บทที่ 4

การวางแผนการทดลองและวิจัย

การทดลองงานวิจัยนี้กระทำที่ห้องปฏิบัติการวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 แผนการทดลอง

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์ในการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการและศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่แสดงถึงพฤติกรรมของกระบวนการฯ

ดังนั้น จึงแบ่งการทดลองออกเป็น 8 การทดลอง โดยการทดลองชุดที่หนึ่ง 4 การทดลองมีจุดประสงค์ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบที่ค่าต่าง ๆ กัน โดยการควบคุมภาระบรรทุกการไหลของน้ำ (Hydraulic loading) ให้คงที่ที่อัตราการสูบน้ำเข้าระบบ 60 ลิตรต่อวัน อัตราการสูบตะกอนกลับ (Recycle ratio) ที่ 100 % แผนการทดลองและระยะเวลาทดลอง แสดงในตารางที่ 4.1

การทดลองชุดที่สองมีจุดประสงค์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการฯเมื่อมีค่าอายุของตะกอนต่าง ๆ กัน ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองที่สอง จะเลือกมาจากการทดลองที่ดีที่สุดของการทดลองชุดที่หนึ่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองคาดว่าใช้ระยะเวลาประมาณ 150 วัน

ตารางที่ 4.1 แสดงแผนการวิจัยและระยะเวลาทดลองชุดแรก

ข้อมูล	การทดลองที่			
	1	2	3	4
Influent COD (mg/L)	5,000	4,000	2,000	500
Influent flow rate (L/d)	60	60	60	60
Recycle flow rate (L/d)	60	60	60	60
System organic loading (kg.COD/cu.m.-day)	5.0	4.0	2.0	0.5
Experiment period (day)	60	30	30	30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

เพื่อความสะดวกในการจัดเตรียมน้ำเสีย และสามารถควบคุมความเข้มข้นของน้ำเสียได้ง่าย จึงใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่ประกอบด้วย น้ำตาล และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ สูตรสำหรับการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์นี้แสดงในรูปที่ 4.1 และในตารางที่ 4.3 (32) 32

ตารางที่ 4.2 ส่วนประกอบของน้ำเสียที่สังเคราะห์

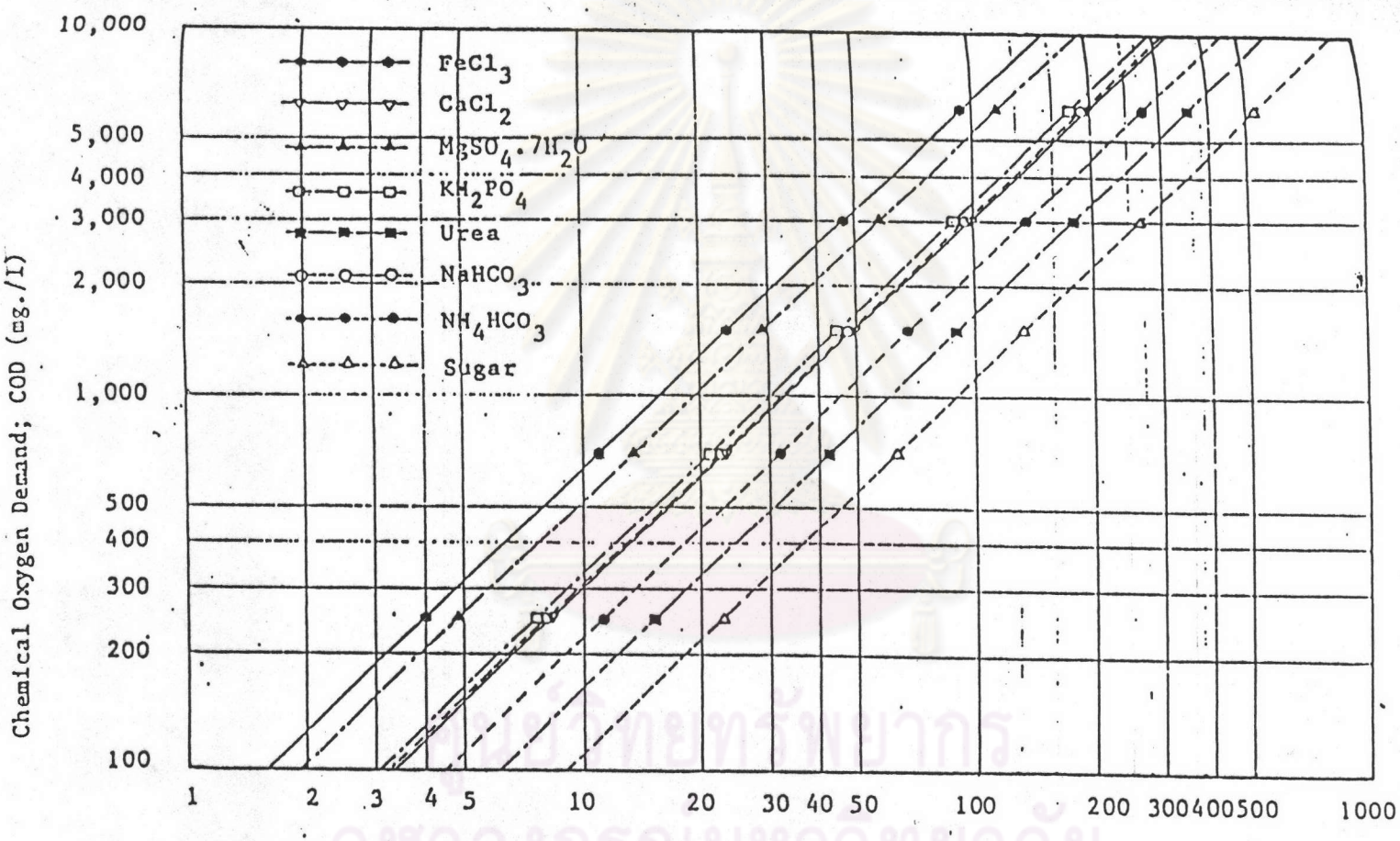
สารประกอบ	ความเข้มข้น (มก./ล.)
1. Sugar คิดเป็นค่า COD	500(1)
2. Urea	75
3. KH_2PO_4	25
4. $CaCl_2$	15
5. $MgCl_2\ 6H_2O$	5
6. $FeCl_3$	2.5
7. $CoCl_2\ 6H_2O$	2.5
8. $NaHCO_3$	800(2)

หมายเหตุ (1) หมายถึง เปลี่ยนแปลงตามแผนการวิจัย

(2) หมายถึง เปลี่ยนแปลงตามผลการทดลอง

ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารอื่น ๆ จะเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มข้นของค่า COD แต่จะควบคุมไม่ให้ถึงระดับที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ - Chemical Demand (mg/l) สำหรับ $FeCl_3$, $CaCl_2$ (เต็มที่) ค่าที่อ่านได้ต้องคูณด้วย 10^{-1}

- Chemical Demand (mg/l) สำหรับ $NaHCO_3$, NH_4HCO_3 และ Sugar (จุดไข่ปลา) ค่าที่อ่านได้ต้องคูณด้วย 10

4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และการติดตั้งของระบบฯ แสดงในรูปที่ 4.2

4.3.1 ถังพักน้ำเสียสังเคราะห์

ถังพักน้ำเสียสังเคราะห์เป็นถังเหล็กไร้สนิมของ ALFA - LAVA ขนาด 200 ลิตร สามารถควบคุมอุณหภูมิเอาไว้ที่ 4 ± 2 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเครื่องกวนน้ำเสีย เพื่อให้มีส่วนผสมของน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบคงที่ ถังพักนี้มีปริมาณน้ำเสียได้ครั้งละ 3 วัน และจะทำความสะอาดก่อนนำมาใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ในครั้งต่อไป

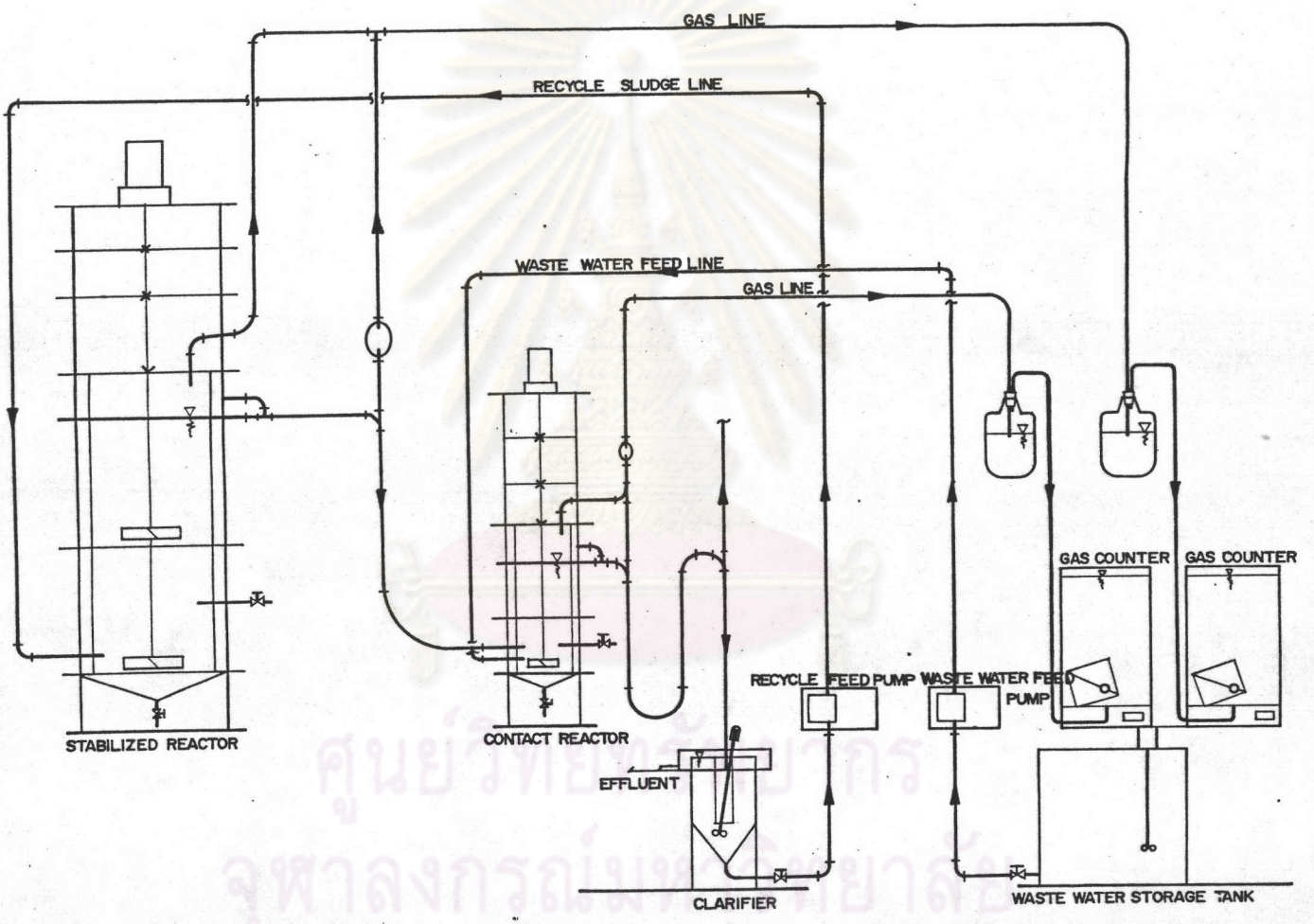
4.3.2 เครื่องสูบน้ำเข้าระบบและเครื่องสูบตะกอนกลับ

น้ำเสียสังเคราะห์จะถูกสูบเข้าสู่ระบบ โดยจะไปผสมกับตะกอนที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันแล้วเข้าถังคอนแทกต์ทางด้านล่าง เป็นไปแบบต่อเนื่อง ส่วนเครื่องสูบตะกอนกลับจะสูบตะกอนจากถังตกตะกอนเข้าสู่ถังสเตบิไลเซชันทางด้านล่าง เครื่องสูบทั้งสองที่ใช้นี้เป็นชนิด Peristatic Pump ของบริษัท WATSON - MARLOW

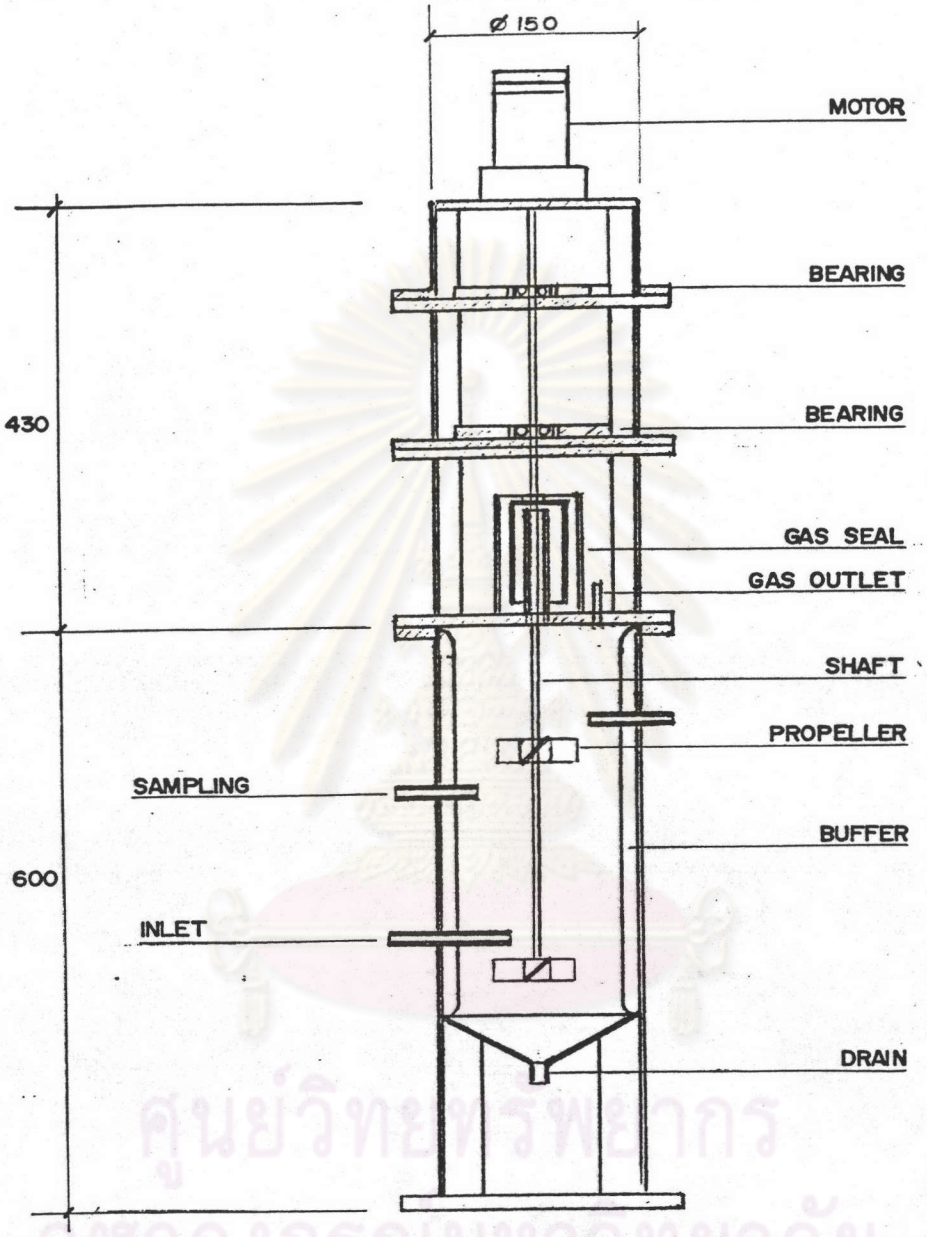
4.3.3 ถังคอนแทกต์ และ ถังสเตบิไลเซชัน

ถังปฏิกริยาคอนแทกต์ทำด้วยแผ่นอาร์คิลิคาส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม. สูง 1,030 มม. ปริมาตรใช้งาน 10 ลิตร ติดตั้งซีลป้องกันก๊าซรั่ว มอเตอร์ ใบกวน และแท่นรองรับมอเตอร์ รูปที่ 4.3

ถังปฏิกริยาสเตบิไลเซชัน ทำด้วยแผ่นอาร์คิลิคาสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มม. สูง 1,455 มม.ปริมาตรใช้งาน 50 ลิตร ติดตั้งซีลป้องกันก๊าซรั่ว มอเตอร์ ใบกวน และแท่นรองรับมอเตอร์รูปที่ 4.4

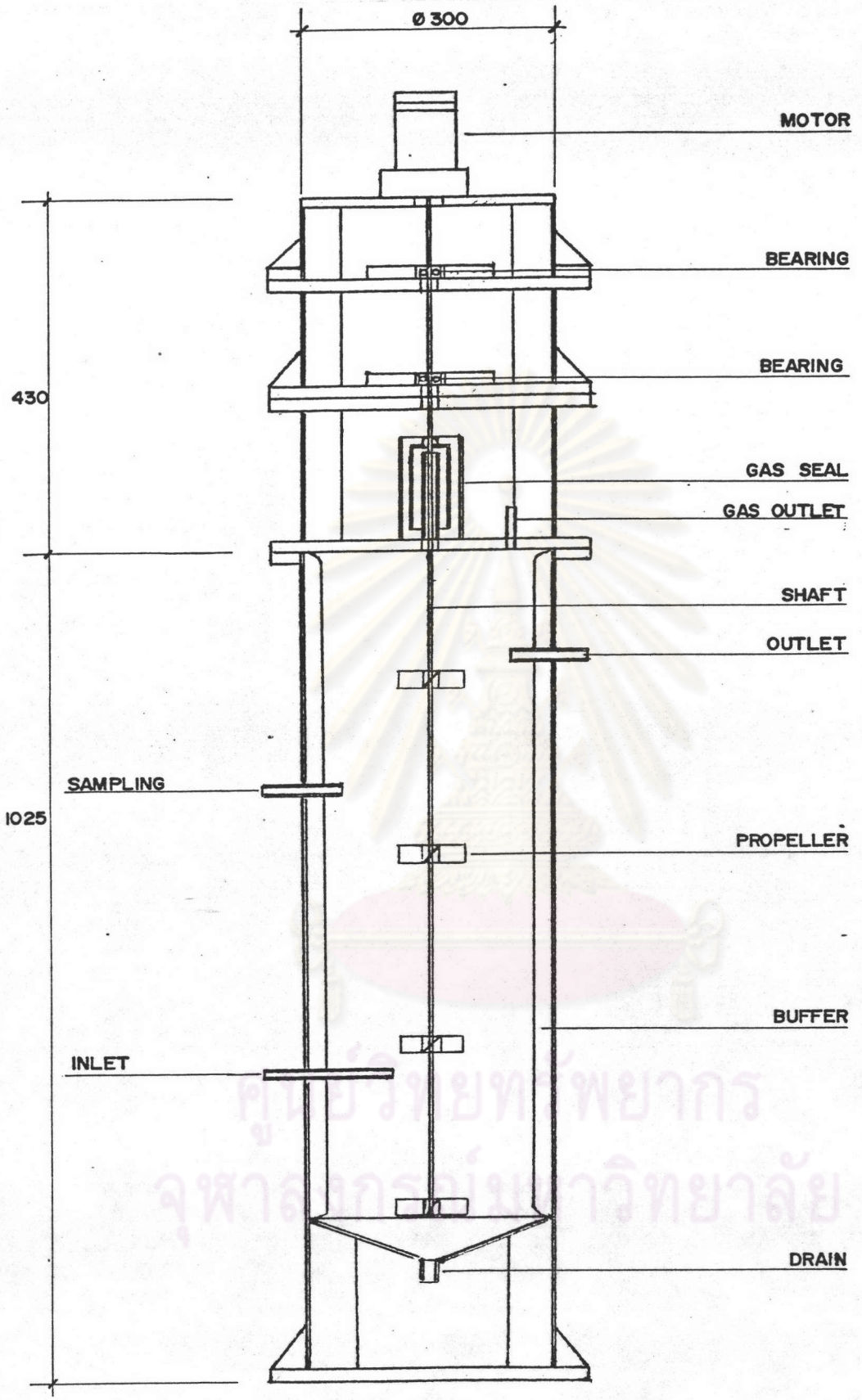


รูปที่ 4.2 แสดงการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ของระบบ



รูปที่ 4.3 แสดงภาพถังปฏิกริยาคอนแทกต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดงภาพถังปฏิกริยาสเตบิไลเซชัน

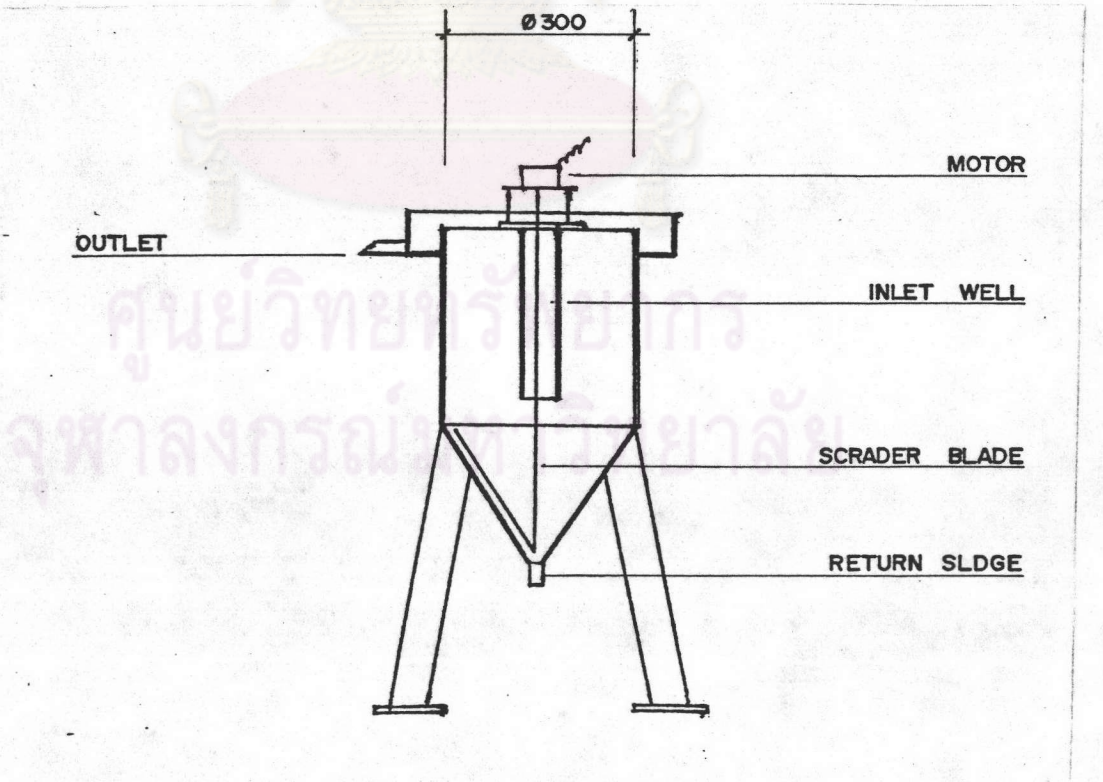
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.4 ถังตกตะกอน

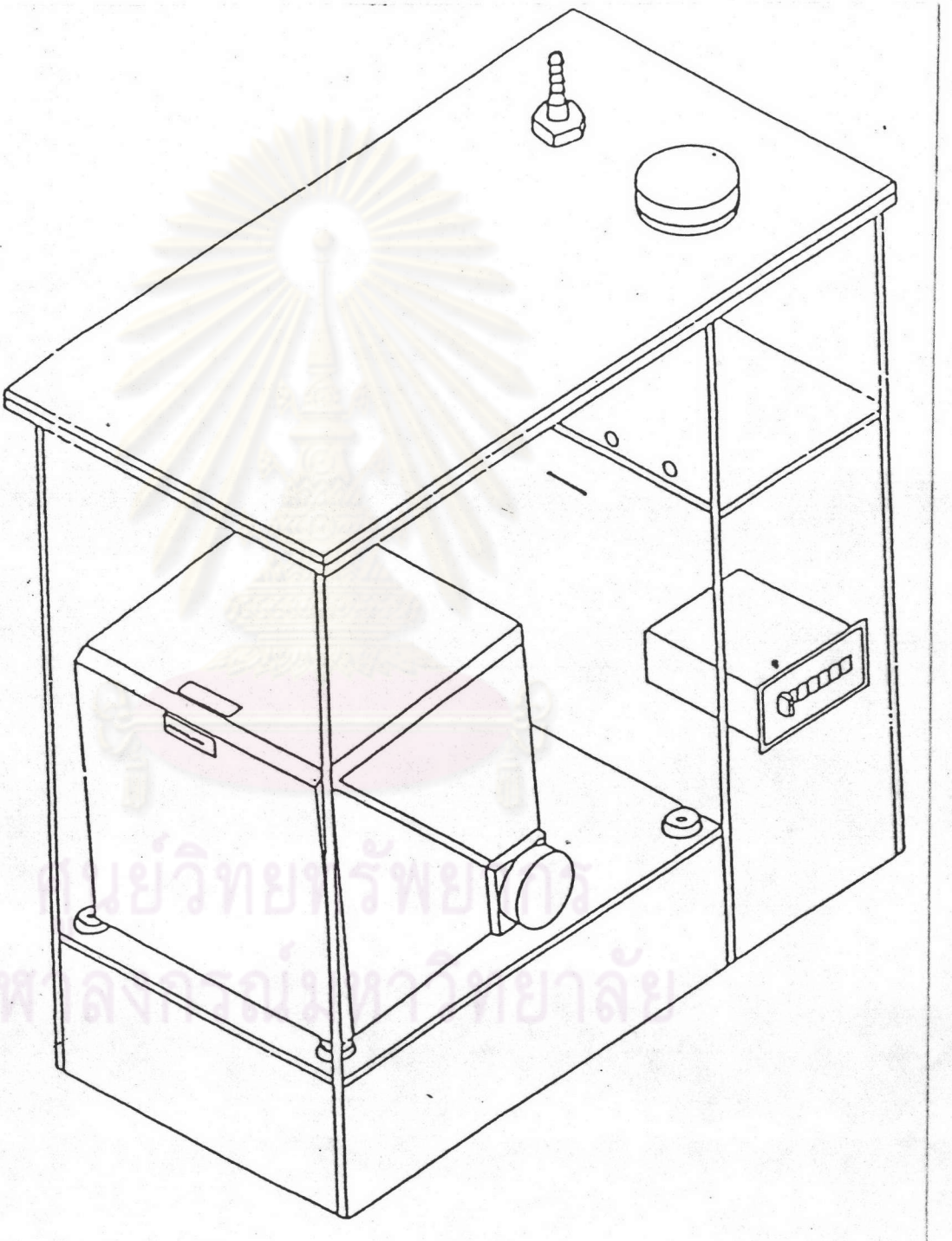
ถังตกตะกอนทำด้วยแผ่นอาร์คิลิคาส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. มีปริมาตร 5 ลิตร พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องกวาดตะกอนไว้ที่ก้นถัง หมุนด้วยความเร็ว 1 รอบต่อนาที รูปที่ 4.5

4.3.5 เครื่องวัดก๊าซชีวภาพ

เครื่องวัดก๊าซนี้จะวัดผลรวมของปริมาตรก๊าซ ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน โดยแสดงออกมาเป็นตัวเลขบนเครื่องวัด (Counter meter) ซึ่งสร้างตามแบบของ ศักดิ์ชัย (42) โดยก๊าซจะเข้ามาตอนล่างของตัวเครื่องวัดก๊าซ และถูกระบายทิ้งออกสู่ภายนอกตอนบนของเครื่อง รูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 แสดงภาพถังตะกอน

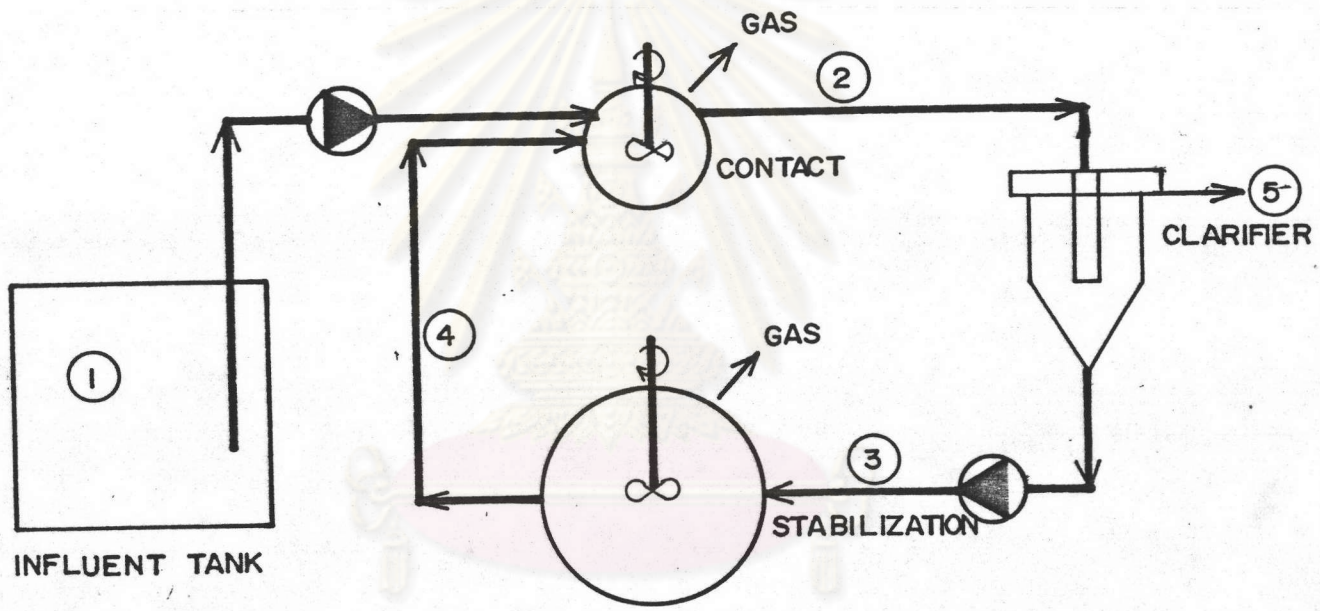


รูปที่ 4.6 แสดงภาพเครื่องวัดก๊าซชีวภาพ

4.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

4.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์หาค่าทางเคมี จะเก็บจากระบบ ตามตำแหน่งต่าง ๆ ตามรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

หมายเหตุ
1. น้ำเสียสังเคราะห์จากถังเก็บฯ เข้าระบบ
2. น้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์
3. น้ำที่เข้าถังสเตบิไลเซชัน
4. น้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชัน
5. น้ำผ่านการบำบัดออกจากระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาวิเคราะห์แต่ละจุดมีปริมาตรประมาณ 30 มล. และจะนำมาวิเคราะห์หาค่าทางเคมีต่าง ๆ ความถี่ของการเก็บตัวอย่างน้ำ แสดงตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ตัวแปรและความถี่ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	ตำแหน่ง เก็บตัวอย่างน้ำ				
	1	2	3	4	5
FILTER COD	A	A	A	A	A
PH	A	A	A	A	A
VFA	-	A	A	A	A
TOTAL ALK	-	A	A	A	A
MLSS	-	A	A	A	C
MLVSS	-	A	A	A	C
GAS VOL	-	C	C	-	-
% METHANE	-	B	B	-	-

หมายเหตุ A ตัวแปรที่วิเคราะห์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

B ตัวแปรที่วิเคราะห์สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

C ตัวแปรที่วิเคราะห์ทุกวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2 การวัดปริมาณก๊าซชีวภาพและเปอร์เซนต์ก๊าซมีเทน

ปริมาตรของก๊าซชีวภาพวัดโดยตรงจากเครื่องวัดก๊าซ โดยอ่านตัวเลขจากเครื่องนับ (Counter meter) ซึ่งติดอยู่ที่เครื่องวัดก๊าซ สำหรับการหาเปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนจะวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Orsat Analyzer พร้อมกับจัดเก็บก๊าซส่งไปวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์ส่วนประกอบของก๊าซด้วยวิธี Gas Chomatographyer Analysis แล้วนำค่าทั้งสองมาทำ Calibration curve เพื่อใช้ปรับค่าที่วัดจากเครื่อง Orsat Gas Analyzer

4.4.3 เทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ค่าพีเอช (pH) วิเคราะห์โดยการวัดด้วยเครื่อง pH METER ของ Beck Man

2. สภาพความเป็นด่าง และกรดโวลาไทล์วิเคราะห์ โดยวิธี Direct Titration ของ Diallo & Albertson

3. ค่าซีโอดี (COD) ปริมาณตะกอนแขวนลอย วิเคราะห์ตาม Standard Methods

4. ค่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่เกิด วิเคราะห์โดยใช้ Orsat Gas Analyzer และปรับแก้ไขค่าโดยการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์โดยเครื่องวัดก๊าซโครมาโตกราฟฟี่ (Gas Chromatography) ที่ผลิตโดยบริษัท Shimadu Co.,Ltd. รุ่น GC-7AG ภายใต้สภาวะ

Detector TCD.50 mA; Detector Temp. 100 C

Injector Temp 100 C ; Cattier Gas He 50 ml/min.

1. สำหรับ CO^V2^V ใช้ Colume Porapak QS 80/100 mesh, 1/8" x 7" ss. 50 C
2. สำหรับ N^V2^V ใช้ Colume MS-5A 60/80 mesh 1/8" x 7" ss.50 C