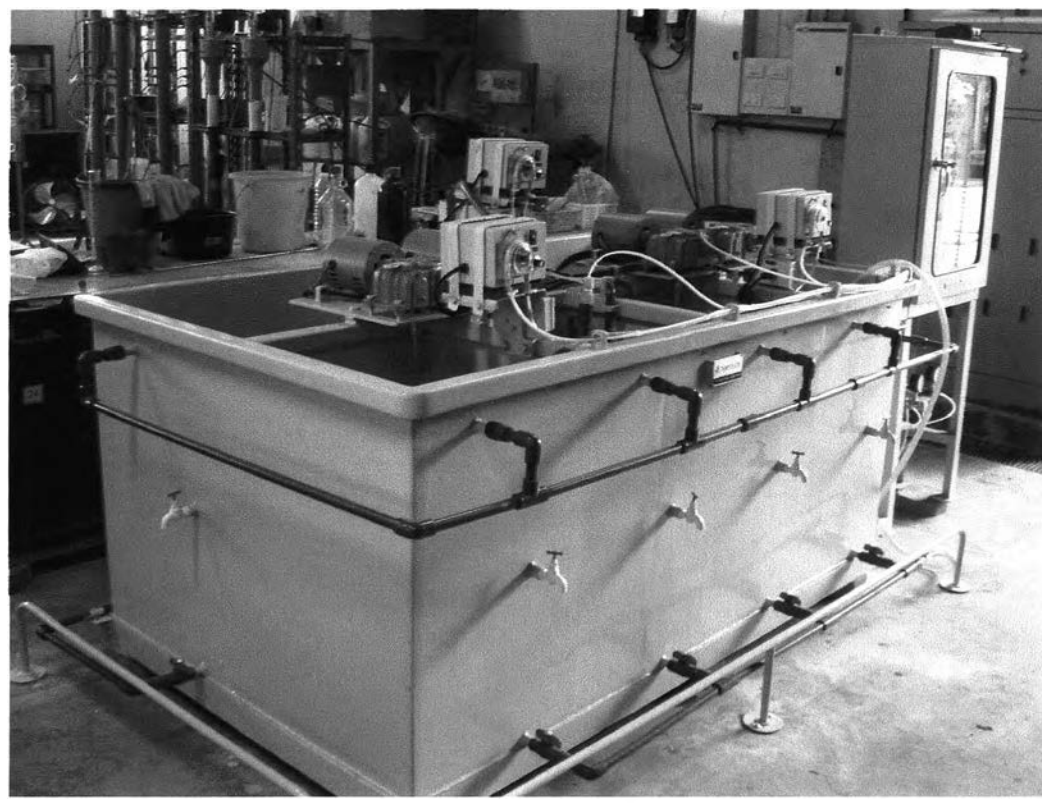
# บทที่ 3
# แผนงานดำเนินการวิจัย

## 3.1 แผนการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบ ถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีไมโครฟิลเตรชันเมมเบรนแบบจมดัว (SMF.-MBR.) บำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุรา โดยจะศึกษาถึงประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ การกำจัดสี สลัดจ์ชีวภาพ อนุภาคแขวนลอย และความขุ่น รวมถึงการศึกษาความคงตัว และความเหมาะสมของระบบ ในการใช้งานกับน้ำเสียจากโรงงานสุรา

ซึ่งชุดการทดลองทั้งหมด จะติดตั้งและดำเนินการอยู่ที่ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ กระทำที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีแผนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้



**รูปที่** 3.1 ถังปฏิกรณ์ที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

### 3.1.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

น้ำเสียในการทดลองนี้นำมาจากน้ำกากส่าจากกระบวนการผลิตสุรา โรงงานบริษัท แสงโสม จำกัด (แห่งที่ 3) ตั้งอยู่เลขที่ 139 หมู่ที่ 5 ต.บ้านหลวง อ.ดอนตูม จ.นครปฐม ซึ่งเป็นโรงงานผลิตปุ๋ยหมักจากน้ำกากส่าจากกรรมวิธีการผลิตสุรา มีปริมาณ 350 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะสมบัติตามตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 3.1** แสดงคุณลักษณะของน้ำกากส่าสดของโรงงานสุราแสงโสม

| ตัวแปร | ค่า | หน่วย | ตัวแปร | ค่า | หน่วย |
|---|---|---|---|---|---|
| พีเอช | 4.70 | - | ฟอสเฟต ($PO_4^{3-}$) | 0.11 | มก./ล. |
| บีโอดี$_5$ | 26,000 | มก./ล. | ซัลเฟต ($SO_4^{2-}$) | 1,535 | มก./ล. |
| ซีโอดี | 105,440 | มก./ล. | ไนโตรเจนรวม | 1,880 | มก./ล. |
| ความเป็นด่าง (ในรูปหินปูน) | 3,250 | มก./ล. | โปรแตสเซียม ($K^+$) | 8,750 | มก./ล. |
| ของแข็งทั้งหมด | 107,520 | มก./ล. | แคลเซียม ($Ca^{2+}$) | 2,800 | มก./ล. |
| ของแข็งแขวนลอย | 3,440 | มก./ล. | โซเดียม ($Na^+$) | 427 | มก./ล. |
| กรดไขมันระเหยง่าย (ในรูปอะซิติก) | 1,947 | มก./ล. | ของแข็งระเหยง่าย | 84,675 | มก./ล. |

**ที่มา** : หน่วยวิจัยและควบคุมคุณภาพ โรงงานสุรา บริษัท แสงโสม จำกัด (9 พฤษภาคม 2545)

### 3.1.2 ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ในการทดลองครั้งนี้ จะต้องเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความคุ้นเคยกับน้ำเสียที่เจือแอลกอฮอล์ จากการสำรวจได้สรุปทางเลือกได้ดังนี้ ในการทดลองนี้ได้เลือกเชื้อที่มาจาก เชื้อในระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานเบียร์คาร์ลเบิร์ก อ.วังน้อย จ.อยุธยา โดยนำมาจากส่วนบ่อคัดเลือกเชื้อ (Selection Pond) หรือส่วนที่นำเชื้อมาสัมผัสกับน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบ

**รูปที่** 3.2 สภาพเชื้อจากบ่อเวียนกลับ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานคาร์ลเบิร์ก

### 3.1.3 การเตรียมการทดลอง

1) จัดเตรียมอุปกรณ์วัสดุอุปกรณ์ ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.2 รวมถึงเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็น
2) ทำการประกอบ ติดตั้งชุดทดลอง ชุดเมมเบรน ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.5 จากนั้นทำการทดสอบการทำงาน และการควบคุม ของอุปกรณ์แต่ละชิ้นส่วน และระบบโดยรวม
3) จัดเตรียมถังล้างเมมเบรน, สารเคมี หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น
4) ทำการเริ่มดำเนินการระบบ (Start up)
5) สูบน้ำเสียจริงเข้าสู่ถังพัก เพื่อเตรียมจ่ายเข้าชุดทดลอง และเริ่มดำเนินงานวิจัย

### 3.1.4 การดำเนินการทดลอง

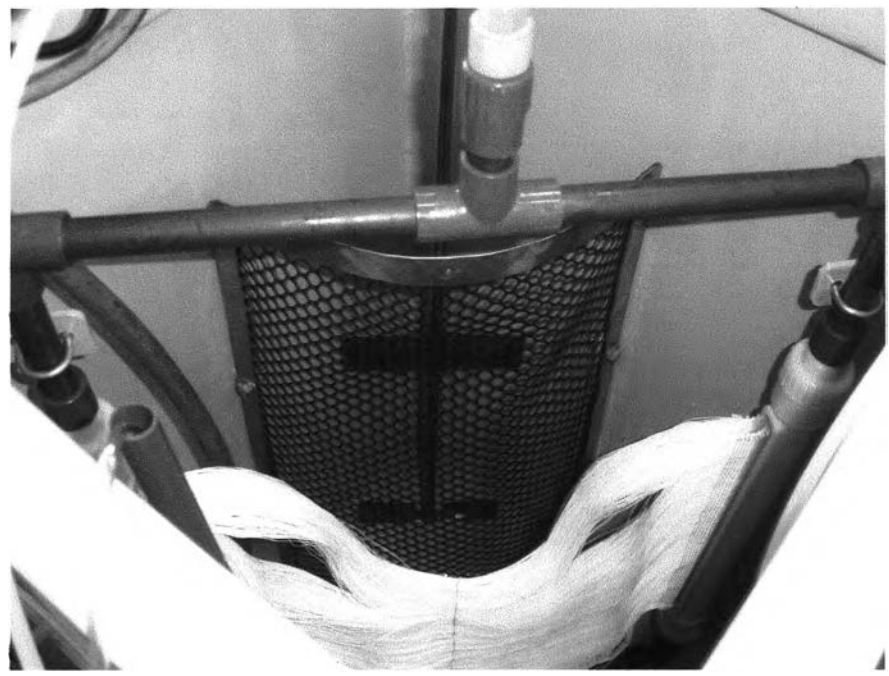
1) ดำเนินงานวิจัยไปตามแผนการทดลอง ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.6 ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัย
2) ดำเนินการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การบันทึกผล ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.7 และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
3) สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ และเขียนรายงานการวิจัย เพื่อนำเสนอต่อไป

## 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) ไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน (Microfiltration Membrane : MF) ของ "Mitsubishi Rayon" ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 3.3 มีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

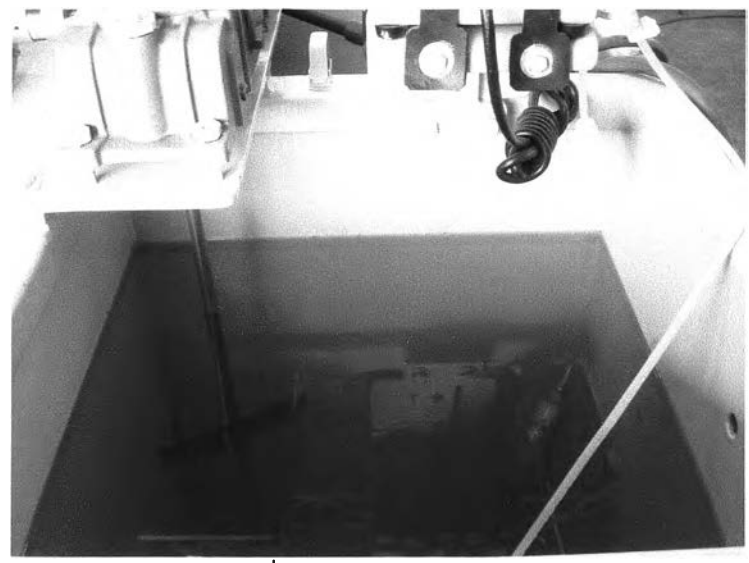
- ชื่อทางการค้า "Sterapore ™" (Ultramicrofilter for high concentrated solution of suspended solids)
- รุ่น (Model) : UMF. 424SLI
- Lot No.98 1001 4248 x 19
- ขนาดรูพรุน (Pore size) : ขนาด 0.1 μm.
- พื้นที่ผิวการกรอง : 4 ตร.ม.
- วัสดุเมมเบรนเป็นชนิด "Polyethylene Hollow Fiber Membrane" (Hydrophilic)
- ข้อต่อท่อทางดูดของปั๊ม (suction pipe) เป็นชนิดเกลียว ขนาด 4 หุน (Union join ½")
- อุณหภูมิทำงานปกติ : ต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส

2) ชุดเมมเบรน (Module Unit) สร้างขึ้นจากท่อพีวีซี แสดงดังรูปที่ 3.3



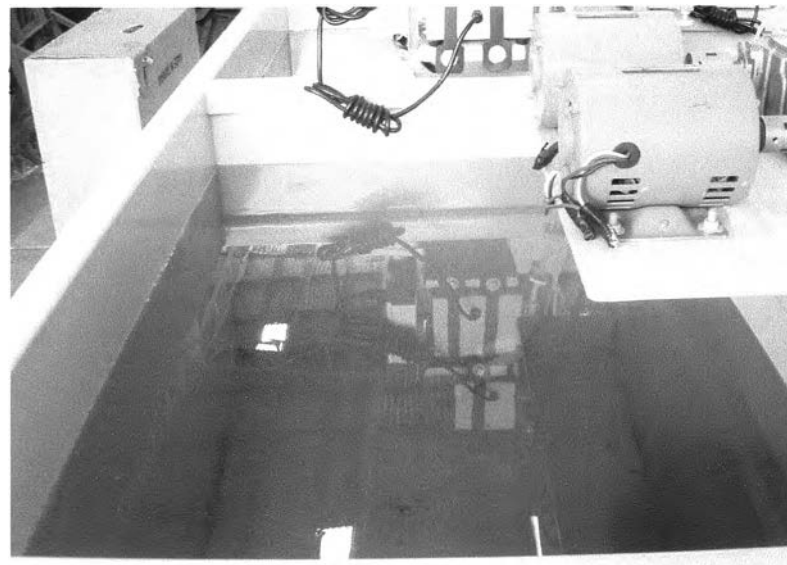
**รูปที่** 3.3 ส่วนประกอบของชุดเมมเบรนที่ใช้ในงานวิจัยนี้

3) ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ :.ทำจากเหล็ก (Mild steel) ฉาบด้วยกาวอีพอกซี (epoxy) ขนาด 500x500x850 มม. ปริมาตร 212 ลิตร ปริมาตรประสิทธิผล 200 ลิตร จำนวน 4 ถัง (Common wall)



**รูปที่** 3.4 ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ

4) ถังพัก-จ่ายน้ำเสีย : ทำจากเหล็ก (Mild steel) ฉาบด้วยกาวอีพอกซี (epoxy) ขนาด 700x100x850 มม. ปริมาตร 595 ลิตร ปริมาตรประสิทธิผล 560 ลิตร จำนวน 2 ถัง (Common wall)

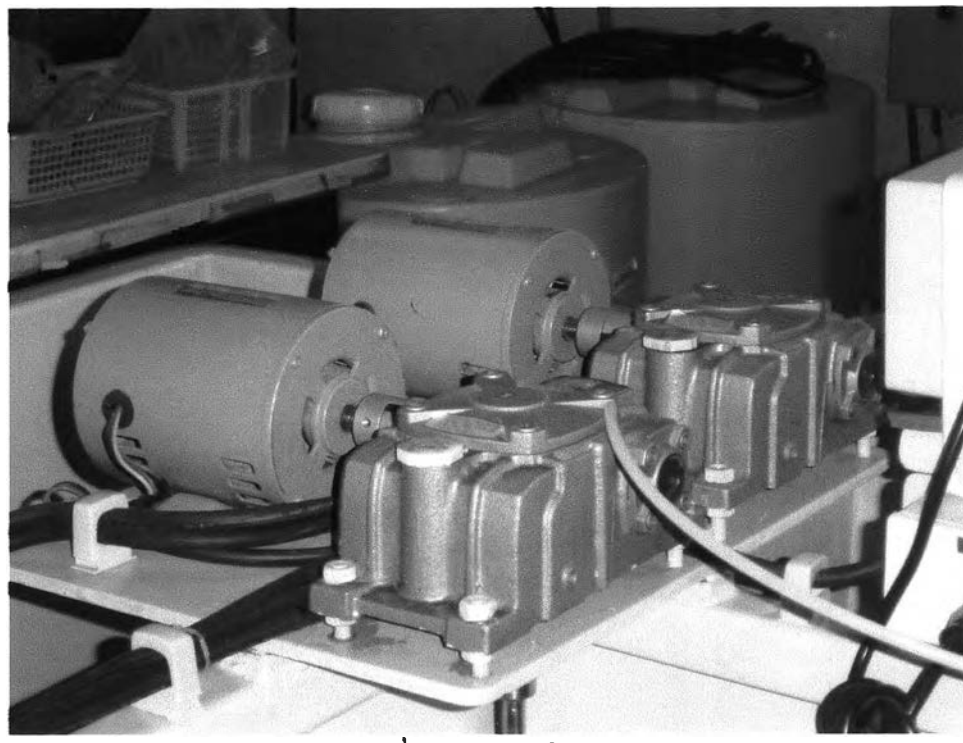


**รูปที่** 3.5 ถังพักน้ำเสีย

5) ถังเก็บน้ำที่บำบัดแล้ว : ถังน้ำขนาด ϕ650x680x6.0 มม. ปริมาตร 200 ลิตร จำนวน 2 ถัง

**รูปที่** 3.6 ถังรับน้ำทิ้งจากระบบ

6) ใบกวน : เครื่องกวนผสมความเร็วต่ำ (Appx.) 100 RPM. 220V 50 Hz จำนวน 4 ชุด



**รูปที่** 3.7 มอเตอร์ใบกวน

**รูปที่** 3.8 ใบกวน

7) เครื่องสูบน้ำแบบรีดสาย (Peristaltic Pump) 4 เครื่อง

MEC-O-METIC (Peristaltic Pump) Pulsateeder "USA"

Model : Dolphin D75

Capacity : 97 GPD @ 25 PSI 12.4 L/Hr.

Power : 230 V / 50 Hz.

Accessories : 1-1/8" 15 NPT Brass injection value, 2x8 ft-3/8" tubing, 1x6 ft discharge tube.

**รูปที่ 3.9 ปั๊มรีดสาย**

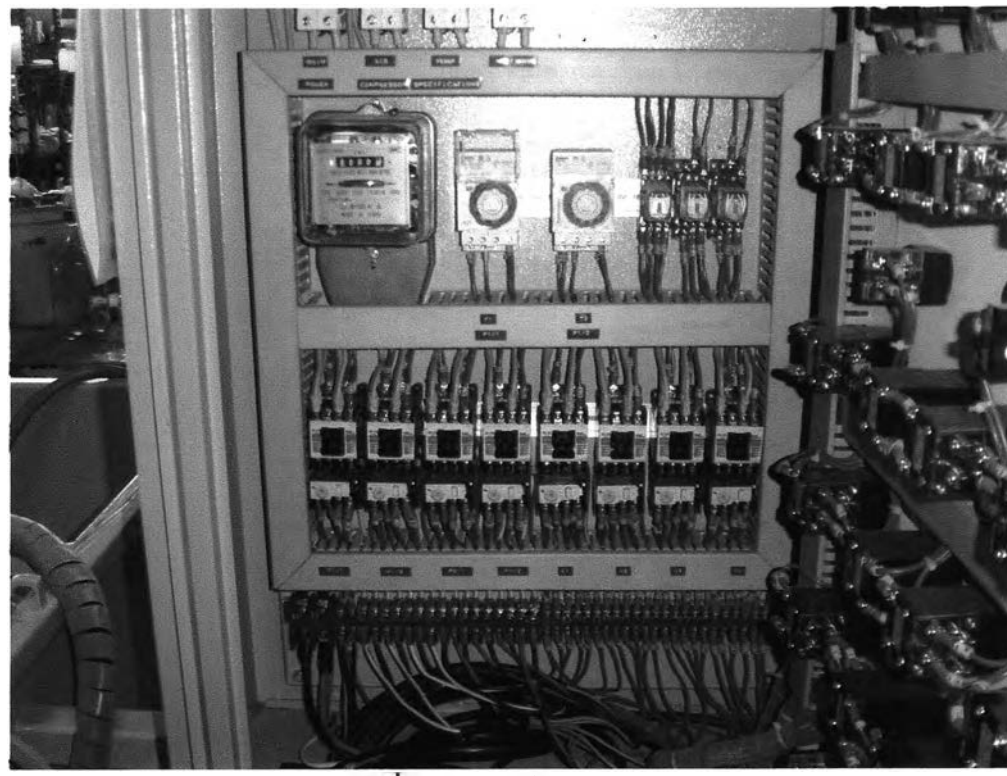
8) ชุดเครื่องเติมอากาศ 1 ชุด ได้แก่ เครื่องอัดอากาศ วาล์วบังคับความดัน ท่อพีวีซี-ยาง ฯลฯ

**รูปที่ 3.10 ปั๊มเติมอากาศ**

9) อุปกรณ์และวัสดุสำหรับงานทางไฟฟ้า ได้แก่

- **ตู้ควบคุม** (Control Panel) **สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ของ** SQ.-D 1 ตู้
- **วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อการต่อควบคุมระบบ เช่น ตัวตัดวงจร หรือ ปุ่มกด ตัวสัมผัส รีเลย์ ฟิวส์ สายไฟฟ้า และอุปกรณ์เดินสายไฟ**
- **วงจรควบคุมเวลา หน่วงเวลา** 1 – 5 **นาที ควบคุมการเติมอากาศ และเติมอากาศความเร็วสูง**
- **วงจรควบคุมเวลา ควบคุมวงจรไฟฟ้าของมอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำ ดูดน้ำซึมผ่านเมมเบรน ออกจาก**ถังปฏิกรณ์เป็นช่วงๆ
- **มาตรวัดไฟฟ้า วัดค่ากำลังงานไฟฟ้ารวมในการทำงานของระบบ**

**รูปที่** 3.11 ตู้ควบคุมระบบ



**รูปที่** 3.12 ระบบไฟฟ้าควบคุม

10) เครื่องมือและอุปกรณ์การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่างๆ เช่น บีกเกอร์ หลอดทดลอง ไปเปต เครื่องแก้วอื่นๆ สารเคมีต่างๆ เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ฯลฯ สำหรับการวิเคราะห์ค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ ดังจะกล่าวถึงในหัวข้อ 3.4 และ 3.7

11) แกลลอนพลาสติกสำหรับเก็บน้ำตัวอย่าง 2 ชุด

## 3.3 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองและแผนการเก็บน้ำเสีย

ใช้น้ำเสียจริง จากบ่อพักน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานสุรา โดยค่าซีโอดี, ไนโตรเจน และสมบัติของน้ำค่าอื่นๆ ที่แน่นอน จะทำการตรวจวิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่าง ที่ถังพักของชุดทดลอง เมื่อมีการเก็บน้ำเสียเข้าสู่ระบบ โดยแผนการเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเป็นไปดังที่จะกล่าวถึงในหัวข้อ 3.7

การรวบรวมน้ำเสียเข้าระบบ กระทำโดยใช้ปั๊มสูบน้ำเสียขึ้นจากบ่อพักน้ำเสียของโรงงานนำมาเก็บในถังพักน้ำของชุดทดลอง ซึ่งภายในติดตั้งแผ่นกั้นทางไหลแนวดิ่ง เพื่อกักอนุภาคขนาดใหญ่ และลดปริมาณไขมัน ที่จะเข้าสู่ระบบ จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามแผนงานวิจัย ในขณะที่น้ำเสียจะถูกจ่ายเข้าสู่ชุดทดลองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งควบคุมด้วยวาล์วลูกลอย

ปริมาณน้ำเสียที่สูบเก็บมาในแต่ละครั้ง ต้องมีเพียงพอสำหรับใช้ในการทดลองอย่างน้อย 1 วัน แต่ไม่มากจนเหลือใช้เกิน 2 วัน เพราะลักษณะของน้ำอาจเปลี่ยนแปลงจากเดิม

## 3.4 ส่วนประกอบและการควบคุมการทำงานของระบบ

### 3.4.1 ระบบจ่ายน้ำเข้า และนำน้ำออกจากถังปฏิกรณ์

น้ำเสียจะถูกบรรจุในถังพักน้ำเสียแล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอนอย่างน้อย 4 ชั่วโมง ก่อนเริ่มใช้งาน โดยจะใช้งานทีละถังสลับกัน โดยสลับเคลื่อนย้ายหลอดสูบของ เครื่องสูบน้ำ P1/1 และ P1/2

โดยจะเดินเครื่องสูบน้ำ P1/1 ตั้ง วงจรควบคุมเวลา ทำงาน 90 นาที หยุด 90 นาที สลับกันไป ส่วน P1/2 ตั้งเวลา ทำงาน 60 นาที หยุด 60 นาที สลับกันไป โดยปรับความเร็วรอบ

เครื่องสูบน้ำ ให้ อัตราการไหลรวมของทั้ง P1/1 และ P1/2 ได้ชุดละ 100 ลิตร/วัน เพื่อเติมน้ำเข้าถังปฏิกรณ์ใบที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

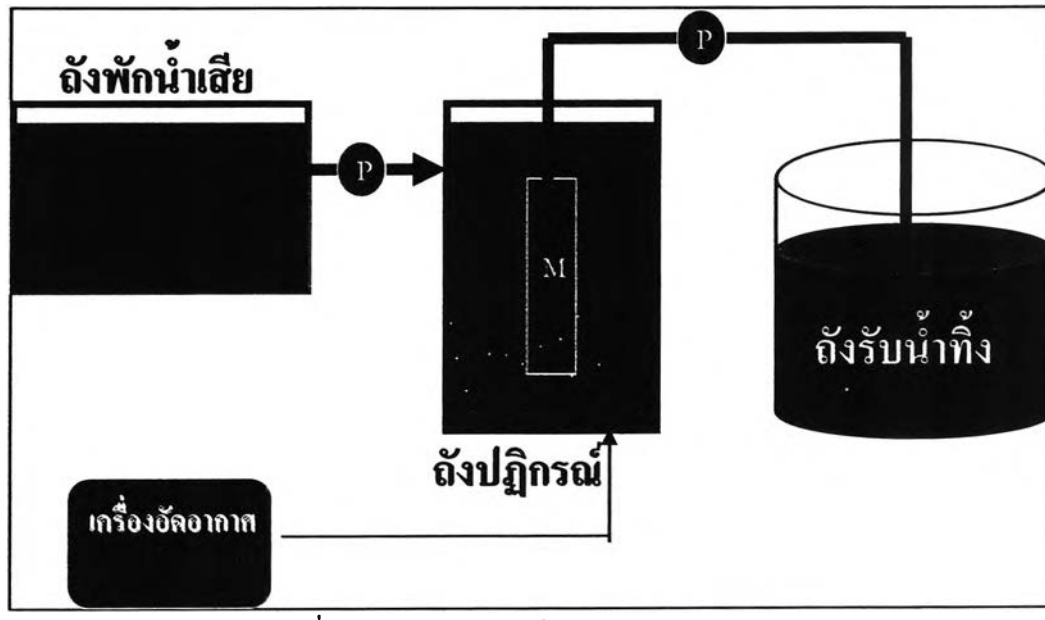
### 3.4.2 ระบบการทำงานของถังปฏิกรณ์

ถังปฏิกรณ์ใบที่ 1 และ 2 จะทำงานดังต่อไปนี้ เครื่องกวนผสม (M1/M2) จะเดินตลอดเวลา ส่วนถังปฏิกรณ์จะทำงานสลับกันตาม วงจรควบคุมเวลา ของ P1/1 คือ เติมอากาศ 90 นาที หยุด 90 นาที สลับกันไปตลอดเวลา ส่วนถังปฏิกรณ์ใบที่ 3 และ 4 จะทำงานดังต่อไปนี้ เครื่องกวนผสม (M3/M4) จะเดินตลอดเวลา การเติมอากาศในถังปฏิกรณ์จะทำงานสลับกันตาม วงจรควบคุมเวลา ของ P1/2 คือเติมอากาศ 60 นาที หยุด 60 นาที สลับกันไปตลอดเวลา

การทำงานของระบบสูบออก ปั๊ม P2/1 และ P2/2 จะทำงานสูบน้ำออกจากระบบโดยปรับ วงจรควบคุมเวลา ที่ตัวปั๊ม โดยกำหนดให้ทำงาน 5 นาที หยุด 5 นาที และตั้งอัตราการไหล กรณีที่เมมเบรนไม่ตัน หรือในสภาวะปกติให้สูบน้ำออกจากระบบได้โดยประมาณ 100 ลิตร/วัน ในกรณีต้องการทำความสะอาดชุดกรอง จะต้องเปลี่ยนรูปแบบการทำงานไปที่ Manual หรือ OFF แล้วเปิดลมทำการเป่าล้างย้อนไส้กรองด้วยวิธีควบคุมด้วยบุคคล ใช้เวลาตามต้องการหรือจนกว่าไส้กรองจะสะอาด

ระบบการเติมอากาศ ปรับเปลี่ยนรูปแบบโดยใช้ โซลินอล์ยวาล์ว และ วาล์วบังคับความดัน ควบคุมการทำงานด้วย วงจรตั้งเวลาแบบหน่วงเวลา

ท่อระบายน้ำสลัดจ์ออก อยู่ที่ระดับต่ำสุดของถัง ควบคุมการทำงานด้วยวาล์วมือ ซึ่งรูปแบบการทำงานของระบบทดลอง แสดงไว้ในรูปที่ 3.13




**รูปที่** 3.13 แผนภาพการทำงานของระบบทดลอง

## 3.5 ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

3.5.1 <u>ตัวแปรอิสระ</u>

1) ค่าภาระทางอินทรีย์
2) รอบระยะเวลาการเติมอากาศเป็นช่วงๆ

3.5.2 <u>ตัวแปรตาม</u>

1) ความเข้มข้นของซีโอดี และความเข้มสีของน้ำในถังปฏิกรณ์ และที่ออกจากระบบ
2) ค่าแรงดันผ่านเมมเบรน
3) ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย
4) ประสิทธิภาพในการการทำงานของระบบ

3.5.3 <u>ตัวแปรควบคุม</u>

1) พื้นที่ผิวการกรองของไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน 4 ตร.ม.
2) อัตราการไหลของน้ำ

3.5.4 ข้อกำหนดในการทดลอง

1) อุณหภูมิน้ำภายในถังปฏิกรณ์ (แปรตามอุณหภูมิห้อง)
2) ค่าความดันผ่านเมมเบรน ไม่เกินกว่า 30 KPa

## 3.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์จากสลัดจ์เวียนกลับของระบบเอเอส จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานสุราเพื่อเริ่มการทำงานของระบบ โดยกำหนดค่า เอ็มแอลเอสเอส ในถังปฏิกรณ์เริ่มต้น อยู่ในช่วงเท่ากับ 1,000 – 2,000 มก./ล. จ่ายน้ำเสียเข้าระบบทางถังพักน้ำเสีย ดำเนินระบบภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง

3.6.1 ขั้นตอนเริ่มทำงานของระบบ

- กำหนดค่าเวลากักเก็บเริ่มต้น (Initial HRT.) เท่ากับ 2 วัน รักษาออกซิเจนละลายในถังปฏิกรณ์เติมอากาศ ให้มีค่ามากกว่า 1 มก./ล. อย่างสม่ำเสมอ
- ดำเนินระบบด้วยการทำงานแบบเติมอากาศเป็นช่วงๆ โดยใช้รอบเติมอากาศที่ 60/60 คือ เติมอากาศ 60 นาที และหยุดเติมอากาศ 60 นาที เพื่อปรับให้จุลินทรีย์อยู่ในสภาวะเจริญเติบโตได้เต็มที่
- ทำการวิเคราะห์ค่าตัวแปร และตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของระบบ ตามที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.7 และเดินระบบไปจนกระทั่ง ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว (Steady State)

3.6.2 ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง

ลำดับขั้นตอนในการทดลอง แสดงดังตารางที่ 3.2 โดยในทุกการทดลอง มีระยะเวลาประมาณ 30 วัน แบ่งออกเป็นทั้งสิ้น 6 ชุดการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**<u>การทดลองที่ 1</u>** หารอบระยะเวลาการเติมอากาศเปรียบเทียบระหว่างรอบการเติมอากาศ 60 /60 นาที และ 90/90 นาที

1) กำหนดค่าเวลากักเก็บเริ่มต้น (Initial Hydraulic Retention Time) เท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยปรับอัตราการไหลของน้ำออก เมื่อเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 100 ลิตร/วัน อัตราการซึมผ่านเมมเบรนจะมีค่า 0.025 ลบ.ม/ตร.ม-วัน

2) กำหนดให้ระบบการทำงานด้วยการเติมอากาศเป็นช่วงๆ (Intermittent Aeration Period) เท่ากับ 90/90 นาทีในถังปฏิกรณ์ที่ 1 และ 60/60 นาทีในถังปฏิกรณ์ที่ 2

3) กำหนดให้มีค่าอายุสลัดจ์เท่ากับ 25 วัน

4) ป้อนน้ำเสียเจือจาง ค่าภาระสารอินทรีย์ เท่ากับ 0.25 กก.บีโอดี/กก.เอ็มแอลเอสเอส-วัน

5) ตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ และวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ ของระบบ ตลอดจนดูสภาพความคงตัวของระบบ ตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.7 ตั้งแต่เริ่มเดินระบบ จนครบช่วงเวลาการทดลอง

**<u>การทดลองที่ 2</u>** เปรียบเทียบผลภาระสารอินทรีย์สูงสุดที่มีต่อระบบ

1) กำหนดค่าเวลากักเก็บเริ่มต้น (Initial Hydraulic Retention Time) เท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยปรับอัตราการไหลของน้ำออก เมื่อเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 100 ลิตร/วัน อัตราการซึมผ่านเมมเบรนจะมีค่า 0.025 ลบ.ม/ตร.ม-วัน

2) กำหนดให้ระบบทำงานด้วยรอบระยะเวลาการเติมอากาศเป็นช่วงๆ (Intermittent Aeration Period) 90/90 นาทีในถังปฏิกรณ์ที่ 1 และเท่ากับ 60/60 นาทีในถังปฏิกรณ์ใบที่ 2

3) กำหนดให้มีค่าอายุสลัดจ์เท่ากับ 25 วัน

4) ป้อนน้ำเสียเจือจาง ถังปฏิกรณ์ใบที่ 2 เท่ากับ 0.22, 0.25 และ 0.375 กก.บีโอดี/กก.เอ็มแอลเอสเอส-วัน

5) ตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ และวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ ของระบบ ตลอดจนสภาพการคงตัวของระบบ ตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.7 ตั้งแต่เริ่มเดินระบบ จนครบช่วงเวลาการทดลอง

**<u>การทดลองที่ 3</u>** เปรียบเทียบผลอายุสลัดจ์ที่มีต่อระบบ

1) กำหนดค่าเวลากักเก็บเริ่มต้น (Initial Hydraulic Retention Time) เท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยปรับอัตราการไหลของน้ำออก เมื่อเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 100 ลิตร/วัน อัตราการซึมผ่านเมมเบรนจะมีค่า 0.025 ลบ.ม/ตร.ม-วัน

2) กำหนดให้ระบบทำงานด้วยรอบระยะเวลาการเติมอากาศเป็นช่วงๆ (Intermittent Aeration Period) เท่ากับค่าที่ดีที่สุดที่หามาได้จากการทดลองที่ 1 – 2

3) กำหนดให้มีค่าอายุสลัดจ์เท่ากับ 50 วัน ในถังปฏิกรณ์ที่ 1 และ 25 วัน ในถังปฏิกรณ์ที่ 2

4) ป้อนน้ำเสียเจือจาง ค่าภาระสารอินทรีย์เท่ากับ 75 กรัมต่อวัน

5) ตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ และวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ ของระบบ ตลอดจนดูสภาพความคงตัวของระบบ ตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.7 ตั้งแต่เริ่มเดินระบบ จนครบช่วงเวลาการทดลอง

เมื่อความดันผ่านเมมเบรนมีค่าเกินกว่า 20 KPa ให้หยุดการทำงานของปั๊มดูด และถอดชุดเมมเบรนออกจากระบบ นำไปล้างทำความสะอาดด้วยสารเคมี

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สรุปผลตามวัตถุประสงค์ และเขียนรายงานผลการวิจัย

## 3.7 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์และเก็บตัวอย่าง

รายชื่อพารามิเตอร์ ที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ รวมถึงตำแหน่ง ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ แสดงไว้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งอ้างอิงตามประกาศกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

**ตารางที่** 3.2 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์

| พารามิเตอร์ | ตำแหน่งในการเก็บตัวอย่าง | ความถี่ (วันต่อสัปดาห์) | เครื่องมือ/วิธีการวิเคราะห์ |
|---|---|---|---|
| อัตราการไหล | Eff. | 7 | มาตรวัดอัตราการไหล |
| ความดันผ่านเมมเบรน | Suc./Dis of Pump | 7 | เกจความดัน |
| ไฟฟ้า | Main Curcuit | 7 | มิเตอร์ไฟฟ้า |
| อุณหภูมิ | Inf./Rea. | 7 | เครื่องวัดอุณหภูมิ |
| พีเอช | Inf./Rea./Eff. | 5 | วิธีไฟฟ้า (Glass electrode method) |
| ออกซิเจนละลาย | Rea. | 5 | วิธีเมมเบรนอิเล็คโตรด |
| ซีโอดี | Inf./Eff. | 3 | วิธีรีฟลักซ์ปิดแบบไตเตรชัน |
| ทีเคเอ็น | Inf./Rea. | 3 | วิธีเจลดาลห์ |
| ฟอสฟอรัส | Inf./Rea. | 3 | วิธีกรดแวนาโดโมลิบโดฟอสฟอริค |
| ของแข็งแขวนลอย | Inf./Eff. | 3 | วิธีทำแห้งที่ 103 – 105 องศาเซลเซียส |
| เอ็มแอลเอสเอส | Rea. | 3 | วิธีทำแห้งที่ 103 – 105 องศาเซลเซียส |
| เอสวี 30 | Rea. | 3 | วิธีปริมาตร |
| โออาร์พี | Rea. | 7 | วิธีแพลทตินัมอิเล็คโตรด |
| ความเข้มสี | Inf./Rea./Eff. | 3 | วิธีสเปกโตโฟโต้เมตริก |

**หมายเหตุ** : - Inf. = Influent Sampling point
- Rea = Reactor Sampling point
- Eff. = Effluent Sampling point
- Suc./Dis = Suction and Discharge line
- BK. = Breaker

ที่มา คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ, ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543

## 3.8 การดูแลรักษาระบบ

การดูแลรักษาระบบประกอบด้วยการทำความสะอาดอุปกรณ์ การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และการดูแลทำความสะอาดแผ่นเยื่อ

การทำความสะอาดอุปกรณ์

- ทำการเปลี่ยนสายยางเครื่องสูบน้ำ เมื่อพบอัตราการสูบน้ำลดลง และตรวจสอบสายยางที่นำน้ำออกไปถังพักให้สะอาดอยู่เสมอ
- ทำความสะอาดขวดเก็บตัวอย่างก่อนเก็บตัวอย่างในแต่ละวัน

การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า

- เติมน้ำมันหล่อลื่น และจารบีให้แก่ เครื่องกวนทั้ง 4 เครื่อง และเครื่องอัดอากาศ
- ตรวจดูฟิวส์ ตัวตัดไฟ และคัดเอาท์ ทุกวัน เมื่อพบความผิดปกติ จึงทำการแก้ไข

การดูแลทำความสะอาดแผ่นเยื่อ

กำหนดเวลาที่จะทำความสะอาดแผ่นเยื่อ เมื่อจบการทดลองแต่ละการทดลอง เนื่องจากค่าความดันผ่านเมมเบรนไม่สามารถบอกได้จากเกจที่ติดตั้งที่ระบบ

- การทำความสะอาดเมมเบรนด้วยน้ำประปา โดยเอาแผ่นเยื่อออกจากถังปฏิกรณ์ แล้วฉีดพ่นด้วยน้ำประปาไปตามเส้นใยของเมมเบรน
- การทำความสะอาดเมมเบรนด้วยสารเคมี โดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 5 นาที และแช่ต่อด้วยโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ 0.8 % โดยปริมาตร เป็นเวลา 5 นาที ในทุกครั้งที่เปลี่ยนชุดการทดลองใหม่

## 3.9 การควบคุมระบบ

### 3.9.1 การควบคุมรอบการเติมอากาศ

ในงานวิจัยใช้ วงจรควบคุมเวลา ในการควบคุมช่วงการเติมอากาศ ซึ่งติดตั้ง วงจรควบคุมเวลา 2 ตัวเพื่อควบคุมถังปฏิกรณ์ โดย วงจรควบคุมเวลา 1 ตัว คุมรอบการเติมอากาศ

ของถังปฏิกรณ์ 1 ถัง ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเปิดวาล์วเติมอากาศ เมื่อระบบ ถึงช่วงเติมอากาศ และปิดวาล์วในช่วงหยุดเติมอากาศ พร้อมทั้งเปิดปั๊มให้สูบน้ำเสียเข้าระบบ

### 3.9.2 การควบคุมอายุสลัดจ์

จากสมการ

$$\theta_c = \frac{VX}{Q_w X_r + Q_e X_e} \qquad (3.1)$$

เมื่อ $\theta_c$ คือ ค่าอายุสลัดจ์ (วัน)

V คือ ปริมาตรของระบบ (ลิตร)

X คือ ค่าความเข้มข้นของสลัดจ์ (มก./ล.)

$Q_w$ คือ ค่าอัตราการทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบ (ล./วัน)

$X_r$ คือ ค่าความเข้มข้นของสลัดจ์ที่ทิ้งออกจากระบบ (มก./ล.)

$Q_e$ คือ ค่าอัตราการไหลของน้ำทิ้งออกจากระบบ (ล./วัน)

$X_e$ คือ ค่าความเข้มข้นของสลัดจ์ในน้ำทิ้งออกจากระบบ (มก./ล.)

เนื่องจากระบบเมมเบรนแบบไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน สามารถกักสลัดจ์ไม่ให้ออกไปกับน้ำทิ้ง ทำให้ $X_e \approx 0$ และสลัดจ์ส่วนเกินระบายออกจากถังปฏิกรณ์โดยตรง ทำให้ $X = X_r$ ดังนั้น

$$\theta_c = \frac{V}{Q_w} \qquad (3.2)$$

หรือ

$$Q_w = \frac{V}{\theta_c} \qquad (3.3)$$

ปริมาตรของระบบ มีค่าคงที่เท่ากับ 200 ลิตร ฉะนั้น จึงสามารถควบคุมอายุสลัดจ์ได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบ ซึ่งที่ $\theta_c$ = 25 วัน จะต้องเอาสลัดจ์ออกจากถังปฏิกรณ์วันละ 8 ลิตร/วัน และ $\theta_c$ = 50 วัน จะต้องเอาสลัดจ์ออกจากถังปฏิกรณ์วันละ 4 ลิตร/วัน