

การลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช



นายพรศักดิ์ ทวีมหาเกียรติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-410-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 147113702

**COST REDUCTION AND CONTROL FOR WASTE WATER TREATMENT SYSTEM
IN THE VEGETABLE OIL INDUSTRY**



MR. PORNSAK Taweemahakeit

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis submitted in Partial fulfillment of the Requirement
for The Degree of Master of Engineering**

Department of Industrial Engineering

Graduate School

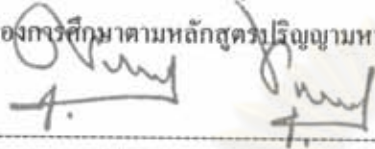
Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-636-410-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช
โดย นายพรศักดิ์ ทวีมหาเกียรติ
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณอดุลย์ เปรมประเสริฐ

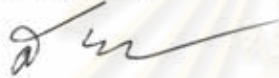
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้ เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

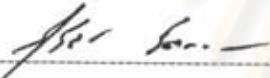
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภาวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)



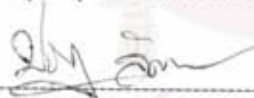
อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)



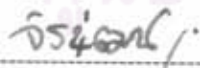
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(คุณอดุลย์ เปรมประเสริฐ)



กรรมการ

(อาจารย์ ประเสริฐ อัครประดมพงศ์)



กรรมการ

(อาจารย์ จิรพัฒน์ เจาประเสริฐวงศ์)

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสุดต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกั้วาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคุณอดุลย์ เปรมประเสริฐ รองผู้จัดการโรงงาน บริษัทนาครผลิตภัณฑ์น้ำมันพืชจำกัด อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่มีค่าอย่างสูงสุดต่อผู้วิจัย ตลอดจน ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการ อาจารย์ประเสริฐ อัครประดมพงศ์ และอาจารย์ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการช่วยเหลือให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเนื้อหาการวิจัยด้วยดีตลอดมาจนเสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ คุณสุพจน์ หวังหลี่ กรรมการผู้จัดการ บริษัทนาครผลิตภัณฑ์น้ำมันพืชจำกัด คุณเสก บุญบรรณ รองกรรมการผู้จัดการ บริษัทนาครผลิตภัณฑ์น้ำมันพืชจำกัด คุณสมชาติ ทองแก้ว หัวหน้าแผนกกลั่นน้ำมันพืช บริษัทนาครผลิตภัณฑ์น้ำมันพืชจำกัด ที่ได้กรุณาอนุญาติ และเกื้อหนุนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยนี้ด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ คุณพรทิพย์ แก้ววราภรณ์ชัย ที่ได้ให้คำแนะนำและอุปกรณ์ในการจัดพิมพ์งานวิจัยนี้ และที่จะขาดไม่ได้คือขอขอบพระคุณ คุณปิติพร เลิศสิทธิศักดิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบเนื้อหาการพิมพ์ และคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีจนเสร็จสมบูรณ์

นายพรศักดิ์ ทวีมหาเกียรติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

พรศักดิ์ ทวีมหาเกียรติ : การลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช (COST REDUCTION AND CONTROL FOR WASTE WATER TREATMENT SYSTEM IN THE VEGETABLE OIL INDUSTRY) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, อ. ที่ปรึกษาร่วม : คุณอดุลย์ เปรมประเสริฐ, 198 หน้า. ISBN 974-636-410-3

วิธีการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชนั้นส่วนใหญ่แล้วจะใช้การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีววิทยานั้นคือมีการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสีย ซึ่งระบบที่นิยมใช้กันมากก็คือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

เนื่องจากน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชนั้นมีลักษณะเฉพาะตัวคือ 1. มีน้ำมันพืชปนมากับน้ำเสียซึ่งอยู่ในรูปของอิมัลชัน ทำให้การกำจัดน้ำมันส่วนนี้ออกจากน้ำเสียนั้นทำได้ยาก, 2. น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีทั้งน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดและน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ซึ่งสภาวะการเกิดน้ำเสียทั้ง 2 ชนิดนี้เกิดขึ้นต่างเวลาและในปริมาณที่ต่างกัน จากสาเหตุดังกล่าวนี้จึงทำให้ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืชมีมูลค่าสูง ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกได้เป็น ต้นทุนคงที่, ต้นทุนแปรผันและต้นทุนอื่น ๆ ซึ่งต้นทุนที่เป็นต้นทุนหลักก็คือ ต้นทุนแปรผัน ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนค่าสารเคมี และต้นทุนค่าไฟฟ้า ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในระบบคือ สารส้ม, โซดาไฟ, ยูเรีย ดังนั้นในการลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียจึงได้มุ่งไปที่ต้นทุนแปรผันก่อนเป็นอันดับแรก โดยการสร้างบ่อเก็บน้ำเสียแต่ละชนิดแยกกันไว้ก่อนจากนั้นจึงนำน้ำเสียทั้ง 2 ชนิดมารวมกันในอัตราส่วนที่กำหนดผลคือทำให้อัตราการใช้โซดาไฟลดลง และสำหรับต้นทุนค่ายูเรีย ได้ศึกษาถึงปริมาณไนโตรเจนที่จุลินทรีย์ต้องการจริง ๆ รวมทั้งไนโตรเจนที่มีอยู่ในระบบ แล้วจึงกำหนดเป็นวิธีการที่แน่นอนก็จะทำให้ต้นทุนส่วนนี้ลดลง สำหรับค่าไฟฟ้านั้นได้มีการศึกษาถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการจริง ๆ แล้วเติมอากาศเท่าที่จำเป็น มีผลทำให้ค่าไฟฟ้านี้ลดลง ผลการลดต้นทุนโดยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ต้นทุนแปรผันลดลงจาก 62.29 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2535 เหลือ 13.18 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2539 และทำให้ต้นทุนรวมลดลงจาก 85.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เหลือ 56.24 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2535 และ ปี พ.ศ. 2539 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงวิธีการควบคุมต้นทุนให้อยู่ในระดับต่ำ โดยใช้วิธีการควบคุมงาน

ภาควิชา..... วิศวกรรมโลหการ.....

สาขาวิชา..... อุตสาหการ.....

ปีการศึกษา..... 2539.....

ลายมือชื่อนิสิต..... .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... .....

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C716765 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEER

KEY WORD: BIOLOGICAL TREATMENT / ACTIVATED SLUDGE / EMULSION

PORNSAK TAWEMAHAKEAIT : COST REDUCTION AND CONTROL FOR WASTE WATER TREATMENT SYSTEM IN THE VEGETABLE OIL INDUSTRY. THESIS ADVISOR : ASSIT. PROF. SUTHAS RATANAKUAKANGWAN. THESIS ADVISOR : MR. ADUL PREMPRASERT. 198 pp. ISBN 974-636-410-3

The process of waste water treatment in the vegetable oil industries mainly is Biological treatment method, which there is a feeding micro-organism in order to digest organic matter in waste water . Finally, the popular system to be used is The Activated Sludge System. The characteristics of waste water from vegetable oil industry are the followings, for the first there are some vegetable oil mixed with the waste water in the form of emulsion. The second, the waste water has 2 different quality, which ones are composed of acid waste water and the others are alkali waste water. These waste water have been produced in different time and quality. It makes waste water treatment consume chemicals for adjusting the quality before treatment. So, the objective of this research is to reduce and control the waste water treatment cost . The cost of waste water treatment cost can separate to 3 items such as a fixed cost, variable cost and others cost. The main cost is a variable cost, which is composed of chemical cost and electrical cost. The chemical to be used are alum, caustic soda, urea and lime. Also, the main points to reduce the variable cost by making the pond to keep the different quality of waste water separately by acidic pond and alkali pond. After that bring 2 kinds of it mix together in an enough ratio. This method can reduce the amount of caustic soda. Which are used for adjust pH of waste water. For the reduction of the amount of urea, researching about the actual nitrogen which wanted by micro organism and add it for actually requirement. The amount of urea can be reduced. And electrical cost, researching about quantity of oxygen which are consumed by micro organism and then add an enough oxygen. The electrical consumption can be reduced.

The result of this research, the variable cost has been reduced from 62.29 baht/cubic meter in 1992 to 13.18 baht/cubic meter in 1996 and total cost has been reduced from 85.00 baht/cubic meter in 1992 to 56.24 baht/cubic meter in 1996. After that, this research have research about cost controlling by using the work controlling tools. In order to maintain the waste water treatment cost

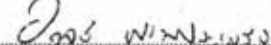
ภาควิชา INDUSTRIAL ENGINEER

สาขาวิชา INDUSTRIAL

ปีการศึกษา 1996

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

สารบัญ

บทนำ	หน้า
สภาวะปัญหาและมูลเหตุจูงใจ.....	1
หลักการการบริหารการผลิต.....	2
-ความหมายของการบริหารการผลิต.....	4
-องค์ประกอบในการวางแผนการผลิต.....	5
-องค์ประกอบในการควบคุมการผลิต.....	8
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	10
ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....	10
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	10
ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	10
แผนการดำเนินการวิจัย.....	11
บทที่ 1 รายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง.....	12
-ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง.....	14
-ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง.....	17
-ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งของโรงงานตัวอย่าง.....	21
-ปริมาณน้ำเสียและแหล่งที่มาของน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	25
-ปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	34
บทที่ 2 ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	36
-ต้นทุนคงที่.....	36
-ต้นทุนแปรผัน.....	36
-ต้นทุนอื่น ๆ.....	37
-โครงสร้างต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	39
บทที่ 3 การลดต้นทุนและการวางแผนการเดินทางระบบบำบัดน้ำเสีย.....	40
-การพิจารณาการลดต้นทุนค่าสารเคมีโซดาไฟ (NaOH).....	40
-การพิจารณาการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า.....	47
-การพิจารณาการลดต้นทุนค่าปุ๋ยยูเรีย.....	53
-การพิจารณาการลดต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร.....	55
-การวางแผนการเดินทางระบบบำบัดน้ำเสีย.....	56

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 การควบคุมต้นทุนและการวางแผนควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย.....	59
-คู่มือการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละขั้นตอน.....	61
(Instruction Manual)	
-การจัดองค์กรของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	83
-การจัดทำใบกำหนดหน้าที่การทำงานของแต่ละตำแหน่ง (Job Description).....	89
-การจัดทำระบบข้อมูลและการติดต่อสื่อสาร.....	93
-ระบบข้อมูลสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย.....	96
-แผนการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย.....	101
-แผนการลดต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	103
บทที่ 5 สรุปและประเมินผลการวิจัยและการจัดทำต้นทุนมาตรฐาน.....	106
-ลำดับขั้นการปรับปรุงพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	106
-ผลการลดต้นทุนค่าสารเคมีโซดาไฟ.....	113
-ผลการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า.....	114
-ผลการลดต้นทุนค่าปุ๋ยยูเรีย.....	116
-ผลการลดต้นทุนค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์.....	116
-การประเมินต้นทุนในอนาคตและต้นทุนมาตรฐาน.....	117
-ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ.....	121
เอกสารอ้างอิง.....	123
ภาคผนวก ก.	
- ภาพหน้าทึงตามมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม.....	124
- ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย และปริมาณสารเคมีที่ใช้ ของปี 2537.....	125
- ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย และปริมาณสารเคมีที่ใช้ ของปี 2538.....	128
- ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย และปริมาณสารเคมีที่ใช้ ของปี 2539.....	146
- ตัวอย่างตารางเก็บข้อมูลลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนใช้แบบฟอร์มใหม่.....	164
ภาคผนวก ข.	
- ความหมายของคำต่าง ๆ.....	187

ภาคผนวก ก.

- ตารางแสดงปริมาณการใช้สารเคมี และต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย ปี 2536.....189
- ตารางแสดงอัตราการใช้สารเคมีต่อหน่วยน้ำเสีย และต้นทุนต่อหน่วยน้ำเสีย ปี 2536...190
- ตารางแสดงปริมาณการใช้สารเคมี และต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย ปี 2537.....191
- ตารางแสดงอัตราการใช้สารเคมีต่อหน่วยน้ำเสีย และต้นทุนต่อหน่วยน้ำเสีย ปี 2537...192
- ตารางแสดงปริมาณการใช้สารเคมี และต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย ปี 2538.....193
- ตารางแสดงอัตราการใช้สารเคมีต่อหน่วยน้ำเสีย และต้นทุนต่อหน่วยน้ำเสีย ปี 2538....194
- ตารางแสดงปริมาณการใช้สารเคมี และต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย ปี 2539.....195
- ตารางแสดงอัตราการใช้สารเคมีต่อหน่วยน้ำเสีย และต้นทุนต่อหน่วยน้ำเสีย ปี 2539....196



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1ก. แสดงต้นทุนรวมของระบบบำบัดน้ำเสียปี 2535 และ 2536.....	1
ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบ ระหว่างระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์..... ระบบหมักในถัง และ ระบบที่โรงงานตัวอย่างไออยู่	18
ตารางที่ 1.2 แสดงปริมาณของน้ำเสีย ที่เกิดจากแต่ละแหล่งกำเนิด.....	31
ตารางที่ 1.3 แสดงลักษณะสมบัติของน้ำเสีย จากแต่ละแหล่งกำเนิด	32
ตารางที่ 2.1 แสดงต้นทุน และ โครงสร้างต้นทุน ของระบบบำบัดน้ำเสีย..... ของโรงงานตัวอย่างในปี 2535-2537	39
ตารางที่ 3.1 แสดงกิโลวัตต์ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และ%กิโลวัตต์ของเครื่องจักร.....	51
ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลค่าออกซิเจนละลายการออกแบบระบบเบื้องต้น กับข้อมูลการเดินระบบปัจจุบัน.....	52
ตารางที่ 3.3 ก. แสดงผลการตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเติมอากาศ	53
ตารางที่ 4.1 แสดงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด.....	59
ตารางที่ 4.2 แสดงค่ากำหนดของลักษณะสมบัติน้ำเสียแต่ละจุด.....	61
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณน้ำเสียที่ระดับต่าง ๆ ของบ่อเก็บถังน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรด.....	64
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณน้ำเสียที่ระดับต่าง ๆ ของบ่อเก็บถังน้ำเสียที่มีสภาพเป็นด่าง.....	68
ตารางที่ 4.5 แสดงข้อแตกต่างระหว่างการจัดองค์กรแบบทั่วไป กับการจัดองค์กรของโรงงานตัวอย่าง.....	88
ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดเงินลงทุนในแต่ละปี (2537-2539).....	111
ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณการใช้สารเคมี และต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียของปี 2535-2539.....	112
ตารางที่ 5.3 แสดงลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าบ่อเติมอากาศระหว่างก่อนติดตั้งและ หลังติดตั้งถังตกตะกอนใบที่ 1.....	115
ตารางที่ 5.4 แสดงปริมาณการใช้สารเคมีต่อหน่วย และต้นทุนต่อหน่วยของปี 2535-2539.....	118
ตารางที่ 5.5 แสดงการคาดการณ์ต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียของปี 2540-2544.....	119
ตารางที่ 5.6 แสดงต้นทุนมาตรฐานของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 ก.	ตัวแบบกระบวนการผลิต.....	3
รูปที่ 2 ก.	ตัวแบบกระบวนการผลิตที่ประยุกต์เข้ากับระบบบำบัดน้ำเสีย.....	4
รูปที่ 3 ก.	การพยากรณ์ และ การวางแผนการผลิต.....	6
รูปที่ 4 ก.	การพยากรณ์ และ การวางแผนการผลิตเมื่อประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย.....	7
รูปที่ 1.1	ส่วนประกอบทั่วไปของระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge).....	16
รูปที่ 1.2	ส่วนประกอบของระบบตะกอนเร่ง แบบคอนแทกสเคปไบโอเซนชั่น	20
รูปที่ 1.3	แสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานตัวอย่าง (ก่อนปรับปรุง).....	21
รูปที่ 1.4	บ่อปรับสภาพน้ำเสีย (Balancing Basin).....	26
รูปที่ 1.5	แสดงส่วนประกอบของระบบกำจัดไขมันและน้ำมัน (DAF Unit).....	27
รูปที่ 1.6	บ่อเติมอากาศ (Aeration Basin).....	28
รูปที่ 1.7	เครื่องเติมอากาศแบบลอยบนผิวน้ำ (Surface Aerator).....	29
รูปที่ 1.8	ถังตกตะกอนจุลินทรีย์ (Sedimentation Tank)	30
รูปที่ 1.9	แสดงแหล่งที่มา และปริมาณของน้ำเสียแต่ละประเภท	33
รูปที่ 3.1	บ่อเก็บกักน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรด (Acid Pond).....	44
รูปที่ 3.2	บ่อเก็บกักน้ำเสียที่มีสภาพเป็นด่าง (Alkalai Pond).....	45
รูปที่ 3.3	ถังแยกไขมันและน้ำมัน (Slop Tank).....	46
รูปที่ 3.4	แสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง (หลังการปรับปรุง).....	57
รูปที่ 3.5	แสดงแบบการไหลของน้ำเสีย (หลังการปรับปรุง).....	58
รูปที่ 4.1	แสดงจุดที่วัดค่าออกซิเจน.....	78
รูปที่ 4.2	แสดงการจัดองค์กร ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบทั่วไป	84
รูปที่ 4.3	แสดงการจัดองค์กรของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	87
รูปที่ 4.4	แสดงขั้นตอนการสื่อสารภายในองค์กร.....	94
รูปที่ 4.5	แสดงระบบข้อมูลการสื่อสาร (Document Flow).....	95
รูปที่ 4.6	แสดงตัวอย่างใบส่งตัวอย่างน้ำเสีย และ ใบแจ้งผลวิเคราะห์น้ำเสีย.....	96
รูปที่ 4.7	แสดงตัวอย่างตาราง สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลประจำเดือน (แผ่นที่ 1).....	97
รูปที่ 4.8	แสดงตัวอย่างตาราง สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลประจำเดือน (แผ่นที่ 2).....	98