

การอนุมานหลักการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมในการบำบัด
น้ำเสีย: กรณีศึกษาชุมชนบางปรอก จังหวัดปทุมธานี
**Deducing Systematic Environmental Principle in
Wastewater Treatment: Case Study of Bang Pharog
Community, Pathum Thani Province**

ลาวัณย์ วิจารณ์¹, โสภณ ธานีรัมย์² และนิพนธ์ ตั้งธรรม³
Lawan Wijarn¹, Sophon Thanamai² and Nipon Tangtham³

ABSTRACT

The objective of this research was to find out whether the principle of developing wastewater treatment process of Bang Pharog community, which was outstanding community in wastewater treatment, would model along the structure of systematic environment or not. The study consisted of 2 steps. Firstly, the study focused on the natural wastewater treatment process of mangrove forest ecosystem. The objective of this step was to study how the systematic environmental structure of mangrove forest played a role in wastewater treatment based on literature reviewed on wastewater treatment. The results revealed that mangrove forest had a systematic environmental structure which could reduce organic matter in wastewater i.e., by precipitation, by decomposition and filtration. The second step was an attempt to study the process of community wastewater treatment of Bang Pharog community, Pathum Thani Province, which was successfully implemented by interviewing key informants who developed the wastewater treatment model in their community. The results showed that there were five models of wastewater treatment in which each systematic environmental structure fell in the same function as that behaved in mangrove forest ecosystem. It could be inferred, in general, that systematic environment of wastewater treatment acted by nature could be applied for developing suitable wastewater treatment to recuperate water pollution problem for another area.

Keywords: systematic environment, wastewater treatment, deducing systematic environmental principle

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ถนนพหลโยธิน ปทุมธานี 12000
Department of Environmental Engineering, College of Engineering, Rangsit University, Phaholyothin Rd., Pathum Thani 12000, Thailand.

² วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900
College of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

³ ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900, Thailand.
Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900.

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหลักของการพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนที่ประสบความสำเร็จด้านการบำบัดน้ำเสียว่า มีความสอดคล้องกับหลักการจัดเรียงสิ่งแวดล้อม (systematic environment) หรือไม่ การศึกษาแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบป่าชายเลนเพื่อศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบป่าชายเลน โดยศึกษาจากผลงานวิจัยเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียโดยป่าชายเลน ผลการศึกษาพบว่าระบบป่าชายเลนมีการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำหน้าที่ลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งเริ่มต้นจากการลดสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ในน้ำเสียโดยกลไกการดักสารอินทรีย์ในน้ำเสียและการตกตะกอน การลดสารอินทรีย์ขนาดเล็กในน้ำเสียโดยกลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์ และการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เป็นก๊าซโดยกลไกการกรอง ขั้นตอนที่ 2 ศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก ซึ่งเป็นชุมชนที่ประสบความสำเร็จด้านการบำบัดน้ำเสียของจังหวัดปทุมธานี ทำการศึกษาโดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่พัฒนาการบำบัดน้ำเสียของชุมชน ผลการศึกษาพบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอกจำนวน 5 รูปแบบ โดยทุกรูปแบบมีการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำหน้าที่ลดสารอินทรีย์ในน้ำเสียเช่นเดียวกับการบำบัดน้ำเสียโดยระบบป่าชายเลน ทำให้อนุมานได้ว่าการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลง เป็นหลักที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ได้

คำสำคัญ: การจัดเรียงสิ่งแวดล้อม, กระบวนการบำบัดน้ำเสีย, การอนุมานหลักการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อม

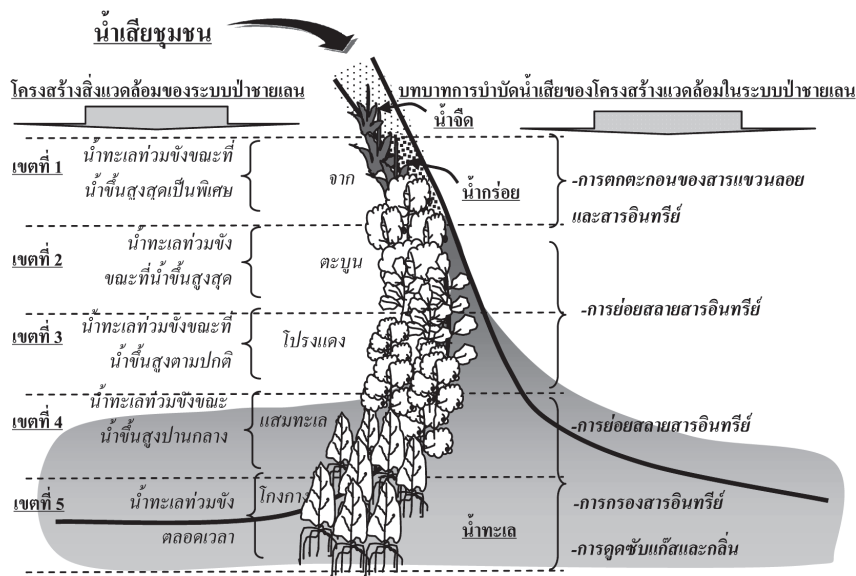
บทนำ

ภาวะความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในปัจจุบันเป็นปัญหาที่สร้างผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนไทยอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากรายงานสรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี พ.ศ.2551 พบว่า ร้อยละ 46 ของแหล่งน้ำผิวดินในปี พ.ศ.2550 มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) โดยร้อยละ 70 ของต้นเหตุน้ำเสียเกิดจากชุมชน จนก่อให้เกิดความพยายามในการป้องกัน แก้ไข และลดความรุนแรงของปัญหาน้ำเสียในรูปแบบต่างๆ ดังจะเห็นได้จากการพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียเพื่อจัดการกับปัญหาน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง การใช้ความสามารถของธรรมชาติเป็นต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียเป็นรูปแบบหนึ่งที่มีการศึกษาในปัจจุบัน ดังเช่นการศึกษาวิจัยของกนกพรและคณะ (2549) ซึ่งใช้ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของระบบป่าชายเลนเป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขึ้น ระบบป่าชายเลนตามธรรมชาติ มีแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมเฉพาะโดยเริ่มตั้งแต่ขอบด้านในสุดของป่าชายเลนออกไปจนถึงขอบด้านนอกของป่าชายเลนที่ติดทะเล ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 เขต (สนิท, 2542ก) โดยแต่ละเขตมีโครงสร้างสิ่งแวดล้อมเฉพาะทั้งระดับน้ำทะเลท่วมขังและชนิดพันธุ์พืชเฉพาะที่ทำให้ระบบป่าชายเลนสามารถทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียได้จากการศึกษางานวิจัยด้านการบำบัดน้ำเสียโดยระบบป่าชายเลนของลดาวลีย์ (2533), สนิท (2542ข) รวมทั้งกนกพรและคณะ (2549) ซึ่งสังเคราะห์เป็นแผนภาพเพื่อแสดงการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมเฉพาะของระบบป่าชายเลนที่แสดงบทบาทในการบำบัดน้ำเสีย ได้ดังภาพที่ 1

จากแผนภาพการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมเฉพาะของระบบป่าชายเลน แสดงบทบาทในการบำบัดน้ำเสียดังนี้ เขต 1 คือ บริเวณที่น้ำทะเลท่วมขังขณะที่

น้ำขึ้นสูงสุดเป็นพิเศษเท่านั้น โครงสร้างของระบบป่าชายเลนในบริเวณนี้ เป็นบริเวณที่มีการผสมผสานของน้ำจืดและน้ำทะเล พันธุ์ไม้ที่พบในเขตนี้ ได้แก่ ต้นจาก โครงสร้างสิ่งแวดล้อมของระบบป่าชายเลนในเขตนี้มีบทบาทช่วยในการตกตะกอนของสารแขวนลอยในแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการผสมผสานระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเลทำให้เกิดกระบวนการจับตัวกันเป็นสารแขวนลอย (Flocculation) ซึ่งส่งผลต่อการตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายในระบบป่าชายเลนเขตนี้ (ลดาวัลย์, 2533) อีกทั้งพันธุ์ไม้ที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ ต้นจาก ยังมีบทบาทในการลดความเร็วของน้ำที่ไหลผ่าน ทำให้เกิดการตกตะกอนได้มากขึ้น ซึ่งจัดเป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น เขต 2 เป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึงขณะที่น้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น พันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ ตะบูน และเขต 3 เป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึงขณะที่น้ำขึ้นสูงตามปกติ พันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ โปรงแดง ซึ่งเป็นพืชที่มีระบบรากหายใจ (aerial roots) และมีรอยแตก (lenticels) ตามลำต้นและราก โครงสร้างดังกล่าวมีบทบาทช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยเฉพาะการเติมออกซิเจนจาก

อากาศผ่านพืชในระบบป่าชายเลน ลงสู่รากพืชในแหล่งน้ำ โครงสร้างสิ่งแวดล้อมในเขตนี้จึงทำหน้าที่ช่วยให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น เขต 4 เป็นบริเวณน้ำทะเลท่วมถึงขณะที่น้ำขึ้นสูงปานกลาง พันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ แสมทะเล ซึ่งเป็นพืชที่มีระบบรากหายใจ ทั้งที่กระจายอยู่ในดินเลนและส่วนที่อยู่พื้นดินเลน ระบบรากดังกล่าวมีบทบาทต่อการเพิ่มออกซิเจนในน้ำทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น นอกจากรากไม้ในกลุ่มนี้จะมี Multi epidermis ทำหน้าที่ดูดซับน้ำและแร่ธาตุแล้วยังทำหน้าที่เป็น Ultra filter ในการกรองธาตุอาหารจากน้ำเสีย (สนธิ และคณะ, 2542) โดยเฉพาะรากหายใจส่วนที่อยู่พื้นดินเลน เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุในน้ำเสีย ขณะที่เขต 5 เป็นบริเวณน้ำทะเลท่วมถึงตลอดเวลา พันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ซึ่งเป็นพืชที่มีระบบรากคายน้ำจำนวนมาก อีกทั้งโครงสร้างภายในของเซลล์รากดังกล่าวมีลักษณะเป็นช่องอากาศ (air space) ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์ยึดเกาะแล้วยังทำหน้าที่เป็นช่องทางเคลื่อนย้ายก๊าซต่างๆรวมทั้งออกซิเจน



ภาพที่ 1 การจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของระบบป่าชายเลนและบทบาทในการบำบัดน้ำเสีย
ที่มา: สังเคราะห์จากลดาวัลย์ (2533), สนธิ (2542ข), กนกพรและคณะ (2549)

จากยอดลงสู่รากและแหล่งน้ำ ช่วยทำให้จุลินทรีย์ในน้ำเสียย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น นอกจากนั้น ลักษณะรอยแตกตามลำต้นและรากค้ำยันของไม้โกกงยังช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ดังนั้น ไม้เสมทะเลและไม้โกกงจึงเป็นพืชในระบบป่าชายเลนที่ทำหน้าที่กรองน้ำเสีย สอดคล้องกับผลจากการศึกษาของกนกพร และคณะ (2549) ที่พบว่า โปรงแดง เสมทะเล และโกกงเป็นพืชที่สามารถลดสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ ขณะที่เสมทะเลและโกกงเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการดูดซับธาตุอาหารจากน้ำเสียชุมชนทั้งธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

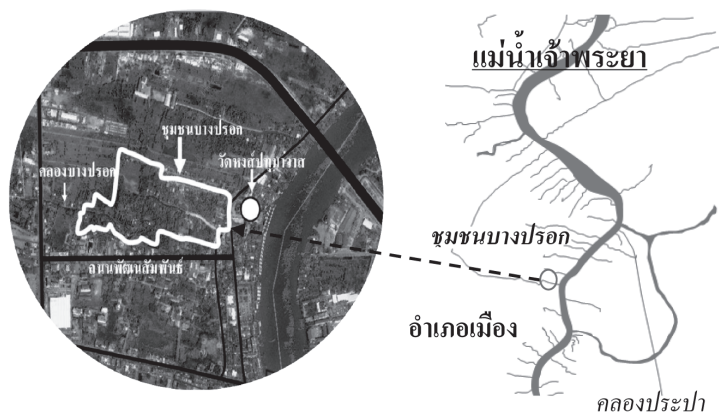
ผลจากความเข้าใจและการใช้แบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของระบบป่าชายเลนที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงตามธรรมชาติเป็นต้นแบบที่ทำให้กนกพร และคณะ (2549) สามารถพัฒนาระบบป่าชายเลนเทียมเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนได้สำเร็จ และเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับแก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชนในปัจจุบัน จากความสำเร็จดังกล่าวจึงอนุมานได้ว่าการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลง เป็นหลักการหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้น เพื่อเป็นการพิสูจน์แนวคิดดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้ จึงทำการศึกษารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นชุมชน

ที่ประสบความสำเร็จด้านการจัดการน้ำเสียว่า การจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงตามลำดับ จากสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ไปขนาดเล็ก เป็นหลักการที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในการพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียเช่นเดียวกับการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียป่าชายเลนหรือไม่

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาลักษณะการพัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนที่ประสบความสำเร็จด้านจัดการน้ำเสียที่สอดคล้องกับชุมชนของคน ซึ่งชุมชนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ คือ ชุมชนบางปรอก ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ดังภาพที่ 2

ขั้นตอนการศึกษา ประกอบด้วย 1) การศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบป่าชายเลนธรรมชาติ โดยทำการศึกษาจากเอกสารงานวิจัยและสังเคราะห์จากผลงานวิจัยที่ศึกษาด้านการบำบัดน้ำเสียโดยระบบป่าชายเลน เพื่ออธิบายแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของระบบป่าชายเลนที่ทำหน้าที่ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน 2) การศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็น



ภาพที่ 2 ที่ตั้งของชุมชนบางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี

ที่มา: ปรับปรุงจาก www.PointAsia.com และแผนที่สี่เขียว เทศบาลเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

ชุมชนที่ประสบความสำเร็จด้านการบำบัดน้ำเสีย กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือผู้ที่พัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก จำนวน 5 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการโดยใช้วิธีการ Snowball Technique

เครื่องมือวิจัยในการศึกษา ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อค้นหากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียรูปแบบต่างๆของชุมชนบางปรอก

การเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเผยแพร่ความรู้ การพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนแก่ผู้ที่สนใจเพื่อศึกษาเหตุผลเบื้องหลังการพัฒนาการบำบัดน้ำเสียในแต่ละรูปแบบ 2) การสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่พัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูล (Topological analysis) จากคำให้สัมภาษณ์กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของผู้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก แปลผลคำสัมภาษณ์เป็นแผนภาพกระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียรูปแบบต่างๆของชุมชน และดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้ที่พัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชน

ผลการศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสีย

ผลจากการศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก ซึ่งได้จากการสังเคราะห์กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของชุมชน ที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้พัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสีย การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเผยแพร่ความรู้การพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของผู้พัฒนาระบบแก่ผู้สนใจ และการศึกษาเอกสารผลงานวิจัยด้านการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้วัสดุกรองประเภทต่างๆ พบการบำบัดน้ำเสีย

ในชุมชนบางปรอก จำนวน 5 รูปแบบ ได้แก่ แบบดูดซึม แบบยังยืน แบบประยุกต์ แบบพัฒนา และแบบประหยัด (ภาพที่ 3-7) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีกระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

1) แบบดูดซึม

กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของรูปแบบนี้ (ภาพที่ 3) ประกอบด้วย กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสีย โดยการลดขนาดและปริมาตรอินทรีย์ในน้ำเสียจากมากไปน้อย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้ 1) การใช้ตะแกรงดักเศษอาหาร 2) การใช้ถังดักไขมันเพื่อลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในถังดักไขมันจะสามารถลดสารแขวนลอยได้ถึงร้อยละ 70-80 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำเสียและจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพ ที่เติมลงในระบบการบำบัดน้ำเสียรูปแบบต่างๆ และ 4) การกรองสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการกรองสารอินทรีย์ตามลำดับจากขนาดใหญ่ไปเล็ก และวัสดุที่สามารถดูดซับแก๊สในน้ำเสียได้ ประกอบด้วย อิฐมอญ หินเกร็ด อิฐมอญ ถ่าน และอิฐมอญ ตามลำดับ โดยอิฐมอญเป็นวัสดุที่ใช้กรองสารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของนริศรา (2545) และเอก (2547) ที่พบว่า โครงสร้างภายในของอิฐมอญประกอบด้วยโพรงและรูพรุนจำนวนมาก ทำให้สามารถกรองสารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ออกจากรน้ำเสียก่อนไหลไปยังวัสดุกรองชั้นที่ 2 คือ หินเกร็ด ซึ่งทำหน้าที่กรองน้ำเสียที่มีขนาดเล็ก ในทำนองเดียวกับการศึกษาของบุญส่ง (2520) และจิรภา (2545) ซึ่งพบว่าหินเกร็ดเป็นวัสดุกรองที่มีพื้นที่ผิวและความพรุนน้อย จึงมีความสามารถในการกรองได้น้อยกว่าอิฐมอญ ส่วนชั้นที่ 3 เป็นอิฐมอญซึ่งทำหน้าที่เป็นช่องทางให้น้ำเสียไหลผ่านไปยังวัสดุกรองชั้นต่างๆ และควบคุมมิให้วัสดุกรองเกิดการเลื่อนไหลหรือกระจายตัว ส่วนถ่านซึ่งเป็นวัสดุกรองชั้นที่ 4 ทำหน้าที่ดูดซับกลิ่น สอดคล้องกับการศึกษาของวีระ (2546) ซึ่งพบว่าโครงสร้างภายใน

ของถ่านมีลักษณะเป็นรูปทรงขนาดเล็กจำนวนมาก เหมาะสำหรับการดูดซับกลิ่น ผลจากการสัมภาษณ์ การบำบัดน้ำเสียจากผู้พัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสีย ของแต่ละชุมชน และการศึกษาเอกสารผลงานวิจัย ด้านการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้วัสดุกรอง ประเภทต่างๆ ได้ทำการสังเคราะห์เป็นแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างการบำบัดน้ำเสียแบบดูดซึม (ภาพที่ 3)

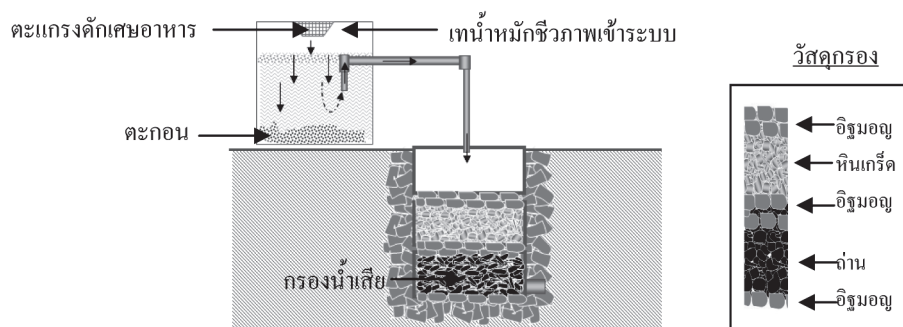
2) แบบยั่งยืน

กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของรูปแบบนี้ ดังภาพที่ 4 ประกอบด้วย กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียโดยการลดขนาดและปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากมากไปน้อย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้ 1) การใช้ตะแกรงคัดเศษอาหาร 2) การใช้ถังดักไขมัน จำนวน 1 ถัง เพื่อลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำเสีย และจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพที่เติมลงในน้ำเสียตลอดจน 4) การกรองสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการกรองสารอินทรีย์ตามลำดับจากขนาดใหญ่ไปเล็ก และมีความสามารถในการดูดซับแก๊สซึ่งวัสดุกรองน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะเช่นเดียวกับ รูปแบบการจัดเรียงภายในถังกรองของถังดักไขมันแบบดูดซึม ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและ

การศึกษาเอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการสังเคราะห์เป็นแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างการบำบัดน้ำเสีย แบบยั่งยืน (ภาพที่ 4)

3) แบบประยุกต์

กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของรูปแบบนี้ดังภาพที่ 5 ประกอบด้วยกระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียโดยการลดขนาดและปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากมากไปน้อย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้ 1) การใช้ตะแกรงคัดเศษอาหาร 2) การกรองน้ำเสียโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการกรองสารอินทรีย์ตามลำดับ จากขนาดใหญ่ไปเล็กและมีความสามารถในการดูดซับแก๊ส ซึ่งวัสดุกรองน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะเช่นเดียวกับรูปแบบการจัดเรียงภายในถังกรองของถังดักไขมันแบบดูดซึม 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์ในชั้นกรอง 4) การดักไขมัน 5) ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำเสียและจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพที่เติมลงในน้ำเสีย และ 6) การกรองสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการกรองสารอินทรีย์ตามลำดับ จากขนาดใหญ่ไปเล็กและมีความสามารถในการดูดซับแก๊ส ซึ่งวัสดุกรองน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะเช่นเดียวกับรูปแบบการจัดเรียงภายในถังกรองของถังดักไขมันแบบดูดซึม ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการศึกษาเอกสารผลงานวิจัยที่



ภาพที่ 3 การจัดเรียงโครงสร้างของรูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบดูดซึม

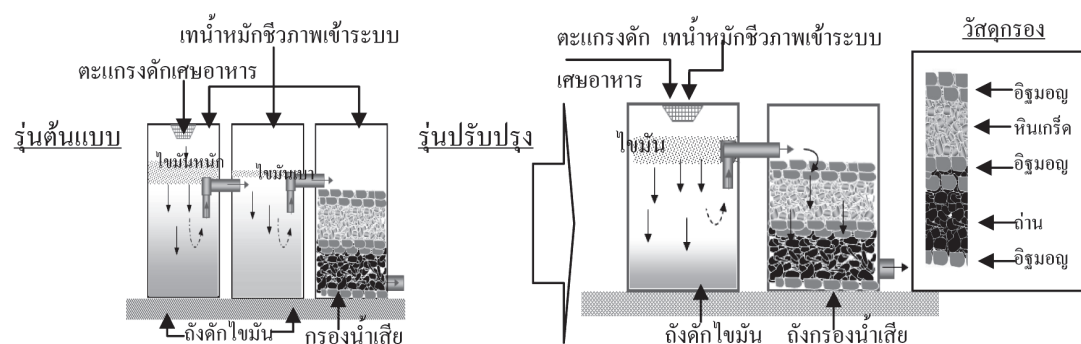
ที่มา: สังเคราะห์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอกและเอกสารงานวิจัยของ นริศรา (2545), เอก (2547), บุญส่ง (2520), จิรภา (2545) และวีระ (2546)

เกี่ยวข้องได้ทำการสังเคราะห์เป็นแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างการบำบัดน้ำเสีย แบบประยุกต์ (ภาพที่ 5)

4) แบบพัฒนา

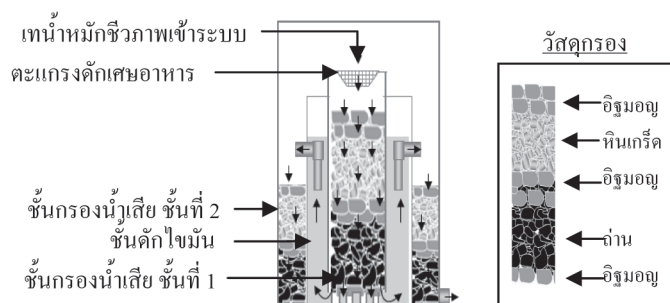
กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของรูปแบบนี้ (ภาพที่ 6) ประกอบด้วย กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียโดยการลดขนาดและปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากมากไปน้อย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้ 1) การใช้ตะแกรงดักเศษอาหาร 2) การบำบัดน้ำเสียโดยการดักไขมันเพื่อลดสารอินทรีย์

ในน้ำเสีย 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำเสียและจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพที่เติมลงในน้ำเสีย และ 4) การกรองสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการกรองสารอินทรีย์ตามลำดับจากขนาดใหญ่ไปเล็ก และมีความสามารถในการดูดซับแก๊ส ซึ่งวัสดุกรองน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะเช่นเดียวกับรูปแบบการจัดเรียงภายในถังกรองของถังดักไขมันแบบดูดซึม ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการศึกษาเอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการสังเคราะห์เป็นแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างการบำบัดน้ำเสียแบบพัฒนา (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 4 การจัดเรียงโครงสร้างรูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบยั่งยืนรุ่นต้นแบบและรุ่นปรับปรุง

ที่มา: สังเคราะห์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอกและเอกสารงานวิจัยของ นริศรา (2545), เอก (2547), บุญส่ง (2520), จิรภา (2545) และวีระ (2546)



ภาพที่ 5 การจัดเรียงโครงสร้างของรูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบประยุกต์

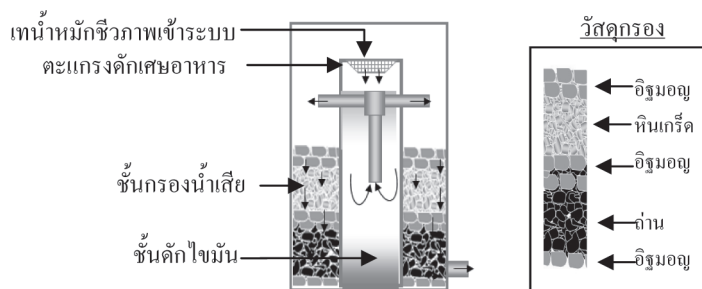
ที่มา: สังเคราะห์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอกและเอกสารงานวิจัยของ นริศรา (2545), เอก (2547), บุญส่ง (2520), จิรภา (2545) และวีระ (2546)

5) แบบประหยัด

กระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียของรูปแบบนี้ ดังภาพที่ 7 ประกอบด้วย โดยการลดขนาดและปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากมากไปน้อย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้ 1) การใช้ตะแกรงดักเศษอาหาร 2) การใช้ถังดักไขมันจำนวน 2 ถัง เพื่อลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำเสียและจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพที่เติมลงในน้ำเสีย และ 4) การกรองสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการกรองสารอินทรีย์ตามลำดับจากขนาดใหญ่ไปเล็กและมีความสามารถในการดูดซับแก๊ส ซึ่งวัสดุกรองน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะ

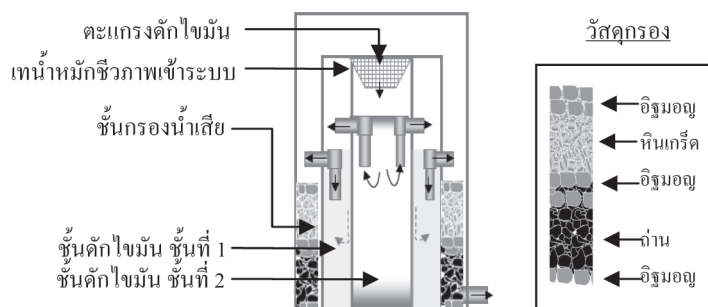
เช่นเดียวกับรูปแบบการจัดเรียงภายในถังกรองของถังดักไขมันแบบดูดซึม ผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการศึกษาเอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการสังเคราะห์เป็นแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างการบำบัดน้ำเสียแบบประหยัด (ภาพที่ 7)

ผลจากการศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียทั้ง 5 รูปแบบข้างต้นพบว่า รูปแบบที่ 1 ถึงรูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบที่สามารถบำบัดน้ำเสียของชุมชนได้ โดยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดดังกล่าว มีลักษณะใส ไม่มีกลิ่นเหม็น และสามารถระบายออกสู่พื้นที่โดยรวมได้โดยไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของประชาชนในชุมชนบางปรอก



ภาพที่ 6 การจัดเรียงโครงสร้างของรูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบพัฒนา

ที่มา: สังเคราะห์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอกและเอกสารงานวิจัยของ นริศรา (2545), เอก (2547), บุญส่ง (2520), จิรภา (2545) และวีระ (2546)



ภาพที่ 7 การจัดเรียงโครงสร้างของรูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบประหยัด

ที่มา: สังเคราะห์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอกและเอกสารงานวิจัยของ บุญส่ง (2520), จิรภา (2545), นริศรา (2545), วีระ (2546) และเอก (2547)

โดยเฉพาะรูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบหลักที่มีการใช้ในชุมชน เนื่องจากเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนเดียวและใช้พื้นที่สำหรับติดตั้งระบบน้อย ส่วนรูปแบบที่ 5 ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนที่เป็นร้านค้าซึ่งเป็นแนวคิดที่ชุมชนสร้างขึ้นแต่ยังไม่มีการทดลองใช้จริง

การจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของรูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก

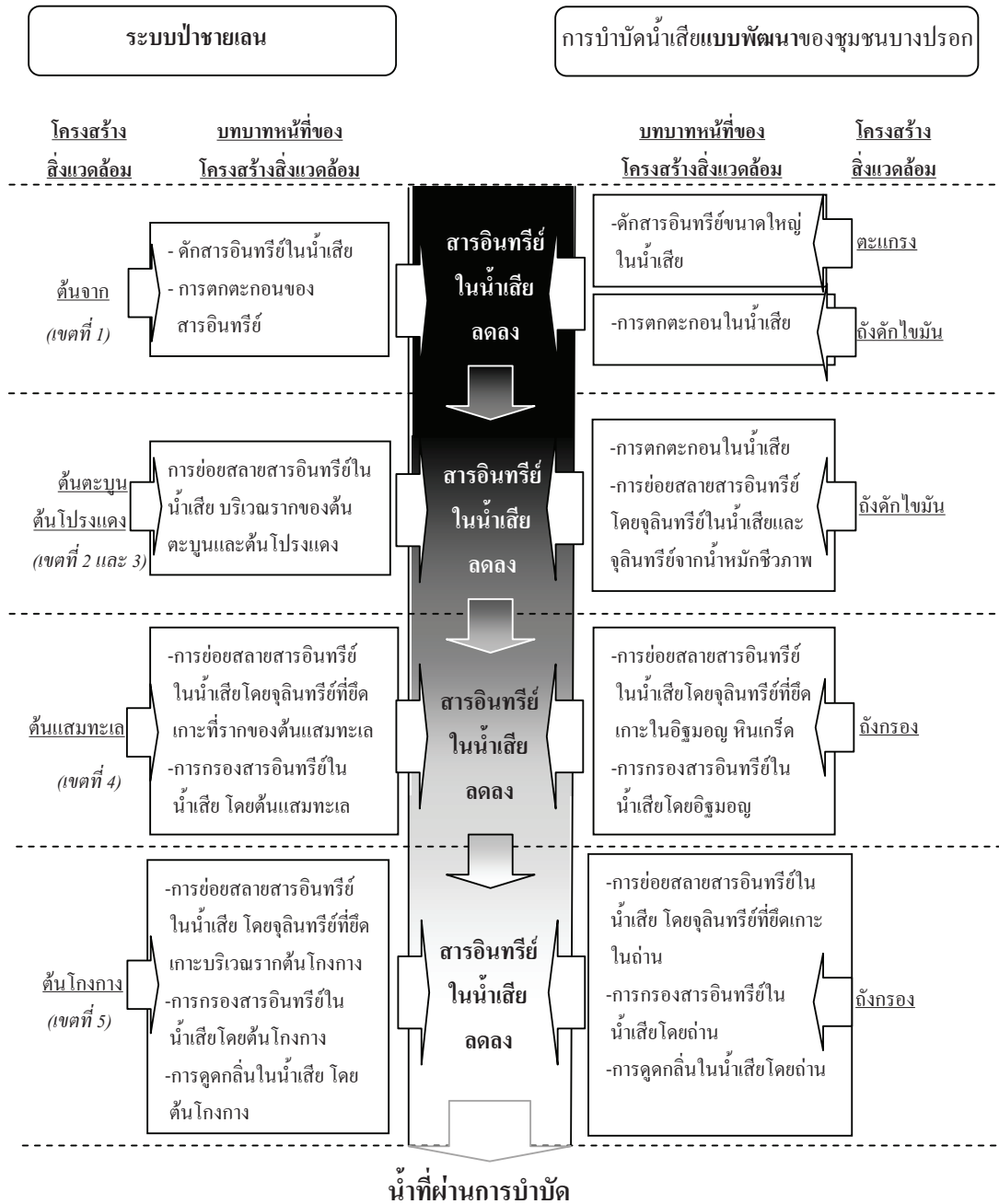
จากการศึกษากระบวนการและกลไกการบำบัดน้ำเสียทั้ง 5 รูปแบบของชุมชนบางปรอก พบว่ารูปแบบการบำบัดน้ำเสียที่ชุมชนพัฒนาขึ้น มีแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงตามลำดับจากมากไปน้อย โดยเฉพาะรูปแบบการบำบัดน้ำเสีย “แบบพัฒนา” ซึ่งเป็นรูปแบบการบำบัดน้ำเสียหลักของชุมชนบางปรอก มีการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อม ดังนี้ คือ การลดปริมาณสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ในน้ำเสียโดย 1) การใช้ตะแกรงคัดเศษอาหาร 2) การใช้ชั้นดักไขมันเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยการคัดเศษอาหารและการตกตะกอน การลดสารอินทรีย์ขนาดเล็กในน้ำเสีย โดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในน้ำเสียและจุลินทรีย์จากการเติมน้ำหมักชีวภาพเข้าสู่ระบบ และการลดปริมาณสารอินทรีย์ที่เป็นกลิ่นหรือก๊าซในน้ำเสียโดยการกรองแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของการบำบัดน้ำเสียดังกล่าว มีความสอดคล้องกับแบบแผนการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของการบำบัดน้ำเสียโดยระบบป่าชายเลนซึ่งแสดงดังภาพที่ 8

บทสรุป วิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเบื้องหลังความสำเร็จในการพัฒนากระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยระบบป่าชายเลนเทียมของกนกพร และคณะ (2549) และการพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก

จังหวัดปทุมธานี ล้วนเกิดขึ้นจากพื้นฐานของความเข้าใจถึงการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงเช่นเดียวกับการบำบัดน้ำเสียโดยระบบป่าชายเลนตามธรรมชาติ จึงทำให้อนุมานได้ว่า “การจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลง” เป็นหลักการสำคัญของการพัฒนากระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชน ดังนั้นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนต่างๆ โดยเฉพาะชุมชนที่ยังขาดกระบวนการจัดการน้ำเสีย ได้มีความเข้าใจถึงหลักการการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลง จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำไปสู่การสร้างและพัฒนารูปแบบการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับวิถีชีวิตของชุมชนเหล่านั้น ในทำนองเดียวกับการสร้างและพัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชนบางปรอก ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดปัญหาน้ำเสียของแต่ละชุมชนได้ในอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้นตามลักษณะวิถีชีวิตของชุมชน ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้และนำไปประยุกต์ใช้ แตกต่างจากการนำกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ที่อยู่ภายนอกชุมชน ซึ่งมีได้เข้าใจถึงวิถีชีวิตของคนในชุมชนอย่างแท้จริง ทำให้ต้องมีการเรียนรู้และทำความเข้าใจเพื่อให้เกิดการยอมรับและนำกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้มากกว่ากระบวนการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้นโดยชุมชน

อย่างไรก็ตามเพื่อให้หลักการดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง จึงควรมีการศึกษาวิจัยและวิเคราะห์หลักการที่อยู่เบื้องหลังการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ ทั้งการจัดการปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และการจัดการปัญหามลพิษที่ประสบความสำเร็จในโครงการต่างๆ เพื่อศึกษาว่าความสำเร็จของโครงการดังกล่าวมีความสอดคล้องกับหลักการการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมหรือไม่ เพื่อหาข้อสรุปเป็นหลักการในการสร้างกระบวนการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านอื่นๆ ต่อไป



ภาพที่ 8 ความสอดคล้องของการจัดเรียงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของการบำบัดน้ำเสียโดยระบบปายาเลนและรูปแบบการบำบัดน้ำเสีย “แบบพัฒนา” ของชุมชนบางปรอก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เอกสารอ้างอิง

กนกพร บุญส่ง, สมเกียรติ ปิยะธีรชิตวิรุณ และปริศนา เจียรกุล. 2549. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการใช้ป่าชายเลนปลูกในการบำบัดน้ำเสียชุมชน. สำนักสนับสนุนกองทุนเพื่อการวิจัย ฝ่ายสวัสดิภาพสาธารณะ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. *สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี พ.ศ.2550*. (online) www.pcd.go.th
จิราภรณ์ สัตยาผล. 2545. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ โดยใช้ถังดักไขมัน ถังกรองและถังกรองไร้อากาศกรณีศึกษา ณ โรงฆ่าสัตว์ อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย. ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เทศบาลอำเภอเมืองปทุม. 2550. แผนที่สี่เขียวเทศบาลเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

นริศรา โพธิ์มูล. 2545. การลดปริมาณตะกั่วจากน้ำเสียโรงงานผลิตแบตเตอรี่โดยใช้เหล็กแกลบดำ. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญส่ง ไช้เกษ. 2520. การใช้เครื่องกรองน้ำแอนแอโรบิกเพื่อกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานทำผักดองกระป๋อง. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนที่ชุมชนบางปรอก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี.

Retrieved from www.PointAsia.com.

ลดาวลัย อธิธิปาพชัย. 2533. *การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของตะกอนแขวนลอยและคลอโรฟิลล์ในบริเวณเขตรูขี้อย่างคลองหงาว จังหวัดระยอง*. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระ รัตนศิริโสภณ. 2546. *การใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ดเคลือบด้วยไคโตซานในการกำจัดสีและกลิ่นในน้ำธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สนิท อักษรแก้ว. 2542ก. *ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนิท อักษรแก้ว (หัวหน้าโครงการวิจัย). 2542ข. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการฟื้นฟูและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนเพื่อสังคมและเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศไทย*. สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สนิท อักษรแก้ว สามัคคี บุญยะวัฒน์ และกานติชัย สิงห์กัน. 2542. “การศึกษาเบื้องต้นการใช้ป่าชายเลนในการบำบัดน้ำเสีย บริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี” หน้า 32: 1-11. ใน *เทคโนโลยีการกำจัดขยะแบบประหยัดและการบำบัดน้ำเสียด้วยพืช*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. กทม.

เอก ช่อประดับ. 2547. *คุณสมบัติเชิงกายภาพของอิฐสามัญที่ทำจากดินเหนียวผสมแกลบ*. เชียงใหม่: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.