

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศ

แบบกวนผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน

THE STUDY OF LEACHATE TREATMENT ON EFFICIENCY OF
PARTIALLY MIXED AERATED LAGOON
AT FOUR DAY DETENTION TIME

นายชยาวุฒิ	จันทภูมิ	รหัส 50360258
นายนิติวิศว์	แดงไทย	รหัส 50361507
นายณชานนท์	จันทร์อร่ามณา	รหัส 50365697
นายธรรมรัตน์	ช่วงชิด	รหัส 50365727

.....
 1/5
 1 522
 2553

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 28 ส.ย. 2554
เลขทะเบียน..... 15509944
เลขเรียกหนังสือ..... 2/5
มหาวิทยาลัยเกษตร 77522

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร

ปีการศึกษา 2553




ใบรับรองปริญญาโท

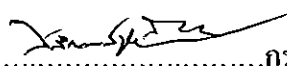
ชื่อหัวข้อโครงการ การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศ
แบบกวนผสมบางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน


ผู้ดำเนินโครงการ นายชยาวุติ จันทภูมิ รหัส 50360258
นายนิติวิศว์ แดงไทย รหัส 50361507
นายณชานนท์ จันทร์อร่ามณา รหัส 50365697
นายธรรมรัตน์ ช่างซิด รหัส 50365727

ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์วรงค์ศักดิ์ ช่อนกลิ่น
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์วรงค์ศักดิ์ ช่อนกลิ่น)


.....กรรมการ
(อาจารย์สตีกรณ์ เหลืองวิชเชจริญ)


.....กรรมการ
(อาจารย์ปาจรีย์ ทองสนิท)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายชยาวุฒิ	จันทภูมิ	รหัส50360258
	นายนิติวิศว์	แดงไทย	รหัส50361507
	นายณชานนท์	จันทร์อร่ามณา	รหัส 50365697
	นายธรรมรัตน์	ช่วงชิด	รหัส 50365727
ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์วราภรณ์ ลักษณ์ ช่อนกลิ่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	คณะวิศวกรรมศาสตร์	
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน ที่เวลาเก็บกัก 4 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำชะขยะต่อประสิทธิภาพการบำบัดของระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน ที่เวลาเก็บกัก 4 วัน โดยใช้แบบจำลองระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนบำบัดน้ำชะขยะจำนวน 5 ถึง ที่มีความเข้มข้น ซีไอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการศึกษาพบว่า การบำบัดน้ำชะขยะที่ค่าซีไอดีเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีเฉลี่ยเท่ากับ 89% 90% 87% 91% และ 88% ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดบีไอดีเท่ากับ 96.4% 96.4% 96.3% 96.8% และ 95% ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดเจดลไนโตรเจนเท่ากับ 47.7% 60.7% 57.8% 65% และ 61.8% ตามลำดับ จากการทดลองสรุปได้ว่า น้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด โดยรวมที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วันดีที่สุด

Project title The Study of Leachate Treatment on Efficiency of Partially Mixed Aerated Lagoon at Four Day Detention Time

Name Mr.Chayawut Chanthaphum ID. 50360258
 Mr.Nitiwis Taengthai ID. 50361507
 Mr.Nachanon Janaramnapa ID. 50365697
 Mr.Thanmarat Chungchit ID. 50365727

Project advisor Miss.Warangluck Sonklin

Major Environmental Engineering

Department Civil Engineering

Academic year 2010

Abstract

The objectives of this study was to determine effect of leachate concentration with the treatment efficiency partially mixed aerated lagoon at 4 days detention time. Five tank were used as partially mixed aerated lagoon moel and filled with influent leachate with COD concentration as 200, 400, 600, 800 and 1,000 mg/l.

The result showed that at the influent COD concentration of 200, 400, 600, 800 and 1,000 mg/l, the average COD removal efficiencies were 89%, 90%, 87%, 91% and 88%, respectively. The average BOD removal efficiencies were 96.4%, 96.4%, 96.3%, 96.8% and 95%. The average TKN removal efficiencies were 47.7%, 60.7%, 57.8%, 65% and 61.8%. It was found that the leachate treatment efficiency of COD concentration influent at 800 mg/l was the best at 4 days detention time.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน ของคณะวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณขอขอบพระคุณอาจารย์วรังก์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โครงการที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในระหว่างการทำโครงการตลอดจนการติดตามประเมินผลการทำงานโครงการมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณวิชา อิ่มกระจ่างและคุณยุพา เอี่ยมบัวหลวง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือในการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ทุกท่านในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ นางสาวลูกน้ำ มากกลิ่น ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านงานเอกสารทางราชการ ระหว่างดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ ฝ่ายการเงินของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายเงิน ในการดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู และสั่งสอนจนเติบโตมาจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนช่วยอุปการะทางการเงิน และคอยให้กำลังใจจนกระทั่งโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่มีได้เอื้อนนามในที่นี้ ที่มีส่วนร่วมช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณคุณงามความดีที่เกิดจากโครงการนี้ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีช่วยร่วมช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากการดำเนินงานโครงการนี้ คณะผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม

นายชยาวุฒิ จันทภูมิ

นายนิติวิศว์ แดงไทย

นายณชานนท์ จันทร์อร่ามณา

นายธรรมรัตน์ ช่างซิด

มีนาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของ โครงการงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงการงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	5
2.1 ความหมายของน้ำชะขยะ (Leachates)	6
2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	6
2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	9
2.4 สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	15
2.5 การเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ	26
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	26
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	36
4.1 พีเอช	36
4.2 อุณหภูมิ	38
4.3 สภาพการนำไฟฟ้า	40
4.4 ของแข็งทั้งหมด	41
4.5 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	44
4.6 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	47
4.7 ค่าMLVSS	50
4.8 ค่าV30	53
4.9 ค่าMLSS	54
4.10 บีโอดี	55
4.11 ซีโอดี	58
4.12 ออกซิเจนละลายน้ำ	61
4.13 ฟอสฟอรัสทั้งหมด	62
4.14 แอมโมเนีย	65
4.15 เจคาลไนโตรเจน	68
4.16 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ	72
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	84
5.1 สรุปผล	84
5.2 ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารอ้างอิง	87

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ก	หน้า
	88
ภาคผนวก ข	104
ภาคผนวก ค	109
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	113



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการศึกษาโครงการ	3
2.1 ค่าที่ตรวจวัดน้ำชะขยะก่อนเดินระบบ	5
2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	6
2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ	21
2.4 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ	22
2.5 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	23
3.1 ตารางแสดงความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบแบบสระเติมอากาศ ที่ระยะเวลาการกักเก็บ 4 วัน	31
3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	33
3.3 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง	34
3.4 มาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ	35



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตะแกรงหยาบ	9
2.2 ตะแกรงละเอียด	10
2.3 ถังคักกรวดทราย	11
2.4 ถังคักไขมันและน้ำมันขนาดเล็ก	12
2.5 ถังตกตะกอนแบบวงกลม	13
2.6 แสคดงปรับพีเอช	14
2.7 สระเติมอากาศ	16
2.8 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู	18
2.9 เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ แบบหมุนเร็ว ไหลตามแกน	19
3.1 ถังกรองพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองสระเติมอากาศ	26
3.2 เครื่องเติมอากาศ	27
3.3 เครื่องสูบน้ำแบบรีด	27
3.4 ถังน้ำเข้า	28
3.5 ถังน้ำออก	28
3.6 การติดตั้งระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน	29
3.7 แผนภูมิวิธีการทดลอง	32
4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	36
4.2 ค่าพีเอชของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	37
4.3 ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	37
4.4 ค่าอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	38
4.5 ค่าอุณหภูมิของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	39
4.6 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	39

สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.21 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	48
4.22 ค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
4.23 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดค่าของแข็งละลายน้ำเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
4.24 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	50
4.25 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	51
4.26 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	51
4.27 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	52
4.28 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	52
4.29 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	53
4.30 ค่าของแข็งจมตัวในถังเติมอากาศเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	54
4.31 ค่าของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	54
4.32 ค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	55
4.33 ค่าบีโอดีของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	56
4.34 ค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	56

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	57
4.36 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของบีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	57
4.37 ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	58
4.38 ค่าซีโอดีของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	59
4.39 ค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	59
4.40 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	60
4.41 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของซีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	60
4.42 ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	61
4.43 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของออกซิเจนละลายน้ำเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	62
4.44 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	62
4.45 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	63
4.46 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	63
4.47 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	64
4.48 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	64

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.68 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	81
4.69 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	82
4.70 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	83



สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

MLSS =	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศ
MLVSS=	ของแข็งระเหยทั้งหมด
V30 =	ของแข็งจมตัว ที่ระยะเวลา 30 นาที
BOD =	ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์
COD =	ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์
TKN =	เจดาคไนโตรเจน



บทที่ 1

บทนำ

การดำเนินโครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน ซึ่งเป็นโครงการด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากประเทศไทยมีการพัฒนาประเทศในหลาย ๆ ด้าน ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประกอบกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้มีการเพิ่มปริมาณการอุปโภคและบริโภค ดังนั้นปริมาณขยะจึงเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ การกำจัดขยะที่ได้รับความนิยมมากในประเทศ คือ ใช้วิธีการฝังกลบ ภายใต้อหุหลุมฝังที่มีขยะทับถมจำนวนมากได้ก่อให้เกิดน้ำชะขยะเป็นปริมาณมหาศาล โดยน้ำชะขยะมีความเข้มข้นของมวลสารสูง การปล่อยน้ำชะขยะออกจากหลุมฝังกลบลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยไม่ได้รับการบำบัดนั้นส่งผลทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดการเน่าเสียและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องบำบัดน้ำชะขยะก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบสระเติมอากาศ เป็นระบบบำบัดทางชีวภาพ มีการดูแลรักษาง่ายและใช้งบประมาณในการดำเนินระบบต่ำ(กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ดังนั้นในการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะจึงเลือกระบบสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วนมาใช้ในการบำบัดน้ำชะขยะ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะแบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน
- 1.2.2 เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของน้ำชะขยะต่อประสิทธิภาพของระบบสระเติมอากาศ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะ ด้วยระบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน
- 1.3.2 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศที่มีความเข้มข้นต่างๆ
- 1.3.3 นำความรู้ที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
- 1.3.4 นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบจำลองจำนวน 5 ถัง สำหรับบำบัดน้ำชะขยะ โดยน้ำเข้ามีความเข้มข้นของซีไอดี เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 4 วัน นำน้ำเข้าและออกจากแบบจำลองมาทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาครั้งนี้ มีเอช อุณหภูมิ สภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยในถังเดิมอากาศ ของแข็งจมน้ำ ตัวฟอสฟอรัส เจดาลใน ไตรเจน แอมโมเนียใน ไตรเจน บีไอดี ซีไอดี และออกซิเจนละลายน้ำ โดยระยะเวลาทำการทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาแบบบำบัดน้ำเสียด้วยสระเดิมอากาศ
- 1.5.2 กำหนดขอบเขตระยะการดำเนินโครงการ
- 1.5.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการ
- 1.5.4 ฝึกฝนทักษะการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ
- 1.5.5 เริ่มต้นเดินระบบ
- 1.5.6 รวบรวมผลการทดลอง
- 1.5.7 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลโครงการ
- 1.5.8 ทำรายงานฉบับโครงร่าง
- 1.5.9 ปรับปรุงและแก้ไขโครงการ
- 1.5.10 ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1.7.1ค่าอุปกรณ์ทำแบบจำลองระบบ	2,300 บาท
1.7.2ค่าเครื่องเติมอากาศ	900 บาท
1.7.3ค่าหัวเติมอากาศ	100 บาท
1.7.4ค่าวัสดุสำนักงาน	400 บาท
1.7.5อื่นๆ	300 บาท
รวมเป็นเงิน	4,000 บาท



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ความหมายของน้ำชะขยะ (Leachates)

น้ำชะขยะเกิดจากของเหลวที่ไหลชะล้างผ่านหรือออกมาจากขยะมูลฝอยซึ่งอาจประกอบด้วยสารละลายสารแขวนลอยผสมอยู่(กรมควบคุมมลพิษ)ซึ่งของเหลวที่ซึมผ่านลงมาในหลุมฝังกลบมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นน้ำฝนที่ตกลงมาบริเวณหลุมฝังกลบมูลฝอยทำให้มีสิ่งเจือปนต่างๆในปริมาณสูงจนกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไปก่อให้เกิดปัญหาต่างๆแก่ลำน้ำซึ่งเป็นที่ยอมรับ

2.1.1 ลักษณะของน้ำชะขยะ

เป็นค่าที่ตรวจวัดน้ำชะขยะก่อนเดินระบบ เดือนสิงหาคม 2553 โดยมีการเก็บรวบรวมน้ำชะขยะจากรถเก็บขยะรอบมหาวิทยาลัยนเรศวรตั้งแต่วันที่ 22-29 มิถุนายน 2553 แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าที่ตรวจวัดน้ำชะขยะก่อนเดินระบบ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าที่วัดได้
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง(pH value)	2.7
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	29,980 mg/l
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	4,160 mg/l
4. อุณหภูมิ(Temperature)	25 °C
5. ค่าบีโอดีร วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	29,000 mg/l
6. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	1,568 mg/l
7. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	43,000 mg/l

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์น้ำชะขยะของ อบต. ท่าโพธิ์ วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2553

2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

การบำบัดน้ำชะขยะ เป็นการกำจัดสารต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ให้หมดไปหรือให้หรือน้อยที่สุด ให้ได้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังตารางที่ 2.2
หมายเหตุ น้ำเสียจากหลุมฝังกลบเทียบกับมาตรฐานน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0	pH Meter
2. ค่าที่คีโอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	- ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าที่คีโอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าที่คีโอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfides as H ₂ S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Titrate

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ลักษณะของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas-Chromatography
13. ค่าบีโอดี 5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างกันแล้วแต่ลักษณะของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°Cเป็นเวลา 5 วัน
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ลักษณะของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	Kjeldahl

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)		
1. สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	Atomic Absorption Spectro Photometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
2. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
3. โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.	
4. ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล.	
5. แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก./ล.	
6. แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
7. ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	
8. นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	
10. อาร์เซนิก (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
11. เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	Atomic Absorption Cold Vapour Technique

ที่มา: [http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water04.html#s1\(20/12/52\)](http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water04.html#s1(20/12/52))

2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ก่อนที่จะมีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำเสียหรือน้ำชะขยะต้องผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โดยกระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

2.3.1 กระบวนการทางกายภาพ

เป็นกระบวนการที่ใช้แยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำด้วยวิธีที่ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสมแก่การแยกสิ่งเจือปน โดยมากจะเป็นขั้นตอนแรกของการบำบัดน้ำเสียอุปกรณ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียทางกายภาพ มีดังนี้คือ

2.3.1.1 ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด(Coarse Screen and Fine Screen)

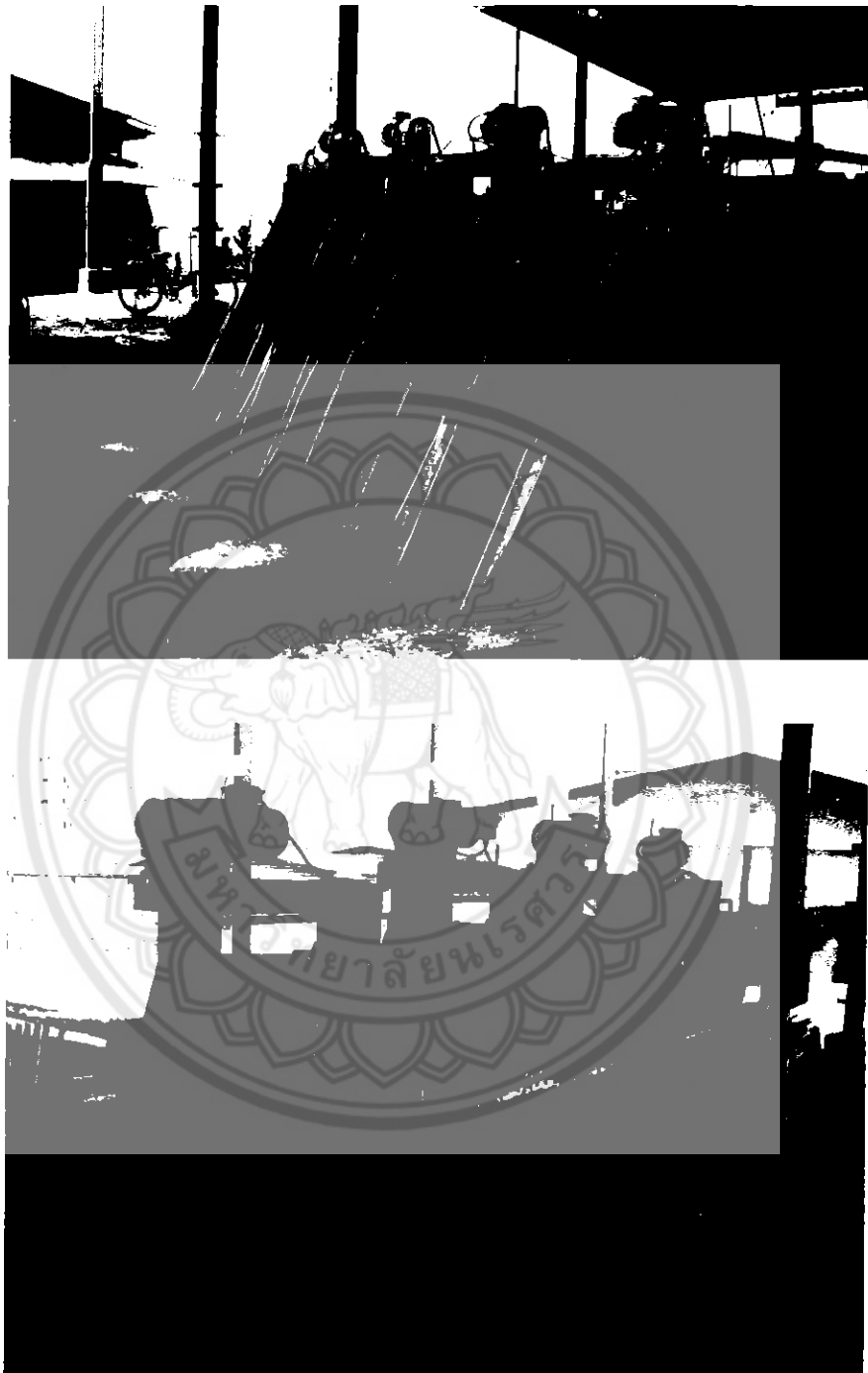
ตะแกรงหยาบใช้สำหรับดักสิ่งที่ย่อยน้ำ เช่น เศษขยะ เศษผ้า ใบไม้ ดึงพลาสติก ฯลฯ

ผังรูปที่ 2.1

ตะแกรงละเอียดมีขนาดตาเล็กกว่าตะแกรงหยาบและใช้ดักสิ่งของที่มีขนาดเล็ก ตะแกรงทั้งสองนี้ช่วยป้องกันมิให้เครื่องสูบน้ำอุดตันผังรูปที่ 2.2



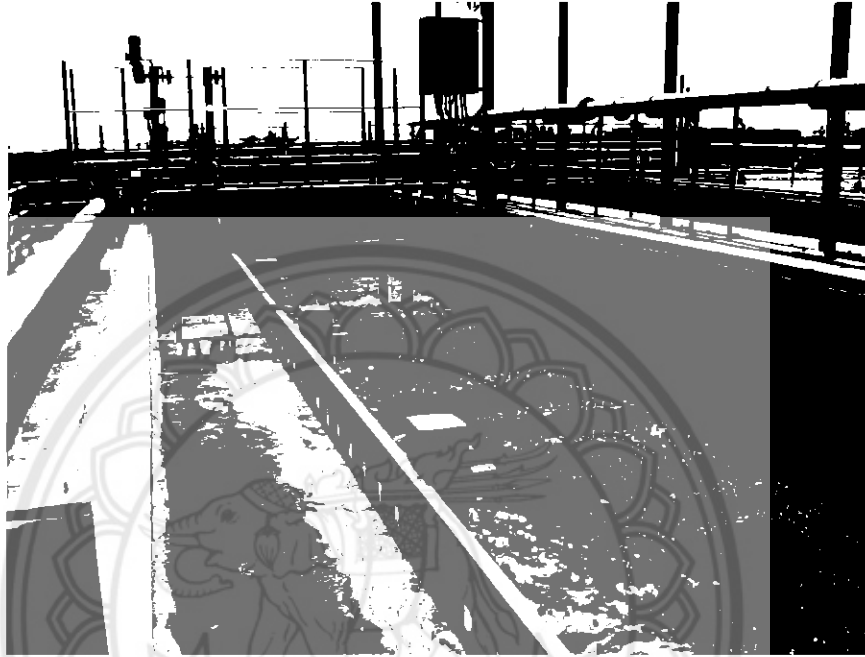
รูปที่ 2.1 ตะแกรงหยาบ



รูปที่ 2.2 ตะแกรงละเอียด

2.3.1.2 ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber)

ถังดักกรวดทรายเป็นถังขนาดเล็กที่ออกแบบให้สามารถดักจับกรวดทรายในน้ำเสียที่ไหลผ่านถังดักกรวดทรายเป็นสิ่งจำเป็นทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องสูบน้ำเสียกร่อน และเสียหายเนื่องจากถูกขัดสีจากกรวดทราย ดังรูปที่ 2.3

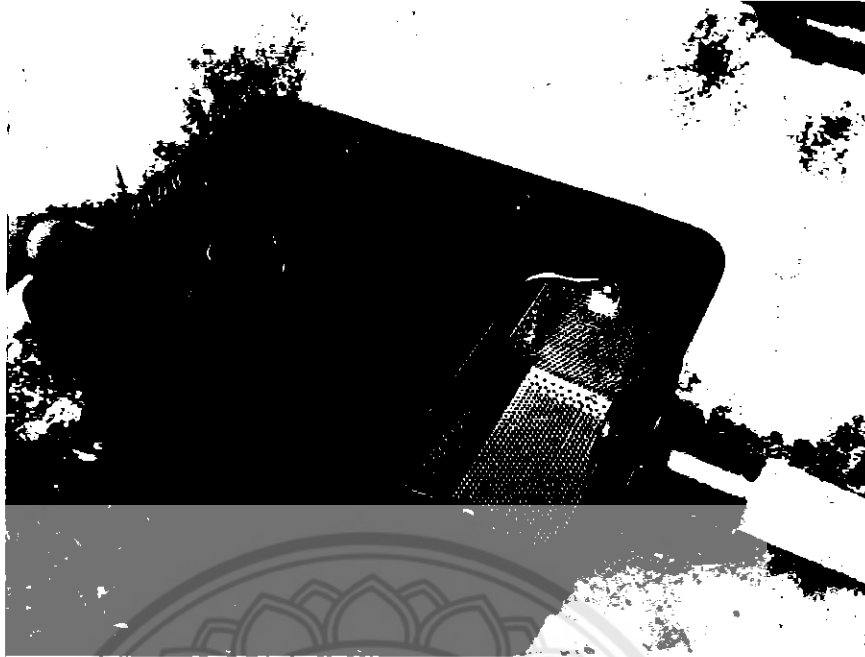


รูปที่ 2.3 ถังดักกรวดทราย

ที่มา: <http://www.telem.co.il/Telem/Tem...ID%3D574>

2.3.1.3 ถังดักไขมัน (Grease Trap)

น้ำเสียหลายประเภทมีไขมันและน้ำมันปนอยู่ด้วยไขมันหรือน้ำมันเบากว่าน้ำจึงลอยตัวอยู่บนน้ำ ทำให้สามารถใช้ถังดักไขมันดังรูปที่ 2.4 ทางออกของถังดักไขมันจมอยู่ใต้น้ำ (ต่ำกว่าชั้นไขมันหรือน้ำมัน) สามารถดึงส่วนที่เป็นน้ำออกจากถังดักด้วยท่อภาพตัว T ไขมันจะสะสมตัวอยู่ในถังดักและสามารถตัดออกไปทิ้งได้ รูปที่ 2.4 เป็นถังดักไขมันขนาดเล็กที่นิยมใช้กับน้ำเสียจากการปรุงอาหารซึ่งเป็นน้ำเสียที่ปริมาณต่ำ



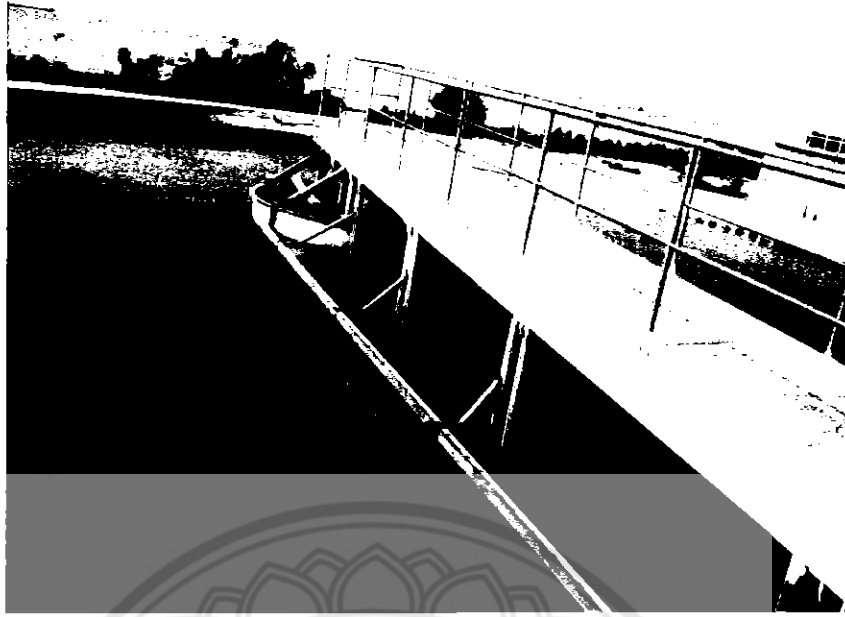
รูปที่ 2.4 ถังดักไขมันและน้ำมันขนาดเล็ก

ที่มา: <http://khlongngae.go.th/paper/fo.../page/17>

2.3.1.4 ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

เป็นการแยกของแข็งที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำออกจากน้ำด้วยการทำให้ตกตะกอน โดยเมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในถังตกตะกอนมันจะใช้เวลาอยู่ในถังนี้ประมาณ 2-4 ชั่วโมง ทำให้ตะกอนแขวนลอยมีเวลาดตกตะกอนลงสู่ก้นถัง น้ำเสียที่ไหลออกไปออกจึงมีตะกอนแขวนลอยเหลืออยู่น้อย ถังตกตะกอนมีบทบาทอยู่ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ เกือบทุกประเภท และถือเป็นหน่วยสำคัญในการกำจัดตะกอนแขวนลอยในน้ำ ดังรูปที่ 2.5

ถังตกตะกอนแบบวงกลมให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานดีกว่าถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม แต่ถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมเหมาะสมที่ใช้ในกรณีมีพื้นที่อยู่อย่างจำกัดแต่ต้องการสร้างถังตกตะกอนหลายถัง



รูปที่ 2.5 ถึงคกตะกอนแบบวงกลม

2.3.2 กระบวนการทางเคมี

เป็นกระบวนการที่ต้องพึ่งพาสารเคมีเพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการ มักใช้กระบวนการนี้เมื่อไม่สามารถใช้วิธีอื่นได้ผลหรือได้ผลแต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง กระบวนการเคมีที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

2.3.2.1 การทำให้เป็นกลางหรือการปรับพีเอช (Neutralization)

ค่าพีเอชเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำและน้ำเสียเกือบทุกชนิด น้ำเสียที่มีพีเอชต่ำสามารถทำให้เป็นกลางได้ด้วยการเติมปูนขาวหรือโซดาไฟหรือโซดาแอช ส่วนน้ำที่มีพีเอชสูงสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เช่นกรดกำมะถัน กรดเกลือ หรือบางครั้งอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รูปที่ 2.6 แสดงถึงปรับพีเอช



รูปที่ 2.6 แสดงดังปรับพีเอช

2.3.2.2 กระบวนการ โคแอกกูเลชัน (Coagulation)

ตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ช้ามากเรียกว่า คอลลอยด์ (Colloid) ซึ่งไม่สามารถแยกตัวออกจากน้ำได้โดยวิธีตกตะกอนตามธรรมชาติ เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไปการเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม ทำให้คอลลอยด์หลายๆอนุภาคจับตัวกันเป็นกลุ่มเรียกว่า ฟล็อก (Floc) จนมีน้ำหนักมากและตกตะกอนได้รวดเร็ว สารเคมีทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวประสานให้อนุภาคมารวมกันเป็นฟล็อก กระบวนการประสานคอลลอยด์นี้ เรียกว่า โคแอกกูเลชัน

2.3.2.3 การตกตะกอนผลึก (Precipitation)

โลหะหนักที่ละลายอยู่ในน้ำเสียมักทำให้ตกผลึกได้โดยการเพิ่มพีเอช ดังนั้นการเติมปูนขาวให้กับน้ำเสียจนมีพีเอชเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสมจะทำให้โลหะหนักตกผลึกได้ จากนั้นจึงทำให้ผลึกของแข็งรวมตัวกันกลายเป็นฟล็อกด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันแล้วจึงแยกฟล็อกออกจากน้ำด้วยถังตกตะกอน

2.3.2.4 ออกซิเดชัน – รีดักชัน (Oxidation – Reduction)

ในกรณีต้องการกำจัดมลพิษที่ละลายอยู่ในน้ำ แต่ไม่สามารถใช้วิธีตกผลึกได้ก็อาจใช้กระบวนการออกซิเดชัน – รีดักชันเปลี่ยนมลพิษให้เป็นสารที่ไม่มีพิษ กระบวนการออกซิเดชัน – รีดักชัน ได้แก่ การเติมสารเคมีซึ่งอาจเป็น Oxidant หรือ Reductant อย่างใดอย่างหนึ่งไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน – รีดักชันกับสารพิษ ทำให้ได้ผลปฏิกิริยาเป็นสารที่ไม่สร้างปัญหา

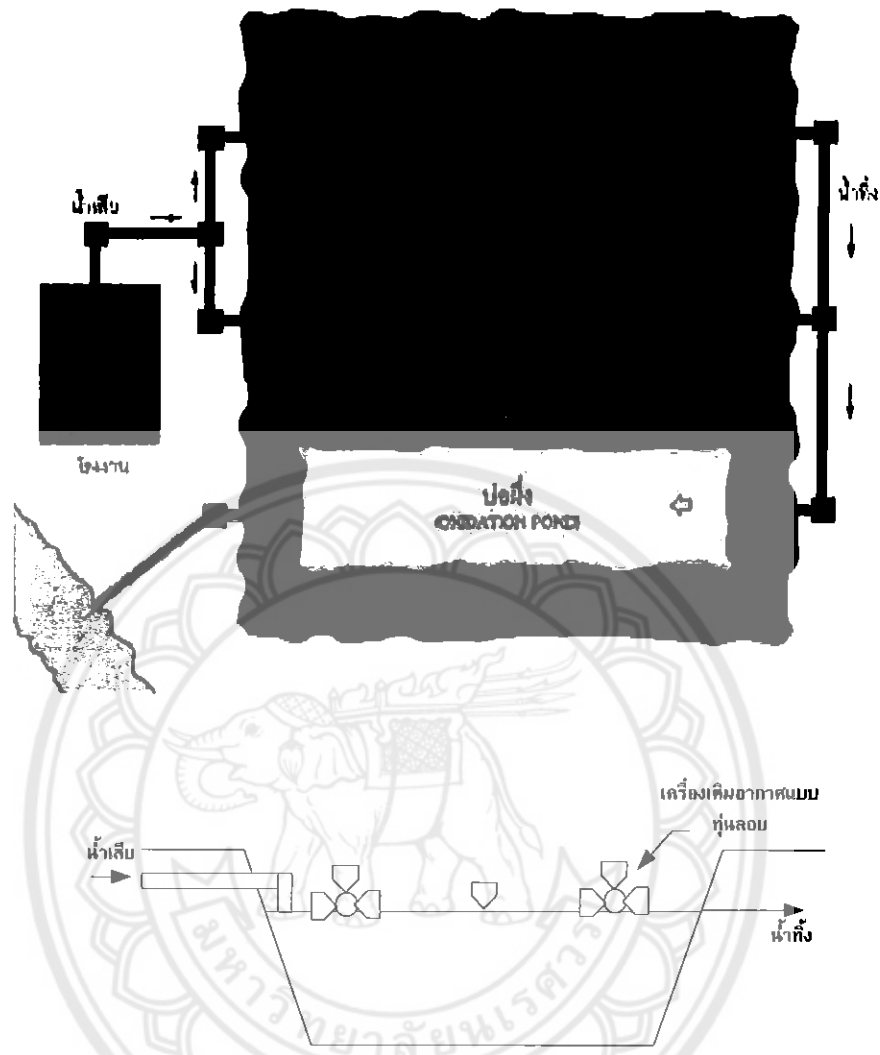
2.3.3 กระบวนการทางชีวภาพ

เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายแบ่งเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process) ซึ่งแบบใช้ออกซิเจนอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนเปลี่ยนความสกปรก (สารอินทรีย์) ให้กลายเป็น CO_2 และน้ำ เช่น กระบวนการเอเอส ระบบฟิล์มตรึง ระบบสระเติมอากาศ ระบบ ไพรยกรอง เป็นต้น ส่วนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนเปลี่ยนความสกปรกให้กลายเป็น CO_2 , CH_4 และ H_2S เช่น กระบวนการย่อยไร้ออกซิเจน ถังกรองไร้อากาศ ระบบยูเอเอสบี เป็นต้น

2.4 สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

สระเติมอากาศเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต สระเติมอากาศพัฒนามาจากบ่อปรับเสถียรเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากขึ้น ในขณะที่ใช้พื้นที่เท่ากันหรือน้อยกว่า แต่สามารถใช้ความลึกได้มากกว่าเพราะมีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศแทนที่จะอาศัยการแพร่ของออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่สระซึ่งเป็นการเติมอากาศตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียวดังรูปที่ 2.7 สระเติมอากาศจึงมีความคล้ายคลึงกันกับระบบเอเอส เพียงแต่ไม่มีการหมุนเวียนตะกอน นิยมเติมอากาศที่ผิวน้ำด้วยเครื่องเติมอากาศแบบลอยน้ำ และแตกต่างกับระบบเอเอสตรงที่ไม่มีถังตกตะกอน ดังนั้นน้ำทิ้งจากระบบนี้จึงมีจุลินทรีย์หลุดออกไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำกว่ากระบวนการเอเอสแบบอื่นๆ และเนื่องจากระบบไม่มีการหมุนเวียนตะกอน ความเข้มข้นของ MLSS ในบ่อเติมอากาศจึงมีระบบต่ำกว่าระบบอื่นๆ คือ น้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (มันสิน, 2542)

การสร้างระบบสระเติมอากาศจะต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงเหมาะสมกับชุมชนที่มีราคาที่ดินไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถรับน้ำเสียหรือสารมลพิษที่ไหลเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหันได้ รวมทั้งสามารถควบคุมปัญหาเรื่องสภาพตะกอนหรือปัญหาเรื่องกลิ่นได้ดี สระเติมอากาศจึงเหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียทั้งจากชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษ และ โรงงานผลิตอาหาร เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปการออกแบบจะออกแบบให้บ่อหรือสระมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำภายในสระเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีเท่ากับร้อยละ 80 – 95 (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540)



รูปที่ 2.7 สระเติมอากาศ

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545

2.4.1 ประเภทของสระเติมอากาศ

สระเติมอากาศแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการกวนผสมภายในสระ ได้แก่ สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์และสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน(สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2546)

2.4.1.1 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ (Complete-mix Aerated Lagoon)

ต้องใช้พลังงานสูงสำหรับกวนผสมเพื่อป้องกันของแข็งแขวนลอยหรือจุลินทรีย์ข่มตัว รวมทั้งยังทำให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งสระหรือสภาวะแอโรบิกทั่วทั้งสระ โดยทั่วไปมักใช้พลังงานในการกวนผสมเท่ากับ 11 -19 กิโลวัตต์ต่อปริมาณน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ทำให้น้ำทิ้งจาก

สระเติมอากาศชนิดนี้มักมีปริมาณสารแขวนลอยปนเปื้อนในปริมาณสูง ดังนั้นต้องออกแบบบ่อตกตะกอนหรือบ่อขจัดแก๊สเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอยจากน้ำทิ้งของสระเติมอากาศประเภทนี้ด้วย

2.4.1.2 สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน (Partial-mix Aerated Lagoon)

ต้องการพลังงานในการกวนผสมน้อยกว่าแบบแรก ปริมาณอากาศที่เติมลงไปนั้น เพียงแค่ให้เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น โดยทั่วไปมักใช้พลังงานในการกวนผสมเท่ากับ 1.5-7.5 กิโลวัตต์ต่อปริมาณน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร (ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย) ซึ่งทำให้ของแข็งแขวนลอย (หรือจุลินทรีย์) บางส่วนจมตัวและสะสมอยู่ก้นสระและถูกย่อยสลายในสภาวะแอนแอโรบิกต่อไป จึงทำให้น้ำทิ้งมีปริมาณของแข็งแขวนลอยหลุดออกไปน้อยกว่าน้ำทิ้งของสระเติมอากาศแบบกวนผสมสมบูรณ์ ซึ่งบางกรณีถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นต่ำและมีค่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในสระไม่มากนัก อาจไม่จำเป็นต้องมีบ่อตกตะกอนตามหลังสระเติมอากาศก็ได้

2.4.2 เครื่องเติมอากาศ

โดยทั่วไประบบเติมอากาศแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ตามลักษณะของเครื่องกลหรือการใช้งาน ได้แก่ เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ และเครื่องเติมอากาศแบบกังหันจมน้ำ ดังนี้

2.4.2.1 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ (Diffused Aerator)

เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ สามารถแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์ได้ คือ

ก. หัวฟู่ชนิดรูพรุน

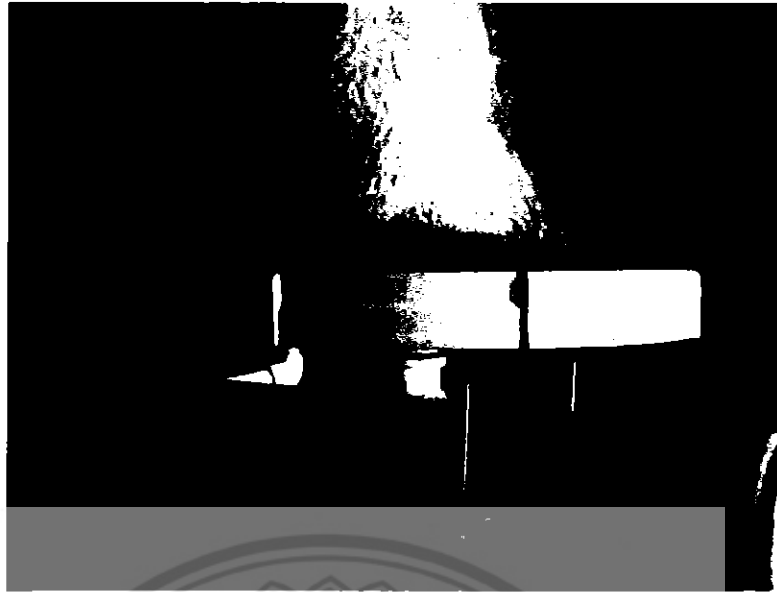
หัวฟู่ชนิดนี้ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนสูง และมีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบแผง โคม งานกลม และท่อ นอกจากนี้อาจแบ่งตามวัสดุที่ผลิตได้อีกคือ กลุ่มที่ผลิตจากวัสดุแข็ง และกลุ่มเยื่อเจาะรูดังรูปที่ 2.8

ข. หัวฟู่ชนิดไม่ใช้รูพรุน

หัวฟู่ชนิดนี้จะมีขนาดรูใหญ่กว่าหัวฟู่ชนิดรูพรุน โดยทั่วไปสามารถแบ่งตามวัสดุและรูปร่างได้หลายชนิด เช่น หัวฟู่ตายตัว หัวฟู่แบบวาล์วก้นกลับ หัวฟู่แบบหลอสถิต เป็นต้น โดยทั่วไปมักใช้หัวฟู่ไม่มีรูพรุนในระบบที่อาจเกิดปัญหาอุดตันกับหัวฟู่แบบรูพรุน

ค. หัวฟู่ชนิดอื่นๆ

หัวฟู่ชนิดอื่นๆ เช่น หัวฟู่แบบจุกพ่น (Jet Diffuser) ซึ่งทำงาน โดยสูบน้ำจากถังเติมอากาศเข้าไปผสมกับอากาศแล้วฉีดผ่านหัวฉีด



รูปที่ 2.8 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู

ที่มา : www.thaitechno.net/uploadedimage...size.jpg

2.4.2.2 เครื่องเติมอากาศแบบผิวหน้า (Surface Aerator)

เครื่องเติมอากาศผิวหน้าสามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ แบบหมุนช้าไหลตามรัศมี (radial flow low speeds) แบบหมุนเร็วไหลตามแกน (axial flow high speeds) แบบดูด (aspirating devices) และแบบหมุนแนวนอน (horizontal rotors) เครื่องเติมอากาศผิวหน้าติดตั้งโดยการยึดกับตัวสะพาน แท่น หรือทุ่นลอย ซึ่งควรมีโครงสร้างที่สามารถรับแรงบิด ได้อย่างน้อย 4 เท่าของแรงบิดสูงสุดที่เกิดจากใบพัด ประสิทธิภาพและพลังงานที่ใช้จะแปรผันตามความสูงของระดับน้ำในถังหรือสระเติมอากาศ

ก. แบบหมุนช้าไหลตามรัศมี

เครื่องเติมอากาศแบบนี้ได้รับความนิยม เนื่องจากประสิทธิภาพการเติมอากาศสูงและให้การกวนผสมที่ดี

ข. แบบหมุนเร็วไหลตามแกน

เครื่องเติมอากาศแบบนี้มักใช้กับสระเติมอากาศ เนื่องจากมีข้อจำกัดบางประการที่จะใช้งานกับถังเติมอากาศของระบบเอเอส เช่น แรงเฉือนที่เกิดขึ้นกับฟล็อกของสลัดจ์อาจทำให้ฟล็อกแตกออกส่งผลต่อการตกตะกอนดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ แบบหมุนเร็วไหลตามแกน

ค. แบบจุด

เครื่องเติมอากาศแบบนี้ทำงาน โดยการดูดอากาศจากบรรยากาศผ่านเพลตด้วยความเร็วสูงปั่นด้วยใบพัดให้ผสมกับน้ำทำให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ สามารถปรับองศาของเครื่องได้ขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้งาน

ง. แบบหมุนแนวนอน

เครื่องเติมอากาศแบบหมุนแนวนอนหรือแบบแปรง (brush aerator) ใบพัดตีน้ำที่ผิวน้ำเพื่อถ่ายเทออกซิเจนและพัดน้ำให้ไหลในแนวนอน การเปลี่ยนแปลงระดับจมน้ำเพียงเล็กน้อย ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเติมอากาศ แต่มีผลต่อพลังงานที่ใช้

2.4.2.3 เครื่องเติมอากาศแบบกั้นจมน้ำ (Submerged Turbine Aeration)

ลักษณะของเครื่อง มอเตอร์และชุดเกียร์มักติดตั้งอยู่เหนือน้ำและต่อแกนใบพัดลงไปใต้น้ำ อากาศจะถูกสูบเข้าไปใต้ใบพัดเพื่อตีให้เกิดฟองและไหลลงเพื่อเพิ่มเวลาสัมผัสของอากาศกับน้ำ ประสิทธิภาพการเติมอากาศต่ำกว่าเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบไหลตามรัศมีเล็กน้อย แต่มีข้อดีที่สามารถปรับการเติมอากาศได้ตามอัตราการไหลอากาศ

2.4.3 ค่ากำหนดการออกแบบ

โดยส่วนใหญ่สระเติมอากาศแบบสมบูรณ์และกวนผสมบางส่วนมักออกแบบด้วยสมการไคเนติกส์ ซึ่งทั้งสองแบบสามารถออกแบบได้ตั้งสมการ 2-1 แต่สระเติมอากาศทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าคงที่ระดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีแตกต่างกัน

สมการในการออกแบบสระเติมอากาศ

$$Se / Si = 1 / (1 + k_d t) \quad (2-1)$$

โดยที่ Se = ค่าบีโอดีของน้ำทิ้ง, มิลลิกรัมต่อลิตร
 Si = ค่าบีโอดีของน้ำเข้า, มิลลิกรัมต่อลิตร
 k_d = ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของอัตราการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศ, วัน⁻¹
 t = เวลาพักน้ำ, วัน

2.4.3.1 ค่าคงที่ของอัตราการกำจัดบีโอดี

ถ้าเป็นไปได้ค่าคงที่ระดับหนึ่งของอัตราการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศควรศึกษาจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการหรือระดับโรงงานนําร่อง แต่จากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

ก. สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์

จากการรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆพบว่า ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ มีความแตกต่างกันตามแต่ละแหล่งข้อมูล ดังสมการที่ 2-2 ถึง 2-4

WEF (1990)

$$k_{d(T)} = 2.5 (1.085)^{T-20} \quad (2-2)$$

Mara, D.D (1976)

$$k_{d(T)} = 5.0 (1.035)^{T-20} \quad (2-3)$$

Metcalf & Eddy, 1991

$$k_{d_c} = 0.25 - 1.0 \text{ วัน}^{-1} \quad (2-4)$$

โดยที่ T = อุณหภูมิน้ำหรือองศาเซลเซียส

ข. สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน

จากการรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆพบว่า ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของการกำจัด บีโอดี ของสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน มีความแตกต่างกันตามแต่ละแหล่งข้อมูล ดังสมการที่ 2-5 ถึง 2-6

Recommended Standard for Sewage Work (1978)

$$k_{ap}(T) = 0.276 (1.036)^{T-20} \quad (2-5)$$

Boulier, G.A. & Atchinson, T.J.,(1975) อ้าง โดย WEF (1990)

$$k_{ap}(T) = k_{ap}(20) (1.036)^{T-20} \quad (2-6)$$

โดยที่ $k_{ap}(20)$ = 0.2 – 0.3 วัน⁻¹ (ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส)
 T = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

2.4.4 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ

ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศสำหรับน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม แสดงดังสมการที่

2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ

รายการ	ค่าแนะนำ
เวลากักพักขดศาสตร์ (วัน)	3 - 10
ความลึก (เมตร)	2 - 6
พีเอช	6.5 - 8.0
อุณหภูมิ (°C)	0 - 30
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี, ละลาย(%)	80 - 90
ของแข็งแขวนลอยในน้ำออก(มก./ล)	80 - 250
ความต้องการออกซิเจน(ก.ออกซิเจน/ ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด)	0.7 - 1.4

ที่มา:สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540

2.4.5 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- Mara, D.D.,1976 พบว่า สระเติมอากาศหลายบ่อต่อกันแบบอนุกรมมีผลทำให้ความต้องการปริมาตรรวมของสระลดลงเมื่อเทียบกับใช้สระใหญ่สระเดียว
- ความต้องการออกซิเจนของสระเติมอากาศเท่ากับ 1-1.5 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด (WEF & ASCE, 1998b) หรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด (Mara, D.D., 1976)
- สระเติมอากาศมีเวลากักน้ำเท่ากับ 3-10 วัน ความลึกน้ำ 2-4 เมตร (Metcalf & Eddy, 1991)
- บ่อขจัดแ่งควรมีเวลากักน้ำเท่ากับ 0.5 – 1.0 วัน (WEF & ASCE, 1998b) ถ้าเวลากักน้ำมากกว่านี้อาจทำให้มีปริมาณสาหร่ายสูง แต่ Metcalf & Eddy, 1991 กล่าวว่าบ่อขจัดแ่งควรมีเวลากักน้ำอย่างมากไม่เกิน 2 วัน
- ถ้ากั้นสระเป็นดินทรายหรือมีการรั่วซึมควรมหามาตรการป้องกันปัญหาดังกล่าว คือ บ่ออัดดินเหนียวหรือปูด้วยวัสดุต่างๆ เช่น เบนโทไนท์ ดินเหนียวสังเคราะห์ เมมเบรน ฯลฯ
- บริเวณขอบบ่อควรคาดด้วยหินหรือคอนกรีต โดยให้ปกคลุมให้ต่ำกว่าและสูงกว่าระดับน้ำในบ่อด้านละ 0.5 เมตร เพื่อป้องกันคลื่นกัดเซาะตลิ่งหรือขอบบ่อ
- เครื่องเติมอากาศเป็นแบบเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหรือแบบพุก็ได้ แต่ถ้าเป็นแบบเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำต้องมีแผ่นคอนกรีตรองกันสระบริเวณใต้เครื่องเติมอากาศเพื่อป้องกันการกัดเซาะดิน
- ขอบบ่อควรมีความลาดประมาณ 1:1.5 ถึง 1:2 (แนวตั้ง: แนวราบ)

2.4.6 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ

ข้อดีและข้อเสียของสระเติมอากาศแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> - มีประสิทธิภาพสูง - ควบคุมระบบง่ายและไม่ต้องการผู้ควบคุมระบบที่มีความเชี่ยวชาญ - ต้องการสารเคมีน้อย - ไม่ต้องมีกระบวนการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ - ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างมาก (น้อยกว่าบ่อปรับเสถียร) เหมาะกับชุมชนที่มีราคาที่ดินปานกลาง - ใช้พลังงานมาก (การเติมอากาศ) - มีความยืดหยุ่นน้อยเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างจำกัด (เมื่อเทียบกับระบบเอเอส)

2.5 การเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัจจุบันการบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยนิยมใช้ระบบบำบัดทางชีวภาพ ดังนั้นการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียให้มีปริมาณเพียงพอ และมีความพร้อมในการย่อยสลายน้ำเสียจึงจำเป็นที่ต้องทำให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการบำบัดน้ำเสีย เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อควรเป็นเชื้อที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทเดียวกัน แต่ถ้าไม่สามารถหาได้ก็อาจใช้มูลสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น สัตว์ปีก โค ควาย หมู เป็นต้น ในทางปฏิบัติไม่ควรใช้สัลดจ์จากบ่อเกรอะหรืออุจจาระของคน เนื่องจากสกปรกและมีกลิ่นน่ารังเกียจมากกว่ามูลสัตว์และมักหาไม่ได้ในปริมาณมากๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

2.5.1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสียแสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ลำดับที่	ระบบบำบัด	สัลดจ์จากระบบบำบัด		ปริมาณมูลสัตว์แห้งที่ใช้
		แหล่งที่มา	ปริมาณที่ใช้	
1	ระบบแอส	สัลดจ์หมุ่นเวียนจากกันถังตกตะกอนของระบบแอส	5 – 20% ของความจุน้ำของถังเติมอากาศ	2 – 10 กก./ลบ.ม ของถังเติมอากาศ
2	ระบบบ่อหรือสระเติมอากาศ	สัลดจ์หมุ่นเวียนจากกันถังตกตะกอนของระบบแอส	5 – 10% ของของบ่อเติมอากาศ	1 – 5 กก./ลบ.ม ของบ่อเติมอากาศ
3	ระบบงานหมุ่นชีวภาพ	สัลดจ์หมุ่นเวียนจากกันถังตกตะกอนของระบบ	5 – 20% ของความจุน้ำของถังงานหมุ่นชีวภาพ	2 – 10 กก./ลบ.ม
4	บ่อหมักไร้อากาศ	-	-	5- 10 กก./ลบ.ม

ตารางที่ 2.5(ต่อ) ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ลำดับที่	ระบบบำบัด	สลัดจ์จากระบบบำบัด		ปริมาณมูลสัตว์แห้งที่ใช้
		แหล่งที่มา	ปริมาณที่ใช้	
5	ถังกรองไร้ออกซิเจน	สลัดจ์จากถังหมักไร้ออกซิเจน	5 – 10% ของของถังกรองไร้ออกซิเจน	2 – 10 กก./ลบ.ม ของถังเดิมอากาศ
6	บ่อออกซิเดชันหรือบ่อเจียว	-	-	1 – 2 กก./ลบ.ม + ปุ๋ยยูเรียและซูเปอร์ฟอสเฟตอย่างละ 0.2 กก./ลบ.ม

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2537

2.5.2 ขั้นตอนในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ในระหว่างการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสียทุกประเภทจะมีสภาวะการทำงานอยู่ 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สภาวะก่อนคงตัว

ระยะที่ 2 สภาวะคงตัว (Steady State)

2.5.2.1 สภาวะก่อนคงตัว

เป็นช่วงเวลาที่มีการเลี้ยงแบคทีเรียให้มีปริมาณเพียงพอและเคยชินกับน้ำเสียที่ต้องการบำบัด ระยะแรกนี้แบคทีเรียสามารถผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์แล้ว แต่ระบบยังไม่ได้รับน้ำเสียอย่างเต็มที่

2.5.2.2 สภาวะคงตัว (Steady State)

เป็นช่วงเวลาที่แบคทีเรียแข็งแรงสมบูรณ์ในปริมาณที่สามารถบำบัดน้ำเสียทั้งหมดที่มีอยู่ได้ แล้ว น้ำเสียจะถูกบำบัดได้อย่างเต็มความสามารถของระบบ และระบบมีเสถียรภาพดี ทำให้น้ำทิ้งสุดท้ายมีคุณภาพดีไม่แปรปรวน

2.5.3 ขั้นตอนในการเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

2.5.3.1 กำหนดปริมาตรของสระเติมอากาศ

2.5.3.2 เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)หรือปริมาณมูลสัตว์ 1-5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) โดยคิดปริมาตรน้ำที่เติมเป็นครึ่งหนึ่งของสระเติมอากาศ

2.5.3.3 เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของสระเติมอากาศ

2.5.3.4 ปรับเครื่องเติมอากาศให้สามารถเติมอากาศได้ตลอดเวลา

2.5.3.5 เมื่อเครื่องเติมอากาศเดินเครื่องได้ 3 วัน จึงเริ่มเติมน้ำเสียวันละร้อยละ 5 ของน้ำเสียที่บำบัด

การควบคุมระบบให้เป็นแบบแบทช์ในระยะเริ่มต้น จะช่วยให้แบคทีเรียมีเวลามากขึ้นในการปรับตัวสร้างเอนไซม์ ได้เหมาะสมและในระหว่างการเริ่มเดินระบบต้องเปิดเครื่องเติมอากาศทุกตัว และให้เดินไว้ 24 ชั่วโมง



15509944

น/ร.

๗๕๒๒

๒๕๖๓

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงการ

โครงการนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของปริมาณน้ำชะขยะต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศด้วยการกวนผสมบางส่วน โดยมีวิธีในการดำเนินโครงการดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

การทดลองนี้ดำเนินการโดยใช้แบบจำลองสระเติมอากาศและน้ำชะขยะ รายละเอียดอุปกรณ์และเครื่องมือมีดังนี้

3.1.1 แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนทำจากกล่องพลาสติกสีขาวขุ่นมีปริมาตรทั้งหมด 45 ลิตร แต่ปริมาตรใช้งานจริงเท่ากับ 40 ลิตร มีขนาด กว้าง 36 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และลึก 26 เซนติเมตร จำนวน 5 ถัง แต่ถังจะติดหัวเติมอากาศจำนวนถังละ 4 หัว โดยที่ให้หัวเติมอากาศอยู่ลึกจากผิวน้ำ 7 เซนติเมตร เพื่อให้มีสภาพการกวนผสมแบบบางส่วน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองสระเติมอากาศ

3.1.2 เครื่องเติมอากาศ

3.1.2.1 การเติมอากาศใช้เครื่องเติมอากาศยี่ห้อ Electromagnetic Air Pump รุ่น AP-30 ดังรูปที่

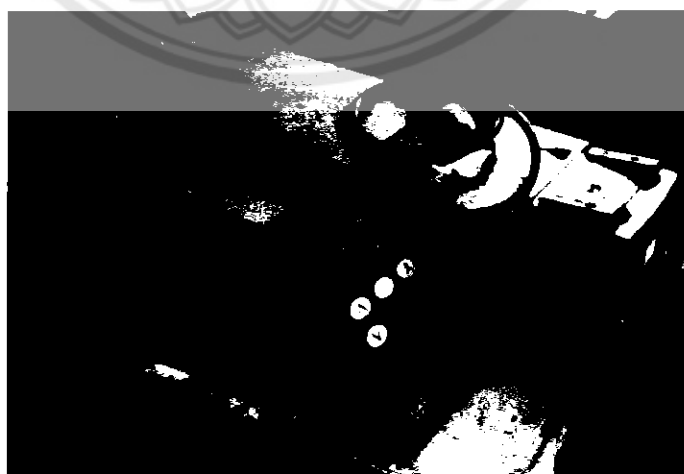
3.2 สามารถเติมอากาศได้ 60 ลิตรต่อนาที และเครื่องเติมอากาศ 1 เครื่อง ต่อเข้ากับหัวเติมอากาศ จำนวน 10 หัว คิดเป็นอัตราการเติมอากาศ 6 ลิตรต่อนาทีต่อหัว



รูปที่ 3.2 เครื่องเติมอากาศ

3.1.3 เครื่องสูบน้ำแบบรีด

การสูบน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศซึ่งในการทำโครงการครั้งนี้ใช้น้ำชะขยะ โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีด ยี่ห้อ Watson Marlow505s ความเร็วรอบเท่ากับ 50 RPM ดังรูปที่ 3.3 และมีอัตราการไหลเท่ากับ 4.2 มิลลิลิตรต่อนาที จำนวน 5 เครื่อง



รูปที่ 3.3 เครื่องสูบน้ำแบบรีด

3.1.4 ถังน้ำเข้า

น้ำเสียนมตั้งเคราะห์บรรจุอยู่ในถังน้ำเข้ามีปริมาตร 6ลิตร ดังรูปที่ 3.4 ใช้เครื่องสูบน้ำจะขยะไปยังถังเติมอากาศ



รูปที่ 3.4 ถังน้ำเข้า

3.1.5 ถังน้ำออก

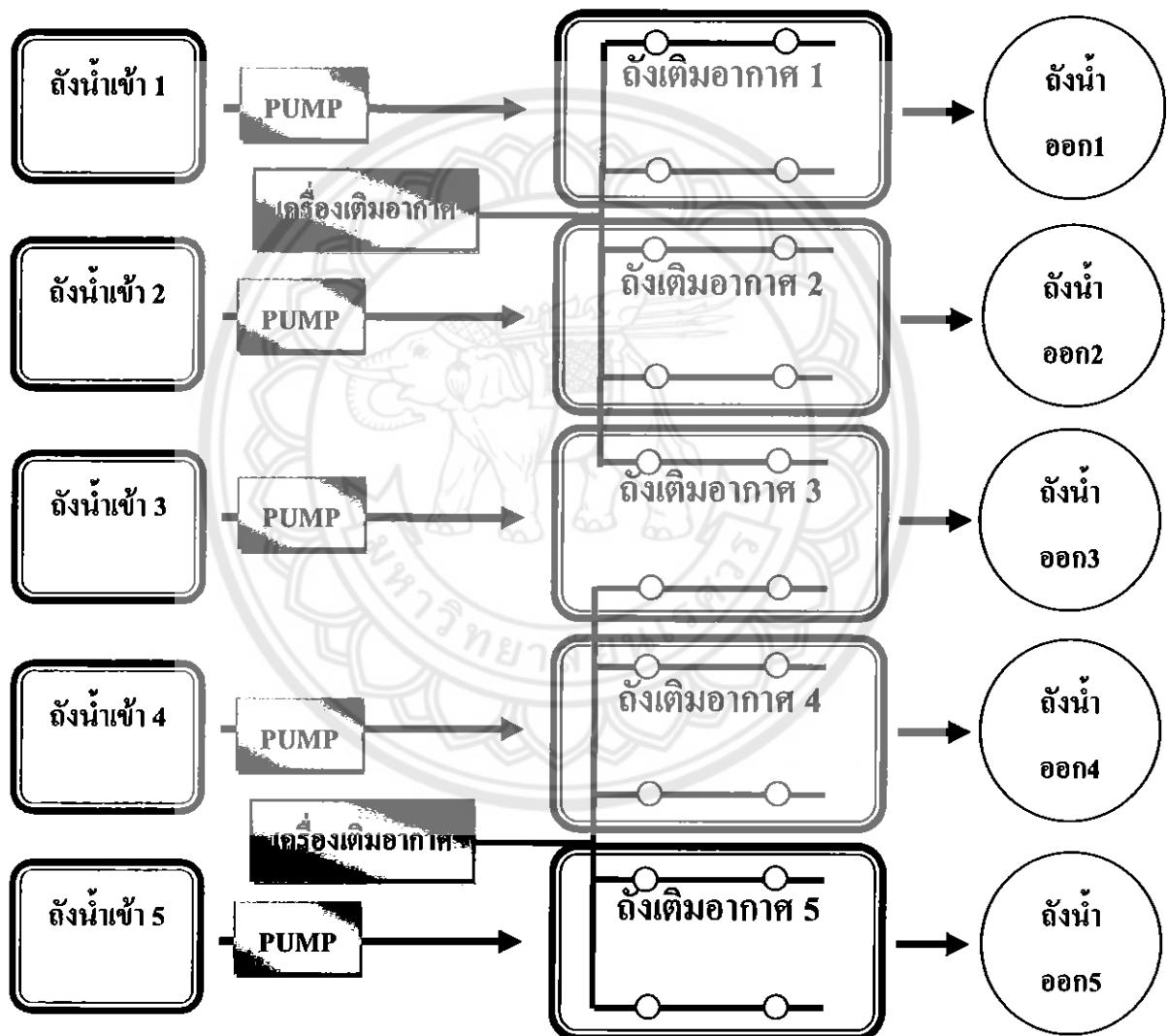
น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแบบจำลอง ไหลออกจากท่อสายขางที่ต่อกับแบบจำลองลงสู่ถังน้ำออกที่มีขนาดเท่ากับ 10 ลิตร ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งนำน้ำในถังน้ำออกถูกนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติด้านต่างๆ



รูปที่ 3.5 ถังน้ำออก

3.1.6 การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

ติดตั้งระบบระบบเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนดังรูปที่ 3.6 เริ่มต้นเดินระบบด้วยการเติมตะกอนที่ได้มาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ที่ปริมาณ 3.77 ลิตร แล้วทำการสูบน้ำชะขยะจากถังน้ำเข้าที่มีขนาด 6 ลิตร ใส่ถังเติมอากาศซึ่งมีเวลากักเก็บน้ำเท่ากับ 4 วัน ถ้าหากคิดเป็นอัตราการไหลจะได้ประมาณ 6.48 ลิตรต่อวัน และน้ำที่ผ่านการบำบัดจากการเติมอากาศจะไหลผ่านทางสายยางออกสู่ถังน้ำออก ซึ่งจะนำที่ผ่านการบำบัดแล้วนั้นไปทำการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 3.6 การติดตั้งระบบระบบเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการเก็บและเตรียมน้ำชะขยะ

- การเก็บน้ำชะขยะ

การดำเนินการเก็บน้ำชะขยะเริ่มต้นจากการติดต่อประสานงานกับองค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อขออน้ำชะขยะจากรถเก็บขยะ โดยปริมาณน้ำชะขยะที่ต้องใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ประมาณ 70 ลิตร โดยใส่ไว้ในภาชนะฝาปิด เพื่อมิให้กลิ่นเหม็นแพร่กระจาย เมื่อเก็บน้ำชะขยะมาแล้วก็ทำการตั้งทิ้งไว้ในที่โล่งแจ้งโดยใช้เวลาประมาณ 7 วัน เพื่อให้แบคทีเรียที่กำลังย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่ได้ปลดปล่อยแก๊สจากการย่อยออกมาก่อนในขั้นต้น หลังจากตั้งทิ้งไว้แล้วก็ทำการแช่แข็งน้ำชะขยะในตู้ควบคุมอุณหภูมิ โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ -20°C

- การเตรียมน้ำชะขยะ

น้ำชะขยะที่ใช้ในการศึกษามีความเข้มข้นของค่าซีไอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมจากการเจือจางน้ำชะขยะจริงลงในน้ำประปา 1 ลิตร แล้วทำการวิเคราะห์หาซีไอดีที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำมาหาปริมาณที่ต้องใช้

ความเข้มข้นของค่าซีไอดีที่ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้การเจือจาง 1:214 โดยปริมาตร
 ความเข้มข้นของค่าซีไอดีที่ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้การเจือจาง 1:106 โดยปริมาตร
 ความเข้มข้นของค่าซีไอดีที่ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้การเจือจาง 1:70 โดยปริมาตร
 ความเข้มข้นของค่าซีไอดีที่ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้การเจือจาง 1:52 โดยปริมาตร
 ความเข้มข้นของค่าซีไอดีที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้การเจือจาง 1:42 โดยปริมาตร

3.2.2 วิธีการทดลอง

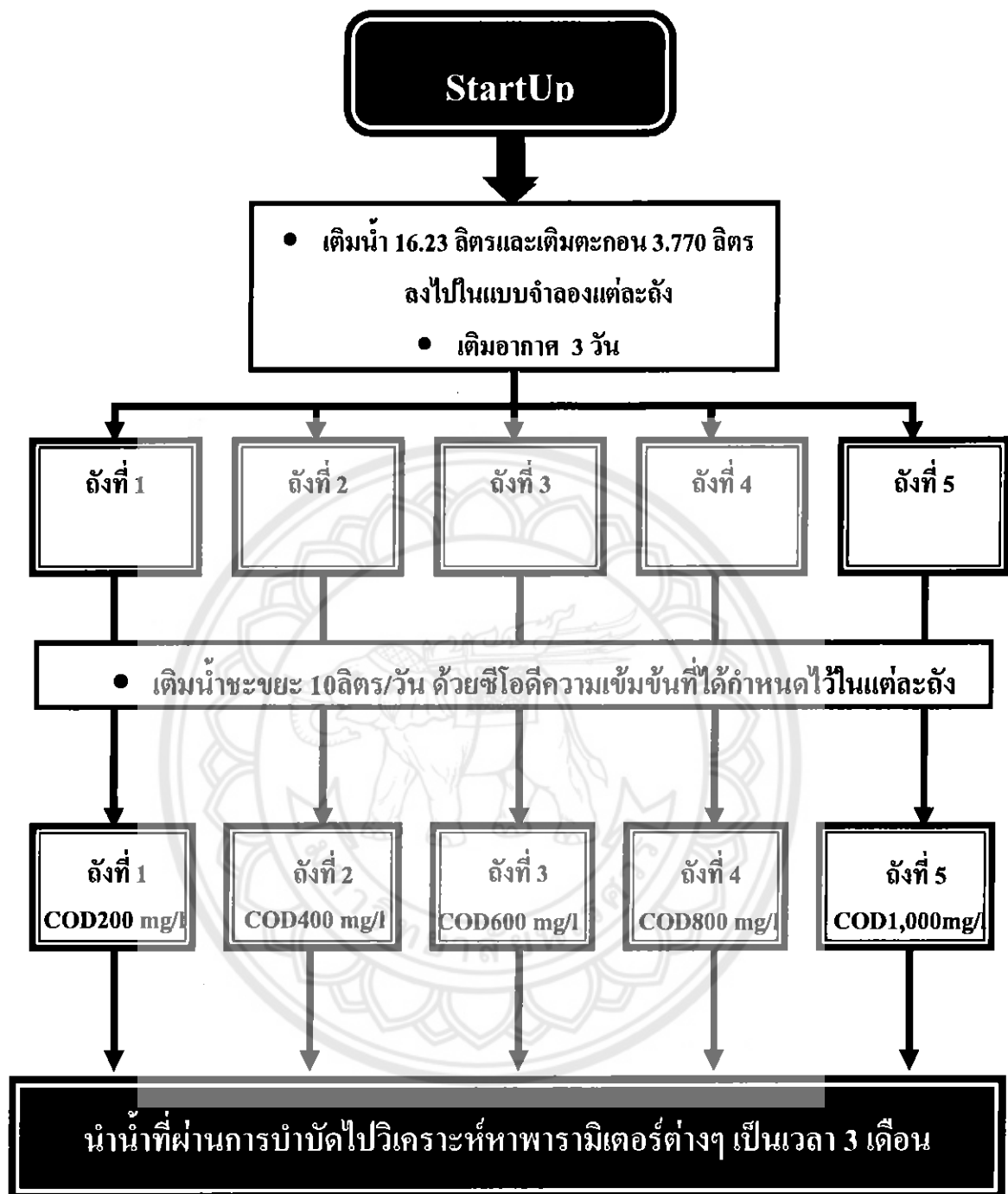
ศึกษาผลของปริมาณน้ำชะขยะเริ่มต้นเดินระบบต่อประสิทธิภาพการบำบัดชะขยะ เมื่อมีค่าซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 เริ่มต้นสตาร์ทด้วยการเติมน้ำปริมาณ 20 ลิตร ลงในถังจำลองระบบเดิมอากาศแล้วใส่ตะกอนปริมาณ 3.77 ลิตร จากนั้นเติมอากาศเป็นระยะเวลา 3 วันดังรูปที่ 3.7 แล้วเริ่มใส่น้ำชะขยะจริงเข้าสู่ถังจำลองระบบ ดังข้อมูลจากตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบแบบสระเติมอากาศ
ที่ระยะเวลาการกักเก็บ 4 วัน

วันที่	ความเข้มข้นของน้ำชะขยะ ของน้ำ 20 L.	ปริมาณน้ำในสระเติมอากาศ (L.)
1	5 % ของ 20L=0.5 L	20.5
2	10 % ของ 20L=1.0 L	21.5
3	15 % ของ 20L=1.5 L	23.0
4	20 % ของ 20L=2.0 L	25.0
5	25 % ของ 20L=2.5 L	27.5
6	30 % ของ 20L=3.0 L	30.5
7	35 % ของ 20L=3.5 L	34.0
8	40 % ของ 20L=4.0 L	38.0
9	45 % ของ 20L=4.5 L	42.5
10	50 % ของ 20L=5.0 L	47.5
11	60 % ของ 20L=6.0 L	53.5
12	70 % ของ 20L=7.0 L	60.5
13	80 % ของ 20L=8.0 L	68.5
14	90 % ของ 20L=9.0 L	77.5
15	100 % ของ 20L=10.0 L	87.5

3.2.2.2 หลังจากเริ่มใส่น้ำชะขยะจริงเข้าสู่ถังจำลองระบบจนความเข้มข้นของน้ำชะขยะใน
น้ำ 20 ลิตรครบ 100 % ทำการเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ โดยทำการเก็บน้ำ
ทุกระยะเวลากักเก็บ 4 วัน



รูปที่ 3.7 แผนภูมิวิธีการทดลอง

3.2.3 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดัง ตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
พีเอช (pH)	เครื่องวัดพีเอช ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
ของแข็งทั้งหมด (TS)	TDS-SS
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS)	วิธี Gravimetric method
ของแข็งละลายน้ำ (TDS)	วิธี Gravimetric method
ของแข็งระเหยทั้งหมด (VSS)	วิธี Gravimetric method
ของแข็งแขวนลอยในดั่งเดิมอากาศ (MLSS)	วิธี Gravimetric method
ของแข็งจมน้ำ (V30)	วิธี ตกตะกอนของแข็ง ใช้เวลา 30 นาที
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	วิธี ซัลฟูริก-ไนตริก
เจดาคไนโตรเจน (TKN)	วิธีการไตเตรท
แอมโมเนีย	วิธีการไตเตรท
BOD ₅	วิธี 5 Day Test
COD	วิธี Close Reflux
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	วิธีเมมเบรน

ที่มา: [http://www.pcd.go.th/\(11/03/53\)](http://www.pcd.go.th/(11/03/53))

3.2.5 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ

ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้วิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจำนวน 14 พารามิเตอร์ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมฉบับที่3(2539)ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงาน อุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539 ได้จำนวน 8 พารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่3.4 มาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1.ความเป็นกรดและด่าง(pH value)	5.5-9.0
2.อุณหภูมิ(Temperature)	ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
3.ค่าบีโอดี(5 วัน ที่ 20 องศาเซลเซียส)(Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.ค่าซีโอดี(Cheical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร
5.ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)*	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.ค่าทีเคเอ็น(TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100มิลลิกรัมต่อลิตร
7.สารแขวนลอย(Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
8.ค่าทีดีเอส(TDS หรือ Total DissolvedSolids)	ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ [http://www.pcd.go.th/\(11/03/53\)](http://www.pcd.go.th/(11/03/53))

หมายเหตุ * นำมาจากมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน

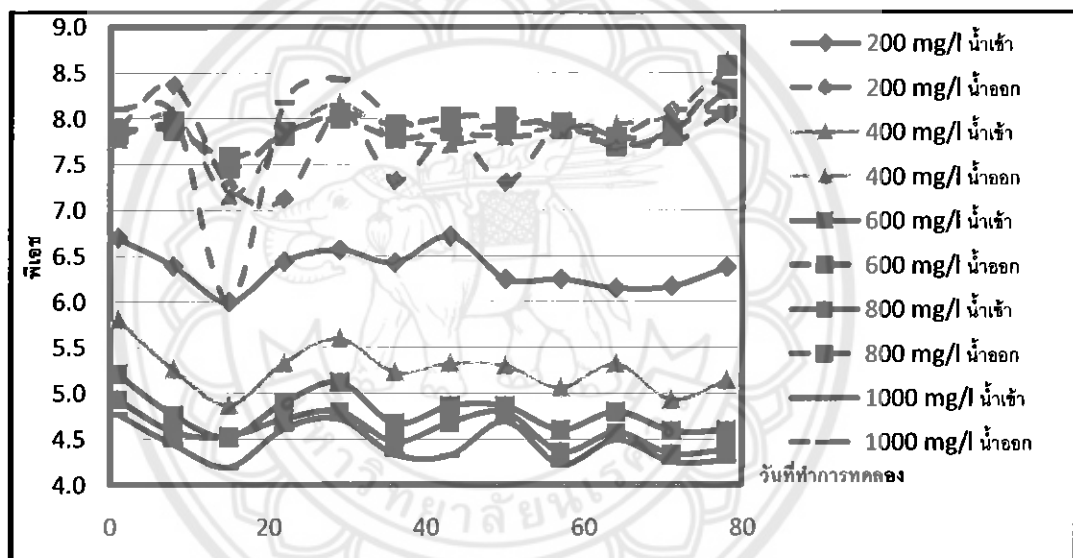
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

โครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบควนผสม บางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน มีผลการทดลองและวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

4.1 พีเอช

พีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรแสดงดังรูปที่ 4.1-4.3

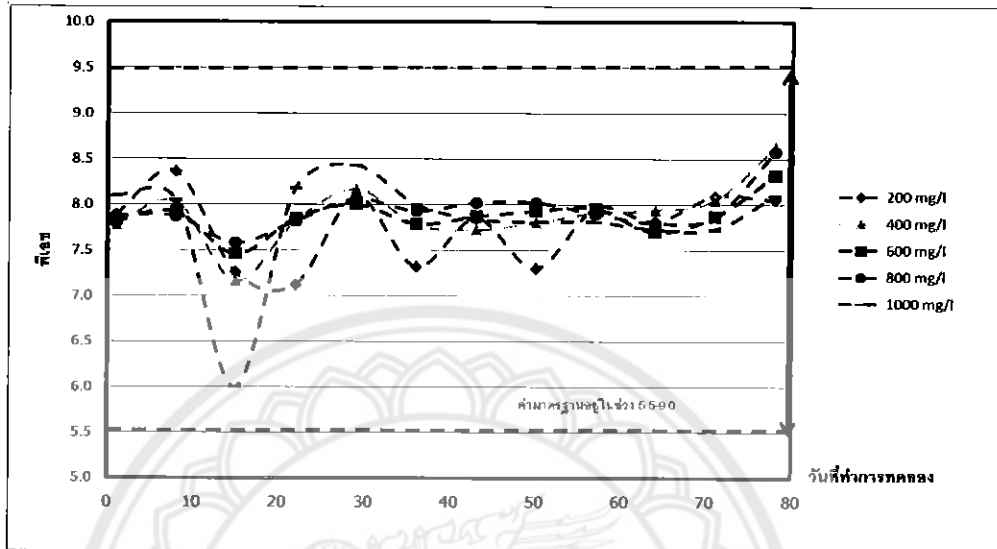


รูปที่ 4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

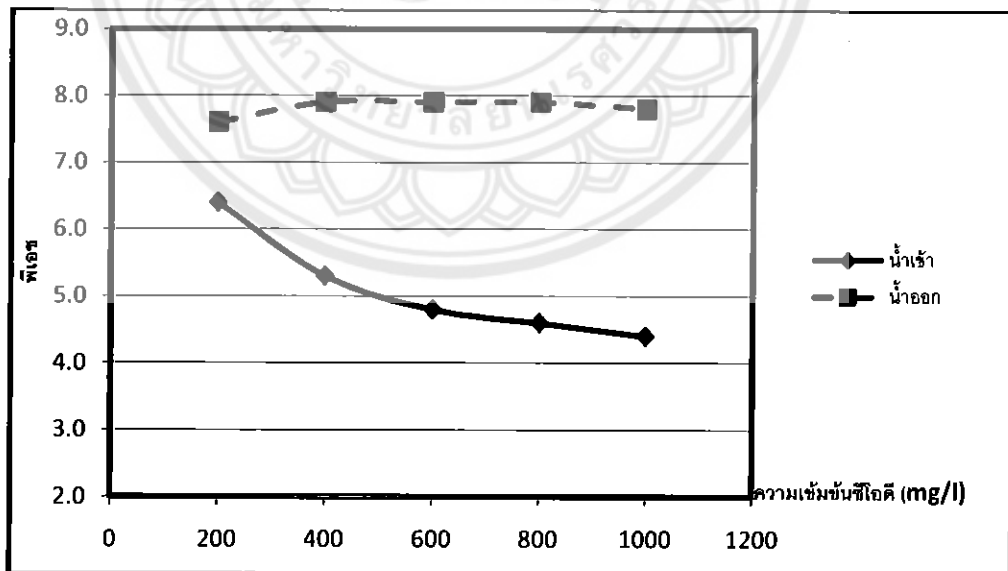
จากรูปที่ 4.1 แสดงค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบซึ่งค่อนข้างแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าค่าพีเอชของน้ำเข้าของค่าซีโอดีต่างๆ อยู่ในช่วงค่า 4.1-6.7 และค่าพีเอชของน้ำออกของค่าซีโอดีต่างๆ อยู่ในช่วงค่า 6.0-8.3 แล้วพบว่าค่าพีเอชของน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดีต่างๆ มีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่วันที่ 29 จนถึงวันสุดท้ายของการศึกษาวิจัย

จากรูปที่ 4.2 แสดงค่าพีเอชของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดีทุกๆค่า โดยเฉพาะค่าซีโอดี 1,000 ในช่วงวันที่ 1 ถึงวันที่ 15 ของการศึกษาวิจัย จะมีค่าพีเอชที่ค่อนข้างแปรผันในช่วง 6.0-8.1

แต่หลังจากวันที่ 15 ไปจนถึงวันที่ 78 ค่าพีเอชที่ความเข้มข้นซีโอดีทุกๆค่าจะอยู่ในช่วง 7.3-8.4 ซึ่งมีแนวโน้มคงที่ และไม่เกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้ปล่อยออกจึงเหมาะแก่การนำไปออกแบบระบบระเคิมอากาศเพื่อนำบำบัดน้ำชะขยะ



รูปที่ 4.2 ค่าพีเอชของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

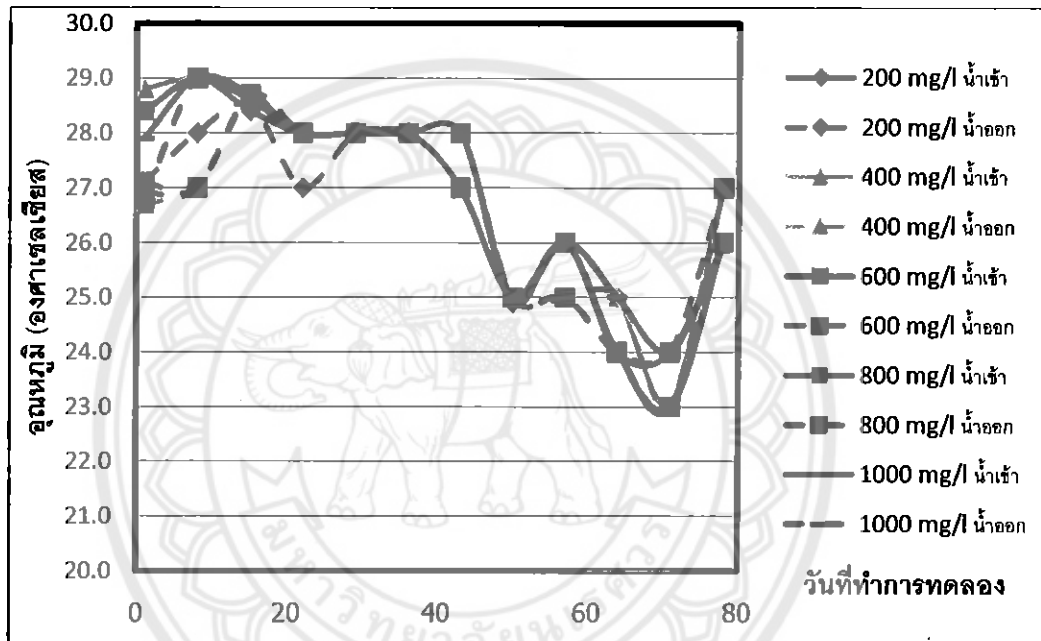


รูปที่ 4.3 ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.3 พบว่าความเข้มข้นของซีโอดีในน้ำเข้ามีผลต่อค่าพีเอชคือ เมื่อความเข้มข้นของซีโอดีเพิ่มขึ้นค่าพีเอชจะลดลง ในขณะที่พีเอชของน้ำออกมีแนวโน้มคงที่แม้ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.0-8.0

4.2 อุณหภูมิ

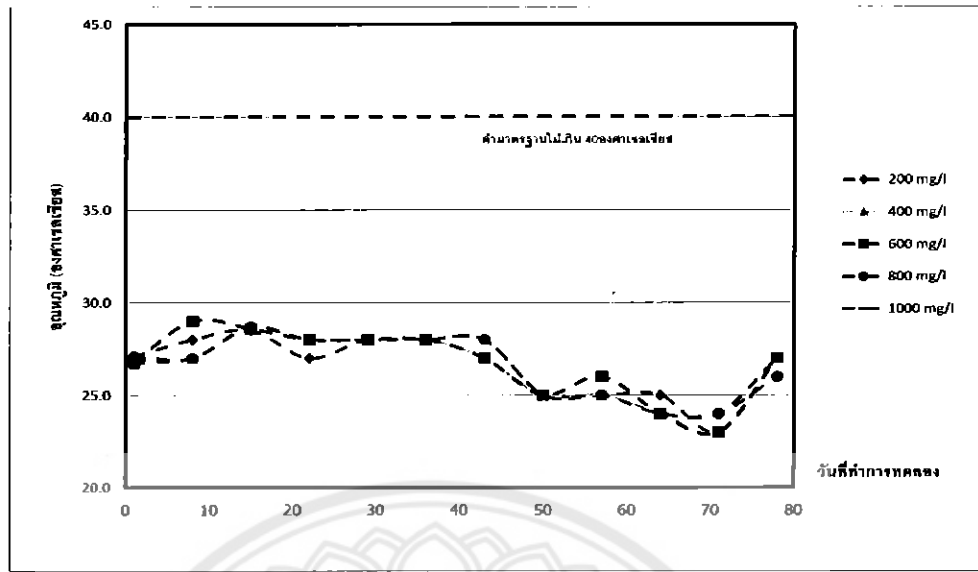
อุณหภูมิของน้ำในระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.4-4.6



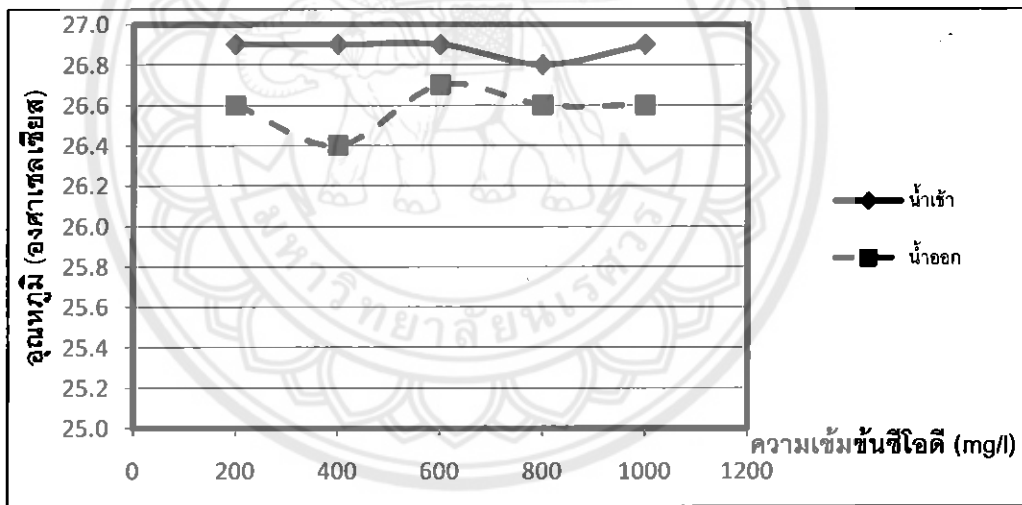
รูปที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกมีความใกล้เคียงกันทุกๆถึง โดยน้ำเข้าและน้ำออกมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23-29 องศาเซลเซียส และยังมีแนวโน้มค่าอุณหภูมิของน้ำออกเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำเข้า คือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำเข้าระบบมีค่าลดลง อุณหภูมิของน้ำออกก็จะมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน

จากรูปที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 23-29 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มเท่ากันทุกๆความเข้มข้นซีโอดี พบว่าความเข้มข้นซีโอดีเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิ



รูปที่ 4.5 ค่าอุณหภูมิของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

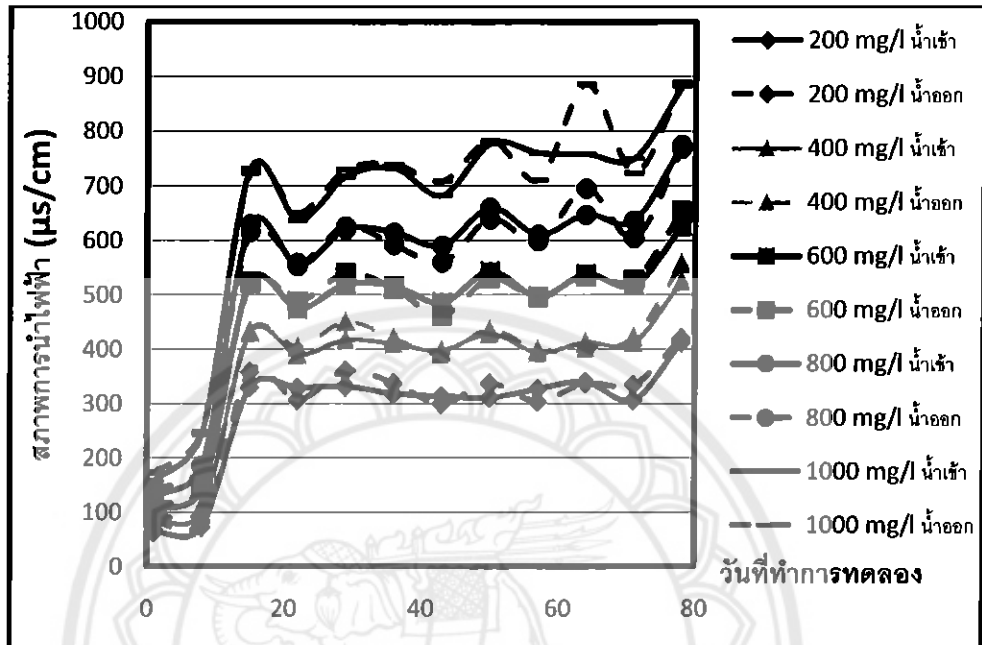


รูปที่ 4.6 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

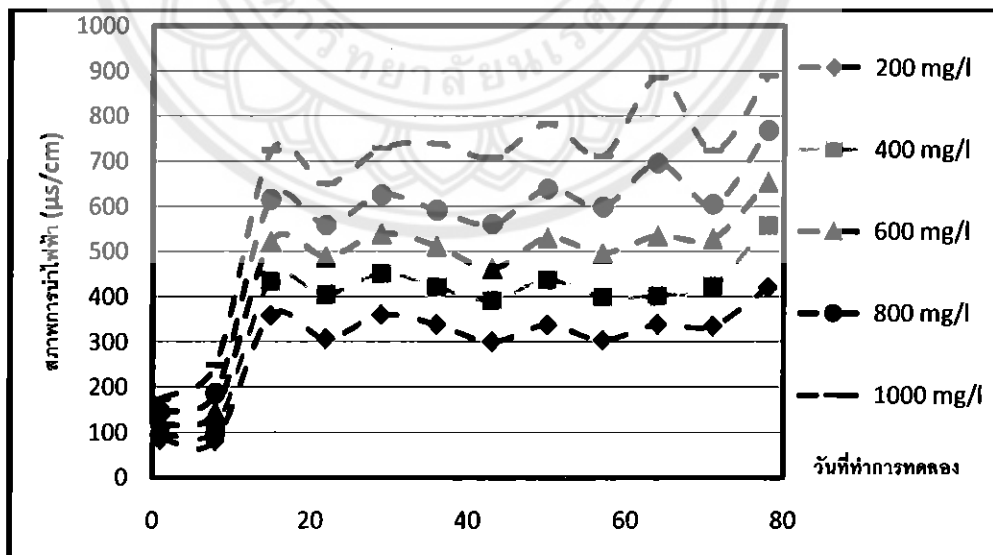
จากรูปที่ 4.6 พบว่าน้ำเข้าที่มีความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับน้ำ มีค่าแปรผันในช่วง 26.4-26.7 องศาเซลเซียส และค่าความเข้มข้นซีโอดี ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

4.3 ค่าสภาพการนำไฟฟ้า

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.7 - 4.9

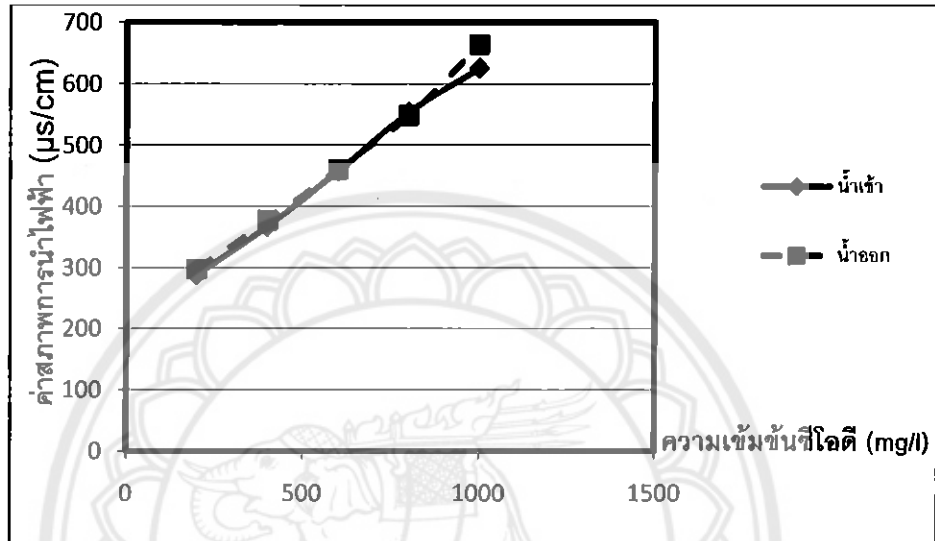


รูปที่ 4.7 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.8 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.7 และ 4.8 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าที่ความเข้มข้นซีโอดีของน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของทั้งน้ำเข้าและน้ำออก มีค่าไม่ต่างกันมากจึงแทบไม่มีการบำบัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า โดยช่วงแรกของการทดลองสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าต่ำมากอาจเกิดจากน้ำประปาที่ใช้ในการเตรียมน้ำเข้ามีสภาพการนำไฟฟ้าต่ำในช่วงนี้ หลังจากวันที่ 20 ของการทดลอง สภาพการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นหลังมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่



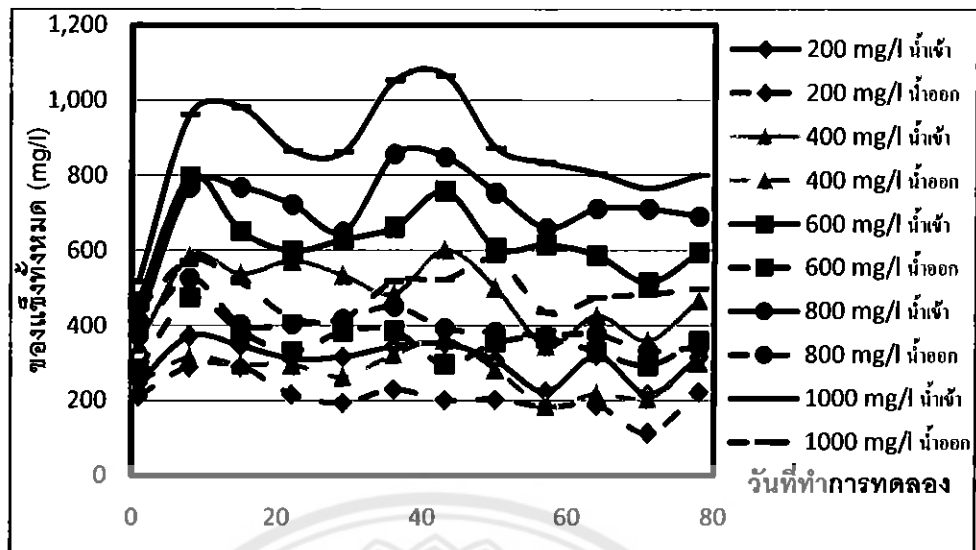
รูปที่ 4.9 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.9 พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของทั้งน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบมีค่าใกล้เคียงกันมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นซีโอดีของน้ำเข้า

4.4 ของแข็งทั้งหมด

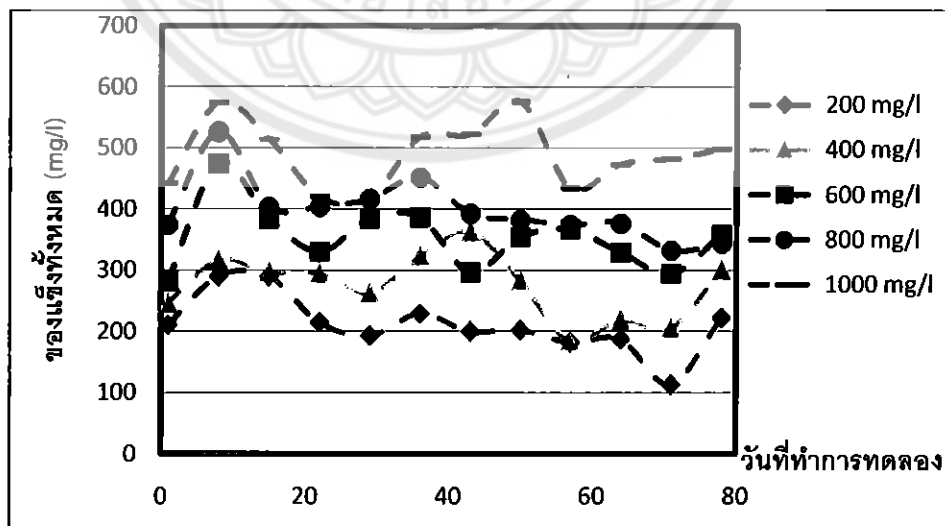
ของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.10-4.12

จากรูปที่ 4.10 แสดงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออก พบว่าน้ำเข้าที่ความเข้มข้นที่ 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 ของการทดลอง จากนั้นมีค่าไม่คงที่แปรผันในช่วงแคบตลอดการทดลอง ส่วนน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 ของการทดลอง และมีค่าแปรผันไม่แน่นอนจนจบการทดลอง น้ำออกมีค่าของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง



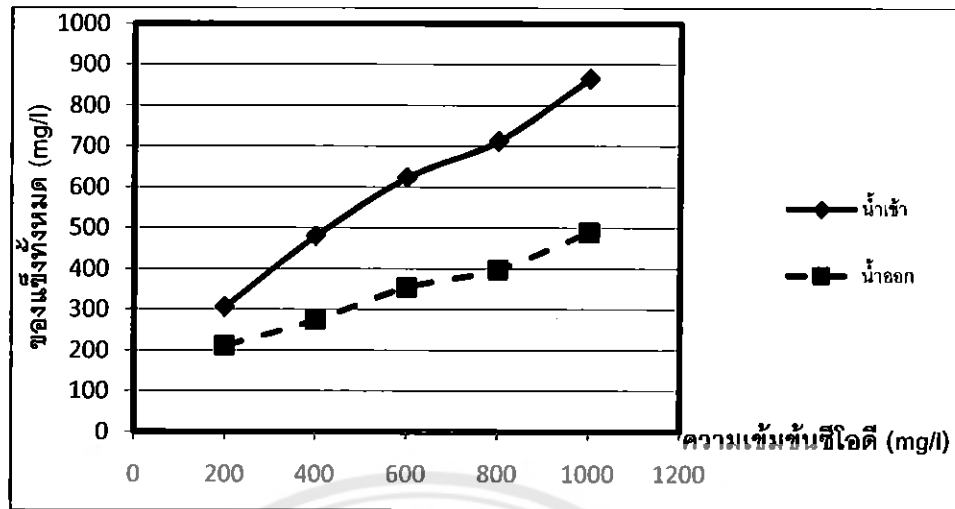
รูปที่ 4.10 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.11 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำออกที่ความเข้มข้นของค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่า มีค่าแปรผัน ไม่มีแนวโน้มที่แน่นอนทุกความเข้มข้นตลอดการทดลอง โดยน้ำออกที่มีค่าของแข็งทั้งหมดต่ำที่สุดตลอดการทดลองคือ ที่ซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกที่มีค่าสูงสุดตลอดการทดลองคือที่ซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.11 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี

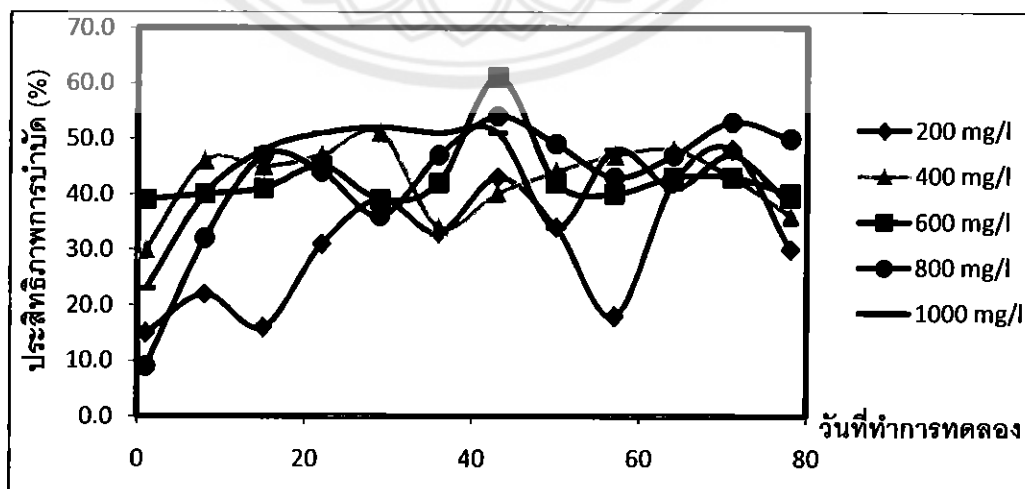
น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



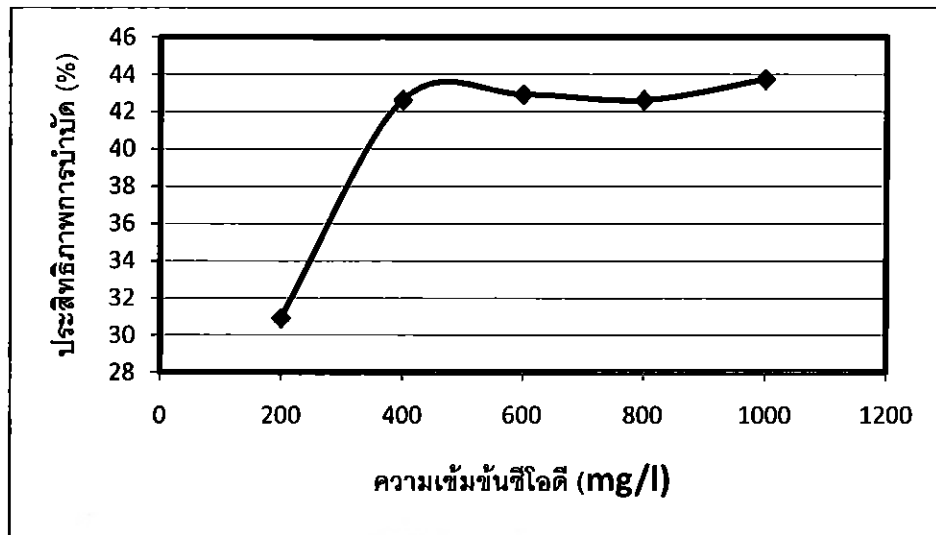
รูปที่ 4.12 ค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.12 พบว่าค่าของแข็งเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าแสดงว่าระบบเกิดการบำบัดของแข็งทั้งหมด

จากรูปที่ 4.13 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นของค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าค่าไม่คงที่โดยมีค่าค่อนข้างต่ำในช่วงแรกในทุกความเข้มข้น แต่มีค่าเพิ่มขึ้นและหลังวันที่ 40 ของการทดลองจะมีค่าแปรผันไม่คงที่ โดยถึงที่มีประสิทธิภาพต่ำสุดเกือบทุกครั้งคือที่ซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.13 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดค่าของแข็งทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



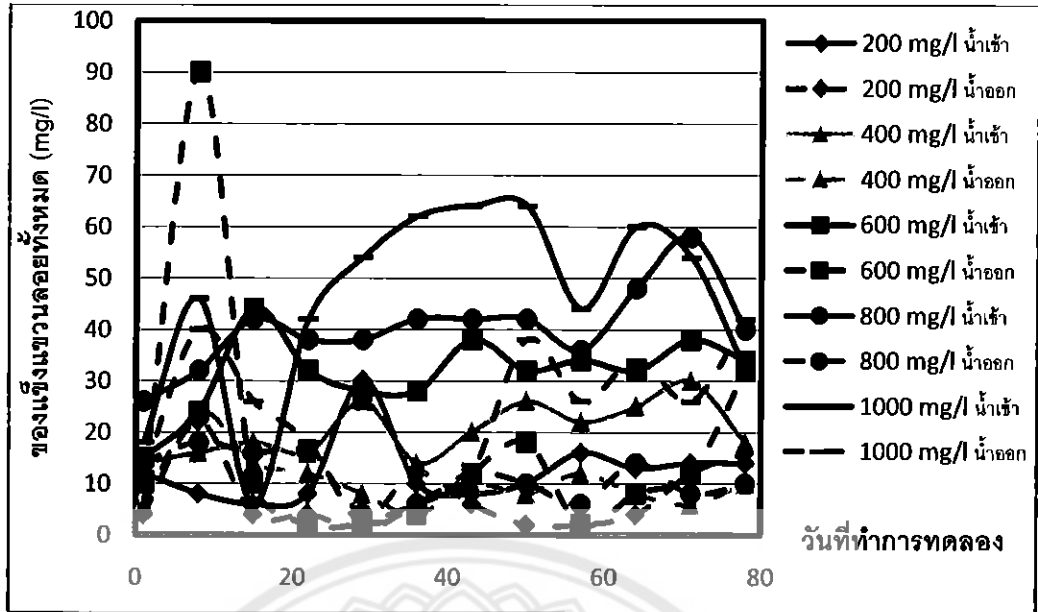
รูปที่ 4.14 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของระบบ

จากรูปที่ 4.14 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจาก 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นมีค่าใกล้เคียงกันแม้จะเพิ่มความเข้มข้นของซีโอดี โดยประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุดที่ซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 30.9% และประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุดที่ซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 43.7%

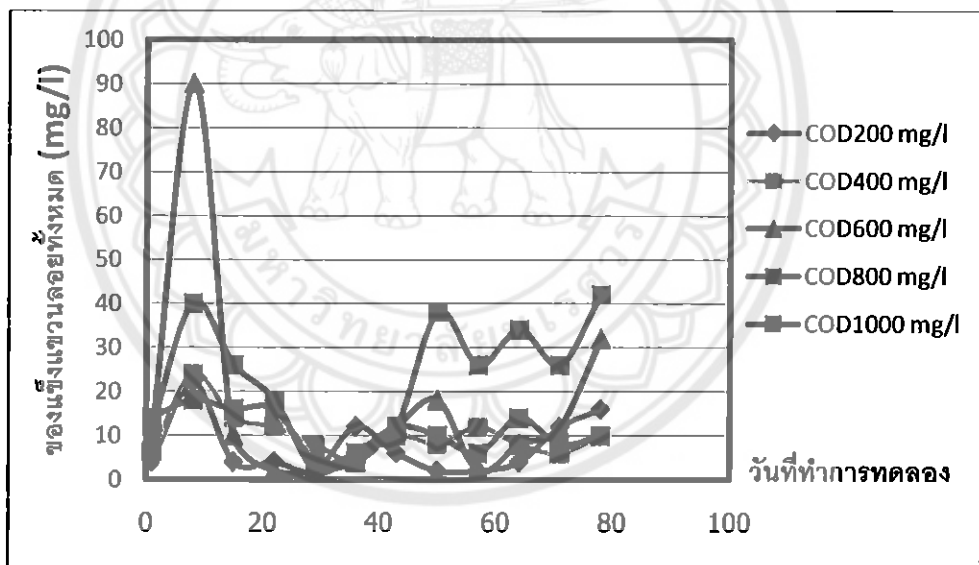
4.5 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.15-4.17

จากรูปที่ 4.15 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ พบว่าที่น้ำเข้าความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร วันที่ 1 ถึงวันที่ 15 ของการทดลองไม่มีการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอย เนื่องจากค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำออกจากระบบมีค่ามากกว่าในน้ำเข้าสู่ระบบ แล้วหลังจากวันที่ 15 จึงเริ่มมีการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดแต่ก็ยังคงมีการแปรผันที่ไม่คงที่ ส่วนที่น้ำเข้าความเข้มข้นซีโอดี 800 กับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดตั้งแต่วันแรกของการทดลอง ซึ่งในส่วนของความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มการบำบัดค่อนข้างคงที่ แต่ในส่วนของความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 15 และวันสุดท้ายของการทดลอง มีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำออกมากกว่าน้ำเข้าระบบ และยังมีค่าแปรผันในช่วงกว้างจึงมีแนวโน้มการบำบัดที่ไม่คงที่



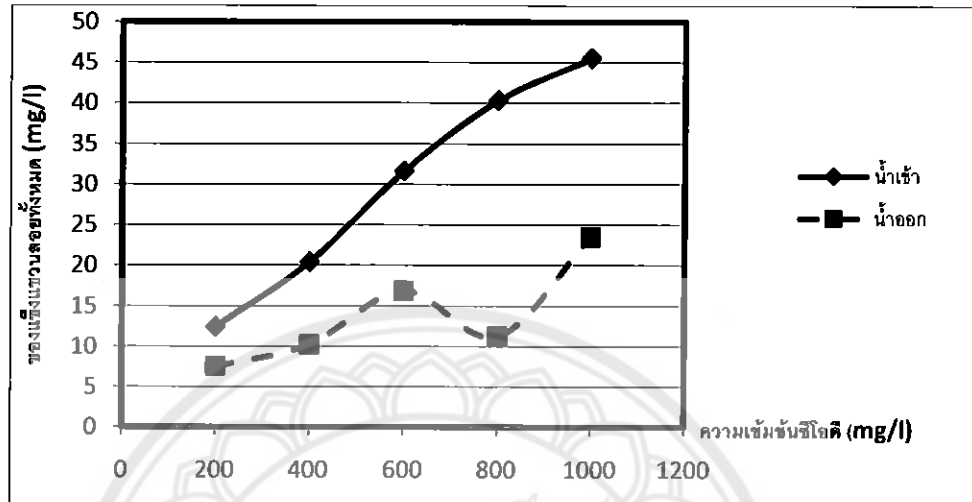
รูปที่ 4.15 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.16 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

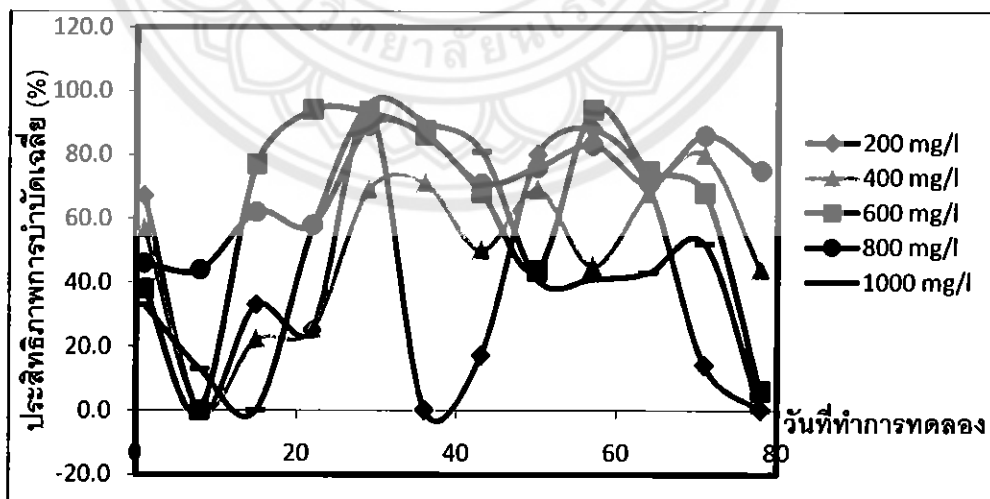
จากรูปที่ 4.16 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำออกที่ความเข้มข้นของน้ำออกที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำออกจากระบบที่ต่ำกว่ามาตรฐานมาก ส่วนที่ความเข้มข้นซีโอดีในน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 8 ของการทดลองมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำออกจากระบบเกินค่ามาตรฐาน แล้วหลังจากวันที่ 15 ของการทดลองก็มีค่าน้ำต่ำกว่ามาตรฐานไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง แต่ก็

ยังมีแนวโน้มค่าของแฉ่งแฉวนลอยในน้ำออกเพิ่มขึ้น แล้วในส่วนของความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีแนวโน้มความเข้มข้นค่าของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมดในน้ำออกไม่คงที่ โดยมีค่าแปรผันในช่วงกว้างมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสุดท้ายของการทดลอง



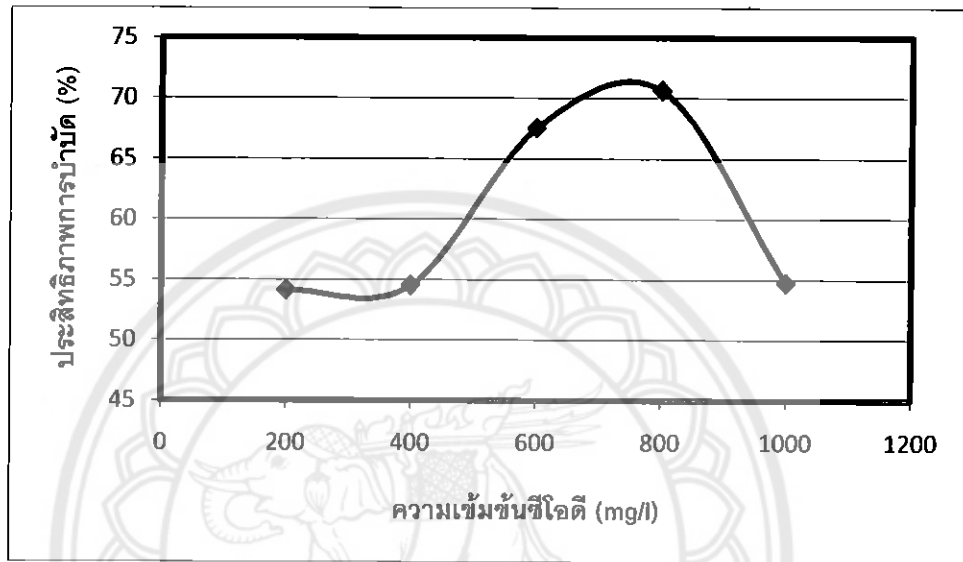
รูปที่ 4.17 ค่าของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.17 พบว่าค่าของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมดในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของซีโอติในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า แสดงว่าระบบเกิดการบำบัดของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมด



รูปที่ 4.18 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดค่าของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.18 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแฉ่งแขวนลอยทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในช่วงแรกของการทดลองมีประสิทธิภาพลดลงจนไม่มีการบำบัด แล้วหลังจากนั้นเริ่มมีประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้นแต่ก็ยังมีค่าแปรผันในช่วงกว้างและไม่คงที่ ส่วนที่น้ำเข้ามีความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีค่าแปรผันในช่วงที่แคบกว่า และมีแนวโน้มประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดลอง



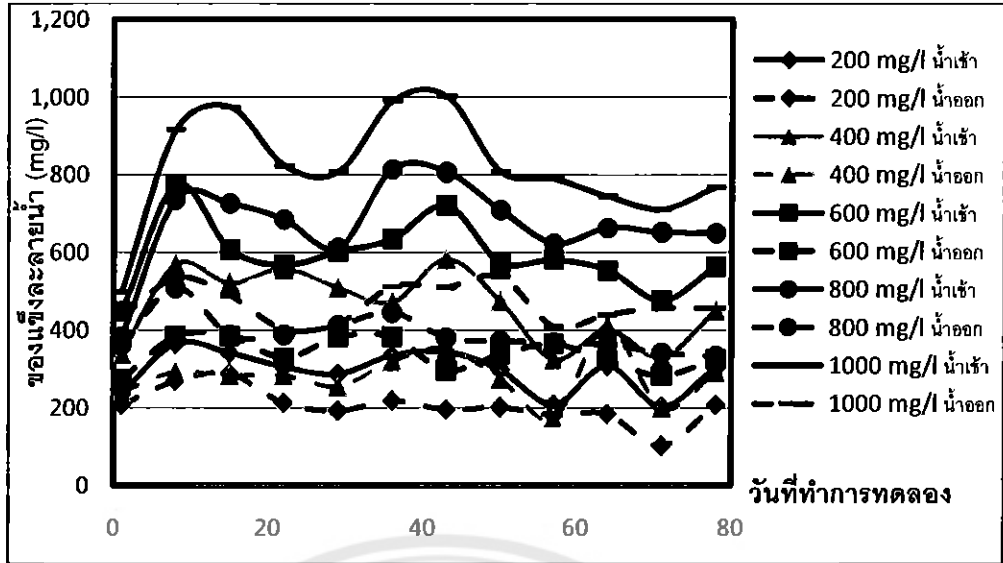
รูปที่ 4.19 ประสิทธิภาพการบำบัดของแฉ่งแขวนลอยทั้งหมด

จากรูปที่ 4.19 พบว่าที่ความเข้มข้น 200 400 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 54.1-54.7% และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นซีไอดีเท่ากับ 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 67.5% กับ 70.6% ตามลำดับ

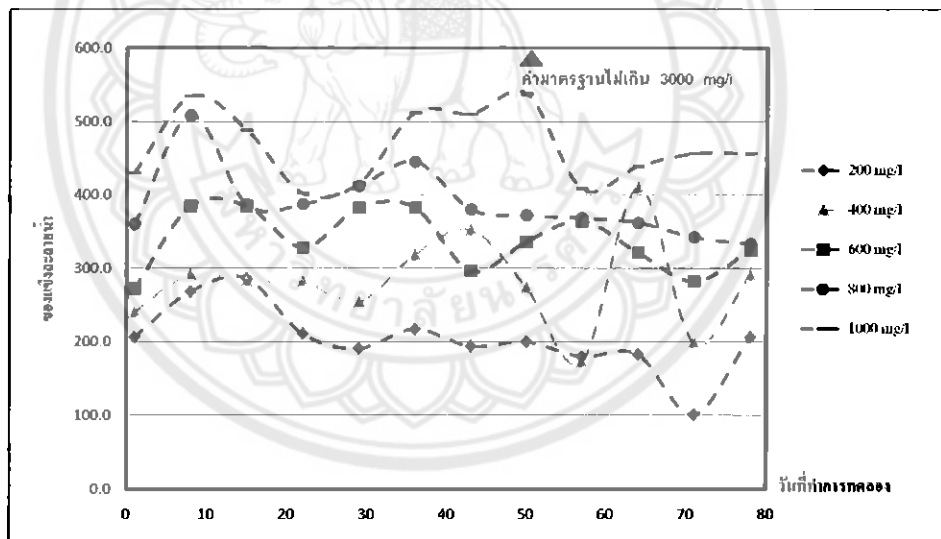
4.6 ของแฉ่งละลายน้ำ

ของแฉ่งละลายน้ำของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.20 - 4.24

จากรูปที่ 4.20 แสดงค่าของแฉ่งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออก พบว่าน้ำเข้าที่ความเข้มข้นที่ 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแฉ่งมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 ของการทดลอง จากนั้นมีค่าไม่คงที่แปรผันในช่วงแคบตลอดการทดลอง ส่วนน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 ของการทดลอง และมีค่าแปรผันไม่แน่นอนจนจบการทดลอง น้ำออกมีค่าของแฉ่งทั้งหมดต่ำกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง

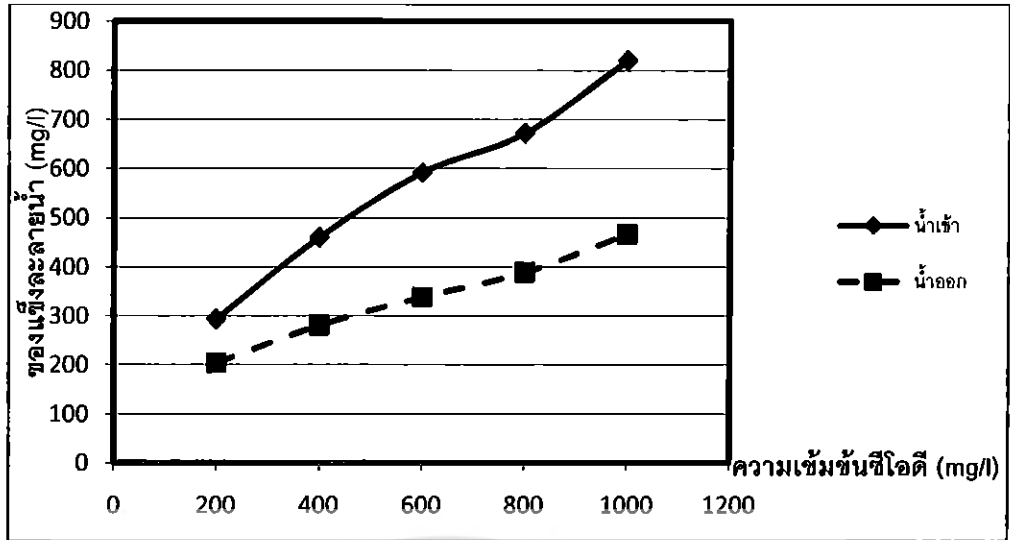


รูปที่ 4.20 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



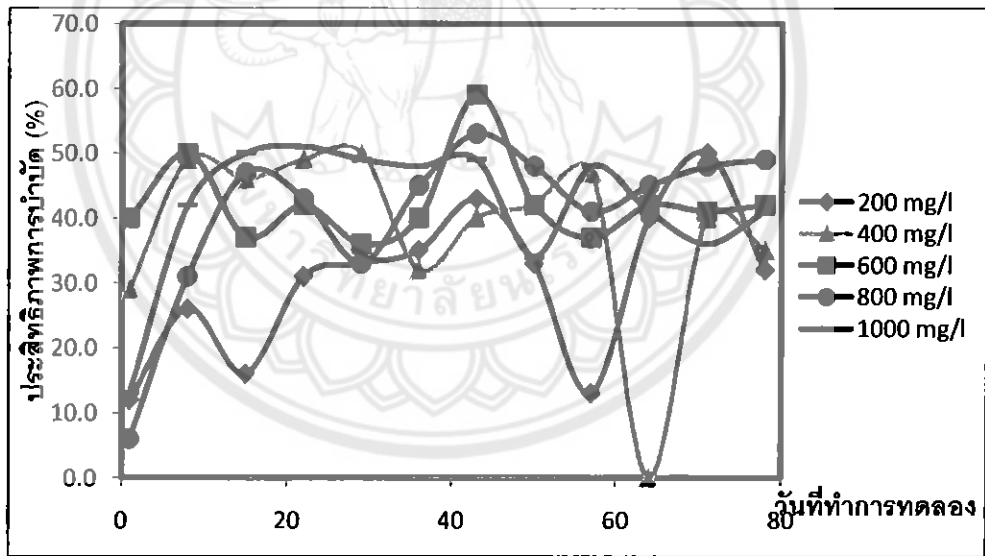
รูปที่ 4.21 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.21 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำออกที่ความเข้มข้นของค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่า มีค่าแปรผัน ไม่มีแนวโน้มที่แน่นอนทุกความเข้มข้นตลอดการทดลอง โดยน้ำออกที่มีค่าของแข็งทั้งหมดต่ำที่สุดตลอดการทดลองคือ ที่ซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกที่มีค่าสูงสุดตลอดการทดลองคือที่ซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ทุกความเข้มข้นซีโอดีมีค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำออกจากระบบไม่เกินค่ามาตรฐาน



รูปที่ 4.22 ค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

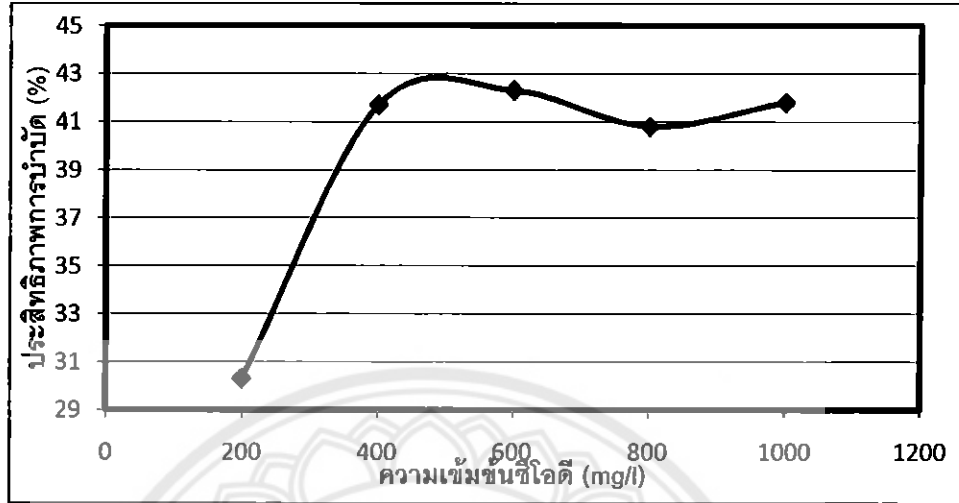
จากรูปที่ 4.22 พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยในน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า แสดงว่าระบบเกิดการบำบัดของแข็งละลายน้ำ



รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.23 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าวันที่ 8 ของการทดลองมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นที่ทุกความเข้มข้นซีโอดี แล้วหลังจากวันที่ 8 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแปรผันในช่วงที่ไม่กว้างมากนัก และมีแนวโน้มที่ ส่วนความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 และ

400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าแปรผันไม่คงที่ โดยเฉพาะวันที่ 64 ของการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีประสิทธิภาพการบำบัด



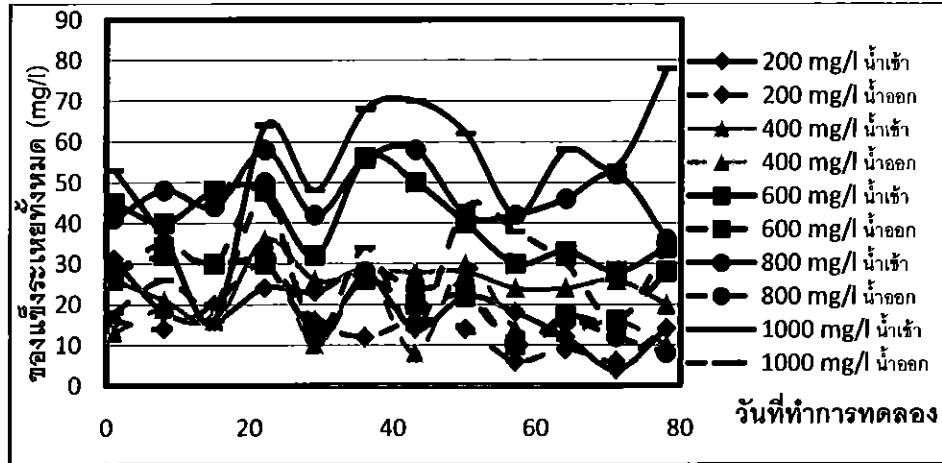
รูปที่ 4.24 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำ

จากรูปที่ 4.24 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจาก 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นมีค่าใกล้เคียงกันแม้จะเพิ่มความเข้มข้นของซีไอดี โดยประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุดที่ซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 30.9% และประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุดที่ซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 43.7%

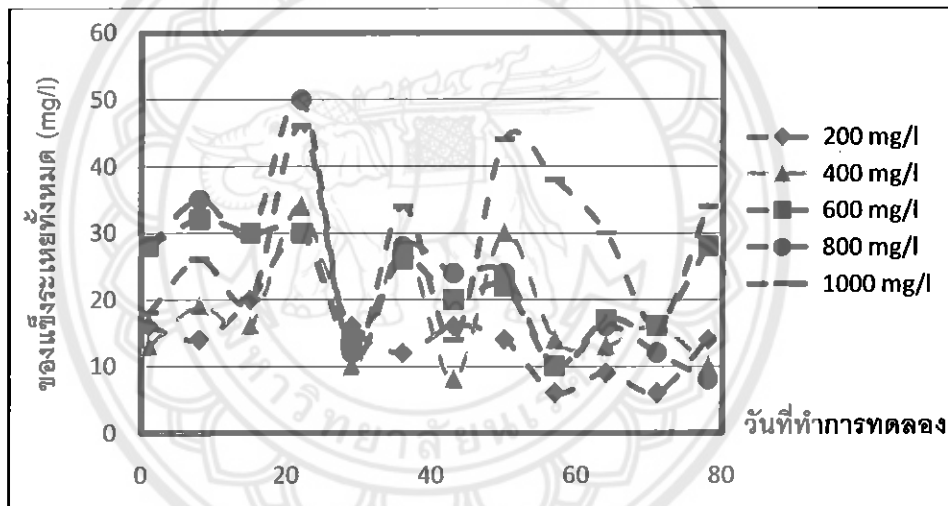
4.7 ของแข็งระเหยทั้งหมด

ของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.25 -4.29

จากรูปที่ 4.24 แสดงค่าของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ พบว่าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าของแข็งระเหยทั้งหมดไม่คงที่โดยแปรผันในช่วงแคบตลอดการทดลอง แต่ที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบางช่วงของการทดลองค่าของแข็งระเหยทั้งหมดในน้ำออกมีค่าใกล้เคียงกับในน้ำเข้าระบบ ส่วนที่ความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าวันที่ 15 ของการทดลองมีค่าของแข็งระเหยทั้งหมดในน้ำออกมากกว่าในน้ำเข้าระบบ

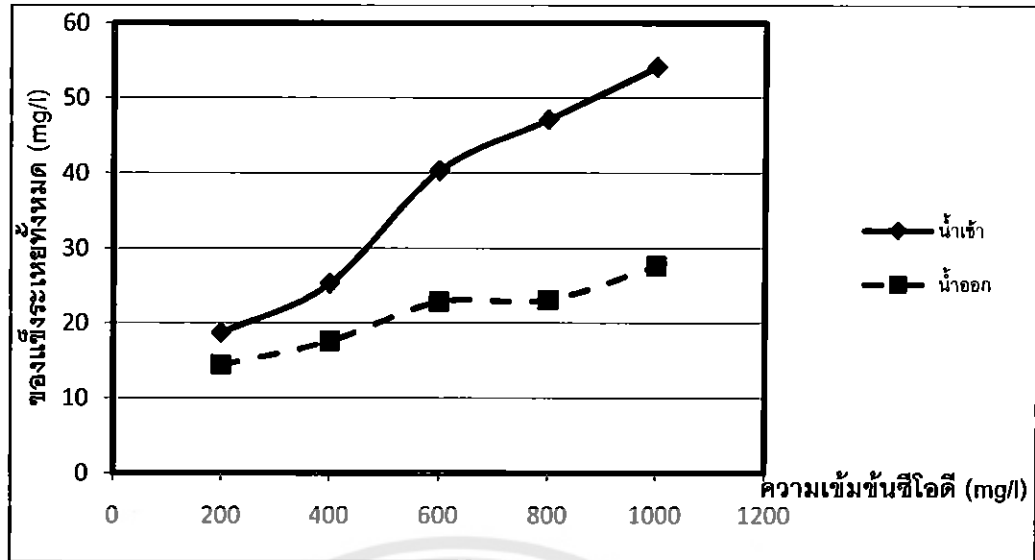


รูปที่ 4.25 ค่าของแฉิ่งระเหยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



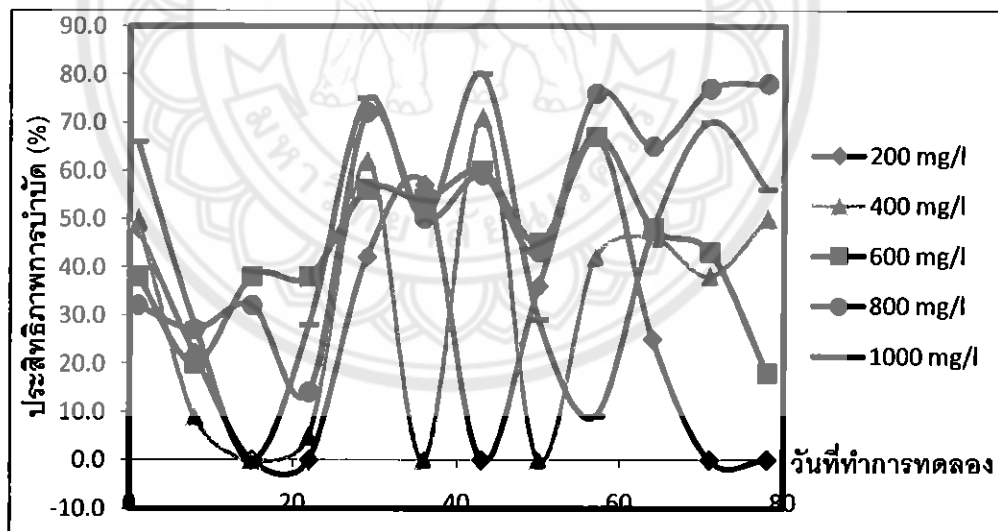
รูปที่ 4.26 ค่าของแฉิ่งระเหยทั้งหมดของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.26 ค่าของแฉิ่งระเหยทั้งหมดของน้ำออกที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีค่าแปรผันไม่มีแนวโน้มที่แน่นอนทุกความเข้มข้นตลอดการทดลอง โดยน้ำออกที่มีค่าของแฉิ่งระเหยทั้งหมดต่ำสุดคือที่ซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกที่มีค่าสูงสุดคือที่ซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.27 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออก

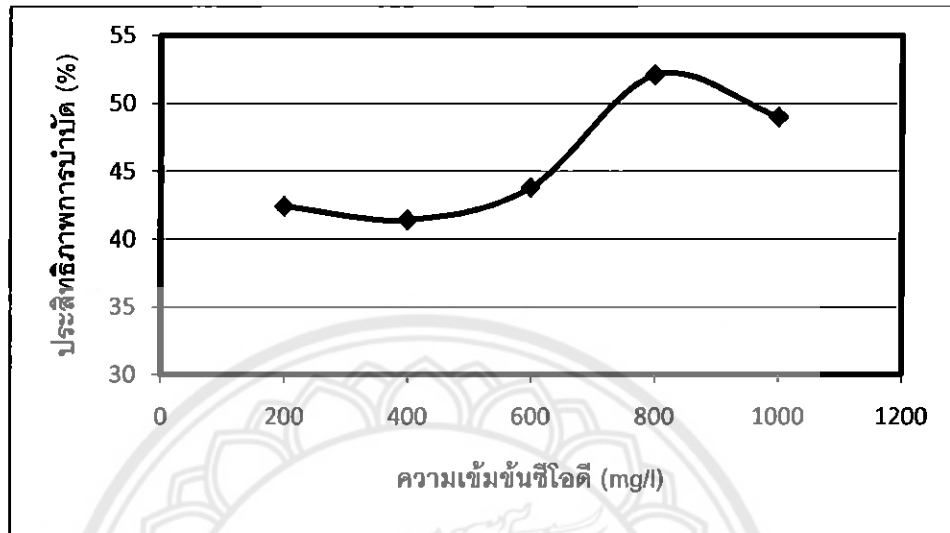
จากรูปที่ 4.27 พบว่าค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเฉลี่ยในน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีไอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า แสดงว่าระบบเกิดการบำบัดของแข็งละลายน้ำ



รูปที่ 4.28 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.28 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าที่น้ำเข้าความเข้มข้นซีไอดี 200 400 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร วันที่ 15 ของการทดลองค่าประสิทธิภาพการบำบัดลดลงจนต่ำสุด แล้วหลังจากนั้นก็มีความแปร

ผันในช่วงกว้างมาก จึงทำให้มีแนวโน้มไม่คงที่ ส่วนน้ำเข้าความเข้มข้นซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มประสิทธิภาพลดต่ำลง และน้ำเข้าความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากวันที่ 29 ของการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพแปรผันในช่วงที่แคบลง แล้วมีแนวโน้มประสิทธิภาพสูงขึ้น



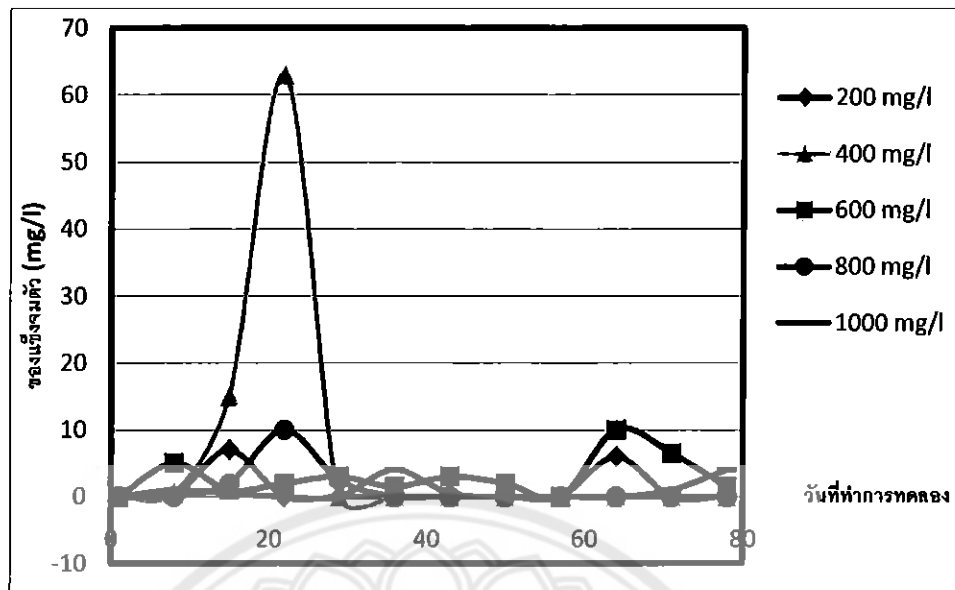
รูปที่ 4.29 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแฉ่งระเหยทั้งหมด

จากรูปที่ 4.29 พบว่าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 41.4-43.8% แล้วประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นซีไอดี 800 กับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 52.1% กับ 49% ตามลำดับ ซึ่งที่ความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพสูงสุด

4.8 ของแฉ่งจมตัว

ของแฉ่งจมตัวในถังเดิมอากาศที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.30

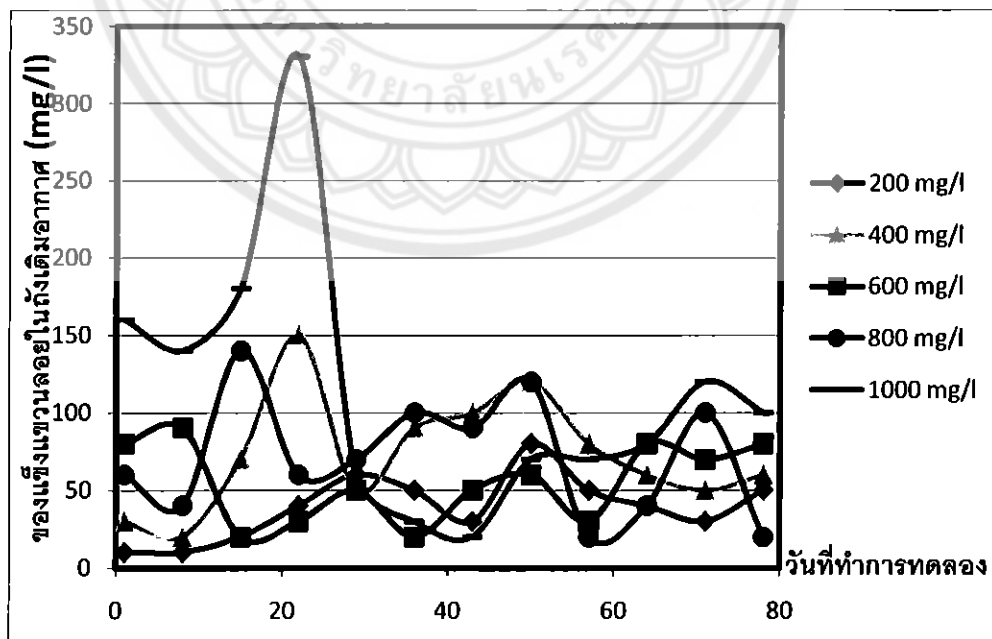
จากรูปที่ 4.30 แสดงค่าของแฉ่งจมตัวในถังเดิมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแฉ่งจมตัวในถังเดิมอากาศมีของแฉ่งจมตัวน้อย และคงที่ แต่ในช่วงวันที่ 22 ของการเดินระบบ ที่ความเข้มข้นซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแฉ่งจมในถังเดิมอากาศมีของแฉ่งจมตัวเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 4.30 ค่าของแข็งจมตัวในถังเดิมอากาศเมื่อความเข้มข้นซีไอดี
น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.9 ของแข็งแขวนลอยในถังเดิมอากาศ

ของแข็งแขวนลอยในถังเดิมอากาศของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้น
ค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.31

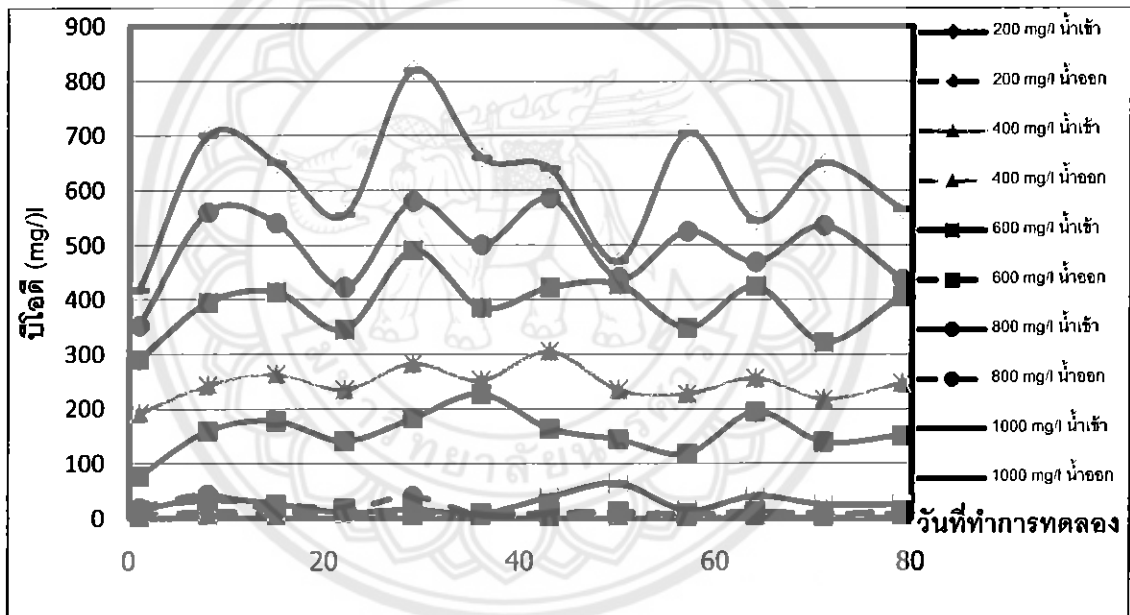


รูปที่ 4.31 ค่าของแข็งแขวนลอยในถังเดิมอากาศเมื่อความเข้มข้นซีไอดี
น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.31 แสดงค่าของแฉ่งแขวนลอยในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแฉ่งแขวนลอยในถังเติมอากาศมีของแฉ่งแขวนลอยใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มคงที่แต่ในช่วงวันที่ 22 ของการเดินระบบ ที่ความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแฉ่งแขวนลอยในถังเติมอากาศมีของแฉ่งจมตัวเพิ่มสูงขึ้น

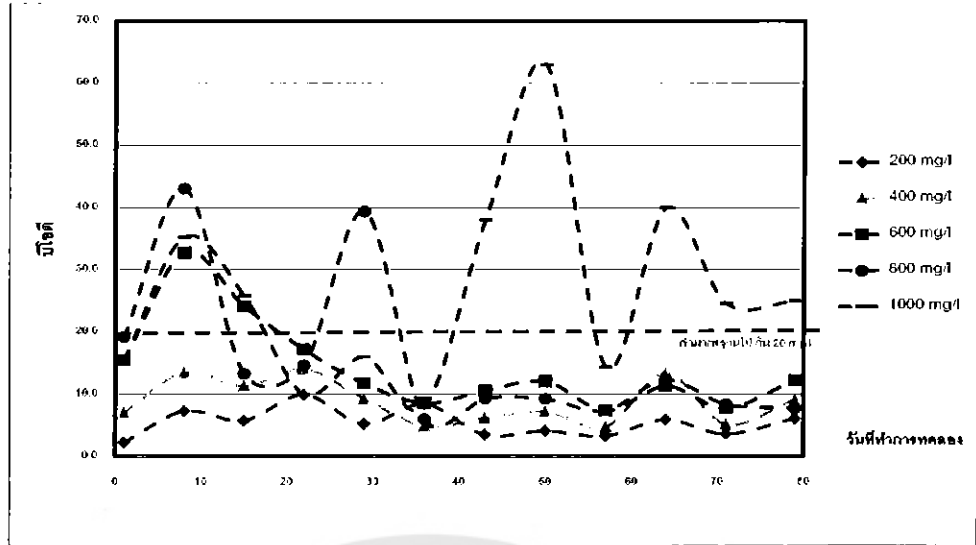
4.10 บีไอดี

บีไอดีของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.32–4.36



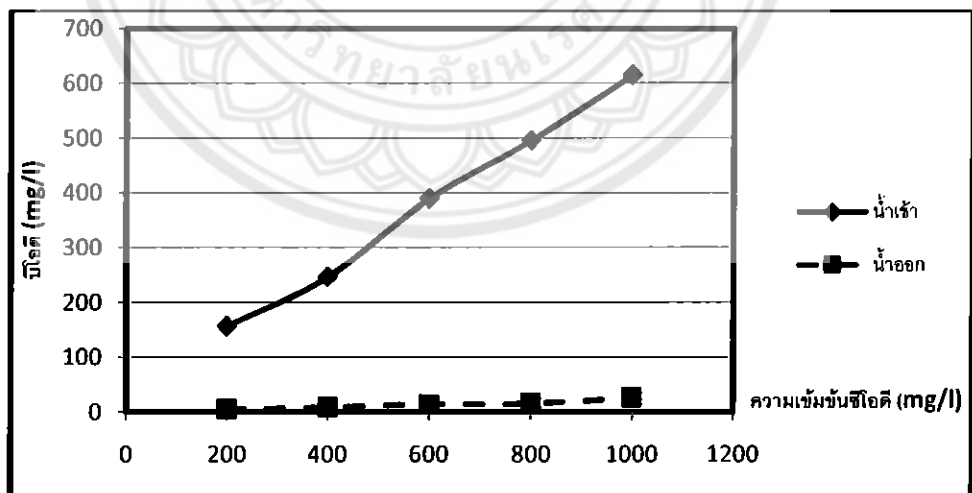
รูปที่ 4.32 ค่าบีไอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.32 แสดงค่าบีไอดีน้ำเข้าและน้ำออก พบว่าน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 มิลลิกรัมต่อลิตรแปรผันในช่วงแคบคงที่ ส่วนน้ำเข้าที่ความเข้มข้น 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 ของการทดลองมีค่าแปรผันไม่แน่นอนจนจบ น้ำออกมีค่าบีไอดีต่ำกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง



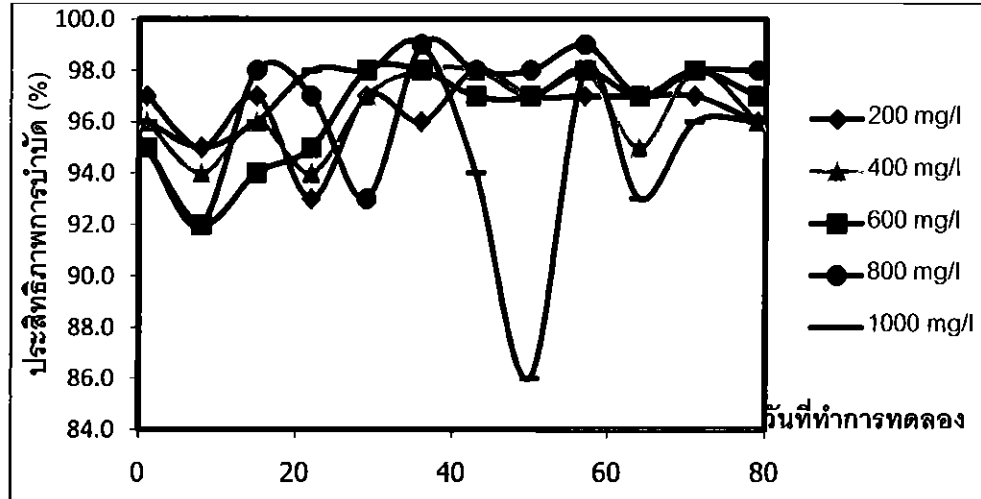
รูปที่ 4.33 ค่าบีโอดีของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.33 ค่าบีโอดีน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่ามีค่าแปรผันไม่มีแนวโน้มที่แน่นอนส่วนน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 800 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าแปรผันในช่วงแรกมีแนวโน้มที่ลดลงและคงที่ น้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 มีค่าคงที่บีโอดีต่ำที่สุดตลอดการทดลอง



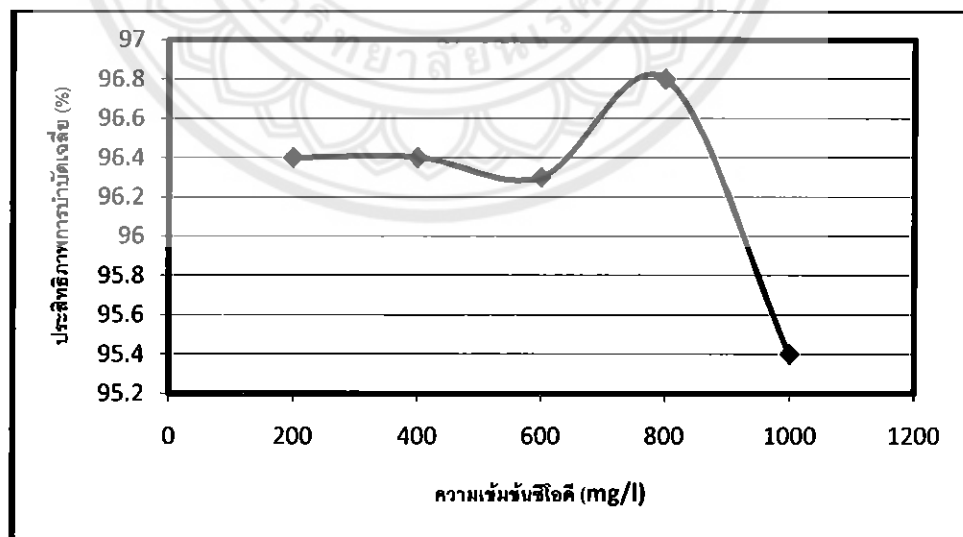
รูปที่ 4.34 ค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.34 พบว่าค่าบีโอดีเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของซีโอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าแสดงว่าระบบเกิดการบำบัดบีโอดี



รูปที่ 4.35 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดี
น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.35 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าค่อนข้างคงที่ 20 ของการทดลองมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ส่วนความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 800 และ 1,000 มีค่าไม่คงที่และแปรผันไม่คงที่ โดยถึงที่มีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดคือที่ซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



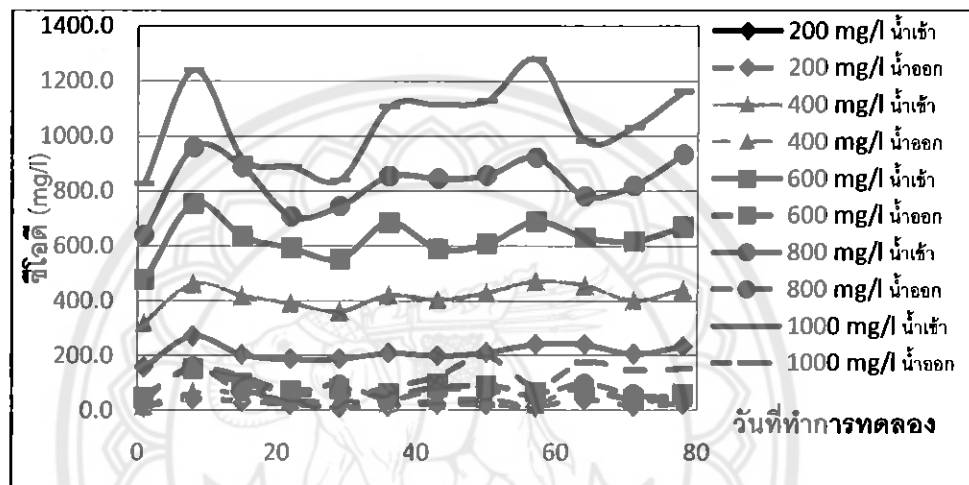
รูปที่ 4.36 ประสิทธิภาพการบำบัดของบีโอดีเฉลี่ยของระบบ

จากรูปที่ 4.36 พบประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยมีค่าคงที่เมื่อความเข้มข้นซีโอดีเพิ่มจาก 200 400 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นมีค่าใกล้เคียงกันแม้จะเพิ่มความเข้มข้นซีโอดีเป็น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

และมีแนวโน้มลดลงที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยประสิทธิภาพต่ำสุดที่ซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่ากับ 95.4% และประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยสูงสุดที่ซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่ากับ 96.8%

4.11 ซีโอดี

ซีโอดีของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.37 – 4.41

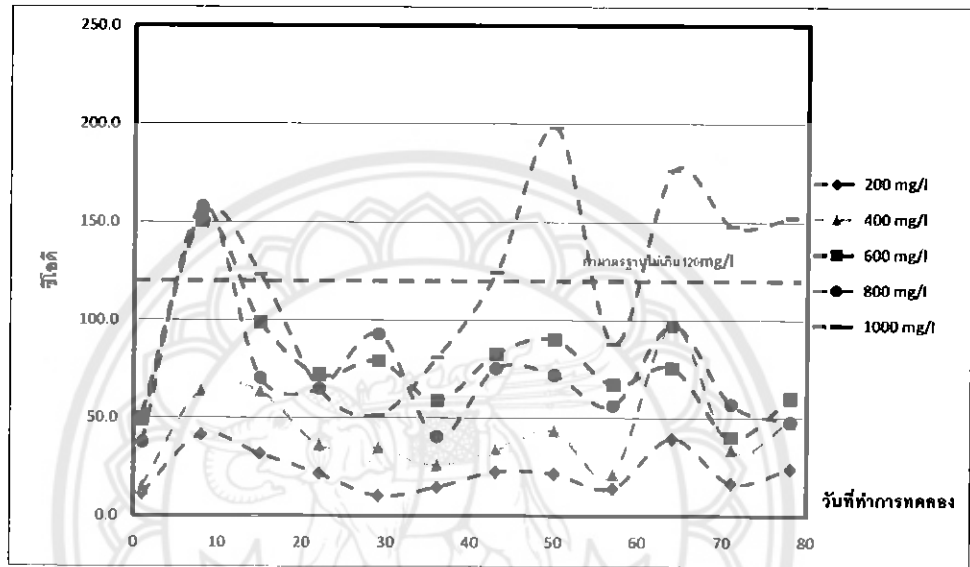


รูปที่ 4.37 ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

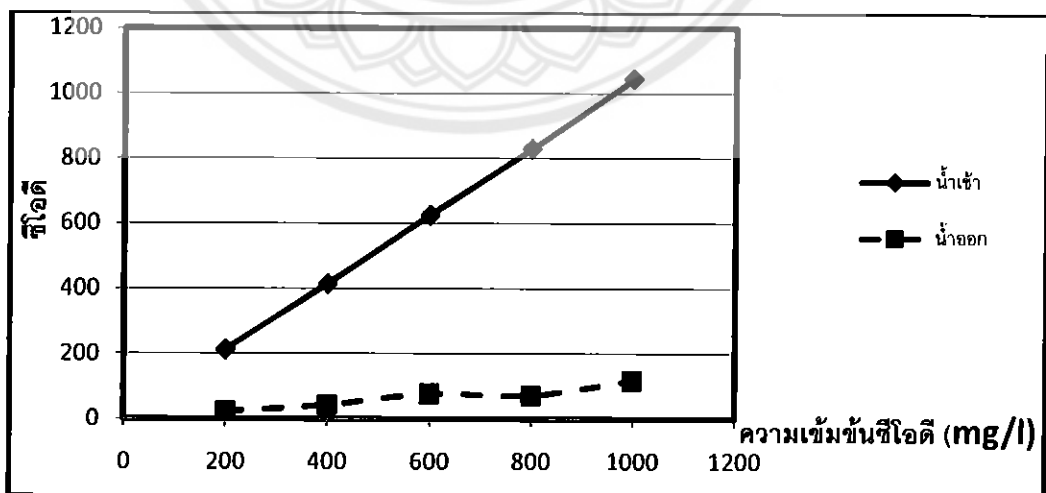
จากรูปที่ 4.37 แสดงค่าซีโอดีของน้ำเข้าระบบและน้ำออก โดยน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของค่าซีโอดีมีแนวโน้มคงที่ แต่ที่ความเข้มข้นซีโอดี 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของค่าซีโอดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่าซีโอดีของน้ำออกจากระบบ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง

จากรูปที่ 4.38 ค่าซีโอดีของน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในช่วงวันที่ 15 จนถึงวันที่ 78 ของการเดินระบบ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าซีโอดีมีแนวโน้มลดลง และในวันที่ 43 ของการเดินระบบ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าซีโอดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน

อุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม พบว่าผ่านมาตรฐาน เนื่องจากค่าซีไอดีน้ำออกจากระบบมีค่าไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อนำค่าซีไอดีที่ความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม พบว่าไม่ผ่านมาตรฐาน

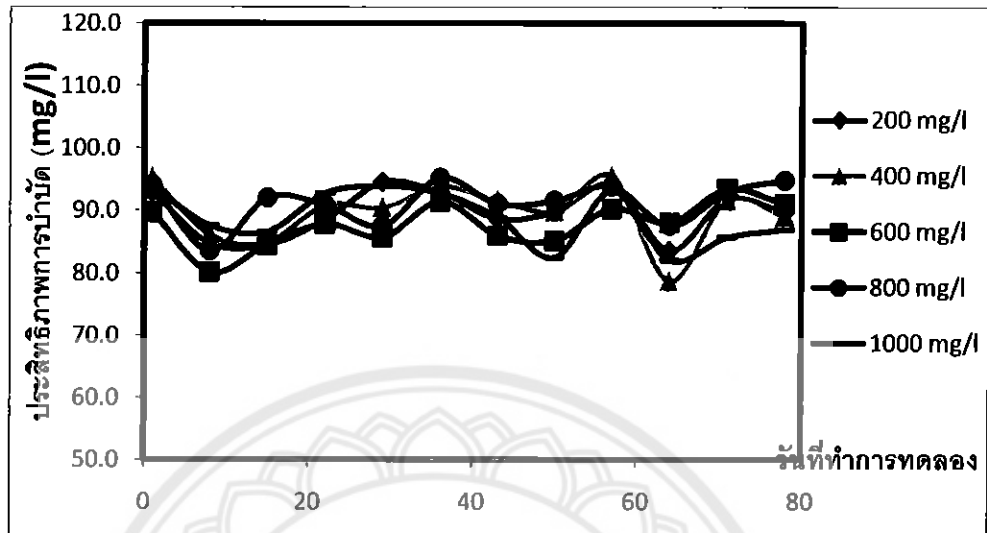


รูปที่ 4.38 ค่าซีไอดีของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



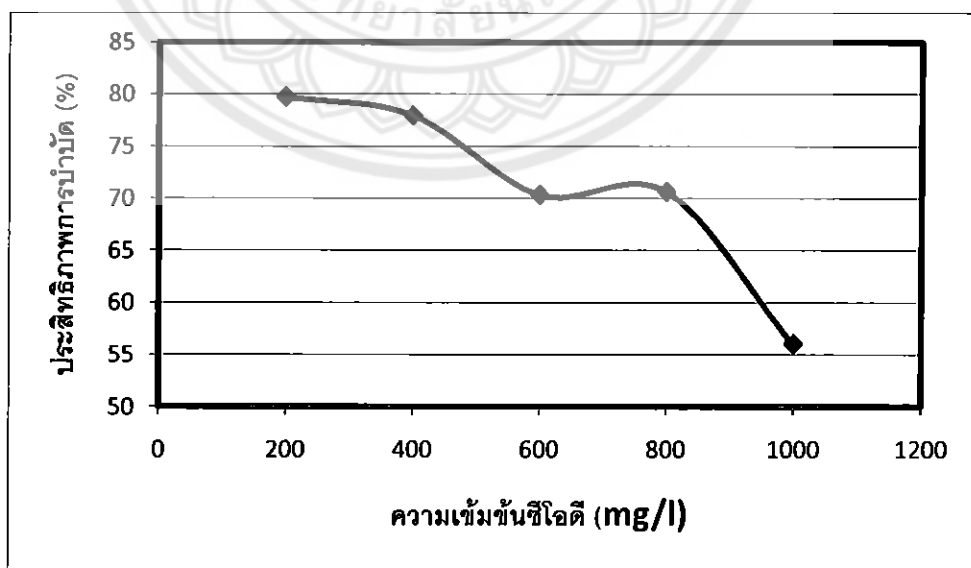
รูปที่ 4.39 ค่าซีไอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.39 พบว่าค่าซีโอดีเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกแปรผันตามความเข้มข้นของซีโอดีในน้ำเข้า และน้ำออกต่ำกว่าน้ำเข้าแสดงว่าระบบเกิดการบำบัดซีโอดี



รูปที่ 4.40 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.40 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ความเข้มข้นของค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าซีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดคงที่

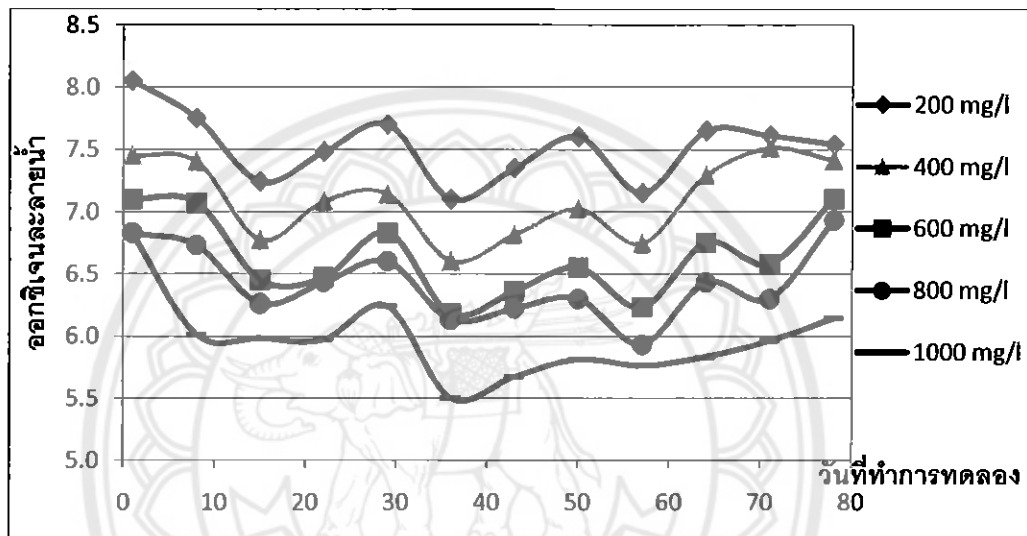


รูปที่ 4.41 ประสิทธิภาพการบำบัดของซีโอดีเฉลี่ยของระบบ

จากรูปที่ 4.41 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้า โดยประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยต่ำสุดที่ซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่ากับ 56% และประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยสูงสุดที่ซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่ากับ 79.7%

4.12 ออกซิเจนละลายน้ำ

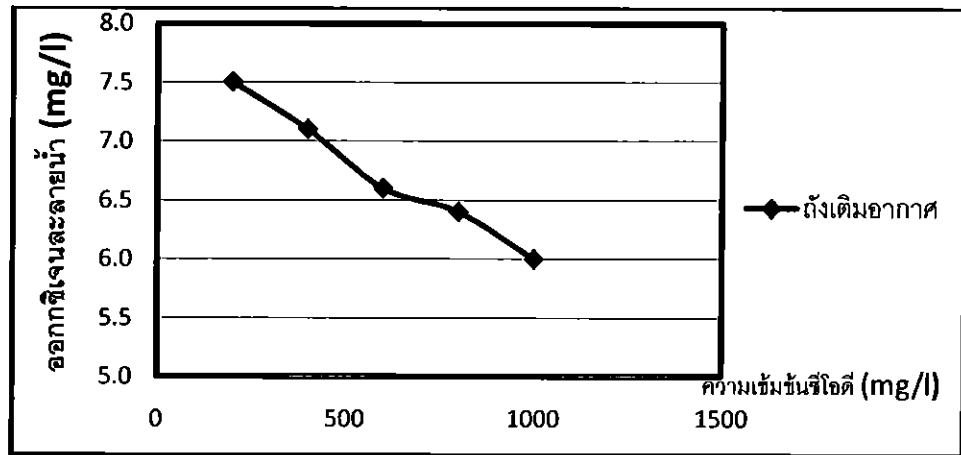
ออกซิเจนละลายน้ำในถังเดิมอากาศที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.42 – 4.43



รูปที่ 4.42 ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเดิมอากาศเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.42 แสดงให้เห็นว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเดิมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเดิมอากาศลดลงตามความเข้มข้นซีโอดีที่เพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 1 ถึงวันที่ 36 ของการทดลอง ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มลดลงที่ทุกความเข้มข้น หลังจากวันที่ 36 ถึงวันสุดท้ายของการทดลองค่าออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ทุกความเข้มข้น

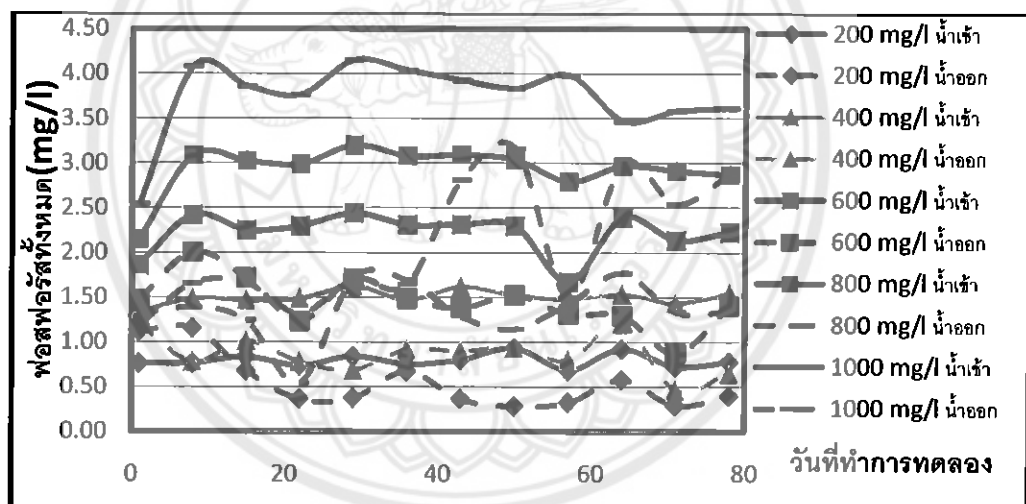
จากรูปที่ 4.43 พบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีออกซิเจนละลายน้ำสูงสุด



รูปที่ 4.43 ประสิทธิภาพเฉลี่ยของออกซิเจนละลายน้ำ

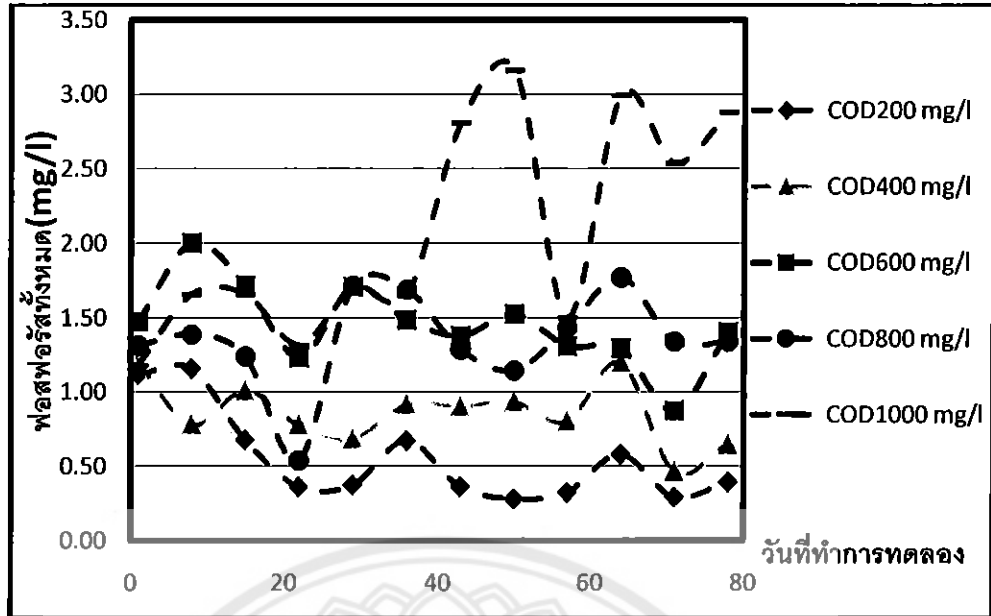
4.13 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.44-4.48



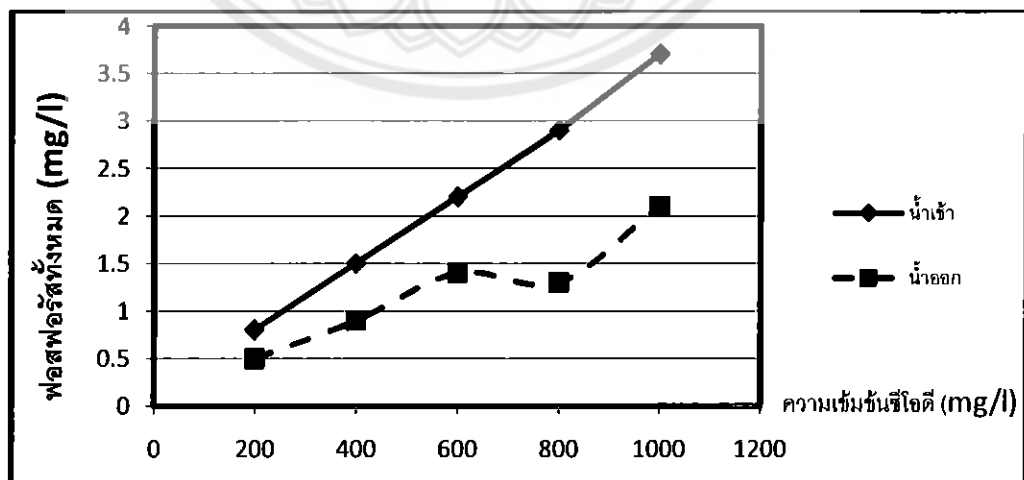
รูปที่ 4.44 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.44 แสดงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดพบว่าที่ค่าซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร วันที่ 1 ถึง วันที่ 8 ของการทดลอง มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำออกมากกว่าในน้ำเข้า ซึ่งอาจเกิดจากการย่อยสลายตัวของจุลินทรีย์ในช่วงแรกของการเดินระบบ ส่วนค่าความเข้มข้นซีไอดี 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเข้ามากกว่าน้ำออก และมีค่าแนวโน้มค่อนข้างคงที่ มีก็เพียงแต่ที่ความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ค่าฟอสฟอรัสในน้ำออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น



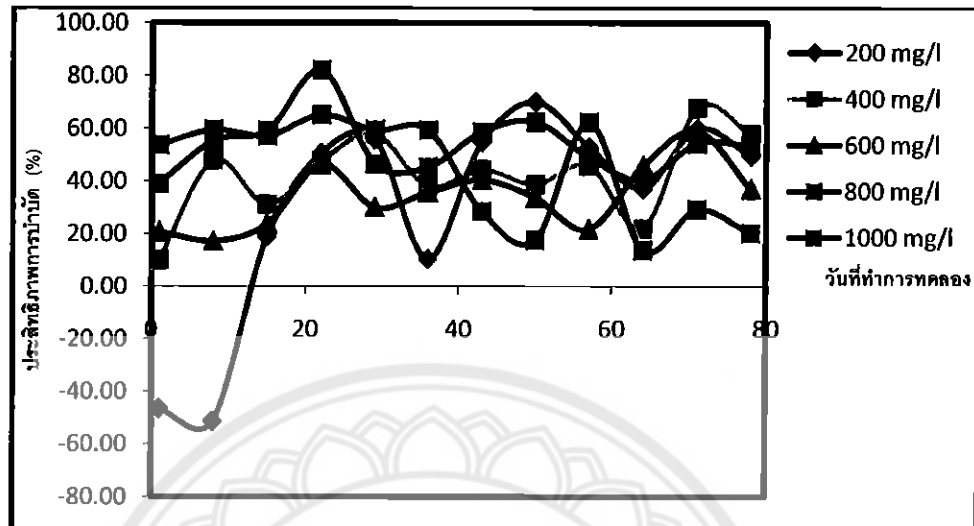
รูปที่ 4.45 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.45 แสดงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีไอดี 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตั้งแต่วันที่ 43 จนถึงวันสุดท้ายของการทดลองมีแนวโน้มค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดใน น้ำออกเกินมาตรฐานที่ยอมให้ปล่อยออกส่วนความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการแปรผันไปช่วงแคบและแนวโน้มลดลง ทำให้ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำออกไม่เกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้ปล่อยออก



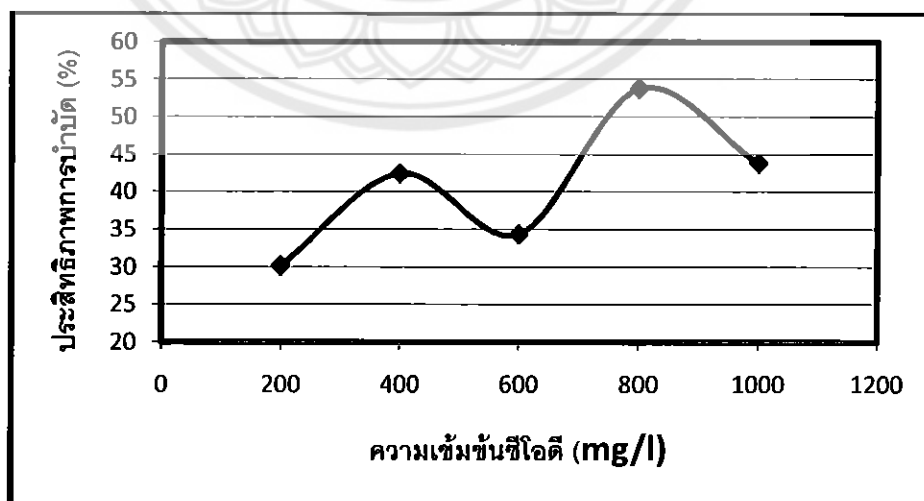
รูปที่ 4.46 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.46 พบว่าค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยในน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีไอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าแสดงว่าระบบเกิดการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด



รูปที่ 4.47 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.47 แสดงค่าประสิทธิภาพของการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพแปรผันในช่วงกว้างมาก โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 1 ถึงวันที่ 8 ของการทดลองไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด

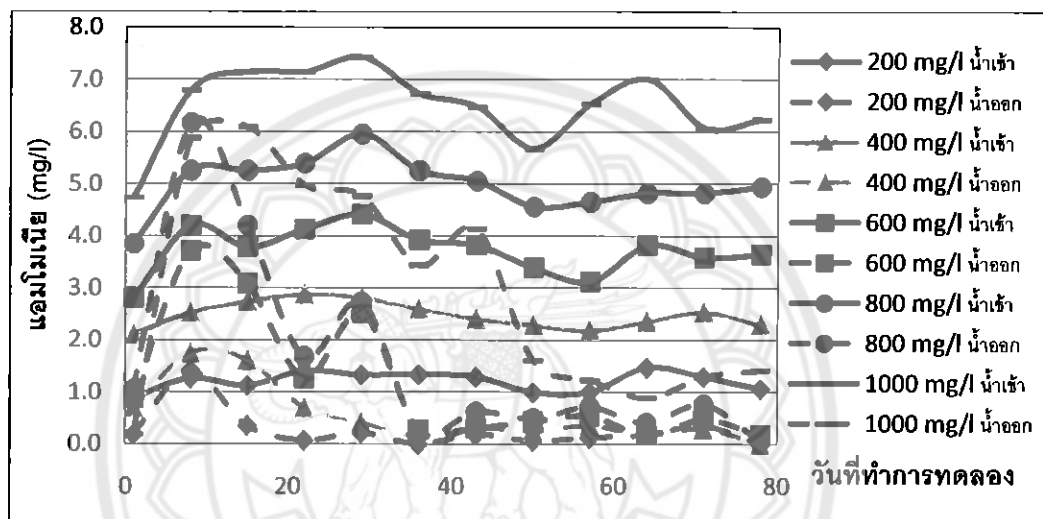


รูปที่ 4.48 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมด

จากรูปที่ 4.48 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมด ไม่ได้มีการแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีในน้ำเข้า ซึ่งที่ความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุด ส่วนที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุด

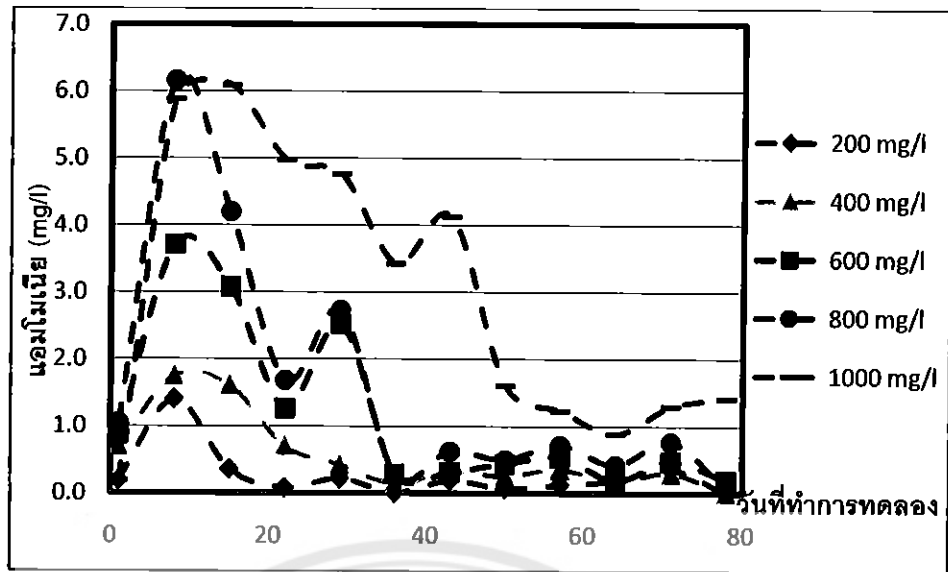
4.14 แอมโมเนีย

แอมโมเนียของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรดังรูปที่ 4.49-4.51



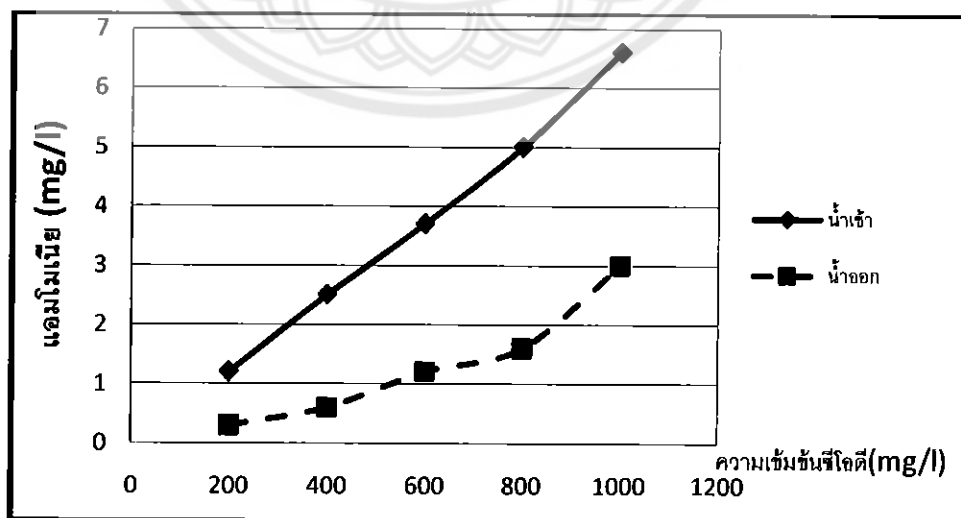
รูปที่ 4.49 ค่าแอมโมเนียของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.49 แสดงค่าแอมโมเนียของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ พบว่าในช่วงวันที่ 8 ของการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนียน้ำเข้าต่ำกว่าค่าแอมโมเนีย น้ำออกจากระบบ แต่หลังจากนั้นค่าแอมโมเนียในน้ำออกก็มีแนวโน้มลดลงส่วนน้ำเข้าความเข้มข้น ซีโอดี 400 600 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนียน้ำออกจะต่ำกว่าค่าแอมโมเนียน้ำเข้า และ ตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงวันสุดท้ายของการทดลอง แล้วค่าแอมโมเนียน้ำออกก็มีแนวโน้มลดลง



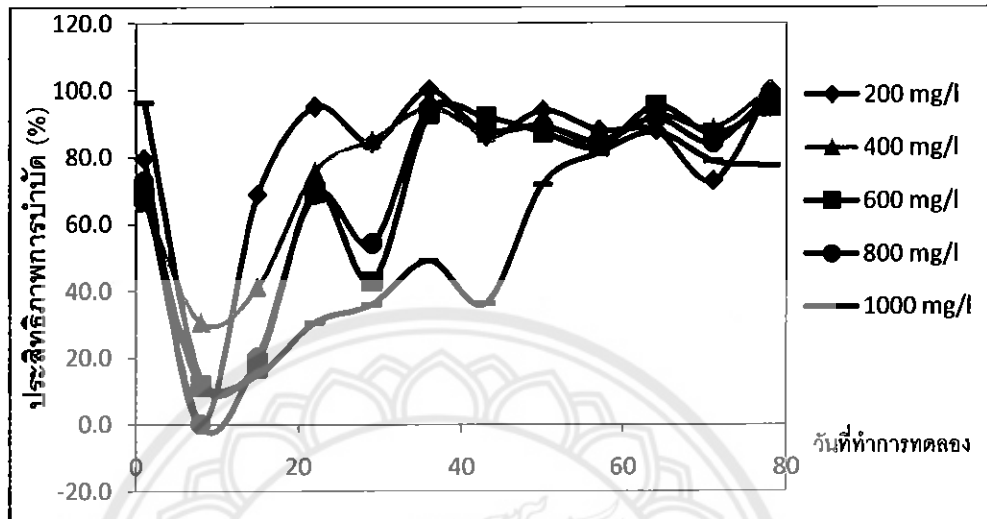
รูปที่ 4.50 ค่าแอมโมเนียของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี
น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.50 แสดงค่าแอมโมเนียของน้ำออกจากระบบ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าแอมโมเนียมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 8 ของการทดลอง แต่หลังจากนั้นก็เริ่มมีแนวโน้มลดลงที่ทุกความเข้มข้น ส่วนที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 ถึง 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนียในน้ำออกมีค่าแปรผันในช่วงแคบมาก และมีแนวโน้มลดลงที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าแอมโมเนียแปรผันในช่วงกว้าง แต่ก็เริ่มมีแนวโน้มที่ลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการทดลอง



รูปที่ 4.51 ค่าแอมโมเนียเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

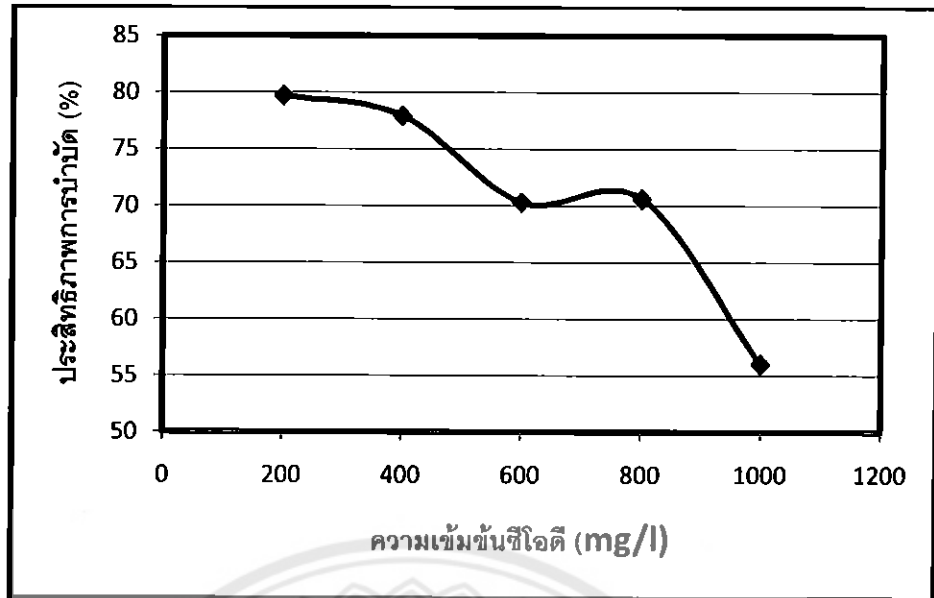
จากรูปที่ 4.51 พบว่าค่าแอมโมเนียเฉลี่ยในน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าแสดงว่าระบบเกิดการบำบัดแอมโมเนีย



รูปที่ 4.52 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.52 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนีย พบว่าวันที่ 8 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียมีค่าลดลงทุกความเข้มข้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 200 กับ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในวันนั้น แต่หลังจากวันที่ 15 จนถึงวันสุดท้ายของการทดลองพบว่าที่ทุกความเข้มข้นซีโอดีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

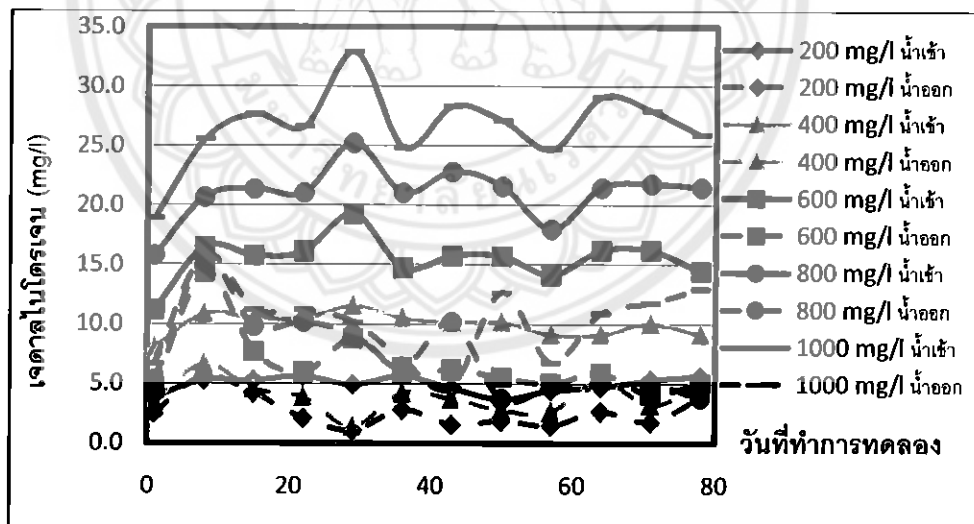
จากรูปที่ 4.53 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแอมโมเนียมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้าระบบ แล้วยที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.7% ซึ่งมีค่าสูงสุด



รูปที่ 4.53 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแอมโมเนีย

4.15 เจดาคไนโตรเจน

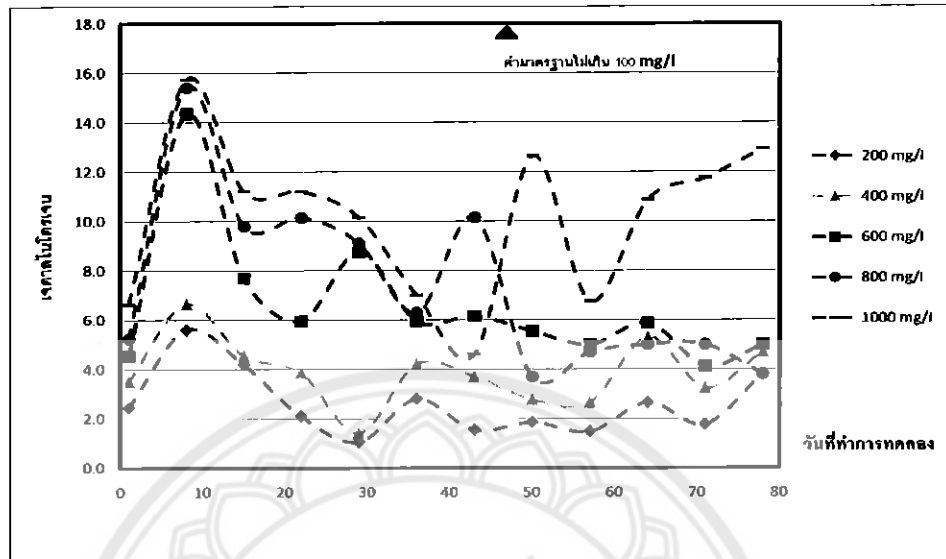
เจดาคไนโตรเจนของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.54-4.56



รูปที่ 4.54 ค่าเจดาคไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.54 แสดงค่าเจดาคไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ พบว่าน้ำเข้าความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 8 ของการทดลองค่าเจดาคไนโตรเจนของน้ำออกมีค่าเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

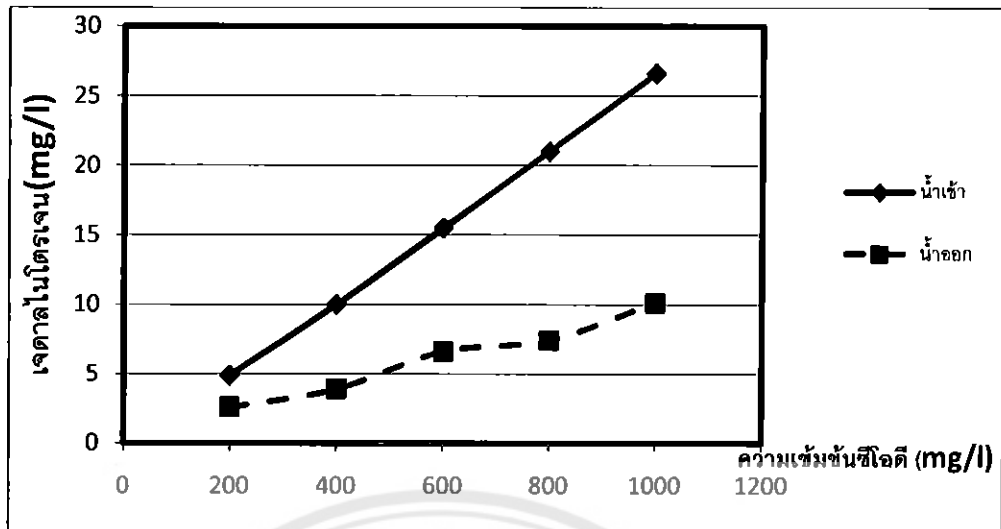
ค่าเจดาคไนโตรเจนในน้ำออกมีค่ามากกว่าในน้ำเข้า แล้วหลังจากวันที่ 8 ค่าเจดาคไนโตรเจนในน้ำออกของทุกความเข้มข้นก็มีค่าลดลง และมีการแปรผันในช่วงแคบจึงมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่



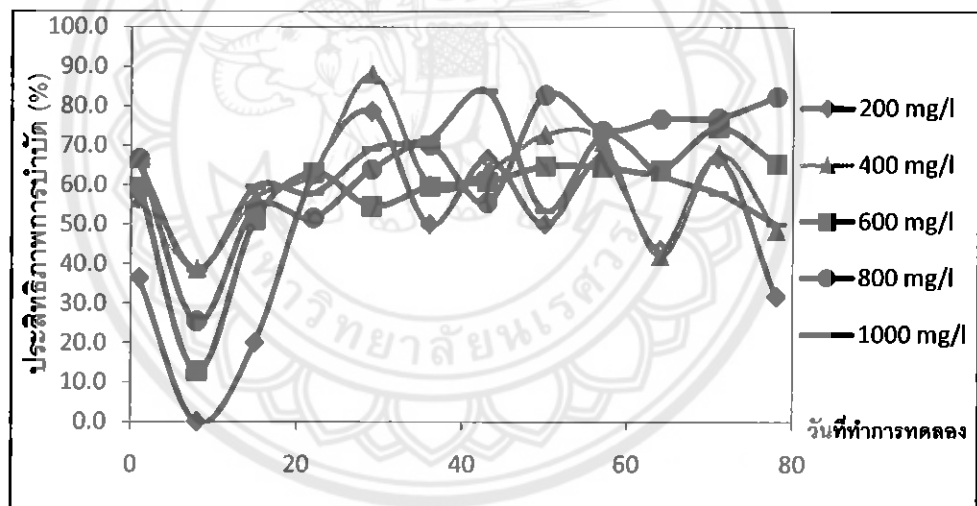
รูปที่ 4.55 ค่าเจดาคไนโตรเจนของน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.55 แสดงค่าเจดาคไนโตรเจนของน้ำออกจากระบบ พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงวันที่ 78 ของการทดลอง ค่าเจดาคไนโตรเจนของน้ำออกจากระบบมีค่าแปรผัน ในช่วงแคบมากจึงมีแนวโน้มลดลง ส่วนความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีค่าแปรผันในช่วงแคบ แต่หลังจากวันที่ 43 ของการทดลองมีแนวโน้มค่าเจดาคไนโตรเจนในน้ำออกเพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 4.56 พบว่าค่าเจดาคไนโตรเจนในน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าแสดงว่าระบบเกิดการบำบัดเจดาคไนโตรเจน

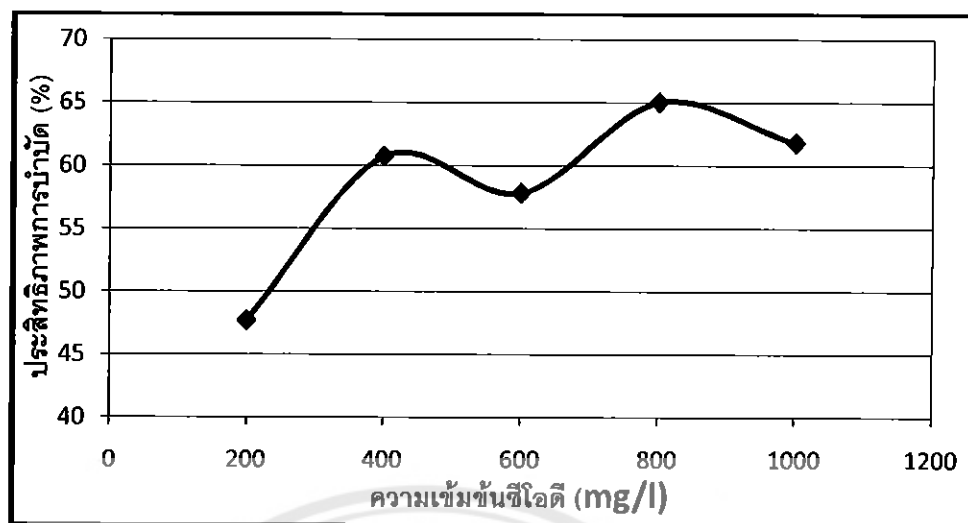


รูปที่ 4.56 ค่าเจดาคาลไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ



รูปที่ 4.57 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลไนโตรเจนเมื่อความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.57 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลไนโตรเจน พบว่าในวันที่ 8 ของการทดลอง ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดลดลงทุกความเข้มข้น และวันที่ 15 จนถึงวันที่ 78 ของการเดินระบบ ที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรประสิทธิภาพการบำบัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ในช่วงวันที่ 78 ของการเดินระบบที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการบำบัดมีแนวโน้มลดลง

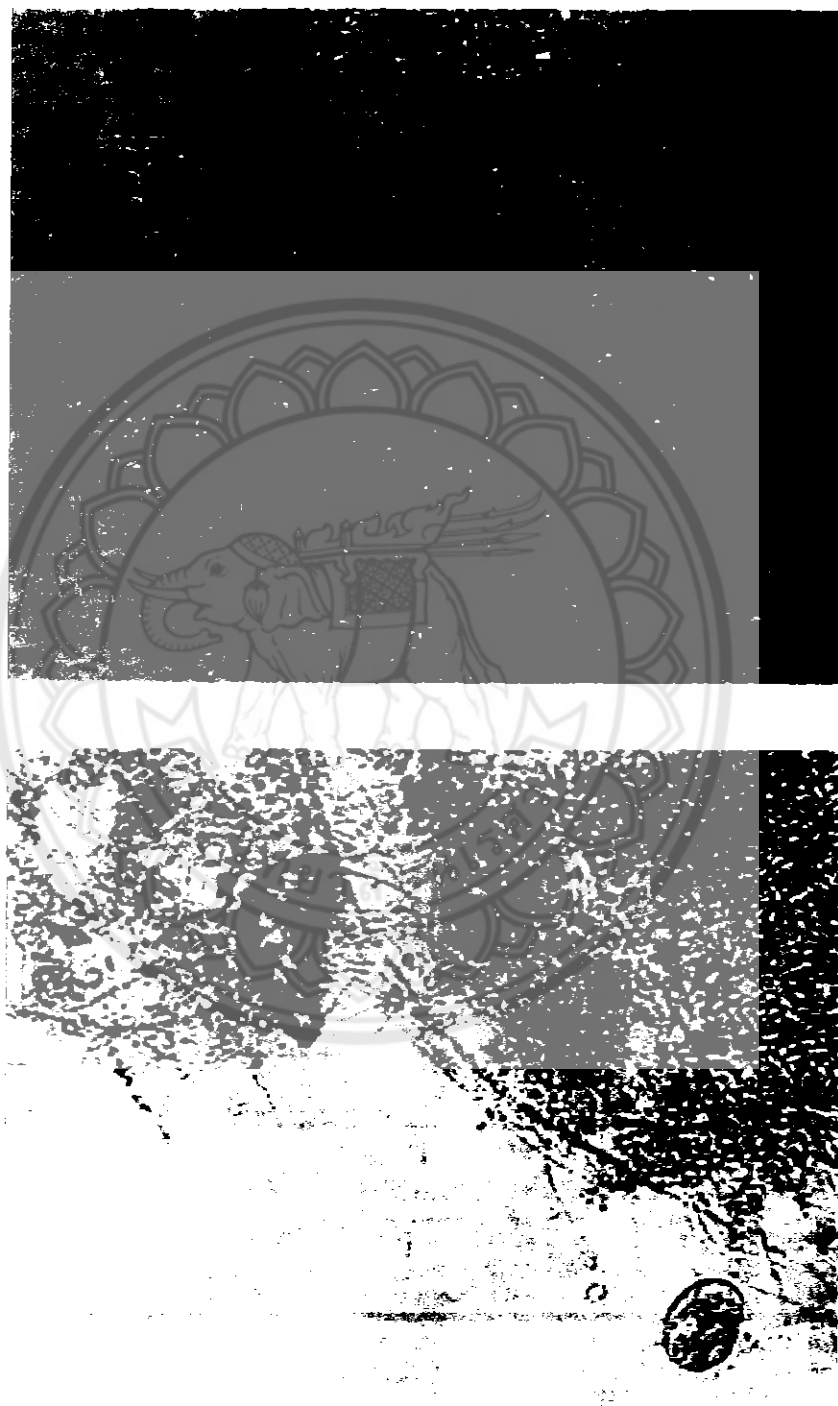


รูปที่ 4.58 ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของเจดาดไนโตรเจน

จากรูปที่ 4.58 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาดไนโตรเจนเฉลี่ยของความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 65% ซึ่งมีความสูงที่สุด ส่วนที่ความเข้มข้นซีไอดี 400 600 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพแปรผันในช่วง 60.7 - 61.8% และที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 47.7% ซึ่งมีความต่ำสุด

4.16 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ

จากตะกอนในถังเดิมอากาศเมื่อเริ่มทำการเริ่มต้นเดินระบบ พบว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศทุกถัง มีความคล้ายคลึงกันดังรูปที่ 4.59



รูปที่ 4.59 จุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศทุกถัง

4.15.1 ถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ดังรูปที่ 4.60 และรูปที่ 4.61



รูปที่ 4.60 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร



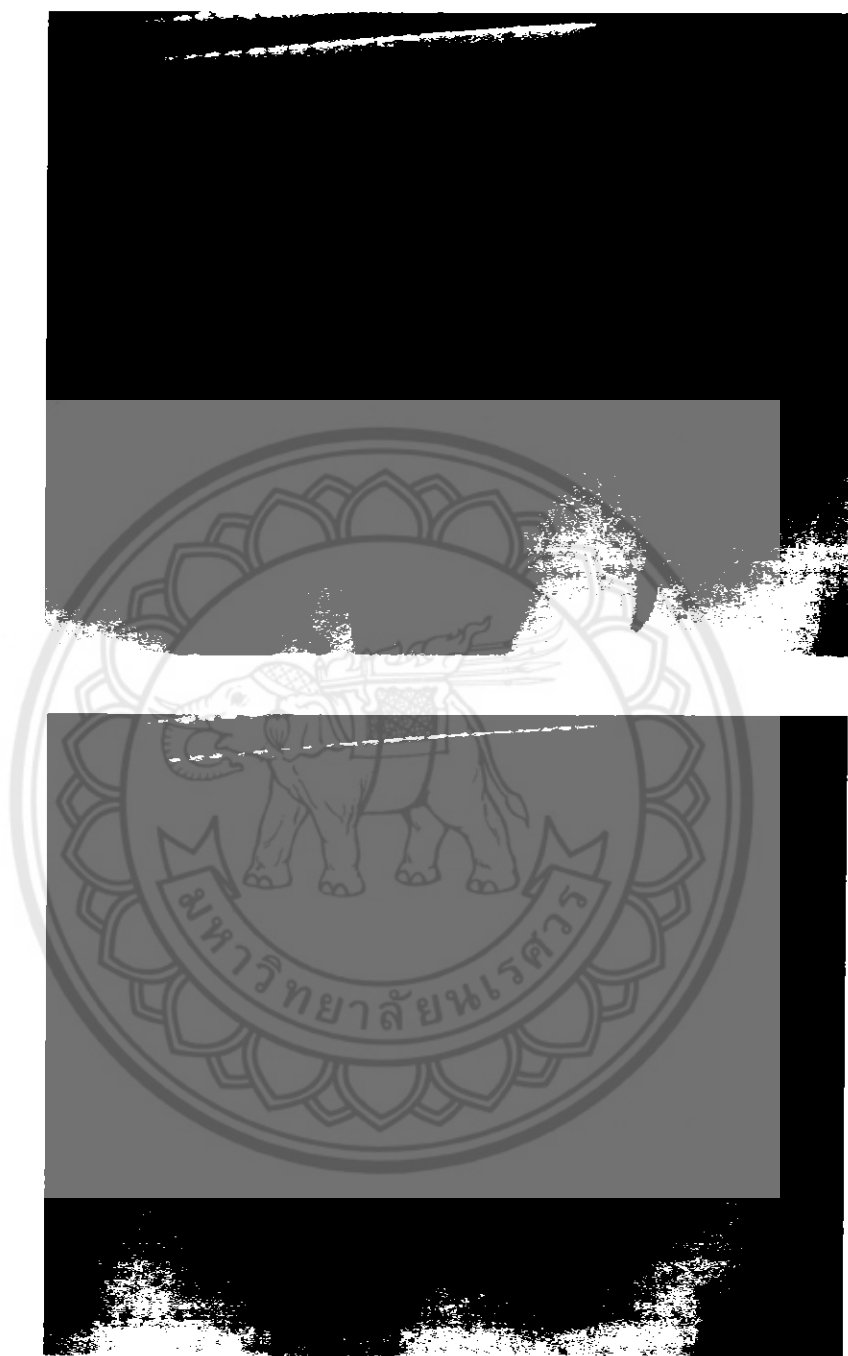
รูปที่ 4.61 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.15.2 ดั้งเดิมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากตะกอนในดั้งเดิมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์คาดว่าน่าจะเป็นจำพวก โปรโตซัวดังรูปที่ 4.62 และรูปที่ 4.63



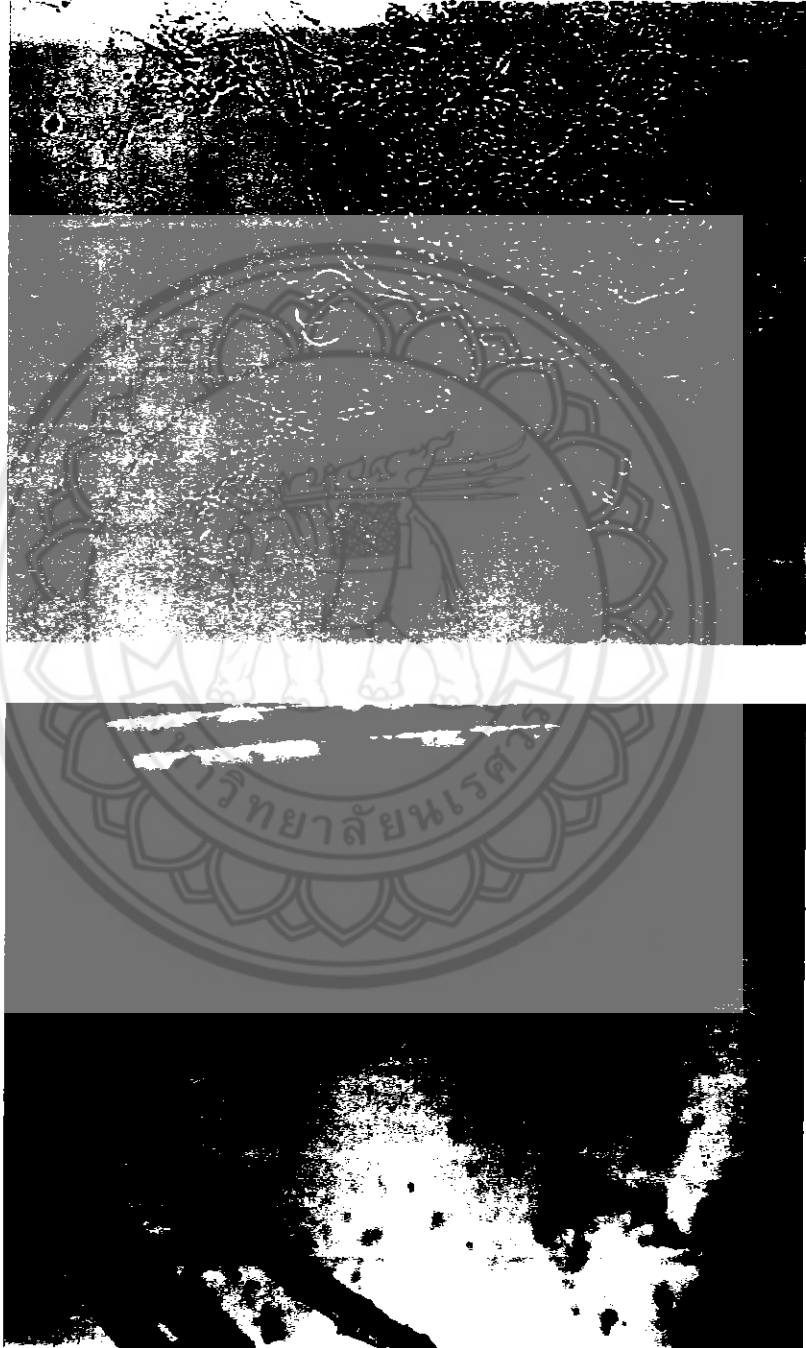
รูปที่ 4.62 จุลินทรีย์ในดั้งเดิมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.63 จุลินทรีย์ในถังเดิมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.15.3 ถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์คาดว่าน่าจะเป็นจำพวก โปรโตซัว ดังรูปที่ 4.64 และรูปที่ 4.65



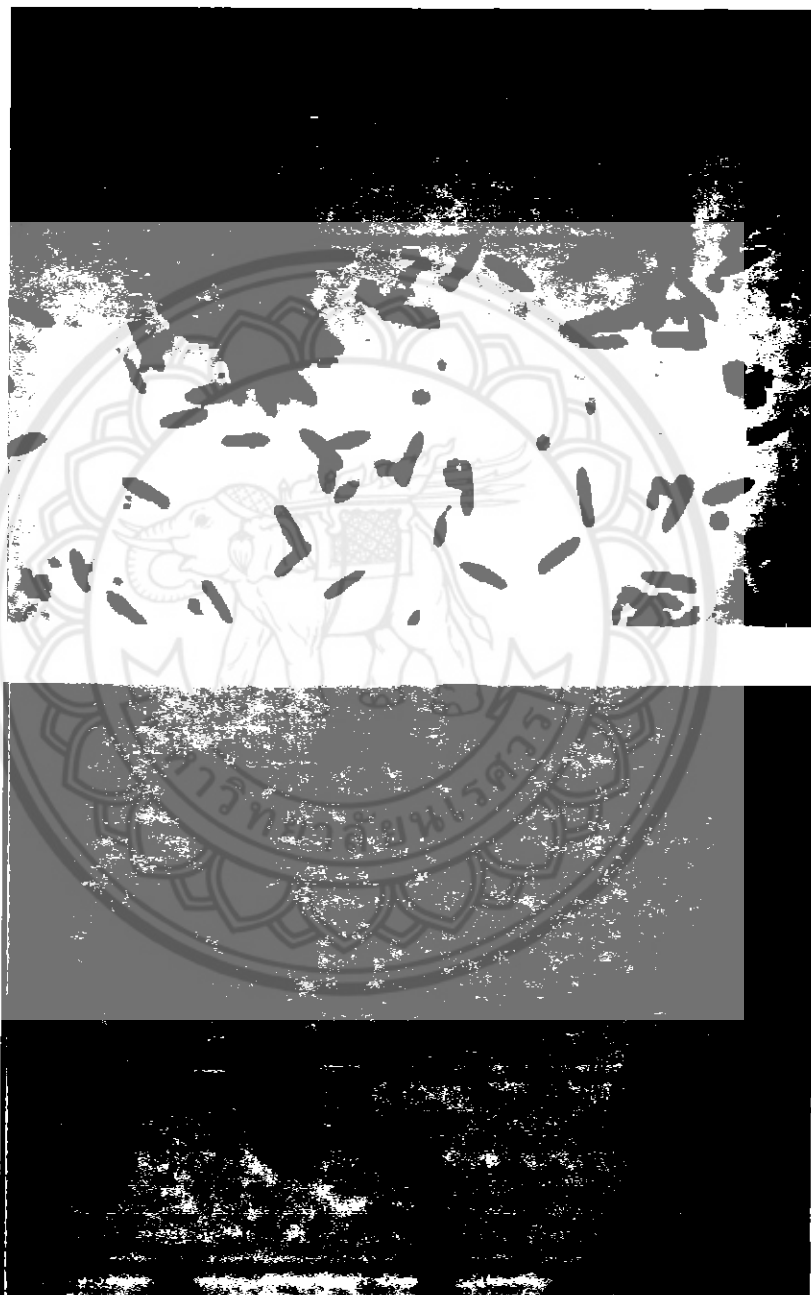
รูปที่ 4.64 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.65 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.15.4 ถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัวดังรูปที่ 4.66 และรูปที่ 4.67



รูปที่ 4.66 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.67 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.15.5 ถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

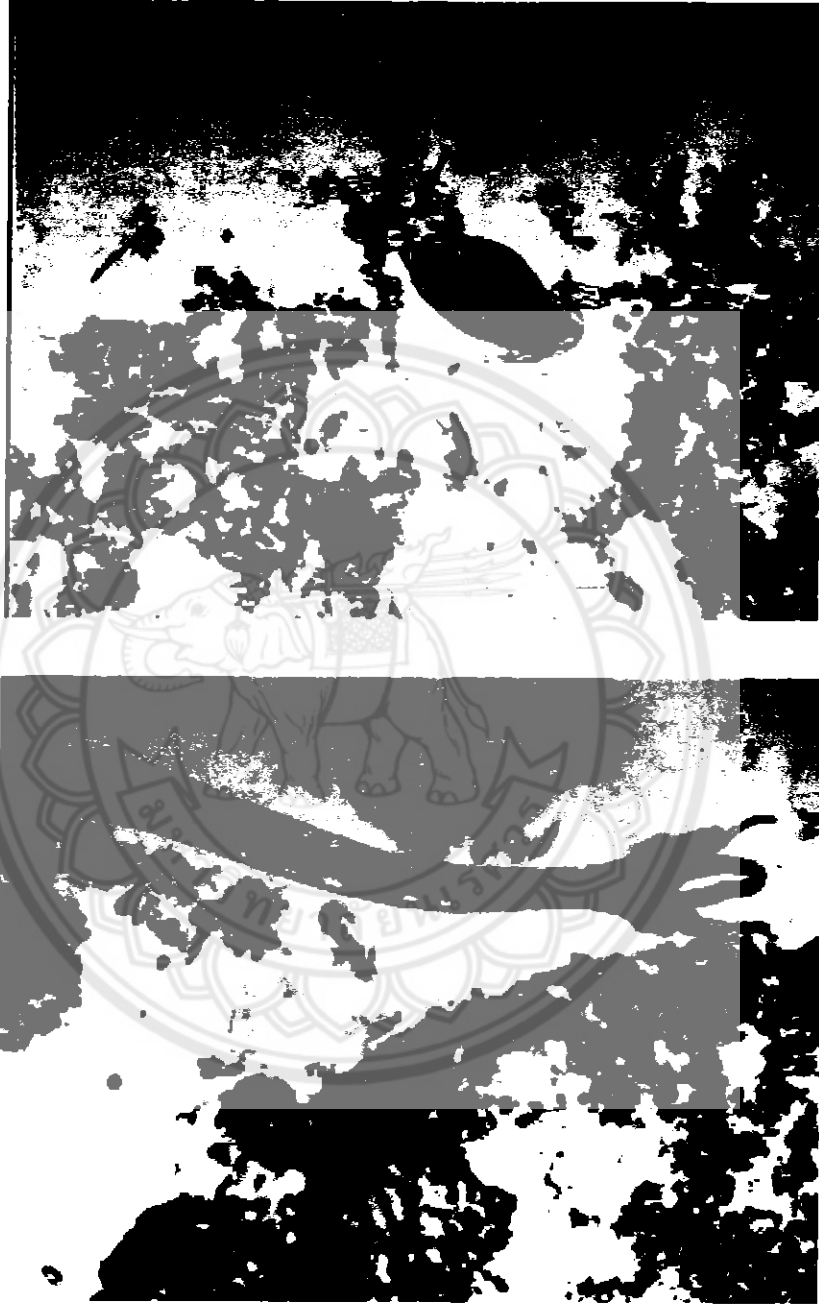
จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว โดยมีจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเส้นใยจำนวนหนึ่งดังรูปที่ 4.68 รูปที่ 4.69 และรูปที่ 4.70



รูปที่ 4.68 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.69 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.70 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสม บางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน มีสรุปและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผล

การศึกษาผลของปริมาณมูลสุกรต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน สามารถสรุปผล ดังนี้

5.1.1 บีโอดี

5.1.1.1 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 96

5.1.1.2 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 96

5.1.1.3 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ยกเว้นในช่วงวันที่ 8 และวันที่ 14 ของการเดินระบบ มีค่าบีโอดีน้ำออกเกินมาตรฐาน หลังจากนั้นค่าบีโอดีน้ำออกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 96

5.1.1.4 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ยกเว้นในวันที่ 8 และวันที่ 35 ของการเดินระบบ มีค่าบีโอดีน้ำออกเกินมาตรฐาน หลังจากนั้นค่าบีโอดีน้ำออกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 97

5.1.1.5 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม แต่ในช่วงวันที่ 43 จนถึงวันที่ 78 ของการเดินระบบ มีค่าบีโอดีน้ำออกเกินมาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน คือ ที่ความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.2 ซีโอดี

5.1.2.1 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 90

5.1.2.2 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 90

5.1.2.3 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ยกเว้นในช่วงวันที่ 8 ของการเดินระบบ มีค่าซีโอดีน้ำออกเกินมาตรฐาน หลังจากนั้นค่าซีโอดีน้ำออกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88

5.1.2.4 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ยกเว้นในวันที่ 8 ของการเดินระบบ มีค่า ซีโอดี น้ำออกเกินมาตรฐาน หลังจากนั้นค่าซีโอดีน้ำออกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 91

5.1.2.5 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบมีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม แต่ในช่วงวันที่ 14 จนถึงวันที่ 78 ของการเดินระบบ มีค่าซีโอดีซีโอดีน้ำออกเกินมาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 89

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน คือ ที่ความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.3 เจดาคาลไนโตรเจน

5.1.3.1 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจดาคาลไนโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 48

5.1.3.2 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจดาคาลไนโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 61

5.1.3.3 ความเข้มข้นค่าซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจดาคาลไนโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 58

5.1.3.4 ความเข้มข้นค่าซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจดาคาลในโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลในโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 65

5.1.3.5 ความเข้มข้นค่าซีไอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจดาคาลในโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาลในโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 62

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน คือ ที่ความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรลดหรือเพิ่มระยะเวลาเก็บกัก เพื่อหาระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบสระเติมอากาศ

5.2.2 ควรเลือกใช้ตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลายในการเริ่มต้นเริ่มระบบ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย



เอกสารอ้างอิง

- มันสิน ตัณฑุลเวศม์.(2542).เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1 : พิมพ์ที่ โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542).เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 2 : พิมพ์ที่ โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารสารศึกษณ์ ช่อนกลิ่น และวิชา อัมกระจำง .(2544). คู่มือการวิเคราะห์น้ำ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
กรมโรงงานอุตสาหกรรม.(2545). ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ: กรุงเทพฯ กรม โรงงานอุตสาหกรรม.
[http://www.warehouse.mnre.go.th/mnre/\(กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม\)](http://www.warehouse.mnre.go.th/mnre/(กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม))
[http://www.deqp.go.th/website/20/\(ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม\)](http://www.deqp.go.th/website/20/(ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม))
[http://www.efc.or.th/home.php\(22/7/ 53\)](http://www.efc.or.th/home.php(22/7/ 53))
[http://www.pcd.go.th/index.cfm\(25/7/53\)](http://www.pcd.go.th/index.cfm(25/7/53))
[http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/water/mainpage.htm\(2 /8/53\)](http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/water/mainpage.htm(2 /8/53))
[http://wqm.pcd.go.th/water/\(12/11/53\)](http://wqm.pcd.go.th/water/(12/11/53))
[http://www.wastewaterthai.com/\(1/2/54\)](http://www.wastewaterthai.com/(1/2/54))
[http://ag.arizona.edu/azaqua/algaeclass/algaedraw/algaedraw.html\(10/3/54\)](http://ag.arizona.edu/azaqua/algaeclass/algaedraw/algaedraw.html(10/3/54))
[http://www.gpmatthews.nildram.co.uk/index_micro.html\(11/3/54\)](http://www.gpmatthews.nildram.co.uk/index_micro.html(11/3/54))

ภาคผนวก ก



ตารางที่ 1 ผลของพิษของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/L		ความเข้มข้น 400 mg/L		ความเข้มข้น 600 mg/L		ความเข้มข้น 800 mg/L		ความเข้มข้น 1,000 mg/L	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	6.7	7.9	5.8	7.8	5.2	7.8	4.9	7.9	4.8	8.1
8	6.4	8.4	5.3	8.0	4.8	7.9	4.6	7.9	4.4	8.1
15	6.0	7.3	4.9	7.2	4.5	7.5	4.5	7.6	4.2	6.0
22	6.4	7.1	5.3	7.8	4.9	7.9	4.7	7.8	4.6	8.2
29	6.6	8.1	5.6	8.2	5.1	8.0	4.8	8.1	4.7	8.4
36	6.4	7.3	5.2	7.8	4.7	7.8	4.5	7.9	4.3	8.0
43	6.7	7.9	5.3	7.7	4.9	7.9	4.7	8.0	4.3	7.8
50	6.3	7.3	5.3	7.8	4.9	7.9	4.8	8.0	4.7	7.8
57	6.3	8.0	5.1	7.9	4.6	8.0	4.4	7.9	4.2	7.8
64	6.2	7.8	5.3	7.9	4.8	7.7	4.6	7.8	4.5	7.7
71	6.2	8.1	4.9	8.1	4.6	7.9	4.3	7.9	4.3	7.7
78	6.4	8.1	5.1	8.6	4.6	8.3	4.4	8.6	4.3	8.1

ตารางที่ 2 ผลของอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		ความเข้มข้น 400 mg/l.		ความเข้มข้น 600 mg/l.		ความเข้มข้น 800 mg/l.		ความเข้มข้น 1,000 mg/l.	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	28.4	27.1	28.8	26.7	28.4	26.8	28.4	27.1	27.9	26.9
8	29.0	28.0	29.0	27.0	29.0	29.0	29.0	27.0	29.0	27.0
15	28.4	28.5	28.7	28.6	28.6	28.6	28.6	28.7	28.7	28.7
22	28.0	27.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
29	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
36	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
43	28.0	28.0	28.0	27.0	28.0	27.0	27.0	28.0	27.0	28.0
50	24.9	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
57	26.0	25.0	26.0	25.0	26.0	26.0	26.0	25.0	26.0	25.0
64	24.0	25.0	25.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	25.0	24.0
71	23.0	23.0	23.0	23.0	24.0	23.0	23.0	24.0	24.0	24.0
78	27.0	27.0	26.0	27.0	26.0	27.0	26.0	26.0	26.0	27.0

ตารางที่ ๓ ผลของค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		ความเข้มข้น 400 mg/l.		ความเข้มข้น 600 mg/l.		ความเข้มข้น 800 mg/l.		ความเข้มข้น 1,000 mg/l.	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	63.8	83.6	84.7	96.4	106.0	115.0	130.0	144.0	157.0	173.0
8	72.9	82.6	99.3	109.0	143.0	147.0	184.0	186.0	244.0	248.0
15	330.0	358.0	431.0	434.0	525.0	522.0	629.0	615.0	731.0	724.0
22	329.0	307.0	390.0	404.0	474.0	488.0	553.0	558.0	637.0	650.0
29	332.0	360.0	417.0	451.0	520.0	539.0	620.0	625.0	717.0	729.0
36	318.0	338.0	410.0	421.0	516.0	512.0	614.0	591.0	732.0	739.0
43	314.0	300.0	398.0	391.0	486.0	462.0	590.0	560.0	682.0	708.0
50	311.0	337.0	429.0	437.0	543.0	530.0	659.0	638.0	777.0	783.0
57	327.0	304.0	394.0	399.0	497.0	496.0	610.0	598.0	760.0	711.0
64	340.0	338.0	413.0	402.0	538.0	534.0	647.0	695.0	758.0	886.0
71	307.0	335.0	412.0	423.0	518.0	528.0	636.0	604.0	750.0	724.0
78	413.0	420.0	525.0	558.0	625.0	653.0	775.0	768.0	882.0	889.0

ตารางที่ ๓ ผลผลของของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	247	210	15	352	246	30	463	282	39	410	374	9	516	442	23
8	372	290	22	584	316	46	796	474	40	768	526	32	962	574	40
15	346	290	16	538	296	45	651	384	41	767	403	47	980	514	48
22	312	215	31	572	294	47	599	330	45	722	403	44	865	420	51
29	316	193	39	534	262	51	629	384	39	649	416	36	862	418	52
36	344	229	33	484	322	34	662	386	42	856	451	47	1052	518	51
43	351	200	43	602	362	40	758	296	61	848	392	54	1065	522	51
50	307	202	34	500	282	44	606	354	42	753	382	49	872	575	34
57	223	182	18	345	184	47	615	366	40	659	374	43	833	434	48
64	320	187	42	425	218	48	586	329	43	711	376	47	804	473	41
71	216	113	48	359	205	43	514	294	43	710	332	53	765	482	47
78	316	222	30	467	300	36	595	358	40	690	343	50	800	498	38

ตารางที่ ๓5 ผลของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก				
1	12	4	67	14	6	57	15	10	38	26	14	46	18	12	33
8	8	22	-	16	24	-	24	90	-	32	18	44	46	40	13
15	6	4	33	18	14	22	44	10	77	42	16	62	6	26	-
22	8	4	25	16	12	25	32	2	94	38	16	58	42	18	57
29	30	2	93	26	8	69	28	2	93	38	4	89	54	2	96
36	10	12	-	14	4	71	28	4	86	42	6	86	62	6	90
43	8	6	17	20	10	50	38	12	68	42	12	71	64	12	81
50	10	2	80	26	8	69	32	18	44	42	10	76	64	38	41
57	16	2	88	22	12	45	34	2	94	36	6	83	44	26	41
64	13	4	70	25	8	68	32	8	75	48	14	71	60	34	43
71	14	12	14	30	6	80	38	12	68	58	8	86	54	26	52
78	14	16	-	18	10	44	34	32	6	40	10	75	32	42	-

ตารางที่ 6 ผลของระดับความเข้มข้นของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/L.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/L.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/L.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/L.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/L.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	235	206	12	338	240	29	447	272	40	382	360	6	498	430	13
8	364	268	26	568	292	49	772	384	50	736	508	31	916	534	42
15	340	286	16	520	282	46	607	384	37	725	387	47	974	488	50
22	304	211	31	556	282	49	567	328	42	684	387	43	823	402	51
29	286	191	33	508	254	50	601	382	36	611	412	33	808	416	49
36	334	217	35	470	318	32	634	382	40	814	445	45	990	512	48
43	343	194	43	582	352	40	720	296	59	806	380	53	1001	510	49
50	297	200	33	474	274	42	574	336	42	709	372	48	808	537	34
57	207	180	13	323	172	47	581	364	37	623	368	41	789	408	48
64	307	183	40	400	410	-	554	321	42	663	362	45	744	439	41
71	202	101	50	329	199	40	476	282	41	652	342	48	711	456	36
78	302	206	32	449	290	35	563	324	42	650	333	49	768	456	41

ตารางที่ 7 ผลของของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	31	16	48	26	13	50	45	28	38	41	28	32	53	18	66
8	18	14	22	21	19	9	40	32	20	48	35	27	36	26	28
15	16	20	-	16	16	-	48	30	38	44	30	32	16	20	-
22	24	30	-	36	34	5	48	30	38	58	50	14	64	46	28
29	23	16	42	26	10	62	32	14	56	42	12	72	48	12	75
36	28	12	57	28	28	-	56	26	54	56	28	50	68	34	50
43	14	16	-	28	8	71	50	20	60	58	24	59	70	14	80
50	22	14	36	28	30	-	40	22	45	42	24	43	62	44	29
57	18	6	67	24	14	42	30	10	67	42	10	76	42	38	9
64	12	9	25	24	13	46	33	17	48	46	16	65	58	30	48
71	4	6	-	26	16	38	28	16	43	52	12	77	54	16	70
78	14	14	-	20	10	50	34	28	18	36	8	78	78	34	56

ตารางที่ 8 ผลของของแข็งในตัวขนน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไฮดริโน้เข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.	ความเข้มข้น 400 mg/l.	ความเข้มข้น 600 mg/l.	ความเข้มข้น 800 mg/l.	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.
	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ
1	-	-	-	-	-
8	0.2	0.5	5	-	1
15	7	15	1	2	0.5
22	-	63	2	10	-
29	-	-	3	2.5	-
36	-	-	1.5	-	4
43	-	-	3	-	0.5
50	-	-	2	-	-
57	-	-	-	-	-
64	6	-	10	-	-
71	-	-	6.5	-	1
78	-	-	1.5	-	4

ตารางที่ 9 ผลของแรงเฉือนลอยในถังเดิมอากาศของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.	ความเข้มข้น 400 mg/l.	ความเข้มข้น 600 mg/l.	ความเข้มข้น 800 mg/l.	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.
	ถังเดิมอากาศ	ถังเดิมอากาศ	ถังเดิมอากาศ	ถังเดิมอากาศ	ถังเดิมอากาศ
1	10	30	80	60	160
8	10	20	90	40	140
15	20	70	20	140	180
22	40	150	30	60	330
29	60	50	50	70	60
36	50	90	20	100	30
43	30	100	50	90	20
50	80	120	60	120	70
57	50	80	30	20	70
64	40	60	80	40	80
71	30	50	70	100	120
78	50	60	80	20	100

ตารางที่ ก10ผลของปีโอติของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นปีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	76.6	2.3	97.0	191.6	7.0	96.0	290.0	15.5	95.0	352.2	19.2	95.0	416.7	15.5	96.0
8	159.2	7.3	95.0	242.5	13.5	94.0	394.4	32.8	92.0	560.0	43.1	92.0	700.0	35.3	95.0
15	177.2	5.8	97.0	262.5	11.3	96.0	413.3	24.2	94.0	540.0	13.3	94.0	650.0	25.8	96.0
22	140.9	9.9	93.0	235.0	14.0	94.0	345.0	17.2	95.0	422.5	14.7	97.0	555.0	10.0	98.0
29	182.2	5.2	97.0	282.5	9.3	97.0	490.0	11.8	98.0	580.0	39.4	93.0	820.0	16.0	98.0
36	226.7	8.5	96.0	252.0	4.9	98.0	385.0	8.6	98.0	500.0	6.0	99.0	660.0	8.0	99.0
43	164.0	3.5	98.0	305.0	6.2	98.0	422.0	10.6	97.0	585.0	9.3	98.0	640.0	38.0	94.0
50	144.0	4.1	97.0	235.0	7.3	97.0	427.7	12.1	97.0	439.0	9.3	98.0	470.0	63.0	86.0
57	118.0	3.3	97.0	227.3	4.8	98.0	348.4	7.4	98.0	525.0	7.4	99.0	705.0	14.4	98.0
64	194.0	5.9	97.0	256.1	13.4	95.0	424.4	11.3	97.0	468.9	12.3	97.0	545.0	40.0	93.0
71	139.2	3.6	97.0	218.0	5.2	98.0	321.7	7.8	98.0	535.0	8.4	98.0	650.0	24.6	96.0
79	150.7	6.1	96.0	246.7	9.1	96.0	405.6	12.3	97.0	436.7	7.8	98.0	565.0	25.0	96.0

ตารางที่ ๓1 ผลของซีโอติของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำ ทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การ บำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การ บำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การ บำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การ บำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การ บำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	157.9	11.3	92.9	319.6	15.0	95.3	476.3	48.9	89.7	639.2	37.6	94.1	827.2	52.6	93.6
8	270.7	41.4	84.7	460.6	63.9	86.1	754.5	150.4	80.1	958.8	157.9	83.5	1240.0	154.2	87.6
15	203.4	31.7	84.4	418.2	63.4	84.8	634.1	98.6	84.5	885.6	70.4	92.1	918.6	123.2	86.6
22	187.2	21.6	88.5	390.0	36.0	90.8	592.0	72.0	87.8	708.0	64.8	90.8	888.0	64.8	92.7
29	187.2	10.3	94.5	360.0	34.4	90.4	552.0	79.1	85.7	744.0	92.9	87.5	840.0	51.6	93.9
36	208.6	14.7	92.9	418.7	25.8	93.8	684.7	58.9	91.4	853.2	40.5	95.3	1106.0	81.0	92.7
43	199.7	22.6	88.7	403.2	33.8	91.6	588.8	82.7	86.0	844.0	75.2	91.1	1113.6	124.1	88.9
50	211.1	21.6	89.8	427.7	43.2	89.9	606.6	90.0	85.2	855.4	72.0	91.6	1128.4	198.0	82.5
57	240.6	14.1	94.1	470.0	21.1	95.5	689.3	66.9	90.3	921.2	56.3	93.9	1278.4	88.0	93.1
64	240.2	39.6	83.5	455.0	97.2	78.6	630.9	75.6	88.0	782.6	97.2	87.6	982.8	176.4	82.1
71	206.5	16.8	91.9	400.5	33.6	91.6	617.1	40.3	93.5	818.8	57.1	93.0	1032.4	147.8	85.7
78	232.3	24.0	89.7	440.0	48.0	89.1	668.8	60.0	91.0	932.8	48.0	94.9	1161.6	152.0	86.9

ตารางที่ ก12 ผลของออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไอไดน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.	ความเข้มข้น 400 mg/l.	ความเข้มข้น 600 mg/l.	ความเข้มข้น 800 mg/l.	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.
	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ	ตั้งเดิมอากาศ
1	8.1	7.5	7.1	6.8	6.8
8	7.8	7.4	7.1	6.7	6.0
15	7.2	6.8	6.5	6.3	6.0
22	7.5	7.1	6.5	6.4	6.0
29	7.7	7.1	6.8	6.6	6.2
36	7.1	6.6	6.2	6.1	5.5
43	7.4	6.8	6.4	6.2	5.7
50	7.6	7.0	6.6	6.3	5.8
57	7.2	6.7	6.2	5.9	5.8
64	7.7	7.3	6.8	6.4	5.8
71	7.6	7.5	6.6	6.3	6.0
78	7.5	7.4	7.1	6.9	6.1

ตารางที่ 13 ผลของฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นได้น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	0.762	1.117	-46.59	1.329	1.196	10.01	1.859	1.474	20.71	2.147	1.311	38.94	2.538	1.177	53.62
8	0.762	1.154	-51.44	1.485	0.777	47.68	2.415	2.000	17.18	3.085	1.385	55.11	4.077	1.654	59.43
15	0.834	0.677	18.82	1.462	1.008	31.05	2.246	1.715	23.64	3.023	1.238	59.05	3.854	1.654	57.08
22	0.731	0.362	50.48	1.485	0.777	47.68	2.292	1.231	46.29	2.985	0.538	81.98	3.762	1.315	65.05
29	0.841	0.373	55.65	1.619	0.683	57.81	2.437	1.706	30.00	3.198	1.714	46.40	4.151	1.690	59.29
36	0.750	0.672	10.40	1.469	0.914	37.78	2.305	1.484	35.62	3.078	1.688	45.16	4.031	1.644	59.22
43	0.800	0.362	54.75	1.615	0.900	44.27	2.308	1.377	40.34	3.092	1.285	58.44	3.923	2.808	28.42
50	0.932	0.280	69.96	1.523	0.932	38.80	2.295	1.523	33.64	3.038	1.144	62.34	3.833	3.159	17.58
57	0.685	0.323	52.85	1.477	0.800	45.84	1.669	1.308	21.63	2.792	1.431	48.75	3.977	1.500	62.28
64	0.921	0.579	37.13	1.532	1.198	21.80	2.389	1.294	45.84	2.968	1.770	40.36	3.468	2.992	13.73
71	0.724	0.291	59.81	1.433	0.463	67.69	2.134	0.873	59.09	2.910	1.336	54.09	3.582	2.537	29.17
78	0.777	0.392	49.55	1.538	0.646	58.00	2.223	1.400	37.02	2.869	1.338	53.36	3.608	2.877	20.26

ตารางที่ ๑14 ผลของแอมโมเนียของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้น 200 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/l.		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/l.		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	0.88	0.18	79.55	2.10	0.70	66.67	2.80	0.88	68.57	3.85	1.05	72.73	4.73	0.18	96.19
8	1.26	1.40	0.00	2.52	1.75	30.56	4.20	3.71	11.67	5.25	6.16	0.00	6.79	5.88	13.40
15	1.12	0.35	68.75	2.73	1.61	41.03	3.78	3.08	18.52	5.25	4.20	20.00	7.14	6.09	14.71
22	1.40	0.07	95.00	2.87	0.70	75.61	4.13	1.26	69.49	5.39	1.68	68.83	7.14	4.97	30.39
29	1.33	0.21	84.21	2.80	0.42	85.00	4.41	2.52	42.86	5.95	2.73	54.12	7.42	4.76	35.85
36	1.33	0.00	100.00	2.59	0.14	94.59	3.92	0.28	92.86	5.25	0.28	94.67	6.72	3.43	48.96
43	1.29	0.18	86.05	2.40	0.31	87.08	3.82	0.31	91.88	5.05	0.62	87.72	6.47	4.13	36.17
50	0.99	0.06	93.94	2.28	0.25	89.04	3.39	0.43	87.32	4.56	0.49	89.25	5.67	1.60	71.78
57	1.00	0.12	88.00	2.18	0.35	83.94	3.12	0.53	83.01	4.65	0.71	84.73	6.53	1.23	81.16
64	1.47	0.18	87.76	2.35	0.18	92.34	3.82	0.18	95.29	4.82	0.41	91.49	7.00	0.88	87.43
71	1.29	0.35	72.87	2.53	0.29	88.54	3.59	0.47	86.91	4.82	0.76	84.23	6.06	1.29	78.71
78	1.06	0.00	100.00	2.29	0.00	100.00	3.65	0.18	95.07	4.94	0.06	98.79	6.23	1.41	77.37

ตารางที่ ก15 ผลของเวลาไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดสอบ	ความเข้มข้น 200 mg/L		% การบำบัด	ความเข้มข้น 400 mg/L		% การบำบัด	ความเข้มข้น 600 mg/L		% การบำบัด	ความเข้มข้น 800 mg/L		% การบำบัด	ความเข้มข้น 1,000 mg/L		% การบำบัด
	น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก		น้ำเข้า	น้ำออก	
1	3.85	2.45	36.36	8.05	3.50	56.52	11.20	4.55	59.38	15.75	5.25	66.67	18.90	6.65	64.81
8	5.25	5.60	0.00	10.85	6.65	38.71	16.45	14.35	12.77	20.65	15.40	25.42	25.55	15.75	38.36
15	5.25	4.20	20.00	10.50	4.55	56.67	15.75	7.70	51.11	21.35	9.80	54.10	27.65	11.20	59.49
22	5.60	2.10	62.50	10.50	3.85	63.33	16.10	5.95	63.04	21.00	10.15	51.67	26.60	11.20	57.89
29	4.90	1.05	78.57	11.55	1.40	87.88	19.25	8.75	54.55	25.20	9.10	63.89	32.90	10.15	69.15
36	5.60	2.80	50.00	10.50	4.20	60.00	14.70	5.95	59.52	21.00	6.30	70.00	24.85	7.00	71.83
43	4.62	1.54	66.67	10.16	3.70	63.58	15.71	6.16	60.79	22.79	10.16	55.42	28.34	4.62	83.70
50	3.70	1.85	50.00	10.16	2.77	72.74	15.71	5.54	64.74	21.56	3.70	82.84	27.10	12.63	53.39
57	4.41	1.47	66.67	9.11	2.65	70.91	14.11	5.00	64.56	17.93	4.70	73.79	24.70	6.76	72.63
64	4.70	2.65	43.62	9.11	5.29	41.93	16.17	5.88	63.64	21.46	5.00	76.70	29.11	10.88	62.62
71	5.29	1.76	66.73	10.00	3.23	67.70	16.17	4.12	74.52	21.76	5.00	77.02	27.93	11.76	57.89
78	5.59	3.82	31.66	9.11	4.70	48.41	14.41	5.00	65.30	21.46	3.80	82.29	25.87	12.94	49.98

ภาคผนวก ข

คุณภาพเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออก
จากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า
เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ ข1 ผลของค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	6.0 - 6.7	6.4	7.1-8.4	7.6
400	4.9-5.8	5.3	7.2-8.6	7.9
600	4.5 - 5.2	4.8	7.5 - 8.3	7.9
800	4.3- 4.9	4.6	7.6 - 8.6	7.9
1,000	4.2 - 4.8	4.4	6.0 - 8.4	7.8

ตารางที่ ข2 ผลของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	23.0 - 29.0	26.9	23.0-28.5	26.6
400	23.0 - 29.0	26.9	23.0 - 28.6	26.4
600	24.0 - 29.0	26.9	23.0 - 29.0	26.7
800	23.0 - 29.0	26.8	24.0 - 28.7	26.6
1,000	24.0 - 29.0	26.9	24.0 - 28.7	26.6

ตารางที่ ข3 ผลของค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	63.8 - 413	288.1	82.6-420	296.9
400	84.7-525	366.9	96.4-558	377.1
600	106 - 625	457.6	115 - 653	460.5
800	130 - 775	553.9	144 - 768	548.5
1,000	157 - 882	625.3	173 - 889	663.7

ตารางที่ ข4 ผลของค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	216 - 372	305.8	113-290	211.1
400	345-602	480.2	184-362	273.9
600	463 - 796	622.8	282 - 474	353.1
800	410 - 856	711.9	332 - 526	397.7
1,000	516 - 1065	864.7	418 - 575	489.2

ตารางที่ ข5 ผลของค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	6 - 30	12.4	2- 22	7.5
400	14-30	20.4	4 - 24	10.2
600	15 - 44	31.6	2 - 90	16.8
800	26 - 58	40.3	4 - 18	11.2
1,000	6 - 64	45.5	2- 42	23.5

ตารางที่ ข6 ผลของค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	202 - 364	293.4	101-286	203.6
400	323-582	459.6	172-410	280.4
600	447 - 772	591.3	272 - 384	337.9
800	382 - 814	671.3	333 - 508	388
1,000	498 - 1001	819.2	402 - 537	465.7

ตารางที่ ข7 ผลของค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	4 31	18.7	6 30	14.4
400	16 36	25.3	8 34	17.6
600	28 56	40.3	10 33	22.8
800	36 58	47.1	8 50	23.1
1,000	16 78	54.1	12 46	27.6

ตารางที่ ข8 ผลของค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	76.6 - 226.7	156.1	2.25-9.92	5.5
400	191.6-305	246.2	4.8-14.01	8.8
600	290 - 490	389	7.4 - 32.8	14.3
800	352.2 - 585	495.4	6 - 43.06	15.8
1,000	416.67 - 705	614.7	8 - 35.28	26.3

ตารางที่ ข9 ผลของค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	157.9 - 240.6	212.1	11.3-39.6	22.5
400	319.6-470	413.6	15.0-97.2	43
600	476.3 - 754.5	624.6	40.3 - 150.4	76.9
800	639.2 - 958.8	828.6	37.6 - 157.9	72.5
1,000	827.2 - 1278.4	1043.1	51.6 - 198	117.8

ตารางที่ ข10 ผลของค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอติ (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	0.7 - 0.9	0.8	0.3-1.2	0.5
400	1.3-1.6	1.5	0.5-1.2	0.9
600	1.7 - 2.4	2.2	0.9 - 2.0	1.4
800	2.1 - 3.2	2.9	0.5 - 1.8	1.3
1,000	2.5 - 4.2	3.7	1.2 - 3.2	2.1

ตารางที่ ข11 ผลของค่าแอม โมเนียเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอติ (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	0.88 - 1.5	1.2	0.00-1.4	0.3
400	2.1-2.9	2.5	0.00-1.8	0.6
600	2.8 - 4.4	3.7	0.2 - 3.7	1.2
800	3.9 - 6.0	5	0.1 - 6.2	1.6
1,000	4.7 - 7.4	6.6	0.2 - 6.1	3

ตารางที่ ข12 ผลของค่าแคลเซียมเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอติ (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	\bar{x}	ช่วงค่า	\bar{x}
200	3.7 - 5.6	4.9	1.1-5.6	2.6
400	8.1-11.6	10	1.4-6.7	3.9
600	11.2 - 19.3	15.5	4.1 - 14.4	6.6
800	15.8 - 25.2	21	3.7 - 15.4	7.4
1,000	18.9 - 32.9	26.6	4.6 - 15.8	10.1

ภาคผนวก ค

ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย
ของพารามิเตอร์ต่างๆ เมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า
เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



ตารางที่ ค1 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	15 - 48	30.9
400	30 - 51	42.6
600	39 - 61	42.9
800	9 54	42.6
1,000	23 - 52	43.7

ตารางที่ ค2 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	14 - 93	54.1
400	22 - 80	54.5
600	6 94	67.5
800	44 - 89	70.6
1,000	13 - 96	54.7

ตารางที่ ค3 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	12 50	30.3
400	29 50	41.7
600	36 - 59	42.3
800	6 53	40.8
1,000	13 - 51	41.8

ตารางที่ ค4 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของบีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	93 - 98	96.4
400	93 - 98	96.4
600	92 - 98	96.3
800	92 - 99	96.8
1,000	89 - 99	95.4

ตารางที่ ค5 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของซีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	83.52 - 94.9	89.63
400	76.64 - 95.51	89.81
600	80.07 - 93.43	87.76
800	83.53 - 95.26	91.28
1000	82.05 - 93.86	88.84

ตารางที่ ค6 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมดเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	(-51.4) - 70	30.1
400	10 - 67.7	42.4
600	17.2 - 59.1	34.3
800	39 - 82	53.7
1,000	13.7 - 65.1	43.8

ตารางที่ ข7 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของแอม โมเนียเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	0 - 100	79.7
400	30.6 - 100	77.9
600	11.7 - 95.3	70.3
800	0 - 98.8	70.6
1,000	13.4 - 96.2	56

ตารางที่ ค8 ผลของประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของเจดาคาล ไนโตรเจนเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพการบำบัด	
	ช่วงค่า	\bar{x}
200	0.0 - 78.6	47.7
400	38.7 - 87.9	60.7
600	12.8 - 74.5	57.8
800	25.4 - 82.8	65
1,000	38.4 - 83.7	61.8

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายชยาวุต จันทภูมิ
ภูมิลำเนา 290 หมู่ 5 ต.ท่าชัย อ.เมืองชัยนาท
จ.ชัยนาท

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนหนองเต่าวิทยา
อุทัยธานี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: cchayawut@hotmail.com



ชื่อ นายนิติวิศว์ แดงไทย
ภูมิลำเนา 131 หมู่ 1 ซอยสันติสุข ต.ท่าทอง อ.เมืองฯ
จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพิษณุโลก
พิทยาคม พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: nitiwis@hotmail.com

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายณานนท์ จันทร์อร่ามณา
 ภูมิลำเนา 34/1 หมู่ 3 ต.ล้อมแรด อ.เถิน จ.ลำปาง
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเถินวิทยา
ลำปาง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: legolas_pray@hotmail.com



ชื่อ นายธรรมรัตน์ ช่างจิต
 ภูมิลำเนา 19/29 ถนนจ่านกร้อง ต.ในเมือง อ.เมืองพิษณุโลก
 จ.พิษณุโลก
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนจ่านกร้อง
พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: thammarat_c@mail.nu.ac.th