การออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องดักไขมัน : กรณีศึกษาน้ำเสียจากโรงอาหาร

Design and Efficiency of Pilot Oil and Grease Separator

ขนิษฐา ขัยรัตนาวรรณ * • จักรพันธ์ กัณหา **

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบำบัดไขมันหรือน้ำมัน โดยการออกแบบ
เครื่องดักไขมันที่ใช้หลักการของระบบตะกอนลอย ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 0.2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโม
ระยะเวลาในการกักเก็บ 3 ชั่วโมง โดยมีการติดตั้งสื่อชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดให้สูงขึ้น
ผลการศึกษาเครื่องดักไขมันของถังทดลองต้นแบบที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิม มีความจุรวม 0.05 ลูกบาศก์เมตร
ที่ออกแบบแยกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ระบบกักเก็บ ระบบแยกกากของแข็ง ระบบดักวาดน้ำมันและไขมันและ
ระบบกรองมีเดีย พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของน้ำเสีย และเครื่องดักไขมันที่
สร้างขึ้นนี้ให้ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันและไขมันเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์

Abstract

The purpose of this study was for identifying the efficiency of pilot oil and grease separator with floating slude at flow rate of 0.2 m^3/hr and 3 hours retention time. The system was proposed to achieve high efficiency by installation of bio-media.

According to the study, the conclusion is comprised of as such : the system was designed as the pilot tank made from cast iron with designed volume of 0.05 m^3, the system was composed of collection systems, rigid material separator, skimming oil and grease and media filter system and efficiency is directly proportional to characteristic and convertration of wastewater, for instance, the pilot system was reportedly anticipated at 90 % efficiency.

บทนำ

ปัญหาน้ำเสียที่
ภัตตาคารนับวันจะมีค
ทุกขณะ ทั้งนี้เนื่องมาจา
ทำให้อัตราการบริโภคมีสู
จะมีการปนเปื้อนของสา
ทั้งละลายและไม่ละลาย
และภาคเอกชนก็ได้ให้
อย่างมาก โดยได้มีการน
ใช้ในการลดปริมาณของ
บำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยส
ตามมาตรฐานที่หน่วยร
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อ

สำหรับน้ำที่มีค
อยู่ส่วนบนของผิวน้ำ
พบกันมากในร้านอาหา
อาคัย และสถานที่จำห

น้ำมันและไข
แอลกอฮอล์หรือพวกก
ต่าง ๆ ส่วนที่เป็นของเ
น้ำมันและส่วนที่เป็นขอ
และไขมันในน้ำเสียที่ง
พวกเนื้อสัตว์ น้ำมันพื
ร้านหรืออู่ซ่อมรถจักรย
ส่วนของภาคอุตสาหกร
โรงงานบรรจุอาหารกระ
น้ำมันและไขมันดังกล
บำบัดน้ำเสียโดยวิธีท
ประสิทธิภาพของการบ
จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมี
ไขมันในน้ำเสียก่อนที่
ต่อไป ส่วนน้ำเสียที่ผ
ปริมาณไขมันที่ไม่ควรเ
จึงจะปล่อยลงสู่แหล่ง

* *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ศูนย์วิชาการศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม*

** *อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม*

บทนำ

ปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากธุรกิจร้านค้าและภัตตาคารนับวันจะมีความสำคัญและรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ ทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้อัตราการบริโภคมีสูงขึ้น น้ำเสียดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์และไขมันที่อยู่ในรูปทั้งละลายและไม่ละลายน้ำ อย่างไรก็ตามทั้งภาครัฐและภาคเอกชนก็ได้ให้ความสนใจและตระหนักเป็นอย่างมาก โดยได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อกำจัดหรือบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออก และให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานที่หน่วยราชการกำหนด จะทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ต่อไปอีก -

สำหรับน้ำที่มีคราบน้ำมันและไขมันลอยตัวอยู่ส่วนบนของผิวน้ำ นับเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมักพบกันมากในร้านอาหารทั่ว ๆ ไป อาคาร, ที่พักอาศัย และสถานที่จำหน่ายน้ำมัน เป็นต้น

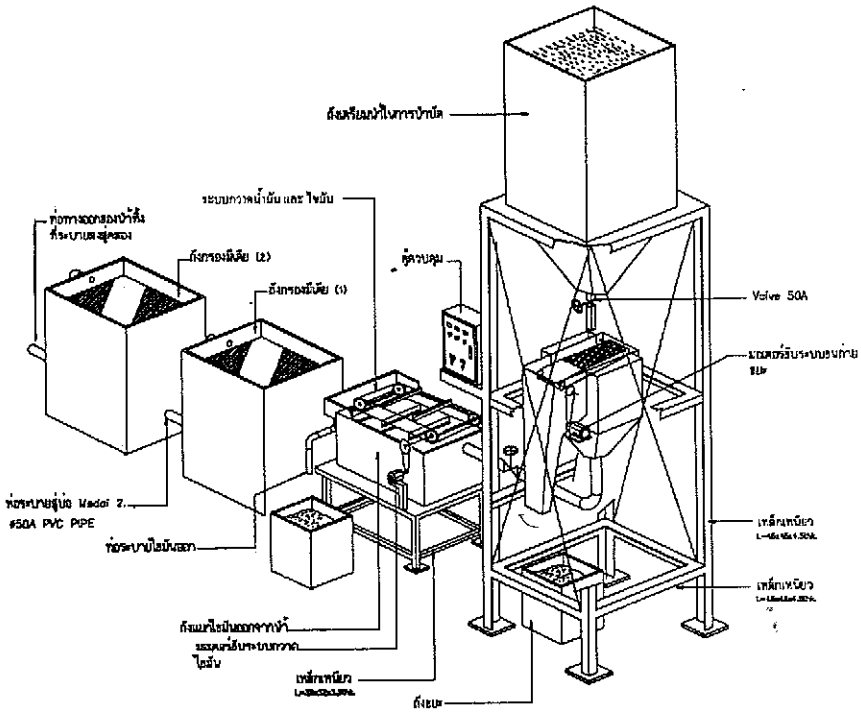
น้ำมันและไขมันเป็นสารประกอบพวกแอลกอฮอล์หรือพวกกลีเซอรอลรวมกับกรดไขมันต่าง ๆ ส่วนที่เป็นของเหลว ณ อุณหภูมิปกติจะเป็นน้ำมันและส่วนที่เป็นของแข็งจะเป็นไขมัน พวกน้ำมันและไขมันในน้ำเสียที่มาจากชุมชนจะมาจากอาหารพวกเนื้อสัตว์ น้ำมันพืชต่าง ๆ เนยหรืออาจมาจากร้านหรืออู่ซ่อมรถจักรยานยนต์ รถยนต์ เป็นต้น ส่วนของภาคอุตสาหกรรมที่มักพบก็มาจากโรงฆ่าสัตว์ โรงงานบรรจุอาหารกระป๋อง เป็นต้น น้ำเสียที่มีคราบน้ำมันและไขมันดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีววิทยาอย่างมาก ทำให้ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการแยกหรือกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียก่อนที่จะส่งไปบำบัดทางชีววิทยาต่อไป ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนั้นควรจะมีปริมาณไขมันที่ไม่ควรเกิน 15 - 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ การกำจัดน้ำมันและไขมันออกจากน้ำเสียวิธีหนึ่งที่ส่วนใหญ่นิยมกันมากสำหรับน้ำเสียจากชุมชน (domestic waste-water) คือการกักเก็บน้ำเสียในบ่อดักไขมัน (grease trap) ช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อให้น้ำมันและไขมันลอยตัวขึ้นสู่ผิวแล้วใช้เครื่องตักหรือกวาดออกจากบ่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเลือกศึกษาปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับคราบน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากโรงอาหาร เพื่อที่จะได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมภายในสถาบัน โดยมีการนำหลักการทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในสภาพจริงที่มีการคำนวณระบบน้ำเสีย และมีการวิเคราะห์วัสดุในเครื่องดักไขมันที่ทำการสร้างขึ้นมาดำเนินการนี้

วิธีการศึกษาและทดลอง

ทำการออกแบบและสร้างเครื่องดักไขมันรูปทรงกระบอกปลายสอบ ดังรูป 1 โดยอาศัยหลักการออกแบบระบบตะกอนลอย (Floating Systems Design) โดยมีกระบวนการทำงานของระบบต่อเนื่อง กล่าวคือตัวอย่างน้ำเสียที่ได้จากโรงอาหารจะถูกนำมากักเก็บก่อนที่จะทำการทดลอง ในถังเตรียมน้ำที่มีการผสมกันด้วยการคนก่อนที่จะเข้าบำบัดในระบบที่สร้างขึ้น มีการแยกส่วนที่เป็นกากของแข็ง (เศษอาหาร เม็ดข้าว เศษเนื้อสัตว์ เศษผัก) ที่ระบบขนถ่ายและกวาดเศษขยะก่อนที่จะเข้าสู่ระบบกวาดน้ำมันและไขมันออกจากน้ำ ต่อจากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่ถังกรองมีเดีย 1 และถังกรองมีเดีย 2 จนสุดท้ายได้น้ำทิ้งที่มีปริมาณน้ำมันและไขมันอยู่ในระดับที่ปล่อยออกสู่สาธารณะได้ เครื่องดักไขมันดังกล่าวออกแบบโดยมีตัวแปรดังต่อไปนี้

1. ความจุของเครื่องดักไขมัน 0.05 ลูกบาศก์เมตร
2. ปริมาณน้ำเสีย 0.2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 1 เครื่องดักไขมันที่สร้างขึ้น

3. ความเร็วในการกวาด = 0.016 เมตรต่อวินาที

4. ขนาดใบกวาด = 580 มิลลิเมตร

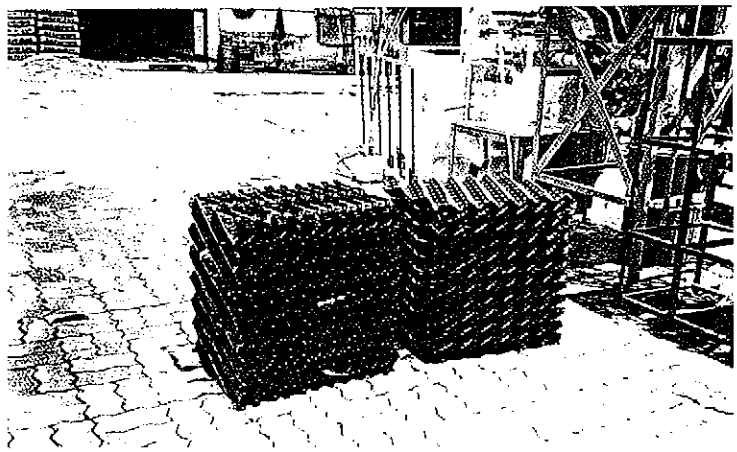
5. เวลาเก็บกักของน้ำในเครื่องดักไขมัน = 3 ชั่วโมง

ในแต่ละถังกรองมีเดียจะมีสื่อชีวภาพ (Bio-Media) นี้อยู่จำนวน 10 แผ่น มีเดียที่อยู่ในถังกรองจะมีจุลินทรีย์มาเกาะเป็นการบำบัดแบบไร้อากาศ : anaerobic filter (attacted growth system) โดยที่สื่อชีวภาพที่ใช้นี้ทำจากพลาสติก ลักษณะเป็นแผ่นที่ค่อนข้างจะมีพื้นที่ผิวมาก ดังรูป 2 จึงเป็นตัวช่วยให้จุลินทรีย์ในระบบได้นานมากกว่าปกติทำให้เป็นการเพิ่มระยะเวลาของการบำบัด (Slude Retention Time, SRT) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดได้สูงขึ้นเมื่อน้ำไหลผ่านสื่อชีวภาพจึงคล้ายกับการกรองอีกเป็นลำดับสุดท้าย

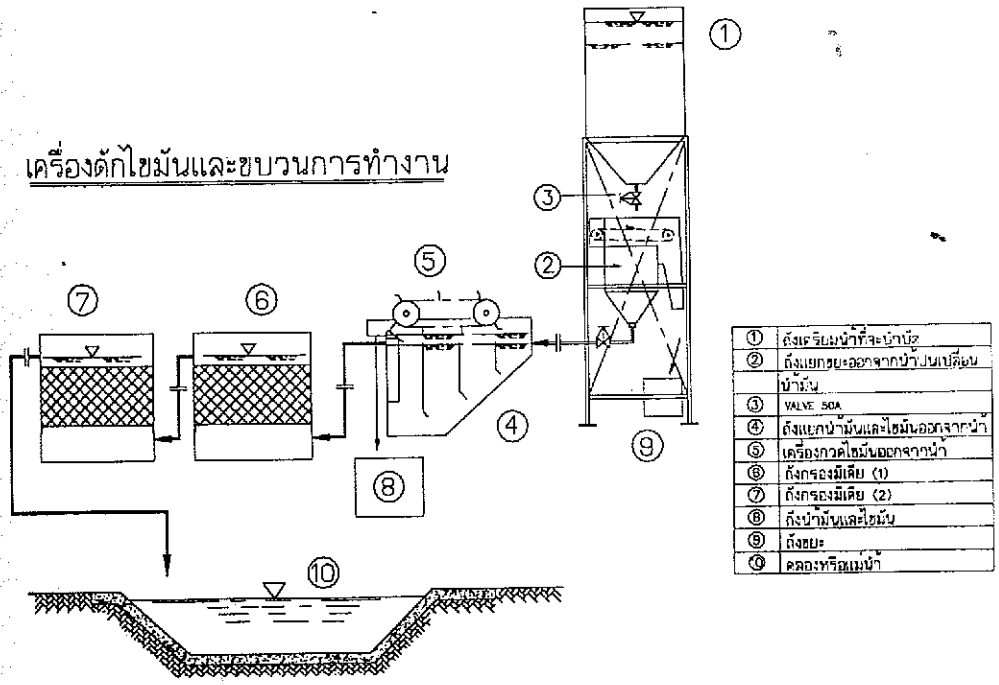
ทำการวิเคราะห์และบันทึกผลโดยนำน้ำเสียที่เก็บจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ตำแหน่งของระบบบำบัดดังแสดงในรูป 3 ที่จุดเก็บที่ 1 เป็นน้ำเสียจากถังเตรียมน้ำที่จะบำบัด จุดเก็บที่ 2 เป็นน้ำเสียที่ผ่านการแยกส่วนที่เป็นกากของแข็ง จุดเก็บที่ 3 เป็นน้ำเสียที่ผ่านการแยกน้ำมันและไขมันแล้วและจุดเก็บที่ 4 เป็นน้ำเสียที่ผ่านถังกรองมีเดีย 1 และถังกรองมีเดีย 2 น้ำเสียดังกล่าวจะถูกนำไปวิเคราะห์หาค่าบีโอดี (BOD: azide modification), ซีโอดี (COD: closed reflux), ของแข็งแขวนลอย (SS: GF/C & Drying 103 °C),ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และน้ำมันและไขมัน (fat, oil & Grease: partition & gravimetric)

ผลและวิจารณ์การทดลอง

การออกแบบเครื่องดักไขมัน ที่มีการแยกสิ่งสกปรกแขวนลอยที่ปนมากับน้ำเสีย โดยใช้ใบกวาด



รูปที่ 2 สื่อชีวภาพ



รูปที่ 3 ตำแหน่งแสดงจุดเก็บน้ำตัวอย่าง

ทำหน้าที่กวาดน้ำมันและไขมันที่เป็นสิ่งสกปรกลอยน้ำออกไป ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะน้ำทิ้งตาราง 1 กล่าวคือที่จุดน้ำเข้า(จุดเก็บที่ 1) มีปริมาณน้ำมันและไขมันสูงเฉลี่ยถึง 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อผ่านเข้าสู่จุดเก็บที่ 3 ซึ่งเป็นจุดที่ผ่านการแยกน้ำมันและไขมันสามารถลดปริมาณน้ำมันและไขมันได้เฉลี่ย 27 มิลลิกรัมต่อลิตรและจุดเก็บที่ 4 ซึ่งเป็นจุดผ่านถังกรองมีเดียที่มีสื่อชีวภาพยังทำให้บริมาณน้ำมันและไขมัน

ตาราง 1 แสดงคุณลักษณะน้ำทิ้งของแต่ละจุดเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามประกาศ*	จุดเก็บที่ 1	จุดเก็บที่ 2	จุดเก็บที่ 3	จุดเก็บที่ 4
BOD	mg/L	>20	1350-3780	123-235	96-102	11.4-28.8
COD	mg/L		2742-7027	514-702	308.5-411	102-116.5
Suspended Solid	mg/L	>30	1082-2075	94-268	56.5-71.0	13.0-24.0
pH	-	5-9	4.9-5.5	5.6-5.8	5.5-5.8	6.2-6.5
Oil & Grease	mg/L	>20	149-711.5	44.5-128	25.5-30	3.5-8

* *ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2539*

ลดได้ต่ำมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเพียง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตาม การออกแบบเครื่องดักไขมันยังควรที่จะต้องพิจารณาขนาดพื้นที่ผิวของถังให้เพียงพอกับปริมาณไขมันที่จะลอยขึ้นมาและความเร็วของน้ำไหลภายในถังต้องต่ำที่สุดเท่าที่จะมีได้และบริเวณทางออกจะต้องไม่ให้พวกไขมันหลุดลอยออกไปได้

สรุปผลการศึกษาและทดลอง

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องดักไขมันที่สร้างขึ้น ซึ่งมีการทำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease Removal) ออกโดยการทำให้ลอย (Flotation) แล้วเก็บกวาดออกจากน้ำบนผิวน้ำ และทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดจากเครื่องดักไขมัน พบว่า น้ำเสียควรมีที่ดักไขมัน(Grease Trap) เป็นอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในการแยกไขมันออกจากน้ำเสีย โดยที่ดักไขมันอาจจะทำด้วยเหล็กหล่อหรือคอนกรีตก็ได้ เหมาะสำหรับตั้งอยู่นอกอาคารและใช้ดักไขมันปริมาณมาก การใช้สื่อชีวภาพ (Bio Media) เป็นการทำให้เกิดการย่อยสลายเพิ่มขึ้นด้วยเพราะทำให้จำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้น โดยสื่อชีวภาพดังกล่าวจะเป็นตัวกลางให้แบคทีเรียเกาะแทนที่จะลอยปะปนไปกับน้ำเสีย ดังนั้นการที่มีพื้นที่ผิวของสื่อชีวภาพมากจะทำให้จำนวนแบคทีเรียมาเกาะมากขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจึงมีมากขึ้นด้วย โดยที่สามารถลดค่าบีโอดีในน้ำเสียได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งผลการทดลองทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ดักไขมันนี้ยังสามารถลดปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี ซีโอดีได้ด้วยรวมทั้งปริมาณสารแขวนลอยก็ลดลงอีกทั้งยังช่วยน้ำเสียที่จะถูกส่งไปบำบัดในระบบการกรองแบบไร้อากาศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าได้มาตรฐานตามราชการกำหนด

ข้อเสนอแนะ

น้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมก็ดี ตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ควรที่จะมีการบำบัดหรือมีระบบรองรับน้ำเสีย แต่ส่วนใหญ่จะคิดถึงแต่การแสดงค่าความสกปรกของน้ำที่ค่า BOD เท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่า BOD สูงย่อมหมายถึงน้ำเสียนั้นมีความสกปรกมาก ไม่ได้สนใจปัจจัยอื่นเลยที่อาจส่งผลกระทบทางด้านการผลิตของเสียและการทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งคือ น้ำมันหรือไขมัน ในปัจจุบันแม้ว่าจะมีการตื่นตัวกันค่อนข้างมากแล้วก็ตาม ก็ยังไม่มีมาตรฐานน้ำทิ้งจากบ้านแต่ละหลังอย่างชัดเจน □

1 สำนักอนามัยสิ่งแว
กรุงเทพมหานคร
2 วริทธิ์ อึ้งภากรณ์,
ในพระบรมราชูปถั
3 เกรียงศักดิ์ อุดม
4 กรมโรงงานอุตสา
กรุงเทพฯ.
5 Metcalf & Edd
Ed., McGRAW
6 WEF Manual o
Water Enviro
7 APHA, AWWA
Wastewater, 1

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย **ระบบบำบัดและกำจัดน้ำเสียแบบติดกับที่** เอกสารวิชาการ กรุงเทพมหานคร หน้า 11 - 25.

[2] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, 2540, **การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร,** สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 11.

[3] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539, **การบำบัดน้ำเสีย,** มิตรนราการพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 1 หน้า 94 -100.

[4] กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2539, **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม,** กรุงเทพฯ.

[5] Metcalf & Eddy., 1991, **WASTEWATER ENGINEERING Treatment/Disposal/Reuse,** 3rd Ed., McGRAW-HILL.

[6] WEF Manual of Practice No. 8, 1992, **Design of Municipal Wastewater Treatment Plants,** Water Environment Federation.

[7] APHA, AWWA and WEF., 1995, **Standard Method for Examination of Waste and Wastewater,** 19 th edition, American Public Health Association, Washington D.C.