

## บทที่ 3

### การวางแผนการวิจัย

#### 3.1 แผนการทดลอง

การทดลองทั้งหมดกระทำที่ห้องปฏิบัติการวิจัยภาควิชาชีพวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้เครื่องมือขนาดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทำการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ประกอบด้วยชุดควบคุมซึ่งเป็นระบบเอเอสแบบธรรมดา 1 ชุด และชุดการทดลองระบบเอเอสแบบมีถังคัตพันธุ์แบบแอนนอซิกอีก 3 ชุด โดยใช้อัตราเวียนสลัดจ์กลับ 100%, 100%, 300% และ 500% ของอัตราป้อนน้ำเสียตามลำดับ เพื่อศึกษาผลการป้องกันสลัดจ์ไม่จมตัวและการกำจัดไนโตรเจนของแต่ละการทดลอง

#### 3.2 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

การวิจัยนี้มีตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ

##### 1. ตัวแปรอิสระ

- การใช้ถังคัตพันธุ์แบบแอนนอซิก
- อัตราการเวียนสลัดจ์กลับของถังคัตพันธุ์แบบแอนนอซิก

##### 2. ตัวแปรตาม

- ค่าซีโอดี
- ค่าทีเคเอ็น
- ค่าไนโตรท
- ค่าไนเตรท
- ค่าความเป็นต่าง
- ค่าตะกอนแขวนลอย
- ค่าพีเอช

- ค่าอุณหภูมิ
- ค่าออกซิเจนละลาย
- ค่าไออาร์พี
- ค่าเอสวี 30

### 3. ตัวแปรคงที่

|                               |      |          |
|-------------------------------|------|----------|
| - อัตราการป้อนน้ำเสีย         | 20   | ลิตร/วัน |
| - อายุสลัดจ์                  | 20   | วัน      |
| - เวลาพักน้ำในถังแอนนออกซิก   | 30   | นาที     |
| - เวลาพักน้ำในถังเติมอากาศ    | 8    | ชั่วโมง  |
| - อัตราน้ำล้นผิวของถังตกตะกอน | 1.67 | เมตร/วัน |

### 3.3 ลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นน้ำเสียชุมชนจริงที่เก็บมาจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาของกรุงเทพมหานคร โดยเก็บน้ำเสียดิบหลังผ่านตะแกรงละเอียดของการบำบัดขั้นต้นแล้ว การเก็บน้ำเสียนั้นเก็บโดยตรงจากวาล์วเก็บตัวอย่างที่ติดตั้งอยู่บนท่อจ่ายน้ำเสียดิบเข้าสู่ระบบบำบัด

การเก็บตัวอย่างและวัดค่าซีโอดีและทีเคเอ็นของน้ำเสียดิบ( ชัยพร ภูประเสริฐ ,2538 ) ในช่วงเดือนกันยายน ปี 2537 เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียสัปดาห์ละ 3 ครั้ง และทำการวิเคราะห์ทันที ผลการวิเคราะห์แสดงอยู่ในตารางที่ 3.1 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของซีโอดีมีค่อนข้างสูงมาก ส่วนทีเคเอ็นมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงพอสมควร แสดงให้เห็นว่ามีความแปรปรวนของน้ำเสียชุมชนดิบมากด้วย ทั้งนี้ค่าซีโอดีของน้ำเสียก็มีค่าต่ำ

การทดลองในเบื้องต้นไม่สามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในระบบได้ เนื่องจากซีโอดีของน้ำเสียซึ่งเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์มีค่าต่ำ ผู้วิจัยจึงเติมน้ำตาลเพื่อใช้เป็นแหล่งสารอาหารคาร์บอน ( ซีโอดี ) และเติมยูเรียเพื่อใช้เป็นแหล่งสารอาหารไนโตรเจน ( ทีเคเอ็น ) ลงในน้ำเสียดิบ

การเตรียมน้ำเสีย เริ่มจากการเก็บน้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยามาเติมลงในถังพักน้ำเสียประมาณ 45 ลิตรแล้วเติมสารละลายสต็อกน้ำตาลที่มีความเข้มข้น 200 ก./ล.จำนวน 70 มล. และเติมสารละลายสต็อกยูเรียที่มีความเข้มข้น 22 ก./ล.จำนวน 45 มล. เพื่อให้มีน้ำเสียมีค่าซีโอดีประมาณ 400 มก./ล.และมีทีเคเอ็นประมาณ 20 มก./ล.

ตารางที่ 3.1 ผลวิเคราะห์น้ำเสียชุมชนดิบจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาดิบในช่วงเดือนกันยายน ปี 2537 ( ชัยพร ภูประเสริฐ ,2538 )



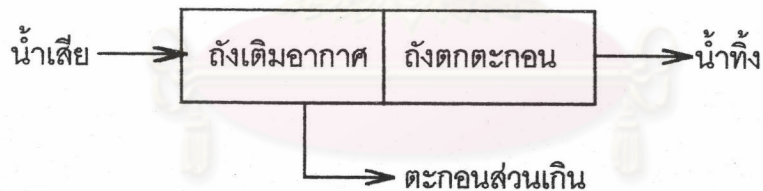
| วันที่          | พารามิเตอร์ที่วัดค่า |                     | ค่าอัตราส่วน      |
|-----------------|----------------------|---------------------|-------------------|
|                 | ซีโอดี ( มก./ล. )    | ทีเคเอ็น ( มก./ล. ) | ซีโอดีต่อไนโตรเจน |
| 1               | 173                  | 16.2                | 10.7              |
| 2               | 132                  | 11.2                | 11.8              |
| 3               | 57                   | 10.1                | 5.6               |
| 4               | 72                   | 10.6                | 6.8               |
| 5               | 44                   | 10.9                | 4.1               |
| 6               | 83                   | 11.5                | 7.3               |
| 7               | 157                  | 11.2                | 14.0              |
| 8               | 124                  | 16.8                | 7.4               |
| 9               | 128                  | 10.1                | 12.7              |
| 10              | 71                   | 6.7                 | 10.5              |
| 11              | 109                  | 12.6                | 8.6               |
| 12              | 122                  | 10.6                | 11.5              |
| 13              | 108                  | 10.4                | 10.4              |
| 14              | 118                  | 7.0                 | 16.9              |
| เฉลี่ย          | 107                  | 11.1                | 10                |
| SD.             | 36                   | 2.7                 | 3.4               |
| จำนวนข้อมูล (n) | 14                   | 14                  | 14                |

### 3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

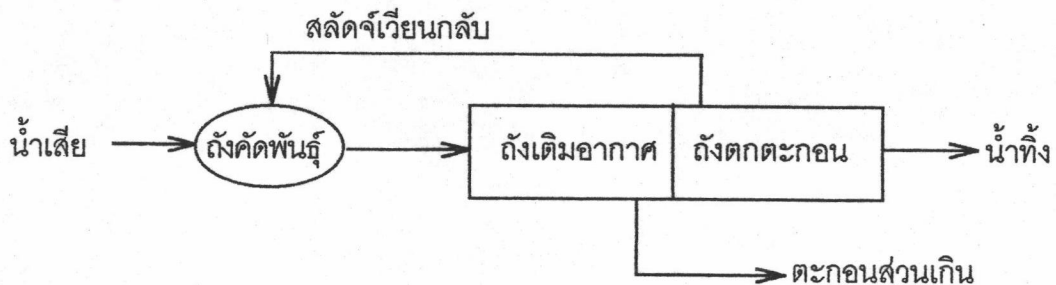
ประกอบด้วย

|   |        |            |
|---|--------|------------|
| 1 ถังพักน้ำเสียขนาด   | 60     | ลิตร       |
| 2 ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอซิกขนาด<br>พร้อมเครื่องกววนความเร็วประมาณ | 0.4    | ลิตร       |
| 3 ถังเติมอากาศขนาด<br>พร้อมถังตกตะกอนขนาด                       | 130    | รอบต่อนาที |
| 4 ถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วขนาด                              | 6.75   | ลิตร       |
| 5 เครื่องสูบน้ำเสียแบบไดอะแฟรมขนาด                              | 1.44   | ลิตร       |
| 6 เครื่องสูบลัดจ์เวียนกลับแบบเพอริสตัลติกขนาด                   | 40     | ลิตร       |
|   | 20     | ลิตร/วัน   |
|   | 20-100 | ลิตร/วัน   |

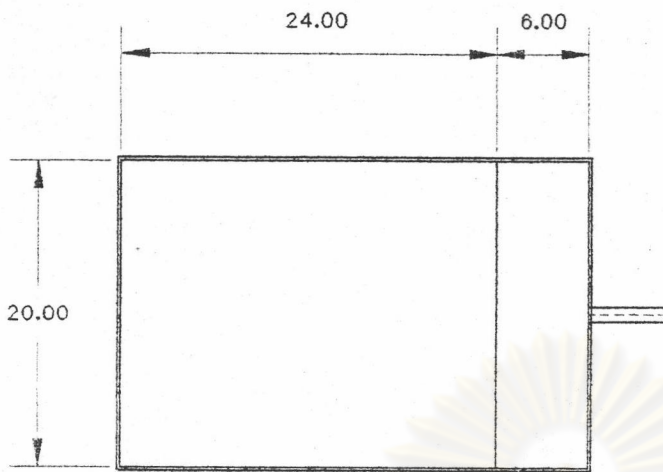
ระบบการทดลองเป็นไปตามไดอะแกรมดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2 ขนาดของถังเติมอากาศ, ถังคัดพันธุ์และใบกวนน้ำเป็นดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมระบบการทดลองชุดควบคุม

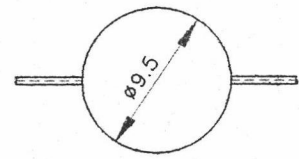


รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมระบบการทดลองชุดถังคัดพันธุ์



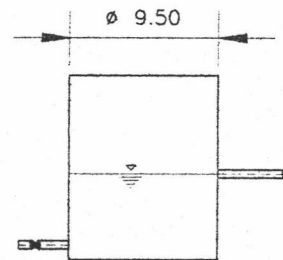
**แปลนถังเติมอากาศ**

มาตราส่วน 1:50



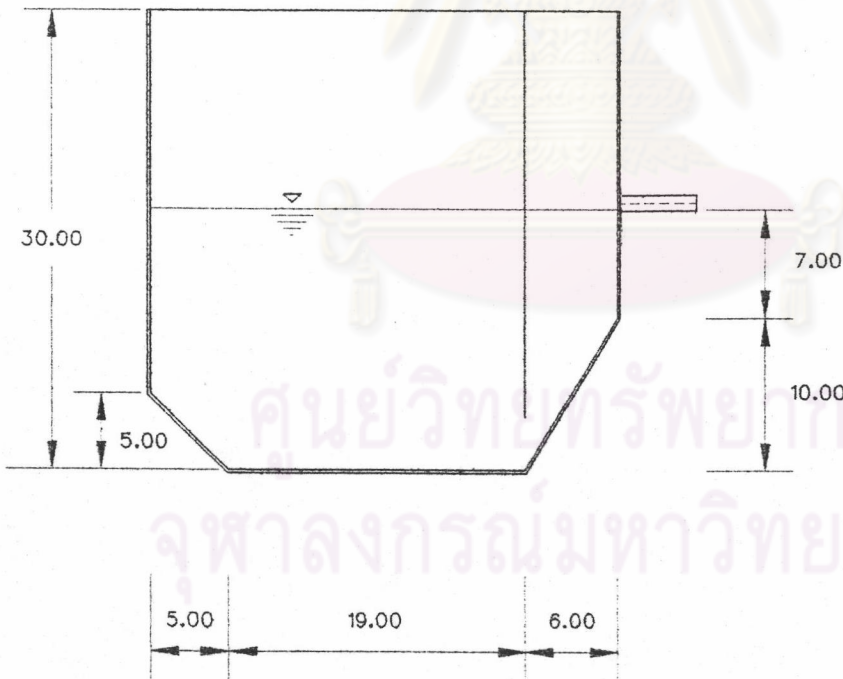
**แปลนถังตัดพันธุ์**

มาตราส่วน 1:50



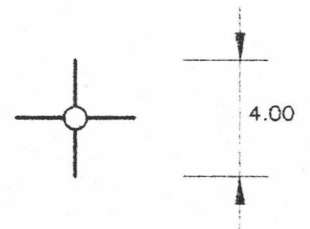
**รูปตัด B-B**

มาตราส่วน 1:50



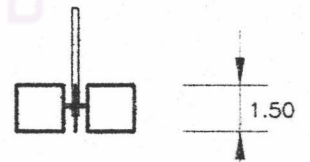
**รูปตัด A-A**

มาตราส่วน 1:50



**ใบกวนน้ำ**

มาตราส่วน 1:25



รูปที่ 3.3 ขนาดของถังเติมอากาศ, ถังตัดพันธุ์และใบกวนน้ำ

### 3.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

ลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณตัวแปรเปลี่ยนตาม ได้แก่ อุณหภูมิ ,พีเอช ,โออาร์พี ,ดีไอ ,ซีไอดี ,สภาพความเป็นด่าง ,ของแข็งแขวนลอย ,ทีเคเอ็น ,ไนโตรท ,ไนเตรท และเอสวี 30 วิธีวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 วิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของตัวอย่างน้ำ

| พารามิเตอร์     | วิธีวิเคราะห์   |
|-----------------|---|
| ซีไอดี          | Dicromate Close Reflux Method                         |
| ทีเคเอ็น        | Kjeldahl Method                                       |
| ไนเตรท          | Ultraviolet Spectrophotometric Method                 |
| ไนโตรท          | Diazotization Method                                  |
| พีเอช           | Electronic pH meter with glass electrode Method       |
| โออาร์พี        | Electronic ORP meter with platinum electrode Method   |
| ตะกอนแขวนลอย    | Gravimetric Method (Total Residue dried at 103-105 C) |
| ความเป็นด่าง    | Titration Method                                      |
| ออกซิเจนละลาย   | Membrane Electrode Method                             |
| อุณหภูมิ        | Thermometer Method                                    |
| V <sub>30</sub> | Settle Volumn Method                                  |

เครื่องมือวัดที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ มีดังต่อไปนี้

- เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)

เป็นเครื่องวัดพีเอชของ Horiba รุ่น F-13 และสามารถวัดอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำได้พร้อมๆ กัน

- เครื่องวัดโออาร์พี (ORP Meter)

เป็นเครื่องวัดโออาร์พีของ Horiba รุ่น F-21 และใช้อิเล็กโทรด ชนิดซิลเวอร์ / ซิลเวอร์คลอไรด์ ( Ag / AgCl<sub>2</sub>)

- เครื่องวัดออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen Meter)  
เป็นเครื่องวัดออกซิเจนละลายของ YSI รุ่น 51-B
- เครื่องวัด UV- Spectrophotometer  
เป็นเครื่องวัด UV - Spectrophotometer สำหรับใช้ในการวัดไนเตรท เป็นของ SHIMADZU รุ่น UV-1201
- เครื่องวัด Spectrophotometer  
เป็นเครื่องวัด Spectrophotometer สำหรับใช้ในการวัดไนไตรท์ เป็นของ HACH รุ่น DR-2000

การเก็บตัวอย่างน้ำจะเก็บจากตัวอย่างน้ำก่อนเติมเข้าสู่ระบบและที่ออกจากถังปฏิกรณ์ต่างๆ การเก็บตัวอย่างน้ำจากถังคัดพันธุ์ต้องทำการวิเคราะห์หรือแยกเซลล์ออกทันทีเนื่องจากเวลากักน้ำของถังคัดพันธุ์ต่ำ ค่า pH และ ORP จะวิเคราะห์ทันทีที่เก็บตัวอย่างมาโดยกำหนดให้เวลาแช่โพรบ(probe)ประมาณ 3 นาทีเท่ากันตลอดการทดลอง แผนการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ ของพารามิเตอร์ต่างๆ

| พารามิเตอร์        | ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง |              |            |        |
|--------------------|------------------------|--------------|------------|--------|
|                    | น้ำเสีย                | ถังแอนนอกชีก | ถังแอโรบิก | น้ำออก |
| พีเอช              | A                      | A            | A          | A      |
| ไออาร์พี           | A                      | A            | A          | A      |
| ตะกอนแขวนลอย       | -                      | B            | B          | B      |
| $V_{30}$           | -                      | A            | A          | -      |
| ซีไอดี (ทั้งหมด)   | B                      | -            | -          | -      |
| ซีไอดี (กรอง)      | -                      | B            | B          | -      |
| อุณหภูมิ           | A                      | A            | A          | -      |
| ออกซิเจนละลาย      | A                      | A            | A          | A      |
| ทีเคเอ็น (ทั้งหมด) | B                      | -            | -          | -      |
| ทีเคเอ็น (กรอง)    | -                      | B            | B          | -      |
| ไนเตรท (กรอง)      | -                      | B            | B          | -      |
| ไนไตรท์ (กรอง)     | -                      | B            | B          | -      |
| ความเป็นด่าง(กรอง) | B                      | B            | B          | -      |

หมายเหตุ A หมายถึง ตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์ทุกวัน

B หมายถึง ตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์สัปดาห์ละ 3 ครั้ง

ศูนย์วิจัยทรัพยากรน้ำ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย