

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวน

ผสมบางส่วนที่ปริมาณการเติมอากาศต่างกัน

**THE EFFICIENCY STUDY OF LEACHATE TREATMENT USING
PARTIALLY MIXED AERATED LAGOON AT DIFFERENT AERATED
FLOW RATE**

นางสาวกัทสร ทองไหล รหัส 51365283
นางสาวรุ่งนภา คำมงคล รหัส 51365306
นางสาววาววิฐ แก่งจำปา รหัส 51365313
นางสาวสมนพร ประพฤติธรรม รหัส 51365320

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 23 พ.ค. 2555
เลขทะเบียน..... 16046290
เลขเรียกหนังสือ..... ผร.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก522

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ²⁵⁵⁴

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปีการศึกษา 2554



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศ
แบบกวนผสมบางส่วนที่ปริมาณการเติมอากาศต่างกัน

ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวภัตสร ทองไหล รหัส 51365283
นางสาวรุ่งนภา คำมงคล รหัส 51365306
นางสาววาววิฐ แก่งจำปา รหัส 51365313
นางสาวสมนธร ประพฤติธรรม รหัส 51365320

ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2554

.....
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....
.....ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น)

.....
.....กรรมการ
(ดร.จิรภัทร อนันต์ภัทรชัย)

.....
.....กรรมการ
(อาจารย์ภักพงศ์ หอมเนียม)

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ปริมาณการเติมอากาศต่างกัน		
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นางสาวภัสสร	ทองไหล	รหัส 51365283
	นางสาวรุ่งนภา	กำมงคล	รหัส 51365306
	นางสาววาววิฐ	แก่งจำปา	รหัส 51365313
	นางสาวศมนนทร	ประพุดิธรรม	รหัส 51365320
ที่ปรึกษาโครงการงาน	อาจารย์ วรงค์ศักดิ์ ษอนกลิ่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2554		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่มีปริมาณการเติมอากาศต่างกัน ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนจำนวน 4 ถัง มีระยะเวลาเก็บเก็บ 3 วัน โดยมีค่าซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยอัตราการเติมอากาศ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่ ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ วิเคราะห์จำนวน 17 พารามิเตอร์ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ สภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด บีโอดี ซีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน เจคาลไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ที ของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ ออกซิเจนละลายน้ำ ไนโตรท - ไนโตรเจน ไนเตรท - ไนโตรเจน และไนโตรเจนรวม

จากการทดลองพบว่า ที่อัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่มีประสิทธิภาพบำบัดบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 93.10% 93.54% 93.30% และ 95.37% ตามลำดับ มีประสิทธิภาพบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 80.95% 80.29% 80.34% และ 84.37% ตามลำดับ มีประสิทธิภาพบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 67.95% 35.07% 38.84% และ 64.73% ตามลำดับ มีประสิทธิภาพบำบัดฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 16.38% 12.87% 20.77% และ 22.65% ตามลำดับ สรุปได้ว่าการเติมอากาศเท่ากับ 6,000 มล./นาที่มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นซีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยรวมที่ระยะเวลาเก็บเก็บ 3 วัน เหมาะสมที่สุด

Project title	The Efficiency Study of Leachate Treatment Using Partially Mixed Aerated Lagoon at Different Aerated Flow rate		
Name	Ms. Passorn	Tonglai	ID. 51365283
	Ms. Roongnapa	Kommongkol	ID. 51365306
	Ms. Wowvithoo	Kaengjumpa	ID. 51365313
	Ms. Samonton	Praputtum	ID. 51365320
Project advisor	Miss Warangluck Sonklin		
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2011		

Abstract

The objective of this study was to determine leachate removal efficiency by partially mix aerated lagoon at different aerated flow rate. The study was conducted in laboratory using 4 tanks of aerated lagoon models. At aerated rate of 1,500 3,000 4,500 and 6,000 ml/min. Influent COD was 500 mg/l with 3 days detention time. The water samples were collected one time per week and 17 parameters were analyzed such as pH, temperature, conductivity, SS, TDS, TS, BOD, COD, NH₃-N, TKN, TP, NO₂, NO₃, TN and DO

It was found that at 1,500, 3,000, 4,500 and 6,000 ml/min, BOD removal efficiency were 93.10%, 93.54%, 93.30%, and 95.37%, respectively. COD removal efficiency were 80.95%, 80.29%, 80.34%, and 84.37%, respectively. SS removal efficiency were 67.95% 30.07% 38.84% and 64.37%, respectively. TP removal efficiency were 16.38% 12.87% 20.77% and 22.65%, respectively. The optimum aerated flow rate of 500 mg/L. Influent COD was 6,000 ml/min.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำเร็จล่วงไปด้วยดี ทางผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณ อาจารย์วรังก์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในระหว่างการทำโครงการตลอดจนการติดตามประเมินผลการทำโครงการมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณวิชา อัมกระจำงและคุณชุพา เอี่ยมบัวหลวง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือในการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ

สุดท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินงานขอมอบคุณงามความดีที่เกิดจากโครงการนี้ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีช่วยร่วมช่วยให้โครงการนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากการดำเนินงาน โครงการนี้ คณะผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม

นางสาวภัสสร ทองไหล

นางสาวรุ่งนภา คำมงคล

นางสาววาววิฐ แก่งจำปา

นางสาวศมนทร ประพุดธิธรรม

มีนาคม 2555

สารบัญ

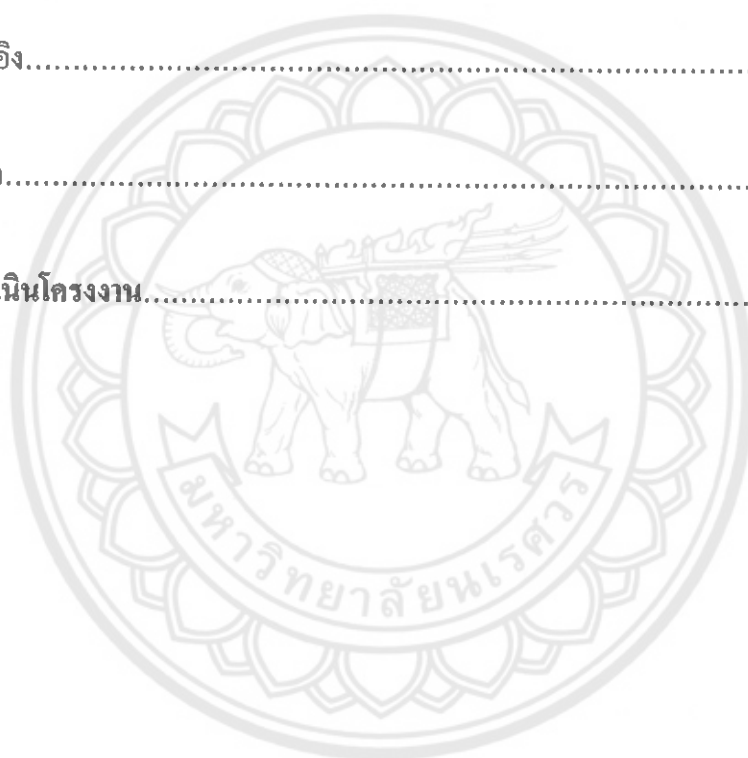
	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 ขยะ.....	4
2.2 น้ำชะขยะ.....	6
2.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	9
2.4 ระบบสระเติมอากาศ.....	14
2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.....	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีคำนวณโครงการ.....	22
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	25
3.2 วิธีคำนวณการทดลอง.....	30
3.3 ความต้องการออกซิเจนในถังเดิมอากาศ.....	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	36
4.1 พีเอช.....	36
4.2 อุณหภูมิ.....	37
4.3 สภาพการนำไฟฟ้า.....	39
4.4 ของแข็งแขวนลอย.....	40
4.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด.....	43
4.6 ของแข็งทั้งหมด.....	45
4.7 บีโอดี.....	47
4.8 ซีโอดี.....	49
4.9 แอมโมเนียไนโตรเจน.....	52
4.10 เจคาลไนโตรเจน.....	54
4.11 ฟอสฟอรัส.....	57
4.12 ออกซิเจนละลายน้ำ.....	59
4.13 สี.....	61
4.14 ไนโตรท-ไนโตรเจน.....	63
4.15 ไนเตรท-ไนโตรเจน.....	65
4.16 ไนโตรเจนรวม.....	67
4.17 ของแข็งแขวนลอยในถังเดิมอากาศ.....	69
4.18 เปรียบเทียบน้ำออกจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม.....	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.19 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ.....	72
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	76
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	76
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	78
เอกสารอ้างอิง.....	79
ภาคผนวก ก.....	80
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	89



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน.....	3
2.1 องค์ประกอบน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ.....	7
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำชะขยะ.....	9
2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ.....	20
2.4 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ.....	21
2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม.....	22
3.1 ตารางแสดงความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบแบบสระเติมอากาศ ที่ระยะเวลาการกักเก็บ 3 วัน.....	31
3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์.....	32
3.3 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง.....	33
3.4 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ.....	34
4.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้.....	71
5.1 ค่าเฉลี่ยของน้ำออกจากแบบจำลองที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน.....	76
5.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดเฉลี่ยของแบบจำลองที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน.....	76

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตะแกรงหยาบ.....	10
2.2 ตะแกรงละเอียด.....	10
2.3 ถังคักกรวดทราย.....	11
2.4 ถังคักไขมัน.....	11
2.5 ถังตกตะกอนแบบวงกลม.....	12
2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ.....	14
2.7 สระเติมอากาศ.....	15
2.8 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่.....	16
2.9 เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ.....	17
2.10 เครื่องเติมอากาศแบบกังหันจมน้ำ.....	18
3.1 ถังกรองพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองสระเติมอากาศ.....	25
3.2 ถังน้ำเข้าและถังน้ำออก.....	26
3.3 เครื่องเติมอากาศ.....	26
3.4 เครื่องสูบน้ำแบบรีด.....	27
3.5 สายขางสูบน้ำ.....	27
3.6 หัวกระจายอากาศแบบฟู่.....	28
3.7 ตะกอน.....	28
3.8 น้ำชะขยะ.....	29
3.9 การติดตั้งระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน.....	30
4.1 ค่าพีเอชน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	36
4.2 ค่าพีเอชเฉลี่ยน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	37
4.3 อุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	38
4.4 อุณหภูมิเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	38
4.5 สภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 สภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	40
4.7 ปริมาณของแข็งแขวนลอยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	41
4.8 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	42
4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	42
4.10 ปริมาณของแข็งละลายน้ำ น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	43
4.11 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำ น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	44
4.12 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	44
4.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	45
4.14 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	46
4.15 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	46
4.16 ปริมาณบีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	48
4.17 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	48
4.18 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	49

สารบัญรูป (ต่อ)

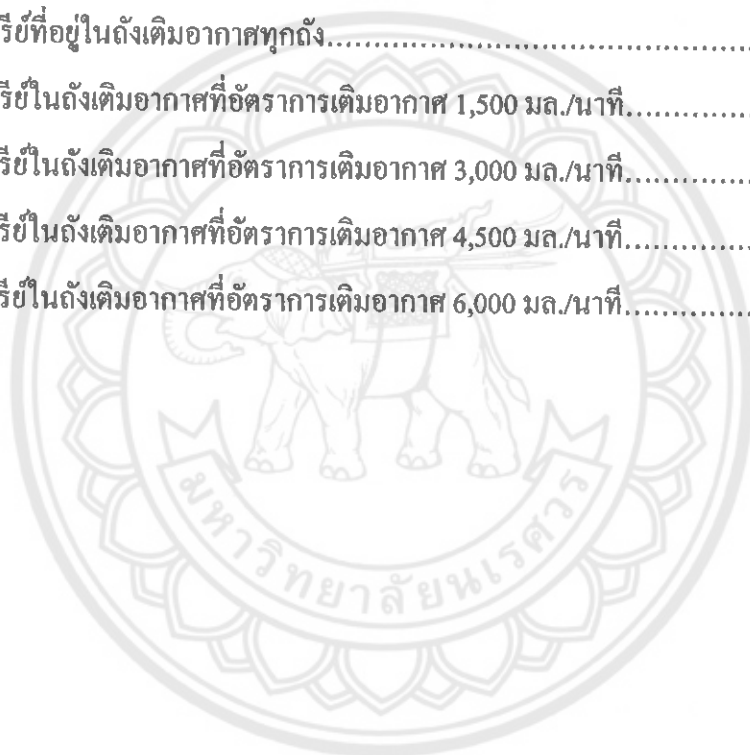
รูปที่	หน้า
4.19 ปริมาณซีไอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	50
4.20 ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	51
4.21 ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีเกลือน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	51
4.22 ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	53
4.23 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออก จากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	53
4.24 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนเกลือน้ำเข้าและน้ำออก จากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	54
4.25 ปริมาณเจดัลในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	55
4.26 ปริมาณเจดัลในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	56
4.27 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดัลในโตรเจนเกลือน้ำเข้าและน้ำออก จากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	56
4.28 ปริมาณฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	58
4.29 ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	58
4.30 ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสน้ำเกลือน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	59
4.31 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	60
4.33 ปริมาณสีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	61
4.34 ประสิทธิภาพการบำบัดสี น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	62
4.35 ประสิทธิภาพการบำบัดสีเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	62
4.36 ปริมาณไนโตรท – ในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	63
4.37 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรท – ในโตรเจน น้ำเข้าและน้ำออก จากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	64
4.38 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรท – ในโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออก จากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	64
4.39 ปริมาณไนเตรท – ในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	65
4.40 ประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรท – ในโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	66
4.41 ประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรท – ในโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	66
4.42 ปริมาณไนโตรเจนรวมน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	67
4.43 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนรวมน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	68
4.44 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนรวมเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติม อากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.45 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	69
4.46 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศเฉลี่ยจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย.....	70
4.47 จุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเติมอากาศทุกถัง.....	72
4.48 จุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเติมอากาศทุกถัง.....	72
4.49 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 มล./นาที.....	73
4.50 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 3,000 มล./นาที.....	73
4.51 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 4,500 มล./นาที.....	74
4.52 จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 6,000 มล./นาที.....	75



บทที่ 1

บทนำ

การดำเนินโครงการเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่มีปริมาณอากาศต่างกันที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำชะขยะ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ซึ่งเป็นโครงการด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การอุปโภคและบริโภคมากขึ้นตามไปด้วย จึงทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของขยะเป็นปริมาณมาก ในประเทศไทยนิยมกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในหลุมฝังกลบก่อให้เกิดน้ำชะขยะในปริมาณมาก น้ำชะขยะที่มีความสกปรกสูงย่อมก่อให้เกิดปัญหาหรือความเสียหายของการปนเปื้อนจากน้ำชะขยะที่ไหลปะปนลงสู่แหล่งน้ำใกล้บริเวณสถานที่กำจัดมูลฝอย ทำให้คุณภาพของน้ำต่ำกว่ามาตรฐานของการใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงต้องมีการบำบัดน้ำชะขยะเหล่านี้ให้ผ่านค่ามาตรฐานเสียก่อน จึงจะสามารถปล่อยสู่แหล่งน้ำได้ การบำบัดน้ำเสียด้วยสระเติมอากาศ เป็นระบบหนึ่งที่มีความนิยมมากเพราะเป็นระบบบำบัดทางชีวภาพ มีการดูแลรักษาง่ายและใช้งบประมาณในการดำเนินระบบต่ำและประสิทธิภาพในการบำบัดค่อนข้างสูง สุกฤต และคณะ (2553) ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่ปริมาณการเติมอากาศต่างกันแบบจำลองมีระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน โดยมีค่าซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการเติมอากาศเท่ากับ 27.54 และ 81 มิลลิกรัมต่ออนาที พบว่าการเติมอากาศที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ การเติมอากาศเท่ากับ 81 มิลลิกรัมต่ออนาที ดังนั้นหากมีค่าซีไอดีเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อประสิทธิภาพอย่างไร ในการศึกษาจึงเลือกค่าซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะแบบสระเติมอากาศจึงเป็นที่มาของการทำโครงการนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่มีความเข้มข้นซีไอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่มีปริมาณอากาศต่างกัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ทราบถึงหลักการทำงานในการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศ
- 1.3.2 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศที่มีปริมาณอากาศต่างกัน ที่ความเข้มข้นซีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน
- 1.3.3 นำความรู้ที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบจำลองจำนวน 4 ถัง ที่ปริมาณเติมอากาศแตกต่างกัน แต่ละถังมีปริมาตร 40 ลิตร สำหรับบำบัดน้ำชะขยะจริง โดยน้ำเข้ามีความเข้มข้นของซีโอดีเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 3 วัน ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ นำน้ำเข้าและออกจากแบบจำลองมาทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์มีดังนี้ พีเอช อุณหภูมิ สภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ ของแข็งจมตัวฟอสฟอรัส เจคาลไน ไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน บีโอดี ซีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ไนโตรท-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม โดยระยะเวลาทำการทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียด้วยสระเติมอากาศ
- 1.5.2 กำหนดขอบเขตระยะเวลาในการดำเนินโครงการ
- 1.5.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการ
- 1.5.4 ฝึกฝนหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำชะขยะ
- 1.5.5 เริ่มต้นการเดินระบบบำบัดน้ำเสียด้วยสระเติมอากาศ
- 1.5.6 ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำชะขยะ
- 1.5.7 รวบรวมผลการทดลอง
- 1.5.8 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลโครงการ
- 1.5.9 ทำรายงานฉบับโครงร่าง
- 1.5.10 ปรับปรุงและแก้ไขโครงการ
- 1.5.11 ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
	2554	2554	2554	2554	2554	2554	2555	2555
ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียด้วย สระเติมอากาศ	→							
เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำ โครงการ	→							
ฝึกฝนหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำชะขยะ	→							
เริ่มต้นการเดินระบบบำบัดน้ำ เสียด้วยสระเติมอากาศ				→				
รวบรวมผลการทดลอง				→				
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล โครงการ				→				
จัดทำรูปเล่มรายงาน								→

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1.7.1 ค่าอุปกรณ์ทำแบบจำลองระบบ	2,000 บาท
1.7.2 ค่าเครื่องเติมอากาศ	1,000 บาท
1.7.3 ค่าหัวเติมอากาศ	100 บาท
1.7.4 ค่าวัสดุสำนักงาน	500 บาท
1.7.5 อื่นๆ	400 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	4,000 บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ขยะ

2.1.1 ความหมายของขยะ

ขยะ (Waste) หมายถึง สิ่งของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและอุปโภคซึ่งเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้หรือไม่ต้องการใช้แล้ว บางชนิดเป็นของแข็งหรือกากของเสีย (Solid Waste) มีผลเสียต่อสุขภาพทางกายและจิตใจเนื่องจากความสกปรก เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคทำให้เกิดมลพิษและทัศนียภาพ

2.1.2 ประเภทขยะ

2.1.2.1 จำแนกตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ

ก. ขยะทั่วไป (General Waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พวกลูกอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษหญ้าและใบไม้ ฯลฯ

ข. ขยะอันตราย (Hazardous Waste) เป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่หรืออาจเป็นพวกสารเคมีและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค

2.1.2.2 จำแนกตามลักษณะของขยะ

ก. ขยะเปียกหรือขยะสด (Garbage) มีความชื้นปนอยู่มากกว่าร้อยละ 50 จึงติดไฟได้ยาก ส่วนใหญ่ ได้แก่ เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก และผักผลไม้จากบ้านเรือน ร้านจำหน่ายอาหารและตลาดสด รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเนื่องจากแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลงหนู และสัตว์อื่นที่มากดมหรือกินเป็นอาหาร

ข. ขยะแห้ง (Rubbish) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น จำแนกได้ 2 ชนิด คือ

ข.1 ขยะที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นพวกที่ติดไฟได้เช่น เศษผ้า เศษกระดาษ หญ้า ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง

ข.2 ขยะที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เศษโลหะ เศษแก้ว และเศษก้อนอิฐ

2.1.3 แหล่งกำเนิดขยะ

แหล่งกำเนิดของขยะแบ่งออกเป็น 8 ประเภท ตามลักษณะการใช้ที่ดิน ดังนี้

1. ย่านที่พักอาศัย (Residential Area)
2. ย่านพาณิชยกรรม (Commercial Area)
3. สถานที่ราชการและสถาบันการศึกษา (Institutional Area)
4. แหล่งที่มีการก่อสร้างหรือทุบทำลายอาคารสิ่งก่อสร้าง
(Construction and Demolition Area)
5. พื้นที่สาธารณะที่รัฐดูแล (Municipal Service Area)
6. ระบบบำบัดต่างๆ (Treatment Plant)
7. ย่านอุตสาหกรรม (Industrial Area)
8. ย่านเกษตรกรรม (Agricultural Area)

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะ

ปริมาณขยะที่เกิดจากการดำรงชีพหรือมูลฝอยชุมชนนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ฤดูกาล รายได้โครงสร้างของครอบครัว อุปนิสัยในการซื้อสินค้า พฤติกรรมในการบริโภคอาหาร รูปแบบของการดำรงชีวิต ทัศนคติในการดำรงชีวิตและกฎหมายข้อบังคับ

2.1.5 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขยะ

2.1.5.1 การผลิตหรือใช้สิ่งของมากเกินไปจนเกินความจำเป็น เช่น การผลิตสินค้าที่มีกระดาษหรือพลาสติกหุ้มหลายชั้นและการซื้อสินค้าโดยห่อแยกหรือใส่ถุงพลาสติกหลายถุงทำให้มีขยะปริมาณมาก

2.1.5.2 การเก็บและทำลายหรือนำขยะไปใช้ประโยชน์ไม่มีประสิทธิภาพ จึงมีขยะตกค้างกองหมักหมมและส่งกลิ่นเหม็นไปทั่วบริเวณจนก่อปัญหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม

2.1.6 ผลเสียที่เกิดจากขยะ

ขยะก่อให้เกิดปัญหาต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมหลายประการ คือ

2.1.6.1 ทำให้เกิดทัศนะอุจาด คือ แลดูสกปรก ขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงและผู้พบเห็น โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ

2.1.6.2 เป็นแหล่งเพาะและแพร่เชื้อโรค โดยเฉพาะขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลและขยะเปียกที่แบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลาย เชื้อโรคตามขยะจะแพร่ไปกับน้ำ แมลง หนู และสุนัขที่มากดมหรือคุ้ยเขี่ย เช่น เชื้อที่ทำให้เกิดโรคอหิวาต์โรค ไทฟอยด์และ โรคบิด

2.1.6.3 ทำให้ดินเสื่อมและเกิดมลพิษ เพราะจะทำให้พื้นดินสกปรก ดินมีสภาพเป็นเกลือต่าง กรด หรือมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน ตลอดจนทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป เช่น โซเดียมทำให้เนื้อดินแตก่วน

2.1.6.4 ทำลายแหล่งน้ำ

ก. ขยะที่ตกในแหล่งน้ำดำกลองและท่อระบายน้ำจะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน การไหลของน้ำไม่สะดวกจึงเกิดสภาวะน้ำท่วมได้ง่าย

ข. ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น ทำให้น้ำเน่า น้ำเป็นพิษ น้ำที่มีเชื้อโรคและน้ำที่มีคราบน้ำมันซึ่งไม่เหมาะกับการใช้อุปโภคบริโภค สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืชและสัตว์น้ำ

ค. ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพราะการเผาขยะทำให้เกิดควันและก๊าซพิษ การหมักหมมและเน่าสลายของขยะจะก่อให้เกิดก๊าซพิษและกลิ่นเหม็น

ง. ก่อความรำคาญและบั่นทอนสุขภาพของมนุษย์ เป็นผลจากการเกิดทัศนยะจาด ก๊าซพิษ กลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคตลอดจนการเกิดมลพิษทางน้ำและอากาศ

2.1.6.5 ทำให้เกิดอัคคีภัย เนื่องจากขยะหลายชนิดติดไฟได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อแห้ง

2.1.6.6 สร้างปัญหาในการจัดการ เช่น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและกำจัด

2.2 น้ำชะขยะ

น้ำชะขยะหมายถึง ของเหลวใดๆซึ่งไหลซึมผ่านชั้นขยะบริเวณที่ฝังกลบขยะ แล้วได้ละลายหรือชะเอาสารต่างๆทั้งที่ละลายน้ำหรือแขวนลอย จากขยะไปด้วย ซึ่งโดยทั่วไปน้ำชะขยะที่มาจากพื้นที่ฝังกลบขยะจะมาจากปฏิกิริยาที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะ และการไหลซึมของของเหลวจากภายนอกเช่น น้ำผิวดิน น้ำฝน น้ำใต้ดิน น้ำพุใต้ดิน ที่ไหลผ่านเข้ามาในชั้นขยะ

2.2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะ

องค์ประกอบทางชีววิทยาของน้ำชะขยะจะมีค่าแตกต่างกันไปตามเวลาที่เกิดการย่อยสลายทางชีววิทยา ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี (BOD₅/COD) โดยในตอนเริ่มต้นที่การย่อยสลายนั้นอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดีจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 หรือมากกว่า ถ้าอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดีอยู่ในช่วงระหว่าง 0.4-0.6 แสดงว่าสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยนั้นสามารถถูกย่อยสลายทางชีววิทยาได้อย่างรวดเร็วเมื่อทำการฝังกลบขยะ ใค้ที่แล้วค่าอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดีจะมีค่าลดลงมาอยู่ในช่วง 0.05 - 0.2 เสมอ การที่อัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดีมีค่าลดลงเพราะว่าในระยะนี้ขยะจะประกอบไปด้วย กรดฮิวมิกและกรดฟัลวิค ซึ่งไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ง่าย

ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของน้ำชะขยะ จะมีค่าแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับอายุของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย และช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง เช่น ถ้าเก็บตัวอย่างน้ำชะขยะในช่วงที่มีการย่อยสลายแบบแอซิดเฟส (acid phase) ค่าพีเอชจะต่ำ และความเข้มข้นของซีโอดี ทีโอซี บีโอดี, สารอาหารและโลหะหนักจะมีค่าสูง แต่ถ้าเก็บตัวอย่างน้ำชะขยะในช่วงที่มีการย่อยสลายแบบมีเทนเฟส (methane phase) ค่าพีเอชจะมีค่าในช่วงระหว่าง 6.5 - 7.5 และความเข้มข้นของซีโอดี ทีโอซี บีโอดีต่ำ สารอาหารจะมีค่าต่ำลงเช่นกันเนื่องจากที่พีเอชเป็นกลางโลหะส่วนมากจะละลายได้น้อย

เมื่อน้ำหรือของเหลวได้ไหลซึมผ่านชั้นฝังกลบขยะที่เกิดการย่อยสลายทางชีววิทยาและทางเคมีแล้ว ของเหลวจะทำการชะเอาสารต่างๆ ของมูลฝอยที่เกิดการย่อยสลายไปกับของเหลวด้วย ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของน้ำชะขยะทั้งพื้นที่ฝังกลบใหม่และพื้นที่ฝังกลบเก่า

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ

องค์ประกอบ	ปริมาณ (มก./ล)		
	หลุมฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี)		หลุมฝังกลบเก่า (อายุมากกว่า 10 ปี)
	ช่วงค่า	ค่าทั่วไป	
บีโอดี 5	2,000-30,000	10,000	100-200
ทีโอซี	1,500-20,000	6,000	80-160
ซีโอดี	3,000-60,000	18,000	100-500
ของแข็งแขวนลอย	200-2,000	500	100-400
สารอินทรีย์ใน ไตรเจน	10-800	200	80-120
แอมโมเนียใน ไตรเจน	10-800	200	20-40
ไนเตรด	5-40	25	5-10
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	5-100	30	5-10
ฟอสฟอรัส	4-80	20	4-8
การนำไฟฟ้า	1,000-10,000	3,000	200-1,000
ความเป็นกรด-ด่าง	4.5-7.5	6	6.6-7.5
ความกระด้าง	300-10,000	3,500	200-500
แคลเซียม	200-3,000	1,000	100-400
แมกนีเซียม	50-1,500	250	50-200

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามอายุของหลุมฝังกลบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	ปริมาณ (มก./ต)		
	หลุมฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี)		หลุมฝังกลบเก่า (อายุมากกว่า 10 ปี)
	ช่วงค่า	ค่าทั่วไป	
โปแทสเซียม	200-1,000	300	50-400
โซเดียม	200-2,500	500	100-200
คลอไรด์	200-3,000	500	100-400
ซัลเฟต	50-1,000	300	20-50
เหล็กทั้งหมด	50-1,200	60	20-200

ที่มา: Tchobanoglous et al., 1993

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำชะขยะ

2.2.2.1 ลักษณะและองค์ประกอบของขยะที่นำมาฝังกลบ เช่น มูลฝอยเปียกได้แก่ ขยะที่ประกอบด้วยเศษอาหาร ผักและผลไม้ เป็นต้น ซึ่งขยะเหล่านี้จะทำให้ปริมาณน้ำชะขยะเพิ่มมากขึ้น และมากกว่ามูลฝอยแห้งเช่น กระดาษและพลาสติก เป็นต้น

2.2.2.2 น้ำจากภายนอกที่ไหลซึมลงสู่พื้นที่ฝังกลบ น้ำจากภายนอกได้แก่ น้ำฝน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ซึ่งสามารถไหลซึมผ่านชั้นฝังกลบขยะแล้วกลายเป็นน้ำชะขยะ หรือถ้าพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยอยู่เหนือทางเดินของน้ำก็จะทำให้น้ำในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยสามารถไหลเข้าสู่พื้นที่ฝังกลบได้

2.2.2.3 สภาพพื้นผิวของพื้นที่ฝังกลบ เช่น ลักษณะของดิน ได้แก่ ขนาดของอนุภาค ความชื้น ความหนาแน่น และความสามารถที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับพื้นที่คลุมดิน และความลาดเอียงของพื้นที่ผิวหน้าของพื้นที่ฝังกลบ

2.2.2.4 ความสูงของชั้นขยะ โดยปริมาณน้ำชะขยะจะแปรผันตามความสูงของชั้น มูลฝอย

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำชะขยะแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำชะขยะ

ปัจจัย	ผลต่อปริมาณน้ำชะขยะ
น้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นที่ฝังกลบ	เพิ่มขึ้น
น้ำล้นที่เข้าพื้นที่ฝังกลบ	เพิ่มขึ้น
การระเหยของน้ำและการคายน้ำ	ลดลง
ความสามารถในการดูดซึมของชั้นมูลฝอย	ลดลงหรือคงที่
น้ำฝนที่ตกลงสู่บริเวณทำงาน	เพิ่มขึ้น
ความชื้นของขยะ	เพิ่มขึ้น
การซึมผ่านของน้ำใต้ดินเข้าสู่ชั้นขยะมูลฝอยมูลฝอย	เพิ่มขึ้น

ที่มา: O'Leary, et al., 1986

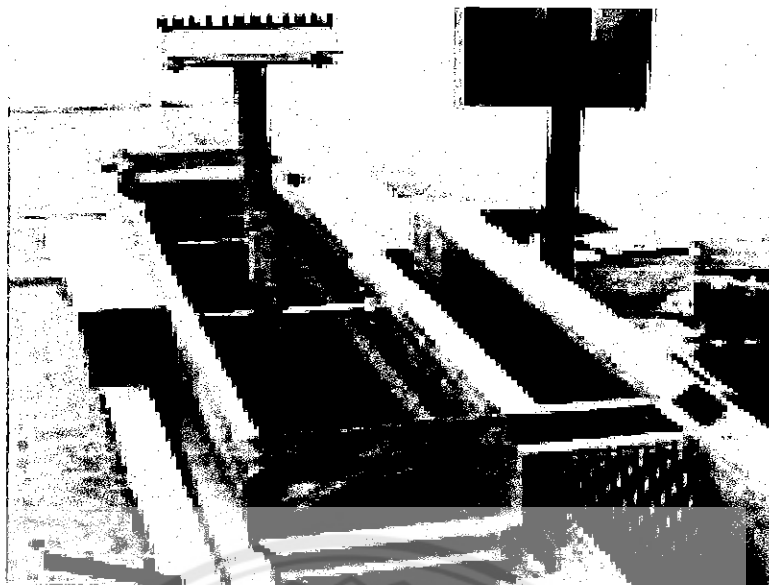
2.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกได้ดังนี้

2.3.1 การบำบัดทางกายภาพ เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงคัดขยะ ถังคัดกรวดทราย ถังคักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก โดยมากจะเป็นขั้นตอนแรกของการบำบัดน้ำเสีย อุปกรณ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียทางกายภาพ มีดังนี้คือ

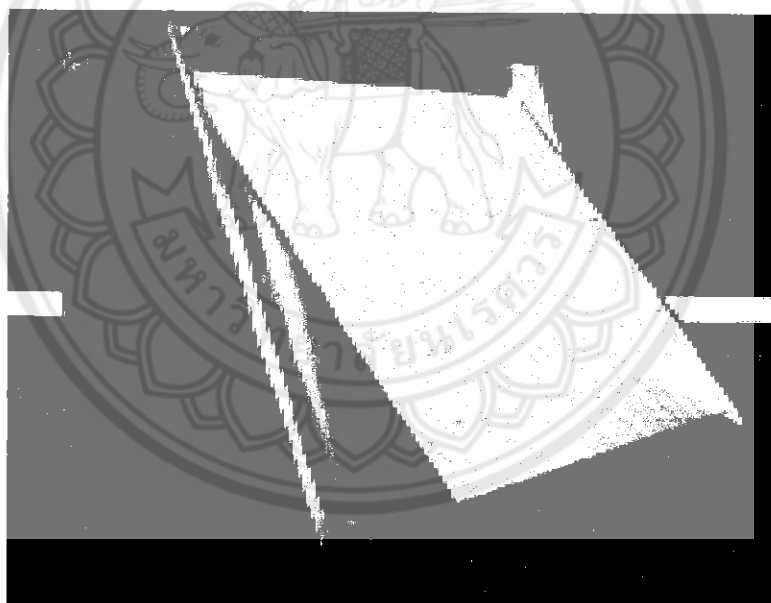
2.3.1.1 ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด (Coarse Screen and Fine Screen) ตะแกรงหยาบใช้สำหรับดักสิ่งที่ย่อยน้ำ เช่น เศษขยะ เศษผ้า ใบไม้ ถุงพลาสติก ฯลฯ ดังรูปที่ 2.1

ตะแกรงละเอียดมีขนาดตาเล็กกว่าตะแกรงหยาบและใช้ดักสิ่งของที่มีขนาดเล็ก ตะแกรงทั้งสองนี้ช่วยป้องกันมิให้เครื่องสูบน้ำอุดตันดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ตะแกรงหยาบ

ที่มา: http://www.envitrade.co.th/3_product/01.products_filters.html



รูปที่ 2.2 ตะแกรงละเอียด

ที่มา: http://www.envitrade.co.th/3_product/01.products_filters.html

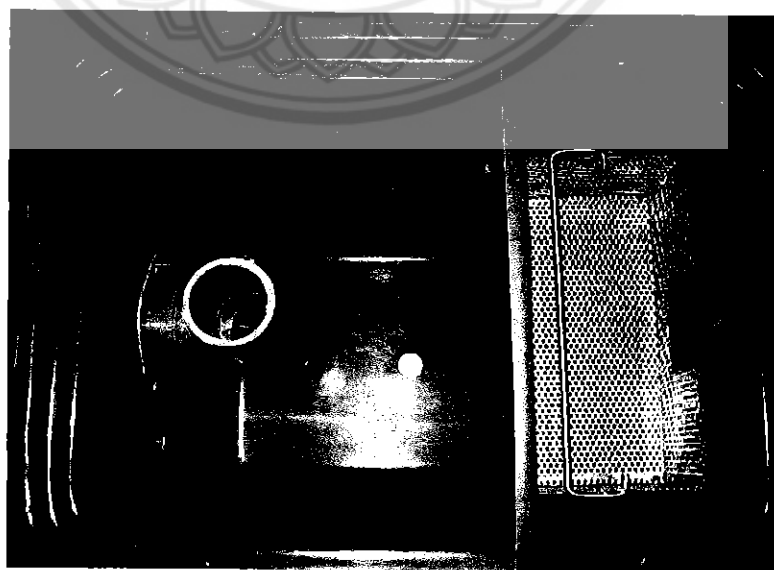
2.3.1.2 ถังคัดกรวดทราย (Grit Chamber) ถังคัดกรวดทรายเป็นถังขนาดเล็กที่ออกแบบให้สามารถดักจับกรวดทรายในน้ำเสียที่ไหลผ่าน ถังคัดกรวดทรายเป็นสิ่งจำเป็นทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องสูบน้ำลึกกร่อน และเสียหายเนื่องจากถูกขัดสีจากกรวดทราย ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ถังดักกรวดทราย

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

2.3.1.3 ถังดักไขมัน (Grease Trap) น้ำเสียหลายประเภทมีไขมันและน้ำมันปนอยู่ด้วย ไขมันหรือน้ำมันเบากว่าน้ำจึงลอยตัวอยู่เหนือน้ำ ทำให้สามารถใช้ถังดักไขมันดังรูปที่ 2.4 ทางออกของถังดักไขมันจมอยู่ใต้น้ำ (ต่ำกว่าชั้นไขมันหรือน้ำมัน) สามารถดึงส่วนที่เป็นน้ำออกจากถังดักด้วยท่ออากาศตัว T ไขมันจะสะสมตัวอยู่ในถังดักและสามารถตัดออกไปทิ้งได้ รูปที่ 2.4 เป็นถังดักไขมันขนาดเล็กที่นิยมใช้กับน้ำเสียจากการปรุงอาหารซึ่งเป็นน้ำเสียที่ปริมาณต่ำ



รูปที่ 2.4 ถังดักไขมัน

ที่มา: <http://arunservice.weloveshopping.com/store/product/view/>

2.3.1.4 ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) เป็นการแยกของแข็งที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำออกจากน้ำด้วยการทำให้ตกตะกอน โดยเมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในถังตกตะกอนมันจะใช้เวลาอยู่ในถังนี้ประมาณ 2-4 ชั่วโมงทำให้ตะกอนแขวนลอยมีเวลาดตกตะกอนลงสู่ก้นถัง น้ำเสียที่ไหลออกไปออกจึงมีตะกอนแขวนลอยเหลือน้อย ถังตกตะกอนมีบทบาทอยู่ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ เกือบทุกประเภท และถือเป็นหน่วยสำคัญในการกำจัดตะกอนแขวนลอยในน้ำ ดังรูปที่ 2.5

ถังตกตะกอนแบบวงกลมให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานดีกว่าถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม แต่ถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมเหมาะสมที่ใช้ในกรณีที่มีพื้นที่อยู่อย่างจำกัดแต่ต้องการสร้างถังตกตะกอนหลายถัง



รูปที่ 2.5 ถังตกตะกอนแบบวงกลม

2.3.2 การบำบัดทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค กระบวนการเคมีที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

2.3.2.1 การทำให้เป็นกลางหรือการปรับพีเอช (Neutralization)

ค่าพีเอชเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำและน้ำเสียเกือบทุกชนิด น้ำเสียที่มีพีเอชต่ำสามารถทำให้เป็นกลางได้ด้วยการเติมปูนขาวหรือโซดาไฟหรือ

โซดาแอส ส่วนน้ำที่มีพีเอชสูงสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้กรรคนิกต่างๆ เช่นกรรคกำมะถัน กรรคเกลือ หรือบางครั้งอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.3.2.2 กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

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

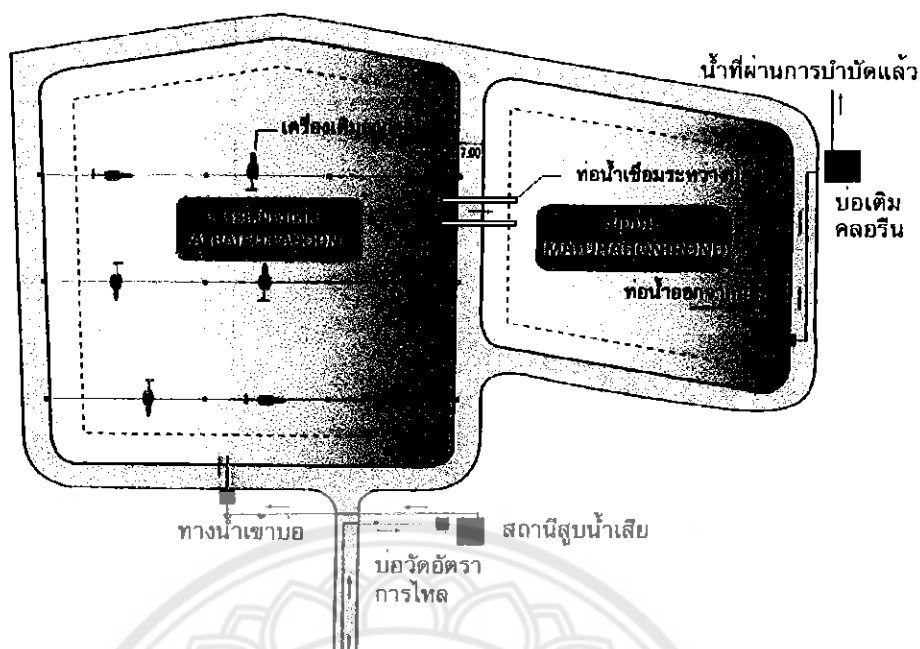
2.3.2.3 การตกตะกอนผลึก (Precipitation)

โลหะหนักที่ละลายอยู่ในน้ำเสียมักทำให้ตกผลึกได้โดยการเพิ่มพีเอช ดังนั้นการเติมปูนขาวให้กับน้ำเสียจนมีพีเอชเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสมจะทำให้โลหะหนักตกผลึกได้ จากนั้นจึงทำให้ผลึกของแข็งรวมตัวกันกลายเป็นฟล็อกด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันแล้วจึงแยกฟล็อกออกจากน้ำด้วยถังตกตะกอน

2.3.2.4 ออกซิเดชัน – รีดักชัน (Oxidation – Reduction)

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

2.3.3 การบำบัดทางชีวภาพ เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดทางชีวภาพแบบใช้อากาศ ได้แก่ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ดังรูปที่ 2.6 ระบบโปรยกรอง(Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น



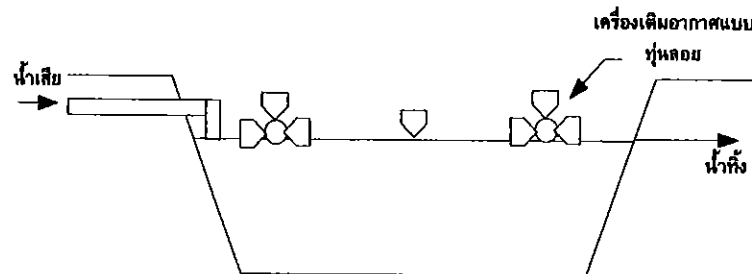
รูปที่ 2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

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

2.4 สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

สระเติมอากาศ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียเป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทั้งด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลายมากระบบหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม สระเติมอากาศพัฒนามาจากบ่อปรับเสถียรเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากขึ้น ในขณะที่ใช้พื้นที่เท่ากันหรือน้อยกว่า แต่สามารถใช้ความลึกได้มากกว่า เพราะมีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศแทนที่จะอาศัยการแพร่ของออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่สระซึ่งเป็นการเติมอากาศตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียวดังรูปที่ 2.7 สระเติมอากาศจึงมีความคล้ายคลึงกันกับระบบเอเอส เพียงแต่ไม่มีการหมุนเวียนตะกอน นิยมเติมอากาศที่ผิวน้ำด้วยเครื่องเติมอากาศแบบลอยน้ำ และแตกต่างกับระบบเอเอสตรงที่ไม่มีถังตกตะกอน ดังนั้นน้ำทิ้งจากระบบนี้จึงมีจุลินทรีย์หลุดออกไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำกว่ากระบวนการเอเอสแบบอื่นๆ และเนื่องจากระบบไม่มีการหมุนเวียนตะกอน ความเข้มข้นของ MLSS ในบ่อเติมอากาศจึงมีระบบต่ำกว่าระบบอื่นๆ คือ น้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (มันสิน, 2542) เครื่องเติมอากาศจะทำน้ำเพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 การสร้างระบบสระเติมอากาศจะต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงเหมาะสมกับชุมชนที่มีราคาที่ดินไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถ

รับน้ำเสียหรือสารมลพิษที่ไหลเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหันได้ รวมทั้งสามารถควบคุมปัญหาเรื่องกากตะกอนหรือปัญหาเรื่องกลิ่นได้ดี



รูปที่ 2.7 สระเติมอากาศ

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545

2.4.1 ประเภทสระเติมอากาศ

สระเติมอากาศแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการกวนผสมภายในสระ ได้แก่ สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์และสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2546)

2.4.1.1 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ (Complete-mix Aerated Lagoon) ต้องใช้พลังงานสูงสำหรับกวนผสมเพื่อป้องกันของแข็งแขวนลอยหรือจุลินทรีย์จมตัว รวมทั้งยังทำให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งสระหรือสภาวะแอนโรบิกทั่วทั้งสระ โดยทั่วไปมักใช้พลังงานในการกวนผสมเท่ากับ 11-19 กิโลวัตต์ต่อปริมาณน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ทำให้น้ำทิ้งจากสระเติมอากาศชนิดนี้มักมีปริมาณสารแขวนลอยปนเปื้อนในปริมาณสูง ดังนั้นต้องออกแบบบ่อดกตะกอนหรือบ่อดัดแต่งเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอยจากน้ำทิ้งของสระเติมอากาศประเภทนี้ด้วย

2.4.1.2 สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน (Partial-mix Aerated Lagoon) ต้องการพลังงานในการกวนผสมน้อยกว่าแบบแรก ปริมาณอากาศที่เติมลงไปนั้นเพียงพอแค่ให้เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น โดยทั่วไปมักใช้พลังงานในการกวนผสมเท่ากับ 1.5-7.5 กิโลวัตต์ต่อปริมาณน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร (ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย) ซึ่งทำให้ของแข็งแขวนลอย (หรือจุลินทรีย์) บางส่วนจมตัวและสะสมอยู่กับสระและถูกย่อยสลายในสภาวะแอนโรบิกต่อไป จึงทำให้น้ำทิ้งมีปริมาณของแข็งแขวนลอยหลุดออกไปน้อยกว่าน้ำทิ้งของสระเติมอากาศแบบกวนผสมสมบูรณ์ ซึ่งบางกรณีถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นต่ำและมีค่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในสระไม่มากนัก อาจไม่จำเป็นต้องมีบ่อดกตะกอนตามหลังสระเติมอากาศ

2.4.2 เครื่องเติมอากาศ

โดยทั่วไประบบเติมอากาศแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ตามลักษณะของเครื่องกลหรือการใช้งาน ได้แก่ เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ และเครื่องเติมอากาศแบบกัณฑ์จมน้ำ ดังนี้

2.4.2.1 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู (Diffused Aerator)

เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู สามารถแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์ได้ คือ

ก. หัวฟูชนิดรูพรุน

หัวฟูชนิดนี้ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนสูง และมีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบแผง โคม จานกลม และท่อ นอกจากนี้อาจแบ่งตามวัสดุที่ผลิตได้ อีก คือ กลุ่มที่ผลิตจากวัสดุแข็ง และกลุ่มเยื่อเจาะรูดังรูปที่ 2.8

ข. หัวฟูชนิดไม่ใช้รูพรุน

หัวฟูชนิดนี้จะมีขนาดรูใหญ่กว่าหัวฟูชนิดรูพรุน โดยทั่วไปสามารถแบ่งตามวัสดุและรูปร่างได้หลายชนิด เช่น หัวฟูรูตายตัว หัวฟูแบบวาล์วก้นกลับ หัวฟูแบบหลอดติด เป็นต้น โดยทั่วไปมักใช้หัวฟูไม่มีรูพรุนในระบบที่อาจเกิดปัญหาอุดตันกับหัวฟูแบบรูพรุน

ค. หัวฟูชนิดอื่นๆ

หัวฟูชนิดอื่นๆ เช่น หัวฟูแบบจุดพ่น (Jet Diffuser) ซึ่งทำงานโดยสูบน้ำจากถังเติมอากาศเข้าไปผสมกับอากาศแล้วฉีดผ่านหัวฉีด



รูปที่ 2.8 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู

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

2.4.2.2 เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ (Surface Aerator)

เครื่องเติมอากาศผิวน้ำสามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ แบบหมุนช้าไหลตามรัศมี (radial flow low speeds) แบบหมุนเร็วไหลตามแกน (axial flow high speeds) แบบดูด (aspirating devices) และแบบหมุนแนวนอน (horizontal rotors) เครื่องเติมอากาศผิวน้ำติดตั้งโดยการยึดกับตัวสะพาน แท่น หรือทุ่นลอย ซึ่งควรมีโครงสร้างที่สามารถรับแรงบิดได้อย่างน้อย 4 เท่าของแรงบิดสูงสุดที่เกิดจากใบพัด ประสิทธิภาพและพลังงานที่ใช้จะแปรผันตามความสูงของระดับน้ำในถังหรือสระเติมอากาศดังรูปที่ 2.9 ก

ก. แบบหมุนช้าไหลตามรัศมี

เครื่องเติมอากาศแบบนี้ได้รับความนิยม เนื่องจากประสิทธิภาพการเติมอากาศสูงและให้การผสมที่ดี

ข. แบบหมุนเร็วไหลตามแกน

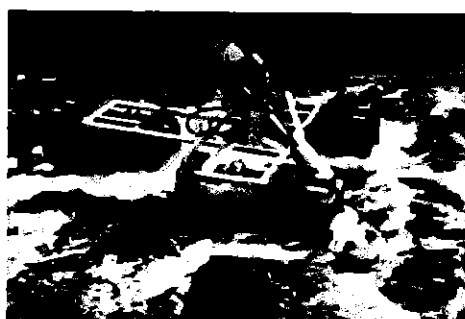
เครื่องเติมอากาศแบบนี้มักใช้กับสระเติมอากาศ เนื่องจากมีข้อจำกัดบางประการที่จะใช้งานกับถังเติมอากาศของระบบเอเอส เช่น แรงเฉือนที่เกิดขึ้นกับฟล็อกของสลัดจ์อาจทำให้ฟล็อกแตกออกส่งผลกระทบต่อการทำงานของถังรูปที่ 2.9 ข

ค. แบบดูด

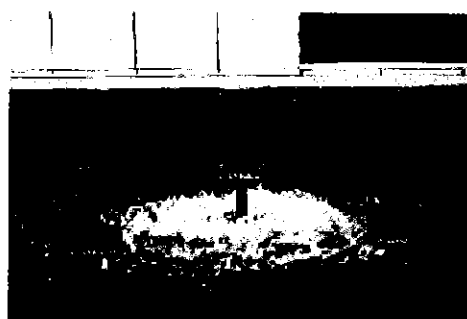
เครื่องเติมอากาศแบบนี้ทำงานโดยการดูดอากาศจากบรรยากาศผ่านเพลลาด้วยความเร็วถูกปั่นด้วยใบพัดให้ผสมกับน้ำทำให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ สามารถปรับองศาของเครื่องได้ขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้งาน

ง. แบบหมุนแนวนอน

เครื่องเติมอากาศแบบหมุนแนวนอนหรือแบบแปรง (brush aerator) ใบพัดตีน้ำที่ผิวน้ำเพื่อถ่ายเทออกซิเจนและพัดน้ำให้ไหลในแนวนอน การเปลี่ยนแปลงระดับจมน้ำเพียงเล็กน้อยไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเติมอากาศ แต่มีผลต่อพลังงานที่ใช้



ก. เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ



ข. เครื่องเติมอากาศแบบหมุนเร็วไหลตามแกน

รูปที่ 2.9 เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ

ที่มา: <http://iloveking-choisantaew.blogspot.com/>

2.4.2.3 เครื่องเติมอากาศแบบกังหันจมน้ำ (Submerged Turbine Aeration)

ลักษณะของเครื่อง มอเตอร์และชุดเกียร์มักติดตั้งอยู่บนเหนือน้ำและต่อแกนใบพัดลงไปได้ น้ำ อากาศจะถูกสูบเข้าไปใต้ใบพัดเพื่อตีให้เกิดฟองและไหลลงเพื่อเพิ่มเวลาสัมผัสของอากาศกับน้ำ ประสิทธิภาพการเติมอากาศต่ำกว่าเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบไหลตามรัศมีเล็กน้อย แต่มีข้อดีที่สามารถปรับการเติมอากาศได้ตามอัตราการไหลอากาศ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เครื่องเติมอากาศแบบกังหันจมน้ำ
ที่มา: <http://iloveking-choisantaew.blogspot.com/>

2.4.3 ค่ากำหนดการออกแบบ

โดยส่วนใหญ่สระเติมอากาศแบบสมบูรณ์และกวนผสมบางส่วนมักออกแบบด้วยสมการโคเนติกส์ ซึ่งทั้งสองแบบสามารถออกแบบได้ตั้งสมการ 2-1 แต่สระเติมอากาศทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าคงที่ระดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีแตกต่างกัน

สมการในการออกแบบสระเติมอากาศ

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

โดยที่ Se = ค่าบีโอดีของน้ำทิ้ง, มิลลิกรัมต่อลิตร

Si = ค่าบีโอดีของน้ำเข้า, มิลลิกรัมต่อลิตร

k_d = ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของอัตราการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศ, วัน⁻¹

t = เวลาพักน้ำ, วัน

2.4.3.1 ค่าคงที่ของอัตราการกำจัดบีโอดี

ถ้าเป็นไปได้ค่าคงที่ระดับหนึ่งของอัตราการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศควรศึกษาจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการหรือระดับโรงงานนำร่อง แต่จากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

ก. สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์

จากการรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆพบว่า ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ มีความแตกต่างกันตามแต่ละแหล่งข้อมูล ดังสมการที่ 2-2 ถึง 2-4

WEF (1990)

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

Mara, D.D (1976)

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

Metcalf & Eddy, 1991

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

โดยที่ T = อุณหภูมิน้ำหรือองศาเซลเซียส

ข. สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน

จากการรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆพบว่า ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน มีความแตกต่างกันตามแต่ละแหล่งข้อมูล ดังสมการที่ 2-5 ถึง 2-6

Recommended Standard for Sewage Work (1978)

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

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

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

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

2.4.4 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ

ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศสำหรับน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม แสดงดัง
 สมการที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ

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

ที่มา: สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540

2.4.5 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- Mara, D.D. 1976 พบว่า สระเติมอากาศหลายบ่อต่อกันแบบอนุกรมมีผลทำให้ความต้องการปริมาตรรวมของสระลดลงเมื่อเทียบกับใช้สระใหญ่สระเดียว
- ความต้องการออกซิเจนของสระเติมอากาศเท่ากับ 1-1.5 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมบีโอดีที่ถูกกำจัด (WEF & ASCE, 1998b) หรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด (Mara, D.D., 1976)
- สระเติมอากาศมีเวลากักน้ำเท่ากับ 3-10 วัน ความลึกน้ำ 2-4 เมตร (Metcalf & Eddy, 1991)

- บ่อขังแต่งควรมีเวลากักน้ำเท่ากับ 0.5 – 1.0 วัน (WEF & ASCE, 1998b) ถ้าเวลากักน้ำมากกว่านี้อาจทำให้มีปริมาณสาหร่ายสูง แต่ Metcelf & Eddy, 1991 กล่าวว่าบ่อขังแต่งควรมีเวลากักน้ำอย่างมากไม่เกิน 2 วัน

- ถ้ากันสระเป็นดินทรายหรือมีการรั่วซึมควรมหามาตรการป้องกันปัญหาดังกล่าว คือ บ่ออัดดินเหนียวหรือปูด้วยวัสดุต่างๆ เช่น เบนโทไนท์ ดินเหนียวสังเคราะห์ เมมเบรน ฯลฯ

- บริเวณขอบบ่อควรคาดด้วยหินหรือคอนกรีต โดยให้ปกคลุมให้ต่ำกว่าและสูงกว่าระดับน้ำในบ่อด้านละ 0.5 เมตร เพื่อป้องกันคลื่นกัดเซาะตลิ่งหรือขอบบ่อ

- เครื่องเติมอากาศเป็นแบบเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหรือแบบฟุ้งก็ได้ แต่ถ้าเป็นแบบเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำต้องมีแผ่นคอนกรีตรองกันสระบริเวณใต้เครื่องเติมอากาศ เพื่อป้องกันการกัดเซาะดิน

- ขอบบ่อควรมีความลาดประมาณ 1:1.5 ถึง 1:2 (แนวตั้ง: แนวราบ)

2.4.6 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ

ข้อดีและข้อเสียของสระเติมอากาศแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ

ข้อดี	ข้อเสีย
- มีประสิทธิภาพสูง	- ใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างมาก (น้อยกว่าบ่อปรับเสถียร) เหมาะกับชุมชนที่มีราคาที่ดินปานกลาง
- ควบคุมระบบง่ายและไม่ต้องการผู้ควบคุมระบบที่มีความเชี่ยวชาญ	- ใช้พลังงานมาก (การเติมอากาศ)
- ต้องการสารเคมีน้อย	- มีความยืดหยุ่นน้อย เพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างจำกัด (เมื่อเทียบกับระบบเอส)
- ไม่ต้องมีกระบวนการบำบัดและกำจัดสลัดจ์	
- ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น	

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2546

2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

การบำบัดน้ำชะขยะ เป็นการกำจัดสารต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ให้หมดไปหรือให้หรือน้อยที่สุดให้ได้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

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

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือ กำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas-Chromatography
13. ค่าบีโอดี 5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง 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. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	Kjeldahl
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำที่จกจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

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

หมายเหตุ: น้ำเสียจากหลุมฝังกลบเทียบกับมาตรฐานน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

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

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

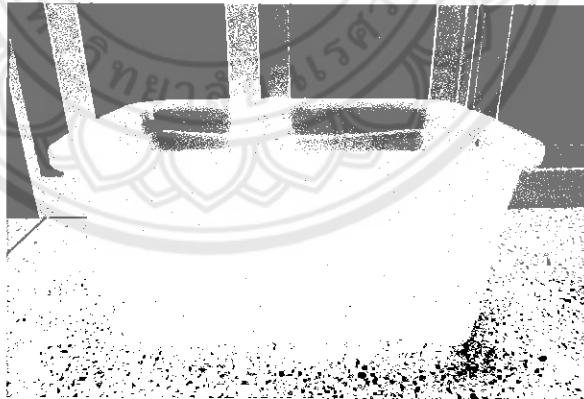
โครงการนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่มีปริมาณการเติมอากาศที่แตกต่างกัน โดยมีวิธีในการดำเนินโครงการดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

การทดลองนี้ดำเนินการ โดยใช้ น้ำชะขยะ และแบบจำลองสระเติมอากาศ ซึ่งทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือมีดังนี้

3.1.1 แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

แบบจำลองสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนทำจากกล่องพลาสติกสีขาวขุ่นมีปริมาตรทั้งหมด 45 ลิตร แต่ปริมาตรใช้งานจริงเท่ากับ 40 ลิตร มีขนาด กว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และลึก 28 เซนติเมตร จำนวน 4 ถัง และมีหัวเติมอากาศจำนวนถังละ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ โดยที่ให้หัวเติมอากาศอยู่ลึกจากผิวน้ำ 7 เซนติเมตร เพื่อให้มีสภาพการกวนผสมแบบบางส่วน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองสระเติมอากาศ

3.1.2 ถังน้ำเข้าและถังน้ำออก

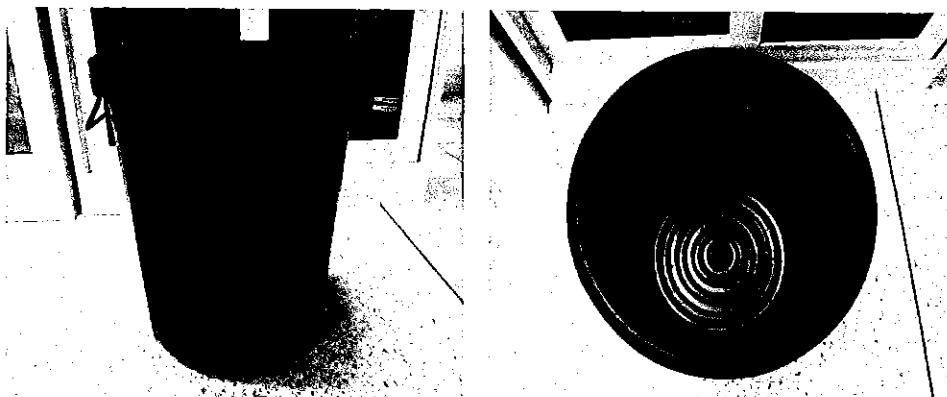
ถังน้ำเข้าจะบรรจุน้ำชะขยะ และถังน้ำออกจะรองรับน้ำชะขยะที่ผ่านการบำบัดจากแบบจำลอง ถังน้ำเข้าและถังน้ำออกทำจากพลาสติก มีปริมาตร 30 ลิตร ดังรูปที่ 3.2 ใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำชะขยะไปยังถังเติมอากาศ และน้ำในถังจะถูกนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติด้านต่างๆ

16046290

ป.ศ.

๒๕๖๒

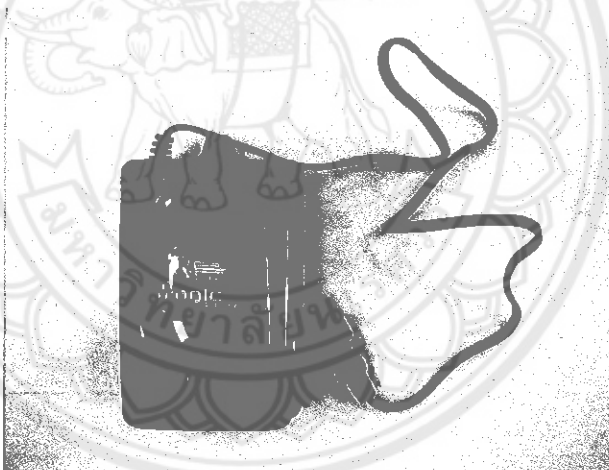
๒๕๖๔



รูปที่ 3.2 ถังน้ำเข้าและถังน้ำออก

3.1.3 เครื่องเติมอากาศ

การเติมอากาศใช้เครื่องเติมอากาศยี่ห้อ Magic รุ่น 8800 ดังรูปที่ 3.3 สามารถเติมอากาศได้ 3 ลิตรต่อนาที และเครื่องเติมอากาศ 1 เครื่อง ต่อเข้ากับหัวเติมอากาศจำนวน 4 หัว คิดเป็นอัตราการเติมอากาศ 1.5 ลิตรต่อนาทีต่อหัว



รูปที่ 3.3 เครื่องเติมอากาศ

3.1.4 เครื่องสูบน้ำแบบรีดน้ำ

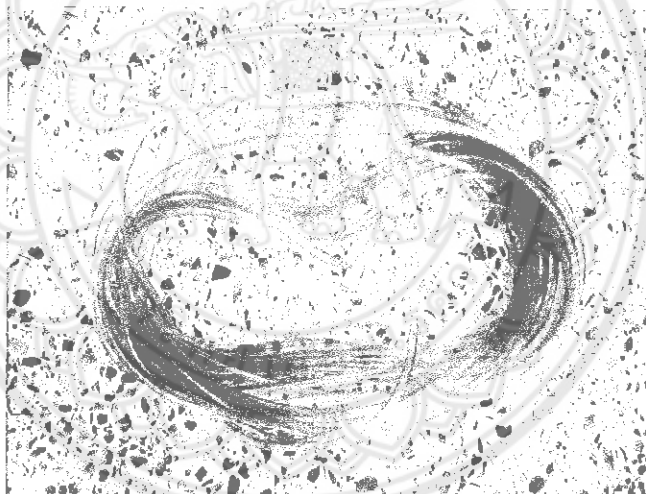
การสูบน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศซึ่งในการทำโครงการครั้งนี้ใช้น้ำชะขยะ โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีด ยี่ห้อ Watson Marlow505s ความเร็วรอบเท่ากับ 50 RPM ดังรูปที่ 3.4 และมีอัตราการไหลเท่ากับ 4.2 มิลลิลิตรต่อนาที จำนวน 4 เครื่อง



รูปที่ 3.4 เครื่องสูบน้ำแบบรีด

3.1.5 สายยางสูบน้ำ

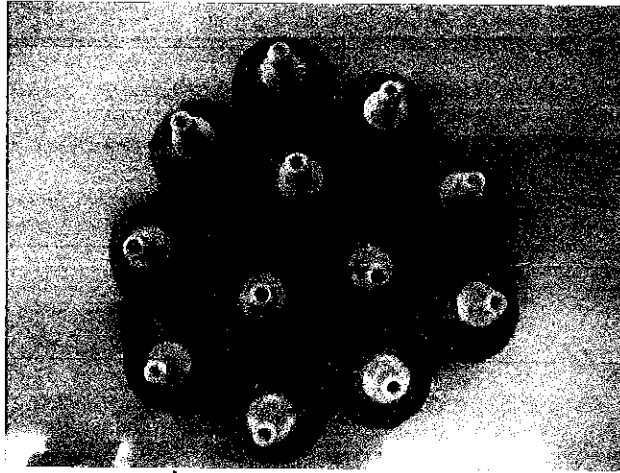
สายยางสูบน้ำทำจากซิลิโคน ยี่ห้อ DURA ขนาด 4x7 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 สายยางสูบน้ำ

3.1.6 หัวกระจายอากาศแบบฟู่

หัวกระจายอากาศแบบฟู่หรือที่เรียกกันว่า หัวทราย มีลักษณะวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3 เซนติเมตร มีท่อสีขาวต่อตรงกลางเพื่อให้อากาศผ่านเข้าไป นิยมใช้ในการเติมอากาศในตู้ปลาสวยงาม ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 หัวกระจายอากาศแบบฟู

3.1.7 ตะกอน

ตะกอนนำมาจากโรงพยาบาลพุทธชินราช



รูปที่ 3.7 ตะกอน

3.1.8 น้ำชะขยะ

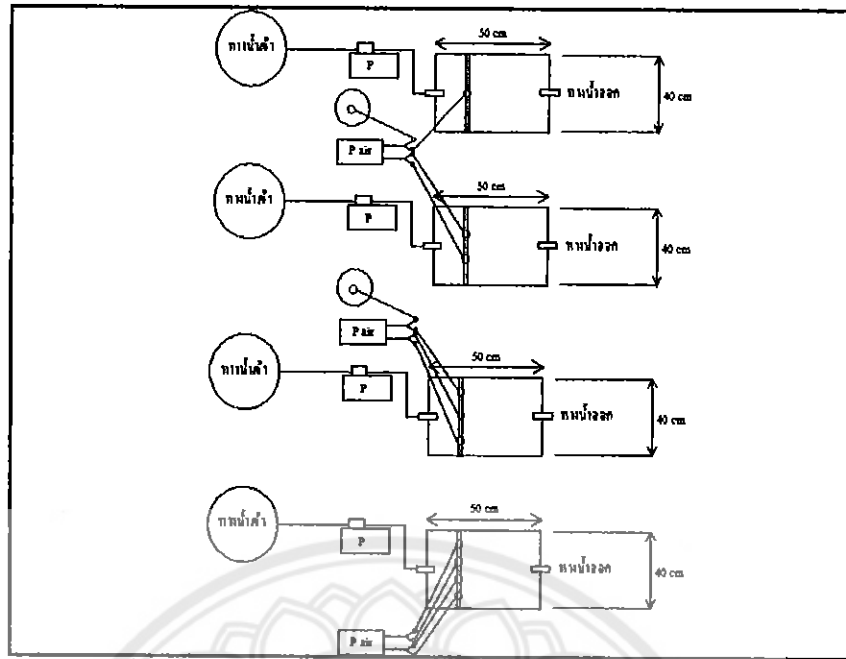
น้ำชะขยะนำมาจากรถเก็บขยะขององค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์บริเวณรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร ปริมาณ 100 ลิตร



รูปที่ 3.8 น้ำชะขยะ

3.1.9 การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

ติดตั้งระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนดังรูปที่ 3.9 เริ่มต้นเดินระบบด้วยการเติมตะกอนที่ได้มาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ที่ปริมาณ 3 ลิตร แล้วทำการสูบน้ำชะขยะจากถังน้ำเข้าที่มีขนาด 20 ลิตร ใส่ถังเติมอากาศซึ่งมีเวลากักเก็บน้ำเท่ากับ 3 วัน ถ้าหากคิดเป็นอัตราการไหลจะได้ประมาณ 13.33 ลิตรต่อวัน และน้ำที่ผ่านการบำบัดจากการเติมอากาศจะไหลผ่านทางสายยางออกสู่ถังน้ำออก ซึ่งจะนำที่ผ่านการบำบัดแล้วนั้นไปทำการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 3.9 การติดตั้งระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วน

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการเก็บและเตรียมน้ำชะขยะ

- การเก็บน้ำชะขยะ

การดำเนินการเก็บน้ำชะขยะเริ่มต้นจากการติดต่อประสานงานกับองค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อขอน้ำชะขยะจากรถเก็บขยะ โดยปริมาณน้ำชะขยะที่ต้องใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ประมาณ 100 ลิตร โดยใส่ไว้ในภาชนะฝาปิด เพื่อมิให้กลิ่นเหม็นแพร่กระจาย เมื่อเก็บน้ำชะขยะมาแล้วก็ทำการตั้งทิ้งไว้ในที่โล่งแจ้ง เพื่อให้แบคทีเรียที่กำลังย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่ได้ปลดปล่อยก๊าซจากการย่อยออกมาก่อนในขั้นต้น หลังจากตั้งทิ้งไว้แล้วก็ทำการ

แช่แข็งน้ำชะขยะในตู้ควบคุมอุณหภูมิ โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ $0 - 4^{\circ}\text{C}$

- การเตรียมน้ำชะขยะ

น้ำชะขยะที่ใช้ในการศึกษามีความเข้มข้นของค่าซีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมจากการเจือจางน้ำชะขยะจริงลงในน้ำประปา 1 ลิตร แล้วทำการวิเคราะห์หาซีโอดีที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำมาหาปริมาณที่ต้องใช้ความเข้มข้นของค่าซีโอดีที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2.2 วิธีการทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะที่มีค่าความเข้มข้นของซีไอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตรด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่มีปริมาณการเติมอากาศที่แตกต่างกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 เริ่มต้นสตาร์ทท้อพด้วยการเติมน้ำปริมาณ 17 ลิตร ลงในถังจำลองระบบเติมอากาศแล้วใส่ตะกอน 3 ลิตร จากนั้นเติมอากาศเป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วเริ่มใส่น้ำชะขยะจริงเข้าสู่ถังจำลองระบบ ดังข้อมูลจากตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินระบบแบบสระเติมอากาศที่ระยะเวลาการกักเก็บ 3 วัน

วันที่	ความเข้มข้นของน้ำชะขยะ ของน้ำ 20 ลิตร	ปริมาณน้ำในสระเติมอากาศ (ลิตร)
1	5 % ของ 20ลิตร = 0.5 ลิตร	0.67
2	10 % ของ 20ลิตร = 1.0 ลิตร	1.33
3	15 % ของ 20ลิตร = 1.5 ลิตร	2.00
4	20 % ของ 20ลิตร = 2.0 ลิตร	2.67
5	25 % ของ 20ลิตร = 2.5 ลิตร	3.33
6	30 % ของ 20ลิตร = 3.0 ลิตร	4.00
7	35 % ของ 20ลิตร = 3.5 ลิตร	4.67
8	40 % ของ 20ลิตร = 4.0 ลิตร	5.33
9	45 % ของ 20ลิตร = 4.5 ลิตร	6.00
10	50 % ของ 20ลิตร = 5.0 ลิตร	6.67
11	60 % ของ 20ลิตร = 6.0 ลิตร	8.00
12	70 % ของ 20ลิตร = 7.0 ลิตร	9.33
13	80 % ของ 20ลิตร = 8.0 ลิตร	10.67
14	90 % ของ 20ลิตร = 9.0 ลิตร	12.00
15	100 % ของ 20ลิตร = 10.0 ลิตร	13.33

3.2.2.2 หลังจากเริ่มใส่น้ำชะขยะจริงที่มีความเข้มข้นซีไอซี 500 มิลลิกรัมต่อลิตรเข้าสู่ถังจำลองระบบจนความเข้มข้นของน้ำชะขยะในน้ำ 20 ลิตรครบ 100 %ทำการเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ

3.2.2.3 ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นเวลา 3 เดือน ตามคุณภาพน้ำในหัวข้อที่ 3.2.3

3.2.3 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดัง ตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
พีเอช (pH)	เครื่องวัดพีเอช ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
ของแข็งทั้งหมด (TS)	TDS-SS
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS)	วิธี Gravimetric method
ของแข็งละลายน้ำ (TDS)	วิธี Gravimetric method
สี	วิธีแพลทตินัมโคบอลต์
ของแข็งแขวนลอยในถังเดิมอากาศ (MLSS)	วิธี Gravimetric method
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	วิธี ชัลฟูริก-ไนตริก
เจดัลไนโตรเจน (TKN)	วิธีการไตเตรท
แอมโมเนีย	วิธีการไตเตรท
BOD ₅	วิธี 5 Day Test
COD	วิธี Close Reflux
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	วิธีเมมเบรน

3.2.4 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง		
	ถังน้ำเข้า	ถังเติมอากาศ	ถังน้ำออก
พีเอช	✓		✓
อุณหภูมิ	✓		✓
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	✓		✓
ของแข็งทั้งหมด	✓		✓
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	✓		✓
ของแข็งละลายน้ำ	✓		✓
สี	✓		✓
ของแข็งแขวนลอยระเหย		✓	
ฟอสฟอรัส	✓		✓
เจดัลไนโตรเจน	✓		✓
แอมโมเนีย	✓		✓
BOD	✓		✓
COD	✓		✓
ออกซิเจนละลายน้ำ		✓	

หมายเหตุ: พารามิเตอร์ทั้งหมดต้องวิเคราะห์ทุกๆ 7 วัน

3.2.5 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ

ในการศึกษานี้กำหนดให้วิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจำนวน 14 พารามิเตอร์ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (2539) ลง ณ วันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539 ได้จำนวน 7 พารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1.ความเป็นกรดและด่าง	5.5-9.0
2.อุณหภูมิ	ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
3.ค่าบีโอดี	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.ค่าซีโอดี	ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร
5.ค่าทีเคเอ็น	ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.สารแขวนลอย	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
7.ค่าทีดีเอส	ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ: นำมาจากมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงาน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ <http://www.pcd.go.th/>

3.3 ความต้องการออกซิเจนในถังเติมอากาศ

จากค่ากำหนดการออกแบบระบบสระเติมอากาศ ค่าที่แนะนำ สำหรับความต้องการออกซิเจน เท่ากับ 1 กิโลวัตต์ / 1,000 ลบ.ม.

แสดงว่าปริมาตรถัง 1,000,000 ลิตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 1,000 วัตต์

ดังนั้นปริมาตรถัง 40 ลิตร มีค่ากำลังไฟฟ้า

$$\frac{1,000 \text{ วัตต์}}{1,000,000 \text{ ลิตร}} \times 40 \text{ ลิตร} = 0.04 \text{ วัตต์}$$

เครื่องเติมอากาศ 1 เครื่องให้กำลังไฟฟ้า 5 วัตต์

โดย 1 เครื่องให้กำลังไฟฟ้าแก่หัวฟู่ 4 หัว สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าต่อหัวดังนี้

$$\frac{5 \text{ วัตต์}}{4 \text{ หัว}} = 1.25 \text{ วัตต์/หัว}$$

ดังนั้นความต้องการออกซิเจนในถังเติมอากาศ ต่อ 1 ถัง เท่ากับ 0.04 วัตต์ แต่เครื่องเติมอากาศสามารถจ่ายอากาศต่อหนึ่งหัวฟู่เท่ากับ 1.25 วัตต์ ซึ่งแสดงว่าการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศมีปริมาณอากาศมากกว่าความต้องการออกซิเจนในถังเติมอากาศตามทฤษฎี

บทที่ 4

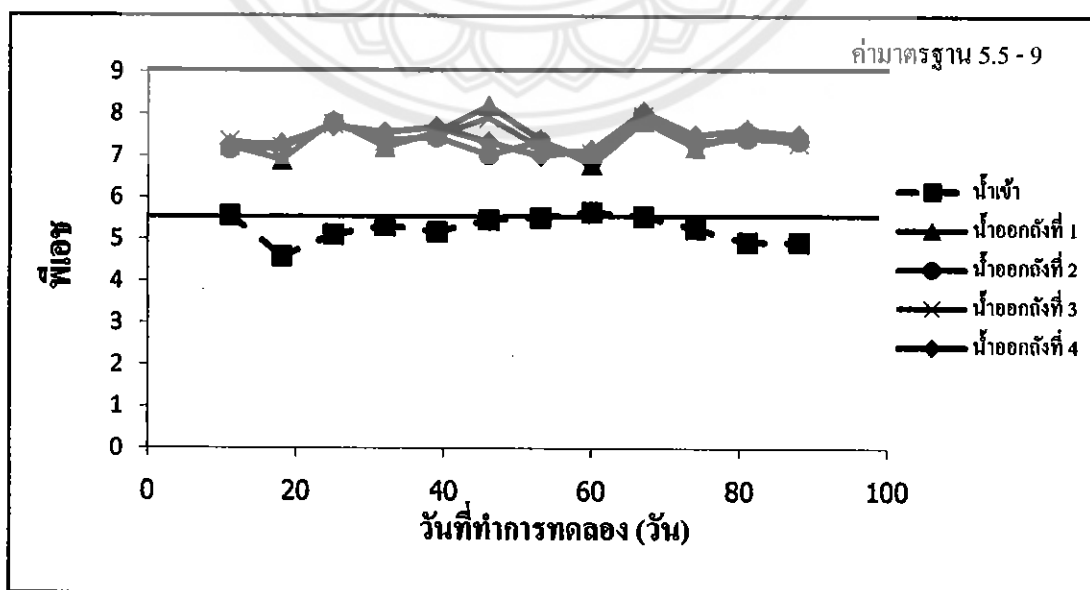
ผลการทดลองและวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการศึกษาการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่มีปริมาณอัตราการเติมอากาศต่างกัน รายละเอียดแสดงในภาพผนวก ก และรูปที่ 4.1 ถึง 4.46 ทั้งนี้ให้นิยามน้ำออกจากถังที่ 1 2 3 และ 4 คือถังที่มีการเติมอากาศ 1 หัวทราย 2 หัวทราย 3 หัวทราย และ 4 หัวทรายตามลำดับ โดยคิดเป็นอัตราเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที

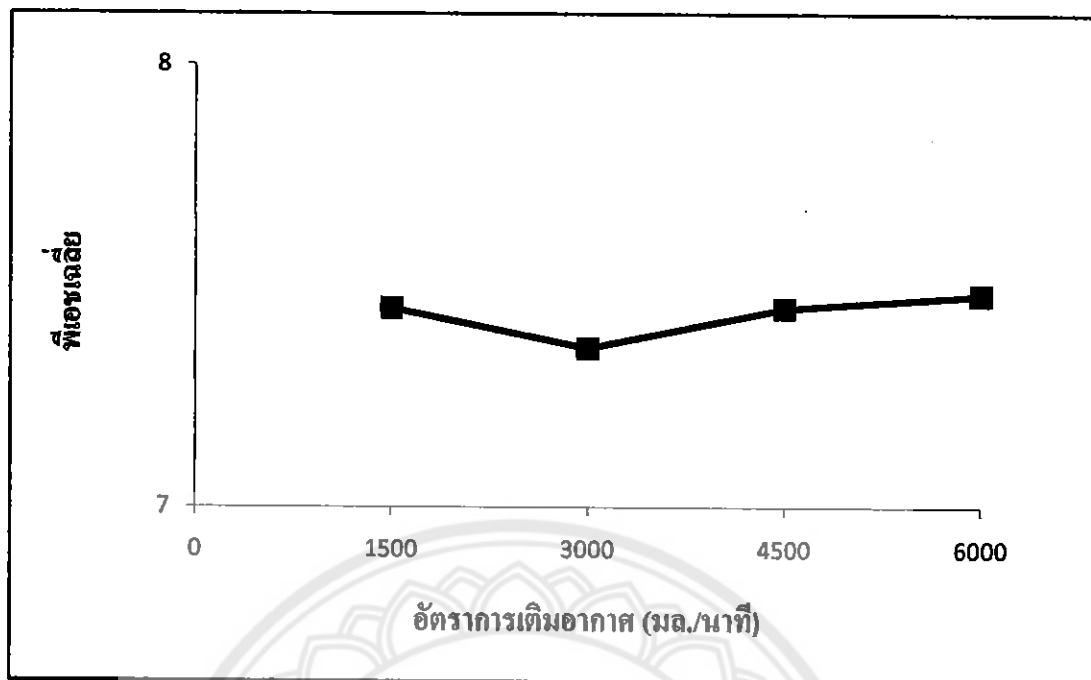
4.1 พีเอช

จากรูปที่ 4.1 พบว่าค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าค่าพีเอชของน้ำเข้าอยู่ในช่วงค่า 4.59 - 5.66 และค่าพีเอชของน้ำออกที่อัตราการเติมอากาศต่างๆตั้งแต่วันที่ 11 - 88 ของการเดินระบบ มีค่าแปรผันค่อนข้างน้อยอยู่ในช่วงค่า 6.80 - 8.07 และมีค่าพีเอชไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้เท่ากับ 5.5 - 9 ทุกถัง

จากรูปที่ 4.2 พบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำออกมีค่าแปรผันค่อนข้างน้อย โดยพบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยของอัตราการเติมอากาศ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที มีค่าเท่ากับ 7.45 7.36 7.45 และ 7.48 ตามลำดับ



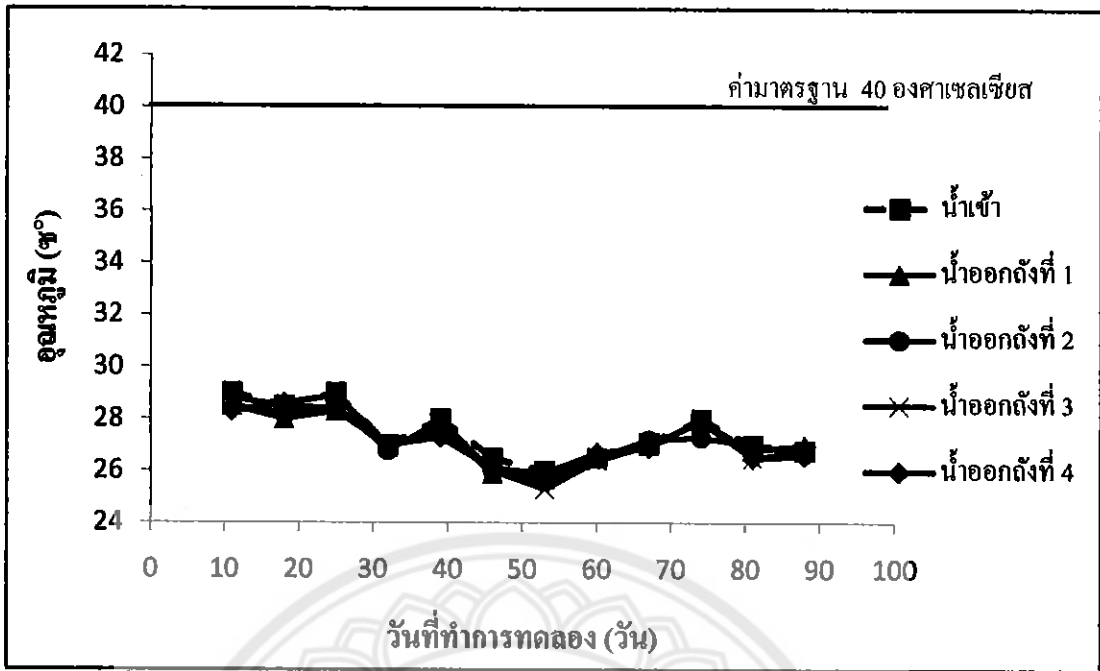
รูปที่ 4.1 ค่าพีเอชน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที ตามลำดับ



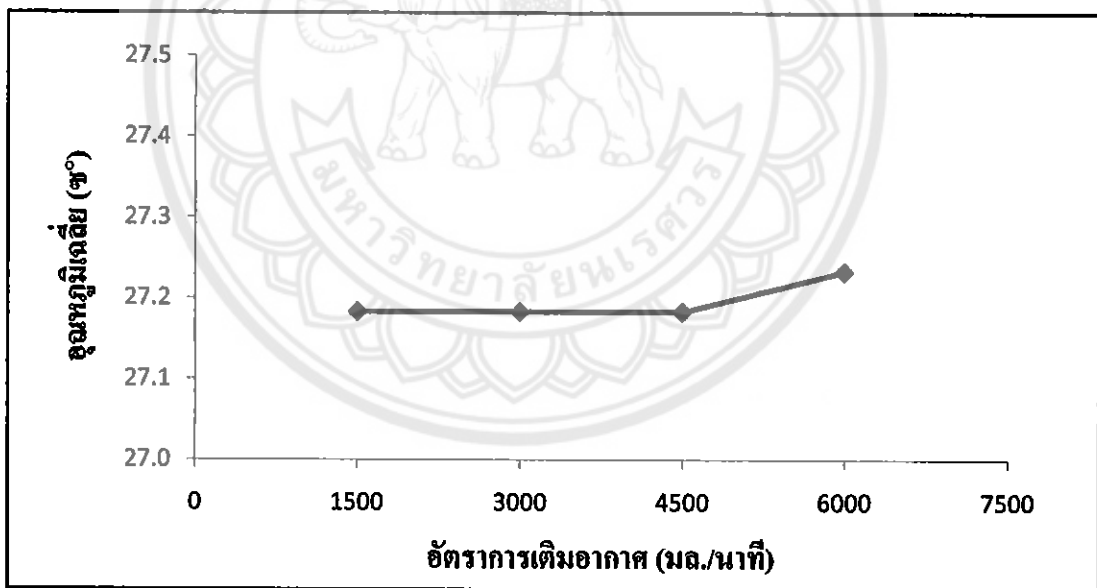
รูปที่ 4.2 ค่าพีเอชเฉลี่ยน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย
คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.2 อุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.3 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกเมื่อกำหนดให้ค่าซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับน้ำเข้า ทั้งนี้ น้ำออกนั้นแนวโน้มคองที่ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองคือวันที่ 11 - 25 และมีแนวโน้มน้ำต่ำลงเล็กน้อย ซึ่งพบว่าน้ำเข้ามีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.6 องศาเซลเซียส น้ำออกถึง 1 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 องศาเซลเซียส น้ำออกถึง 2 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 องศาเซลเซียส น้ำออกถึง 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 องศาเซลเซียส และน้ำออกถึง 4 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม กำหนดให้อุณหภูมิ ไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมทุกถังตลอดการทดลอง



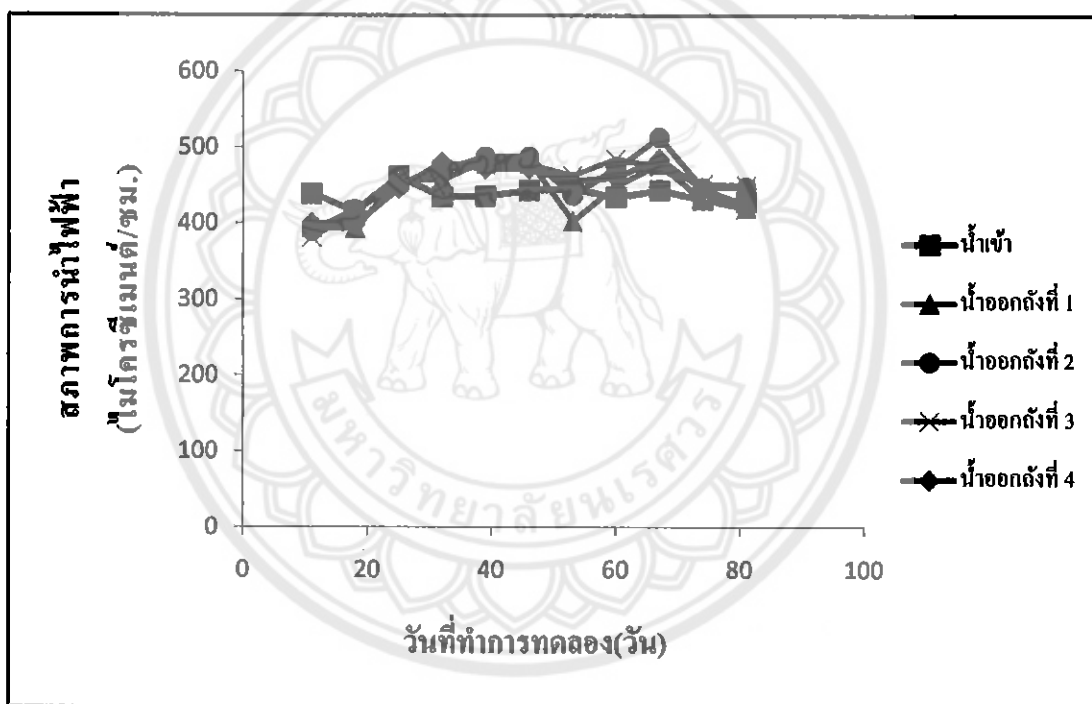
รูปที่ 4.3 อุณหภูมิ น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



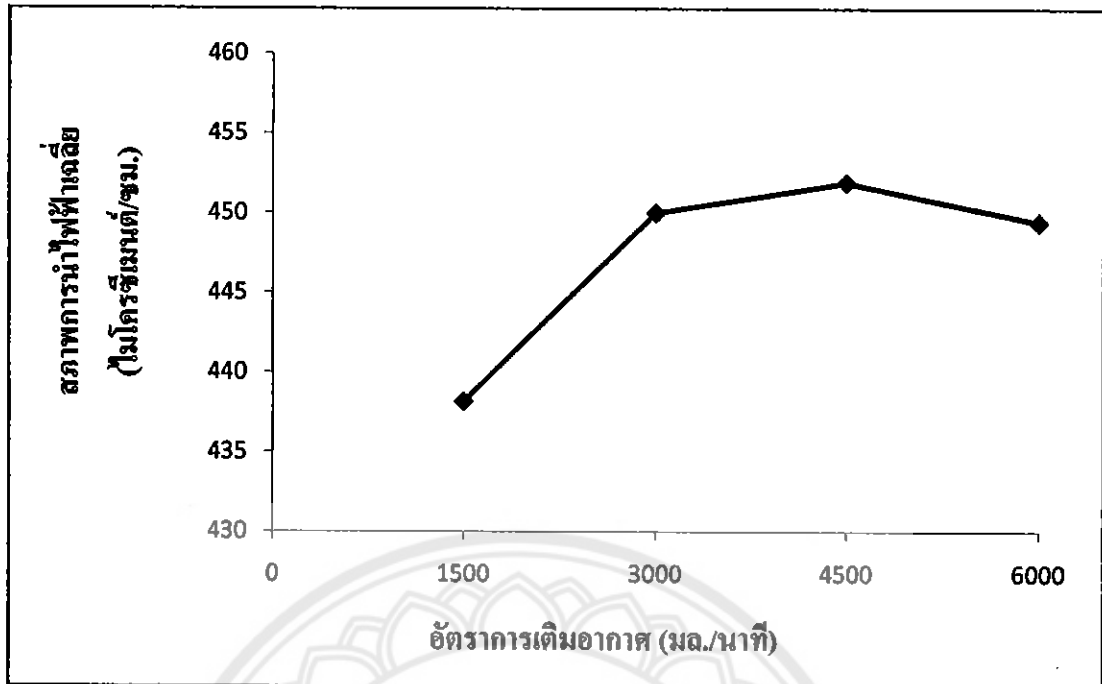
รูปที่ 4.4 อุณหภูมิเฉลี่ย น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที

4.3 สภาพการนำไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.5 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกเมื่อกำหนดให้ค่าซีไอติน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกทั้ง 4 แบบจำลองมีสภาพการนำไฟฟ้าใกล้เคียงกับน้ำเข้าตลอดระยะเวลาการทดลอง และยังพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้ำออกและน้ำเข้ามีแนวโน้มสูงขึ้น แสดงว่าไม่มีการบำบัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าทุกถัง ค่าเฉลี่ยสภาพการนำไฟฟ้าตลอดช่วงการทดลอง น้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 436.75 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร น้ำออก 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 438.17 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร น้ำออก 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 450.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร น้ำออก 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 451.92 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร น้ำออก 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 449.42 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร



รูปที่ 4.5 สภาพการนำไฟฟ้าน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.6 สภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ย น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมน้ำ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมน้ำเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

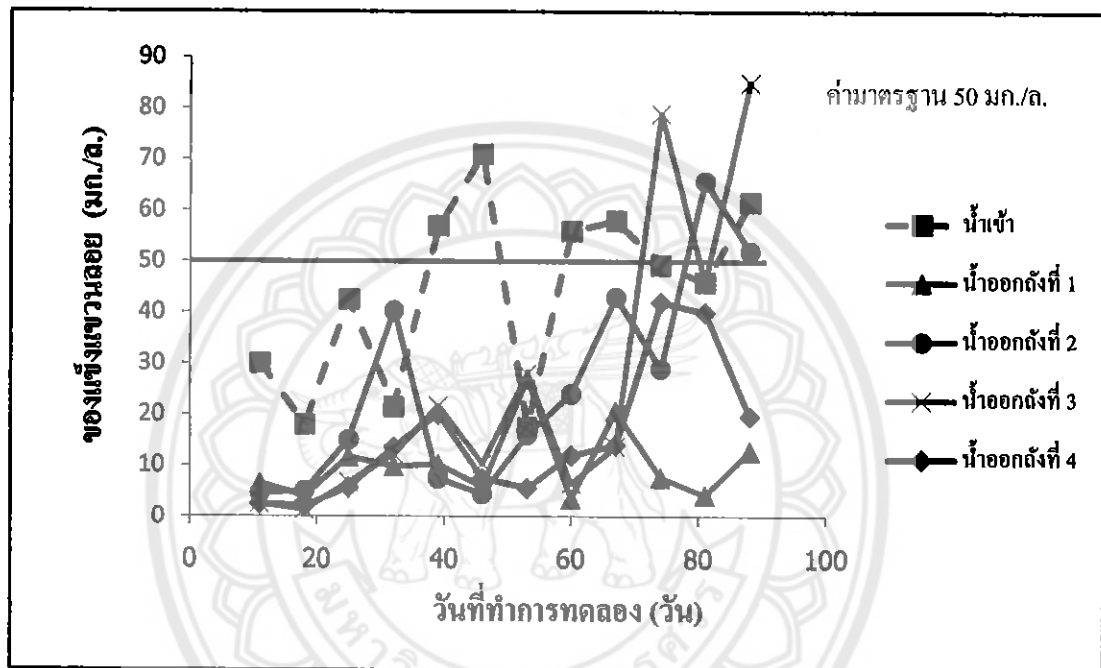
4.4 ของแข็งแขวนลอย

จากรูปที่ 4.7 ค่าของแข็งแขวนลอยน้ำเข้ามีค่าแปรผันค่อนข้างมาก และพบว่าค่าของแข็งแขวนลอย น้ำออกตั้งแต่วันที่ 11 ถึงวันที่ 46 ของการเดินระบบที่อัตราการเติมน้ำ 1,500 4,500 และ 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที่ มีค่าการบำบัดของแข็งแขวนลอยค่อนข้างดีเนื่องจากค่าของแข็งแขวนลอยน้ำออกมีค่าไม่เกินค่าของแข็งแขวนลอยน้ำเข้า ส่วนที่อัตราการเติมน้ำ 3,000 มิลลิลิตรต่อนาที่ ไม่มีการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอย เนื่องจากค่าของแข็งแขวนลอยน้ำออกมีค่าของแข็งแขวนลอยเกินค่าน้ำเข้า แล้วหลังจากวันที่ 53 ถึงวันที่สิ้นสุดของการเดินระบบ พบว่าที่อัตราการเติมน้ำ 1,500 และ 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที่ มีการบำบัดของแข็งแขวนลอยค่อนข้างดีเนื่องจากมีค่าของแข็งแขวนลอยไม่เกินค่าน้ำเข้า ส่วนที่อัตราการเติมน้ำ 3,000 และ 4,500 มิลลิลิตรต่อนาที่ หลังจากวันที่ 74 ถึงวันที่สิ้นสุดการเดินระบบไม่มีการบำบัดของแข็งแขวนลอยเนื่องจากค่าของแข็งแขวนลอยน้ำเข้ามีค่าเกินค่าที่มาตรฐานกำหนดไว้เท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

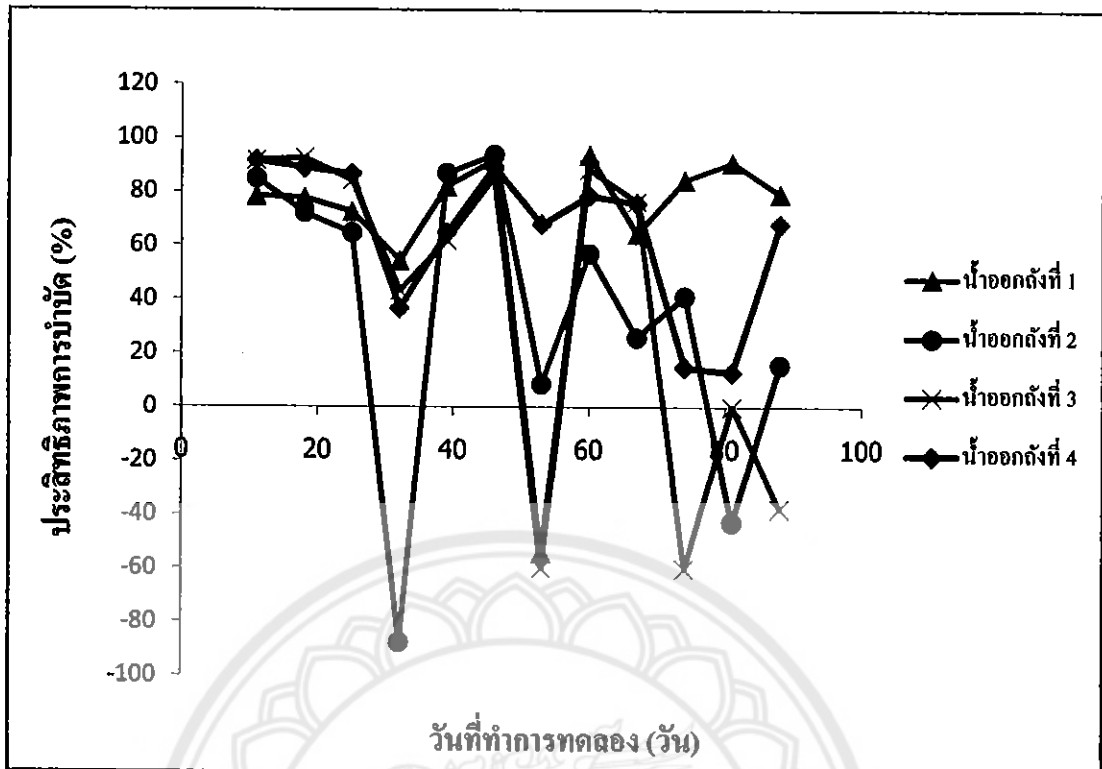
จากรูปที่ 4.8 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้ง 4 ถังมีแนวโน้มคงที่ จนถึงวันที่ 25 ถังที่ 1 จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่อนข้างสูงตลอดการทดลอง ถังที่ 2 และถังที่ 3 มีประสิทธิภาพลดลงมากจนไม่บำบัด แล้วกลับเพิ่มขึ้น โดยค่าแปรผันจนจบการทดลอง ถังที่ 4 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่อนข้างดีในวันที่ 46

ถึงวันที่ 67 และประสิทธิภาพลดลง จนถึงวันที่ 81 และเพิ่มสูงขึ้น ในวันที่ 88 ของการทดลอง โดยประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย ถังที่ 1 มีค่าเท่ากับร้อยละ 67.95 ถังที่ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 35.07 ถังที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 38.84 และ ถังที่ 4 มีค่าเท่ากับร้อยละ 64.73

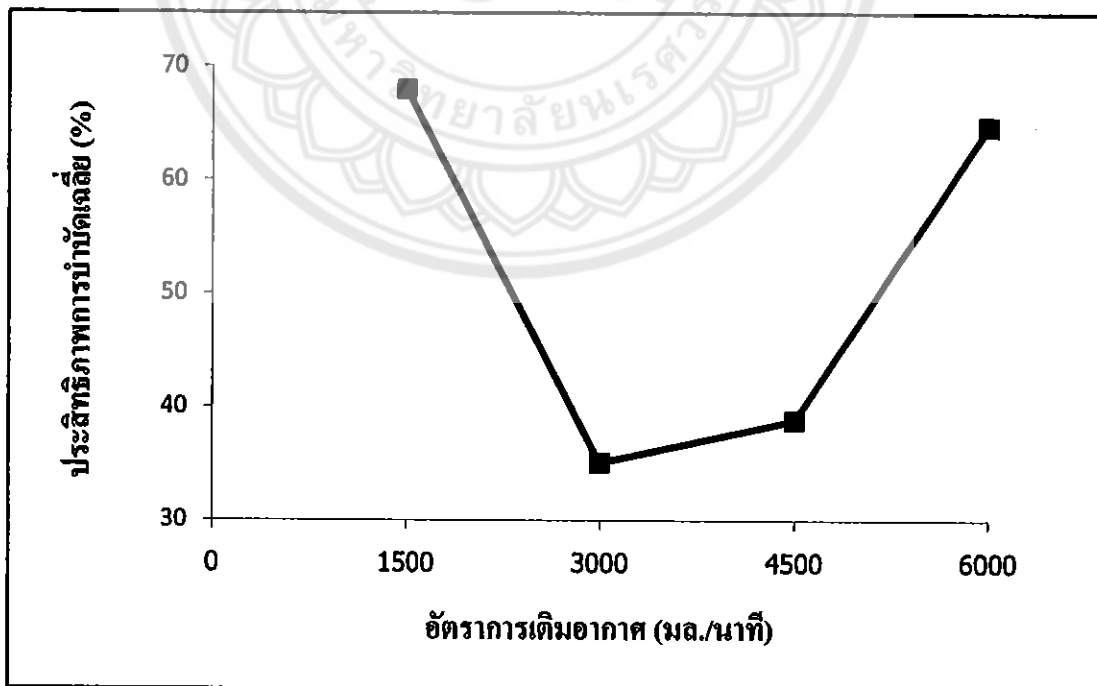
จากรูปที่ 4.9 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแ่งแขวนลอยเฉลี่ย ที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 3,000 4,500 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่าที่อัตราการเติม 1,500 มิลลิลิตรต่อนาที มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 67.95



รูปที่ 4.7 ปริมาณของแ่งแขวนลอยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



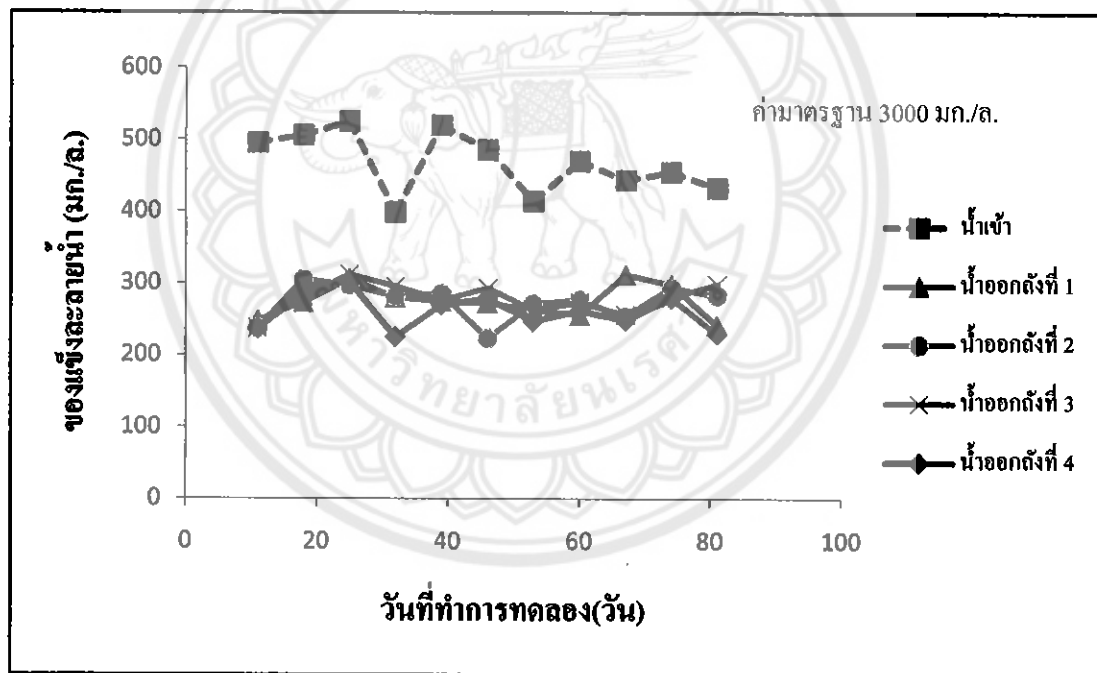
รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



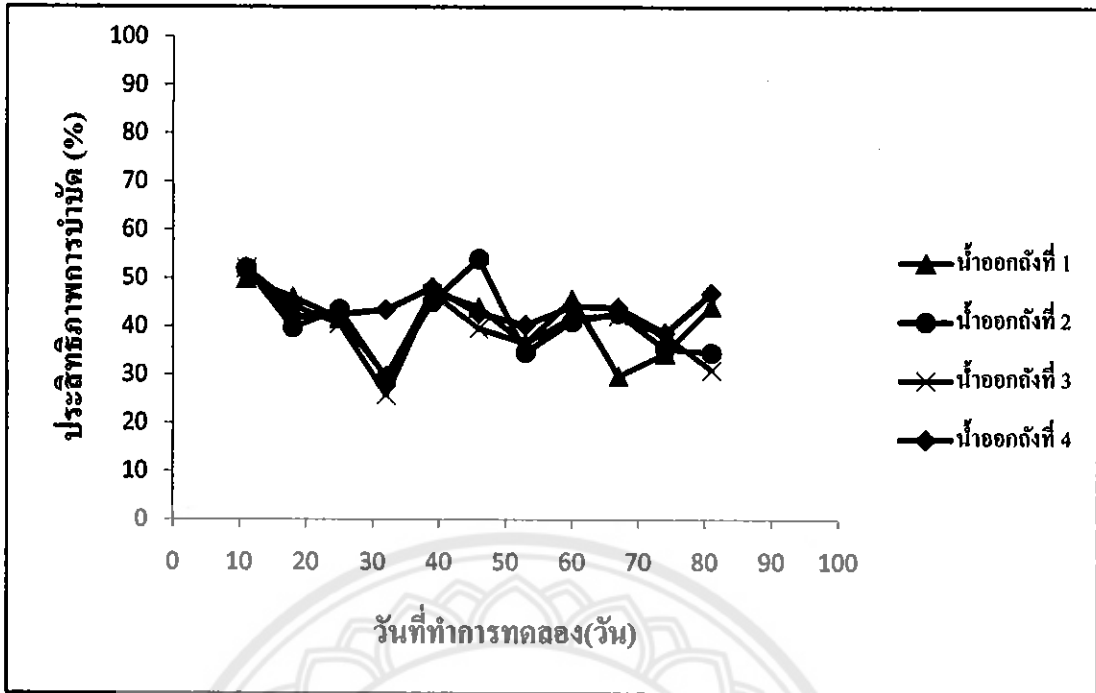
รูปที่ 4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

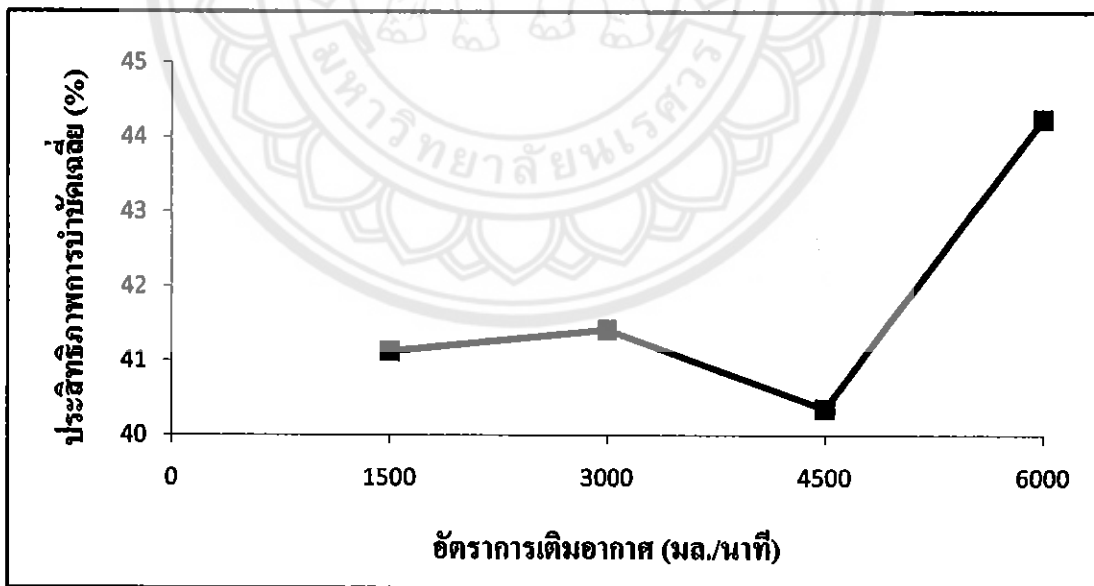
จากรูปที่ 4.10 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกเมื่อกำหนดให้ค่าซีไอคีน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำออกทั้ง 4 แบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกันมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่หลังวันที่ 30 จนจบการทดลอง และพบว่าค่าของน้ำออกทั้ง 3 ถึงมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมากกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง แสดงว่าแบบจำลองทั้ง 3 ถึงไม่มีการบำบัดของแข็งละลายน้ำทั้งหมดทุกถัง จากการเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดตลอดช่วงการทดลอง พบว่าน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 113.28 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 141.84 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 142.10 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 148.46 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ค่าของแข็งทั้งหมดไม่ควรเกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีค่าผ่านมาตรฐานตลอดการทดลองทุกถัง



รูปที่ 4.10 ปริมาณของแข็งละลายน้ำ น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



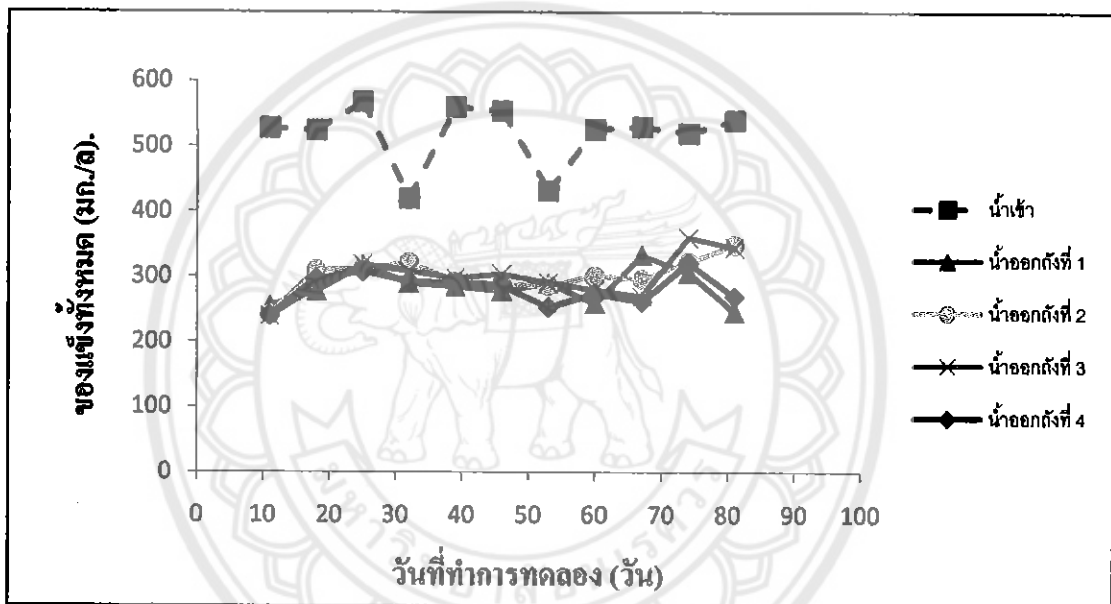
รูปที่ 4.11 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำ น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1500 3000 4500 และ 6000 มล./นาที่



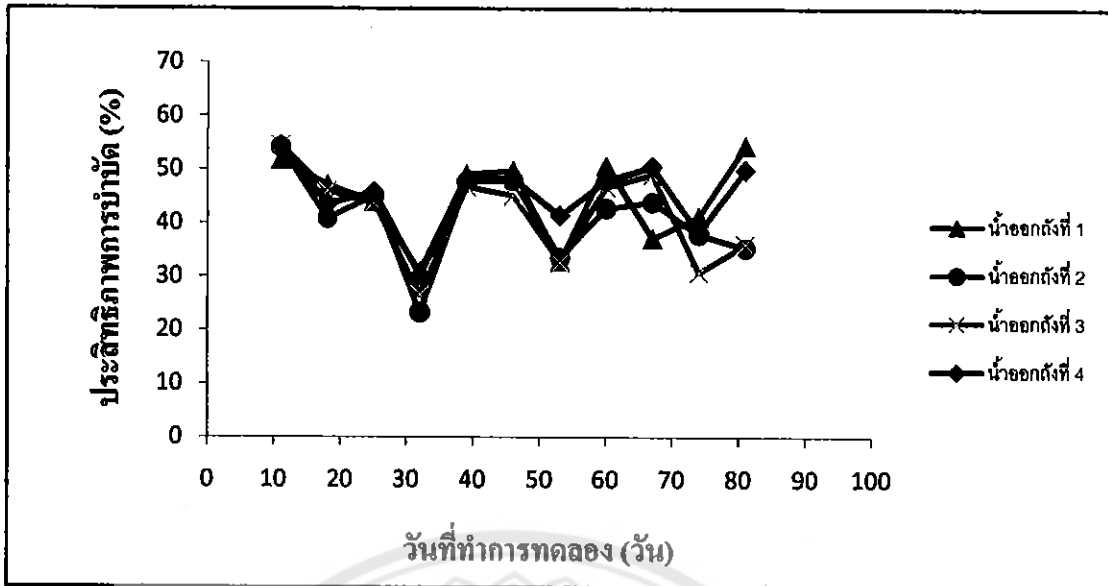
รูปที่ 4.12 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.6 ของแข็งทั้งหมด

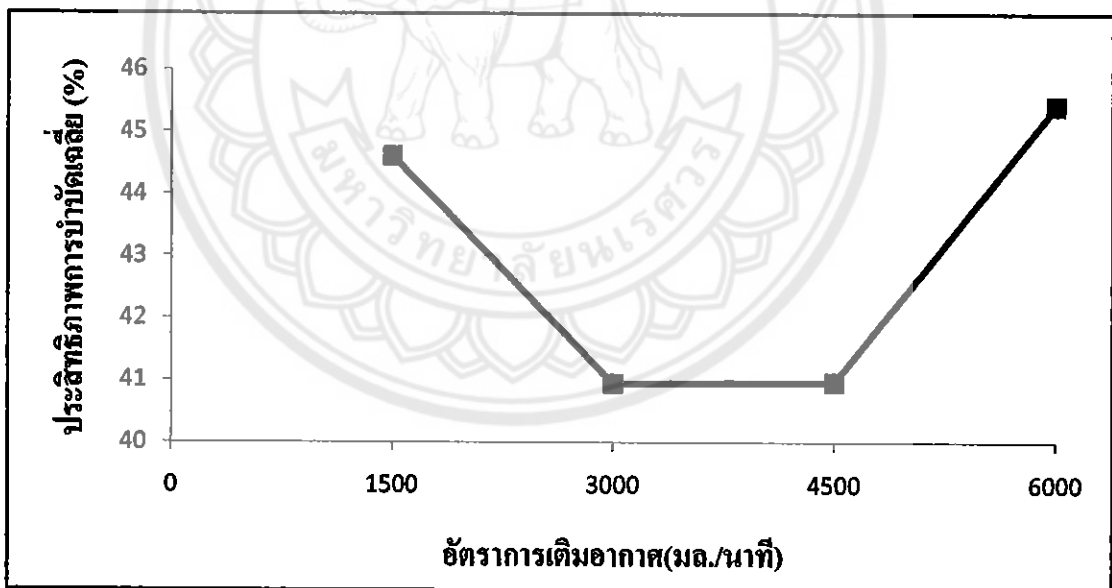
จากรูปที่ 4.13 แสดงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออก เมื่อกำหนดให้ค่าซีไอคีนน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้าในช่วงวันที่ 25 – 60 มีความแปรผันจนกระทั่งวันที่ 67 มีแนวโน้มคงที่จนจบการทดลอง ในน้ำออกทั้ง 4 ถัง มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและคงที่จนช่วงวันที่ 67 มีค่าแปรผันจนจบการทดลอง แสดงว่าแบบจำลองทั้ง 4 ถังมีการบำบัดของแข็งทั้งหมดได้ดี จากข้อมูลพบว่าน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 523.17 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 286.17 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304.92 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 305.33 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 282.82 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.14 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



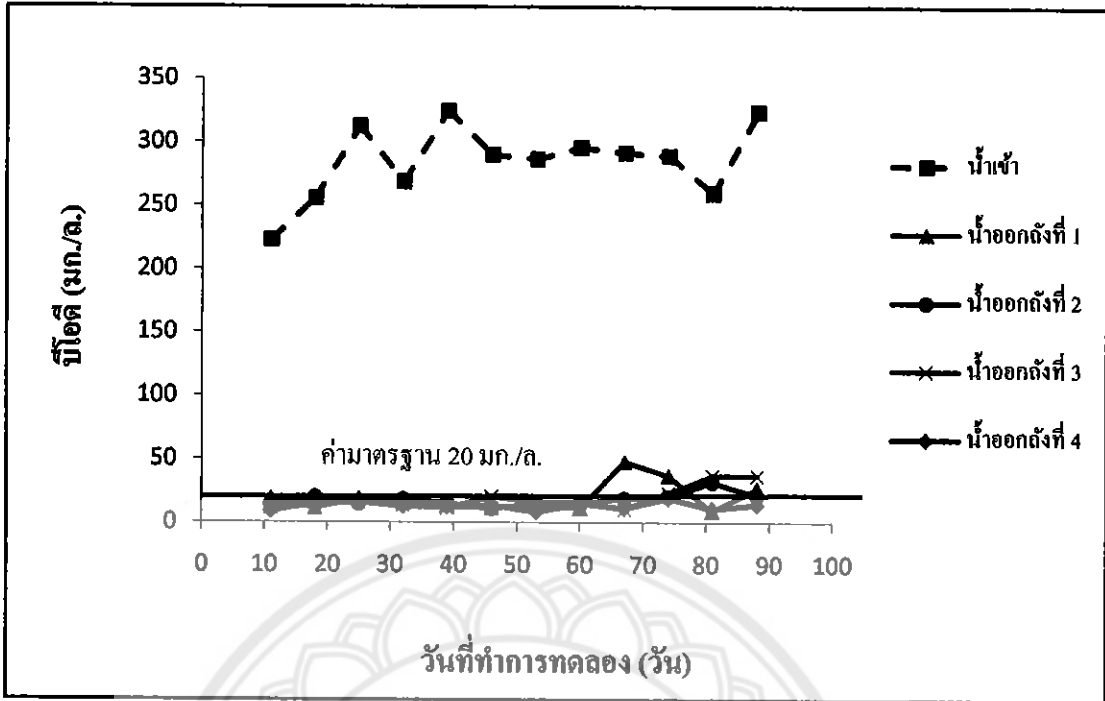
รูปที่ 4.15 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.7 บีโอดี

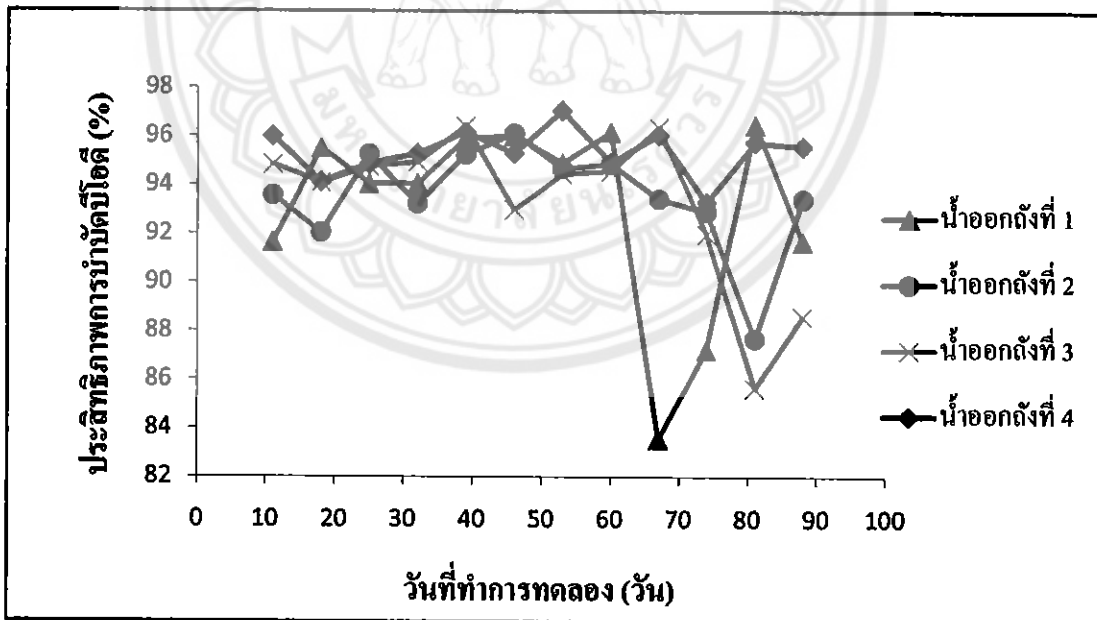
จากรูปที่ 4.16 แสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อกำหนดให้ค่าซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกทั้ง 4 ถัง มีค่าบีโอดีน้อยกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง แสดงว่ามีการบำบัดบีโอดี จากรูปน้ำออกทั้ง 4 ถัง มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงตั้งแต่วันที่ 67 เป็นต้นมา ค่าบีโอดีของทั้งที่ 1 - 3 มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยน้ำเข้ามีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 285.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่น้ำออกถังที่ 1 มีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 19.72 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกถังที่ 2 มีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 18.16 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกถังที่ 3 มีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 19.07 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกถังที่ 4 มีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 13.20 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมกำหนดค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าถังที่ 4 ผ่านมาตรฐานทุกสัปดาห์

จากรูปที่ 4.17 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีทั้ง 4 ถังมีแนวโน้มคงที่ จนถึงวันที่ 67 ขึ้นไป ถังที่ 1 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีทั้งถังมีแนวโน้มลดลงแล้วกลับมาเพิ่มขึ้นจนวันที่ 88 มีค่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องแปรผันจนสิ้นสุดการทดลอง ถังที่ 2 และ 3 ในวันที่ 74 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีทั้งถังมีแนวโน้มลดลงแล้วกลับมาเพิ่มขึ้น ส่วนถังที่ 4 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีค่อนข้างคงที่ โดยที่ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของถังที่ 1 มีค่าเท่ากับร้อยละ 93.10 ถังที่ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 93.54 ถังที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 93.30 และถังที่ 4 มีค่าเท่ากับร้อยละ 95.37

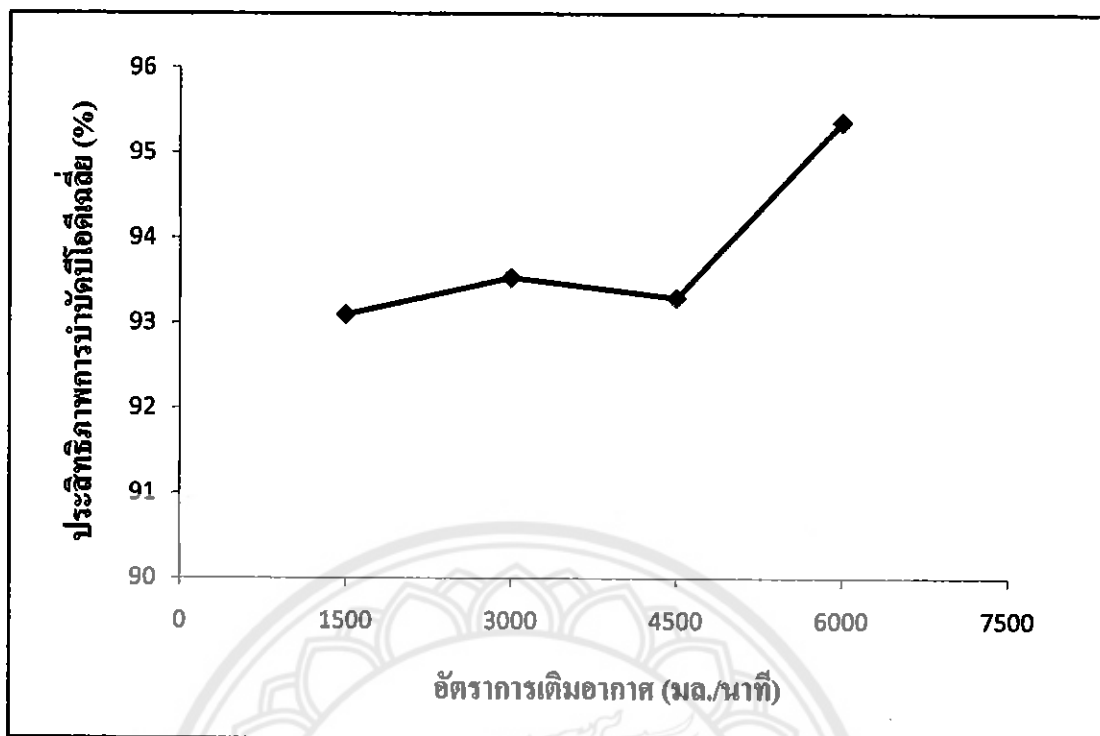
จากรูปที่ 4.18 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของบีโอดีเฉลี่ยของถังที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน พบว่าอัตราเติมอากาศมีผลต่อการบำบัดคือ มีค่าแปรผันตามอัตราเติมอากาศโดยถังที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดคือ ถังที่ 4 ซึ่งมีอัตราเติมอากาศเท่ากับ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.16 ปริมาณบิโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.17 ประสิทธิภาพการบำบัดบิโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



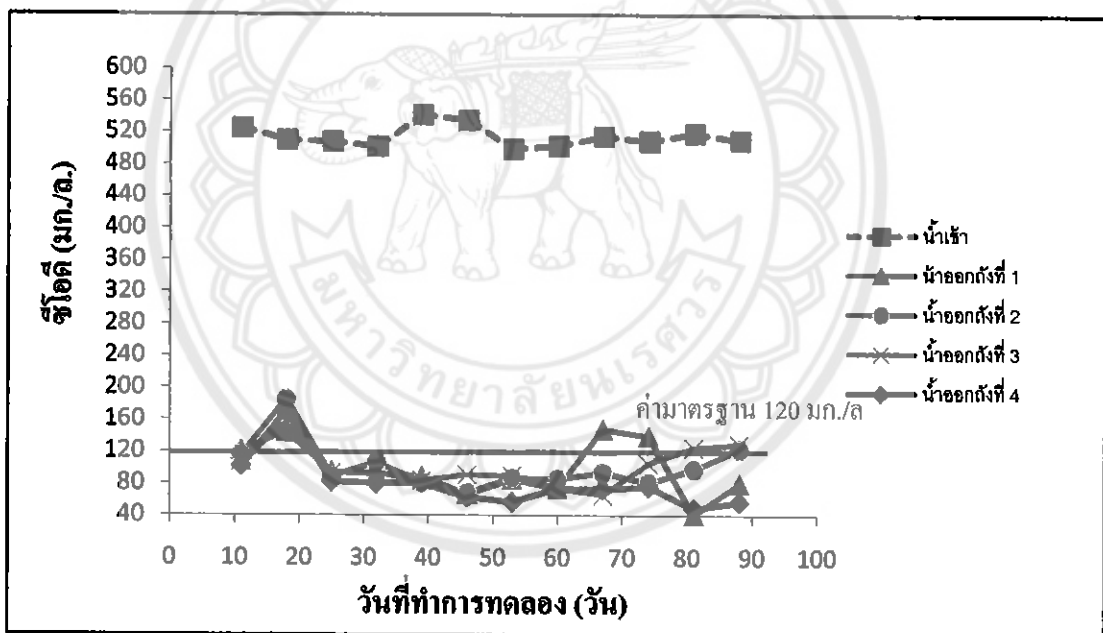
รูปที่ 4.18 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำด้วยโอโซนที่น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาท

4.8 ซีโอดี

จากรูปที่ 4.19 แสดงค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำเมื่อกำหนดให้ค่าซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จากรูปจะเห็นว่าน้ำออกทั้ง 4 ถัง มีค่าซีโอดีน้อยกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง แสดงให้เห็นว่ามีการบำบัดเกิดขึ้นในระบบ โดยน้ำออกถังที่ 1 ค่าซีโอดีมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงวันที่ 11 - 18 จนวันที่ 25 ค่าซีโอดีมีค่าลดลง ในช่วงวันที่ 67 - 74 มีค่าซีโอดีเพิ่มขึ้นอีกครั้ง และลดลง หลังจากนั้นยังมีค่าแปรผันตลอดช่วงการทดลองจนจบการทดลอง ถังที่ 2 ค่าซีโอดีมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง หลังจากนั้นค่าซีโอดีเริ่มลดลงจนถึงวันที่ 88 ค่าซีโอดีมีค่าแนวโน้มค่อยๆ สูงขึ้นจนจบการทดลอง ถังที่ 3 ค่าซีโอดีมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง หลังจากนั้นค่าซีโอดีเริ่มลดลงจนถึงวันที่ 74 ค่าซีโอดีมีค่าแนวโน้มค่อยๆ สูงขึ้นจนจบการทดลอง ถังที่ 4 ค่าซีโอดีมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง ช่วงวันที่ 25 ค่าซีโอดีเริ่มลดลงจนจบการทดลอง โดยน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 514.75 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.92 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 101.25 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออก 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 101.08 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออก 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.42 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมกำหนดค่าซีโอดีไม่เกิน 120 กรัมต่อลิตร พบว่าถังที่ 4 ผ่านมาตรฐาน

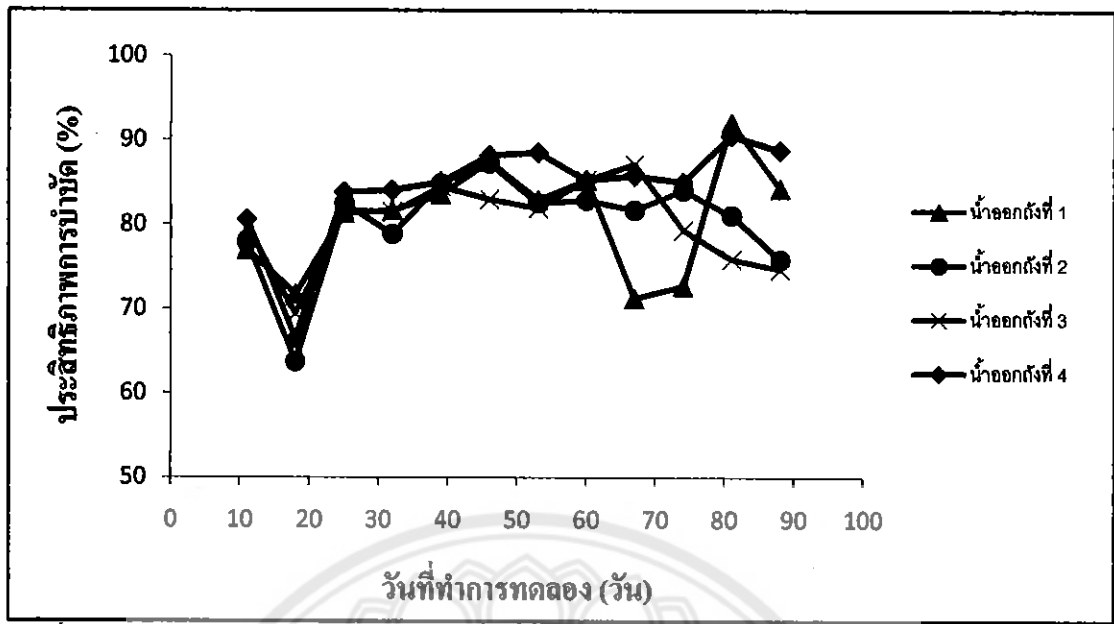
จากรูปที่ 4.20 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดี พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีตั้งแต่ 1 2 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกันจนถึงวันที่ 32 ถึงที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดลดลงช่วงวันที่ 67 แล้วกลับมาเพิ่มขึ้นในวันที่ 81 ค่ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและแปรผันตลอดจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ถึงที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดลดลงมากแล้วกลับมาเพิ่มขึ้นถึงวันที่ 39 ค่ามีแนวโน้มคงที่อย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 88 ค่าเริ่มลดลง ถึงที่ 3 มีประสิทธิภาพบำบัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนถึงช่วงวันที่ 74 ค่ามีแนวโน้มลดลง ถึงที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพการบำบัด มีค่าแนวโน้มคงที่อย่างต่อเนื่องจนจบการทดลอง โดยประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของถึงที่ 1 มีค่าเท่ากับร้อยละ 80.95 ถึงที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.29 ถึงที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.34 และถึงที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 84.37

จากรูปที่ 4.21 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด ซีไอดีเฉลี่ยของถึงที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน พบว่าอัตราเติมอากาศมีผลต่อการบำบัดไม่มากเพราะมีค่าไม่แปรผันตามอัตราเติมอากาศ โดยถึงที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดคือ ถึงที่ 4 ซึ่งมีอัตราเติมอากาศเท่ากับ 6,000 มล./นาที่

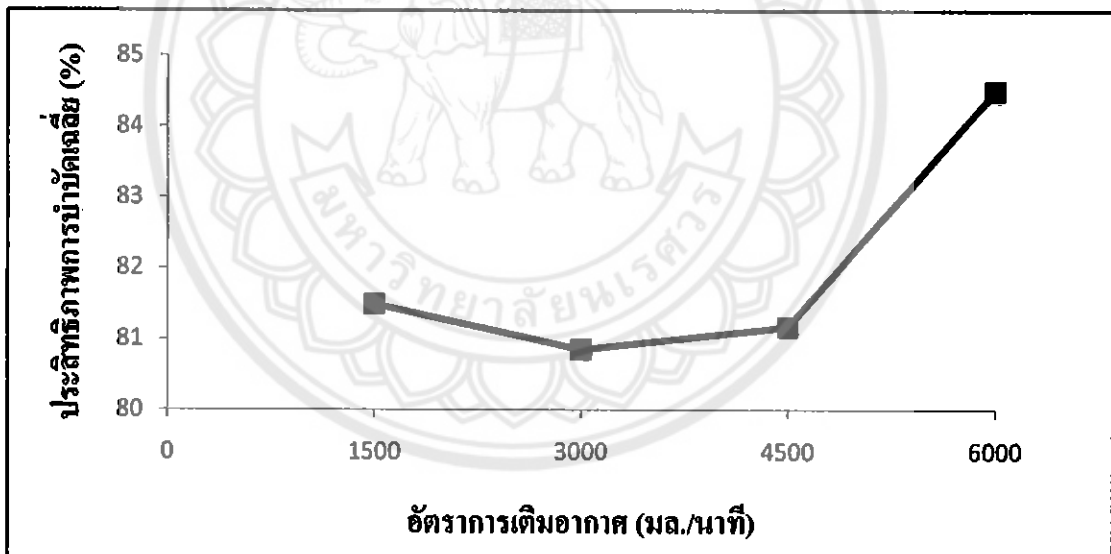


รูปที่ 4.19 ปริมาณซี ไอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.20 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทรายคิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาทึ



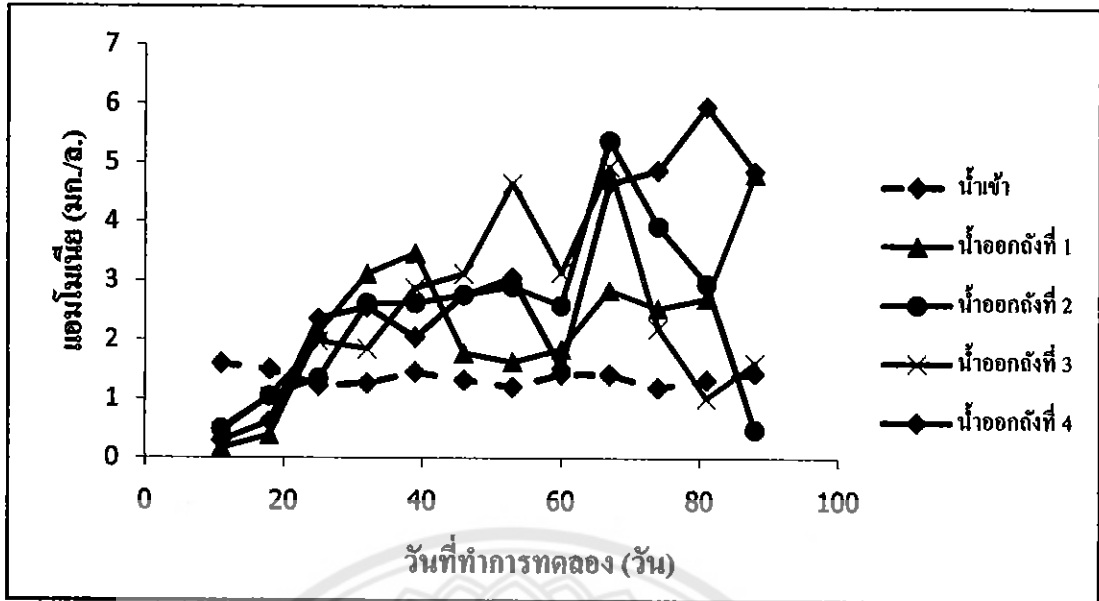
รูปที่ 4.21 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาทึ

4.9 แอมโมเนียในโตรเจน

จากรูปที่ 4.22 พบว่าปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนน้ำเข้ามีค่าแปรผันค่อนข้างคงที่ และน้ำออกทุกอัตราการเติมอากาศตั้งแต่วันที่ 11 ถึงวันที่ 18 ของการเดินระบบมีการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจน เนื่องจากค่าแอมโมเนียในโตรเจนออกมีค่าไม่เกินค่าแอมโมเนียในโตรเจนน้ำเข้า และหลังจากวันที่ 25 ถึงวันที่สิ้นสุดการทดลองที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 และ 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที ไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจน เนื่องจากค่าปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนน้ำออก มีค่าเกินค่าปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนน้ำเข้า และวันที่ 81 ถึงวันที่สิ้นสุดการทดลองที่อัตราการเติมอากาศ 3,000 และ 4,500 มิลลิลิตรต่อนาที มีการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนเล็กน้อย เนื่องจากค่าแอมโมเนียในโตรเจนน้ำออก มีค่าไม่เกินค่าแอมโมเนียในโตรเจนน้ำเข้า

จากรูปที่ 4.23 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจน พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจน ทั้ง 4 ถังมีแนวโน้มคงที่ จนถึงวันที่ 25 และหลังจากวันที่ 25 จนถึงวันที่สิ้นสุดการทดลอง ถังที่ 1 และถังที่ 4 ไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจน เนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียมีค่าคิดลบ ถังที่ 2 จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนในวันที่ 88 ของการทดลอง ถังที่ 3 จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนวันที่ 81 ของการทดลอง

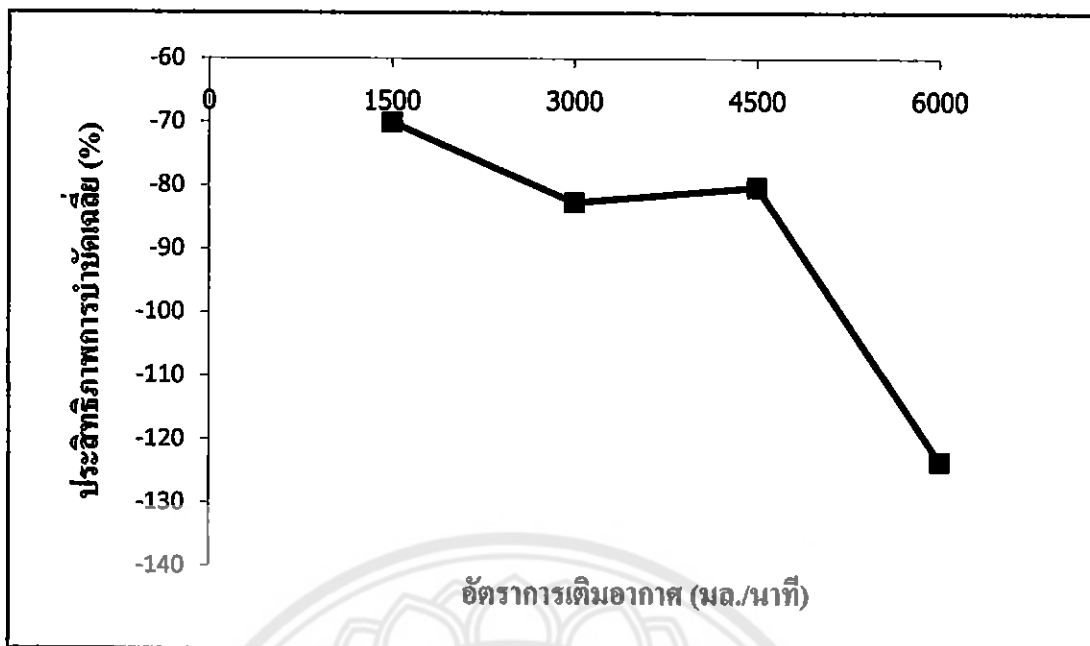
จากรูปที่ 4.24 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนเฉลี่ย ที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 3,000 4,500 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่าที่ทุกอัตราเติมอากาศไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจน เนื่องจากประสิทธิภาพมีค่าคิดลบทุกอัตราการเติมอากาศ



รูปที่ 4.22 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาทึ



รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาทึ



รูปที่ 4.24 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมน้ำ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมน้ำเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

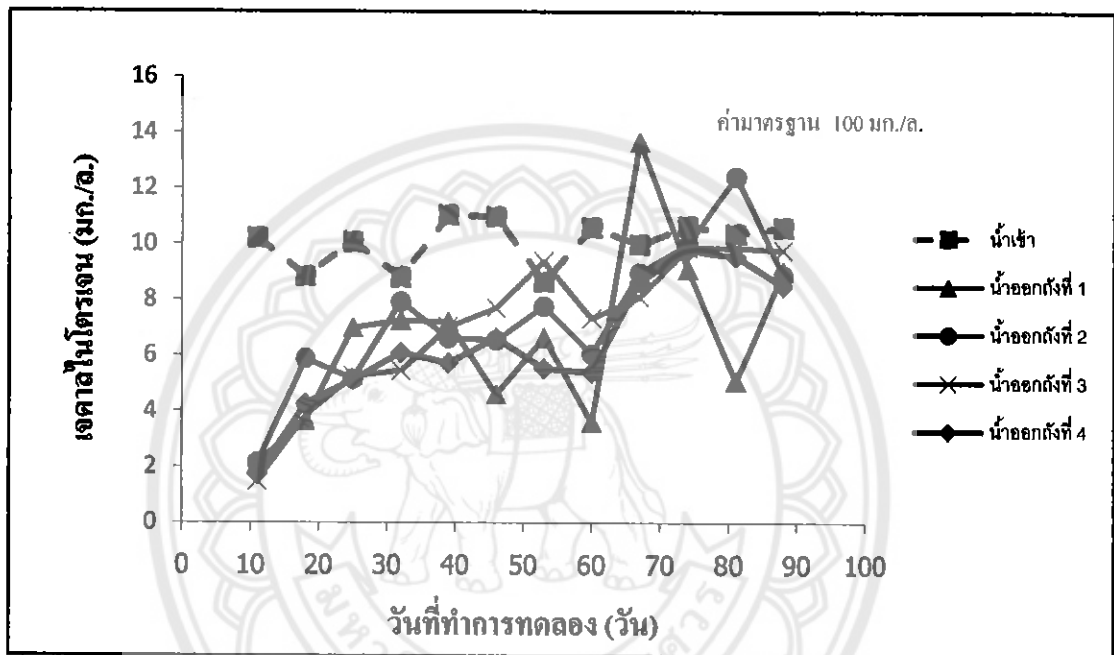
4.10 เจดาคในโตรเจน

จากรูปที่ 4.25 พบว่าปริมาณเจดาคในโตรเจนน้ำเข้าระบบมีค่าแปรผันค่อนข้างคงที่ และน้ำออกจากระบบทุกอัตราการเติมน้ำ ตั้งแต่วันที่ 11 ถึงวันที่ 46 ของการเดินระบบมีการบำบัดเจดาคในโตรเจน เนื่องจากค่าเจดาคในโตรเจนน้ำออกมีค่าไม่เกินค่าเจดาคในโตรเจนน้ำเข้า และหลังจากวันที่ 53 ถึงวันที่สิ้นสุดการทดลองที่อัตราการเติมน้ำ 1500 3000 และ 4500 มิลลิลิตรต่อนาที่ มีค่าการบำบัดเจดาคในโตรเจนแปรผันค่อนข้างมากมีทั้งการบำบัดเจดาคในโตรเจนและไม่มีการบำบัดเจดาคในโตรเจน เนื่องจากค่าปริมาณเจดาคในโตรเจนน้ำออก มีค่าไม่เกินค่าเจดาคในโตรเจนน้ำเข้า และบางครั้งค่าเจดาคในโตรเจนน้ำออกมีค่าเกินค่าเจดาคในโตรเจนน้ำเข้า ส่วนที่อัตราการเติมน้ำ 6000 มิลลิลิตรต่อนาที่ ตั้งแต่วันที่ 11 ถึงสิ้นสุดการทดลอง มีค่าการบำบัดเจดาคในโตรเจนค่อนข้างดี เนื่องจากค่าเจดาคในโตรเจนน้ำออกมีค่าไม่เกินค่าเจดาคในโตรเจนน้ำเข้า และทุกอัตราการเติมน้ำมีค่าผ่านตามที่ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 100 มก./ล. ทุกถัง

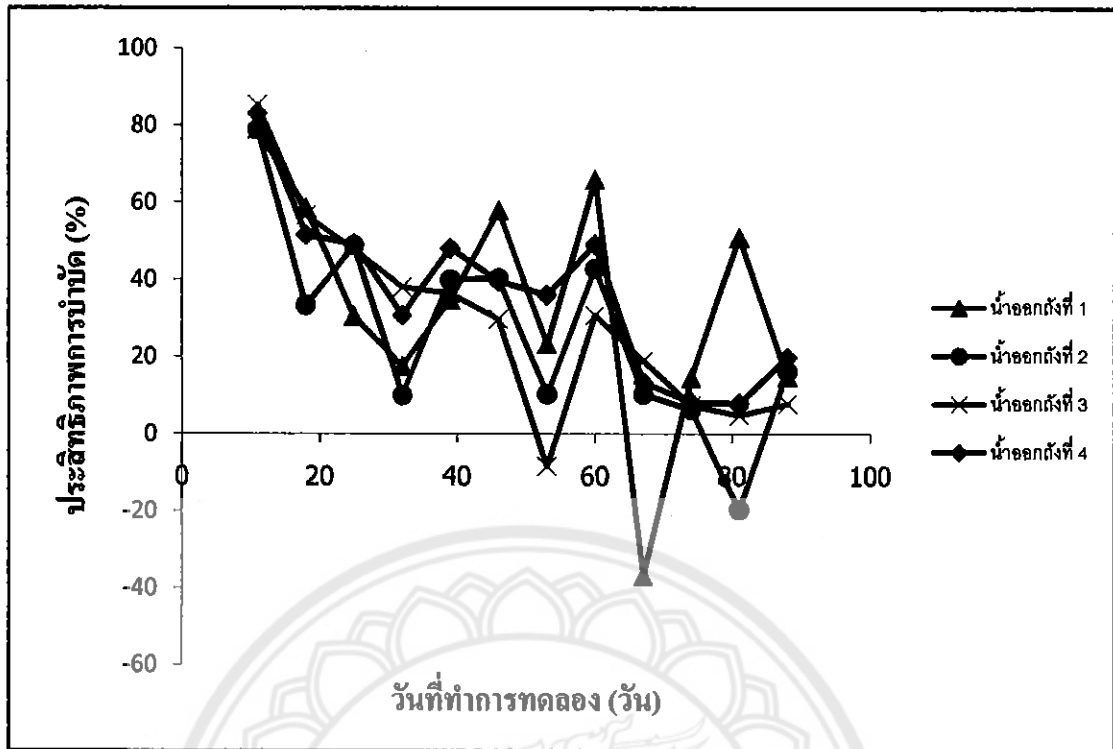
จากรูปที่ 4.26 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคในโตรเจน พบว่าถังที่ 3 และ 4 มีประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคแปรผันค่อนข้างมากจนถึงสิ้นสุดการทดลอง เนื่องจากมีค่าประสิทธิภาพขึ้นและลงมาก ถังที่ 1 ไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดเจดาคในโตรเจนในวันที่ 67 ของการทดลอง และจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดเจดาคในโตรเจนในวันที่ 74 จนถึง สิ้นสุดการทดลอง ถังที่ 2 จะไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดเจดาคในโตรเจนในวันที่ 81 และจะมี

ประสิทธิภาพในการบำบัดวันที่ 88 ของการทดลอง โดยประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย อยู่ที่ 1 มีค่าเท่ากับร้อยละ 34.29 อยู่ที่ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 26.50 อยู่ที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 29.59 และ อยู่ที่ 4 มีค่าเท่ากับร้อยละ 36.42

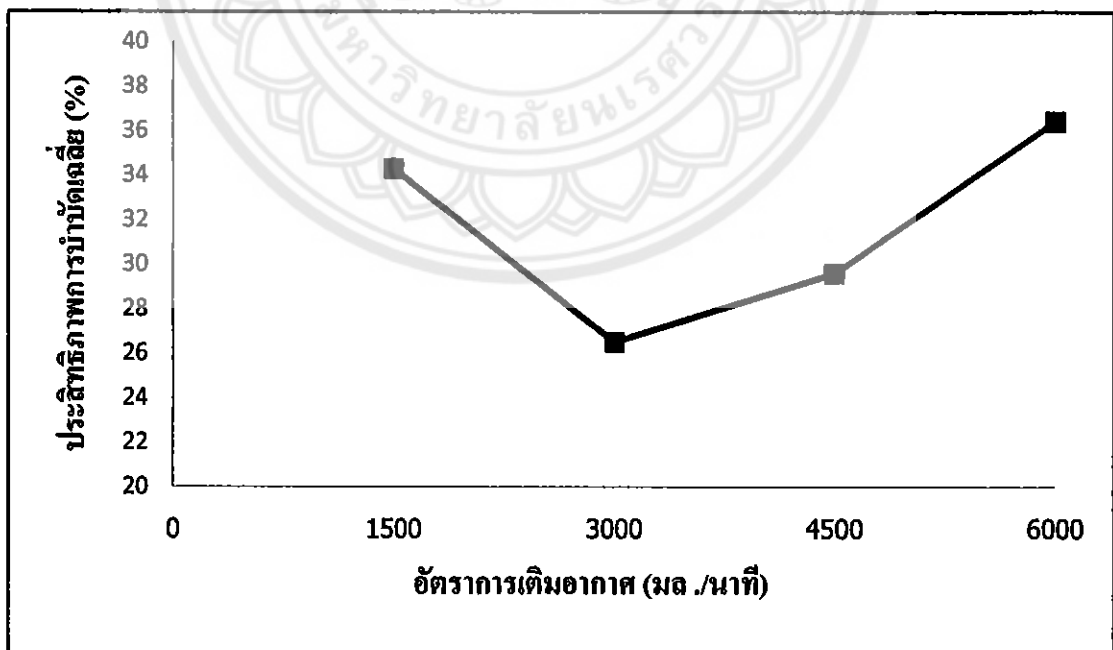
จากรูปที่ 4.27 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคัลไนโตรเจนเฉลี่ย ที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 3,000 4,500 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่าที่อัตราการเติม 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 36.42



รูปที่ 4.25 ปริมาณเจดาคัลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



รูปที่ 4.26 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



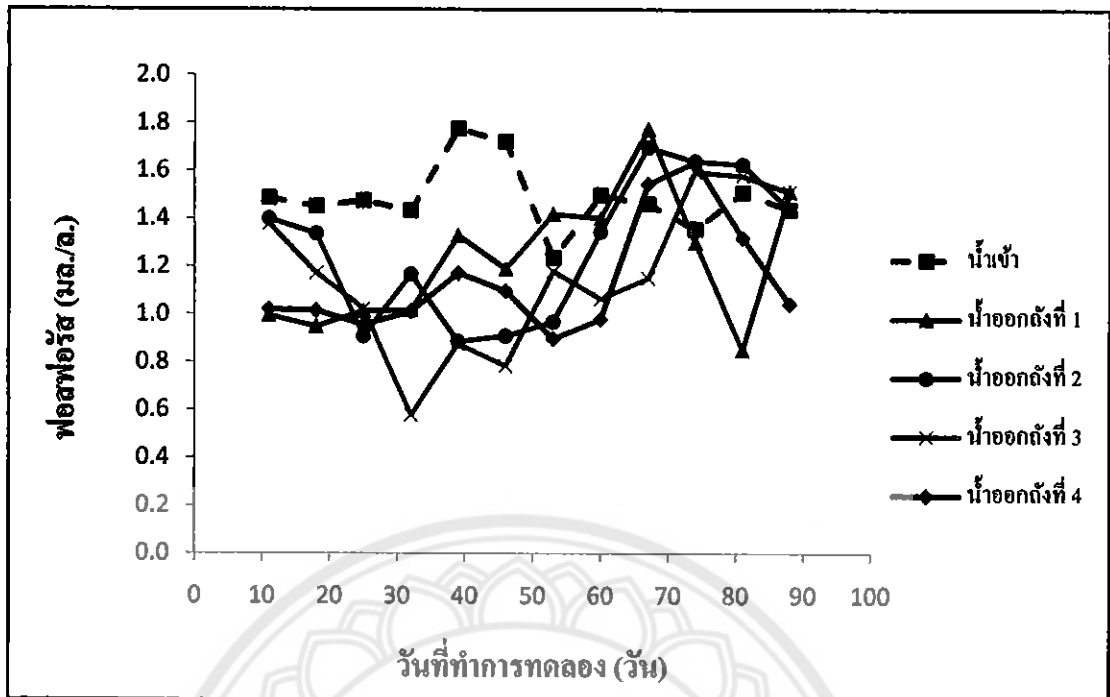
รูปที่ 4.27 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที

4.11 ฟอสฟอรัส

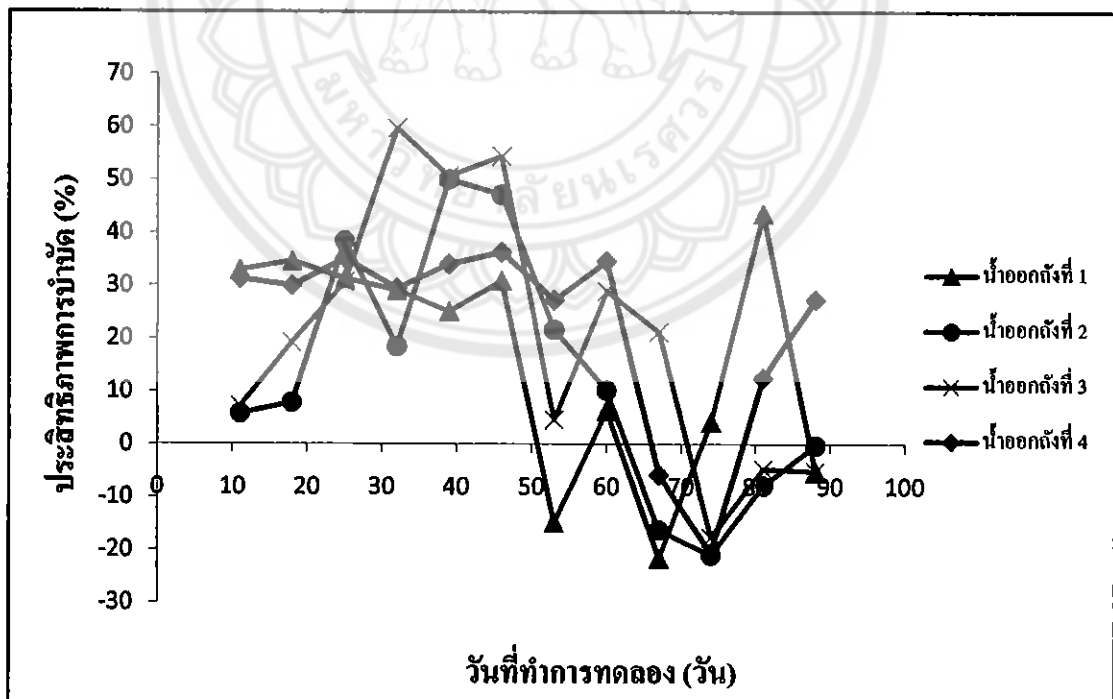
จากรูปที่ 4.28 แสดงค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบเมื่อกำหนดให้ค่าซีไอคีนน้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกทั้ง 4 ถึง ช่วงแรก ถึงวันที่ 60 มีค่าฟอสฟอรัสน้อยกว่าน้ำเข้าตลอด แสดงว่ามีการบำบัดเกิดขึ้นในระบบ จนวันที่ 67 เป็นต้นมา ค่าฟอสฟอรัสในน้ำออกมีค่ามากกว่าน้ำเข้า แสดงว่าระบบไม่มีการบำบัด จากรูปค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกทั้ง 4 ถึง มีค่าใกล้เคียงกัน จนช่วงวันที่ 71 น้ำออกถึงที่ 4 มีค่าฟอสฟอรัสลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยน้ำเข้าค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 1.488 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกถึง 1 ค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 1.230 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกถึง 2 ค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 1.278 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกถึง 3 ค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 1.158 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำออกถึง ค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 1.142 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.29 แสดงค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัส พบว่าถึงที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 11 ค่ามีแนวโน้มคงที่จนถึงวันที่ 67 ค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง น้ำออกถึง 2 และ 3 ค่ามีการแปรผันอยู่ในช่วง -20 ถึง 60 จนจบการทดลอง ส่วนถึงที่ 4 ค่าค่อนข้างคงที่ จนในช่วงวันที่ 60-74 ค่ามีแนวโน้มลดลง จากนั้นค่าเพิ่มขึ้นจนจบการทดลอง โดยค่าประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของถึงที่ 1 มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.38 ถึงที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 12.87 ถึงที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 20.77 และถึงที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 22.65

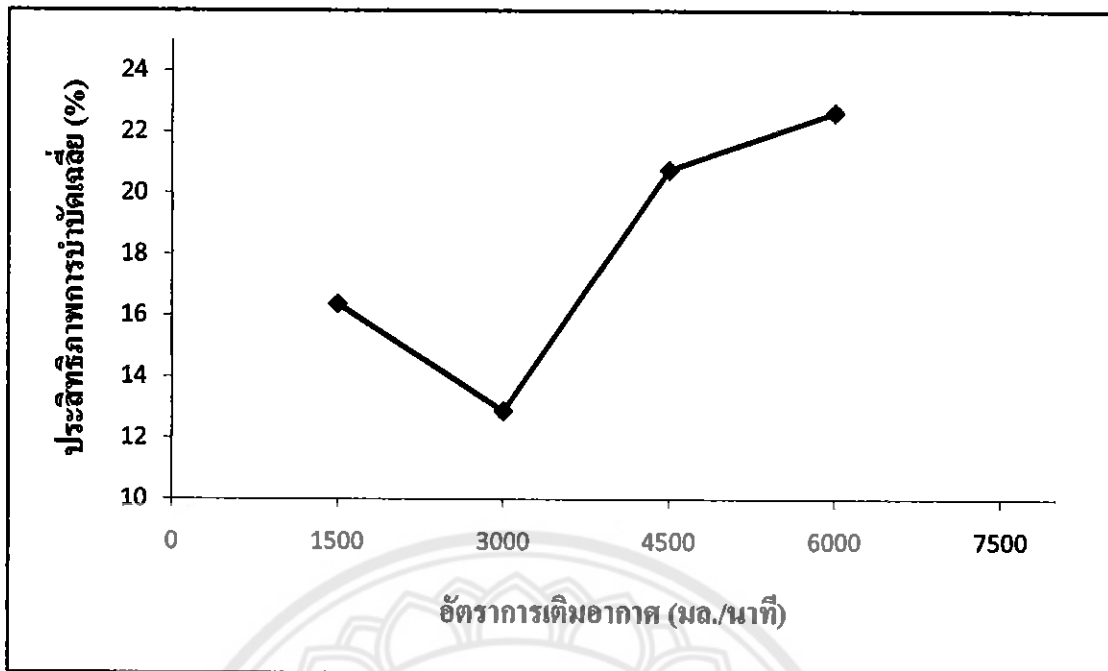
จากรูปที่ 4.30 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสเฉลี่ยของถึงที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน พบว่าอัตราเติมอากาศมีผลต่อการบำบัดคือมีค่าแปรผันตามอัตราเติมอากาศ โดยถึงที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดคือ ถึงที่ 4 ซึ่งมีอัตราเติมอากาศเท่ากับ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.28 ปริมาณฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาทึ



รูปที่ 4.29 ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาทึ

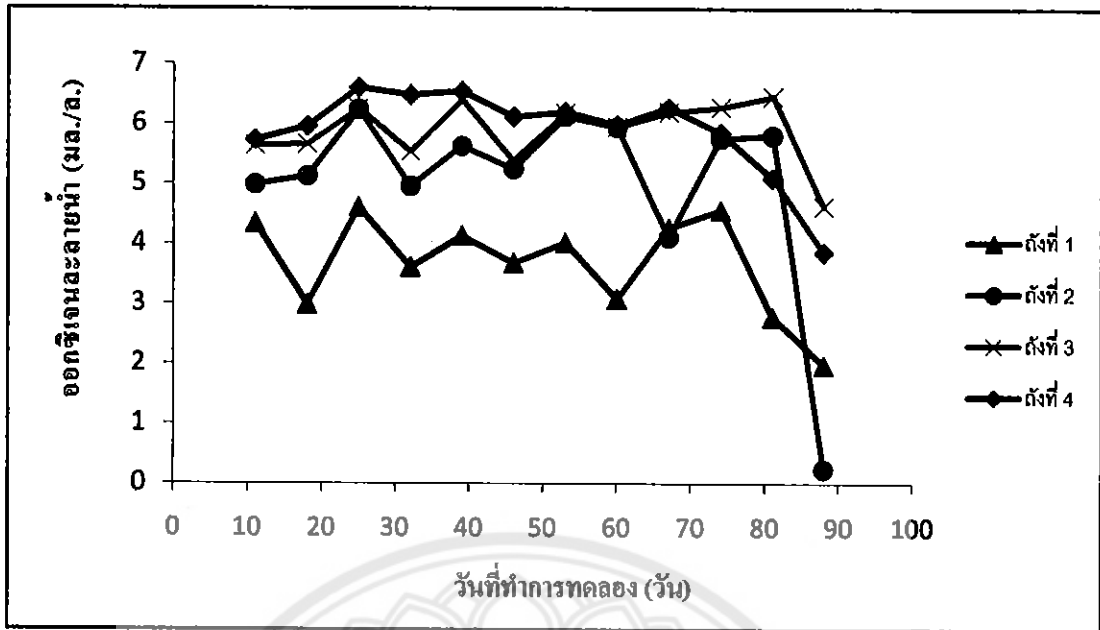


รูปที่ 4.30 ประสิทธิภาพการนำปุ๋ยฟอสฟอรัสน้ำละลายน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

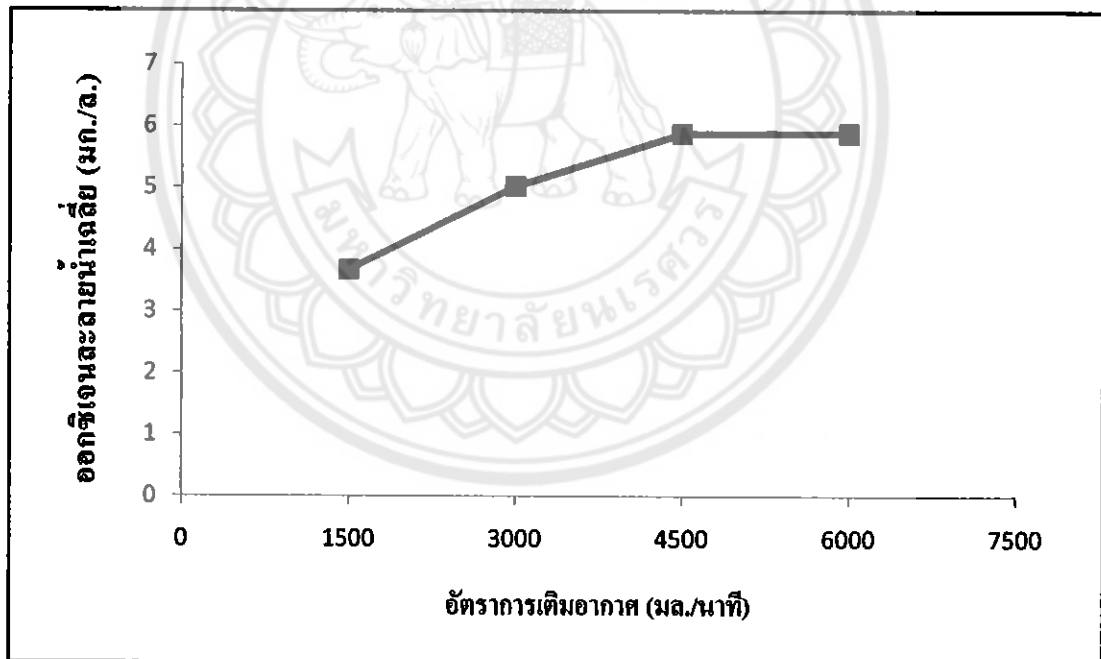
4.12 ออกซิเจนละลายน้ำ

จากรูปที่ 4.31 แสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศอยู่ระหว่าง 0.5 - 7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงแรกของการทดลองค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำในถังที่ 1 มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำในถังที่ 2 3 และ 4 ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกันจนถึงช่วงวันที่ 67 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำในถังที่ 2 มีค่าลดลง จนในช่วงวันที่ 80 ค่าทั้ง 4 ถังมีแนวโน้มลดลง โดยถังที่ 2 มีค่าต่ำที่สุด

จากรูปที่ 4.32 แสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยของถังที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน พบว่าอัตราเติมอากาศมีผลต่อค่าออกซิเจนละลายน้ำ คือมีค่าแปรผันตามอัตราเติมอากาศโดยถังที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงสุดคือ ถังที่ 4 ซึ่งมีอัตราเติมอากาศเท่ากับ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.31 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



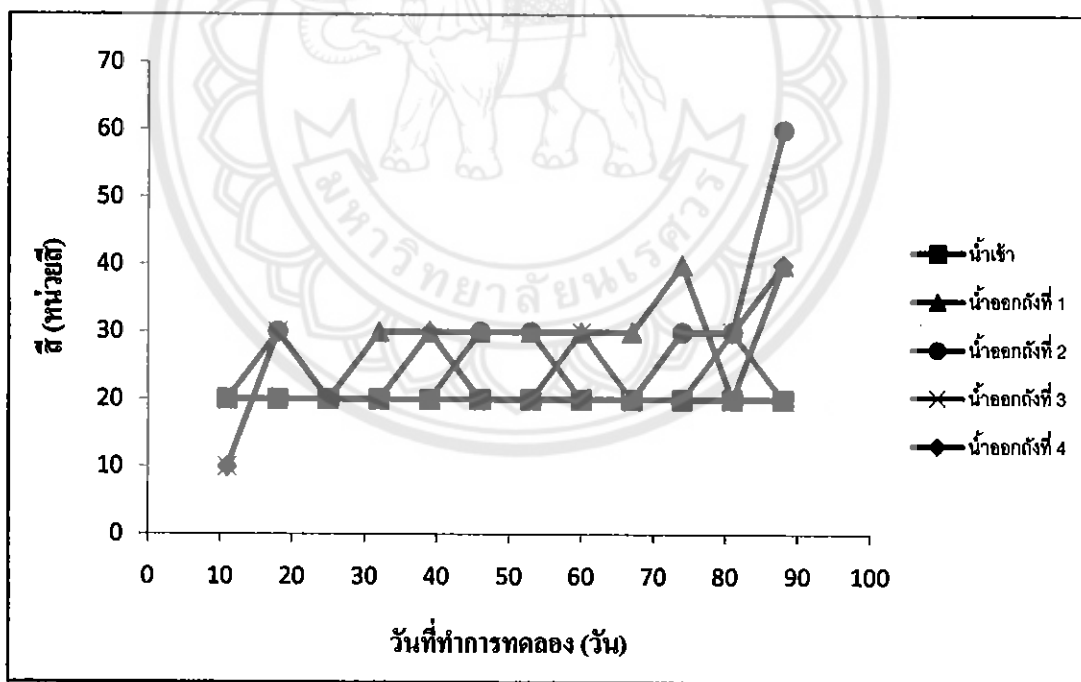
รูปที่ 4.32 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.13 ถี

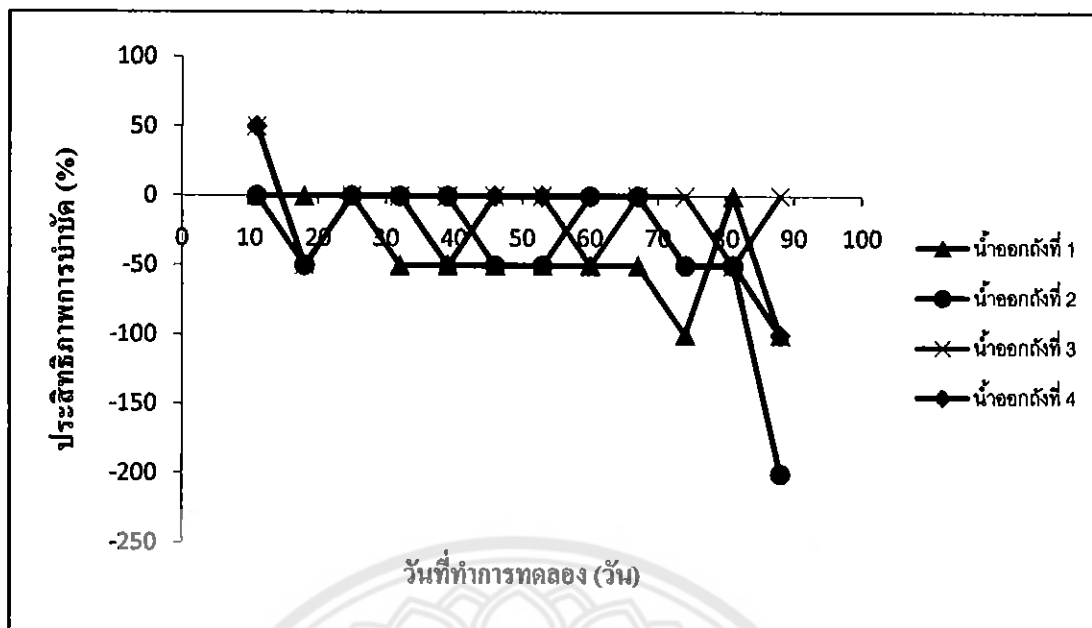
จากรูปที่ 4.33 แสดงค่าสีน้ำเข้า ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอคือ 500 พบว่าสีของน้ำเข้าก่อนข้างคองที่ตลอดการทดลอง ส่วนสีของน้ำออกในถังที่ 3 มีค่าก่อนข้างคองที่ ส่วนน้ำออกในถังที่ 1 2 และ 4 มีความแปรปรวนค่อนข้างมาก แต่ค่าสีจะอยู่ในช่วง 20 - 40 หน่วยสี ในช่วงวันที่ 88 ของการทดลองจะเห็นว่าสีของน้ำออกในถังที่ 1 2 และ 4 มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยสีของน้ำออกในถังที่ 2 มีค่าเพิ่มสูงสุด

จากรูปที่ 4.34 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดสี โดยจะพบว่าระบบสามารถบำบัดสีในถังที่ 4 ได้ช่วงแรก เท่านั้นซึ่งสามารถบำบัดได้ถึง 50% หลังจากวันที่ 18 ของการทดลอง ระบบไม่สามารถบำบัดสีได้ และในช่วงท้ายการทดลองจะพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดสีมีแนวโน้มต่ำลง

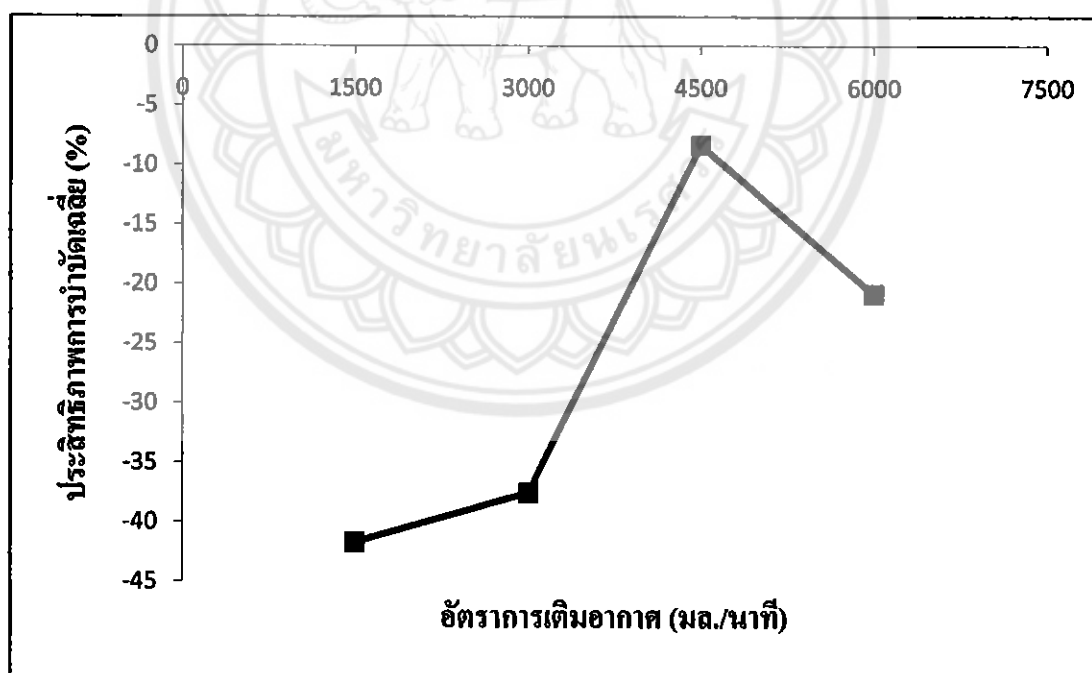
จากรูปที่ 4.35 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดสีเฉลี่ยต่ออัตราการเติมอากาศที่ต่างกัน โดยพบว่าการเติมอากาศที่มีปริมาณต่างกัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดของสี ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่าที่อัตราการเติมอากาศที่ 4,500 มก./ล. มีประสิทธิภาพการบำบัดสีสูงที่สุด แต่ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าติดลบซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบนี้ไม่มีการบำบัดสี



รูปที่ 4.33 ปริมาณสีน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



รูปที่ 4.34 ประสิทธิภาพการบำบัดสี น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



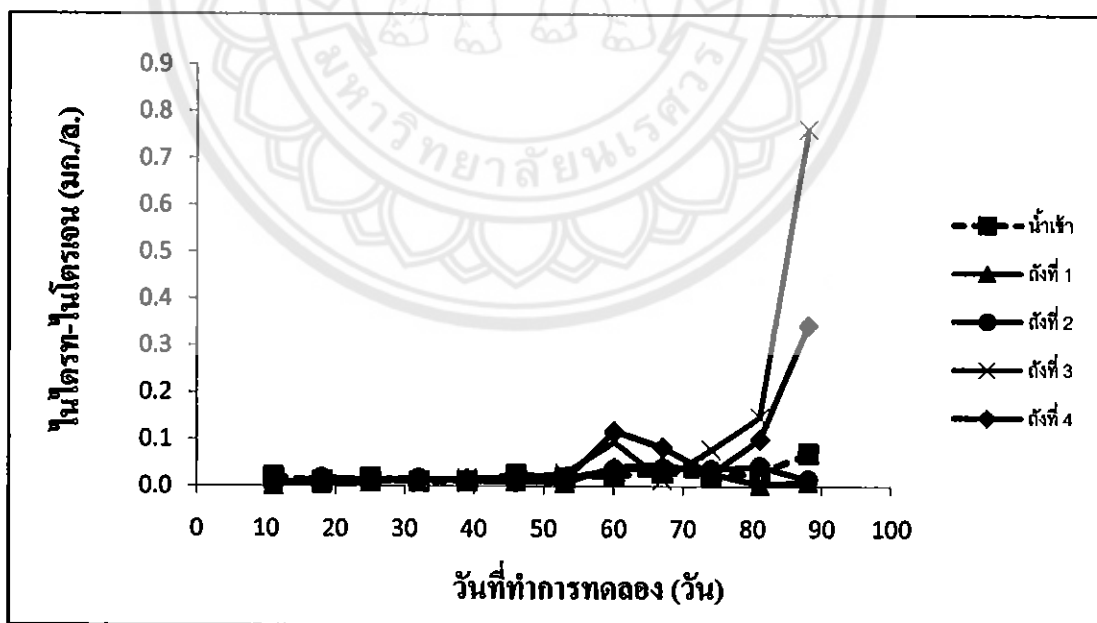
รูปที่ 4.35 ประสิทธิภาพการบำบัดสีเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.14 ไนโตรท - ไนโตรเจน

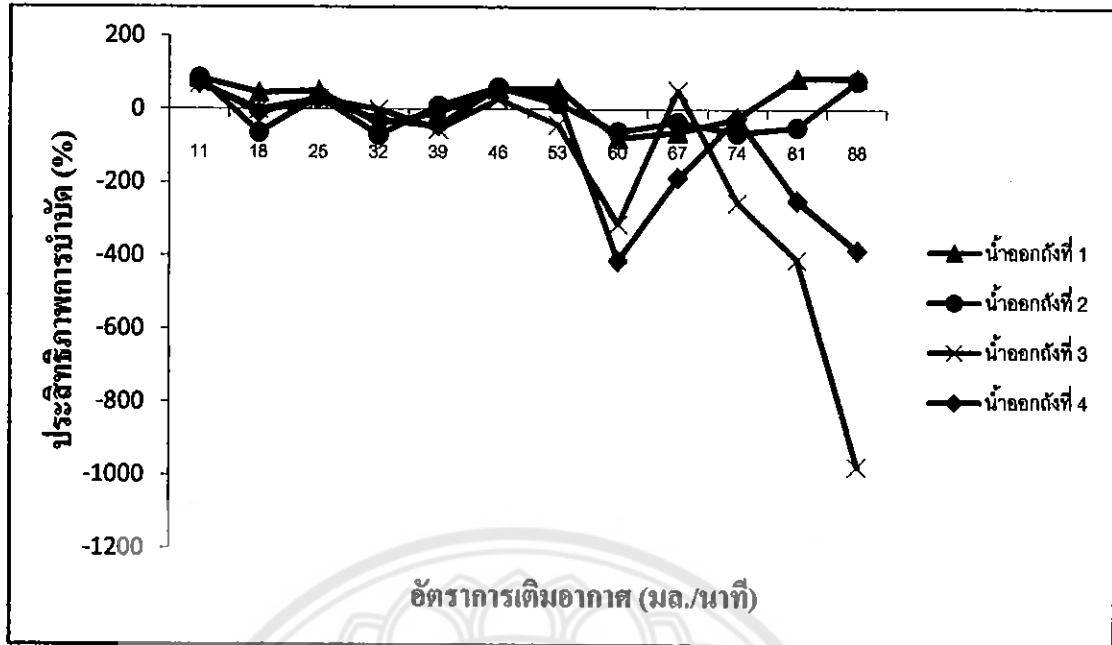
จากรูปที่ 4.36 แสดงค่าไนโตรท - ไนโตรเจน ของน้ำเข้าและน้ำออก ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำเข้ามีค่าไนโตรท - ไนโตรเจน ในน้ำเข้ามีค่าค่อนข้างคงที่ ตลอดการทดลอง และในช่วงแรกของการทดลอง ค่าไนโตรท-ไนโตรเจน ของน้ำเข้าและน้ำออกทุกถัง มีค่าใกล้เคียงกัน จนถึงวันที่ 53 ค่าไนโตรท-ไนโตรเจน ในถังที่ 3 และ 4 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จนถึงวันที่ 81 ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนในถังที่ 3 มีค่ามากที่สุด

จากรูปที่ 4.37 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรท - ไนโตรเจน ของน้ำเข้าและน้ำออก ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในช่วงวันที่ 11 - 53 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถังค่อนข้างคงที่ ซึ่งหลังจากวันที่ 53 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถังมีค่าติดลบ คือไม่มีการบำบัด ไนโตรท-ไนโตรเจน จนถึงวันที่ 81-88 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในถังที่ 1 และ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น คือมีการบำบัดอีกครั้ง

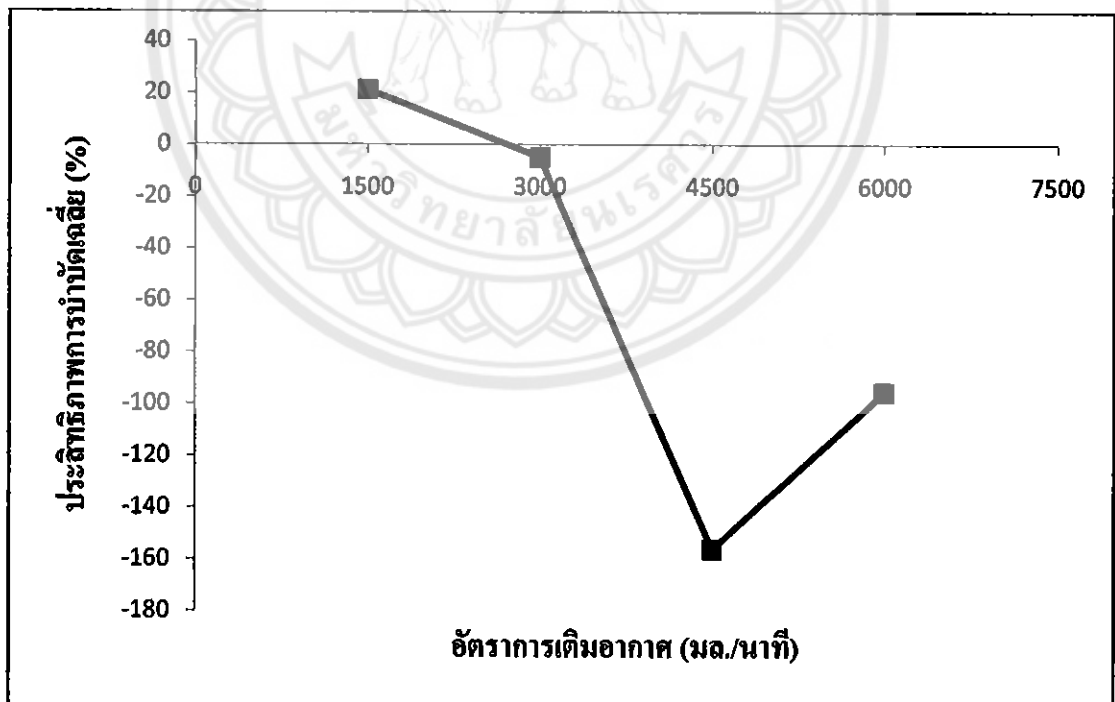
จากรูปที่ 4.38 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยไนโตรท - ไนโตรเจน ของน้ำเข้าและน้ำออก ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราการเติมอากาศที่แตกต่างกันส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรท - ไนโตรเจน ซึ่งการเติมอากาศที่ 1,500 มล./นาท มีประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด



รูปที่ 4.36 ปริมาณไนโตรท - ไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาท



รูปที่ 4.37 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรท – ในโตรเจน น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



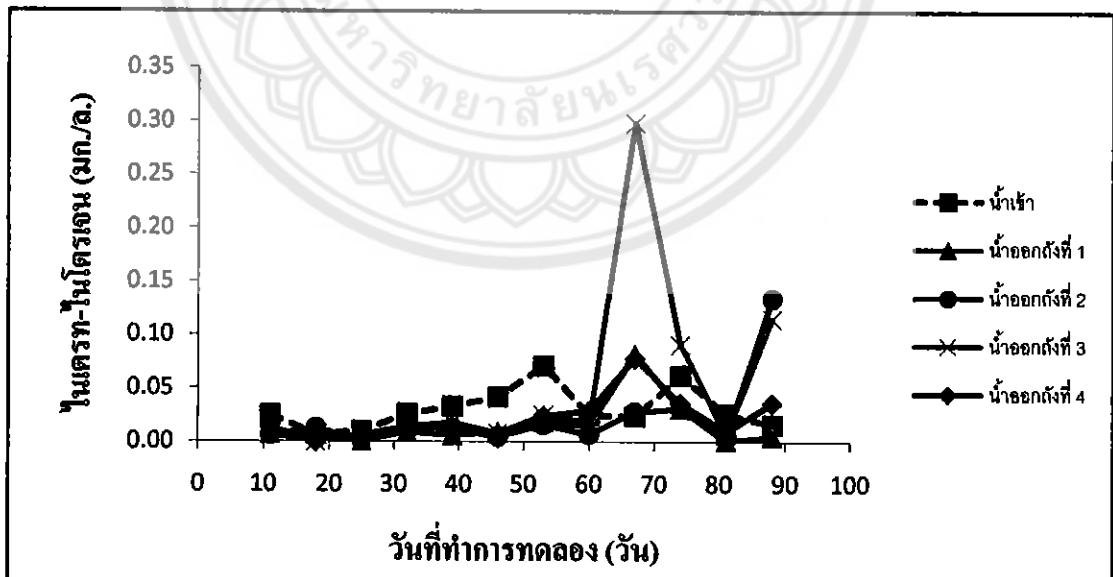
รูปที่ 4.38 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรท – ในโตรเจนเฉลี่ย น้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.15 ไนเตรท – ไนโตรเจน

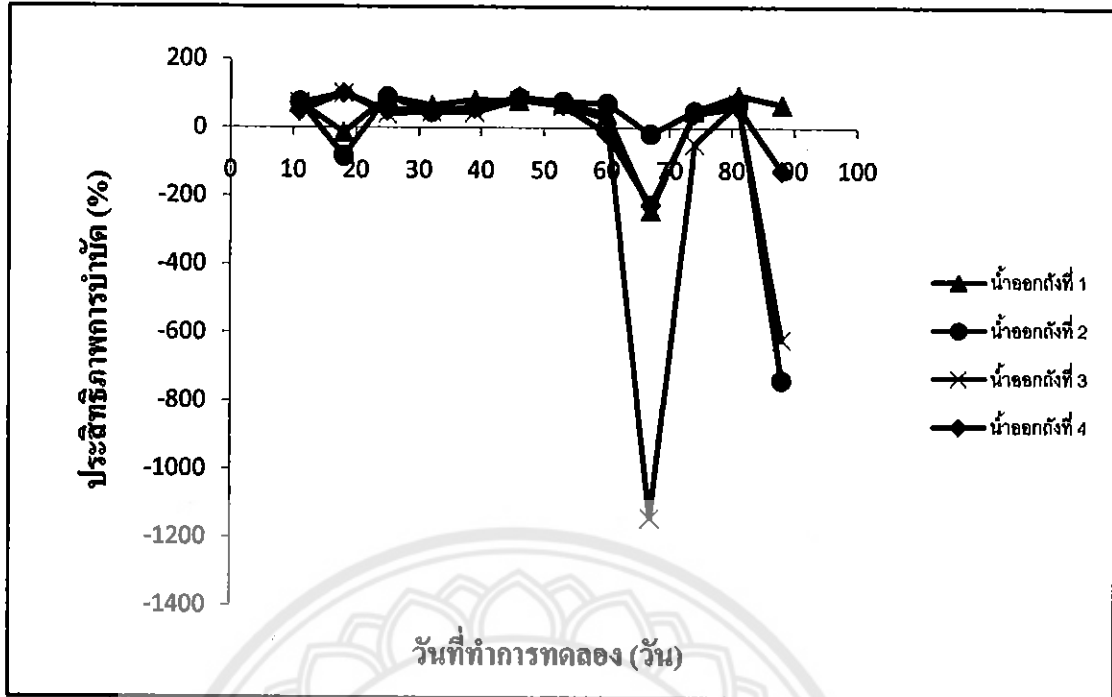
จากรูปที่ 4.39 แสดงค่าไนเตรท - ไนโตรเจน ของน้ำเข้าและน้ำออก ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำเข้ามีค่าไนเตรท – ไนโตรเจน ในน้ำเข้ามีค่าแปรปรวนเล็กน้อย และในช่วงแรกของการทดลอง ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ของน้ำเข้าและน้ำออก ทุกถัง มีค่าคงที่และใกล้เคียงกัน จนถึงวันที่ 67 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ในทุกถังมีค่าเพิ่มขึ้น โดยถังที่ 3 มีค่าสูงสุด

จากรูปที่ 4.40 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรท - ไนโตรเจน ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในช่วงวันที่ 11 – 60 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถังค่อนข้างคงที่ ในวันที่ 67 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถังมีค่าติดลบ คือไม่มีการบำบัด ไนเตรท - ไนโตรเจน จนถึงวันที่ 74 - 81 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถัง มีค่าเพิ่มขึ้น คือมีการบำบัดอีกครั้ง จนถึงวันที่ 88 ของการทดลอง ค่าประสิทธิภาพการบำบัดในถังที่ 2 3 และ 4 มีค่าติดลบ คือไม่มีการบำบัดอีกครั้ง

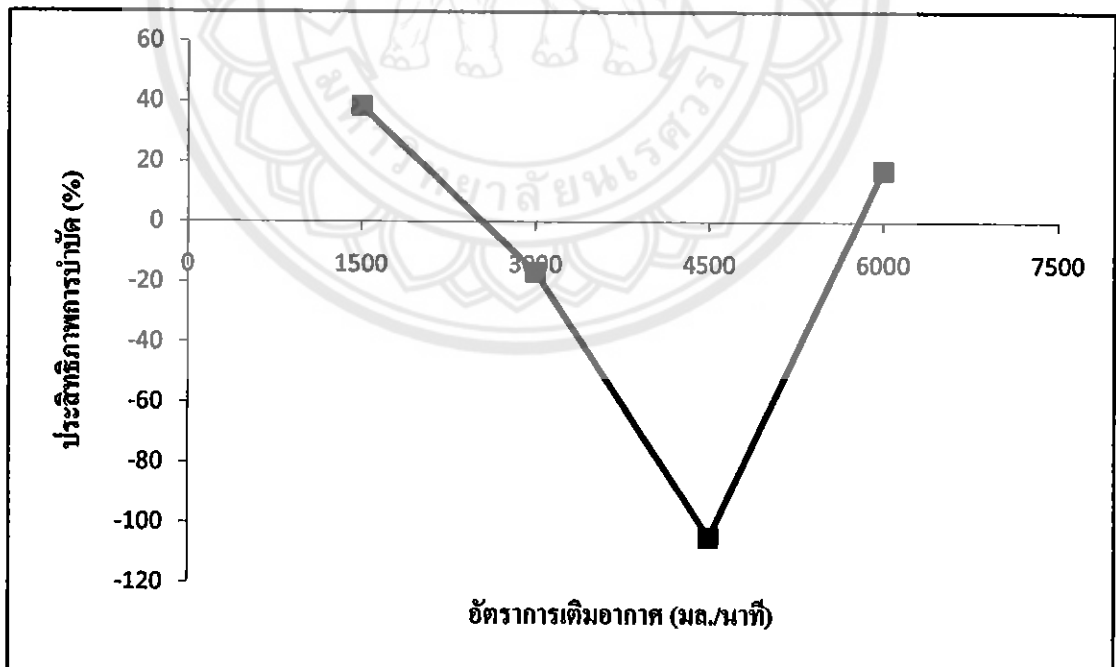
จากรูปที่ 4.41 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยไนเตรท - ไนโตรเจน ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราการเติมอากาศที่แตกต่างกันส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรท – ไนโตรเจน ซึ่งการเติมอากาศที่ 1,500 มล./นาที มีประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด



รูปที่ 4.39 ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



รูปที่ 4.40 ประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรท – ไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



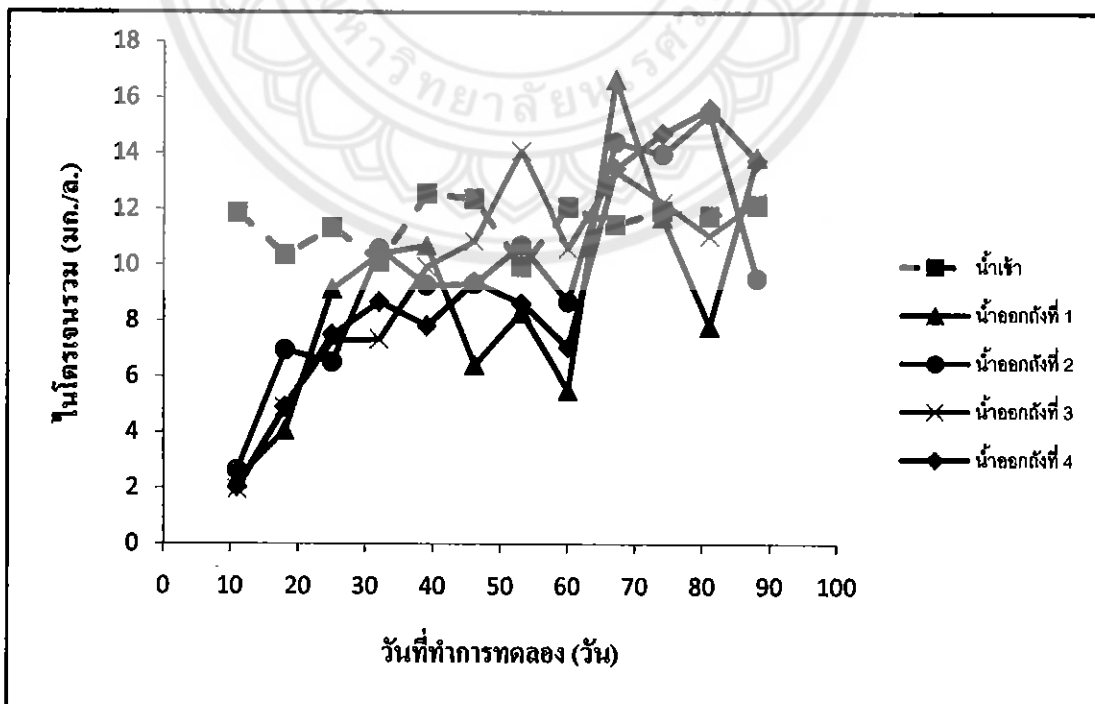
รูปที่ 4.41 ประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรท – ไนโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

4.16 ไนโตรเจนรวม

จากรูปที่ 4.42 แสดงค่า ไนโตรเจนรวม ของน้ำเข้าและน้ำออก ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอคือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำเข้ามีค่าไนโตรเจนรวม ในน้ำเข้ามีค่าแปรปรวนเล็กน้อย และในช่วงแรกของการทดลอง ไนโตรเจนรวม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนถึงวันที่ 46 ค่าไนโตรเจนรวม ในถังที่ 1 2 และ 4 มีค่าลดลง จนถึงวันที่ 67 ของการทดลองค่าไนโตรเจนรวมมีค่าเพิ่มขึ้น

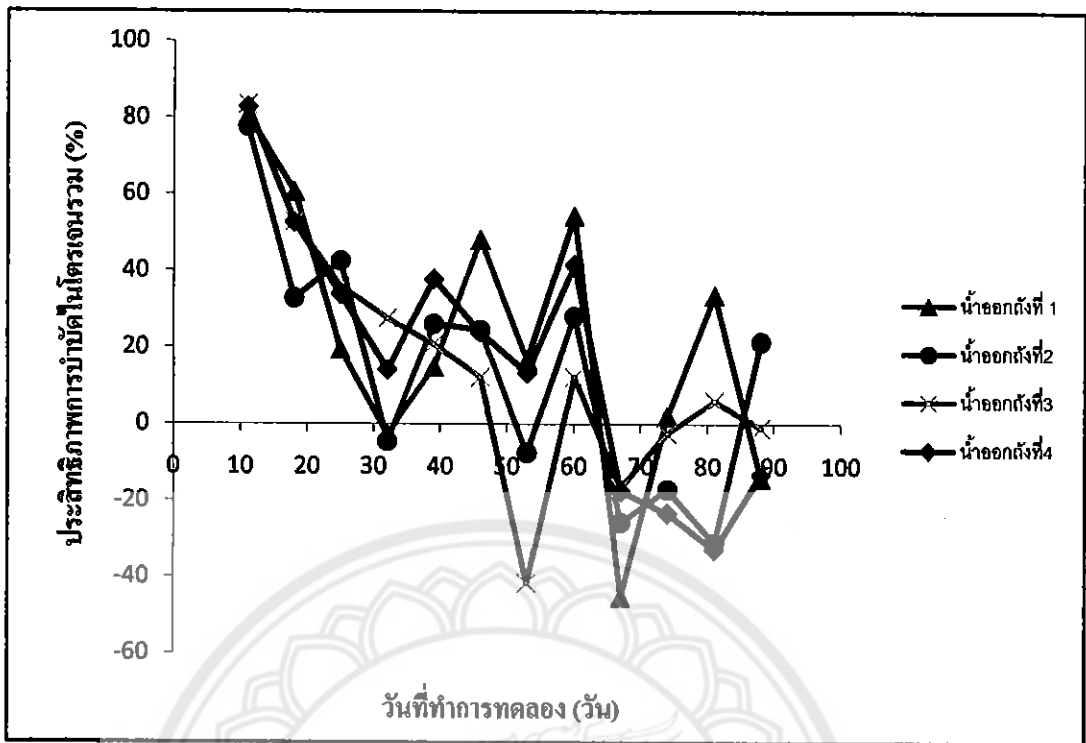
จากรูปที่ 4.43 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด ไนโตรเจนรวม ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอคือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในช่วงวันที่ 11 – 53 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถังมีแนวโน้มต่ำลง ในวันที่ 67 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในทุกถังมีค่าติดลบ คือไม่มีการบำบัด ไนโตรเจน รวมจนถึงวันที่ 74 - 81 ของการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดในถังที่ 1 และ 3 มีค่าเพิ่มขึ้น คือมีการบำบัดอีกครั้ง จนถึงวันที่ 88 ของการทดลอง ค่าประสิทธิภาพการบำบัดในถังที่ 1,3 และ 4 มีค่าติดลบ คือไม่มีการบำบัดอีกครั้ง

จากรูปที่ 4.44 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย ไนโตรเจนรวม ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอคือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราการเติมอากาศที่แตกต่างกันส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด ไนโตรเจนรวม ซึ่งการเติมอากาศที่ 1,500 มล./นาที่ มีประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด

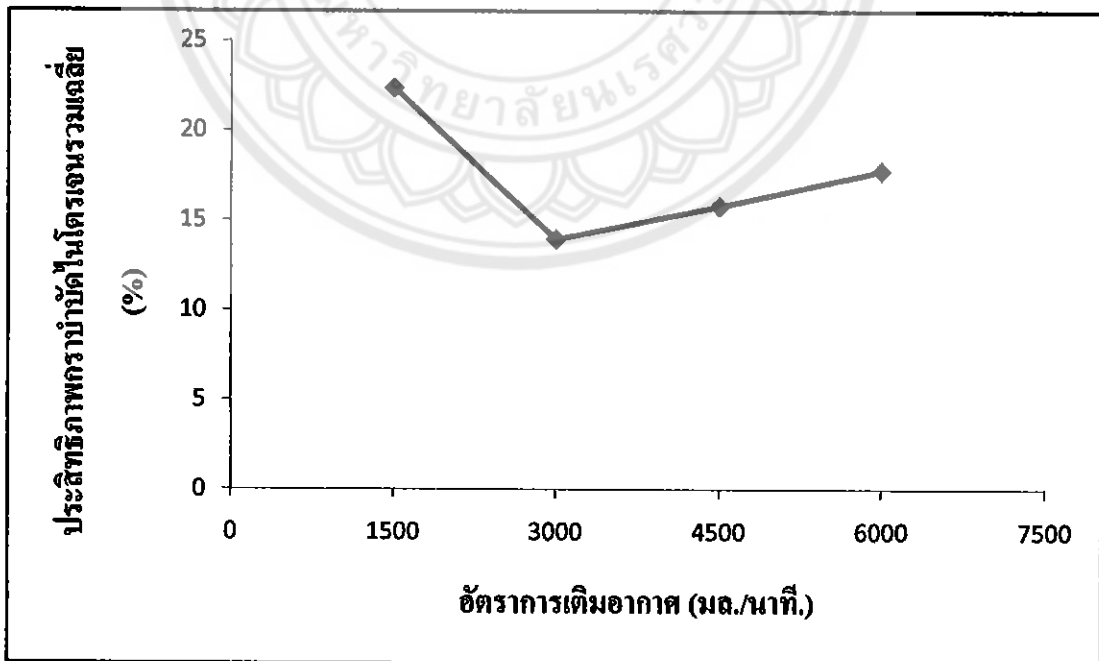


รูปที่ 4.42 ปริมาณไนโตรเจนรวมน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ

4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่



รูปที่ 4.43 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนรวมน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

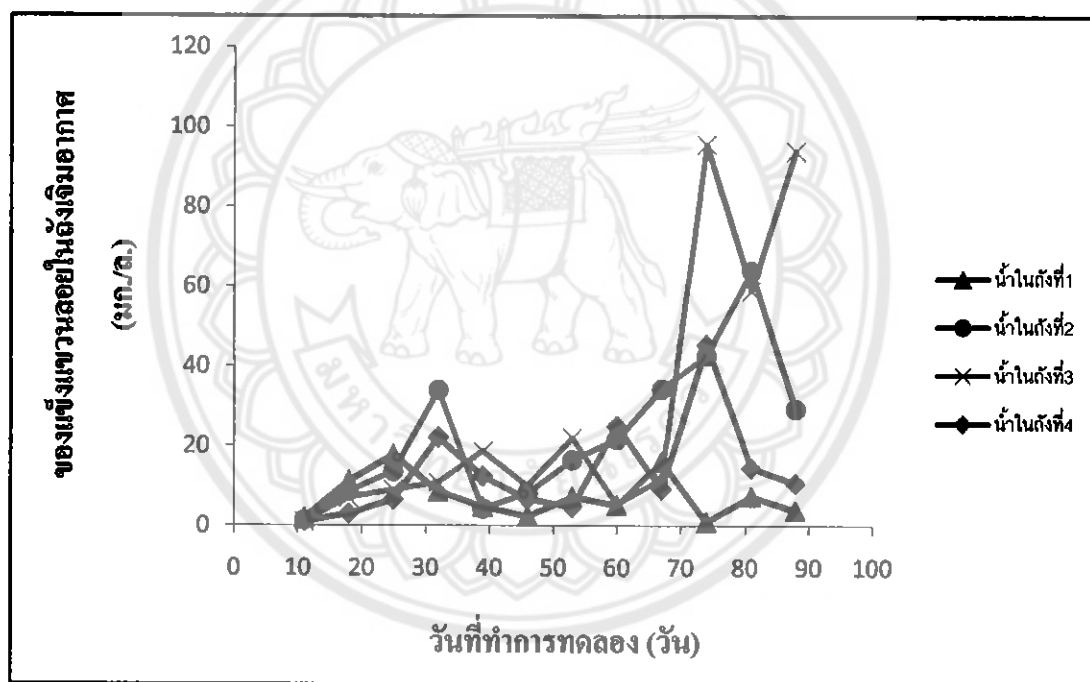


รูปที่ 4.44 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนรวมเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที่

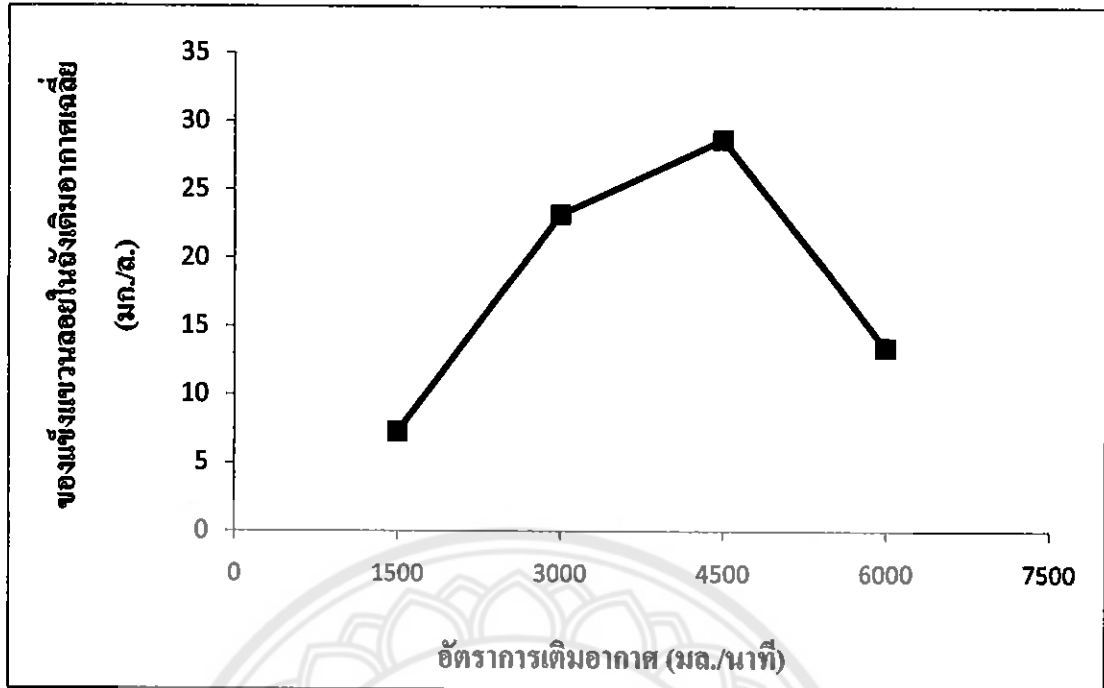
4.17 ของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ

จากรูปที่ 4.45 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ที่ความเข้มข้นซีไอดี 500 พบว่าในช่วงแรกน้ำออกทั้ง 4 มีปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ มีค่าน้อย โดยจะพบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ ในถังที่ 2 3 และ 4 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้ชัดเจนในช่วงวันที่ 74 ซึ่งปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ ในถังที่ 3 มีค่าสูงที่สุด

จากรูปที่ 4.46 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศเฉลี่ยของถังที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน พบว่าอัตราการเติมอากาศมีผลต่อของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศมีค่าแปรผันตามอัตราการเติมอากาศโดยถังที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูงสุด คือถังที่ 3 ซึ่งมีอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 4,500 มล./นาที



รูปที่ 4.45 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./นาที



รูปที่ 4.46 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศเฉลี่ยจากแบบจำลองที่เติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย คิดเป็นอัตราการใช้ปุ๋ยเท่ากับ 1,500 3,000 4,500 และ 6,000 มล./ไร่

4.18 เปรียบเทียบน้ำออกจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

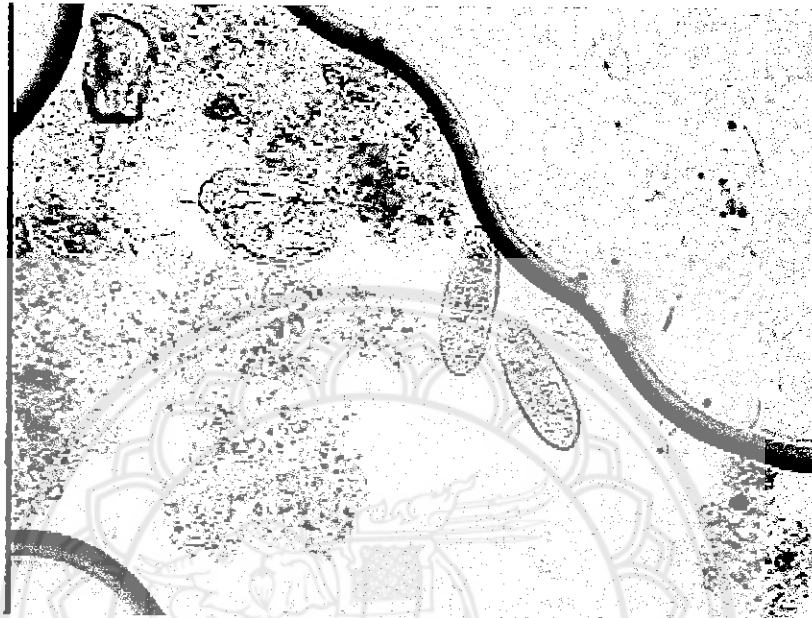
จากตารางที่ 4.1 จากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากแบบจำลองทั้ง 4 กรณีที่มีปริมาณการเติมอากาศต่างกันกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 3 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ได้แก่ พีเอช ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย อุณหภูมิ บีโอดี ทีเคเอ็น ซีโอดี พบว่าที่อัตราการเติมอากาศ 6,000 มิลลิลิตรต่อนาที คุณภาพน้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งทุกพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้

ผลการทดลองเทียบกับค่ามาตรฐาน				
พารามิเตอร์	(1500 มล./นาที)	(3000 มล./นาที)	(4500 มล./นาที)	(6000 มล./นาที)
1. พีเอช	✓	✓	✓	✓
2. ของแข็งละลายน้ำ	✓	✓	✓	✓
3. ของแข็งแขวนลอย	✓	-	-	✓
4. อุณหภูมิ	✓	✓	✓	✓
5. บีโอดี,	-	-	-	✓
6. ทีเคเอ็น	✓	✓	✓	✓
7. ซีโอดี	-	-	-	✓

4.19 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ

จากตะกอนในถังเดิมอากาศเมื่อเริ่มทำการเริ่มต้นเดินระบบ พบว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิม
อากาศทุกถังมีความคล้ายคลึงกันดังรูปที่ 4.47 และรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.47 จุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศทุกถัง



รูปที่ 4.48 จุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศทุกถัง

4.19.1 ดั้งเดิมอากาศที่ อัตราการเติมอากาศ 1,500 มล./นาที่

จากตะกอนในดั่งเดิมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 มล./นาที่ หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 เท่า พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว ใส้เดือนน้ำจืดดังรูปที่ 4.49 ก และ ข



ก.

ข.

รูปที่ 4.49 จุลินทรีย์ในดั่งเดิมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 1,500 มล./นาที่

4.19.2 ดั้งเดิมอากาศที่ อัตราการเติมอากาศ 3,000 มล./นาที่

จากตะกอนในดั่งเดิมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 3,000 มล./นาที่ หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว โรติเฟอร์ ดังรูปที่ 4.50 ก และ ข



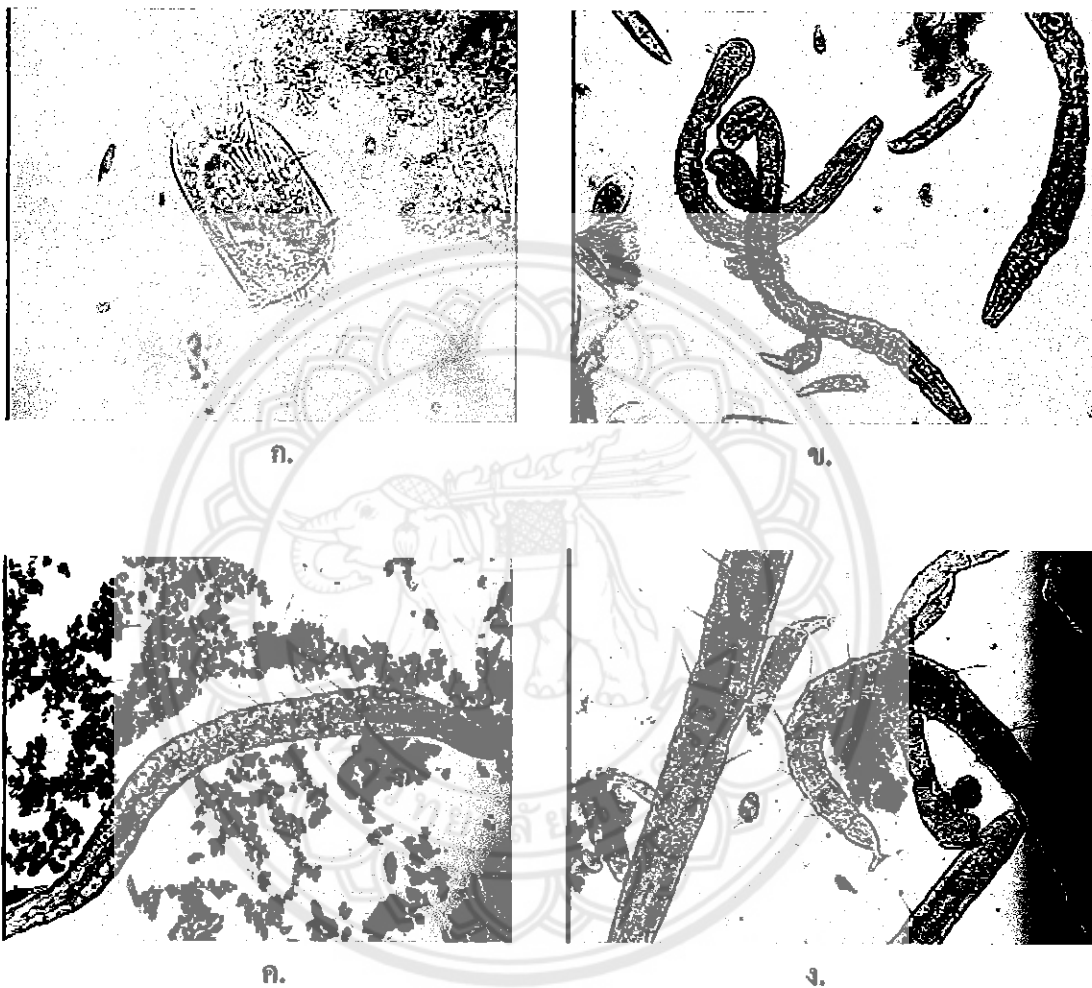
ก.

ข.

รูปที่ 4.50 จุลินทรีย์ในดั่งเดิมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 3,000 มล./นาที่

4.19.3 ถังเต็มอากาศที่ อัตราการเติมอากาศ 4,500 มล./นาที่

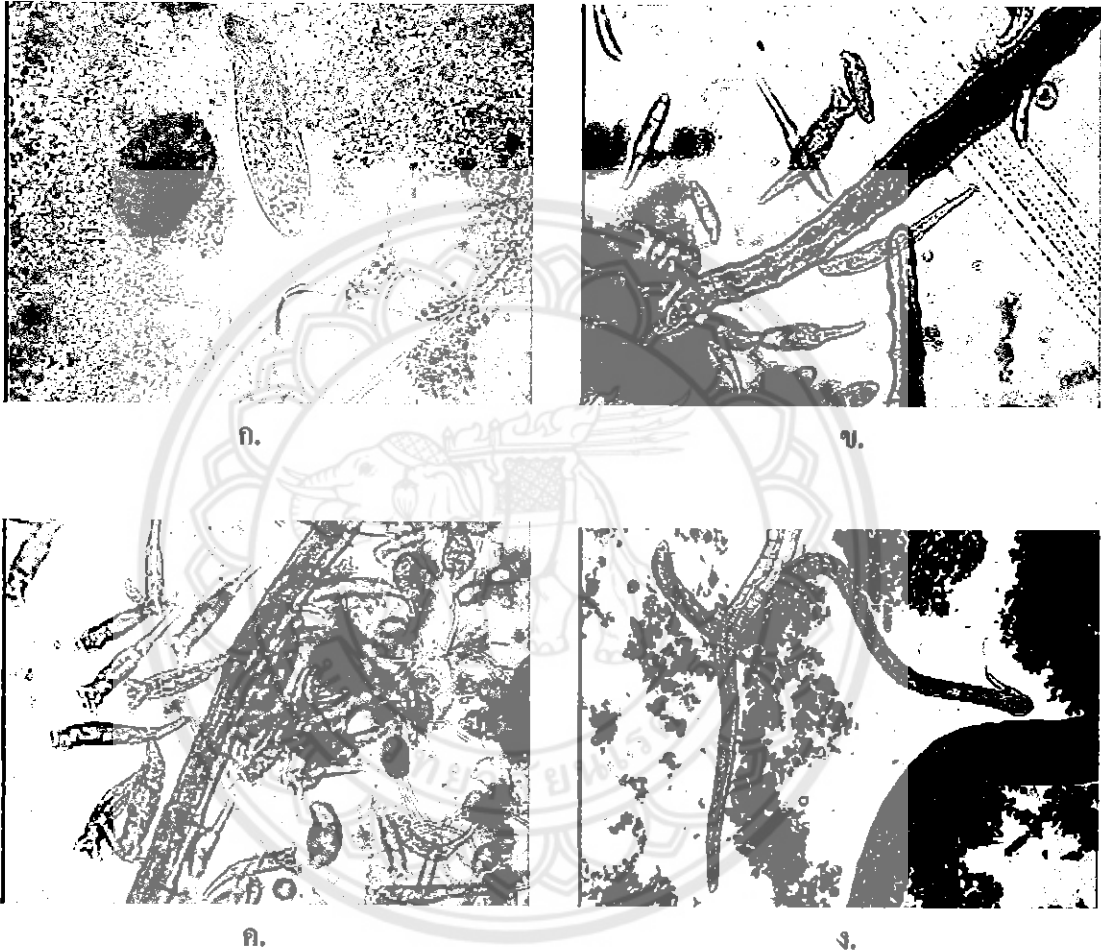
จากตะกอนในถังเต็มอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 4,500 มล./นาที่ หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว โรติเฟอร์ ดังรูปที่ 4.51 ก ข ค และ ง



รูปที่ 4.51 จุลินทรีย์ในถังเต็มอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 4,500 มล./นาที่

4.19.4 ถังเดิมอากาศที่ อัตราการเติมอากาศ 6,000 มล./นาที่

จากตะกอนในถังเดิมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 6,000 มล./นาที่ หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า พบจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะเป็นจำพวกโปรโตซัว โรติเฟอร์ ดังรูปที่ 4.52 ก ข ค และ ง



รูปที่ 4.52 จุลินทรีย์ในถังเดิมอากาศที่อัตราการเติมอากาศ 6,000 มล./นาที่

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาสามารถสรุปค่าประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะด้วยวิธีสระเติมอากาศที่มีการเติมปริมาณอากาศต่างๆ แบบเติมอากาศไม่สมบูรณ์ มีค่าความเข้มข้นซีไอดี น้ำเข้าเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาพักเก็บ 3 วัน ดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

จากตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นมลสารในน้ำออก ที่ความเข้มข้นน้ำเข้า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาพักเก็บ 3 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ทั้งหมด 7 พารามิเตอร์ ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ซีไอดี บีไอดี ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย และเจดัลไนโตรเจน หากเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมสรุปได้ว่า ถึง 1 (มีการเติมอากาศ 1 ชั่วโมง) ถึง 2 (มีการเติมอากาศ 2 ชั่วโมง) และถึง 3 (มีการเติมอากาศ 3 ชั่วโมง) ถึง 4 (มีการเติมอากาศ 4 ชั่วโมง) ถึงที่ 1 2 3 และ 4 ผ่านมาตรฐานทุกถึง

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยของน้ำออกจากแบบจำลองที่มีอัตราการเติมอากาศต่างกัน

พารามิเตอร์	1,500 (มล./นาที่)	3,000 (มล./นาที่)	4,500 (มล./นาที่)	6,000 (มล./นาที่)	ค่า มาตรฐาน
พีเอช	7.45	7.36	7.45	7.48	5.5–9.0
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.18	27.18	27.18	27.23	40
ซีไอดี (มก./ล.)	97.92	101.25	101.08	80.42	120
บีไอดี (มก./ล.)	19.72	18.16	19.07	13.20	20
ของแข็งละลายน้ำ (มก./ล.)	275.83	274.39	279.26	262.58	3,000
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	10.32	25.53	26.07	15.38	50
เจดัลไนโตรเจน (มก./ล.)	6.59	7.37	7.10	6.42	100

จากตารางที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยแต่ละแบบจำลอง ที่ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาพักเก็บ 3 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ทั้งหมด 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ซีไอดี บีไอดี ของแข็งแขวนลอย เจคาลไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อดูจากตาราง 5.2 เมื่อนำแบบจำลองทั้ง 4 ถังมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าถังที่มีประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุดคือถังที่ 4 (มีการเติมอากาศ 4 หัวทราย) เพราะมีประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด 4 พารามิเตอร์จากทั้งหมด 5 พารามิเตอร์ ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุดถึงที่ 4 (มีการเติมอากาศ 4 หัวทราย) โดยมีค่าประสิทธิภาพบำบัดเฉลี่ยที่ดีที่สุดดังต่อไปนี้

ซีไอดี มีประสิทธิภาพบำบัดเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 84.37

บีไอดี มีประสิทธิภาพบำบัดเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 95.37

เจคาลไนโตรเจน มีประสิทธิภาพบำบัดเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 36.42

ฟอสฟอรัส มีประสิทธิภาพบำบัดเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 22.65

ตาราง 5.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดเฉลี่ยของแบบจำลองที่มีอัตราเติมอากาศต่างกัน

พารามิเตอร์	1,500 (มล./นาที่)	3,000 (มล./นาที่)	4,500 (มล./นาที่)	6,000 (มล./นาที่)
ซีไอดี	80.95%	80.29%	80.34%	<u>84.37%</u>
บีไอดี	93.10%	93.54%	93.30%	<u>95.37%</u>
ของแข็งแขวนลอย	<u>67.95%</u>	35.07%	38.84%	64.73%
เจคาลไนโตรเจน	34.29%	26.50%	29.59%	<u>36.42%</u>
ฟอสฟอรัส	16.38%	12.87%	20.77%	<u>22.65%</u>

หมายเหตุ: ค่าที่ขีดเส้นใต้คือค่าที่มีประสิทธิภาพบำบัดที่ดีที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยสระเติมอากาศแบบกวนผสมบางส่วนที่มีปริมาณอากาศต่างกันที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำชะขยะ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน จึงอยากเสนอแนะเกี่ยวกับผู้ที่สนใจในการจะทำเกี่ยวกับโครงการนี้ต่อดังนี้

- จากการศึกษาที่ค่าความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ทราบประสิทธิภาพการบำบัดของการเติมอัตราการเติมอากาศที่ต่างกัน แต่ทางคณะผู้ดำเนินโครงการอยากให้มีการเพิ่มความเข้มข้นน้ำเข้าต่างกัน เพื่อที่สามารถเห็นถึงประสิทธิภาพการบำบัดที่แตกต่างมากขึ้น
- ในช่วงที่มีการเดินระบบควรมีการตรวจเช็คอุปกรณ์อยู่เสมอ ที่สำคัญคือเครื่องเติมอากาศ และหัวฟุ้ง เพราะมีความสำคัญมากต่อโครงการนี้ ดังนั้นจึงควรดูแล ทำความสะอาดอยู่เสมอ
- ควรเลือกใช้ตะกอนจุลินทรีย์ให้มีความหลากหลายในการเริ่มต้นเริ่มระบบ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย



เอกสารอ้างอิง

- วารสารลักษณะ ช่อนกลีน และวิชา อ้อมกระจ่าย. (2544). คู่มือการวิเคราะห์น้ำ. พิษณุโลก : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542). เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัท แชน อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด.
- สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2537). คู่มือเล่มที่ 4 สำหรับผู้ให้บริการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์. (2543). คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ : บริษัทแชนอี 68 แล็บ จำกัด.
- เทศบาลเมืองทุ่งสง. (2553). ปัญหาขยะมูลฝอย. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2554, จาก http://www.tungsong.com/Environment/Garbage_n/garbage_03.html
- ตั้มชีวิลคอตคอม. (2553). TumCivil. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2554, จาก www.tumcivil.com
- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). มาตรฐานคุณภาพน้ำ. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2554, จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water04.html#s1
- นางสาวภัทริน เกื้อศิริเกียรติ. (2552). Crisis In Wonder-Dlndom. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2554, จาก <http://www.thaigoodview.com/library>
- เขาวเลข ชยพัฒนางกูร. (2553). สภาพน้ำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมด สภาพค่า และพีเอช. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2554, จาก <http://www.tint.or.th/nkc/nkc53/content/nstkc53-010.html>
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2553). คุณสมบัติน้ำเสีย. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2554, จาก http://teenet.tei.or.th/DatabaseGIS/wastewater_characteristics.html
- Tchobanoglous et al., 1993
- O'Leary, et al., 1986

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลองที่มีการเติมอากาศ 1 หัวทราย
2 หัวทราย 3 หัวทราย และ 4 หัวทราย ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นน้ำเข้า 500
มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาพักเก็บ 3 วัน



ตารางที่ ๑1 พีเอชที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

พีเอช					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	5.57	7.23	7.16	7.36	7.26
18	4.59	6.90	7.17	7.21	7.29
25	5.12	7.84	7.79	7.76	7.72
32	5.33	7.21	7.37	7.35	7.57
39	5.19	7.57	7.45	7.49	7.69
46	5.48	8.21	7.03	7.92	7.33
53	5.53	7.40	7.36	7.21	7.01
60	5.66	6.80	6.93	7.07	7.16
67	5.56	7.85	7.92	7.96	8.07
74	5.28	7.22	7.35	7.25	7.51
81	4.95	7.64	7.44	7.51	7.65
88	4.95	7.49	7.38	7.32	7.52

ตารางที่ ก2 อุณหภูมิที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

อุณหภูมิ (C°)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	29.0	28.5	28.5	28.8	28.3
18	28.5	28.0	28.2	28.5	28.6
25	29.0	28.3	28.5	28.4	28.9
32	27.0	27.0	26.8	26.9	27.0
39	28.0	27.6	27.9	27.7	27.3
46	26.5	25.9	26.0	26.0	26.1
53	26.0	25.7	25.6	25.3	25.9
60	26.5	26.5	26.5	26.4	26.7
67	27.1	27.0	27.2	27.0	26.9
74	28.0	27.9	27.3	27.9	28.0
81	27.0	26.8	27.0	26.5	26.5
88	26.8	27.0	26.7	26.8	26.6

ตารางที่ ๓ สภาพการนำไฟฟ้าที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

สภาพการนำไฟฟ้า					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	439	394	390	381	400
18	416	393	418	417	399
25	462	457	450	453	446
32	435	457	470	471	480
39	436	483	488	478	472
46	444	483	488	478	472
53	446	403	437	463	455
60	435	449	472	485	461
67	444	479	514	475	485
74	432	431	447	452	446
81	429	420	448	450	424
88	423	409	378	420	453

ตารางที่ ก4 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	30.00	6.50	4.50	2.50	2.50
18	18.00	4.00	5.00	1.33	2.00
25	42.50	11.67	15.00	6.67	5.67
32	21.50	9.80	40.33	12.20	13.60
39	57.00	10.20	7.40	21.67	20.00
46	71.00	5.80	4.40	10.33	7.50
53	17.50	27.00	16.00	28.00	5.60
60	56.00	3.50	24.00	6.50	12.00
67	58.00	20.67	43.00	13.67	14.00
74	49.33	7.67	29.00	79.00	42.00
81	46.00	4.20	65.71	46.00	40.00
88	61.67	12.80	52.00	85.00	19.67

ตารางที่ 65 ของแข็งละลายน้ำที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

ของแข็งละลายน้ำ (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	495	248.5	237.5	237.5	237
18	506	273	305	281.7	294
25	525.5	306.3	297	312.3	302.3
32	398.5	280.2	281.7	295.8	225.4
39	520	274.8	285.6	276.3	270
46	486	272.2	223.6	293.7	278.5
53	414.5	263	271	263	247.4
60	470	255.5	277	273.5	262
67	444	312.2	254	256.3	249
74	455	298.3	294	281	279
81	433	241.8	283.3	299	230
88	514	284.2	283	281	276.3

ตารางที่ 6 ของแข็งทั้งหมดที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

ของแข็งทั้งหมด (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	528	255	242	240	240
18	524	277	310	283	296
25	568	318	312	319	308
32	420	290	322	308	293
39	560	285	293	298	290
46	554	278	288	304	286
53	432	290	287	291	253
60	526	259	301	280	274
67	530	333	297	270	262
74	520	306	323	360	321
81	540	246	349	345	270
88	576	297	335	366	296

ตารางที่ ก7 บีโอดีที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

บีโอดี (มก./ด.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ด.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	223.13	18.66	14.35	11.52	8.92
18	256.25	11.50	20.40	15.15	15.10
25	312.50	18.61	14.83	16.39	16.06
32	268.75	16.00	18.22	13.61	12.67
39	325.00	13.28	15.44	11.67	12.45
46	290.00	11.50	11.28	20.34	13.62
53	286.67	14.64	15.25	15.91	8.40
60	296.16	11.30	15.20	16.07	15.05
67	291.80	48.00	19.17	10.59	11.46
74	289.32	37.00	20.50	23.25	19.40
81	260.00	9.13	32.00	37.33	11.00
88	324.17	27	21.33	37	14.29

ตารางที่ ๓8 ซีโอดีที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

ซีโอดี(มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	525	121	116	107	102
18	510	144	185	156	171
25	508	95	89	93	82
32	502	92	106	93	80
39	542	89	82	84	81
46	535	67	68	91	63
53	499	85	87	90	57
60	503	74	86	74	74
67	515	148	94	66	73
74	509	139	81	105	76
81	519	41	98	125	49
88	510	80	123	129	57

ตารางที่ ๑๑ แอมโมเนียที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

แอมโมเนีย (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	1.60	0.17	0.50	0.45	0.30
18	1.50	0.39	1.05	1.04	0.62
25	1.23	2.31	1.35	1.98	2.36
32	1.27	3.12	2.62	1.85	2.56
39	1.46	3.47	2.63	2.88	2.05
46	1.32	1.78	2.77	3.12	2.76
53	1.21	1.63	2.91	4.66	3.06
60	1.43	1.85	2.59	3.15	1.52
67	1.42	2.85	5.38	4.94	4.66
74	1.20	2.54	3.93	2.20	4.88
81	1.33	2.71	2.96	1.02	5.96
88	1.45	4.82	0.49	1.62	4.87

ตารางที่ 10 เจดลไนโตรเจนที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

เจดลไนโตรเจน (มก. /ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	10.23	2.14	2.15	1.50	1.73
18	8.84	3.67	5.89	3.84	4.28
25	10.09	7.00	5.16	5.27	5.13
32	8.81	7.26	7.93	5.46	6.10
39	11.06	7.21	6.63	7.03	5.74
46	10.99	4.62	6.55	7.72	6.63
53	8.66	6.64	7.77	9.39	5.54
60	10.61	3.61	6.06	7.35	5.40
67	10.00	13.68	8.97	8.11	8.66
74	10.67	9.11	10.00	9.88	9.79
81	10.39	5.10	12.43	9.89	9.56
88	10.62	9.04	8.90	9.79	8.51

ตารางที่ ก11 ฟอสฟอรัสที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

ฟอสฟอรัส (มก. /ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	1.486	0.996	1.400	1.379	1.021
18	1.451	0.949	1.337	1.172	1.016
25	1.475	1.014	0.909	1.023	0.957
32	1.434	1.017	1.169	0.578	1.011
39	1.776	1.330	0.887	0.876	1.172
46	1.723	1.191	0.910	0.785	1.097
53	1.237	1.420	0.969	1.180	0.899
60	1.499	1.403	1.346	1.065	0.980
67	1.462	1.777	1.699	1.152	1.546
74	1.358	1.301	1.642	1.597	1.637
81	1.510	0.851	1.628	1.580	1.321
88	1.439	1.515	1.442	1.513	1.045

ตารางที่ ก12 ออกซิเจนละลายน้ำที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	4.34	4.99	5.64	5.73	4.34
18	2.99	5.13	5.66	5.96	2.99
25	4.61	6.24	6.25	6.60	4.61
32	3.61	4.96	5.54	6.48	3.61
39	4.13	5.63	6.40	6.54	4.13
46	3.68	5.25	5.39	6.12	3.68
53	4.02	6.13	6.18	6.20	4.02
60	3.08	5.95	5.95	5.98	3.08
67	4.26	4.11	6.20	6.27	4.26
74	4.56	5.76	6.28	5.85	4.56
81	2.78	5.81	6.46	5.10	2.78
88	1.98	0.24	4.63	3.86	1.98

ตารางที่ ก13 ไนโตรท -ไนโตรเจนที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

ไนโตรท -ไนโตรเจน (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	0.020	0.003	0.003	0.006	0.006
18	0.011	0.006	0.018	0.011	0.012
25	0.018	0.009	0.012	0.013	0.013
32	0.010	0.014	0.017	0.010	0.013
39	0.011	0.012	0.010	0.017	0.016
46	0.025	0.011	0.010	0.018	0.010
53	0.019	0.008	0.016	0.027	0.012
60	0.023	0.041	0.037	0.095	0.118
67	0.029	0.047	0.039	0.014	0.083
74	0.022	0.027	0.036	0.078	0.027
81	0.029	0.004	0.043	0.148	0.101
88	0.071	0.010	0.015	0.763	0.344

ตารางที่ ก14 ไนเตรท-ไนโตรเจนที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

ไนเตรท-ไนโตรเจน (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	0.025	0.007	0.006	0.007	0.013
18	0.007	0.008	0.000	0.000	0.000
25	0.01	0.001	0.001	0.006	0.005
32	0.026	0.009	0.014	0.014	0.013
39	0.033	0.006	0.013	0.018	0.014
46	0.042	0.009	0.005	0.008	0.004
53	0.071	0.019	0.016	0.025	0.024
60	0.025	0.015	0.007	0.018	0.029
67	0.024	0.082	0.028	0.298	0.078
74	0.062	0.031	0.031	0.091	0.036
81	0.026	0.001	0.006	0.007	0.010
88	0.016	0.005	0.134	0.115	0.036

ตารางที่ ก15 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเดิมอากาศที่มีการเดิมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในถังเดิมอากาศ (มก./ล.)				
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีไอดี 500 มก./ล.			
	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	2.00	1.34	1.09	1.08
18	11.20	8.67	7.00	3.00
25	17.80	13.60	9.00	6.60
32	8.60	3.40	10.80	22.14
39	4.80	4.20	18.67	12.40
46	2.40	8.10	10.00	6.80
53	7.27	16.50	22.00	4.67
60	5.20	21.67	5.40	25.00
67	16.09	34.28	11.67	9.20
74	1.00	42.67	95.71	45.46
81	7.40	64.00	59.00	14.57
88	3.86	29.33	94.00	10.71

ตารางที่ ก16 สีสี่ที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

สี					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอที 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	20	20	20	10	10
18	20	20	30	30	30
25	20	20	20	20	20
32	20	30	20	20	20
39	20	30	20	20	30
46	20	30	30	20	20
53	20	30	30	20	20
60	20	30	20	30	20
67	20	30	20	20	20
74	20	40	30	20	30
81	20	20	30	30	30
88	20	40	60	20	40

ตารางที่ ก17 ไนโตรเจนรวมที่มีการเติมอากาศ 1 2 3 และ 4 หัวทราย

ไนโตรเจนรวม (มก./ล.)					
วันที่เริ่ม ดำเนินการ	ความเข้มข้นซีโอดี 500 มก./ล.				
	น้ำเข้า	น้ำออกถัง1	น้ำออกถัง2	น้ำออกถัง3	น้ำออกถัง4
11	11.87	2.32	2.65	1.96	2.05
18	10.36	4.07	6.95	4.89	4.91
25	11.35	9.14	6.52	7.26	7.50
32	10.12	10.40	10.58	7.334	8.69
39	12.56	10.70	9.28	9.95	7.82
46	12.38	6.42	9.33	10.87	9.40
53	9.96	8.30	10.71	14.10	8.64
60	12.08	5.52	8.69	10.61	7.07
67	11.47	16.66	14.42	13.36	13.48
74	11.95	11.71	14.00	12.25	14.73
81	11.78	7.82	15.44	11.07	15.63
88	12.16	13.88	9.54	12.29	13.76

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นางสาวภััสสร ทองไหล
 ภูมิลำเนา 163/3 หมู่ 6 ต.ไม้งาม อ.เมือง จ.ตาก 63000
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียน
ผดุงปัญญา
- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียน
ผดุงปัญญา
- จบระดับอุดมศึกษาจากมหาวิทยาลัยนเรศวรคณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

E-mail: passorn_yok@hotmail.com



ชื่อ นางสาวรุ่งนภา คำมงคล
 ภูมิลำเนา 142 หมู่ 1 ต.พงษ์ อ.สันติสุข จ.น่าน 55210
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียน
สันติสุขพิทยาคม
- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียน
สันติสุขพิทยาคม
- จบระดับอุดมศึกษาจากมหาวิทยาลัยนเรศวรคณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

E-mail: bell_201232@hotmail.com

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ (ต่อ)



ชื่อ นางสาววาววิฐ แก่งจำปา
 ภูมิลำเนา 9/1 หมู่ 5 ต.หนองจั่ว อ.วังสะพุง จ.เลย 42130
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนศรีสงครามวิทยา
- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนศรีสงครามวิทยา
- จบระดับอุดมศึกษาจากมหาวิทยาลัยนเรศวรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

E-mail: ultraman_zoozaa@hotmail.com



ชื่อ นางสาวสมนุช ประพฤติธรรม
 ภูมิลำเนา 299/5 ถ.บึงสีไฟ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิจิตร 66000
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม
- จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม
- จบระดับอุดมศึกษาจากมหาวิทยาลัยนเรศวรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

E-mail: Pummy_en@hotmail.com