ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

Influent and Effluent Characteristics of Hospital Wastewater Treatment Plants : Upper Northeast Region, Thailand

อุไรวรรณ อินทร์ม่วง (Uraiwan Inmuong) เกรียงศักดิ์ คูหิรัญญรัตน์** (Kriengsak Kuhirunyaratn)*
*พณา ฟักอ่อน*** (Pana Fucon)*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัดและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบคลองวนเวียนและระบบบ่อผันสภาพ และศึกษาปัญหาของการควบคุมดูแลระบบ โดยศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน รวม 18 แห่ง เป็นระบบคลองวนเวียน 10 แห่ง และระบบบ่อผันสภาพ 8 แห่ง เก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัด 3 ครั้งคือ เดือนกุมภาพันธ์ เมษายน และสิงหาคม 2541 วิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา รวม 12 พารามิเตอร์ และใช้แบบสอบถามสำหรับผู้ควบคุมดูแลระบบ และแบบสอบถามสำหรับผู้บริหารโรงพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของโรงพยาบาลทุกแห่งมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานทุกพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดพบว่า ระบบคลองวนเวียนมีประสิทธิภาพการลด บีโอดี สารแขวนลอย ตะกอนหนัก ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มรวม และฟีคัลโคลิฟอร์ม เฉลี่ยร้อยละ 69.05, 65.41, 58.39, 45.49, 61.98, 82.69 และ 83.62 ตามลำดับ ระบบบ่อผันสภาพมีประสิทธิภาพในการลดค่าพารามิเตอร์ข้างต้นเฉลี่ยร้อยละ 55.58, 36.94, 48.95, 36.61, 54.82, 92.45 และ 87.32 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการลดค่าสารแขวนลอยของ 2 ระบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) ส่วนค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการลด บีโอดี ตะกอนหนัก ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มรวม และฟีคัลโคลิฟอร์ม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ปัญหาในการควบคุมดูแลระบบ ผู้ดูแลส่วนใหญ่มีความเห็นว่ายังได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอ ผู้บริหารโรงพยาบาลส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร ควรมีการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วนสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ

Abstract

The study was aimed (i) to examine characteristics of influent and effluent of hospital-wastewater system, (ii) to compare treatment efficiency between oxidation ditch and stabilization pond, and (iii) to outline management and any handliug difficulties of hospital-wastewater system. A total of eighteen hospital-wastewater treatment plants located in northeast Thailand were investigated, these included 10 oxidation ditches and 8 stabilization ponds. Wastewater samples were consecutively collected three periods during February, April and August (1998), and all of which were examined for their physicochemical and microbiological properties totaling 12 parameters. Questionnaires were also applied to investigate several issues associated with plants' handling both from hospital directors and operators. The examination results showed the effluent treated by the hospital-wastewater system could not meet the Country Effluent Standard when taking into account all parameters collectively specified. The oxidation ditch could effectively reduce parameters; BOD, SS, settleable solids, sulfide, TKN, total and faecal coliform bacteria, with 69.05%, 65.4%, 58.39%, 45.49%, 61.98%, 82.69% and 83.62% respectively. The stabilization pond, likewise, could minimize the same set of parameters as 55.58%, 36.94%, 48.95%, 36.61%, 54.82%, 92.45% and 87.32% respectively. The two systems were significantly capable of reducing SS differently ($p=0.001$). However, they were not significantly different in reducing BOD, settleable solids, sulfide, TKN, total and faecal coliform bacteria ($p>0.05$). Analyses from questionnaire indicated that most operators had difficulties from having not sufficient supports, particularly with maintenance budget and equipment provided. A large number of bospital directors stated and noted that their wastewater systems applied were ineffective, they thus encouraged any further efforts to urgently fix and/or improve the wastewater treatment plants.

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ระบบคลองวนเวียน ระบบบ่อผันสภาพ
Keywords: Hospital wastewater treatment plants, Oxidation ditch, Stabilization pond

* *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
** *นักวิชาการสาธารณสุข ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6*
*** *นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6*

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหามลพิษในแหล่งน้ำผิวดินนับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญทั่วทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคของประชาชนและการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำที่สำคัญมาจาก 3 แหล่ง ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และเกษตรกรรม โรงพยาบาลเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากกิจกรรมในชุมชนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ซึ่งลักษณะสมบัติน้ำเสียจากโรงพยาบาลประกอบด้วย สารอินทรีย์ สารเคมี และที่สำคัญคือมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคจากผู้ป่วยที่มารับบริการ

โรงพยาบาลเป็นแหล่งรวมผู้ป่วยด้วยโรคนานาชนิด จัดว่าเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรคและอาจเกิดการแพร่พันธุ์ต่อไปได้ถ้าขาดการสุขาภิบาลที่ดี กระทรวงสาธารณสุขได้จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลเป็นแห่งแรกในปี พ.ศ. 2516 และคาดว่าจะจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของสถานพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขครบ 100% ในปี พ.ศ. 2541 รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลของกระทรวงสาธารณสุข ที่ได้ดำเนินการจนถึงปี พ.ศ. 2539 มี 3 รูปแบบคือ ระบบคลองวนเวียน (oxidation ditch) ระบบบ่อผันสภาพ (stabilization pond) และระบบถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) นอกจากนี้ในช่วงปี 2538 เป็นต้นมา ได้มีการนำระบบรูปแบบอื่น ๆ มาใช้ เช่น ระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) และระบบบ่อเติมอากาศ (aerated lagoon) แต่ระบบคลองวนเวียนและระบบบ่อผันสภาพ มีการนำมาใช้มากกว่าระบบอื่น ๆ (สมชาย, 2540)

ถึงแม้ว่าโรงพยาบาลส่วนใหญ่จะมีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียระบบต่าง ๆ ข้างต้น แต่จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ร้อยละ 72.8 และไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 22.7 (สมชาย, 2540) ซึ่งประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ (1) โครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบอย่างถูกต้องและเหมาะสม (2) การจัดการระบบที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม มีการติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมดูแลระบบอย่างถูกต้องและต่อเนื่อง (3) มีบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจในการควบคุมดูแลระบบบำบัด รวมทั้งมีการให้การสนับสนุน ทั้งงบประมาณ และการพัฒนาศักยภาพทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง

จากผลการติดตามผลที่ผ่านมาพบว่า โรงพยาบาลที่มีระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (พื้นที่ เขต 6 ตามการแบ่งเขตของกระทรวงสาธารณสุข) ยังมีปัญหาในเรื่องการจัดการและประสิทธิภาพของระบบบำบัดยังไม่ดีพอ เนื่องจากยังขาดการจัดการที่ถูกต้อง ขาดบุคลากรที่ทำหน้าที่หลักในการควบคุมดูแลระบบบำบัด (ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6 ฝ่ายเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2538) คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัดและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งศึกษาปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ จะเป็นประโยชน์ในการเสนอแนะ แนวทางการปรับปรุงแก้ไขต่อผู้ปฏิบัติงานควบคุมดูแลระบบฯ และผู้บริหารของโรงพยาบาล อันจะส่งผลให้มีการควบคุมดูแลระบบให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นการลดผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำอีกทางหนึ่ง ช่วยป้องกันการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ และส่งเสริมให้มีแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคที่ปลอดภัยแก่ประชาชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย มีดังนี้

1) เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัดและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ระหว่างระบบคลองวนเวียนและระบบบ่อผันสภาพ

3) เพื่อศึกษาปัญหาของการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ดำเนินการเก็บข้อมูลจากโรงพยาบาลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 7 จังหวัด คือ ขอนแก่น เลย หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู สกลนคร และกาฬสินธุ์ (พื้นที่ เขต 6 ตามการแบ่งเขตของกระทรวงสาธารณสุข) เป็นโรงพยาบาลที่มีระบบบำบัดแบบคลองวนเวียน 10 แห่ง และโรงพยาบาลที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผันสภาพ 8 แห่ง โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำ จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล จำนวน 18 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างแบบแยก (grab sampling) รวม 3 ครั้ง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ เมษายน และสิงหาคม 2541 เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัดและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ ได้แก่ พีเอช (pH) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) สารแขวนลอย (Suspended Solids, SS) สารละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, DO) ซัลไฟด์ (Sulfide) โคลิฟอร์มรวม (Total Coliform Bacteria) ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal Coliform Bacteria) ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) และคลอรีนอิสระตกค้าง (Free Residual Chlorine) วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ปฏิบัติตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992) โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมและศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6 ขอนแก่น

2.2 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สัมภาษณ์ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย รวม 24 คน สัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค และการปฏิบัติในการควบคุมดูแลระบบ

2.3 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม โดยขอความร่วมมือผู้บริหารโรงพยาบาลหรือผู้แทนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล

2.4 รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา paired-samples t-test ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว และ independent-samples t-test ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน และแบบบ่อผันสภาพ

ผลการวิจัย

ลักษณะสมบัติน้ำเสียก่อนการบำบัดและน้ำทิ้งหลังการบำบัด

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากโรงพยาบาลก่อนการบำบัด และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว พบว่าค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

คุณภาพน้ำทิ้งหลังการบำบัดเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

น้ำทิ้งหลังการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ศึกษาทุกแห่ง มีคุณภาพโดยเฉลี่ยไม่ได้มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ตามประกาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537) โดยพิจารณาทุกพารามิเตอร์ หากเปรียบเทียบกับมาตรฐานโดยไม่พิจารณาค่าตะกอนหนักพบว่า มีค่าเฉลี่ยได้มาตรฐาน จำนวน 5 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 27.78 ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 1

ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ศึกษา ระบบคลองวนเวียนมีประสิทธิภาพในการลดบีโอดี สารแขวนลอย ตะกอนหนัก ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มรวม และฟีคัลโคลิฟอร์ม เฉลี่ยร้อยละ 69.05, 65.41, 58.39, 45.49, 61.98, 82.69 และ 83.62 ตามลำดับ ระบบบ่อผันสภาพมีประสิทธิภาพในการลด

บีโอดี สารแขวนลอย ตะกอนหนัก ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มรวม และฟีคัลโคลอฟอร์ม เฉลี่ยร้อยละ 55.58, 36.94, 48.95, 36.61, 54.82, 92.45 และ 87.32 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าระบบบ่อผันสภาพมีประสิทธิภาพในการลดโคลิฟอร์มรวมและฟีคัลโคลิฟอร์มสูงกว่าระบบคลองวนเวียน ส่วนพารามิเตอร์อื่น ๆ ระบบคลองวนเวียนมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่า ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการลดค่าสารแขวนลอยของ 2 ระบบดังกล่าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) ส่วนค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการลดค่า บีโอดี ตะกอนหนัก ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มรวม และฟีคัลโคลิฟอร์ม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 2

ปัญหาอุปสรรคทางด้านเทคนิคของระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบคลองวนเวียนที่เป็นปัญหาสำคัญคือ ระบบมีกลิ่นเหม็น อุปกรณ์เกิดการชำรุด ไม่เกิดตะกอนจุลินทรีย์ในคลองวนเวียน สำหรับปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นของระบบบ่อผันสภาพคือ ระบบมีกลิ่นเหม็นในบ่อบำบัดมีสาหร่ายมากเกินไป น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดมีสาหร่ายมาก

ปัญหาอุปสรรคทางด้านการปฏิบัติของผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 50 เป็นลูกจ้างชั่วคราว ระดับการศึกษา ป.6 งานหลักคือ การดูแลระบบ และมีงานรองต้องทำหน้าที่อื่นด้วย ผู้ดูแลส่วนที่เหลือเป็นเจ้าหน้าที่ช่างของโรงพยาบาล ระดับการศึกษา ปวช. งานหลักทำหน้าที่ด้านช่างทั่วไปของโรงพยาบาล งานรองทำหน้าที่ผู้ดูแลระบบ มีเวลาในการดูแลระบบน้อย ผู้ดูแลทั้งสองกลุ่มได้ผ่านการอบรมเรื่องการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียเพียงร้อยละ 50 นอกจากนั้นส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าได้รับการสนับสนุนงบประมาณและวัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอ

ปัญหาอุปสรรคทางด้านบริหารจัดการ การสนับสนุนกำลังคน งบประมาณและวัสดุอุปกรณ์

โรงพยาบาลส่วนใหญ่ไม่มีการตั้งงบประมาณสำหรับการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียไว้ในแผนงาน เมื่อเกิดการชำรุดและต้องการซ่อมบำรุงรักษาจึงเกิดปัญหาการบริหารมาโดยตลอด

สำหรับความคิดเห็นของผู้บริหารโรงพยาบาลในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เห็นความสำคัญให้การส่งเสริมให้ผู้ควบคุมดูแลระบบเข้ารับการอบรมหลักสูตรการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย และต้องการให้ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม หรือสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดจัดส่งเจ้าหน้าที่มาให้คำแนะนำด้านวิชาการเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ ผู้บริหารส่วนใหญ่เห็นว่าในปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร เห็นควรให้มีการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วนสำหรับระบบที่ไม่มีประสิทธิภาพ และมีความคิดเห็นว่าการควบคุมดูแลระบบที่มีประสิทธิภาพควรมีผู้ดูแลหลักอย่างน้อย 1 คน

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ศึกษาทั้งหมด 18 แห่ง มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (โรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไป จัดอยู่ในอาคารประเภท ก.) ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2537) โดยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ไม่ได้มาตรฐานส่วนใหญ่ ได้แก่ ตะกอนหนัก (ไม่ได้มาตรฐานทุกแห่ง) สารแขวนลอย (ไม่ได้มาตรฐาน 12 แห่ง) และบีโอดี (ไม่ได้มาตรฐาน 6 แห่ง) โดยมาตรฐานกำหนดค่าตะกอนหนักไว้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ แต่หากไม่พิจารณาค่าตะกอนหนัก มีน้ำทิ้งของโรงพยาบาลที่ได้มาตรฐาน 5 แห่ง (ร้อยละ 27.78)

สาเหตุของการมีสารแขวนลอยและตะกอนหนักปนออกมากับน้ำทิ้งจากระบบคลองวนเวียนเนื่องจากสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบน้อยเกินไปหรือมีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในคลองวนเวียนมากเกินไป ส่วนระบบบ่อผัน

สภาพเนื่องจากปริมาณสาหร่ายหลุดปนออกมามากเกินไป (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์. คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, 2538)

2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว พบว่าส่วนใหญ่ ร้อยละ 51.85 ของตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว (54 ตัวอย่าง) ไม่มีคลอรีนอิสระตกค้างหรือมีปริมาณต่ำกว่าค่าที่กำหนด (0.5-1.0 มก./ล.) ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการเติมคลอรีนในน้ำทิ้งจากโรงพยาบาล เนื่องจากมีปริมาณเชื้อโรคสูง ดังนั้นผู้บริหารโรงพยาบาลและผู้ดูแลระบบบำบัด ควรตระหนักและให้ความสำคัญในเรื่องนี้ยิ่งขึ้น โดยควบคุมดูแลให้มีการเติมคลอรีนในปริมาณที่เพียงพอ อย่างสม่ำเสมอ

3. ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ระบบคลองวนเวียนมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพน้อยกว่าร้อยละ 90 ในการลดค่าบีโอดี สารแขวนลอย ตะกอนหนัก ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มรวม และฟีคัลโคลิฟอร์ม สำหรับระบบบ่อผันสภาพมีประสิทธิภาพในการลดค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำข้างต้นน้อยกว่าร้อยละ 90 ยกเว้นประสิทธิภาพในการลดโคลิฟอร์มรวม ร้อยละ 92.45 แสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ศึกษามีประสิทธิภาพในการบำบัดไม่ดีเท่าที่ควร โดยปัจจัยหลักที่สำคัญคือการควบคุมดูแลระบบ โดยผู้ควบคุมดูแลระบบจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถควบคุมดูแลได้อย่างถูกต้อง จึงจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพที่ดี นอกจากนี้อาจมีผลเนื่องมาจากการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อในโรงพยาบาลและมีการปนเปื้อนสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทำให้จุลินทรีย์ในระบบเจริญได้ไม่ดี จากการศึกษาของวิชัย และคณะ (2537) พบว่า จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ไลโซล ความเข้มข้น 1.4% สามารรถทำลายแบคทีเรียได้ทั้งหมด และ sodium hypochlorite ความเข้มข้น 0.3% สามารถทำลายแบคทีเรียได้ทั้งหมด

4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวม ระบบคลองวนเวียนมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่าระบบบ่อผันสภาพ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี แต่ระบบบ่อผันสภาพมีประสิทธิภาพในการลดโคลิฟอร์มรวมและฟีคัลโคลิฟอร์มสูงกว่าระบบคลองวนเวียน เนื่องจากบ่อผันสภาพมีระยะเวลาเก็บกักน้ำนานกว่า ได้รับแสงแดดในส่วนที่น้ำใส รังสีอัลตร้าไวโอเลตสามารถแทรกลงไปฆ่าเชื้อได้ส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตามผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของ 2 ระบบ ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการลดสารแขวนลอยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) ส่วนค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการลดค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

1. การพัฒนาศักยภาพของผู้ดูแลระบบ หน่วยงานที่สนับสนุนด้านวิชาการ ควรจัดให้มีการอบรมฟื้นฟู เพิ่มพูนความรู้ และทักษะ แก่ผู้ดูแลเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง สำหรับผู้ที่ผ่านการอบรมแล้ว ผู้บริหารโรงพยาบาลควรมอบหมายให้มีหน้าที่หลักในการดูแลระบบ ไม่ควรมีการโยกย้ายไปรับผิดชอบงานอื่น ทำให้ไม่ต่อเนื่อง การปฏิบัติงานของผู้ควบคุมดูแลระบบพบว่าส่วนใหญ่ มีการปฏิบัติงานไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นควรมีการจัดทำตารางการปฏิบัติงานเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และมีการปฏิบัติงานตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งรวบรวมข้อมูลผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อดูประสิทธิภาพของระบบ และแนวโน้มว่าจะเกิดปัญหาขึ้น ณ ขั้นตอนใดของระบบ

2. การบริหารจัดการด้านการควบคุมดูแลระบบ จากการศึกษาพบว่า โรงพยาบาลส่วนใหญ่ไม่มีการตั้งงบประมาณสำหรับการดูแลรักษาระบบไว้ในแผน จึงควรมีการจัดทำแผนงบประมาณเพื่อการนี้ไว้ จะทำให้เมื่อมีปัญหาการชำรุดของอุปกรณ์ หรือการจัดซื้อสารเคมีเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ ดำเนินการได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ควรสนับสนุนให้มีการจัดตั้งงบประมาณสำหรับเป็นค่าจ้างให้ภาคเอกชนที่มีคุณสมบัติ มีผลงานและประสบการณ์ที่ภาครัฐรับรองและเชื่อถือได้ เข้ามาดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนหน่วยงานหลักของโรงพยาบาล

และหน่วยงานทางวิชาการเป็นผู้ควบคุม ตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะ น่าจะเป็นแนวทางเลือกอีกวิธีหนึ่งที่คาดว่าจะสามารถแก้ปัญหาเรื่องการควบคุมดูแลและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไป

1. สำหรับโรงพยาบาลที่ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำมาก ควรมีการศึกษาโดยละเอียด เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและวิธีการปรับปรุงแก้ไข

2. หน่วยงานที่รับผิดชอบในการศึกษาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ควรมีการศึกษาระบบบำบัดรูปแบบอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับโรงพยาบาลขนาดต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2540 ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม และภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6 กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณ ผศ.ดร.จิราพร เขียวอยู่ ที่กรุณาให้คำปรึกษาทางสถิติ นอกจากนี้ การดำเนินงานเก็บข้อมูลในโรงพยาบาลได้รับความร่วมมือด้วยดีจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลและผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2537. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. 2538. การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

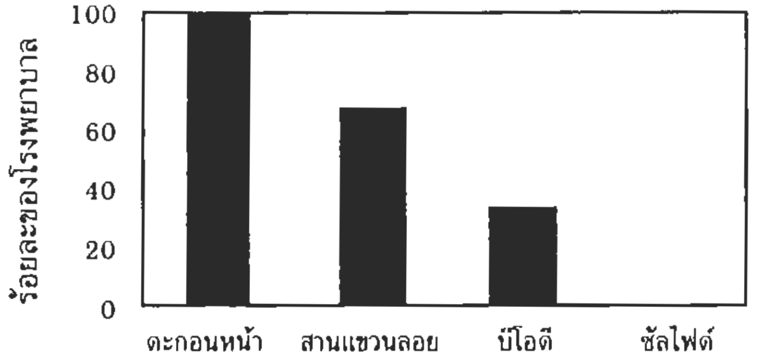
ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6 ฝ่ายเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2537. สรุปผลการดำเนินงานเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปีงบประมาณ 2537 (เอกสารโรเนียวเย็บเล่ม). ขอนแก่น: ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6

__________. 2538. สรุปผลการดำเนินงานเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปีงบประมาณ 2538 (เอกสารโรเนียวเย็บเล่ม). ขอนแก่น: ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 6.

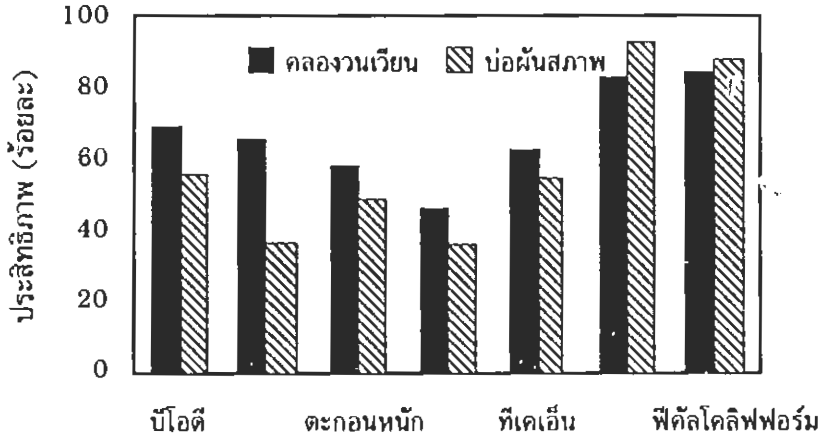
วิชัย ศิริวิบูลย์กิติ และคณะ. 2537. ผลกระทบจากการใช้สารเคมีฆ่าเชื้อโรคในโรงพยาบาลที่มีต่อระบบบำบัดน้ำเสีย. วารสารการอนามัยและสิ่งแวดล้อม. 17 (2): 37-57.

สมชาย สกุลอิสริยาภรณ์. 2540. การพัฒนารูปแบบการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลของกระทรวงสาธารณสุข. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. 20 (3): 65-74.

APHA, AWWA, WEF. 1992. **Standard Medthods for the Examination of Water and Wastewater.** 18th ed. Washington D.C.: American Public Health Association.



รูปที่ 1 ร้อยละของจำนวนโรงพยาบาลที่มีคุณภาพน้ำทิ้งหลังการบำบัด ไม่ได้มาตรฐาน จำแนกตามพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ



รูปที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ระบบคลองวนเวียนและระบบบ่อผันสภาพ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนและหลังการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอาคารประเภท ก.	น้ำเสียก่อนบำบัด		น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด		ค่าสถิติ	
		ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	t	p-value
พี เอช	5-9	6.3-8.8	7.34	6.5-9.3	7.55	-2.521	0.015
สารแขวนลอย (มก./ล.)	ไม่เกิน 30	1.0-375.0	110-82	0-303.0	54.21	5.195	<0.001
ตะกอนหนัก (มก./ล.)	ไม่เกิน 0.5	2.0-222.0	60.35	0-283.0	28.11	4.191	<0.001
สารละลายทั้งหมด (มก./ล.)	ไม่เกิน 500	195.0-1418.0	607.01	182.0-1413.0	523.29	5.113	<0.001
บีโอดี (มก./ล.)	ไม่เกิน 20	10.4-218.0	82.19	4.8-87.0	24.55	9.587	<0.001
ซัลไฟด์ (มก./ล.)	ไม่เกิน 1.0	0.07-3.80	0.98	0.03-2.70	0.55	3.866	<0.001
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	ไม่เกิน 35	5.32-44.24	18.34	0.66-22.96	6.66	9.686	<0.001
โคลิฟอร์มรวม (MPN/100 mL)	-	4.6x103-1.1x109	1.5x108	3.0-1.10x107	1.93x106	3.364	0.001
ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	-	9.3x102-1.1x109	1.2x108	3.0-9.4x106	1.254x106	3.357	0.002
คลอรีนอิสระตกค้าง (มก./ล.)	-	-	-	0.0-1.0	0.13	-	-

หมายเหตุ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2537) โรงพยาบาลขนาดตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป จัดเป็นอาคารประเภท ก.

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

โรงพยาบาล	คุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัด		พารามิเตอร์ที่ไม่ได้มาตรฐาน
	ได้มาตรฐาน	ไม่ได้มาตรฐาน	
ระบบคลองวนเวียน			
1.วิทยาลัยการสาธารณสุข ขก.		/	ตะกอนหนัก
2. จิตเวช ขอนแก่น		/	ตะกอนหนัก
3. โรคติดต่อฯ		/	ตะกอนหนัก
4. ภูเวียง		/	ตะกอนหนัก
5. ท่าบ่อ		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย บีโอดี
6. เพ็ญ		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
7. กุมวาปี		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
8. กาฬสินธุ์		/	ตะกอนหนัก
9. สกลนคร		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย บีโอดี
10. เลย		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
ระบบบ่อผันสภาพ			
11. กระนวน		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย บีโอดี
12. ชุมแพ		/	ตะกอนหนัก บีโอดี ซัลไฟด์
13. ศรีบุญเรือง		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
14. บ้านดุง		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย บีโอดี
15. โนนสะอาด		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย บีโอดี
16. กุฉินารายณ์		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
17. พรรณานิคม		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
18. สว่างแดนดิน		/	ตะกอนหนัก สารแขวนลอย
รวม	0	18	---

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียระบบคลองวนเวียนและระบบบ่อผันสภาพ

ประสิทธิภาพ (%)	ระบบคลองวนเวียน			ระบบบ่อผันสภาพ		
	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
บีโอดี	30	69.05	24.56	21	55.58	23.99
สารแขวนลอย	30	65.41	28.02	21	36.94	31.63
ตะกอนหนัก	30	58.39	36.76	21	48.95	39.48
ซัลไฟด์	30	45.49	33.63	21	36.61	30.89
ทีเคเอ็น	30	61.98	24.46	21	54.82	25.47
โคลิฟอร์มรวม	30	82.69	28.08	21	92.45	12.20
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	30	83.62	26.50	21	87.32	17.24

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยไม่รวมโรงพยาบาลศรีบุญเรืองเนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำที่เข้าสู่ระบบ

2. ประสิทธิภาพ (%) คิดจาก $\frac{\text{ค่าที่เข้าสู่ระบบ - ค่าที่ผ่านการบำบัด}}{\text{ค่าที่เข้าสู่ระบบ}} \times 100$