. | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 | - | เป็นค่าที่เพิ่มจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ |
| 4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide) | มก./ล. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 3.0 | ไม่เกิน 4.0 | - | |
| 5.ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN) | มก./ล. | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 | ไม่เกิน 40 | - | |
| 6. น้ำมันและไขมัน (Fat oil and grease) | มก./ล. | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 100 | |

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฉ)

ตาราง ก-2 ประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

| ประเภทอาคาร | ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ก | ข | ค | ง | จ |
| 1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด | ≥ 500 ห้องนอน | 100 - ไม่เกิน 500ห้องนอน | ไม่เกิน 100ห้องนอน | - | - |
| 2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม | ≥ 200 ห้อง | 60- ไม่เกิน 200 ห้อง | ไม่เกิน 60 ห้อง | - | - |
| 3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก | - | ไม่เกิน 250 ห้อง | 50 - ไม่เกิน250 ห้อง | 10 – ไม่เกิน50ห้อง | - |
| 4. สถานบริการอาบอบนวด | - | ไม่เกิน 5,000 ม.$^2$ | 1,000-ไม่เกิน5,000 ม.$^2$ | - | - |
| 5. สถานพยาบาล | ≥ 30 เตียง | 10- ไม่เกิน 30 เตียง | - | - | - |
| 6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ หรือสถาบันอุดมศึกษา | ≥ 25,000 ม.$^2$ | 5,000 - ไม่เกิน 25,000 ม.$^2$ | - | - | - |
| 7. อาคารที่ทำการ | ≥ 55,000 ม.$^2$ | 10,000-ไม่เกิน 55,000 ม.$^2$ | 5,000-ไม่เกิน10,000ม.$^2$ | - | - |
| 8. ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า | ≥ 25,000 ม.$^2$ | 5,000-ไม่เกิน 25,000 ม.$^2$ | - | - | - |
| 9. ตลาด | ≥ 2,500 ม.$^2$ | 1,500-ไม่เกิน 2,500 ม.$^2$ | 1,000-ไม่เกิน 1,500 ม.$^2$ | 500-ไม่เกิน 1,000ม.$^2$ | - |
| 10 ภัตตาคารและร้านอาหาร | ≥ 2,500 ม.$^2$ | 500-ไม่เกิน 2,500 ม.$^2$ | 250- ไม่เกิน 500 ม.$^2$ | 100-ไม่เกิน 250 ม.$^2$ | ไม่เกิน 100 ม.$^2$ |

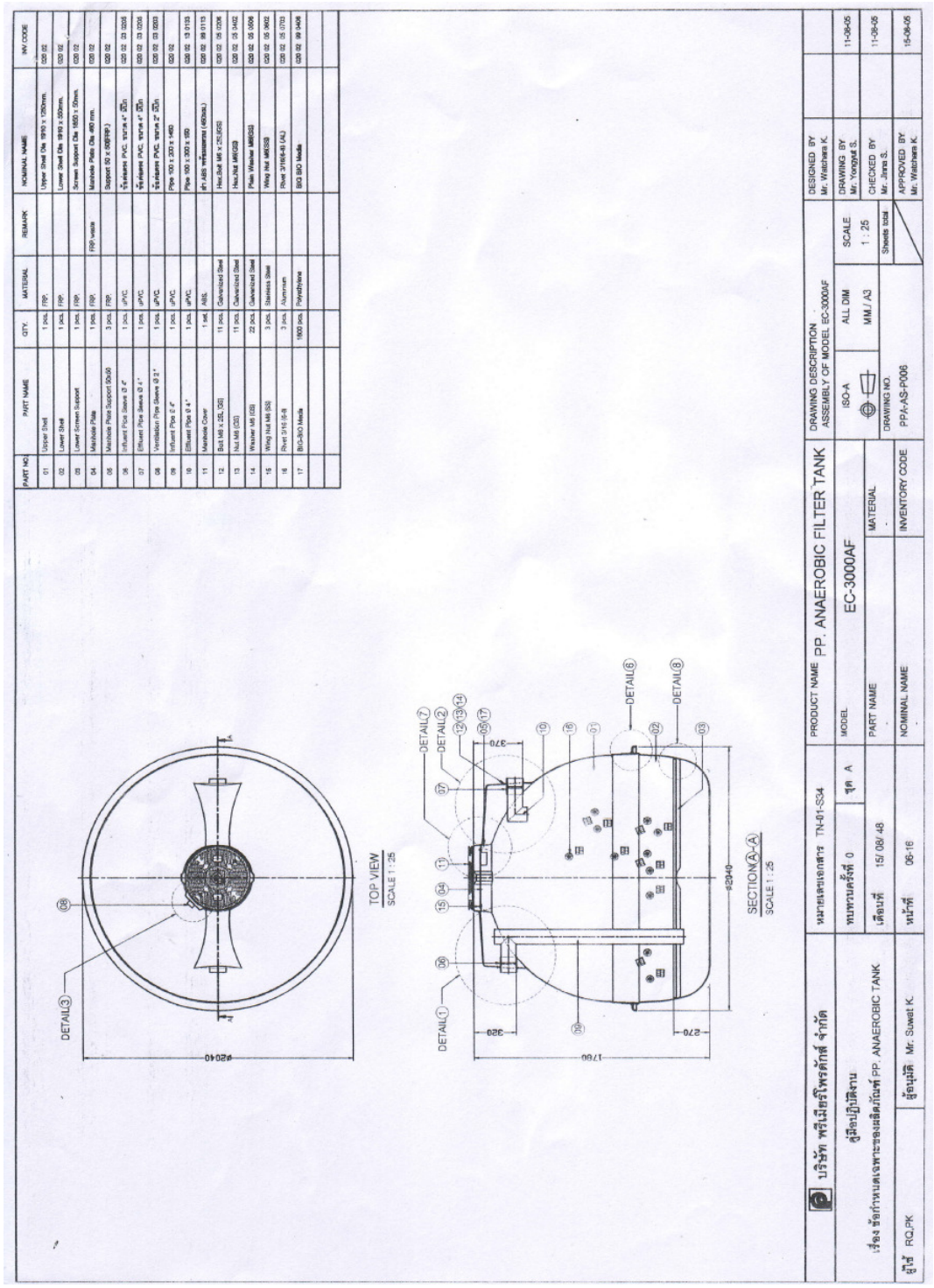
หมายเหตุ : ≥ = เกินกว่าหรือเท่ากับ

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิด มลพิษ ที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฉ)

# ภาคผนวก ข

## รายละเอียดข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี

ระบบบำบัดแบบถังบำบัดน้ำเสีย กรองไร้อากาศ ECO TANK รุ่น EC-3000(AF)



# ภาคผนวก ค

## ลักษณะคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ

ตาราง ค-1 ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือน กรกฎาคม 2551

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหลเฉลี่ย ($m^3/d$) | 10 | 0.11 | 1,529 | | 74,304 | | - | - |
| pH | 7.3 | 6.8 | 7.2 | 6.7 | 7.1 | 7.0 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 65 | 11 | 120 | 19 | 30 | 17 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 113 | 95 | 218 | 91 | 65 | 61 | - | - |
| TKN (mg/L) | 12 | 0.6 | 4.2 | 2.8 | 2 | N.D. | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 29 | 53 | 62 | 28 | 39 | 32 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 255 | 91 | 278 | 250 | 240 | 242 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 0.9 | N.D. | N.D. | N.D. | 1.4 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 9 | 8.9 | 10.5 | 0.5 | 22 | 6 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $4x10^6$ | $2.4x10^6$ | $4x10^6$ | $3x10^2$ | $9x10^6$ | $3x10^3$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable - ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-2 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน สิงหาคม 2551

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหลเฉลี่ย ($m^3/d$) | 3.2 | 0.07 | 2,010 | | 132,624 | | - | - |
| pH | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 8.1 | 6.5 | 6.6 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.4 | 0.5 | 1.6 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 82 | 49 | 324 | 2.4 | 30 | 11 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 137 | 100 | 547 | 50 | 62 | 54 | - | - |
| TKN (mg/L) | 6.2 | N.D. | 6.2 | 5.6 | 4 | 0.6 | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 40 | 61 | 70 | 18 | 52 | 49 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 252 | 175 | 384 | 300 | 258 | 232 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 0.8 | 0.7 | 0.4 | N.D. | N.D. | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 20 | 6.9 | 20 | 3 | 14 | 12 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $1.1x10^7$ | $3x10^3$ | $1.3x10^7$ | 4 | $8x10^6$ | $1.7x10^4$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-3 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน กันยายน 2551

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหลเฉลี่ย ($m^3/d$) | 5.8 | 0.07 | 1,858 | | 123,552 | | - | - |
| pH | 7.2 | 8.6 | 6.6 | 6.5 | 7.3 | 7.1 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.5 | <0.1 | 1.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 67 | 65 | 246 | 15 | 33 | 14 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 203 | 293 | 461 | 82 | 74 | 60 | - | - |
| TKN (mg/L) | 14 | 0.6 | 3.4 | 0.6 | 15 | N.D. | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 39 | 51 | 95 | 25 | 29 | 53 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 192 | 821 | 527 | 365 | 235 | 169 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 3 | 1 | N.D. | N.D. | 1.3 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 7 | 18 | 14 | 2 | 13 | 9 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $1.7x10^7$ | $6x10^3$ | $1.3x10^5$ | <2 | $1.1x10^6$ | $5x10^4$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-4 ลักษณะคุณภาพน้ำประจำเดือน ตุลาคม 2551

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหลเฉลี่ย ($m^3/d$) | 5.1 | 0.04 | 1,678 | | 130,032 | | - | - |
| pH | 7.3 | 6.8 | 7.5 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.4 | 0.3 | 1.3 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 74 | 53 | 144 | 19 | 61 | 7 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 209 | 95 | 314 | 67 | 113 | 39 | - | - |
| TKN (mg/L) | 20 | 0.6 | 6 | 1 | 12 | N.D. | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 50 | 29 | 90 | 22 | 59 | 14 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 340 | 93 | 302 | 288 | 218 | 202 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | N.D. | 1.4 | 0.9 | N.D. | 1.9 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 16 | 6 | 21 | 3 | 12 | 6 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $2x10^6$ | $2.4x10^6$ | $9x10^8$ | <2 | $9x10^6$ | $3x10^4$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-5 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน พฤศจิกายน 2551

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหล ($m^3/d$) | 9.1 | 10.3 | 2,574 | | 123,552 | | - | - |
| pH | 6.8 | 8.4 | 7.3 | 6.3 | 7.1 | 6.7 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.1 | <0.1 | 1.5 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 81 | 89 | 150 | 14 | 23 | 8 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 185 | 183 | 230 | 40 | 76 | 54 | - | - |
| TKN (mg/L) | 4 | 62 | 7 | 1 | 11 | 3 | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 19 | 52 | 82 | 29 | 36 | 13 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 276 | 333 | 396 | 337 | 141 | 100 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 1.8 | 3.4 | 1.1 | N.D. | 2 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 8 | 14 | 13 | 6 | 11 | 9 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $8x10^5$ | $2.3x10^7$ | $1.6x10^7$ | <2 | $3x10^6$ | $1.3x10^4$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-6 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน ธันวาคม 2551

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงาน อธิการบดี | โรงพยาบาล สงขลานครินทร์ | | เทศบาล นครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้ง ประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้ง ประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออก ระบบ | น้ำออก ระบบ | น้ำเข้า ระบบ | น้ำออก ระบบ | น้ำเข้า ระบบ | น้ำออก ระบบ | | |
| อัตราการไหล ($m^3/d$) | 5.5 | 4.2 | 2,302 | | 123,264 | | - | - |
| pH | 7.4 | 8.1 | 7.5 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.1 | 0.1 | 1.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 92 | 58 | 118 | 18 | 19 | 5 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 262 | 179 | 213 | 45 | 56 | 47 | - | - |
| TKN (mg/L) | 11 | 57 | 6.1 | 2 | 9 | 2 | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 18 | 44 | 70 | 26 | 59 | 19 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 278 | 233 | 277 | 235 | 198 | 121 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 1.6 | 2.9 | N.D. | N.D. | 1.8 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 10 | 11 | 13 | 2 | 10 | 4 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $2x10^6$ | $9x10^6$ | $3x10^6$ | $3x10^2$ | $5x10^6$ | $1.4x10^3$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-7 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน มกราคม 2552

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหล ($m^3/d$) | 7.4 | 0.13 | 1,782 | | 124,416 | | - | - |
| pH | 7.1 | 8.0 | 7.0 | 6.4 | 7.2 | 6.9 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.2 | <0.1 | 1.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 45 | 80 | 177 | 19 | 27 | 5 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 137 | 110 | 266 | 54 | 109 | 85 | - | - |
| TKN (mg/L) | 14 | 28 | 22 | 1 | 9 | N.D. | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 35 | 35 | 69 | 19 | 30 | 16 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 199 | 319 | 390 | 315 | 197 | 105 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 1.8 | 1.5 | N.D. | N.D. | 2 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 16 | 6 | 9 | 1.3 | 9 | 5 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $4x10^4$ | $3x10^6$ | $2.3x10^6$ | $3.5x10^2$ | $9x10^6$ | $5x10^3$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-8 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2552

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงาน อธิการบดี | โรงพยาบาล สงขลานครินทร์ | | เทศบาล นครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้ง ประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้ง ประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออก ระบบ | น้ำออก ระบบ | น้ำเข้า ระบบ | น้ำออก ระบบ | น้ำเข้า ระบบ | น้ำออก ระบบ | | |
| อัตราการไหล ($m^3/d$) | 3.6 | 8.1 | 1,661 | | 130,248 | | - | - |
| pH | 7.1 | 8.5 | 6.5 | 6.7 | 7.1 | 7.0 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.1 | 0.1 | 2.0 | <0.1 | 0.5 | 0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 99 | 30 | 189 | 9 | 34 | 7 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 262 | 131 | 382 | 69 | 117 | 87 | - | - |
| TKN (mg/L) | 12 | 46 | 32 | 6 | 15 | 1 | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 39 | 41 | 78 | 17 | 63 | 25 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 304 | 235 | 264 | 200 | 256 | 176 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 1.4 | 3.6 | 3.8 | N.D. | 1.4 | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 13 | 10 | 19 | 1 | 11 | 5 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $5x10^5$ | $2.4x10^6$ | $9x10^6$ | <2 | $2.4x10^6$ | $3x10^3$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

ตาราง ค-9 ลักษณะคุณภาพน้ำ ประจำเดือน มีนาคม 2552

| พารามิเตอร์ | แฟลต อ.4 | สำนักงานอธิการบดี | โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ | | เทศบาลนครหาดใหญ่ | | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก | มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำออกระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | น้ำเข้าระบบ | น้ำออกระบบ | | |
| อัตราการไหล ($m^3/d$) | 4.9 | 8.8 | 1,747 | | 114,048 | | - | - |
| pH | 7.5 | 8.1 | 7.4 | 6.2 | 7.0 | 7.3 | 5-9 | 5-9 |
| Settleable Solids (mL/L) | 0.2 | <0.1 | 1.0 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | ไม่เกิน 0.5 | ไม่เกิน 0.5 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 44 | 57 | 123 | 7 | 28 | 9 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 50 |
| COD (mg/L) | 159 | 189 | 277 | 58 | 79 | 40 | - | - |
| TKN (mg/L) | 11 | 66 | 6 | 1 | 17 | 2 | ไม่เกิน 35 | ไม่เกิน 40 |
| TSS (mg/L) | 24 | 40 | 62 | 19 | 43 | 16 | ไม่เกิน 30 | ไม่เกิน 50 |
| TDS (mg/L) | 152 | 248 | 409 | 335 | 199 | 102 | ไม่เกิน 500 | ไม่เกิน 500 |
| Sulfide (mg/L) | 1.1 | 1.2 | 1.2 | N.D. | N.D. | N.D. | ไม่เกิน 1.0 | ไม่เกิน 4.0 |
| Oil & Grease (mg/L) | 18 | 12 | 16 | 2 | 8 | 4 | ไม่เกิน 20 | ไม่เกิน 20 |
| Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL) | $3x10^6$ | $2.3x10^7$ | $9x10^6$ | <2 | $3x10^6$ | $2.3x10^3$ | - | - |

หมายเหตุ : N.D. = Non detectable

- ไม่ได้กำหนด

## ภาคผนวก ง

คะแนนประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตาราง ง-1 ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากร อาคาร 4

| เดือน | Settleable Solids | | | | $BOD_5$ | | | | COD | | | | TKN | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน |
| ก.ค. | 5 | 0.1 | 98.0 | 10 | 110 | 65 | 40.9 | 0 | 250 | 113 | 54.8 | 5 | 20 | 12 | 40.0 | 0 |
| ส.ค. | 5 | 0.4 | 92.0 | 10 | 110 | 82 | 25.5 | 0 | 250 | 137 | 45.2 | 0 | 20 | 6.2 | 69.0 | 5 |
| ก.ย. | 5 | 0.5 | 90.0 | 10 | 110 | 67 | 39.1 | 0 | 250 | 203 | 18.8 | 0 | 20 | 14 | 30.0 | 0 |
| ต.ค. | 5 | 0.4 | 92.0 | 10 | 110 | 74 | 32.7 | 0 | 250 | 209 | 16.4 | 0 | 20 | 20 | 0.0 | 0 |
| พ.ย. | 5 | 0.1 | 98.0 | 10 | 110 | 81 | 26.4 | 0 | 250 | 185 | 26.0 | 0 | 20 | 4 | 80.0 | 7 |
| ธ.ค. | 5 | 0.1 | 98.0 | 10 | 110 | 92 | 16.4 | 0 | 250 | 262 | -4.8 | 0 | 20 | 11 | 45.0 | 0 |
| ม.ค. | 5 | 0.2 | 96.0 | 10 | 110 | 45 | 59.1 | 5 | 250 | 137 | 45.2 | 0 | 20 | 14 | 30.0 | 0 |
| ก.พ. | 5 | 0.1 | 98.0 | 10 | 110 | 99 | 10.0 | 0 | 250 | 262 | -4.8 | 0 | 20 | 12 | 40.0 | 0 |
| มี.ค. | 5 | 0.2 | 96.0 | 10 | 110 | 44 | 60.0 | 5 | 250 | 159 | 36.4 | 0 | 20 | 11 | 45.0 | 0 |

ตาราง ง-1 ระบบบำบัดน้ำเสียแฟลตบุคลากร อาคาร 4 (ต่อ)

| เดือน | SS | | | | TDS | | | | Oil & Grease | | | | ดัชนี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | ประสิทธิภาพ |
| ก.ค. | 100 | 29 | 71.0 | 5 | 250 | 255 | -2.0 | 0 | 50 | 9 | 82.0 | 7 | 3.9 |
| ส.ค. | 100 | 40 | 60.0 | 5 | 250 | 252 | -0.8 | 0 | 50 | 20 | 60.0 | 5 | 3.6 |
| ก.ย. | 100 | 39 | 61.0 | 5 | 250 | 192 | 23.2 | 0 | 50 | 7 | 86.0 | 7 | 3.1 |
| ต.ค. | 100 | 50 | 50.0 | 5 | 250 | 340 | -36.0 | 0 | 50 | 16 | 68.0 | 5 | 2.9 |
| พ.ย. | 100 | 19 | 81.0 | 7 | 250 | 276 | -10.4 | 0 | 50 | 8 | 84.0 | 7 | 4.4 |
| ธ.ค. | 100 | 18 | 82.0 | 7 | 250 | 278 | -11.2 | 0 | 50 | 10 | 80.0 | 7 | 3.4 |
| ม.ค. | 100 | 35 | 65.0 | 5 | 250 | 199 | 20.4 | 0 | 50 | 16 | 68.0 | 5 | 3.6 |
| ก.พ. | 100 | 39 | 61.0 | 5 | 250 | 304 | -21.6 | 0 | 50 | 13 | 74.0 | 5 | 2.9 |
| มี.ค. | 100 | 24 | 76.0 | 7 | 250 | 152 | 39.2 | 0 | 50 | 18 | 64.0 | 5 | 3.9 |
| คะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย | | | | | | | | | | | | | 3.5 |

หมายเหตุ : น้ำเข้าระบบของแต่ละพารามิเตอร์มาจาก Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy 1991

ตาราง ง-2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี

| เดือน | Settleable Solids | | | | $BOD_5$ | | | | COD | | | | TKN | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน |
| ก.ค. | 5 | 0.5 | 90.0 | 10 | 110 | 11 | 90.0 | 10 | 250 | 95 | 62.0 | 5 | 20 | 0.6 | 97.0 | 10 |
| ส.ค. | 5 | 0.5 | 90.0 | 10 | 110 | 49 | 55.5 | 5 | 250 | 100 | 60.0 | 5 | 20 | 0 | 100.0 | 10 |
| ก.ย. | 5 | 0 | 100.0 | 10 | 110 | 65 | 40.9 | 0 | 250 | 293 | -17.2 | 0 | 20 | 0.6 | 97.0 | 10 |
| ต.ค. | 5 | 0.3 | 94.0 | 10 | 110 | 53 | 51.8 | 5 | 250 | 95 | 62.0 | 5 | 20 | 0.6 | 97.0 | 10 |
| พ.ย. | 5 | 0 | 100.0 | 10 | 110 | 89 | 19.1 | 0 | 250 | 183 | 26.8 | 0 | 20 | 62 | -210.0 | 0 |
| ธ.ค. | 5 | 0.1 | 98.0 | 10 | 110 | 58 | 47.3 | 0 | 250 | 179 | 28.4 | 0 | 20 | 57 | -185.0 | 0 |
| ม.ค. | 5 | 0 | 100.0 | 10 | 110 | 80 | 27.3 | 0 | 250 | 110 | 56.0 | 5 | 20 | 28 | -40.0 | 0 |
| ก.พ. | 5 | 0.1 | 98.0 | 10 | 110 | 30 | 72.7 | 5 | 250 | 131 | 47.6 | 0 | 20 | 46 | -130.0 | 0 |
| มี.ค. | 5 | 0 | 100.0 | 10 | 110 | 57 | 48.2 | 0 | 250 | 189 | 24.4 | 0 | 20 | 66 | -230.0 | 0 |

ตาราง ง-2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำนักงานอธิการบดี (ต่อ)

| เดือน | SS | | | | TDS | | | | Oil & Grease | | | | ดัชนี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | ประสิทธิภาพ |
| ก.ค. | 100 | 53 | 47.0 | 0 | 250 | 91 | 63.6 | 5 | 50 | 8.9 | 82.2 | 7 | 6.7 |
| ส.ค. | 100 | 61 | 39.0 | 0 | 250 | 175 | 30.0 | 0 | 50 | 6.9 | 86.2 | 7 | 5.3 |
| ก.ย. | 100 | 51 | 49.0 | 0 | 250 | 821 | -228.4 | 0 | 50 | 18 | 64.0 | 5 | 3.6 |
| ต.ค. | 100 | 29 | 71.0 | 5 | 250 | 93 | 62.8 | 5 | 50 | 6 | 88.0 | 7 | 6.7 |
| พ.ย. | 100 | 52 | 48.0 | 0 | 250 | 333 | -33.2 | 0 | 50 | 14 | 72.0 | 5 | 2.1 |
| ธ.ค. | 100 | 44 | 56.0 | 5 | 250 | 233 | 6.8 | 0 | 50 | 11 | 78.0 | 7 | 3.1 |
| ม.ค. | 100 | 35 | 65.0 | 5 | 250 | 319 | -27.6 | 0 | 50 | 6 | 88.0 | 7 | 3.9 |
| ก.พ. | 100 | 41 | 59.0 | 5 | 250 | 235 | 6.0 | 0 | 50 | 10 | 80.0 | 7 | 3.9 |
| มี.ค. | 100 | 40 | 60.0 | 5 | 250 | 248 | 0.8 | 0 | 50 | 12 | 76.0 | 7 | 3.1 |
| คะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย | | | | | | | | | | | | | 4.3 |

หมายเหตุ : น้ำเข้าระบบของแต่ละพารามิเตอร์มาจาก Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy 1991

ตาราง ง-3 ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

| เดือน | Settleable Solids | | | | $BOD_5$ | | | | COD | | | | TKN | | | | SS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน |
| ก.ค. | 0.7 | 0.1 | 85.7 | 7 | 120 | 19 | 84.2 | 7 | 218 | 91 | 58.3 | 5 | 4.2 | 2.8 | 33.3 | 0 | 62 | 28 | 54.8 | 5 |
| ส.ค. | 1.6 | 0.1 | 93.8 | 10 | 324 | 2.4 | 99.3 | 10 | 547 | 50 | 90.9 | 10 | 6.2 | 5.6 | 9.7 | 0 | 70 | 18 | 74.3 | 5 |
| ก.ย. | 1.4 | 0.1 | 92.9 | 10 | 246 | 15 | 93.9 | 10 | 461 | 82 | 82.2 | 7 | 3.4 | 0.6 | 82.4 | 7 | 95 | 25 | 73.7 | 5 |
| ต.ค. | 1.3 | 0.1 | 92.3 | 10 | 144 | 19 | 86.8 | 7 | 314 | 67 | 78.7 | 7 | 6 | 1 | 83.3 | 7 | 90 | 22 | 75.6 | 7 |
| พ.ย. | 1.5 | 0.1 | 93.3 | 10 | 150 | 14 | 90.7 | 10 | 230 | 40 | 82.6 | 7 | 7 | 1 | 85.7 | 7 | 82 | 29 | 64.6 | 5 |
| ธ.ค. | 1.3 | 0.1 | 92.3 | 10 | 118 | 18 | 84.7 | 7 | 213 | 45 | 78.9 | 7 | 6.1 | 2 | 67.2 | 5 | 70 | 26 | 62.9 | 5 |
| ม.ค. | 1.1 | 0 | 100.0 | 10 | 177 | 19 | 89.3 | 7 | 266 | 54 | 79.7 | 7 | 22 | 1 | 95.5 | 10 | 69 | 19 | 72.5 | 5 |
| ก.พ. | 2 | 0 | 100.0 | 10 | 189 | 9 | 95.2 | 10 | 382 | 69 | 81.9 | 7 | 32 | 6 | 81.3 | 7 | 78 | 17 | 78.2 | 7 |
| มี.ค. | 1 | 0 | 100.0 | 10 | 123 | 7 | 94.3 | 10 | 277 | 58 | 79.1 | 7 | 6 | 1 | 83.3 | 7 | 62 | 19 | 69.4 | 5 |

ตาราง ง-3 ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (ต่อ)

| เดือน | TDS | | | | Sulfide | | | | Oil & Grease | | | | Total Coliform Bacteria | | | | ดัชนี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | ประสิทธิภาพ |
| ก.ค. | 278 | 250 | 10.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0.5 | 95.2 | 10 | $4x10^{6}$ | $3x10^{2}$ | 100.0 | 10 | 4.9 |
| ส.ค. | 384 | 300 | 21.9 | 0 | 0.4 | 0 | 100 | 10 | 20 | 3 | 85.0 | 7 | $1.3x10^{7}$ | 4 | 100.0 | 10 | 6.9 |
| ก.ย. | 527 | 365 | 30.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 2 | 85.7 | 7 | $1.3x10^{5}$ | <2 | 100.0 | 10 | 6.2 |
| ต.ค. | 302 | 288 | 4.6 | 0 | 0.9 | 0 | 100 | 10 | 21 | 3 | 85.7 | 7 | $9x10^{8}$ | <2 | 100.0 | 10 | 7.2 |
| พ.ย. | 396 | 337 | 14.9 | 0 | 1.1 | 0 | 100 | 10 | 13 | 6 | 53.8 | 5 | $1.6x10^{7}$ | <2 | 100.0 | 10 | 7.1 |
| ธ.ค. | 277 | 235 | 15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 2 | 84.6 | 7 | $3x10^{6}$ | $3x10^{2}$ | 100.0 | 10 | 5.7 |
| ม.ค. | 390 | 315 | 19.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1.3 | 85.6 | 7 | $2.3x10^{6}$ | $3.5x10^{2}$ | 100.0 | 10 | 6.2 |
| ก.พ. | 264 | 200 | 24.2 | 0 | 3.8 | 0 | 100 | 10 | 19 | 1 | 94.7 | 10 | $9x10^{6}$ | <2 | 100.0 | 10 | 7.9 |
| มี.ค. | 409 | 335 | 18.1 | 0 | 1.2 | 0 | 100 | 10 | 16 | 2 | 87.5 | 7 | $9x10^{6}$ | <2 | 100.0 | 10 | 7.3 |
| คะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย | | | | | | | | | | | | | | | | | 6.6 |

ตาราง ง-4 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

| เดือน | Settleable Solids | | | | $BOD_5$ | | | | COD | | | | TKN | | | | SS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน |
| ก.ค. | 0.2 | 0.1 | 50.0 | 5 | 30 | 17 | 43.3 | 0 | 65 | 61 | 6.2 | 0 | 2 | 0 | 100.0 | 10 | 39 | 32 | 17.9 | 0 |
| ส.ค. | 0.2 | 0.1 | 50.0 | 5 | 30 | 11 | 63.3 | 5 | 62 | 54 | 12.9 | 0 | 4 | 0.6 | 85.0 | 7 | 52 | 49 | 5.8 | 0 |
| ก.ย. | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0 | 33 | 14 | 57.6 | 5 | 74 | 60 | 18.9 | 0 | 15 | 0 | 100.0 | 10 | 29 | 53 | -82.8 | 0 |
| ต.ค. | 0.4 | 0.1 | 75.0 | 5 | 61 | 7 | 88.5 | 7 | 113 | 39 | 65.5 | 5 | 12 | 0 | 100.0 | 10 | 59 | 14 | 76.3 | 7 |
| พ.ย. | 0.5 | 0.1 | 80.0 | 7 | 23 | 8 | 65.2 | 5 | 76 | 54 | 28.9 | 0 | 11 | 3 | 72.7 | 5 | 36 | 13 | 63.9 | 5 |
| ธ.ค. | 0.2 | 0.1 | 50.0 | 5 | 19 | 5 | 73.7 | 5 | 56 | 47 | 16.1 | 0 | 9 | 2 | 77.8 | 7 | 59 | 19 | 67.8 | 5 |
| ม.ค. | 0.1 | 0 | 100.0 | 10 | 27 | 5 | 81.5 | 7 | 109 | 85 | 22.0 | 0 | 9 | 0 | 100.0 | 10 | 30 | 16 | 46.7 | 0 |
| ก.พ. | 0.5 | 0.1 | 80.0 | 7 | 34 | 7 | 79.4 | 7 | 117 | 87 | 25.6 | 0 | 15 | 1 | 93.3 | 10 | 63 | 25 | 60.3 | 5 |
| มี.ค. | 0.2 | 0 | 100.0 | 10 | 28 | 9 | 67.9 | 5 | 79 | 40 | 49.4 | 0 | 17 | 2 | 88.2 | 7 | 43 | 16 | 62.8 | 5 |

ตาราง ง-4 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ (ต่อ)

| เดือน | TDS | | | | Sulfide | | | | Oil & Grease | | | | Total Coliform Bacteria | | | | ดัชนี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | เข้า | ออก | ประสิทธิภาพ | คะแนน | ประสิทธิภาพ |
| ก.ค. | 240 | 242 | -0.8 | 0 | 1.4 | 0 | 100 | 10 | 22 | 6 | 72.7 | 5 | $9x10^6$ | $3x10^3$ | 100.0 | 10 | 4.4 |
| ส.ค. | 258 | 232 | 10.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 12 | 14.3 | 0 | $8x10^6$ | $1.7x10^4$ | 99.8 | 10 | 3.0 |
| ก.ย. | 235 | 169 | 28.1 | 0 | 1.3 | 0 | 100 | 10 | 13 | 9 | 30.8 | 0 | $1.1x10^6$ | $5x10^4$ | 95.5 | 10 | 3.9 |
| ต.ค. | 218 | 202 | 7.3 | 0 | 1.9 | 0 | 100 | 10 | 12 | 6 | 50.0 | 5 | $9x10^6$ | $3x10^4$ | 99.7 | 10 | 6.6 |
| พ.ย. | 141 | 100 | 29.1 | 0 | 2 | 0 | 100 | 10 | 11 | 9 | 18.2 | 0 | $3x10^6$ | $1.3x10^4$ | 99.6 | 10 | 4.7 |
| ธ.ค. | 198 | 121 | 38.9 | 0 | 1.8 | 0 | 100 | 10 | 10 | 4 | 60.0 | 5 | $5x10^6$ | $1.4x10^3$ | 100.0 | 10 | 5.2 |
| ม.ค. | 197 | 105 | 46.7 | 0 | 2 | 0 | 100 | 10 | 9 | 5 | 44.4 | 0 | $9x10^6$ | $5x10^3$ | 99.9 | 10 | 5.2 |
| ก.พ. | 256 | 176 | 31.3 | 0 | 1.4 | 0 | 100 | 10 | 11 | 5 | 54.5 | 5 | $2.4x10^6$ | $3x10^3$ | 99.9 | 10 | 6.0 |
| มี.ค. | 199 | 102 | 48.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 50.0 | 5 | $3x10^6$ | $2.3x10^3$ | 99.9 | 10 | 4.7 |
| คะแนนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย | | | | | | | | | | | | | | | | | 4.9 |

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ สกุล** นางสาวโรสนา กาซอ

**รหัสประจำตัวนักศึกษา** 5010120111

**วุฒิการศึกษา**

| วุฒิ | ชื่อสถาบัน | ปีที่สำเร็จการศึกษา |
|---|---|---|
| วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2543 |