
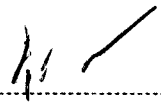


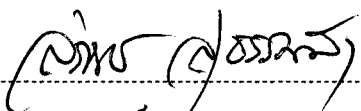
หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ      คู่มือผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำตาล  
ชื่อและนามสกุล                      นายนราวุธ สีหะวงษ์  
แขนงวิชา                                สาธารณสุขศาสตร์  
สาขาวิชา                                วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา                      รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ  
ฉบับนี้แล้ว

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.จัทกรกฤษณ์ คีวะเดชาเทพ)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อนุมัติให้การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

  
.....  
(รองศาสตราจารย์สรารัฐ สุธรรมมาสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ  
วันที่ 4 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

**ชื่อการศึกษา** คั่นคว่ำอิสระ คู่มือผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำตาล  
**ผู้ศึกษา** นายณราฐ สีหะวงษ์ ปริญา สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)  
**อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี ปีการศึกษา 2550

### บทคัดย่อ

โรงงานน้ำตาลใช้น้ำในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในช่วงฤดูการเปิดหีบอ้อยจะใช้น้ำสำหรับ Boiler Blowdown, Cooling Tower Blowdown, การอุปโภค-บริโภคของหมู่บ้านพนักงาน และสำหรับการทำความสะอาดโรงงาน จึงเกิดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์จากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากที่ต้องบำบัดให้ได้ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งในการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวจำเป็นต้องมี “คู่มือผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล” สำหรับให้ผู้ควบคุมดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ได้ใช้ประกอบเป็นแนวทางในการควบคุมดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพ

ในการจัดทำคู่มือผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูล เทคนิควิธีการปฏิบัติงานและการดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล โดยการศึกษาคั่นคว่ำกระบวนการผลิต ลักษณะน้ำเสียที่เกิด กระบวนการบำบัดน้ำเสีย มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำทิ้ง ขั้นตอนเทคนิคการควบคุมดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล จากตำรา แหล่งความรู้อื่นๆ และการศึกษา สัมภาษณ์ สังเกตการณ์ปฏิบัติงานในการควบคุมดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลในจังหวัดมุกดาหาร

ผลการศึกษาได้รวบรวมจัดทำเป็น “คู่มือผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล” ที่มีเนื้อหาประกอบด้วย กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล น้ำใช้และน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล เครื่องมือวัด เทคนิคการวัดประเมินคุณภาพน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล และการควบคุมดูแลรักษาตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ซึ่งเป็นข้อมูลในภาพรวมที่ผู้ควบคุมระบบต้องนำไปปรับใช้ให้เข้ากับระบบการบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลในแต่ละแห่งต่อไป

**คำสำคัญ** ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานน้ำตาล

## กิตติกรรมประกาศ

การทำคู่มือฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ปิติ พูนไชยศรี อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ กรรมการสอบ การศึกษาค้นคว้าอิสระ วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตาม การทำคู่มือผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำตาลครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่ เริ่มดำเนินงานสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ศรีศักดิ์ สุนทรไชย ประธานกรรมการชุดวิชา การศึกษาค้นคว้าอิสระ วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการ กำหนดหัวเรื่องการศึกษาค้นคว้าอิสระ และขอขอบพระคุณท่านนัฐวัฒน์ เสียงหวาน วิศวกร สิ่งแวดล้อมโรงงานน้ำตาลสหเรือง จำกัด ที่สละเวลาและให้ข้อมูลภาคสนามในการดูแลระบบ บำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำตาล

นอกจากนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณพิณรัฎฐ์ เตชะปัญญาวงศ์ เจ้าหน้าที่รับผิดชอบ งานบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนักศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำคู่มือครั้งนี้ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการดำเนินการโดยตลอด

นราวุธ สีหะวงษ์

กันยายน 2550

## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....   | ง    |
| กิตติกรรมประกาศ .....   | จ    |
| สารบัญตาราง .....   | ช    |
| สารบัญภาพ .....   | ฉ    |
| บทที่ 1 บทนำ .....  | 1    |
| ความเป็นมา .....  | 1    |
| วัตถุประสงค์ของการศึกษา .....   | 1    |
| วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระ .....  | 2    |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....   | 2    |
| บทที่ 2 กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล .....                                  | 3    |
| บทที่ 3 น้ำใช้และน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....                               | 15   |
| ระบบน้ำใช้ของโรงงานน้ำตาล .....   | 15   |
| น้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....  | 19   |
| บทที่ 4 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....                               | 24   |
| กระบวนการบำบัดน้ำเสีย .....   | 24   |
| ปัจจัยในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย .....                                      | 25   |
| ขั้นตอนระบบบำบัดน้ำเสีย .....   | 32   |
| กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ .....  | 35   |
| กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี .....  | 44   |
| กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ .....  | 45   |
| บทที่ 5 เครื่องมือวัด เทคนิคการวัดประเมินคุณภาพน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ..... | 95   |
| การวัดและปรับอัตราการไหลของน้ำเสีย .....                                    | 95   |
| การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสียในภาคสนาม .....                    | 101  |
| การเก็บรักษาและส่งตัวอย่างน้ำเสียเข้าตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ .....    | 107  |



**สารบัญ (ต่อ)**

|  | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 6 การควบคุมดูแลรักษาตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....         | 109  |
| งานเตรียมการก่อนเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....                 | 109  |
| งานเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....                              | 114  |
| งานตรวจสอบสมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานน้ำตาล .....                       | 120  |
| งานควบคุมดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล .....                        | 123  |
| บรรณานุกรม .....   | 153  |
| ภาคผนวก .....  | 155  |
| ก มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง .....                          | 156  |
| ข แบบรายงานข้อมูลดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานน้ำตาล .....                        | 163  |
| ค รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์น้ำเสียจากระบบบำบัด<br>โรงงานน้ำตาลสหเรือง ..... | 165  |
| ง แบบรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ต้องรายงานต่อ<br>กรมโรงงานอุตสาหกรรม .....  | 168  |
| ประวัติผู้ศึกษา .....  | 175  |

## สารบัญตาราง

|              | หน้า   |
|--------------|--|
| ตารางที่ 4.1 | แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโลหะหนักในน้ำเสีย ..... 32   |
| ตารางที่ 4.2 | แสดงคุณลักษณะของน้ำเสียที่ต้องบำบัดด้วยขบวนการทางเคมี ..... 45                                   |
| ตารางที่ 4.3 | แสดงประเภทและตัวแปรของระบบไปรยกรอง ..... 70  |
| ตารางที่ 4.4 | การเปรียบเทียบสมมูลพลังงานของระบบแอนแอโรบิก ..... 84   |
| ตารางที่ 5.1 | แสดงแผนการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ..... 103                               |
| ตารางที่ 5.2 | เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีในการตรวจวัดพารามิเตอร์ในภาคสนาม ..... 104                      |
| ตารางที่ 5.3 | แสดงข้อมูลที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ใน<br>ห้องปฏิบัติการ ..... 107 |
| ตารางที่ 6.1 | แบบรายงานตรวจสอบสภาพการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 112                                       |
| ตารางที่ 6.2 | แสดงปริมาณ Seed ที่ใช้ในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 114                                   |

สารบัญภาพ

|  | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงกระบวนการผลิตน้ำตาล จากอ้อยของโรงงานน้ำตาล ..... | 4    |
| ภาพที่ 2.2 แสดงแผนกต่างๆ ของกระบวนการผลิตน้ำตาล.....                   | 5    |
| ภาพที่ 2.3 แสดงด้านขังน้ำหนักรถบรรทุกอ้อยของ โรงงานน้ำตาล .....        | 6    |
| ภาพที่ 2.4 แสดงบริเวณตะกาวจะมีคัมภ์สำหรับเทอ้อยจากรถบรรทุก .....       | 7    |
| ภาพที่ 2.5 แสดงบริเวณตะกาวและส่วนสะพานลำเลียงอ้อยใน โรงงานน้ำตาล.....  | 8    |
| ภาพที่ 2.6 แสดงบริเวณชุดลูกหีบบีบเอาน้ำอ้อยและส่วนหม้อฮีดเตอร์ .....   | 8    |
| ภาพที่ 2.7 แสดงบริเวณหม้อคัมภ์.....                                    | 10   |
| ภาพที่ 2.8 แสดงบริเวณหม้อเคี้ยว .....                                  | 11   |
| ภาพที่ 2.9 แสดงบริเวณหม้อปั่น.....                                     | 12   |
| ภาพที่ 2.10 แสดงแผนภูมิผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล .....           | 14   |
| ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ใน โรงงานน้ำตาล ..... | 16   |
| ภาพที่ 3.2 แสดงการใช้น้ำสำหรับกระบวนการผลิตของ โรงงานน้ำตาล .....      | 17   |
| ภาพที่ 3.3 แสดงการปรับปรุงคุณภาพน้ำบริโภค.....                         | 18   |
| ภาพที่ 4.1 แสดงของแข็งในน้ำเสีย .....                                  | 25   |
| ภาพที่ 4.2 แสดงสารอินทรีย์ในน้ำเสีย.....                               | 26   |
| ภาพที่ 4.3 แสดงจุลินทรีย์เซลล์เดียวน้ำเสีย .....                       | 28   |
| ภาพที่ 4.4 แสดงแบคทีเรียน้ำเสีย .....                                  | 28   |
| ภาพที่ 4.5 แสดงสาหร่ายในน้ำเสีย .....                                  | 29   |
| ภาพที่ 4.6 แสดงโปรโตซัวในน้ำเสีย.....                                  | 30   |
| ภาพที่ 4.7 แสดงหน่วยงานที่กำหนดและองค์ประกอบของมาตรฐานน้ำทิ้ง .....    | 31   |
| ภาพที่ 4.8 แสดงองค์ประกอบลักษณะทางกายภาพของมาตรฐานน้ำทิ้ง.....         | 31   |
| ภาพที่ 4.9 แสดงองค์ประกอบลักษณะทางเคมีของมาตรฐานน้ำทิ้ง.....           | 31   |
| ภาพที่ 4.10 แสดงแผนภูมিরะบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 1.....                  | 32   |
| ภาพที่ 4.11 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 แบบระบบบำบัดทางชีวภาพ .....  | 33   |
| ภาพที่ 4.12 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 แบบระบบบำบัดทางเคมี.....     | 34   |
| ภาพที่ 4.13 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 กระบวนการกำจัดสลัดจ์.....    | 34   |
| ภาพที่ 4.14 แสดงตะแกรงหยาบดักขยะ.....                                  | 35   |

สารบัญภาพ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 4.15 แสดงตะแกรงละเอียด .....   | 35   |
| ภาพที่ 4.16 แสดงถังคักกรวดทราย .....  | 36   |
| ภาพที่ 4.17 แสดงรางคักกรวดทราย .....  | 36   |
| ภาพที่ 4.18 แสดงเวียร์ควบคุมของการไหลของน้ำเสียในถังกรวดทราย .....          | 37   |
| ภาพที่ 4.19 แสดงถังคักไขมัน .....   | 37   |
| ภาพที่ 4.20 แสดงบ่อคักไขมัน .....   | 38   |
| ภาพที่ 4.21 แสดงถังปรับเสมอ .....   | 39   |
| ภาพที่ 4.22 แสดงการวางตำแหน่งของเครื่องสูบน้ำเสีย .....                     | 40   |
| ภาพที่ 4.23 แสดงบ่อสูบน้ำเสีย .....   | 40   |
| ภาพที่ 4.24 แสดงเวียร์สันคมนาฬิกาสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม .....              | 41   |
| ภาพที่ 4.25 แสดงถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม .....                               | 42   |
| ภาพที่ 4.26 แสดงฝายนํ้าล้นของถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม .....                  | 43   |
| ภาพที่ 4.27 แสดงถังตกตะกอนแบบทรงกลม .....                                   | 43   |
| ภาพที่ 4.28 แสดงถังตกตะกอนชั้นที่หนึ่ง แบบทรงกลม .....                      | 44   |
| ภาพที่ 4.29 แสดงกระบวนการระบบเอเอส .....                                    | 47   |
| ภาพที่ 4.30 แสดงการได้สารอาหารของจุลินทรีย์ .....                           | 47   |
| ภาพที่ 4.31 แสดงการได้พลังงาน และการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแบบแบ่งตัว ..... | 48   |
| ภาพที่ 4.32 แสดงการรวมตัวเป็นฟล็อกที่ตกตะกอนได้ง่ายของจุลินทรีย์ .....      | 48   |
| ภาพที่ 4.33 แสดงองค์ประกอบของระบบเอเอส .....                                | 49   |
| ภาพที่ 4.34 แสดงระบบเอเอส และ MLSS ในถังเติมอากาศ .....                     | 50   |
| ภาพที่ 4.35 ระบบเติมอากาศแบบใช้หัวฟู่กระจายอากาศของระบบเอเอส .....          | 50   |
| ภาพที่ 4.36 ระบบเติมอากาศแบบใช้เครื่องเติมอากาศผิวนํ้า ของระบบเอเอส .....   | 51   |
| ภาพที่ 4.37 แสดงถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม .....                               | 51   |
| ภาพที่ 4.38 แสดงถังตกตะกอนแบบถังกลม และถังกั้นขวางตะกอน .....               | 52   |
| ภาพที่ 4.39 แสดงนํ้าใสไหลล้นออกนอกถังตกตะกอน .....                          | 52   |
| ภาพที่ 4.40 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบเอเอส .....                  | 53   |
| ภาพที่ 4.41 แสดงผลกระทบของอุณหภูมิในนํ้าเสีย .....                          | 55   |

สารบัญภาพ (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 4.42 แสดงองค์ประกอบของระบบเอเอสแบบธรรมดา .....                          | 58   |
| ภาพที่ 4.43 แสดงข้อกำหนดของระบบเอเอสแบบธรรมดา.....                             | 59   |
| ภาพที่ 4.44 แสดงดั้งเดิมอากาศของระบบเอเอสแบบธรรมดา.....                        | 59   |
| ภาพที่ 4.45 แสดงกระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์ .....                              | 60   |
| ภาพที่ 4.46 แสดงดั้งเดิมอากาศของกระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์.....               | 60   |
| ภาพที่ 4.47 แสดงข้อกำหนดของกระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์.....                    | 61   |
| ภาพที่ 4.48 แสดงกระบวนการเอเอสแบบยัดเวลา.....                                  | 61   |
| ภาพที่ 4.49 แสดงข้อกำหนดของกระบวนการเอเอสแบบยัดเวลา.....                       | 62   |
| ภาพที่ 4.50 แสดงกระบวนการเอเอสแบบกวนเวียน.....                                 | 63   |
| ภาพที่ 4.51 แสดงดั้งเดิมอากาศของระบบเอเอสแบบกวนเวียน.....                      | 63   |
| ภาพที่ 4.52 แสดงกระบวนการเอเอสแบบปรับเสถียรสัมผัส .....                        | 64   |
| ภาพที่ 4.53 แสดงกระบวนการเอเอสแบบสระเติมอากาศ.....                             | 64   |
| ภาพที่ 4.54 แสดงดั้งเดิมอากาศของกระบวนการเอเอสแบบสระเติมอากาศ.....             | 65   |
| ภาพที่ 4.55 แสดงกระบวนการเอเอสแบบระบบเอสบีอาร์.....                            | 65   |
| ภาพที่ 4.56 แสดงองค์ประกอบกระบวนการเอเอสแบบระบบเอสบีอาร์.....                  | 66   |
| ภาพที่ 4.57 แสดงกระบวนการระบบเอสบีอาร์ แบบน้ำเสียเข้าต่อเนื่อง.....            | 66   |
| ภาพที่ 4.58 แสดงกระบวนการแบบระบบฟิล์มตรึง.....                                 | 67   |
| ภาพที่ 4.59 แสดงกระบวนการทำงานของระบบไปรยกรอง.....                             | 68   |
| ภาพที่ 4.60 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของระบบและตัวกรองแบบต่างๆในระบบไปรยกรอง..... | 69   |
| ภาพที่ 4.61 แสดงกระบวนการระบบไปรยกรอง.....                                     | 70   |
| ภาพที่ 4.62 แสดงองค์ประกอบของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ .....                          | 71   |
| ภาพที่ 4.63 แสดงแผ่นพลาสติกตัวกลางของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ.....                   | 71   |
| ภาพที่ 4.64 แสดงการทำงานของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ.....                             | 72   |
| ภาพที่ 4.65 แสดงการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อปรับเสถียร.....                      | 73   |
| ภาพที่ 4.66 สาหร่ายชนิดต่างๆ ในบ่อปรับเสถียร.....                              | 74   |
| ภาพที่ 4.67 แสดงระดับความลึกที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตในบ่อปรับเสถียร.....       | 74   |
| ภาพที่ 4.68 แสดงการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อแฟคัลเททีฟระบบบ่อปรับเสถียร.....     | 75   |

สารบัญภาพ (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 4.69 แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อปรับเสถียร .....              | 75   |
| ภาพที่ 4.70 แสดงพืชที่ปลูกในบึงประดิษฐ์ .....                                | 79   |
| ภาพที่ 4.71 แสดงบึงประดิษฐ์ที่ปลูกด้วยพืชชนิดต่างๆ .....                     | 79   |
| ภาพที่ 4.72 แสดงระบบการทำงานของบึงประดิษฐ์ .....                             | 80   |
| ภาพที่ 4.73 แสดงองค์ประกอบระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ .....              | 81   |
| ภาพที่ 4.74 แสดงระบบการเติมอากาศของระบบสระเติมอากาศ .....                    | 82   |
| ภาพที่ 4.75 แสดงระบบสระเติมอากาศ .....                                       | 82   |
| ภาพที่ 4.76 แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน .....                    | 83   |
| ภาพที่ 4.77 แสดงพลังงานเทียบเท่าของก๊าซมีเทน 1 ลบ.ม. ....                    | 84   |
| ภาพที่ 4.78 แสดงแผนผังขบวนการชีวเคมีในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....          | 85   |
| ภาพที่ 4.79 แสดงบ่อหมักในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....                       | 88   |
| ภาพที่ 4.80 แสดงถังย่อยอัตรากำจัดต่ำในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....          | 88   |
| ภาพที่ 4.81 แสดงถังย่อยอัตรากำจัดสูงในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....          | 89   |
| ภาพที่ 4.82 แสดงถังย่อยอัตรากำจัดสูงแบบ 2 ถังในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ..... | 89   |
| ภาพที่ 4.83 แสดงถังย่อยแบบสัมผัสในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....              | 90   |
| ภาพที่ 4.84 แสดงถังย่อยแบบแยกเชื้อ ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....           | 90   |
| ภาพที่ 4.85 แสดงถังกรองไร้อากาศในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....               | 91   |
| ภาพที่ 4.86 แสดงตัวกลางในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....                       | 91   |
| ภาพที่ 4.87 แสดงระบบชั้นลอยตัวอากาศ ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....          | 92   |
| ภาพที่ 4.88 แสดงเม็ดแบคทีเรีย ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....                | 93   |
| ภาพที่ 4.89 แสดงการบำบัดแบบไร้ออกซิเจนระบบยูเอสบี .....                      | 93   |
| ภาพที่ 4.90 แสดงโครงสร้างภายในระบบยูเอสบี .....                              | 94   |
| ภาพที่ 4.91 แสดงโครงสร้างในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน .....                     | 94   |
| ภาพที่ 5.1 แสดงเวียร์สามเหลี่ยมหรือถ่วงวิน้อทซ์ .....                        | 99   |
| ภาพที่ 5.2 แสดงลักษณะของเวียร์สันคม .....                                    | 99   |
| ภาพที่ 5.3 แสดงข้อกำหนดของเวียร์สี่เหลี่ยมผืนผ้า และเวียร์สามเหลี่ยม .....   | 100  |
| ภาพที่ 5.4 แสดงเครื่องวัดค่า pH แบบต่างๆ .....                               | 106  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 5.5 แสดงการหาค่าบีไอดีด้วยขงควิเคราะห์ บีไอดี .....   | 106  |
| ภาพที่ 6.1 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบเอเอส .....  | 117  |
| ภาพที่ 6.2 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นหมุนชีวภาพ .....   | 118  |
| ภาพที่ 6.3 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ .....   | 119  |
| ภาพที่ 6.4 แสดงปัญหาการมีฟองขาว หนาปกคลุมผิวน้ำในถังเติมอากาศของระบบเอเอส .....                      | 125  |
| ภาพที่ 6.5 แสดงปัญหาการมีฟองสีน้ำตาล ปกคลุมผิวน้ำในถังเติมอากาศของระบบเอเอส .....                    | 126  |
| ภาพที่ 6.6 แสดงปัญหาการมีฟองสีน้ำตาลเกือบดำ และตะกอนมีสีเดียวกัน<br>ในถังเติมอากาศของระบบเอเอส ..... | 127  |
| ภาพที่ 6.7 แสดงปัญหาฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดขึ้นเป็นบางจุด .....                                    | 131  |
| ภาพที่ 6.8 แสดงการระบายน้ำออกเพื่อแก้ไขระบบเติมอากาศ .....   | 131  |
| ภาพที่ 6.9 แสดงการแก้ไขตรวจสอบหัวเติมอากาศของระบบเอเอส<br>โดยการทดลองเดินเครื่อง .....               | 132  |
| ภาพที่ 6.10 แสดงแผ่นฟิล์มจุลินทรีย์ ของแผ่นหมุนทางชีวภาพควรมีสีน้ำตาล .....                          | 133  |
| ภาพที่ 6.11 แสดงส่วนที่ต้องดูแล และบำรุงรักษาของเครื่องจักรระบบแผ่นหมุนชีวภาพ .....                  | 134  |
| ภาพที่ 6.12 แสดงระบบการทำงานของระบบไปรยกรอง .....  | 137  |
| ภาพที่ 6.13 แสดงระบบภายในถังกรอง .....   | 138  |
| ภาพที่ 6.14 แสดงการสูบ และการดักสลัดจ์ที่สะสมในบ่อของระบบบ่อปรับเสถียร .....                         | 140  |
| ภาพที่ 6.15 แสดงการมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตมากในบ่อ .....                               | 142  |
| ภาพที่ 6.16 แสดงการป้องกันกลิ่นในบ่อเหม็น .....  | 143  |
| ภาพที่ 6.17 แสดงบ่อกรองในระบบสระเติมอากาศ .....  | 146  |
| ภาพที่ 6.18 แสดงการตรวจสอบดูแลเครื่องสูบน้ำ .....  | 150  |
| ภาพที่ 6.19 แสดงการอัดจารบีลูกปืนเครื่องเติมอากาศผิวน้ำ .....  | 151  |
| ภาพที่ 6.20 แสดงเครื่องเติมอากาศแบบหัวฟุ้งกระจายอากาศ .....  | 151  |
| ภาพที่ 6.21 แสดงการเติมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องเป่าอากาศ .....  | 152  |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมา

โรงงานน้ำตาลเป็นโรงงานที่ต้องการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงมักจะเลือกทำเลที่ตั้งในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติ ได้แก่แม่น้ำ ลำห้วย คลอง ไหลผ่านที่ตั้งของโรงงาน เพื่อที่จะได้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวในกระบวนการผลิต ดังนั้นโรงงานน้ำตาลจึงกลายเป็นจำเลยของสังคมถูกกล่าวหาว่าเป็นต้นเหตุของการทำให้แหล่งน้ำเหล่านั้นเกิดมลพิษทางน้ำ มีการกล่าวหาว่าโรงงานน้ำตาลลักลอบปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียในแหล่งน้ำนั้นๆ ทั้งที่โรงงานน้ำตาลมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและผ่านการควบคุมตรวจสอบรับรองจากหน่วยงานของทางราชการ เพื่ออนุญาตให้เปิดดำเนินการตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการ แต่ก็ยังคงเป็นจำเลยของสังคมในเรื่องดังกล่าวอยู่ตลอดเวลา เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นและตอบคำถามของสังคมได้แม่นยำชัดเจนเมื่อเกิดปัญหา ซึ่งปัญหาอาจจะเกิดจากความไม่รู้ ไม่เข้าใจ ขาดการเอาใจใส่ดูแลตรวจสอบซ่อมบำรุงของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ซึ่งต้องมีการดูแลตรวจสอบบำรุงรักษาระบบการบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องตามลำดับขั้นตอนที่ควรจะเป็นและกฎหมายกำหนด

ด้วยเหตุนี้ “คู่มือผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล” จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล เพื่อให้ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลได้ทราบหลักการ วิธีการปฏิบัติงานควบคุมดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ตลอดจนการรายงานผลต่างๆที่เกี่ยวข้อง อันเป็นการป้องกันแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

### 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อรวบรวมข้อมูล เทคนิควิธีการปฏิบัติงานและการดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำตาล



### 3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระ

3.1 ประเภทของการศึกษาค้นคว้าอิสระ เป็นการศึกษาค้นคว้าอิสระด้านการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทตำราหรือหนังสือทางวิชาการ ลักษณะตำราที่เป็นคู่มือในการปฏิบัติงาน

#### 3.2 ประเด็นปัญหาที่ศึกษา

3.2.1 ศึกษากระบวนการผลิต ลักษณะน้ำเสียที่เกิด มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำทิ้ง ขั้นตอนและเทคนิคการตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้ง การประเมินคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาล

3.2.2 ศึกษาการปฏิบัติงานในการควบคุม การดูแลรักษา ปัญหาในการปฏิบัติงาน และการแก้ไข การบันทึกข้อมูลและการรายงานผลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลสหเรือ อําเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

3.2.3 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดขั้นตอนการดำเนินการเขียนตำราที่เป็นคู่มือในการปฏิบัติงาน

#### 3.3 ขอบเขตการศึกษา

3.3.1 ศึกษาค้นคว้ากระบวนการผลิต ลักษณะน้ำเสียที่เกิด มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำทิ้ง ขั้นตอนและเทคนิคการตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้ง การประเมินคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาล จากตำรา และแหล่งความรู้อื่นๆ

3.3.2 ศึกษาคุณภาพการปฏิบัติงานในการควบคุม การดูแลรักษา ปัญหาในการปฏิบัติงานและการแก้ไข การบันทึกข้อมูลและการรายงานผลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลสหเรือ อําเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

3.3.3 ศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดขั้นตอนการดำเนินการเขียนตำราที่เป็นคู่มือในการปฏิบัติงาน

3.3.4 นำเสนอคู่มือผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ให้วิศวกรประจำโรงงานน้ำตาลสหเรือ และอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

3.4 แนวทางการเขียน ศึกษา รวบรวมองค์ความรู้จากตำราและการปฏิบัติงานนำมาวิเคราะห์เรียบเรียงเป็นคู่มือ

### 4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานและควบคุมดูแลระบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำตาล ไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

## บทที่ 2

### กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล

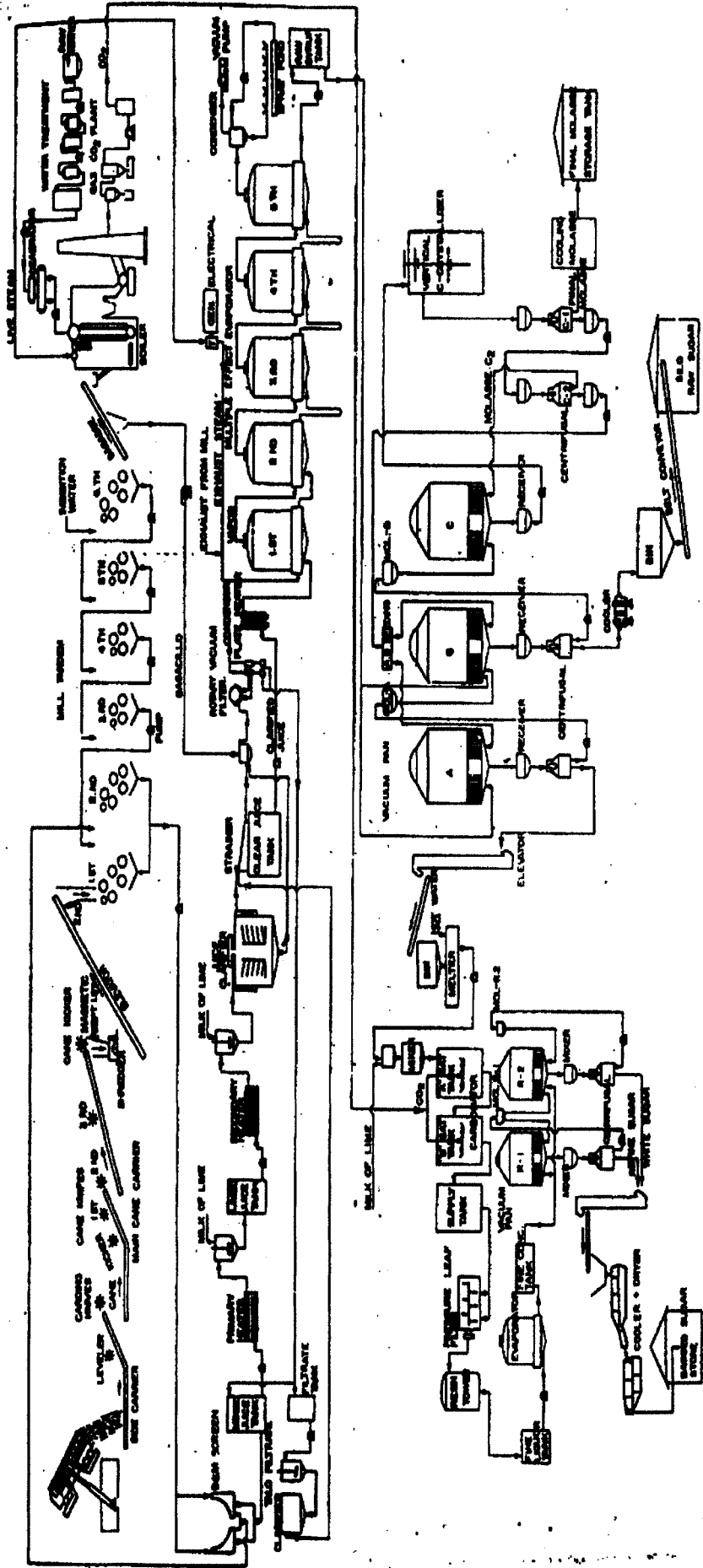
(FLOW DIAGRAM OF RAW SUGAR AND REFINE SUGAR PLANT)

ในการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานแต่ละแห่ง ย่อมใช้กระบวนการผลิตและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยของความต้องการ ความพร้อมในการลงทุน การจัดหาเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์การผลิต ตลอดจนความสามารถในด้านการบริหารจัดการและการสรรหากำลังบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถมาปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับแผนงาน หรือหน่วยงาน ซึ่งแต่ละแผนงานหรือหน่วยงานจะมีความสัมพันธ์สืบทอดความรับผิดชอบต่อเนื่องซึ่งกันและกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งพอจะแบ่งแผนงานต่างๆ ในโรงงานน้ำตาลได้ดังนี้

1. แผนกห้องชั่งน้ำหนัก
2. แผนกขนถ่ายอ้อยลงสะพานป้อนอ้อย หรือตะกาว(ลงอ้อย)
3. แผนกลูกหีบ
4. แผนกหม้อกรอง
5. แผนกหม้อต้ม
6. แผนกหม้อเคี้ยว
7. แผนกหม้อปั่น
8. แผนกคลังสินค้า
9. แผนกหม้อน้ำ
10. แผนกเทอร์ไบน์
11. แผนกไฟฟ้า
12. แผนกซ่อมปฏิบัติบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต
13. แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพผลิตผลน้ำตาล

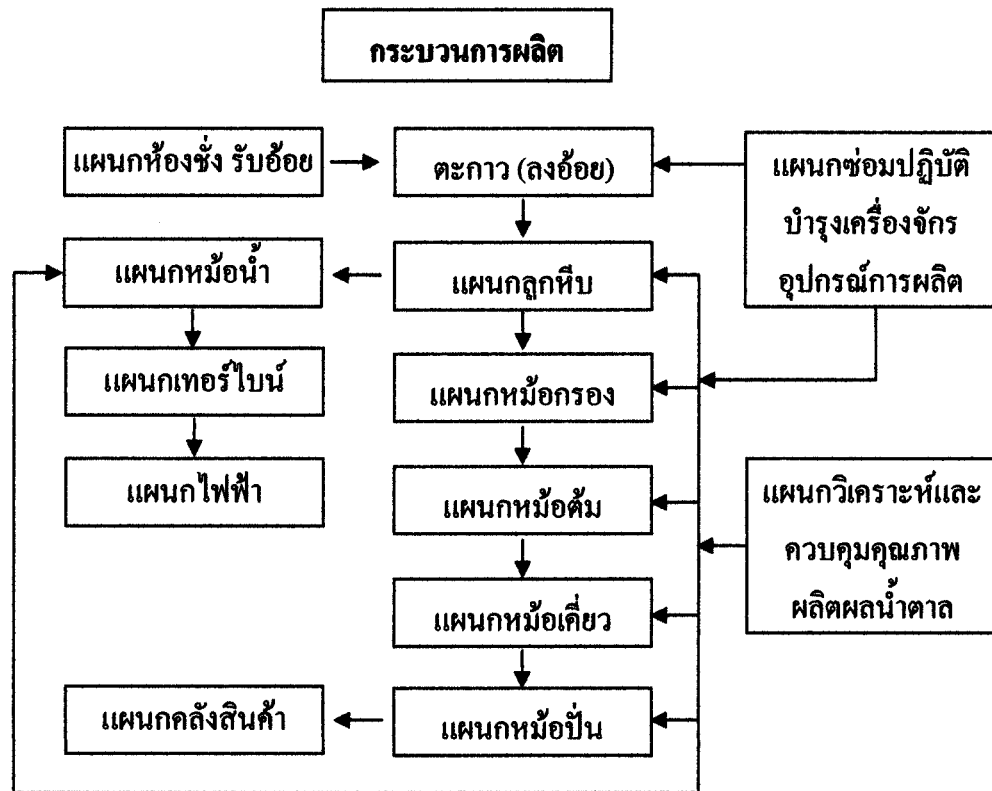
ในการบริหารจัดการขบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลนั้น โรงงานอาจกำหนดแผนการจัดวางสายงานบังคับบัญชา เพื่อให้บังเกิดประสิทธิภาพ ความคล่องตัว สอดคล้องกับลักษณะและปริมาณความรับผิดชอบของงานนั้น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.2

FLOW DIAGRAM OF RAW SUGAR AND REFINE SUGAR PLANT



ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงกระบวนการผลิตน้ำตาล จากอ้อยของโรงงานน้ำตาล

ที่มา: โรงงานน้ำตาลสหเรือง



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนกต่างๆ ของกระบวนการผลิตน้ำตาล

โดยในทางปฏิบัติของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย จะมีกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย โรงงานอาจนำหน่วยงานหรือแผนกงานหนึ่งๆมารวมกันหรือแยกกัน จึงขอกล่าวเพียงส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยยกหัวข้อหน่วยงานหรือแผนกงานข้างต้นมากล่าวเกี่ยวโยงกันไปตามลำดับ ดังนี้

### 1. แผนกกำเนิดพลังงาน (แผนกเทอร์ไบน์, แผนกไฟฟ้า)

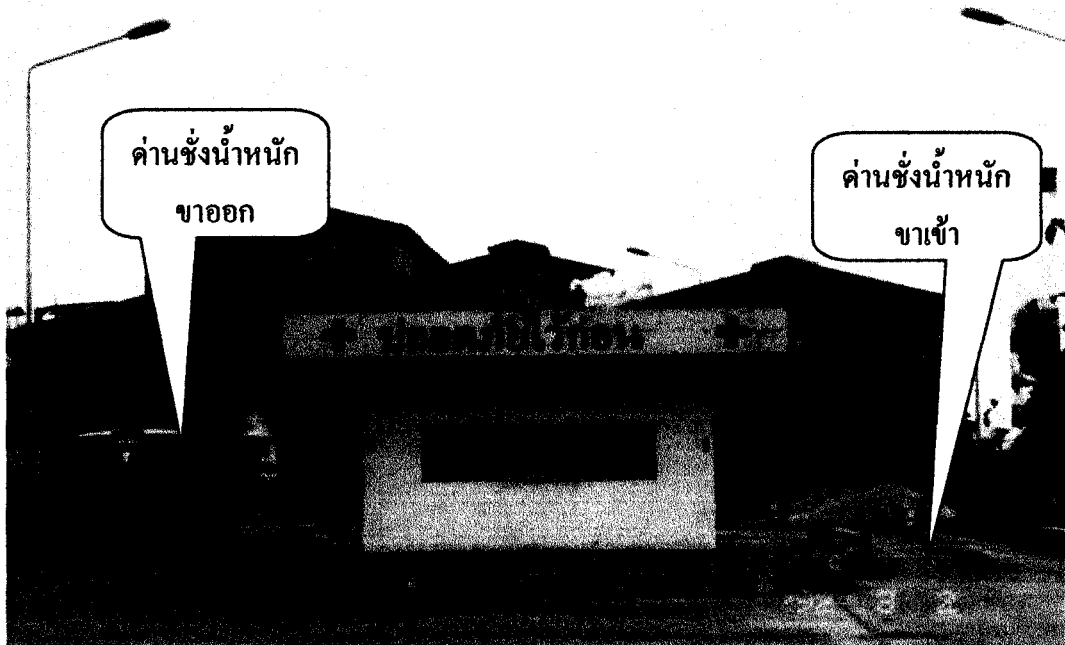
การใช้พลังงานของโรงงานน้ำตาลทรายก็เช่นเดียวกับโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป มีทั้งพลังงานเชิงกลที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรกลซึ่งอาศัยไอน้ำและกระแสไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง นอกจากนั้นยังมีการใช้พลังงานในรูปแบบอื่นๆ เช่น ความร้อนที่ใช้ในการต้มระเหยและเคี้ยวผลิตผลน้ำตาลทราย หรือพลังแม่เหล็กที่ใช้ในการแยกเศษเหล็กซึ่งพลัดหลงมากับอ้อย พลังงานส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นความร้อนหรือกระแสไฟฟ้านั้นโรงงานได้จากเตาหม้อไอน้ำแบบใช้กากอ้อยและน้ำมันเตา บางครั้งอาจใช้พื้นร่วมเป็นเชื้อเพลิงด้วย

ปริมาณไอน้ำทั้งหมดที่โรงงานใช้ผลิตน้ำตาลทรายดิบหรือน้ำตาลทรายขาวชนิดใดก็ตาม โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 55-60% ของน้ำหนักอ้อยที่หีบ ซึ่งเป็นกรณีที่ไม่มี การปล่อยไอน้ำเสียทิ้งขณะ การผลิตอยู่ในภาวะปกติ และมาตรฐานทั่วไปกากอ้อยจำนวน 1 ตัน จะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไอน้ำได้ ประมาณ 625 กิโลกรัม ซึ่งค่าความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ของเตาหม้อน้ำ นำมา เปรียบเทียบกันได้ดังนี้

|                 |                                    |         |
|-----------------|------------------------------------|---------|
| น้ำมันเตา 1 ตัน | ให้ค่าความร้อนเท่ากับกากอ้อยประมาณ | 6 ตัน   |
| ฟืน 1 ตัน       | ให้ค่าความร้อนเท่ากับกากอ้อยประมาณ | 1.2 ตัน |

## 2. แผนกห้องขังอ้อย

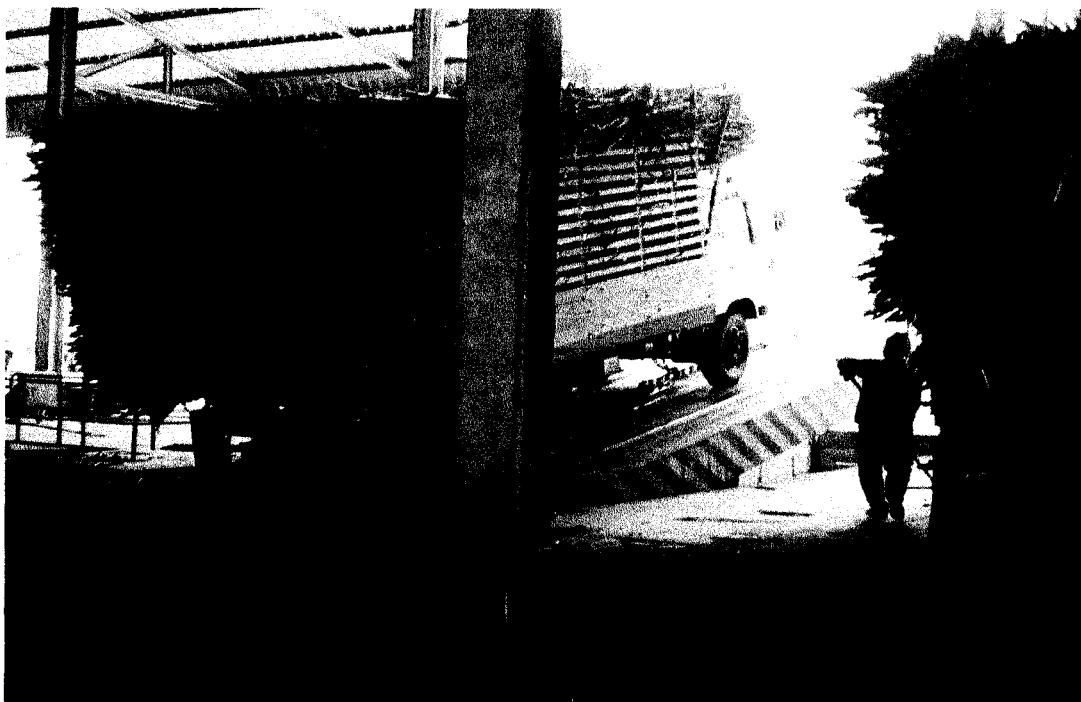
เมื่อโรงงานพร้อมให้พลังงานต่างๆ จากจุดกำเนิดพลังงานแล้ว การผลิตในจุดแรกนี้ก็ เริ่มต้นได้ โดยเมื่อรถบรรทุกอ้อยเข้าถึงโรงงาน จะต้องแจ้งคิวและจอร์นรถบริเวณลานจอร์น เพื่อรอเรียกรถเข้าชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 2.3 เสร็จแล้วรถบรรทุกอ้อยจะเข้าเทอ้อยลงบน สะพานลำเลียงอ้อย(บริเวณตะกาว) เพื่อลำเลียงเข้าสู่กระบวนการผลิต



ภาพที่ 2.3 แสดงด้านชั่งน้ำหนักรถบรรทุกอ้อยของโรงงานน้ำตาล  
ที่มา: โรงงานน้ำตาลทรายขาว

### 3. แผนกดูหีบ – ตะกาว

รถบรรทุกอ้อยเมื่อผ่านการตรวจสอบซึ่งน้ำหนักอ้อยเสร็จแล้วรถบรรทุกอ้อยจะเข้าเทอ้อยลงบนสะพานลำเลียงอ้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.4 โดยเครื่องขนถ่ายอ้อยแบบต่างๆกัน เช่น แบบคราดหรือตะกาวชักลาก แบบแท่นเทรถบรรทุกอ้อยระบบไฮดรอลิก(ตะกาวคัมพ์) แบบเครื่องกว้านหรือปั่นจั่น เป็นต้น เมื่ออ้อยถูกถ่ายลงบนสะพานลำเลียงป้อนอ้อยแล้วจะมีตัว SENSOR สำหรับเช็คอ้อยของคัมพ์นั้นๆ เพื่อนำไปเป็นตัวอย่งนำอ้อยสำหรับวัดค่าความหวาน ซึ่งห้องวิเคราะห์เป็นของส่วนราชการสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย มีเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ควบคุมการวิเคราะห์ เพื่อความเป็นกลางระหว่างชาวไร่กับโรงงานน้ำตาล ซึ่งอ้อยจะผ่านเข้าเครื่องมือเตรียมอ้อยชนิดต่างๆ เข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป



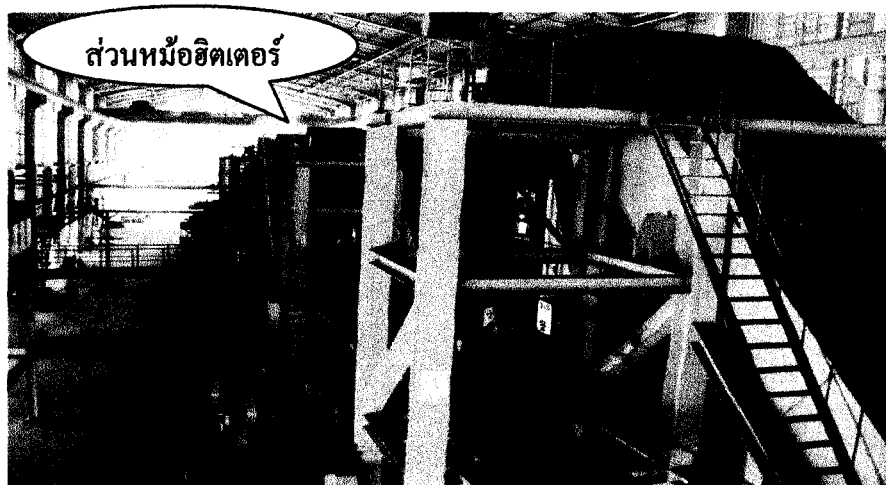
ภาพที่ 2.4 แสดงบริเวณตะกาวจะมีคัมพ์สำหรับเทอ้อยจากรถบรรทุก  
ที่มา : โรงงานน้ำตาลสหเรือง

เมื่ออ้อยไหลตามสะพานลำเลียง จะผ่านไปยังมีคัมพ์อ้อย ( CANE KNIFE ) ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ซึ่งมี 3 ชุด มีคัมพ์อ้อยนี้ จะช่วยในการเตรียมอ้อยก่อนเข้าสู่บิบสกัด(การหีบอ้อย) ซึ่งถ้าเตรียมอ้อยไม่ดี ผลผลิตน้ำตาลที่ได้ออกมาต่ำไปด้วย



ภาพที่ 2.5 แสดงบริเวณตะกาวและส่วนสะพานลำเลียงอ้อยในโรงงานน้ำตาล  
ที่มา: โรงงานน้ำตาลสหเรือง

เมื่ออ้อยผ่าน มิด 1 มิด 2 และมิด 3 อ้อยจะละเอียดมาส่วนหนึ่งแล้ว จากนั้นจะเคลื่อนไปสู่หม้อน้ำอ้อย ซึ่งจะทำให้อ้อยละเอียดเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนจะเข้าสู่ชุดลูกหีบ เพื่อบีบเอาน้ำอ้อยออก ชุดลูกหีบมีทั้งหมด 5 ชุด ชุดหนึ่งๆ จะมีลูกหีบหลัก 3 ลูก อ้อยเมื่อผ่านลูกหีบแต่ละชุดจะถูกบีบเอาน้ำอ้อยออกมา น้ำอ้อยที่ได้จากลูกหีบชุดที่ 1 และ 2 เรียกว่า MIXED JUICE จะผ่านตะแกรงกรองน้ำอ้อย แล้วส่งไปยังหม้ออิตเตอร์ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ส่วนน้ำอ้อยชุดอื่นๆ จะใช้เป็นน้ำพรมย้อนกลับมาแต่ละชุด เช่น น้ำอ้อยที่ได้จากลูกหีบชุด 5 จะไปพรมอ้อยที่หน้าลูกหีบชุด 4 เป็นต้น



ภาพที่ 2.6 แสดงบริเวณชุดลูกหีบบีบเอาน้ำอ้อยและส่วนหม้ออิตเตอร์  
ที่มา: โรงงานน้ำตาลสหเรือง

#### 4. แผนกหม้อน้ำ

กากอ้อยเมื่อผ่านการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากลูกหีบทั้ง 5 ชุด แล้วกากอ้อยสุดท้ายจะถูกส่งไปยัง หม้อไอน้ำซึ่งจะใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในการผลิต ไอน้ำ ที่มาใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟฟ้าและขับเคลื่อนเทอร์ไบน์ลูกหีบ ไอน้ำที่นำมาใช้ในการขับเคลื่อนนี้เรียกว่า ไอดี (SUPERHEAT STEAM) ซึ่งเมื่อถูกใช้แล้ว จะได้ไอเสียออกมาเราเรียกไอเสียว่า(EXHAUST STEAM) ซึ่งจะนำไปใช้เป็นพลังงานความร้อนใช้ในการต้มเคี้ยว ต่อไป

#### 5. แผนกหม้อกรอง

หลังจากที่น้ำอ้อยได้ผ่านตะแกรงกรองมาจากลูกหีบแล้ว น้ำอ้อยจะถูกส่งผ่านมายังส่วนที่เรียกว่าฮิตเตอร์ 1 แล้วต่อไปที่ฮิตเตอร์ 2 เพื่อให้ความร้อน เพื่อให้ น้ำอ้อยมีอุณหภูมิ 65-75°C จากนั้นจะส่งไปยังหม้อผสมปูนขาวเพื่อช่วยในการตกตะกอนของสิ่งสกปรกในน้ำอ้อย อีกทั้งยังเป็นการปรับสภาพน้ำอ้อยให้เป็นกลางด้วย หลังจากน้ำอ้อยออกจากหม้อผสมแล้ว จะส่งเข้าฮิตเตอร์ ชุดที่ 3-4 เพื่อให้ความร้อนถึง 100-105°C แล้วส่งเข้าถังพักใส ซึ่งในช่วงนี้ ถือว่าเป็นการทำให้ น้ำอ้อยสะอาดขึ้นอีก โดยการตกตะกอนอยู่ในถังพักใส ส่วนที่เป็นน้ำอ้อยใส จะถูกส่งไปยังหม้อต้มต่อไป ส่วนตะกอนที่อยู่ในถังพักใส จะถูกบีบส่งไปยังหม้อกรองสูญญากาศ (MUD FILTER) เพื่อดูเอา น้ำอ้อยที่ยังเหลืออยู่ในตะกอนนั้นออกมาอีกจนเหลือแต่กากตะกอนจริงๆ (FILTER CAKE) ซึ่งสามารถนำไปสู่ที่นาทำปุ๋ยได้

#### 6. แผนกหม้อต้ม

น้ำอ้อยที่ได้จากถังพักใส จะเรียกว่า (CLEARIFY JUICE) จะถูกส่งเข้าหม้อต้ม ต้มไล่ น้ำออกโดยใช้ความร้อนประมาณ 120 องศา หม้อต้มจะมี 6 ชุด น้ำอ้อยที่ออกจากหม้อต้มจะมีความหนืดมากขึ้นเนื่องจาก น้ำได้ถูกระเหยออกไป น้ำอ้อยช่วงนี้จะเรียกว่าน้ำเชื่อม (RAW SYRUP) ซึ่งจะถูกส่งไปยังหม้อเคี้ยวต่อไป ซึ่งหม้อต้มมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.7





ภาพที่ 2.7 แสดงบริเวณหม้อต้ม

ที่มา : โรงงานน้ำตาลสหเรือง

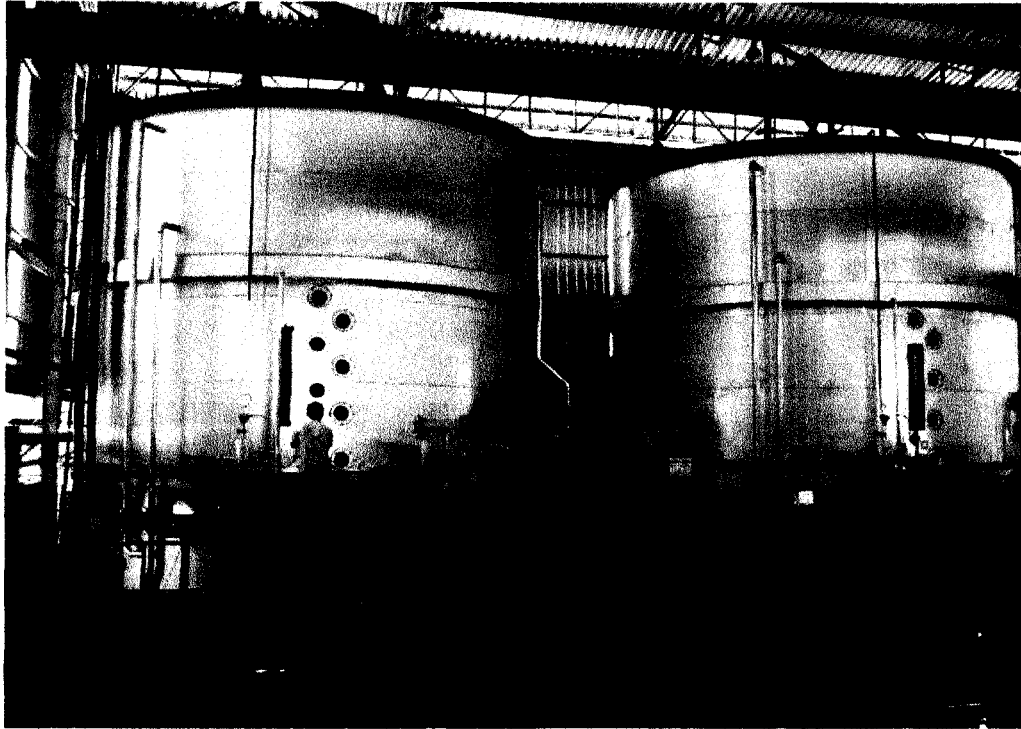
## 7. แผนกหม้อเคี้ยว

น้ำเชื่อมที่รับมาจากแผนกหม้อต้ม จะถูกส่งมายังหม้อเคี้ยว เพื่อเคี้ยวให้ตกผลึก ซึ่งเป็นวิธีการทำให้บริสุทธิ์ หม้อเคี้ยวจะแบ่งเป็น

7.1 หม้อเคี้ยวน้ำตาล เอ หมายถึง เอน้ำเชื่อมดิบที่ได้จากหม้อต้มมาเคี้ยวเลย ซึ่งเมื่อเคี้ยวจนได้ที่แล้ว จะส่งลงมายังหม้อปั่น ได้น้ำตาล เอ และ MOLASSES A

7.2 หม้อเคี้ยวน้ำตาล บี หมายถึง เอน้ำเชื่อมดิบจากหม้อต้มมาบางส่วน หรือเอาเขื่อน้ำตาลที่ได้ทำขึ้นมาใช้ในการเคี้ยวโดยเอา MOLASSES A มาผสมในการเคี้ยวด้วย จากการเคี้ยวจะได้น้ำตาล บี และจะได้ MOLASSES B

7.3 หม้อเคี้ยวน้ำตาล ซี หมายถึง เอา MOLASSES B มาใช้เป็นส่วนผสมในการเคี้ยวร่วมกับเขื่อน้ำตาลซี จะได้น้ำตาลซี ซึ่งจะเอาไปผสมกับน้ำเชื่อม เรียกว่า แม็กม่า(MAGMA) MOLASSES C หรือ FINAL MOLASSES จะถูกส่งเก็บเพื่อจำหน่าย ซึ่งบริเวณหม้อเคี้ยวจะมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงบริเวณหม้อเคี้ยว

ที่มา : โรงงานน้ำตาลสหเรือง

## 8. แผนกหม้อป่น

สำหรับแผนกหม้อป่น จะมีหน้าที่ในการป่นแยกเม็คน้ำตาล และ MOLASSES ออกจากกัน แบ่ง 3 ชนิด คือ

8.1 หม้อป่นเอ จะป่นส่วนที่ได้จากการเคี้ยวน้ำตาลเอ ซึ่งเรียกว่าแมสคิวทเอ (MASSE CUIT A) เมื่อป่นแล้วจะได้น้ำตาล เอ ซึ่งจะบรรจุเป็นกระสอบจำหน่าย หรือบางทีอาจจะเป็นน้ำตาลทรายดิบก็ได้ แล้วแต่ความต้องการ และจะได้ MOLASSES A (กากน้ำตาล) ซึ่งจะนำไปใช้ในการเคี้ยวน้ำตาล บี ต่อไป

8.2 หม้อป่นบี จะป่นแมสคิวท ส่วนที่ได้จากหม้อป่น บี ซึ่งจะได้น้ำตาลบี (น้ำตาลทรายดิบ) และ MOLASSES บี ซึ่ง MOLASSES Bจะนำไปเคี้ยวน้ำตาล ซี ต่อไป

8.3 หม้อป่นซี จะป่นแมสคิวทที่ได้จากหม้อเคี้ยวซี ซึ่งจะได้น้ำตาล ซีและ MOLASSES C (FINAL MOLASSES) น้ำตาลซี จะนำไปทำเชื้อ เพื่อกลับมาเคี้ยวน้ำตาล เอ บี ต่อไป ซึ่งบริเวณหม้อป่นจะมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงบริเวณหม้อป้อน

ที่มา: โรงงานน้ำตาลสหเรือง

## 9. แผนกคลังสินค้า (แผนกอบ บรรจุ และเก็บน้ำตาล)

น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ที่ออกจากหม้อป้อน ปกติจะมีความชื้นอยู่ในช่วง 1-2% ยกเว้นจะมีการใช้ไอน้ำอบไล่ความชื้นบางส่วนออกไปก่อนมากกว่านี้ อย่างไรก็ตามถ้าปล่อยให้มีความชื้นอยู่กับเม็ดน้ำตาลดังกล่าว น้ำตาลทรายที่ชื้นนี้จะเสื่อมคุณภาพเร็วและถูกทำลายได้โดยเชื้อแบคทีเรีย ดังนั้นจึงต้องมีการนำน้ำตาลทรายที่ออกจากหม้อป้อนไปผ่านหม้ออบน้ำตาลก่อนนำไปบรรจุและเก็บต่อไป กรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงถึง 86% กากน้ำตาลที่ติดอยู่กับผิวผลึกน้ำตาลทรายจะดูดความชื้นไว้ในตัวมาก ทำให้เยิ้มตัวและละลายบางส่วนของเม็ดน้ำตาลทราย เมื่อความชื้นของมันสูงกว่าอากาศก็จะระเหยแห้ง เป็นเหตุให้เกิดเม็ดน้ำตาลเกาะติดกันเป็นก้อน ดังนั้นในการเก็บและบรรจุน้ำตาลทราย จึงควรปฏิบัติดังนี้

1. สถานที่เก็บน้ำตาลทรายควรมีที่ว่างเหลืออย่างน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และพยายามให้ความชื้นของอากาศสมดุลกับความชื้นของน้ำตาลทรายที่เก็บ
2. สถานที่เก็บน้ำตาลทรายจะต้องปิดสนิท หลีกเลี่ยงการถ่ายเทอากาศข้างนอกเข้าไป และควรจะมีฉนวนความร้อนป้องกันบริเวณหรือส่วนที่ได้รับความร้อนและเกิดความเย็นแตกต่างกันมาก ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการระเหยและกลั่นตัวของความชื้นได้สูง สถานที่เก็บควรมีพัดลมดูดความชื้นที่อากาศร้อนจัด

3. ก่อนที่จะบรรจุหรือเก็บน้ำตาลทราย เมื่อน้ำตาลทรายออกจากหม้อปั่นใหม่ควรพักให้เย็นเท่าอุณหภูมิของอากาศขณะนั้นก่อนแล้วจึงลำเลียงไปบรรจุหรือเก็บ ในช่วงต้น ๆ นี้อาจเกิดการจับก้อนของน้ำตาลทรายที่ผิวเล็กน้อย เนื่องจากการเย็นตัวลงแต่จะเพียงประมาณไม่เกิน 10-20 กรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งไม่เป็นสาเหตุร้ายแรงและเมื่อมีการขนถ่ายไปบรรจุหรือเก็บก็จะถูกพลิกตัวผสมกระจายตัวหมดไป อุณหภูมิของน้ำตาลทรายก่อนบรรจุหรือนำไปเก็บไม่ควรเกิน 38 องศาเซลเซียส

## 10. แผนวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพผลิตผลน้ำตาล

กรรมวิธีต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจะดำเนินไปอย่างถูกต้องตรงเป้าหมายที่ตั้งไว้ ได้ผลิตผลกลับคืนจากวัตถุดิบสูง และมีคุณภาพเข้ามาตรฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างสม่ำเสมอ นั้นจะต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ติดตามคุณภาพของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่วัตถุดิบคือ อ้อย น้ำอ้อย น้ำเชื่อม แมสคิท น้ำตาลทราย กากน้ำตาล และกากอ้อยเป็นต้น ผลวิเคราะห์ที่ได้ประกอบกับข้อมูลต่าง ๆ ที่อ่านหรือวัดได้จากการทำงานของกรรมวิธีผลิตในขั้นต่างๆจะต้องมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการควบคุมงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพมิใช่เก็บไว้เป็นประวัติศาสตร์ในแผ่นกระดาษเท่านั้น

การวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพผลิตผลน้ำตาล เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อการที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีชี้แจงแนวทางการผลิตว่าถูกต้องหรือบกพร่อง ณ จุดใดของกรรมวิธีผลิต เปิดโอกาสให้มีการแก้ไขปรับปรุงได้ทันเหตุการณ์

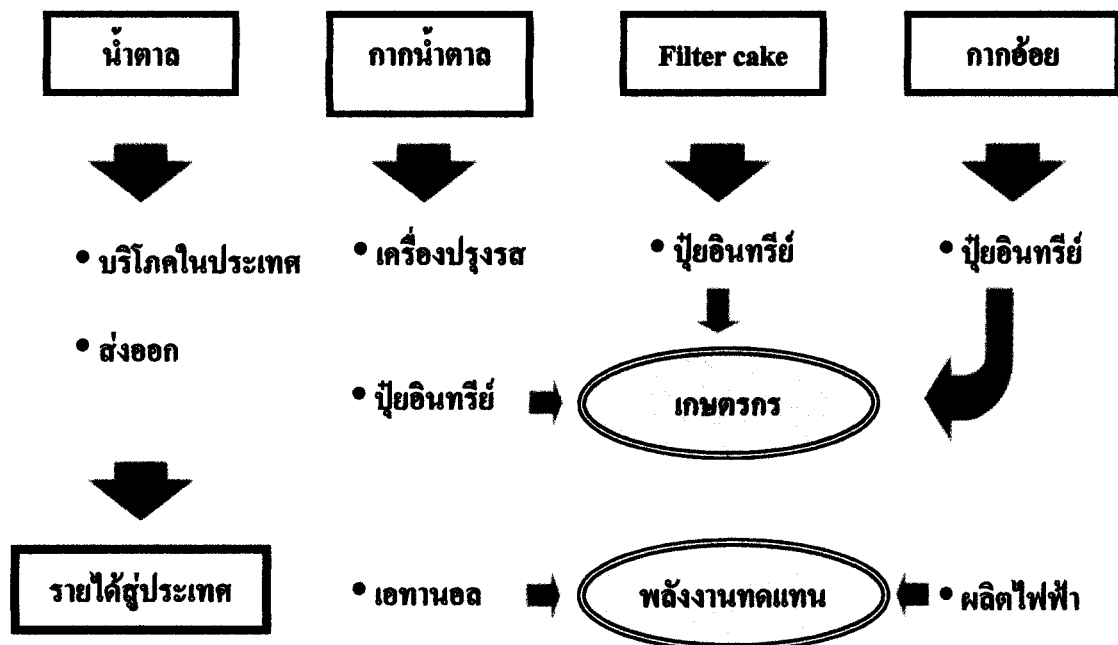
## 11. แผนกซ่อมปฏิบัติบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต

โดยทั่วไปไม่ว่าระหว่างช่วงการผลิตหรือหลังช่วงการผลิต การขัดข้องเสื่อมเสียของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตย่อมมีอยู่เสมอ จึงจำเป็นต้องเตรียมการซ่อม ปฏิบัติบำรุงไว้ให้พร้อมมูลและมีประสิทธิภาพ หรือเพื่อมิให้บังเกิดความล่าช้าสูญเสียเวลาโดยเฉพาะในช่วงการผลิต นอกจากนั้นแล้วควรจะมีการวางแผนการซ่อมปฏิบัติบำรุงทุกจุดในกระบวนการผลิต รวมทั้งการซ่อมปฏิบัติบำรุงป้องกัน (Preventive Management) ซึ่งเป็นวิธีการช่วยลดการขัดข้องเสื่อมเสียของเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตเป็นการล่วงหน้า มิให้เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นได้ง่ายๆ จนต้องมีการซ่อมหรือแก้ไขกันอย่างกะทันหันหรือเป็นการเฉพาะหน้า ซึ่งเป็นการก่อให้เกิดผลเสียต่อเศรษฐกิจการผลิตของโรงงานไม่น้อย

## 12. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล

1. กากอ้อย (BAGASSES) นำไปเป็นเชื้อเพลิงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และยังสามารถนำไปเพาะเห็ดได้ด้วย ปัจจุบันยังนำไปเป็นส่วนผสมปุ๋ยใส่ที่เกษตรกรกรม เพื่อเป็นปุ๋ยอีกทางหนึ่ง ด้วย
2. กากน้ำตาล (MOLASSES) นำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์ ใช้เป็นอาหารสัตว์
3. กากตะกอน (FILTER CAKE) นำไปใช้เป็นปุ๋ยใส่ที่นา ที่ทำเกษตรกรรม เป็นส่วนผสมของปุ๋ยช่วยบำรุงดิน

ซึ่งมีแผนภูมิผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลดังที่แสดงในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แสดงแผนภูมิผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล

### บทที่ 3

## น้ำใช้และน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

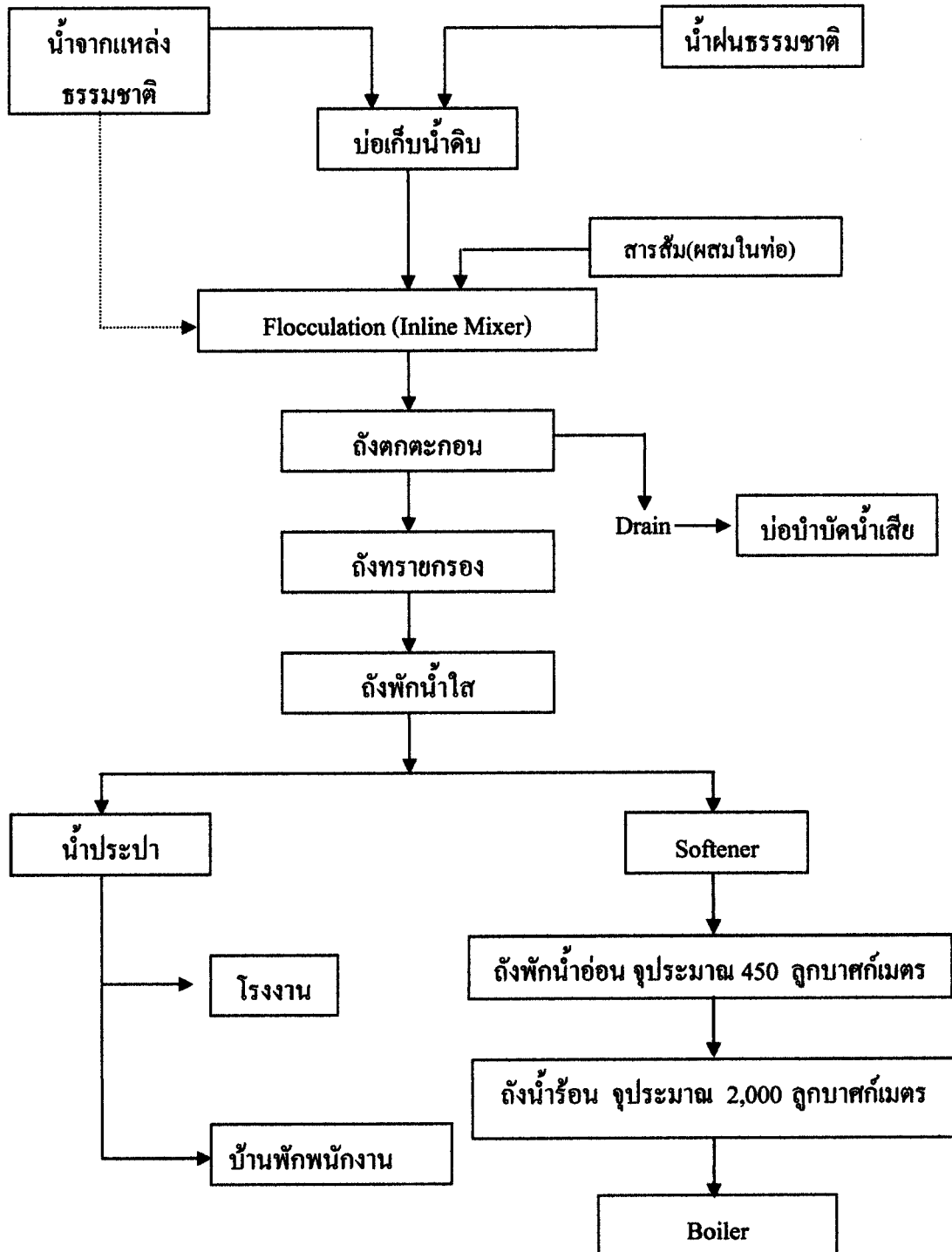
(Water Supply and Wastewater)

ในการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานแต่ละแห่ง ย่อมใช้กระบวนการผลิตน้ำใช้ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตเป็นน้ำใช้ในโรงงานว่ามาจากแหล่งใด โดยทั่วไปโรงงานน้ำตาล จะมีแหล่งน้ำผิวดินเป็นของตนเองเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ เช่น สระน้ำที่มีขนาดความจุของน้ำที่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยการขุดสระเพื่อรองรับน้ำฝนหรือรองรับน้ำที่สูบจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่โรงงาน ตั้งอยู่ใกล้มาเก็บกักไว้ในช่วงฤดูน้ำหลาก เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการผลิตเป็นน้ำใช้ในกระบวนการผลิต อันเป็นการป้องกันปัญหาการแย่งน้ำกับเกษตรกรและชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงที่ตั้งของโรงงานเป็นอย่างดี

#### 1. ระบบน้ำใช้ของโรงงานน้ำตาล

ระบบน้ำใช้ของโรงงานน้ำตาลในด้านต่าง ๆ เช่น น้ำใช้ในกระบวนการผลิต น้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยแหล่งน้ำดิบของโรงงานควรมีปริมาณน้ำที่พอเพียง ควรทำการติดตามวัดปริมาณน้ำที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำ และทำตารางหรือแผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณน้ำใช้ที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆที่โรงงานใช้ เพื่อจัดทำรายงานสรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่สูบไปใช้กับปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ ในการเสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น อบต. ซึ่งน้ำที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตการต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนที่จะนำมาใช้ โดยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้สรุปได้ดังแผนผังในภาพที่ 3.1

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในโรงงานน้ำตาล

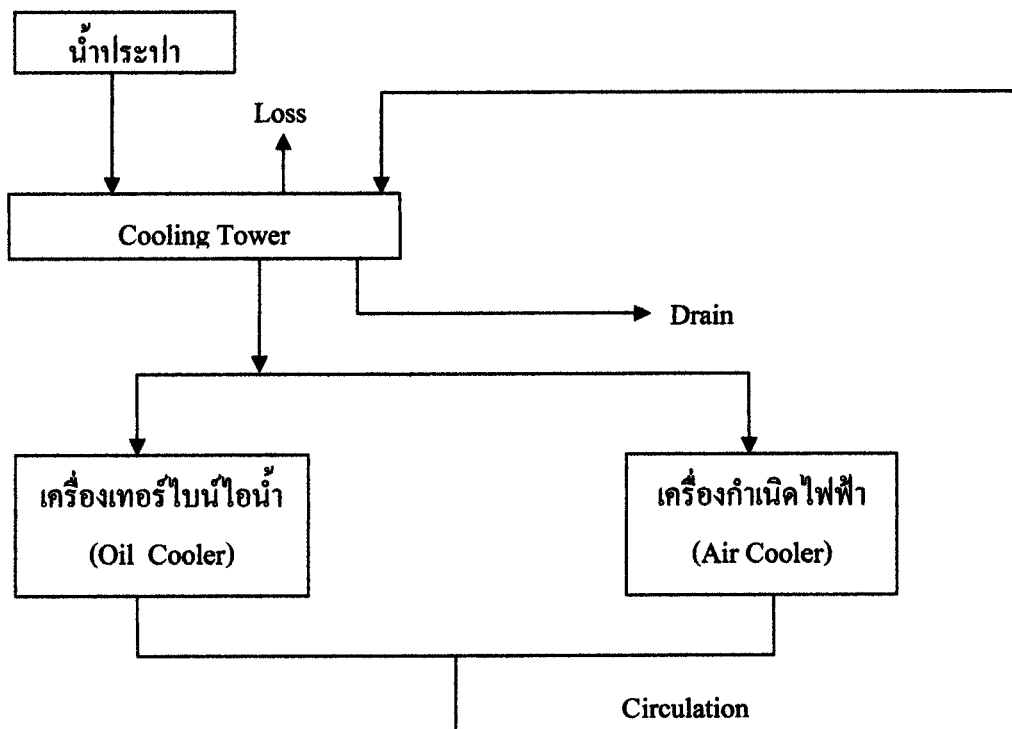
### 1.1 ระบบน้ำใช้ในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย

1) น้ำเริ่มต้น (Start Up Water) เพื่อเริ่มการทำงานของหม้อไอน้ำจะได้อมาจาก Softener Plant (เรียกย่อว่า Softener) ซึ่งจะใช้เพียง 1 ครั้ง / ปี โดยชุดหม้อไอน้ำจะต้องใช้น้ำในการเติมในหม้อต้มในปริมาณ ร้อยละ 80 ของความจุ จำนวน 2 ครั้ง (ทดสอบเครื่อง 1 ครั้ง ดำเนินการอีก 1 ครั้ง)

2) น้ำเพิ่มเติม (Make Up Water) ซึ่งมี 2 ส่วน

2.1) ส่วนที่ 1 ส่วนที่เป็นน้ำเพิ่มเติมให้กับ Cooling Tower ซึ่งเป็นน้ำส่วนที่มาจากถังเก็บน้ำที่ผ่านการกรองทราย

2.2) ส่วนที่ 2 ส่วนที่เป็นน้ำเพิ่มเติมสำหรับหม้อไอน้ำ เนื่องจากมีการ Blow down น้ำออกจากหม้อไอน้ำออกไป โดยส่วนนี้จะใช้น้ำจาก Softening Plant และน้ำควบแน่นจาก Condensate Tank ทั้ง 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูหีบอ้อยและช่วงฤดูละลายน้ำตาล(ฤดูหีบอ้อย) ซึ่งโรงงานน้ำตาลมีการใช้น้ำสำหรับกระบวนการผลิตดังที่แสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงการใช้น้ำสำหรับกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล



### 3) สรุปการใช้น้ำในกระบวนการผลิต

3.1) น้ำสำหรับ Boiler Blowdown ประมาณ 2 % ของไอน้ำจาก Boiler ซึ่งน้ำจาก Blowdown จะถูกปล่อยลงบ่อ Spray pond เพื่อบำบัดต่อไป

3.2) น้ำสำหรับ Cooling Tower Blowdown ประมาณ 0.1% ของการไหล

### 4) น้ำที่ใช้ทำความสะอาดถังกรองน้ำ

4.1) ถังกรองทราย Back wash วันละ 4 ครั้ง

4.2) ถังเรซิน จะ Regenerated 2 ครั้ง/ปี

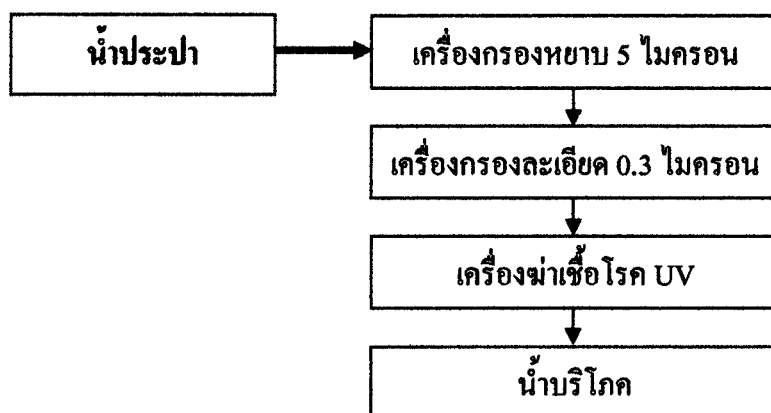
หมายเหตุ ใช้น้ำ Back wash เฉพาะช่วงเปิดหีบเท่านั้น

## 1.2 น้ำอุปโภค

น้ำอุปโภคที่ใช้ในโรงงานเป็นน้ำประปาที่ได้จากโรงกรองน้ำผ่านกระบวนการกรองดังกล่าวข้างต้น โดยปริมาณการใช้น้ำในช่วงฤดูเปิดหีบจะมีปริมาณมาก แต่ในช่วงซ่อมบำรุงจะมีการใช้น้ำอุปโภคน้อย โดยแหล่งน้ำใช้จะมาจากบ่อเก็บน้ำดิบของโรงงานและแหล่งน้ำธรรมชาติ

## 1.3 น้ำบริโภคน้ำ

น้ำบริโภคน้ำใช้น้ำประปาที่ได้จากโรงกรองน้ำ ผ่านเครื่องกรองทราย 5 ไมครอน และเครื่องกรองละเอียด 0.3 ไมครอน แล้วจึงผ่านชุดฆ่าเชื้อโรค UV ดังที่แสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำบริโภคน้ำ

## 1.4 น้ำอุปโภค-บริโภคของหมู่บ้านพนักงาน

ภายในเขตโรงงานน้ำตาลทุกโรงงาน จะมีบ้านพักให้พนักงานเป็นจำนวนมากซึ่งใช้น้ำอุปโภค-บริโภคจากโรงงานน้ำตาล

## 1.5 สรุปการใช้น้ำของโรงงานน้ำตาล

สำหรับการใช้เพื่ออุปโภค-บริโภคภายในโรงงานน้ำตาลมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

- 1) ห้องน้ำ อาบน้ำ และการทำความสะอาด เฉพาะฤดูทอหีบ
- 2) น้ำจากการวิเคราะห์น้ำตาล
- 3) น้ำจากการทำความสะอาดโรงงาน
- 4) น้ำจาก Cooling Tower Blowdown เฉพาะฤดูทอหีบย่อย
- 5) น้ำจาก Boiler Blowdown เฉพาะฤดูทอหีบย่อย

## 2. น้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

แหล่งกำเนิดและปริมาณน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล แบ่งได้เป็น 2 ประเภทที่สำคัญ คือ

### 2.1 น้ำเสียจากกระบวนการผลิต ได้แก่

#### 1) ช่วงฤดูทอหีบ

น้ำเสียเกิดขึ้นจากการล้างเครื่องจักรต่าง ๆ ระหว่างฤดูทอหีบ เพื่อเป็นการบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องจักรต่าง ๆ น้ำเสียส่วนนี้เป็นที่มีความปนเปื้อน คราบไขมันและสิ่งสกปรกพวกฝุ่นละอองที่จับอยู่ตามเครื่องจักรต่าง ๆ ปริมาณน้ำเสียจะแปรผันตามกำลังทอหีบ โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นมาจากแหล่งต่างๆในกระบวนการผลิต ดังนี้

1.1) น้ำเสียที่เกิดจากการ Blowdown จากหม้อไอน้ำ และมีน้ำจากการฉีดล้างเครื่องจักร โดยน้ำฉีดล้างเครื่องจักร และน้ำ Boiler Blowdown จะถูกรวบรวมระบายลงรางระบายน้ำเสียนำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมต่อไป

1.2) น้ำจากบ่อดักเขม่าหรือเถ้าอ่อน โดยทั่วไปโรงงานน้ำตาลจะใช้ปั๊มสูบน้ำหมุนเวียนล้างเขม่าหรือเถ้าอ่อนจากระบบตัดเขม่าของ Boiler ลงสู่บ่อดัก เมื่อเขม่าหรือเถ้าอ่อนเต็มบ่อดัก จะทำการสูบน้ำออก เพื่อใช้รดคักกล้วยคักเขม่าออกจากบ่อ โดยน้ำที่สูบจากบ่อดักมีปริมาณประมาณร้อยละ 30 ของน้ำทิ้งทั้งหมด ซึ่งจะถูกสูบไปรวมไปที่ Spray Pond หรือสระเติมอากาศ

1.3) น้ำเสียจากลานกองเก็บขี้เถ้า กากของเสียจากระบวนการผลิตประกอบด้วยเถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ขี้เถ้าจากห้องเผาไหม้ และฝุ่นละอองจากเครื่องคักฝุ่น Multicyclone ซึ่งทั้งห้องเผาไหม้ และ Multicyclone เป็นอุปกรณ์ประกอบอยู่ในชุดหม้อไอน้ำ โรงงานน้ำตาลดำเนินการจัดการเถ้าดังกล่าว โดยลำเลียงผ่านท่อรับฝุ่นเถ้าเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเถ้าไปยังบ่อดักตะกอน และระบายบางส่วนสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานต่อไป

1.4) น้ำเสียจากลานกองขี้เถ้า ลานกองขี้เถ้ามีพื้นที่มาก ในฤดูฝนจะเกิดน้ำไหลชะจากกองขี้เถ้าซึ่งประเมิน ได้จากปริมาณน้ำฝนที่เกิดในคาบ 30 ปี ถ้าพบว่าปริมาณฝนตกสูงสุดในเดือนมิถุนายน เฉลี่ยเท่ากับ 269.4 มม./วัน (หาข้อมูลได้จากอุตุนิยมหาวิทยาลัยประจำแหล่งที่ตั้งโรงงานน้ำตาล) สามารถคิดเป็นปริมาณน้ำชะขี้เถ้าในพื้นที่ลานกองขี้เถ้า 20 ไร่ เท่ากับ 375.5 ลูกบาศก์เมตร/ชม. (สำหรับเมื่อมีฝนตก) ซึ่งน้ำดังกล่าวจะระบายไปตามรางรับน้ำรอบลานกองขี้เถ้าลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ซึ่งน้ำเสียจากลานกองขี้เถ้าจะประเมินจากสูตร ดังต่อไปนี้

**น้ำเสียจากลานกองขี้เถ้าจะประเมินจากสูตร**

**สูตร**  $Q = CIA$

**โดย**  $Q =$  ปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดจากลานกองขี้เถ้า (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

$C =$  ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองเฉลี่ยของพื้นที่ = 0.6

$I =$  ปริมาณฝนสูงสุด = 269.4 มม./วัน

$A =$  พื้นที่รับน้ำฝน = 20 ไร่

2) ช่วงปิดทึบ เป็นน้ำเสียจากการล้างเครื่องจักรในช่วงนอกฤดูหีบขี้เถ้า มีปริมาณมากหลายร้อยลูกบาศก์เมตร/วัน

## 2.2 น้ำเสียจากการอุปโภค-บริโภค ได้แก่

### 1) ช่วงฤดูหีบอ้อย

โรงงานน้ำตาลจะใช้คนจำนวนมาก โดยคนงานดังกล่าวจะพักอาศัยอยู่ภายนอกโรงงาน และพักอาศัยอยู่ในโรงงาน โดยปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากห้องส้วมจะได้รับการบำบัดด้วยบ่อเกรอะบ่อซึม และเมื่อเต็มก็จะคิดต่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบมากทำการสูบต่อไป ส่วนน้ำเสียจากห้องอาบน้ำ ลานซักล้าง และโรงอาหารจะผ่านบ่อดักไขมันก่อนระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมต่อไป

### 2) ช่วงปิดหีบอ้อย

โรงงานจะใช้คนไม่มากโดยคนงานจะพักอาศัยภายนอกโรงงาน และ ในโรงงาน ดังนั้นปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากคนงานที่พักอาศัยอยู่ภายนอกโรงงานและภายในโรงงานจะได้รับการบำบัดเช่นเดียวกับช่วงฤดูหีบ

## 2.3 น้ำทิ้งเกิดจากน้ำฝนภายในโครงการ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1) น้ำทิ้งเกิดจากน้ำฝนบริเวณพื้นที่ผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น อาคารที่ตั้ง Turbine Boiler Water Treatment Plant, Cooling Tower, Office เป็นต้น จะถูกรวบรวม โดยรางระบายน้ำแบบเปิด ไหลลงสู่รางระบายน้ำแบบเปิดลงสู่บ่อน้ำหล่อเย็น เพื่อนำกลับมาใช้ที่ระบบหล่อเย็น (Cooling Pond System)

2) น้ำทิ้งเกิดจากน้ำฝนบริเวณพื้นที่ Storage จะถูกรวบรวมโดยรางระบายน้ำแบบเปิด ลงสู่รางระบายน้ำแบบเปิด และไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

3) น้ำทิ้งเกิดจากน้ำฝนบริเวณพื้นที่ Open Storage Yard และบริเวณจอครอบบรรทุก จะถูกรวบรวมโดยรางระบายน้ำแบบเปิดลงสู่บ่อพักน้ำเสีย ที่มีขนาดความจุมากและมีความลึกของบ่อ 3 เมตร เพื่อปรับสภาพก่อนระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ต่อไป

4) น้ำทิ้งเกิดจากน้ำฝนบริเวณพื้นที่กองเถ้า (Ash Dumping Pond) จะถูกสูบโดย Pump ส่งมายัง Settling Pond ทำการปรับสภาพ เพื่อให้มีคุณภาพและตกตะกอนบางส่วน จากนั้นจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ตามลำดับต่อไป

## 2.4 แหล่งของน้ำเสียในแต่ละแหล่งกำเนิดของโรงงานน้ำตาล โดยคิดจากสถานะวิกฤตได้ดังนี้

- 1) น้ำเสียจากระบบปรับสภาพน้ำ (Water Treatment Unit) มีดังต่อไปนี้
  - 1.1) น้ำเสียจากการ Back Wash ที่ Multi Media Filter คุณภาพน้ำทิ้งมีค่า Total Suspended Solid มากกว่า 50 มก./ล. Total Dissolve Solid ใกล้เคียง 500 มก./ล.
  - 1.2) น้ำเสียจากระบบแยกแร่ธาตุจากน้ำ (Softener Water System) คุณภาพของน้ำทิ้งมีค่า Total Suspended Solid น้อยกว่า 30 มก./ล. Total Dissolve Solid ใกล้เคียง 500 มก./ล.
- 2) น้ำจากห้องน้ำส้วมและน้ำจากชักล้าง มีค่า Total Dissolve Solid ใกล้เคียง 500 มก./ล.
- 3) น้ำเสียจากเครื่องจักรอุปกรณ์ของโรงงาน ที่ถูกส่งไปแยกน้ำมัน และไขมันที่ บ่อดักไขมัน(Oil Separator) คุณภาพน้ำก่อนบำบัดมีคราบน้ำมัน(Oil Content) อยู่ที่ 5 มก./ล. และ อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส
- 4) น้ำจาก Cooling Water Blow down รวมถึงน้ำซึ่งได้จาก Water Tube Boiler และจาก Flash Tank คุณภาพน้ำมีค่า pH 7.9 – 8.0, Electric Conductivity 1,212 us/cm., Chloride ion 21 มก./ล., Silica 24 มก./ล. และ Total dissolve solid 1,288 มก./ล.
- 5) การใช้น้ำ เพื่อเป็นการลดภาระที่จะทำให้เกิดน้ำเสีย จึงกำหนดวิธีปฏิบัติ
  - 5.1) ใช้น้ำอย่างประหยัด
  - 5.2) เมื่อใช้น้ำเสร็จแล้วให้สำรวจดูทุกครั้งว่าปิดก๊อกน้ำสนิทหรือไม่
  - 5.3) เมื่อพบอุปกรณ์ชำรุดให้ทำการซ่อมแซมทันที เช่น ก๊อกน้ำ วาล์วน้ำ

## 2.5 การส่งน้ำเสียตรวจของโรงงานน้ำตาล

ต้องทำการจัดส่งน้ำตัวอย่างของระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ตัวอย่างน้ำที่เข้าระบบ และตัวอย่างน้ำทิ้ง เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง

## 2.6 ระบบการส่งน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

โดยทั่วไปน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในโรงงานจะรองรับโดยรางระบายน้ำเสียเข้าสู่ตะแกรงดักขยะต่างๆ บ่อดักไขมัน บ่อดักน้ำทิ้ง แล้วเข้าสู่กระบวนการระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ตามลำดับ น้ำเสียจะถูกบำบัดให้ได้ตามค่าควบคุมมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจาก

โรงงานอุตสาหกรรม เมื่อได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งจะปล่อยลงสู่บ่อเก็บกักน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นบ่อสุดท้ายของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล น้ำทิ้งจะถูกสูบไปใช้ในระบบกระบวนการผลิตของโรงงานต่อไป ดังนั้นน้ำเสียทั้งหมดจะไม่ถูกปล่อยออกนอกโรงงาน

## 2.7 การจัดการน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว

โรงงานน้ำตาลจะนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ทั้งหมด โดยป้อนน้ำกลับไปใช้เป็นน้ำหล่อเย็นเครื่องจักร (น้ำคอนเดนเซอร์) ของกระบวนการผลิตน้ำตาลและนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงาน โดยไม่มีการระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะภายนอกแต่อย่างใด

## บทที่ 4

### ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

(Wastewater Treatment of Sugar Plant)

ในปัจจุบันโรงงานน้ำตาลโดยทั่วไปจะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อปรับเสถียร (Waste Stabilization Pond) เนื่องจากวิธีการสร้างระบบกระทำได้ง่าย สามารถนำที่ดินกลับมาใช้ประโยชน์ได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างและการดูแลบำรุงรักษาต่ำที่สุด แต่จากสภาพในปัจจุบันที่ตั้งของโรงงานมีชุมชนรุกเข้าใกล้โรงงาน ทุกปีมีการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยเป็นจำนวนมากรายรอบใกล้โรงงาน ดังนั้นในอนาคตโรงงานน้ำตาลย่อมถูกรบกวนหรือถูกกล่าวหาว่าเป็นผู้สร้างมลพิษทางสิ่งแวดล้อมแก่ชุมชน เช่น เกิดกลิ่นเหม็นจากบ่อบำบัดน้ำเสียรบกวนชุมชน เกิดการไหลบ่าของน้ำเสียสู่พื้นที่นอกโรงงานในฤดูฝน หรือเกิดน้ำใต้ดินเป็นพิษเหล่านี้เป็นต้น ซึ่งสาเหตุดังกล่าวเกิดจากการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร อันเป็นระบบบ่อเปิดที่ง่ายต่อการเกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้น ถ้าขาดการติดตามควบคุมคุณภาพน้ำเสียอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

ดังนั้นในอนาคตโรงงานน้ำตาลจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเพื่อแก้ปัญหาและป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการนำระบบบำบัดน้ำเสียในรูปแบบอื่นๆเข้ามาใช้ในการจัดการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน เพื่อให้ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลได้ศึกษาและทำความเข้าใจในเรื่องระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ จึงขอกล่าวถึงระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆที่สามารถนำมาปรับปรุงใช้ในกระบวนการการบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลในภาพรวม ดังต่อไปนี้

#### 1. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

##### 1.1 จุดมุ่งหมาย

- 1.1.1 กำจัดของแข็งแขวนลอยและสิ่งสกปรกที่ลอยในน้ำเสีย
- 1.1.2 กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ที่จุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) ย่อยสลายได้
- 1.1.3 กำจัดสารพิษและสารที่ไม่ต้องการที่มีอยู่ในน้ำเสีย
- 1.1.4 กำจัดสารอาหารที่จำเป็น (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) ที่มีอยู่ในน้ำเสีย

**1.2 ประเภทของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย**

- 1.2.1 กระบวนการทางกายภาพ เป็นการกำจัดของแข็งแขวนลอยขนาดใหญ่ในน้ำเสีย
- 1.2.2 กระบวนการทางเคมี เป็นการกำจัดของแข็งแขวนลอยขนาดเล็ก กำจัดสารพิษและปรับค่า pH ของน้ำเสีย
- 1.2.3 กระบวนการทางชีวภาพ เป็นการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เปลี่ยนเป็นก๊าซและเซลล์ใหม่

**2. ปัจจัยในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย**

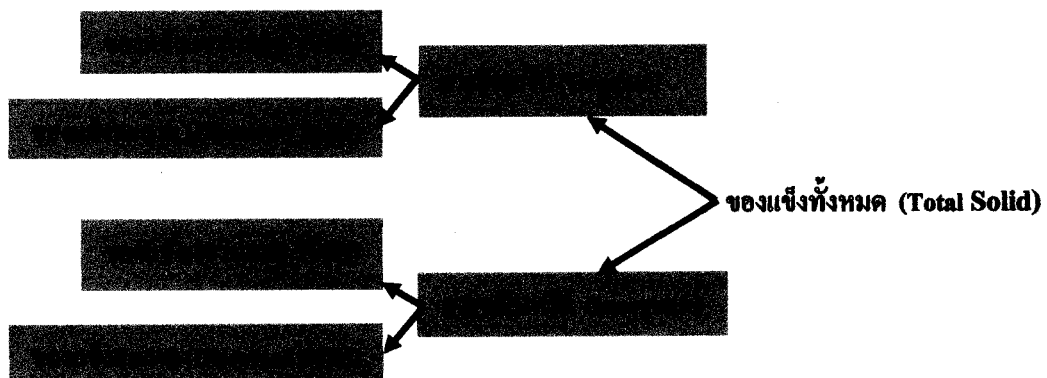
ปัจจัยในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับโรงงานน้ำตาล จะประกอบด้วย ข้อมูลต่อไปนี้

**2.1 ลักษณะของน้ำเสีย โดยมีมลพิษในน้ำเสียเป็นตัวกำหนด ได้แก่**

- 2.1.1 โลหะหนัก จะใช้วิธีการตกตะกอนผลึกด้วยกระบวนการทางเคมีในการบำบัด
- 2.1.2 ไขมัน ของแข็งตกตะกอนได้ จะใช้กระบวนการทางกายภาพในการบำบัด
- 2.1.3 สารอินทรีย์ จะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ

**2.2 คุณลักษณะของน้ำเสียที่ต้องพิจารณา ได้แก่**

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย สี, ของแข็ง, อุณหภูมิ, กลิ่น, ความขุ่น ซึ่งของแข็งในน้ำเสียแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงของแข็งในน้ำเสีย

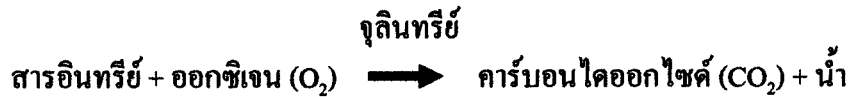


2.2.2 ลักษณะทางเคมี ประกอบด้วย สารอินทรีย์, สารอนินทรีย์, พิเศษ, ความเป็นค่า่างไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โลหะหนัก

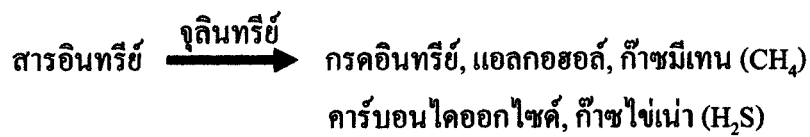
1) สารอินทรีย์ จะอยู่ในสภาพ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สารอินทรีย์ในน้ำ} &= \text{สารอินทรีย์ละลายน้ำ} + \text{สารแขวนลอย} \\ &= \text{สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์} + \text{สารอินทรีย์} \\ &\quad \text{ที่ย่อยสลายไม่ได้โดยจุลินทรีย์} \\ &= \text{แป้ง, ไขมัน, โปรตีน, แอลกอฮอล์, กรดอินทรีย์} \end{aligned}$$

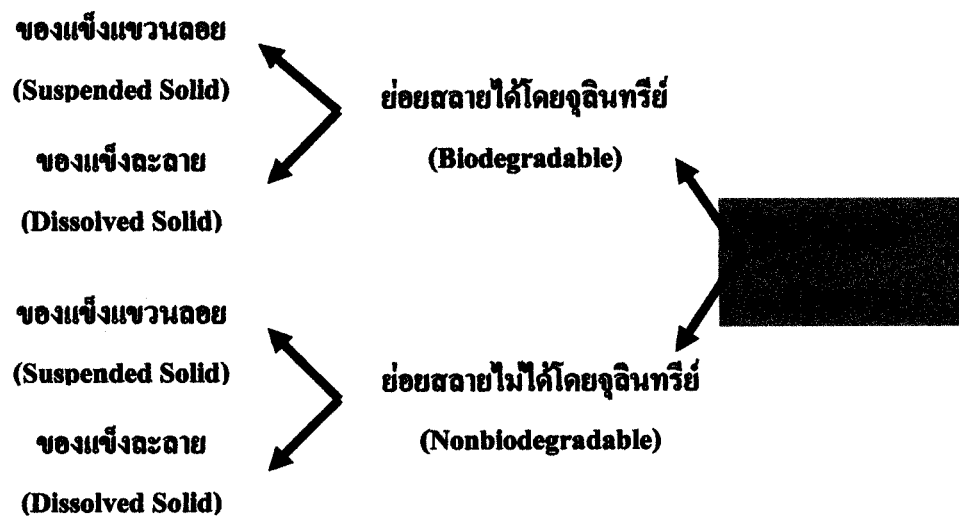
ในสภาพที่น้ำมีออกซิเจน



ในสภาพที่น้ำไม่มีออกซิเจน

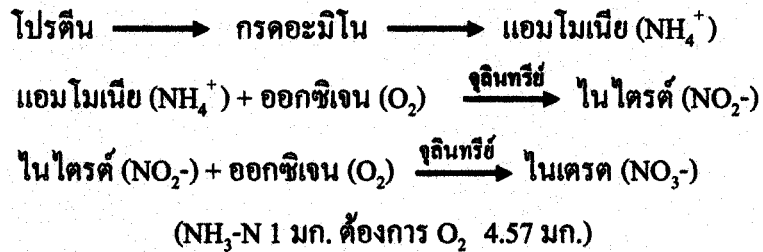


โดยสารอินทรีย์น้ำเสียมีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

2) สารประกอบไนโตรเจน การเกิดสารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสียเป็นไป  
ดังสมการต่อไปนี้



**ปฏิกิริยาจะเกิดหลังจากเก็บในตู้ 10 วัน**

#### สารอาหารที่จำเป็น (Nutrients)

- \* แร่ธาตุที่จุลินทรีย์ต้องการในปริมาณมาก คือ คาร์บอน, ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส
- \* อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต BOD : N : P = 100 : 5 : 1

#### 3) ไนโตรเจน

โดยมาตรฐานน้ำทิ้ง จะกำหนดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) = 100-200 มก./ล.  
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด = แอมโมเนีย (NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) + สารอินทรีย์  
หรือ = ไนโตรเจน + ไนเตรท  
แอมโมเนียเป็นพิษต่อปลา คือ แอมโมเนียอิสระ (NH<sub>3</sub>) > 0.2 มก./ล. ที่ทำให้ปลาตาย

**(ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชน้ำและสาหร่ายอย่างรวดเร็ว)**

#### 4) โลหะ (Metal)

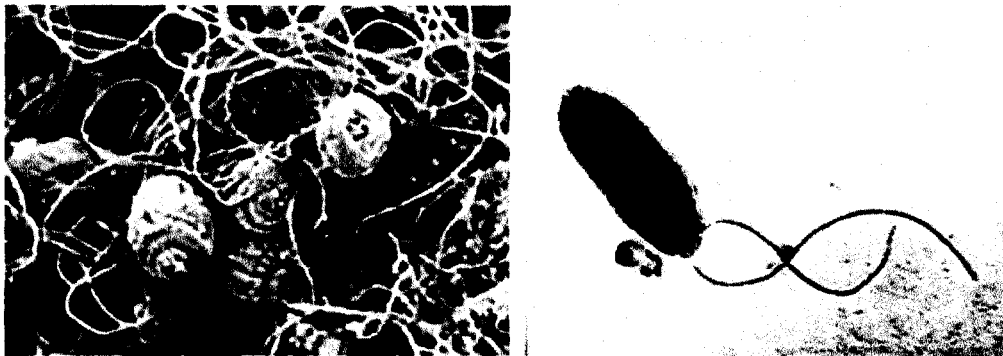
โลหะที่ไม่เป็นพิษ (Nontoxic Metals) ได้แก่ แคลเซียม, แมกนีเซียม, โซเดียม เหล็ก, แมงกานีส, และโลหะที่เป็นพิษ (Toxic Metals) ได้แก่ อาร์เซนิก, แบเรียม, แคดเมียม, ตะกั่ว, ปรอท เงิน และสารพิษอื่นๆที่มีผลต่อจุลินทรีย์ ได้แก่ ไซยาไนด์ (CN), น้ำมัน + ไขมัน, ฟอรั่มอลดีไฮด์, ฟีนอล คลอรีนอิสระ และสารตัวทำลายอื่นๆ

**(ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ ไม่ได้ออกแบบไว้สำหรับกำจัดสารพิษและโลหะหนัก)**

2.2.3 ลักษณะทางชีววิทยา ประกอบด้วย จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย, รา, ไวรัส สาหร่าย, โปรโตซัว

#### 1) แบคทีเรีย

มีขนาดเล็ก รูปร่างกลม แท่ง กลีวย ขดเป็นวง ต้องการสารอาหาร อุณหภูมิ ค่า pH DO และมีการเจริญเติบโตแบบแบ่งเซลล์ ซึ่งลักษณะจุลินทรีย์ในเสียแสดงในภาพที่ 4.3, 4.4



ภาพที่ 4.3 แสดงจุลินทรีย์เซลล์เดียวในน้ำเสีย

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

โดยแบคทีเรียแบ่งประเภทตามความต้องการออกซิเจนได้ 3 ประเภท

- (1) แอโรบิกแบคทีเรีย ใช้ออกซิเจนอิสระในการเจริญเติบโต
- (2) แอนแอโรบิกแบคทีเรีย ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ
- (3) แฟคัลเททีฟแบคทีเรีย เจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีหรือไม่มีออกซิเจน



ภาพที่ 4.4 แสดงแบคทีเรียหลายเซลล์ในน้ำเสีย

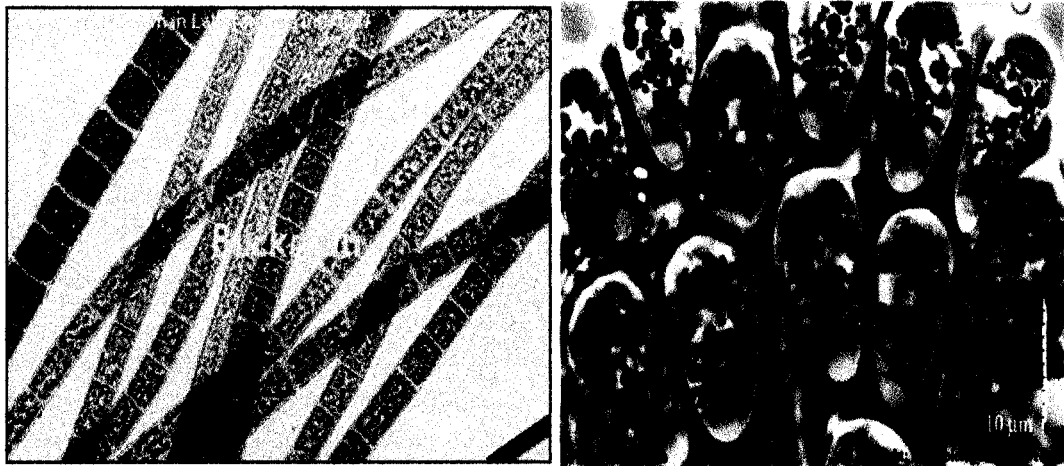
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 2) รา

เป็นพืชที่มีหลายเซลล์ ไม่มีคลอโรพลาสต์ เป็นเส้นใย สืบพันธุ์ด้วยสปอร์เจริญเติบโตได้ดีที่ pH ต่ำ และที่มีไนโตรเจนน้อย ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตได้ดี ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบโปรยกรอง

### 3) สาหร่าย

เป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียว มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย มีคลอโรพลาสต์และรงควัตถุที่อาจใช้จำแนกชนิดได้ สังเคราะห์แสง ผลิตรายางใช้ในกระบวนการปรับเสถียรได้ ซึ่งลักษณะของสาหร่ายที่มีในน้ำเสียแสดงในภาพที่ 4.5

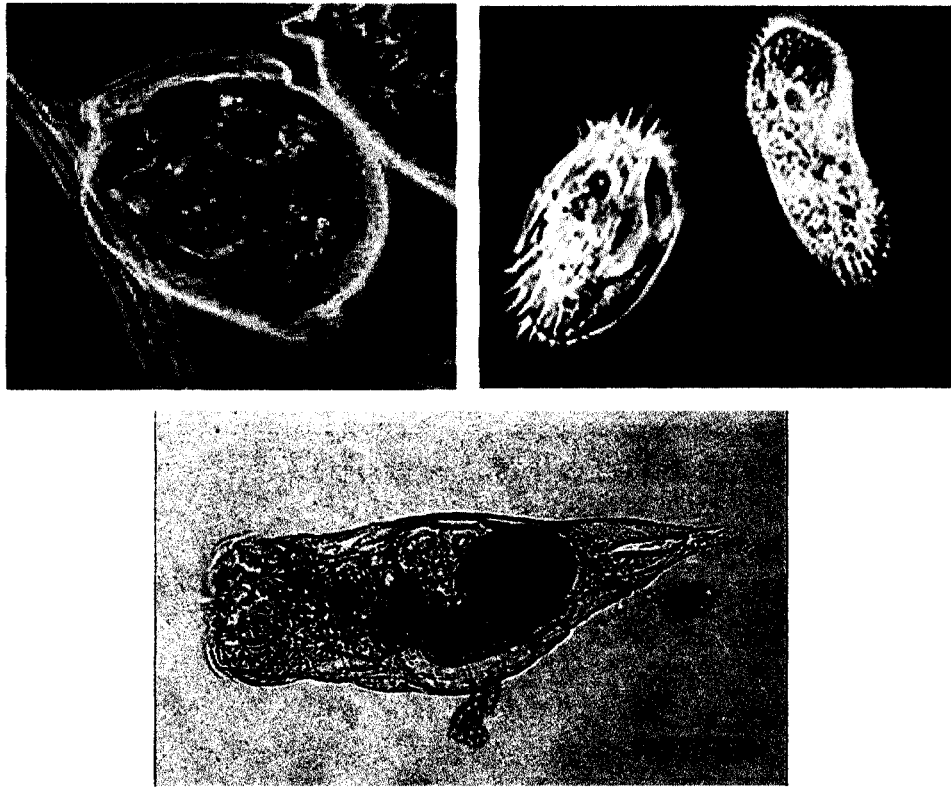


ภาพที่ 4.5 แสดงสาหร่ายในน้ำเสีย

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 4) โปรโตซัว

เป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียว มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย กินแบคทีเรียทั้งที่มีชีวิตและตายแล้วเป็นอาหาร ซึ่งลักษณะของโปรโตซัวแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แสดงโปรโตซัวในน้ำเสีย

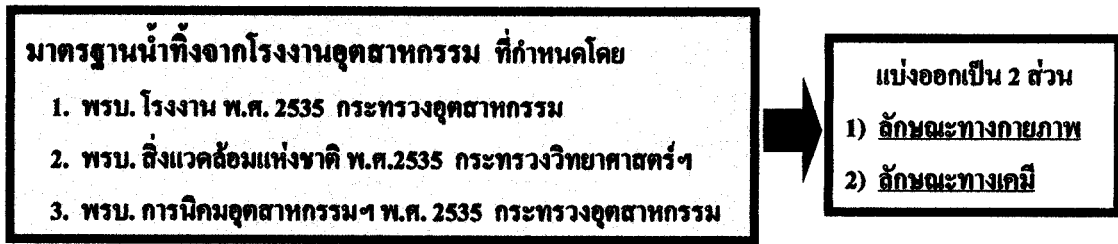
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 2.3 สภาพทางท้องถิ่น ได้แก่ ราคาที่ดิน ชุมชน ซึ่ง

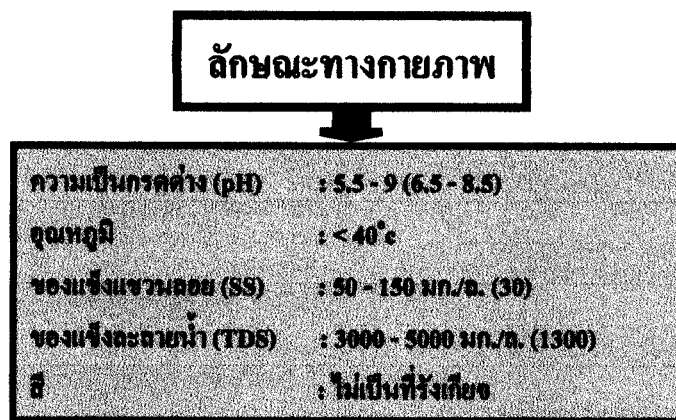
2.3.1 ราคาที่ดินถูก ใช้ระบบที่ดูแลง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำ เช่นระบบบ่อด่างๆ

2.3.2 ราคาที่ดินสูง ใช้ระบบที่มีใช้เครื่องจักรกลมาก ค่าใช้จ่ายสูง เช่น ระบบแอเอส เป็นต้น

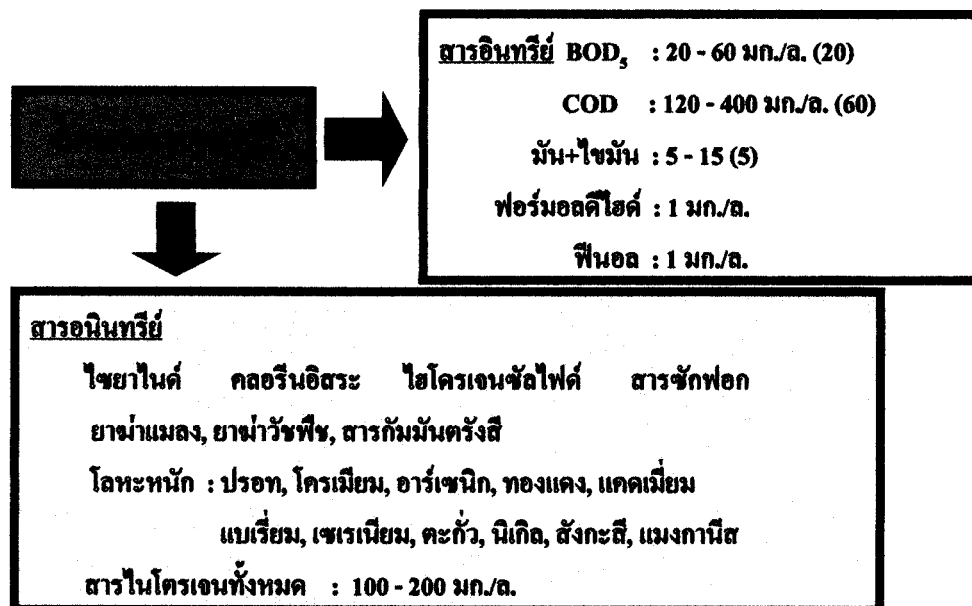
2.4 มาตรฐานน้ำทิ้ง ในการบำบัดน้ำเสียผู้ควบคุมดูแลระบบต้องคำนึงถึงค่ามาตรฐานในการควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กฎหมายกำหนดในการระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน ซึ่งหน่วยงานและกฎหมายที่กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง มีดังที่แสดงในภาพที่ 4.7 4.8, 4.9 โดยรายละเอียดข้อมูลค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. และมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโลหะหนักในน้ำเสียแสดงในตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.7 แสดงหน่วยงานที่กำหนดองค์ประกอบของมาตรฐานน้ำทิ้ง



ภาพที่ 4.8 แสดงองค์ประกอบลักษณะทางกายภาพของมาตรฐานน้ำทิ้ง



ภาพที่ 4.9 แสดงองค์ประกอบลักษณะทางเคมีของมาตรฐานน้ำทิ้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโลหะหนักในน้ำเสีย

| ชนิดโลหะหนัก   | ค่ามาตรฐานที่กำหนด                                  |
|----------------|---|
| ปรอท (Hg)      | ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                 |
| เซเลเนียม (Se) | ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                  |
| แคดเมียม (Cd)  | ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                  |
| ตะกั่ว (Pb)    | ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                   |
| อาร์เซนิก (As) | ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                  |
| โครเมียม (Cr)  | Cr <sup>6+</sup> ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร |
|                | Cr <sup>3+</sup> ไม่มากกว่า 0.75 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร |
| บาเรียม (Ba)   | ไม่มากกว่า 1.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                   |
| นิกเกิล (Ni)   | ไม่มากกว่า 1.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                   |
| ทองแดง (Cu)    | ไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                   |
| สังกะสี (Zn)   | ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                   |
| แมงกานีส (Mn)  | ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร                   |

### 3. ขั้นตอนระบบบำบัดน้ำเสีย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ใช้กำจัดของแข็งที่ปนมากับน้ำ เช่น ขยะ, กรวด, ทราย และใช้กำจัดน้ำมันและไขมัน ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น แสดงในภาพที่ 4.10 ซึ่งประกอบด้วย



ภาพที่ 4.10 แสดงแผนภูมิระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้นที่ 1

3.1.1 ตะแกรง ทำหน้าที่ คัดเศษไม้, เศษพลาสติก, กระดาษ

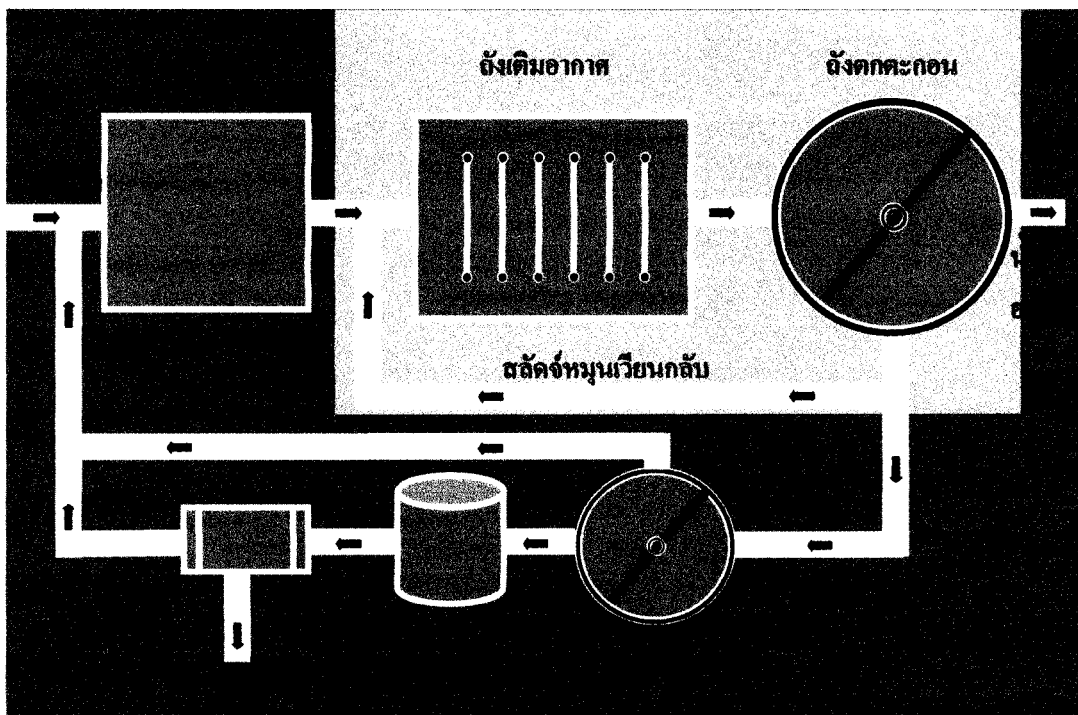
3.1.2 อัดคักกรวดทราย ทำหน้าที่ คัดตะกอนหนักจำพวก, กรวด, หิน, ทราย, เศษกระดุก เมล็ดพืช, เศษโลหะ, เศษแก้ว

3.1.3 มาตรการคัดสรรการไหล ใช้มาตรการการไหลของน้ำเสีย

3.1.4 อัดคักตะกอนชั้นที่ 1 เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการตกตะกอนของสารแขวนลอยที่มากับน้ำเสีย ประมาณ 50-60% ของสารแขวนลอยที่มากับน้ำเสีย กำจัดน้ำมันและไขมัน สามารถลดปริมาณ สารอินทรีย์ (BOD) ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 ได้ประมาณ 30-40%

3.1.5 อัดปรับความเป็นกรด-ด่าง ทำหน้าที่ปรับสภาพความเป็นกรดต่างให้เป็นกลาง เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

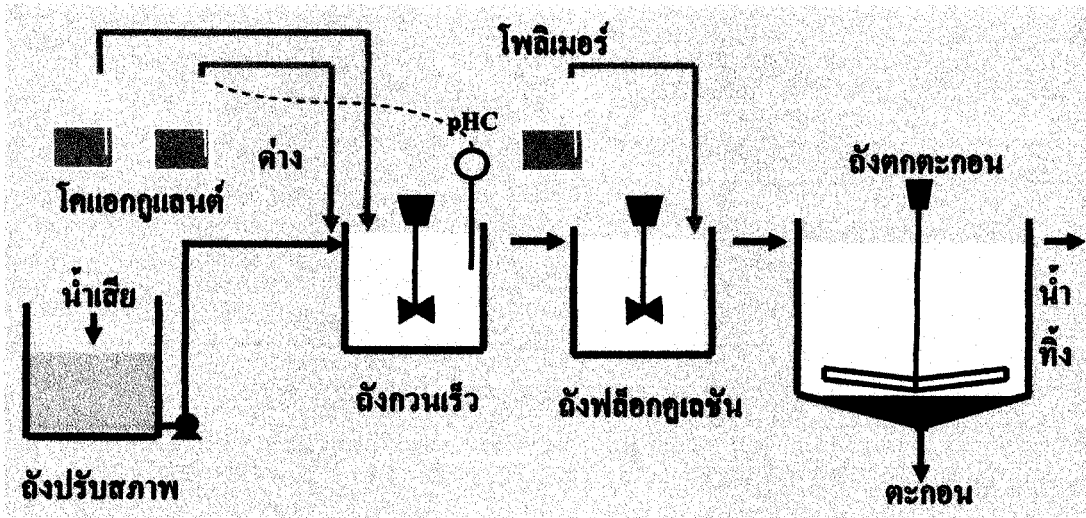
3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารละลายและสารแขวนลอย ให้เป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (มวลจุลินทรีย์) กระบวนการบำบัดทางเคมี ซึ่งส่วนประกอบของระบบ บำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 แสดงในภาพที่ 4.11, 4.12



ภาพที่ 4.11 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 แบบระบบบำบัดทางชีวภาพ

ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)





ภาพที่ 4.12 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 แบบระบบบำบัดทางเคมี

ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 โดยทั่วไประบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 พอเพียงที่จะทำให้น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานได้ ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 จึงใช้ในกรณีที่ต้องการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และการกำจัดสารแขวนลอย, สารอาหารที่จำเป็น (Nutrient) ออกจากน้ำเสีย ดังแสดงการกำจัดสลัดจ์ในภาพที่ 4.13

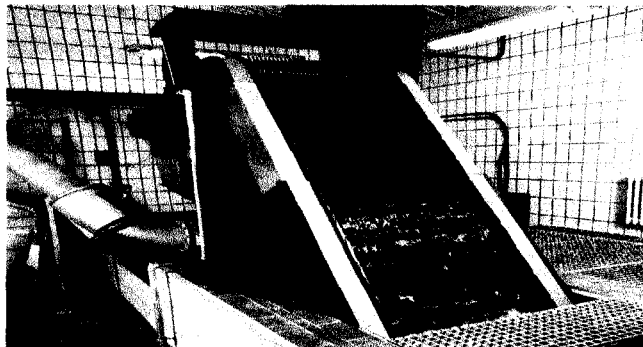


ภาพที่ 4.13 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 กระบวนการกำจัดสลัดจ์

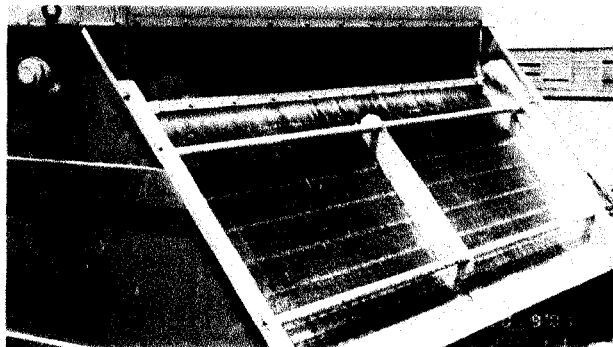
#### 4. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ (Physical Unit Operation)

เป็นกระบวนการกำจัดสิ่งเจือปนที่ปนมากับน้ำเสียด้วยกระบวนการทางกายภาพ สิ่งเจือปนในน้ำเสีย ที่ถูกกำจัดในกระบวนการนี้ ได้แก่ ของแข็งขนาดใหญ่ เช่น เศษอาหาร พลาสติก ขยะ กรวดทราย ไขมัน น้ำมัน (ที่ไม่ละลายน้ำ) ซึ่งประกอบด้วย

4.1 ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด ใช้ดักเศษขยะ ไม้ พลาสติก ฯลฯ โดยตะแกรงหยาบจะเป็นแบบคอคอยู่กัที่ ระยะช่องว่างของตะแกรง 20–50 มม. ถ้าเป็นแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกลจะมีระยะช่องว่างของตะแกรง 15–75 มม. ส่วนตะแกรงละเอียด จะเป็นแบบเอียงอยู่กัที่ ระยะช่องว่างตะแกรง 0.1–1.5 มม. แต่ถ้าเป็นแบบหมุนจะมีระยะช่องว่าง 0.1–1.0 มม. ซึ่งลักษณะของตะแกรงแสดงดังในภาพที่ 4.14, 4.15



ภาพที่ 4.14 แสดงตะแกรงหยาบดักขยะ



ภาพที่ 4.15 แสดงตะแกรงละเอียด

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

4.2 ถังดักกรวดทราย ใช้ดักกรวดทรายที่มากับน้ำเสีย เพื่อป้องกันเครื่องสูบลีกร่อน และระบบท่ออุดตัน โดยลักษณะของถังดักกรวดแสดงในภาพที่ 4.16, 4.17, 1.18

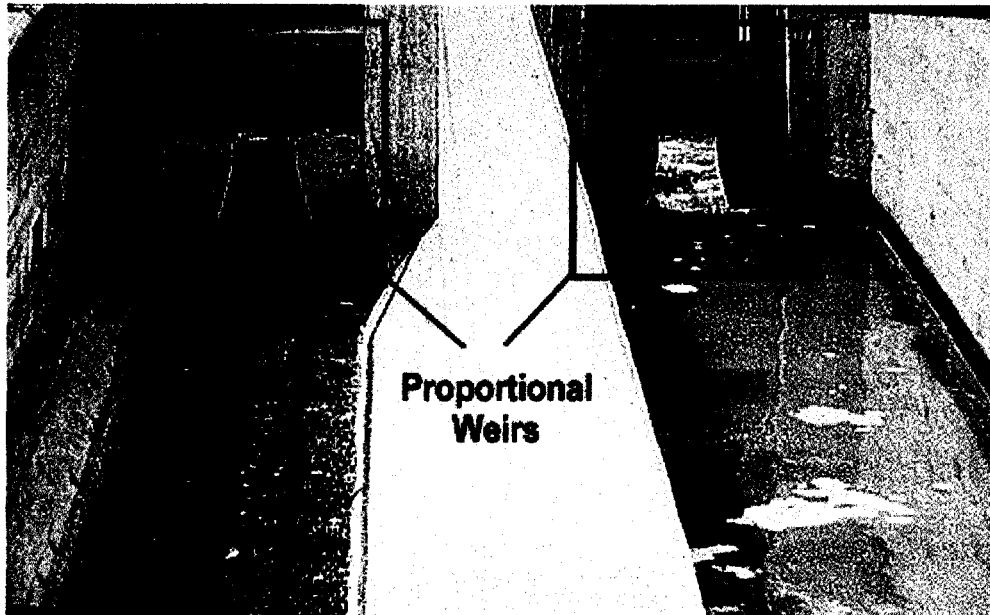


ภาพที่ 4.16 แสดงถังดักกรวดทราย

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

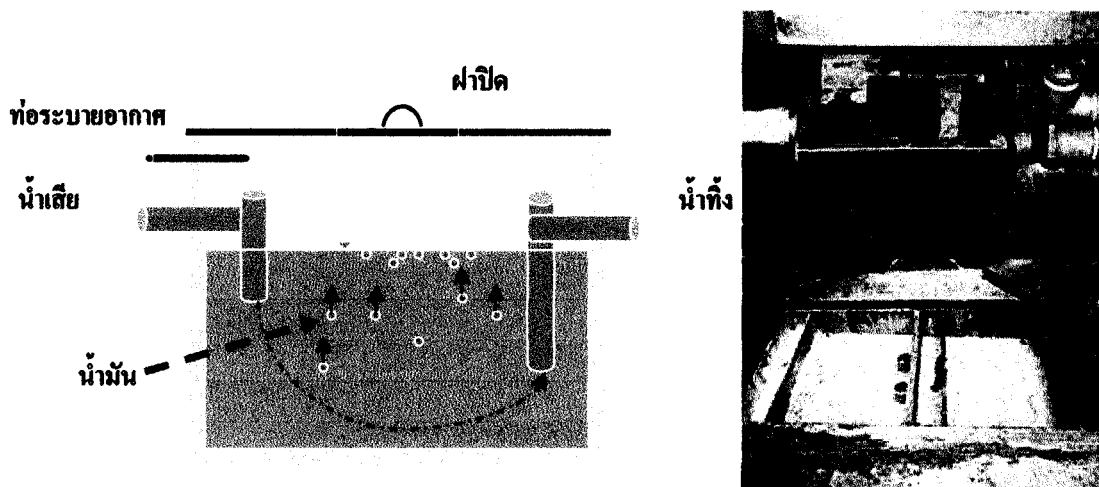


ภาพที่ 4.17 แสดงรางดักกรวดทราย



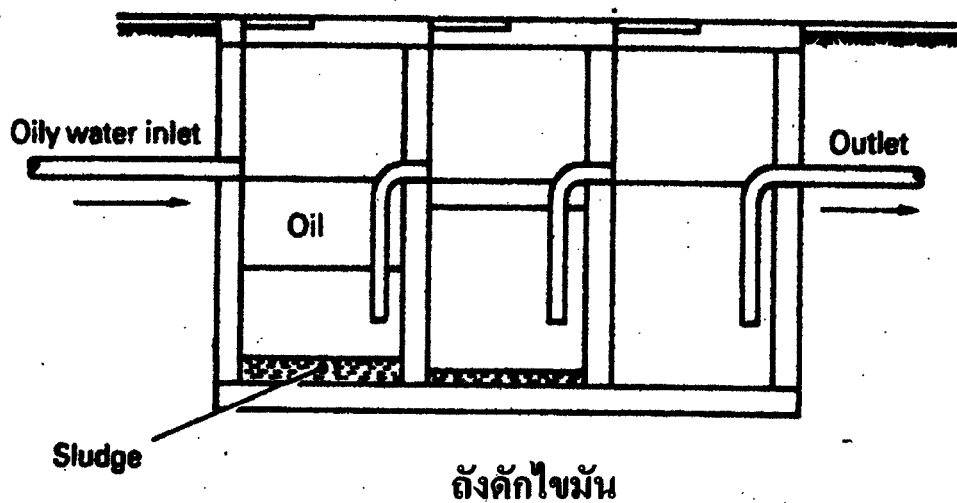
ภาพที่ 4.18 แสดงเวียร์ควบคุมความเร็วของการไหลของน้ำเสียในถังตกกรวดทราย

4.3 ถังดักไขมัน ไขมันและน้ำมันมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำจึงลอยขึ้นเหนือผิวน้ำ ซึ่งน้ำมันที่ไม่ละลายน้ำก็สามารถกำจัดได้โดยใช้ถังดักไขมันหรือวิธีทำให้ลอย ซึ่งลักษณะของถังดักไขมันแสดงในภาพที่ 4.19, 4.20



ภาพที่ 4.19 แสดงถังดักไขมัน

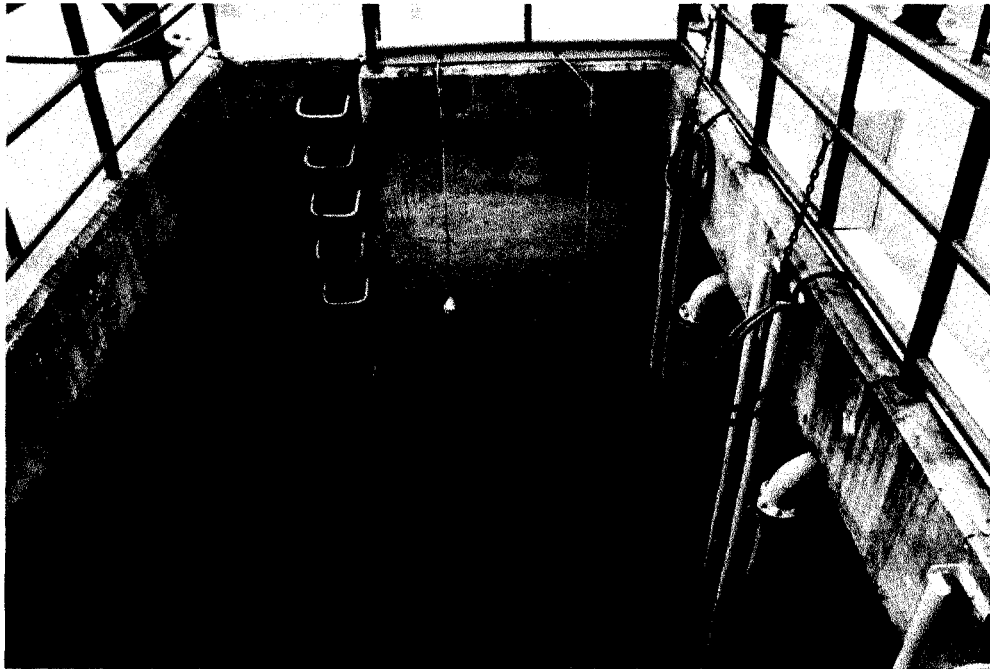
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



ภาพที่ 4.20 แสดงบ่อดักไขมัน

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

4.4 **ถังปรับเสมอ (Equalization Tank)** ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลและความเข้มข้นของน้ำเสียให้สม่ำเสมอ ป้องกันการเกิด Shock Load สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ ใช้ควบคุมค่า pH และลดปริมาณการใช้สารเคมีในการปรับค่า pH ควบคุมอัตราการไหลให้คงที่ซึ่งสอดคล้องกับระบบการจ่ายสารเคมี ปรับความเข้มข้นของน้ำเสียให้สม่ำเสมอ ป้องกันสารพิษที่มีความเข้มข้นสูง โดยการเจือจาง ลักษณะของบ่อปรับเสมอแสดงในภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 แสดงถังปรับเสมอ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (จีซีรอม)

4.5 ระบบสูบน้ำ ทำหน้าที่ยกระดับน้ำเสียให้มีความสูงเพียงพอที่จะไหลเข้าสู่ระบบบำบัด  
ควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียให้เหมาะสมกับความสามารถในการบำบัดของระบบ

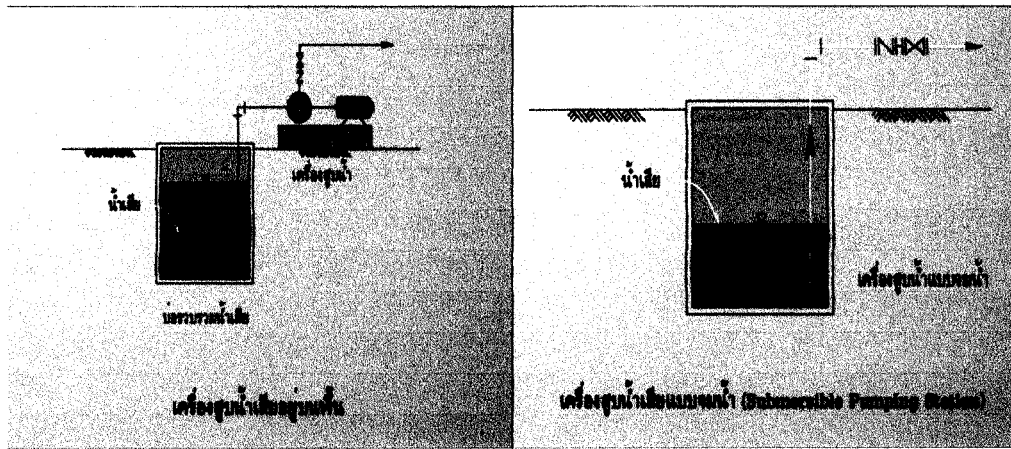
#### 4.5.1 องค์ประกอบของระบบสูบน้ำเสีย

- 1) บ่อสูบน้ำเสีย
- 2) เครื่องสูบน้ำ
- 3) ระบบท่อและวาล์ว
- 4) ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุม

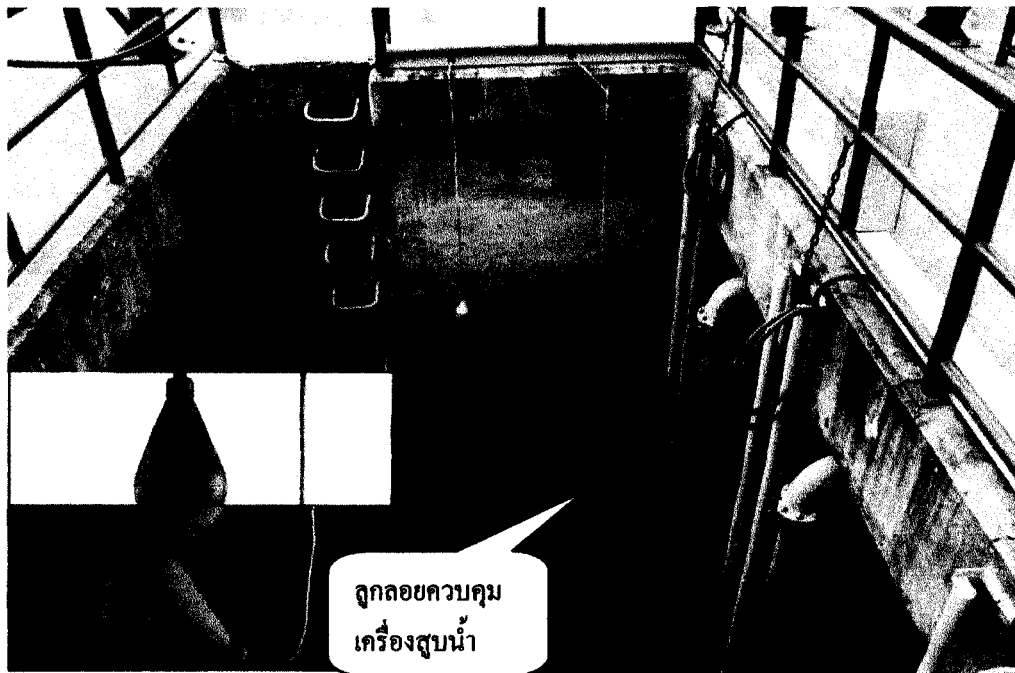
#### 4.5.2 ประเภทของระบบบ่อสูบ

- 1) เครื่องสูบน้ำเสียอยู่บนพื้น
- 2) เครื่องสูบน้ำเสียแบบจมน้ำ ซึ่งประเภทของบ่อสูบแสดงดังในภาพที่ 4.22

4.5.3 เครื่องสูบน้ำเสีย มีหลายชนิด นิยมแบบใบพัดแบบเปิด ป้องกันการอุดตันใน  
ใบพัด การขับเคลื่อนอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 4.22 แสดงการวางตำแหน่งของเครื่องสูบน้ำเสีย

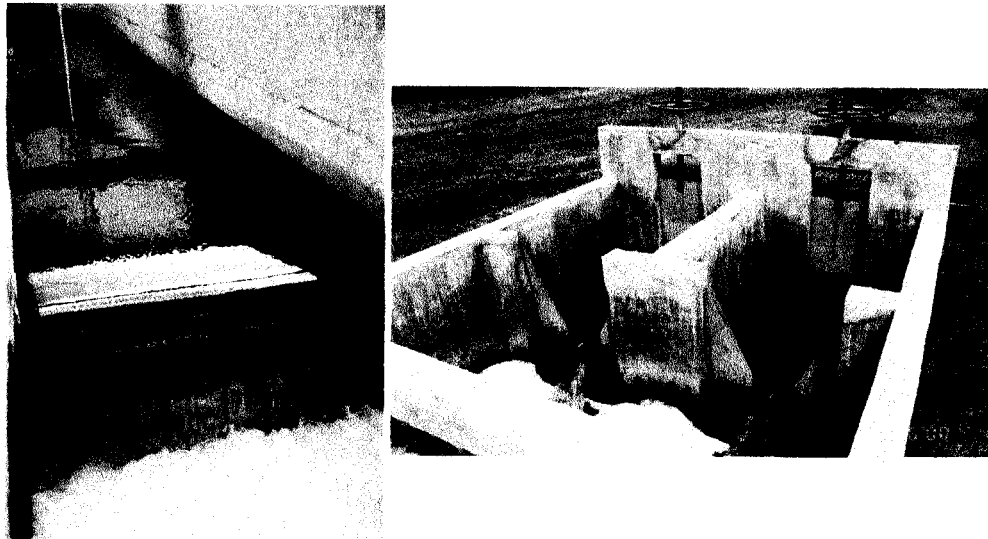


ภาพที่ 4.23 แสดงบ่อสูบน้ำเสีย

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

**4.6 ระบบวัดอัตราการไหล** วัดอุประสงค์เพื่อทราบอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำไปคำนวณต่างๆ เช่น อัตราการสูบสลัดจ์กลับ อัตราการเติมสารเคมี เพื่อควบคุมระบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการวัดอัตราการไหลกระทำได้โดย

- 4.6.1 คำนวณจากความเร็วของน้ำเสียในราง
- 4.6.2 จับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย
- 4.6.3 วัดอัตราการไหลด้วยเวียร์ ชนิดสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ดังแสดงในภาพที่ 4.24
- 4.6.4 เครื่องวัดอัตราการไหล



**ภาพที่ 4.24 แสดงเวียร์สามเหลี่ยมและสามเหลี่ยม**

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

**4.7 อังคคตะกอน** ใช้ในการกำจัดของแข็งแขวนลอยและตกตะกอนได้ (ความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ)

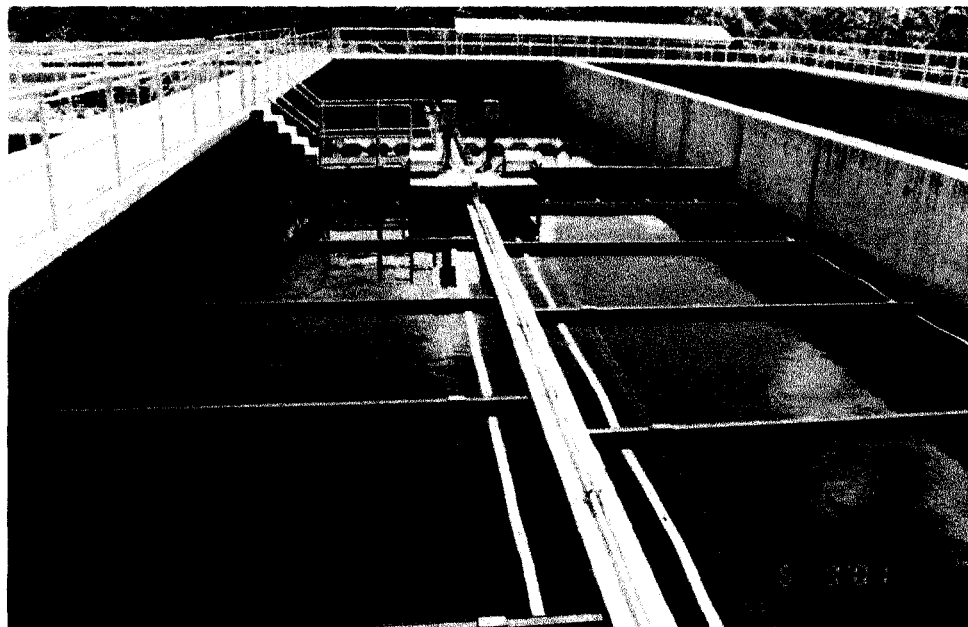
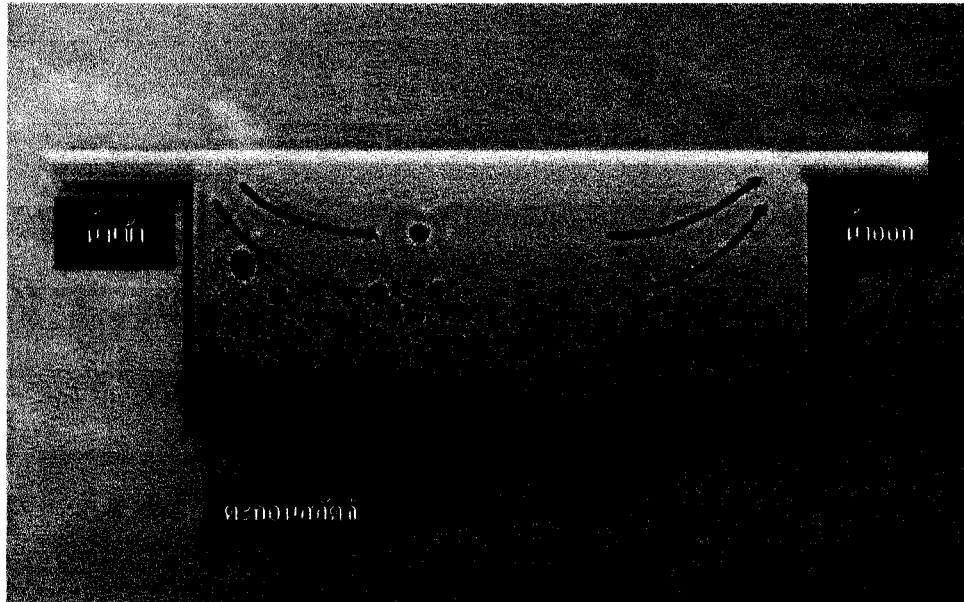
**4.7.1 วัดอุประสงค์** ต้องการน้ำไหลล้นออกจากถังมีความใสที่สุด และต้องการรวบรวมสลัดจ์ให้มีความเข้มข้นสูงที่สุด

**4.7.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ**

- 1) อัตราการไหลล้นต่อพื้นที่หน้าตัด
- 2) อัตราการไหลล้นฝาย
- 3) เวลาเก็บกักน้ำ 2 – 4 ชม.



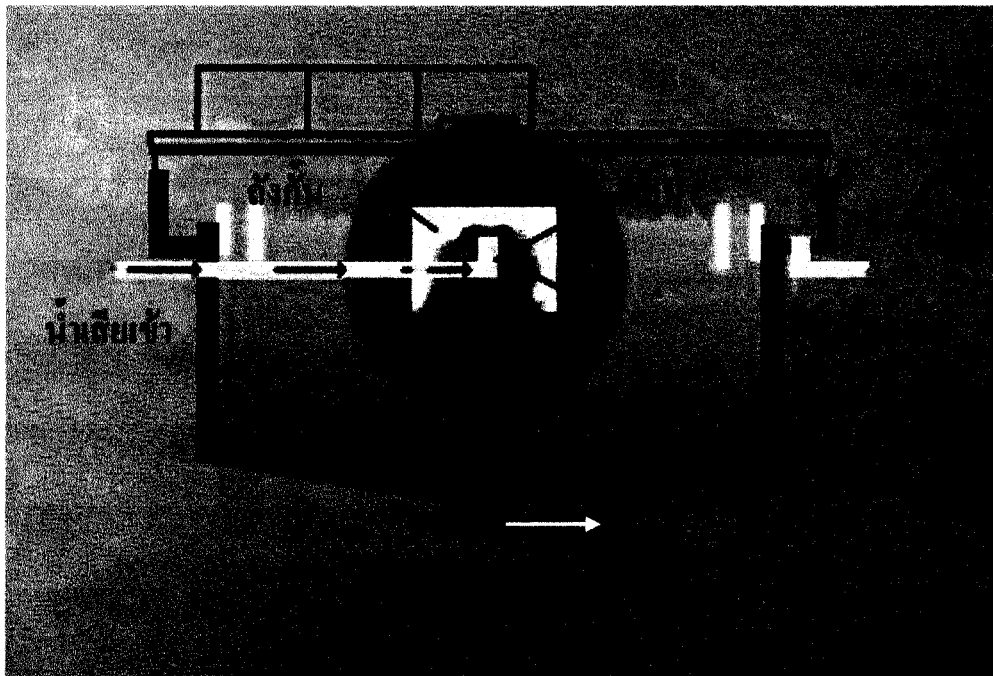
4.7.3 รูปแบบถังตกตะกอนมีแบบทรงกลมและแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถลดปริมาณ  
บีโอดีได้ถึง 30 % โดยลักษณะถังตกตะกอนทั้ง 2 แบบแสดงในภาพที่ 4.25, 4.26, 4.27, 4.28



ภาพที่ 4.25 แสดงถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม  
ที่มา: สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

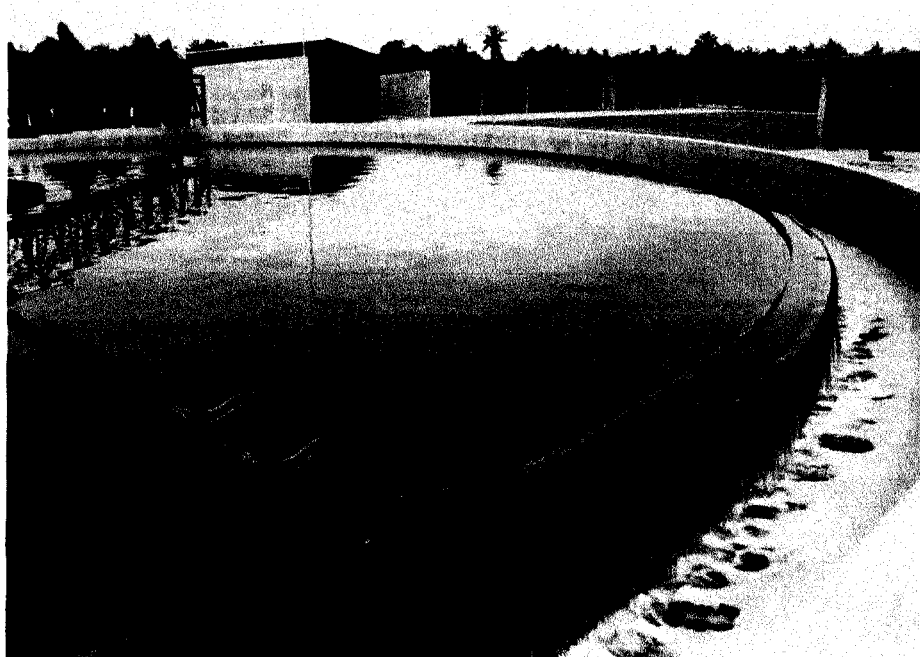


ภาพที่ 4.26 แสดงฝายน้ำล้นของอ่างตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม



ภาพที่ 4.27 แสดงอ่างตกตะกอนแบบทรงกลม

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



ภาพที่ 4.28 แสดงถังตกตะกอนชั้นที่หนึ่ง แบบทรงกลม

ที่มา: สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

## 5. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี (Chemical Unit Processes)

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการกำจัดหรือแยกสารต่างๆ ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะต้องใช้สารเคมีต่างๆ เติมลงในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ที่จะทำให้เกิดการแยกสารปนเปื้อนที่มีในน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ในกระบวนการนี้จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้านเคมี อันจะช่วยให้การเลือกชนิดและปริมาณสารเคมี ที่ต้องการใช้ผสมลงไป ในน้ำเสีย ข้อพึงระวังในการเลือกใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี คือ เมื่อเติม สารเคมีลงไปในน้ำเสียแล้ว ก็จะมีปริมาณสารเคมีในน้ำเสีย สารเคมีที่เติมต้องไม่เป็นภาระในการที่จะต้อง บำบัดออกจากน้ำเสียนั้นๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อในด้านอื่นๆ ตามมา เช่น จะมีตะกอนเคมีเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะต้อง เสียค่าใช้จ่ายในการที่จะบำบัด แต่ถ้าน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานไม่สามารถที่จะบำบัดด้วยวิธีตามกระบวนการ ทางกายภาพ หรือกระบวนการทางชีววิทยา ก็มีความจำเป็นต้องใช้กระบวนการบำบัดทางเคมี เช่น น้ำเสีย จากโรงงานชุบโลหะที่มีสารโลหะหนัก หรือสารใดๆ ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ต่างๆ

น้ำเสียของโรงงานน้ำตาลเป็นน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ที่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ต่างๆ จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องนำกระบวนการทางเคมีมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล ซึ่งคุณลักษณะของน้ำเสียที่ต้องบำบัดด้วยกระบวนการทางเคมีแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณลักษณะของน้ำเสียที่ต้องบำบัดด้วยกระบวนการทางเคมี

| คุณลักษณะของน้ำเสีย                                   | กระบวนการที่ใช้ในการบำบัด        |
|---|----------------------------------|
| 1. มีค่าความเป็นกรดค่าสูงหรือค่าเกินไป                | การทำให้เป็นกลาง                 |
| 2. มีโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน                           | การตกตะกอนผลึก                   |
| 3. มีสารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยากและต้องการกำจัด        | โคแอกกูเลชัน                     |
| 4. มีสารพิษที่ต้องกำจัดออกทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ | ออกซิเดชัน-รีดักชัน, การดูดซับ   |
| 5. มีไขมันหรือน้ำมันปริมาณมากละลายน้ำ                 | การปรับความเป็นกรด, โคแอกกูเลชัน |

## 6. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ (Biological Unit Operation)

กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ เป็นกระบวนการบำบัดที่มีจุดประสงค์ของการบำบัดน้ำเสีย คือ การกำจัดค่า BOD ในน้ำเสียในลมน้อยลง ดังนั้นจึงต้องกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย โดยอาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์ต่างๆ มาทำการย่อยสลายแปรเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์ต่างๆ ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ถ้าใช้ระบบเติมอากาศ หรือให้ย่อยสลายไปเป็นก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ถ้าใช้ระบบไม่เติมอากาศ โดยการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยความรู้ทางด้านชีวเคมี (Biochemistry) และจุลชีววิทยา (Microbiology) มาช่วยในการดำเนินการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งผู้ควบคุมดูแลระบบควรที่จะศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้การดำเนินการควบคุมมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์สูงสุดในการบริหารงานจัดการบำบัดน้ำเสียต่อไป

1) กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1) กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Process)

จุลินทรีย์

สารอินทรีย์ + ออกซิเจน (O<sub>2</sub>) → คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) + น้ำ

ซึ่งได้แก่ ระบบบำบัดแบบกระบวนการเอส ระบบโปรยกรอง เป็นต้น

### 1.2) กระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic treatment)

#### จุลินทรีย์

สารอินทรีย์  $\longrightarrow$  ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ก๊าซไข่เน่า ( $\text{H}_2\text{S}$ )

ซึ่งได้แก่ ระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศ ระบบยูเอเอสบี เป็นต้น

### 2) รูปแบบของจุลินทรีย์ที่ใช้บำบัดน้ำเสีย

#### 2.1) ของแข็งแขวนลอยในน้ำ (Suspended Growth) เช่น

- (1) ระบบเอเอส (Activated Sludge)
- (2) ระบบบึงออกซิเดชัน (Oxidation Pond)
- (3) ระบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

#### 2.2) จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตบนตัวกลาง (Attached Growth) เช่น

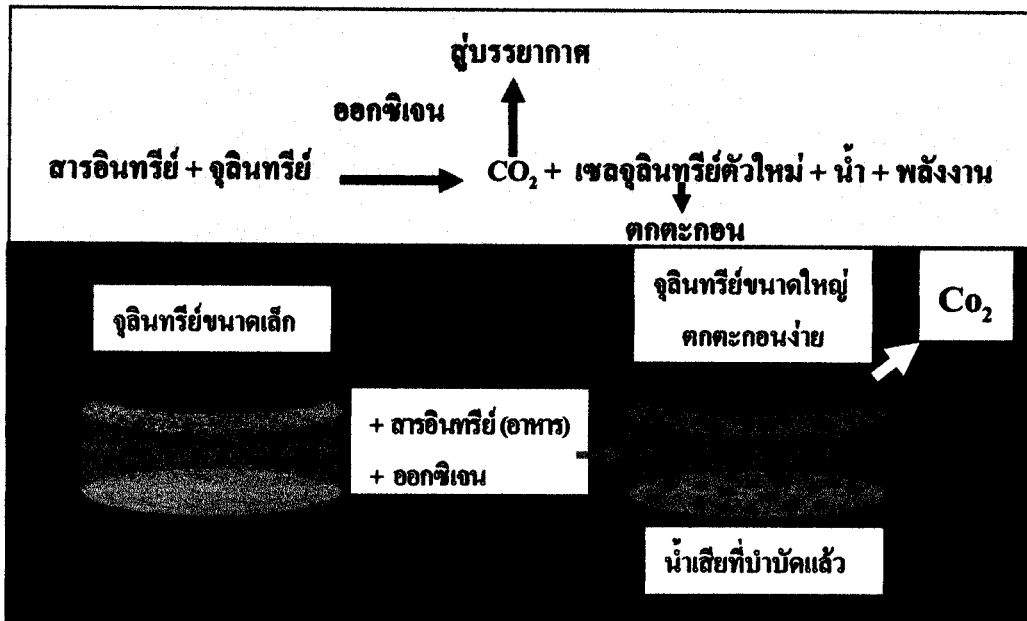
- (1) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter)
- (2) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (RBC)

### 3) กระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาแบบต่างๆ ประกอบด้วย

- 3.1) ระบบเอเอส (Activated Sludge)
- 3.2) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactors, RBC)
- 3.3) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filters)
- 3.4) ระบบบ่อธรรมชาติ (Pond)
- 3.5) ระบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment)

### 6.1 กระบวนการระบบเอเอส (Activated Sludge Process)

เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ขนาดเล็กย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยใช้ออกซิเจน ผลที่ได้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระบายสู่บรรยากาศ ได้เซลล์จุลินทรีย์ตัวใหม่ที่มีขนาดใหญ่ตกตะกอนแยกตัวจากน้ำเสียได้ง่าย ซึ่งเรียกว่าสลัดจ์ (Activated Sludge) และได้น้ำเสียที่บำบัดแล้ว ซึ่งกระบวนการระบบเอเอส แสดงดัง ภาพที่ 4.29

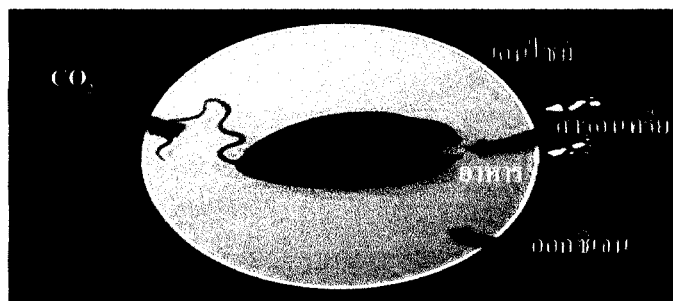


ภาพที่ 4.29 แสดงกระบวนการระบบเอเอส

ที่มา: ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 6.2 การเกิดสลัดจ์ (Activated Sludge) มีขั้นตอน ดังนี้

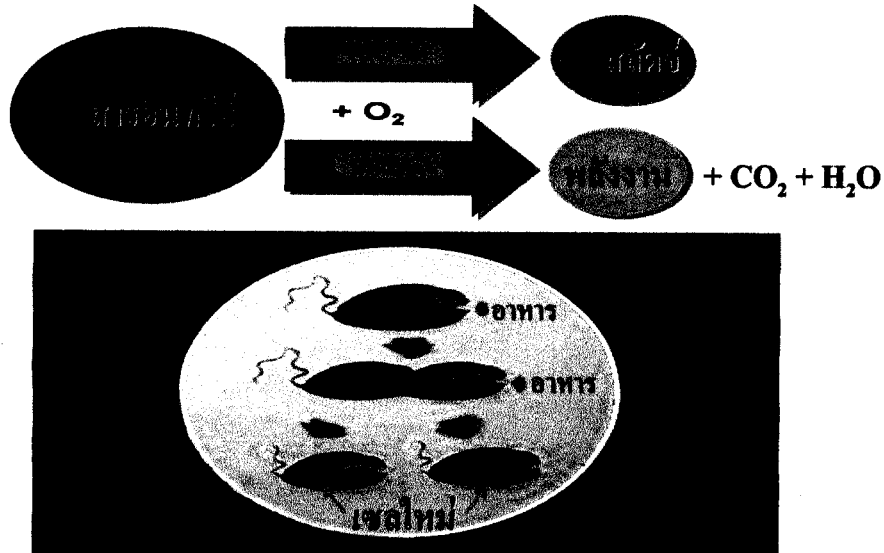
1) ขั้นที่ 1 การได้สารอาหาร สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกดูดติดที่ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ ตัวจุลินทรีย์ก็จะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยให้มีโมเลกุลของสารอินทรีย์เล็กลง ซึ่งโมเลกุลที่มีขนาดเล็กนี้ จะซึมผ่านเข้าสู่เซลล์จุลินทรีย์กลายเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ ดังแสดงใน ภาพที่ 4.30



ภาพที่ 4.30 แสดงการได้สารอาหารของจุลินทรีย์

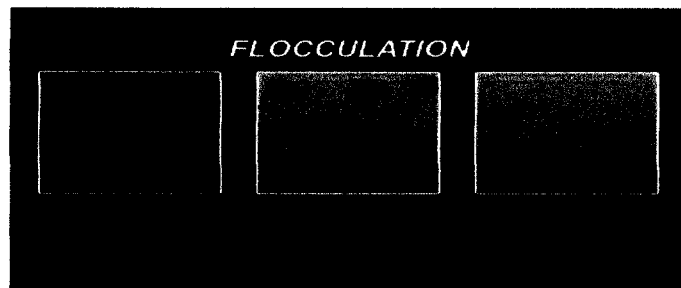
ที่มา: ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

2) **ขั้นที่ 2 การได้พลังงานและการเจริญเติบโต** สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งถูกออกซิไดซ์ได้  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  และพลังงาน และสารอินทรีย์ส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยนรูปโดยขบวนการสังเคราะห์ สร้างเซลล์ใหม่ ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการเกิดในเซลล์จุลินทรีย์ (Metabolic Process) ดังแสดงในภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 แสดงการได้พลังงาน และการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแบบแบ่งตัว  
ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

3) **ขั้นที่ 3 การรวมตัวเป็นฟล็อกที่ตกตะกอนได้ง่าย** จุลินทรีย์ภายในถังถูกกวนผสม วนกัน รวมตัวกันเป็นก้อนฟล็อกหรือสลัดจ์ จึงตกตะกอนได้ดีและสามารถแยกออกจากน้ำเสียที่บำบัดแล้วได้ง่ายขึ้น เมื่อสลัดจ์ผสมกับมลสารในน้ำเสีย จะจับสารเหล่านี้ไว้ภายใน แล้วย่อยเป็นอาหารอีกครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4.32

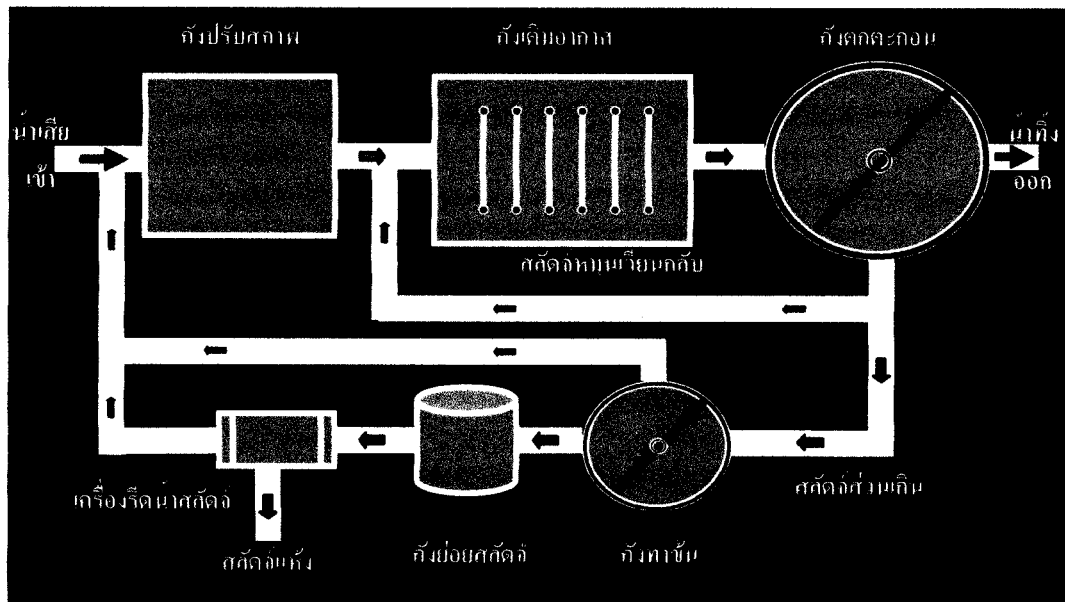


ภาพที่ 4.32 แสดงการรวมตัวเป็นฟล็อกที่ตกตะกอนได้ง่ายของจุลินทรีย์  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 6.3 ประสิทธิภาพของระบบเอเอส จะขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้

- 1) จุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายของเสีย คือ สารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- 2) จุลินทรีย์ที่จะรวมตัวกันเป็นฟล็อก (floc)
- 3) จุลินทรีย์ที่จะตกตะกอน

### 6.4 องค์ประกอบของระบบเอเอส ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.33



ภาพที่ 4.33 แสดงองค์ประกอบของระบบเอเอส

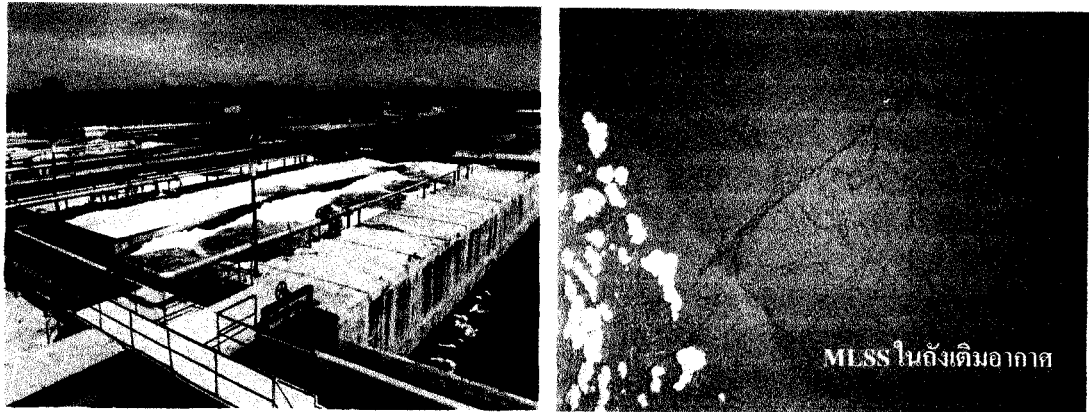
ที่มา: ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

1) อังเติมอากาศ เมื่อน้ำเสียถูกส่งเข้าถังเติมอากาศที่มีจุลินทรีย์ (สลัดจ์) เป็นจำนวนมาก ซึ่งจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ = Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)

$$MLSS = MLVSS + \text{Inert Solid}$$

โดยสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือ มีออกซิเจนละลายในน้ำเสีย และมีสารอินทรีย์ และธาตุอาหารที่จำเป็น มีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยถังเติมอากาศและ MLSS ได้แสดงในภาพที่ 4.34

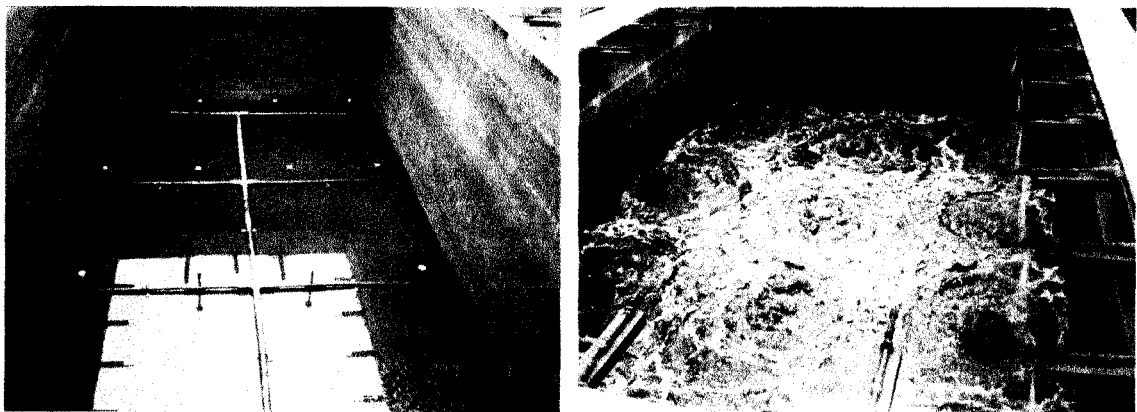




ภาพที่ 4.34 แสดงระบบเอเอส และ MLSS ในถังเติมอากาศ

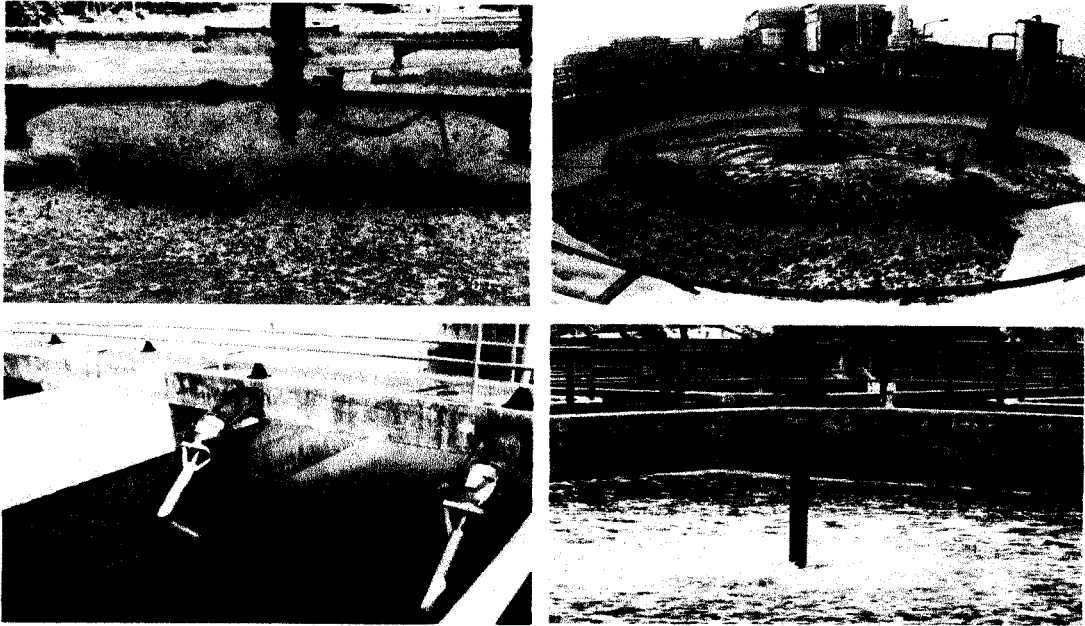
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

2) ระบบเติมอากาศ เป็นระบบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเสียได้ ให้มีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียต่อไป การเติมอากาศของระบบเอเอสแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบใช้หัวฟุ้งกระจายอากาศ และแบบใช้เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ ดังในภาพที่ 4.35, 4.36



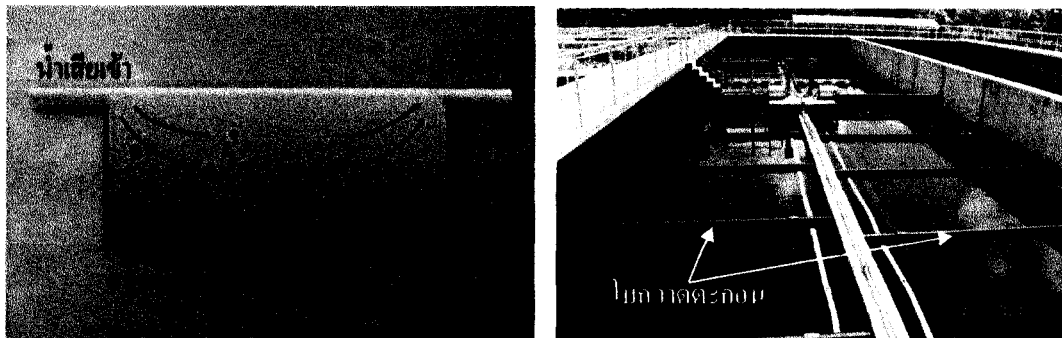
ภาพที่ 4.35 ระบบเติมอากาศแบบใช้หัวฟุ้งกระจายอากาศของระบบเอเอส

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

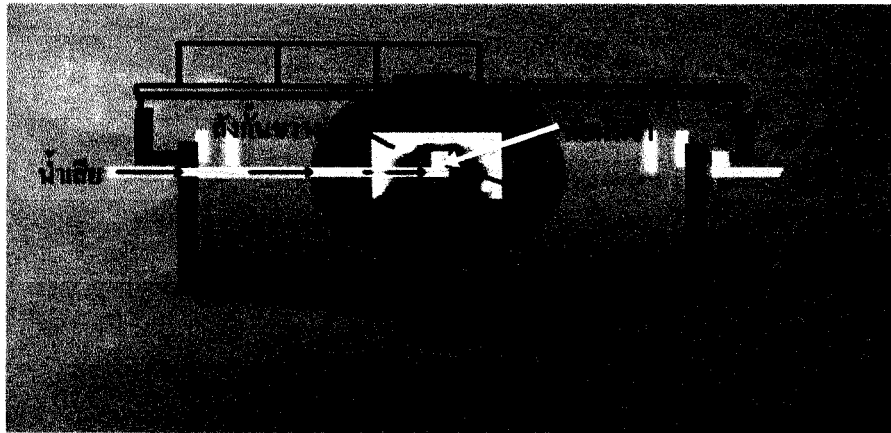


ภาพที่ 4.36 ระบบเติมอากาศแบบใช้เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ ของระบบเอเอส  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

3) **ถังตกตะกอน** เมื่อน้ำเสียที่บำบัดแล้วเข้าถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์และน้ำใส สลัดจ์จะตกตะกอนจมลงสู่ก้นถัง ส่วนน้ำใสจะไหลล้นออกนอกถัง ซึ่งสลัดจ์ส่วนหนึ่งจะถูกส่งกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศ โดยจะต้องระบายทั้งสลัดจ์ส่วนเกินออกอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีปริมาณของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมต่อปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในปัจจุบันถังตกตะกอนที่ใช้กันในระบบ มี 2 รูปแบบ คือ แบบถังรูปสี่เหลี่ยม และแบบถังกลม ดังแสดงในภาพที่ 4.37, 4.38



ภาพที่ 4.37 แสดงถังตกตะกอนแบบถังสี่เหลี่ยม  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



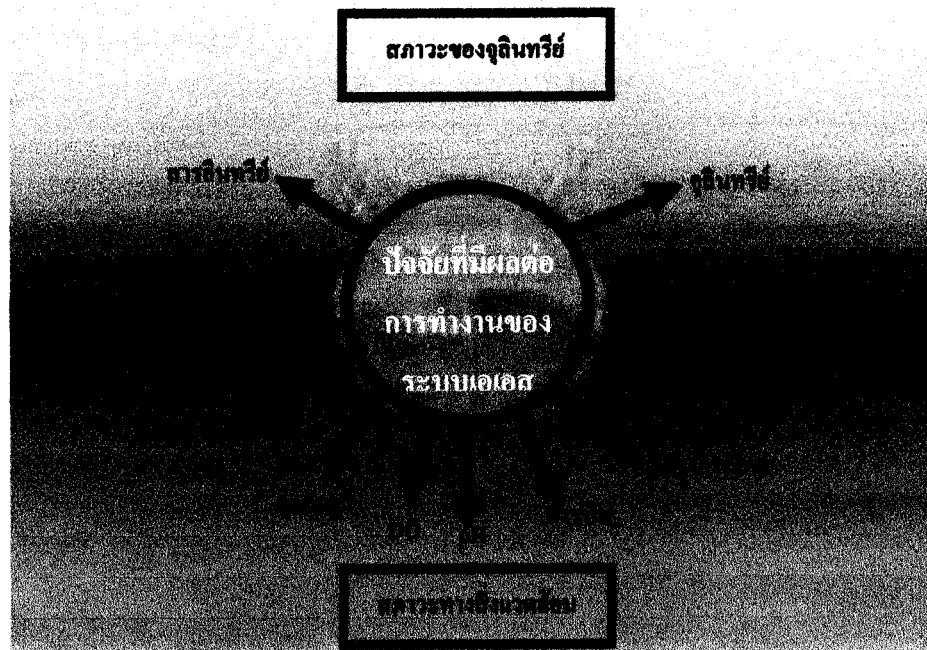
ภาพที่ 4.38 แสดงถังตกตะกอนแบบถังกลม และถังกั้นขวางตะกอน



ภาพที่ 4.39 แสดงน้ำใสไหลผ่านฝายนอกถังตกตะกอน

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

## 6.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบเอเอส ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.40



ภาพที่ 4.40 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบเอเอส

ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

1) สารอินทรีย์ ได้แก่ อัตราส่วนของสารอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของระบบเอเอส ดังนี้

(1) ถ้า F/M สูง จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว กระจัดกระจายไม่รวมตัว จึงตกตะกอนได้ไม่ดี น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีความขุ่น มีค่าบีโอดีสูง

(2) ถ้า F/M ต่ำ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตน้อยลง สลัดจ์สามารถตกตะกอนได้แต่ไม่หมด มีลักษณะเป็นก้อนเล็กๆ กระจัดกระจาย (pin floc) น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจึงมีความขุ่นอยู่ให้เห็น

2) ธาตุอาหาร ได้แก่ ธาตุอาหารที่ต้องการของจุลินทรีย์ที่นอกจากสารอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วย ธาตุไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส(P) เหล็ก(Fe) โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ BOD : N : P : Fe เท่ากับ 100 : 5 : 1 : 0.5 การขาดธาตุอาหารจะทำให้แบคทีเรียกลุ่มเส้นใยเจริญเติบโต อันทำให้สลัดจ์ไม่จมตัว

สลัดจ์อีค (Bulking sludge) สำหรับธาตุไนโตรเจนเวลาจะให้จุลินทรีย์ในน้ำเสียจะทำการเติมด้วยยูเรีย ส่วนธาตุฟอสฟอรัสจะทำการเติมด้วยกรดฟอสฟอริก และธาตุเหล็กจะทำการเติมด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์ ลงในน้ำเสีย

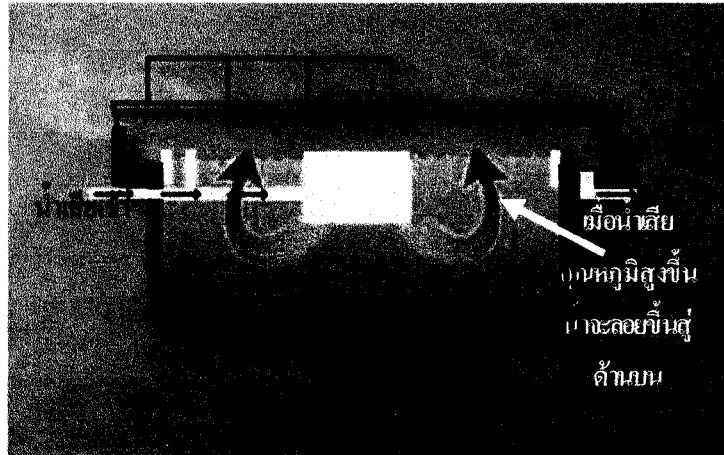
3) ออกซิเจนละลาย หรือค่า DO ในถังเติมอากาศควรมีออกซิเจนละลายในน้ำเสีย หรือค่า  $DO \geq 2$  มก./ล. โดยการละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำเสีย เมื่ออุณหภูมิของน้ำเสียสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายในน้ำเสียได้น้อยลง

4) ระยะเวลาในการบำบัด หรือค่า HRT, DT โดยระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ในถังเติมอากาศต้องมากพอ เพื่อให้มวลสารบางชนิดที่ย่อยสลายยากได้ถูกย่อยสลาย ซึ่งถ้าระยะเวลา กักพักในถังตกตะกอนน้อยไป จะทำให้สลัดจ์ตกตะกอนได้ไม่ดี แต่ถ้าระยะเวลามากไป จะทำให้ สลัดจ์ขาดออกซิเจน เกิดการเน่าบูดได้

5) พีเอช (pH) ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 เมื่อค่า pH ต่ำกว่า 6.5 เชื้อราจะเจริญได้ดี ทำให้สลัดจ์ตกตะกอนได้ไม่ดี

6) สารพิษ สารพิษในน้ำเสียทำให้จุลินทรีย์ตายได้ โดยสารพิษกลุ่มที่ออกฤทธิ์เฉียบพลัน จะทำให้จุลินทรีย์ตายหมดในเวลาระยะสั้นๆ เช่น ไซยาไนด์ อาร์เซนิก ส่วนสารพิษที่ออกฤทธิ์ช้า จะสะสมไว้ในเซลล์ของจุลินทรีย์เมื่อมีปริมาณมากขึ้นจุลินทรีย์ก็จะตายในที่สุด เช่น โลหะหนักต่างๆ

7) อุณหภูมิ ทุกอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้นในน้ำเสียจะทำให้จุลินทรีย์ เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเท่าตัว จนถึงอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะสูงสุด นอกจากนั้นออกซิเจนละลายน้ำได้จะน้อยลงเมื่ออุณหภูมิในน้ำเสียสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิในน้ำเสีย ต่ำสลัดจ์จะตกตะกอนได้ดี โดยอุณหภูมิแตกต่างเกิน 2 องศาเซลเซียสอาจเกิดการไหลวนใน ถังตกตะกอนได้ เมื่ออุณหภูมิในน้ำเสียสูงขึ้นน้ำก็จะลอยตัวขึ้นสู่ข้างบนคือน้ำทำให้การตกตะกอน ของสลัดจ์ไม่มีปริมาณน้อยลง ดังแสดงในภาพที่ 4.41



ภาพที่ 4.41 แสดงผลกระทบของอนุภาคน้ำในน้ำเสีย

ที่มา: สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

8) การกวน เป็นการป้องกันการตกตะกอนของจุลินทรีย์ในน้ำเสียทำให้จุลินทรีย์สัมผัสน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง ไม่เกิดการไหลลัดวงจร การกวนอย่างสมบูรณ์ทำให้ทุกจุดในถังเดิมอากาศมีความเข้มข้นเท่ากัน

9) อัตราการไหล อัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นของน้ำเสียมีผลต่อถังเดิมอากาศ คือ ระยะเวลาบำบัดจะลดลง ปริมาณสารอินทรีย์ในถังเดิมอากาศจะเพิ่มมากขึ้น จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้หมด จึงไม่เกิดตะกอน ส่วนในถังตกตะกอนเมื่ออัตราการไหลมากขึ้นระยะเวลาในการตกตะกอนของสลัดจ์ก็จะลดลง จึงต้องควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำเสียให้มีค่าอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ

#### 6.6 การคำนวณพื้นฐานของระบบเอเอส มีดังต่อไปนี้

$$1) \text{ อัตราการไหลของเครื่องสูบ} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำที่สูบ (ลบ.ม.)}}{\text{ระยะเวลาที่สูบ (ชม.)}}$$

(ลบ.ม./ชม.)

$$2) \text{ ความเร็วของการไหล} = \frac{\text{ระยะทาง (ม.)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$$

(ม./วินาที)

$$3) \text{ อัตราน้ำล้นผิว (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)} = \frac{\text{อัตราการไหล (ลบ.ม.)}}{\text{พื้นที่ผิวของถัง (ตร.ม.)}}$$

(Surface Overflow Rate)

$$4) \text{ อัตราน้ำล้นฝาย (ลบ.ม./ม.-วัน)} = \frac{\text{อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน)}}{\text{ความยาวของเวียร์ (ม.)}}$$

(Weir Overflow Rate)

ตัวอย่าง ถังตกตะกอนมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เมตร มีอัตราน้ำไหลเข้า 500 ลบ.ม./วัน จงหา อัตราน้ำล้นผิวและอัตราน้ำล้นฝาย

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวของถัง} &= \pi R^2 \\ &= 3.14 \times (5/2)^2 = 19.6 \text{ ตร.ม.} \\ \text{อัตราน้ำล้นผิว} &= \frac{500 \text{ ลบ.ม./วัน}}{19.6 \text{ ตร.ม.}} = 25.4 \text{ ลบ.ม./ตร.ม.-วัน} \\ \text{ความยาวของเวียร์} &= 2\pi R \\ &= 2 \times 3.14 \times 5/2 = 15.7 \text{ ม.} \\ \text{อัตราน้ำล้นฝาย} &= \frac{500 \text{ ลบ.ม./วัน}}{15.7 \text{ ม.}} = 200 \text{ ลบ.ม./ม.-วัน} \end{aligned}$$

$$5) \text{ ประสิทธิภาพของระบบ} = \frac{(\text{ค่าบีโอดีเข้า} - \text{ค่าบีโอดีออก})(\text{มก./ล.}) \times 100}{\text{ค่าบีโอดีเข้า (มก./ล.)}}$$

ในการกำจัดบีโอดี (%)

$$6) \text{ เวลาพักกักน้ำ} = \frac{\text{ความจุของน้ำในบ่อ (ลบ.ม.)}}{\text{อัตราการไหลออกจากบ่อ(ลบ.ม./วัน)}}$$

(วัน)

$$\begin{aligned} 7) \text{ ปริมาณหรือน้ำหนักบีโอดี (BOD Load) (กรัม หรือ กก. บีโอดี/วัน)} \\ &= \text{บีโอดีของน้ำเสีย (มก./ล.)} \times \text{อัตราการไหลเข้า (ลบ.ม./วัน)} \\ &= \text{กรัม บีโอดี/วัน (} \times 1/1000 \text{ กก. บีโอดี/วัน)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8) \text{ อัตราการบีโอดี (BOD Loading) (กรัม หรือ กก./ลบ.ม.-วัน)} \\ &= \frac{\text{ปริมาณบีโอดีที่เข้าระบบต่อวัน (กรัม หรือ กก./วัน)}}{\text{ปริมาตรน้ำในบ่อ (ลบ.ม.)}} \end{aligned}$$

9) อัตราภาระน้ำเข้า (Hydraulic Loading Rate) (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)

$$= \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)}}{\text{พื้นที่หน้าตัด (ตร.ม.)}}$$

**ตัวอย่าง** บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ 100 ลบ.ม. มีอัตราน้ำไหลเข้า 80 ลบ.ม./วัน ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ 400 มก./ล. จงหาเวลากักพักน้ำเสีย และอัตราภาระบีโอดี

$$\text{เวลากักพักน้ำ} = \frac{100 \text{ ลบ.ม.}}{80 \text{ ลบ.ม./วัน}} = 1.25 \text{ วัน}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราภาระบีโอดี} &= \frac{400 \text{ กรัม/ลบ.ม.} \times 80 \text{ ลบ.ม./วัน}}{100 \text{ ลบ.ม.}} \\ &= 320 \text{ กรัม/ลบ.ม.-วัน หรือ } = 0.32 \text{ กก./ลบ.ม.-วัน} \end{aligned}$$

10) อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) (กก. บีโอดี/กก.MLVSS-วัน)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่เข้าระบบต่อวัน}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}} \\ &= \frac{\text{น้ำหนักของบีโอดีเข้าระบบ (กก.บีโอดี/วัน)}}{\text{น้ำหนักของ MLVSS ในถังเติมอากาศ (กก.)}} \\ &= \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)} \times \text{บีโอดี (มก./ล.)}}{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)} \times \text{MLVSS (มก./ล.)}} \end{aligned}$$

(อาจใช้ค่า MLSS แทนได้ โดยปกติ MLVSS = 0.6 – 0.8 MLSS)

11) อายุสลัดจ์ (Sludge age) (วัน)

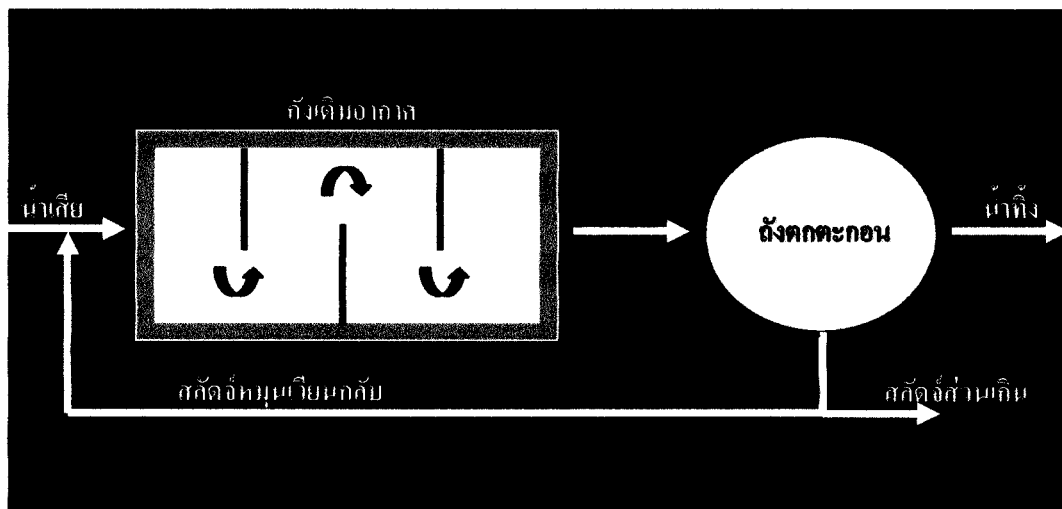
$$\begin{aligned} &= \frac{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ที่ออกจากระบบต่อวัน}} \\ &= \frac{\text{น้ำหนักของ MLSS ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักของ MLSS ส่วนเกินที่ทิ้ง} + \text{น้ำหนัก SS ที่ปนในน้ำทิ้ง}} \\ &= \frac{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)} \times \text{MLSS (มก./ล.)}}{\{\text{อัตราการสูบสลัดจ์ทิ้ง (ลบ.ม./วัน)} \times \text{ความเข้มข้น SS ในสลัดจ์ส่วนเกินที่ทิ้ง (มก./ล.)} + \text{อัตราน้ำไหลออก (ลบ.ม.)} \times \text{ความเข้มข้น SS ในน้ำทิ้ง (มก./ล.)}\}} \end{aligned}$$



## 6.7 ประเภทของกระบวนการเอเอส

### 6.7.1 กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา (Conventional Activated Sludge)

ประกอบด้วยองค์ประกอบของระบบดังแสดงในภาพที่ 4.42



ภาพที่ 4.42 แสดงองค์ประกอบของระบบเอเอสแบบธรรมดา

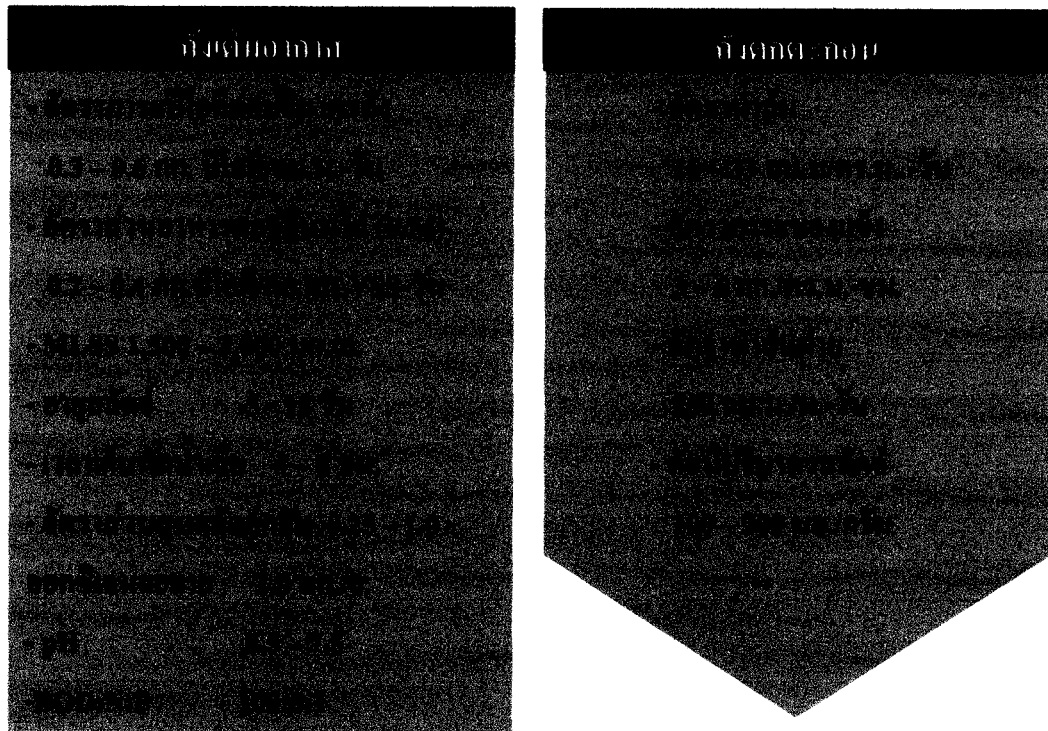
ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

#### 1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1.1) ระยะเวลาที่กัก (HRT)      | 4 – 8 ชม.                                      |
| 1.2) ระยะเวลาที่กักตะกอน (SRT) | 5 – 15 วัน                                     |
| 1.3) F/M                       | 0.2 – 0.4 กก. BOD <sub>5</sub> / กก. MLVSS-วัน |
| 1.4) MLSS                      | 1,500 – 3,000 มก./ล.                           |

#### 2) ข้อกำหนดในกระบวนการเอเอสแบบธรรมดา ในกระบวนการเอเอส

แบบธรรมดา ผู้ควบคุมดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องตระหนักในข้อกำหนดของกระบวนการเอเอสแบบธรรมดา ดังข้อมูลแสดงในภาพที่ 4.43



ภาพที่ 4.43 แสดงข้อกำหนดของระบบเอเอสแบบธรรมดา

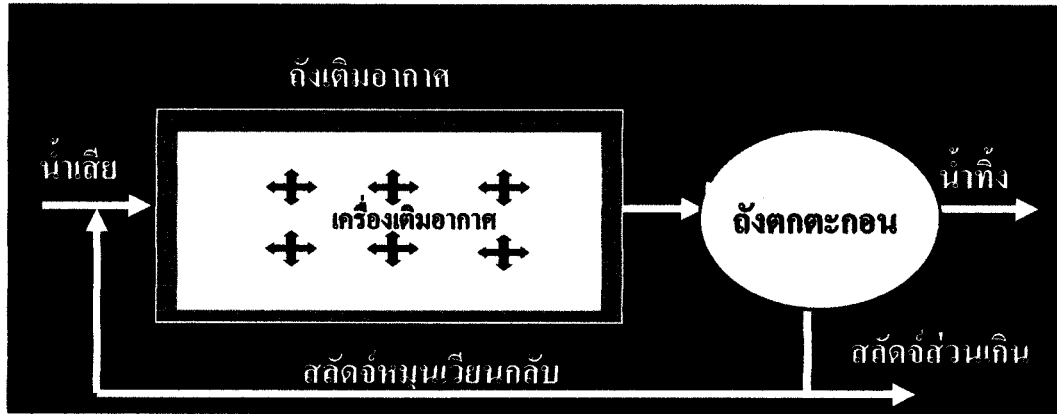


ภาพที่ 4.44 แสดงถังเติมอากาศของระบบเอเอสแบบธรรมดา

ที่มา: สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 6.7.2 กระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge)

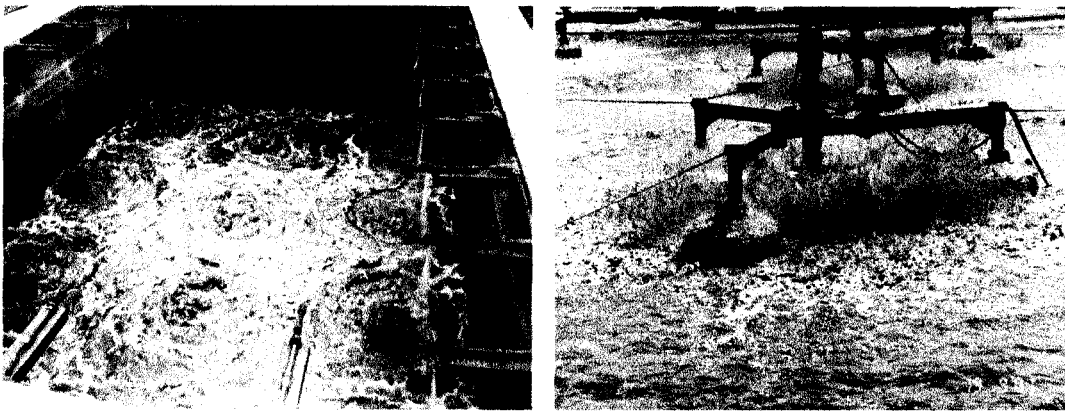
องค์ประกอบของระบบแสดงดังใน ภาพที่ 4.45



ภาพที่ 4.45 แสดงกระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์

#### 1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ ได้แก่

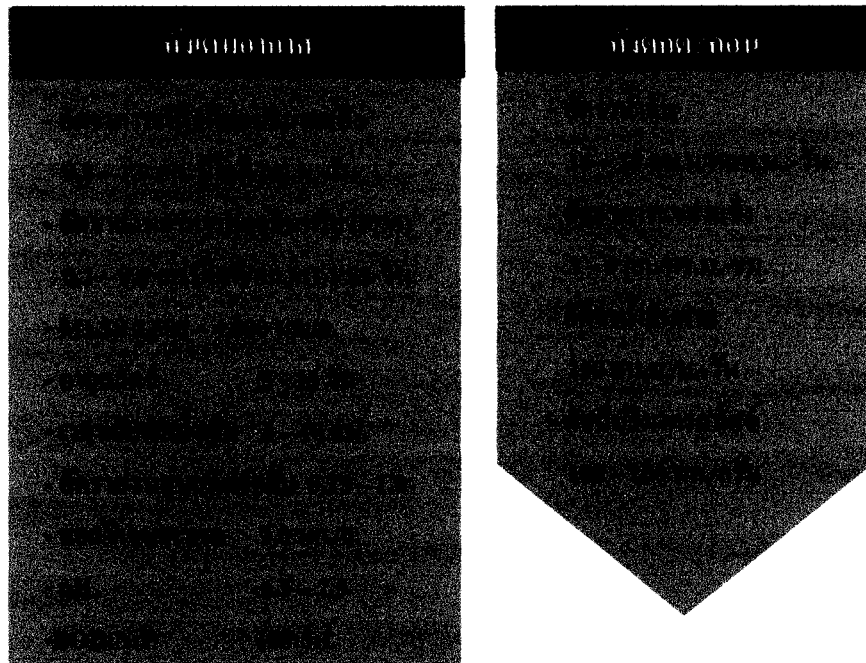
- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1.1) ระยะเวลาที่กัก (HRT)      | 4 – 10 ชม.                       |
| 1.2) ระยะเวลาที่กักตะกอน (SRT) | 5 – 15 วัน                       |
| 1.3) F/M                       | 0.2 – 0.6 กก BOD5 /กก. MLVSS-วัน |
| 1.4) MLSS                      | 2,500 – 4,000 มก./ล.             |



ภาพที่ 4.46 แสดงถังเติมอากาศของกระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์

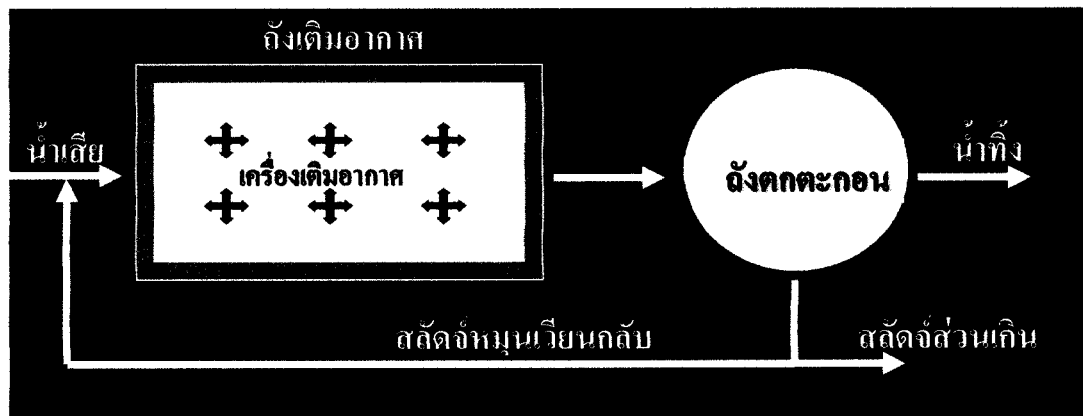
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

2) ข้อกำหนดในกระบวนการเอเอสแบบกวนผสม ในข้อกำหนดของกระบวนการเอเอสแบบกวนผสม แสดงดังข้อมูลในภาพที่ 4.47



ภาพที่ 4.47 แสดงข้อกำหนดของกระบวนการเอเอสแบบกวนผสม

6.7.3 กระบวนการเอเอสแบบยืดเวลา (Extended Aeration Activated Sludge) องค์ประกอบของระบบแสดงดังในภาพที่ 4.48

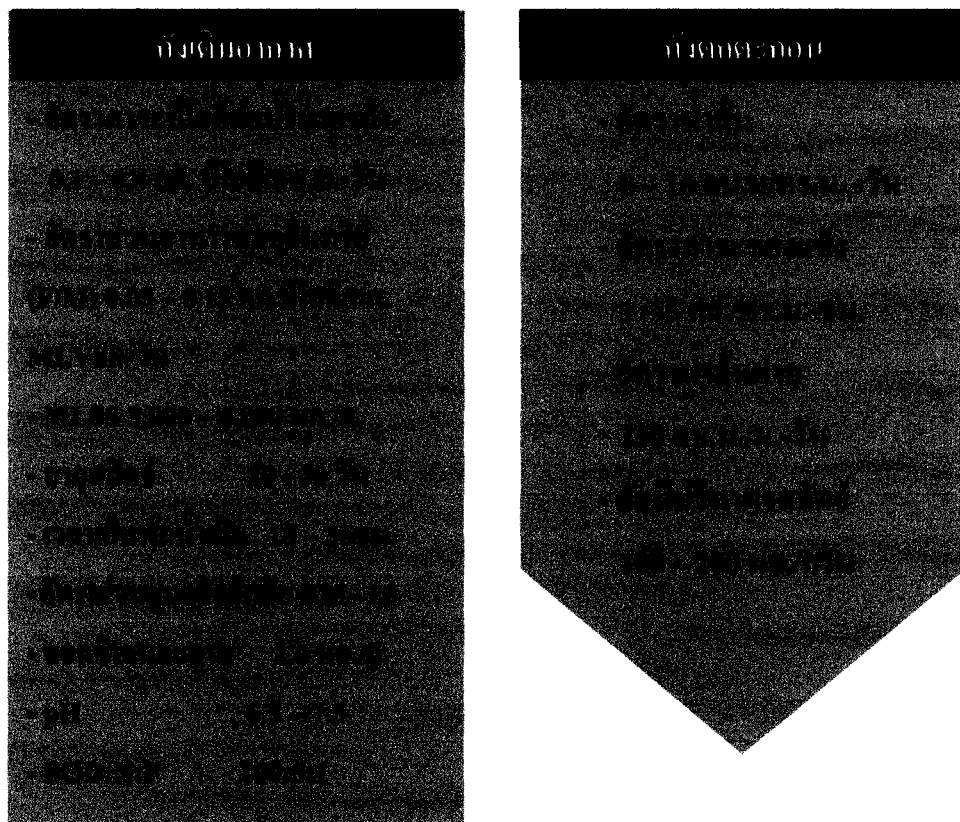


ภาพที่ 4.48 แสดงกระบวนการเอเอสแบบยืดเวลา

1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ ได้แก่

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1.1) ระยะเวลาที่กัก (HRT)      | 18 – 36 ชม.                        |
| 1.2) ระยะเวลาที่กักตะกอน (SRT) | 20 – 30 วัน                        |
| 1.3) F/M                       | 0.05 – 0.15 กก BOD5 /กก. MLVSS-วัน |
| 1.4) MLSS                      | 3,000 – 6,000 มก./ล.               |

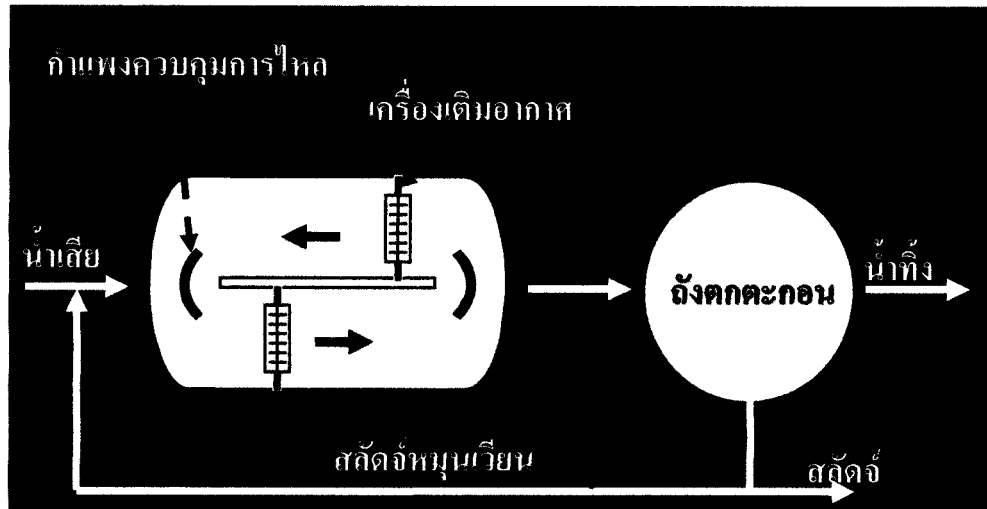
2) ข้อกำหนดในกระบวนการออกแบบยึดเวลา แสดงดังข้อมูลในภาพที่ 4.49



ภาพที่ 4.49 แสดงข้อกำหนดของกระบวนการออกแบบยึดเวลา

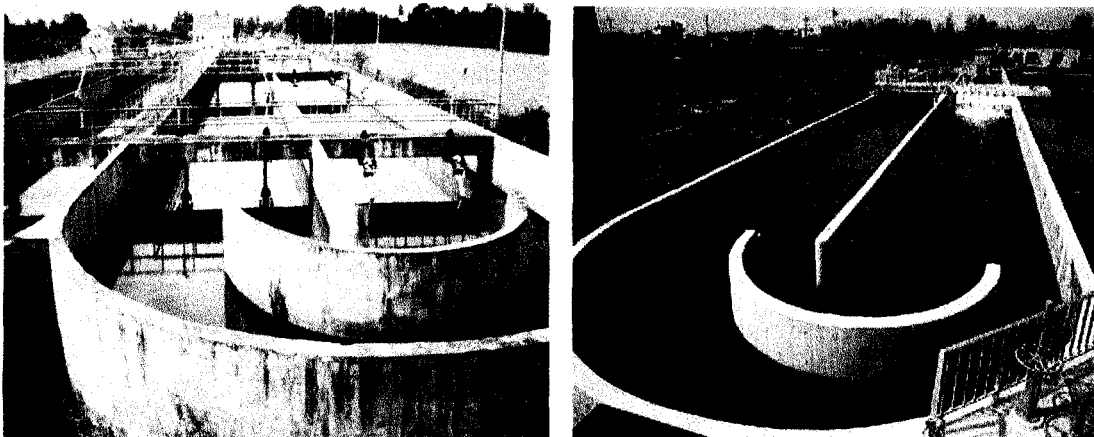
### 6.7.4 กระบวนการเอเอสแบบทวนเวียน (Oxidation Ditch Process)

องค์ประกอบของระบบแสดงดังในภาพที่ 4.50



ภาพที่ 4.50 แสดงกระบวนการเอเอสแบบทวนเวียน

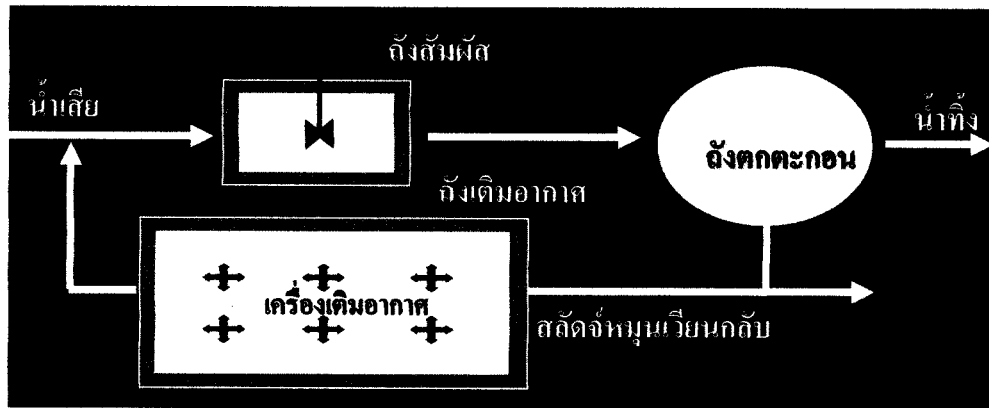
1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ ใช้ค่าข้อกำหนดเดียวกันกับระบบเติมอากาศแบบยี่ดเวลา



ภาพที่ 4.51 แสดงถังเติมอากาศของกระบวนการเอเอสแบบทวนเวียน

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6.7.5 กระบวนการเอเอสแบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge) องค์ประกอบของระบบแสดงดังในภาพที่ 4.52



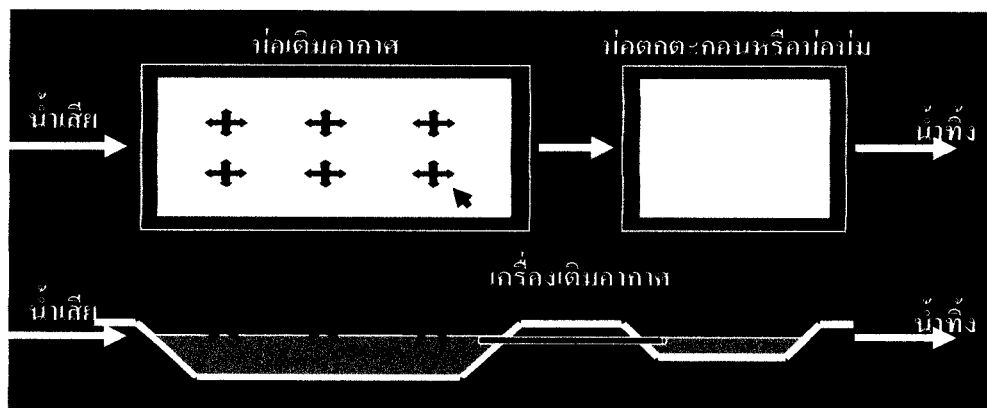
ภาพที่ 4.52 แสดงกระบวนการเอเอสแบบปรับเสถียรสัมผัส

1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ เช่นเดียวกับกับระบบเอเอส คือ

1.1) ระยะเวลาพักของถังเติมอากาศ 4 – 8 ชม.

1.2) ระยะเวลาพักของถังสัมผัส 30 – 60 นาที

6.7.6 กระบวนการเอเอสแบบบ่อหรือสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon) Sludge) องค์ประกอบของระบบแสดงดังในภาพที่ 4.53



ภาพที่ 4.53 แสดงกระบวนการเอเอสแบบสระเติมอากาศ

ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ คือ

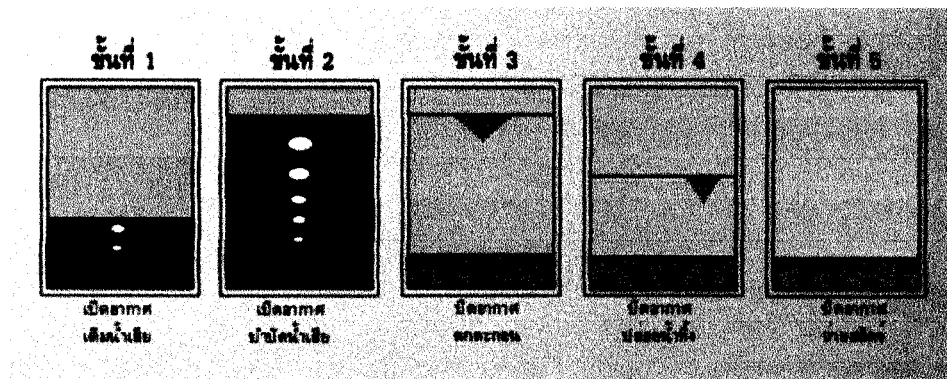
- |                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| 1.1) ระยะเวลาที่พักของสระเติมอากาศ | 3 – 10 วัน     |
| 1.2) ระยะเวลาที่พักของบ่อดกตะกอน   | 1 – 2 วัน      |
| 1.3) ของแข็งแขวนลอย                | < 1,000 มก./ล. |



ภาพที่ 4.54 แสดงถังเติมอากาศของกระบวนการเอเอสแบบสระเติมอากาศ

6.7.7 กระบวนการเอเอสแบบระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR)

องค์ประกอบของระบบแสดงดังในภาพที่ 4.55, 4.56, 4.57



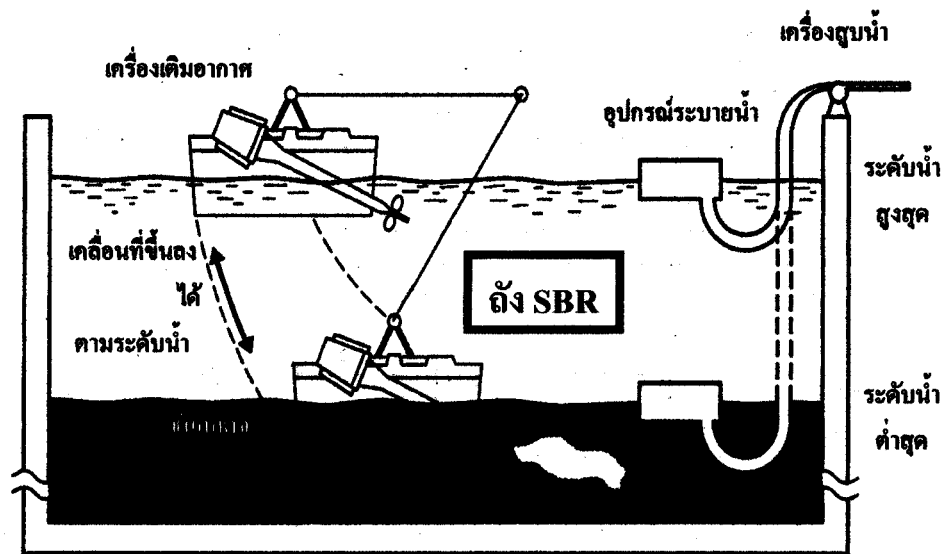
ภาพที่ 4.55 แสดงกระบวนการเอเอสแบบระบบเอสบีอาร์

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

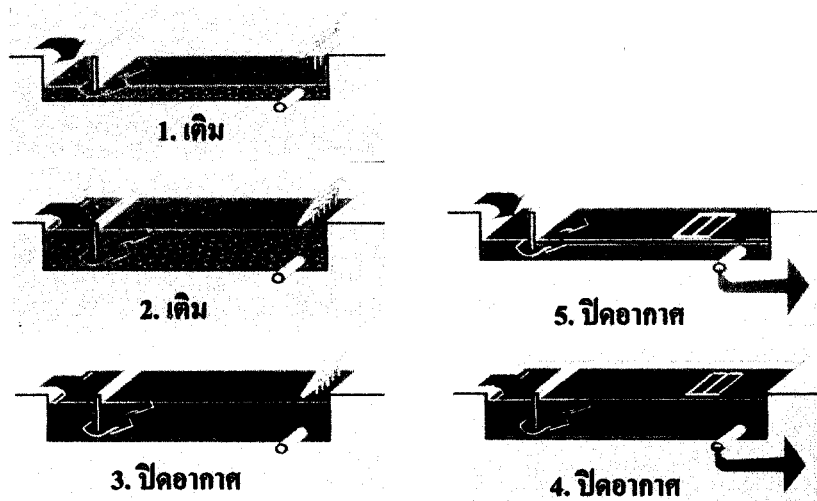


1) เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ คือ

- 1.1) ระยะเวลาการบำบัดต่อรอบ 12 – 24 ชม.
- 1.2) ระยะเวลาการกักพื้สลัดจ์ (SRT) 8 – 20 วัน
- 1.3) F/M 0.05 – 0.3 กก BOD5 /กก. MLVSS-วัน
- 1.4) MLSS 1,500 – 5,000 มก./ล.



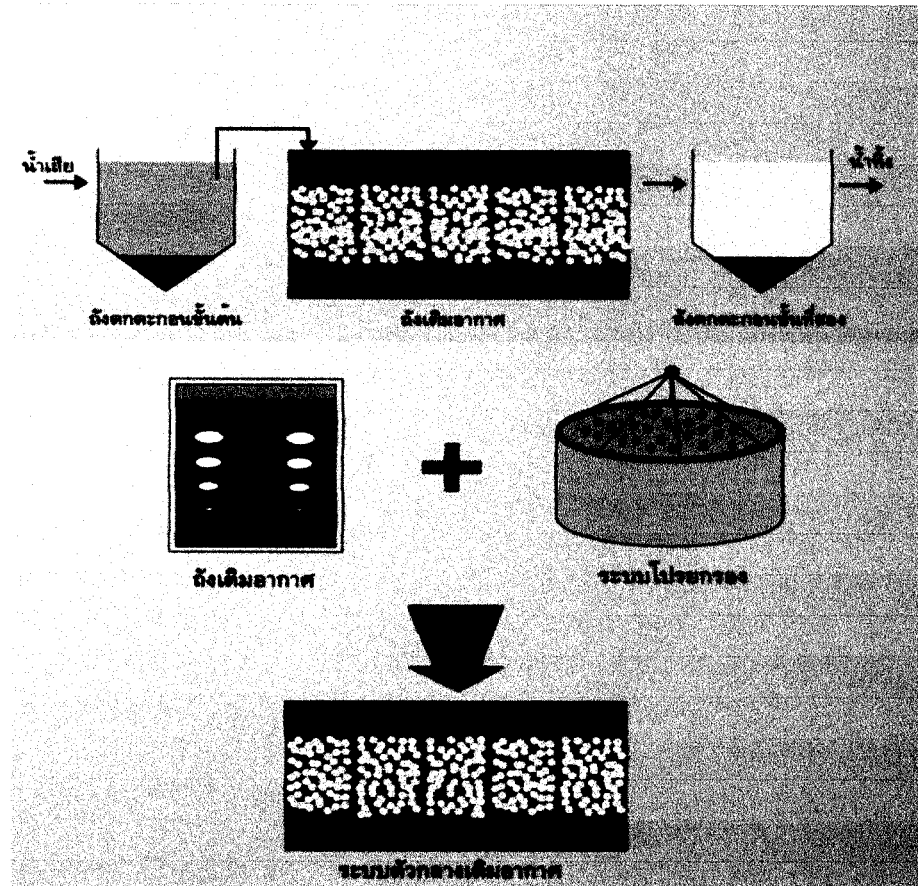
ภาพที่ 4.56 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ภายในถังเอสบีอาร์



ภาพที่ 4. 57 แสดงกระบวนการระบบเอสบีอาร์แบบน้ำเสียเข้าต่อเนื่อง

ที่มา : ปรับปรุงจากสมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6.8 กระบวนการระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิมด์ตรึงหรือแบบติดผิว ( Activated Sludge with Fixed-Film Packing, Contact aeration) องค์ประกอบของระบบแสดงดัง ภาพที่ 4.58



ภาพที่ 4.58 แสดงกระบวนการแบบระบบฟิมด์ตรึง

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

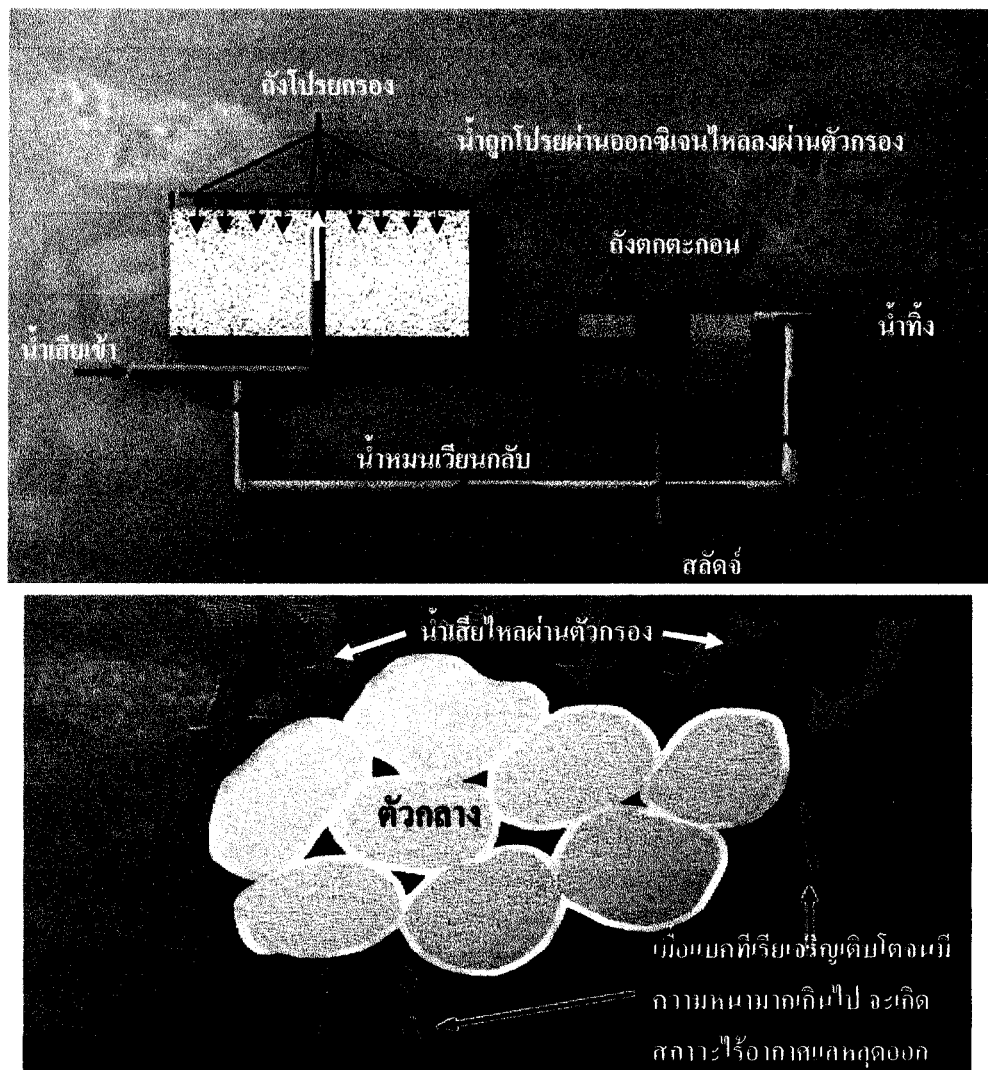
6.8.1 องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิมด์ตรึง ประกอบด้วย

- 1) ถังเติมอากาศ และเครื่องเติมอากาศหัวฟู
- 2) ตัวกลาง ได้แก่ พลาสติกกลม (polyethylene, foam : sp. Density  $0.95 \text{ g/cm}^3$  Sp. Surface area  $200 - 400 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) พลาสติกเส้น (PVC, Sp. Surface area  $120 - 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) และ พลาสติกขึ้นรูป (ช่องห่าง  $20 \times 20 \text{ ซม.}$ , sp. Surface area  $165 \text{ m}^2/\text{m}^3$ )
- 3) ถังตกตะกอน
- 4) ระบบกำจัดสลัดจ์

## 6.8.2 ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มตรึง มีดังนี้

### 1) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter)

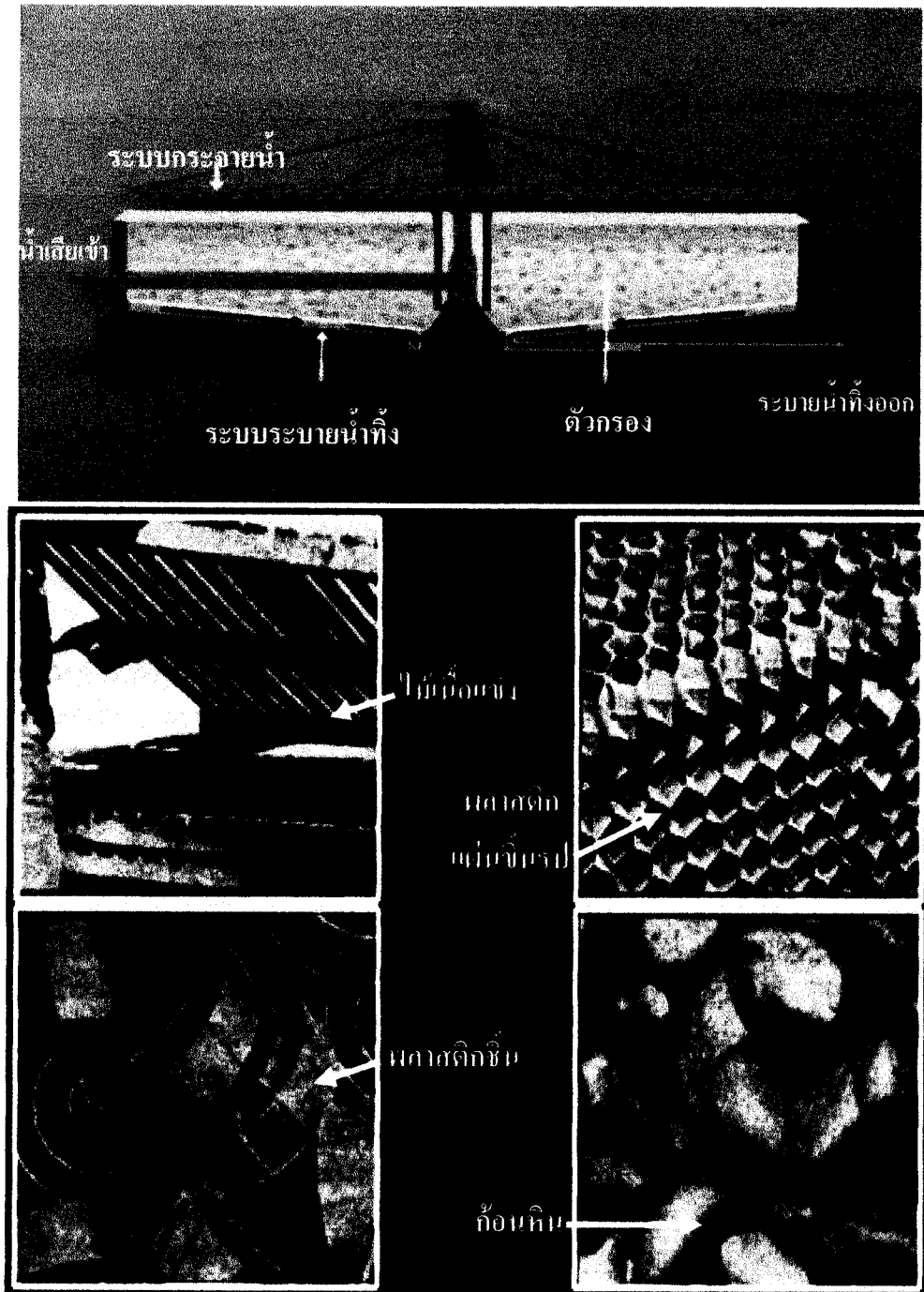
1.1) หลักการทำงาน เมื่อน้ำเสียผ่านเข้าไปในถังโปรยกรองจะถูกโปรยให้ไหลผ่านอากาศเป็นการเติมออกซิเจนให้กับสารอินทรีย์ในน้ำเสียเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมีความหนาแน่นมากขึ้น จะเกิดภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์ตายไหลหลุดร่วงออกจากตัวกลางไปยังถังตกตะกอน น้ำเสียที่ถังตกตะกอนจะถูกกวนให้สลัดจ์ตกตะกอนลงก้นถังแยกสลัดจ์ออกจากน้ำทิ้งต่อไป ทำงานของระบบแสดงดังใน ภาพที่ 4.59



ภาพที่ 4.59 แสดงกระบวนการทำงานของระบบโปรยกรอง

ที่มา: ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

1.2) องค์ประกอบที่สำคัญของระบบโปรยกรอง มีองค์ประกอบหลัก  
ดังที่แสดงในภาพที่ 4.60



ภาพที่ 4.60 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของระบบและตัวกรองแบบต่างๆในระบบโปรยกรอง  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 1.3) ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบโปรยกรอง

1.3.1) ภาระปริมาณน้ำ (Hydraulic Loading)

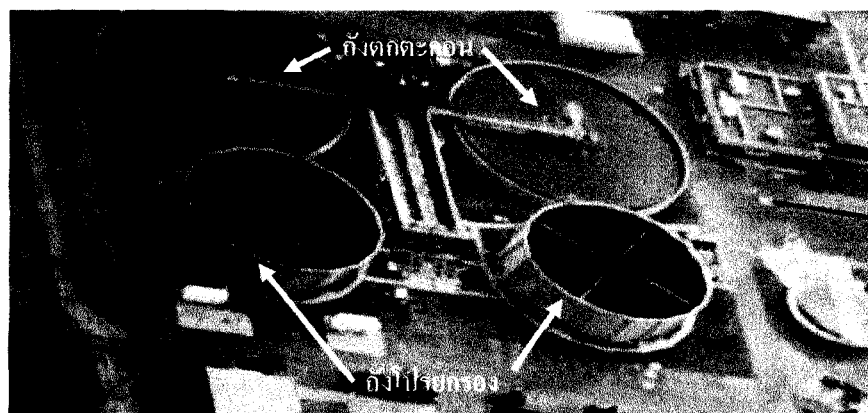
1.3.2) ภาระอินทรีย์ (Organic Loading)

1.3.3) ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ

1.4) ประเภทของระบบโปรยกรอง แบ่งออกเป็นประเภทอัตราต่ำ อัตราสูง และประเภทอัตราสูงพิเศษ ซึ่งมีข้อมูลตัวแปรของแต่ละประเภทดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงประเภทและตัวแปรของระบบโปรยกรอง

| ประเภทระบบ<br>ตัวแปร               | อัตราต่ำ     | อัตราสูง  | อัตราสูงพิเศษ |
|------------------------------------|--------------|-----------|---------------|
| อัตราภาระปริมาณน้ำ (ลบ./ตร.ม.-วัน) | 1-4          | 10-40     | 40-200        |
| อัตราภาระอินทรีย์ (กก./ลบ.ม.-วัน)  | 0.80-0.32    | 0.32-1.0  | 0.8-1.6       |
| ช่วงเวลาทำงาน                      | ไม่ต่อเนื่อง | ต่อเนื่อง | ต่อเนื่อง     |
| ความสูง (ม.)                       | 1.5-3        | 1-2       | 4.4-12        |
| อัตราหมุนเวียนน้ำ (%)              | 0            | 100-200   | 100-400       |
| ชนิดตัวกลาง                        | หิน          | พลาสติก   | พลาสติก       |
| % กำจัดบีโอดี                      | 70-80        | 80-85     | 60-80         |

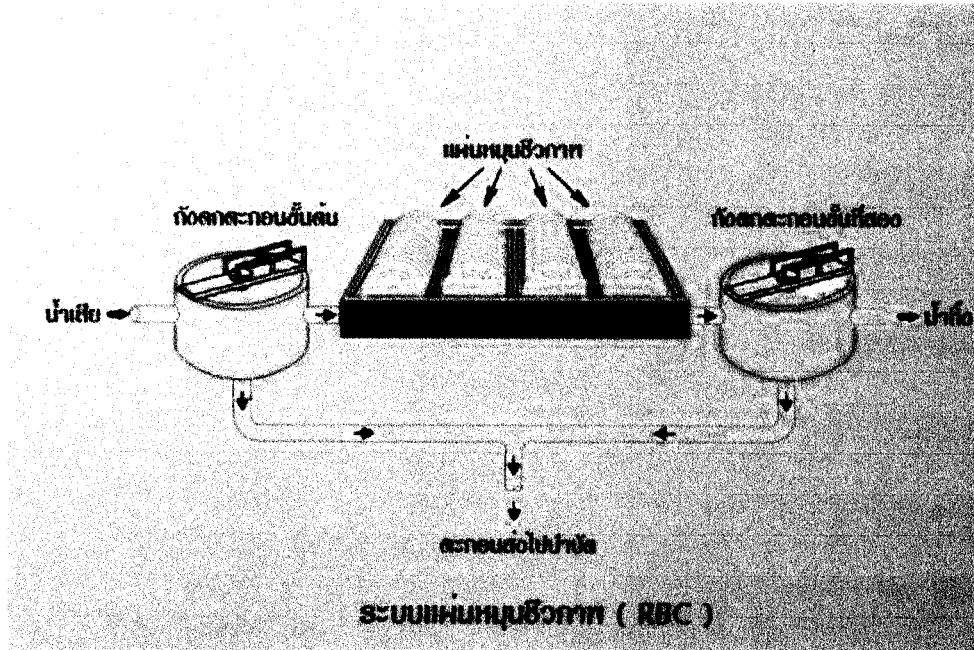


ภาพที่ 4.61 แสดงกระบวนการระบบโปรยกรอง

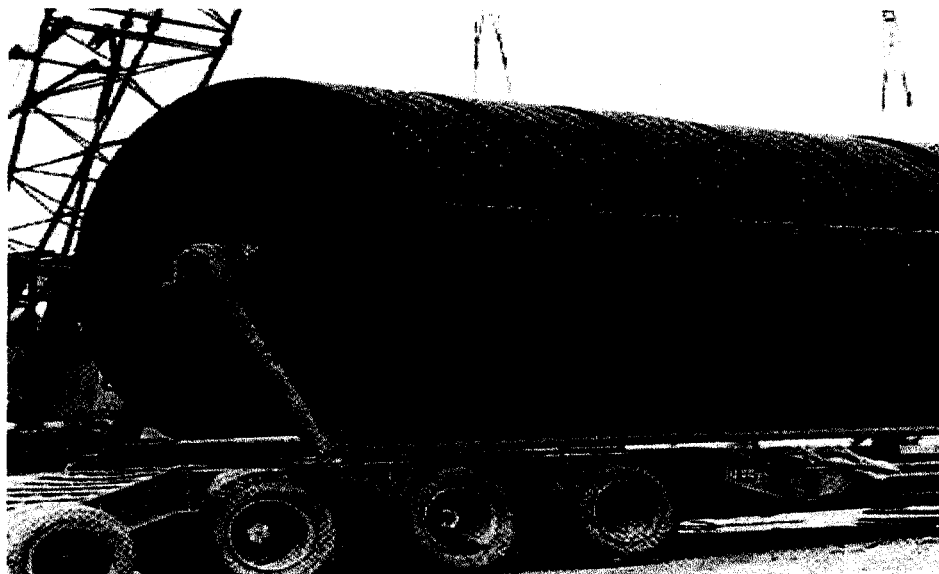
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

## 2) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor)

### 2.1) องค์ประกอบของระบบ ดังแสดงใน ภาพที่ 4.62



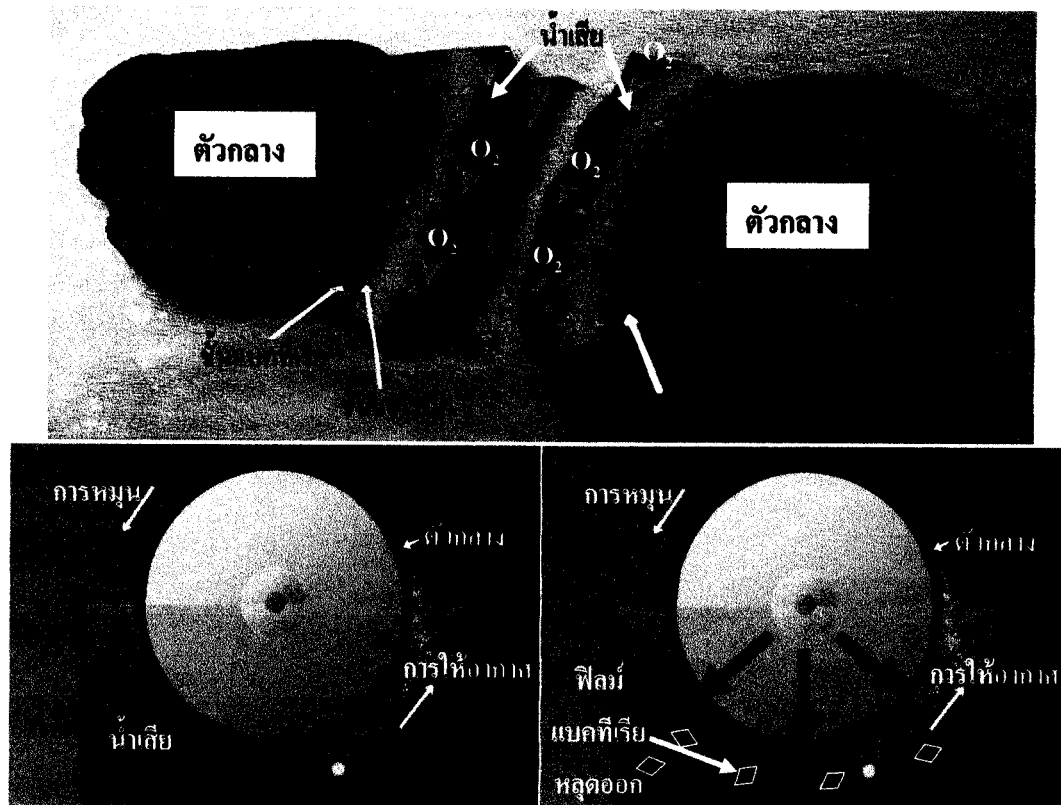
ภาพที่ 4.62 แสดงองค์ประกอบของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ



ภาพที่ 4.63 แสดงแผ่นพลาสติกตัวกลางของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

2.2) หลักการทำงานของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ เมื่อแผ่นพลาสติกตัวกลางของระบบแผ่นหมุนชีวภาพชุ่มน้ำเสียขึ้น สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะสัมผัสออกซิเจนในอากาศ จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยชั้นในสุดติดผิวของตัวกลางจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วนชั้นนอกจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนจะเป็นตัวย่อยสลายเมื่อจุลินทรีย์เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมีความหนาแน่นมากขึ้น จะเกิดภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์ตายเมื่อแผ่นพลาสติกตัวกลางของระบบหมุนก็จะสลัดแผ่นฟิล์มจุลินทรีย์ให้ไหลหลุดร่วงออกจากแผ่นตัวกลาง น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะไหลไปยังถังตกตะกอน น้ำเสียที่ถังตกตะกอนจะถูกกวนให้สลัดจกตะกอนลงก้นถังแยกสลัดจกออกจากน้ำทิ้งต่อไป ซึ่งหลักการทำงานของระบบแสดงดังใน ภาพที่ 4.64



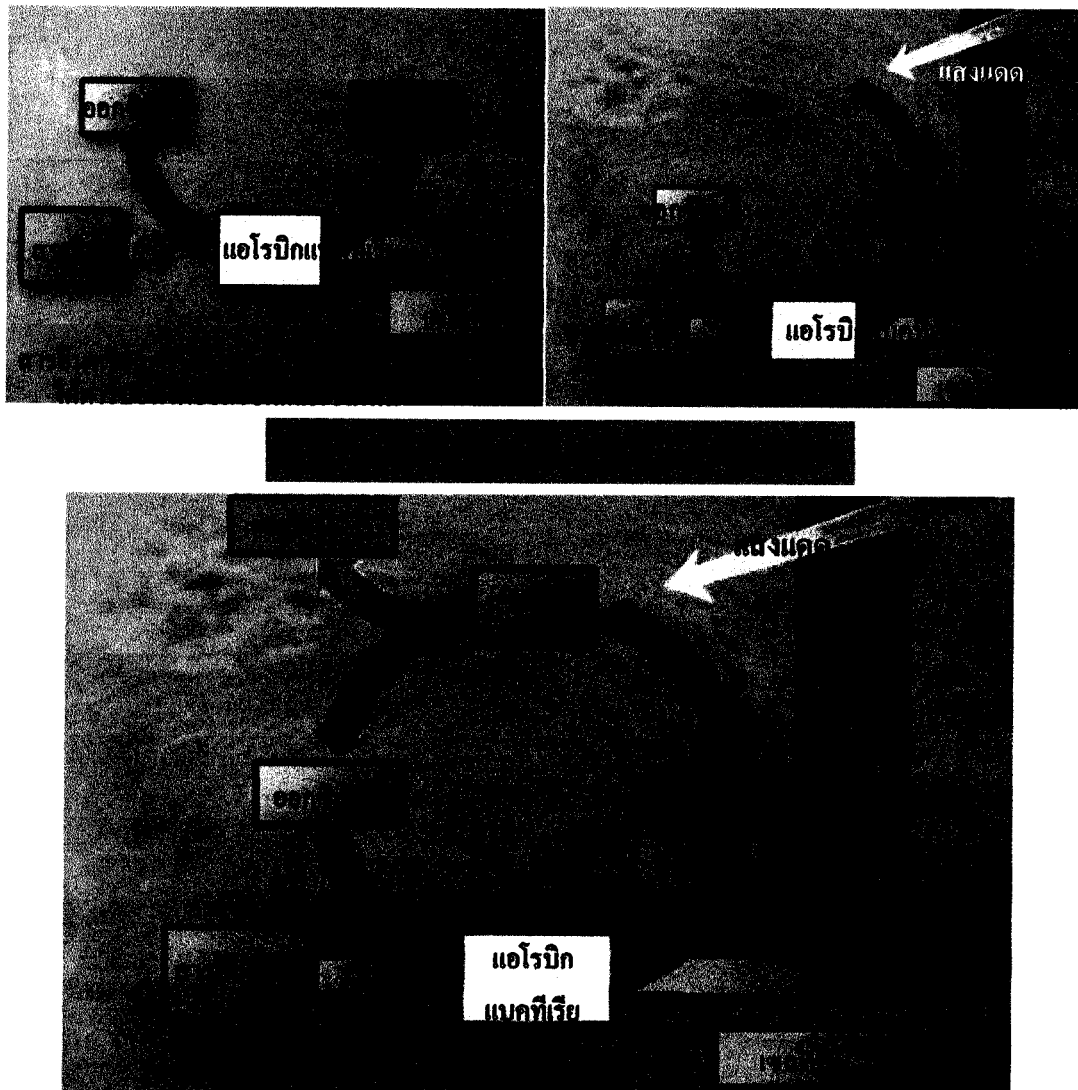
ภาพที่ 4.64 แสดงการทำงานของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ที่มา : คัดแปลงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

2.3) ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ ได้แก่ อัตราการหมุน ปริมาณออกซิเจนละลาย อุณหภูมิ และอัตราการระเหยสารอินทรีย์

## 6.9 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อปรับเสถียร (Waste Stabilization Pond)

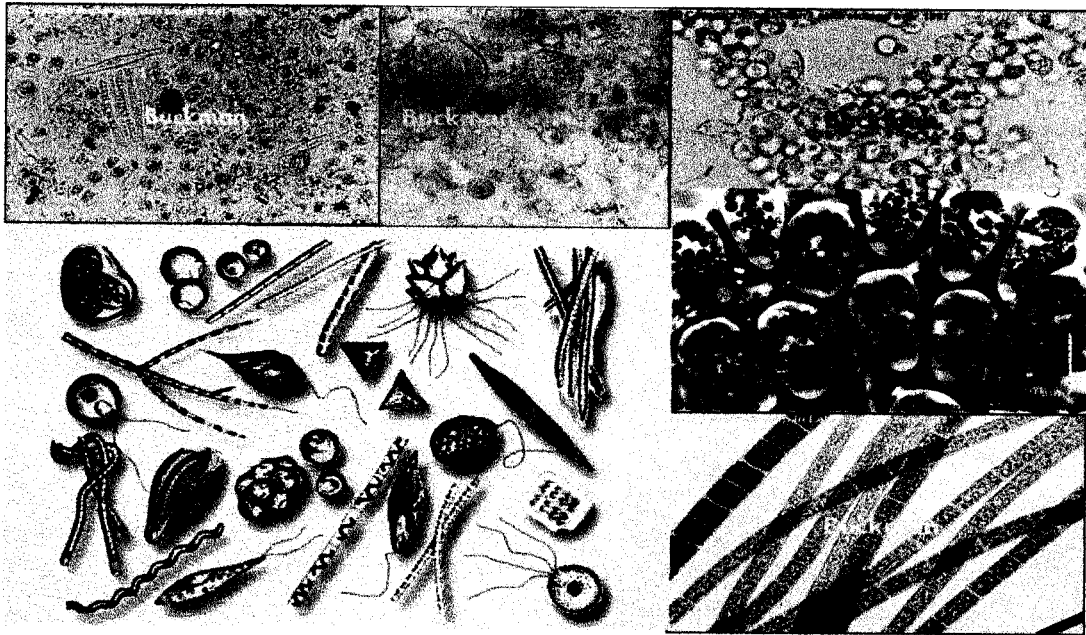
6.9.1 หลักการทำงานของบ่อปรับเสถียร เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อน้ำ (Pond) ที่อาศัยวิถีทางธรรมชาติในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งออกซิเจนได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และจากการแพร่กระจายจากอากาศลงสู่ น้ำ อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย ผลที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ซึ่งหลักการทำงานของบ่อปรับเสถียรได้แสดงในภาพที่ 4.65, 4.66, 4.67, 4.68 และภาพที่ 4.69



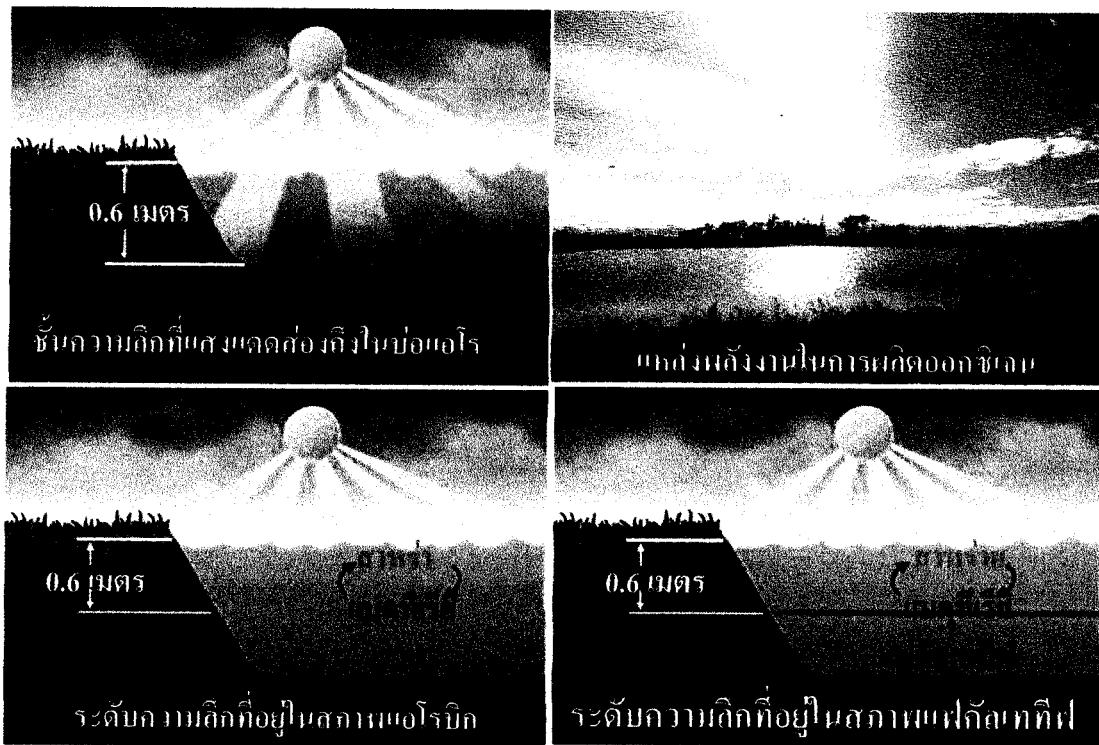
ภาพที่ 4.65 แสดงการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อปรับเสถียร

ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



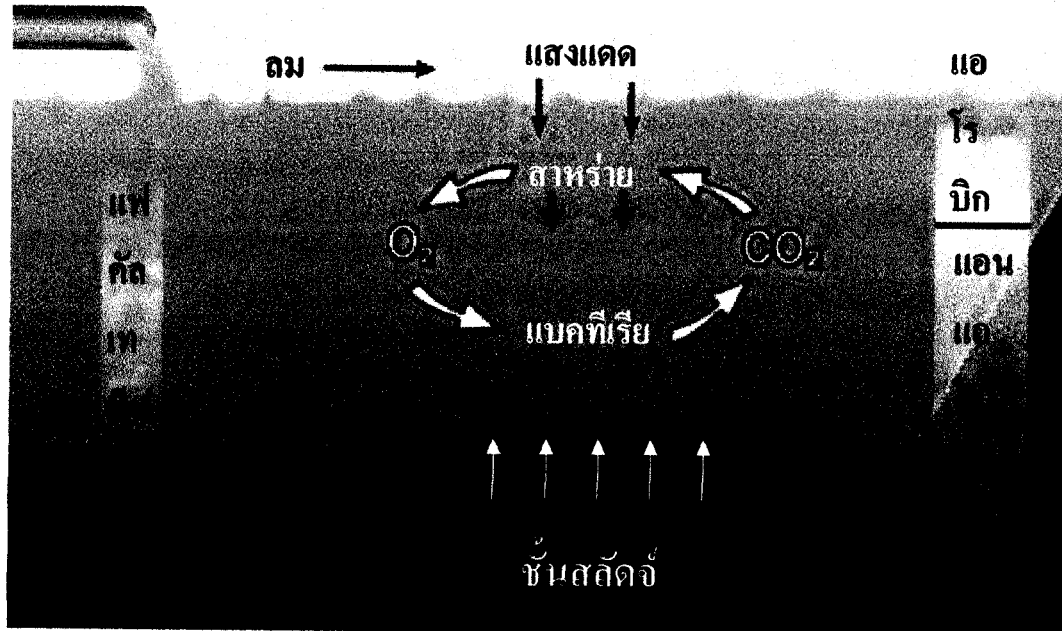


ภาพที่ 4.66 สาหร่ายชนิดต่าง ๆ ในบ่อปรับเสถียร

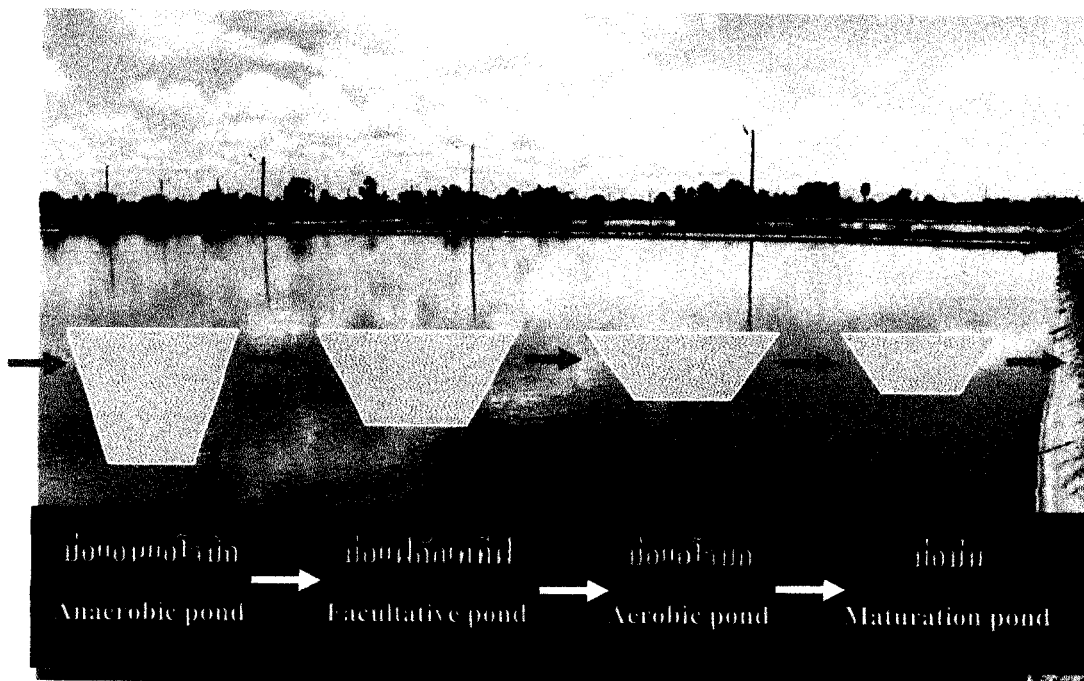


ภาพที่ 4.67 แสดงระดับความลึกที่จุดอินทรีย์เจริญเติบโตในบ่อปรับเสถียร

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



ภาพที่ 4.68 แสดงการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อแฟคัลเททีฟระบบบ่อปรับเสถียร



ภาพที่ 4.69 แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อปรับเสถียร

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6.9.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร โรงงานน้ำตาลในประเทศไทย โดยทั่วไปมักจะใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ซึ่งมี ขบวนการบำบัดน้ำเสียที่ประกอบไปด้วยบ่อต่างๆ ดังนี้

1) บ่อบำบัดที่ 1 บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) เป็นบ่อที่ทำหน้าที่ลด ค่าบีโอดี(BOD) โดยใช้เวลากักเก็บในบ่อนานหลายวัน เพื่อให้สารอินทรีย์ในน้ำบ่อเกิดการหมักย่อยสลาย และตกตะกอนเป็นผลให้ค่าบีโอดีลดลงได้

2) บ่อบำบัดที่ 2 บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative pond) เป็นบ่อที่ใช้แสงแดด ช่วยในการเกิดปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้แบคทีเรียและสาหร่ายช่วยในการย่อยสลาย มีความลึก ของบ่อไม่มากนัก เพื่อไม่เกิดสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในบริเวณก้นบ่อ

3) บ่อบำบัดที่ 3 บ่อแอโรบิก (Aerobic pond) เป็นบ่อที่ใช้แสงแดดช่วยในการ เกิดปฏิกิริยาสังเคราะห์แสง โดยใช้แบคทีเรียและสาหร่ายช่วยในการย่อยสลาย มีความลึกของบ่อไม่มากนัก เช่นเดียวกับกับบ่อที่ 2 เพื่อไม่เกิดสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในบริเวณก้นบ่อ

4) บ่อบำบัดที่ 4 บ่อบ่ม (Maturation pond) ทำหน้าที่เป็นบ่อบำบัดน้ำขั้นสุดท้าย ก่อนจะนำกลับไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ ต่อไป โดยบ่อบำบัดน้ำทิ้งจะทำหน้าที่คล้ายบ่อฝัง ซึ่งจะส่งผลให้ค่าบีโอดีมีค่าน้อยกว่า 20 มก./ล.

### 6.9.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร มีดังนี้

#### 1) ข้อดีของระบบ

1.1) สามารถบำบัดน้ำเสียให้สะอาดถึงระดับที่ต้องการ โดยเสียค่าใช้จ่าย ทั้งในการลงทุนและการบำรุงรักษาต่ำที่สุด

1.2) สามารถกำจัดจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าการบำบัดน้ำเสีย แบบอื่น ๆ

1.3) ทนต่อการเพิ่มของสารอินทรีย์อย่างกะทันหันและอัตราการไหลเข้า ของน้ำเสีย เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักที่ยาวนาน

1.4) สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้หลายประเภท

1.6) วิธีการสร้างระบบกระทำได้ง่าย สามารถนำที่ดินกลับมาใช้ เพื่อ ประโยชน์และจุดประสงค์อย่างอื่นได้ง่ายในอนาคต

1.7) ไม่ต้องการบุคลากรมีความรู้สูง

1.8) สาหร่ายที่ผลิตจากบ่อเป็นแหล่งโปรตีนสูง

## 2) ข้อเสียของระบบ

- 2.1) ใช้พื้นที่ในการสร้างระบบมาก
- 2.2) ต้องการติดตามคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ
- 2.3) เกิดกลิ่นน่ารังเกียจถ้าดูแลไม่ดี
- 2.4) น้ำทิ้งจากบ่อแอโรบิกมีสาหร่ายปนอยู่
- 2.5) อาจทำให้เกิดมลพิษต่อน้ำใต้ดิน

### 6.9.4 คุณลักษณะของบ่อปรับเสถียร ควรมีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1) บ่อแอนแอโรบิก มีความลึก 3-5 เมตร เพื่อรับปริมาณสารอินทรีย์ให้ได้มาก และทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจนได้ทั่วทั้งบ่อ

2) บ่อแพคัลเททีฟ มีความลึกประมาณ 1-2 ม. เพื่อเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนที่ด้านล่างของบ่อ ช่วงกลางมีและไม่มีออกซิเจนในบางเวลา ส่วนด้านบนมีออกซิเจนตลอดเวลา ไม่ควรรับปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไปจะเกิดการแบ่งชั้นที่มีออกซิเจน และชั้นที่ไม่มีออกซิเจน ส่วนของแข็งแขวนลอยตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ เกิดการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน ด้านบนที่แสงแดดส่องถึงเกิดสภาวะมีออกซิเจน

3) บ่อแอโรบิก มีความลึกประมาณ 1 ม. ให้แสงส่องถึงก้นบ่อได้ทั่วถึง มีออกซิเจนทั่วทั้งบ่อและตลอดความลึกของบ่อ ซึ่งออกซิเจนส่วนใหญ่มาจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่เกิดในบ่อ ช่วงกลางวันแสงแดดส่องถึงก้นบ่อตลอดความลึก ช่วงกลางคืนกระแสลมที่พัดช่วยทำให้ออกซิเจนถ่ายเทจากอากาศลงสู่บ่อได้ง่าย แบคทีเรียและสาหร่ายอยู่แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ในช่วง กลางวัน และแย่งชิงออกซิเจนกันในเวลาช่วงกลางคืน ค่าออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อบางช่วงสูงกว่าความเข้มข้นอิ่มตัว กลางวันสาหร่ายใช้  $\text{CO}_2$  ทำให้ค่า pH สูงขึ้น กลางคืนค่า pH ลดลง

4) บ่อบ่ม เป็นบ่อตื้น ใช้ในการทำให้น้ำเสียที่ผ่านขบวนการบำบัดแล้วให้มีความสะอาดขึ้น หรือใช้เก็บน้ำเสียก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ

### 6.9.5 ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบระบบบ่อปรับเสถียร

#### 1) บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond)

- 1.1) ความลึกของบ่อ 3-6 เมตร
- 1.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20-50 วัน
- 1.3) จุลินทรีย์ไม่ใช้ออกซิเจน
- 1.4) เกิดก๊าซมีเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์

- 1.5) ค่า pH 6.5 – 7.5
- 1.6) อัตราการระบิโอดี 0.1 - 2 กก.บิโอดี/ตร.ม.-วัน
- 1.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบิโอดี 50 – 85 %

## 2) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative pond)

- 2.1) ความลึกของบ่อ 1 – 2.5 เมตร
- 2.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 5 – 30 วัน
- 2.3) มีการฟุ้งฟากันระหว่างสาหร่ายและจุลินทรีย์ใช้อากาศ
- 2.4) ก้นบ่อมีสภาพไร้อากาศ
- 2.5) ค่า pH 6.5 – 8.5
- 2.6) อัตราการระบิโอดี 5 – 25 กก.บิโอดี/ตร.ม.-วัน
- 2.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบิโอดี 80 – 95 %

## 3) บ่อแอโรบิก (Aerobic pond)

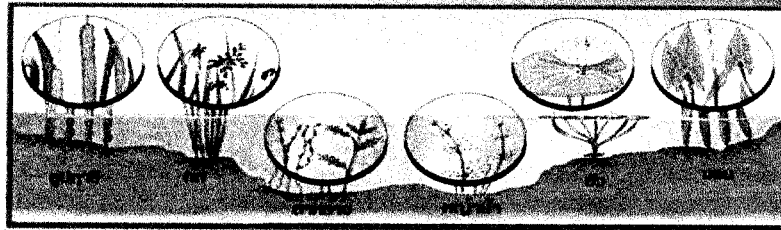
- 3.1) ความลึกของบ่อ 0.2 – 0.6 เมตร
- 3.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 – 6 วัน
- 3.3) มีการฟุ้งฟากันระหว่างสาหร่ายและจุลินทรีย์ใช้อากาศ
- 3.4) ค่า pH 6.5 – 10.5
- 3.5) อัตราการระบิโอดี 10 – 20 กก.บิโอดี/ตร.ม.-วัน
- 3.6) ประสิทธิภาพการลดค่าบิโอดี 80 – 95 %
- 3.7) ต้องมีบ่อบ่มรองรับน้ำเสียต่อ เพื่อตกตะกอนสาหร่าย

## 4) บ่อบ่ม (Maturation pond)

- 4.1) ความลึกของบ่อ 1 – 1.5 เมตร
- 4.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 5 – 20 วัน
- 4.3) เป็นบ่อบำบัดขั้นสุดท้ายของระบบบ่อปรับเสถียร
- 4.4) ค่า pH 6.5 – 10.5
- 4.5) อัตราการระบิโอดี < 2 กก.บิโอดี/ตร.ม.-วัน
- 4.6) ประสิทธิภาพการลดค่าบิโอดี 60 – 80 %

## 6.10 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

เป็นบึงที่ปลูกพืชจำพวกกกแฝก ธูปฤๅษี หรือพืชลอยน้ำเช่น บัวผักตบชวา ใช้บำบัดน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว หรือน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีไม่มากนัก ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ การตกตะกอน และถูกกรองโดยรากพืช และชั้นดิน จะอาศัยจุลินทรีย์ที่เกาะตามต้นพืช สำหรับออกซิเจนได้มาจากพืช การถ่ายเทจากอากาศและการสังเคราะห์แสงของพืช ในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส พืชจะดึงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียใช้เป็นสารอาหาร แล้วเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันจากแบคทีเรียที่เกาะตามรากและต้นพืช โดยพืชที่นิยมปลูกในบึงประดิษฐ์ จะแสดงในภาพที่ 4.70 และ 4.71



ภาพที่ 4.70 แสดงพืชที่ปลูกในบึงประดิษฐ์



ภาพที่ 4.71 แสดงบึงประดิษฐ์ที่ปลูกด้วยพืชชนิดต่างๆ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 6.10.1 ระบบการทำงานของบึงประดิษฐ์ แบ่งได้ ดังนี้

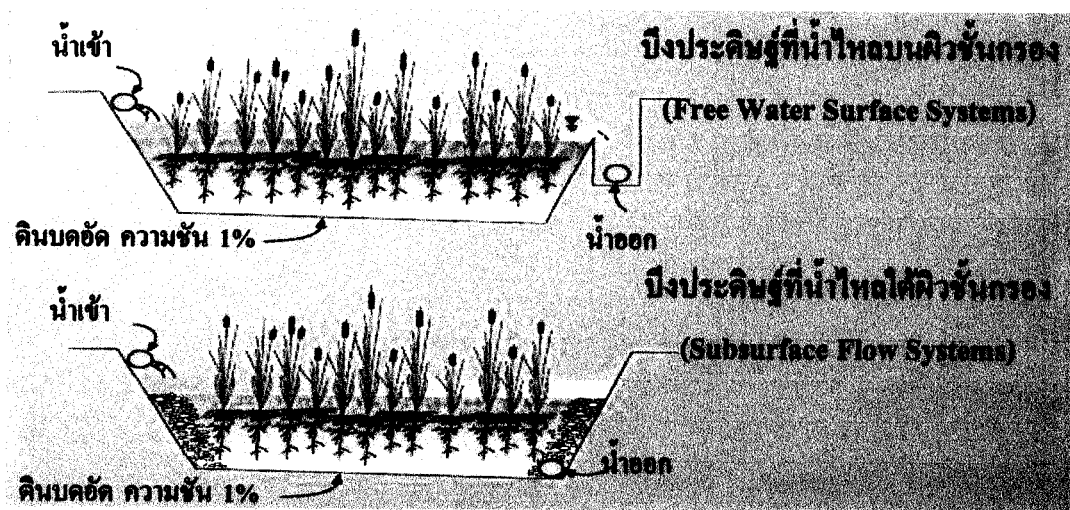
#### 1) แบบน้ำไหลบนผิวดิน ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1.1) บ่อดิน ระดับน้ำลึก 10 – 60 ซม.
- 1.2) ปลูกพืชน้ำหลาย ๆ ชนิด
- 1.3) ปล่อน้ำเสียเข้าบึงประดิษฐ์แบบช้า ๆ ไหลผ่านต้นพืช
- 1.4) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 – 15 วัน
- 1.5) อัตราการบีโอดี < 6 ก.บีโอดี ต่อ ตร.ม.-วัน
- 1.6) ค่าออกซิเจนละลายน้ำอย่างน้อย 1 มก./ล.
- 1.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดี 75 %

#### 2) แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 2.1) บ่อดิน ระดับน้ำลึก 30 – 80 ซม.
- 2.2) ปลูกบ่อด้วยวัสดุกันซึม มีความลาดเอียง 1 %
- 2.3) มีตัวกรอง เช่น ดิน กรวด หรือหิน เพื่อปลูกพืช
- 2.4) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 – 15 วัน
- 2.5) อัตราการบีโอดี 11 - 13 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
- 2.6) ภาระขลศาสตร์ 0.01 – 0.05 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
- 2.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดี 75 %

โดยระบบการทำงานของบึงประดิษฐ์ทั้ง 2 แบบแสดงในภาพที่ 4.72

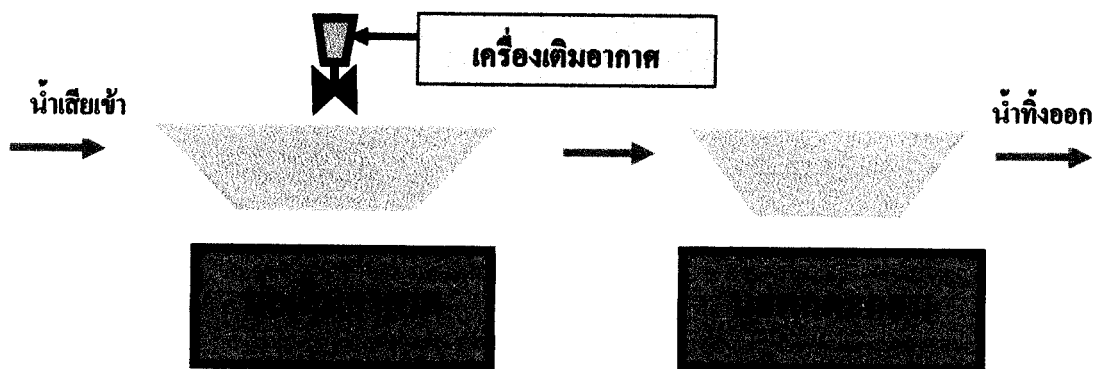


ภาพที่ 4.72 แสดงระบบการทำงานของบึงประดิษฐ์

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

## 6.11 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อน้ำออกซิเจนที่ได้จากการใช้เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ ทำให้ภายในบ่อมีสภาวะแอโรบิกเหมาะสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังช่วยเร่งอัตราความเร็วของปฏิกิริยาย่อยสลายให้เร็วขึ้น ส่งผลให้ระบบมีขนาดเล็กลง โดยน้ำเสียที่ผ่านขบวนการนี้ จะต้องเข้าสู่กระบวนการตกตะกอนโดยใช้ถังตกตะกอนหรือบ่อตกตะกอน ระบบสระเติมอากาศเป็นระบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายต่อหน่วยปริมาณน้ำเสียสูง เพราะต้องใช้พลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องจักรในการเติมอากาศ โดยองค์ประกอบของระบบแสดงในภาพที่ 4.73



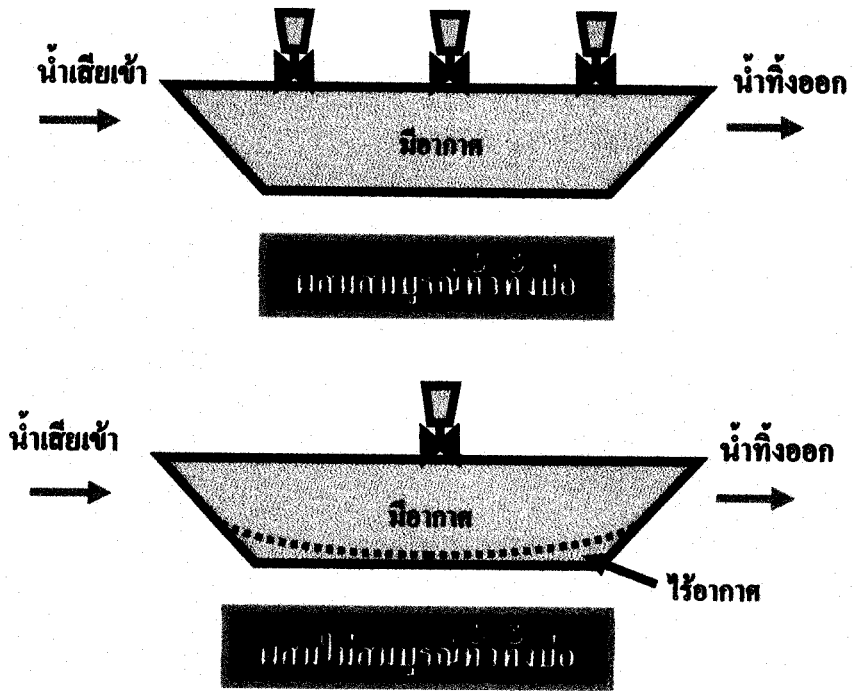
ภาพที่ 4.73 แสดงองค์ประกอบระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

### 6.11.1 ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบระบบสระเติมอากาศ ประกอบด้วย

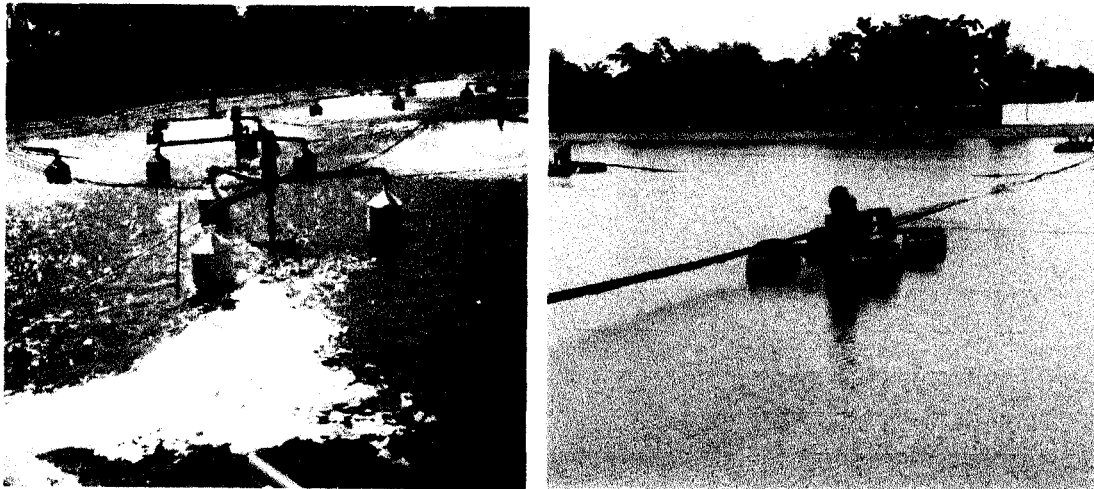
- 1) ความลึกของบ่อ 2 – 6 เมตร
- 2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 3 – 10 วัน
- 3) ค่า pH 6.5 – 8.0
- 4) ออกซิเจนละลาย (DO) 2 – 4 มก./ล.
- 5) ของแข็งแขวนลอย 80 – 250 มก./ล.
- 6) ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดี 85 – 95 %
- 7) ความต้องการออกซิเจน 0.7 – 1.4 ก. ออกซิเจน/ก. บีโอดี
- 8) ระบบการเติมอากาศมีอยู่ 2 แบบ คือ
  - 8.1) แบบผสมสมบูรณ์ทั่วบ่อ (พลังงานที่ใช้ 8 – 15 วัตต์/ลบ.ม.)
  - 8.2) แบบผสมไม่สมบูรณ์ (พลังงานที่ใช้ = ปริมาณออกซิเจน)



โดยระบบการเติมอากาศทั้ง 2 แบบ และสระเติมอากาศ แสดงในภาพที่ 4.75 และ 4.76 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.74 แสดงระบบการเติมอากาศของระบบสระเติมอากาศ

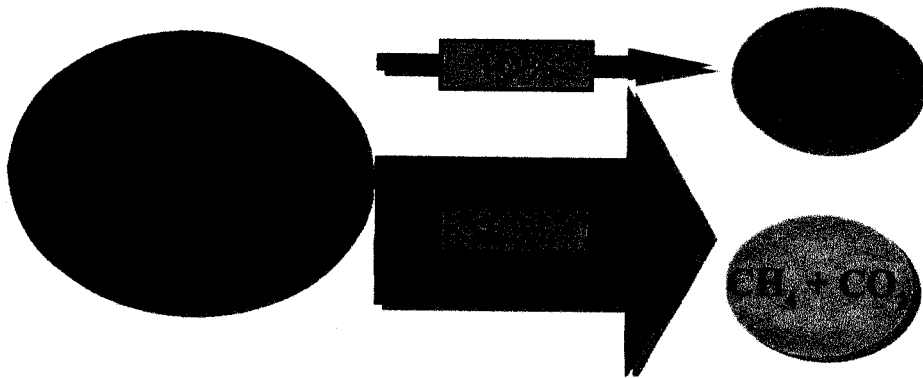
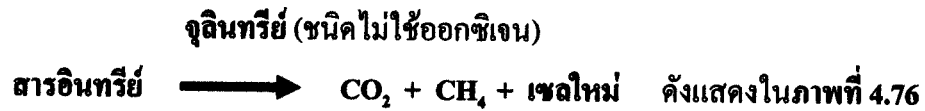


ภาพที่ 4.75 แสดงสระเติมอากาศ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

## 6.12 การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพที่ไม่มีการเติมอากาศ ขบวนการทำงานของระบบแบบไร้ออกซิเจน คือ



ภาพที่ 4.76 แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 6.12.1 ข้อได้เปรียบกระบวนการไร้ออกซิเจน ได้แก่

- 1) ต้องการพลังงานในการเดินระบบต่ำ
- 2) เกิดสลัดจ์ในปริมาณต่ำ
- 3) ความต้องการสารอาหารน้อย คือ  $\text{COD} : \text{N} : \text{P} = 300-600 : 5 : 1$
- 4) ได้ก๊าซมีเทนเป็นแหล่งพลังงาน
- 5) ใช้ถังปฏิกรณ์ที่มีขนาดเล็กกว่า
- 6) สามารถฟื้นตัวได้เร็วเมื่อหยุดการให้น้ำเสียเป็นเวลานานๆ

### 6.12.2 ข้อเสียเปรียบกระบวนการไร้ออกซิเจน

- 1) ต้องการใช้เวลาในการเริ่มเดินระบบ (start up) นานเพื่อสร้างจุลินทรีย์
- 2) ต้องการต่างในการควบคุมค่า pH
- 3) ต้องการระบบบำบัดต่อเนื่องเพื่อให้ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง
- 4) ไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพได้

- 5) มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- 6) ระบบหยุดการทำงานเมื่อมีสารพิษ
- 7) เกิดกลิ่นเหม็นและเกิดก๊าซที่กัดกร่อนโลหะ

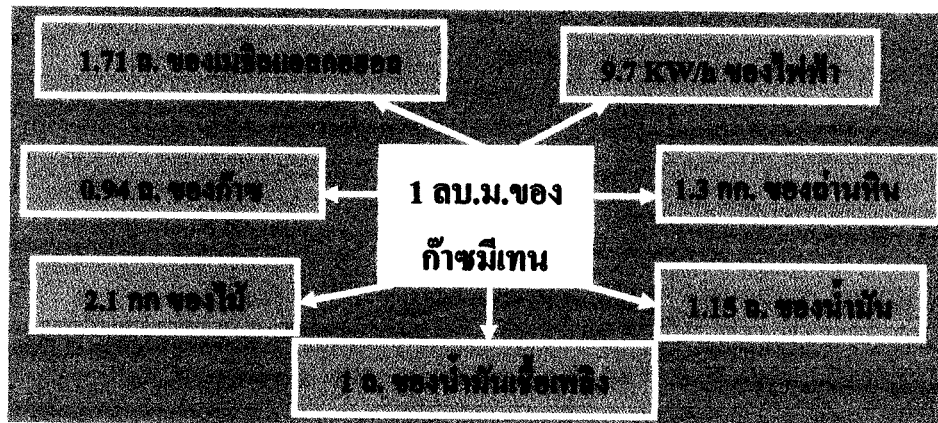
6.12.3 การเปรียบเทียบสมดุลพลังงานของระบบแอนแอโรบิก เมื่อภาวะในการบำบัดน้ำเสียที่ปริมาณ “น้ำเสีย 100 ลบ.ม./วัน COD = 10,000 มก./ล.” ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบสมดุลพลังงานของระบบแอนแอโรบิก

| พลังงาน                                       | ระบบแอนแอโรบิก              | ระบบแอโรบิก                 |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| การเติมอากาศ                                  |                             | -1.9 X 10 <sup>6</sup> KJ/d |
| ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้                           | 1.25 X 10 <sup>6</sup> KJ/d |                             |
| พลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 30 องศาเซลเซียส | -2.1 X 10 <sup>6</sup> KJ/d |                             |
| ผลรวมของพลังงาน                               | 10.4 X 10 <sup>6</sup> KJ/d | -1.9 X 10 <sup>6</sup> KJ/d |

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6.12.4 พลังงานเทียบเท่าของก๊าซมีเทน 1 ลบ.ม. รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.77



ภาพที่ 4.77 แสดงพลังงานเทียบเท่าของก๊าซมีเทน 1 ลบ.ม.

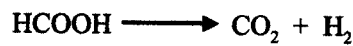
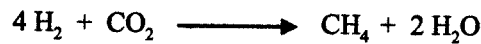
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6.12.5 ชีวเคมีและจุดชีววิทยาของกระบวนการไร้ออกซิเจน ได้แก่ ขบวนการดังนี้

| แบคทีเรีย  | แบคทีเรีย  |
|------------|------------|
| กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 |

1) แบคทีเรียที่ไม่สร้างมีเทน สารอินทรีย์  $\rightarrow$   $H_2$  + กรดอินทรีย์ระเหยง่าย  
 ซึ่งจะมีจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ประกอบด้วยแบคทีเรีย 2 ประเภท คือ แบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Obligate Anaerobes) และแบคทีเรียที่อยู่ในสภาพมีหรือไม่มีออกซิเจน (Facultative Anaerobes)

2) แบคทีเรียที่สร้างมีเทน จะประกอบด้วยแบคทีเรีย 2 ประเภท คือ กลุ่มที่สร้างมีเทนจาก  $CO_2 + H_2O$  และใช้กรดฟอร์มิกได้ สมการได้แก่

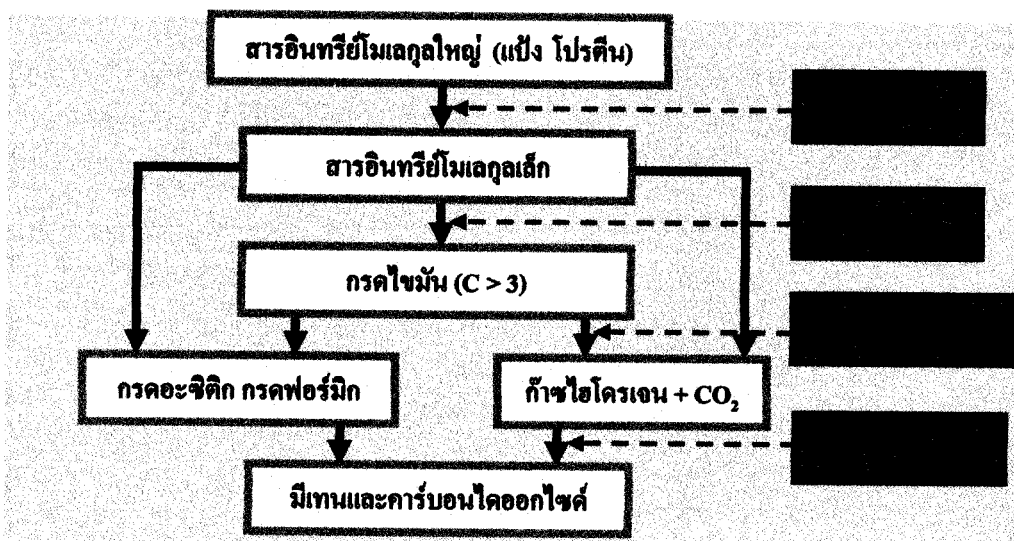


ส่วนกลุ่มที่สร้างมีเทนจากกรดอะซิติกได้ จะมีสมการดังนี้



โดยมีแผนผังขบวนการชีวเคมีในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนดังแสดง

ในภาพที่ 4.78



ภาพที่ 4.78 แสดงแผนผังขบวนการชีวเคมีในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

6.12.6 ขั้นตอนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของกระบวนการไร้ออกซิเจน ได้แก่ ขบวนการดังนี้

1) กระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่  $\longrightarrow$  สารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก  
(แป้ง ไขมัน โปรตีน) (กลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน)

2) กระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis)

สารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก  $\longrightarrow$  กรดไขมันระเหย (Volatile fatty acid, VFA)

เช่น กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวไทริก กรดวาเรอริก

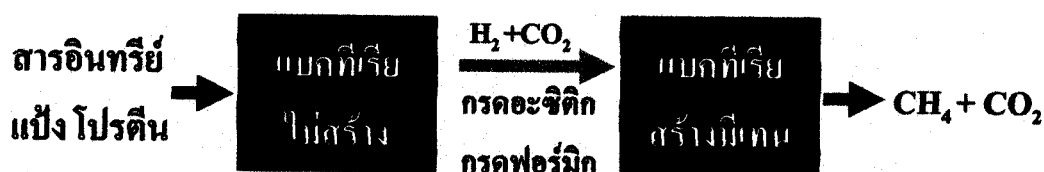
3) กระบวนการสร้างอะซิติกจากกรดไขมันระเหย (Acetogenesis)

กรดไขมันระเหย  $\longrightarrow$  กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก  $\text{CO}_2$   $\text{H}_2$

4) กระบวนการสร้างมีเทน (Methanogenesis) (ขั้นตอนลดปฏิกิริยา)

กรดอะซิติก, กรดฟอร์มิก,  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4$

6.12.7 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการไร้ออกซิเจน ได้แก่ สมการ



โดยสภาพแวดล้อมต้องเหมาะสมกับแบคทีเรียทั้งสองกลุ่ม คือ

1) อุณหภูมิ : 30–40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง 2–3 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อการผลิตก๊าซ

2) pH : 6.7 – 7.4 โดยค่า pH ต่ำเกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย

3) HRT และ SRT

HRT : เวลาเก็บกักน้ำของระบบ ซึ่งเวลาเก็บกักน้อย ขนาดของถังปฏิกรณ์ จะลดลง แบคทีเรียหลุดออกจากระบบมากขึ้น

SRT : เวลาพักของแข็ง (อายุสลัดจ์) > 100 วัน จะเป็นแบคทีเรีย

ที่เจริญเติบโตช้า

4) สภาพความเป็นด่าง(Alkalinity):  $\text{HCO}_3^-$  - ไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ช่วยรักษาค่า pH ให้คงที่

อัตราส่วน VFA :  $\text{HCO}_3^- < 0.4$  = ระบบมีบัฟเฟอร์สูง

VFA :  $\text{HCO}_3^- > 0.8$  = บัฟเฟอร์ต่ำ pH ลดลงอย่างรวดเร็ว

5) ความเป็นพิษ

5.1) กรดระเหยง่าย ปกติมีค่า 50 – 500 มก./ล. ในรูปกรดอะซิติก แต่เมื่อมีการสะสมจะทำให้ค่า pH ลดลง

5.2) แอมโมเนีย : เป็นพิษที่ 1,500 – 3,000 มก./ล. ส่วน  $\text{NH}_3$  แอมโมเนียอิสระ จะมีความเป็นพิษสูง

$\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$  ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า pH ซึ่งค่าที่  $\text{pH} \leq 7.2$  แอมโมเนียจะอยู่ในรูป  $\text{NH}_4^+$

5.3) แคทไอออนของโลหะเบาซึ่งได้จากเกลือของค่างที่ใช้ปรับค่า pH ได้แก่  $\text{Na}^+$  มี 3,500 – 5,500 มก./ล.  $\text{K}^+$  มี 2,500 – 4,500 มก./ล.  $\text{Ca}_2^+$  มี 2,500 – 4,500 มก./ล.  $\text{Mg}_2^+$  มี 1,000 – 1,500 มก./ล.

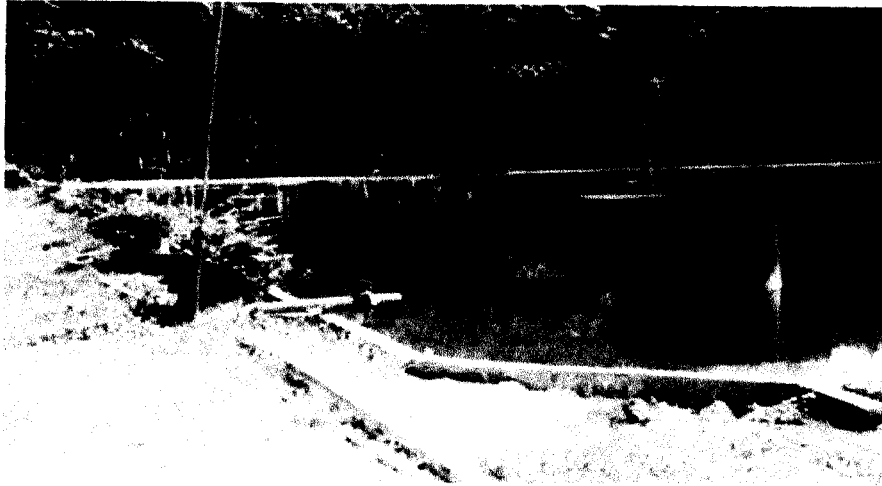
5.4) ซัลไฟด์ คือ  $\text{S}^{2-} > 100 - 150$  มก./ล. เป็นพิษต่อกลุ่มสร้างมีเทนที่เกิดจากการรีดักชันของซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) ในสภาพไร้อากาศ ซึ่งถ้า  $\text{S}^{2-}$  มีในปริมาณน้อยจะเป็นสารอาหารที่จำเป็น แต่ถ้า  $\text{S}^{2-}$  ตกตะกอนผลึกโลหะหนัก อาจทำให้ขาดโลหะบางชนิดได้

5.5) โลหะหนัก ในกลุ่มสร้างมีเทนต้องการ เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล ในปริมาณที่ต่ำ มีความเป็นพิษที่ความเข้มข้นสูง ทำการแก้ไขโดยการเติมซัลไฟด์เพื่อตกตะกอนผลึกโลหะหนัก

6) ศักยภาพการให้และการรับอิเล็กตรอน (Oxidation-Reduction Potential) ปฏิกิริยาชีวเคมีเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน (รีดอกซ์) ซึ่งมีการถ่ายเทอิเล็กตรอน ( $e^-$ ) จากสารหนึ่งไปสู่อีกสารหนึ่ง ความแตกต่างของการให้และรับ  $e^-$  ของปฏิกิริยาทั้งสองเรียกว่า ออกซิเดชัน-รีดักชันโพเทนเชียล (โออาร์พี, ORP) โดยค่า ORP แสดงความสามารถในการรับ  $e^-$  ของสารละลาย เมื่อค่า ORP เป็นบวกมาก จะรับ  $e^-$  ได้ดี เช่น มีออกซิเจน คลอรีน เมื่อค่า ORP เป็นลบจะให้  $e^-$  ได้ดี ซึ่งสารอินทรีย์ในน้ำเสียมักเป็นตัวให้  $e^-$  และให้พลังงาน ส่วน  $\text{CO}_2$  หรือกรดอะซิติกเป็นตัวรับ  $e^-$  โดยทั่วไปค่า ORP ควรอยู่ระหว่าง -300 ถึง -500 (เป็นลบน้อยไม่ตี)

### 6.12.8 ประเภทของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน แบ่งได้

1) บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อหมิ่น (Anaerobic Pond) เป็นบ่อดินขนาดใหญ่ ลึก 3 – 5 เมตร มีเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 – 50 วัน มีกลิ่นเหม็น ควรอยู่ไกลจากชุมชน ซึ่งลักษณะของ บ่อหมิ่นแสดงในภาพที่ 4.79

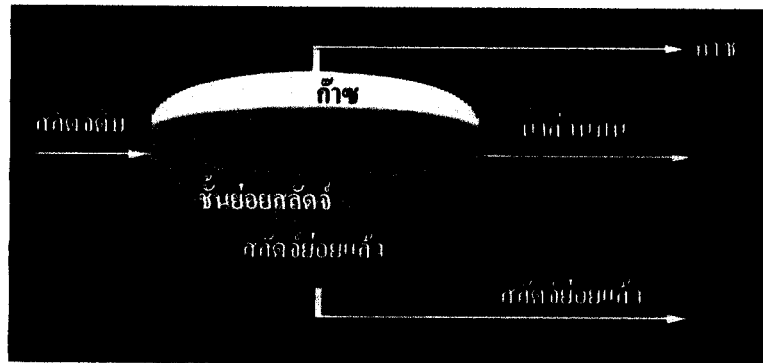


ภาพที่ 4.79 แสดงบ่อหมิ่นในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

### 2) ถังย่อยสลายจ์แบบธรรมดา (Conventional Anaerobic Digester)

ใช้ย่อยสลายจ์จากระบบเอส เป็นถังปิด มีระบบระบายก๊าซ ประกอบด้วย

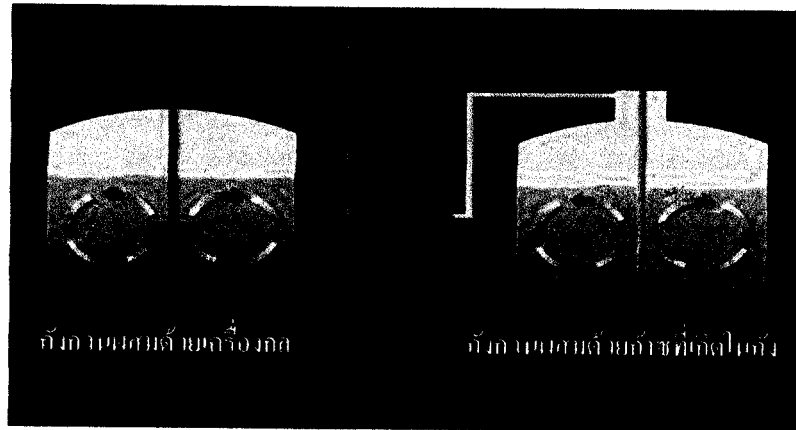
2.1) ถังย่อยอัตราจำจัดต่ำ ถังนี้จะไม่มีการกวน ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งลักษณะถังย่อยอัตราจำจัดต่ำแสดงในภาพที่ 4.80



ภาพที่ 4.80 แสดงถังย่อยอัตราจำจัดต่ำในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

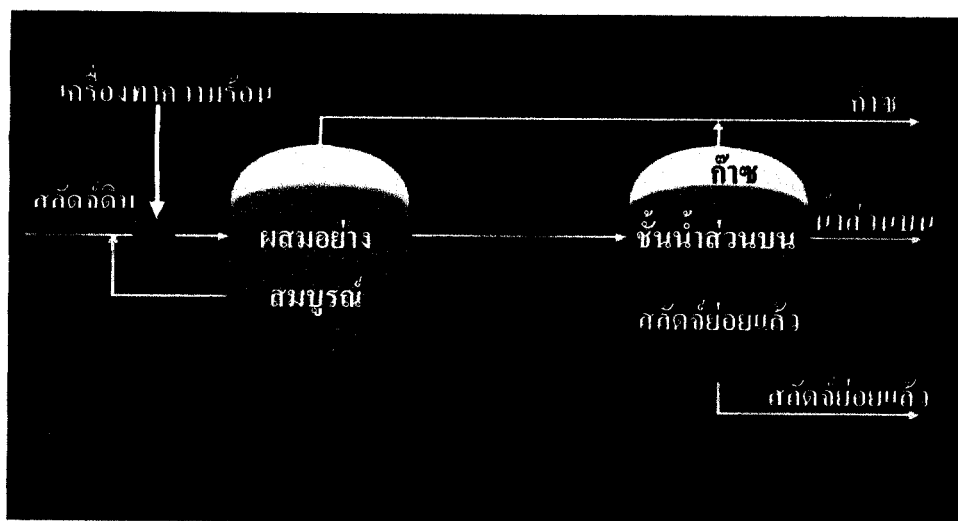
ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิริธูมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

2.2) ถังย่อยอัตราจำกัดสูง ในถังนี้มีการกวน ควบคุมอุณหภูมิ การเกิดปฏิกิริยาเกิดได้ดีกว่าแบบแรกถึงสัปดาห์ธรรมดา ซึ่งลักษณะถังย่อยอัตราจำกัดสูงแสดงใน ภาพที่ 4.81



ภาพที่ 4.81 แสดงถังย่อยอัตราจำกัดสูงในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

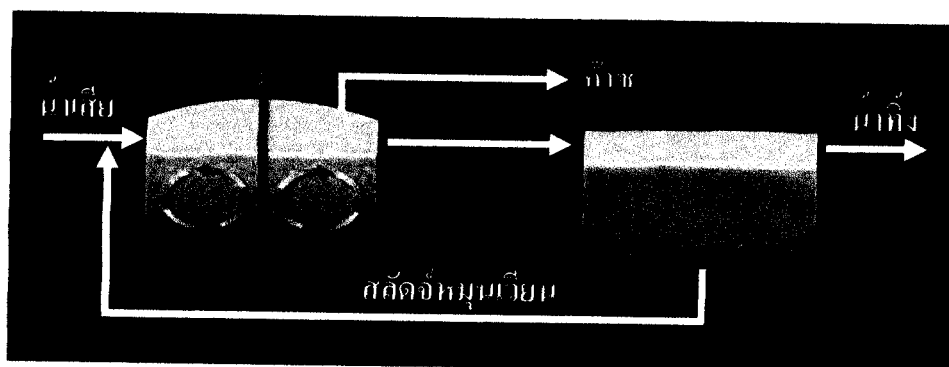
2.3) ถังย่อยอัตราจำกัดสูงแบบ 2 ถัง ในถังจะมีการกวน ควบคุม อุณหภูมิ จะใช้ถัง 2 ใบ ซึ่งลักษณะถังย่อยอัตราจำกัดสูงแบบ 2 ถังแสดงในภาพที่ 4.82



ภาพที่ 4.82 แสดงถังย่อยอัตราจำกัดสูงแบบ 2 ถังในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน  
ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

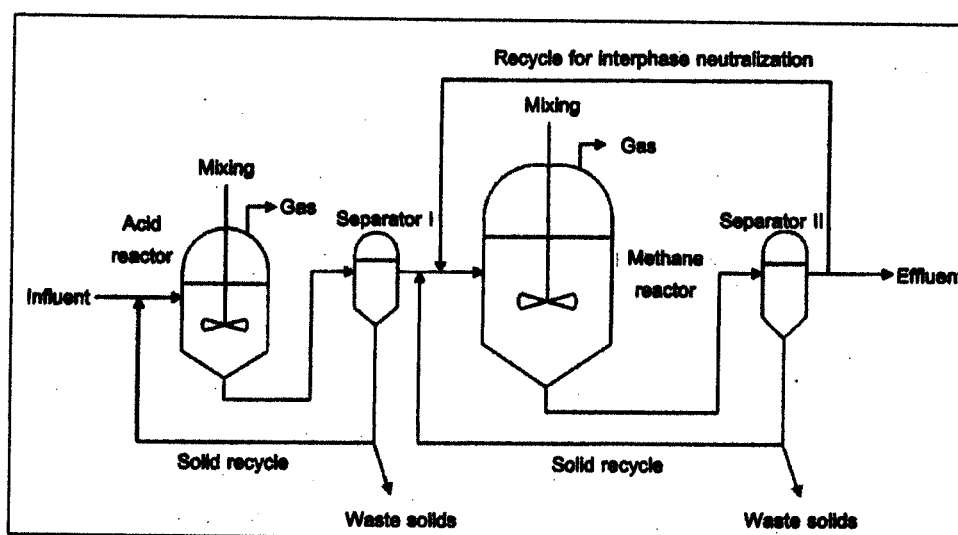


3) ถังย่อยแบบสัมผัส (Anaerobic Contact) จะมีลักษณะคล้ายเอสแบบนี้สัลดักตะกอนได้ไม่ดี โดยลักษณะถังย่อยแบบสัมผัสแสดงในภาพที่ 4.83



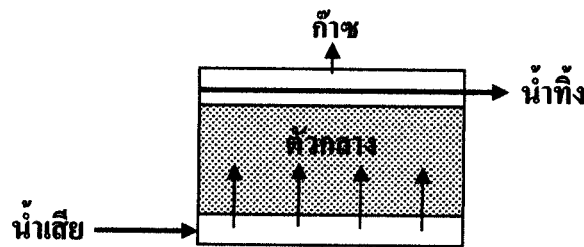
ภาพที่ 4.83 แสดงถังย่อยแบบสัมผัสในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน  
ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

4) ถังย่อยแบบแยกเชื้อ (Two phase Digestion) จะเป็นถังปฏิกรณ์ 2 ใบ โดยใบแรกควบคุมการสร้างกรดอะซิติก มีการระบาย  $H_2$  มีค่า pH=6 ส่วนถังใบที่สองควบคุมการผลิตก๊าซมีเทน มีค่า pH = 7 โดยลักษณะของถังย่อยแบบแยกเชื้อแสดงในภาพที่ 4.84

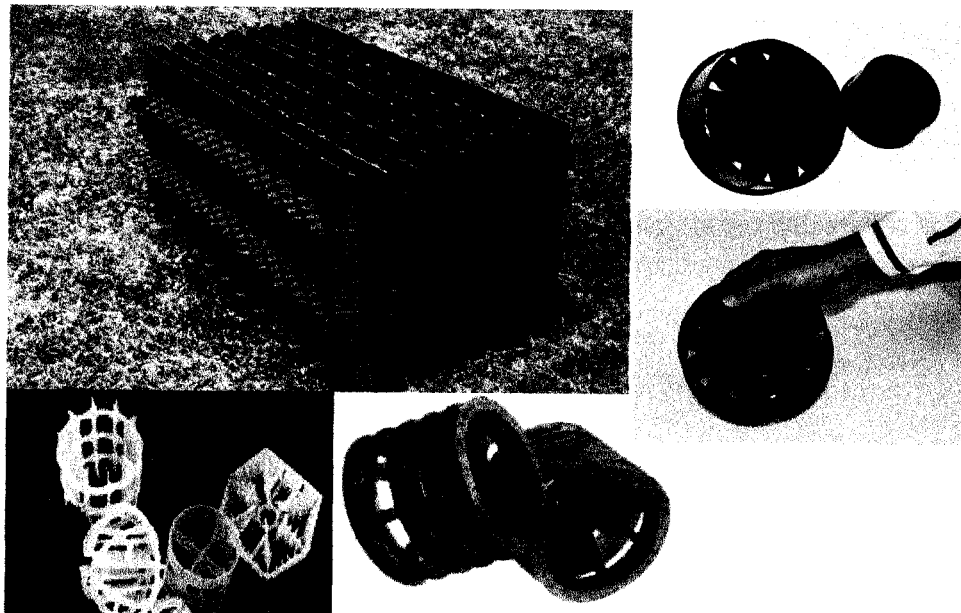


ภาพที่ 4.84 แสดงถังย่อยแบบแยกเชื้อ ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน  
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545

5) ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) จะเป็นถังสูงคล้ายถังกรองภายในบรรจุตัวกลาง เช่น พลาสติก โดยน้ำเสียจะเข้าทางด้านล่าง แบริคที่เรียกอีกชื่อคือติดกับตัวกลาง โดยตัวกลางพลาสติกมีพื้นที่ผิวจำนวนมาก(100 ตร.ม./ลบ.ม.)ที่อัตราภาระซีโอดี1-6 กก.ต่อลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพอาจถึง 90 % สำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง จะเกิดปัญหาการอุดตัน เกิดการสะสมของของแข็งในตัวกลาง เกิดการไหลลัดวงจร ส่วนการกระจายน้ำเสียจะเข้าอย่างทั่วถึง ข้อได้เปรียบของแบบนี้คือ อัตราการสลายอินทรีย์สูง การเดินระบบง่าย แต่มีข้อเสียเปรียบคือ ตัวกลางมีราคาแพง เกิดการอุดตันง่าย น้ำเสียควรมีของแข็งแขวนลอยต่ำ ลักษณะของถังกรองไร้อากาศในระบบไร้ออกซิเจนแสดงในภาพที่ 4.85 และลักษณะตัวกลางในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนแสดงในภาพที่ 4.86



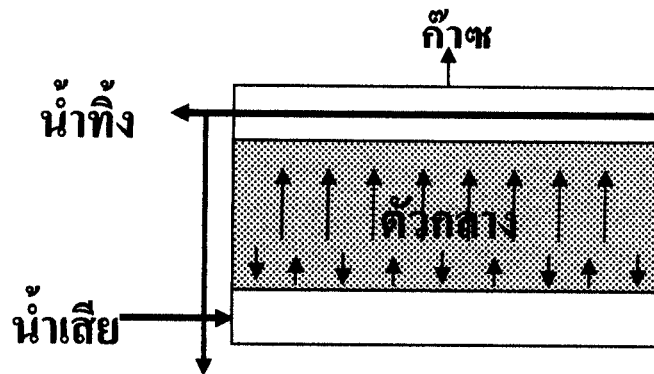
ภาพที่ 4.85 แสดงถังกรองไร้อากาศ ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน



ภาพที่ 4.86 แสดงตัวกลาง ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

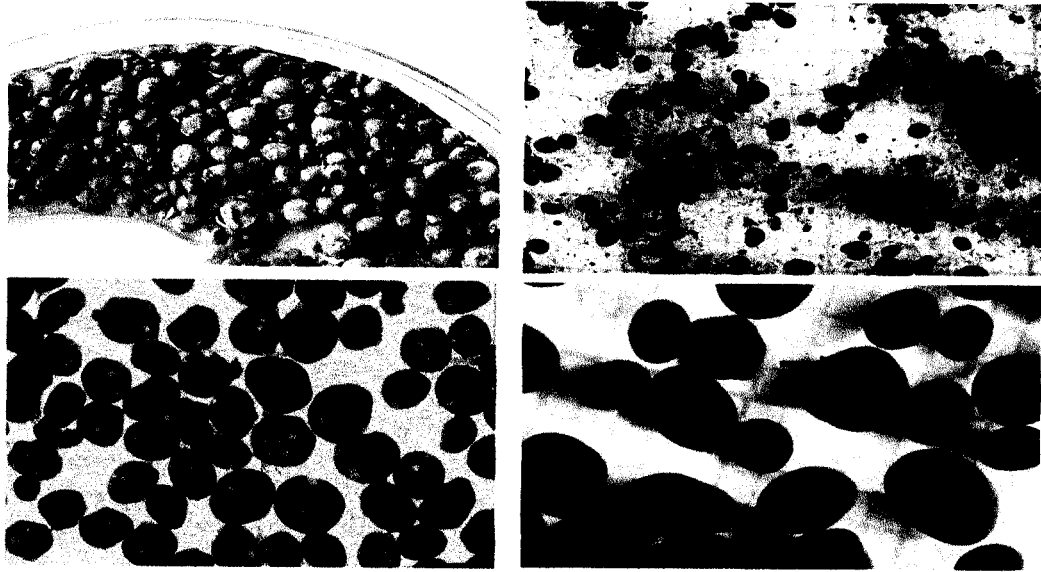
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6) ระบบชั้นลอยตัวไร้อากาศ (Anaerobic Fluidized Bed, AFB) จะเป็นถังปิดทรงสูง เป็นระบบพีลล์มตรึง โดยภายในบรรจุตัวกลางขนาดเล็กเพื่อให้แบคทีเรียเกาะ คือทราย แอนทราไซท์ ระบบนี้จะมีอัตราการไหลสูง ทำให้ตัวกลางอยู่ในสภาวะลอยตัวตลอดเวลา ตัวกลางมีขนาดเล็ก เช่น ทราย ถ่านกัมมันต์ (0.6–0.8 มม.) ใช้ความเร็วของน้ำไหลขึ้น 20–40 ม./ชม. ที่อัตราการระเหยชีโอดี 10–20 กก./ลบ.ม.-วัน ระบบมีประสิทธิภาพ 90% สำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งข้อได้เปรียบของระบบ คือ อัตราการระสารถอินทรีย์สูง ประสิทธิภาพสูง มีจุลินทรีย์จำนวนมากในระบบ (15–20 ก./ล.) ส่วนข้อเสียเปรียบ คือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบสูบน้ำสูง ตัวกลางมีราคาแพง น้ำเสียควรมีของแข็งแขวนลอยต่ำ ระยะเวลาเริ่มเดินระบบนาน ยุ่งยาก ลักษณะระบบชั้นลอยตัวไร้อากาศแสดงในภาพที่ 4.87

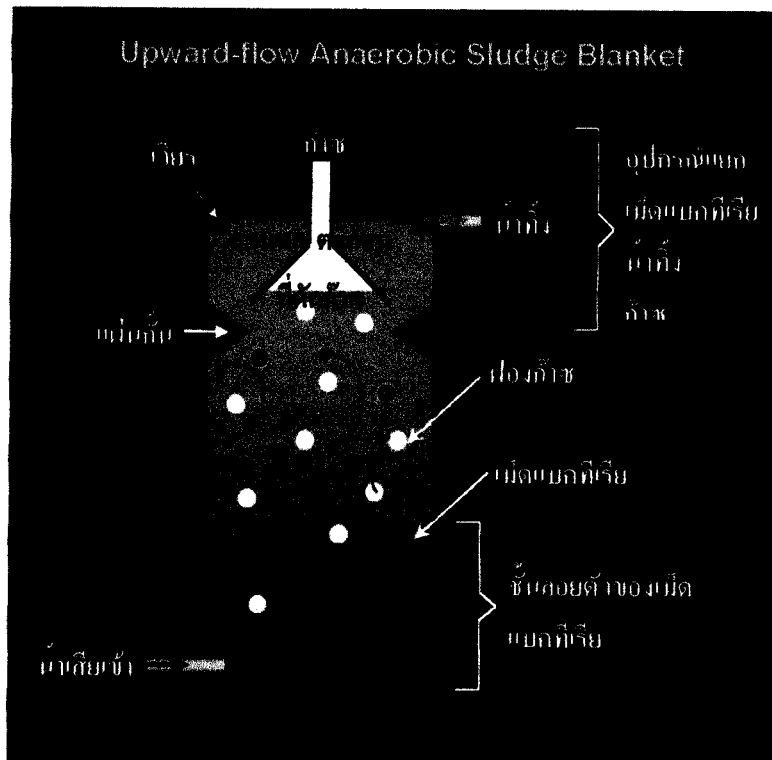


ภาพที่ 4.87 แสดงระบบชั้นลอยตัวไร้อากาศ ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

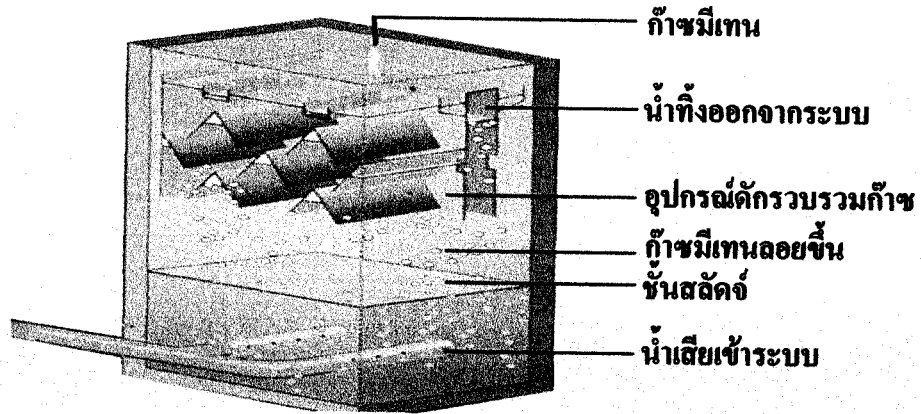
7) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) ระบบนี้แบคทีเรียถูกเลี้ยงให้จับตัวเป็นก้อน มีน้ำหนักมาก ตกตะกอนได้ดี น้ำเสียจะเข้าทางด้านล่าง ทำให้เกิดแบคทีเรียลอยตัว ซึ่งเม็ดแบคทีเรียจะมีขนาด 1–3 มม. เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะมีแบคทีเรียจำนวนมาก โดยช่วงกระจายตัวด้านบนมีความเข้มข้น 5–40 ก./ล. และช่วงด้านล่างของถังมีความเข้มข้น 50–100 ก./ล. ที่อัตราการระเหยชีโอดี 12–20 กก./ลบ.ม.-วัน มีประสิทธิภาพ 90% ที่ 30–35 องศาเซลเซียส สำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง, HRT 4–8 ชม. มีความเร็วของน้ำไหลขึ้น 2–6 ม./ชม. สำหรับข้อได้เปรียบของระบบนี้ คือ อัตราการระสารถอินทรีย์สูง ระยะเวลาพักค้ำ ไม่ต้องการตัวกลางที่มีราคาแพง ส่วนข้อเสียเปรียบ คือ น้ำเสียที่มีของแข็งแขวนลอยมากจะทำให้เกิดเม็ดแบคทีเรียได้ยาก โดยลักษณะของเม็ดแบคทีเรียแสดงในภาพที่ 4.88 ส่วนระบบยูเอเอสบีแสดงในภาพที่ 4.89 ซึ่งโครงสร้างภายในระบบยูเอเอสบีแสดงในภาพที่ 4.90 และ โครงสร้างในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนแสดงในภาพที่ 4.91



ภาพที่ 4.88 แสดงเม็ดแบคทีเรียในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

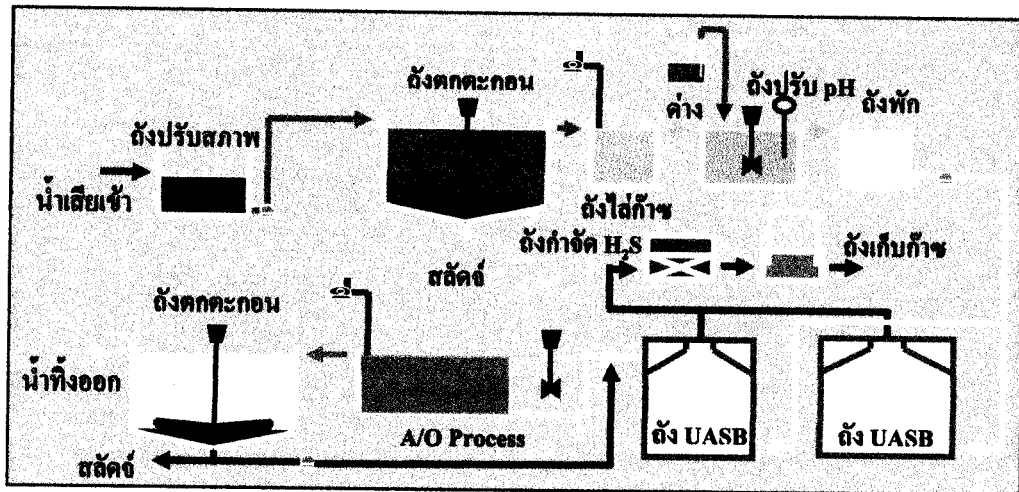


ภาพที่ 4.89 แสดงการบำบัดแบบไร้ออกซิเจนระบบยูเอเอสบี  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



ภาพที่ 4.90 แสดงโครงสร้างภายในระบบยูเอเอสบี

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



ภาพที่ 4.91 แสดงโครงสร้างในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

ที่มา : ดัดแปลงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

6.12.9 อัตราภาระสารอินทรีย์ของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ได้แก่

- 1) บ่อแอนแอโรบิก 0.1 - 2 กก. COD/ลบ.ม./วัน
- 2) ถังย่อยแบบสั้มผัส 1 - 5.5 กก. COD/ลบ.ม./วัน
- 3) ถังกรองไร้อากาศ 4 - 15 กก. COD/ลบ.ม./วัน
- 4) ชั้นลอยตัวไร้ออกซิเจน 10 - 30 กก. COD/ลบ.ม./วัน
- 5) UASB 15 - 25 กก. COD/ลบ.ม./วัน

## บทที่ 5

# เครื่องมือวัด เทคนิคการวัดประเมินคุณภาพคุณภาพน้ำเสีย ของโรงงานน้ำตาล

(Wastewater Treatment of Sugar Plant)

ในการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานแต่ละแห่ง ต้องทำการจัดส่งน้ำตัวอย่างของระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ตัวอย่างน้ำที่เข้าระบบ และตัวอย่างน้ำทิ้ง เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการตรวจสอบวิเคราะห์และรับรองผลการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน โดยในกระบวนการบำบัดน้ำเสียการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่จะเข้าระบบถือเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง เพราะถ้าทราบอัตราการไหลของน้ำเสียก็จะทำให้เราทราบปริมาณของน้ำเสียที่เราจะต้องทำการบำบัด โดยทั่วไปน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในโรงงานน้ำตาลจะรองรับโดยรางระบายน้ำเสียเข้าสู่ตะแกรงดักขยะต่างๆ บ่อดักไขมัน บ่อดักน้ำทิ้ง แล้วเข้าสู่กระบวนการระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ ต่อไปตามศักยภาพและความพร้อมของโรงงานนั้นๆ ในการที่จะตัดสินใจเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใด น้ำเสียจะถูกบำบัดให้ได้ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องของกำหนดหรือไม่ เครื่องมือวัด ขั้นตอนและเทคนิคการวัดประเมินคุณภาพน้ำเสียของโรงงาน จึงมีความจำเป็นที่ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลต้องศึกษา ซึ่งจะขอกล่าวพอสังเขปดังต่อไปนี้

### 1. การวัดและปรับอัตราการไหลของน้ำเสีย

#### 1.1 จุดประสงค์ของการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย

- 1.1.1 เพื่อทราบอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด
- 1.1.2 นำไปคำนวณเพื่อควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น อัตราการสูบสลัดจ์กลับ อัตราการทิ้งสลัดจ์ อัตราการเติมสารเคมี
- 1.1.3 เพื่อนำไปปรับอัตราการไหลเข้าระบบให้เหมาะสม

#### 1.2 สิ่งที่คุณควบคุมต้องรู้เกี่ยวกับอัตราการไหล

- 1.2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียออกแบบที่ อัตราการไหลเฉลี่ยเท่าไร
- 1.2.2 หน่วยบำบัดต่างๆ ออกแบบที่อัตราการไหลเฉลี่ยเท่าไร

1.2.3 ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบต่อวัน อัตราการไหลเฉลี่ยเท่าไร

1.2.4 อัตราการไหลที่ใช้ออกแบบ

$$\text{โดย อัตราการไหลเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวัน}}{24 \text{ ชม.}}$$

### 1.3 วิธีการวัดอัตราการไหล

1.3.1 คำนวณจากความเร็วของน้ำเสียในราง ได้แก่

1) วัดความเร็วของการไหลด้วยเครื่องมือ หรือใช้วัตถุลอยน้ำแล้วจับเวลา

2) ความเร็วที่ผิวหน้า  $\times 0.8 =$  ความเร็วเฉลี่ย

โดย อัตราไหล = ความเร็วเฉลี่ยของการไหล  $\times$  พื้นที่หน้าตัดของการไหล

ซึ่งสามารถนำไปปรับอัตราการไหลเข้าระบบให้เหมาะสมได้

3) เลือกวัดความเร็วในรางที่เป็นเส้นตรง ควรทำ 4 – 5 ครั้ง

|          |   |   |   |
|----------|---|---|---|
| การคำนวณ | Q | = | 0.8 WDL/T                                 |
| เมื่อ    | Q | = | อัตราการไหลของน้ำเสียในราง ลบ.ม./วินาที   |
|          | W | = | ความกว้างเฉลี่ยของราง เมตร                |
|          | D | = | ความลึกเฉลี่ยของราง เมตร                  |
|          | L | = | ระยะทางที่วัตถุลอยน้ำเคลื่อนที่ในราง เมตร |
|          | T | = | เวลาในการเคลื่อนที่ วินาที                |

1.3.2 การจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถัง

1) ใช้ในกรณีที่น้ำเสียไหลในท่อปิด

2) ใช้วิธีจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถัง

3) เพื่อความถูกต้องควรใช้ถังขนาดใหญ่ เวลาเต็มเต็มถึงไม่น้อยกว่า 1 นาที

|          |   |   |                               |
|----------|---|---|-------------------------------|
| การคำนวณ | Q | = | V/T                           |
| เมื่อ    | Q | = | อัตราไหลของน้ำ ลิตร/นาที      |
|          | V | = | ความจุน้ำเต็มถัง ลิตร         |
|          | T | = | เวลาที่น้ำเสียไหลเต็มถัง นาที |

4) ในกรณีถังรองรับน้ำเสีย เช่น บ่อพักน้ำเสีย ถังบำบัดน้ำเสีย ถังปรับเสมอ ถ้ำถังมีขนาดใหญ่ ไม่ต้องจับเวลาน้ำเสียที่ไหลเข้าจนเต็มถัง ซึ่งใช้เวลานาน ให้จับเวลาที่ระดับน้ำเสียสูงขึ้นกว่าระดับเริ่มต้น เช่น จับเวลาที่ 10 นาที

|          |   |   |   |
|----------|---|---|---|
| การคำนวณ | Q | = | 60 WDL/T  |
| เมื่อ    | Q | = | อัตราไหลของน้ำเสียในท่อ ลบ.ม./ชม.                       |
|          | W | = | ความกว้างของถังหรือบ่อ เมตร                             |
|          | L | = | ความยาวของถังหรือบ่อ เมตร                               |
|          | T | = | ระยะเวลา นาที   |
|          | D | = | ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น (จากระดับเดิม)ในถัง หน่วยเป็น เมตร |

ตัวอย่าง การวิเคราะห์อัตราการไหลเข้าถังรองรับน้ำเสีย

(1) **คำนวณจากระดับน้ำในถังที่เพิ่มขึ้น** ถ้ำถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร มีน้ำเสียเข้าสู่ถังทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น 10 ซม. ต่อ 2 นาที โดยไม่มีการสูบน้ำออกจากถัง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } Q &= 60 \text{ WDL/T} \\ &= \frac{60 \text{ นาที} \times 3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.}}{1 \text{ ชม.} \times 2 \text{ นาที} \times 100 \text{ ซม.}} \times 1 \text{ ม.} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราไหลของน้ำเสียในท่อ} = 36 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

(2) **คำนวณจากระดับน้ำในถังที่ลดลง โดยไม่มีน้ำเสียเข้าถัง** ถ้ำถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร เดินเครื่องสูบน้ำออกจากถังทำให้ระดับน้ำลดลง 10 ซม./ นาที โดยไม่มีน้ำเสียเข้าถัง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } Q &= 60 \text{ WDL/T} \\ &= \frac{60 \text{ นาที} \times 3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.}}{1 \text{ ชม.} \times 1 \text{ นาที} \times 100 \text{ ซม.}} \times 1 \text{ ม.} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราการสูบน้ำเสีย} = 72 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

(3) **คำนวณจากระดับน้ำในถังที่เพิ่มขึ้น โดยสูบน้ำเสียออกจากถัง** ถ้ำถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร เดินเครื่องสูบน้ำออกจากถัง พบว่าระดับน้ำเพิ่มขึ้น 10 ซม./5 นาที โดยมีอัตราน้ำเสียเข้าถัง 36 ลบ.ม.



$$\begin{aligned}
\text{อัตราการสูบน้ำ} &= \text{อัตราการไหลของน้ำเข้า} - \text{อัตราการระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น} \\
&= \frac{36 \text{ ลบ.ม./ชม.}}{5 \text{ นาที}} - \frac{(3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.} \times 1 \text{ ม.})}{100 \text{ ซม.}} \\
&= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} - 14.40 \text{ ลบ.ม./ชม.} = 21.60 \text{ ลบ.ม./ชม}
\end{aligned}$$

(4) **คำนวณจากระดับน้ำในถังที่ลดลง โดยมีน้ำเสียเข้าถัง** ถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร เดินเครื่องสูบน้ำออกจากถัง พบว่าระดับน้ำลดลง 10 ซม./5 นาที โดยมีน้ำเสียเข้าถัง 36 ลบ.ม./ชม.

$$\begin{aligned}
\text{อัตราการสูบน้ำ} &= \text{อัตราการไหลของน้ำเข้า} + \text{อัตราการระดับน้ำที่ลดลง} \\
&= \frac{36 \text{ ลบ.ม./ชม.}}{5 \text{ นาที}} + \frac{(3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.} \times 1 \text{ ม.})}{100 \text{ ซม.}} \\
&= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} + 14.40 \text{ ลบ.ม./ชม.} = 50.40 \text{ ลบ.ม./ชม}
\end{aligned}$$

### 1.3.3 วิธีจับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย

- 1) วัดเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียในแต่ละชม.
- 2) ต้องมีอุปกรณ์วัดเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำ (Counter Hour Meter)
- 3) ราคาไม่แพง ติดตั้งง่าย แต่ต้องตรวจสอบอัตราการสูบน้ำให้ได้ก่อน
- 4) อัตราการไหลของน้ำเสีย = เวลาทำงานคูณกับอัตราสูบของเครื่องสูบน้ำเสีย

$$\text{การคำนวณ} \quad Q = \frac{CT}{60}$$

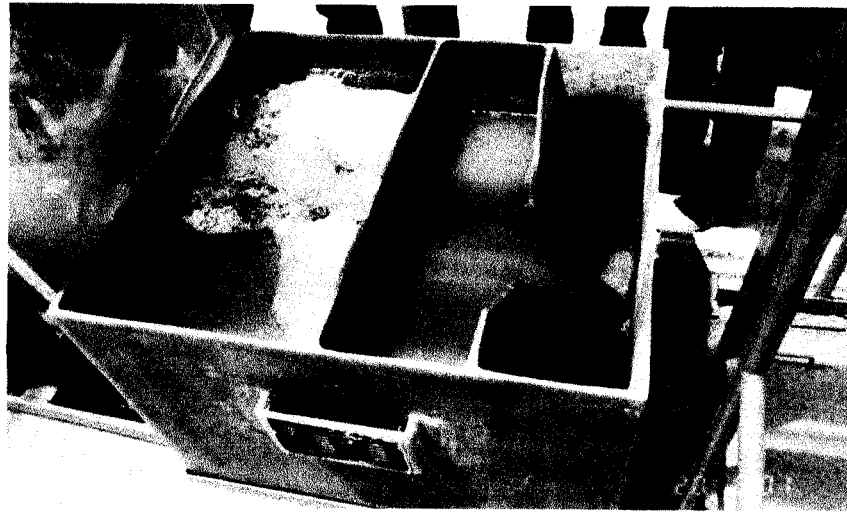
$$\text{เมื่อ} \quad Q = \text{อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./ชม.}$$

$$C = \text{อัตราสูบของเครื่องสูบน้ำเสีย ลบ.ม./ชม.}$$

$$T = \text{เวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำใน 1 ชม นาที/ชม.}$$

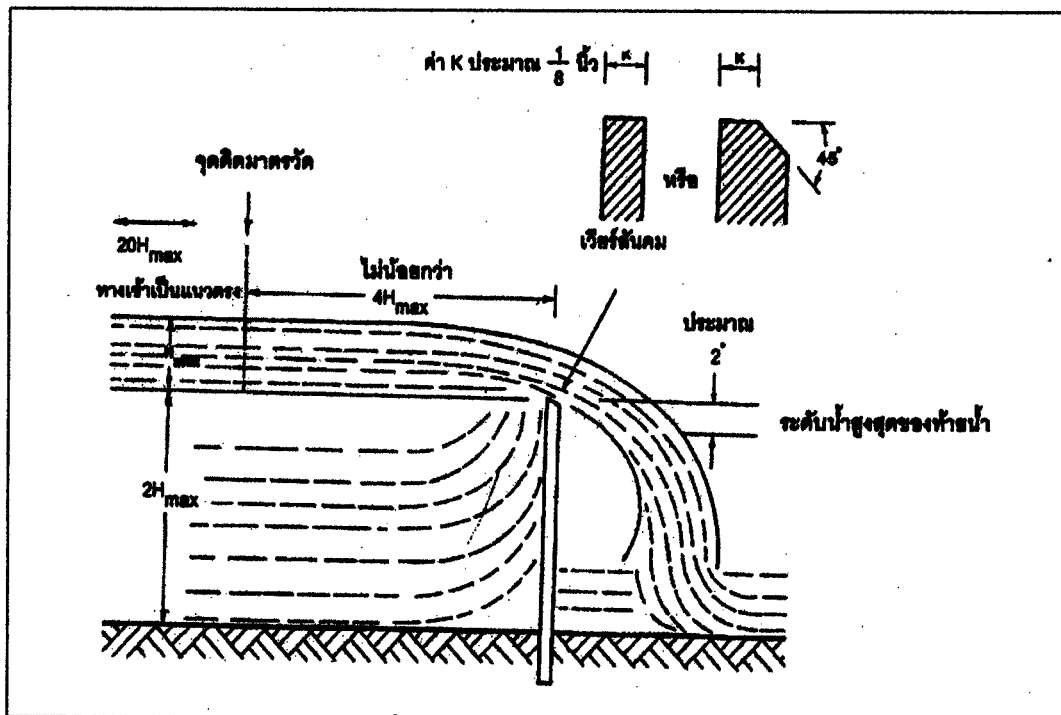
### 1.3.4 วัดอัตราการไหลด้วยเวียร์ ชนิดสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม

- 1) ใช้กันทั่วไป สะดวก ติดตั้งง่าย
- 2) ด้านบนสันเวียร์อาจเป็นเส้นตรงหากเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือรูปตัว V
- 3) สันเวียร์มีลักษณะคมคล้ายคมมีด
- 4) อัตราการไหลเป็นสัดส่วนกับความสูงของน้ำเหนือเวียร์



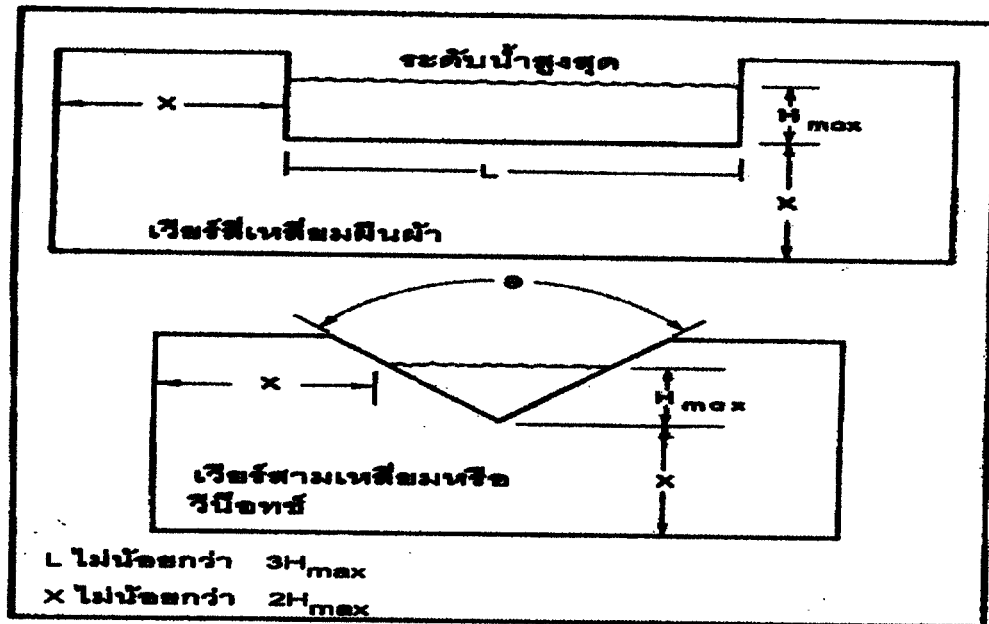
ภาพที่ 5.1 แสดงเวียร์ตามเหลี่ยมหรือถังวีเนียนอทซ์

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



ภาพที่ 5.2 แสดงลักษณะของเวียร์ต้นคม

ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543) "ปริมาณน้ำเสียและภาวะบรรทุกน้ำเสีย" ประมวลสาระชุดวิชาการ  
จัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม, หน้าที่ 4 : 206



ภาพที่ 5.3 แสดงข้อกำหนดของเวียรสี่เหลี่ยมผืนผ้า และเวียรสามเหลี่ยม

ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543) "ปริมาณน้ำเสียและภาวะบรรทุกน้ำเสีย" ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม, หน้าที่ 4 : 207

(1) เวียรชนิดสามเหลี่ยม

- เหมาะสำหรับอัตราการไหลน้อย
- ช่องบากเป็นรูปตัว V นิยมใช้ 2 ชนิด คือ ชนิด 60 องศา และ 90 องศา

สูตรการคำนวณอัตราการไหลของน้ำผ่านเวียร ชนิด 60 องศา

|          |   |   |  |
|----------|---|---|--|
| การคำนวณ | Q | = | $0.85 H^{2.5}$                             |
| เมื่อ    | Q | = | อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./วินาที                |
|          | H | = | ความสูงของระดับน้ำจากจุดยอดสามเหลี่ยม เมตร |

สูตรการคำนวณอัตราการไหลของน้ำผ่านเวียร ชนิด 90 องศา

|          |   |   |  |
|----------|---|---|--|
| การคำนวณ | Q | = | $1.47 H^{2.5}$                             |
| เมื่อ    | Q | = | อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./วินาที                |
|          | H | = | ความสูงของระดับน้ำจากจุดยอดสามเหลี่ยม เมตร |

(2) **เวียร์ชนิดตีเหลี่ยม**

- ข้อกำหนดของเวียร์ ต้องวัดความสูงจากก้นรางถึงสันเวียร์  $X \geq 2H_{max}$

**สูตรการคำนวณอัตราการไหลของน้ำผ่านเวียร์**

|          |   |   |                                       |
|----------|---|---|---------------------------------------|
| การคำนวณ | Q | = | 1.84 LH <sup>1.5</sup>                |
| เมื่อ    | Q | = | อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./วินาที           |
|          | L | = | ความยาวของสันเวียร์ เมตร              |
|          | H | = | ความสูงของระดับน้ำเหนือสันเวียร์ เมตร |

**ข้อควรคำนึงถึงในการใช้เวียร์**

- ความสูงจากก้นรางถึงสันเวียร์  $\geq 2H_{max}$
- ด้านล่างของน้ำที่สันเวียร์ไม่เกิดสุญญากาศ
- สันเวียร์ต้องติดตั้งระดับเสมอ ไม่มีเศษผงหรือตะกอนจับอยู่
- การวัดความสูงของระดับน้ำเหนือสันเวียร์ วัดที่จุดห่าง  $\geq 4H_{max}$  เหนือสัน
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ในกรณีที่น้ำมีปริมาณตะกอนมาก

**2. การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสียในภาคสนาม**

2.1 **วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย** การเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานน้ำตาล สามารถกระทำได้ดังนี้

2.1.1 **วิธีเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling)** การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อตรวจสอบ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ, pH, คลอรีนตกค้าง ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ในน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว จึงต้องเก็บตัวอย่างโดยการจ้วงตักเก็บตัวอย่างไปตรวจสอบวิเคราะห์ โดยตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วงตักไม่ได้แสดงถึงลักษณะสมบัติโดยเฉลี่ยของตัวอย่างน้ำเสีย แต่ตัวอย่างและข้อมูลที่วิเคราะห์ได้เป็นลักษณะสมบัติในเวลาขณะที่เก็บตัวอย่างเท่านั้น

2.1.2 **วิธีเก็บตัวอย่างแบบผสม (composite sampling)** เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อให้ได้ตัวแทนที่แท้จริงของน้ำเสียทั้งหมด เป็นการเก็บตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องเก็บตัวอย่างตลอดวัน โดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติสำหรับเก็บตัวอย่าง หรือใช้วิธีเก็บตัวอย่างแบบจ้วงตัก

ในเวลาต่างๆ ตลอดวันติดต่อกันเป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดช่วงเวลาทำงานของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย แล้วนำตัวอย่างทั้งหมดที่จ้วงตักได้มาผสมกันเป็นตัวอย่างน้ำรวม ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่จ้วงตักเก็บมา และนำมาผสมกันอาจจะเท่ากันทุกครั้งหรือเป็นไปตามอัตราการใช้ของน้ำในแต่ละชั่วโมงก็ได้ ซึ่งน้ำรวมนี้จะเป็นตัวแทนของน้ำเสียทั้งหมดได้

## 2.2 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ประกอบด้วย

2.2.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย เป็นขวดแก้วหรือ โพลีเอทิลีน (polyethylene) มีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุน้ำไปทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ซึ่งก่อนใช้ต้องล้างให้สะอาดด้วยกรดโครมิก (chromic acid) แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2-3 ครั้ง และล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง แต่ถ้าต้องการนำขวดไปเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ต้องอบนึ่ง (sterilized) เพื่อนำเข้าก่อนนำไปใช้ ในกรณีเป็นขวดโพลีเอทิลีน ก่อนใช้ต้องล้างให้สะอาดหลายๆครั้งเพื่อกำจัดสารเคมีตกค้างที่ติดมาเนื่องจากกระบวนการผลิตขวด ถ้าไม่แน่ใจให้ใช้ขวดแก้วแทน และเมื่อจะบรรจุเก็บตัวอย่างน้ำเสียก็ควรใช้ตัวอย่างน้ำเสียนั้นล้างขวดเก็บตัวอย่างอีกครั้งก็ได้

2.2.2 อุปกรณ์อื่นๆ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ได้แก่ ภาชนะสำหรับจ้วงตักตัวอย่างน้ำเสีย กระบอกตวง ถังน้ำแข็งแช่เก็บตัวอย่างน้ำเสีย เทอร์โมมิเตอร์ สายวัดคินสอ และฉลากสำหรับปิดขวดสารเคมีที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

2.3 ตำแหน่งและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานน้ำตาลควรกระทำเป็นประจำทุกๆ สัปดาห์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวควรเพิ่มความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเป็นสัปดาห์ละ 3 วัน เพื่อเป็นการตรวจสอบเผื่อระวังในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียอย่างใกล้ชิด ซึ่งตัวอย่างน้ำเสียควรเก็บจากแหล่งต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

2.3.1 แหล่งน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด ได้แก่

- 1) ถังปรับเสมอ (Equalizing Tank)
- 2) ถังพักน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด ในกรณีที่โรงงานน้ำตาลไม่มีถังปรับสภาพ

น้ำเสีย

2.3.2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียเข้าระบบและออกของหน่วยบำบัด เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัด และควบคุมการทำงานของระบบจำเป็นต้องมีการเก็บตัวอย่างน้ำที่เข้าและออกจากหน่วยบำบัดย่อยตามขั้นตอนของระบบบำบัด จุดเก็บตัวอย่างอาจเป็นรางน้ำ ท่อ หรือถังพักน้ำเสีย โดยควรเป็นตำแหน่งที่ผสมผสานของน้ำเสียเป็นอย่างดี แต่ถ้าหน่วยบำบัดย่อย 2 หน่วยย่อย

อยู่ติดกัน อาจเลือกเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เข้าระบบในหน่วยย่อยที่ 1 แล้วเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดหน่วยย่อยที่ 2 เพื่อเป็นการลดภาระในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียไปตรวจวิเคราะห์

2.3.3 เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งสุดท้ายของระบบบำบัด เป็นการตรวจสอบระบบบำบัดว่าสามารถบำบัดน้ำเสียผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ อันเป็นการตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งขั้นสุดท้าย ก่อนที่จะระบายออกนอกโรงงานต่อไป

ในการเก็บตัวอย่างถ้าไม่มีเครื่องมือเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ อาจใช้คนเก็บตัวอย่างแบบช่วงๆ 1 ชั่วโมง ติดต่อกันตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะในช่วงหีบอ้อย โดยนำตัวอย่างที่จ้วงตักมานำมาผสมกันในอัตราส่วนตามอัตราการไหล เพื่อให้ได้ตัวอย่างน้ำเสียผสม 1 ขวด ส่วนในกรณีที่เป็นกรณีก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในรางระบายน้ำ ควรเก็บตัวอย่างน้ำเสียดังกล่าวที่ระดับความลึก 2 ใน 3 ของระดับความลึกของการไหลในรางระบายน้ำเสีย อุปกรณ์ในการชักเก็บตัวอย่างน้ำในกรณีนี้ อาจใช้เครื่องสูบน้ำขนาดจั่วที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลาสวยงามตามบ้าน มาดัดแปลงใช้เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ได้ และในกรณีเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อตรวจวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนละลายในน้ำเสีย ต้องระวังไม่ให้น้ำเสียที่เก็บมาสัมผัสกับอากาศเพื่อป้องกันมิให้ออกซิเจนละลายในน้ำ ได้มากกว่าที่เป็นน้ำเสียจากสภาพจริง ซึ่งแผนการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลแสดงในตาราง 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงแผนการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

| จุดเก็บตัวอย่าง            | อุณหภูมิ | ค่า pH | ของแข็งแขวนลอย | ออกซิเจนละลายน้ำ | ค่า BOD | ของแข็งทั้งหมด (TSS) | คลอรีนตกค้าง |
|----------------------------|----------|--------|----------------|------------------|---------|----------------------|--------------|
| <u>หน่วยบำบัดเบื้องต้น</u> |          |        |                |                  |         |                      |              |
| น้ำเข้าระบบย่อย            | G        | G      | C              |                  | C       |                      |              |
| น้ำออกระบบย่อย             |          | G      | C              |                  | C       |                      |              |
| <u>ระบบบำบัด</u>           |          |        |                |                  |         |                      |              |
| ถังเติมอากาศ               |          |        | G              | G                |         |                      |              |
| <u>น้ำทิ้งสุดท้าย</u>      | G        | G      | C              | G                | C       | C                    | G            |

หมายเหตุ C = เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบผสม

G = เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วง

ที่มา : ดัดแปลงตารางจาก กรมควบคุมมลพิษ (2547) คู่มือผู้ให้บริการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย : 87

2.4 การตรวจวิเคราะห์น้ำเสียในภาคสนาม ในการตรวจวิเคราะห์น้ำเสียของโรงงานน้ำตาล ในภาคสนาม เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดในภาคสนามต่างๆ จะต้องปรับเทียบความถูกต้องของ เครื่องก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง วิธีในการใช้เครื่องมือแต่ละชนิดจะมีระบุกำกับเครื่องอยู่แล้ว ผู้ควบคุมดูแล ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ควรศึกษารายละเอียดการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องให้เข้าใจก่อน ในการใช้งาน โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีในการตรวจวัดพารามิเตอร์ในภาคสนามแสดง ในตารางที่ 5.2 ส่วนเครื่องวัดค่า pH แบบต่างๆแสดงในภาพที่ 5.4

ตารางที่ 5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีในการตรวจวัดพารามิเตอร์ในภาคสนาม

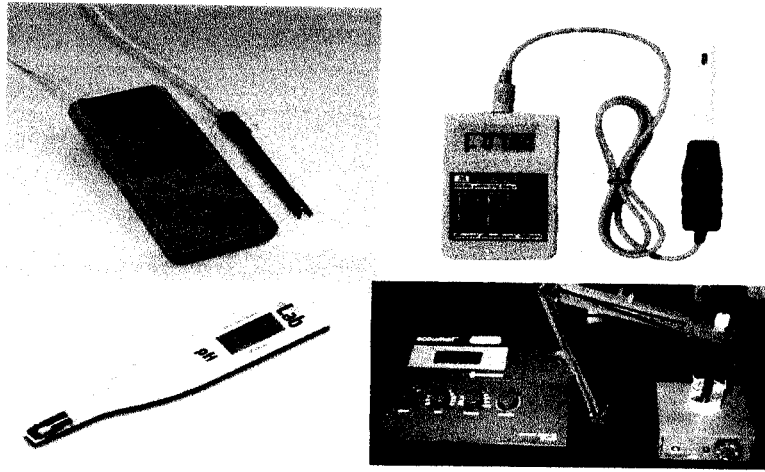
| พารามิเตอร์<br>ที่ตรวจวัด | เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้  | วิธีการตรวจวัด  |
|---------------------------|---|---|
| อุณหภูมิ                  | - เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอท (mercury filled thermometer) มีช่วงอุณหภูมิในการวัด 0-100°ซ หรือ 0-50°ซ ตามความเหมาะสมของตัวอย่างน้ำเสีย มีสเกลอ่านได้ละเอียดถึง 0.1°ซ | - จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในตัวอย่างน้ำเสียที่เพิ่งเก็บให้มิดปลายกะเปาะ แก้วและอ่านค่าอุณหภูมิของน้ำเสีย  |
| พีเอช (pH)                | - กระดาษลิตมัส (litmus paper) กระดาษพีเอช (pH strip) ช่วงในการวัด 1-14  | - ใช้สำหรับวัดค่าพีเอชโดยประมาณ โดยการแบ่งตัวอย่างมาจำนวนเล็กน้อย ใช้กระดาษลิตมัสจุ่มลงให้มิดแถบสีทั้งหมด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานข้างกล่อง ก็จะทราบค่าพีเอชโดยประมาณ เช่น 6,7,10  |
| พีเอช (pH)                | - ชุดตรวจวัดพีเอช (pH test kit) โดยใช้อินดิเคเตอร์ที่มีช่วงเปลี่ยนสีสำหรับตัวอย่างน้ำ   | - เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำเสียที่ไม่มีสีวิธีนี้จะวัดค่าพีเอชได้ละเอียดกว่าใช้กระดาษลิตมัสวิธีการวัดโดยการใส่ตัวอย่างลงในหลอดวัดเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ในปริมาณที่กำหนด ปิดฝาเขย่าและเทียบกับสีมาตรฐานข้างหลอด (รายละเอียดวิธีใช้จะมีอยู่ในชุดตรวจ) |

ตารางที่ 5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการตรวจวัดพารามิเตอร์ในภาคสนาม (ต่อ)

| พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด            | เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้  | วิธีการตรวจวัด   |
|----------------------------------|---|--|
| พีเอช (pH)                       | - มาตรฐานพีเอช (pH meter) มีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ | - วิธีการตรวจวัด โดยการปรับเทียบเครื่องก่อนการใช้งาน โดยการใช้สารละลาย pH buffer 7 และ 4 หรือ 7 และ 10 ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งแล้วจุ่มหัววัดลงในตัวอย่างน้ำเสียที่ต้องการวัดให้มิดหัววัด (probe) แกว่งหัววัดหรือเขย่าตัวอย่างขณะวัดจนค่านิ่งจึงอ่านค่าพีเอช                                |
| ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) | - เครื่องดีไอมิเตอร์ (DO Meter) หรือ ออกซิเจนมิเตอร์ (Oxygen Meter)     | - ปรับค่า Zero และ Span เครื่อง โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ปรับค่า Zero และใช้น้ำกลั่นเติมอากาศจนอิ่มตัวสำหรับปรับค่า Span ให้ได้ค่าการละลายของออกซิเจน ณ อุณหภูมิ แล้วจึงนำไปวัดตัวอย่าง   |
| ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) | - ขวดบีโอดีและสารในการวิเคราะห์   | - เป็นการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Azide Modification ซึ่งจะใช้สารละลายของ $MnSO_4$ และ Alkali-Iodide-Azide เป็นตัวตรึงออกซิเจนที่อยู่ในน้ำแล้วจึงละลายตะกอนด้วยกรด $H_2SO_4$ และวิเคราะห์ $I_2$ ที่สมมูลกับออกซิเจน โดยใช้ $Na_2S_2O_3$ เป็นสารละลายมาตรฐานที่นำมาไตเตรตด้วยและใช้น้ำเป็งเป็นอินดิเคเตอร์ |

ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543) “การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย” *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม*, หน้าที่ 4 : 224



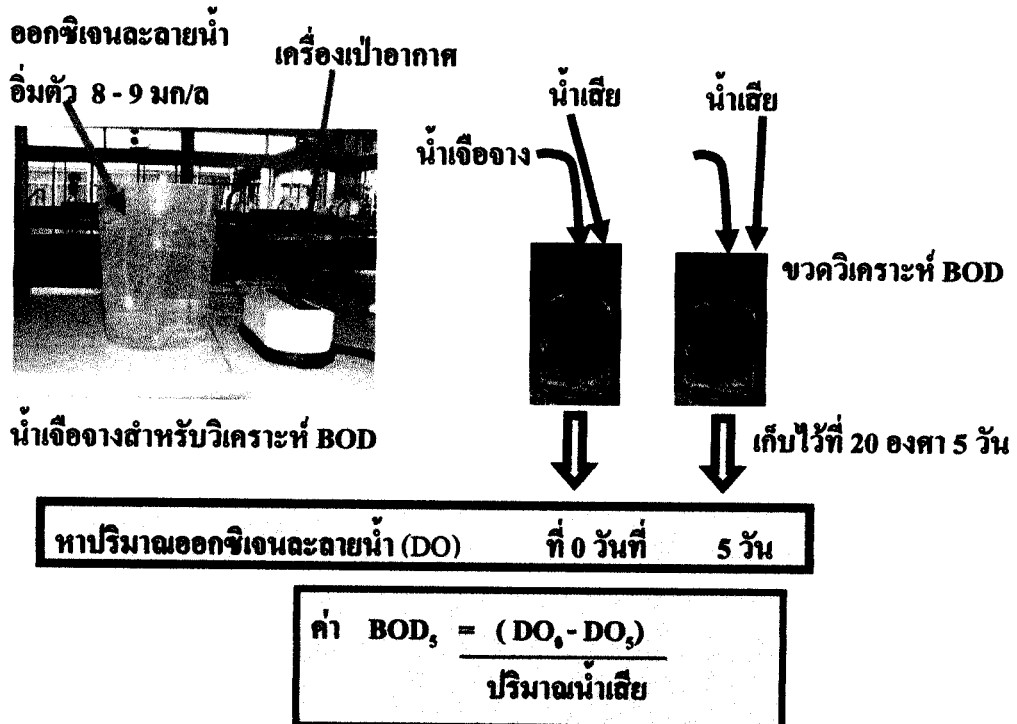


ภาพที่ 5.4 แสดงเครื่องวัดค่า pH แบบต่างๆ

2.5 การหาปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ BOD แสดงในภาพที่ 5.5

BOD = Biochemical Oxygen Demand

= ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ



ภาพที่ 5.5 แสดงการหาค่าบีโอดีด้วยขวดวิเคราะห์ บีโอดี

### 3. การเก็บรักษาและส่งตัวอย่างน้ำเสียเข้าตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

#### 3.1 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสีย

ในการวิเคราะห์น้ำเสียจะต้องวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียทันทีหลังจากที่เก็บตัวอย่างมา เพื่อให้ผลการวิเคราะห์เชื่อถือได้เป็นตัวแทนของคุณภาพที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพราะถ้าทิ้งตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมาไว้นาน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของน้ำเสียทั้งทางด้านเคมีและชีววิทยาได้ ดังนั้นการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียก็เพื่อป้องกันและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของตัวอย่างน้ำเสียในช่วงหลังการเก็บตัวอย่างเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจึงต้องดำเนินการซึ่งในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียแสดงในตาราง 5.3

ตาราง 5.3 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

| ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ | ภาชนะบรรจุ | ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ (มล.) | การเก็บรักษา                                   | ช่วงระยะเวลาการเก็บ |
|------------------------|------------|-----------------------------|--|---------------------|
| ความเป็นกรด-ด่าง (pH)  | P, G(B)    | 100                         | แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ                              | 0.25 ชั่วโมง        |
| ปริมาณของแข็ง (Solids) | P, G       | 200                         | แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ                              | 7 วัน               |
| บีโอดี (BOD)           | P, G       | 1,000                       | แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ                              | 6 ชั่วโมง           |
| ซีโอดี (COD)           | P, G       | 100                         | เติมกรดซัลฟูริกถึง pH < 2 และแช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ | 7 วัน               |

หมายเหตุ P = ขวดพลาสติก (โพลีเอทิลีน), G = ขวดแก้ว, G(B) = ขวดแก้ว(บอโรซิลิเกต)

ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543) "การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย" *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม*, หน่วยที่ 4 : 221

### 3.2 การส่งตัวอย่างน้ำเสียไปตรวจในห้องปฏิบัติการ

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาแล้วต้องรีบส่งห้องปฏิบัติการทันที แต่เนื่องจากโรงงานน้ำตาลไม่มีห้องปฏิบัติการเป็นของตนเอง ต้องส่งตรวจที่ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาและพลังงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี จึงต้องเก็บตัวอย่างน้ำเสียเหล่านี้ไว้ในห้องเย็นหรือแช่ในถังน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และต้องเขียนฉลากติดไว้ข้างขวดตัวอย่างน้ำเสียทุกขวด โดยเขียนทันทีที่เก็บตัวอย่าง ดังตัวอย่างฉลากขวดเก็บตัวอย่างน้ำเสียในการส่งตรวจวิเคราะห์ ที่แสดงในภาพที่ 5.6

|   |
|---|
| ตัวอย่างน้ำของ.....                     |
| จุดที่เก็บ.....                         |
| วิธีการเก็บ.....                        |
| อุณหภูมิ.....พีเอช.....ดีไอ.....(ถ้ามี) |
| วิธีการเก็บรักษา.....                   |
| เวลา.....วันที่.....                    |
| ผู้เก็บ.....                            |

ภาพที่ 5.6 แสดงตัวอย่างฉลากขวดเก็บตัวอย่างน้ำเสียในการส่งตรวจวิเคราะห์

ที่มา : คัดแปลงตารางจาก กรมควบคุมมลพิษ (2547) คู่มือผู้ให้บริการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย : 93

### 3.3 ระยะเวลาการเก็บและการส่งตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลาที่ยอมรับมากที่สุดที่จะเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาลไว้ก่อนทำการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ คือ

3.3.1 น้ำเสียในช่วงฤดูปิดหีบอ้อย 72 ชั่วโมง

3.3.2 น้ำเสียในช่วงฤดูหีบอ้อย 48 ชั่วโมง

## บทที่ 6

### การควบคุมดูแลรักษาตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

ผู้ควบคุม ดูแลรักษาและตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล มีหน้าที่ให้บริการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน จึงสามารถกำหนดขอบเขตงานของผู้ดูแลระบบในการที่จะให้บริการบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลได้ดังนี้

1. งานเตรียมการก่อนเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ งานตรวจสอบสภาพทั่วไปต่างๆ ที่ต้องกระทำก่อนการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน
2. งานเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ งานเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียให้พร้อมสำหรับกำจัดสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสีย
3. งานตรวจสอบสมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การตรวจสอบขีดความสามารถของหน่วยบำบัดย่อยต่างๆ และของทั้งระบบบำบัดน้ำเสีย
4. งานควบคุมและเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ งานควบคุมดูแลรักษา ระบบให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามขีดความสามารถที่มีอยู่ของระบบ

ซึ่งงานในหัวข้อ 1-3 เป็นงานที่ต้องกระทำเฉพาะในช่วงแรกของงานบริการบำบัดน้ำเสีย ก่อนการเปิดโรงงานรับหีบอ้อยเท่านั้น อันถือเป็นการเตรียมการบำบัดน้ำเสีย ส่วนงานในข้อที่ 4 เป็นงานที่มีความสำคัญที่ผู้ดูแลระบบต้องกระทำเป็นประจำและถือเป็นงานหลักของงานบริการบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

#### 1. งานเตรียมการก่อนเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียต้องทำการสำรวจตรวจสอบและจดบันทึกสภาพทั่วไปของระบบและรายงานผลการสำรวจสภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน เพื่อเป็นการเตรียมการก่อนเริ่มเดินระบบบำบัด การะงานต่างๆ ที่ต้องตรวจสอบเตรียมการก่อนเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

- 1.1 การตรวจสอบเอกสารออกแบบและแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย
  - 1.1.1 เอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วย

- 1) แผนผังแสดงแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากขั้นตอนการผลิตต่างๆ
- 2) ลักษณะของน้ำเสียของแหล่งกำเนิดต่างๆ
- 3) อัตราการไหลของน้ำเสีย
- 4) กระบวนการบำบัดน้ำเสีย
- 5) รายละเอียดการคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
- 6) แบบแปลนการก่อสร้างระบบ (แบบก่อสร้างจริง As-built Drawing)
- 7) เอกสารประกอบแบบ ได้แก่ รายละเอียดในการก่อสร้าง (รายการคำนวณ)

รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องจักร ตู้มือการเดินระบบ

#### 1.1.2 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ควรประกอบด้วย

- 1) ที่ตั้งของระบบ (Treatment Plant Location)
- 2) ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย (Flow Diagram)
- 3) หน้าตัดชลศาสตร์ (Hydraulic Profile)
- 4) ผังบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย (Treatment Plant Layout)
- 5) ผังบริเวณระบบท่อ (Piping Layout)
- 6) แปลนหน่วยบำบัด (Unit Treatment)
- 7) รูปตัดแสดงรายละเอียดของหน่วยบำบัด (Cross section of Unit Treatment)

## 1.2 การตรวจสอบภาคสนาม

ผู้ควบคุมจะมีความเข้าใจระบบมากขึ้นเมื่อตรวจสอบภาคสนามควบคู่กับแบบแปลนก่อสร้างในกรณีที่ไม่มีข้อมูล ไม่มีแบบแปลนก่อสร้าง ต้องทำการสำรวจภาคสนาม ดังนี้

### 1.2.1 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

### 1.2.2 หน้าตัดชลศาสตร์

### 1.2.3 ขนาดและปริมาตรของหน่วยบำบัดต่างๆ ได้แก่

- 1) ถังหรือบ่อเติมอากาศ ถังหรือบ่อปรับสภาพ ถังหรือบ่อตกตะกอน
- 2) เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบลูกตะกอน เช่น อัตราการสูบ ขนาดมอเตอร์
- 3) เครื่องจักรกลอื่นๆ เช่น เครื่องเติมอากาศ เครื่องเติมสารเคมี เครื่องจ่ายคลอรีน ขนาดของมอเตอร์
- 4) อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์วัดต่างๆ เช่น เครื่องวัดค่า DO, pH, ORP, ลูกกลิ้ง
- 5) อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ใช้ในระบบ

### 1.3 การตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบ

1.3.1 ตรวจสอบแบบแปลนพร้อมทั้งตรวจสอบภาคสนาม เพื่อทำการซ่อมปรับปรุง หรือเปลี่ยนทดแทนใหม่ เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพ

1.3.2 ตรวจสอบสภาพ ความแข็งแรง การชำรุด การทรุดตัว การรั่วซึมของโครงสร้าง ระบบท่อหรือรางน้ำเสียและระบบท่อต่างๆ

1.3.3 ตรวจสอบสภาพความพร้อมที่จะทำงานของเครื่องสูบน้ำ สูบตะกอนและ เครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องเติมอากาศ เครื่องเติมสารเคมี เครื่องจ่ายคลอรีน มอเตอร์ต่างๆ

1.3.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบควบคุม

### 1.4 ตรวจสอบขนาดของหน่วยบำบัดต่างๆ

1.4.1 เปรียบเทียบข้อมูล ลักษณะและปริมาณน้ำเสียที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม และข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบว่าถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่

1.4.2 เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ออกแบบขนาดของหน่วยบำบัดต่างๆ กับเกณฑ์ที่ใช้ เป็นมาตรฐานออกแบบ

1.4.3 ตรวจสอบลักษณะของถังหรือบ่อต่างๆ และการทำงานของเครื่องจักรในถัง หรือบ่อ ได้แก่

1) ถังหรือบ่อปรับเสมอ ได้แก่ ขนาดใหญ่เพียงพอที่จะทำให้ปรับอัตราการไหลเข้าระบบบำบัดได้คงที่ (เวลากักพัก 6–24 ชม.) มีการกวนผสมสมบูรณ์ ไม่มีตะกอนนอนก้นถึง

2) ถังหรือบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เวลากักพัก ความลึก มีการกวนผสมสมบูรณ์ ไม่มีตะกอนนอนก้นถึง

3) ถังหรือบ่อตกตะกอน ได้แก่ พื้นที่ผิว อัตราน้ำล้นผิว ความลึก เวลากักพัก ตะกอนจมตัวได้ดี น้ำใส การไหลเข้าและออกของน้ำและสลัดจ์ไม่ทำให้เกิดการปั่นป่วนเครื่องกวาด ไม่ทำให้ตะกอนฟุ้งลอย

4) ถังปฏิกรณ์เคมี ได้แก่ เวลากักพัก ความเร็วในการกวน

5) ถังกวนเร็ว ได้แก่ ผสมสารเคมีได้ดี อย่างรวดเร็ว

6) ถังกวนช้า ได้แก่ ทำให้เกิดฟล็อกที่มีขนาดใหญ่ ฟล็อกไม่แตก

7) ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆ ให้ทำหน้าที่ตามที่ออกแบบไว้ โดยขนาดของเครื่องจักรกลต่างๆ เป็นกิโลวัตต์ต่อปริมาตร

8) เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบสลัดจ์ เครื่องสูบสารเคมี ได้แก่ อัตราการสูบน้ำ ค่าที่ออกแบบไว้ การควบคุมอัตราการไหล การควบคุมวาล์ว

9) เครื่องเติมอากาศ ได้แก่ การถ่ายเทออกซิเจนทั่วถึงคือ ค่า DO > 2 มก./ล.

10) อุปกรณ์ควบคุมค่า pH, ORP ได้แก่ ทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

โดยผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องจัดทำรายงานผลการสำรวจตรวจสอบสภาพทั่วไป เพื่อให้ได้รับทราบและทำการแก้ไข ซ่อมแซม ให้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ตั้งตารางที่ 6.1 เป็นตัวอย่างแบบรายการตรวจสอบสภาพการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

#### ตารางที่ 6.1 แบบรายการตรวจสอบสภาพการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงงานน้ำตาล.....

วันที่ตรวจสอบ.....เวลาตรวจสอบ.....

| ลำดับที่ | รายการตรวจสอบสภาพ  | ผลการตรวจสอบสภาพ |                          | หมายเหตุ |
|----------|--|------------------|--------------------------|----------|
|          |  | เรียบร้อย        | สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง |          |
| 1        | เครื่องเก็บขยะ<br>1.1 ชิ้นส่วนต่างๆ<br>1.2 มอเตอร์                                   |                  |                          |          |
| 2        | บ่อดักไขมัน<br>2.1 ถังเก็บไขมัน<br>2.2 ไม้ดักไขมัน                                   |                  |                          |          |
| 3        | บ่อดักทราย   |                  |                          |          |
| 4        | เครื่องมือวัดปริมาณน้ำ   |                  |                          |          |
| 5        | เครื่องสูบน้ำเสีย<br>5.1 เครื่องสูบน้ำ<br>5.2 มอเตอร์                                |                  |                          |          |
| 6        | เครื่องเติมอากาศ<br>6.1 ใบกวน<br>6.2 เฟืองทด<br>6.3 มอเตอร์<br>6.4 การปรับระดับใบกวน |                  |                          |          |

**ตารางที่ 6.1 แบบรายการตรวจสอบสภาพการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)**

โรงงานน้ำตาล.....

วันที่ตรวจสอบ.....เวลาตรวจสอบ.....

| ลำดับที่ | รายการตรวจสอบสภาพ   | ผลการตรวจสอบสภาพ |                          | หมายเหตุ |
|----------|---|------------------|--------------------------|----------|
|          |   | เรียบร้อย        | สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง |          |
| 7        | เครื่องวัดออกซิเจนที่บ่อเติมอากาศ<br>7.1 ชิ้นส่วนต่างๆ  |                  |                          |          |
| 8        | เครื่องสูบลม<br>8.1 เครื่องสูบน้ำ<br>8.2 มอเตอร์  |                  |                          |          |
| 9        | เครื่องจ่ายสารละลายเคมี<br>9.1 มอเตอร์<br>9.2 ท่อและอุปกรณ์ประกอบ<br>9.3 การปรับปริมาณสูบจ่าย |                  |                          |          |
| 10       | เครื่องกวนสารละลายเคมี<br>10.1 ใบกวน<br>10.2 เฟืองทด<br>10.3 มอเตอร์                          |                  |                          |          |
| 11       | สภาพบ่อบำบัดน้ำเสีย<br>11.1 ระดับน้ำในบ่อ<br>11.2 บริเวณโดยรอบบ่อ                             |                  |                          |          |
| 12       | เครื่องสูบน้ำย้อนกลับ<br>12.1 เครื่องสูบน้ำ<br>12.2 มอเตอร์                                   |                  |                          |          |
| 13       | อุปกรณ์ห้องทดลอง  |                  |                          |          |
| 14       | อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆในระบบ   |                  |                          |          |
| 15       | ตู้ชุดควบคุมไฟฟ้าอุปกรณ์ต่างๆ<br>ของระบบ  |                  |                          |          |



## 2. งานเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลส่วนมากเป็นระบบแบบชีวภาพ จึงจำเป็นต้องเลี้ยงแบคทีเรียให้มีปริมาณเพียงพอและพร้อมย่อยสลายน้ำเสียให้เรียบร้อยเสียก่อนที่จะเริ่มดำเนินการบำบัดน้ำเสีย เชื้อแบคทีเรียที่ใช้เป็น Seed ควรเป็นแบคทีเรียที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทเดียวกัน แต่ถ้าไม่สามารถหาได้ อาจจะใช้มูลสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น มูลสัตว์ปีก มูลวัว มูลควาย มูลหมู โดยมูลไก่ มักจะหาได้ง่ายเพราะมีขายในรูปมูลแห้งอัดเม็ด หรือบรรจุกระสอบขาย ทำให้การขนส่งและใช้งานได้สะดวกในการที่จะเติมใส่ในระบบ

### 2.1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการในการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้เป็น Seed ควรใช้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ปริมาณยิ่งมากยิ่งทำให้ระบบบำบัดสามารถใช้งานได้เร็วขึ้น ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียจากแหล่งต่างๆ ที่แนะนำให้ใช้เป็น Seed สำหรับเติมให้ระบบในการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล แสดงในตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณของเชื้อแบคทีเรียจากแหล่งต่างๆ ที่แนะนำให้ใช้เป็น Seed ในการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณ Seed ที่ใช้ในการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย

| ลำดับที่ | ระบบบำบัดน้ำเสีย        | สลัดจ์จากระบบบำบัด                          |                                     | ปริมาณมูลสัตว์แห้งที่ใช้(น้ำหนักแห้ง) |
|----------|-------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
|          |                         | แหล่งที่มา                                  | ปริมาณที่ใช้                        |                                       |
| 1        | ระบบเอเอส               | สลัดจ์หมุนเวียนจากก้นถังตกตะกอนของระบบเอเอส | 5-20% ของความจุ้ของถังเติมอากาศ     | 2-10 กก. ต่อ ลบ.ม. ของถังเติมอากาศ    |
| 2        | ระบบบ่อหรือสระเติมอากาศ | สลัดจ์หมุนเวียนจากก้นถังตกตะกอนของระบบเอเอส | 5-10% ของบ่อเติมอากาศ               | 1-5 กก. ต่อ ลบ.ม. ของบ่อเติมอากาศ     |
| 3        | ระบบงานหมุนชีวภาพ       | สลัดจ์หมุนเวียนจากก้นถังตกตะกอนของระบบ      | 5-20% ของความจุ้ของถังงานหมุนชีวภาพ | 1-5 กก. ต่อ ลบ.ม. ของบ่อเติมอากาศ     |
| 4        | บ่อหมักไร้ออกซิเจน      | -   | -                                   | 5-10 กก. ต่อ ลบ.ม.                    |

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณ Seed ที่ใช้ในการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

| ลำดับที่ | ระบบบำบัดน้ำเสีย          | สลัดจ์จากระบบบำบัด             |                             | ปริมาณมูลสัตว์แห้งที่ใช้(น้ำหนักแห้ง)   |
|----------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
|          |                           | แหล่งที่มา                     | ปริมาณที่ใช้                |   |
| 5        | ถังกรองไร้ออกซิเจน        | สลัดจ์จากกันถังหมักไร้ออกซิเจน | 5-10% ของถังกรองไร้ออกซิเจน | 1-5 กก. ต่อ ลบ.ม. ของบ่อเติมอากาศ   |
| 6        | บ่อกอกซิเดชันหรือบ่อเขียว | -                              | -                           | 1-2 กก. ต่อ ลบ.ม. + ปุ๋ยยูเรีย 0.2 กก. ต่อ ลบ.ม. + ปุ๋ยฟอสเฟต 0.2 กก. ต่อ ลบ.ม. |

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2537) คู่มือผู้ให้บริการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย : 44

#### ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหัวเชื้อจากสลัดจ์

ซึ่งผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียสามารถคำนวณปริมาณสลัดจ์ที่ต้องการจะเติมในระบบได้

โดย : หัวเชื้อมีความเข้มข้น MLVSS เท่ากับ 10,000 มก./ล.

ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ 200 ลบ.ม.

ต้องการ MLVSS ในถังเติมอากาศ 2,000 มก./ล.

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad (V_1 + V_2) C_1 &= V_2 C_2 \\ \text{เมื่อ} \quad V_1 &= \text{ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ} \\ V_2 &= \text{ปริมาณน้ำหัวเชื้อจากสลัดจ์} \\ C_1 &= \text{MLVSS ในถังเติมอากาศ} \\ C_2 &= \text{MLVSS ของหัวเชื้อจากสลัดจ์} \end{aligned}$$

$$\text{แทนค่า } (200 + V_2) (2,000 \text{ มก./ล.}) = V_2 (10,000 \text{ มก./ล.})$$

$$400 + 2 V_2 = 10 V_2$$

$$8 V_2 = 400$$

$$V_2 = 50 \text{ ลบ.ม.}$$

$$\text{ดังนั้น ปริมาณน้ำหัวเชื้อจากสลัดจ์ } (V_2) = 50 \text{ ลบ.ม.}$$

### ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหัวเชื้อจากสลัดจ์ร่วมกับมูลสัตว์

|                                     |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|
| โดย : ความจุของสระเติมอากาศ         | 800    | ลบ.ม.  |
| เติมน้ำเริ่มเดินระบบครึ่งสระ (50%)  | 400    | ลบ.ม.  |
| หัวเชื้อมีความเข้มข้น MLVSS เท่ากับ | 10,000 | มก./ล. |
| ต้องการ MLVSS ในสระเติมอากาศ        | 200    | มก./ล. |

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad (V_1+V_2) C_1 &= V_2 C_2 \\ \text{แทนค่า} \quad (400 + V_2) (200 \text{ มก./ล.}) &= V_2 (10,000 \text{ มก./ล.}) \\ 98 V_2 &= 800 \\ V_2 &= 8.16 \text{ ลบ.ม.} \end{aligned}$$

ในกรณีที่ไม่สามารถหาหัวเชื้อสลัดจ์ได้ตามปริมาณที่ต้องการ ต้องเติมมูลสัตว์แทนได้

$$\begin{aligned} \text{เติมมูลสัตว์} &= 0.5 \text{ กก./ลบ.ม.} \times 400 \text{ ลบ.ม.} \\ &= 200 \text{ กก.} \end{aligned}$$

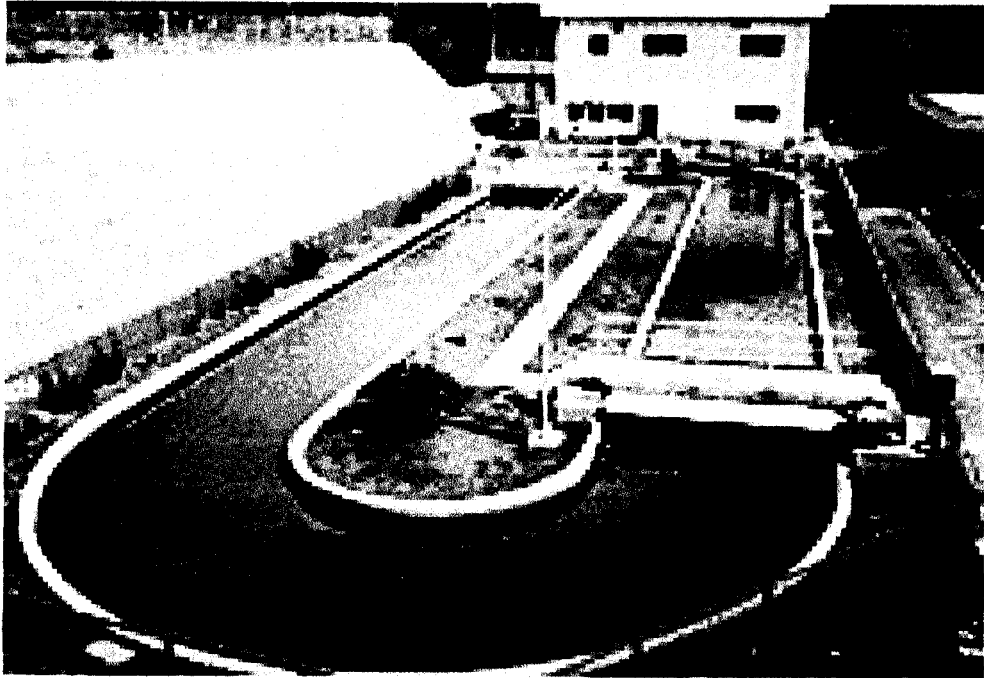
## 2.2 ขั้นตอนในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ในระหว่างการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียจะเกิดสภาวะการทำงานของระบบอยู่ 2 ระยะ คือ สภาวะก่อนคงตัว เป็นสภาวะในช่วงที่มีการเลี้ยงแบคทีเรียให้มีปริมาณเพียงพอและเคยชินกับน้ำเสียที่ต้องการบำบัด ซึ่งระยะนี้แบคทีเรียสามารถผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์แล้ว แต่ระบบยังไม่ได้รับน้ำเสียเข้าระบบอย่างเต็มที่ ส่วนสภาวะที่ 2 คือ สภาวะคงตัว เป็นสภาวะที่มีแบคทีเรียแข็งแรงสมบูรณ์ มีปริมาณที่สามารถบำบัดน้ำเสียทั้งหมดที่มีอยู่ได้อย่างเต็มขีดความสามารถของระบบระบบมีเสถียรภาพ น้ำทิ้งสุดท้ายมีคุณภาพดี มีคุณภาพคงที่ไม่แปรปรวน ซึ่งในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียจะมีขั้นตอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติดังต่อไปนี้

### 2.2.1 การเริ่มเดินระบบเอเอส มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

- 1) กำหนดปริมาตรถังเติมอากาศ
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 2 – 10 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง (ยังไม่เติมน้ำเสีย)
- 4) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ให้ได้ MLSS 1000 – 2000 มก./ล.
- 5) ปรับเครื่องเติมอากาศให้เติมอากาศตลอดเวลา
- 6) หลังจากนั้น 3 วัน เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5 % ของน้ำเสียที่จะบำบัด

7) ยังไม่ต้องระบายสลัดจ์ทิ้งในระหว่างเริ่มเดินระบบ น้ำยังไม่เต็มถึง  
 เคนเครื่องสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบเอเอสแสดงในภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบเอเอสแบบกวนเวียน  
 ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 2.2.2 การเริ่มเดินระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

- 1) คำนวณปริมาตรถังแผ่นหมุนชีวภาพ
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 2 – 10 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 4) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ให้ได้ MLSS 500 มก./ล.
- 5) เริ่มเดินเครื่องแผ่นหมุนชีวภาพตลอดเวลา
- 6) หลังจากนั้น 3 วัน เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5 % ของน้ำเสียที่จะบำบัด
- 7) ควรติดตั้งและเดินเครื่องสูบสลัดจ์จากถังตกตะกอนกลับเข้าถังแผ่น  
 หมุนชีวภาพ เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะแผ่นได้เร็วขึ้น โดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบแผ่นหมุนชีวภาพ  
 แสดงในภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

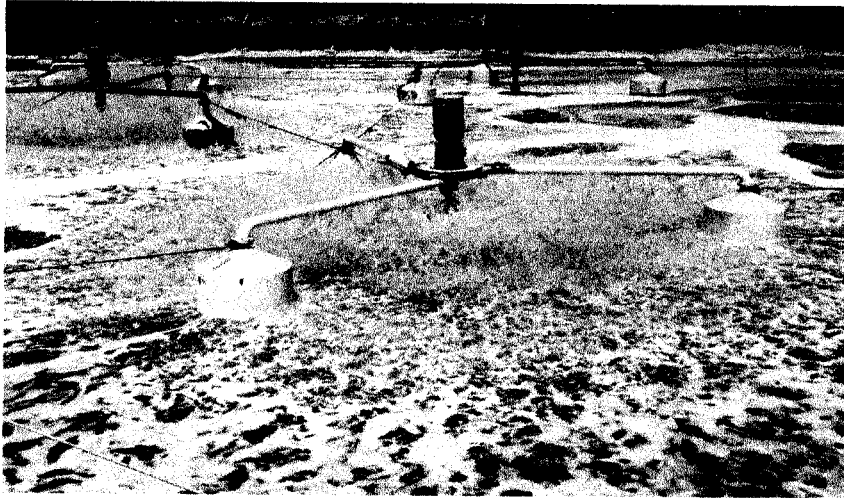
### 2.2.3 การเริ่มต้นระบบบ่อออกซิเคชัน หรือบ่อเขียว หรือบ่อปรับเสถียร

- 1) คำนวณพื้นที่ของบ่อก็คเป็น ตร.ม.
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1 – 2 กก. ต่อพื้นที่บ่อผึ่ง 1 ตร.ม.
- 3) เติมน้ำ N และ P ให้ได้ค่า BOD : N : P = 100 : 1.1 : 0.2
- 4) เติมน้ำเปล่าให้เต็มบ่อซึ่งจะมีระดับน้ำประมาณ 1 เมตร
- 5) ทิ้งไว้ 2 – 3 สัปดาห์ หรือจนกว่าจะเกิดสีเขียวของสาหร่าย
- 6) เติมน้ำเสียวันละ 10 % ของน้ำเสียที่จะบำบัดจนครบ 100 % (10 วัน)

### 2.2.4 การเริ่มต้นระบบสระเติมอากาศ

- 1) คำนวณปริมาตรสระเติมอากาศ
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1 – 5 กก./ลบ.ม. คัดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 4) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอส ให้ได้ MLSS 1000 มก./ล.
- 5) ปรับเครื่องเติมอากาศให้เติมอากาศตลอดเวลา
- 6) หลังจากนั้น 3 วัน เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5 % ของน้ำเสียที่จะบำบัด

โดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบสระเติมอากาศ แสดงในภาพที่ 6.3



**ภาพที่ 6.3 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ**

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

#### 2.2.5 การเริ่มเดินระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (แอนแอโรบิก)

- 1) กำหนดปริมาณของบ่อ
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 5–10 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาณครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาณครึ่งหนึ่งของถัง
- 4) ทิ้งไว้ประมาณ 1–2 สัปดาห์
- 5) เริ่มเติมน้ำเสีย สัปดาห์ละ 10 % ของน้ำเสียที่จะบำบัดจนครบ 100 %
- 6) ปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 6–7 โคนการเติมปุ๋ยขี้วัว

#### 2.2.6 การเริ่มเดินระบบถังกรองน้ำเสีย (แอโรบิก)

- 1) กำหนดปริมาณของถังกรอง
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1–5 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาณ 1 ใน 3 ของถัง
- 3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ครึ่งถัง กวนมูลสัตว์ให้ผสมกับน้ำเปล่าอย่างทั่วถึง
- 4) บรรจุวัสดุตัวกลางลงในถังกรองน้ำเสีย
- 5) เติมน้ำเปล่าให้เต็มถัง และปล่อยทิ้งไว้ 2 สัปดาห์
- 6) เริ่มเติมน้ำเสีย สัปดาห์ละ 10 % ของน้ำเสียที่จะบำบัดจนครบ 100 %
- 7) ปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 6–7 โคนการเติมปุ๋ยขี้วัว

### 3. งานตรวจสอบสมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานน้ำตาล

การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ประสิทธิภาพรวมสามารถวิเคราะห์ได้จาก การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทิ้งที่ออกจากหน่วยบำบัดสุดท้าย (น้ำทิ้งสุดท้าย) ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลที่มีประสิทธิภาพจะต้องผลิตน้ำทิ้งสุดท้ายที่มีคุณภาพน้ำไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ในการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่ควรจำกัดอยู่เพียงการวิเคราะห์น้ำเสียบนน้ำทิ้งสุดท้ายว่ามีความแตกต่างกันเท่านั้น ผู้ควบคุมดูแลระบบจะต้องตรวจสอบถึงสมรรถนะของหน่วยบำบัดย่อยต่างๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยบำบัดต่างๆ ซึ่งจะทำได้ข้อมูลที่จะใช้ในการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียให้มีขีดความสามารถเต็มที่ สามารถเดินระบบได้อย่างเหมาะสม ประหยัดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลจึงต้องตรวจสอบหน่วยบำบัดทุกหน่วยให้ครบถ้วน มีการเตรียมอุปกรณ์ในการตรวจสอบ การจดบันทึก การวิเคราะห์และการรายงานผลการตรวจสอบอย่างถูกต้องสม่ำเสมอ โดยในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานน้ำตาล มีขั้นตอนการตรวจสอบโดยสังเขปดังต่อไปนี้

#### 3.1 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบเอเอส

3.1.1 ควรวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียบและตรวจสอบผลการดำเนินงานของระบบทุกวัน ติดต่อกันอย่างน้อยเป็นเวลา 1 เดือน

3.1.2 เมื่อระบบทำงานได้คงที่แล้วทำการตรวจสอบผลการดำเนินงานของระบบอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 – 3 ครั้ง ติดต่อกันอีก 1 เดือน

3.1.3 เมื่อระบบทำงานได้ดี และมีความชำนาญในการควบคุมประสิทธิภาพแล้ว ให้ทำการตรวจสอบผลการดำเนินงานของระบบสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

3.1.4 ขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่

- 1) ลักษณะทางกายภาพ (การสังเกต)
- 2) ลักษณะทางเคมี (การวิเคราะห์ตัวอย่าง)
- 3) ลักษณะทางชีววิทยา (การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์)

3.1.5 ข้อการสังเกตด้วยสายตาในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่

- 1) สี-กลิ่น-ตะกอน-ฟองของน้ำเสียบ และสลัดจ์ในถังเติมอากาศ

พิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| (1) สลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้ม     | ระบบทำงานได้ดี               |
| (2) สลัดจ์มีสีดำ             | ขาดออกซิเจน                  |
| (3) สลัดจ์มีกลิ่นอับคล้ายดิน | ให้ออกซิเจนเพียงพอ           |
| (4) สลัดจ์มีกลิ่นก๊าซไข่เน่า | ออกซิเจนไม่เพียงพอ           |
| (5) ฟองสีน้ำตาลขุ่น          | จุลินทรีย์อายุและจำนวนน้อยไป |
| (6) ฟองสีน้ำตาล              | จุลินทรีย์อายุและจำนวนมากไป  |

2) ลักษณะการเติมอากาศ ต้องทั่วถึงและสม่ำเสมอ โดยตรวจวัดแล้วมีค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ต้องไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล.

### 3.1.6 การวิเคราะห์ตัวอย่าง ต้องวิเคราะห์ในสิ่งต่อไปนี้

- 1) วิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนเข้าระบบและออกจากระบบบำบัด ได้แก่ ค่า BOD, COD, pH, SS, TKN, TP และค่าโลหะหนัก เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง
- 2) วิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณควบคุมระบบ ได้แก่ ค่า DO, MLSS, MLVSS, SV30 และ SVI
- 3) ตรวจสอบอัตราการไหลของน้ำเสีย โดยอัตราการไหลควรมีค่าคงที่ตลอด 24 ชม.
- 4) วิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ควบคุมระบบในถังเติมอากาศ ได้แก่ ค่า F/M, BOD:N:P:Fe, HRT และ SRT(อายุสลัดจ์)

### 3.1.7 การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์

- 1) ตรวจสอบชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำงานอยู่ภายในถังเติมอากาศ ได้แก่ โปรโตซัวชนิดซิเลียเทอ โรติเฟอร์ ถ้าพบทั้งสองชนิดระบบเอเอสทำงานได้อย่างดี
- 2) ตรวจสอบในกรณีที่สลัดจ์ไม่จมตัว(Bulking Sludge) สลัดจ์อืด และจุลินทรีย์เส้นใย (Filamentous Microorganisms)

## 3.2 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

3.2.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบ วิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD, SS, TKN และ TP เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

3.2.2 ควบคุมอัตราการอินทรีย์ให้ได้ค่าที่เหมาะสม คือ

- 1) มีค่า 3.4 กก บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
- 2) มีค่า 12 ก. บีโอดี / ตร.ม.-วัน



### 3.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบโปรยกรอง

- 3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบ วิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD SS, TKN และ TP เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
- 3.3.2 ตรวจสอบภาระทางชลศาสตร์ ได้แก่ อัตราไหลต่อพื้นที่หน้าตัด
- 3.3.3 ตรวจสอบภาระสารอินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณบีโอดีต่อปริมาตร
- 3.3.4 การเพิ่มประสิทธิภาพ ได้แก่ การสูบน้ำที่บำบัดแล้วย้อนกลับ

### 3.4 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบ่อปรับเสถียร

- 3.4.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบ วิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD SS, TKN และ TP เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
- 3.4.2 ควบคุมอัตราการอินทรีย์ให้ได้ค่าที่เหมาะสม คือ
- 1) บ่อแอนแอโรบิก 0.1 - 2 กก. บีโอดี/ตร.ม.-วัน
  - 2) บ่อแฟคัลเททีฟ 5 - 25 ก. บีโอดี/ตร.ม.-วัน
  - 3) บ่อแอโรบิก 10 - 20 ก. บีโอดี/ตร.ม.-วัน
  - 4) บ่อบ่ม < 2 ก. บีโอดี/ตร.ม.-วัน

### 3.5 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบึงประดิษฐ์

เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบ วิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD, SS, TKN และ TP เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

### 3.6 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบสระเติมอากาศ

- 4.6.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบ วิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD SS, TKN และ TP เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
- 4.6.2 ตรวจสอบวัดค่า DO ให้มีค่า > 2 มก./ล. ตลอดทั่วทั้งบ่อ

### 3.7 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบแอนแอโรบิก

เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบ วิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD, SS Alkalinity, TKN และ TP เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

#### 4. งานควบคุมดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล

วิธีการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล อาจจะจำแนกระบบตามวิธีการควบคุมได้ 2 ประเภท คือ ประเภทที่ต้องการควบคุมหรือควบคุมได้ และประเภทที่ไม่ต้องควบคุมหรือควบคุมไม่ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบแอส จัดเป็นประเภทที่ควบคุมได้ เนื่องจากมีค่าพารามิเตอร์สำหรับการควบคุมการเดินระบบในการบำบัดน้ำเสีย ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อเติมอากาศที่ออกแบบและสร้างเสร็จแล้วก็มีหน้าที่รองรับบำบัดน้ำเสียที่ปล่อยให้ไหลเข้ามาจากนั้นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้บำบัดน้ำเสียก็เป็นระบบที่ไม่สามารถควบคุมได้ เพราะไม่มีค่าพารามิเตอร์ที่ต้องควบคุม มีแต่การติดตามความเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ที่เป็นสัญญาณเตือนเหตุของการล้มเหลวในการบำบัดน้ำเสียเท่านั้น ปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานน้ำตาล คือ ต้องควบคุมอัตราการไหลเข้าระบบของน้ำเสียให้คงที่ให้ได้ จึงควรมีถังหรือบ่อปรับเสมอ (Equalization) เพื่อรองรับน้ำเสียให้พอเพียงสำหรับเฉลี่ยอัตราการไหลของน้ำเสียให้ได้สม่ำเสมอเท่ากันตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานน้ำตาลมีขั้นตอนการควบคุมโดยสังเขปดังต่อไปนี้

##### 4.1 การควบคุมดูแลรักษาระบบแอสในโรงงานน้ำตาล

###### 4.1.1 การควบคุมระบบแอสในโรงงานน้ำตาล สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 1) การควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)
- 2) การควบคุมค่าอัตราส่วนภาระอินทรีย์ต่อปริมาตรถังเติมอากาศ
- 3) เวลาพักกักน้ำ (HRT)
- 4) การควบคุมอายุสลัดจ์ (Sludge Age)
- 5) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน
- 6) การควบคุมการสูบสลัดจ์กลับ
- 7) การควบคุมดูแลถังตกตะกอน
- 8) การเติมธาตุอาหาร (Nutrient)
- 9) การควบคุมดูแลเครื่องจักร

#### 4.1.2 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบเอเอส- ถังเติมอากาศ

**ปัญหา 1 : ค่า DO ในถังลดต่ำลงอย่างกะทันหัน**

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข                                       |
|---|--|
| - มีสารอินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศสูงทำให้มีการใช้ออกซิเจนสูง | - เพิ่มการเติมอากาศหรือลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ |

**ปัญหา 2 : ค่า DO ในถังเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน**

| สาเหตุของปัญหา                                     | แนวทางการแก้ไข  |
|--|---|
| - มีสารพิษมาในระบบและทำลายจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ | - ควบคุมตรวจสอบน้ำเสียและทำลายสารมีพิษก่อนที่จะส่งเข้าสู่ถังเติมอากาศหรืออาจเติมน้ำเสียเข้ามาทีละน้อยเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว<br>- ถ้าจุลินทรีย์ตายหมดต้องเริ่มต้นเดินระบบใหม่ |

**ปัญหา 3 : มีฟองขาว หนาปกคลุมถัง ดังแสดงในภาพที่ 6.4**

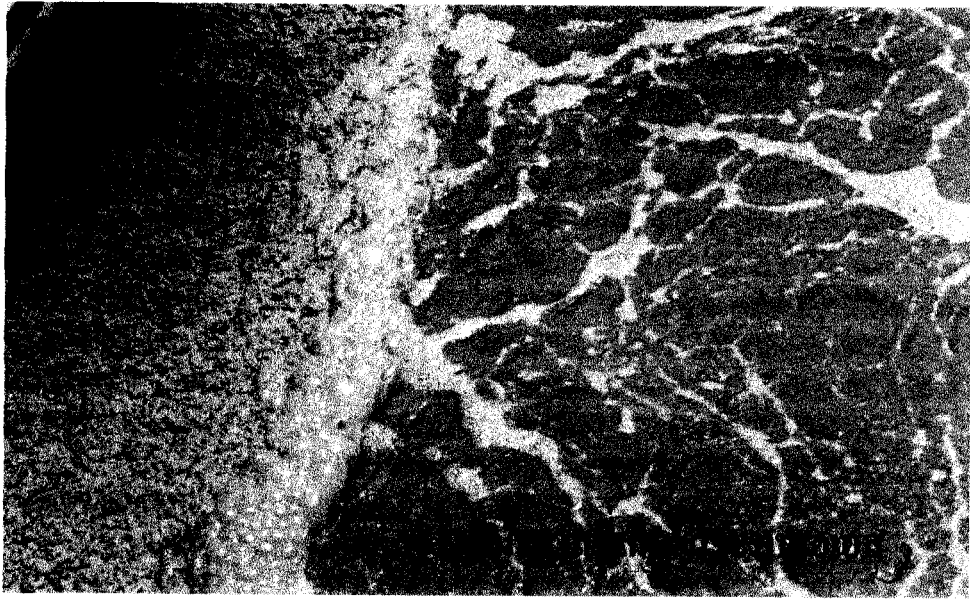
| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| - มีสารซักฟอกหรือสารที่ทำให้เกิดฟองเข้ามาในระบบมาก<br>- เติมน้ำมากเกินไป<br>- ค่า MLSS ต่ำ<br>- อัตราการทิ้งสลัดจ์มากเกินไปเหลือ MLSS ต่ำ<br>- ภาระขลศาสตร์สูงเกินไป เนื่องมาจากอัตราการไหลของน้ำเสียสูง ทำให้เสีย MLSS ในถัง | - พยายามกำจัดหรือควบคุมการทิ้งสารซักฟอกจากแหล่งกำเนิด และฉีดน้ำทำลายฟอง<br>- ลดการเติมอากาศ ตรวจสอบค่า DO ให้อยู่ระหว่าง 2-4 มก./ล.<br>- หยุดการทิ้งสลัดจ์และเพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์ เพื่อเพิ่ม MLSS<br>- หยุดการทิ้งสลัดจ์จนกว่าจะได้ค่า MLSS ที่เหมาะสม<br>- ควบคุมอัตราการไหลน้ำเสียเข้าถังให้เหมาะสมตามที่ออกแบบ<br>- เพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์ เพื่อเพิ่มค่า MLSS |



ภาพที่ 6.4 แสดงปัญหาการมีฟองขาว หนาปกคลุมผิวน้ำในถังเติมอากาศของระบบเอเอส  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

ปัญหา 4 : มีฟองสีน้ำตาล ปกคลุมผิวน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 6.5

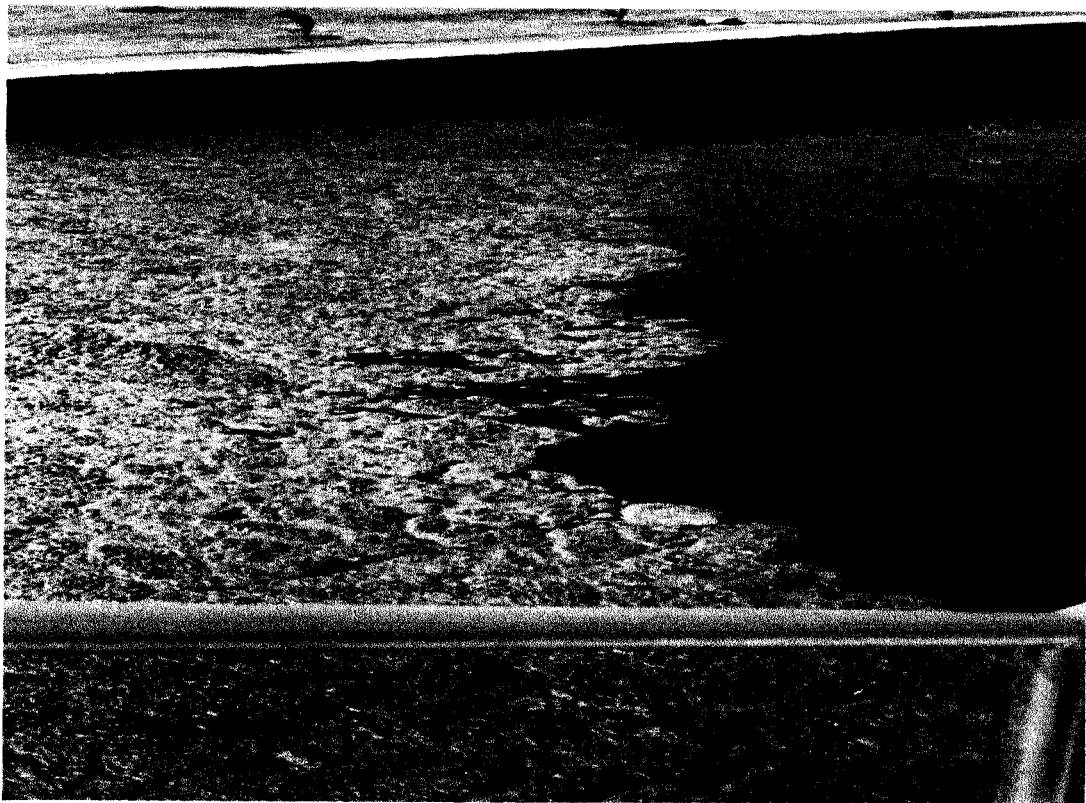
| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มี MLSS ในถังมากเกินไป สลัดจ์มีอายุมากเกินไป เนื่องจากการทิ้งสลัดจ์น้อยเกินไป</li> <li>- มีแบคทีเรียเส้นใยชนิด Nocardia เจริญเติบโตในถังเติมอากาศ เนื่องจากอายุสลัดจ์มากเกินไป ค่า F/M ต่ำ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่มการทิ้งสลัดจ์ที่ละน้อย (ไม่เกิน 10 % ของที่เคยทิ้งแต่ละวัน จนกว่าฟองจะหายไป ตรวจสอบค่า MLSS)</li> <li>- เพิ่มการทิ้งสลัดจ์ที่ละน้อย เพื่อลดอายุสลัดจ์ (น้อยกว่า 3 วัน), เพิ่มค่า F/M, เติมคลอรีนในท่อส่งสลัดจ์กลับฉีดสารละลายคลอรีนลงบนฟอง</li> </ul> |



ภาพที่ 6.5 แสดงปัญหาการมีฟองสีน้ำตาล ปกคลุมผิวน้ำในถังเติมอากาศของระบบเอส  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

**ปัญหา 5 : มีฟองสีน้ำตาลเกือบดำ และตะกอนมีสีเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 6.6**

| สาเหตุของปัญหา          | แนวทางการแก้ไข  |
|-------------------------|---|
| - เกิดสภาพขาดอากาศในถัง | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เติมน้ำให้เพียงพอและตรวจ สอบระบบเติมอากาศ ว่ามีการอุดตันหรือทำงานไม่ปกติ ให้ทำการแก้ไข</li> <li>- ถ้าเติมน้ำเพิ่มเติมแล้วยัง ไม่ดีขึ้น ให้ลดการสูบน้ำเสียเข้าระบบ และให้เพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์ หรือหาสลัดจ์จากระบบที่คล้ายกันมาเติมจำนวน ประมาณ 10 – 20% ของถังเติมอากาศ และเติมอากาศ จนกว่าระบบเป็นปกติ</li> </ul> |



**ภาพที่ 6.6 แสดงปัญหาการมีฟองสีน้ำตาลเกือบดำ และตะกอนมีสีเดียวกันในถังเติมอากาศของระบบแอสที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)**

### ปัญหา 6 : สลัดจ์จมไม่ลง สลัดจ์อืด

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- อายุสลัดจ์ต่ำเกินไป สลัดจ์ไม่รวมตัวกัน กระจัดกระจาย</li> <li>- ค่า DO ในถังเติมอากาศน้อยเกินไป</li> <li>- อัตราส่วน BOD : N : P : Fe ไม่เหมาะสม</li> <li>- มีแบคทีเรียชนิดเส้นใยในถังเติมอากาศ</li> <li>- ค่า pH ต่ำกว่า 6.5</li> <li>- ค่า F/M ต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป</li> <li>- อายุสลัดจ์มากเกินไป</li> <li>- ถังเติมอากาศเป็นแบบผสมสมบูรณ์</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปริมาณการสูบสลัดจ์ส่วนเกินเพิ่มการสูบสลัดจ์กลับมากขึ้น</li> <li>- ควบคุมค่า DO &gt; 2 มก./ล. ตลอด</li> <li>- ควบคุมอัตราส่วนเท่ากับ 100 : 5 : 1 : 0.5 โดยเติม N, P, Fe ให้ได้ตามอัตราส่วน</li> <li>- ใช้คลอรีนฆ่าแบคทีเรียเส้นใย เติมที่ระบบท่อสูบกลับให้มีความเข้มข้น 5 มก./ล.</li> <li>- ปรับค่า pH ให้มากกว่า 6.5</li> <li>- ปรับค่า F/M ให้เหมาะสม</li> <li>- เพิ่มการสูบสลัดจ์ทิ้ง เพื่อลดอายุสลัดจ์</li> <li>- ปรับเปลี่ยนถังเป็นแบบ SBR หรือแบบ plug flow (conventional AS) หรือ เพิ่มถัง selector</li> </ul> |

#### 4.1.3 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบเอเอส – ดังตกตะกอน

##### ปัญหา 1 : สลัดจ์เบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง ตกตะกอนช้า ตะกอนเม็ดเล็กๆ ลอยค้างอยู่

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีปริมาณสารอินทรีย์เข้าในถังเติมอากาศมากเกินไป</li> <li>- มีอายุสลัดจ์ต่ำ</li> <li>- MLSS ในถังเติมอากาศน้อยเกินไป</li> <li>- F/M มากเกินไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปริมาณการสูบสลัดจ์ส่วนเกินเพิ่มการเติมอากาศ ลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ</li> <li>- ลดปริมาณการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน</li> <li>- เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ</li> <li>- ตรวจสอบค่า DO &gt; 2 มก./ล.</li> </ul> |

### ปัญหา 2 : มีจุลินทรีย์ออกมาค้ำน้ำทิ้งมาก

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชั้นของสลัดจ์ในถังตกตะกอนสูงเกินไป</li> <li>- เกิดขบวนการดีไนตริฟิเคชันในถังตกตะกอน มีฟองอากาศจับกับกลุ่มสลัดจ์ หรือปริมาณออกซิเจนละลายในถังเดิมอากาศมีน้อยเกินไป</li> <li>- เครื่องกวาดตะกอนชำรุด</li> <li>- ปริมาณน้ำเข้าถังตกตะกอนมากเกินไป</li> <li>- ปริมาณจุลินทรีย์ในถังเดิมอากาศมากขึ้น</li> <li>- เกิดการไหลลัดในถังตกตะกอน เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับไปยังถังเดิมอากาศเพิ่มขึ้น หรือสูบสลัดจ์ส่วนเกินเพิ่มขึ้น เพื่อลดระดับสลัดจ์ในถังตกตะกอนให้ไม่สูงเกินครึ่งหนึ่งของถังตกตะกอน</li> <li>- เพิ่มปริมาณการเติมออกซิเจนในถังเดิมอากาศ สูบสลัดจ์กลับไปยังถังเดิมอากาศมากขึ้น ตรวจสอบค่า DO ตามระดับความลึกของถังตกตะกอน</li> <li>- ซ่อมแซมเครื่องกวาดตะกอน</li> <li>- ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกัก และอัตราน้ำต้น ในกรณีที่มีถังตกตะกอนหลายถัง ปรับอัตราไหลให้เท่ากัน</li> <li>- เพิ่มการสูบสลัดจ์ส่วนเกินทิ้งมากขึ้น</li> <li>- วัตถุประสงค์ที่ช่วงความลึกต่างกัน ถ้าต่างกันมาก ควรหาสาเหตุและแก้ไข</li> </ul> |

### ปัญหา 3 : ปัญหาจากดีไนตริฟิเคชัน

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีค่า DO ในถังเดิมอากาศน้อยเกินไป</li> <li>- ในถังตกตะกอนมี DO ลดลง</li> <li>- ขนาดของถังตกตะกอนใหญ่ มีเวลาเก็บกักนานกว่า 4 ชม.</li> <li>- ปล่องให้ชั้นสลัดจ์สูงเกินไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่มการเติมอากาศให้มีค่า DO &gt; 2 มก./ล.</li> <li>- เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเดิมอากาศมากขึ้น</li> <li>- ควบคุมไม่ให้ชั้นสลัดจ์สูงเกินไป</li> </ul> |



#### 4.1.4 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบเอเอส – เครื่องเติมอากาศ

**ปัญหา 1 : ฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดขึ้นเป็นบางจุด ดังแสดงในภาพที่ 6.7**

| สาเหตุของปัญหา           | แนวทางการแก้ไข                  |
|--------------------------|---------------------------------|
| - แผ่นหัวเติมอากาศฉีกขาด | - เปลี่ยนหัวเติมอากาศที่เสียหาย |

**ปัญหา 2 : ฟองอากาศขาดหายไปบางจุด**

| สาเหตุของปัญหา                                | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| - หัวเติมอากาศอุดตัน<br>- ไม่มีลมเข้าท่ออากาศ | - ล้างทำความสะอาดหัวเติมอากาศด้วยกรดอ่อนหรือสารเคมีที่ผู้ผลิตแนะนำ ถ้าไม่ได้ผล ให้เปลี่ยนใหม่<br>- ตรวจสอบวาล์วปิดเปิด รอยแตกรั่ว |

**ปัญหา 3 : ในระบบเครื่องเติมอากาศผิวน้ำ ฟองน้ำกระจายไม่เพียงพอ**

| สาเหตุของปัญหา                                       | แนวทางการแก้ไข                                   |
|--|--|
| - ระดับใบพัดของเครื่องเติมอากาศไม่ได้ระดับที่ถูกต้อง | - ปรับเปลี่ยนระดับให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต |

**ปัญหา 4 : มีน้ำหมวนเกิดขึ้นบนผิวน้ำในระบบเติมอากาศแบบเจ็ท**

| สาเหตุของปัญหา                         | แนวทางการแก้ไข                   |
|--|----------------------------------|
| - ตั้งระดับใบพัดหรือมุมเอียงตื้นเกินไป | - ปรับมุมแกนให้ใบพัดจมน้ำมากขึ้น |

ซึ่งการแก้ไขตรวจสอบระบบการเติมอากาศของระบบบำบัดแบบเอเอส แสดงในภาพที่ 6.8 และ 6.9



**ภาพที่ 6.7 แสดงปัญหาฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดขึ้นเป็นบางจุด**  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)



**ภาพที่ 6.8 แสดงการระบายน้ำออกเพื่อแก้ไขระบบเติมอากาศ**  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

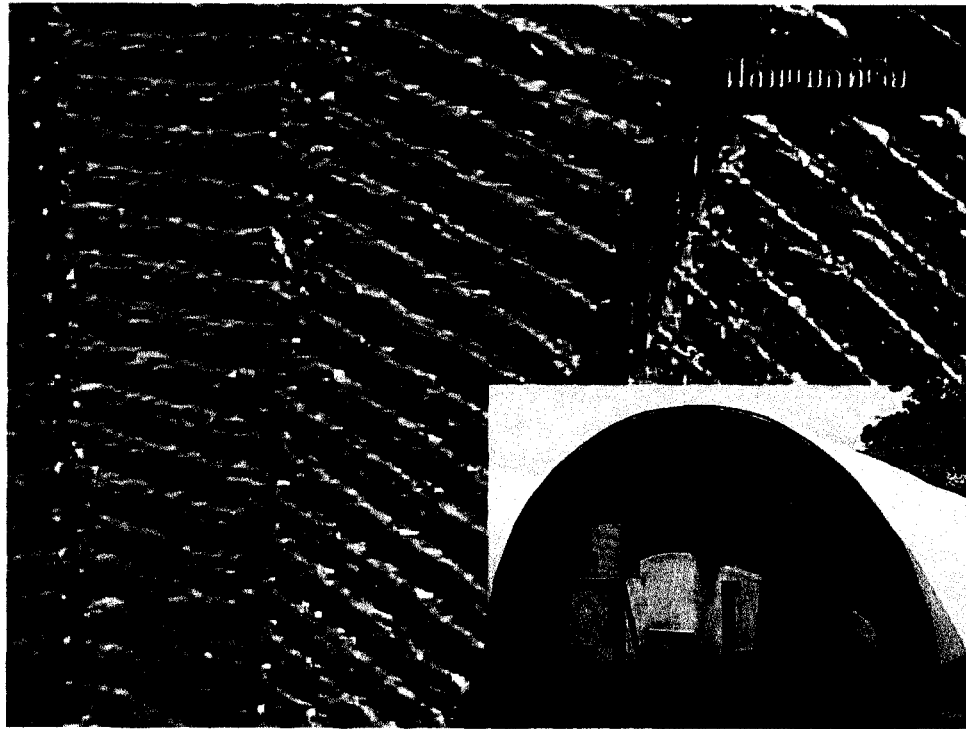


ภาพที่ 6.9 แสดงการแก้ไขตรวจสอบหัวเติมอากาศของระบบเอเอสโดยการทดลองเดินเครื่อง  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

## 4.2 การควบคุมดูแลรักษาระบบแผ่นหมุนชีวภาพในโรงงานน้ำตา

4.2.1 การควบคุมระบบแผ่นหมุนชีวภาพในโรงงานน้ำตา สิ่งที่ต้องพิจารณา  
ควบคุมได้แก่

- 1) แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์ ควรมีสีน้ำตาล ดังแสดงในภาพที่ 6.10
- 2) อัตราการหมุนของแผ่นหมุน 2 – 3 รอบต่อนาที
- 3) ค่า pH 6.5 – 8.5
- 4) ค่าออกซิเจนละลาย (DO) 1 – 2 มก./ล.
- 5) ภาระสารอินทรีย์ 3.4 กก บีโอดี/ลบ.ม.-วัน หรือ 10 - 17 กก. บีโอดี/ตร.ม.-วัน
- 6) ภาระชลศาสตร์ 80 – 160 ลบ.ม./1000 ตร.ม.-วัน
- 7) เวลาพักพักน้ำเสีย 0.7 – 1.5 ชม.

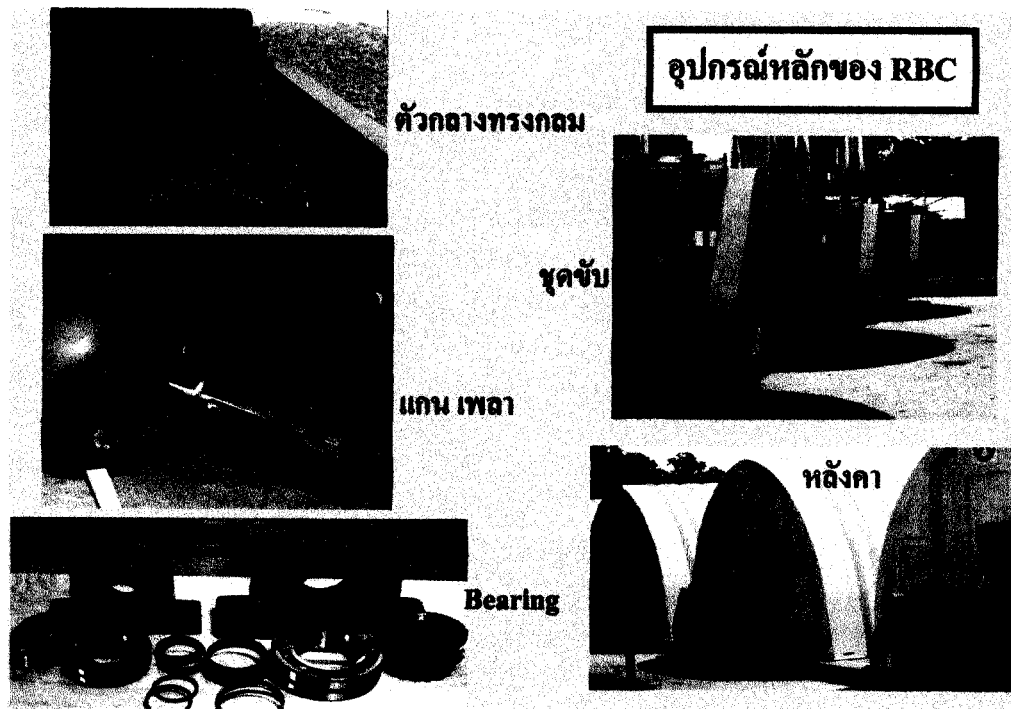


ภาพที่ 6.10 แสดงแผ่นฟิล์มจูลินทรีย์ ของแผ่นหมุนชีวภาพ ควรมีสีน้ำตาล  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

#### 4.2.2 การดูแล และบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

| รายการดูแล และบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบแผ่นหมุนชีวภาพ | ช่วงเวลาปฏิบัติ |
|---|-----------------|
| 1) ตรวจสอบการสั่นสะเทือน / เสียงผิดปกติ               | ประจำวัน        |
| 2) ตรวจสอบรอยรั่วไหล                                  | ประจำวัน        |
| 3) เติมน้ำมันหล่อลื่น                                 | ประจำสัปดาห์    |
| 4) เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นในเฟืองทดและตรวจโซ่           | ทุก 3 เดือน     |
| 5) ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้า                                | ทุก 6 เดือน     |
| 6) ตรวจสอบการสึกหรอของตลับลูกปืน ปลอกเพลลา            | ประจำปี         |

ซึ่งส่วนที่ต้องดูแล และบำรุงรักษาของเครื่องจักรในระบบแผ่นหมุนชีวภาพ  
แสดงในภาพที่ 6.11



ภาพที่ 6.11 แสดงส่วนที่ต้องดูแล และบำรุงรักษาของเครื่องจักรระบบแผ่นหมุนชีวภาพ  
ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

#### 4.2.3 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

##### ปัญหา 1 : ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ค่าบีโอดีของน้ำทิ้งสูงขึ้น

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากเกินไป</li> <li>- ภาระชลศาสตร์มากเกินไป</li> <li>- ค่าความเป็น กรด-ด่าง สูงหรือต่ำเกินไป</li> </ul> <p>ทำให้จุลินทรีย์ทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพ</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดอัตราการสารอินทรีย์ลง โดยลดอัตราการไหล และให้วิเคราะห์ค่าBOD (COD) ของน้ำเสีย ปรับอัตราการไหลให้เหมาะสมกับภาระสารอินทรีย์</li> <li>- ลดอัตราการไหลเข้าระบบ ปรับให้เหมาะสม</li> <li>- ปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 ด้วยการเติมด่าง โซดาไฟ หรือกรดเกลือ</li> </ul> |

**ปัญหา 2 : แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์หลุดออกมามาก**

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีสารพิษเข้ามาในระบบและทำลายจุลินทรีย์</li> <li>- ค่า pH เปลี่ยนแปลงมากเกินไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กำจัดสารพิษ หรือเติมน้ำเสียเข้าระบบที่ละน้อย เพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว</li> <li>- ปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 ด้วยการเติมด่าง โซดาไฟ หรือกรดเกลือ</li> </ul> |

**ปัญหา 3 : แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์กลายเป็นสีขาวและมีกลิ่นเหม็น**

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- น้ำเสียที่เข้ามาในระบบมีสภาพไร้อากาศ และมีกลิ่นเหม็น เพราะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- บำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยการเติมอากาศที่ถังเก็บน้ำเสีย หรือที่บ่อสูบน้ำเสีย</li> <li>- เติมสารเคมี เช่น โซเดียมไนเตรท (<math>\text{NaNO}_3</math>) หรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (<math>\text{H}_2\text{O}_2</math>)</li> </ul> |

**ปัญหา 4 : แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์กลายเป็นสีดำ**

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีภาวะบีโอดีหรือสารอินทรีย์ในน้ำเสียเข้าระบบมากเกินไป</li> <li>- ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ต่ำเกินไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถัง</li> <li>- เพิ่มการเติมอากาศให้ระบบ โดยติดตั้งหัวเติมอากาศใต้แผ่นหมุนเพิ่มเติม</li> </ul> |

**ปัญหา 5 : มีตะกอนสะสมในถังแผ่นหมุนชีวภาพ**

| สาเหตุของปัญหา                           | แนวทางการแก้ไข                        |
|--|---------------------------------------|
| - อาจเป็นตะกอนพวกกรวดทรายหรือสารอินทรีย์ | - ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบบำบัดขั้นต้น |

**ปัญหา 6 : มีหอยทากเกิดขึ้นในถังแผ่นหมุนชีวภาพมาก**

| สาเหตุของปัญหา                              | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| - สภาวะในระบบเอื้ออำนวยให้หอยทากเจริญเติบโต | - ทำลายด้วยคลอรีน หรือเพิ่มความเร็วในการหมุนแผ่นชีวภาพ |

**ปัญหา 7 : ร่องลื่นที่เพลา (shaft bearing) เสียหาย**

| สาเหตุของปัญหา         | แนวทางการแก้ไข                                 |
|------------------------|--|
| - ขาดการดูแลบำรุงรักษา | - เติมน้ำมันหล่อลื่น หรือเปลี่ยนใหม่ ถ้าจำเป็น |

**ปัญหา 8 : มอเตอร์ร้อนจัด**

| สาเหตุของปัญหา                      | แนวทางการแก้ไข  |
|-------------------------------------|---|
| - ขาดการดูแลบำรุงรักษา              | - ตรวจสอบระดับน้ำมัน เติมน้ำมันหล่อลื่นตามคำแนะนำของผู้ผลิต |
| - เกิดจากการปรับแนวโซ่ขับไม่ถูกต้อง | - ปรับตั้งแนวโซ่ (alignment) ให้ถูกต้อง                     |

### 4.3 การควบคุมดูแลรักษาระบบโปรยกรองในโรงงานน้ำศาล

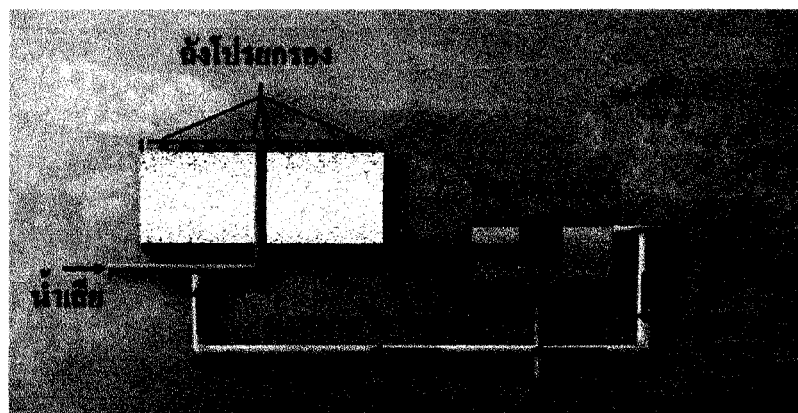
#### 4.3.1 การควบคุมระบบโปรยกรองในโรงงานน้ำศาล สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุมได้แก่

- 1) ควบคุมภาระทางชลศาสตร์ (Hydraulic Loading)
- 2) ควบคุมภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading)
- 3) อัตราการสูบน้ำย้อนกลับ (Recirculation)

#### 4.3.2 การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบโปรยกรอง

| รายการดูแล และบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบโปรยกรอง                                 | ช่วงเวลาปฏิบัติ |
|---|-----------------|
| 1) รักษาฟิล์มชีวภาพบนตัวกลางเปียกน้ำตลอดเวลาโดยการสูบน้ำย้อนกลับ โปรยให้ตัวกลาง | ตลอดเวลา        |
| 2) ทำความสะอาดท่อระบายน้ำทั้งด้านล่าง   | ตลอดเวลา        |
| 3) ตรวจสอบการกระจายน้ำของระบบกระจายน้ำว่าสม่ำเสมอ                               | ประจำวัน        |
| 4) บำรุงรักษาระบบสูบน้ำย้อนกลับ   | ประจำสัปดาห์    |
| 5) ทำความสะอาดหัวฉีด  | ประจำเดือน      |

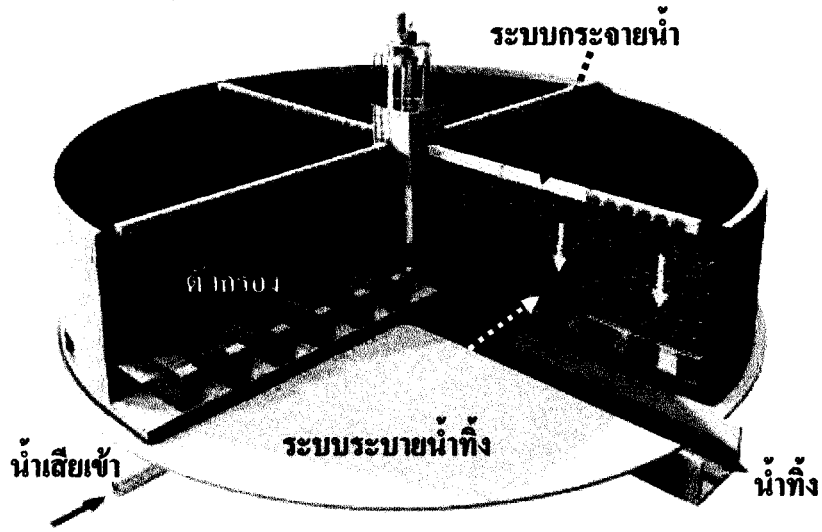
ซึ่งลักษณะระบบการทำงานของระบบโปรยกรองแสดงในภาพที่ 6.12 และโครงสร้างภายในของถังโปรยกรองแสดงในภาพที่ 6.13



ภาพที่ 6.12 แสดงลักษณะระบบการทำงานของระบบโปรยกรอง

ที่มา: ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)





ภาพที่ 6.13 แสดงระบบภายในของถังโปรยกรอง

ที่มา : ปรับปรุงจาก สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### 4.3.3 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบโปรยกรอง

ปัญหา 1 : ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ค่าบีโอดีของน้ำทิ้งสูงขึ้น

| สาเหตุของปัญหา                      | แนวทางการแก้ไข   |
|-------------------------------------|--|
| - มีสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากเกินไป | - ลดอัตราการระสาดอินทรีย์ลง โดยลดอัตราการไหล และให้วิเคราะห์ค่า BOD (COD) ของน้ำเสีย ปรับอัตราการไหลให้เหมาะสมกับภาระสารอินทรีย์ |

ปัญหา 2 : การกระจายน้ำเสียเข้ายังไม่สม่ำเสมอ ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| - อัตราการป้อนน้ำเสียไม่สูงพอ ทำให้ระบบกระจายน้ำไม่หมุน<br>- หัวกระจายน้ำอุดตัน เนื่องจากของแข็งแขวนลอย | - เพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสียให้สูงขึ้น ปรับหัวฉีดให้กระจายน้ำสม่ำเสมอ<br>- ให้ถังตกตะกอนชั้นต้นลดปริมาณของแข็งแขวนลอย |

### ปัญหา 3 : ตัวกรองอุดตัน

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| - ของแข็งแขวนลอยเข้าระบบมากเกินไป<br>- มีการสะสมของตะกอนและอืดตัวกันแน่นในช่องว่าง<br>- ชิ้นส่วนของสาหร่ายที่เจริญเติบโตบนผิวหน้าหลุดออกไปอุดตันตามช่องว่าง | - ให้ถังตกตะกอนขึ้นต้นลดปริมาณของแข็งแขวนลอย<br>- เพิ่มการหมุนเวียนน้ำที่บำบัดแล้วให้เหมาะสม<br>- หมั่นทำความสะอาดผิวหน้าของถังกรอง |

#### 4.4 การควบคุมดูแลรักษาระบบบำบัดปรับเสถียรในโรงงานน้ำตา

4.4.1 การควบคุมการทำงานของระบบบำบัดปรับเสถียรในโรงงานน้ำตา สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม คือ ควบคุมการทำงานของระบบตามตัวแปรที่ใช้ออกแบบในหน่วยบำบัดต่างๆ ดังนี้

##### 1) บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 1.1) ความลึกของบ่อ 3 – 6 เมตร
- 1.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 – 50 วัน
- 1.3) จุลินทรีย์ไม่ใช้ออกซิเจน
- 1.4) เกิดก๊าซมีเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์
- 1.5) ค่า pH 6.5 – 7.5
- 1.6) อัตราการระเบิด 20 – 55 (200) ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
- 1.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดี 50 – 85 %

##### 2) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative pond) สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 2.1) ความลึกของบ่อ 1 – 2.5 เมตร
- 2.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 5 – 30 วัน
- 2.3) มีการพึ่งพากันระหว่างสาหร่ายและจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจน
- 2.4) ก้นบ่อมีสภาพไร้ออกซิเจน
- 2.5) ค่า pH 6.5 – 8.5
- 2.6) อัตราการระเบิด 5 – 25 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
- 2.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดี 80 – 95 %

### 3) บ่อแอโรบิก (Aerobic pond) สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

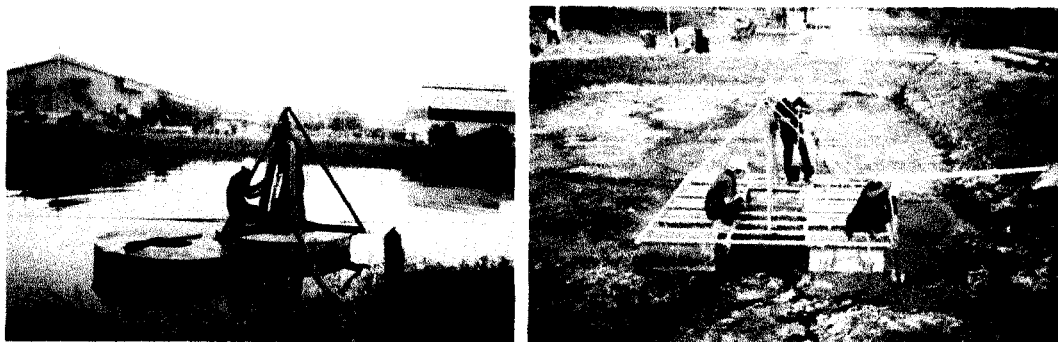
- 3.1) ความลึกของบ่อ 0.2 – 0.6 เมตร
- 3.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 – 6 วัน
- 3.3) มีการฟุ้งฟากันระหว่างสาหร่ายและจุลินทรีย์ใช้อากาศ
- 3.4) ค่า pH 6.5 – 10.5
- 3.5) อัตราการระบิโอดี 10 – 20 ก.บิโอดี/ตร.ม.-วัน
- 3.6) ประสิทธิภาพการลดค่าบิโอดี 80 – 95 %
- 3.7) ต้องมีบ่อบ่มรองรับน้ำเสียดอ เพื่อตกตะกอนสาหร่าย

### 4) บ่อบ่ม (Maturation pond) สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 4.1) ความลึกของบ่อ 1 – 1.5 เมตร
- 4.2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 5 – 20 วัน
- 4.3) เป็นบ่อบำบัดขั้นสุดท้ายของระบบบ่อปรับเสถียร
- 4.4) ค่า pH 6.5 – 10.5
- 4.5) อัตราการระบิโอดี < 2 ก.บิโอดี/ตร.ม.-วัน
- 4.6) ประสิทธิภาพการลดค่าบิโอดี 60 – 80 %

#### 4.4.2 ควบคุมการทิ้งสลัดจ์ที่สะสมบริเวณก้นบ่อ สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 1) สารแขวนลอยที่มากับน้ำเสียดวมตัวลงก้นบ่อ
- 2) บางส่วนถูกย่อยสลาย และบางส่วนสะสมเป็นชั้นสลัดจ์
- 3) ควรทำการขุดลอกสลัดจ์ออกเป็นครั้งคราว ดังแสดงในภาพที่ 6.14



ภาพที่ 6.14 แสดงการสูบและตักสลัดจ์ที่สะสมในบ่อของระบบบ่อปรับเสถียร

#### 4.4.3 ตัวอย่างการคำนวณหาของแข็งแขวนลอยที่สะสมในบ่อ จากข้อมูลต่อไปนี้

|  |  |               |
|--|--|---------------|
| อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ                    | 1000   | ลบ.ม./วัน     |
| SS ของน้ำเสียเข้าระบบ                            | 200  | มก./ล.        |
| SS ถูกย่อยสลายเป็น CO <sub>2</sub> โดยจุลินทรีย์ | 20   | กก./วัน       |
| SS หลุดไปกับน้ำทิ้ง                              | 30   | มก./ล.        |
| SS ที่ก้นบ่อมีความเข้มข้น                        | 8000   | มก./ล.        |
| ปริมาณ SS เข้าระบบ                               | = 200 มก./ล. x 1000 ลบ.ม./วัน  |               |
|  | = 200 กก./วัน  |               |
| ปริมาณ SS ที่ไปกับน้ำทิ้ง                        | = 30 x 1000 x 10 <sup>-3</sup>   | = 30 กก./วัน  |
| ปริมาณ SS สะสม                                   | = 200 - 20 - 30  | = 150 กก./วัน |
| ปริมาตรตะกอนสะสม                                 | = $\frac{150 \text{ กก./วัน} \times 10^6 \text{ มก.} \times \text{ลบ.ม.}}{8000 \text{ มก./ล.} \times \text{กก.} \times 1000 \text{ ล.}}$ |               |
|  | = 18.75  | ลบ.ม./วัน     |

#### 4.4.4 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบบ่อปรับเสถียร

ปัญหา 1 : มีหญ้าและวัชพืชขึ้นภายในบ่อ (เช่นจอก แหน) และโคยรอบ

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข   |
|--|--|
| - น้ำตื้นเกินไป (น้อยกว่า 0.3 เมตร)<br>- ขาดการดูแลรักษา | - เพิ่มความลึกของน้ำ<br>- ทำการกำจัดวัชพืช และดูแลอย่างสม่ำเสมอ โดยการตัดออกหรือตัดถอน |

ปัญหา 2 : มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตมาก ดังแสดงในภาพที่ 6.15

| สาเหตุของปัญหา                  | แนวทางการแก้ไข   |
|---------------------------------|--|
| - อัตราการสะสมอินทรีย์มากเกินไป | - ลดอัตราการสะสมอินทรีย์โดยการลดอัตราการสูบน้ำเสียเข้าบ่อ<br>- กำจัดสาหร่ายโดยใช้จุนลี (คอปเปอร์ซัลเฟต CuSO <sub>4</sub> ) ปริมาณ 0.6 มก./ล. |



ภาพที่ 6.15 แสดงการมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตมากในบ่อ  
ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

### ปัญหา 3 : มีกลิ่นเหม็น

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราการระสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศ</li> <li>- มีวัชพืช เช่น จอก แหน หรือผักตบชวา ปกปิดผิวหน้าบ่อทำให้ไม่มีการถ่ายเทออกซิเจน</li> <li>- มีสารพิษทำลายสาหร่าย เช่น จุนลี ฟอรั่มอลดีไฮด์ เป็นต้น</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดอัตราการระสารอินทรีย์โดยการลดอัตราการสูบน้ำเสียเข้าบ่อ</li> <li>- หมุนเวียนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจากบ่อสุดท้ายในอัตรา 1 : 2 - 6</li> <li>- กำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ</li> <li>- กำจัดกลิ่นด้วยการเติมออกซิเจน</li> <li>- กำจัดสารพิษไม่ให้เข้าระบบหมุนเวียนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด</li> </ul> |

#### ปัญหา 4 : ค่า pH ลดต่ำลง

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราการระสาดสารอินทรีย์มากเกินไป</li> <li>- มีน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรดเข้าสู่ระบบ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดอัตราการระสาดสารอินทรีย์โดยการลดอัตราการสูบน้ำเสียเข้าบ่อ</li> <li>- หมุนเวียนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจากบ่อสุดท้ายในอัตรา 1 : 2 - 6</li> <li>- ปรับค่า pH ของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ</li> <li>- ปรับค่า pH ของบ่อดักยุงขี้ขาวหรือ โซดาไฟ ให้มีค่าเท่ากับ 7.0</li> </ul> |

#### ปัญหา 5 : เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ซึ่งการป้องกันกลิ่นในบ่อเหม็นกระทำได้ ดังแสดงในภาพที่ 6.16

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราการระสาดสารอินทรีย์มากเกินไป</li> <li>- ค่า pH ในบ่อดำเกินไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดอัตราการระสาดสารอินทรีย์โดยการลดอัตราการสูบน้ำเสียเข้าบ่อ</li> <li>- ปรับค่า pH ของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ</li> <li>- ปรับค่า pH ของน้ำในบ่อดักยุงขี้ขาวหรือ โซดาไฟ ให้มีค่า 6.5 – 7.5</li> </ul> |



ภาพที่ 6.16 แสดงการป้องกันกลิ่นในบ่อเหม็น

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

#### 4.5 การควบคุมดูแลรักษาระบบบึงประดิษฐ์ในโรงงานน้ำตาล

4.5.1 การควบคุมการทำงานของระบบบึงประดิษฐ์ในโรงงานน้ำตาล สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม คือ ควบคุมการทำงานของระบบตามตัวแปรที่ใช้ออกแบบในหน่วยบำบัดต่างๆ ดังนี้

##### 1) แบบน้ำไหลบนผิวดิน สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 1.1) บ่อคิน ระดับน้ำลึก 10 – 60 ซม.
- 1.2) ปลูกพืชน้ำหลาย ๆ ชนิด
- 1.3) ปล่อน้ำเสียเข้าบึงประดิษฐ์แบบช้า ๆ
- 1.4) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 – 15 วัน
- 1.5) อัตราการระเหยไอดี < 6 ก.บีไอดี/ตร.ม.-วัน
- 1.6) ค่าออกซิเจนละลายน้ำอย่างน้อย 1 มก./ล.
- 1.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบีไอดี 75 %

##### 2) แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม ได้แก่

- 1.1) บ่อคิน ระดับน้ำลึก 30 – 80 ซม.
- 1.2) ปูก้นบ่อด้วยวัสดุกันซึม มีความลาดเอียง 1 %
- 1.3) มีตัวกรอง เช่น ดิน กรวด หรือหิน เพื่อปลูกพืช
- 1.4) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 – 15 วัน
- 1.5) อัตราการระเหยไอดี 11 - 13 ก.บีไอดี/ตร.ม.-วัน
- 1.6) ภาวะชลศาสตร์ 0.01 – 0.05 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
- 1.7) ประสิทธิภาพการลดค่าบีไอดี 75 %

##### 4.5.2 การดูแลบำรุงรักษาระบบบึงประดิษฐ์ ได้แก่

- 1) หมั่นตัดหญ้า ถอนวัชพืชออกเมื่อเห็นว่ารก
- 2) ตัดยอดหรือถอนวัชพืชจำพวกกก และธูปฤาษีที่เริ่มแก่
- 3) ตัดหรือถอนวัชพืชออกในส่วนที่หนาแน่นเกินไปอย่างน้อยปีละ 2 ครั้งเพื่อป้องกันพืชเหล่านี้ตายทับถมลงในบึง ซึ่งจะทำให้เกิดการเน่าสลาย เกิดสภาวะไร้อากาศในบึงและ เกิดการตื้นเขิน ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำลดลง

### 4.5.3 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบบึงประดิษฐ์

#### ปัญหา 1 : มีกลิ่นเหม็น

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราการสะสมอินทรีย์มากเกินไปทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศ</li> <li>- วัชพืช หรือพืชน้ำในบ่อเจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้การถ่ายเทออกซิเจนจากผิวน้ำลดลง หรือวัชพืชและพืชน้ำตาย ทับถมในบ่อจำนวนมาก</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดอัตราการสะสมอินทรีย์โดยการลดอัตราการสูบน้ำเสียเข้าบ่อ</li> <li>- กำจัดวัชพืชและพืชน้ำออกบ้าง หรือขุดลอกเศษวัชพืชที่ทับถมกันบ่อ</li> </ul> |

#### ปัญหา 2 : น้ำในบึงมีสีค้ำ น้ำขุ่น

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- เกิดการกีดขวางการไหลของน้ำในบ่อ อาจมาจากวัชพืช หรือพืชน้ำที่ขึ้นหนาแน่นมากไปจนเกิดสภาพไร้อากาศในบ่อ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กำจัดวัชพืช และพืชน้ำออกบ้างหรือขุดลอกเศษวัชพืชที่เกิดขวางการไหลของน้ำ</li> </ul> |

## 4.6 การควบคุมดูแลรักษาระบบสระเติมอากาศในโรงงานน้ำตาล

4.6.1 การควบคุมการทำงานของระบบสระเติมอากาศในโรงงานน้ำตาล สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม คือ ควบคุมการทำงานของระบบตามตัวแปรที่ใช้ออกแบบในหน่วยบำบัดต่างๆ ดังนี้

- |                              |           |        |
|------------------------------|-----------|--------|
| 1) ความลึกของบ่อ             | 2 – 6     | เมตร   |
| 2) ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย    | 3 – 10    | วัน    |
| 3) ค่า pH                    | 6.5 – 8.0 |        |
| 4) ออกซิเจนละลาย (DO)        | 2 – 4     | มก./ล. |
| 5) ของแข็งแขวนลอย            | 200 – 300 | มก./ล. |
| 6) ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดี | 85 – 95   | %      |



#### 4.6.2 การดูแลบำรุงรักษาระบบสระเติมอากาศในโรงงานน้ำตา

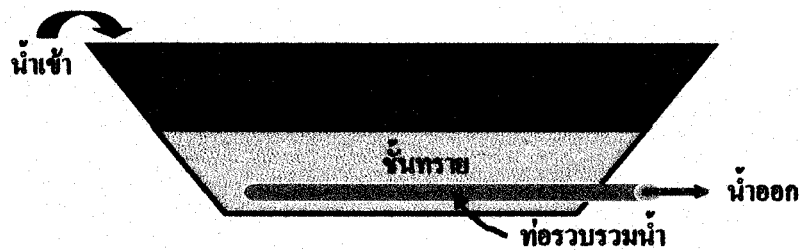
ควบคุมการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกินบริเวณก้นบ่อสารแขวนลอยที่มากับน้ำเสีย  
จมตัวลงก้นบ่อบางส่วนถูกย่อยสลาย และบางส่วนสะสมเป็นชั้นสลัดจ์ควรทำการขูดลอกสลัดจ์ออก  
เป็นครั้งคราว

#### 4.6.3 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบสระเติมอากาศ

ปัญหา 1 : น้ำทิ้งมีความขุ่นหรือปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- เครื่องเติมอากาศตีแรงเกินไป</li> <li>- มีสาหร่ายเจริญเติบโตในบ่อบ่มมากเกินไป</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดความแรงของการตีอากาศลง</li> <li>- กำจัดโดยใช้สารจุนสี (คอปเปอร์ซัลเฟต <math>\text{CuSO}_4</math>) ปริมาณที่เติม 0.6 มก./ล.</li> <li>- ใช้การกรองด้วย ถังกรองทราย, บ่อกรอง, rock filter</li> </ul> |

ซึ่งลักษณะบ่อกรองในระบบสระเติมอากาศ แสดงในภาพที่ 6.17



ภาพที่ 6.17 แสดงบ่อกรองในระบบสระเติมอากาศ

ปัญหา 2 : ค่า DO ในถังลดต่ำลงอย่างกะทันหัน

| สาเหตุของปัญหา  | แนวทางการแก้ไข   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีสารอินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศสูงทำให้มีการใช้ออกซิเจนสูง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่มการเติมอากาศหรือลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ</li> </ul> |

### ปัญหา 3 : ค่า DO ในถังเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข   |
|--|--|
| - มีสารพิษเข้ามาในระบบและทำลายจุลินทรีย์ในถังเดิมอากาศ | - ควรตรวจสอบน้ำเสียและทำลายสารมีพิษก่อนที่จะส่งเข้าสู่ถังเดิมอากาศ หรืออาจเติมน้ำเสียเข้ามาที่ละน้อยเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว<br>- ถ้าจุลินทรีย์ตายหมดต้องเริ่มต้นเดินระบบใหม่ |

### ปัญหา 4 : ฟองน้ำกระจายไม่เพียงพอ

| สาเหตุของปัญหา                                       | แนวทางการแก้ไข                                   |
|--|--|
| - ระดับใบพัดของเครื่องเติมอากาศไม่ได้ระดับที่ถูกต้อง | - ปรับเปลี่ยนระดับให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต |

### ปัญหา 5 : มีน้ำหนุ่นวนเกิดขึ้นบนผิวน้ำ (เครื่องเติมอากาศแบบเจ็ท)

| สาเหตุของปัญหา                         | แนวทางการแก้ไข      |
|--|---------------------|
| - ตั้งระดับใบพัดหรือมุมเอียงต้นเกิน ไป | - ปรับตั้งระดับใหม่ |

## 4.7 การควบคุมดูแลรักษาระบบแอนแอโรบิกในโรงงานน้ำตาล

4.7.1 การควบคุมดูแลการทำงานของระบบแอนแอโรบิกในโรงงานน้ำตาล สิ่งที่ต้องพิจารณาควบคุม คือ ควบคุมการทำงานของระบบตามตัวแปรที่ใช้ออกแบบในหน่วยบำบัดต่างๆ ดังนี้

### 1) อัตราภาระสารอินทรีย์ ควรให้เป็นไปตามค่ากำหนดต่อไปนี้

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1.1) บ่อแอนแอโรบิก         | 0.1 - 2 กก. COD/ลบ.ม./วัน |
| 1.2) ถังย่อยแบบสัมผัส      | 1 - 5.5 กก. COD/ลบ.ม./วัน |
| 1.3) ถังกรองไร้อากาศ       | 4 - 15 กก. COD/ลบ.ม./วัน  |
| 1.4) ชั้นลอยตัวไร้ออกซิเจน | 10 - 30 กก. COD/ลบ.ม./วัน |
| 1.5) UASB                  | 15 - 25 กก. COD/ลบ.ม./วัน |
| 1.6) ค่า pH                | 6.5 - 7.5                 |

## 2) ระบบบ่อเหม็น ควรตรวจสอบควบคุมสิ่งต่อไปนี้

- 2.1) ตรวจสอบปริมาณตะกอนที่สะสมกันบ่อ หากมีมากให้กำจัดออก
- 2.2) ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วยการเติมปูนขาว
- 2.3) ตรวจสอบความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ รักษาให้มีระดับสม่ำเสมอ

ระหว่าง 200 – 400 มก./ล.

## 3) ระบบถังกรองไร้อากาศ ควรตรวจสอบควบคุมสิ่งต่อไปนี้

- 3.1) ตรวจสอบปริมาณตะกอนที่สะสมกันถัง หากมีมากให้กำจัดออก
- 3.2) ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วยการเติมปูนขาว
- 3.3) ตรวจสอบวิธีการกระจายน้ำเสียให้ไหลเข้าถังกรองได้สม่ำเสมอ
- 3.4) ตรวจสอบความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ รักษาให้มีระดับสม่ำเสมอ

ระหว่าง 200 – 400 มก./ล.

## 4) ระบบยูเอเอสบี ควรตรวจสอบควบคุมสิ่งต่อไปนี้

- 4.1) ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วยการเติมโซดาไฟ
- 4.2) ตรวจสอบวิธีการกระจายน้ำเสียให้ไหลเข้าถังได้สม่ำเสมอ
- 4.3) เดินเครื่องสูบน้ำกลับตลอดเวลาให้มีความเร็วของน้ำไหลขึ้น

2 – 6 ม./ชม.

- 4.4) ตรวจสอบความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ รักษาให้มีระดับสม่ำเสมอ

ระหว่าง 200 – 400 มก./ล.

### 4.7.2 ปัญหาในการเดินระบบและวิธีการแก้ไขระบบแอนแอโรบิก

#### 1) ระบบบ่อเหม็น

##### ปัญหา 1 : เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข  |
|--|---|
| - ปริมาณสารอินทรีย์เข้าระบบในอัตราสูงมากเกินไป<br>- ค่า pH ต่ำเกินไป | - ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสม<br>- เติมน้ำปูนขาวหรือ โซดาไฟเพื่อปรับค่า pH ให้สูงขึ้น |

## 2) ระบบถังกรองใ้อากาศ

### ปัญหา 1 : เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

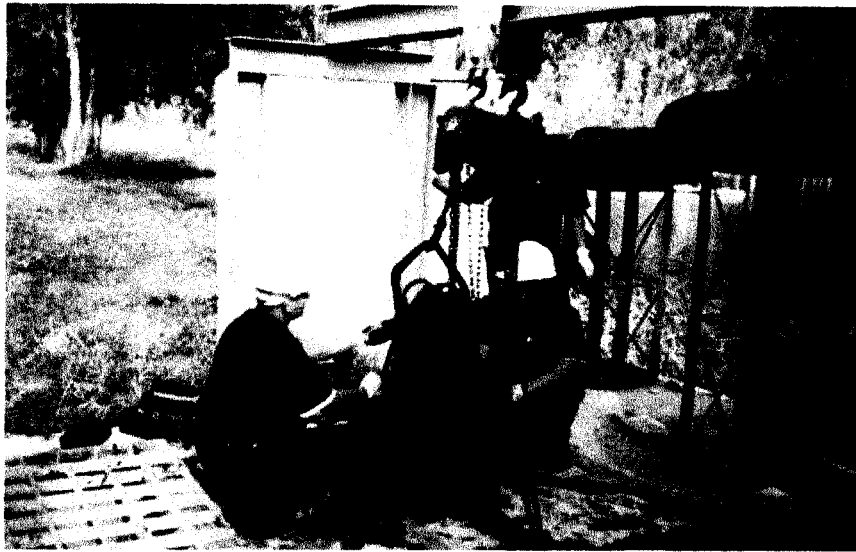
| สาเหตุของปัญหา   | แนวทางการแก้ไข   |
|--|--|
| - ปริมาณสารอินทรีย์เข้าระบบในอัตราสูงมากเกินไป<br>- ค่า pH ต่ำเกินไป | - ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสม<br>- เติมน้ำขาวหรือ โซดาไฟเพื่อปรับค่า pH ให้สูงขึ้น |

## 4.8 การควบคุมดูแลรักษาเครื่องจักรอื่น ๆ ในโรงงานน้ำศาล

### 4.8.1 การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ

| รายการดูแล และบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ                | ช่วงเวลาปฏิบัติ |
|--|-----------------|
| 1) ตรวจสอบการไหลว่าสม่ำเสมอ                          | ประจำวัน        |
| 2) ตรวจสอบการสันสะเทือน / เสียงผิดปกติ               | ประจำวัน        |
| 3) ตรวจสอบรอยรั่วไหล                                 | ประจำวัน        |
| 4) เติมน้ำมันหล่อลื่น                                | ประจำสัปดาห์    |
| 5) ตรวจสอบการสึกหรอของประเก็นกันน้ำ (รอยต่อ)         | ทุก 6 เดือน     |
| 6) ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้าและเติมน้ำมันหล่อลื่น          | ทุก 6 เดือน     |
| 7) ตรวจสอบการสึกหรอของคลัทช์ลูกปืน ปลอกเพลลาและใบพัด | ประจำปี         |

ซึ่งการตรวจสอบดูแลเครื่องสูบน้ำของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงในภาพที่ 6.18



ภาพที่ 6.18 แสดงการตรวจสอบดูแลเครื่องสูบน้ำ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

#### 4.8.2 การควบคุมดูแลเครื่องเติมอากาศ

- 1) ตรวจสอบค่า DO ในถังเติมอากาศ
- 2) ตรวจสอบค่า DO ที่ตำแหน่งและความลึกต่างๆ ควบคุมให้มีค่า DO > 2 มก./ล. ตลอดทั่วถัง อย่างน้อยควรทำทุก 3 เดือน
- 3) ถ้าค่า DO ไม่สม่ำเสมอ ให้ตรวจสอบชนิด แรงม้า ตำแหน่งติดตั้ง ตามคู่มือของผู้ผลิต

#### 4.8.3 ดูแลและบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศ

- 1) เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ ทำการปรับระดับใบพัดเติมอากาศให้เหมาะสม ถ้าปรับให้ระดับใบพัดลึกมากเกินไปทำให้มอเตอร์เกิดความเสียหายได้ และตรวจสอบปริมาณของ ออกซิเจนละลายน้ำให้มีค่า > 2 มก./ล. ซึ่งการดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศผิวน้ำได้แสดงในภาพที่ 6.19

| รายการดูแล และบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศผิวน้ำ | ช่วงเวลาปฏิบัติ |
|--|-----------------|
| 1) อัศจรรย์ปีลูกปืน (Ball Bearing)             | สัปดาห์ละครั้ง  |
| 2) ทาสีกันสนิม                                 | ทุก 6 เดือน     |
| 3) ตรวจสอบศูนย์เพลลา                           | ทุก 6 เดือน     |

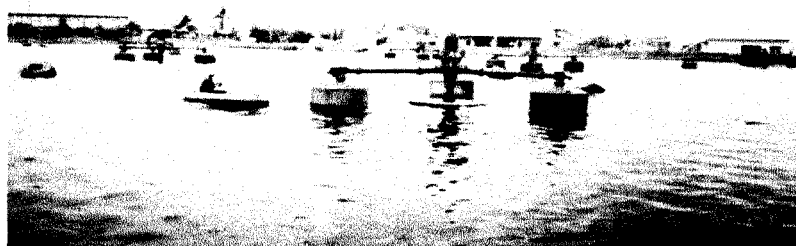


ภาพที่ 6.19 แสดงการอัดจารบีถูกปืนเครื่องเติมอากาศผิวน้ำ

## 2) การดูแลบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่กระจายอากาศ

### 2.1) หัวฟู่อากาศ ดังแสดงในภาพที่ 6.20

| รายการควบคุมดูแล และบำรุงรักษาหัวฟู่อากาศ                                       | ช่วงเวลาปฏิบัติ |
|---|-----------------|
| 1) ตรวจสอบการกระจายอากาศให้ทั่วถึง ขนาดสม่ำเสมอ ถ้ามีขนาดใหญ่บางจุดหรือขาดหายไป | ทุกวัน          |
| 2) ตรวจสอบการฉีกขาด ทำความสะอาด   | ทุกวัน          |
| 3) ตรวจสอบรอยรั่วตามท่อหลัก   | ทุกวัน          |
| 4) ตรวจสอบค่า DO  | ทุกวัน          |
| 5) ทำความสะอาดหัวฟู่อากาศ   | ทุก 6 เดือน     |

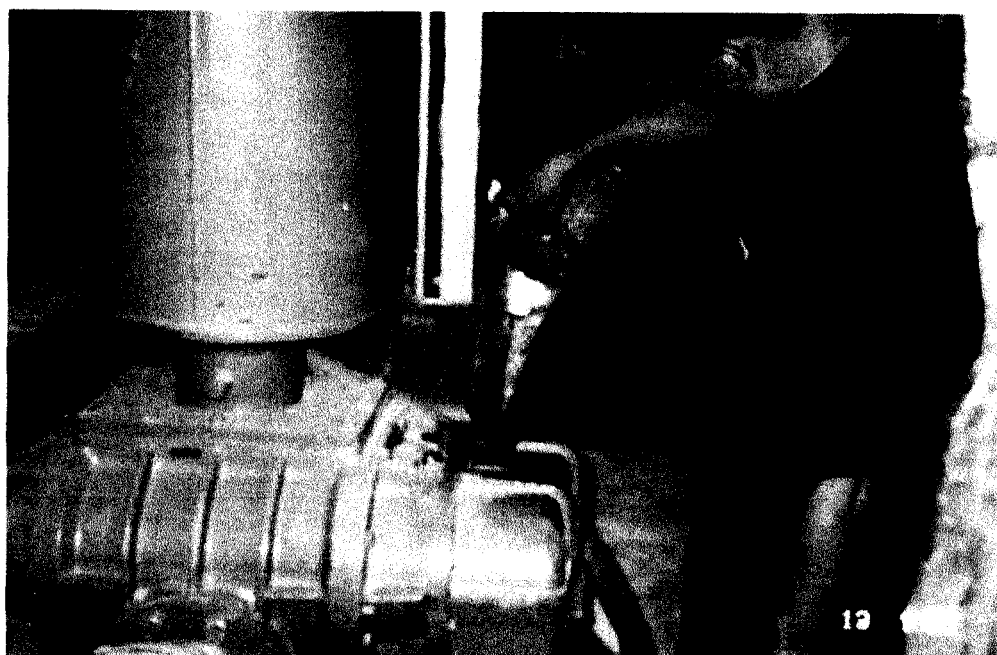


ภาพที่ 6.20 แสดงเครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่กระจายอากาศ

## 2.2) เครื่องเป่าอากาศ

| รายการตรวจสอบควบคุมดูแล และบำรุงรักษาเครื่องเป่าอากาศ | ช่วงเวลาปฏิบัติ |
|---|-----------------|
| 1) ตรวจสอบการไหลของอากาศสม่ำเสมอดี                    | ประจำวัน        |
| 2) ตรวจสอบการสั่นสะเทือน/เสียงดังผิดปกติ              | ประจำวัน        |
| 3) เติมน้ำมันหล่อลื่น                                 | ประจำวัน        |
| 4) ทำความสะอาดไส้กรองของเครื่อง                       | ทุก 6 เดือน     |
| 5) ตรวจสอบการสึกหรอของคลັบลูกปืน ปลอกเพลลา และใบพัด   | ประจำปี         |

ซึ่งการตรวจสอบดูแลรักษาเครื่องเป่าอากาศแสดงใน ภาพที่ 6.21



ภาพที่ 6.21 แสดงการเติมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องเป่าอากาศ

ที่มา : สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย. (ซีดีรอม)

**บรรณานุกรม**



### บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2547) คู่มือปฏิบัติการจัดการน้ำเสียสำหรับวัดในพระพุทธศาสนา กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภา
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537) คู่มือเล่มที่ 4 สำหรับผู้ให้บริการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานคร เรือนแก้วการพิมพ์
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545) น้ำเสียชุมชนและระบบการบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภา
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2545) ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ กรุงเทพมหานคร จัดพิมพ์โดยสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
- กองวิศวกรรมสุขภาพ กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย (2543) งานสุขภาพและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์การศาสนา
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2539) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร มิตรนราการพิมพ์
- คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) (2540) คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร
- คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2538) การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ณรงค์ วุทธเสถียร (2543) การปรับสภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- ไทรภพ อินทุใส และคณะ (2546) เทคนิคการบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ฟิสิกส์ เซนต์เตอร์
- รัฐวัฒน์ เสียงหวาน (2550, 25 สิงหาคม) วิศวกรสิ่งแวดล้อม สัมภาษณ์โดย นายนราวุธ สีหะวงษ์ โรงงานน้ำตาลสหเรือง จังหวัดมุกดาหาร
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2543) ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม นนทบุรี สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย (ซีดีรอม) ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี

**ภาคผนวก**

**ภาคผนวก ก**  
**มาตรฐานน้ำทิ้งจาก โรงงานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง**

### มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

| มาตรฐานน้ำทิ้ง                               | กฎหมายที่เกี่ยวข้อง  | ค่าพารามิเตอร์ |
|--|--|----------------|
| 1. มาตรฐานสำหรับโรงงานทั่วไป                 | 1. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 ตาม พรบ.ส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 (เป็นกฎหมายหลักของประเทศ)<br>2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2539 ตาม พรบ.โรงงาน พ.ศ.2535 | ใช้ค่าเดียวกัน |
| 2. มาตรฐานที่อนุโลมสำหรับอุตสาหกรรมบางประเภท | 1. ประกาศคณะกรรมการควบคุมมลพิษ ลงวันที่ 20 สิงหาคม 2539<br>2. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม ลงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2540  | ใช้ค่าเดียวกัน |
| 3. มาตรฐานสำหรับโรงงานในเขตควบคุมมลพิษ       | 1. ผู้ว่าราชการจังหวัดอาจประกาศให้ใช้มาตรฐานที่เข้มงวดกว่ามาตรฐานปกติที่กล่าวในข้อ 1 หรือข้อ 2 ได้   |                |

### ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2539 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานอุตสาหกรรมให้มีค่ามาตรฐานน้ำทิ้งดังนี้

| พารามิเตอร์         | ค่ามาตรฐาน           | ค่าอนุโลม   |
|---------------------|----------------------|---|
| 1. ค่าพีเอช (pH)    | 5.5 – 9.0            |   |
| 2. ค่าทีดีเอส (TDS) | ไม่เกิน 3,000 มก./ล. | คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่านี้ได้แต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม) |
| 3. สารแขวนลอย (SS)  | ไม่เกิน 50 มก./ล.    | คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่านี้ได้แต่ไม่เกิน 150 มก./ล. (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)   |

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2539 (ต่อ)

| พารามิเตอร์   | ค่ามาตรฐาน                      | ค่าอนุโตม   |
|---|---------------------------------|---|
| 4. อุณหภูมิ   | ไม่เกิน 40° ซ.                  |   |
| 5. สีหรือกลิ่น  | ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ           |   |
| 6. ซัลไฟด์  | ไม่เกิน 1.0 มก./ล.              |   |
| 7. ไซยาไนด์   | ไม่เกิน 0.2 มก./ล.              |   |
| 8. โลหะหนักต่างๆ  |                                 |   |
| 8.1 สังกะสี (Zn)  | ไม่เกิน 5.0 มก./ล.              |   |
| 8.2 โครเมียม (Cr <sup>6+</sup> )                          | ไม่เกิน 0.25 มก./ล.             |   |
| 8.3 โครเมียม (Cr <sup>3+</sup> )                          | ไม่เกิน 0.75 มก./ล.             |   |
| 8.4 อาร์เซนิก (As)  | ไม่เกิน 0.25 มก./ล.             |   |
| 8.5 ทองแดง (Cu)   | ไม่เกิน 2.0 มก./ล.              |   |
| 8.6 ปรอท (Hg)   | ไม่เกิน 0.005 มก./ล.            |   |
| 8.7 แคดเมียม (Cd)   | ไม่เกิน 0.03 มก./ล.             |   |
| 8.8 เซเลเนียม (Se)  | ไม่เกิน 0.02 มก./ล.             |   |
| 8.9 แบเรียม (Ba)  | ไม่เกิน 1.0 มก./ล.              |   |
| 8.10 ตะกั่ว (Pb)  | ไม่เกิน 0.2 มก./ล.              |   |
| 8.11 นิกเกิล (Ni)   | ไม่เกิน 1.0 มก./ล.              |   |
| 8.12 แมงกานีส (Mn)  | ไม่เกิน 5.0 มก./ล.              |   |
| 9. น้ำมันและไขมัน   | ไม่เกิน 5.0 มก./ล.              | คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่านี้ได้แต่ไม่เกิน 15 มก./ล.<br>(ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม) |
| 10. ฟอรัมาลดีไฮด์   | ไม่เกิน 1.0 มก./ล.              |   |
| 11. สารประกอบฟีนอล  | ไม่เกิน 1.0 มก./ล.              |   |
| 12. คลอรีนอิสระ   | ไม่เกิน 1.0 มก./ล.              |   |
| 13. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์(Pesticide) | ตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด |   |

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)  
ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2539 (ต่อ)

| พารามิเตอร์           | ค่ามาตรฐาน         | ค่าอนุโลม  |
|-----------------------|--------------------|--|
| 14. ค่าบีโอดี (BOD)   | ไม่เกิน 20 มก./ล.  | คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่านี้ได้แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.<br>(ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)  |
| 15. ค่าทีเคเอ็น (TKN) | ไม่เกิน 100 มก./ล. | คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่านี้ได้แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.<br>(ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม) |
| 16. ค่าซีโอดี (COD)   | ไม่เกิน 120 มก./ล. | คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่านี้ได้แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.<br>(ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม) |

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจาก  
ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539)  
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ด้วยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (2539) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ข้อ 2 (15), (16), (17) ได้ระบุให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมที่จะกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ซึ่งได้แก่ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) และค่า ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ให้แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศฉบับดังกล่าวได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

ฉะนั้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539) เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

- 1.1 ลำดับที่ 4(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งมีไร้สัตว์น้ำประเภทการฆ่าสัตว์
- 1.2 ลำดับที่ 9(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืช หรือหัวพืชประเภทการทำแป้ง
- 1.3 ลำดับที่ (10) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้ง อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

- (1) การทำขนมปัง หรือขนมเค้ก
- (2) การทำขนมปังกรอบ หรือขนมอบแห้ง
- (3) การทำผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้ง เป็นเส้นเม็ดยัด หรือจีน

1.4 ลำดับที่ 15 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับกับอาหารสัตว์ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

- (1) การทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์
- (2) การป่นหรือบด พืช เมล็ดพืช กากพืช เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ขนสัตว์ หรือเปลือกหอยสำหรับทำหรือผสม เป็นอาหารสัตว์

1.5 ลำดับที่ 22 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การหมัก คาร์บอนไนซ์ สาง หวีรีด ปั่น อบ ทว บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือย้อมสีเส้นใย

(2) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายสำหรับการทอ

(3) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(4) การพิมพ์สิ่งทอ

1.6 ลำดับที่ 29 โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ปั่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่ง แต่งสำเร็จอัดให้เป็นลาขนุน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

1.7 ลำดับที่ 38 โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ หลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

(2) การทำกระดาษ กระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ใช้ในการก่อสร้างชนิดที่ ทำจากเส้นใย(Fibre) หรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard )

(1) การทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

(2) การเก็บรักษา กำไลยง แยก คัดเลือก หรือแบ่งบรรจุเฉพาะเคมีภัณฑ์อันตราย

1.9 ลำดับที่ 46 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยางอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การผลิตวัตถุดิบที่รับรองไว้ในคำราชที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวง สาธารณสุขประกาศ

(2) การผลิตวัตถุดิบมุ่งหมายสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ บำบัด บรรเทา รักษา หรือ ป้องกันโรคหรือความเจ็บป่วยของมนุษย์ หรือสัตว์หรือความเจ็บป่วยของมนุษย์ หรือสัตว์

(3) การผลิตวัตถุดิบมุ่งหมายสำหรับให้เกิดผลแก่สุขภาพ โครงสร้าง หรือการทำหน้าที่ใด ๆ ของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ แต่วัตถุ ตาม

(1) หรือ (2) ไม่รวมถึงวัตถุดิบมุ่งหมายสำหรับใช้เป็นอาหาร เครื่องกีฬา เครื่องสำอาง เครื่องมือ ที่ใช้ในการประกอบโรคศิลปะ และส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ ในการนั้น

1.10 ลำดับที่ 92 โรงงานห้องเย็น

ข้อ 2 ค่าที่เคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahi Nitrogen) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกระทรวง (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติ โรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

2.1 ลำดับที่ 13(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร 2.2 ลำดับที่ 15(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำ อาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์



ข้อ 3 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

3.1 ลำดับที่ 13(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร

3.2 ลำดับที่ 15(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

3.3 ลำดับที่ 22 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย และเส้นใยซึ่งมีใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การหมัก คาร์บอนไนซ์ สาง หวี รีด ปั่น อบ ทวบ บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือย้อมสีเส้นใย

(2) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายขึ้นสำหรับการทอ

(3) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(4) การพิมพ์สิ่งทอ

3.4 ลำดับที่ 29 โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ปั่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่ง สำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

3.5 ลำดับที่ 38 โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

(2) การทำกระดาษ กระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ใช้ในการก่อสร้างชนิดที่ทำจากเส้นใย(Fibre) หรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard)

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540

(นายเทียร เมฆานนท์ชัย)

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 114 ตอน 71 ง. ลงวันที่ 4 กันยายน 2540

**ภาคผนวก ข**  
**แบบรายงานข้อมูลดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานน้ำตาล**



**ภาคผนวก ก**

**รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์น้ำเสียจากระบบบำบัดโรงงานน้ำตาลสหเรือง**



คำขอบริการที่ ท. 81/50

ที่ ทป. ทว. 45/50

### รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

บริษัท สหเรือ่ง จำกัด

การทดสอบ / วิเคราะห์ น้ำเสียจากระบบบำบัด จำนวน 2 ตัวอย่าง

วิธีทดสอบ / วิเคราะห์ Standard methods for the Examination of Water and Wastewater. (APHA-AWWA-WPCF)

วันที่เก็บตัวอย่าง 31 มกราคม 2550 เวลา 13.30. 13.50 น.

วันที่รับตัวอย่าง 15 มีนาคม 2550

ผลการทดสอบ / วิเคราะห์

|                       | น้ำเสียบ่อที่ 1 | น้ำเสียบ่อที่ 4 |
|-----------------------|-----------------|-----------------|
| pH                    | 4.2             | 7.2             |
| BOD <sub>5</sub> mg/l | 26,500          | 3               |
| SS mg/l               | 1,760           | 10              |
| TDS mg/l              | 2,420           | 340             |

ผู้ทดสอบ / วิเคราะห์

นางวิญญา พิทักษ์สิน

ผู้รับรอง

ดร. ศิริมา

(นายสุรชาติ พิษกุล)

รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการ

ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาและพลังงาน

ผู้ตรวจสอบ

นายพนม บึงขวนิชย์

(นายพนม บึงขวนิชย์)

วันที่ 22 มีนาคม 2550

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์นี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบ / วิเคราะห์เท่านั้น  
ห้ามนำผลวิเคราะห์ / วิเคราะห์ ไปโฆษณาโดยมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก ว.อี.

FM-EEE-67



คำขอบริการที่ ท. 80/50

ที่ ทบ. ทว. 44 50

## รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

บริษัท สหเรือจ อ่าก๊อด

การทดสอบ / วิเคราะห์ น้ำเสียจากระบบบำบัด อี.บ. ณ 2 จ. อ. อ. บ.

วิธีทดสอบ / วิเคราะห์ Standard methods for the Examination of Water and Wastewater. (APHA-AWWA-WPCF)

วันที่เก็บตัวอย่าง 28 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 13.30-13.50 น.

วันที่รับตัวอย่าง 15 มีนาคม 2550

ผลการทดสอบ / วิเคราะห์

|                  |      | น้ำเสียบ่อที่ 1 | น้ำเสียบ่อที่ 4 |
|------------------|------|-----------------|-----------------|
| pH               |      | 6.0             | 6.8             |
| BOD <sub>5</sub> | mg/l | 18,900          | 4               |
| SS               | mg/l | 11,076          | 33              |
| TDS              | mg/l | 14,219          | 355             |

ผู้ทดสอบ / วิเคราะห์

นายวิญญา พิทักษ์สิน

ผู้รับรอง

นายสุชาติ ทัศนกุล

(นายสุชาติ ทัศนกุล)

รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการ

ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาและพลังงาน

ผู้ตรวจสอบ

นายเกษม ปิงขวณิชโสภี

(นายเกษม ปิงขวณิชโสภี)

วันที่ 22 มีนาคม 2550

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์นี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ให้ผลการทดสอบ/วิเคราะห์เท่านั้น  
 ห้ามผลการทดสอบ/วิเคราะห์ ไปโฆษณาโดยมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วว.

FM-EEE-67

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

111 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10600  
 โทร. 0-2654-4000 โทรสาร 0-2654-4111  
 E-mail: lab@triphath.or.th Website: www.triphath.or.th

**ภาคผนวก ง**

**แบบรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ต้องรายงานต่อกรม โรงงานอุตสาหกรรม**

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ  
 กระทรวงพาณิชย์

## แบบรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษ

ประจำปี พ.ศ. (ระบุ)      ครั้งที่ (ระบุ)  
 ประจำช่วงเดือน (ระบุ)      พ.ศ. (ระบุ)      ถึง (ระบุ)      พ.ศ. (ระบุ)

---

> รายละเอียดเกี่ยวกับโรงงาน

ชื่อโรงงาน \_\_\_\_\_

ทะเบียนโรงงานเลขที่ \_\_\_\_\_

สถานที่ตั้ง \_\_\_\_\_

พิกัด GPS (WGS-84) N \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_ UTM Zone  47  48  ไม่มีข้อมูล UTM Zone

ประเภทกิจการ \_\_\_\_\_ โทรศัพท์ \_\_\_\_\_

เบอร์ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

เป็นบริษัทในเครือของ \_\_\_\_\_

> ชนิดโรงงาน

1.1 เป็นโรงงานที่ต้องมีบุคคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำหนดชนิดและขนาดของโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษฯ ปี พ.ศ. 2546 หมวด 4 ดังนี้

เป็นโรงงานที่มีสารปนเปื้อนสารอินทรีย์ ที่มีปริมาณน้ำเสียตั้งแต่ 500 ลบ.ม./วัน หรือมีปริมาณความสกปรกก่อนบำบัดขุ่นตั้งแต่ 100 กก./วัน ขึ้นไป

เป็นโรงงานที่ใช้สารหรือองค์ประกอบของสารตามประกาศฯ ในกระบวนการผลิต ที่มีปริมาณน้ำเสียตั้งแต่ 50 ลบ.ม./วัน ขึ้นไป

เป็นโรงงานที่ก่อให้เกิดมลพิษสูง ตามประกาศกระทรวงฯ ข้อ \_\_\_\_\_

เป็นโรงงานที่ต้องติดตั้งเครื่องทออุปกรณ์พิเศษเพื่อตรวจวัด

คุณภาพอากาศจากการปล่อยแบบอัตโนมัติ ตามประกาศกระทรวงฯ ปี พ.ศ. 2544

คุณภาพน้ำ ตามประกาศกระทรวงฯ ปี พ.ศ. 2547 และประกาศเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2548

1.2 โรงงานอื่นๆ \_\_\_\_\_

> ข้อมูลโรงงาน

2. ในบริเวณโรงงาน

มีระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน \_\_\_\_\_ ระบบ

และมีการบำบัดน้ำทิ้งออกนอกโรงงานจำนวน \_\_\_\_\_ จุด

ปริมาณน้ำเสียบำบัดแล้วเฉลี่ย \_\_\_\_\_ ลบ.ม./วัน      ปริมาณน้ำเสียเก็บกัก \_\_\_\_\_ ลบ.ม./วัน

ปริมาณน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ \_\_\_\_\_ ลบ.ม./วัน

ปริมาณน้ำทิ้งออกนอกโรงงาน \_\_\_\_\_ ลบ.ม./วัน      วิธีการจัดการ (ระบุ) \_\_\_\_\_      ระบุแหล่งน้ำ \_\_\_\_\_

> ข้อมูลพื้นที่ปนเปื้อนมลพิษทางอากาศ

3. ในบริเวณโรงงาน

มีปล่องหรือช่องที่ระบายมลพิษทางอากาศ จำนวน \_\_\_\_\_ จุด

ชนิดของมลพิษที่ระบาย \_\_\_\_\_

> การผลิต

4. ระยะเวลาการผลิต \_\_\_\_\_ วัน/สัปดาห์ จำนวน \_\_\_\_\_ ชม./วัน

มีระยะเวลาหยุดการผลิตจำนวนรวม \_\_\_\_\_ วัน คิดเป็นเวลาหยุดผลิตรวม \_\_\_\_\_ ชม.

โดยมีวัตถุประสงค์ซึ่งในกระบวนการผลิต และดำเนินการผลิตของโรงงานโดยรวมในรอบรายงาน ดังนี้

| ข้อมูลการผลิต  |                    |
|----------------|--------------------|
| รายการวัตถุดิบ | ปริมาณการใช้ / วัน |
| 1.             | (หน่วย)            |
| 2.             | (หน่วย)            |
| 3.             | (หน่วย)            |
| 4.             | (หน่วย)            |
| 5.             | (หน่วย)            |

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์

กรอกรายการการผลิตกับพื้นที่กักเก็บน้ำทิ้งไป >>>

หน้า 1/2



รายการผลิตภัณฑ์หลัก

หน้า 1 จาก 2

แบบ ๒๒๕ - ใช้สำหรับยื่นขอรับเงินอุดหนุนแบบจัดซื้อแบบเหมาจ่าย (แบบ ๒๒๕)

| ผลิตภัณฑ์หลัก   |                   |                   |                         |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| รายการผลิตภัณฑ์ | เครื่องหมายการค้า | ปริมาณการผลิต/วัน | ปริมาณการผลิตสูงสุด/วัน |
| 1.              |                   | (หน่วย)           | (หน่วย)                 |
| 2.              |                   | (หน่วย)           | (หน่วย)                 |
| 3.              |                   | (หน่วย)           | (หน่วย)                 |
| 4.              |                   | (หน่วย)           | (หน่วย)                 |
| 5.              |                   | (หน่วย)           | (หน่วย)                 |

๕. น้ำใช้อุตสาหกรรม

5. น้ำใช้อุตสาหกรรม ปริมาณและชนิดของแหล่งน้ำดิบ

| แหล่งน้ำดิบ          | ปริมาณที่เฉลี่ย | ปริมาณที่สูงสุด | วิธีการวัด                    |                              |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| น้ำประปา             | ลบ.ม./วัน       | ลบ.ม./วัน       | <input type="radio"/> มิเตอร์ | <input type="radio"/> ประมาณ |
| น้ำจากสระ            | ลบ.ม./วัน       | ลบ.ม./วัน       | <input type="radio"/> มิเตอร์ | <input type="radio"/> ประมาณ |
| แหล่งน้ำอื่นและอื่นๆ | ลบ.ม./วัน       | ลบ.ม./วัน       | <input type="radio"/> มิเตอร์ | <input type="radio"/> ประมาณ |

๑๗. ๒๒๕ - ใช้สำหรับยื่นขอรับเงินอุดหนุนแบบจัดซื้อแบบเหมาจ่าย (แบบ ๒๒๕)

รหัสวิธีการจัดการ

- 01 ส่งจากระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงาน
- 02 ระบายสู่ระบบน้ำทิ้งของชุมชน
- 03 นำทิ้งของเขตประกอบการ / นิคมอุตสาหกรรม
- 04 นำไปรวมกับน้ำเสียก่อนทิ้งออกนอกโรงงาน
- 05 ระบายโดยตรงสู่สิ่งแวดล้อม
- 06 นำกลับไปที่ประโชน้ำ
- 07 ฝากทำลายร่วมในแผนกปูนซีเมนต์
- 08 นำไปบำบัดนอกโรงงาน (ส่ง 101) ในพื้นที่
- 09 นำไปบำบัดนอกโรงงาน (ส่ง 101) นอกพื้นที่
- 00 อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

๖. ชนิด ปริมาณ และวิธีการจัดการน้ำที่ส่งน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด

6. ชนิด ปริมาณ และวิธีการจัดการน้ำที่ส่งน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด

| ชนิดของของเสีย                                  | ปริมาณที่เกิดขึ้นเฉลี่ย | ปริมาณที่เกิดขึ้นสูงสุด | รหัสวิธีการจัดการ | การจัดการอื่น ๆ (ระบุ) |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| น้ำเสียจากโรงงานอื่นๆ (เฉพาะโรงงานลำดับที่ 101) | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |
| น้ำเสียจากระบบบำบัด/ถังวัดจุดดิบ                | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |
| น้ำทิ้งจากระบบหล่อเย็น                          | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |
| น้ำทิ้งจากหม้อน้ำ (Boiler)                      | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |
| น้ำล้างโรงงาน/เครื่องจักร                       | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |
| น้ำทิ้งจากสำนักงาน/โรงอาหาร                     | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |
| น้ำทิ้งจากการใช้ยานยนต์ ไร่ ไร่                 | ลบ.ม./วัน               | ลบ.ม./วัน (ระบุ)        |                   |                        |

๗. ชื่อผู้ยื่นขอรับเงินอุดหนุนแบบจัดซื้อแบบเหมาจ่าย

1. \_\_\_\_\_  
 ทะเบียนผู้ควบคุม

2. \_\_\_\_\_  
 ทะเบียนผู้ควบคุม

3. \_\_\_\_\_  
 ทะเบียนผู้ควบคุม

(ลงชื่อ)

( \_\_\_\_\_ )  
 ผู้จัดการสิ่งแวดล้อม

๘. ชื่อผู้ปฏิบัติงานประจำระบบผลิตชีวภาพ

1. \_\_\_\_\_  
 เลขประจำตัวประชาชน

2. \_\_\_\_\_  
 เลขประจำตัวประชาชน

3. \_\_\_\_\_  
 เลขประจำตัวประชาชน

(ลงชื่อ)

( \_\_\_\_\_ )  
 ผู้ประกอบการกิจการโรงงาน

**แบบรายงานผลพิษน้ำ**  
(1 แบบรายงานต่อ 1 ระบบบำบัดหลัก)

ประจำปี พ.ศ. (ระบุ) \_\_\_\_\_ ครั้งที่ (ระบุ) \_\_\_\_\_  
ประจำช่วงเดือน (ระบุ) พ.ศ. (ระบุ) \_\_\_\_\_ ถึง (ระบุ) พ.ศ. (ระบุ) \_\_\_\_\_

▶ รายละเอียดเกี่ยวกับโรงงาน

ชื่อโรงงาน \_\_\_\_\_

ทะเบียนโรงงานเลขที่ \_\_\_\_\_

ชนิดระบบหลัก (กรุณาระบุรหัส): (ระบุ) \_\_\_\_\_

ที่มาของน้ำเสียมาจาก \_\_\_\_\_

ระบบที่: \_\_\_\_\_

อื่น ๆ โปรดระบุ \_\_\_\_\_

> ข้อมูลคุณภาพระบบบำบัดพิษน้ำ

1. \_\_\_\_\_  
ทะเบียนผู้ควบคุม \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_  
ทะเบียนผู้ควบคุม \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_  
ทะเบียนผู้ควบคุม \_\_\_\_\_

> ข้อมูลผู้ถือใบอนุญาตประจำเดือน

1. \_\_\_\_\_  
เลขประจำตัวประชาชน \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_  
เลขประจำตัวประชาชน \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_  
เลขประจำตัวประชาชน \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_  
เลขประจำตัวประชาชน \_\_\_\_\_

> ข้อมูลการแก้ไข (กรณีพบปัญหาคุณภาพน้ำไม่ตรงตามข้อกำหนดของระบบ)

1. \_\_\_\_\_  
ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน \_\_\_\_\_ (หน่วย) \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_  
ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน \_\_\_\_\_ (หน่วย) \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_  
ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน \_\_\_\_\_ (หน่วย) \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_  
ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน \_\_\_\_\_ (หน่วย) \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_  
ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน \_\_\_\_\_ (หน่วย) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (ลงชื่อ)  
\_\_\_\_\_ ( )  
ผู้ควบคุมระบบ

> ปริมาณน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่ออกแบบ \_\_\_\_\_ ลบ.ม./วัน  
ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย \_\_\_\_\_ ลบ.ม./วัน  
ระยะเวลาเดินระบบ \_\_\_\_\_ วัน/ปี  
จำนวน \_\_\_\_\_ ชม./วัน  
มีระยะเวลาหยุดเดินระบบ \_\_\_\_\_ ชั่วโมง  
จำนวน \_\_\_\_\_ วัน คิดเป็นระยะเวลาหยุดรวม \_\_\_\_\_ ชั่วโมง

> ข้อมูลไฟฟ้าระบบบำบัดพิษน้ำ

การติดตั้งเครื่องไฟฟ้า  มี  ไม่มี  
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า \_\_\_\_\_ kw-h/เดือน

> ระบบกากตะกอน

ปริมาณกากตะกอน \_\_\_\_\_ กก./เดือน  
ระยะเวลาเก็บกากตะกอนก่อนนำไปกำจัด \_\_\_\_\_ วัน  
รหัสวิธีการจัดการกากตะกอน \_\_\_\_\_

หมายเหตุ: โปรดระบุวิธีกำจัดกากตะกอนลงในแบบฟอร์มที่แนบมา (กรณีมี)

> ผู้ตรวจและข้อเสนอแนะ

ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะกรณีที่ผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในน้ำทิ้งที่  
ระบายออกนอกโรงงานไม่เป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

\_\_\_\_\_ (ลงชื่อ)  
\_\_\_\_\_ ( )  
ผู้ประกอบกิจการโรงงาน

**ตารางการรายงานผลวิเคราะห์  
ปริมาณสารมลพิษในตัวอย่าง  
น้ำทิ้งของโรงงาน**

ประจำปี พ.ศ. \_\_\_\_\_ ครั้งที่ \_\_\_\_\_  
 ประจำเดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_ ถึง \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_  
 จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง \_\_\_\_\_ ครั้ง

ชื่อโรงงาน \_\_\_\_\_

ทะเบียนโรงงานกรณี \_\_\_\_\_

ระบบที่ : \_\_\_\_\_

หมายเหตุ:

1. ไม่ตรวจวัด BOD<sub>5</sub>, COD, pH และ SS เป็นทางเลือก ขอเก็บไว้ใช้ข้อมูลในคู่มือกรณีที่มีสิ่งของที่เป็นอันตรายปะปน
2. กรณีที่ปริมาณค่าเฉลี่ยมากกว่า 1 กรัม ในรายงานกรณีนี้ค่าเฉลี่ยจะแสดงเป็นค่าเฉลี่ย
3. ไม่เก็บผลวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งเพื่อการตรวจมลพิษจากโรงงานนี้

| ตารางการรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษ |                          |            |        |
|---|--------------------------|------------|--------|
| 1. pH<br>(0-14)                         | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____      | (ระบุ) |
| 2. BOD <sub>5</sub> (0)                 | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l | (ระบุ) |
| 3. COD (0)                              | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l | (ระบุ) |
| 4. SS (0)                               | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l | (ระบุ) |
| 5. Temperature<br>(0-100)               | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ °C   | (ระบุ) |
| 6. TDS (> 0)                            | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l | (ระบุ) |
| 7. TKN (> 0)                            | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l | (ระบุ) |
| 8. Oil & Grease (> 0)                   | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l | (ระบุ) |

| พหุการตรวจหาโลหะหนักในน้ำดื่ม |  |  |                         |                |
|-------------------------------|--|--|-------------------------|----------------|
| พารามิเตอร์                   | น้ำดื่มก่อนจ่ายระบบ                    | น้ำที่ออกนอกบริเวณโรงงานหรือน้ำดื่มในถัง | เลขทะเบียนของปฏิบัติการ | ที่มาของข้อมูล |
| ▷ Heavy metals                |  |  |                         |                |
| 9. Mercury                    | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 10. Selenium                  | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 11. Cadmium                   | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 12. Lead                      | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 13. Aesenic                   | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 14. Total Chromium            | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 15. Barium                    | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 16. Nickel                    | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 17. Copper                    | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 18. Zinc                      | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |
| 19. Manganese                 | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                               | _____                   | (ระบุ)         |

| ตารางการตรวจหาสารเคมีที่เป็นอันตราย |  |   |                        |                |
|-------------------------------------|--|---|------------------------|----------------|
| พารามิเตอร์                         | น้ำเสียก่อนเข้าระบบ                    | น้ำที่ออกนอกบริเวณโรงงานหรือน้ำเสียเน่ารั่ว | เฉพาะเป็นของปฏิบัติการ | ที่มาของข้อมูล |
| > Toxic Chemicals<br>20. Cyanide    | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                                  | _____                  | (ระบุ)         |
| 21. Formaldehyde                    | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                                  | _____                  | (ระบุ)         |
| 22. Phenols Compound                | _____ mg/l<br>วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ | _____ mg/l                                  | _____                  | (ระบุ)         |

รหัสชนิดกระบวนการ

- 01 Grease Trap
- 03 Anaerobic Filter
- 05 Anaerobic Pond
- 07 Aerated Lagoon
- 09 Activated Sludge
- 11 Trickling Filter
- 13 Stabilization Pond
- 15 Upflow Anaerobic Sludge Blanket
- 17 Phosphorus Removal
- 99 อื่นๆ ระบุ

- 02 Dissolved Air Flootation
- 04 Septic Tank
- 06 Oxidation Pond
- 08 Polishing Pond
- 10 Chemical Treatment
- 12 Rotating Biological Contractor
- 14 Sequencing Batch Reactor
- 16 Wet Land
- 18 Storage Basin

รหัสวิธีการจัดการของเสียอันตราย

- 031 เป็นวัสดุขุดลอก
- 041 เป็นเชื้อเพลิงทดแทน
- 043 นำไปเผาเพื่อพลังงาน
- 044 เป็นวัสดุขุดลอกแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์
- 049 นำกลับมาใช้ประโยชน์หรือขายวิธีอื่นๆ
- 061 นำไปฝังกลบวิธีอื่นๆ
- 062 นำไปฝังกลบวิธีทางเคมี
- 063 นำไปฝังกลบวิธีทางกายภาพ
- 064 นำไปฝังกลบวิธีทางเคมีและฟิสิกส์
- 067 นำไปฝังกลบวิธีทางเคมี
- 068 นำไปฝังกลบ/ฝังกลบวิธีอื่นใดที่ไม่ใช่ซีเมนต์หรือวัสดุ pozzolanic
- 069 วิธีบำบัดอื่นๆ เพื่อลดค่าความเป็นอันตราย

- 071 ฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล โดยเฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น
- 072 ฝังกลบอย่างปลอดภัย
- 073 ฝังกลบอย่างปลอดภัย เมื่อทำการบำบัดหรือทำให้เป็นก้อนแข็งแล้ว
- 074 นำทำปุ๋ยในเตาเผาขยะทั่วไป
- 075 นำทำปุ๋ยในเตาเผาขยะสำหรับของเสียอันตราย
- 076 นำทำปุ๋ยร่วมกับเตาเผาปูนซีเมนต์
- 079 กำจัดด้วยวิธีอื่นๆ
- 082 ฝังกลบวิธีอื่นใด โดยเฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น
- 083 ฝังกลบวิธีอื่นใดเป็นการบำบัดปุ๋ยคอกมากเกิน โดยเฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น
- 084 นำไปฝังกลบวิธีอื่นใด โดยเฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น

**ประวัติผู้ศึกษา**

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>ชื่อ</b>            | นายนราวุธ สีหะวงษ์  |
| <b>วัน เดือน ปี</b>    | 27 พฤษภาคม 2506   |
| <b>สถานที่เกิด</b>     | อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ   |
| <b>ประวัติการศึกษา</b> | วทบ. เกษตรศึกษา (เกษตรกลวิธาน) คณะเกษตรศาสตร์บางพระ<br>จังหวัดชลบุรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2532 |
| <b>สถานที่ทำงาน</b>    | วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร                                      |
| <b>ตำแหน่ง</b>         | ครู วิทยฐานะชำนาญการ  |