4

ระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ สำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากแฟลต

นายจงรักษ์ จิระภาพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-269-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014136

SEPTIC-ANAEROBIC FILTER SYSTEM OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT FOR FLATES

Mr. Jongrak Jiraphaphan

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Sanitary Engineering

Graduate University

1988

ISBN 974-569-269-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ สำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากแฟลต
โดย	นายจงรักษ์ จิระภาพันธ์
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....กรรมการ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

จงรักษ์ จิระภาพันธ์ : ระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ สำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากแฟลต (SEPTIC-ANAEROBIC FILTER SYSTEM OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT FOR FLATS) อ. ที่ปรึกษา : รศ. สุดใจ จำปา, 120 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหวังที่จะหาระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากแฟลต และใช้ทดแทนบ่อเกรอะ-บ่อซึม ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับบางพื้นที่ เช่น ในเขตของกรุงเทพมหานคร ระบบที่ใช้ควรจะควบคุมง่ายและสะดวกต่อการบำรุงรักษา จึงได้ทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ถังเซปติค และถังแอนโอโรบิคฟิลเตอร์ร่วมกัน ซึ่งเรียกรวมกันว่า "ระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์" ในการทดลองแยกออกเป็นสองส่วน คือการทดลองโดยใช้แบบจำลอง และแบบที่สร้างขึ้นใช้งานจริง การทดลองโดยใช้แบบจำลองใช้น้ำเสียจากชุมชนห้วยขวางป้อนเข้าถังอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราการไหล 29 ลิตร/วัน มีความเข้มข้นบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 185.84 มก./ล. ผลการทดลองใช้เวลาประมาณ 2 เดือนเศษระบบจึงเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีในถังเซปติคร้อยละ 64.7 ส่วนของถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์ซึ่งรับน้ำเสียที่ผ่านจากถังเซปติคด้วยอัตราออร์แกนิคโหลดจริง 0.8 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน และมีประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ 37.3 ประสิทธิภาพรวมของระบบในการกำจัดบีโอดีมีค่าร้อยละ 78.5 น้ำทิ้งที่ผ่านออกจากระบบมีความเข้มข้นบีโอดีเฉลี่ย 39.1 มก./ล. สำหรับแบบที่สร้างขึ้นใช้งานจริง ใช้เวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวประมาณ 80 วัน และมีค่าเฉลี่ย บีโอดี ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบเท่ากับ 32.8 มก./ล.

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดแบบจำลองและแบบใช้งานจริง ปรากฏว่ามีลักษณะสมบัติดีกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งของชุมชนที่ประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในปี 2528

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่อนิสิต จงรักษ์ จิระภาพันธ์

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

JONGRAK JIRAPHAPHAN : SEPTIC-ANAEROBIC FILTER SYSTEM OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT FOR FLATS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF SUDCHAI CHAMPA, Ed.D. 120 pp.

The aim of this study was to find the wastewater treatment system for treating domestic wastewater from the flat and for superseding conventional septic tanks which unsuccessful in low level area such as Metropolitan.

The new system should be easily in operating and convenience for maintenence. The principle in designing was to combine the septic tank with the upflow anaerobic filter called "Septic-Anaerobic Filter system". The pilot scale and the working scale were studied for this research. The pilot scale was fed with Huay Kwang Community wastewater at the rate of 29 liters/day average BOD concentration 185.84 mg/l. After two months of experiment, the system was in the steady state. The average BOD removel efficiency in the septic compartment was 64.7 percent, and 37.3 percent in the upflow anaerobic filter compartment which recieving wastewater from septic zone at loading rate 0.8 kg BOD/cu.m-day, was 37.3 percent. The total BOD removal efficiency of the model was about 78.5 percent by average. The average BOD of the effluent was 39.1 mg/l. For the working scale, system was in the steady state about 80 days. The everage BOD of the effluent was 32.8 mg./l.

The effluent from pilot scale and working scale met the domestic effluent standard of Office of The National Enviroment Board (PE 2528).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย เป็นอย่างสูง ที่ท่านได้กรุณาให้คำชี้แนะและข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นผลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สายพานิช ที่กรุณาให้คำชี้แนะและข้อคิดเห็น แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ รองศาสตราจารย์วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคุณไชยวัฒน์ สินสุวงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนการเคหะแห่งชาติที่ได้มอบทุนอุดหนุนในงานวิจัยนี้

ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงมีจากงานวิจัยครั้งนี้ ขอมอบแด่บุพการีทั้งสองผู้ซึ่งได้ให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษาอย่างเสมอมา อีกทั้งผู้มีพระคุณทั้งหลายของผู้วิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญเรื่อง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญเรื่อง..... ช
สารบัญรูป..... ญ
สารบัญตาราง..... ฏ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 คำนำ..... 1
1.2 ความเป็นมาของการวิจัย..... 2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 2
2. น้ำเสียชุมชนและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย..... 4
2.1 ปริมาณของเสียจากชุมชน..... 4
2.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากชุมชน..... 8
2.3 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย..... 8
3. ทฤษฎีการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ..... 16
3.1 ชีววิทยาและจุลชีววิทยาของกระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน..... 16
3.1.1 ขั้นตอนการย่อยสลายที่ทำให้เกิดกรด..... 16
3.1.2 ขบวนการย่อยสลายที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน..... 21
3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อขบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน..... 24
3.2.1 อุณหภูมิ..... 24
3.2.2 พีเอช กรดโวลาไทล์ และสภาพความเป็นด่าง..... 26
3.2.3 สารอาหารที่จำเป็น..... 28
3.2.4 สารพิษ..... 28
3.2.4.1 พิษของเกลือโวลาไทล์..... 28
3.2.4.2 พิษของซัลเฟอร์ และ โลหะหนัก..... 30
3.2.4.3 พิษของแอมโมเนีย..... 30
3.2.4.4 พิษของซัลไฟด์..... 33
3.2.4.5 พิษของสารอินทรีย์..... 35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ..... 36
4.1 การพัฒนากระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ..... 36
4.2 ระบบ SEPTIC และ ANAEROBIC FILTER..... 38
4.3 ลักษณะการทำงานของระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 47
4.4 แนวทางออกแบบระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 51
4.4.1 การคำนวณ ระบบเซปติค-อแนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 52
4.4. การคำนวณ แบบจำลองระบบเซปติค-อแนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 62
5. การดำเนินการวิจัย..... 64
5.1 แผนการทดลอง..... 64
5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 64
5.2.1 การทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 64
5.2.2 การทดลองโดยใช้ถังเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์
ขนาดใช้งานจริง..... 65
5.3 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง..... 65
5.4 การเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... 68
5.4.1 การเก็บตัวอยางน้ำ..... 68
5.4.2 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... 68
6. ผลการทดลองและวิจารณ์..... 69
6.1 ผลการทดลองโดยใช้แบบจำลองเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 69
6.1.1 พีเอช..... 69
6.1.2 กรดโวลาไทล์..... 72
6.1.3 ความเป็นด่างรวม..... 72
6.1.4 อัตราส่วนของกรดโวลาไทล์และความเป็นด่างรวมในระบบ..... 77
6.1.5 ของแข็งแขวนลอยและประสิทธิภาพการกำจัด..... 77
6.1.6 บีโอดีและประสิทธิภาพการกำจัด..... 83
6.1.7 ซีโอดีและประสิทธิภาพการกำจัด..... 83
6.1.8 อินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และไนโตรเจนรวม..... 90
6.2 ผลการทดลองโดยใช้เซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ขนาดใช้งานจริง..... 95
6.2.1 พีเอช..... 95
6.2.2 ของแข็งแขวนลอย..... 95
6.2.3 บีโอดี..... 100
6.2.4 ซีโอดี..... 100
6.2.5 อินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และไนโตรเจนรวม..... 105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 การวิจารณ์ผลเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองและขนาดใช้งานจริงของ
ระบบเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 110
7. สรุปผลการทดลอง.....113
บรรณานุกรม.....116
ประวัติผู้วิจัย.....120

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1	กระบวนการเมตาบอริซึม ของการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	17
3.2	การย่อยสลายกูลโคสโดยผ่านกระบวนการไกลคลอริซิส.....	19
3.3	การย่อยสลายไขมันโดยผ่านกระบวนการเบตาออกซิเดชั่น.....	19
3.4	การเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซมีเทน ด้วยปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจน แสดงด้วยค่า COD.....	23
3.5	ผลของอุณหภูมิที่มีต่อระยะเวลาย่อยสลายสารอินทรีย์.....	25
3.6	ความสัมพันธ์ระหว่าง pH และปริมาณความเข้มข้นของ bicarbonate alkalinity.....	27
3.7	ปฏิกิริยาการทำลายพิษของโลหะหนัก โดยซัลไฟล์ในสภาวะไร้ออกซิเจนอิสระ.....	34
4.1	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในระยะแรก.....	37
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัด BOD และ Organic loading.....	42
4.3	Upflow Filter At Mullickpur.....	44
4.4	Downflow And Upflow Filter at Jalaghata.....	45
4.5	Upflow Filter At Apurbapur.....	46
4.6	Pilot Upflow (Anoerobic) Filter.....	50
4.7	แบบ เซปติค - แอนแอโรบิตฟิลเตอร์.....	56
4.8	แบบจำลองถังเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์.....	63
5.1	ลักษณะการติดตั้งเครื่องมือทดลอง ถังเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์.....	66
5.2	ลักษณะการใช้งานของถังเซปติค-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ แบบใช้งานจริง.....	67
6.1	ค่า พีเอช ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ผ่านถังเซปติคและน้ำเสียที่ออกจากระบบของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง.....	71
6.2	ปริมาณกรดโวลาไทล์ในน้ำเสียที่ผ่านถังเซปติค และน้ำเสียที่ผ่านออกจากระบบของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง.....	74
6.3	สภาพความเป็นด่างรวม ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ผ่านถังเซปติค และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง.....	76
6.4	อัตราส่วนระหว่าง กรดโวลาไทล์ และสภาพความเป็นด่างรวม ในน้ำเสียที่ผ่านถังเซปติคและน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง.....	79
6.5	ปริมาณของแข็งแขวนลอย ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง.....	81

6.6 ประสิทธิภาพการกำจัด ของแข็งแขวนลอยในถังเซปติค ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์
และประสิทธิภาพรวมของระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 82
6.7 ปริมาณบีโอดี ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 85
6.8 ประสิทธิภาพการกำจัด บีโอดี ในถังเซปติค ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์
และประสิทธิภาพรวมของระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 86
6.9 ปริมาณซีโอดี ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 88
6.10 ประสิทธิภาพการกำจัด ซีดอดี ในถังเซปติค ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์
และประสิทธิภาพรวมของระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 89
6.11 อินทรีย์ไนโตรเจน ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 92
6.12 แอมโมเนียไนโตรเจน ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 93
6.13 แอมโมเนียไนโตรเจน ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 94
6.14 ค่า พีเอช ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ผ่านถังเซปติคและน้ำเสียที่ออกจากระบบ
ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 97
6.15 ปริมาณของแข็งแขวนลอย ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 99
6.16 ปริมาณบีโอดี ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 102
6.17 ปริมาณซีโอดี ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 104
6.18 อินทรีย์ไนโตรเจน ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 107
6.12 แอมโมเนียไนโตรเจน ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 108
6.13 แอมโมเนียไนโตรเจน ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ น้ำเสียที่ที่ผ่านถังเซปติค
และน้ำเสียที่ออกจากระบบ ของการทดลองโดยใช้ถังขนาดใช้งานจริง..... 109

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่า สป.ของน้ำเสียจากชุมชนในประเทศไทย	5
2.2	ปริมาณ บีโอดี ในน้ำเสียจากชุมชน	6
2.3	ปริมาณน้ำใช้จากกิจกรรมต่างๆ ภายในบ้านพักอาศัย	7
2.4	ลักษณะสมบัติต่างๆของน้ำเสียจากที่พักอาศัย	9
2.5	ลักษณะสมบัติต่างๆของน้ำเสียจากชุมชนที่ไม่ใช้ถังเกรอะ	10
2.6	ลักษณะสมบัติต่างๆของน้ำเสียจากชุมชนที่ใช้ถังเกรอะ	11
2.7	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย	13
2.8	ลักษณะน้ำเสียจากหอพักใน กทม.	15
3.1	ชนิดของ non - methanogenic bacteria ที่พบในถังหมักแบบไร้อากาศ	20
3.2	การจัดหมู่ของแบคทีเรียที่สร้างมีเทนที่เป็นเชื้อบริสุทธิ โดย Blach และคณะ	22
3.3	ปริมาณร้อยละของธาตุไนโตรเจนและอัตราส่วน ปริมาณธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนโดยน้ำหนักที่มีอยู่ในสารอาหารชนิดต่างๆ	29
3.4	ปริมาณอิออนบวกที่มีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ	31
3.5	ปริมาณของโลหะหนักที่ทำให้ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศหมดประสิทธิภาพ	32
3.6	ปริมาณแอมโมเนีย ที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	33
3.6	ค่าเฉลี่ยลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งที่ออกจากถังเซปติค	38
4.1	แสดงผลจากการบำบัดน้ำเสียพวกโปรตีน - คาร์โบไฮเดรต	40
4.2	แสดงผลจากการบำบัดน้ำเสียพวกกรดโวลาไทล์	41
4.3	ข้อมูลต่างๆของถังหมักที่ใช้ในการทดลองที่ Multickpur , Jalaghata & Apurbapur	39
4.4	แสดงสมรรถนะของเครื่องกรองไร้อากาศ	43
4.5	แสดงสมรรถนะของเครื่องกรองไร้อากาศขนาดทดลอง โดยใช้ตะกอนน้ำเสีย	48
4.6	แสดงสมรรถนะของเครื่องกรองไร้อากาศที่ใช้ในงานบำบัดน้ำเสีย	49
4.7	ปริมาณกากตะกอนที่สะสมในถังเซปติค	53
4.8	รายละเอียดของระยะต่างๆในแบบ เซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์	55
6.1	ผลการวิเคราะห์ค่า พีเอช ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง	70

6.2 ผลการวิเคราะห์ค่า กรดโวลาไทล์ ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลอง
โดยใช้แบบจำลอง..... 73
6.3 ผลการวิเคราะห์ค่า ความเป็นด่าง ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลอง
โดยใช้แบบจำลอง..... 75
6.4 ผลการวิเคราะห์ค่า อัตราส่วนระหว่างกรดโวลาไทล์และความเป็นด่าง
ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 78
6.5 ผลการวิเคราะห์ค่า ของแข็งแขวนลอย ของตัวอย่างน้ำ
ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 80
6.6 ผลการวิเคราะห์ค่า บีโอดี ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 84
6.7 ผลการวิเคราะห์ค่า ซีโอดี ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 87
6.8 ผลการวิเคราะห์ค่า อินทรียไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และ ไนโตรเจนรวม
ของการทดลองโดยใช้แบบจำลอง..... 91
6.9 ผลการวิเคราะห์ค่า พีเอช ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบใช้งานจริง.. 96
6.10 ผลการวิเคราะห์ค่า ของแข็งแขวนลอย ของตัวอย่างน้ำ
ของการทดลองโดยใช้แบบใช้งานจริง..... 98
6.11 ผลการวิเคราะห์ค่า บีโอดี ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบใช้งานจริง.. 101
6.12 ผลการวิเคราะห์ค่า ซีโอดี ของตัวอย่างน้ำ ของการทดลองโดยใช้แบบใช้งานจริง.. 103
6.13 ผลการวิเคราะห์ค่า อินทรียไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และ ไนโตรเจนรวม
ของการทดลองโดยใช้แบบใช้งานจริง..... 106
6.14 มาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชน..... 111
6.15 สรุป ค่าเฉลี่ยลักษณะสมบัติของตัวอย่างน้ำ ที่ทำการทดลอง..... 112
7.1 ประมาณการก่อสร้างระบบ เซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์..... 114

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย