การศึกษาการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงพยาบาล

A Study of Wastewater Treatment Management in Hospital

เอกสิทธิ์ หิริพงษ์* และ ยุทธชัย บรรเทิงจิตร

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรการจัดการงานวิศวกรรมมหาวิทยาลัยสยาม จังหวัดกรุงเทพฯ10160

E-mail: Energy_rtb@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ 400 เตียงมีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหา ลดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ pH, BOD,TKN,Suspended Solid, Total Coliform Bacteria, Feacal Coliform Bacteria และ Residual Chlorineให้อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพการระบายน้ำทิ้ง กรมควบคุมมลพิษ ผลการวิเคราะห์ในปี 2560 มีค่า 7.8 25 mg/L39 mg/L 520 mg/L 2.5 mg/L 20 mg/L และ35,000 ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาเพื่อสำรวจกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล เช่น แหล่งที่มา ประเภทของน้ำเสีย วิธีการบำบัด ผู้รับผิดชอบควบคุมระบบ ค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบ ทั้งนี้ได้ทำการสำรวจข้อมูลร่วมวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ Gap Analysis และผลที่ได้จากการแก้ไขนี้ ทำให้ค่าผลการวิเคราะห์ ในปี 2561 พบว่าความสามารถในการกำจัด TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)มีประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 43.7 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพการระบายน้ำทิ้ง กรมควบคุมมลพิษ จากผลดังกล่าวได้ปรับปรุงประสิทธิภาพ ทำให้มีความสามารถในการกำจัดค่า TKN(Total Kjeldahl Nitrogen) มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในปี 2561 คิดเป็นร้อยละ 61.17

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย การจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลทั่วไป

Abstract

The purpose of waste management study was to survey about wastewater management in the 400 Bed hospital,to fix problem,reduce the parameter value include pH, BOD,TKN,Suspended Solid, Total Coliform Bacteria, Feacal Coliform Bacteria and Residual Chlorine on the value standard of quality to the pollution control Department's disposal drains.The result of this edit brings of analysis on the year 2017 has a value7.8 25 mg/L39 mg/L 520 mg/L 2.5 mg/L 20 mg/Land 35,000 respectively.

The study to explore with activities involving waste water treatment in the hospital, such as the source,type of wastewater treatment methods, responsible for control ,system management costs.The researcher and the environment & safety committee have come together to find solutions of gap analysis from the wastewater management and the result of this edit brings of analysis on the year 2018 has a ability to eliminate TKN(Total Kjeldahl Nitrogen) performance at 43.7 persent.Which is lower tha on the value standard of quality to the pollution control Department's disposal drains.In 2561 from inproving efficiency.The ability of the TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)more efficient,were 61.17

Keywords: Wastewater Treatment,Waste water treatment system management,General hospital

* Corresponding author, e-mail: Energy_rtb@hotmail.com

1. ที่มาและความสำคัญ

โรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ 400 เตียง ย่านฝั่งธนบุรี กรุงเทพฯมีปัญหาเรื่องการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงพยาบาล ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะถูกบำบัดและฆ่าเชื้อโรคก่อนระบายออกสู่ชุมชนรอบข้าง ทั้งนี้ปัญหาส่วนหนึ่งที่ผู้ศึกษารับทราบข้อมูลจากการประชุมคณะกรรมการความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในการทำงานทำการรวบรวมข้อมูลและทำการติดตามตรวจสอบแหล่งกำเนิดมลพิษในกระบวนการรักษาพยาบาลผู้ป่วยนั้นก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบแตกต่างกันไป เช่น ห้องน้ำสาธารณะ การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคในการทำหัตถการ สารคัดหลั่งจากห้องปฏิบัติการ สารเคมีในการซักล้างและทำความสะอาด ระบบงานโภชนาการ เป็นต้น ซึ่งเป็นของเสียอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียมากขึ้นถ้าไม่มีการควบคุมที่ไม่มีประสิทธิภาพ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติจากอาคารประเภท ก.ในแต่ละเดือน ค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ยังเกินมาตรฐาน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันและเปรียบเทียบผลคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ก.ตามประกาศกฎกระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2548 เป็นข้อมูลในการจัดการ ปรับปรุงและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนการได้รับสนับสนุนความรู้ที่จำเป็นที่เกี่ยวกับบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถทำให้ได้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารโรงพยาบาลต่อไป

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุชาดา จังรัสสะ(2550)ได้ศึกษาผลของออกซิเจนต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง พบว่าผลของออกซิเจนต่อการปลดปล่อยและการเปลี่ยนแปลงสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนจากดินตะกอนที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงในบ่อกุ้งจำลองภายใต้สภาวะกลางแจ้ง โดยบ่อเลี้ยงกุ้งจำลองทำจากถังพลาสติกขนาด 500 ลิตรที่มีพื้นที่ผิว 0.73 ตารางเมตร ภายในบรรจุดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งความหนา 8 เซนติเมตร และบรรจุน้ำทะเลความเค็ม 20 PSU ปริมาตร 450 ลิตร ซึ่งมีค่าอัลคาไลนิตี 110 mg/L และมีเครื่องสูบน้ำติดตั้งอยู่ที่ก้นถังเพื่อช่วยหมุนเวียนน้ำภายในบ่อ การศึกษาผลของออกซิเจนต่อการเปลี่ยนแปลงสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างบ่อชุดควบคุมที่ติดตั้งเฉพาะเครื่องสูบน้ำให้เกิดการไหลเวียน ส่วนบ่อชุดทดลองจะติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่มีระบบการพ่นอากาศด้วยอัตรา 3 ลิตร/นาที ในเวลาเริ่มต้นการทดลองจะทำการเติมอาหารกุ้งในปริมาณ 16, 32 และ 63 กรัม/ตารางเมตร เพื่อเป็นแหล่งของสารอินทรีย์ไนโตรเจน พบว่าชุดทดลองที่มีการเติมอากาศสามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาแอมโมนิฟิเคชันและปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้เร็วกว่าชุดควบคุม โดยจะพบการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียในน้ำ และเมื่อแอมโมเนียลดลงจะพบการเพิ่มขึ้นของไนเทรดเป็นลำดับถัดมา ซึ่งต่อไนไตรตจะลดลงจนหมดในวันที่ 14 ของการทดลอง ส่วนการทดลองเติมออกซิเจนบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับการเติมออกซิเจนจากบรรยากาศ ด้วยอัตรา 3 ลิตร/นาที และมีการเติมอาหารกุ้ง 312.5 กรัม/ตารางเมตร พบว่าการเติมออกซิเจนบริสุทธิ์ทำให้พบปริมาณแอมโมเนียในน้ำมากกว่าการเติมอากาศ ซึ่งแสดงว่าการเติมออกซิเจนบริสุทธิ์ช่วยเร่งปฏิกิริยาแอมโมนิฟิเคชันได้มากกว่า [1]

พรทิพย์ กังวีรนันท์(2547)ศึกษาการผลของตัวแปรการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพโดยกระบวนการไนทริฟิเคชั่นและกระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น การทดลองส่วนแรกและส่วนที่สองคือกระบวนการไนทริฟิเคชั่นและกระบวนการดีไนทริฟิเคชั่นจะดำเนินการในปฏิกรณ์ขนาด 40 ลิตรโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์เป็นน้ำเสียที่ป้อนเข้า ส่วนที่สามเป็นการคำนวณค่าคงที่ของกระบวนการไนทริฟิเคชั่นและกระบวนการดีไนทริฟิเคชั่นของ

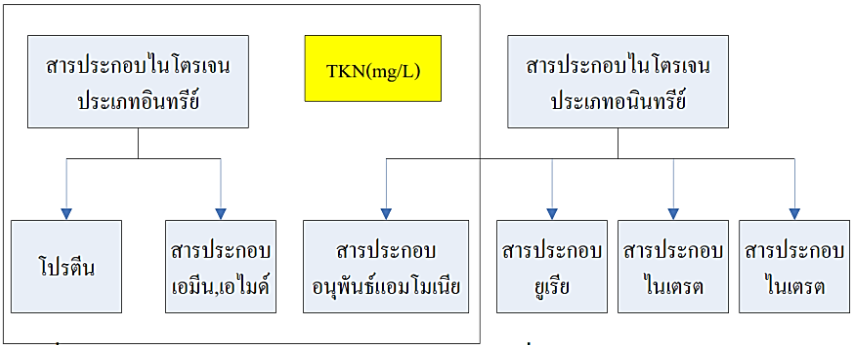
ระบบบ่อเติมอากาศ เพื่อนำไปคำนวณหาระยะเวลาของกระบวนการไนทริฟิเคชั่นและกระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น การทดลองส่วนแรกเป็นกระบวนการไนทริฟิเคชั่นซึ่งมีการเติมออกซิเจนในน้ำเสียโดยชุดอุปกรณ์เติมอากาศเพื่อให้มีสภาวะอากาศ ได้ทำการศึกษาตัวแปลต่างๆ ได้แก่ ความเข้มข้นของ BOD5 TKN และจุลินทรีย์ในช่วง 0-4000 mg/L 100-1200 mg/L และ 0-600 mg/L ตามลำดับและ pH ในช่วง 2.7-10.0 พบว่า การเกิดไนเทรตได้สูงสุดในน้ำเสียสงเคราะห์ที่มีความเข้มข้นจุลินทรีย์ 600 mg/L คือความเข้มข้น BOD5 300+ 50 mg/L ความเข้มข้น TKN 300+ 50 mg/L และpH 0.8+ 0.2 ซึ่งมีประสิทธิภาพการเกิดไนเทรตและการกำจัดบีโอดี ที่ระยะเวลาในการเติมอากาศ 7 วัน เท่ากับ 89.24และ94% ตามลำดับ [2]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้ศึกษาดำเนินการศึกษาสถานภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ด้วยวิธีการเปรียบเทียบ โดยเก็บข้อมูลทั่วไปของระบบบัดน้ำเสียด้วยแบบสำรวจ เก็บข้อมูลการบำรุงรักษาและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียด้วย ในเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ในปี 2560 เทียบกับ 2561 เพื่อศึกษานำผลจากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย โดยห้องปฏิบัติการบริษัทเอกชน ที่ผ่านการอนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน จากกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาสถานภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยศึกษาความสามารถในการกำจัด TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)เป็นความเข้มข้นรวมของไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และอนุพันธ์ของแอมโมเนียที่ละลายอยู่น้ำ ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ มีประสิทธิภาพในปี 2560 ร้อยละ 43.7 ที่มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียต่ำและเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2548

4.1 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้ง

การดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้งด้วยวิธีแบบจ้วง(Grab sampling) รวม 12 ครั้งในช่วงเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2561 โดยบริษัทผู้รับจ้างช่วงที่ผ่านการขึ้นทะเบียนจากกระทรวงวิเคราะห์ผลน้ำ จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล อาคารๆละ 2 ตัวอย่าง (น้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ตัวอย่างและน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ตัวอย่าง) รวมทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างที่มีการใช้โหลดของระบบบำบัดน้ำเสียสูงสุด ในช่วงเวลา 09.00-11.00 น.ของวันทำการโรงพยาบาล เพื่อศึกษาลักษณะคุณสมบัติของน้ำเสียก่อนบำบัดน้ำเสียและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วรวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพการบำบัดของระบบด้วยวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำปฏิบัติตาม APHA,AWWA,WEF Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.. 22nd Washington,DC:APHA,2012 และนำมาตรวจวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ของมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2548 ปฏิบัติตามกำหนดตำแหน่งการเก็บตัวอย่างและวิธีการตรวจวิเคราะห์ ทั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อวิเคราะห์สารประกอบค่าทีเคเอ็นที่เป็นปัญหา ตามดังรูป



รูปที่ 1 การวิเคราะห์สารประกอบที่เป็นปัญหาค่าทีเคเอ็น

4.2 สถานที่ศึกษาวิจัย/พื้นที่

โรงพยาบาลอกชน ขนาดใหญ่ อยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจ แบบสอบถามและผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้งจะนำมาวิเคราะห์ โดยนำเสนอในรูปแบบตาราง และพรรณนา

นำผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง มาวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย โดย

4.3.1ศึกษาความสามารถในการกำจัดค่าทีเคเอ็นของระบบบำบัดน้ำเสีย

4.3.2เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ตามปราศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2548

5.ผลการศึกษา

5.1 ลักษณะคุณสมบัติน้ำเสียก่อนบำบัดและน้ำทิ้งหลังบำบัด

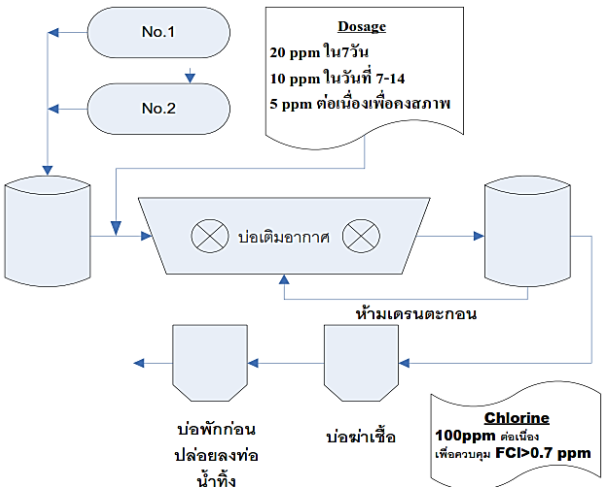
ลักษณะคุณสมบัติของน้ำเสียจากโรงพยาบาลก่อนบำบัดน้ำเสียและน้ำทิ้งผ่านการบำบัดแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยค่าพารามิเตอร์ที่เป็นปัญหาค่าทีเคเอ็นสูงมีค่า TKN as N =45 mg/L Ammonia as N=40 mg/Lและ Total Organic as N=2 mg/L ตามลำดับ

5.2 แนวทางแก้ไขปัญหาค่าทีเคเอ็นในระบบบำบัดน้ำเสีย

จากผลของอนุพันธ์แอมโมเนียคือต้นเหตุที่ทำให้ค่า TKN สูงขึ้น ดังนั้นทางผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ได้คำแนะนำจากการดูงานอุตสาหกรรมผู้เลี้ยงกุ้ง ใช้เชื้อจุลินทรีย์สกัดชนิดพิเศษ ที่มีปริมาณ Nitrifying Bacteria สูงใช้ย่อยสลายสารประกอบแอมโมเนียโดยเฉพาะ ที่ในปัจจุบันใช้ในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมยางข้น อุตสาหกรรมผู้เลี้ยงกุ้ง และของเสียจากอาคาร เพื่อใช้ในการย่อยสลายแอมโมเนียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังสูตรทางเคมีดังนี้

$$NH_4^+ + 2O_2 + \text{Nitrifying Bacteria} \;>>>\; NO_3^- + H_2O + 2H + \text{พลังงาน}$$

โดยทำการทดลองเติมเชื้อดังกล่าวดังนี้



รูปที่ 2 การทดลองเติมเชื้อเพื่อลดค่าทีเคเอ็นระบบบำบัดน้ำเสีย

โดยมีการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

5.2.1 ควบคุมปริมาณ DO ในบ่อเติมอากาศ มากกว่า 4-6 mg/L เนื่องจากแบคทีเรีย Nitrifying ต้องใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาแอมโมเนียม

5.2.2 เพิ่มปริมาณตะกอนเร่ง (Activated Sludge) โดยควบคุมให้มี MLSS มากกว่า 1,000-2,000 mg/L และ SV30 200-400 mL ซึ่งเป็นสภาวะที่จำเป็นของแบคทีเรีย และควบคุมการรั่วไหลของตะกอน

5.2.3 การควบคุมและติดตาม สภาวะบ่อเติมอากาศ

ค่า DO > 4.0 – 6.0 mg/L ,ค่า SV30 ในช่วง 200 – 400 mV,

ค่าตะกอน MLSS > 1,000 – 2,000 mg/L

ค่าความเข้มข้น Free Chlorine > 0.7 ppm และ Ammonium < 30 mg/L

5.2.4ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเชื้อ

โหลดปริมาณน้ำเข้าอยู่ที่ 300 ลบ.ม/วัน ปริมาณความต้องการอยู่ประมาณ 5-20 ppmและการใช้เฉลี่ยต่อวัน 2 กิโลกรัมต่อวัน

5.3 คุณภาพน้ำทิ้งหลังการบำบัดเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

น้ำทิ้งหลังการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ มีคุณภาพโดยเฉลี่ยได้มาตรฐาน เมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.โดยพิจารณาทุกพารามิเตอร์หากเปรียบเทียบกับมาตรฐานพบว่า มีค่าได้มาตรฐาน ในปี 2561 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 100 และมีความสามารถในการกำจัด TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)สูงขึ้น ประสิทธิภาพการบำบัดร้อยละ 61.17 เมื่อเทียบกับ 2560 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ระบบบำบัดน้ำเสียประจำปี 2560และ2561

Parameters	Unit	STD	ปี 2560	ปี 2561
pH	-	5.0-9.0	7.34	7.55
BOD	mg/L	< 20.0	8.50	7.38
SS	mg/L	< 30.0	23.69	7.37
TDS	mg/L	< 500.*	420.96	382.21
Settleable Solids	mL/L/hr	< 0.5	1.87	0.01
Sulfide	mg/L	< 1.0	0.13	<0.13
TKN	mg/L	< 35.0	39.30	17.03
Oil & Grease	mg/L	< 20.0	2.04	<1
Total Coliform	MPN/100 mL	< 5,000	37,024.25	<1.8
Fecal Coliform	MPN/100 mL	<1,000	20,015.42	<1.8
Residual CL	mg/L	0.2 - 1.0	0.65	0.93
TDS น้ำประปา	mg/L	-	115.00	125.50

จากการศึกษามาใช้ในการวางแผนพัฒนาปรับปรุงการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งด้านการพัฒนาองค์ความรู้แก่ผู้รับผิดชอบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อวางแผนเชิงนโยบายในการพัฒนาระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นการป้องกันมลพิษทางน้ำและการแพร่กระจายเชื้อโรคจาก

โรงพยาบาลที่อาจกระทบต่อสุขภาพชุมชนและสิ่งแวดล้อมรอบข้างโรงพยาบาล อีกทั้งเป็นการพัฒนาระบบการจัดการของโรงพยาบาลให้มีคุณภาพมาตรฐานและเป็นไปตามกฎหมายโดยมีประเด็นสำคัญเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ของโรงพยาบาล

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โรงพยาบาลกรณีศึกษาที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทดลองและขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยสยาม สำหรับการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

สุชาดา จังรัสสะ.2550.**การศึกษาผลของออกซิเจนต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง**

ลินดา เกษมสุข.2547.**การศึกษาถึงความเป็นไปได้ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูป**