

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ระยะเวลา
เก็บกัก 24 ชั่วโมง

The Leachate Treatment of Sequencing Batch Reactor at 24
Hours Retention Time.

นายอรรถพล	พุทธิสสอน	รหัส 53364635
นายธนดล	ท่าซุง	รหัส 53364413
นางสาวกมลชนก	มิตรานนท์	รหัส 53364321

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี
ปีการศึกษา 2556

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 20 ก.ค. 2558
เลขทะเบียน..... 169 00240
เลขเรียกหนังสือ..... ปร.
มหาวิทยาลัยธนบุรี ๒๕๖ ๑

2556



ใบรับรองปริญญาโท


ชื่อหัวข้อโครงการ การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสบีอาร์ ที่
ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง


ผู้ดำเนินโครงการ นายอรรถพล พุทธิติสสอน รหัส 53364635
นายธนดล ท่าสูง รหัส 53364413
นางสาวกมลชนก มิตรานนท์ รหัส 53364321

ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ วรพงศ์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์ วรพงศ์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)


.....กรรมการ
(อาจารย์ อ่ำพล เตโชวานิชย์)


.....กรรมการ
(ดร. วิลาวลัย คณิตชัยเดชา)

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสบีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง		
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นายอรรถพล	พุทธติสสอน	รหัส 53364635
	นายธนดล	ท่าซุง	รหัส 53364413
	นางสาวกมลชนก	มิตรานนท์	รหัส 53364321
ที่ปรึกษาโครงการงาน	อาจารย์ วราวงศ์ลักษณ์	ช่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2556		

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสบีอาร์ ที่ระยะเวลาการเก็บกัก 24 ชั่วโมง มีวัตถุประสงค์เพื่อ การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบ SBR ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้แบบจำลองระบบเอสบีอาร์บำบัดน้ำชะขยะจำนวน 3 ถัง ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการศึกษาพบว่า การบำบัดน้ำชะขยะที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 83.0 88.0 และ 89.0 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 87.4 87.7 และ 88.0 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดเจตาเลนไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 50 57 และ 57 ตามลำดับ จากการทดลองสรุปได้ว่าที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมงดีที่สุด

Project title	The Study of Leachate Treatment Efficiency by of Sequencing Batch Reactor at 24 Hours Retention Time.		
Name	Mr. Athaphon	Phuttadisson	ID 53364635
	Mr. Thanadon	Thasoong	ID 53364413
	Miss. Kamonchanok	Mitranon	ID 53364321
Project advisor	Miss. Warangluck	Sonklin	
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2013		

Abstract

The objectives were to Study the leachate treatment efficiency of SBR system at 24 hours HRT and compare the treatment efficiency at inlet water COD between 200 400 and 600 mg/l. Three models were used in the laboratory.

The result showed that at the influent COD concentration of 200 400 and 600 mg/l, the average COD removal efficiencies were 83.0%, 88.0%, and 89.0% respectively. The average BOD removal efficiencies were 87.4%, 87.7%, and 88.0% respectively. The average TKN removal efficiencies were 50%, 57%, and 57% respectively. It was found that the leachate treatment efficiency of COD concentration influent at 600 mg/l was the best at 24 hours detention time.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ระยะเก็บกาก 24 ชั่วโมง ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางผู้จัดทำดำเนินงานขอขอบพระคุณอาจารย์วรารักษ์ ชอนกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำให้โครงการตลอดจนการติดตามและประเมินผลการทำโครงการมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณวิชา อิมกระจ่างและคุณยุพา เอี่ยมบัวหลวง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือในการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ นางสาวลูกน้ำ มากกลิ่น ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านงานเอกสารทางราชการ ระหว่างดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ ฝ่ายการเงินของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายเงิน ในการดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู และสั่งสอนจนเติบโตมาถึงปัจจุบัน ตลอดจนช่วยอุปการะทางการเงิน และคอยให้กำลังใจจนกระทั่งโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่ได้เอื้อนามในที่นี้ ที่มีส่วนร่วมช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณคุณงามความดีที่เกิดจากโครงการนี้ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยร่วมช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากการดำเนินงานโครงการนี้ คณะผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม
นายอรรถพล พุทธิสสอน
นายธนดล ทำซุง
นางสาวกมลชนก มิตรานนท์
ธันวาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 ขยะมูลฝอย	4
2.2 องค์ประกอบน้ำชะขยะ	5
2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	7
2.4 ระบบเอสปีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)	8
2.5 การเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ	16
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	16
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	25
4.1 พีเอช	25
4.2 อุณหภูมิ	26
4.3 สภาพการนำไฟฟ้า	28
4.4 บีโอดี	29
4.5 ซีโอดี	31
4.6 ออกซิเจนละลายน้ำ	33
4.7 ของแข็งทั้งหมด	35
4.8 ของแข็งแขวนลอย	36
4.9 ของแข็งละลายน้ำ	38
4.10 ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน	40
4.11 ของแข็งแขวนลอยละลายง่ายในน้ำตะกอน	41
4.12 ของแข็งจมตัว	42
4.13 เจดาคัลไนโตรเจน	43
4.14 แอมโมเนีย	45
4.15 ไนเตรท - ไนโตรเจน	46
4.16 ประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวม	48
4.17 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ	49
4.18 การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในแต่ละเดือนของการทำการทดลอง	51
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	53
5.1 บทสรุป	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก ก	56
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	65

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการศึกษาโครงการ	2
2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ	6
2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	7
2.3 ค่ากำหนดการออกแบบระบบเอสบีอาร์	14
2.4 ค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเอสบีอาร์ โดยขึ้นกับโครงการในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538-2542	14
3.1 ตารางแสดงความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบ SBR ที่ระยะเวลา กักเก็บ 7 วัน	21
3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	22
3.3 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง	23
3.4 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบ	24



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอยจากกิจกรรมต่างๆ	5
2.2 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR	9
2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ SBR	10
2.4 การเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator)	10
2.5 การเติมอากาศที่ใต้น้ำ (Submersible Aerator)	11
3.1 กล้องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองระบบ SBR	16
3.2 เครื่องเติมอากาศ	17
3.3 เครื่องสูบน้ำแบบบริด (Low Speed Peristal Pump)	17
3.4 เครื่องสูบน้ำแบบบริด (Low Speed Peristal Pump)	18
3.5 ถังน้ำเข้า	18
3.6 กล้องพลาสติกสำหรับใส่น้ำออก	19
3.7 การติดตั้งระบบ SBR	19
3.8 แบบจำลองระบบ SBR	20
3.9 แผนภูมิวิธีการทดลอง	24
4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าระบบเมื่อความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	25
4.2 พีเอชของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	26
4.3 อุณหภูมิของน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	27
4.4 อุณหภูมิของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	27
4.5 สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	28
4.6 สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	29
4.7 บีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	30
4.8 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	30
4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	31
4.10 ซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	32
4.11 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	33

สารบัญรูป(ต่อ)

4.12 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	33
4.13 ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ความเข้มข้นโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน 1 รอบการดำเนินการ	34
4.14 ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	35
4.15 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	35
4.16 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	36
4.17 ของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	37
4.18 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	37
4.19 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยโดยเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	38
4.20 ของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	39
4.21 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	39
4.22 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำโดยเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	40
4.23 ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	41
4.24 ของแข็งแขวนลอยละเอียดในน้ำตะกอนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	42
4.25 ของแข็งจมตัวที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	43
4.26 เจดัลไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	43
4.27 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดัลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	44
4.28 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดัลไนโตรเจนเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	44
4.29 แอมโมเนียในน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	45

สารบัญรูป(ต่อ)

4.30 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	46
4.31 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีเท่ากับ 200 400 และ600 มิลลิกรัมต่อลิตร	46
4.32 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีเท่ากับ 200 400 และ600 มิลลิกรัมต่อลิตร	47
4.33 ประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมของระบบเอสปีอาร์ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ600 มิลลิกรัมต่อลิตร	48
4.34 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
4.35 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
4.36 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	50
4.37 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	50



บทที่ 1

บทนำ

การดำเนินโครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบ SBR ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นโครงการด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างมากในประเทศไทย ส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมากส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปริมาณขยะที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการขยะ และในการจัดการกับขยะของประเทศไทยที่ได้รับความนิยม คือ วิธีการฝังกลบ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ภายในหลุมฝังกลบมีขยะทับถมกันเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดน้ำชะขยะในปริมาณมาก หากไม่มีการบำบัดน้ำชะขยะก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะส่งผลให้แหล่งน้ำเน่าเสีย มีกลิ่นเหม็นและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้ไม่สามารถนำน้ำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ จึงจำเป็นที่จะต้องบำบัดน้ำชะขยะให้ผ่านตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และเกิดปัญหาการใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่มากขึ้น การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ SBR เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบตะกอนเร่งที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูง การทำงานของระบบจะรวมถึงเติมอากาศ ตังตกตะกอนและตังพักระบบไว้ในถังเดียวกัน ทำให้ลดพื้นที่ก่อสร้าง สามารถควบคุมไม่ให้เกิดการผสมระหว่างน้ำใสและตะกอนได้ง่าย ทำให้น้ำทิ้งออกจากระบบอยู่ในมาตรฐานที่ต้องการ ดังนั้นระบบ SBR จึงมีความน่าสนใจในการนำมาบำบัดน้ำชะขยะซึ่งเป็นที่มาของโครงการนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบ SBR ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง
- 1.2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะ ด้วยระบบ SBR ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง
- 1.3.2 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบ SBR ที่ปริมาณความเข้มข้นต่างๆกัน

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

การทำโครงการได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบจำลองจำนวน 3 ถึง สำหรับน้ำชะขยะที่มี ความเข้มข้นของซีไอที 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีระยะเวลาเก็บ 24 ชั่วโมง นำน้ำเข้าและน้ำออกมาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆเป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์มีดังนี้ อุณหภูมิ พีเอช สภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ ของแข็งจมตัว เจดัลไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนโตรเจน บีโอดี ซีไอที และออกซิเจนละลายน้ำ โดยระยะเวลาทำการทดลองเริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2556

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ SBR
- 1.5.2 กำหนดขอบเขตระยะเวลาการดำเนินงาน
- 1.5.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการ
- 1.5.4 ฝึกฝนทักษะการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ
- 1.5.5 เริ่มต้นเดินระบบ
- 1.5.6 รวบรวมผลการทดลอง
- 1.5.7 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง
- 1.5.8 ทำรายงานฉบับโครงร่าง
- 1.5.9 ปรับปรุงและแก้ไขโครงการ
- 1.5.10 ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
	2556	2556	2556	2556	2556	2556	2556	2556
ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ SBR	➔							
กำหนดขอบเขตระยะเวลาการดำเนินโครงการ	➔							
เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการ		➔						
ฝึกฝนทักษะการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ		➔						
เริ่มต้นเดินระบบ					➔			
รวบรวมผลการทดลอง					➔			
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง					➔			
ทำรายงานฉบับโครงร่าง		➔						
ปรับปรุงและแก้ไขโครงการ						➔		
ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์								➔

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1.7.1 ค่าอุปกรณ์ทำแบบจำลอง	1,000 บาท
1.7.2 ค่าเครื่องเติมอากาศ	1,000 บาท
1.7.3 ค่าวัสดุสำนักงาน	500 บาท
1.7.4 ค่าหัวเติมอากาศ	100 บาท
1.7.5 อื่นๆ	400 บาท
รวม	3,000 บาท

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ขยะมูลฝอย

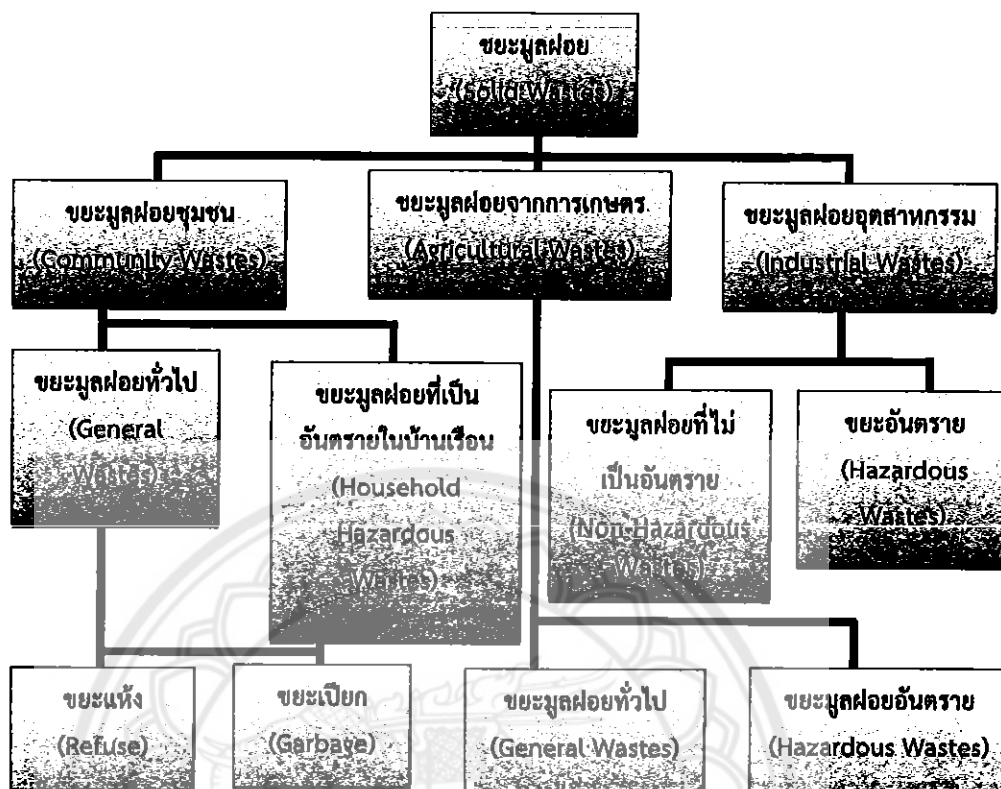
ขยะ หรือ มูลฝอย หรือ ของเสีย เป็นเหตุสำคัญประการหนึ่งที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย มูลฝอยหรือของเสียมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพราะสาเหตุจากการเพิ่มของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจและทางอุตสาหกรรม นับเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชน ต้องจัดการและแก้ไข ปริมาณกากของเสียและสารอันตราย ไตแก ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและสารพิษปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ ตลอดจนบางส่วนตกค้างอยู่ในอาหารทำให้ประชาชนทั่วไปเสี่ยงต่ออันตรายจากการเป็นโรคต่างๆ

2.1.1 ความหมายของขยะ

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความของคำว่า ของเสีย หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็งของเหลวหรือก๊าซ ในทางวิชาการจะใช้คำว่า ขยะมูลฝอย ซึ่งหมายถึงบรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเนาเปื้อยหรือไม่ก็ตาม รวมตลอดถึงเถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฟุนละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อูจจาระ และปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล วิธีจัดเก็บและกำจัดแตกต่างไปจากวิธีการจัดขยะมูลฝอย

2.1.2 แหล่งกำเนิดขยะ

แหล่งชุมชน กิจกรรมอุตสาหกรรม และกิจกรรมเกษตร จัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของขยะที่สำคัญ เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นขยะก็จะเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ประกอบกับมีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ก็ยังทำให้มีขยะใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย ขยะมูลฝอยเหล่านี้มีทั้งขยะทั่วไปและของเสียอันตราย แต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอยจากกิจกรรมต่างๆ

ที่มา : http://www.adeq.or.th/web/news/news_green_detail.php?id=25&cateid

2.1.3 องค์ประกอบของน้ำชะขยะ

จากตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของน้ำชะขยะในหลุมฝังกลบที่อายุน้อยกว่า 2 ปีและมากกว่า 10 ปี จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบต่างๆมีค่าน้อยลงเมื่อระยะเวลามากขึ้น แต่เมื่อนำองค์ประกอบของน้ำชะขยะมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ดังตารางที่ 2.2 พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ

องค์ประกอบ	ปริมาณ (mg/l)		
	หลุมฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี)		หลุมฝังกลบเก่า (อายุมากกว่า 10 ปี) (mg/l)
	ช่วงค่า (mg/l)	ค่าทั่วไป (mg/l)	
บีโอดี 5	2,000-30,000	10,000	100-200
ทีโอดี	1,500-20,000	6,000	80-160
ซีโอดี	3,000-60,000	18,000	100-500
ของแข็งแขวนลอย	200-2,000	500	100-400
สารอินทรีย์ไนโตรเจน	10-800	200	80-120
แอมโมเนียไนโตรเจน	10-800	200	20-40
ไนเตรท	5-40	25	5-10
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	5-100	30	5-10
ฟอสฟอรัส	1,000-10,000	3,000	200-1,000
การนำไฟฟ้า	4.5-7.5	6	6.6-7.5
ความเป็นกรด-ด่าง	300-10,000	3,500	200-500
ความกระด้าง	200-3,000	1,000	100-400
แคลเซียม	50-1,500	250	50-200
แมกนีเซียม	200-1000	300	50-400
โปแทสเซียม	200-2,500	500	100-200
โซเดียม	200-3,000	500	100-400
คลอไรด์	50-1,000	300	20-50
ซัลเฟต	50-1,200	60	20-200

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2537

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1.ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	5.5 – 9.0
2.ค่าที่ติเอส (TDS หรือ Total Dissolve Solids)	ไม่เกิน 3000 มก/ล.
3.สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก/ล.
4.อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40 °C
5.ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก/ล.
6.ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kieldhl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก/ล.
7.ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก/ล.

ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html

2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ก่อนที่จะมีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำเสียหรือน้ำชะขยะต้องผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โดยกระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 3 ประเภท คือ

2.2.1 กระบวนการทางกายภาพ

เป็นกระบวนการที่ใช้แยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำด้วยวิธีต่างๆ ไม่ซับซ้อน โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ ที่เหมาะแก่การแยกสิ่งเจือปน โดยมากจะเป็นขั้นตอนแรกของการบำบัดน้ำเสีย อุปกรณ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียทางกายภาพ เช่น ตะแกรงหนายาบ ตะแกรงละเอียด ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน และถังตกตะกอน เป็นต้น

2.2.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical Process)

เป็นกระบวนการที่ต้องพึ่งพาสารเคมีเพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการ มักใช้กระบวนการนี้เมื่อไม่สามารถใช้วิธีอื่นได้ผลหรือได้ผลแต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง กระบวนการเคมีที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เช่น การทำให้เป็นกลางหรือปรับพีเอช กระบวนการโคแอกกูเลชัน การตกตะกอนผลึก และออกซิเดชัน - รีดักชัน เป็นต้น

2.2.3 กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Process)

เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายแบ่งเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process)

2.2.3.1 กระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน เปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลายเป็น CO_2 , CH_4 และ H_2S เช่น กระบวนการย่อยไร้ออกซิเจน ถึงกรองไร้ออกซิเจน ระบบยูเอเอสบี เป็นต้น มีกลไกการย่อยสลายซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ กระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) กระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis) กระบวนการสร้างอะเซเตท (Acetogenesis) กระบวนการสร้างมีเทน (Methanogenesis)

2.2.3.2 กระบวนการบำบัดแบบใช้อากาศ

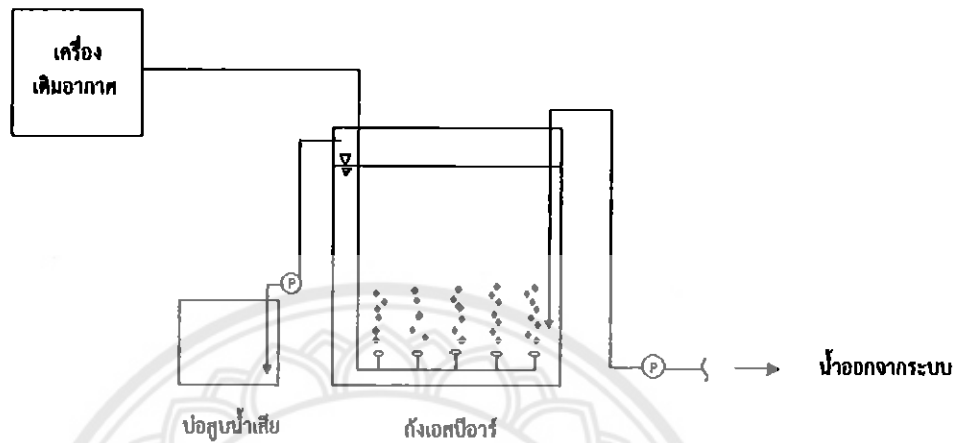
เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน เปลี่ยนสารอินทรีย์ ให้กลายเป็น CO_2 และน้ำ เช่น ระบบเอเอส ระบบฟิล์มตรึง ระบบสระเติมอากาศ ระบบโปรยกรอง เป็นต้น

ระบบเอเอส (Activated Sludge) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยาโดยใช้จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบเอเอสจัดเป็นระบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากจำเป็นต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด ระบบโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมาก สภาพภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบแอโรบิก จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอน ส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำที่ใสสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ในปัจจุบันระบบเอเอสมีการพัฒนาหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix) กระบวนการปรับเสถียร (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) และระบบเอสปีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น ซึ่งในที่นี้กลุ่มของข้าพเจ้ามีความสนใจในระบบเอสปีอาร์ เพราะเป็นระบบที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่จำกัดแต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง

2.3 ระบบเอสปีอาร์

ระบบเอสปีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ที่มีการทำงานแบบกะ (Batch) เริ่มมีการใช้งานระบบเอสปีอาร์ในช่วงต้น ค.ศ.1960 ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์และสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำเสีย ระบบเอสปีอาร์ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถควบคุมง่ายและเหมาะสมสำหรับใช้ในการบำบัดทั้งน้ำเสียจากชุมชนและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มีน้ำเสียไม่มาก แผนผังแสดงการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสปีอาร์ ดังรูปที่ 2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสปีอาร์ ลักษณะสำคัญของระบบ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสปีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้ 1. ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ 2. ช่วงทำปฏิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD) 3. ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงกันถึงปฏิริยา 4. ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด 5. ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่ โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่ง

แสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสปีอาร์ แผนผังแสดงการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสปีอาร์ ดังรูปที่ 2.2

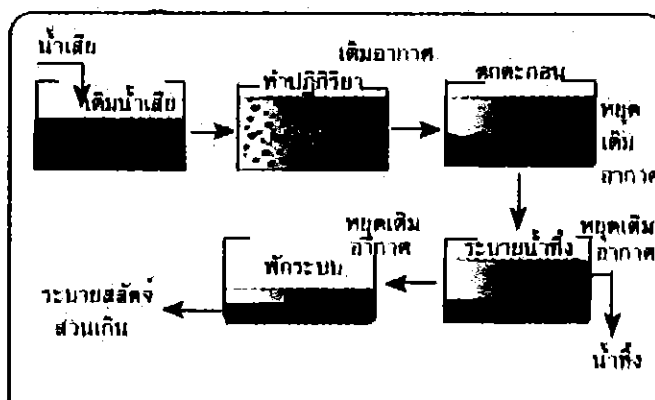


รูปที่ 2.2 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR

2.3.1 ลักษณะการทำงานของถังเอสปีอาร์

การทำงานของถังปฏิกริยาในระบบเอสปีอาร์ แบ่งเป็น 5 ช่วงดังรูปที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) เป็นช่วงที่มีการเติมน้ำเข้าถังปฏิกริยาที่มีน้ำตะกอนจุลินทรีย์จากวงจรการทำงานก่อนหน้านี้การเติมน้ำเสียเข้าไปในถังทำให้ระดับน้ำในถังปฏิกริยาสูงขึ้น ช่วงเวลาการเติมน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลตามธรรมชาติของน้ำเสียนั้น หรือความสามารถของเครื่องสูบน้ำนั้น
2. ช่วงการบำบัด (React) เป็นช่วงที่เกิดปฏิกริยาบำบัดน้ำเสียอาจจะมีการกวนหรือการเติมอากาศในถังปฏิกริยาระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายจะขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการแต่ต้องมีระยะเวลาที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดปฏิกริยาอย่างสมบูรณ์
3. ช่วงที่ตกตะกอน (Settle) เป็นช่วงที่เกิดการแยกตัวของตะกอนจากน้ำใสโดยช่วงนี้จะไม่มีการกวนจากการเติมอากาศหรือการกวน ระยะเวลาในการตกตะกอนไม่ควรนานเกินไปเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาตะกอนลอยตัว
4. ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) เป็นช่วงระบายน้ำใสที่ผ่านการบำบัดแล้วออกจากถังปฏิกริยาระยะเวลาการระบายขึ้นอยู่กับกรออกแบบแต่ไม่ควรใช้เวลานานเกินไปและไม่ควรมีตะกอนหลุดออกจากถังปฏิกริยา
5. ช่วงพักระบบ (Idle) เป็นช่วงการพักระบบเพื่อรองรับน้ำเสียที่จะเข้ามาสู่การบำบัดในถังปฏิกริยา กรณีที่มีน้ำทิ้งมากอาจจะต้องมีถังปฏิกริยามากกว่า 1 ถัง โดยแต่ละถังจะทำหน้าที่ไม่เหมือนกันเพื่อให้สามารถรับและบำบัดน้ำเสียได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ SBR

ที่มา : http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/water/page_04e.htm

2.3.2 การเติมอากาศของระบบ

การเติมอากาศในระบบมี 2 รูปแบบ คือ การเติมอากาศที่ผิวน้ำ และ การเติมอากาศใต้น้ำ

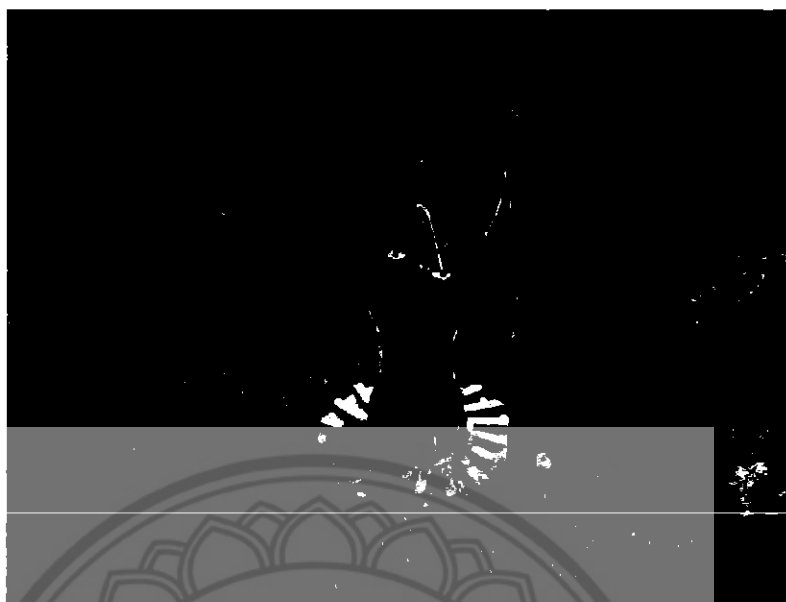
2.3.2.1 การเติมอากาศที่ผิวน้ำ (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวน้ำให้กระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมวลสารในน้ำเสียให้ทั่วป้อ แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเติมอากาศที่ผิวน้ำ (Surface Aerator)

ที่มา : http://www.fsh.mi.th/psvp/Image/water/wastewater_treatment_

2.3.2.2 การเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air Blower) อยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ ลักษณะของเครื่อง มอเตอร์ และชุดเกียร์มักติดตั้งอยู่เหนือน้ำหรือใต้น้ำ และต่อแกนใบพัดลงไปใต้น้ำ อากาศจะถูกสูบเข้าไปใตใบพัดเพื่อตีให้เกิดฟองและไหลลงเพื่อเพิ่มเวลาสัมผัสของอากาศกับน้ำ ประสิทธิภาพการเติมอากาศต่ำกว่าเครื่องเติมอากาศผิวน้ำเล็กน้อย แต่มีข้อดีที่สามารถปรับการเติมอากาศได้ตามอัตราการไหลอากาศ แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเติมอากาศที่ใต้น้ำ (Submersible Aerator)

ที่มา : <http://www.esi.info/detail.cfm/Sulzer-Pumps-Wastewater-UK>

2.3.3 ขั้นตอนการเริ่มต้นระบบเอเอส

ระบบเอเอส เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศ

ขั้นตอนในการเริ่มต้นระบบเอเอสประกอบด้วย

1. คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ
2. เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-2 กิโลกรัมต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลูกบาศก์เมตร โดยคิดจากปริมาตรเป็นครึ่งหนึ่งของถังเติมอากาศ
3. เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของถังเติมอากาศ
4. เติมสลัดจ์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ ซึ่งมาจากสลัดจ์เข้มข้น (จากถังตกตะกอนของระบบเอเอสจากที่อื่น) เติกลงในถังเติมอากาศ เพื่อเพิ่มระดับ MLSS ประมาณ 1,000 – 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่น ถ้าหัวเชื้อมีความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (สลัดจ์เข้มข้นร้อยละ 1) ให้เติมในถังเติมอากาศอัตรา 100 ลิตรต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร โดยคิดปริมาตรน้ำเป็นครึ่งหนึ่งของถังเติมอากาศ
5. ปรับเครื่องเติมอากาศให้สามารถเติมได้ตลอดเวลา
6. เมื่อเดินเครื่องเติมอากาศได้ 3 วันจึงเริ่มเติมน้ำเสียวันละร้อยละ 5 ของน้ำเสียที่จะกำจัด
7. ในระหว่างเริ่มต้นระบบและยังรับน้ำเสียไม่เต็มที่ยังไม่ต้องระบายสลัดจ์ทิ้งแต่เพื่อควบคุมการทำงานแบบต่อเนื่องต้องเดินเครื่องสูบลัดจ์กลับเข้าสู่ถังเติมอากาศ

2.3.4 ข้อดี – ข้อเสียของการบำบัดน้ำเสียในระบบเอสปีอาร์

ข้อดีของระบบเอสปีอาร์

1. ระบบเอสปีอาร์จะรวมส่วนของถังพัก ถังเติมอากาศและถังตกตะกอนในถังเดียวกันทำให้ลดพื้นที่ก่อสร้าง
2. ระบบสามารถควบคุมไม่ให้เกิดการผสมระหว่างน้ำใสและตะกอนได้ง่าย ทำให้น้ำที่ออกจากระบบอยู่ในมาตรฐานที่ต้องการ และควบคุมปริมาณได้
3. ระบบสามารถรับการเปลี่ยนแปลงภาระบรรทุกอินทรีย์ (Organic Loading) ได้ดี โดยน้ำเสียที่เข้าระบบถูกเจือจางโดนน้ำในถังปฏิกิริยาซึ่งที่ทำการบำบัดแล้วในรอบการทำงานที่ผ่านมา
4. ระบบสามารถเปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะและปริมาณน้ำเสียได้
5. ระบบไม่จำเป็นต้องหมุนเวียนตะกอน เพราะตะกอนจุลินทรีย์อยู่ในถังปฏิกิริยาตลอดเวลา
6. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกเส้นใยสามารถควบคุมได้โดยการควบคุมระบบการทำงานในขั้นตอนการเติมน้ำเสีย
7. ระบบสามารถควบคุมให้เกิดไนตริฟิเคชัน – ดีไนตริฟิเคชัน หรือการกำจัดฟอสฟอรัสได้โดยไม่ต้องเติมสารเคมีแต่อาศัยการควบคุมวัฏจักรของการบำบัด

ข้อเสียของระบบเอสปีอาร์

1. การทำงานของระบบต้องอาศัยผู้ควบคุมที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการควบคุมระบบสูงเนื่องจากการทำงานของระบบเป็นแบบอัตโนมัติ
3. ระบบมีความเหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบน้อย

2.3.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบเอสปีอาร์

2.3.5.1 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (Organic Loading)

สารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบเอสปีอาร์ ดังนั้นหากความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ

2.3.5.2 ระยะเวลาการบำบัด (Detention Time)

ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย จะต้องนานเพียงพอที่จุลินทรีย์จะใช้ในการย่อยสลายสารต่างๆ หากมีระยะเวลาสั้นเกินไปสารที่ย่อยสลายยาก จะถูกย่อยไม่ถึงขั้นสุดท้ายทำให้น้ำที่ยังมีความสกปรกหลงเหลืออยู่มาก

2.3.5.3 อัตราไหลของน้ำเสีย (Flow rate)

การเปลี่ยนแปลงอัตราไหลน้ำเสียที่เข้ามาในระบบมีผลโดยตรงต่อการทำงานของกระบวนการทางชีววิทยาและการตกตะกอน หากน้ำเสียมีอัตราไหลเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ระยะเวลาในการบำบัดน้อยลง ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบลดลง

2.3.5.4 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

ถังเติมอากาศจะต้องมีค่าออกซิเจนละลายน้ำไม่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อป้องกันการเกิดจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย

2.3.5.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Positive Potential of Hydrogen Ions: pH)

ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรียอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 ระบบจะทำงานได้ไม่ดีถ้า pH สูงหรือต่ำมากๆ จุลินทรีย์จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

2.3.5.6 ธาตุอาหาร (Nutrient)

จุลินทรีย์มีความต้องการธาตุอาหารซึ่งหากขาดธาตุอาหารไปอาจทำให้ลดประสิทธิภาพของระบบลงได้ โดยคิดธาตุอาหารสำหรับระบบแบบใช้อากาศเป็น BOD:N:P เท่ากับ 100:5:1 ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ในระบบ

2.3.5.7 สารเป็นพิษ (Toxic)

สารเป็นพิษแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มออกฤทธิ์เฉียบพลัน (Acute Toxicity) ได้แก่ โซยาไนต์ อาร์เซนิก เป็นต้น ซึ่งมีผลให้จุลินทรีย์ตายหมดในไม่กี่ชั่วโมง และอีกกลุ่มคือกลุ่มออกฤทธิ์ช้า (Chronic Toxicity) เช่น ทองแดง และโลหะหนักต่างๆ โดยจะสะสมอยู่ในเซลล์จุลินทรีย์จนตายในที่สุด

2.3.5.8 การกวน (Stirring)

ภายในถังกวนอากาศจะต้องมีการกวนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดก้อนจุลินทรีย์ตกตะกอนที่จะนำไปสู่ภาวะไร้อากาศ และเพื่อให้จุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสียที่ส่งเข้ามาบำบัด

2.3.2.9 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียสเป็น 35 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ที่มีในระบบจะมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น

2.4 การออกแบบและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบ

ในการออกแบบระบบเอสบีอาร์สำหรับน้ำเสียทุกประเภทสิ่งที่จะต้องพิจารณาเบื้องต้นคือ ลักษณะน้ำเสียที่จะเข้าระบบ คุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ อัตราการไหลของน้ำ ค่าความสกปรกของน้ำในรูปของ บีโอดี ของแข็งทั้งหมด พีเอช เจดัลไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด มาตรฐานน้ำทิ้งรวมถึงค่ากำหนดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบได้แก่ ค่าอัตราส่วนสารอินทรีย์ต่อจุลชีพ (Food to microorganism Ratio: F/M) ระยะเวลาการบำบัด (Detention Time: DT) ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ (Mixed Suspended Solid: MLSS) และเวลากักพักน้ำ (Hydraulic Retention Time: HRT) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ากำหนดการออกแบบระบบเอสปีอาร์

รายการ	คำแนะนำ (ช่วง)
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ (กก.บีโอดี5/กก.MLVSS-วัน)	0.05-0.30
อายุสลัดจ์ (วัน)	8-20
อัตราภาระอินทรีย์(กก.บีโอดี5/ลบ.ม-วัน)	0.10-0.30
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)	1500-5000
ความจุถังต่ออัตราไหลของน้ำเข้า (ชั่วโมง)	12-50
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	85-95
สัดส่วนระยะเวลาในการควบคุม (%)	
-ช่วงเติมน้ำเสีย (fill)	5-25
-ช่วงปฏิกิริยา (react)	35-50
-ช่วงตกตะกอน (settle)	10-20
-ช่วงระบายน้ำออก (draw)	10-20
-ช่วงพักหรือทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน (idle)	0-5

ที่มา : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540

เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายสำหรับการก่อสร้างระบบเอสปีอาร์ ได้มีการประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อเป็นแนวทางไว้ โดยบริษัท Aqua Aerobic Manufacturer ซึ่งประเมินโดยอิงกับโครงการที่ก่อสร้างในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538-2542 ค่าใช้จ่ายนี้รวมถึงค่าเครื่องจ่ายอากาศ (Blower) วาล์ว (Electrically Operated Valves) หัวจ่ายอากาศ (Diffusers) เครื่องกวน (mixers) บั้มดูดตะกอน (Sludge Pump) เครื่องปล่อยน้ำทิ้ง (Decaners) และระบบควบคุม (Control Panel) แสดงดังตารางที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นกับอัตราการไหล (Flow Rate) ที่ได้ออกแบบ อัตราการไหลเพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเอสปีอาร์จะสูงขึ้นตามด้วยดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเอสปีอาร์ โดยขึ้นกับโครงการ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538-2542

Design Flow Rate (MGD)	Budget Level Equipment Costs (\$)
0.012	94,000
0.015	137,000
1.000	339,000
1.400	405,000
1.460	564,000
2.000	564,000
4.250	564,000

ที่มา : ขวัญเนตร, 2551

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน

ชยาวุฒิ และคณะ (2553)

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำชะขยะต่อประสิทธิภาพการบำบัดของระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนบำบัดน้ำชะขยะจำนวน 5 ถัง ที่มีความเข้มข้น ซีดีไอ น้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการศึกษาพบว่า การบำบัดน้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นซีไอ น้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดซีไอ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 89% 90% 87% 91% และ 88% ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนเท่ากับ 47.7% 60.7% 57.8% 65% และ 61.8% ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ว่า น้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นซีไอ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 ชั่วโมงดีที่สุด

2.5.2 การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง

กิตติพันธ์ และคณะ (2555)

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ความเข้มข้นซีไอ น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้แบบจำลองระบบเอสปีอาร์ บำบัดน้ำชะขยะจำนวน 3 ถัง ที่ความเข้มข้นซีไอ น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการศึกษาพบว่า การบำบัดน้ำชะขยะที่ความเข้มข้นซีไอ น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดซีไอ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 89.57% 90.40% และ 78.81% ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 95.93% 97.46% และ 89.14% ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 52.30% 59.74% และ 49.09% ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 72.53% 70.64% และ 52.14% ตามลำดับ จากการทดลองสรุปได้ว่า น้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นซีไอ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมงดีที่สุด

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

โครงการ การบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบ SBR ที่ระยะเวลาพักเก็บ 24 ชั่วโมง เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของน้ำชะขยะและระยะเวลาในการพักเก็บต่อประสิทธิภาพการบำบัด โดยมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

การดำเนินการทดลองโดยการอาศัยแบบจำลองของระบบ SBR และน้ำชะขยะ รายละเอียดอุปกรณ์และเครื่องมือดังนี้

3.1.1 แบบจำลองระบบ SBR

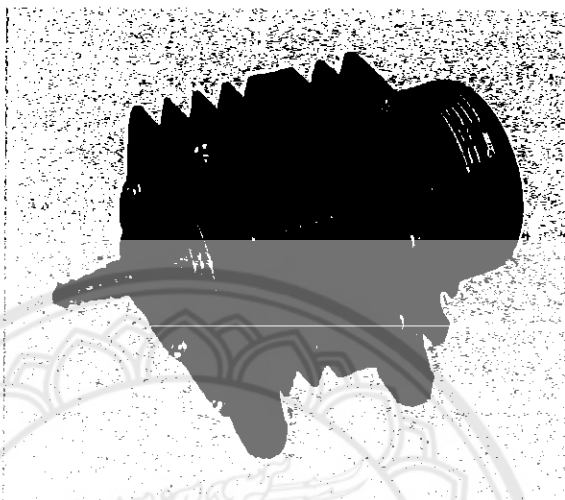
แบบจำลองถังปฏิกรณ์ของระบบ SBR ทำจากกล่องพลาสติกสีขาวขุ่นมีปริมาตร ทั้งหมด 40 ลิตร ดังรูปที่ 3.1 แต่ปริมาตรใช้งานจริงเท่ากับ 31 ลิตร มีขนาดกว้าง 36 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตรและลึก 26 เซนติเมตร จำนวน 3 ถัง และแต่ละถังจะติดหัวเติมอากาศจำนวนถึงละ 5 หัว โดยที่หัวเติมอากาศอยู่ลึกจากผิวน้ำ 20 เซนติเมตร เพื่อให้มีสภาพกวนผสมสมบูรณ์ทั่วทั้งถัง



รูปที่ 3.1 กล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองระบบ SBR

3.1.2 แบบจำลองเครื่องเติมอากาศ

การเติมอากาศใช้เครื่องเติมยี่ห้อ Electromagnetic Air Pump รุ่น AP-30 ดังรูปที่ 3.2 คิดเป็นอัตราการเติมอากาศได้ 60 ลิตรต่อนาที และเครื่องเติมอากาศ 1 เครื่อง ต่อเข้ากับหัวเติมอากาศจำนวน 5 หัว คิดเป็นอัตราเติมอากาศ 12 ลิตรต่อนาทีต่อหัว



รูปที่ 3.2 เครื่องเติมอากาศ

3.1.3 เครื่องสูบน้ำแบบรีด

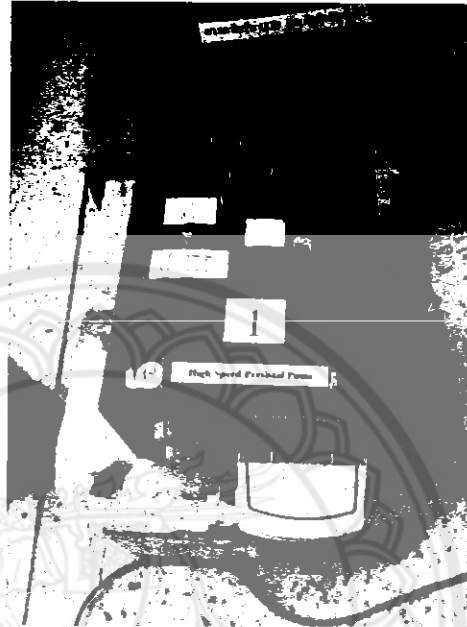
การสูบน้ำชะขยะที่จะบำบัดในโครงการงานเข้าสู่ถังเติมอากาศ โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีดยี่ห้อ Watson Marlow รุ่น 313s ดังรูปที่ 3.3 มีอัตราไหล 3.34 ลิตรต่อชั่วโมง จำนวน 3 เครื่อง



รูปที่ 3.3 เครื่องสูบน้ำแบบรีด (Low Speed Peristal Pump)

3.1.4 เครื่องสูบน้ำแบบบริด

การสูบน้ำเสียออกหลังจากการเติมอากาศเสร็จแล้ว น้ำจะถูกสูบออกไปยังถังน้ำออก โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบบริด ยี่ห้อ Watson Marlow รุ่น 313s ดังรูปที่ 3.4 มีอัตราไหล 17.4 ลิตรต่อชั่วโมง จำนวน 3 เครื่อง



รูปที่ 3.4 เครื่องสูบน้ำแบบบริด (Low Speed Peristaltic Pump)

3.1.5 ถังน้ำเข้า

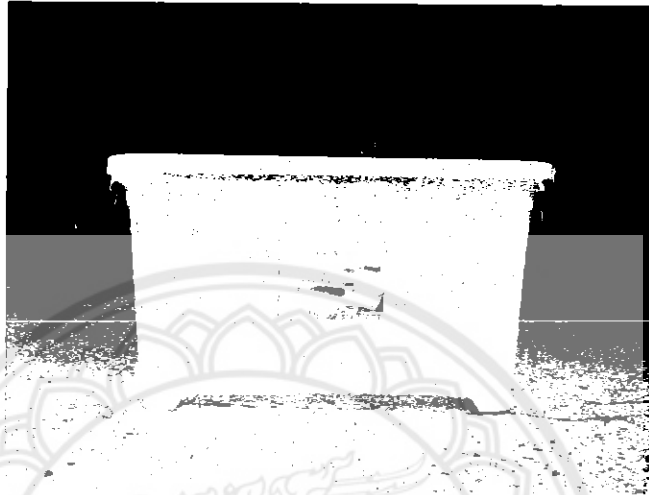
ถังบรรจุน้ำชะขยะที่เจือจางตามความเข้มข้นซีไอดีต่างๆ นำมาบรรจุไว้ในถังพลาสติก ที่ความเข้มข้นไอดีละ 1 ถัง ใช้ทั้งหมด 3 ถัง แต่ละถังบรรจุน้ำชะขยะที่เจือจางแล้ว 20 ลิตรต่อถังแล้วสูบน้ำเข้าถังเติมอากาศต่อไป ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ถังน้ำเข้า

3.1.6 ถังน้ำออก

น้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนในแบบจำลอง น้ำส่วนใสจะถูกสูบโดยเครื่องสูบน้ำแบบรีดจำนวน 20 ลิตรต่อครั้ง ลงสู่ถังน้ำออก ดังรูปที่ 3.6 จากนั้นนำน้ำที่ออกจากระบบไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติด้านต่างๆ

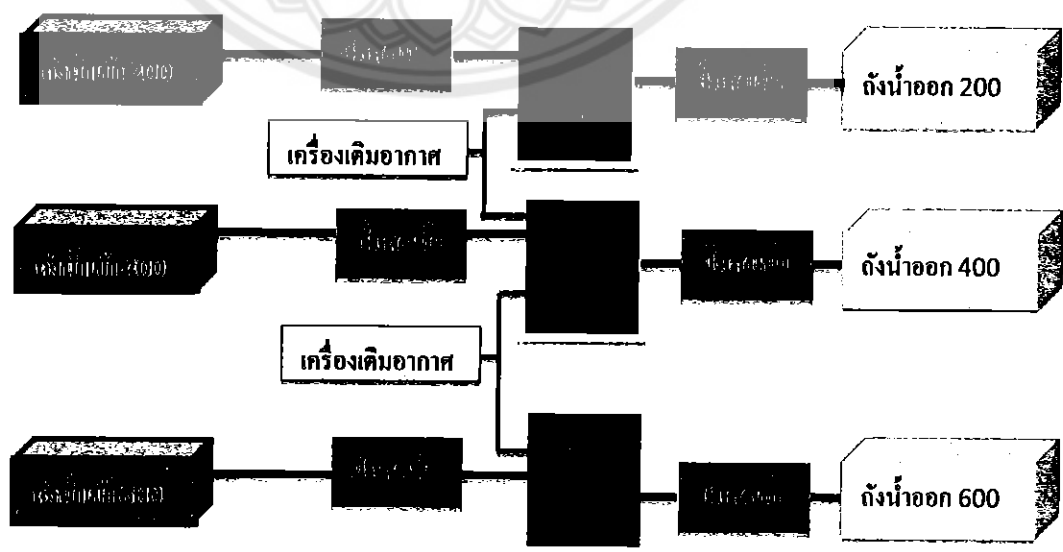


รูปที่ 3.6 ถังพลาสติกสำหรับใส่น้ำออก

3.1.7 การติดตั้งระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบ SBR

การติดตั้งน้ำเสียด้วยแบบจำลองระบบ SBR ดังรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8 เริ่มต้นเดินระบบด้วยการเติมมูลสัตว์ลงในถัง ใช้มูลสัตว์เติมในถังที่มีความเข้มข้นของซีไอดีของน้ำชะขยะคือ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมหากาตให้ทั่วถึง และทิ้งไว้ให้ตกตะกอน หลังจากนั้นใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำส่วนใสออกสู่ถังน้ำออกและนำน้ำที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หาคุณสมบัติด้านต่างๆ

แบบจำลองระบบ SBR



รูปที่ 3.7 การติดตั้งระบบ SBR



รูปที่ 3.8 แบบจำลองระบบ SBR

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการเก็บและเตรียมน้ำชะขยะสังเคราะห์

การเก็บน้ำชะขยะ การดำเนินการเก็บน้ำชะขยะเริ่มต้นจากการติดต่อประสานงานกับองค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อขอน้ำชะขยะจากรถเก็บขยะ โดยปริมาณน้ำชะขยะที่ต้องใช้การทดลองครั้งนี้ประมาณ 80 ลิตร และนำน้ำใส่ไว้ในภาชนะฝาปิด เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นแพร่กระจาย นำน้ำชะขยะที่บรรจุใส่ภาชนะแบบปิด ตั้งทิ้งไว้ในที่โล่งแจ้งเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้แบคทีเรียที่กำลังย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่ได้ปลดปล่อยแก๊สจากการย่อยสลายออกมาก่อน ในขั้นต้นหลังจากตั้งทิ้งไว้กลางแจ้งตามเวลาดังกล่าว ทำการเก็บโดยการแช่แข็งไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ โดยตั้งอุณหภูมิที่ 4 °C

3.2.1.1 การเตรียมน้ำชะขยะสังเคราะห์

น้ำชะขยะที่ใช้ในการศึกษามีความเข้มข้นของซีโอดีเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมจากการเจือจางน้ำชะขยะจริงลงในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วทำการวิเคราะห์หาซีโอดีที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำมาหาปริมาณที่ต้องใช้ ได้ค่าซีโอดีเท่ากับ 70,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นของค่าซีโอดีที่ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เจือจางโดยใช้น้ำประปา 1 ลิตร ต่อน้ำชะขยะ 0.06 ลิตร

ความเข้มข้นของค่าซีโอดีที่ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร เจือจางโดยใช้น้ำประปา 1 ลิตร ต่อน้ำชะขยะ 0.11 ลิตร

ความเข้มข้นของค่าซีโอดีที่ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เจือจางโดยใช้น้ำประปา 1 ลิตร ต่อน้ำชะขยะ 0.16 ลิตร

3.2.2 วิธีการทดลอง

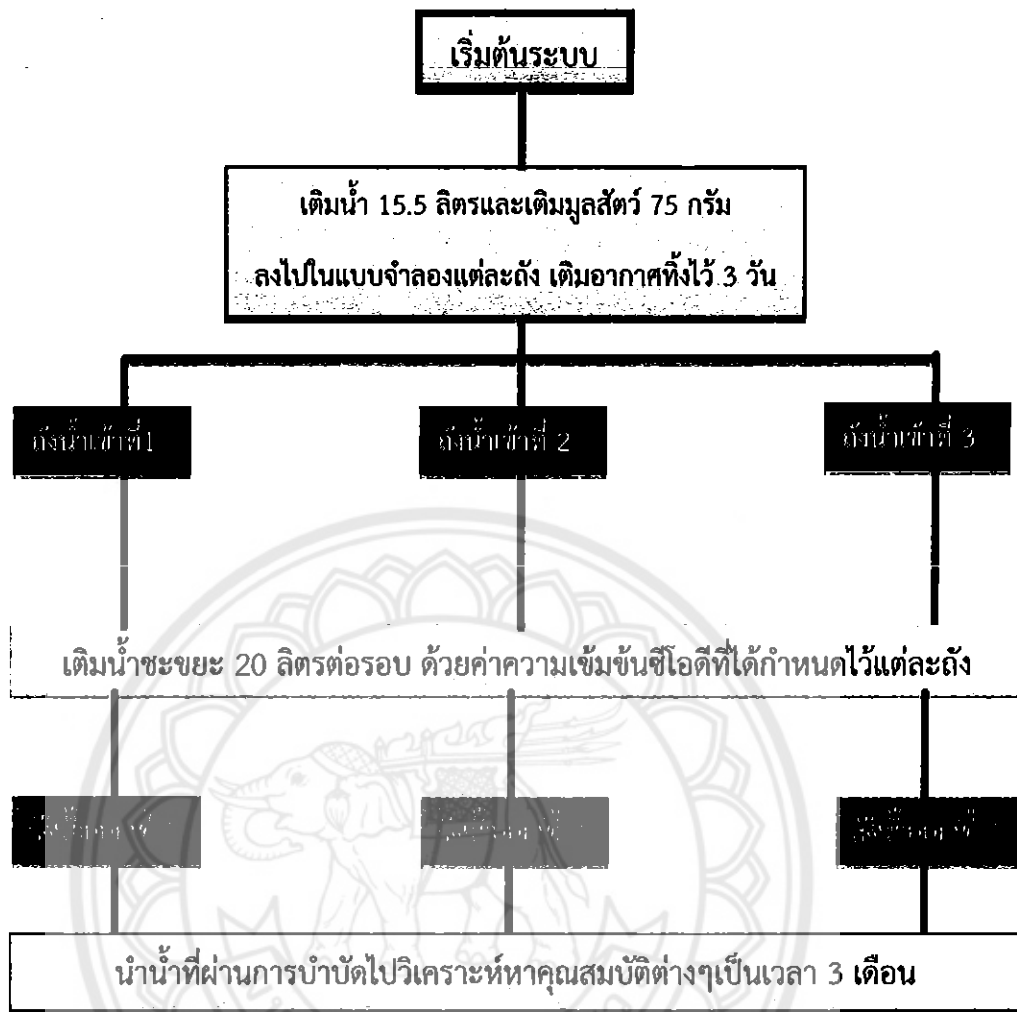
ศึกษาผลของปริมาณน้ำชะขยะเริ่มต้นเดินระบบต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะเมื่อมีค่าซีไอต้นน้ำเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

3.2.2.1 เริ่มต้นสตาร์ทพร้อมด้วยการเติมน้ำปริมาณ 15.5 ลิตร ลงในถังจำลองระบบ SBR ใส่มูลสัตว์ปริมาณ 75 กรัม จากนั้นเติมอากาศเป็นระยะเวลา 3 วัน ดังรูปที่ 3.7 เมื่อครบเวลาดังกล่าว เริ่มใส่น้ำชะขยะจริง เข้าสู่ถังจำลองระบบ ดังข้อมูลจากตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบ SBR ที่ระยะเวลาเก็บ 7 วัน

วันที่	ความเข้มข้นของน้ำชะขยะของน้ำ 20 ลิตร	ปริมาณน้ำในถังSBR(ลิตร)
1	5 % ของ 20L = 1L	16
2	10 % ของ 20L = 2L	17
3	15 % ของ 20L = 3L	18.5
4	20 % ของ 20L = 4L	20.5
5	25 % ของ 20L = 5L	23
6	30 % ของ 20L = 6L	26
7	35 % ของ 20L = 7L	29.5
8	40 % ของ 20L = 8L	33.5
9	45 % ของ 20L = 9L	38
10	50 % ของ 20L = 10L	43
11	60 % ของ 20L = 12L	49
12	70 % ของ 20L = 14L	56
13	80 % ของ 20L = 16L	64
14	90 % ของ 20L = 18L	73
15	100 % ของ 20L = 20L	83

3.2.2.2 หลังจากเริ่มใส่น้ำชะขยะจริงเข้าสู่ถังจำลองระบบ เมื่อความเข้มข้นของน้ำชะขยะในถังครบ 100 % ทำการเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัด มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ โดยทำการเก็บน้ำทุกระยะเวลาเก็บก็ัก 7 วัน



รูปที่ 3.9 แผนภูมิวิธีการทดลอง

3.2.3 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
พีเอช	ปากกาวัดพีเอช ยี่ห้อ Adwa รุ่น Ad12
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
ของแข็งทั้งหมด (TS)	ถ้วยระเหย
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS)	วิธี Gravimetric method
ของแข็งละลายน้ำ (TDS)	TS-SS
ของแข็งจมตัว (V30)	วิธี ตกตะกอนของแข็ง ใช้เวลา 30 นาที
เจดาลไนโตรเจน (TKN)	วิธีการไตเตรท

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
แอมโมเนีย	วิธีการไตเตรท
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	วิธีการวัด Absorbent
ไนเตรท-ไนโตรเจน	วิธีการวัด Absorbent
BOD	วิธี 5 Day Test
COD	วิธี Close Reflux
ออกซิเจนละลายน้ำ	เครื่องวัด DO ยี่ห้อ Toa Dkk รุ่น DO31P

3.2.4 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่างแสดงตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง		
	ถังน้ำเข้า	ถังเอสปีอาร์	ถังน้ำออก
พีเอช	✓		✓
อุณหภูมิ	✓		✓
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	✓		✓
ของแข็งทั้งหมด(TS)	✓		✓
ของแข็งแขวนลอย (SS)	✓	✓	✓
ของแข็งละลายน้ำ(TDS)	✓		✓
ของแข็งจมน้ำ (V30)		✓	
เจดาคัลไนโตรเจน (TKN)	✓		✓
แอมโมเนีย	✓		✓
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	✓		✓
ไนเตรท-ไนโตรเจน	✓		✓
BOD	✓		✓
COD	✓		✓
ออกซิเจนละลายน้ำ		✓	

3.2.5 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ

ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้วิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจำนวน 14 พารามิเตอร์ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539 ได้ 7 พารามิเตอร์ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0
2. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
3. ค่าบีโอดี (5 วัน ที่ 20°C) (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
4. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร
5. ค่าที่เคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
6. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
7. ค่าทีดีเอส(TDS หรือ Total Dissolved Solids)	ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่มา: <http://www.pcd.go.th>

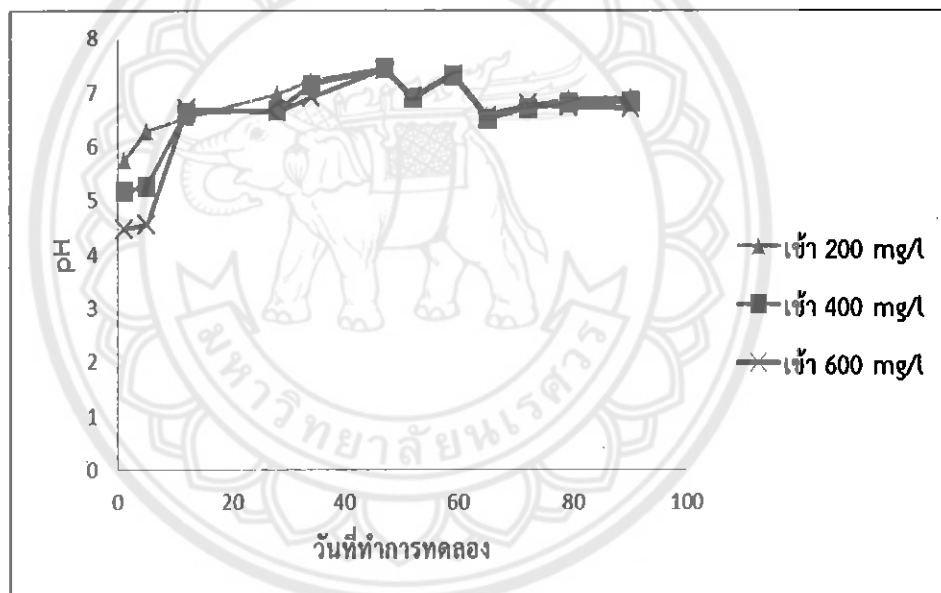
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์

โครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสบีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง มีผลการทดลองและวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆดังนี้

4.1 พีเอช

พีเอชของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.1 – 4.2

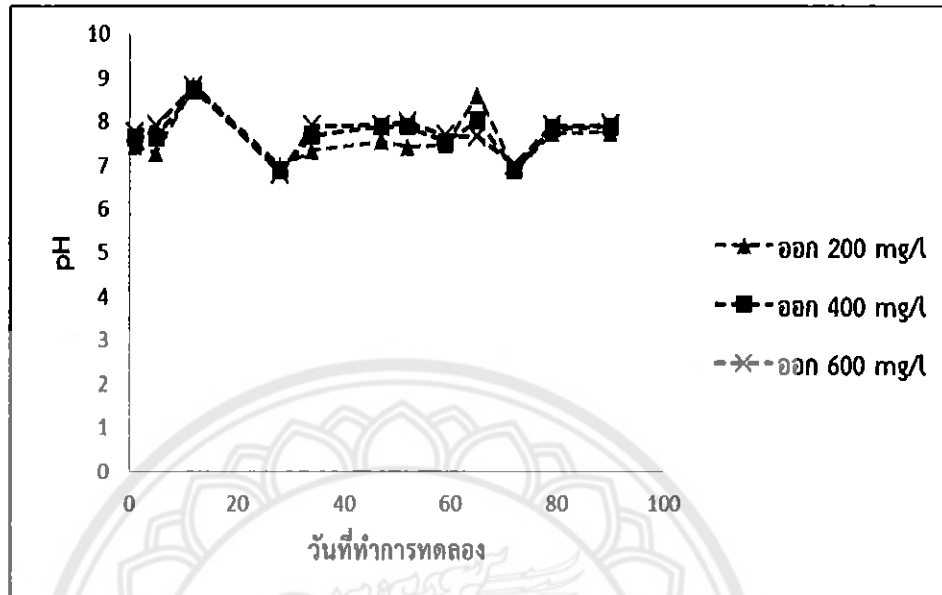
4.1.1 พีเอชของน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าระบบเมื่อความเข้มข้นของซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.1 แสดงค่าพีเอชของน้ำเข้าระบบเมื่อความเข้มข้นของซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่า 7 เนื่องจากหลังจากวันที่ 14 ของการทดลองได้ทำการปรับพีเอชของน้ำเข้า

4.1.2 พีเอชของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
ดังรูปที่ 4.2



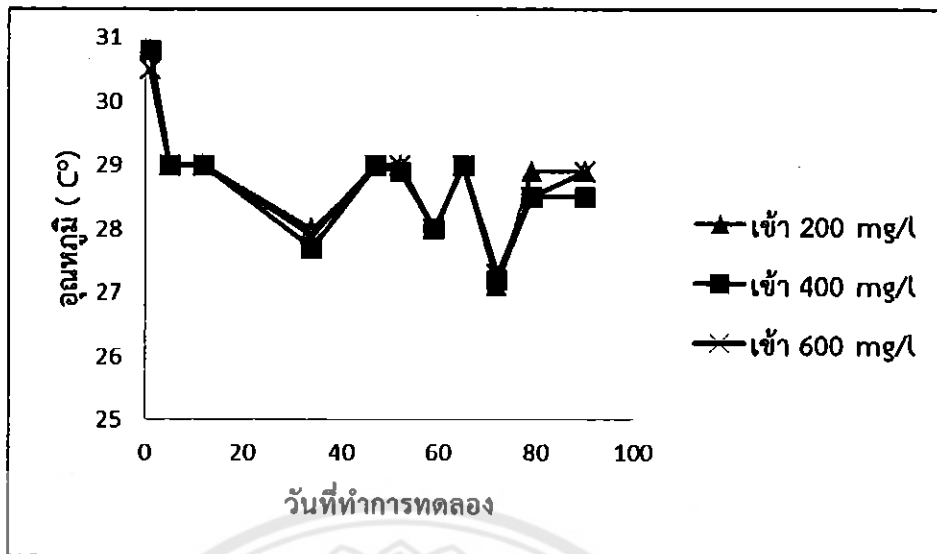
รูปที่ 4.2 พีเอชของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.2 แสดงค่าพีเอชน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7 – 8.5 ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานที่ 5.5 - 9 และพบว่าการแปรผันที่ไม่แน่นอนตลอดการทดลอง

4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.3 – 4.4

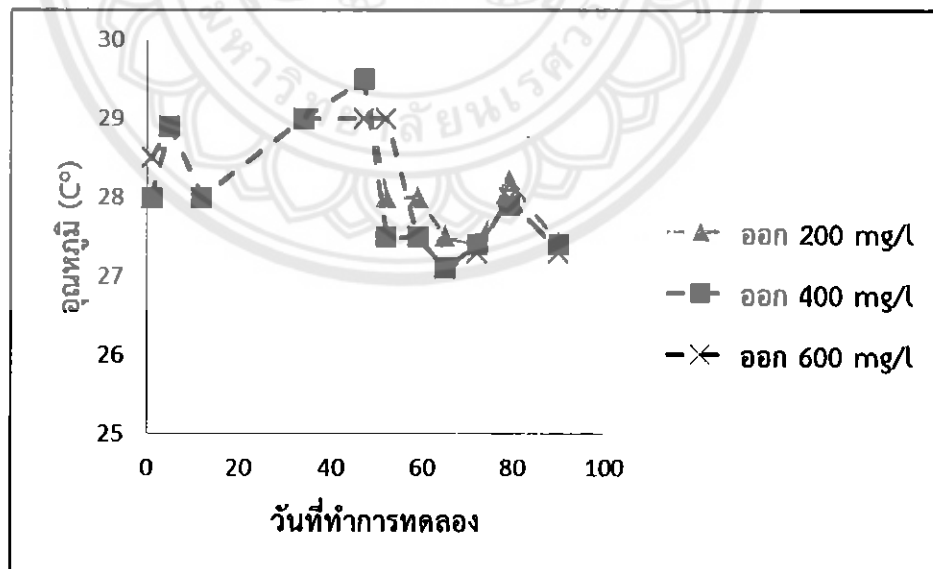
4.2.1 อุณหภูมิของน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 อุณหภูมิของน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.3 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าระบบอยู่ที่ 28.75 องศาเซลเซียส

4.2.2 อุณหภูมิของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.4



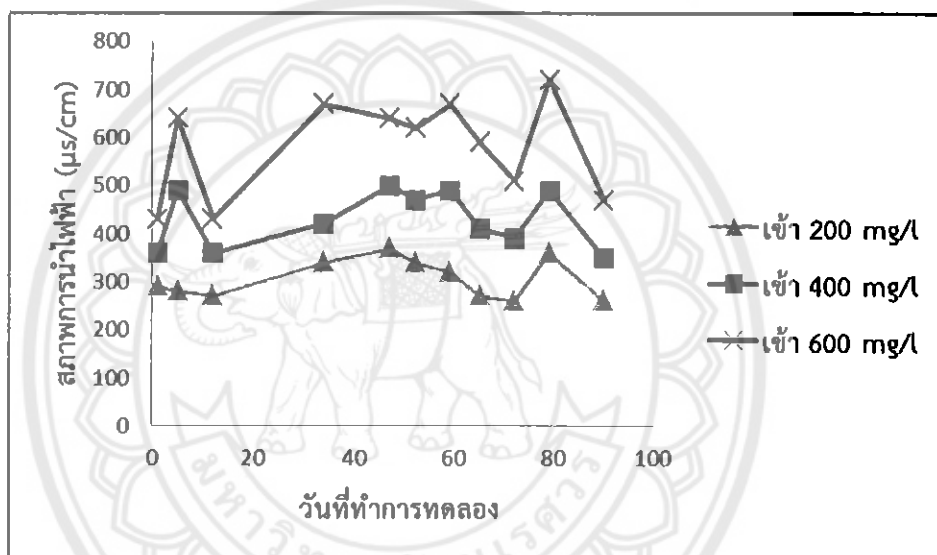
รูปที่ 4.4 อุณหภูมิของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.4 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำออกอยู่ที่ 28.10 องศาเซลเซียส ซึ่งผ่านมาตรฐานที่มาตรฐานคุณภาพน้ำออกที่ 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าระบบ

4.3 สภาพการนำไฟฟ้า

สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.5 - 4.6

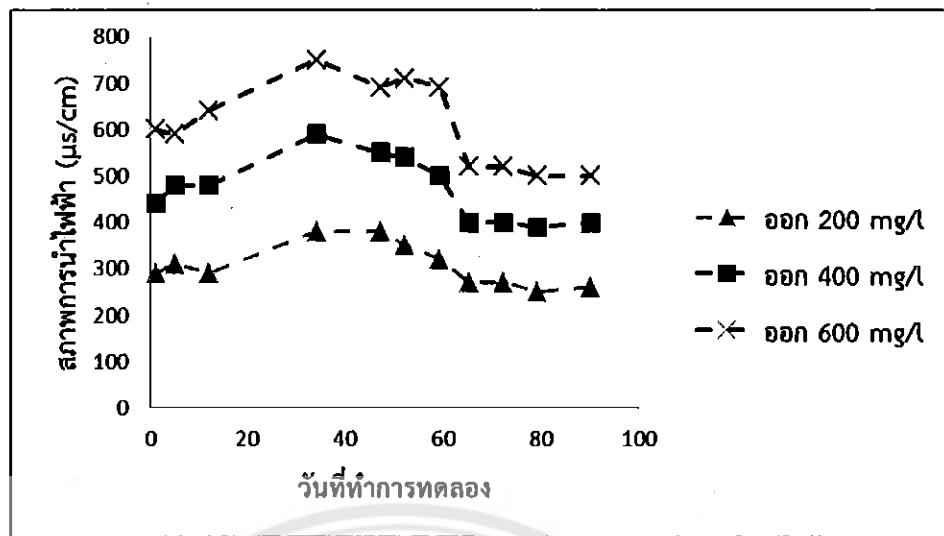
4.3.1 สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.5 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีค่าแปรผันตลอดการทดลองในทุกความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า แต่ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความแปรผันของค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงที่สุด

4.3.2 สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นค่าซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.6



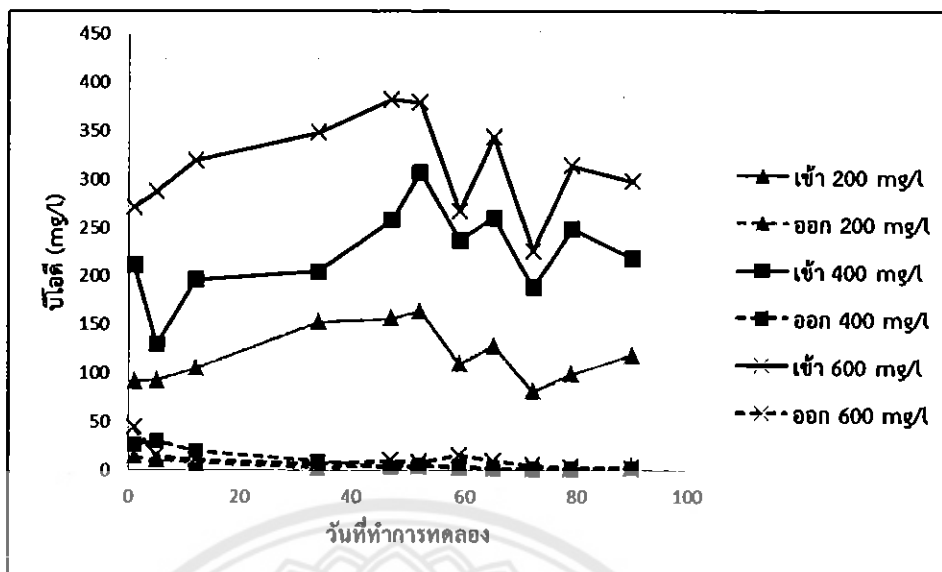
รูปที่ 4.6 สภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.6 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าไม่คงที่ โดยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึงวันที่ 40 ของการทดลอง หลังจากนั้นค่าสภาพการนำไฟฟ้าลดลงจนถึงวันที่ 70 ของการทดลอง และพบอีกว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกจากระบบ

4.4 บีโอดี

บีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.7 – 4.9

4.4.1 บีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.7

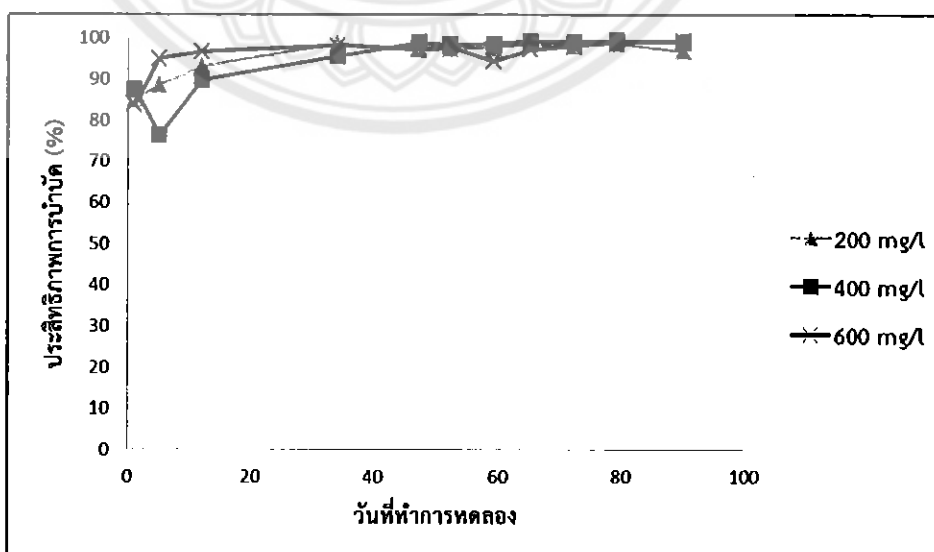


รูปที่ 4.7 บีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.7 แสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าน้ำเข้าระบบมีค่าไม่คง และไม่น่าเชื่อถือตลอดการทดลอง แต่ค่าเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกัน ส่วนในน้ำออกจากระบบมีค่าบีโอดีลดลงตามระยะเวลาในการทดลอง และผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4.2 ประสิทธิภาพการบำบัด

ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

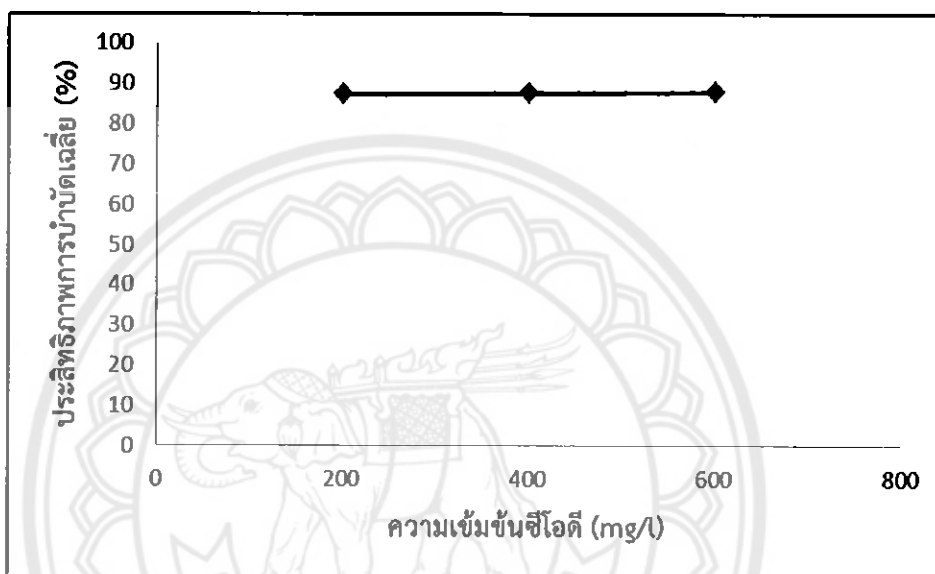


รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.8 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดลอง และเริ่มเข้าสู่สภาวะคงที่ตั้งแต่วันที่ 50 ของการทดลอง

4.4.3 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ย

ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.9



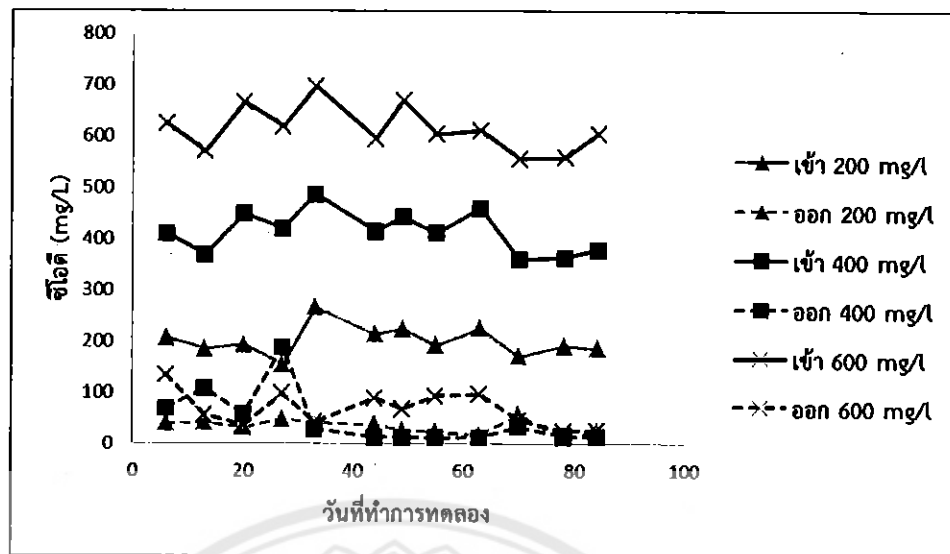
รูปที่ 4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.9 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันในทุกๆ ความเข้มข้นของการทดลอง ทำให้ทราบว่าระบบเอสบีอาร์สามารถบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าได้สูงหรือต่ำกว่า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.5 ซีโอดี

ซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.10 – 4.12

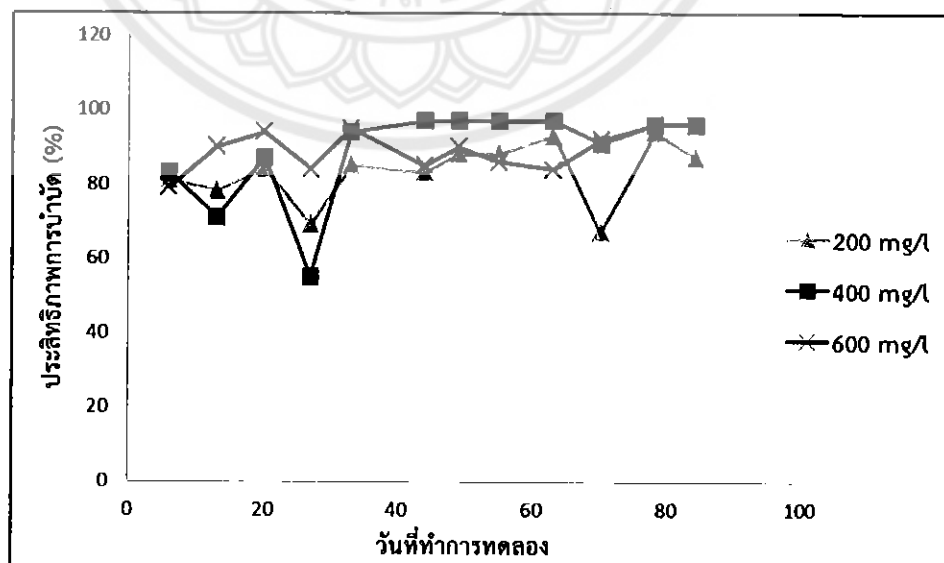
4.5.1 ซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.10 แสดงค่าซีโอดีของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกมีค่าซีโอดีต่ำกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง จะมีปัญหาตรงที่น้ำออกที่ความเข้มข้น 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 30 ของการทดลอง ค่าซีโอดีน้ำออกมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด คือค่าซีโอดีน้ำออกมีค่าเกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร

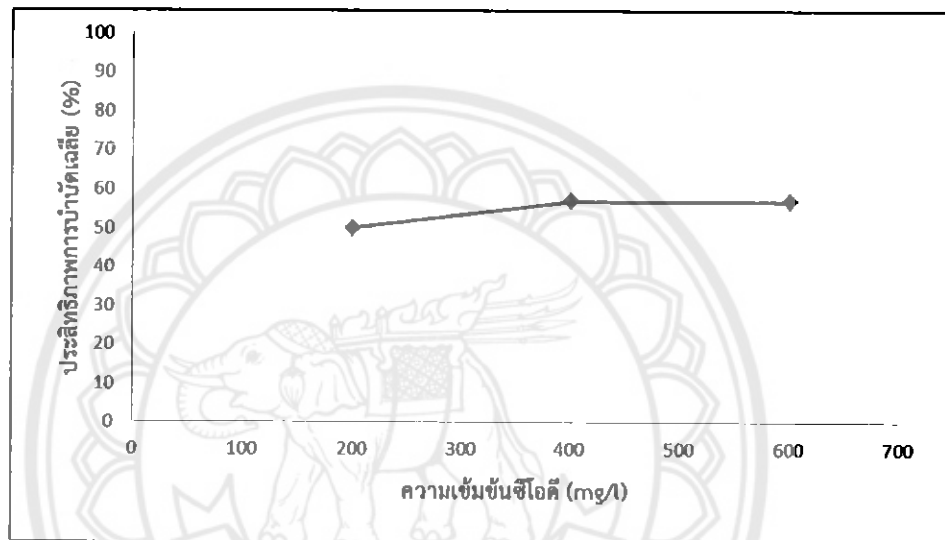
4.5.2 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.11 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลองและมีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดอยู่ในวันที่ 70 ของการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีมีแนวโน้มคงที่ หลังวันที่ 30 จนจบการทดลอง และที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มที่คงที่ตลอดการทดลอง

4.5.3 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ย พบว่าการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยโดยความเข้มข้นของซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.12

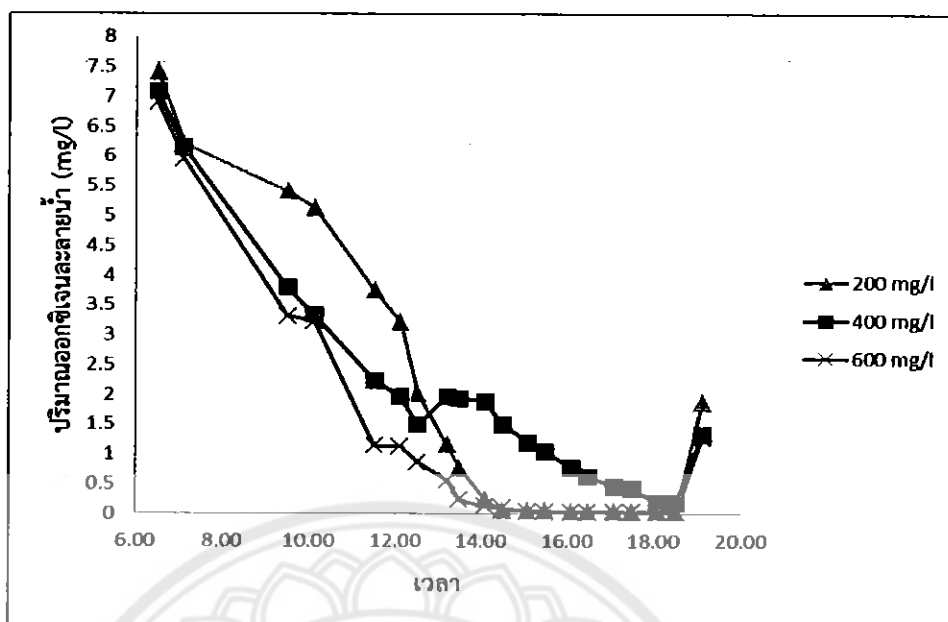


รูปที่ 4.12 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.12 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของระบบ พบว่าการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยโดยความเข้มข้นของซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 89 % รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 88 % และความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 83 %

4.6 ออกซิเจนละลายน้ำ

การวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ความเข้มข้นโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ทำการเก็บวัดค่าในการดำเนินระบบใน 1 รอบการดำเนินการหรือที่ 24 ชั่วโมง ของวันที่ 14 ของการทดลองได้ค่าออกซิเจนละลายน้ำดังรูปที่ 4.13



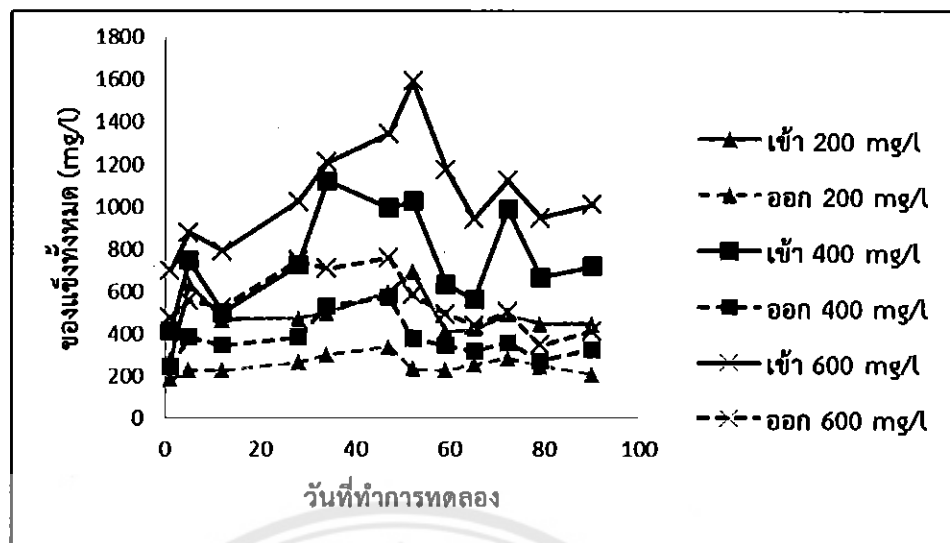
รูปที่ 4.13 ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรใน 1 รอบการดำเนินการ

จากรูปที่ 4.13 แสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรใน 1 รอบการดำเนินการ พบว่าในช่วงของการเติมน้ำเข้าสู่ระบบและเป็นช่วงเวลาที่ไม่เติมอากาศ ระยะเวลาในช่วงดังกล่าว 12 ชั่วโมง ค่าออกซิเจนละลายน้ำยังไม่หมดไปจากระบบ แต่จะเหลือออกซิเจนละลายน้ำอยู่เพียงเล็กน้อย

4.7 ของแข็งทั้งหมด

ของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.14 - 4.16

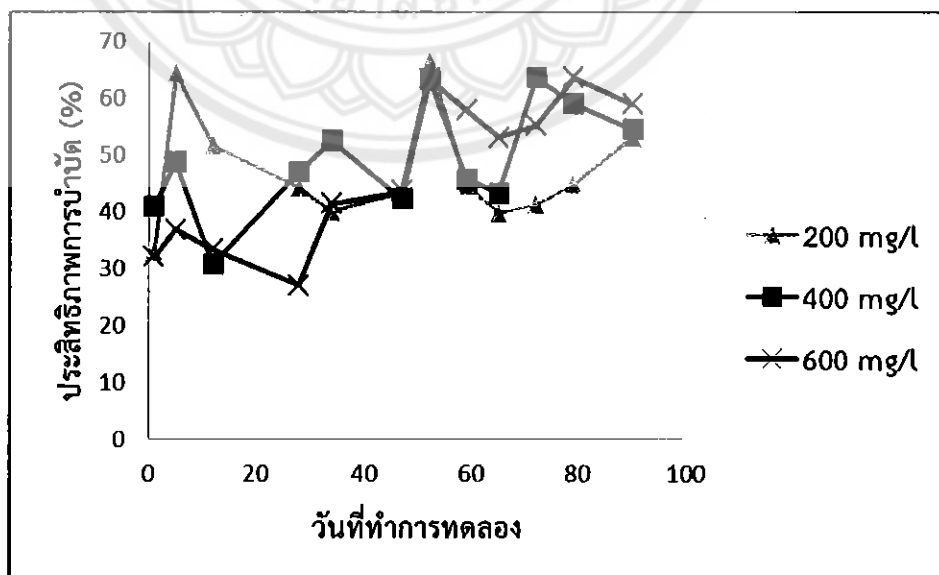
4.7.1 ของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.14 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ พบว่าที่น้ำเข้าความเข้มข้นซีโอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการบำบัดค่าของแข็งทั้งหมดในระบบในทุกความเข้มข้น จากการสังเกตค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำออกจะสอดคล้องกับน้ำเข้า เมื่อน้ำเข้ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้น ของแข็งทั้งหมดในน้ำออกจะมีค่าสูงขึ้นเช่นกัน โดยแสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดดังรูปที่ 4.15

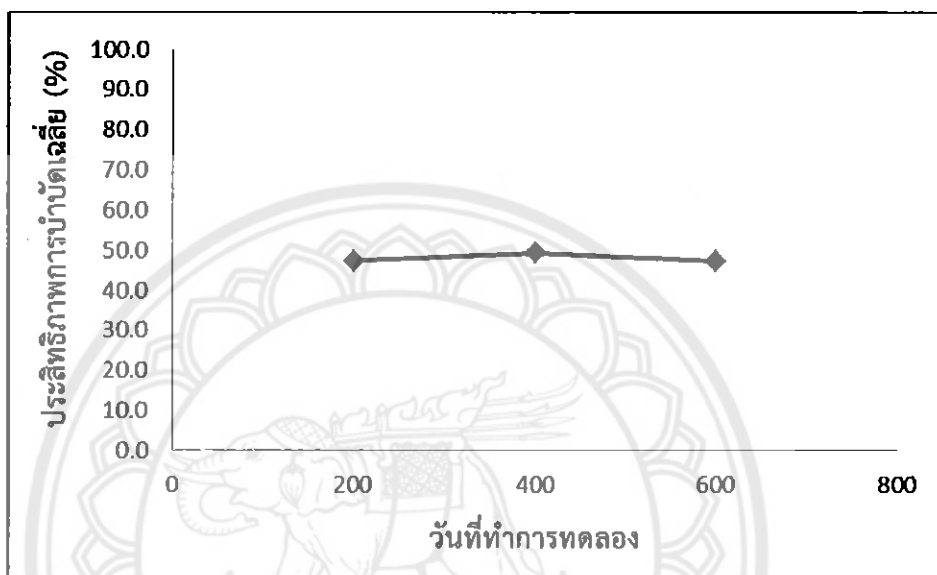
4.7.2 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.15 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดที่ไม่คงที่ตลอดการทดลอง โดยประสิทธิภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทดลอง

4.7.3 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.16



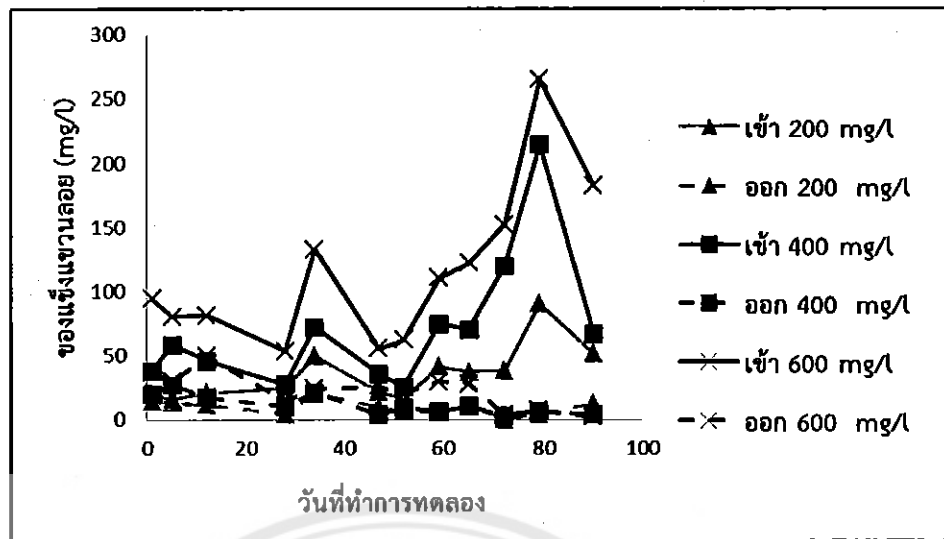
รูปที่ 4.16 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.16 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของการทดลองทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุด

4.8 ของแข็งแขวนลอย

ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.76 - 4.19

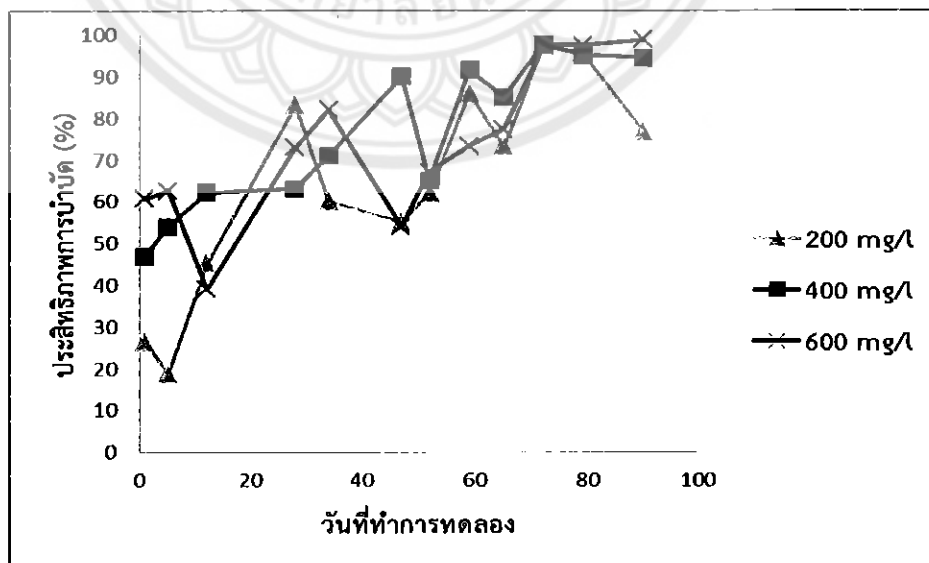
4.8.1 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.17 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอย โดยพบว่าของแข็งแขวนลอยในน้ำออกนั้น ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำเข้า สังเกตจากเมื่อของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าเพิ่มขึ้น ของแข็งแขวนลอยในน้ำออกกลับไม่ได้เพิ่มขึ้นตาม และพบว่าค่าน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่มีค่าไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

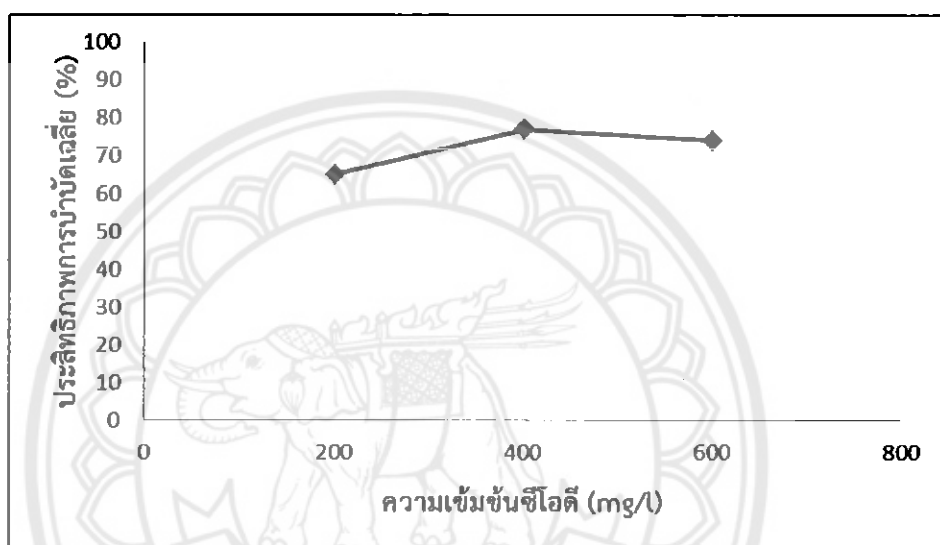
4.8.2 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.18 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดในช่วงเริ่มต้นนั้นมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างต่ำแต่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในช่วงตั้งแต่วันที่ 60 ของการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้นอย่างมาก และเริ่มมีแนวโน้มประสิทธิภาพการบำบัดที่ค่อนข้างคงที่ ที่ ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.19

4.8.3 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.19



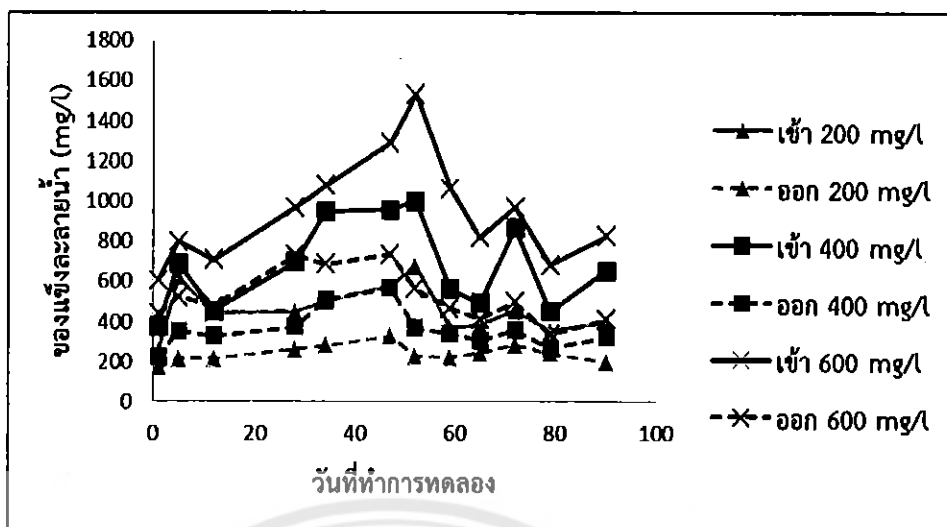
รูปที่ 4.19 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.19 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด รองลงมาด้วยความเข้มข้นน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่ความเข้มข้นสูงมีโอกาสบำบัดของแข็งแขวนลอยได้ดี

4.9 ของแข็งละลายน้ำ

ของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.20-4.22

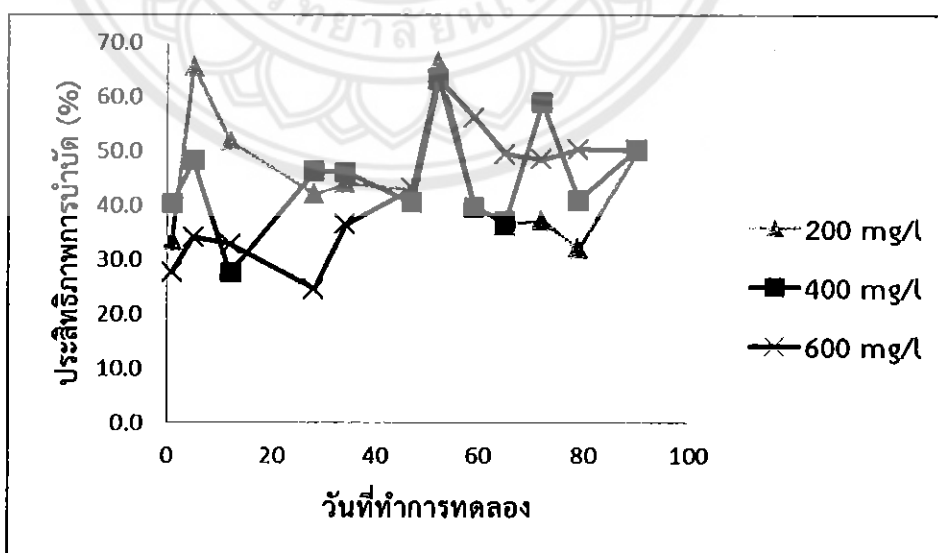
4.9.1 ของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.20 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่มีค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำออกแปรผันตามค่าของน้ำเข้า ในช่วงตั้งแต่วันที่ 60 ของการทดลองเป็นต้นไป ค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำออกมีค่าผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่มีค่าไม่เกิน 3000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นถึงระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะคงที่ และมีแนวโน้มในการบำบัดที่ดีขึ้น ดังแสดงประสิทธิภาพการบำบัดในรูปที่ 4.21

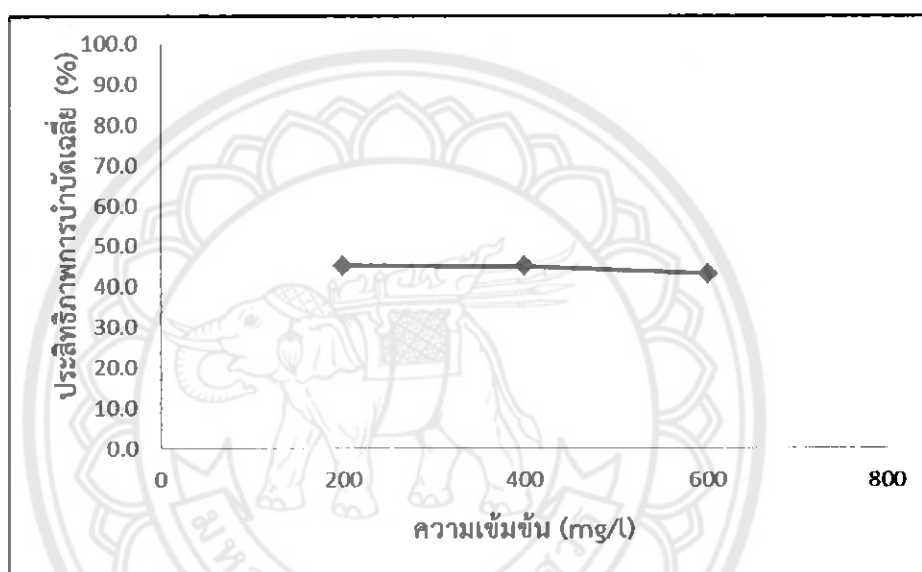
4.9.2 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.21 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดมีแนวโน้มที่ไม่คงที่ ในช่วงแรกของการทดลองที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงกว่า แต่ในช่วงการบำบัดตั้งแต่วันที่ 55 เป็นต้นไปที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงกว่า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.22

4.9.3 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.22

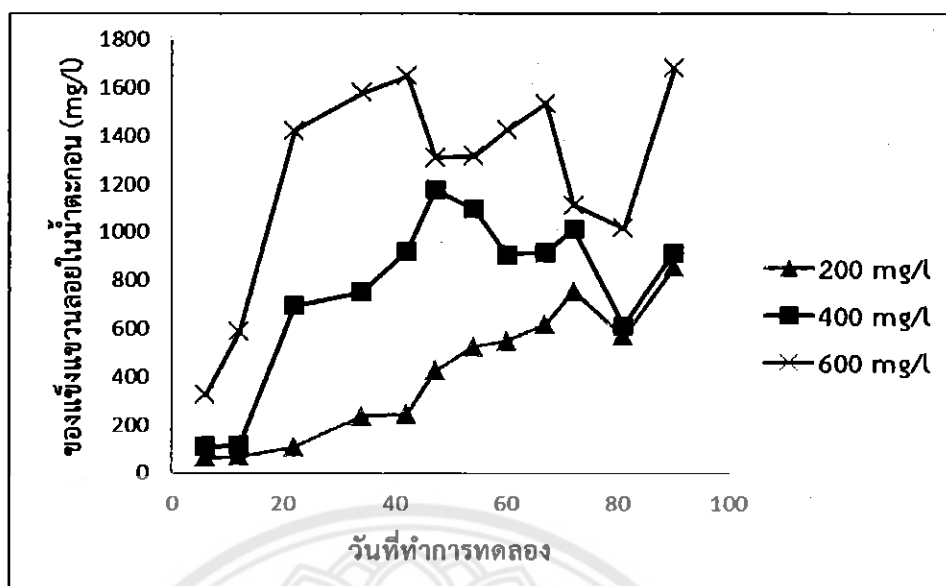


รูปที่ 4.22 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.22 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตรมีประสิทธิภาพสูงที่สุด และที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.10 ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน

ของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาจากน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรดังแสดงในรูปที่ 4.23

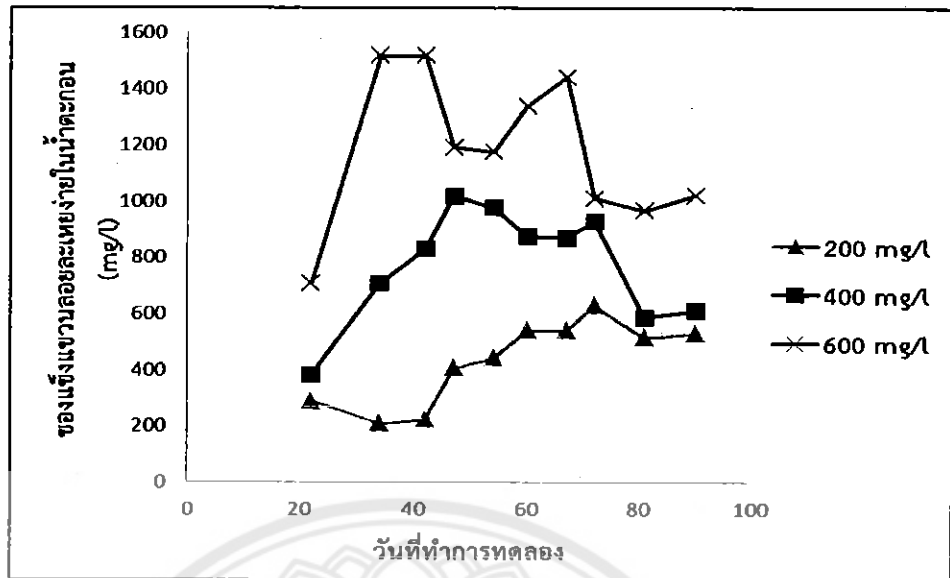


รูปที่ 4.23 ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.23 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาจนกระทั่งเข้าถึงช่วงค่าที่กำหนด และได้ทำการนำตะกอนออกหลังจากวันที่ 72 ของการทดลอง ทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนมีค่าลดลง

4.11 ของแข็งแขวนลอยละลายง่ายในน้ำตะกอน

ของแข็งแขวนลอยละลายง่ายที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาจากน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ ที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้าเท่า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.24

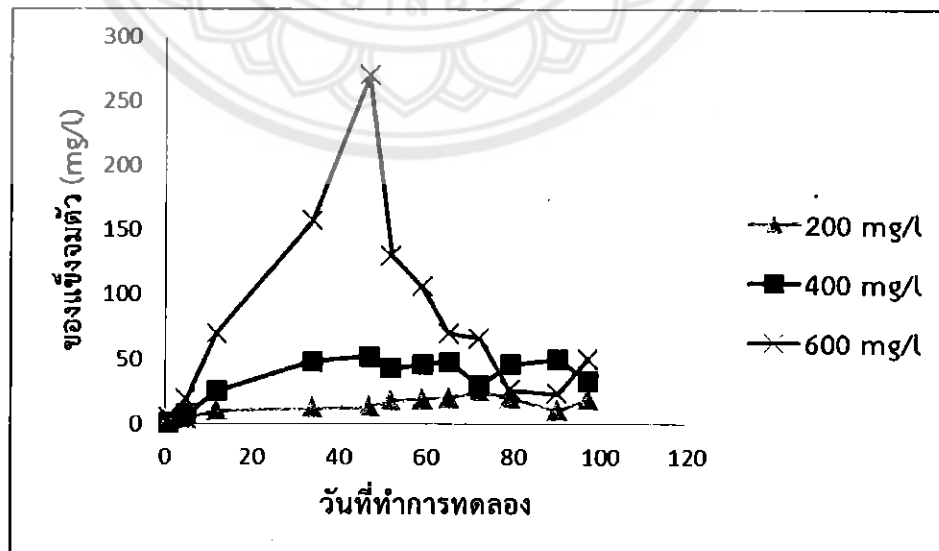


รูปที่ 4.24 ของแข็งแวนลอยละลายในน้ำตะกอนที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.24 แสดงค่าของแข็งแวนลอยละลายในน้ำตะกอนที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าของแข็งแวนลอยละลายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่มีแนวโน้มที่ไม่คงที่ตลอดการ และลดลงหลังจากวันที่เอาตะกอนออก

4.12 ของแข็งจมน้ำ

ของแข็งจมน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่างจากถังเติมอากาศ ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.25



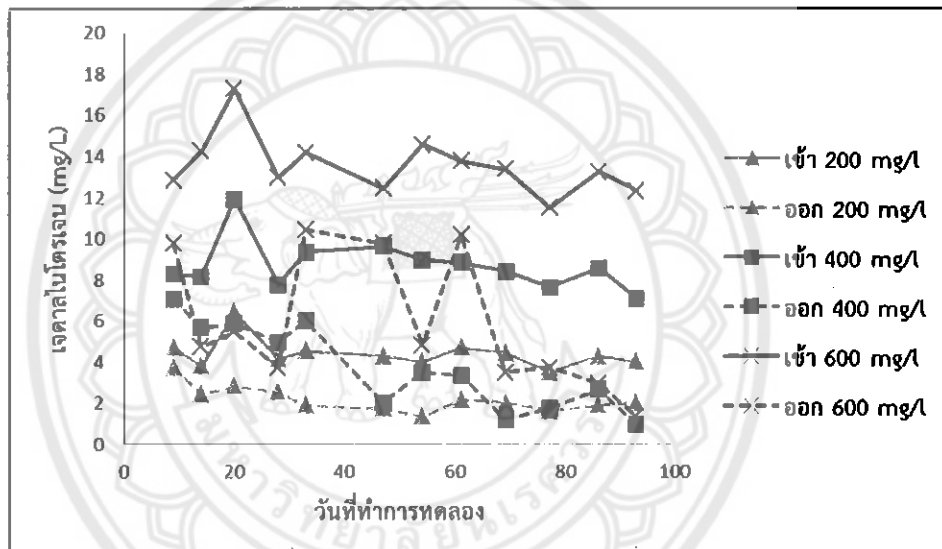
รูปที่ 4.25 ของแข็งจมน้ำที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.25 แสดงค่าของแข็งแขวนตัวที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดลอง แต่ที่ ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 600 ,มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าลดลงมากหลังจากวันที่ 50 ของการทดลอง

4.13 เจดาลไนโตรเจน

เจดาลไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.26 – 4.28

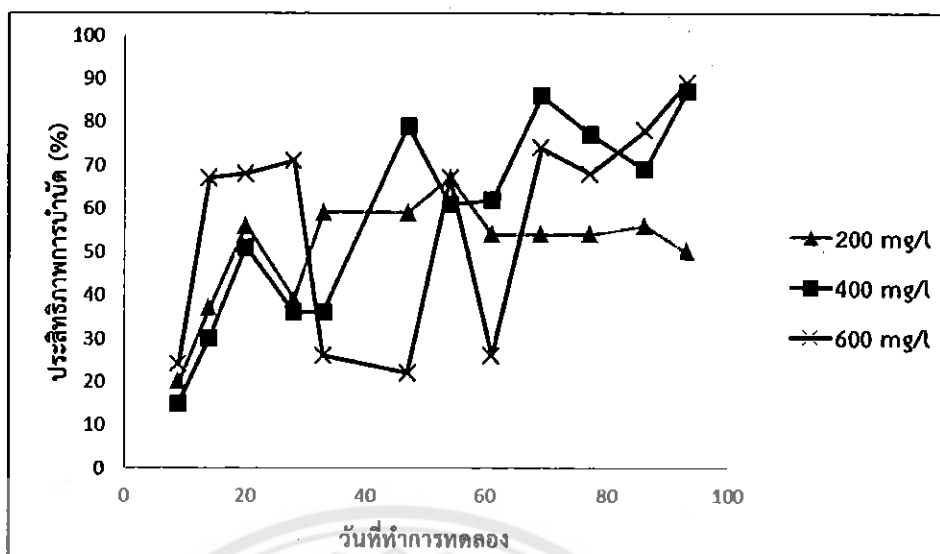
4.13.1 เจดาลไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 เจดาลไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.26 แสดงค่าเจดาลไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเจดาลไนโตรเจนมีค่าไม่คงที่ตลอดการทดลอง โดยที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าที่คงที่ที่สุด และพบว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่มีค่าไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

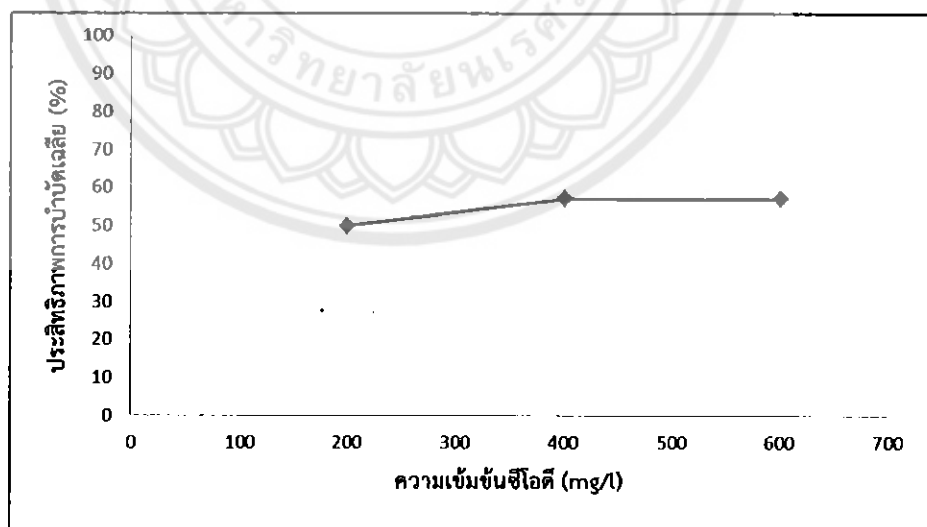
4.13.2 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.27 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอติ 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าแปรผันในช่วงกว้างมาก

4.13.3 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.28



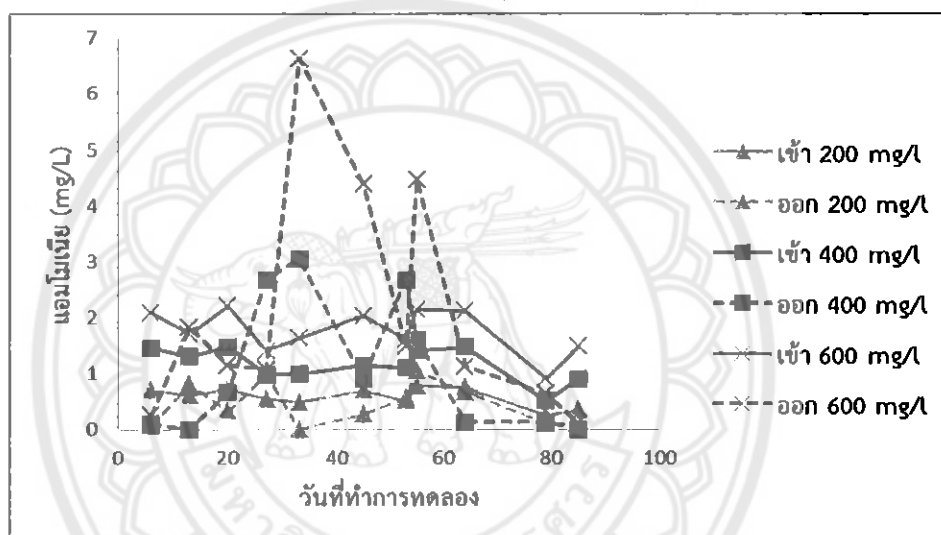
รูปที่ 4.28 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.28 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจตาลไนโตรเจนเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากัน

4.14 แอมโมเนีย

แอมโมเนียในน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.29 - 4.31

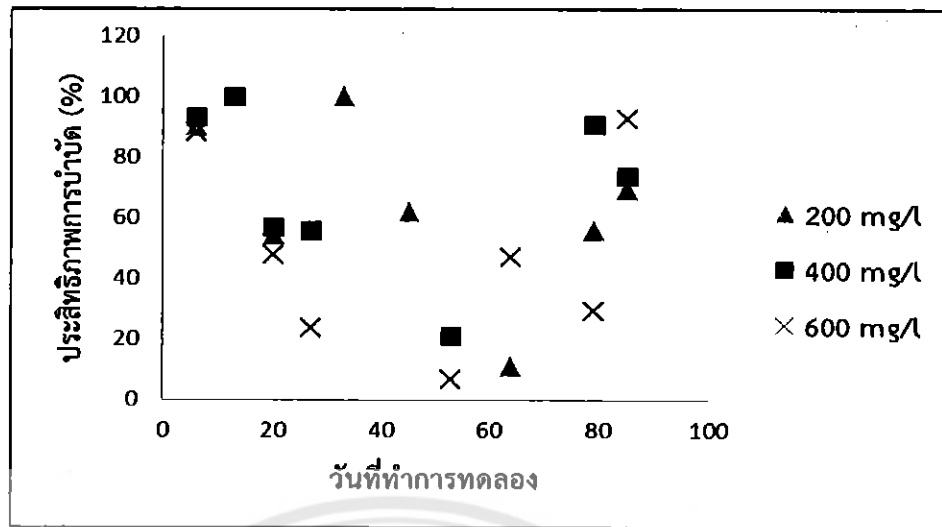
4.14.1 แอมโมเนียในน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 แอมโมเนียในน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.29 แสดงค่าแอมโมเนียในน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงค่าซีโอติของน้ำเข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นค่าซีโอติ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าแอมโมเนียน้ำเข้ามีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง และค่าแอมโมเนียน้ำออกมีค่าที่ไม่คงที่ ในน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าแอมโมเนียสูงกว่าน้ำเข้าอยู่หลายครั้งของการทดลอง ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไม่สามารถหาค่าได้ อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดของการทำการทดลองของผู้ทำการทดลองเอง

4.14.2 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียที่ความเข้มข้นซีโอติน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.30



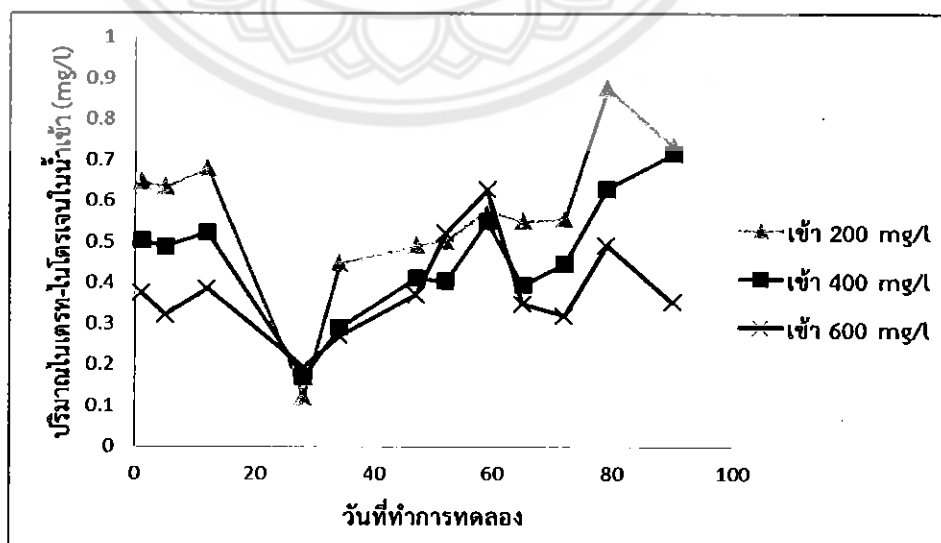
รูปที่ 4.30 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.30 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าไม่สามารถหาประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียได้ในหลายครั้งของการทดลอง จึงทำให้ได้กราฟดังกล่าวและไม่สามารถหาประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยได้

4.15 ไนเตรท - ไนโตรเจน

ไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.31 - 4.32

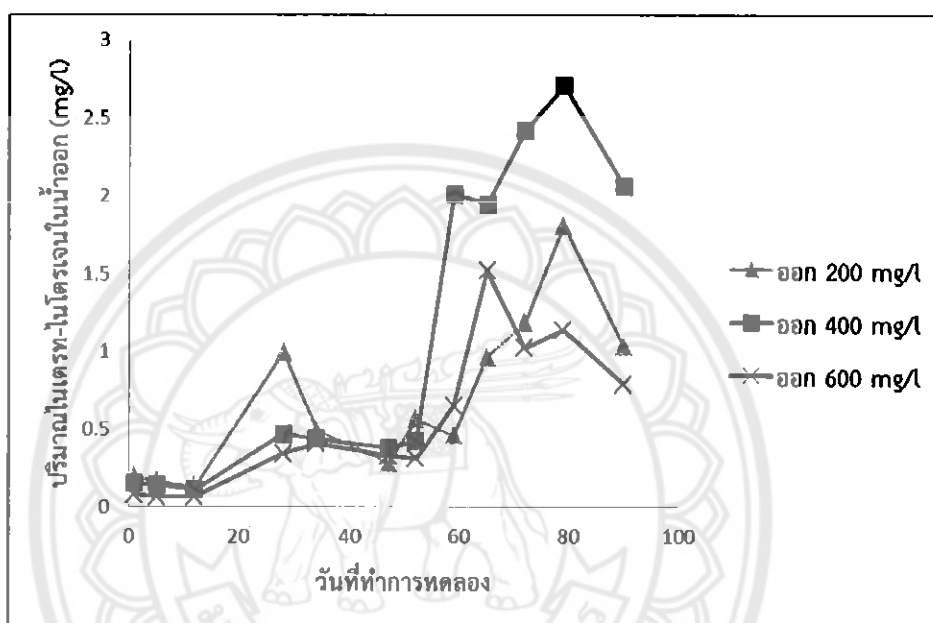
4.15.1 ไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.31 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในน้ำเข้าของทุกความเข้มข้นซีโอดี ไม่มีความคงที่ของค่าไนเตรท - ไนโตรเจน และพบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไนเตรท - ไนโตรเจนมากที่สุด ส่วนที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าไนเตรท - ไนโตรเจน ต่ำที่สุด

4.15.2 ไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.32

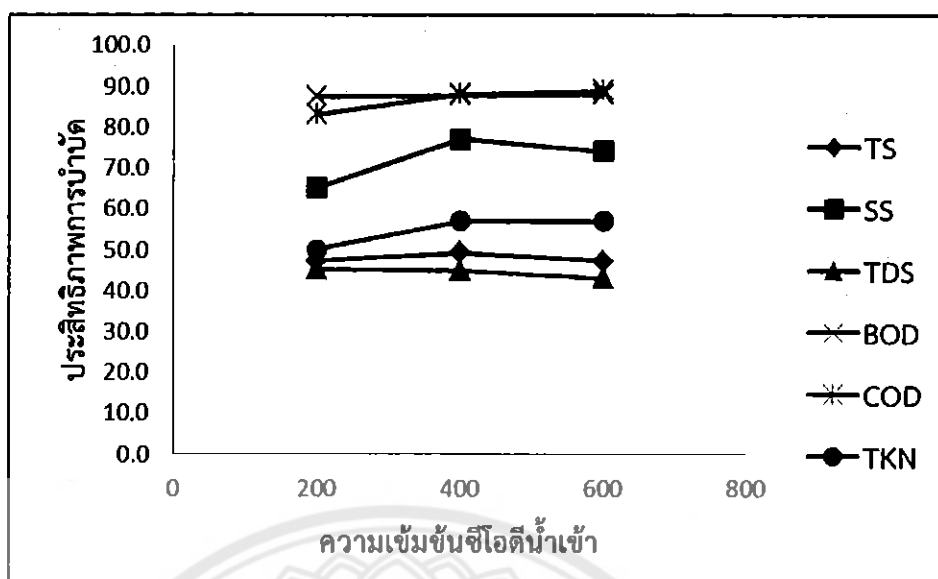


รูปที่ 4.32 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำออกระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.32 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในน้ำออกจากระบบในทุกความเข้มข้นซีโอดีไม่มีความคงที่ของค่าไนเตรท - ไนโตรเจนและพบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไนเตรท - ไนโตรเจน มากที่สุด ส่วนที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าไนเตรท - ไนโตรเจน ต่ำที่สุด

4.16 ประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวม

ประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมของระบบเอสบีอาร์ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในรูปที่ 4.33



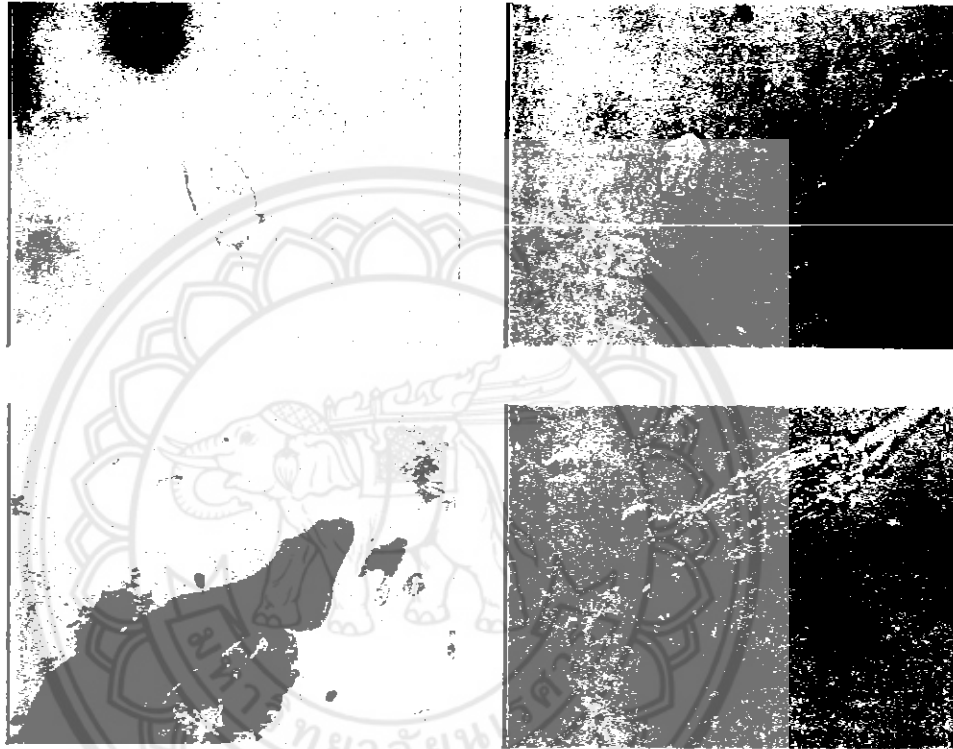
รูปที่ 4.33 ประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมของระบบเอสปีอาร์ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.33 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมของระบบเอสปีอาร์ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าบีโอดีมีประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมสูงสุด และพบว่า ค่าบีโอดี ซีโอดี และเจดาคาลไนโตรเจนมีแนวโน้มที่สามารถบำบัดได้ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าที่สูงกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง

4.17 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ

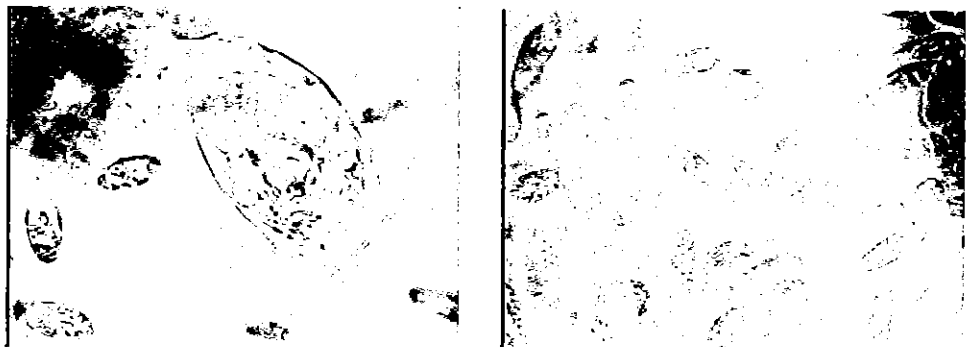
จุลินทรีย์ที่ได้จากการนำตะกอนในถังเติมอากาศไปทำการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในระหว่างการทำการทดลอง พบจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในระหว่างการทำการทดลอง

4.17.1 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.34

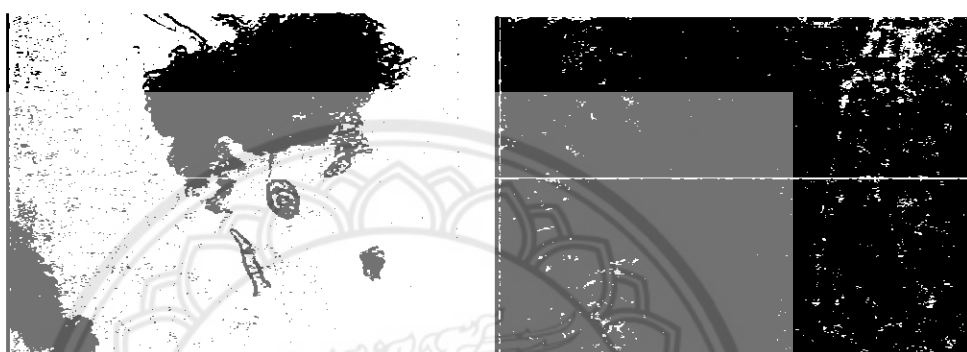
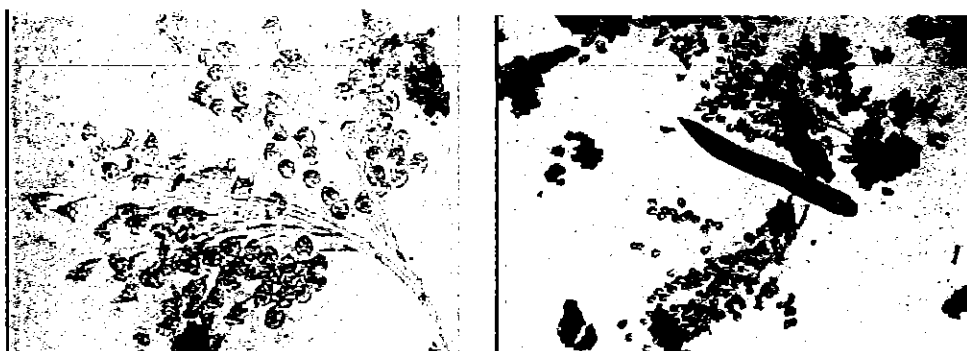


รูปที่ 4.34 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.17.2 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตรดังแสดงในรูปที่ 4.35 - 4.36

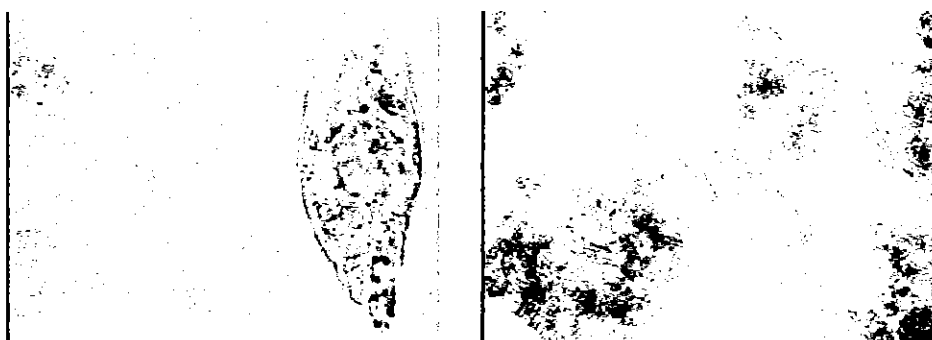


รูปที่ 4.35 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร





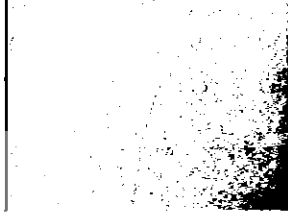



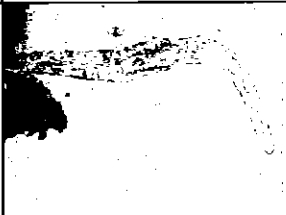


รูปที่ 4.36 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.17.3 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 จุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.18 การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในแต่ละเดือนของการทำการทดลอง

ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า (mg/l)	ระยะเวลาของการทดลอง(เดือน)		
	1	2	3
200			
400			
600			

จากตารางในหัวข้อที่ 4.18 พบว่ามีแบคทีเรียจำพวกโปกโตซัวอยู่ในทุกความเข้มข้นซีไอดี 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าที่ความเข้มข้นซีไอดี 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลง โดยในช่วงเดือนที่ 2 ของการทดลอง พบจุลินทรีย์ชนิดใหม่ในระบบ แต่ยังคงมีจุลินทรีย์ชนิดเดิมอยู่ในระบบ และที่ความเข้มข้นซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีการเปลี่ยนกลุ่มของจุลินทรีย์ในระบบ



บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง มีบทสรุปและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผล

การบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสปีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง สามารถสรุปดังนี้

5.1.1 บีโอดี

5.1.1.1 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 87.4

5.1.1.2 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 87.7

5.1.1.3 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าบีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 88.0

5.1.2 ซีโอดี

5.1.2.1 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 83.0

5.1.2.2 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 88.0

5.1.2.3 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าซีโอดีน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 89.0

5.1.3 เจตาลไนโตรเจน

5.1.3.1 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจตาลไนโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 50

5.1.3.2 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจตาลไนโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 57

5.1.3.3 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเจตาลไนโตรเจนน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 57

5.1.4 ของแข็งทั้งหมด

5.1.4.1 ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าของแข็งทั้งหมดน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 47.2

5.1.4.2 ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าของแข็งทั้งหมดน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 49.3

5.1.4.3 ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าของแข็งทั้งหมดน้ำออกผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 47.2

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องในการทำโครงการการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบเอสบีอาร์ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง ดังนี้

5.2.1 การบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบ ดังนั้น ควรมีการทำความสะอาดหัวฟุ้งเติมอากาศเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการอุดตันและรักษาสภาพการเติมอากาศให้คงที่

5.2.2 ตำแหน่งการวางหัวฟุ้งเติมอากาศ จำเป็นต้องให้ระบบเอสบีอาร์ มีการกวนแบบกวนผสมสมบูรณ์

5.2.3 การบำบัดน้ำชะขยะที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองทำให้ทราบว่า การบำบัดน้ำชะขยะที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าการบำบัดโดยรวมดีที่สุด และมีแนวโน้มที่จะสามารถบำบัดได้ที่มีความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้าสูงกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตรได้ แต่ยังไม่ได้ค่าความเข้มข้นที่จำกัด และต้องหาคำตอบต่อไป

เอกสารอ้างอิง

มันสิน ตันจุลเวศม์. (2542). เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1 : พิมพ์ที่โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มันสิน ตันจุลเวศม์. (2542). เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 2 : พิมพ์ที่โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่นและวิชา อัมระจ่าง. (2548). คู่มือการวิเคราะห์น้ำ : ภาควิชาวิศวกรรม
โยธา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2545). ตำราบำบัดมลพิษน้ำ : กรุงเทพฯ กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

[http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html\(23/8/56\)](http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html(23/8/56))

[http://www.sri.cmu.ac.th/~sri/local/water/page_04e.htm\(25/8/56\)](http://www.sri.cmu.ac.th/~sri/local/water/page_04e.htm(25/8/56))

[http://www.fsh.mi.th/psvp/Image/water/wastewater_treatment_\(1/9/2556\)](http://www.fsh.mi.th/psvp/Image/water/wastewater_treatment_(1/9/2556))

[http://www.esi.info/detail.cfm/Sulzer-Pumps-Wastewater-UK\(8/9/2556\)](http://www.esi.info/detail.cfm/Sulzer-Pumps-Wastewater-UK(8/9/2556))

[http://www.adeq.or.th/web/news/news_cate_green.php?cateid=gb&name\(9/9/2556\)](http://www.adeq.or.th/web/news/news_cate_green.php?cateid=gb&name(9/9/2556))



ภาคผนวก ก

ข้อมูลคุณภาพน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ
ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร



ตารางที่ ก2 ผลของพีเอชในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	5.74	7.43	5.16	7.64	4.47	7.75
5	6.28	7.28	5.26	7.64	4.55	7.90
12	6.53	8.82	6.63	8.71	6.68	8.79
28	6.96	6.96	6.66	6.88	6.64	6.81
34	7.20	7.34	7.14	7.68	6.91	7.90
47	7.45	7.54	7.44	7.88	7.42	7.91
52	6.93	7.41	6.88	7.87	6.92	7.96
59	7.36	7.46	7.31	7.53	7.31	7.68
65	6.59	8.60	6.50	8.00	6.54	7.65
72	6.75	6.88	6.70	6.91	6.77	7.01
79	6.88	7.73	6.79	7.84	6.73	7.89
90	6.91	7.75	6.82	7.88	6.71	7.92

ตารางที่ ก2 ผลของอุณหภูมิในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	30.8	28	30.8	28	30.5	28.5
5	29	28.9	29	28.9	29	28.9
12	29	28	29	28	29	28
34	28	29	27.7	29	27.9	29
47	29	29.5	29	29.5	29	29
52	29	28	28.9	27.5	29	29
59	28	28	28	27.5	28	27.5
65	29	27.5	29	27.1	29	27.1
72	27.1	27.4	27.2	27.4	27.3	27.3
79	28.9	28.2	28.5	27.9	28.5	28
90	28.9	27.4	28.5	27.4	28.9	27.3

ตารางที่ ก3 ผลของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	290	290	360	440	430	600
5	280	310	490	480	640	590
12	270	290	360	480	430	640
34	340	380	420	590	670	750
47	370	380	500	550	640	690
52	340	350	470	540	620	710
59	320	320	490	500	670	690
65	270	270	410	400	590	520
72	260	270	390	400	510	520
79	360	250	490	390	720	500
90	260	260	350	400	470	500

ตารางที่ ก4 ผลของค่าบีโอดีในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	91.7	13.7	211.5	26.5	271.3	44
5	92.7	10.7	129.2	30.5	287.5	14.8
12	105	7.3	196.5	20	319.4	10.7
34	152.5	2.3	205	9.2	347.9	7
47	156.3	4.7	257.5	2.8	382.7	9.9
52	163.8	4.5	307.5	4.8	379.2	7.7
59	109.2	2.6	237.2	3.6	267.4	15.2
65	127.8	1.6	260	1.8	343.1	9.5
72	81	1.5	188.4	2	226	5
79	98.9	1.4	248.9	1.6	313.9	3
90	118.6	4	218.3	2.5	297.9	2.4

ตารางที่ ก5 ผลของค่าซีไอดีในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	207	39	411	70	625	134
5	185	41	370	108	571	56
12	193	31	449	58	666	36
28	155	48	421	189	619	98
34	267	40	488	28	698	42
47	214	37	415	13	596	89
52	225	26	444	13	670	68
59	192	24	412	12	604	93
65	226	17	460	13	611	97
72	171	57	361	33	556	46
79	191	12	364	16	559	25
90	186	25	380	14	605	26

ตารางที่ ก6 ผลของค่าของออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เก็บวันที่ 14 ของการทดลอง

เวลา	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.50	7.41	7.08	6.9
7.10	6.2	6.14	5.95
9.50	5.4	3.79	3.31
10.1	5.13	3.34	3.23
11.5	3.74	2.24	1.14
12.1	3.21	1.96	1.13
12.5	2.01	1.49	0.86
13.20	1.16	1.97	0.56
13.50	0.76	1.94	0.23
14.10	0.24	1.89	0.13
14.50	0.06	1.50	0.1
15.10	0.06	1.20	0.04
15.50	0.05	1.04	0.04
16.10	0.04	0.78	0.03
16.50	0.04	0.62	0.03
17.10	0.04	0.46	0.03
17.50	0.04	0.42	0.03
18.10	0.04	0.19	0.03
18.50	0.04	0.18	0.03
19.10	1.86	1.32	1.27

ตารางที่ ก7 ผลของค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้ระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอ
ดีน้ำเข้ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำ การทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้	น้ำออก	น้ำเข้	น้ำออก	น้ำเข้	น้ำออก
1	274.7	184	413.3	244	700	475
5	636	227	745.0	382	878.0	555
12	467	226	498	345	790	526
28	473	264	724	384	1023	746
34	500	300	1119	531	1209	708
47	597	338	993	573	1345	759
52	692	233	1024	377	1592	582
59	410	227	635	345	1174	495
65	421	254	561	319	941	441
72	491	284	987	359	1121	502
79	445	245	666	273	947	345
90	446	209	718	327	1008	413

ตารางที่ ก8 ผลของค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้ระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้น
ซีโอดีน้ำเข้ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการ ทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้	น้ำออก	น้ำเข้	น้ำออก	น้ำเข้	น้ำออก
1	19	14	38	20	94	37
5	16	13	58.33	26.8	80	30
12	20.4	11.2	45.33	17.14	80.91	49.4
28	24.4	4.2	27.2	10	53.1	14.5
34	49.3	20	71.6	21	132.4	24
47	21.2	9.6	35.5	3.7	55.3	25.7
52	16	6	25	9	62	20
59	41	5.8	74	6.2	110.3	29.5
65	37	9.8	70	10.4	122	27.6
72	38	0	120	2.8	152	3.6
79	90	3.9	214.2	6.7	265	7
90	51	12	66	3.7	182	2.1

ตารางที่ ก9 ผลของค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	255.7	170	375.3	224	606	438
5	620	214	686.7	355.2	798.0	525
12	446.6	214.8	452.67	327.86	709.09	476.6
28	448.6	259.8	696.8	374	969.9	731.5
34	500.7	280	947.4	510	1076.6	684
47	575.8	328.4	957.5	569.3	1289.7	733.3
52	676	227	999	368	1530	562
59	369	221.2	561.0	338.8	1063.7	465.5
65	384	244.2	491	308.6	819	413.4
72	453	284	867.0	356.2	969.0	498.4
79	355	241.1	451.8	266.3	682	338
90	395	197	652.0	323.3	826.0	410.9

ตารางที่ ก10 ผลของค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอนในถังเดิมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
6	64	110	325
12	68.2	115.3	585.7
22	108	693.3	1420
34	233	751	1576.5
42	243.3	920	1647
47	422	1175	1308.3
54	524.6	1096	1316
60	548	906	1423
67	616	917	1533
72	752	1012	1112
81	568	612	1016
90	854	916	1680

ตารางที่ ก11 ผลของค่าของแข็งแขวนลอยละเหยง่ายในน้ำตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการ ทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
22	288	384	708
34	208.8	708.1	1517.6
42	222.6	830	1517.6
47	406.7	1018	1192
54	441	978	1176
60	540	876.5	1340
67	540	870	1442
72	628	928	1012
81	516	588	968
90	530	612	1023

ตารางที่ ก12 ผลของค่าของแข็งจมตัวในน้ำตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการ ทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
1	1	1	5
5	4	7	19
12	10	25	70
28	12	48	157
34	13	52	270
47	18	43	130
52	19	46	106
59	20	48	70
65	25	30	66
72	20	46	26
79	10	50	23
90	19	33	50

ตารางที่ ก13 ผลของค่าเจดาคาลไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
9	4.68	3.74	8.29	7.09	12.84	9.76
14	3.81	2.41	8.16	5.68	14.24	4.75
20	6.42	2.81	11.9	5.88	17.25	5.48
28	4.15	2.53	7.76	4.95	12.97	3.74
33	4.55	1.87	9.34	6.02	14.17	10.43
47	4.28	1.74	9.63	2.01	12.43	9.76
54	4.01	1.34	8.96	3.48	14.57	4.81
61	4.68	2.14	8.82	3.34	13.77	10.16
69	4.41	2.01	8.42	1.20	13.37	3.48
77	3.48	1.60	7.62	1.74	11.50	3.74
86	4.28	1.87	8.56	2.67	13.24	2.94
90	4.01	2.01	7.09	0.94	12.30	1.34

ตารางที่ ก14 ผลของค่าแอมโมเนียในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำการทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
6	0.695	0.067	1.457	0.107	2.086	0.254
13	0.615	0.802	1.305	0.000	1.711	1.832
20	0.702	0.321	1.476	0.655	2.207	1.149
27	0.534	0.989	0.976	2.674	1.401	1.069
33	0.481	0.000	0.989	3.048	1.631	6.631
45	0.695	0.267	1.150	0.909	2.032	4.385
53	0.508	0.561	1.096	2.674	1.604	1.497
55	0.776	1.043	1.417	1.604	2.139	4.466
64	0.749	0.669	1.471	0.133	2.113	1.123
79	0.241	0.107	0.508	0.133	0.909	0.642
85	0.348	0.107	0.909	0.000	1.485	0.107

ตารางที่ ก15 ผลของค่าไนเตรท - ไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบที่ความ
เข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่ทำ การทดลอง	ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร		ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
1	0.645	0.502	0.375	0.196	0.154	0.078
5	0.633	0.489	0.321	0.165	0.141	0.067
12	0.678	0.522	0.385	0.132	0.112	0.066
28	0.120	0.169	0.192	0.991	0.468	0.343
34	0.446	0.290	0.270	0.490	0.437	0.410
47	0.490	0.411	0.370	0.280	0.380	0.330
52	0.501	0.403	0.521	0.564	0.424	0.314
59	0.575	0.549	0.625	0.460	2.010	0.650
65	0.549	0.393	0.348	0.964	1.946	1.517
72	0.555	0.446	0.318	1.184	2.420	1.022
79	0.875	0.629	0.491	1.808	2.709	1.139
90	0.732	0.714	0.352	1.032	2.062	0.790

