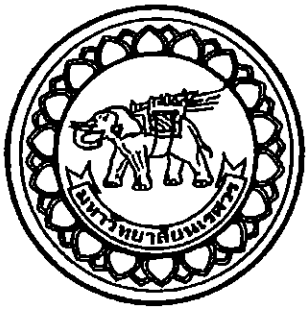


การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวน ผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน

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

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 23 พ.ค. 2555
เลขทะเบียน 1605224
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว922 2554

นางสาวกันยารัตน์ คงสกุล รหัส 51362558

นางสาวณัฐภูมิ เร่งผูก รหัส 51362626

นางสาวอรศุภางค์ ดุรงคเสนีย์ รหัส 51362824

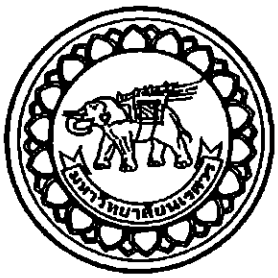
นายอำนาจ กิจประจักร รหัส 51362848

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวกันยารัตน์	คงสกุล	รหัส51362558
	นางสาวณัฐภูมิ	เร่งผูก	รหัส51362626
	นางสาวอรศุภางค์	ดุรงคเสนีย์	รหัส 51362824
	นายอำนาจ	กิจประจักร	รหัส 51362848
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วรางค์ลักษณ์	ซ่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2554		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ

(อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม)

.....กรรมการ

(ดร.จิรภัทร์ อนันต์ภัทรชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวกันยารัตน์	คงสกุล	รหัส51362558
	นางสาวณัฐภูมิ	เร่งผูก	รหัส51362626
	นางสาวอรศุภางค์	ดุรงคเสนีย์	รหัส 51362824
	นายอำนาจ	กิจประจักร	รหัส 51362848
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วรางค์ลักษณ์	ซ่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2554		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนจำนวน 5 ถัง ในห้องปฏิบัติการ เดินระบบและเก็บน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำจำนวน 14 พารามิเตอร์ ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ฟอสฟอรัส แอมโมเนียไนโตรเจน ซีโอดี บีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศและของแข็งละเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศ เป็นเวลา 3 เดือน

จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการบำบัด ซีโอดี บีโอดี เจดาลไนโตรเจนและของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ย ที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 77.72% 93.04% 57.13% 49.24% และ 12.23% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 85.50% 96.08% และ 62.42% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 86.05% 95.35% 59.75% และ 54.54% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 86.42% 95.07% 50.82% และ 56.67% ตามลำดับ และที่ความเข้มข้นซีโอดี 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 89.61% 96.84% 64.84% และ 57.09% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี บีโอดี เจดาลไนโตรเจนและของแข็งแขวนลอย ทั้งหมด สรุปได้ว่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Project title	The Study of Leachate Treatment Efficiency of Partially Mixed Aerated Lagoon at Eight Day Detention Time	
Name	Miss. Kanyarut Khongsakul	ID. 51362558
	Miss. Nuttapum Reangphook	ID. 51362626
	Miss. OrnsupangDurongkasenee	ID. 51362824
	Mr.Amnat Kitprajak	ID. 51362848
Project advisor	Dr. Warangluck Sonklin	
Major	Environmental Engineering	
Department	Civil Engineering	
Academic year	2011	

Abstract

This project was to study the leachate treatment efficiency using partially mixed aerated Lagoon at 8-day detention time. The objectives of this study were to evaluate and compare the efficiency of the leachate treatment using aerated lagoon with varied influent COD concentrations at 200, 400, 600, 800 and 1,000 mg/L. Five partially mixed aerated lagoon models were establishedin laboratory. The models were operated and water samples were collected and analyzed for14 parameters such as pH, Temperature, Conductivity, TDS, TS, SS, Phosphorus, Ammonia nitrogen,TKN, COD, BOD, DO,Total suspended solids in the aeration tank and Total volatile solids in the aeration tank for 3 months.

It was found that the average removal efficiency of BOD, COD, TKN and SS at 200 mgCOD/L were 77.72% 93.04% 57.13% and 49.24% , respectively. At 400 mgCOD/L were 85.50% 96.08% 62.42% and 59.82% , respectively. At 600 mgCOD/L were 86.05% 95.35% 59.75% and 54.54% , respectively. At 800 mgCOD/L were 86.42% 95.07% 50.82% 56.67% and 35.92% , respectively. And at 1000 mgCOD/L were 89.61% 96.84% 64.845 and 57.09%

In summary, considering the removal efficiency of BOD, COD, TKN, SS and TDS, the 400 mgCOD/L achieved the highest removal efficiency. The effluent quality met the requirement of industrial wastewater andindustrial estate standard.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้ดำเนินโครงงานต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงานตลอดจนการติดตามประเมินผลการทำโครงงานมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณวิชญา อิ่มกระจ่าง และคุณยุพา เอี่ยมบัวหลวง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำปรึกษา และให้การช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือตลอดระยะเวลาดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และท่านอาจารย์ทุกท่านในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินโครงการตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษาในเรื่องต่างๆ

ขอขอบพระคุณโรงพยาบาลพุทธชินราช อ.เมือง จ.พิษณุโลก ที่ได้สนับสนุนตะกอนที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์ ที่สนับสนุนน้ำชะขยะในการเดินระบบแบบจำลองสระเติมอากาศ

ขอขอบพรุคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การเลี้ยงดูจนเติบโตและอบรมสั่งสอนคอยให้กำลังใจจนกระทั่งโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์และขอขอบพรุคุณทุกๆท่านที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ที่มีส่วนร่วมทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินงานหวังว่าโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ศึกษาเรื่องสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนและถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากการดำเนินงานโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ คณะผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม

นางสาวกันยารัตน์ คงสกุล

นางสาวณัฐภูมิ เร่งผูก

นางสาวอรศุภางค์ ดุรงคเสนีย์

นายอำนาจ กิจประจักร

มีนาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 น้ำชะมูลฝอย	4
2.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย	6
2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ	9
2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	15
2.5 สรุปสาระสำคัญจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน	20
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	20
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	30
4.1 พีเอช	30
4.2 อุณหภูมิ	33
4.3 ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	36
4.4 ของแข็งทั้งหมด	39
4.5 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	42
4.6 ของแข็งละลายน้ำ	46
4.7 ของแข็งระเหยทั้งหมด	50
4.8 ฟอสฟอรัส	53
4.9 แอมโมเนียไนโตรเจน	57
4.10 เจคาลไนโตรเจน	61
4.11 ซีโอดี	64
4.12 บีโอดี	68
4.13 ออกซิเจนละลายน้ำ	72
4.14 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศ	74
4.15 ของแข็งละเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศ	75
4.16 สี	77
4.17 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ	79
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	96
5.1 สรุปผลการทดลอง	96
5.2 ข้อเสนอแนะ	99
เอกสารอ้างอิง	100
ภาคผนวก ก	102

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข	116
ภาคผนวก ค	120
ประวัติผู้แต่ง	124

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ	4
2.2 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ	14
2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย	15
2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	16
3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์	27
3.2 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง	28
3.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ใช้ในการทดลอง	29
4.1 ผลของค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	32
4.2 ผลของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	35
4.3 ผลของค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	38
4.4 ผลของค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	42
4.5 ผลของค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	45
4.6 ผลของค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
4.7 ผลของค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	53
4.8 ผลของค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	56
4.9 ผลของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	60
4.10 ผลของค่าเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	64

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ผลของค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	68
4.12 ผลของค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	72
4.13 ผลของค่าสีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดี เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	78
4.14 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ	92
5.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากแบบจำลองกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 8 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้	98

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ	10
2.2 เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า	11
2.3 เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ	12
2.4 เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ	12
2.5 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีด	13
3.1 กล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองสระเติมอากาศ	20
3.2 ถังน้ำเข้าและน้ำออกด้านบนและด้านข้าง	21
3.3 สายยางสูบน้ำและสายอากาศ	22
3.4 หัวจ่ายอากาศแบบฟู่	22
3.5 เครื่องเติมอากาศ	23
3.6 เครื่องสูบน้ำแบบรีดน้ำ	23
3.7 แปลนแบบจำลองสระเติมอากาศ	24
3.8 รูปตัดแบบจำลองสระเติมอากาศ	24
3.9 แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน	25
3.10 วิธีการทดลอง	26
4.1 ค่าพีเอชน้ำเข้าจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	31
4.2 ค่าพีเอชน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	31
4.3 ค่าพีเอชเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	32
4.4 ค่าอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	33
4.5 ค่าอุณหภูมิน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	34
4.6 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	35

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	36
4.8 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	37
4.9 ค่าเฉลี่ยสภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	38
4.10 ค่าของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	39
4.11 ค่าของแข็งทั้งหมดน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	40
4.12 ค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	40
4.13 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	41
4.14 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	43
4.15 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	43
4.16 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	44
4.17 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	44
4.18 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	46
4.19 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	47
4.20 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	48

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.21 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	48
4.22 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	50
4.23 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	51
4.24 ค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	52
4.25 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งระเหยทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	52
4.26 ค่าฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	54
4.27 ค่าฟอสฟอรัสน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	54
4.28 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	55
4.29 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	56
4.30 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	57
4.31 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	58
4.32 ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	59
4.33 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	59
4.34 ค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	61

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 ค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	62
4.36 ค่าเฉลี่ยเจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	63
4.37 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	63
4.38 ค่าซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	65
4.39 ค่าซีโอดีน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	65
4.40 ค่าเฉลี่ยซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
4.41 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
4.42 ค่าบีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	69
4.43 ค่าบีโอดีน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	69
4.44 ค่าเฉลี่ยบีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	71
4.45 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	71
4.46 ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	73
4.47 ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	73
4.48 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	74

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.49 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	75
4.50 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศจากระบบที่ความเข้มข้น ซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	76
4.51 ค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	76
4.52 ค่าสีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	77
4.53 ค่าเฉลี่ยสีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	78
4.54 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	79
4.55 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	79
4.56 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	80
4.57 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	80
4.58 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	81
4.59 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	81
4.60 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	82
4.61 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	83
4.62 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	83
4.63 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	84
4.64 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	84
4.65 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	85
4.66 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	85
4.67 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	86
4.68 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	86
4.69 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	87
4.70 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	87
4.71 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร	88

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.72 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร	88
4.73 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร	89
4.74 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร	89
4.75 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	90
4.76 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	90
4.77 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	91
4.78 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	91

บทที่ 1
บทนำ

การดำเนินโครงงานเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน ซึ่งเป็นโครงงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันปัญหาขยะเป็นปัญหาสำคัญที่ก่อให้เกิดมลพิษและมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2547–2548 ส่งผลให้ปริมาณขยะเกิดขึ้น 14.3 ล้านตัน หรือ 39,221 ตันต่อวัน ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับน้ำเสียที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของขยะ เรียกว่า น้ำชะขยะ หากไม่มีการควบคุมและป้องกันที่ดี จะส่งผลให้น้ำชะขยะไหลปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำใต้ดิน การบำบัดน้ำชะขยะเป็นการลดมวลสารให้มีปริมาณลดลงจนสามารถปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ ซึ่งการบำบัดแบบสระเติมอากาศ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางทางชีวภาพที่นิยมมากระบบหนึ่ง เนื่องจากต้นทุนต่ำและดูแลรักษาง่าย จากการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศ โดย กฤษณา และคณะ (2553) ซึ่งได้ทำการหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ ค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 10 วัน พบว่า ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด ที่ระยะเวลาเก็บกัก 10 วัน ดังนั้นจึงเกิดความสนใจที่อยากจะทราบว่าถ้าลดระยะเวลาเก็บกักจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดของสระเติมอากาศลดลงหรือไม่ จึงต้องการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศ ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน เพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่มีความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลากักเก็บ 8 วัน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลากักเก็บ 8 วัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบถึงหลักการทำงานในการบำบัดน้ำชะขยะแบบสระเติมอากาศ

1.3.2 ได้ทราบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะแบบสระเติมอากาศ

1.3.3 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบสระเติมอากาศที่เวลากักพักชลศาสตร์ในการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้แบบจำลองสระเติมอากาศจำนวน 5 ถัง บำบัดน้ำชะขยะที่ระยะเวลากักเก็บเท่ากับ 8 วัน น้ำเข้ามีความเข้มข้นของค่าซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่อไปนี้ พีเอช อุณหภูมิ สภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย – ไนโตรเจน เจดาลไนโตรเจน ซีโอดี บีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งจมตัว ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศ และของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศ ระยะเวลาการศึกษาทั้งสิ้น 3 เดือน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

1.5.2 กำหนดขอบเขตระยะการดำเนินโครงงาน

1.5.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงงาน

1.5.4 ทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำชะขยะ

1.5.5 เริ่มต้นการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

1.5.6 รวบรวมผลการทดลอง

1.5.7 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลโครงงาน

1.5.8 ทำรายงานฉบับโครงร่าง

1.5.9 ปรับปรุงและแก้ไขโครงงาน

1.5.10 ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ก.ค. 2554	ส.ค. 2554	ก.ย. 2554	ต.ค. 2554	พ.ย. 2554	ธ.ค. 2554	ม.ค. 2555	ก.พ. 2555
ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ	■							
เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงงาน		■						
ทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำชะขยะ		■	■					
เริ่มต้นการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ				■	■	■		
รวบรวมผลการทดลอง				■	■	■	■	
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลโครงงาน							■	■
จัดทำรูปเล่มรายงาน								■

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. วัสดุ 2,000 บาท
   - -วัสดุสำนักงาน
   - -วัสดุทดลอง
2. อุปกรณ์ 2,000 บาท

รวมเป็นเงิน 4,000 บาท (สี่พันบาทถ้วน)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 น้ำชะขยะ (Leachate)

น้ำชะขยะ หมายถึง ของเหลวที่เก็บได้หรือไหลออกมาจากด้านล่างของพื้นที่ฝังกลบ โดยทั่วไปน้ำชะขยะเป็นผลมาจากการไหลซึมของน้ำฝน น้ำไหลบ่า น้ำที่ใช้รดหน้าพื้นที่ฝังกลบ อาจเกิดจากน้ำที่มีอยู่ในขยะเริ่มแรก ของเหลวที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของขยะ หรือแม้แต่น้ำใต้ดินเอง โดยน้ำหรือของเหลวนี้จะไหลซึมผ่านชั้นขยะพร้อมกับชะหรือละลายเอาสารต่างๆจากขยะลงสู่ก้นหลุมฝังกลบ

2.1.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะ

น้ำชะขยะส่วนประกอบที่สำคัญคือ เกลืออนินทรีย์ (Inorganic Salt) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการย่อยสลายทางชีววิทยาของขยะ เช่น แอมโมเนีย ซัลไฟด์ เฟอร์รัสอิออน และส่วนหนึ่งจากสารอินทรีย์ที่อยู่ในขยะเองสารอินทรีย์ที่ง่ายต่อการย่อยสลายทางชีววิทยา เช่น กรดไขมันที่ระเหยได้ นอกจากนี้ยังมีฮิวมิค (Humic) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่น้ำชะขยะมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ

องค์ประกอบทางเคมี	หน่วย , มก./ล.		
	พื้นที่ฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี)		พื้นที่ฝังกลบเก่า (อายุมากกว่า 10 ปี)
	ช่วงค่า	ค่าตัวอย่าง	
BOD_5	2,000-30,000	10,000	100-200
TOC	1,500-20,000	6,000	80-160
COD	3,000-60,000	18,000	100-500
Total suspended solids	200-2,000	500	100-400
Organic nitrogen	10-800	200	80-120
Ammonia nitrogen	10-800	200	20-40
Nitrate	5-40	25	5-10
Total phosphorus	5-100	30	5-10
Ortho phosphorus	4-80	20	4-8
Alkalinity as $CaCO_3$	1,000-10,000	3,000	200-1,000

ตารางที่ 2.1(ต่อ) องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ

องค์ประกอบทางเคมี	หน่วย , มก./ล.		
	พื้นที่ฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี)		พื้นที่ฝังกลบเก่า (อายุมากกว่า 10 ปี)
	ช่วงค่า	ค่าตัวอย่าง	
pH	4.5-7.5	6	6.6-7.5
Total hardness as $CaCO_3$	300-10,000	3,500	200-500
Calcium	200-3,000	1000	100-400
Magnesium	50-1,500	250	50-200
Potassium	200-1,000	300	50-400
Sodium	200-2,500	500	100-200
Chloride	200-3,000	500	100-400
Sulfate	50-1,000	300	20-50
Total iron	50-1,200	60	20-200

ที่มา : Tchobanolous , et al. , 1994

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำชะขยะ

การย่อยสลายของขยะในพื้นที่ฝังกลบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย (National Centre For Resource Recovery Inc., 1974) ดังนี้

- ความสามารถที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของดินที่ใช้ถมกลบ
- ความลึกของพื้นที่ฝังกลบ
- ฝน
- อุณหภูมิอากาศ
- ความหนาแน่นในการฝังกลบ
- ความชื้นของขยะ
- ความสามารถในการถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ของขยะ

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียพิจารณาจาก ลักษณะน้ำเสีย วัตถุประสงค์ในการบำบัดและคุณภาพน้ำที่ต้องการ ก่อนทิ้งลงสู่แม่น้ำ ข้อกำหนดทางกฎหมาย กระบวนการบำบัด ที่เหมาะสม ต้นทุนในการก่อสร้าง ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน หลักการบำบัดขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำเสียโดยของแข็งหรือตะกอน แขวนลอยจะบำบัดด้วยวิธีทางกายภาพ ตะกอนขนาดเล็กหรือสารละลายจะบำบัดด้วย วิธีทางเคมีและชีวภาพโดยทำให้เกิดการรวมตัวเป็นอนุภาคขนาดใหญ่และตกตะกอนได้ ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment)

การบำบัดทางกายภาพเป็นกระบวนการกำจัดของแข็ง เศษวัสดุ กรวดทรายที่ปนมากับน้ำทิ้งและยังช่วยลดค่าBOD ของน้ำลงได้บางส่วน เป็นการลดของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก โดยมากจะเป็นขั้นตอนแรกของการบำบัดน้ำเสีย อุปกรณ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียทางกายภาพ มีดังนี้คือ

2.2.1.1 การแยกโดยใช้ตะแกรง (Screening) เป็นการใช้ตะแกรงดักสิ่ง สกปรกชิ้นใหญ่ๆที่ปนมากับน้ำเสีย เช่น เศษขยะ เศษผ้า พลาสติก ฯลฯ ซึ่งอาจทำให้ เครื่องสูบน้ำหรือท่อระบายน้ำอุดตันหรือเกิดการเน่าเหม็นได้ สิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่ตะแกรงจะถูกกวาดออกไป ตะแกรงที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก. ตะแกรงชนิดหยาบ (Coarse Screen) ที่ใช้กันมาก เป็นแบบลูกกรงเหล็ก (Bar racks) ซึ่งเป็นแท่งเหล็กกลมหรือเหลี่ยมเชื่อมเป็นแผ่น ตะแกรงวางขวางทางระบายน้ำทิ้ง ทำมุม 30-80 องศากับแนวระดับ ระยะระหว่างซี่ลูกกรงประมาณ 1-2 นิ้ว เพื่อใช้ดักวัสดุที่มีขนาดใหญ่ที่ลอยมากับน้ำเสีย ป้องกันมิให้เข้าไปทำความเสียหายเครื่องสูบน้ำและทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน ต้องคอย ตักหรือกวาด สิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับซี่ลูกกรงออกไปมิฉะนั้นจะทำให้ตะแกรงอุดตันและเกิดการเน่าเหม็น

ข. ตะแกรงละเอียด (Fine screen) ใช้กำจัดสิ่งสกปรกที่ มีขนาดเล็ก ตะแกรงมีขนาดกว้าง 1/8 นิ้ว จะติดตั้งก่อนเข้าเครื่องบำบัดแบบ Trickling Filter หรือFinal Sedimentation

2.2.1.2 การบดหรือตัด (Comminution) เป็นการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Comminutors ในการตัดให้สิ่งสกปรกขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง

2.2.1.3 การตักหรือการกวาด (Skimming) ใช้แยกสิ่งสกปรกที่ลอย มากับน้ำเสีย เช่น น้ำมัน ไขมัน โดยใช้กระดานกวาดหน้าวางขวางทางน้ำไหลในถัง ตกตะกอน สิ่งที่ลอยมาจะติดค้างอยู่ที่หน้ากระดานส่วนน้ำเสียจะไหลลงด้านล่างของ กระดานออกไป

2.2.1.4 การกำจัดกรวดทราย (Grit Chamber) เป็นการกำจัดกรวด ทราย โลหะหนัก เม็ดดิน เศษอาหาร เช่น กระดูก เปลือกไข่ เมล็ดกาแฟ เมล็ดพืช ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า

สารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายในน้ำเสีย เป็นการช่วยป้องกันเครื่องมือจากการขีดข่วน ลดการอุดตันในท่อและส่วนต่างๆของเครื่องมือ

2.2.1.5 การทำให้ลอย (Flotation) ใช้ในการแยกสิ่งสกปรกแขวนลอยที่ เป็นอนุภาคขนาดเล็กและตกตะกอนได้ยาก หรือพวกไขมันที่อาจอยู่ในรูปของคอลลอยด์

2.2.1.6 การตกตะกอน (Sedimentation) เป็นกระบวนการแยก สิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำโดยการกักไว้ในถังหรือบ่อตกตะกอนเป็นระยะเวลา หนึ่งเพื่อลดความเร็วในการไหลของน้ำลงตะกอนต่างๆจะจมลงสู่ก้นถัง วิธีการนี้ใช้ได้ดี กับตะกอนหนัก เช่นดิน ทราย หรือตะกอนแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยง ตะกอน ส่วนอนุภาคเบาไม่ค่อยได้ผลด้วยวิธีนี้แต่ควรใช้แบบการทำให้ลอยจะมี ประสิทธิภาพมากกว่า การตกตะกอนเป็นการลดค่า BOD ของน้ำเสียลงได้แต่จะมาก หรือน้อยขึ้นกับลักษณะของน้ำ เสีย ดังนั้นจึงจัดเป็นการบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment) ส่วนการบำบัดโดยใช้ตะแกรงหรือเครื่องบดจัดเป็นการบำบัดขั้นเตรียมการ (Preliminary Treatment) นอกจากนี้การตกตะกอนแยกของแข็ง

2.2.2 การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment)

การบำบัดทางเคมีเป็นการแยกสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำออกจากน้ำ เช่นคลอไรด์ ซัลเฟต โซเดียม ไซยาไนด์ ฯลฯ เนื่องจากมีความเป็นพิษต่อสัตว์ในแหล่งน้ำที่ระบายน้ำเสียลง ไป ทำให้น้ำมีสี กลิ่นรสที่ผิดปกติเกิดขึ้นหรือเป็นอันตรายจนไม่เหมาะกับการนำไปใช้ อุปโภคบริโภค หรืออาจทำให้น้ำมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน มีความกระด้างและ ตะกอนเพิ่มขึ้น วัตถุประสงค์ในการบำบัดทางเคมี คือ

- การสร้างตะกอนให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้สามารถตกตะกอนได้ง่ายขึ้น(Coagulation and Flocculation)
- ทำให้มลสารที่ละลายอยู่ในน้ำตกตะกอน (Precipitation) หรือทำให้ไม่ ละลายน้ำ
- ปรับสภาพน้ำให้เหมาะกับความต้องการ เช่น ปรับค่าพีเอช
- ฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)
- ปรับสภาพตะกอน (Sludge Conditioning) เพื่อใช้ในกระบวนการย่อยหรือ แยกเอาน้ำออกจากตะกอน

วิธีการที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียทางเคมี ได้แก่ การสร้างตะกอนทางเคมี (Chemical-coagulation) การตกตะกอน (Precipitation) การให้และรับอิเล็กตรอน (Oxidation-Reduction) การทำให้เป็นกลาง และการฆ่าเชื้อโรค โดยขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของน้ำเสีย

2.2.3 การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นวิธีการใช้สิ่งมีชีวิตซึ่งในระบบบำบัดน้ำเสีย จะหมายถึงแบคทีเรียมาใช้กำจัดหรือลดสารอินทรีย์ต่างๆในน้ำเสียลงให้ได้มากที่สุด โดยอาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์มาย่อยสลายแปรเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ต่างๆให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบเติมอากาศหรือเป็นก๊าซมีเทนในระบบไม่เติมอากาศ น้ำและเซลล์ใหม่ของมันซึ่งเซลล์ของจุลินทรีย์จะถูกแยกออกจากน้ำเสียโดยถังตกตะกอน(Secondary Sedimentation)

- การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน

สารอินทรีย์ + ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ

- การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน

สารอินทรีย์ + น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ + มีเทน

การบำบัดน้ำเสีย ด้วยวิธีชีวภาพที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะความเป็นอยู่ของจุลินทรีย์ คือ

2.2.3.1 **ชนิดที่จุลินทรีย์อยู่ในลักษณะแขวนลอย** (Suspended Growth) จุลินทรีย์หรือแบคทีเรียกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำเสีย เช่น ระบบเลี้ยงตะกอน (Activated Sludge) แบบต่างๆ บ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) บ่อเกรอะ (Septic Tank)

2.2.3.2 **ชนิดที่จุลินทรีย์เกาะติดกับตัวกลาง** (Fixed Film or Attacted Growth) ซึ่งแบ่งเป็นประเภทย่อยได้2 ประเภท คือให้ตัวกลาง (Media) อยู่กับที่ โดยมีจุลินทรีย์ เกาะอยู่กับผิวตัวกลาง เมื่อน้ำเสียไหลผ่านผิวตัวกลางไป จุลินทรีย์ที่เกาะติดผิวตัวกลางจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียนั้น เช่น ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter)ระบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter) และประเภทที่ให้ตัวกลางเคลื่อนที่ เช่น ระบบจานหมุนชีวภาพ(Rotating Biological Contractor , RBC)

2.2.3.3 **ชนิดที่จุลินทรีย์อยู่ในลักษณะแขวนลอยและเกาะติดกับที่** คือให้จุลินทรีย์อยู่ในทั้งสองลักษณะ เช่นระบบถังเกรอะ ถังกรองไร้อากาศ (Septic Anaerabic filter)

การบำบัดน้ำเสีย ด้วยวิธีชีวภาพสามารถแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ ตามประเภทของจุลินทรีย์ คือ

ก. **กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic Process)** หมายถึง วิธีการบำบัดน้ำเสีย ด้วยวิธีทางชีวภาพซึ่งต้องมีการเติมออกซิเจน ลงไปในน้ำเสีย เพื่อให้จุลินทรีย์ได้ใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาชีวเคมี เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียจนได้ผลผลิตสุดท้าย คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ เซลล์ของจุลินทรีย์ และแอมโมเนีย ถ้าในสารอินทรีย์นั้นมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบด้วย ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบ ได้แก่ ระบบเลี้ยงตะกอน (Activated Sludge , AS) บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) จานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contractors)

-ข้อดี ของระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน ได้แก่ ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง น้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีสภาพไม่น่ารังเกียจ สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีกว่าระบบไม่ใช้อากาศ หน่วยบำบัดมีขนาดเล็กกว่าระบบไม่ใช้อากาศ

-ข้อเสีย ราคาแพงเมื่อเทียบกับระบบไม่ใช้อากาศ ต้องการควบคุมดูแลรักษาระบบมากกว่าระบบไม่ใช้อากาศ ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานไฟฟ้า ต้องใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์มาก อาจมีเสียงและกลิ่นรบกวน

ข. กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process) หมายถึง การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ไม่ต้องเติมออกซิเจน ลงไปในน้ำเสียหรืออาจเรียกกระบวนการนี้ว่า ระบบไร้อากาศ หรือถังหมัก สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน จนได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน

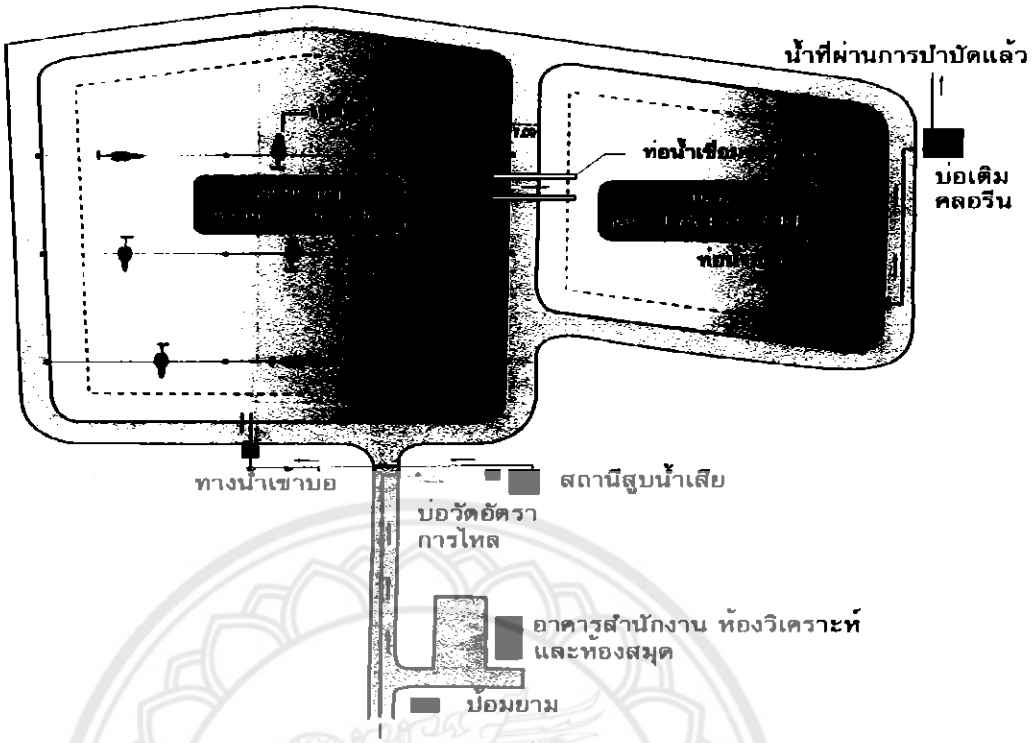
-ข้อดี ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic Wastewater Treatment) ได้แก่ มีตะกอนที่ต้องนำไปบำบัดและกำจัดน้อย พวกตะกอนที่ต้องทำไปจัดการสามารถนำไปรีดน้ำออกไปได้ง่าย ไม่ต้องการธาตุอาหารมากนัก ได้ผลพลอยได้เป็นก๊าซมีเทนที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ สามารถรับภาระอินทรีย์ได้มาก ไม่ต้องใช้พลังงาน

-ข้อเสีย ต้องควบคุมพืชในระบบให้ดี ใช้เวลาเริ่มเดินระบบ (Start up) ค่อนข้างมาก คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดส่วนมากจะไม่ได้มาตรฐาน น้ำเสียที่ผ่านระบบไร้อากาศควรมีระบบบำบัดสุดท้ายด้วยระบบอื่น อาจเป็นระบบใช้อากาศ เช่น บ่อปรับเสถียร

ที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s10, 2554

2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

สระเติมอากาศ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่น เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้มีประสิทธิภาพกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศจึงสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งทำหน้าเพิ่มออกซิเจนในน้ำส่งผลให้ให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อ ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ



รูปที่ 2.1 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ

ที่มา : http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=116&hit=1

2.3.1 ระบบการทำงานของสระเติมอากาศมี 2 แบบ คือ

2.3.1.1 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ (Complete-mix aerated lagoon)

ต้องใช้พลังงานสูงสำหรับกวนผสมเพื่อป้องกันของแข็งแขวนลอยหรือจุลินทรีย์จมตัว รวมทั้งยังทำให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งสระหรือเกิดสภาวะแอโรบิกทั่วทั้งสระ โดยทั่วไปมักใช้พลังงานในการกวนผสมเท่ากับ 11 -19 กิโลวัตต์ต่อปริมาณน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ทำให้น้ำทิ้งจากสระเติมอากาศชนิดนี้ปริมาณสารแขวนลอยสูง ดังนั้นต้องออกแบบบ่อตกตะกอนหรือบ่อขัดแต่งเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอยจากน้ำทิ้งของสระเติมอากาศประเภทนี้ด้วย

2.3.1.2 สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน (Partial-mix aerated lagoon)

ต้องการพลังงานในการกวนผสมน้อยกว่าแบบแรก ปริมาณอากาศที่เติมลงไปเพียงแค่ให้เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยทั่วไปใช้พลังงานในการกวนผสมเท่ากับ 1.5 -7.5 กิโลวัตต์ต่อปริมาณน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งทำให้ของแข็งแขวนลอยหรือจุลินทรีย์ บางส่วนจมตัวและสะสมอยู่ก้นสระและถูกย่อยสลายในน้ำทิ้งของสระเติมอากาศแบบกวนผสมสมบูรณ์ บางกรณีน้ำเสียมีความเข้มข้นต่ำและมีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยไม่มากอาจไม่จำเป็นต้องมีบ่อตกตะกอนตามหลังสระเติมอากาศ

2.3.2 เครื่องเติมอากาศ

ระบบบ่อเติมอากาศส่วนใหญ่จะประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้

2.3.2.1 ตระเติมอากาศ อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย เครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ ๆ คือ

ก. เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้กระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมลสารในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ

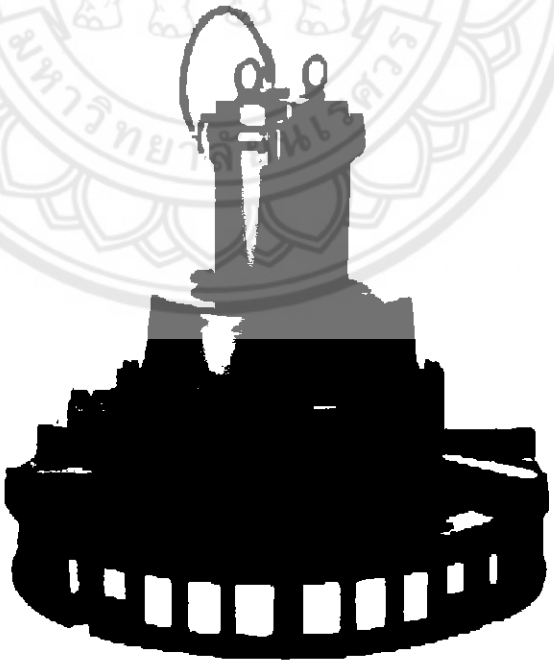
รูปที่ 2.2 เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า

ที่มา: http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=116&hit=1

ข. เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator) มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศ และระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคือ อากาศหรือออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบพัดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูงแต่มีราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น

รูปที่ 2.3 เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ

ค. เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air Blower) และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำ (Disperser) อยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ (Mixing)



รูปที่ 2.4 เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ

ที่มา : http://www.klongthomtools.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538660843&Ntyp=777

ง. เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet Aerator) มี 2 แบบ คือ แบบแรกใช้หลักการทำงานของ Venturi Ejector และแบบที่สองจะเป็นการสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ

รูปที่ 2.5 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีด

ที่มา : www.sianahop.com/product-1623293

2.3.2.2 บ่อบ่มเพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง

บ่อบ่มมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.3.2.3 บ่อเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค

บ่อเติมคลอรีนเป็นบ่อที่รับน้ำที่ผ่านการบำบัดมาเติมคลอรีนที่อยู่ในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจหลุดรอดออกไปกับน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำ บ่อเติมคลอรีนนี้ออกแบบให้มีระยะเวลาที่น้ำทิ้งสัมผัสกับคลอรีนนานประมาณ 30 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค

2.3.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ

โดยทั่วไปค่าแนะนำในการออกแบบสระเติมอากาศกำหนดเวลากักพักชลศาสตร์ที่ 3-10 วัน ความลึก 2-6 เมตร ความต้องการออกซิเจนในสระเติมอากาศ 0.7-1.4 ก.ออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด โดยมีประสิทธภาพในการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 80-90 % ดังตารางที่ 2.2 โดยปกติการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมค่าบีโอดีของน้ำออกมักมีค่าสูงเกินมาตรฐาน จึงไม่ใช้สระเติมอากาศเพียงลำพังในการบำบัดน้ำเสีย ในกรณีการบำบัดน้ำเสียชุมชนดังตารางที่ 2.3 สามารถใช้ระบบสระเติมอากาศโดยลำพังได้เนื่องจากค่าบีโอดีต่ำ

ตารางที่ 2.2 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ

รายการ	ค่าแนะนำ
เวลากักพักชลศาสตร์ (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

ค่ากำหนดในการออกแบบสระเติมอากาศที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนประเทศไทย โดยทั่วไปค่ากำหนดเวลากักน้ำที่ 1-2 วัน ความลึก 2 - 4 เมตร ความต้องการออกซิเจนในสระเติมอากาศ 0.7-1 ก.ออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 80 % ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย

รายการ	ค่าแนะนำ
สระเติมอากาศ	
เวลากักน้ำ,วัน	1-2
ความลึกน้ำ,เมตร	2.0-4.0(3.0)
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี,ร้อยละ	80
ความต้องการออกซิเจน	
- ก. ออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกจำกัด	0.7-1.0
- กิโลวัตต์/1000 ลบ.ม.	1.5-3.0
บ่อขัดแต่ง	
เวลากักน้ำ,วัน	1-2
ความลึกน้ำ,เมตร	1.5-2.0

ที่มา : สมาคมวิศกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2546

2.3.4 ข้อดีและข้อเสีย ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

- **ข้อดี** คือ ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

- **ข้อเสีย** คือ มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

การบำบัดน้ำชะขยะให้หมดไปหรือให้น้อยที่สุด ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

หมายเหตุ น้ำเสียจากหลุมฝังกลบเทียบกับมาตรฐานน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0	pH Meter
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	- ไม่เกิน 3,000 มก/ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H2S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Titrate
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอร์มาลดีไฮด์ (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. หรือแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	Kjeldahl
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD	ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion

ตารางที่ 2.4(ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
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 Plama : ICP
2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (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. นิคเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	
10. อาร์เซนิค (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
11. เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	
12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	Atomic Absorption Cold Vapour Techique

ที่มา :http://pcd.go.th/Info_serv/reg_st_water04.html#sl,2554

2.5 สรุปสาระสำคัญจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น (2541) ได้ศึกษาปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะขยะมูลฝอยจากแบบจำลองที่มีการฝังกลบสองชั้น ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำชะมูลฝอย

- ลักษณะและองค์ประกอบของมูลฝอยที่นำมาฝังกลบ เช่น เศษอาหาร ผัก ผลไม้ จะทำให้เกิดปริมาณของน้ำชะมูลฝอยมากกว่ามูลฝอยแห้ง เช่น กระดาษ พลาสติก

- ความสูงของชั้นมูลฝอย จากการศึกษาของ Karnchanawong, S. et al., 1992 พบว่าปริมาณของน้ำชะมูลฝอยเกิดขึ้นแปรผันตามความสูงของชั้นมูลฝอย

- น้ำจากภายนอกไหลเข้าสู่พื้นที่ฝังกลบ น้ำจากภายนอกนี้ ได้แก่ น้ำฝน น้ำไหลบนผิวดิน น้ำใต้ดิน ซึ่งสามารถซึมผ่านชั้นมูลฝอยลงไปกลายเป็นส่วนหนึ่งของน้ำชะมูลฝอย

กฤษณา และคณะ (2553) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนมีค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลาเก็บกัก 10 วัน

- บีโอดี ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้นข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 98.20% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.25%

- ซีโอดี ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 92.91% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.54%

- แอมโมเนียไนโตรเจน ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 79.55% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.10%

- เจคาลไนโตรเจน ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 74.18% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.69%

- ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 65.52% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 48.93%

- ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 65.52% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 45.19%

- ฟอสฟอรัส ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพบำบัดเท่ากับ 47.17% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 46.29%

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะตัวระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน โดยมีวิธีในการดำเนินโครงงานดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนในการบำบัดน้ำชะขยะโดยใช้แบบจำลองซึ่งทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโยธาโดยมีวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

3.1.1 แบบจำลองสระเติมอากาศ

แบบจำลองสรเติมอากาศทำจากกล่องพลาสติกใสมีปริมาตร 50 ลิตร ปริมาตรการทดลองเท่ากับ 40 ลิตร ขนาดกว้าง 37 เซนติเมตร ขนาดยาว 50 เซนติเมตร และลึกของถัง 27 เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ และมีหัวเติมอากาศจำนวนถังละ 4 หัวต่อแบบจำลอง

รูปที่3.1 กล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองสระเติมอากาศ

3.1.2 ถังน้ำเข้าและถังน้ำออก

ถังน้ำเข้าและถังน้ำออกทำจากพลาสติก มีขนาดบรรจุ 10 ลิตร ทรงกระบอกสีดำและสีน้ำเงิน รองรับน้ำชะขยะที่ผ่านการบำบัดจากแบบจำลองสระเติมอากาศ

ถังน้ำเข้า ถังน้ำออก

รูปที่ 3.2 ถังน้ำเข้าและน้ำออกด้านบนและด้านข้าง

3.1.3 ตะกอน

ตะกอนที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นตะกอนที่นำมาจากถังตกตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลพุทธชินราช อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

3.1.4 น้ำชะขยะ

น้ำชะขยะนำมาจากรถเก็บขยะองค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์บริเวณรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

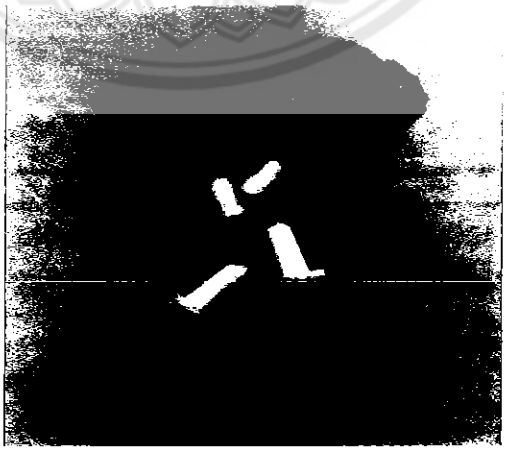
3.1.5 สายยางสูบน้ำและสายอากาศ

สายยางสูบน้ำและสายอากาศทำจากวัสดุซิลิโคนและโพลิโพรพิลีน

รูปที่ 3.3 สายยางสูบน้ำและสายอากาศ

3.1.6 หัวกระจายอากาศแบบฟู่

หัวกระจายอากาศแบบฟู่หรือที่เรียกกันว่า หัวทราย มีลักษณะครึ่งวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่า 3 เซนติเมตร มีท่อสีขาวต่อตรงกลางเพื่อให้อากาศผ่านเข้าไป นิยมใช้ในการเติมอากาศในตู้ปลาสวยงาม



รูปที่ 3.4 หัวจ่ายอากาศแบบฟู่

3.1.7 เครื่องเติมอากาศ

เครื่องเติมอากาศ ยี่ห้อ YAMANO (Electromagnetic Air Pump) รุ่น AP-30 จำนวน 1 เครื่อง สามารถเติมอากาศได้ 48.3 ลิตรต่อนาที และเครื่องเติมอากาศ 1 เครื่อง ต่อเข้ากับหัวเติมอากาศ จำนวน 10 หัว คิดเป็นอัตราการเติมอากาศ 5 ลิตรต่อนาทีต่อหัว ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 เครื่องเติมอากาศ

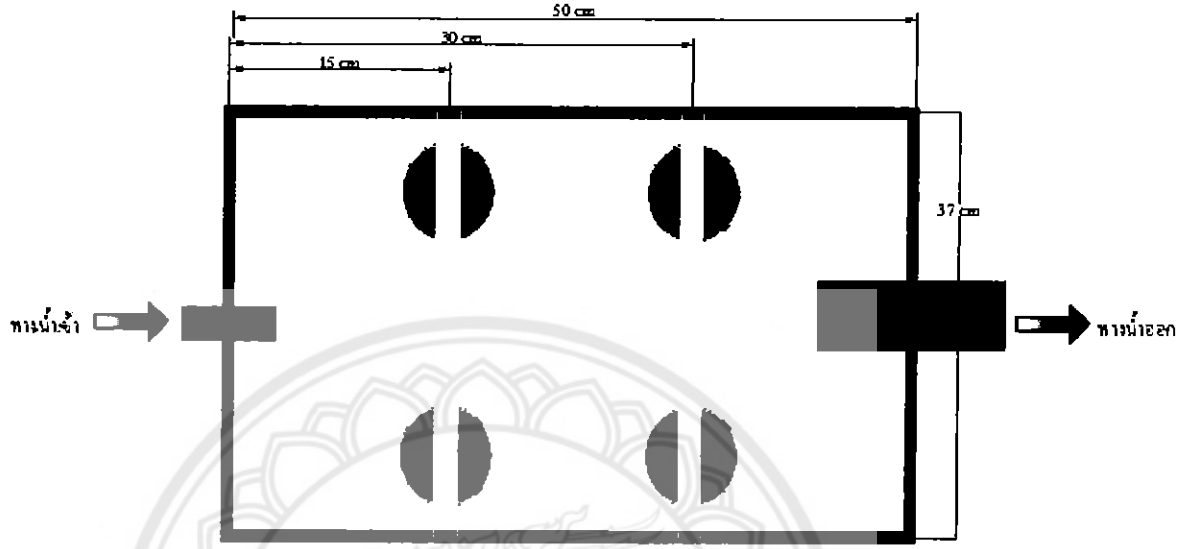
3.1.8 เครื่องสูบน้ำแบบรีดน้ำ

การสูบน้ำเสียสังเคราะห์เข้าสู่ถังเติมอากาศใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีด ยี่ห้อ Watson Marlow 313s ความเร็วเท่ากับ 50 RPM และมีอัตราการไหลเท่ากับ 3.68 มิลลิลิตรต่อนาที หรือ 5 ลิตรต่อวัน จำนวน 5 เครื่องสูบ ดังรูปที่ 3.6

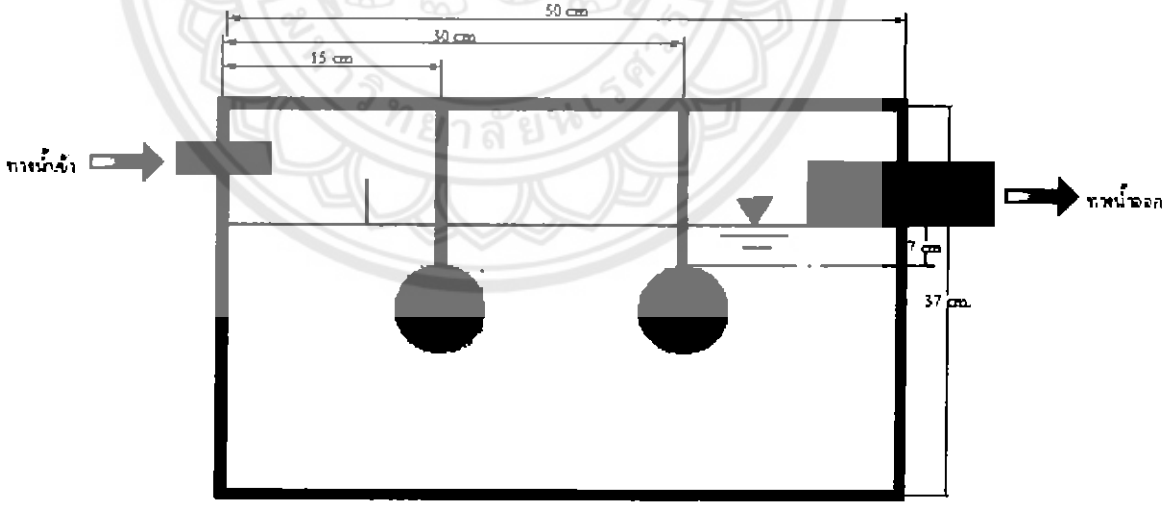
รูปที่ 3.6 เครื่องสูบน้ำแบบรีดน้ำ

3.1.9 แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

ในการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนจะดำเนินการจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

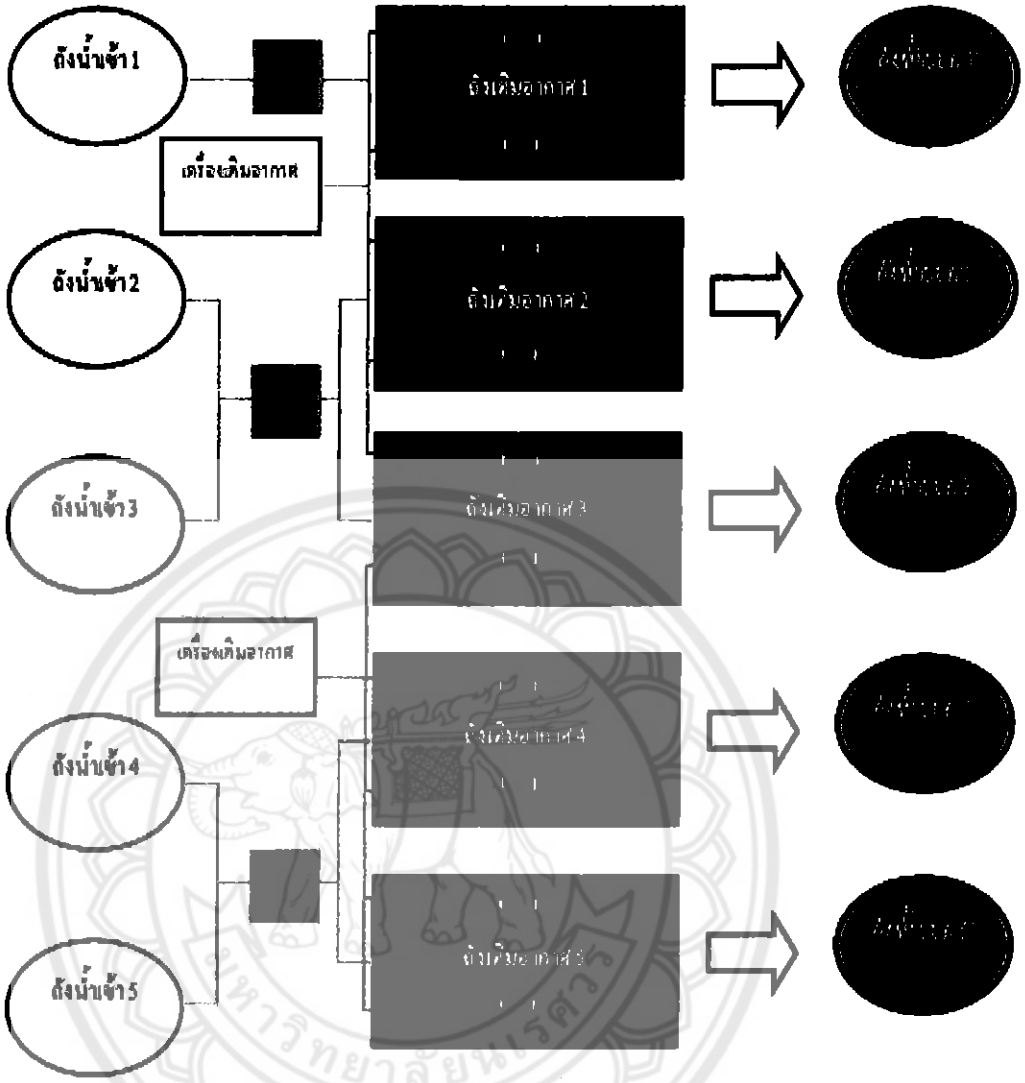


รูปที่ 3.7 แปลนแบบจำลองสระเติมอากาศ



รูปที่ 3.8 รูปตัดแบบจำลองสระเติมอากาศ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



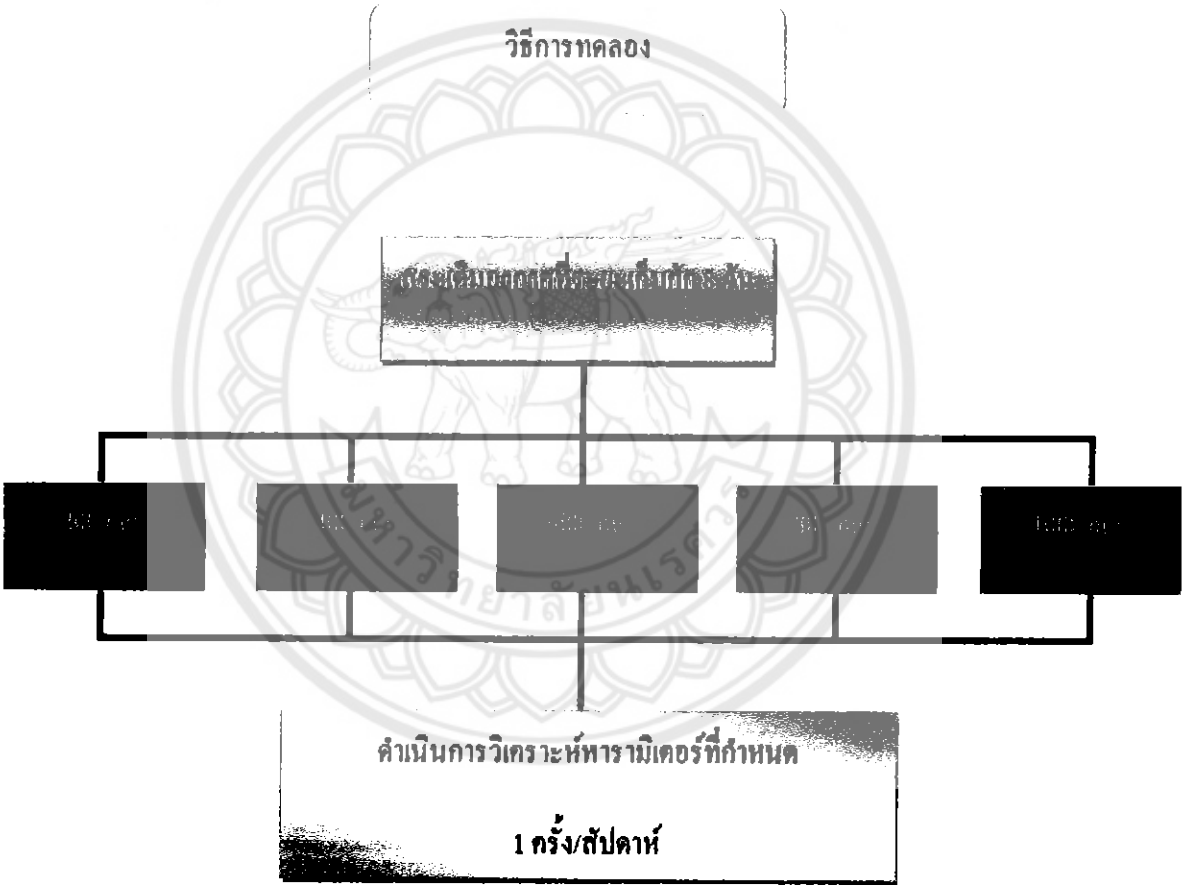
รูปที่ 3.9 แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะที่มีค่าความเข้มข้นของซีโอดี 200 400 600 800 1000 มิลลิกรัมต่อลิตรด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1.1 เริ่มต้นสตาร์ทอัพด้วยการเติมน้ำปริมาณ 17.3 ลิตร ลงในถังจำลองระบบเติมอากาศ แล้วใส่ตะกอน 2.7 ลิตร จากนั้นเติมอากาศเป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วเริ่มใส่น้ำชะขยะจริงเข้าสู่ถังจำลองระบบ

3.2.1.2 ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นเวลา 3 เดือน



รูปที่ 3.10 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดัง ตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
ความเป็นกรดและด่าง	เครื่องวัดพีเอช ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
สภาพนำไฟฟ้า	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Hanna Instrument รุ่น Dist 3
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ	วัดด้วย DO probe
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศา ในถ้วยระเหยด้วยเครื่องอังน้ำ(Water bath)
ของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ	โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศา ซึ่งกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C
ของแข็งแขวนลอย	โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศา ซึ่งกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C
ค่าของแข็งระเหย	โดยวิธีการนำไปเผาที่ 550-600 องศา
ฟอสฟอรัส	ไนตริก – ซัลฟิวริก
ค่าซีโอดี	วิธี Close Reflux
ค่าบีโอดี	วิธี Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
ค่า SV_{30}	วิธีกระบอกตวงตั้งไว้ที่ 30 นาที
แอมโมเนีย	Kjeldahl Nitrogen
ค่าทีดีเอส(TDS หรือ Total Dissolved Solids)	โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศา ซึ่งกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ในถ้วยระเหยด้วยเครื่องอังน้ำ(Water bath)
ค่าทีเคเอ็น(TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	Kjeldahl Nitrogen

3.2.3 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่างแสดงดัง ตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง		
	ถังน้ำเข้า	ถังเติมอากาศ	ถังน้ำออก
pH	✓		✓
อุณหภูมิ	✓		✓
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	✓		✓
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ		✓	
ของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ		✓	
ค่าของแข็งแขวนลอย	✓		✓
ค่าของแข็งละลายน้ำ	✓		✓
ค่าของแข็งละเหย	✓		✓
ค่าบีโอดี	✓		✓
ค่า SV_{30}		✓	
แอมโมเนีย	✓		✓
TDS	✓		✓
TKN	✓		✓
ค่าซีโอดี	✓		✓

3.2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลอง

มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลองนี้เป็นมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 นำมาเฉพาะดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการทดลองดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ใช้ในการทดลอง

ดัชนีคุณภาพ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1.ค่าความเป็นกรดและด่าง(pH value)	5.5-9.0	pH Meter
2.ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	ไม่เกิน 3,000 มก./ล.	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3.สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4.อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40 °C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บน้ำตัวอย่างน้ำ
5.ค่าบีโอดี 5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Deman : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน
6.ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล.	Kjeldahl
7.ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion

ที่มา: http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water04.html#sl ,2553

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

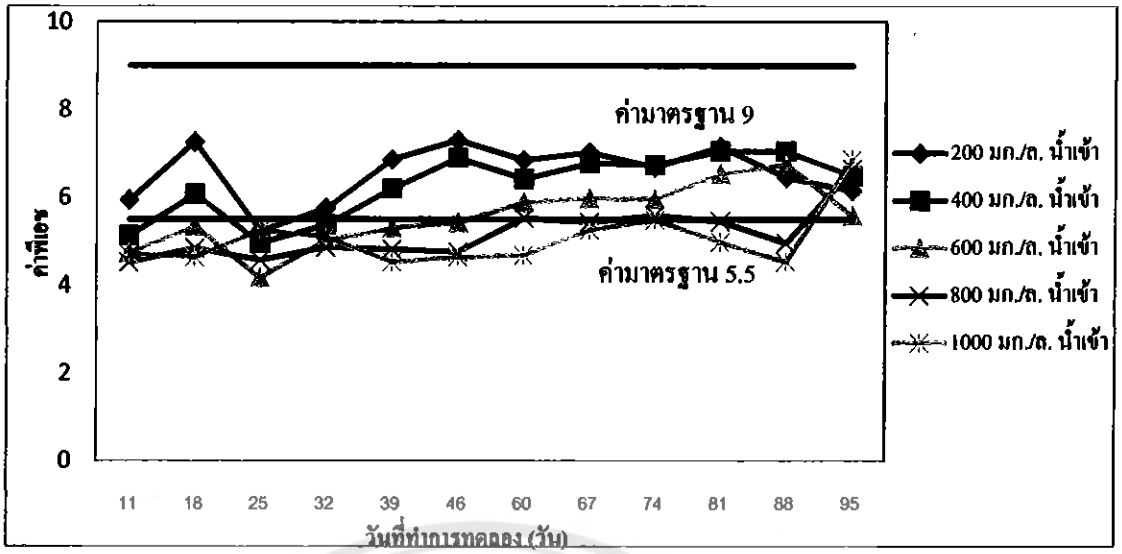
โครงงานเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน มีผลการทดลองและวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังนี้

4.1 พีเอช

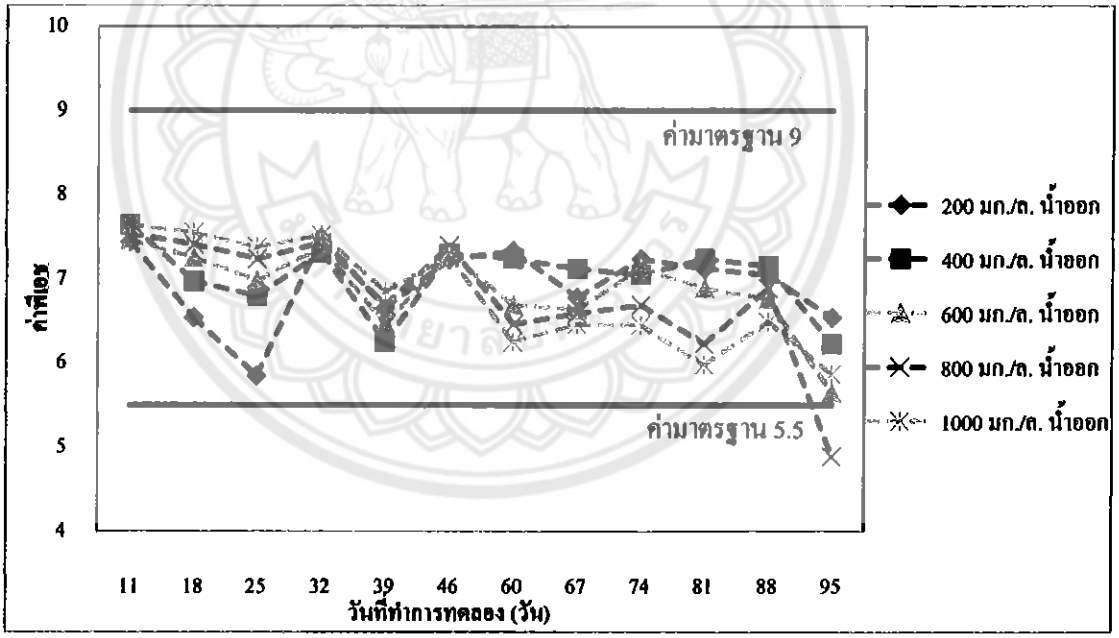
พีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.1 – 4.3

จากรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 แสดงค่าพีเอชน้ำเข้าแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่าพีเอชมีค่าแปรผันอยู่ในช่วงกว้าง มีค่าอยู่ในช่วง 5.23-7.30 4.96-7.05 4.17-6.75 4.52-6.65 และ 4.53-6.86 ตามลำดับ ซึ่งค่าพีอชเป็นกรดอ่อน-กลาง และทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า พบว่าค่าพีเอชไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม โดยกำหนดไว้ คือ 5.5-9.0

จากรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.1 แสดงค่าพีเอชน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่าค่าพีเอชน้ำออกบว่าพีแชแปรผันอยู่ในช่วงกว้าง มีค่าอยู่ในช่วง 5.85-7.44 6.23-7.64 5.65-7.46 4.89-7.54 และ 5.87-7.64 ตามลำดับ ซึ่งค่าพีเอชเป็นกรดอ่อน-กลาง และที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าพีเอชผ่านค่ามาตรฐาน และที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน 1 ครั้ง ในวันที่ 95 ของการทดลอง โดยค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ คือ 5.5-9.0



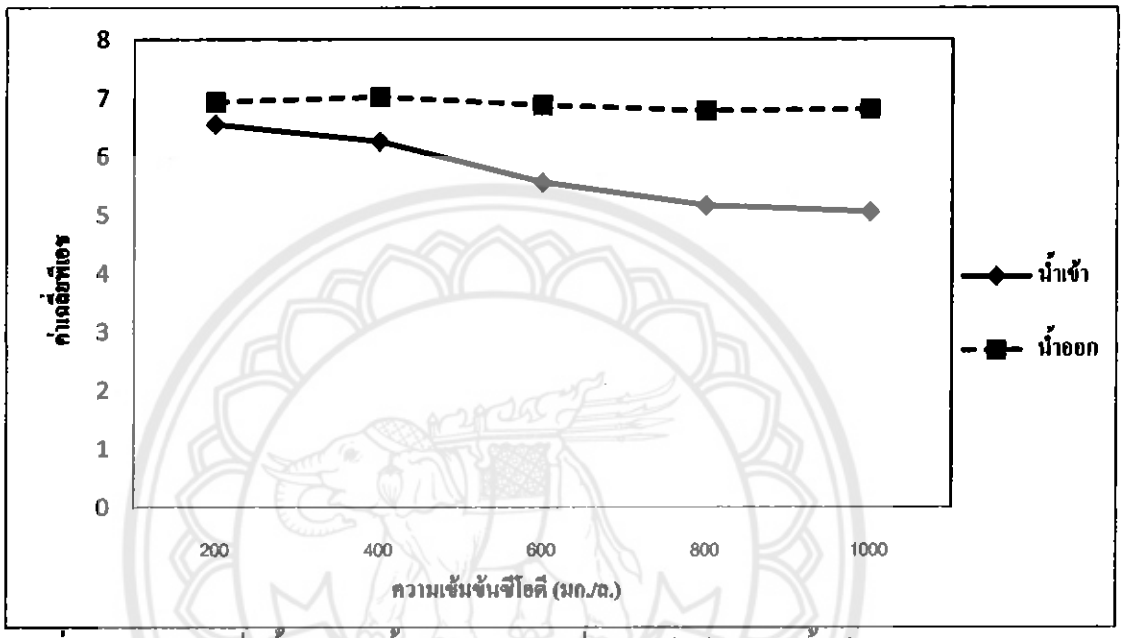
รูปที่ 4.1 ค่าพีเอชน้ำเข้าจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.2 ค่าพีเอชน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.3และตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยพีเอชน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่าพีเอชเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.55 6.26 5.56 5.17 และ 5.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยค่าพีเอชเป็นกรดอ่อน-กลาง ซึ่งมีค่าแปรผกผันกับความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และค่าน้ำออกเฉลี่ยที่ความ

เข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 6.94 7.03 6.88 6.79 และ 6.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งค่าพีเอชเป็นกลางและมีค่าคงที่ทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยค่าน้ำออกเมื่อเทียบกับค่าน้ำเข้ามีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้น โดยค่าน้ำออกทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ คือ 5.5-9.0 แสดงว่าเกิดการบัดบัดค่าพีเอชในแบบจำลองสระเติมอากาศ



รูปที่ 4.3 ค่าพีเอชเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

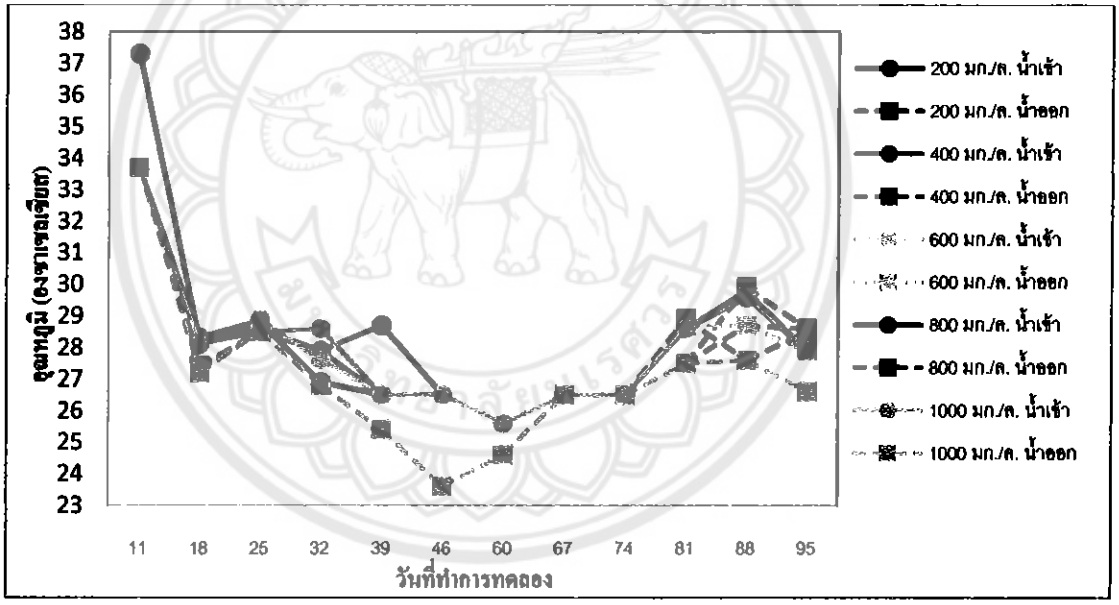
ตารางที่ 4.1 ผลของค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	5.23-7.30	6.55	5.85-7.44	6.94
400	4.96-7.05	6.26	6.23-7.64	7.03
600	4.17-6.75	5.56	5.65-7.46	6.88
800	4.52-6.65	5.17	4.89-7.54	6.79
1,000	4.53-6.86	5.06	5.87-7.64	6.81

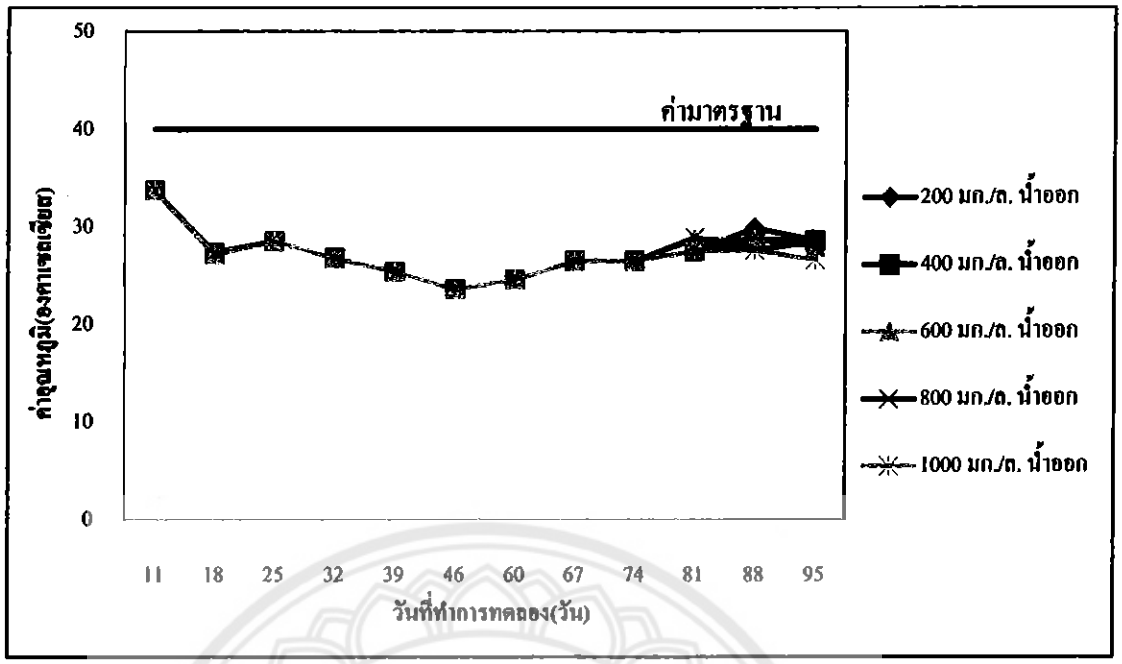
4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงดังรูปที่ 4.4 – 4.6

จากรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.2 อุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน แปรผันในช่วงกว้าง คือ มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 25.60-37.30 25.60-33.70 25.60-33.70 25.60-33.70 และ 25.60-33.70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 23.60-33.70 24.60-33.70 23.60-33.70 23.60-33.70 และ23.60-33.70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าค่าน้ำเข้า น้ำออกมีค่าใกล้เคียงทุกๆถังในแต่ละสัปดาห์ มีอุณหภูมิ อยู่ระหว่าง 24-37 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มค่าอุณหภูมิของน้ำออกเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิกับน้ำเข้า คือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำเข้าระบบมีค่าลดลง อุณหภูมิของน้ำออกมีค่าลดลง



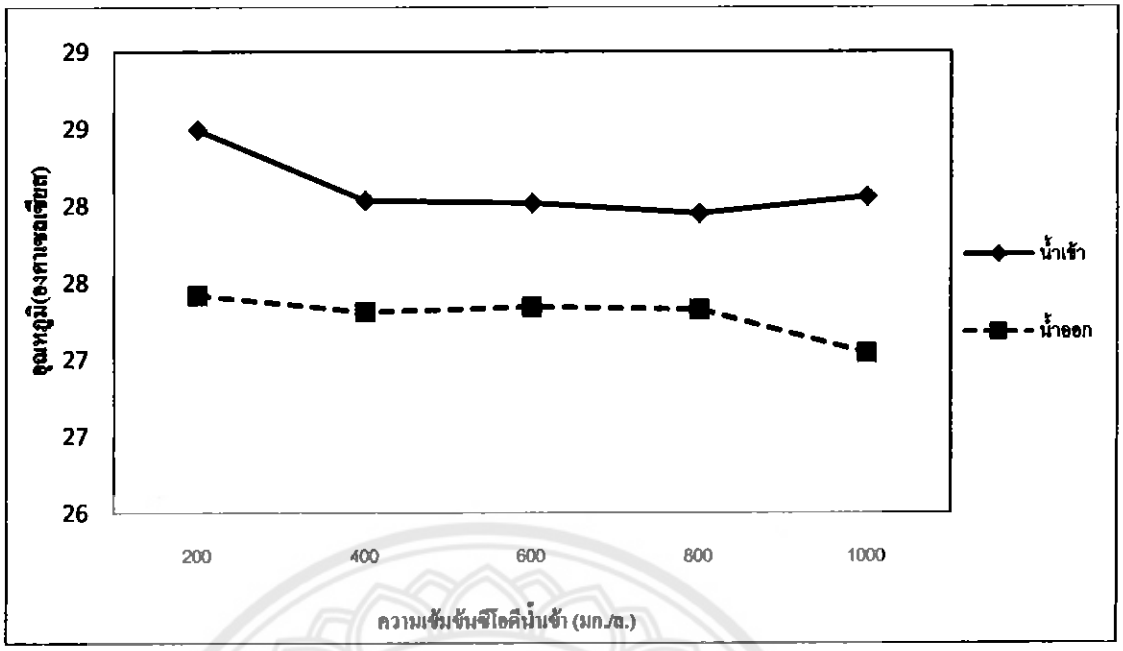
รูปที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.5 ค่าอุณหภูมิน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 24-37 องศาเซลเซียส ซึ่งทุกความเข้มข้นซีโอดีมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนด ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส แสดงว่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้น ซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่าอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 28.49 28.03 28.02 27.95 และ 28.06 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และค่าน้ำออกเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 27.42 27.31 27.34 27.33 และ 27.04 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยค่าน้ำออกเมื่อเทียบกับค่าน้ำเข้ามีค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยค่าน้ำออกทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ ไม่เกิน 40 อาศาเซลเซียส



รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

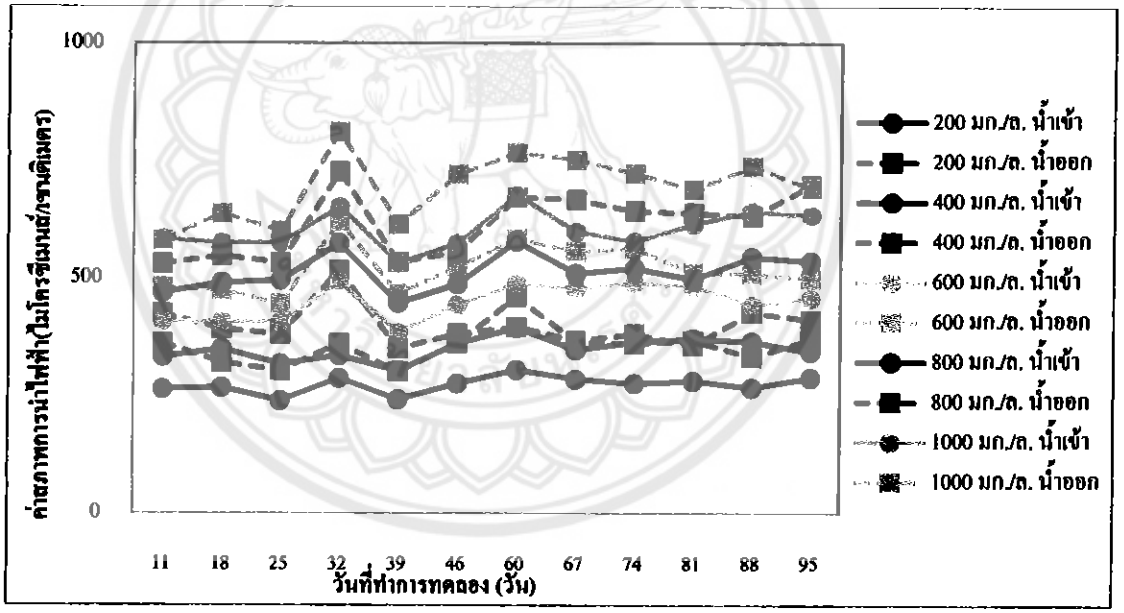
ตารางที่ 4.2 ผลของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	25.60-37.30	28.49	23.60-33.70	27.42
400	25.60-33.70	28.03	24.60-33.70	27.31
600	25.60-33.70	28.02	23.60-33.70	27.34
800	25.60-33.70	27.95	23.60-33.70	27.33
1,000	25.60-33.70	28.06	23.60-33.70	27.04

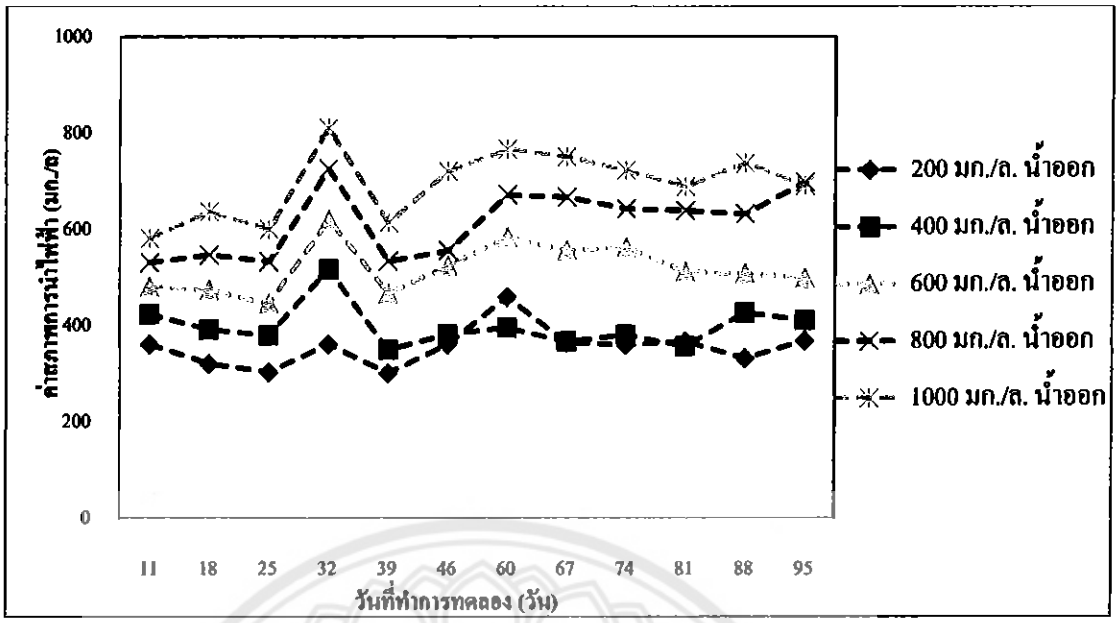
4.3 สภาพการนำไฟฟ้า

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.7 – 4.9

จากรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.3 พบว่าสภาพการนำไฟฟ้าที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะการกักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 239-305 303-394 385-492 447-578 และ 532-677 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตรตามลำดับ และค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 301-460 350-517 446-584 531-698 และ 581-811 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้งน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าในแต่ละความเข้มข้นค่าน้ำออกมีค่ามากกว่าน้ำเข้าเสมอ แสดงว่าสภาพการนำไฟฟ้าทั้งน้ำเข้าและน้ำออก มีการกำจัดสิ่งที่มีประจุเกิดขึ้นทำให้มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงขึ้นเมื่อผ่านการบำบัด



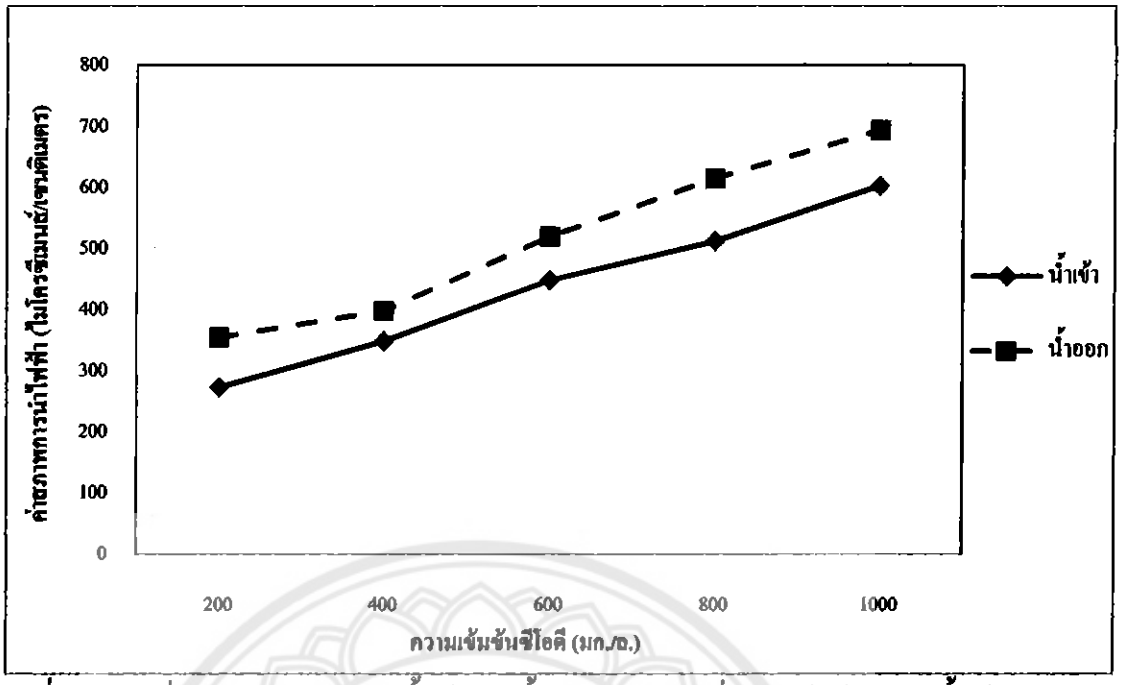
รูปที่ 4.7 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.8 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.3 แสดงให้ทราบว่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกมีค่าแปรผันกับค่าความเข้มข้นน้ำเข้า ที่ค่าความเข้มข้นต่ำมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกตามตามไปด้วย แต่จะมีค่าแปรผกผันที่ความเข้มข้น 200 กับ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงวันที่ 67-81 ของการทดลอง

จากรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.3 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 273 348 448 513 และ 603 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ โดยค่าพีเอชเป็นกรดอ่อน-กลาง ซึ่งมีค่าแปรผกผันกับความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และค่าน้ำออกเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 355 399 520 615 และ 694 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยของสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า



รูปที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยสภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.3 ผลของค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

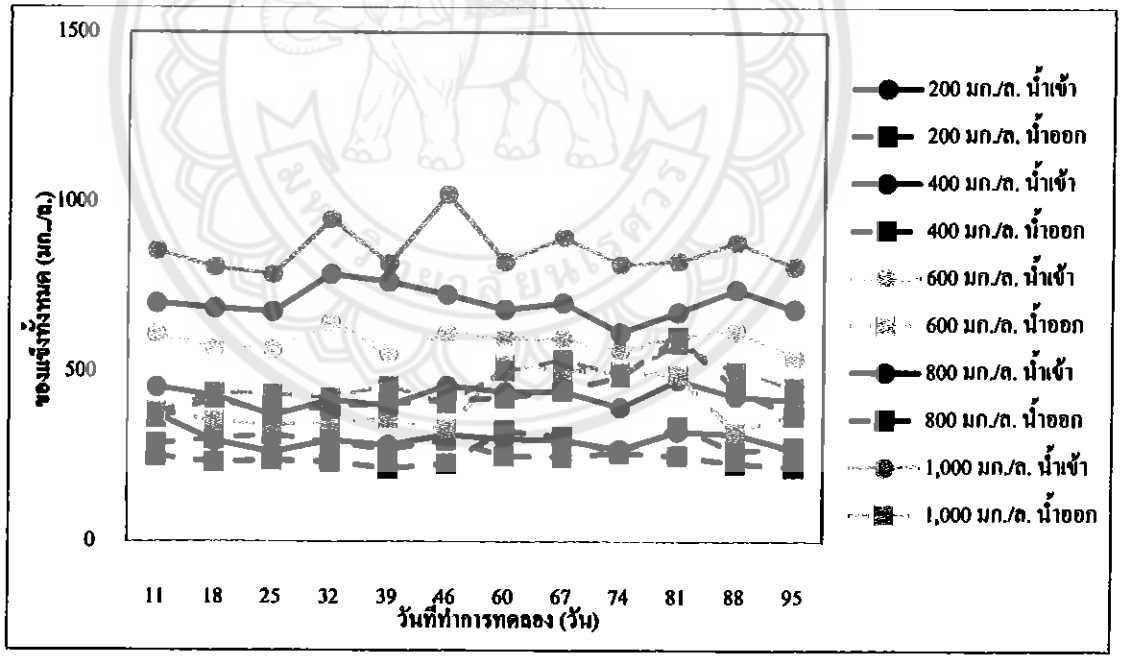
ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	239-305	273	301-460	355
400	303-394	348	350-517	399
600	385-492	448	446-584	520
800	447-578	513	531-698	615
1,000	532-677	603	581-811	694

4.4 ของแข็งทั้งหมด

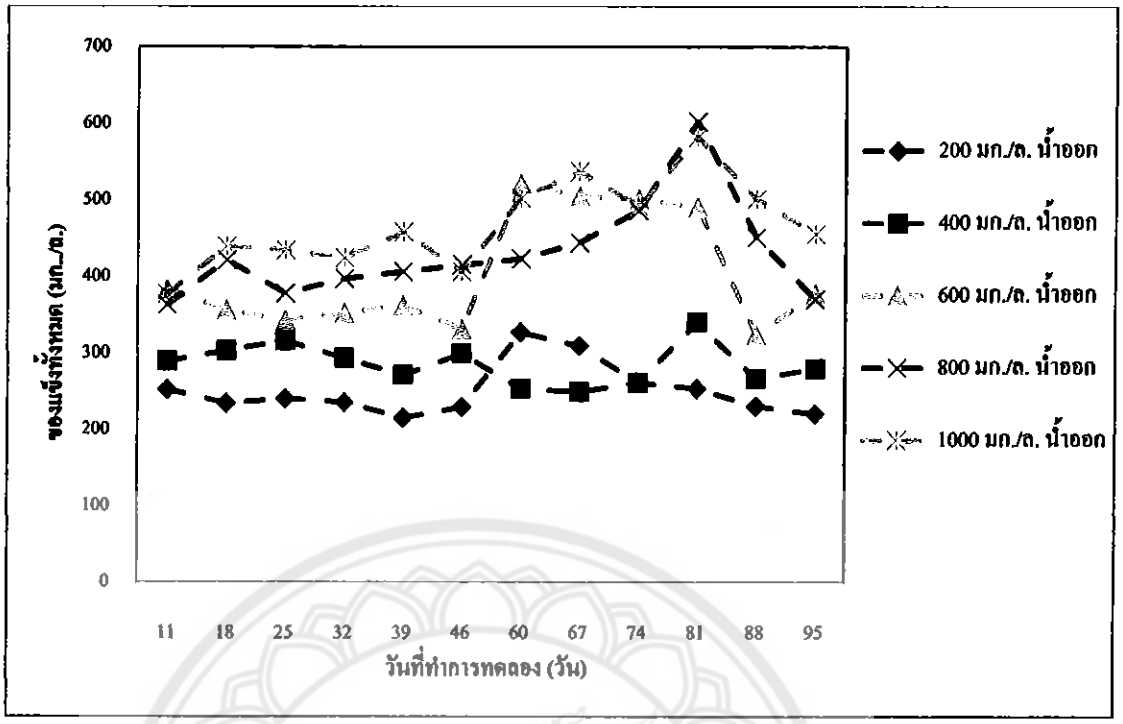
ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.10 – 4.13

จากรูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.4 พบว่าค่าของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะการกักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 263-374 371-475 540-645 616-787 และ 808-1022 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 215-327 249-340 324-521 363-602 และ 377-582 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งทั้งน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยพบว่าค่าของแข็งทั้งหมดในแต่ละความเข้มข้นค่าน้ำออกมีค่ามากกว่าน้ำเข้าเสมอ

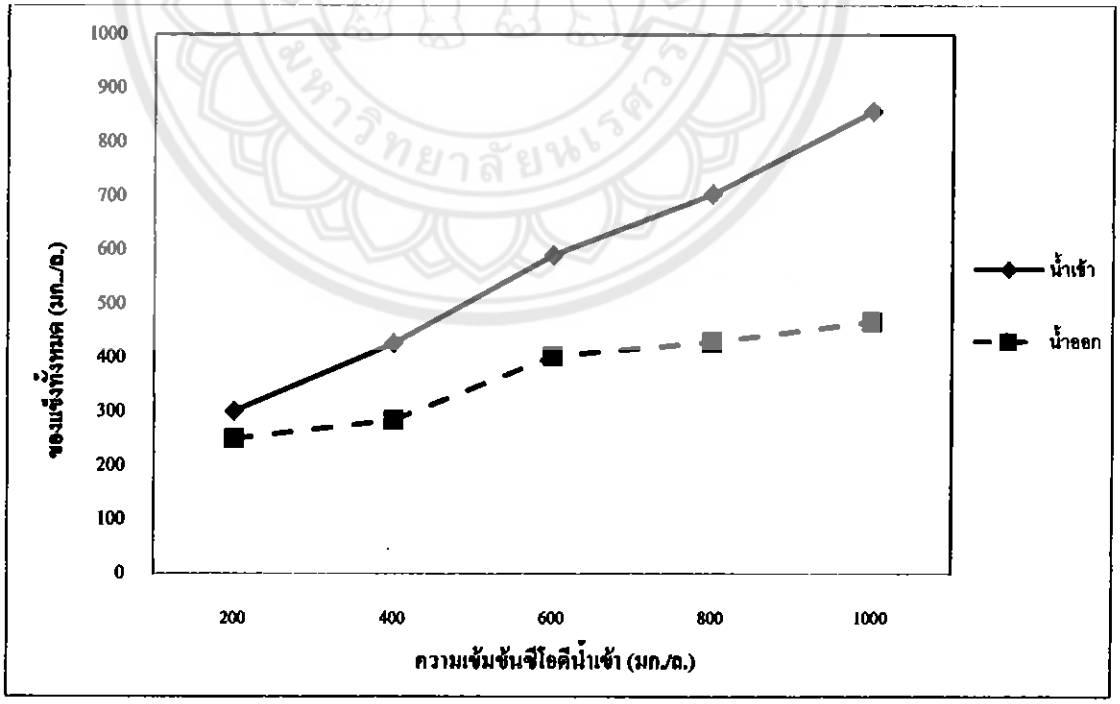
จากรูปที่ 4.11 แสดงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะกักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าของแข็งทั้งหมดแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า ตั้งแต่วันที่ 11-46 ของวันที่ทำการทดลอง แต่หลังจากวันที่ 46 ค่าของแข็งทั้งหมดมีค่าไม่คงที่ โดยไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า



รูปที่ 4.10 ค่าของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

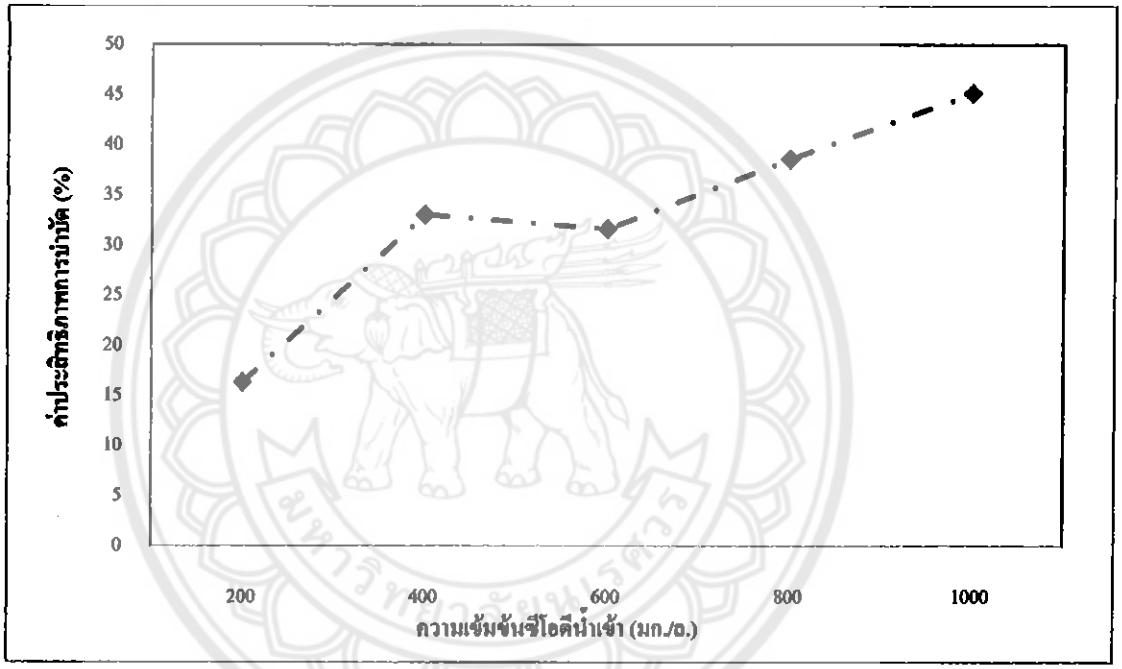


รูปที่ 4.11 ค่าของแข็งทั้งหมดน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 301 427 591 704 และ 858 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแปรผกผันกับความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และค่าน้ำออกเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 250 285 404 430 และ 467 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งหมดของน้ำออกมีค่าน้อยกว่าน้ำเข้าทุกความเข้มข้น แสดงว่ามีการบำบัดค่าของแข็งทั้งหมดในแบบจำลองสระเติมอากาศ



รูปที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมด ที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน ค่าประสิทธิภาพการบำบัด คือ 16 33 32 39 และ 45 % ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีที่สุดพบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 45 % และประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 16 %

ตารางที่ 4.4 ผลของค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

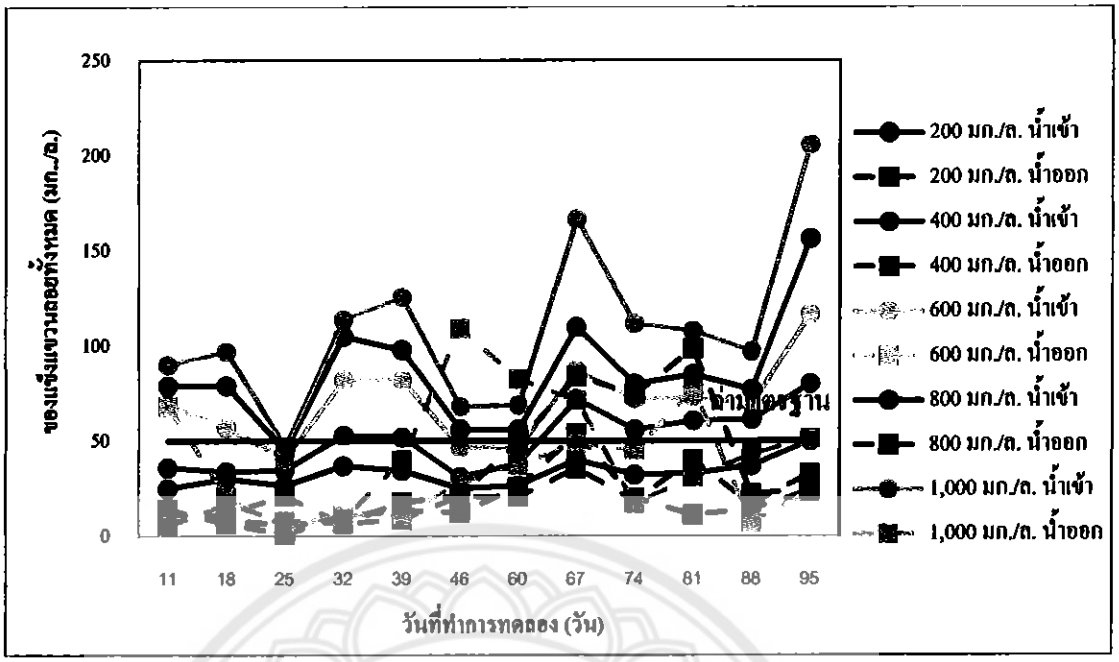
ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	263-374	301.4	215-327	250.4
400	371-475	427.1	249-340	284.9
600	540-645	590.8	324-521	403.8
800	616-787	704.4	363-602	429.7
1,000	808-1022	857.8	377-582	467.2

4.5 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

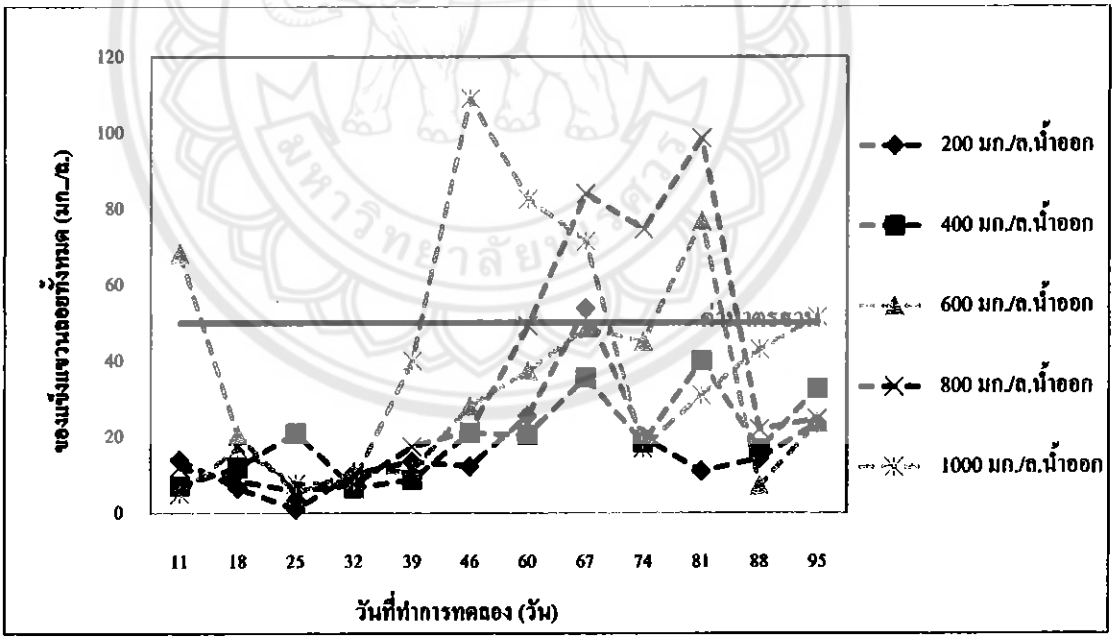
ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.14 – 4.19

จากรูปที่ 4.14 และตารางที่ 4.5 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำออกและน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 25-50 31.2-80 40.8-116.7 45-156.4 และ 47-205.7 000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 0.96-53.8 6.6-40 5.3-76.7 5.8-98.6 และ 5-109 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับพบว่าค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเข้าแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำออกไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและมีแนวโน้มไม่คงที่ และพบว่ามีค่าน้ำเข้ามีค่ามากกว่าน้ำออก

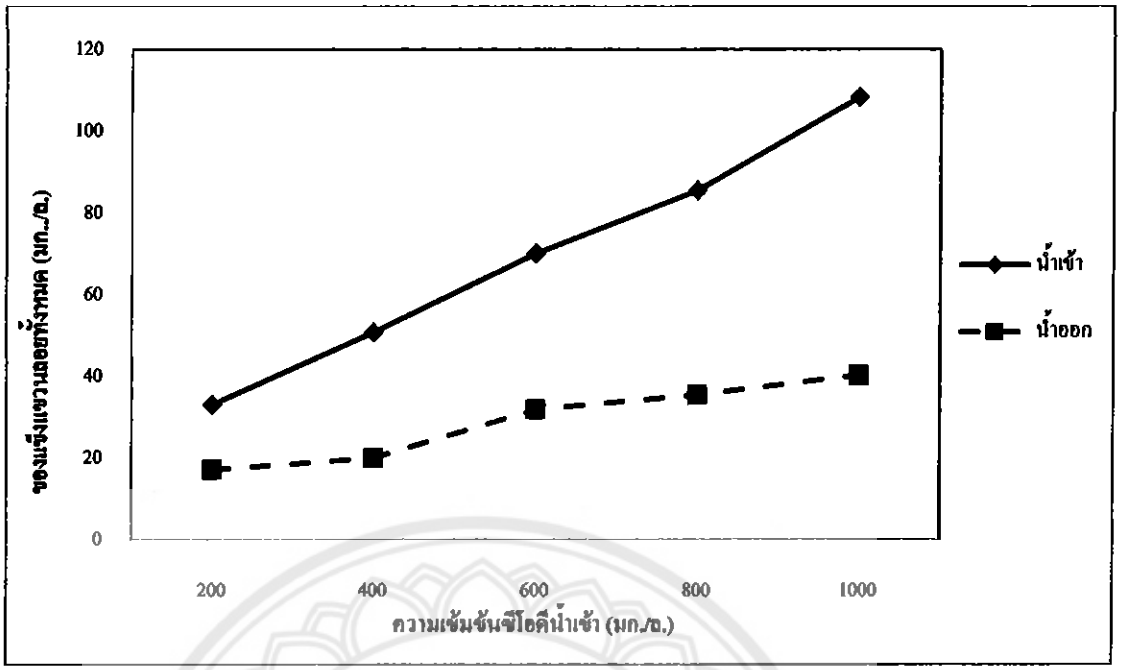
จากรูปที่ 4.15 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าที่เข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ผ่านมาตรฐานตลอดการทดลอง แต่ที่ความเข้มข้น 200 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่ผ่านมาตรฐาน โดยที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 67 ของวันที่ทำการทดลอง ความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 11 และ 81 ของวันที่ทำการทดลอง ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 67 74 และ 81 ของวันที่ทำการทดลอง ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านวันที่ 46 60 67 และ 95 ของวันที่ทำการทดลอง ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



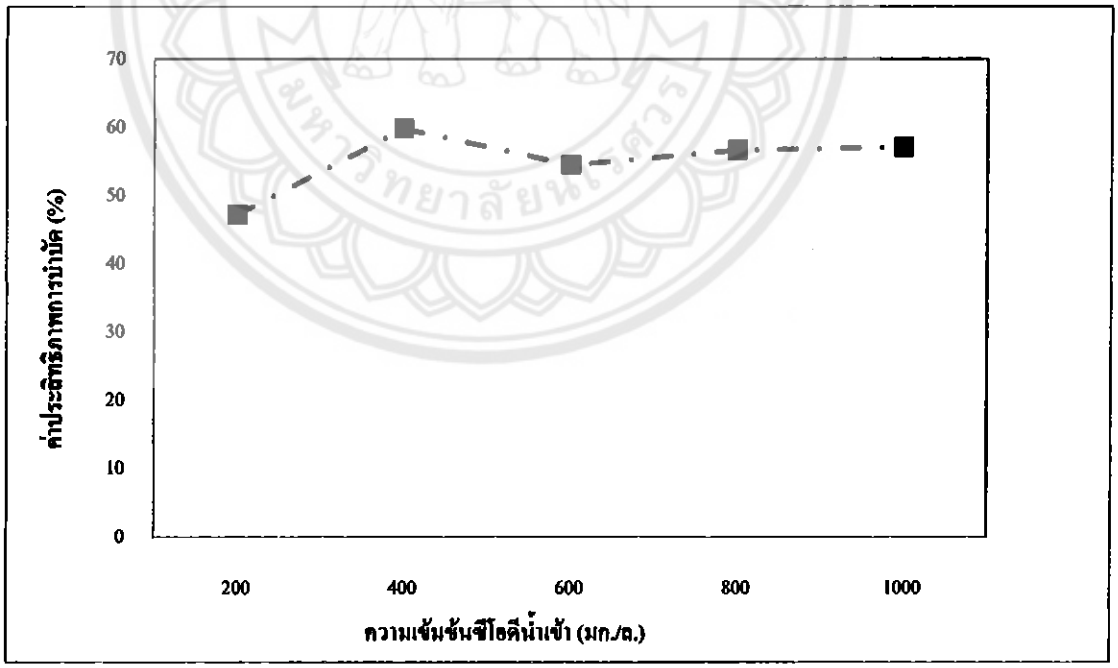
รูปที่ 4.14 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.15 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



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



รูปที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.16 และตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำเข้าเท่ากับ 33.1 50.8 70.1 85.6 และ 108.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำออกเท่ากับ 17.1 20.0 31.9 35.5 และ 40.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าของแข็งเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้าและค่าน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าทุกความเข้มข้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบเกิดการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

จากรูปที่ 4.17 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดมีค่า 49.23 59.82 54.54 56.67 และ 57.08 % ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้มเท่ากับ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 59.82 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 49.23 %

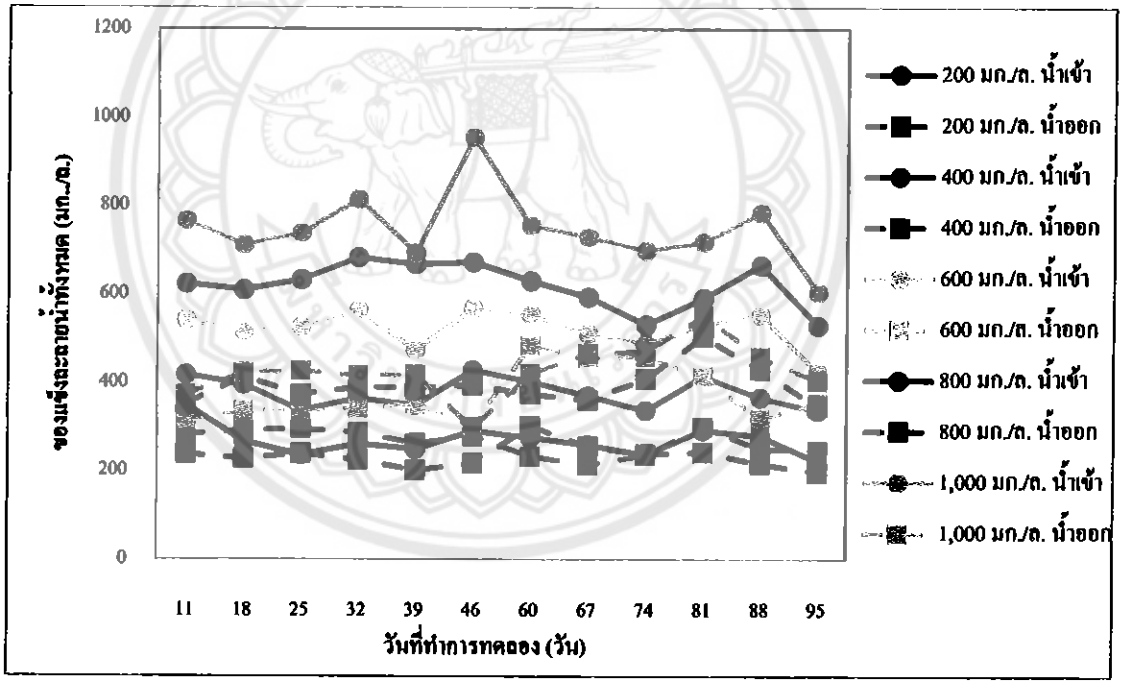
ตารางที่ 4.5 ผลของค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	25-50	33.1	0.96-53.8	17.1
400	31.2-80	50.8	6.6-40	20.0
600	40.8-116.7	70.1	5.3-76.7	31.9
800	45-156.4	85.6	5.8-98.6	35.5
1,000	47-205.7	108.3	5-109	40.3

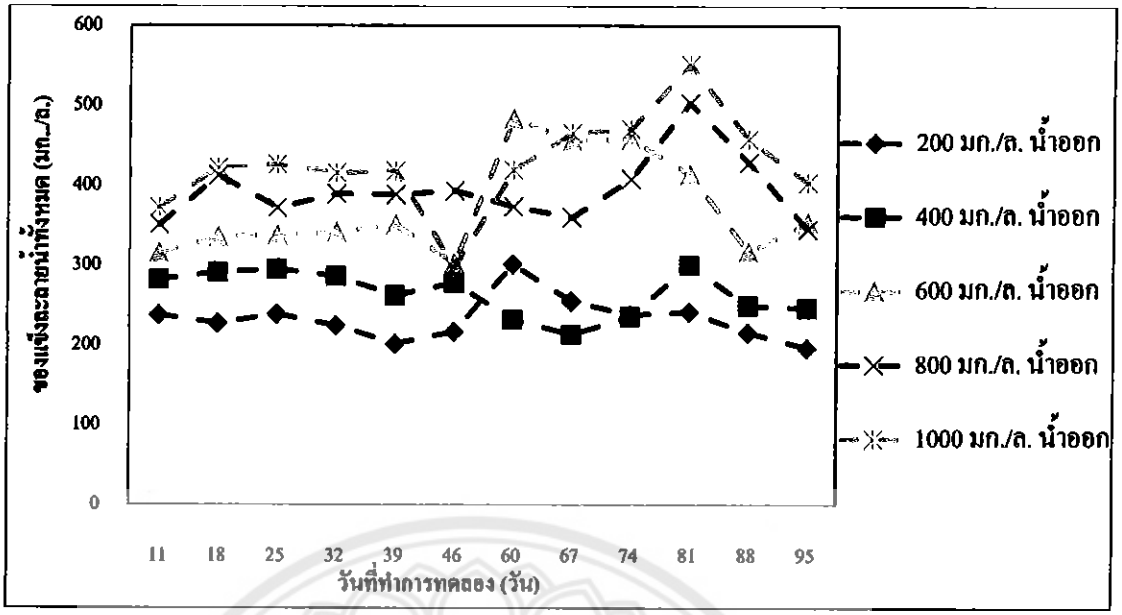
4.6 ของแข็งละลายน้ำ

ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.18 – 4.21

จากรูปที่ 4.18 และตารางที่ 4.6 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกและน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 222-349 336-427.8 423.3-567.3 528.6-682 และ 604.3-814.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 196.4-301.5 213.4-300 302.9-483.7 345.3-503.4 และ 297-551มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มไม่คงที่ แปรผันในช่วงแคบ พบว่าแนวโน้มของค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 จะมีทิศทางเดียวกัน และความเข้มข้นซีโอดี 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีทิศทางเดียวกัน โดยพบว่าในแต่ละความเข้มข้นค่าน้ำออกมักมีค่าน้อยกว่าน้ำเข้า



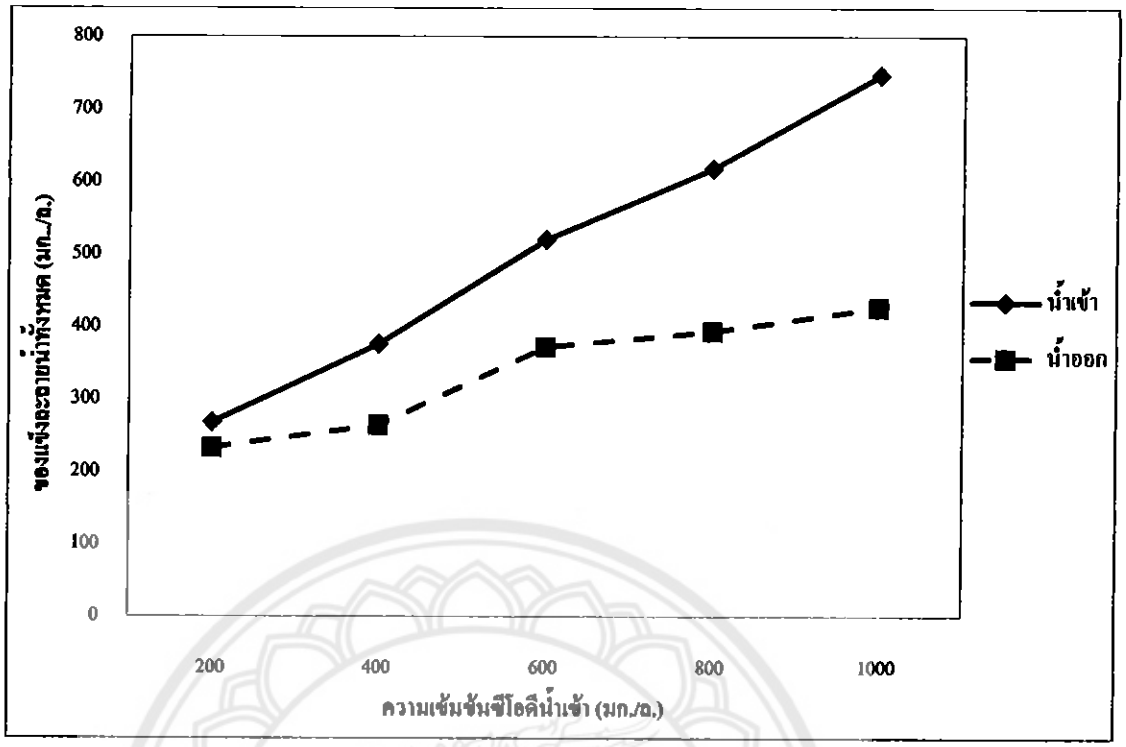
รูปที่ 4.18 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



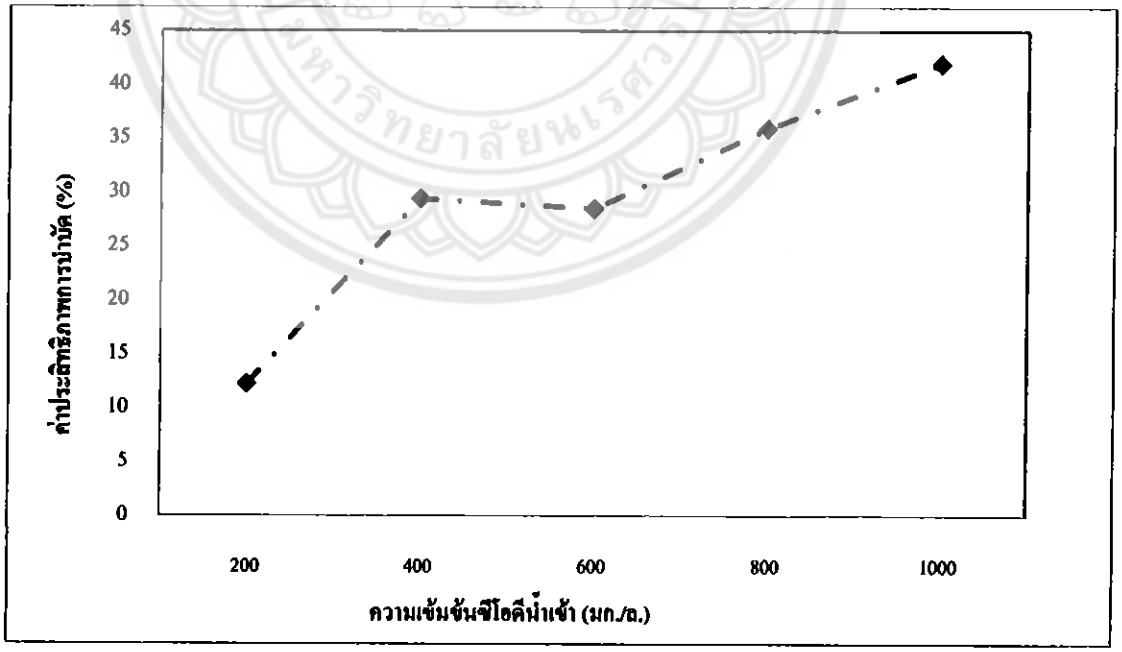
รูปที่ 4.19 ค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.19 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าผ่านมาตรฐานตลอดการทดลอง เมื่อนำมาเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมกำหนดไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.20 และตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้าเท่ากับ 268.1 376.2 520.3 618.5 และ 747.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกเท่ากับ 233.1 264.3 372.2 393.9 และ 426.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าของแข็งเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดีในน้ำเข้าและค่าน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้าทุกความเข้มข้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบเกิดการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมด



รูปที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภพการบำบัดมีค่า 12.2 29.4 28.5 35.9 และ 41.9 % ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 41.9 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 12.2 %

ตารางที่ 4.6 ผลของค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

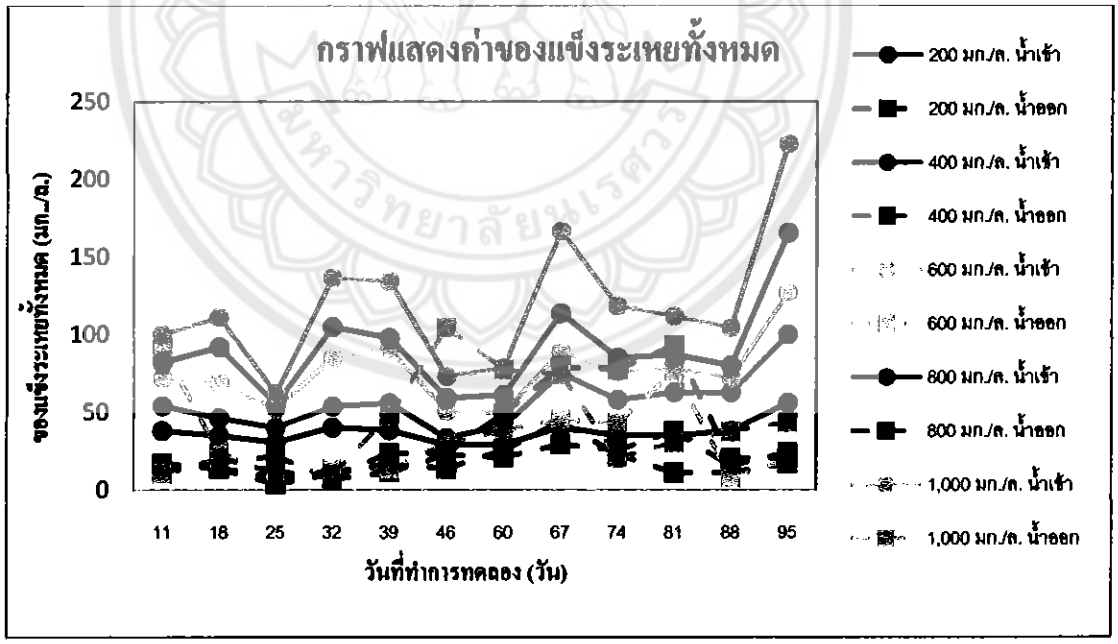
ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	222-349	268.1	196.4-301.5	233.1
400	336-427.8	376.2	213.4-300	264.3
600	423.3-567.3	520.3	302.9-483.7	372.2
800	528.6-682	618.5	345.3-503.4	393.9
1,000	604.3-814.2	747.2	297-551	426.6

4.7 ของแข็งระเหยทั้งหมด

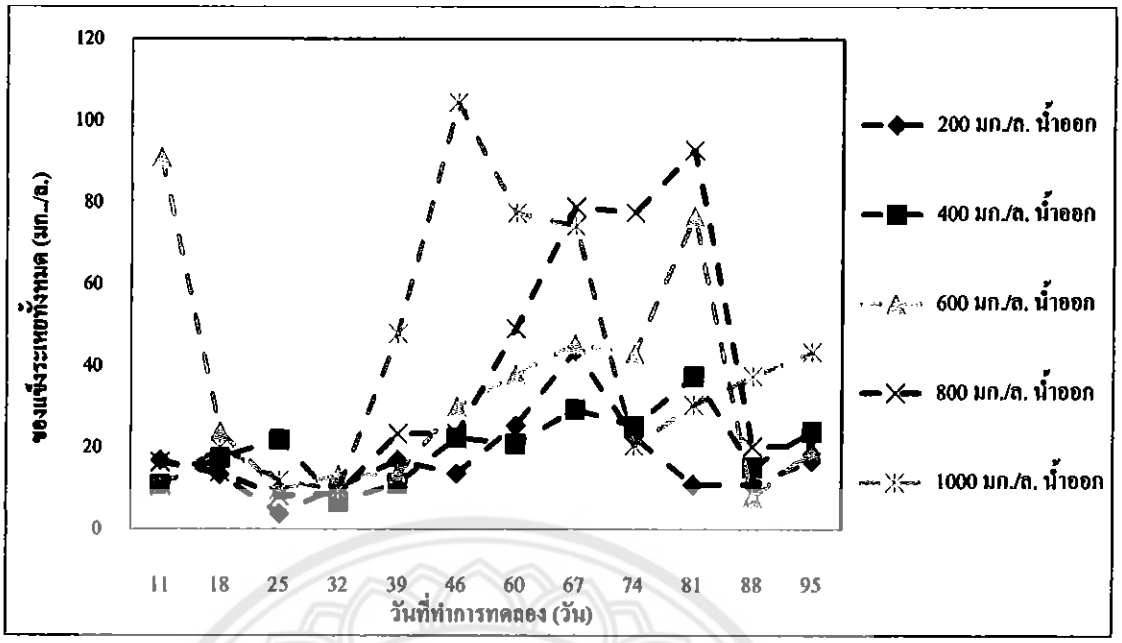
ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.22 – 4.25

จากรูปที่ 4.22 และตารางที่ 4.7 แสดงค่าของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำออกและน้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง29-56 33.5-100 50-126.7 55-165.5 และ 62-222.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าน้ำออก อยู่ในช่วง 3.9-43.8 6.8-37.5 7.8-76.7 8.2-92.9 และ 9.6-104.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ น้ำเข้ามีค่าแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า แต่น้ำออกมีค่าไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยพบว่าน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าไม่คงที่ โดยในแต่ละความเข้มข้นค่าน้ำออกมีค่าน้อยกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง

จากรูปที่ 4.23 แสดงค่าของแข็งระเหยทั้งหมดของน้ำออก จากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าแนวโน้มของค่าของแข็งระเหยทั้งหมดที่ซีโอดีน้ำเข้า 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่อนข้างคงที่ส่วนความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 800 และ 1,000 มีค่าสูงและไม่คงที่



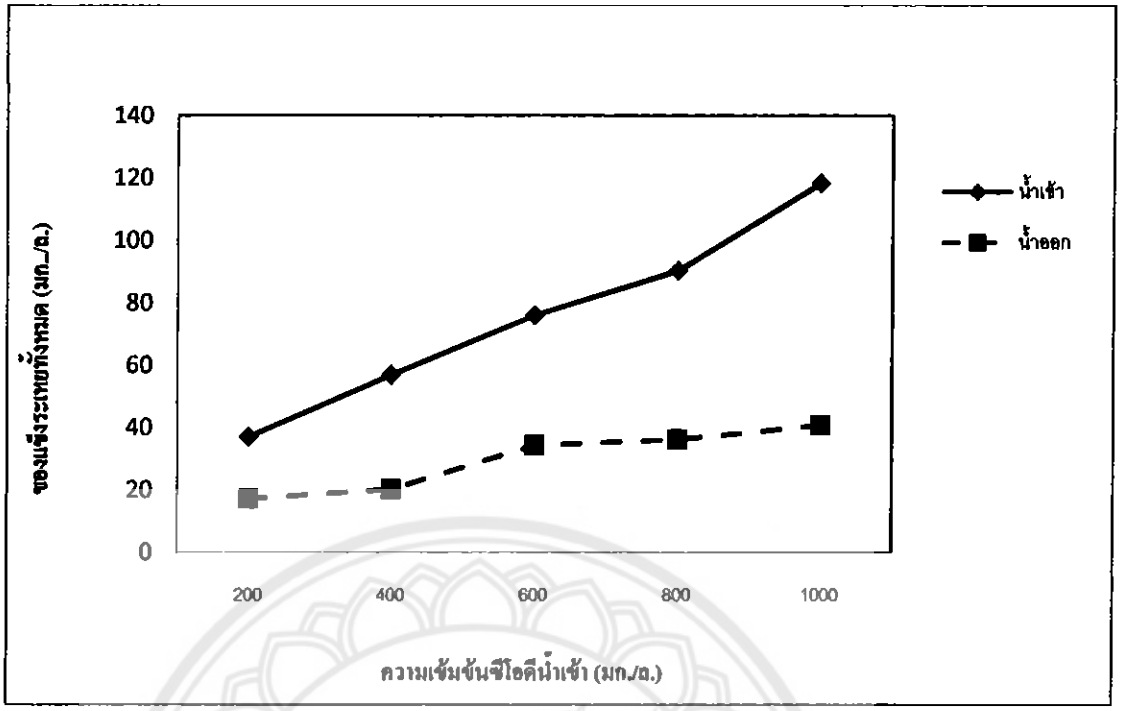
รูปที่ 4.22 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



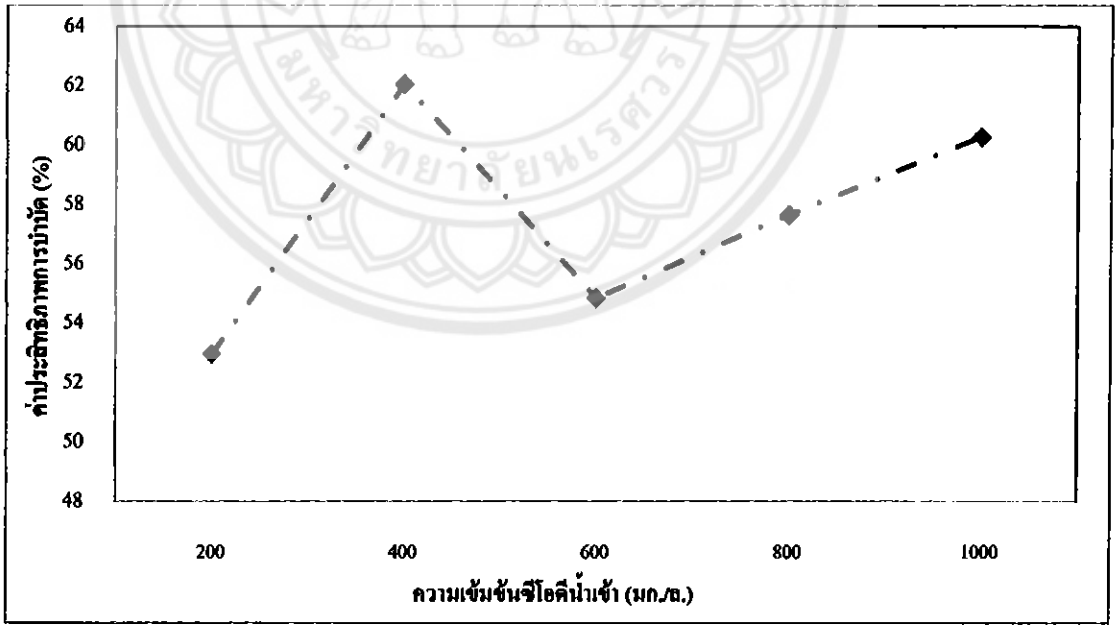
รูปที่ 4.23 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.24 และตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในน้ำเข้าเท่ากับ 37.1 56.9 76.0 90.3 และ 118.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในน้ำออกเท่ากับ 17.2 20.3 34.3 36.2 และ 40.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าของแข็งเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดี ค่าเฉลี่ยน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า ซึ่งแสดงว่ากระบวนการบำบัดเกิดขึ้นในการบำบัดของแข็งระเหยทั้งหมด

จากรูปที่ 4.25 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งระเหยน้ำทั้งหมด ที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภพการบำบัดมีค่า 52.96 62.05 54.84 57.64 และ 60.27 % ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 62.05 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 52.96 %



รูปที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งระเหยทั้งหมดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.7 ผลของค่าของแข็งระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

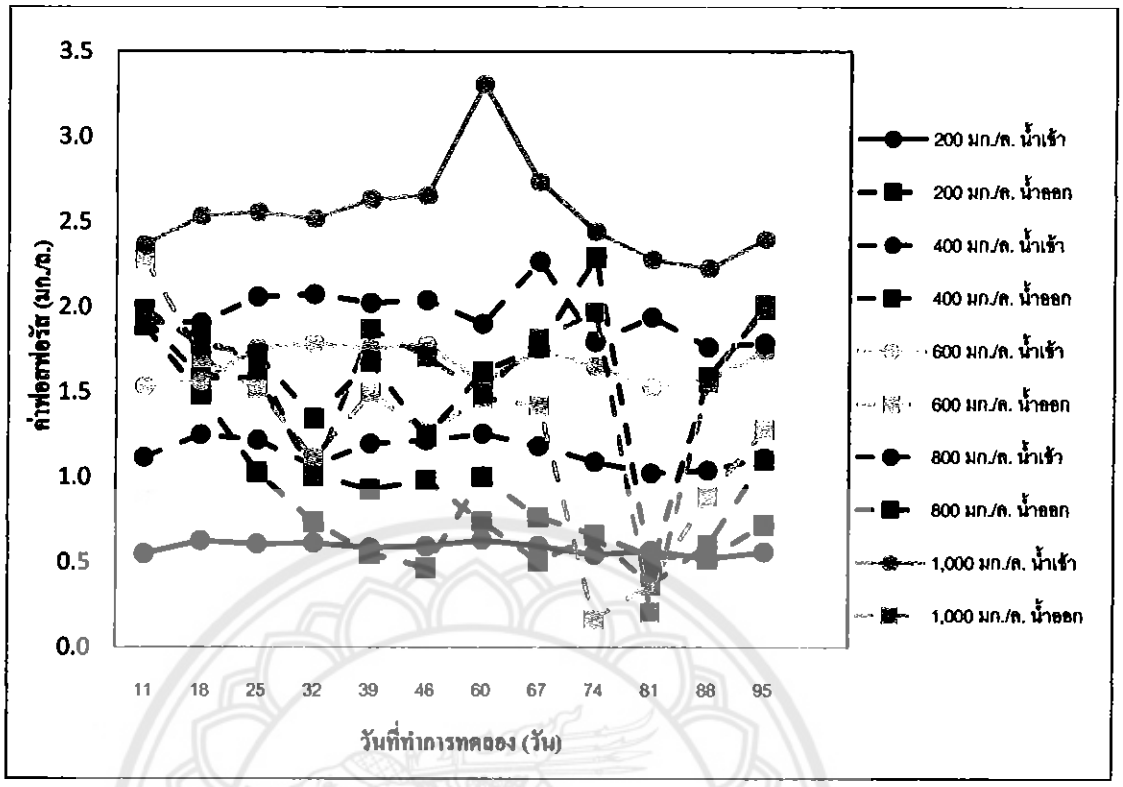
ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	29-56	37.1	3.9-43.8	17.2
400	33.5-100	56.9	6.8-37.5	20.3
600	50-126.7	76.0	7.8-76.7	34.3
800	55-165.5	90.3	8.2-92.9	36.2
1,000	62-222.9	118.3	9.6-104.5	40.7

4.8 ฟอสฟอรัส

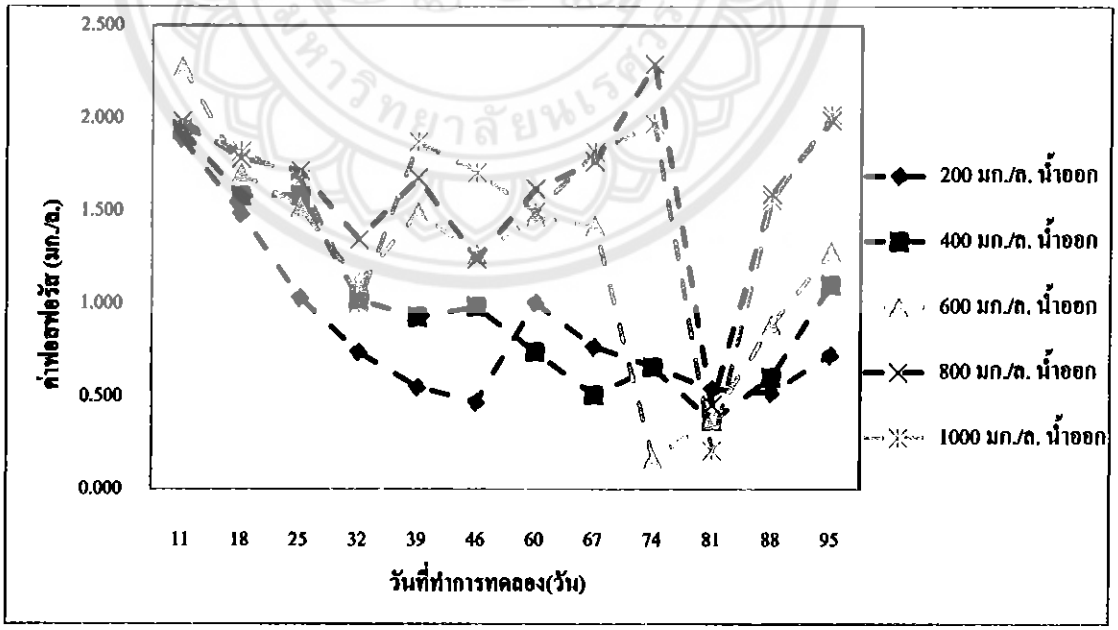
ค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.26 – 4.27

จากรูปที่ 4.26 และตารางที่ 4.8 แสดงค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่า น้ำเข้าอยู่ในช่วง 0.5-0.6 1.0-1.3 1.5-1.8 1.8-2.3 และ 2.2-3.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับและค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 0.5-1.9 0.4-1.9 0.2-2.3 0.5-2.3 และ 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้ามีค่าแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า แต่ค่าฟอสฟอรัสน้ำออกมีแนวโน้มมีค่าไม่คงที่ และพบน้ำออกมีค่าที่มากกว่าน้ำเข้า

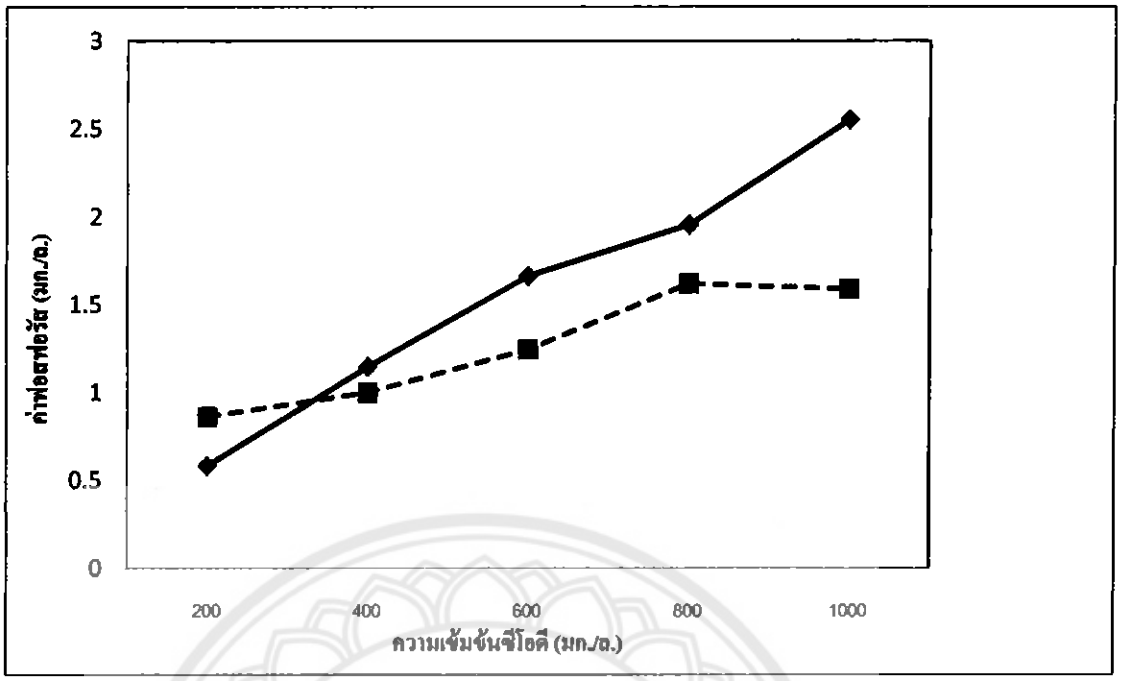
จากรูปที่ 4.27 แสดงค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสมีค่าไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและมีแนวโน้มไม่คงที่ตลอดการทดลอง พารามิเตอร์ไม่มีค่ากำหนดไว้ในค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.26 ค่าฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



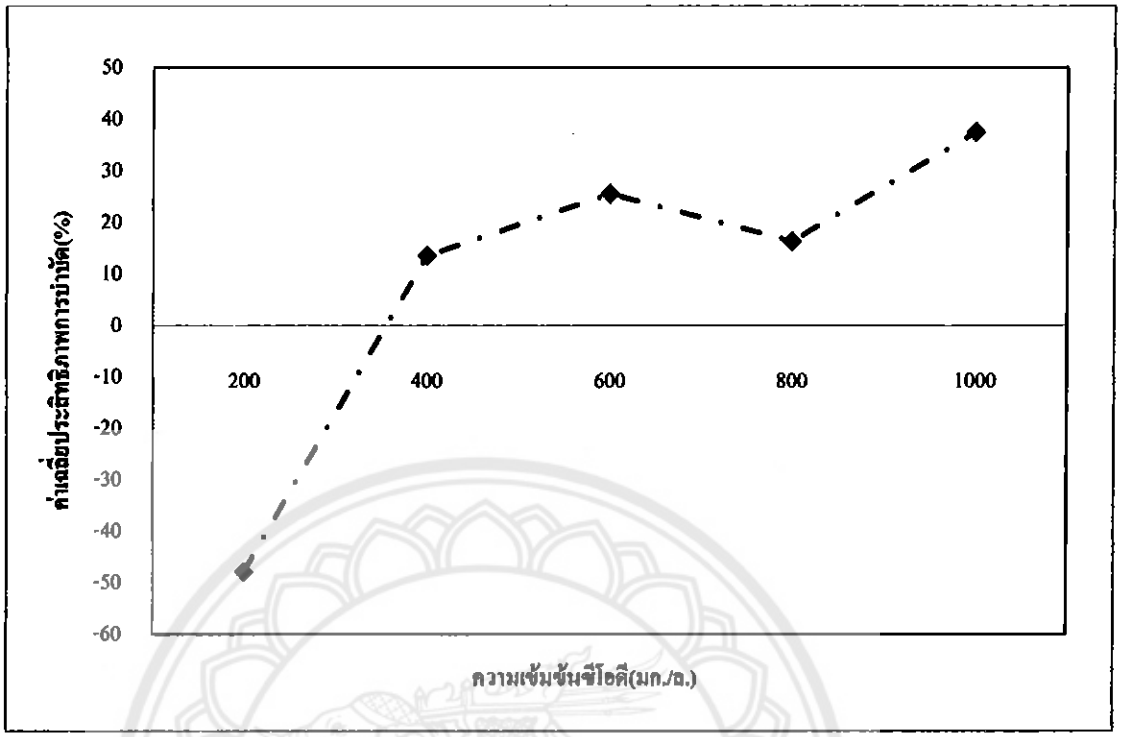
รูปที่ 4.27 ค่าฟอสฟอรัสน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.28 และตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าฟอสฟอรัสน้ำเข้าเท่ากับ 0.61 1.10 1.70 2.00 และ 2.60 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าน้ำออกเท่ากับ 0.90 1.00 1.20 1.60 และ 1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า ในค่าที่มีความเข้มข้น 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแสดงว่ากระบวนการบำบัดเกิดขึ้น แต่มีค่าที่ความเข้มข้นน้ำออกมีค่าสูงกว่าน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่าไม่เกิดการบำบัดขึ้น

จากรูปที่ 4.29 แสดงให้ทราบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัส ที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดมีค่า -47.8 13.6 25.6 16.3 และ 37.5 % ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 37.5 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด -47.8 %



รูปที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

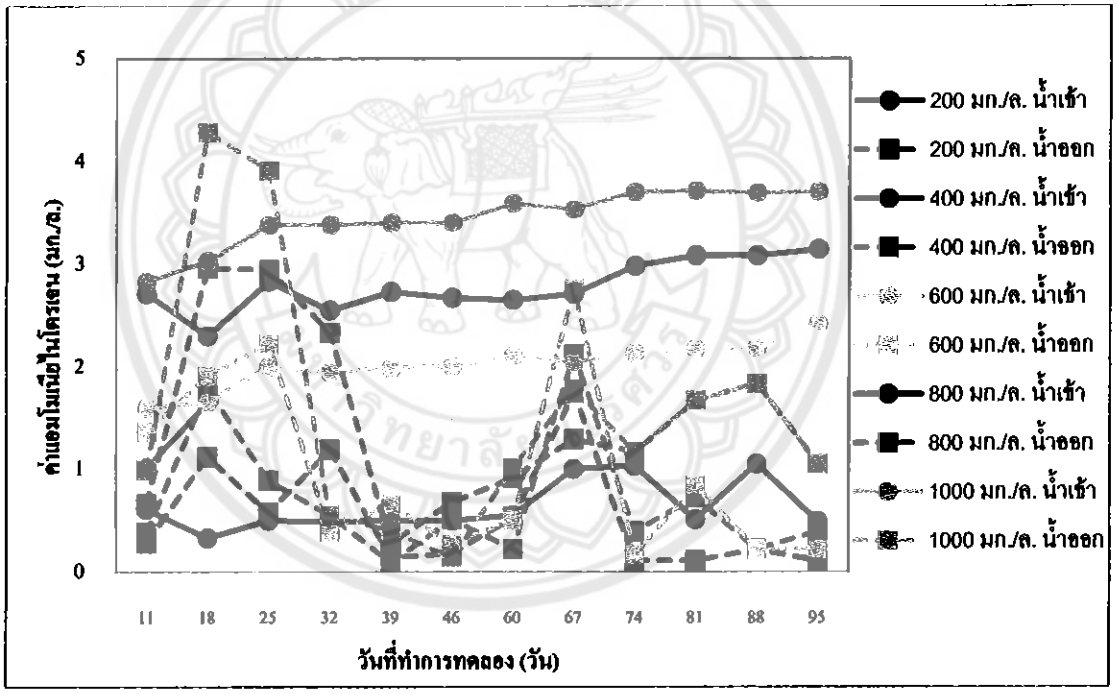
ตารางที่ 4.8 ผลของค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	0.5-0.6	0.60	0.5-1.9	0.90
400	1.0-1.3	1.10	0.4-1.9	1.00
600	1.5-1.8	1.70	0.2-2.3	1.20
800	1.8-2.3	2.00	0.5-2.3	1.60
1,000	2.2-3.3	2.60	0.2-2.0	1.60

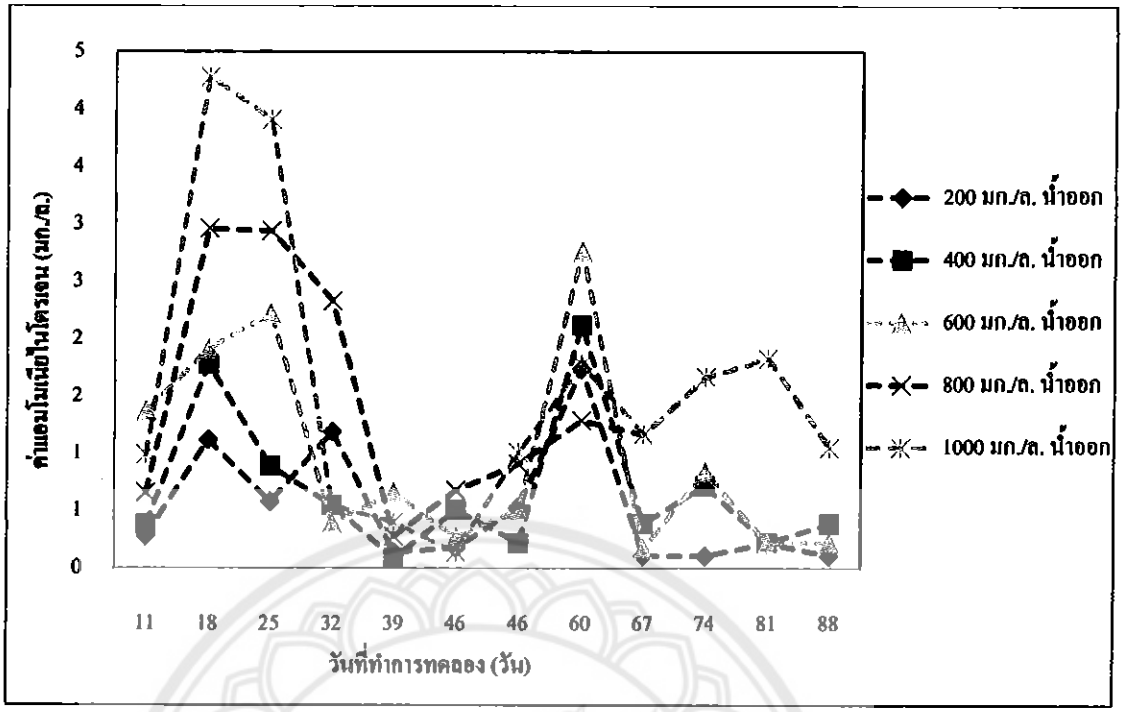
4.9 แอมโมเนียไนโตรเจน

ค่าของแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.30 – 4.31

จากรูปที่ 4.30 และตารางที่ 4.9 แสดงค่าแอมโมเนียไนโตรเจน น้ำเข้า-น้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน น้ำเข้าทุกความเข้มข้นซีโอดีมีค่าแปรผันในช่วงแคบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.33-1.05 1.01-2.41 1.60-2.41 2.30-3.14 และ 2.83-3.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่น้ำออกมีค่าอยู่ในช่วง 0.11-1.74 0.22-2.12 0.17-2.76 0.28-2.96 0.14-4.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าแปรผันอยู่ในช่วงกว้างและไม่คงที่ ทั้งน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน



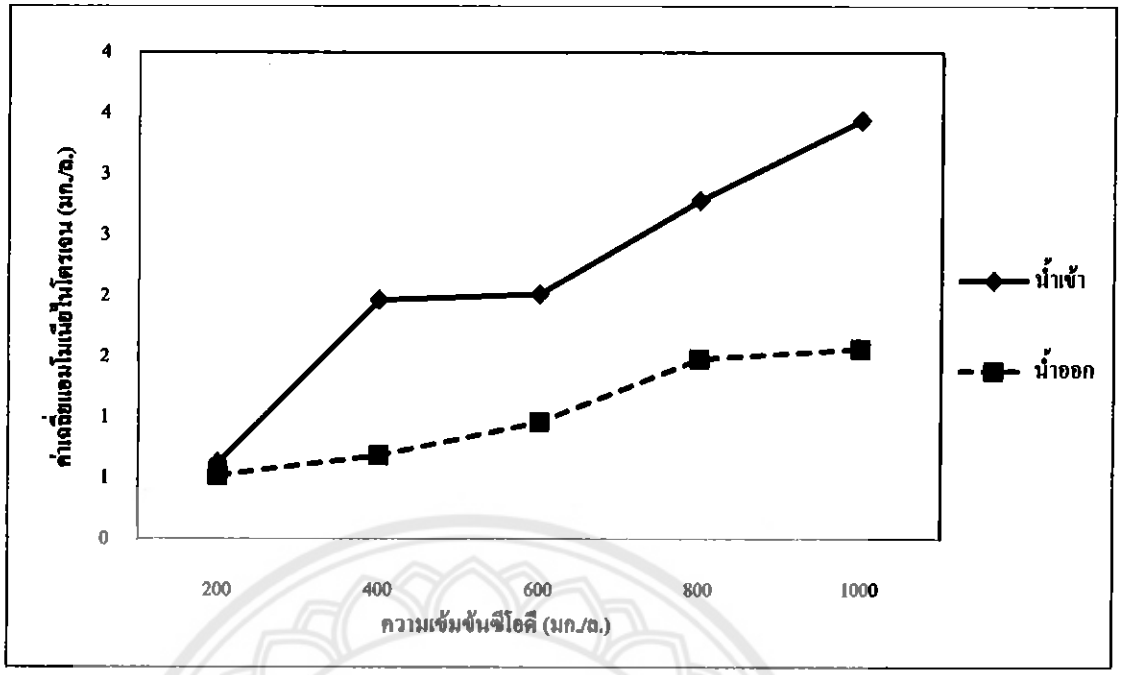
รูปที่ 4.30 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



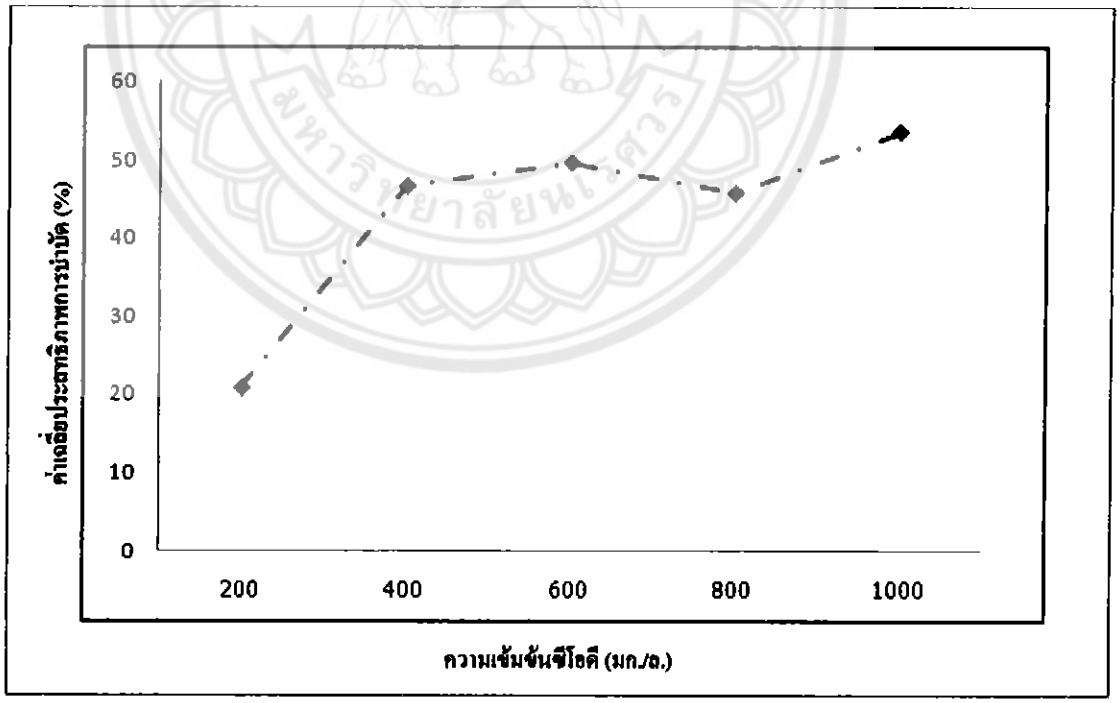
รูปที่ 4.31 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.31 แสดงค่าแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือที่ทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้ามีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 18 ของวันที่ทำการทดลอง หลังจากนั้นมีค่าลดลง และมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 60 ของวันที่ทำการทดลอง พารามิเตอร์นี้ไม่มีค่ากำหนดไว้ในค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 4.32 และตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจน น้ำเข้า-น้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าเท่ากับ 0.53 0.69 0.96 1.48 และ 1.57 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดี โดยค่าเฉลี่ยน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า ซึ่งแสดงว่ากระบวนการบำบัดเกิดขึ้นในการบำบัดของแอมโมเนียไนโตรเจน



รูปที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.33 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภพการบำบัดมีค่า 20.83 46.63 49.6 45.74 และ53.57 % ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 53.57 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 20.83 %

ตารางที่ 4.9 ผลของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

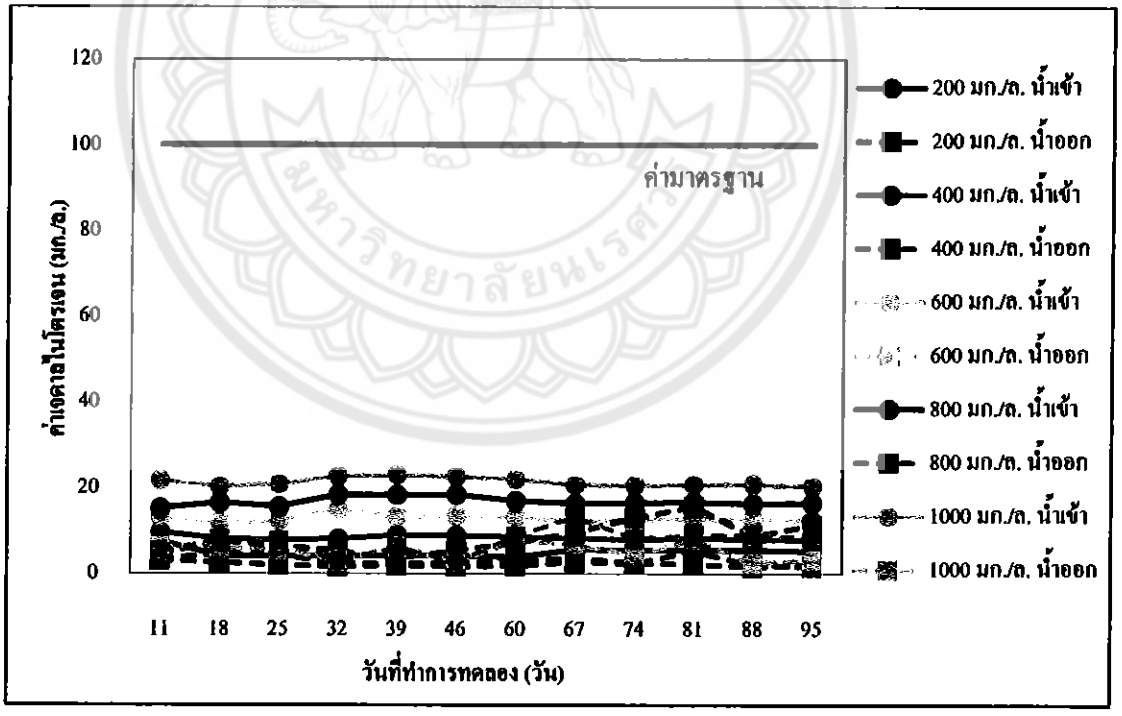
ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	0.33-1.05	0.63	0.11-1.74	0.53
400	1.01-2.41	1.97	0.09-1.78	0.69
600	1.60-2.41	2.02	0.17-2.22	0.96
800	2.30-3.14	2.79	0.28-2.96	1.48
1,000	2.83-3.71	3.45	0.14-4.28	1.57

4.10 เจดาลไนโตรเจน

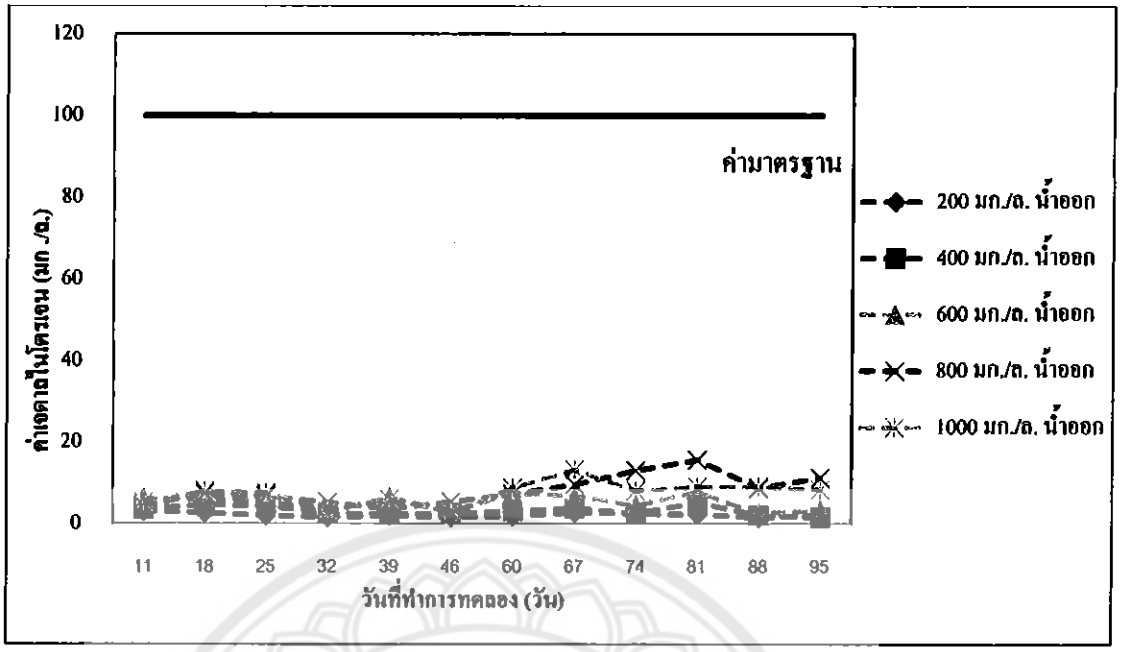
ค่าเจดาลไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.34 – 4.37

จากรูปที่ 4.34 และตารางที่ 4.10 แสดงค่าเจดาลไนโตรเจน น้ำเข้า-น้ำออก จากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน ค่าน้ำเข้าและน้ำออกแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าในช่วงแคบ มีค่าอยู่ในช่วง 3.84-7.53 7.9-9.59 11.92-14.83 15.22-18.41 และ 20.24-22.96 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าน้ำออกมีค่าเท่ากับ1.60-3.02 1.52-5.15 2.49-7.80 3.55-15.60 และ 2.75-13.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันตลอดการทดลอง

จากรูปที่ 4.35 แสดงค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำออกมีค่าน้อยมาก ซึ่งค่าน้ำออกที่ทุกความเข้มข้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนด คือ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร



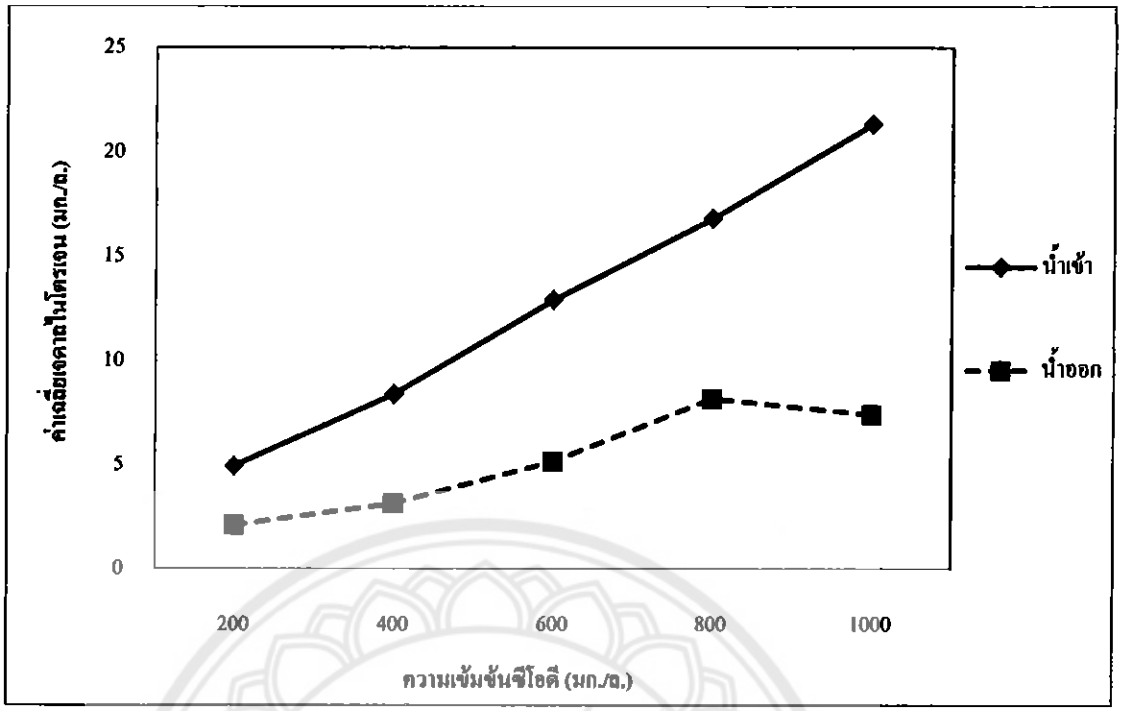
รูปที่ 4.34 ค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



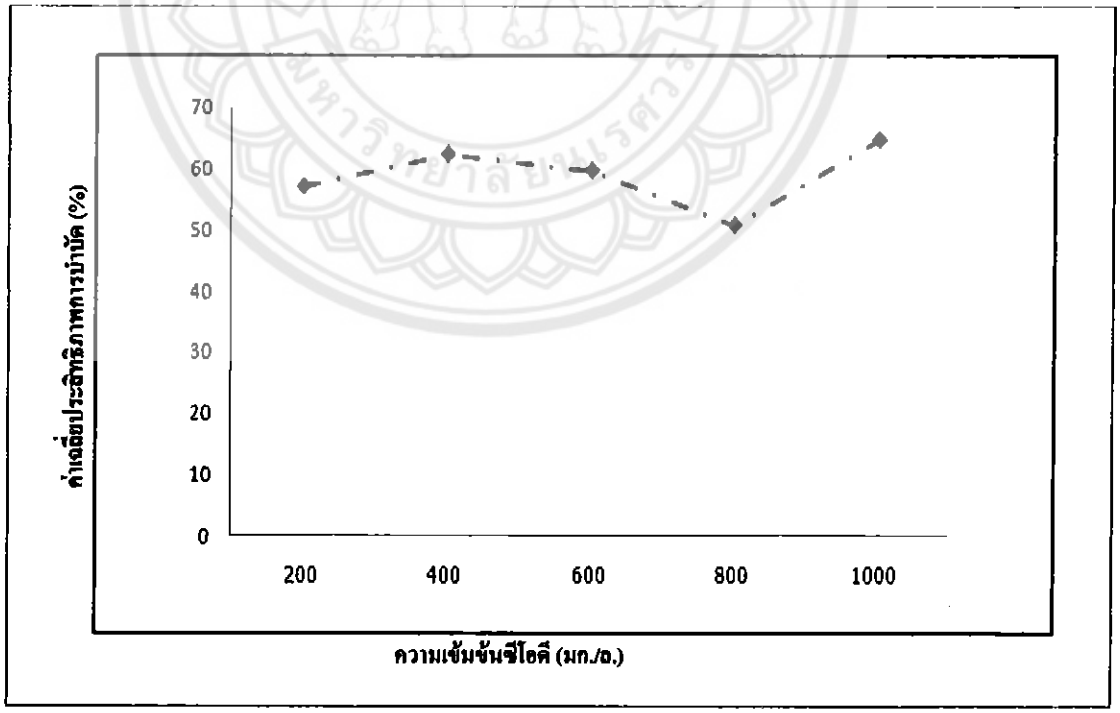
รูปที่ 4.35 ค่าเจคาลไนโตรเจนน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.36 และตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยเจคาลไนโตรเจน น้ำเข้า-น้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้น ซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ8 วัน มีค่าเท่ากับ 2.10 3.14 5.15 8.17 และ 7.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่า เจคาลไนโตรเจนเฉลี่ยในน้ำเข้าจากระบบแปรผันตามความเข้มข้นของค่าซีโอดี แต่น้ำออกไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยค่าเฉลี่ยน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า ซึ่งแสดงว่ากระบวนการบำบัดเกิดขึ้นในการบำบัดของเจคาลไนโตรเจน

จากรูปที่ 4.37 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจคาลไนโตรเจนจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วันพบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภพการบำบัดมีค่า 57.13 62.42 59.75 50.82 และ 64.84% ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 64.84 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 50.82 %



รูปที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยเจคาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดเจคาลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

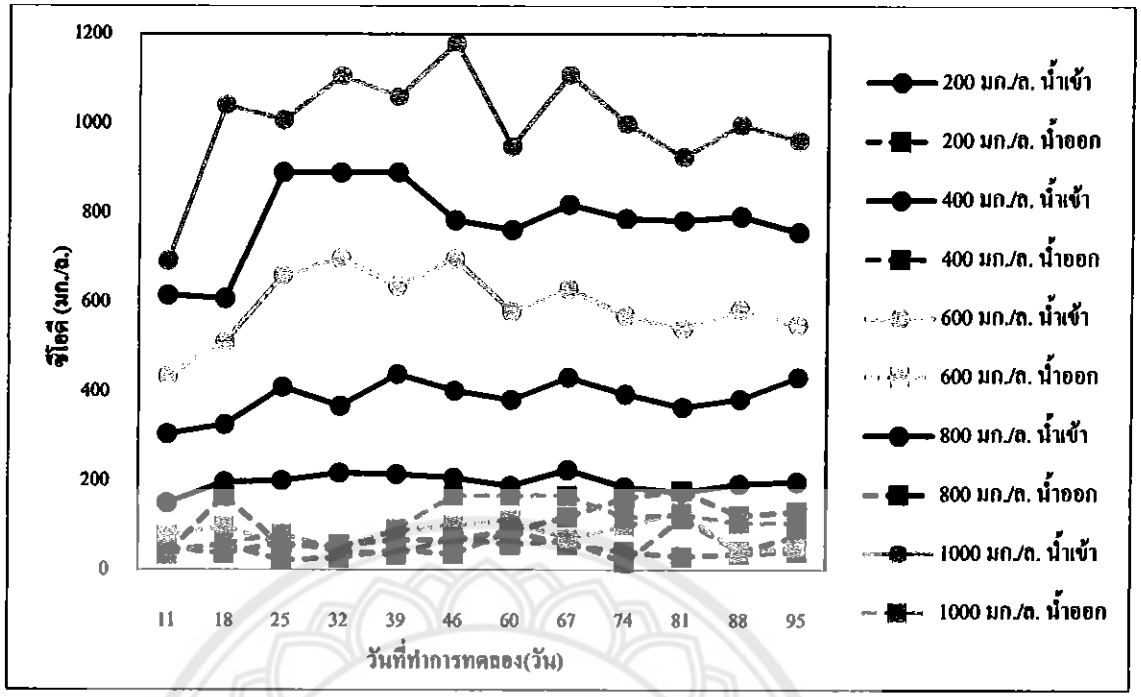
ตารางที่ 4.10 ผลของค่าเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	3.84-7.53	4.95	1.60-3.02	2.10
400	7.90-9.59	8.38	1.52-5.15	3.14
600	11.92-14.83	12.91	2.49-7.80	5.15
800	15.22-18.41	16.81	3.55-15.60	8.17
1000	20.30-22.96	21.33	2.75-13.22	7.40

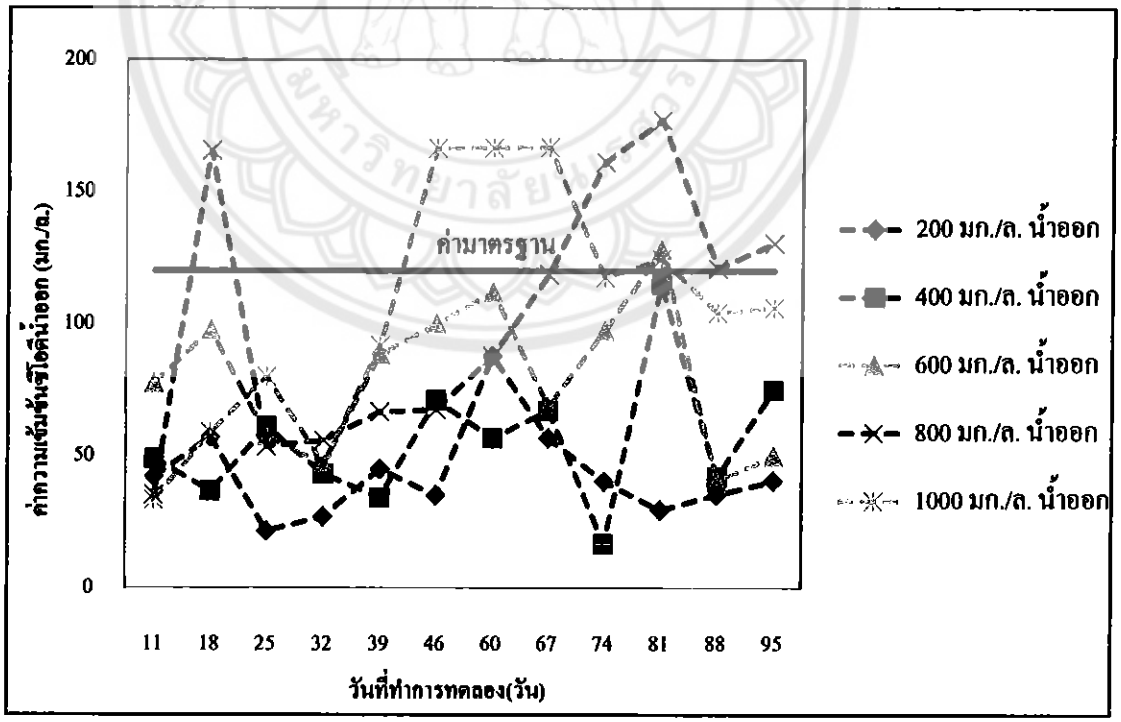
4.11 ซีโอดี

ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.38 – 4.41

จากรูปที่ 4.38 และตารางที่ 4.11 แสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วันมีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 150.00-224.28 304.92-438.60 434.28-698.10 608.40-891.00 และ 693.00-1179.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 21.62-87.72 16.80-114.80 40.32-127.92 35.28-177.12 และ 33.32-166.84 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าน้ำเข้ามีค่าแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำออกไม่แปรผันตามความเข้มข้นและมีแนวโน้มไม่คง



รูปที่ 4.38 ค่าซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

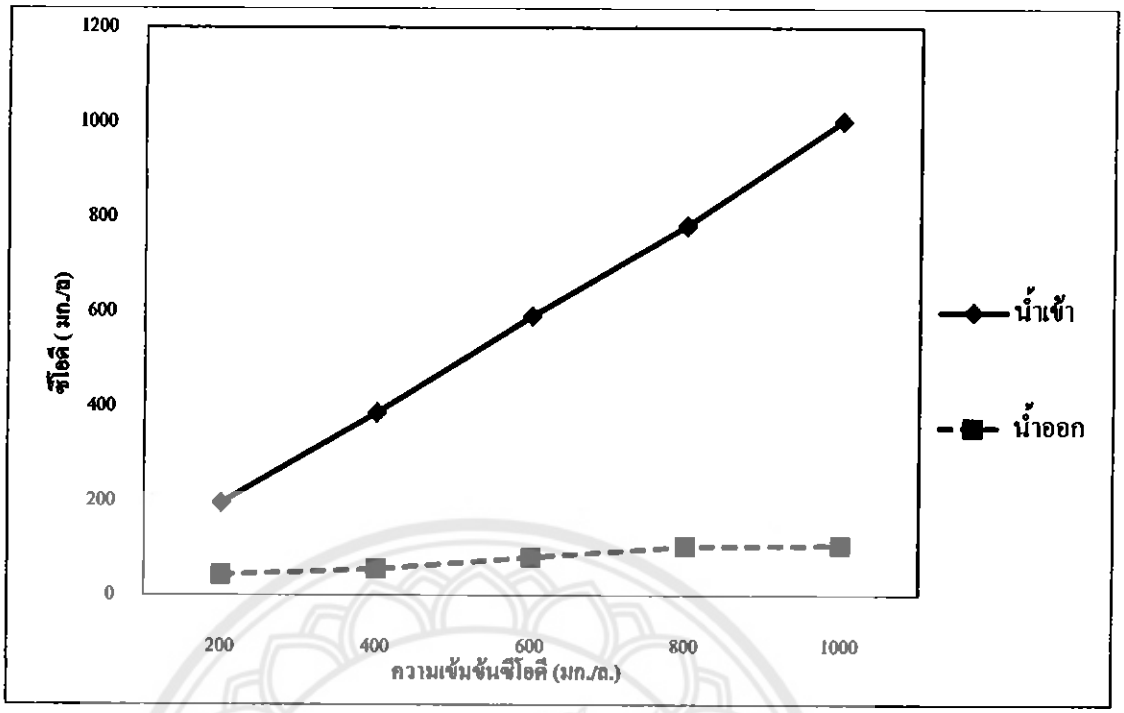


รูปที่ 4.39 ค่าซีโอดีน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

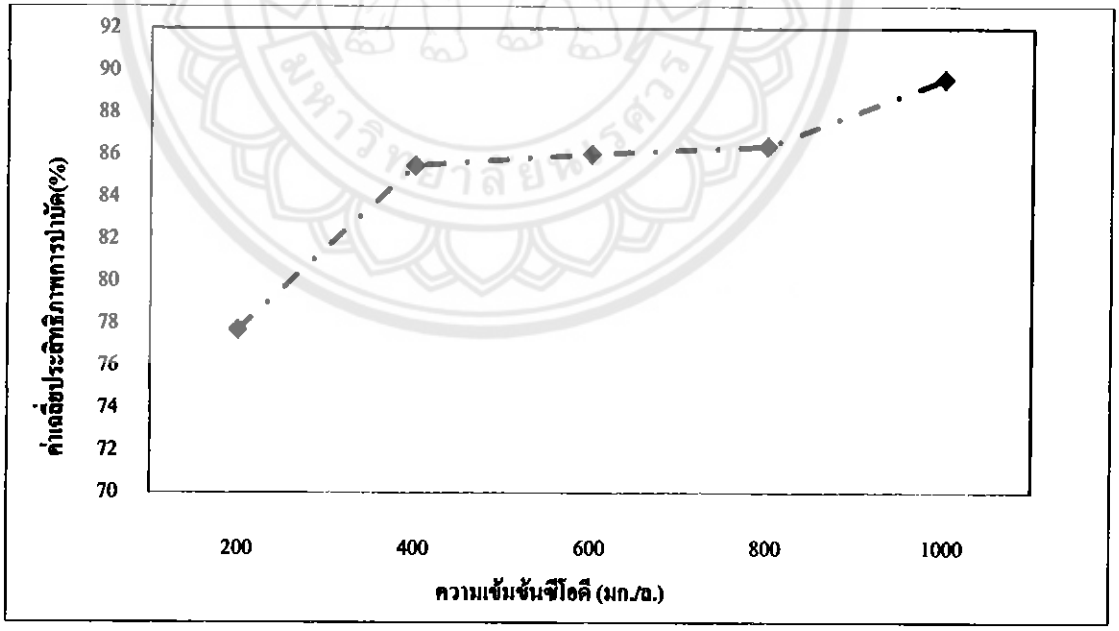
จากรูปที่ 4.39 ค่าซีโอดีของน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่ามีค่าซีโอดีน้อยกว่าน้ำเข้าตลอด และน้ำออกมีค่าไม่คงที่ มีค่าแปรผันในช่วงกว้างที่ทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200และ400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าผ่านมาตรฐานตลอดการทดลอง แต่ที่ความเข้มข้นของค่าซีโอดี 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่ผ่านมาตรฐาน โดยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 81 ของวันที่ทำการทดลอง ไม่ผ่านมาตรฐาน ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 18 74 81 88 และ 95 ของวันที่ทำการทดลอง ไม่ผ่านมาตรฐาน ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 46 60 และ 81 ของวันที่ทำการทดลอง ไม่ผ่านมาตรฐาน โดยนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจะไม่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตลอดการทดลอง

จากรูปที่ 4.40 และตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยซีโอดีน้ำเข้าน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าซีโอดีเฉลี่ยในน้ำเข้าเท่ากับ 195.78 386.14 590.94 781.74 และ 1,002.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าซีโอดีเฉลี่ยในน้ำออกเท่ากับ 43.17 55.64 80.28 103.39 และ 105.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าค่าซีโอดีเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยค่าเฉลี่ยน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า ซึ่งแสดงว่ากระบวนการบำบัดเกิดขึ้นในการบำบัดของค่าซีโอดี

จากรูปที่ 4.41 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วันพบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดมีค่า 77.72 85.50 86.05 86.42 และ 89.61% ซึ่งแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 64.84 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 50.82 %



รูปที่ 4.40 ค่าเฉลี่ยซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

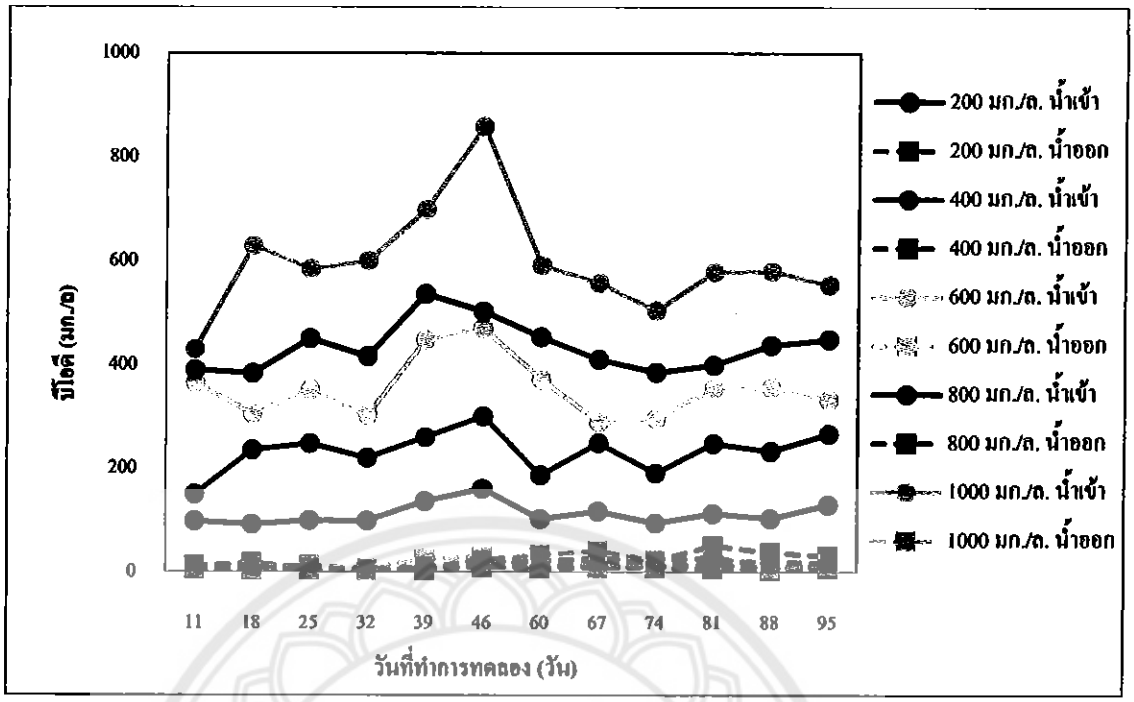
ตารางที่ 4.11 ผลของค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	150.00-224.28	195.8	21.62-87.72	43.2
400	304.92-438.60	386.1	16.80-114.80	55.6
600	434.28-698.10	590.9	40.32-127.92	80.3
800	608.40-891.00	781.7	35.28-177.12	103.4
1,000	693.00-1179.20	1002.6	33.32-166.84	105.3

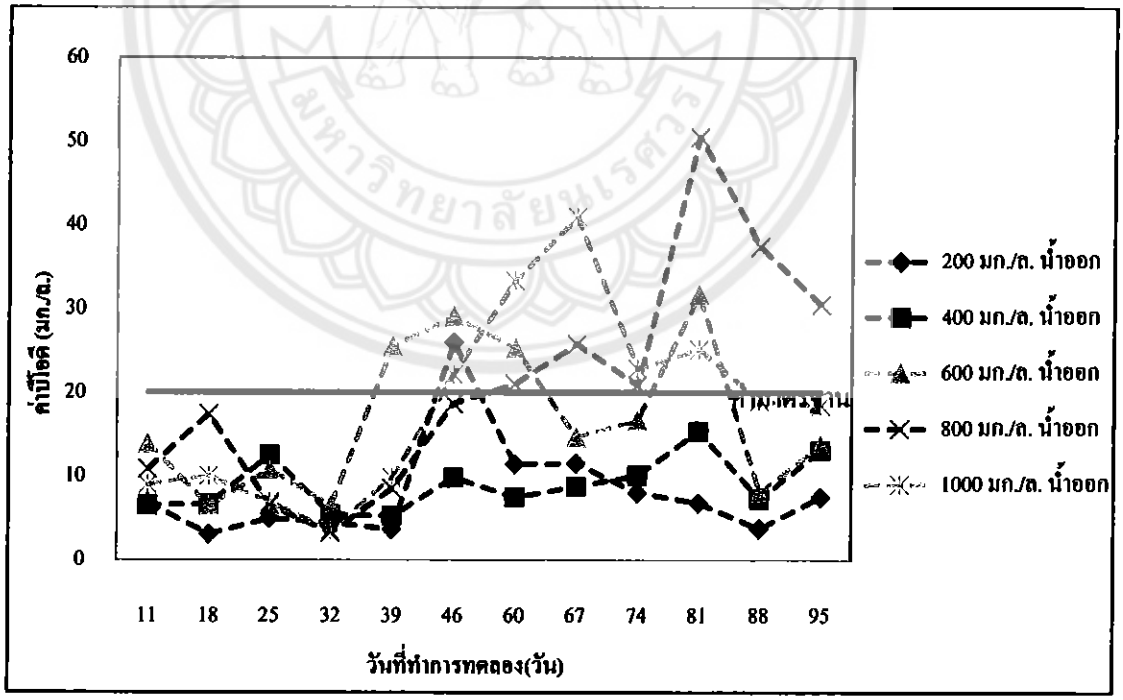
4.12 บีโอดี

ค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงดังรูปที่ 4.42 – 4.45

จากรูปที่ 4.42 และตารางที่ 4.12 แสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำเข้าอยู่ในช่วง 92.00-160.84 150.00-300.00 289.59-470.50 383.35-536.25 และ 430.00-858.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 3.09-26.00 5.25-15.37 6.50-31.69 3.26-50.50 และ 3.59-41.00 ตามลำดับ พบว่าน้ำเข้า แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า ระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 และ400 มิลลิกรัมต่อลิตรค่าความเข้มข้นของค่าบีโอดีมีแนวโน้มคงที่ไปในทางเดียวกันตลอดการทดลอง น้ำเข้าระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรค่าความเข้มข้นของค่าบีโอดีมีแนวโน้มไม่คงที่ตลอดการทดลอง และจะค่าบีโอดีน้ำออกมีค่าต่ำมากเมื่อกับน้ำเข้า



รูปที่ 4.42 ค่าบีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

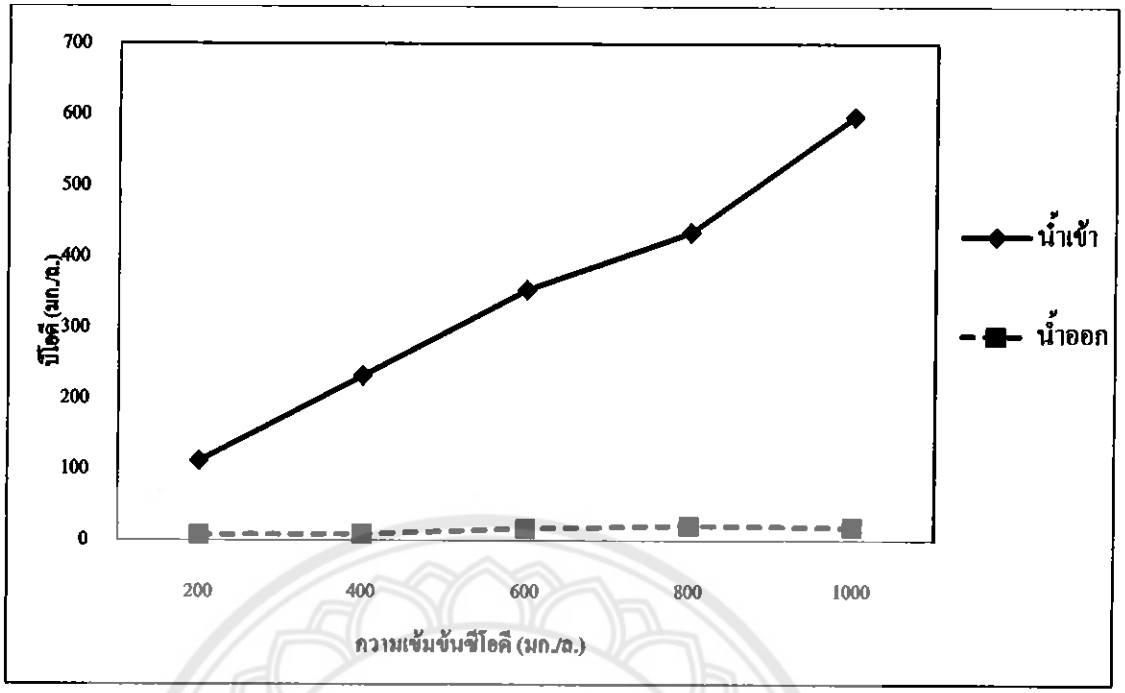


รูปที่ 4.43 ค่าบีโอดีน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

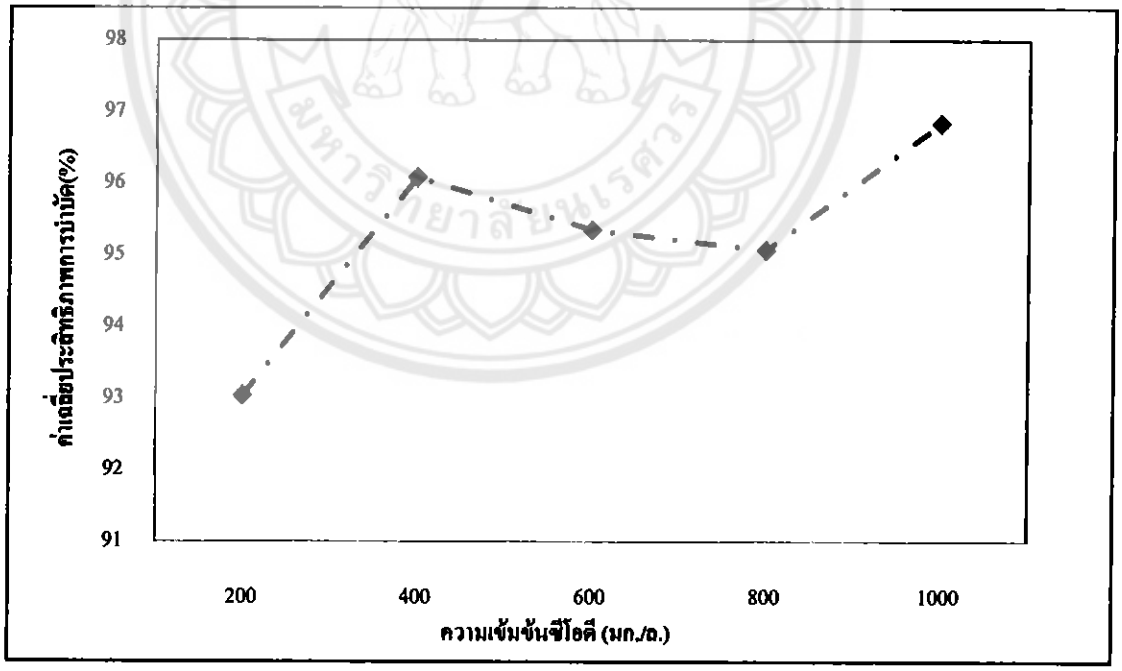
จากรูปที่ 4.43 แสดงค่าบีโอดีของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าไม่แปรผันตามความเข้มข้นและมีค่าไม่คงที่ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าผ่านมาตรฐานตลอดการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐาน โดยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 46 ของวันที่ทำการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 39 46 60 และ 81 ของวันที่ทำการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 60 67 74 81 88 และ 95 ของวันที่ทำการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานในวันที่ 46 60 67 74 และ 81 ของวันที่ทำการทดลอง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.44 และตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองกำหนดค่า ซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วันมีค่าเฉลี่ย บีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 112.20 232.06 353.53 434.53 และ 597.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าเฉลี่ยบีโอดีน้ำออกเท่ากับ 8.17 9.02 16.85 20.94 และ 18.44 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าบีโอดีเฉลี่ยในน้ำเข้าและน้ำออกแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า โดยค่าเฉลี่ยน้ำออกมีค่าต่ำกว่าน้ำเข้า ซึ่งแสดงว่ากระบวนการบำบัดเกิดขึ้นในการบำบัดของบีโอดี

จากรูปที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี พบว่า ที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดมีค่า 93.04 96.08 95.35 95.7 และ 96.84 % ซึ่งไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 96.84 % และต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัด 93.04 %



รูปที่ 4.44 ค่าเฉลี่ยบีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.12 ผลของค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	92.00-160.84	112.2	3.09-26.00	8.2
400	150.00-300.00	232.1	5.25-15.37	9.0
600	289.59-470.50	353.5	6.50-31.69	16.8
800	383.35-536.25	434.5	3.26-50.50	20.9
1000	430.00-858.75	597.4	3.59-41.00	18.4

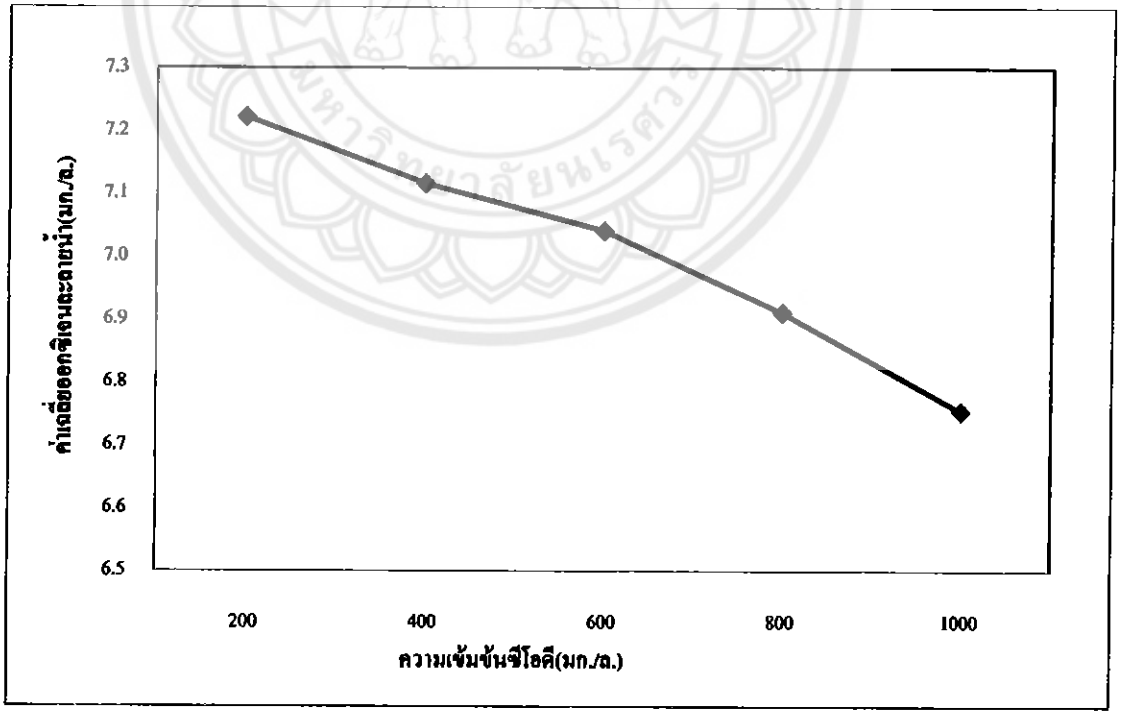
4.13 ออกซิเจนละลายน้ำ

ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.46 – 4.47

จากรูปที่ 4.46 แสดงถึงค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าที่ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน แปรผกผันกับความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน ค่าจะอยู่ในช่วง 5.5 – 8.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.47 แสดงถึงค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าแปรผกผันกับความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยมีค่า 7.22 7.12 7.04 6.91 และ 6.75 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.46 ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



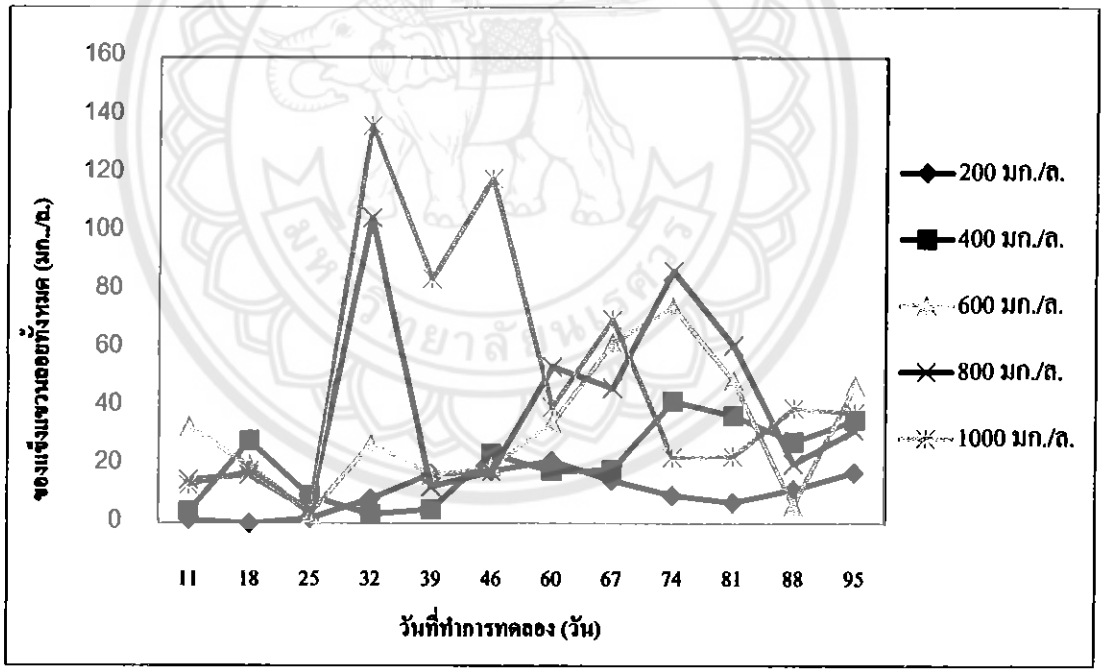
รูปที่ 4.47 ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.14 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศ

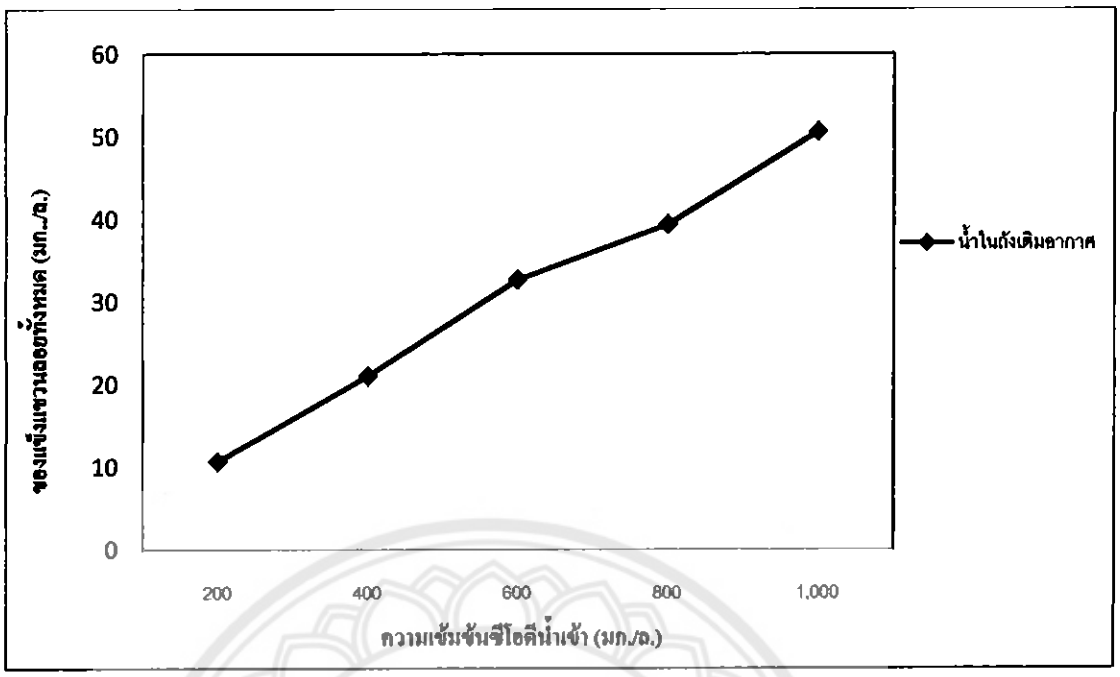
ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.48 – 4.49

จากรูปที่ 4.48 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 136.60 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศที่ซีโอดีน้ำเข้า 200 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าแปรผันอยู่ช่วงแคบ ส่วนความเข้มข้น 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแปรผันในช่วงกว้าง

จากรูปที่ 4.49 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าเท่ากับ 11 21 33 39 และ 51 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศจะแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า



รูปที่ 4.48 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



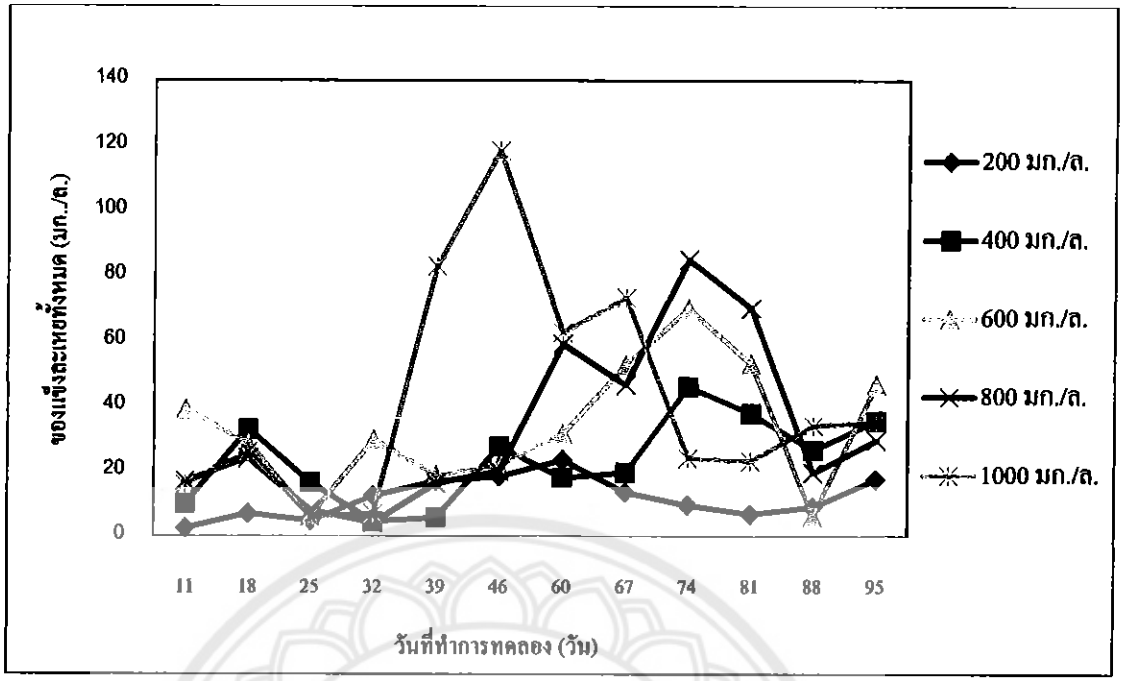
รูปที่ 4.49 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.15 ของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศ

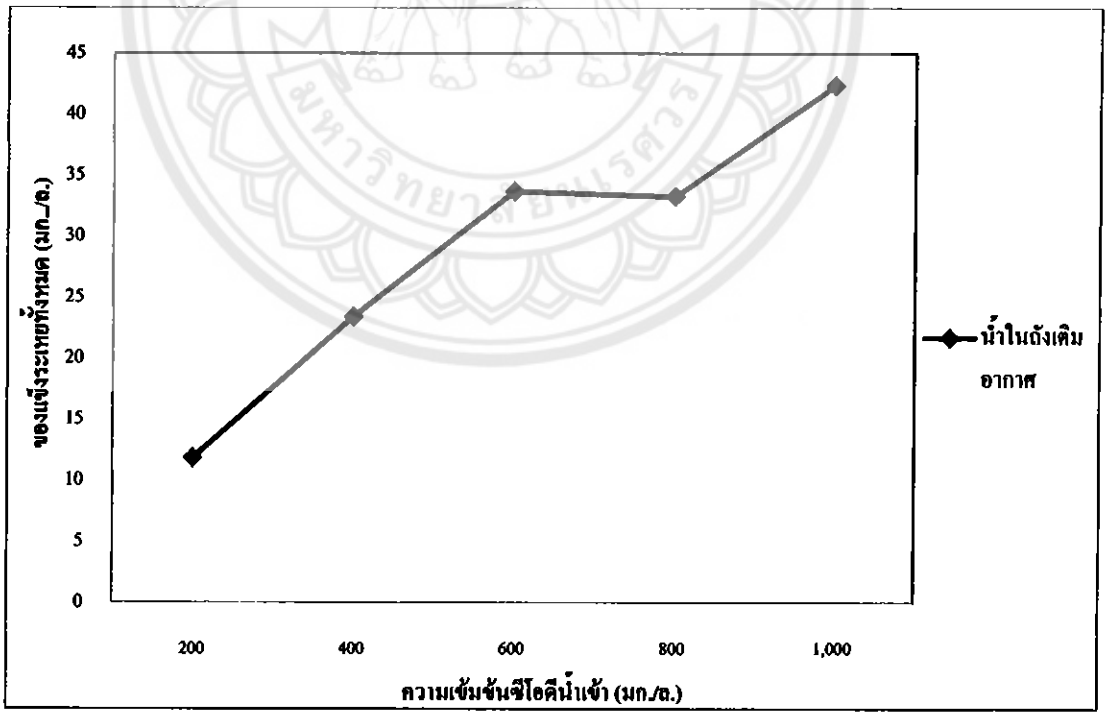
ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.50 – 4.51

จากรูปที่ 4.50 แสดงค่าของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 4.60-118.40 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าของแข็งระเหยทั้งหมดที่ทุกความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้ามีค่าไม่แปรผันตามความเข้มข้นและไม่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

จากรูปที่ 4.51 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน ค่าฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศ 12 23 34 33 และ 42 มิลลิกรัมลิตร ที่ความเข้มซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 และ1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศจะแปรผันตามความเข้มข้น ซีโอดีน้ำเข้า แต่ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่แปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า



รูปที่ 4.50 ค่าของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศจากระบบที่ความเข้มข้น ซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



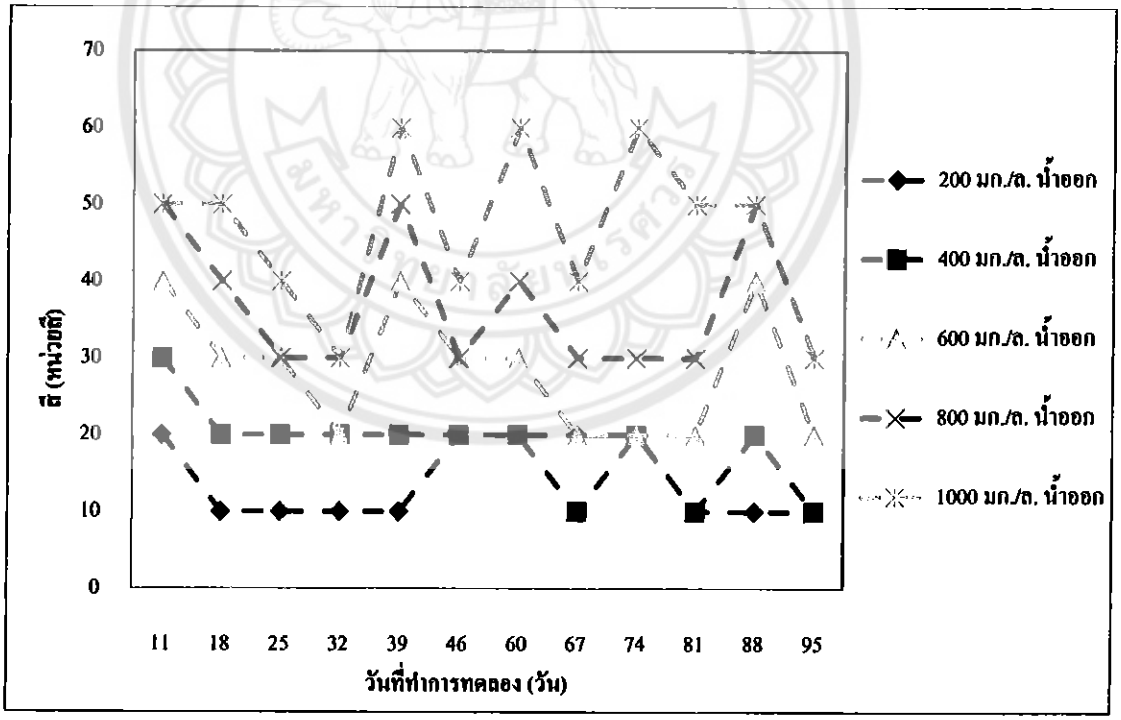
รูปที่ 4.51 ค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.16 สี

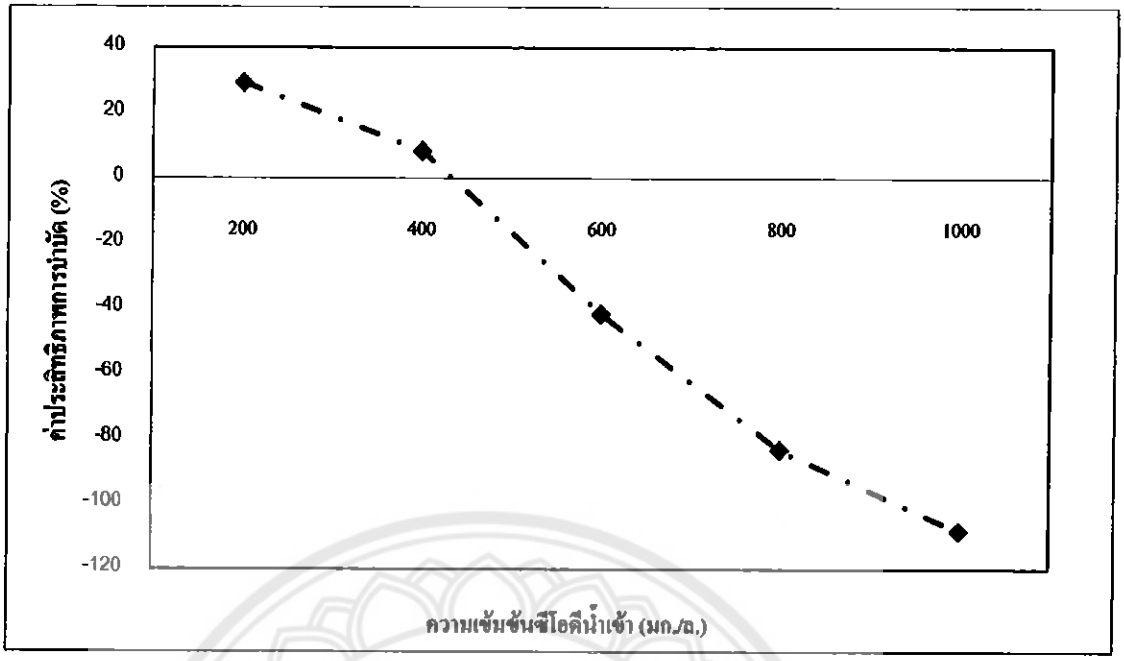
ค่าสีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.52 – 4.53

จากรูปที่ 4.52 และตารางที่ 4.16 แสดงค่าสีของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วัน มีค่าน้ำออกอยู่ในช่วง 10.0 -20.0 10.0 -30.0 20.0-40.0 30.0-50.0 และ 30.0-60.0 พบว่าค่าสีแปรผันตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า

จากรูปที่ 4.53 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดสี ที่ความเข้มข้น ซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลากักเก็บ 8 วันโดยค่าประสิทธิภาพการบำบัด คือ 29.17 8.33 -41.67 -83.33 และ -108.33 หน่วยสี ค่าแปรผกผันกับความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า ที่ความเข้มข้น 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการบำบัดสีเกิดขึ้น ส่วนถังที่ 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีการบำบัดเกิดขึ้น โดยมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมกำหนดค่ามาตรฐานของสีไว้ คือ ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ



รูปที่ 4.52 ค่าสีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



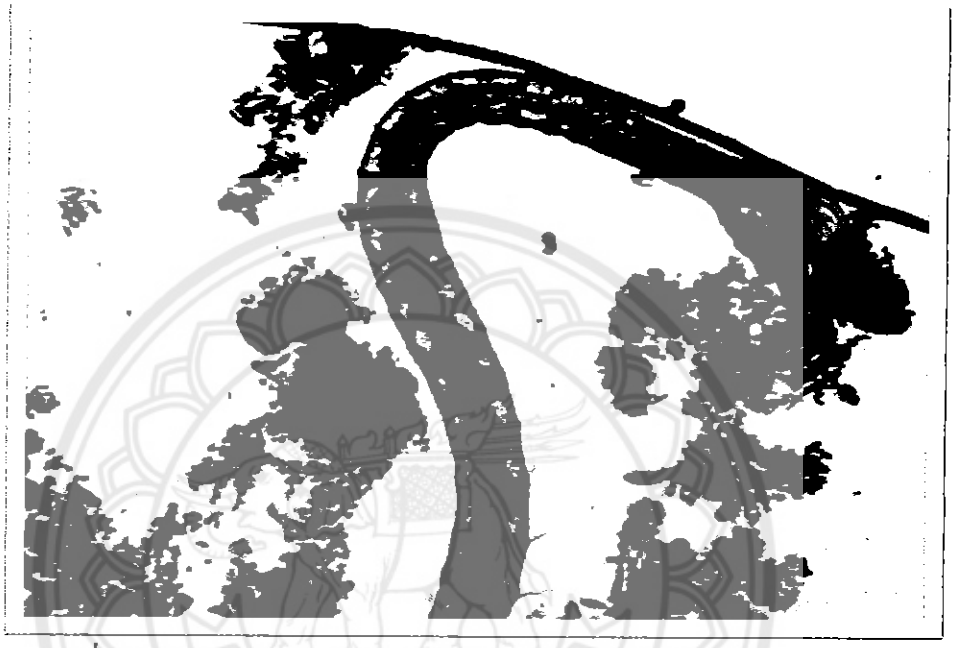
รูปที่ 4.53 ค่าเฉลี่ยสีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.13 ผลของค่าสีเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นซีโอดี (mg/l)	น้ำเข้า		น้ำออก	
	ช่วงค่า	$\bar{x}$	ช่วงค่า	$\bar{x}$
200	20.0-20.0	20.0	10.0 -20.0	14.2
400	20.0-20.0	20.0	10.0 -30.0	18.3
600	20.0-20.0	20.0	20.0-40.0	28.3
800	20.0-20.0	20.0	30.0-50.0	36.7
1,000	20.0-30.0	23.3	30.0-60.0	46.7

4.17 จุลินทรีย์ที่พบในแบบจำลองสระเติมอากาศ

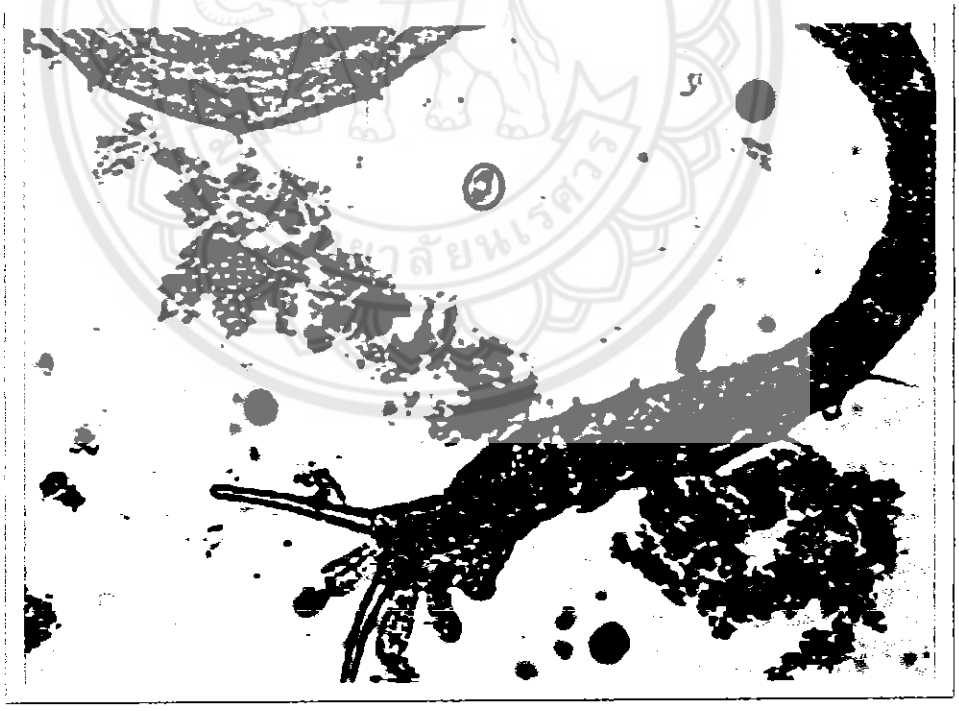
4.17.1 จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการบำบัด นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ดังรูปที่ 4.54-4.60



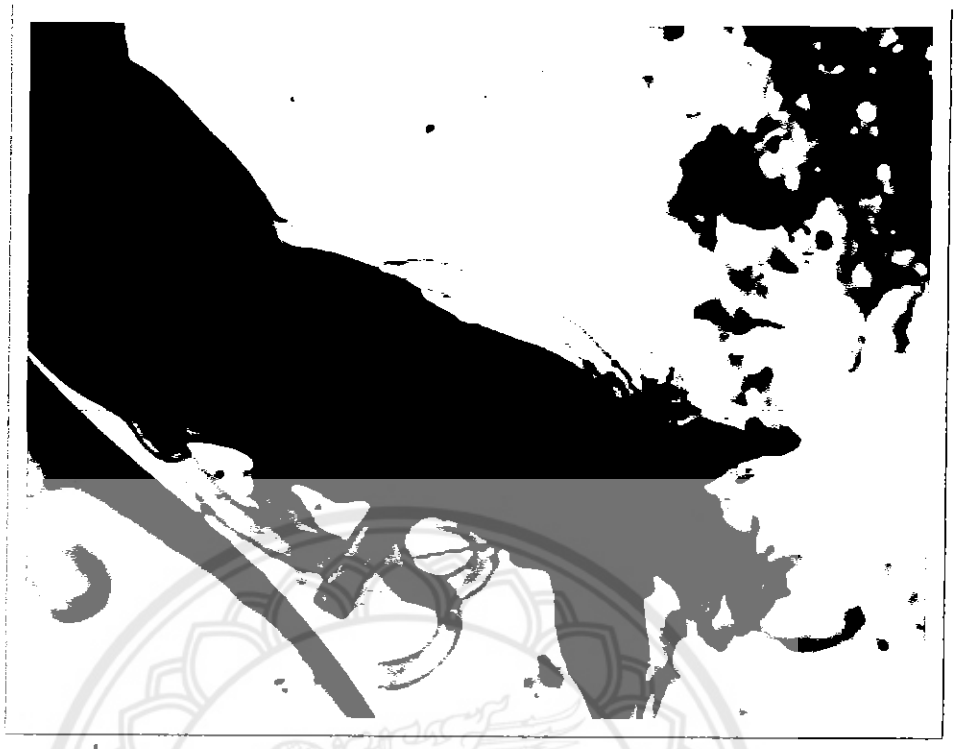
รูปที่ 4.54 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.55 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

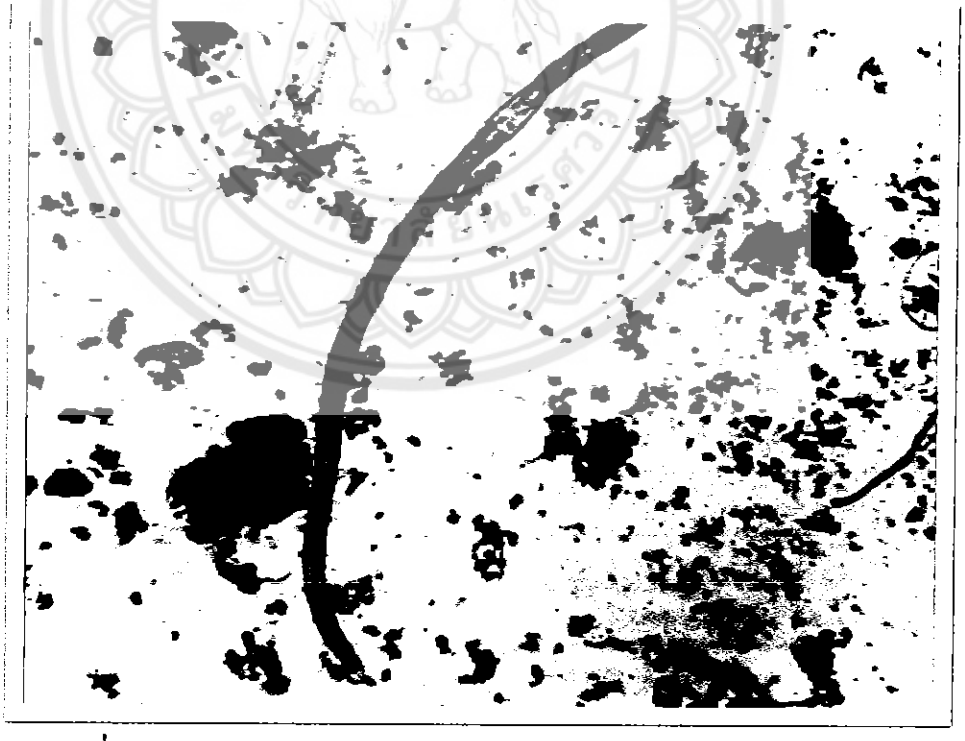
รูปที่ 4.56 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร



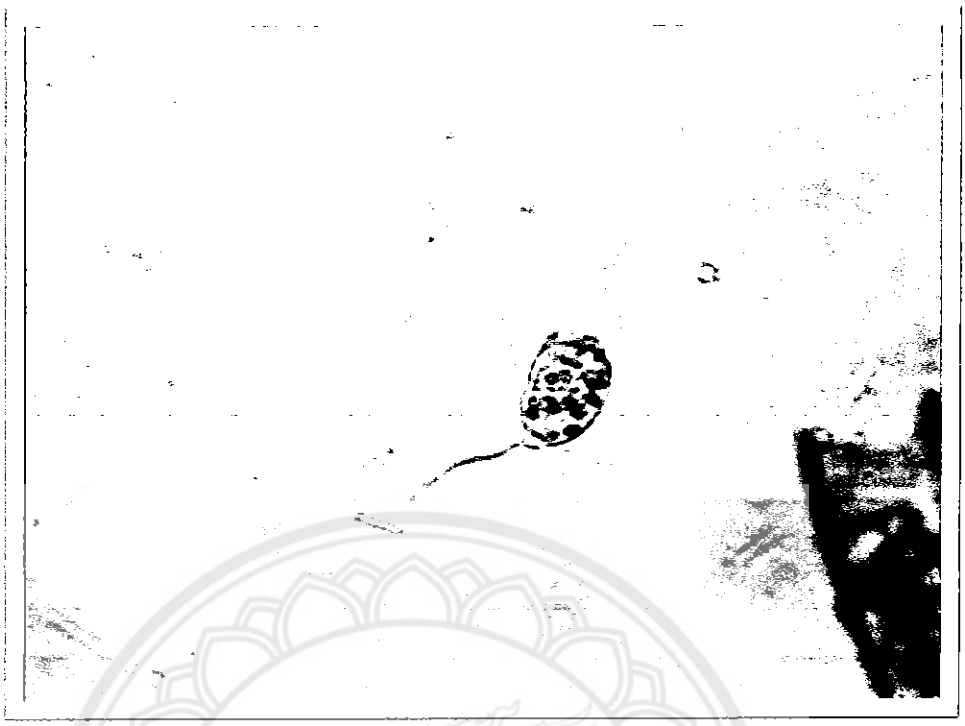
รูปที่ 4.57 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.58 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร



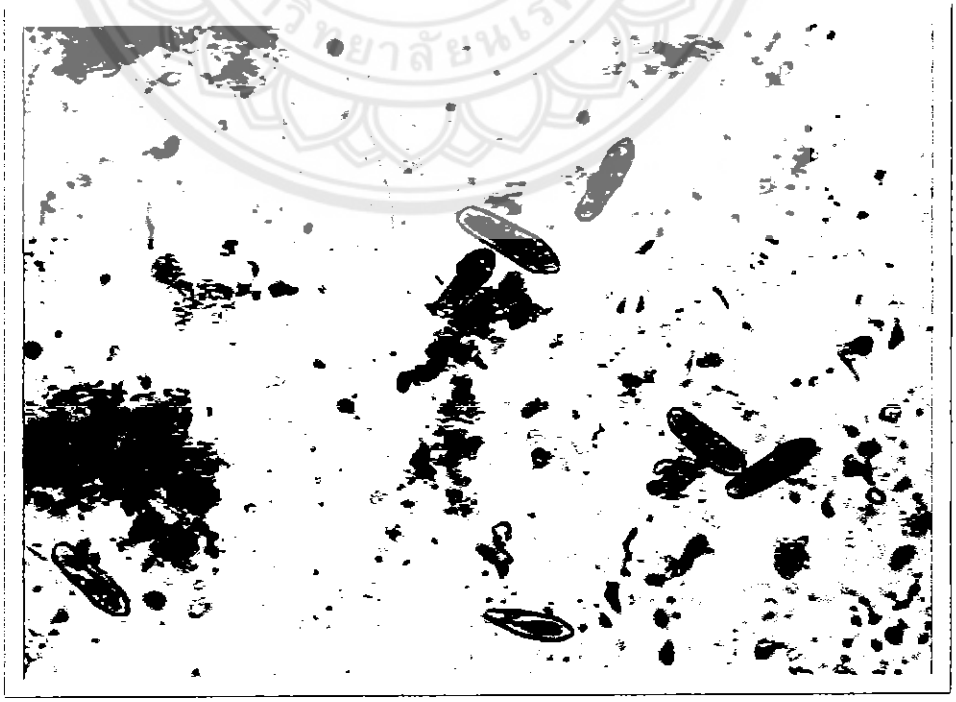
รูปที่ 4.59 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.60 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.17.2 จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการบำบัด นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ดังรูปที่ 4.61-4.64

รูปที่ 4.61 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร



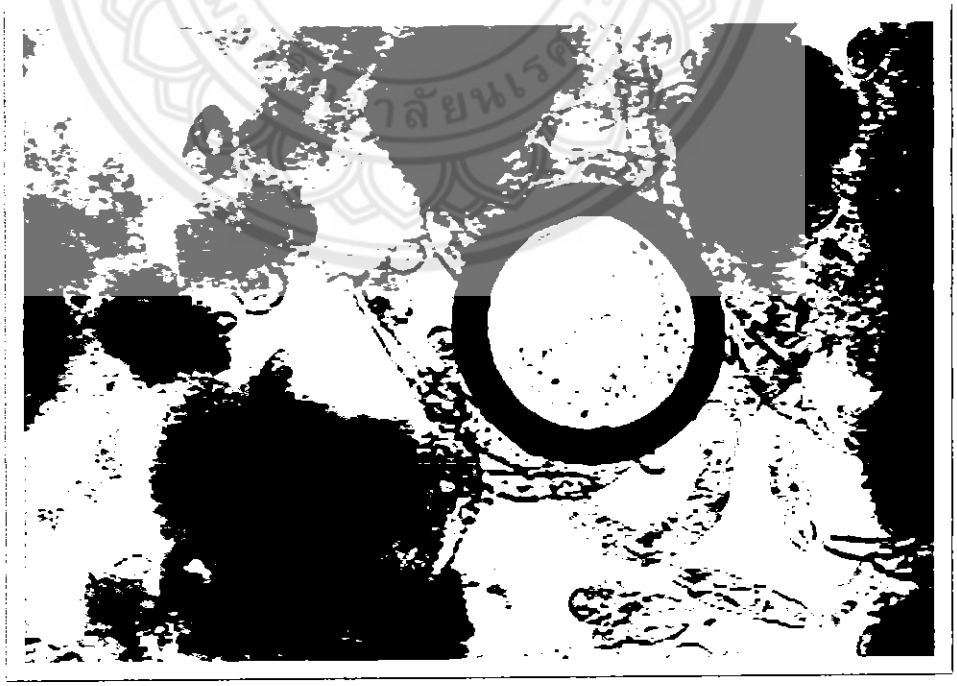
รูปที่ 4.62 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.63 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

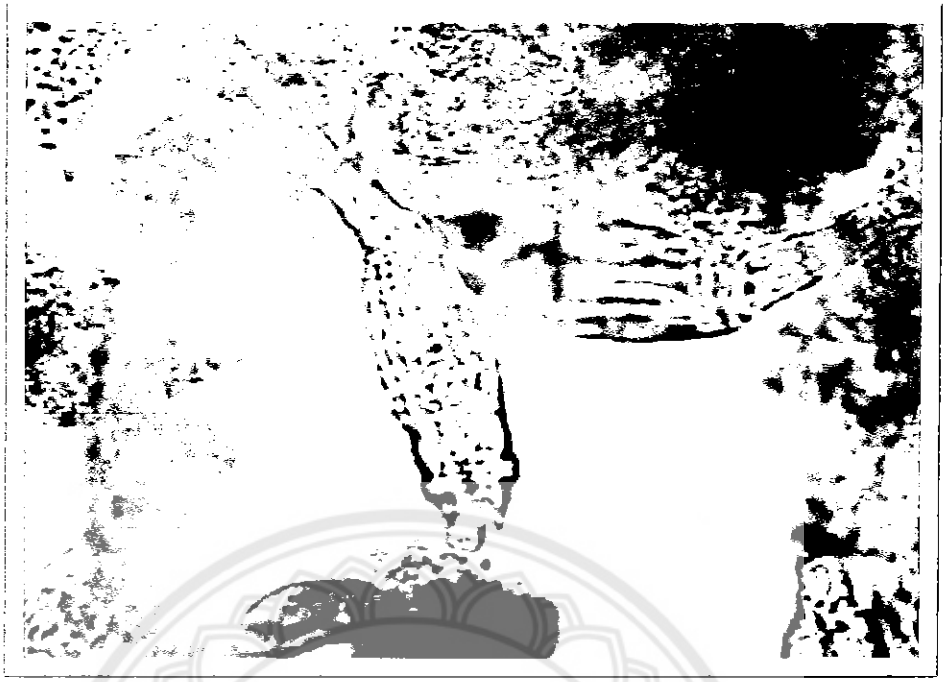
รูปที่ 4.64 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.17.3 จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการบำบัด นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ดังรูปที่ 4.65-4.70

รูปที่ 4.65 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

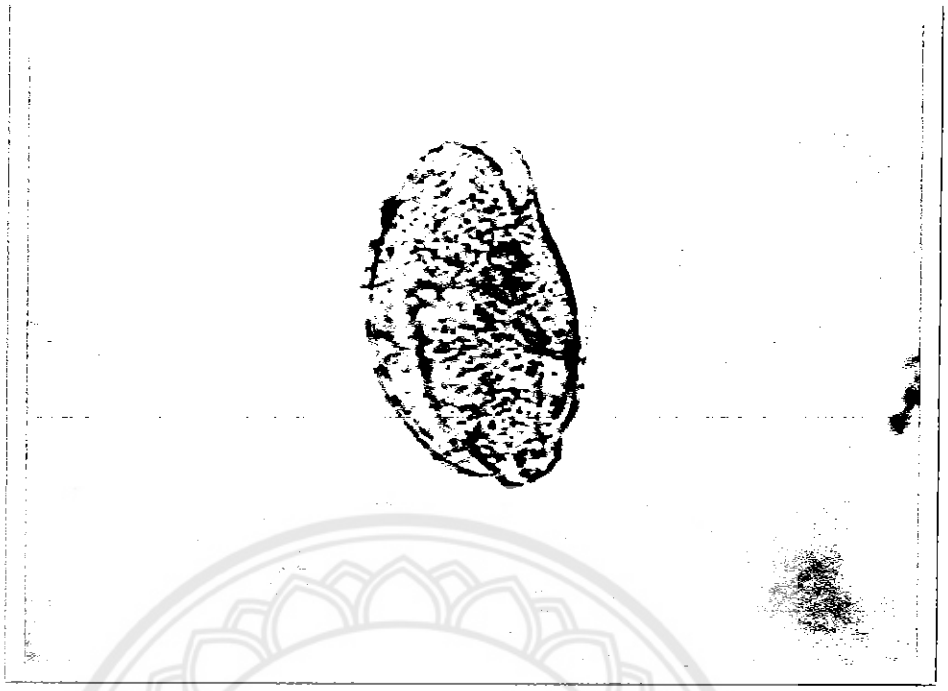


รูปที่ 4.66 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

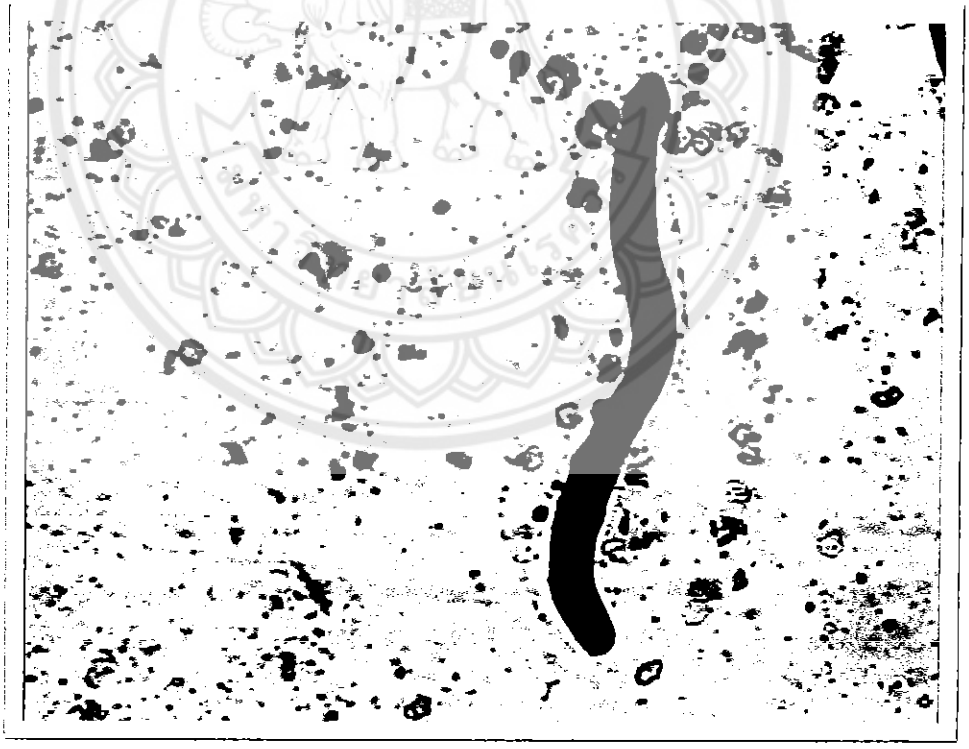


รูปที่ 4.67 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.68 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

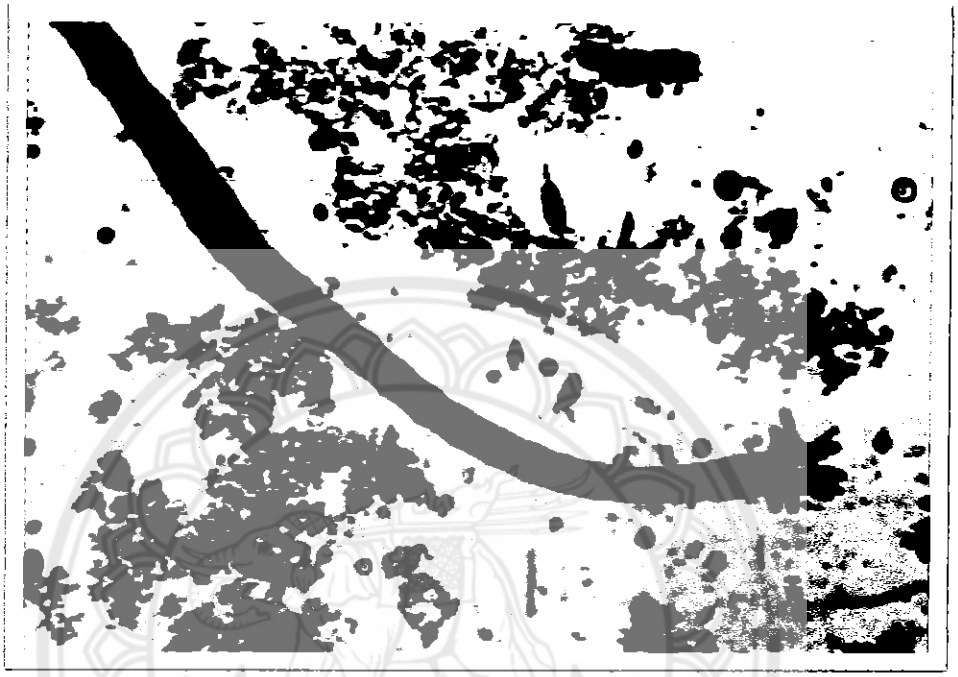


รูปที่ 4.69 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.70 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

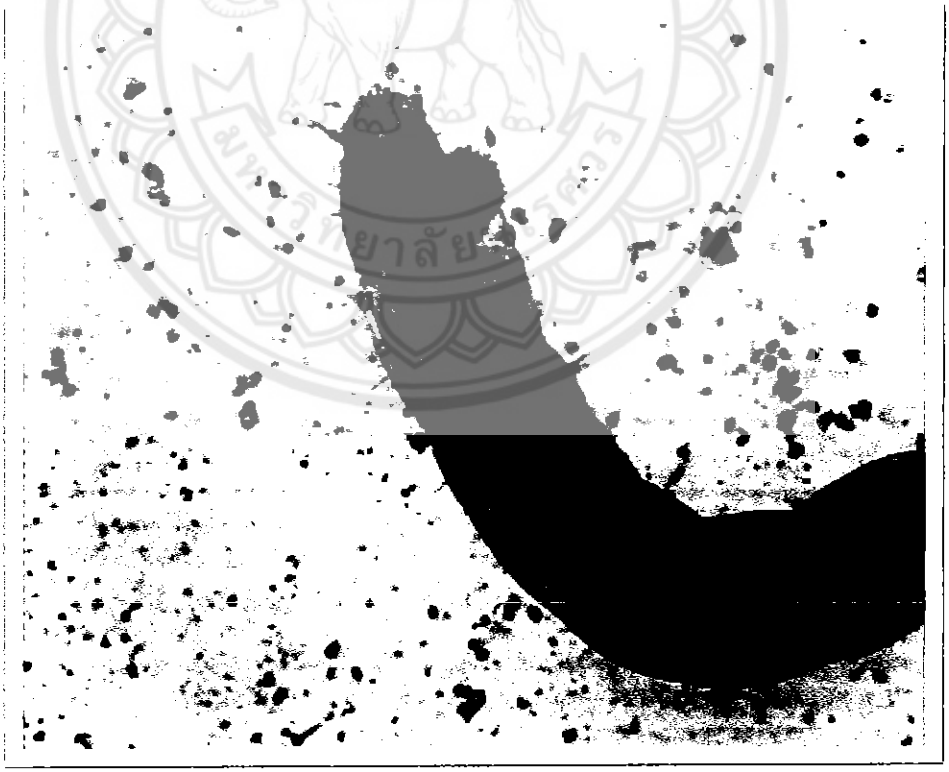
4.17.4 จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการบำบัด นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ดังรูปที่ 4.71-4.74



รูปที่ 4.71 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.72 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.73 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร



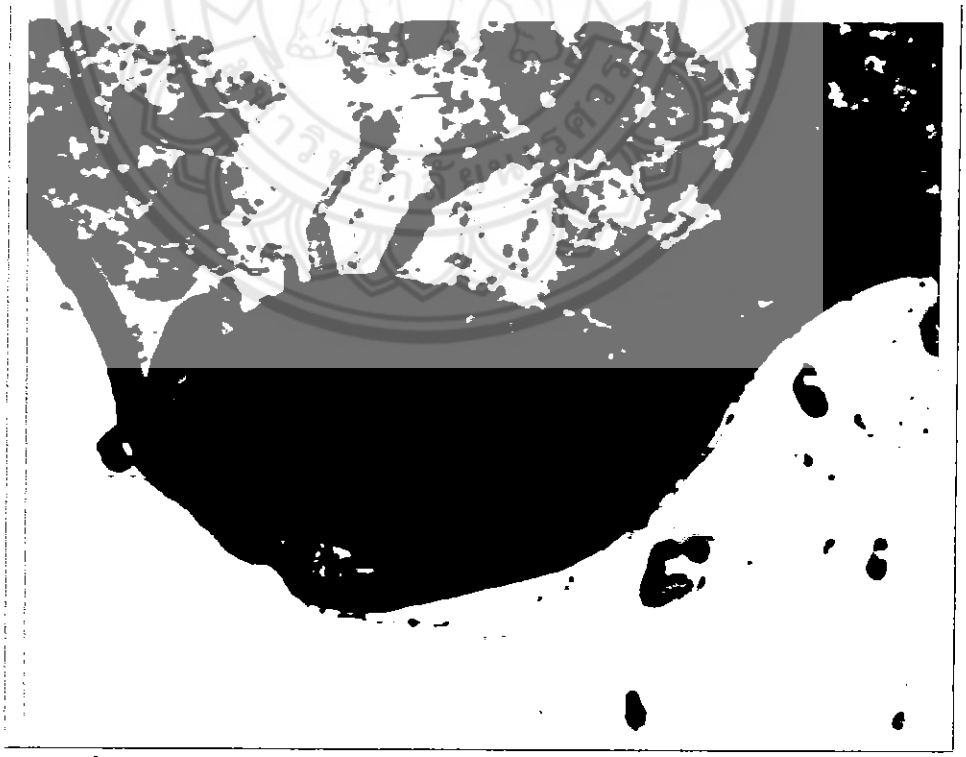
รูปที่ 4.74 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.17.5 จากตะกอนในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการบำบัด นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ดังรูปที่ 4.75-4.78

รูปที่ 4.75 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.76 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.77 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

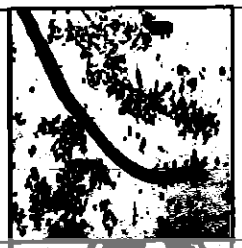
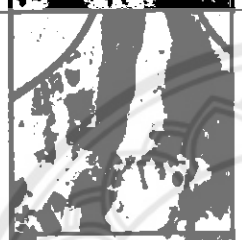
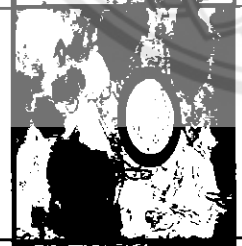


รูปที่ 4.78 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

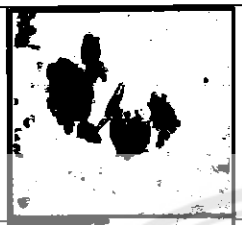
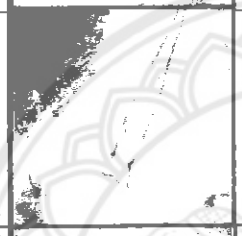
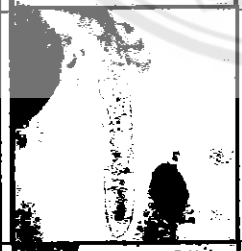
ตารางที่ 4.14 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ

ชื่อจุลินทรีย์	จุลินทรีย์	ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า				
		200 mg/l	400 mg/l	600 mg/l	800 mg/l	1,000 mg/l
Aulophorus furcatus		✓				
Aeolosoma tenebrasum		✓	✓	✓		✓
Plumatella		✓				
Diaptomus					✓	
Aeolosoma hemiprichia					✓	

ตารางที่ 4.14 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ (ต่อ)

ชื่อจุลินทรีย์	จุลินทรีย์	ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า				
		200 mg/l	400 mg/l	600 mg/l	800 mg/l	1,000 mg/l
Aulophorus tonkinensis					✓	
Aulophorus tonkinensis		✓				✓
ทนอนตัวกลม		✓				
Sessoblast				✓		
Dalyellia viridis				✓		

ตารางที่ 4.14 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ (ต่อ)

ชื่อจุลินทรีย์	จุลินทรีย์	ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า				
		200 mg/l	400 mg/l	600 mg/l	800 mg/l	1,000 mg/l
Dileptus anser					✓	
Rotaria citrinus				✓		
Cypridídae				✓		
Oxytricha fallax						✓
Loxocephalus plagius			✓			

ตารางที่ 4.14 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ (ต่อ)

ชื่อจุลินทรีย์	จุลินทรีย์	ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า				
		200 mg/l	400 mg/l	600 mg/l	800 mg/l	1,000 mg/l
Brachionus angularis		✓				
Aeolosoma sp.			✓			
หนอนตัวกลมน้ำจืดเพศเมีย			✓			
Euglena ehrenbergii				✓		
calanoid, nauplius						✓

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาสามารถสรุปค่าประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะด้วยวิธีสระเติมอากาศ แบบกวนผสมบางส่วน มีค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน ดังตางรางที่ 5.1

5.1.1 บีโอดี

น้ำทิ้งที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 96.84 % รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.08 %

5.1.2 ซีโอดี

น้ำทิ้งที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 89.61 % รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.42 %

5.1.3 เจดาลไนโตรเจน

น้ำทิ้งที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 64.84 % รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.42 %

5.1.4 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

น้ำทิ้งที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 59.82 % รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 57.09 %

5.1.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

น้ำทิ้งที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 41.93 % รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 35.92 %

5.1.6 พีเอช

ค่าพีเอชน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่าค่าพีเอชน้ำออกอยู่ในช่วง 4.89 -7.66 โดยที่ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำออกมีพีเอชเป็นกรดอ่อน-กลาง ค่าพีเอชดังกล่าวจากการทดลองอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด คือ 5.5-9.0 แต่จะมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดเพียงที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ครั้งเดียวเท่านั้น

5.1.7 อุณหภูมิ

ค่าอุณหภูมิน้ำออกจากแบบจำลองที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่าน้ำออกมีค่าอุณหภูมิมีค่าไม่คงที่ และมีค่าผ่านมาตรฐานตลอดการทดลอง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

5.1.8 ออกซิเจนละลายน้ำ

ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าที่ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน อยู่ในช่วง 5.5 – 8.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าที่ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงที่สุดและที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าที่ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำที่สุด

5.1.9 สี

ค่าสีในถังเติมอากาศของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าสีแปรผันตามความเข้มข้น และค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดสี มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ซึ่งที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากแบบจำลองกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 8 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้

พารามิเตอร์ / ความเข้มข้นซีโอดี	บีโอดี	ซีโอดี	เจดาลไนโตรเจน	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	พีเอช	อุณหภูมิ
200(มก./ล.)	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
400(มก./ล.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
600(มก./ล.)	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓
800(มก./ล.)	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓
1000(มก./ล.)	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓

จากตารางที่ 5.1 จากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากแบบจำลองกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 8 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ได้แก่ บีโอดี ซีโอดี เจดาลไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด พีเอชอุณหภูมิ พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีค่าผ่านมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมทุกพารามิเตอร์ ดังนั้นค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน คือที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ช่วงระหว่างทำการศึกษาจะต้องทำการเข้าน้ำสู่ระบบทุกวัน น้ำเข้าเป็นน้ำชะขยะที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง เมื่อทำการเติมน้ำด้วยปั๊มน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการอุดตันของสายยาง จึงควรมีการตรวจสอบและสังเกตการณ์ทำงานของปั๊มน้ำและสายยางอย่างสม่ำเสมอ

5.2.2 ควรลดหรือเพิ่มระยะเวลากักเก็บ เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบสระเติมอากาศ

5.2.3 ควรเลือกใช้ตะกอนจุลินทรีย์ให้มีความหลากหลายในการเริ่มเดินระบบ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

เอกสารอ้างอิง

วัฒนา กล้าหาญ.ศรัณย์ กลิ่นนิ่มนวลและสงกรานต์ หมึกสม. (2552) **ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กรมควบคุมมลพิษ. (2537). **คู่มือเล่มที่ 4 สำหรับผู้ให้บริการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2545). **ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ.** กรุงเทพฯ:กรมโรงงาน-กรมอุตสาหกรรม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2.** สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2554, จาก http://www.pcd.go.th/.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542). **เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : บริษัทแซน อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์ จำกัด.

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และวิชญา อิ่มกระจ่าง. (2544). **คู่มือการวิเคราะห์น้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). **ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2546). **เล่ม 2 รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรบปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน.** กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น. (2541). **ปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะขยะมูลฝอยจากแบบจำลองที่มีการฝังกลบสองชั้น.**

กฤษณา และคณะ. (2553). **ประสิทธภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนมีค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร.**

สุจิตราภร สำเภาอินทร์. (19/02/2552). กังหันชัยพัฒนา. **เศรษฐกิจพอเพียงกับเทคโนโลยี.** สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2554, จาก http://peatill-immotalz.blogspot.com

http://pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water04.html#sl,2554

http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=116&hit=1,2554

http://www.klongthomtools.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538660843&Ntyp=777,2554

www.sianahop.com/product-1623293,2554

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 200 400 600 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 8 วัน

ตารางที่ ค. 1 พีเอชน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	พีเอช										
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า(มก./ล.)										
	น้ำกลั่น	200		400		600		800		1000	
		น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
11	7.02	5.94	7.44	5.13	7.64	4.74	7.46	4.52	7.54	4.71	7.64
18	7.14	7.26	6.54	6.07	6.97	5.34	7.25	4.84	7.41	4.64	7.55
25	6.89	5.23	5.85	4.96	6.80	4.17	6.98	4.57	7.24	5.25	7.38
32	7.04	5.75	7.49	5.38	7.31	5.02	7.37	4.86	7.43	5.10	7.52
39	6.98	6.86	6.65	6.20	6.25	5.30	6.46	4.82	6.69	4.53	6.85
46	7.10	7.30	7.23	6.90	7.30	5.43	7.29	4.76	7.39	4.65	7.27
60	6.96	6.85	7.33	6.42	7.24	5.89	6.69	5.53	6.46	4.68	6.25
67	6.98	7.02	6.78	6.78	7.12	5.98	6.64	5.43	6.59	5.26	6.46
74	7.05	6.69	7.24	6.74	7.05	5.96	7.12	5.59	6.69	5.49	6.45
81	6.98	7.15	7.12	7.05	7.24	6.54	6.89	5.45	6.23	4.98	5.98
88	7.15	6.45	7.05	7.05	7.15	6.75	6.76	4.96	6.89	4.54	6.49
95	6.95	6.15	6.54	6.49	6.23	5.59	5.65	6.65	4.89	6.86	5.87
เฉลี่ย	7.02	6.55	6.94	6.26	7.03	5.56	6.88	5.17	6.79	5.06	6.81

ตารางที่ ก. 2 อุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	อุณหภูมิ									
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล)									
	200		400		600		800		1000	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
11	37.30	33.70	33.70	33.70	33.70	33.70	33.70	33.70	33.70	33.70
18	28.20	27.40	28.30	27.30	28.30	27.20	28.30	27.30	28.10	27.20
25	28.50	28.50	28.60	28.50	28.90	28.50	28.80	28.50	28.50	28.50
32	27.90	26.80	27.90	26.80	27.60	26.80	26.90	26.80	28.60	26.80
39	28.70	25.40	26.50	25.40	26.50	25.40	26.50	25.40	26.50	25.40
46	26.50	23.60	26.50	23.60	26.50	23.60	26.50	23.60	26.50	23.60
60	25.60	24.60	25.60	24.60	25.60	24.60	25.60	24.60	25.60	24.60
67	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50
74	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50
81	28.60	27.50	28.60	27.50	28.60	28.70	28.60	28.90	28.60	27.50
88	29.70	29.90	29.80	28.70	29.60	28.70	29.60	27.60	29.70	27.60
95	27.90	28.60	27.90	28.60	27.90	27.90	27.90	28.50	27.90	26.60
เฉลี่ย	28.49	27.42	28.03	27.31	28.02	27.3	27.95	27.33	28.06	27.04

ตารางที่ ก. 3 สภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า									
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)									
	200		400		600		800		1000	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
11	264	361	332	424	408	481	469	531	584	581
18	267	321	349	392	407	474	490	547	575	637
25	239	303	317	380	406	446	495	533	575	600
32	287	361	335	517	492	620	574	726	652	811
39	242	301	303	350	385	467	447	534	532	614
46	276	361	361	382	443	525	487	556	574	721
60	305	460	394	396	488	584	578	672	677	767
67	285	365	347	367	479	557	510	667	599	751
74	276	360	364	381	490	563	521	643	578	723
81	281	367	371	357	482	512	498	639	615	689
88	267	332	365	427	444	509	545	632	642	738
95	288	369	343	411	457	499	536	698	634	691
เฉลี่ย	273	355	348	399	448	520	513	615	603	694

ตารางที่ ก. 4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	349	238	31.805	418	282	32.536	541	315	41.774	623	351	43.660	766	372	51.436
18	267	228	14.794	395	291	26.366	515	335.5	34.854	609	413	32.266	711	422	40.647
25	236.5	239	-1.057	336	295	12.281	526.2	337.7	35.823	632	372	41.108	738	426	42.236
32	261.1	225	13.941	364	286	21.297	563	341.2	39.396	682	390	42.889	814	416	48.956
39	249.5	202	19.238	348	262	24.626	473	350.9	25.814	667	389	41.754	693	418	39.709
46	290	217	25.241	428	278	35.016	567.3	302.9	46.607	672	394	41.426	954	297	68.868
60	275.5	302	-9.437	402	233	42.150	554	483.7	12.690	629	374	40.572	755	420	44.452
67	259	255	1.467	370	213	42.324	511	456.5	10.665	593	360	39.292	729	466	36.158
74	237	238	-0.549	337	236	30.089	488	458	6.148	531	408	23.089	699	471	32.661
81	292	242	17.123	414	300	27.589	530	414.3	21.830	591	503	14.822	718	551	23.259
88	279	216	22.688	366	249	31.829	552	316.8	42.609	665	429	35.489	784	458	41.574
95	222	196	11.532	336	246	26.696	423.3	353.3	16.537	529	345	34.677	604	404	33.229
เฉลี่ย	268.1	233.1	12.2	376.2	264.3	29.4	520.3	372.2	28.5	618.5	393.9	35.9	747.2	426.6	41.9

ตารางที่ ก. 5 ของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ของแข็งทั้งหมด														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	374	252	33	454	289	36	610	383	37	702	363	48	856	377	56
18	297	234	21	429	303	29	572	356	38	688	421	39	808	439	46
25	263	240	9	371	316	15	567	343	40	677	378	44	787	434	45
32	298	235	21	417	293	30	645	352	45	787	397	50	948	424	55
39	284	215	24	400	271	32	555	362	35	765	406	47	819	458	44
46	315	229	27	459	299	35	614	331	46	728	415	43	1022	406	60
60	302	327	-8	440	253	43	600	521	13	684	423	38	824	502	39
67	299	309	-3	442	249	44	598	505	16	703	444	37	896	537	40
74	272	261	4	395	261	34	564	501	11	616	486	21	817	491	40
81	325	253	22	475	340	28	603	491	19	676	602	11	826	582	30
88	316	230	27	427	266	38	621	324	48	742	451	39	881	501	43
95	272	220	19	416	279	33	540	377	30	685	370	46	810	455	44
เฉลี่ย	301	250	16	427	285	33	591	404	32	704	430	39	858	467	45

ตารางที่ ก. 5 ของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ของแข็งทั้งหมด														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	374	252	33	454	289	36	610	383	37	702	363	48	856	377	56
18	297	234	21	429	303	29	572	356	38	688	421	39	808	439	46
25	263	240	9	371	316	15	567	343	40	677	378	44	787	434	45
32	298	235	21	417	293	30	645	352	45	787	397	50	948	424	55
39	284	215	24	400	271	32	555	362	35	765	406	47	819	458	44
46	315	229	27	459	299	35	614	331	46	728	415	43	1022	406	60
60	302	327	-8	440	253	43	600	521	13	684	423	38	824	502	39
67	299	309	-3	442	249	44	598	505	16	703	444	37	896	537	40
74	272	261	4	395	261	34	564	501	11	616	486	21	817	491	40
81	325	253	22	475	340	28	603	491	19	676	602	11	826	582	30
88	316	230	27	427	266	38	621	324	48	742	451	39	881	501	43
95	272	220	19	416	279	33	540	377	30	685	370	46	810	455	44
เฉลี่ย	301	250	16	427	285	33	591	404	32	704	430	39	858	467	45

ตารางที่ ก. 7 ของแข็งระเหยทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ของแข็งระเหยทั้งหมด														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	38.0	17.0	55.3	54.0	11.0	79.6	72.0	91.0	-26.4	82.0	16.5	79.9	100.0	10.5	89.5
18	35.0	13.5	61.4	46.2	17.5	62.1	69.0	24.0	65.2	92.0	14.0	84.8	111.0	20.0	82.0
25	30.5	3.9	87.2	40.0	22.0	45.0	52.5	9.7	81.5	55.0	8.2	85.1	62.0	12.0	80.6
32	40.2	10.3	74.4	53.8	6.8	87.4	85.0	13.3	84.4	105.0	8.8	91.6	136.6	9.6	93.0
39	38.5	17.0	55.8	56.0	11.3	79.8	91.0	13.6	85.1	98.0	23.5	76.0	134.3	48.0	64.3
46	29.0	13.7	52.8	33.5	22.5	32.8	50.7	30.0	40.8	59.2	23.5	60.3	73.0	104.5	-43.2
60	29.0	25.5	12.1	41.3	21.0	49.2	50.0	38.0	24.0	61.0	49.2	19.3	78.8	77.5	1.6
67	40.5	43.8	-8.1	75.0	29.4	60.8	89.0	45.4	49.0	113.8	79.0	30.6	166.7	74.3	55.4
74	35.0	22.7	35.1	58.0	25.4	56.2	76.0	43.0	43.4	85.0	77.6	8.7	118.3	20.5	82.7
81	35.0	11.0	68.6	62.7	37.5	40.2	78.0	76.7	1.7	87.0	92.9	-6.8	112.0	30.5	72.8
88	38.0	11.0	71.1	62.5	15.3	75.5	72.0	7.8	89.2	80.0	20.3	74.6	104.3	37.5	64.0
95	56.0	16.8	70.0	100.0	24.0	76.0	126.7	19.3	84.8	165.5	20.7	87.5	222.9	43.5	80.5
เฉลี่ย	37.1	17.2	53.0	56.9	20.3	62.0	76.0	34.3	54.8	90.3	36.2	57.6	118.3	40.7	60.3

ตารางที่ ก. 8 ฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ฟอสฟอรัส														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	0.6	1.9	-243.4	1.1	1.9	-73.1	1.5	2.3	-47.4	1.9	2.0	-3.8	2.4	1.9	17.8
18	0.6	1.5	-136.3	1.3	1.6	-26.4	1.6	1.7	-8.2	1.9	1.8	6.6	2.5	1.8	28.2
25	0.6	1.0	-69.4	1.2	1.6	-29.8	1.8	1.5	13.4	2.1	1.7	16.7	2.6	1.7	34.7
32	0.6	0.7	-20.4	1.1	1.0	4.7	1.8	1.1	38.6	2.1	1.3	35.2	2.5	1.0	60.2
39	0.6	0.6	6.2	1.2	0.9	22.6	1.8	1.5	14.7	2.0	1.7	17.1	2.6	1.9	28.9
46	0.6	0.5	21.0	1.2	1.0	19.2	1.8	1.3	33.0	2.0	1.2	39.3	2.7	1.7	35.7
60	0.6	1.0	-59.0	1.3	0.7	41.2	1.6	1.5	5.1	1.9	1.6	14.9	3.3	1.5	54.8
67	0.6	0.8	-28.4	1.2	0.5	57.3	1.8	1.4	20.2	2.3	1.8	22.2	2.7	1.8	33.6
74	0.5	0.7	-21.4	1.1	0.7	39.9	1.7	0.2	97.3	1.8	2.3	-27.5	2.4	2.0	19.3
81	0.6	0.5	5.4	1.0	0.4	64.2	1.5	0.4	73.3	1.9	0.5	76.7	2.3	0.2	90.9
88	0.5	0.5	0.5	1.0	0.6	42.1	1.6	0.9	39.5	1.8	1.6	9.9	2.2	1.6	30.1
95	0.6	0.7	-28.7	1.1	1.1	1.2	1.7	1.3	27.5	1.8	2.0	-11.2	2.4	2.0	15.9
เฉลี่ย	0.6	0.9	-47.8	1.1	1.0	13.6	1.7	1.2	25.6	2.0	1.6	16.3	2.6	1.6	37.5

ตารางที่ ก. 9 แอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	แอมโมเนียไนโตรเจน														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า(มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	0.61	0.28	54.10	1.01	0.38	62.38	1.60	1.37	14.38	2.71	0.66	69.59	2.83	0.99	65.02
18	0.33	1.12	-239.39	1.65	1.78	-42.40	1.65	1.91	-15.76	2.30	2.96	-28.70	3.03	4.28	-41.25
25	0.50	0.58	-16.00	2.00	0.89	30.47	2.00	2.22	-11.00	2.83	2.94	-3.89	3.38	3.91	-15.68
32	0.49	1.19	61.22	1.94	0.55	52.17	1.94	0.39	79.90	2.55	2.33	8.63	3.38	0.55	83.73
39	0.50	0.14	72.00	1.98	0.09	92.50	1.98	0.66	66.67	2.73	0.28	89.74	3.40	0.40	88.24
46	0.50	0.18	64.00	2.00	0.51	57.50	2.00	0.27	86.50	2.67	0.68	74.53	3.40	0.14	95.88
60	0.55	0.53	3.64	2.10	0.22	82.26	2.10	0.51	75.71	2.65	0.91	65.66	3.59	1.01	71.87
67	1.00	1.74	-74.00	2.04	2.12	-54.74	2.04	2.76	-35.29	2.71	1.29	52.40	3.53	1.78	49.58
74	1.03	0.11	89.32	2.13	0.39	73.65	2.13	0.17	92.02	2.98	1.17	60.74	3.70	1.17	68.38
81	0.51	0.11	78.43	2.17	0.72	49.65	2.17	0.84	61.29	3.08	1.67	33.12	3.71	1.67	54.99
88	1.05	0.22	79.05	2.18	0.22	84.40	2.18	0.22	89.91	3.08	1.83	65.91	3.69	1.83	50.41
95	0.49	0.11	77.55	2.41	0.39	71.74	2.41	0.22	90.87	3.14	1.05	61.15	3.70	1.05	71.62
เฉลี่ย	0.63	0.53	20.83	1.97	0.69	46.63	2.02	0.96	49.60	2.79	1.48	45.74	3.45	1.57	53.57

ตารางที่ ก. 10 เจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	เจดาลไนโตรเจน														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า(มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	7.53	3.02	59.89	9.59	3.49	63.61	13.13	6.12	53.39	15.22	4.42	70.96	21.68	5.21	76.00
18	4.16	2.59	37.74	8.18	4.53	44.62	11.92	5.91	50.42	16.49	7.48	54.64	20.24	7.95	60.72
25	4.02	1.94	51.74	7.90	4.25	46.20	12.34	5.54	55.11	15.59	6.65	57.34	20.79	7.48	64.02
32	4.21	1.57	62.71	8.09	2.50	69.10	14.83	2.90	80.45	18.41	5.21	71.70	22.65	3.09	86.36
39	4.15	1.88	54.70	9.00	2.30	74.44	13.32	6.28	52.85	18.33	3.55	80.63	22.96	5.94	74.13
46	4.18	1.60	61.72	8.85	2.54	71.30	13.51	2.84	78.98	18.39	5.35	70.91	22.62	2.75	87.84
60	3.84	1.78	53.65	8.53	3.08	63.89	13.18	7.52	42.94	16.97	7.24	57.34	21.95	8.71	60.32
67	5.66	2.71	52.12	8.30	3.75	54.82	12.20	6.74	44.75	16.35	9.58	41.41	20.67	13.22	36.04
74	5.52	2.37	57.07	7.99	2.51	68.59	12.63	4.46	64.69	16.52	13.02	20.19	20.56	8.08	60.70
81	5.40	2.23	58.70	8.28	5.15	37.80	12.70	7.80	38.58	16.69	15.60	6.53	20.73	9.05	56.34
88	5.47	1.52	72.71	7.94	2.08	73.80	12.81	2.49	80.56	16.30	8.73	46.44	20.78	9.01	56.64
95	5.21	1.94	62.76	7.93	1.52	80.83	12.39	3.19	74.25	16.44	11.23	31.69	20.30	8.32	59.01
เฉลี่ย	4.95	2.10	57.13	8.38	3.14	62.42	12.91	5.15	59.75	16.81	8.17	50.82	21.33	7.40	64.84

ตารางที่ ก. 10 เจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	เจดาลไนโตรเจน														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า(มก./ล.)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	7.53	3.02	59.89	9.59	3.49	63.61	13.13	6.12	53.39	15.22	4.42	70.96	21.68	5.21	76.00
18	4.16	2.59	37.74	8.18	4.53	44.62	11.92	5.91	50.42	16.49	7.48	54.64	20.24	7.95	60.72
25	4.02	1.94	51.74	7.90	4.25	46.20	12.34	5.54	55.11	15.59	6.65	57.34	20.79	7.48	64.02
32	4.21	1.57	62.71	8.09	2.50	69.10	14.83	2.90	80.45	18.41	5.21	71.70	22.65	3.09	86.36
39	4.15	1.88	54.70	9.00	2.30	74.44	13.32	6.28	52.85	18.33	3.55	80.63	22.96	5.94	74.13
46	4.18	1.60	61.72	8.85	2.54	71.30	13.51	2.84	78.98	18.39	5.35	70.91	22.62	2.75	87.84
60	3.84	1.78	53.65	8.53	3.08	63.89	13.18	7.52	42.94	16.97	7.24	57.34	21.95	8.71	60.32
67	5.66	2.71	52.12	8.30	3.75	54.82	12.20	6.74	44.75	16.35	9.58	41.41	20.67	13.22	36.04
74	5.52	2.37	57.07	7.99	2.51	68.59	12.63	4.46	64.69	16.52	13.02	20.19	20.56	8.08	60.70
81	5.40	2.23	58.70	8.28	5.15	37.80	12.70	7.80	38.58	16.69	15.60	6.53	20.73	9.05	56.34
88	5.47	1.52	72.71	7.94	2.08	73.80	12.81	2.49	80.56	16.30	8.73	46.44	20.78	9.01	56.64
95	5.21	1.94	62.76	7.93	1.52	80.83	12.39	3.19	74.25	16.44	11.23	31.69	20.30	8.32	59.01
เฉลี่ย	4.95	2.10	57.13	8.38	3.14	62.42	12.91	5.15	59.75	16.81	8.17	50.82	21.33	7.40	64.84

ก. 11 ซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ซีโอดี														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	150.00	42.14	71.91	304.92	49.00	83.93	434.28	77.42	82.17	616.00	35.28	94.27	693.00	33.32	95.19
18	197.28	57.04	71.09	325.80	36.80	88.70	511.20	97.52	80.92	608.40	165.60	72.78	1041.60	58.88	94.35
25	200.20	21.62	89.20	410.00	61.10	85.10	660.30	57.34	91.32	891.00	53.58	93.99	1008.20	79.90	92.07
32	217.60	27.00	87.59	367.20	43.20	88.24	698.10	46.80	93.30	890.00	55.80	93.73	1106.00	46.80	95.77
39	214.88	45.00	79.06	438.60	34.20	92.20	636.48	88.20	86.14	890.80	66.60	92.52	1060.80	91.80	91.35
46	206.36	35.10	82.99	402.00	71.10	82.31	696.80	99.90	85.66	783.90	67.50	91.39	1179.20	166.50	85.88
60	189.00	87.72	53.59	381.15	56.76	85.11	579.60	111.80	80.71	762.30	87.72	88.49	949.20	166.60	82.45
67	224.28	56.76	74.69	431.55	67.08	84.46	630.00	68.80	89.08	819.00	118.68	85.51	1108.80	166.84	84.95
74	186.00	40.32	78.32	393.70	16.80	95.73	570.40	97.44	82.92	787.40	161.28	79.52	1000.20	117.60	88.24
81	174.44	29.52	83.08	364.90	114.80	68.54	541.12	127.92	76.36	783.20	177.12	77.39	925.60	124.64	86.53
88	192.24	35.28	81.65	382.70	42.00	89.03	583.84	40.32	93.09	792.10	120.96	84.73	996.80	104.16	89.55
95	197.12	40.56	79.42	431.20	74.88	82.63	549.12	49.92	90.91	756.80	130.50	82.76	962.13	106.08	88.97
เฉลี่ย	195.78	43.17	77.72	386.14	55.64	85.50	590.94	80.3	86.05	781.74	103.39	86.42	1002.63	105.26	89.61

ตารางที่ ก. 12 บีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	บีโอดี														
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล)														
	200			400			600			800			1000		
	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)	น้ำเข้า	น้ำออก	การบำบัด (%)
11	98.33	6.80	93.08	150.00	6.50	95.67	365.00	13.85	96.21	390.00	10.85	97.22	430.00	9.00	97.91
18	92.00	3.09	96.65	235.00	6.67	97.16	305.00	6.50	97.87	383.35	17.40	95.46	628.75	10.03	98.41
25	99.30	4.95	95.02	247.50	12.55	94.93	352.05	10.75	96.95	450.40	6.53	98.55	584.35	6.90	98.82
32	99.00	4.43	95.53	220.00	5.41	97.54	302.10	6.50	97.85	416.25	3.26	99.22	600.63	3.59	99.40
39	136.67	3.64	97.34	260.00	5.25	97.98	447.90	25.50	94.31	536.25	8.53	98.41	699.38	9.84	98.59
46	160.84	26.00	83.83	300.00	9.83	96.72	470.50	29.10	93.82	503.05	18.65	96.29	858.75	22.15	97.42
60	102.34	11.44	88.82	186.67	7.48	96.00	371.67	25.25	93.21	453.47	21.00	95.37	591.67	33.34	94.37
67	117.15	11.54	90.15	248.75	8.78	96.47	289.59	14.67	94.93	410.40	25.75	93.73	557.92	41.00	92.65
74	94.50	8.05	91.48	190.55	10.10	94.70	295.83	16.71	94.35	385.42	20.88	94.58	504.44	22.84	95.47
81	113.34	6.82	93.99	247.50	15.37	93.79	354.17	31.69	91.05	399.31	50.50	87.35	578.75	25.17	95.65
88	103.34	3.75	96.37	232.50	7.28	96.87	356.25	8.00	97.75	437.50	37.42	91.45	580.28	19.00	96.73
95	129.67	7.50	94.22	266.25	13.09	95.08	332.29	13.67	95.89	448.96	30.50	93.21	553.75	18.46	96.67
เฉลี่ย	112.20	8.17	93.04	232.06	9.02	96.08	353.53	16.85	95.35	434.53	20.94	95.07	597.39	18.44	96.84

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในถังเติมอากาศ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 8 วัน

ตารางที่ ข. 1 ออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ				
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)				
	200	400	600	800	1000
	ในถังเติมอากาศ	ในถังเติมอากาศ	ในถังเติมอากาศ	ในถังเติมอากาศ	ในถังเติมอากาศ
11	6.08	6.03	5.95	5.89	5.80
18	7.96	7.70	7.67	7.56	7.47
25	7.28	7.18	7.22	7.03	6.72
32	7.92	7.67	7.62	7.40	7.13
39	8.14	8.00	7.95	7.58	7.38
46	8.58	8.51	8.31	8.10	7.81
53	8.30	8.19	8.06	7.89	7.62
60	7.99	7.85	7.77	7.72	7.59
67	8.49	8.42	8.35	8.21	8.01
74	8.14	8.02	7.90	7.82	7.67
81	7.89	7.79	7.72	7.65	7.56
88	7.81	7.70	7.59	7.48	7.42
เฉลี่ย	7.22	7.12	7.04	6.91	6.75

ตารางที่ ข. 2 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเติมอากาศ				
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)				
	200	400	600	800	1000
11	1.2	4.1	33	15	13.2
18	0	28.4	19.9	16.7	18
25	1.8	9.5	3.3	4.8	4
32	8.5	3.2	27.2	105	136.6
39	17	4.8	16.7	12.7	84
46	18	23.8	19.5	17.8	118.4
60	21.5	18	34.5	53.8	40
67	14.8	18.4	62	46.5	70
74	9.6	42	74.3	86.7	22.7
81	7.2	37	49	61.2	23
88	11.6	28	6	20.5	39.5
95	17.5	35.5	47.3	32	38
เฉลี่ย	11	21	33	39	51

ตารางที่ ข. 3 ของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 200 400 600 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่เริ่มดำเนินการ	ของแข็งระเหยทั้งหมดในถังเติมอากาศ				
	ความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า (มก./ล.)				
	200	400	600	800	1000
11	2.5	10	39	17	15.8
18	7	32.9	28.5	24	26
25	4.8	16.5	6.3	8	6
32	12.5	4.6	29.6	4.2	7
39	17	5.8	18.7	16.3	83
46	18.4	27.6	22	20	118.4
60	23.5	18	31.5	59.1	62.7
67	13.5	19.6	52.7	46.5	73.3
74	9.6	46	70	85	24
81	6.8	37.7	53	70.1	23
88	9	26.5	6.1	19.5	34
95	17.5	35.5	46.7	29.5	35
เฉลี่ย	12	23	34	33	42

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำแบบรีด ยี่ห้อ Watson Marlow 313s และผลการตรวจสอบอัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ ยี่ห้อ YAMANO (Electromagnetic Air Pump) รุ่น AP-30

ตารางที่ ค. 1 อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำแบบรีด ยี่ห้อ Watson Marlow 313s

อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำแบบรีด ยี่ห้อ Watson Marlow 313s					
เครื่อง1	ml/min	เครื่อง2	ml/min	เครื่อง3	ml/min
10%	7.3	30%	3.2	30%	3.2
10%	7.2	34%	3.6	35%	3.9
10%	7.1	34%	3.6	32%	3.4
10%	7.1	34%	3.6	34%	3.5
10%	7.1	34%	3.6	34%	3.6
5%	6.7	34%	3.6	34%	3.6
				34%	3.5
				34%	3.5

5 ลิตรต่อวัน

$5/(22x60) = 3.78 \times 10^{-3}$ L/min x 1000

= 3.78 ml/min

ตารางที่ ค. 2 อัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ ยี่ห้อ YAMANO (Electromagnetic Air Pump) รุ่น AP-30

อัตราการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ ยี่ห้อ YAMANO (Electromagnetic Air Pump) รุ่น AP-30				
ครั้งที่	ไม่มีหัวฟู่(ml/s)		หัวฟู่หัวเดียว(ml/s)	
1	322.6	312.5	49.0	36.1
2	312.5	277.8	41.0	36.0
3	312.5	303.0	49.0	37.2
4	322.6	294.1	41.8	36.5
5	312.5	277.8	45.5	35.8
6	312.5	263.2	48.5	35.1
7	277.8	270.3	40.8	36.8
8	312.5	285.7	42.0	36.2
9	333.3	263.2	41.7	37.0
10	312.5	294.1	46.5	35.0
เฉลี่ย	313.1	284.2	44.6	36.2

หัวฟู่หัวเดียว

2เครื่อง

(44.6+36.2)/2 = 40.4ml/s x60/1000

= 2.4L/min/หัวx20หัว

= 48 L/min