

แผนการทดลองและวิจัย

การทดลองวิจัยน้ที่ห้องปฏิบัติการวิจัย ของภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 แผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในชั้นเบื้องต้นของกระบวนการคอนแทกต์สเต็มโลเซชันแบบ
แอนแอโรบิก เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการ และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ
ทำงานของกระบวนการ การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด คือ

1) กระบวนการคอนแทกต์สเต็มโลเซชันแบบแอนแอโรบิกชนิดมีตัวกลางอยู่กับที่
(fixed media) และการไหลภายในถังปฏิกริยาเป็นแบบกวนสมบูรณ์ (completely mixed)
ภายในถังปฏิกริยาทั้งสองจะใส่ด้วยตัวกลางพลาสติก ขนาด 7 ซม. จนมีปริมาตรเต็ม การ
ทดลองในชุดนี้มี 4 การทดลอง การทดลองที่ 1-3 ควบคุมการบรรทุกการไหลของน้ำ ให้คงที่
อัตราการสูบตะกอนกลับ 200% และจะเปลี่ยนแปลงภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบโดย
เปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของน้ำเสีย ส่วนการทดลองที่ 4 จะมีภาวะบรรทุกสารอินทรีย์
เท่ากับการทดลองที่ 3 แต่จะเปลี่ยนอัตราการสูบตะกอนกลับเป็น 400% ดังแสดงรายละเอียด
ไว้ในตารางที่ 4.1

2) กระบวนการคอนแทกต์สเต็มโลเซชันแบบแอนแอโรบิกชนิดไม่มีตัวกลาง และ
การไหลภายในถังปฏิกริยาเป็นแบบไหลขึ้น ไม่มีการกวนภายในถังปฏิกริยา น้ำเสียจึงไหลผ่าน
ตะกอนจุลชีพที่จมตัวอยู่ภายในถังปฏิกริยา การทดลองชุดนี้หนึ่งการทดลองโดยกำหนดค่า
พารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานเหมือนดังการทดลอง 1 ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่

ตารางที่ 4.1 แผนการทดลอง

ข้อมูล	การทดลองที่				
	1	2	3	4	5
influent COD (mg/l)	2,200	4,400	8,800	8,800	2,200
influent flowrate (l/d)	60	60	60	60	60
Recycle flowrate (l/d)	120	120	120	240	120
System Org. loading (kgCOD/cu.m.-day)	2.6	5.2	10.4	10.4	2.6
System Detention time (hr)	18.78	18.78	18.78	18.78	18.78
Real detention time in Contact tank (hr)	1.17	1.17	1.17	0.70	1.17
Real detention time in Stab. tank (hr)	7.63	7.63	7.63	3.81	7.73
Period (day)	39	42	53	54	58

หมายเหตุ การทดลองที่ 1, 2, 3, 4 เป็นการทดลองกระบวนการขี้นคมีตัวกลางอยู่กับที่
การทดลองที่ 5 เป็นการทดลองกระบวนการขี้นคไม่มีตัวกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองมีดังนี้คือ

4.2.1 ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์

ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์เป็นถังเหล็กไร้สนิมของ ALFA-LAVA ขนาด 200 ลิตร พร้อมเครื่องทำความเย็น สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ประมาณ 4+2 องศาเซลเซียส และมีเครื่องกวนน้ำเสีย ที่จะผสมน้ำเสียให้มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ

4.2.2 ถังคอนแทกต์และถังสเปคโกลเซชัน

ถังคอนแทกต์ทำด้วยแผ่นอาร์คิลิกใสหนา 6 มม. รูปทรงกระบอกด้านบน และด้านล่างเป็นรูปกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. มีปริมาตรความจุ 9.5 ลิตร ส่วนถังสเปคโกลเซชัน มีลักษณะเช่นเดียวกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. มี ปริมาตรความจุ 41.3 ลิตร

4.2.3 ถังตกตะกอน

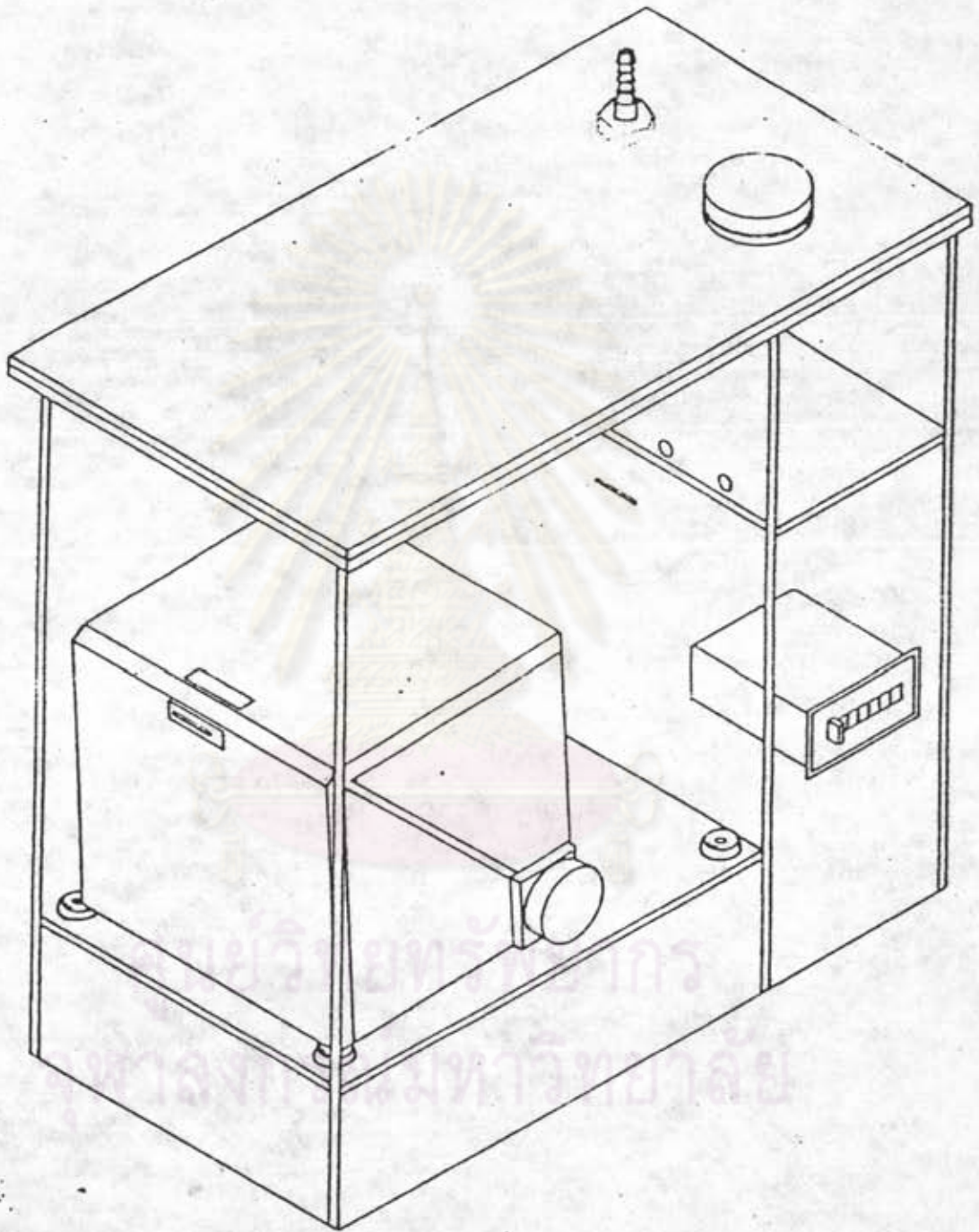
ถังตกตะกอนทำด้วยแผ่นอาร์คิลิกใส รูปทรงกระบอกด้านล่างเป็นกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. มีปริมาตรความจุ 6 ลิตร พร้อมติดตั้งเครื่องกวาดตะกอนที่ก้น ถังหมุนด้วยความเร็ว 1 รอบต่อนาที ด้านล่างมีท่อสำหรับสูบลูกตะกอนกลับ ด้านบนมีรางรับน้ำ ส่วนที่ใส่ทิ้งออกจากระบบ

4.2.4 เครื่องวัดค่าพี

เครื่องวัดค่าพีจะวัดปริมาณค่าพีรวมในแต่ละวัน โดยสร้างตามแบบของศักดิ์ชัย (46) รูปที่ 4.1

4.2.5 เครื่องสูบน้ำเสียและตะกอน

เครื่องสูบน้ำเสียและตะกอนเป็นเครื่องสูบบแบบ Peristaltic pump สามารถปรับอัตราไหลการไหลได้ และจะตรวจสอบอัตราการไหลทุก ๆ 2 สัปดาห์ ให้เป็นไป



รูปที่ 4.1 เครื่องวัดก๊าซ (46)



ตามแผนการทดลอง

4.2.6 เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน

เครื่องสูบน้ำหมุนเวียนเป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Centrifugal pump มีอัตราการไหล 250 ลิตรต่อนาที ใช้เฉพาะในการทดลองชุดแรกโดยจะสูบน้ำหมุนเวียนระหว่างด้านบนและด้านล่างของถังคอนแทกต์และถังสเต็มโกลเซชัน เพื่อให้ภายในถังปฏิกริยามีความอย่างสมบูรณ์

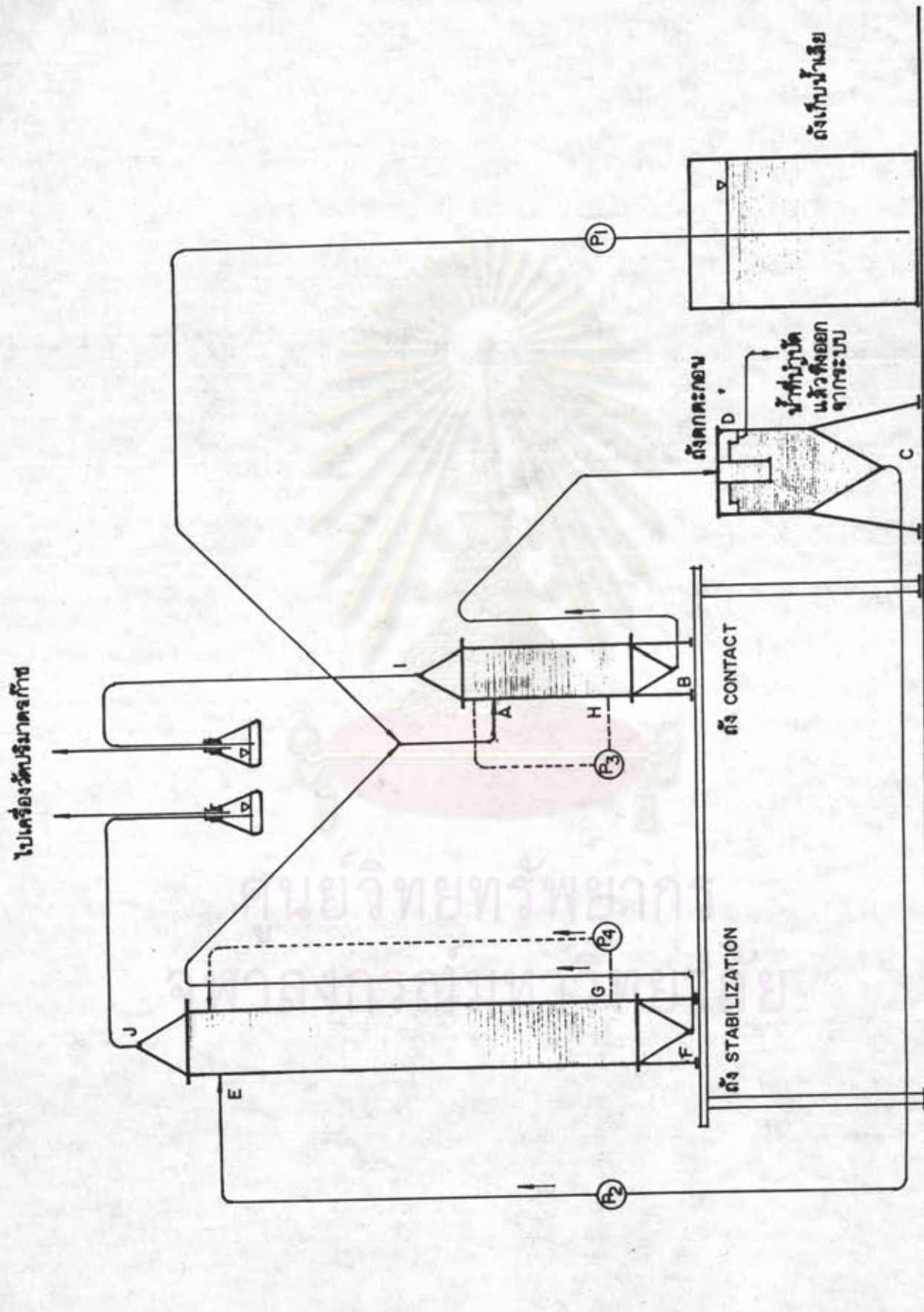
4.2.7 ตัวกลางพลาสติก

ตัวกลางพลาสติกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 ซม. ใช้ในการทดลองชุดแรกจะใส่ภายในถังคอนแทกต์ และถังสเต็มโกลเซชันจนเต็มทำให้มีช่องว่างภายในถังคอนแทกต์เหลือ 8.79 ลิตร หรือร้อยละ 92.53 ของปริมาตรทั้งหมด และมีช่องว่างภายในถังสเต็มโกลเซชันเหลือ 38.15 ลิตร หรือร้อยละ 92.37 ของปริมาตรทั้งหมด

4.3 การติดตั้งเครื่องมือและหลักการทำงาน

4.3.1 การติดตั้งเครื่องมือของกระบวนการคอนแทกต์สเต็มโกลเซชันแบบแอนแอโรบิกชนิดมีตัวกลางอยู่ที่แสดงในรูปที่ 4.2 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- 1) เครื่องสูบน้ำเสีย P1 สูบน้ำเสียส่งเคราะห์จากถังเก็บน้ำเสียส่งเข้าถังคอนแทกต์ที่จุด A ซึ่งจะมีน้ำที่ออกมาจากถังสเต็มโกลเซชันมาผสมเพื่อส่งเข้าไปบำบัดมลสารภายในถังคอนแทกต์
- 2) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากถังคอนแทกต์จะไหลออกทางถังที่จุด B และส่งไปเข้าถังตกตะกอน น้ำใสส่วนบนของถังตกตะกอนจะไหลเข้ารางรับน้ำรอบ ๆ ขอบถังและไหลออกจากระบบที่จุด D
- 3) ตะกอนที่จมอยู่ที่ก้นถังจะถูกสูบออกจากถังตกตะกอนที่จุด C ด้วยเครื่องสูบน้ำตะกอน P2 ส่งไปเข้าถังสเต็มโกลเซชัน ที่จุด C
- 4) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากถังสเต็มโกลเซชัน จะไหลออกทางถังที่จุด F และไปผสมกับน้ำเสียที่เข้าระบบที่จุด A ของถังคอนแทกต์



รูปที่ 4.2 การติดตั้งเครื่องมือในภาวทดลองชุดที่ 1

5) เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน P3 และ P4 จะทำหน้าที่กวนน้ำในถังคอนแทกต์และถังสเต็มิไลเซชัน

6) ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะส่งออกจากถังคอนแทกต์และถังสเต็มิไลเซชันทางส่วนบนของถัง เพื่อส่งไปเข้าเครื่องวัดปริมาตรก๊าซต่อไป

4.3.2 การติดตั้งเครื่องมือของกระบวนการคอนแทกต์สเต็มิไลเซชันแบบแอนแอโรบิกชนิดไม่มีตัวกลางแสดงในรูปที่ 4.3 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) เครื่องสูบน้ำเสีย P1 สูบน้ำเสียส่งเคราะห์จากถังเก็บน้ำเสียส่งเข้าถังคอนแทกต์ที่จุด A ซึ่งจะมีน้ำที่ออกจากถังสเต็มิไลเซชันมาผสม น้ำเสียที่ไหลเข้าถังจะไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบนผ่านชั้นตะกอนจุลชีพที่จมอยู่ภายในถัง ซึ่งจะทำให้การบำบัดมลสารภายในถังคอนแทกต์

2) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากถังคอนแทกต์จะไหลออกทางด้านบนของถังที่จุด B และส่งไปเข้าถังตกตะกอน น้ำใสส่วนบนของถังตกตะกอนจะถูกหึ่งออกจากระบบที่จุด D

3) ตะกอนที่จมอยู่ในถังตกตะกอนจะถูกสูบออกจากถังที่จุด C ด้วยเครื่องสูบน้ำตะกอน P2 ส่งเข้าถังสเต็มิไลเซชันทางด้านล่างที่จุด E

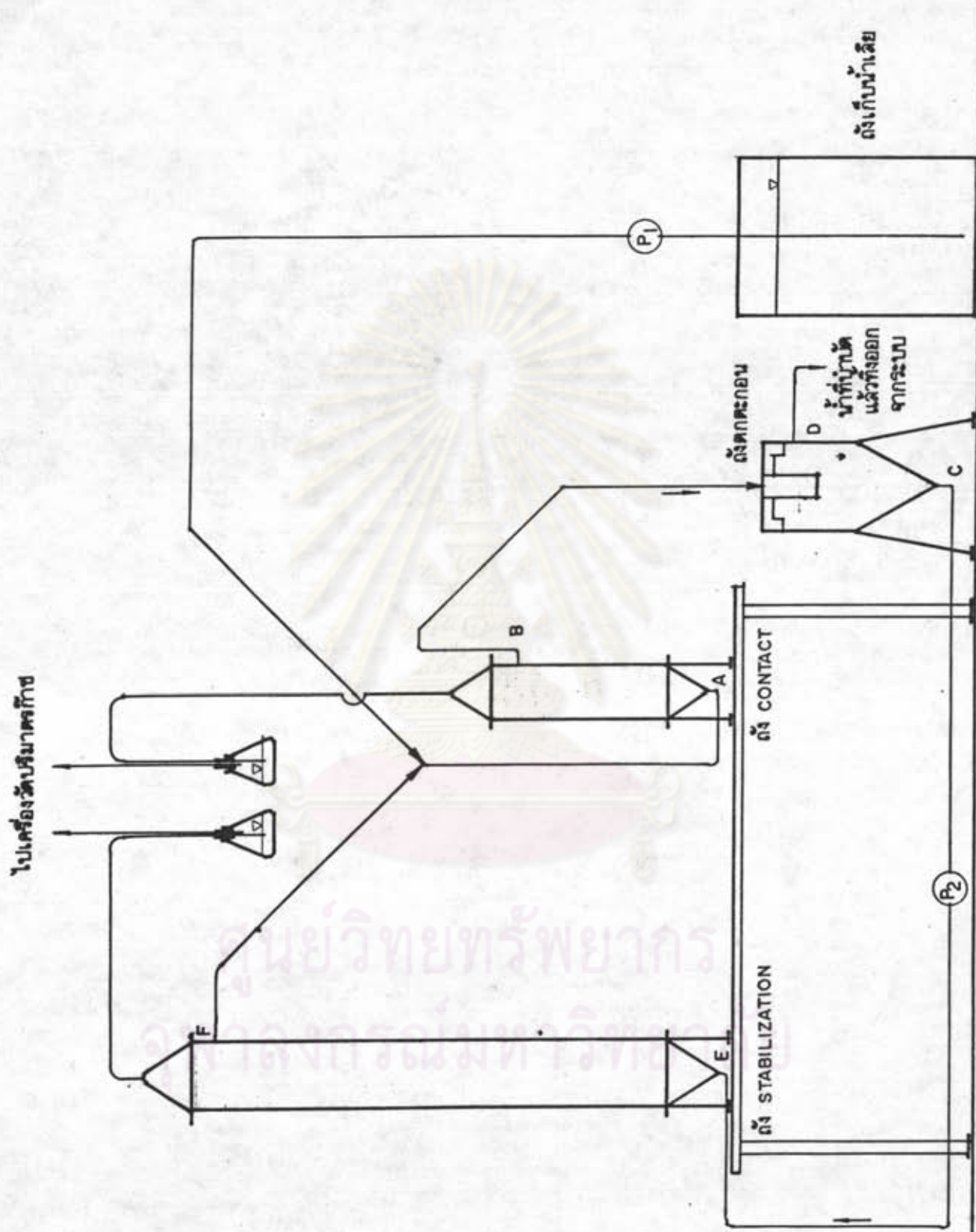
4) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากถังสเต็มิไลเซชันจะไหลออกทางด้านบนของถังที่จุด F และส่งไปผสมกับน้ำเสียเพื่อเข้าสู่ถังคอนแทกต์ที่จุด A

5) ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น จะส่งออกจากถังคอนแทกต์และถังสเต็มิไลเซชันทางส่วนบนของถัง เพื่อส่งไปเข้าเครื่องวัดปริมาตรก๊าซต่อไป

4.4 ลักษณะของน้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้น้ำตาลเป็นสารอินทรีย์หลักและมีสารประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของจุลชีพ ส่วนผสมของน้ำเสียสังเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ในการวิจัยจะทำการแปรเปลี่ยนความเข้มข้นของน้ำตาล ซึ่งจะทำให้การบรรทุกลสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป เป็นตัวแปรที่จะศึกษาโดยเพิ่มขึ้นจากการทดลองที่ 1 เป็น 200% และ 400% ในการทดลองที่ 2 และ 3 สารประกอบอื่น ๆ ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไปด้วยตามอัตราส่วนเดียวกันแต่ทั้งนี้จะควบคุมไม่ให้ถึงระดับที่แสดงความเป็นพิษต่อจุลชีพ



รูปที่ 4.3 การติดตั้งเครื่องมือในการทดลองชุดที่ 2

ตารางที่ 4.2 แสดงส่วนผสมของน้ำเสียสังเคราะห์

สารประกอบ	ความเข้มข้น (มก./ล)
1. Sugar คิดเป็นค่า COD	2,200
2. Urea	150
3. KH_2PO_4	50
4. CaCl	30
5. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	10
6. FeCl_3	5
7. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5
8. NaHCO_3	2,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

4.5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์ จะเก็บจากระบบ 5 ตัวอย่าง ตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้

- 1) น้ำเสียส่งเคราะห์จากถังเก็บน้ำเสีย
- 2) น้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์
- 3) น้ำที่เข้าถังสเติมไลเซชัน
- 4) น้ำที่ออกจากถังสเติมไลเซชัน
- 5) น้ำที่หลงออกจากระบบ

ตัวอย่างน้ำที่เก็บแต่ละจุดมีปริมาตรประมาณ 100 มล. และจะนำมาวิเคราะห์หาปริมาณค่าตัวแปรต่าง ๆ ดังแสดงรายละเอียดและความถี่ไว้ในตารางที่ 4.3

4.5.2 การวัดปริมาณก๊าซชีวภาพและเปอร์เซ็นต์มีเทน

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากถังปฏิกริยาทั้งสอง จะถูกบันทึกเป็นตัวเลขโดยเครื่องวัดก๊าซ จะอ่านค่าทุกวัน สำหรับการวัดเปอร์เซ็นต์มีเทนจะนำก๊าซที่เก็บไว้บางส่วนบนภายในถังปฏิกริยาทั้งสองมาทำการวิเคราะห์

4.5.3 เทคนิคการวิเคราะห์

เทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 1) ค่าพีเอช วิเคราะห์โดยเครื่องวัดพีเอชของ BECKMAN
- 2) ตะกอนแขวนลอย (Suspended Solids) วิเคราะห์ตามวิธีของ STANDARD METHODS (47) โดยใช้กระดาษกรอง GF/C ของ WATTMAN
- 3) สภาพความเป็นค่างและกรดโวลลาไทล์ วิเคราะห์โดยวิธี Direct Titration ของ Dillalo & Albertson (48)
- 4) ค่าซีโอซี วิเคราะห์ตามวิธีของ STANDARD METHODS
- 5) เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Orsat Gas Analyzer

ตารางที่ 4.3 ตัวแปร และ ความถี่ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง				
	น้ำเสีย	ถังคอนแทกต์	ถังสเตรา	ถังตกตะกอน	น้ำทิ้ง
Filter COD	ก	ก	ก	ก	ก
pH	-	ก	ก	ก	ก
VFA	-	ก	ก	ก	ก
Total Alk.	-	ก	ก	ก	ก
SS	-	ก	ก	ก	ก
VSS	-	ก	ก	ก	ก
% CH	-	ก	ก	-	-
Vol. gas.	-	ข	ข	-	-

หมายเหตุ

ก. หมายถึงตัวแปรที่วิเคราะห์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

ข. หมายถึงตัวแปรที่วิเคราะห์ทุกวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย