

การบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติโดยระบบบึงประดิษฐ์

Constructed Wetland for Wastewater Treatment

บัญญัติพัชรกร บุญพร้อม

Punpaphatpron Bunprom

สาขาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ

วิทยาลัยนครราชสีมา วิทยาการกรุงเทพฯ

เลขที่ 11 ถนนสุขุทัย เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทร 0-2668-7668 ต่อ 35,โทรสาร 0-2241-3797 ,E-mail:lloo_ve@hotmail.com

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำเสียแบบระบบบึงประดิษฐ์อาศัยวิธีการเลียนแบบธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติผสมผสานกับการปลูกพืชที่มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งทำให้เป็นระบบที่สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าการปนเปื้อนของของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำในการก่อสร้างระบบ การดำเนินระบบ และการดูแลบำรุงรักษา ดังนั้นการลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์จึงเป็นการประหยัดเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ การใช้บึงประดิษฐ์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนหรือชุมชน ซึ่งนอกจากจะลดการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติแล้วยังเป็นการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกและเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพอีกด้วย

คำสำคัญ : ระบบบำบัดน้ำเสีย, บึงประดิษฐ์

Abstract

Constructed wetland for Wastewater Treatment duplicates natural process of plantation in the wetland habitats, which can simulate natural wastewater treatment system. The constructed wetland is very effective because the purified water contains less contaminants. Moreover, it has a very low set up cost, maintenance cost and operating cost. So, it is obvious that the investment in this project is best suited for the economy crisis that we are currently facing. This project is not only best suited for all household, but also for small communities that are still having problems with the general hygiene. Conclusively, the constructed Wetland can reduce and recycle wastewater for various purposes which will help

the environment and increase the welfare of the community.

Keywords: Wastewater treatment, Constructed Wetland Systems

1. บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์การบำบัดน้ำเสียสำหรับประเทศไทยได้รับความนิยมมาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงในการบำบัดสารอินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ของแข็งแขวนลอย และโลหะหนัก ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่นำเอาระบวนการทางธรรมชาติมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชนได้อีกด้วย นอกจากนี้จะใช้บำบัดน้ำเสียชุมชนอุตสาหกรรม และ เกษตรกรรมแล้วยังสามารถประยุกต์ใช้บำบัดของเสียประเภทสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนหรือชุมชนขนาดเล็กได้อีกด้วยดังนั้นจึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับชุมชนขนาดเล็กที่จะมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีราคาถูกลงและมีขนาดเหมาะสมแก่ชุมชน เนื่องจากเป็นระบบที่มีต้นทุนในการก่อสร้างถูก ใช้พลังงานต่ำ ต้องการการดูแลรักษาบ่อย และ ประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ขึ้นอยู่กับการออกแบบ การดำเนินงาน และการดูแลรักษาตามระยะเวลา

2. หลักการทำงานของระบบบึงประดิษฐ์

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland for Wastewater Treatment) [3] คือระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นให้คล้ายพื้นที่ชุ่มน้ำในธรรมชาติเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้เป็นน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายทางสิ่งแวดล้อมกำหนดซึ่งรูปร่างของระบบบึงประดิษฐ์จะมีลักษณะเป็นแอ่งหรือบึงที่มีน้ำขังซึ่งประกอบด้วย พืช วัสดุตัวกลางจำพวก ดิน หิน หรือกรวด และจุลินทรีย์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมมาช่วยในการบำบัดน้ำเสียและช่วยปรับสภาพน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นโดยไม่ต้องใช้สารเคมีและเทคโนโลยีเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องเติมอากาศ เป็นการลดค่าใช้จ่ายและง่ายในการควบคุมระบบไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยหลักการทำงานเริ่มจากเมื่อน้ำเสียจากแหล่งน้ำเสียไหลผ่านท่อเข้าระบบ โดยที่น้ำเสียอาจจะไหลบนผิวดินหรือผ่านลงชั้นกรวด น้ำเสียที่ผ่านเข้ามา บางส่วนจะตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำจะไหลผ่านชั้นพีช หรือชั้นกรวดที่มีแบคทีเรียเกาะอยู่ แบคทีเรียเหล่านี้ทำหน้าที่ในการย่อยสลายอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ ระบบบึงประดิษฐ์ได้รับออกซิเจน จากการที่อากาศแทรกผ่านผิวน้ำ หรือชั้นหิน และออกซิเจนบางส่วน จากการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากนี้ กระบวนการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ยังช่วยลดปริมาณไนโตรเจน ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่เกิดที่ชั้นดิน พื้นบ่อ และพื้นน้ำ ซึ่งพีชช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางราก และนำไปใช้ในการสร้างเซลล์

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ [1]

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพในการบำบัด (ร้อยละ)
สารอินทรีย์	70 – 96
ของแข็งแขวนลอย	60 – 90
ไนโตรเจน	40 - 90

จากข้อมูลประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียโดยระบบบึงประดิษฐ์ที่แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าสามารถใช้เป็นแหล่งรองรับและบำบัดน้ำเสียได้ในระดับหนึ่งโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการออกแบบและก่อสร้างระบบบำบัดขึ้นมาใหม่

3. กลไกการบำบัด

บึงประดิษฐ์สามารถลดค่าบีโอดี กำจัดสารแขวนลอย โลหะหนัก และเชื้อโรคจากน้ำเสียหลายชนิดได้ในปริมาณสูง โดยมีกลไกการบำบัด 3 กระบวนการ คือ

- กระบวนการทางกายภาพ ได้แก่ การตกตะกอน ซึ่งตะกอนแขวนลอยจะถูกดักโดยพืชเป็นส่วนใหญ่ วิธีการนี้สามารถกำจัดสารแขวนลอย สารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

- กระบวนการทางเคมี ได้แก่ การดูดซับ การแลกเปลี่ยนไอออนบนผิวของพืชและการตกตะกอนทางเคมี

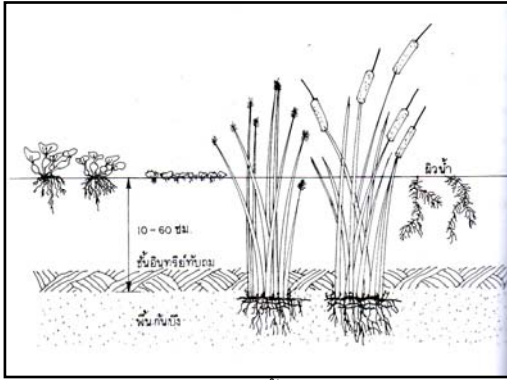
- กระบวนการทางชีวภาพ ได้แก่ การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ และ โดยเกิดการกินกันเองของจุลินทรีย์ต่างๆ

4. ประเภทและหน้าที่ของบึงประดิษฐ์

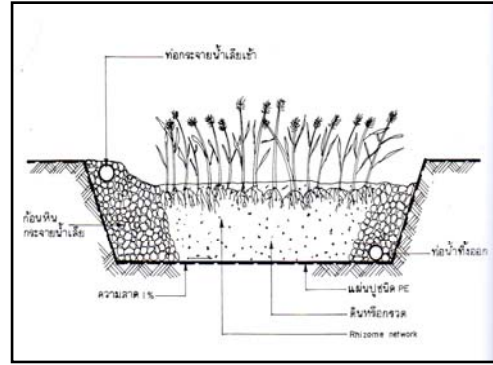
บึงประดิษฐ์สามารถแบ่งตามลักษณะการไหลของน้ำซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

4.1.ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือ

ดิน Free Water Surface (FWS) เป็นระบบบำบัดที่ใช้บ่อดินเป็นช่องทางไหลของน้ำ ดินมีการบดอัดเพื่อปรับระดับให้น้ำไหลตามแนวอนชนานกับพื้นบ่อบูด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำเสีย ในระหว่างที่อยู่ในระบบ ซึ่งน้ำในระบบถูกควบคุมให้ไหลในความเร็วต่ำและไหลบนผิวหน้าดินจากบริเวณน้ำเข้าถึงบริเวณน้ำออก ระบบนี้สามารถช่วยกำจัดเชื้อโรคได้ จากแสงแดดที่ส่องถึงผิวน้ำโดยตรง แต่จะมีการสูญเสียน้ำค่อนข้างมาก เนื่องจากการระเหยน้ำในระบบ ส่วนบริเวณที่ลึกกว่าซึ่งแสงส่องผ่านน้อย จะเป็นที่อยู่ของแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนทำหน้าที่ในการย่อยสลายอินทรีย์สาร ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่มีค่าการบีโอดีอยู่ในช่วง 5- 100 มก/ลิตร[7]



รูปที่ 1 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือดิน Free Water Surface (FWS)



รูปที่ 2 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดิน Subsurface Flow System (SFS)

4.2.ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดิน

Subsurface Flow System (SFS) เป็นระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้ตัวกลางเป็นองค์ประกอบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินหรือกรวดและใช้ชั้นดินปนทรายในการปลูกพืช น้ำตัวกลางทำหน้าที่ให้รากพืชยึดเกาะเพื่อทำให้เกิดการกระจายของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ นอกจากนี้ตัวกลางยังเป็นวัสดุให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ และช่วยในการกรองสารแขวนลอย อัตราการไหลของน้ำในระบบนี้โดยทั่วไปจะช้า โดยความลึกของพื้นบ่อประมาณ 0.6 ถึง 1 เมตรและพื้นบ่อมีความลาดชัน ระบบนี้เป็นระบบที่แยกน้ำเสีย ไม่ให้ถูกรบกวนโดยแมลงหรือสัตว์ และป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน มีโอกาสสัมผัสและติดต่อผู้คนได้ ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่ภาระสารอินทรีย์ปานกลางโดยมีความเข้มข้นของบีโอดีอยู่ในช่วง 30-175 มก./ลิตรซึ่งระบบนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท [4]

4.2.1 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดินตามแนวนอน (Horizontal Subsurface Flow System)

ระบบนี้ น้ำเสียจะถูกปล่อยจากท่ออย่างช้าๆ ตามแนวนอน ผ่านชั้นหิน จนกระทั่งถึงทางน้ำออกจากระบบในระหว่างการไหล น้ำเสียจะสัมผัสทั้งบริเวณที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ซึ่งบริเวณที่มีออกซิเจนเป็นบริเวณที่มีรากพืช ดังนั้นเมื่อน้ำเสียไหลผ่านชั้นกรวด ตะกอนแขวนลอยและตะกอนจมตัว ถูกกำจัดโดยวิธีทางกายภาพโดยการปล่อยให้ตกตะกอนและวิธีการกรอง ผ่านชั้น กรวด และหิน สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ จะถูกกำจัดโดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ใช้และไม่ใช้ออกซิเจนเนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำค่อนข้างต่ำ ทำให้มีข้อจำกัดในการกำจัดแอมโมเนีย แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดและรองรับปริมาณสารอินทรีย์และไนเตรทได้เป็นอย่างดี

4.2.2 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดินตามแนวตั้ง (Vertical Subsurface flow System)

ระบบนี้ประกอบด้วย ชั้นกรวด และปลูกด้วยทราย ซึ่งน้ำเสียจะถูกปล่อยให้ค่อยๆไหลในแนวตั้งลงสู่พื้นของระบบบึงประดิษฐ์ และที่กันระบบบึงประดิษฐ์จะเป็นที่กักเก็บน้ำ การปล่อยให้น้ำไหลตามแนวตั้งเป็นการเติม

ออกซิเจนเข้าสู่ระบบบึงประดิษฐ์ในช่วงน้ำแห้ง อากาศ จะเข้าไปแทรกในรูพรุนของดิน และเมื่อทำการสูบน้ำ เข้า อากาศจะถูกผลักดันออกจากรูพรุนของตัวกลาง ทำให้ในน้ำเสียที่ถูกปล่อยเข้าระบบ จะได้รับปริมาณ ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับระบบ อีกทางหนึ่ง ระบบนี้เหมาะสมในการใช้ลดค่าความ สกปรกของแอมโมเนียในน้ำเสียได้ดี ระบบนี้สามารถ บำบัดน้ำเสียที่มีภาระสารอินทรีย์สูงๆ เช่นสิ่งปฏิกูลได้ โดยมีความเข้มข้นของบีโอดีที่เข้าระบบอยู่ในช่วง 500 – 70,000 มก./ลิตร

5. จุลินทรีย์ (microbial organisms) จุลินทรีย์ที่พบ ในบึงประดิษฐ์ มีมากมายหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย รา สาหร่าย และโปรโตซัว ซึ่งภายในบึงประดิษฐ์นี้ สามารถแบ่งชนิดของจุลินทรีย์ได้เป็น 2 ชนิด คือ

- แบคทีเรียชนิดแขวนลอย คือ แบคทีเรีย เจริญเติบโตและอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำของระบบบึง ประดิษฐ์เป็นแบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ

- แบคทีเรียชนิดเกาะติด คือ แบคทีเรีย เจริญเติบโตและอาศัยอยู่ในส่วนที่จมอยู่ในน้ำของพืช (ราก, ลำต้น) ในดิน ทราาย หรือเกาะบนตัวกลาง โดยตรงสำหรับบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน นอกจากนี้จุลินทรีย์ต่างๆ ยังสะสมอยู่ในชั้นตะกอน บริเวณด้านล่างของระบบบึงประดิษฐ์ด้วย

6. พืชสำหรับบึงประดิษฐ์

การเลือกพืชเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับบำบัด น้ำเสีย ควรเป็นพืชที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และทนต่อมลภาวะทางน้ำได้สูง พืชที่นิยมใช้ เช่น กก

ต้นแห้วทรงกระเทียม ต้นหญ้ารงกา ต้นอ้อและ ฐูปฤาษี สิ่งที่ต้องพิจารณาคือความลึกของน้ำที่ท่วมลำ ต้นและรากของพืชที่ยังลงไปในดิน [6]

พืชที่ใช้ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภท FWS มี ทั้งพืชลอยน้ำหรือพืชจมน้ำ เช่น บัว สาหร่าย กก หญ้า อ้อ ฐูปฤาษี เป็นต้น โดยทั่วไปพืชจะปลูกค่อนข้าง หนาแน่น ความลึกของน้ำประมาณ 0.4 เมตร ระบบ การบำบัดแบบนี้แตกต่างกันไปตามชนิดพืชที่ใช้ ส่วน พืชที่ใช้ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภท SFS จะนิยมใช้ ต้นฐูปฤาษี ต้นอ้อ หรือต้นกก ประมาณ 40% ของบึง ประดิษฐ์ชนิดนี้ใช้ ต้น bulrush ในประเทศอังกฤษและ ยุโรปนิยมใช้ต้นอ้อ

7. ขั้นตอนของการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบบึงประดิษฐ์

การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์เพื่อการบำบัด น้ำเสียจะมีขั้นตอนหลักๆดังต่อไปนี้

- 1) พิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ที่จะ เลือกลงใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
 - 2) ศึกษาหาว่าจะต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นแรกหรือขั้นที่สองก่อนที่จะนำเข้าสู่ระบบนี้
 - 3) ทำการเลือกชนิดของพืชที่จะปลูกในบึง ประดิษฐ์นี้
 - 4) ศึกษาหาค่าการออกแบบระบบ
 - 5) ทำการศึกษาระบบควบคุมแมลงต่างๆใน บึงประดิษฐ์
 - 6) ออกแบบรายละเอียดในระบบ
- ข้อมูลที่ควรทราบเกี่ยวกับระบบบึงประดิษฐ์ สำหรับการบำบัดน้ำเสีย แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลที่ควรทราบเกี่ยวกับบึงประดิษฐ์ [2]

ข้อมูลที่ควรทราบ	รายละเอียด
1. ชนิดของชั้นดิน	ควรเป็นดินประเภทที่ให้น้ำไหลซึมลงดินได้ช้า
2. เทคนิคการกระจายน้ำเสีย	ใช้หัวกระจายน้ำเสียหรือท่อเจาะรูด้านข้างเพื่อกระจายน้ำเสีย
3. ภาระปริมาณน้ำเสีย	5-18 ม./ปี
4. ขนาดพื้นที่ที่ต้องการ	20-66 ตร.ม./(ลบ.ม./วัน)
5. ความต้องการพืชบนพื้นที่จำกัด	ต้องการพืชปลูกบนพื้นที่ลาดเอียง
6. ความต้องการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น	ควรมีระบบตะกอนขั้นต้นก่อนปล่อยลงบนพื้นที่และอาจเติมอากาศเล็กน้อยลงในน้ำเสียก่อนปล่อยเข้าบึงประดิษฐ์ แต่ไม่ควรมีระบบสำหรับเข้าระบบบึง
7. ความลาดของพื้นที่บำบัด	น้อยกว่า 5%
8. การเก็บเกี่ยวพืชน้ำ	ไม่จำเป็นต้องทำ
9. การกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสีย	จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณ C/N ว่ามีเพียงพอหรือไม่ โดยทั่วไปควรมีมากกว่า 2 ต่อ 1 จึงจะสามารถกำจัดสารไนโตรเจนได้
10. ค่าอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนเข้าระบบ	เมื่อเป็นพืชที่จุ่มในน้ำจะมีปริมาณ 5-45 กรัม O ₂ /(คร.ม. วัน)
11. ระบบป้องกันน้ำท่วม	ควรมีระบบป้องกันน้ำท่วมสำหรับบึงประดิษฐ์

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาด้วย คือ

1. ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) มีหน่วยเป็นวัน กำหนดโดยตั้งสมมุติฐานว่ามีการกวนผสมและมีการไหลแบบ Plug Flow ซึ่งในสภาพจริงจะไม่พบทั้ง 2 กรณี การหาค่าระยะเวลาเก็บกักน้ำที่แท้จริงทำได้ยาก เพราะการไหลในระบบจะซับซ้อน เนื่องจากมีพืชเจริญเติบโตอยู่ และพืชจะไปแทนที่ปริมาตรน้ำจำนวนหนึ่งด้วย

2. อัตราการบรรทุกทุกชนิดศาสตร์ (Hydraulic Loading Rate, HLR) คือปริมาตรของน้ำที่เติมต่อวันต่อพื้นที่ของระบบโดย

$$\text{อัตราการบรรทุกทุกชนิดศาสตร์} = \frac{\text{ความเข้มข้น} \times \text{ปริมาณน้ำ}}{\text{พื้นที่}} \quad (1)$$

3. ความสมดุลของน้ำในระบบ คือ การคำนวณปริมาณน้ำเข้า การเก็บกักน้ำ และปริมาณน้ำออก โดยที่ปริมาณน้ำเข้า คือ ปริมาณน้ำในบึงประดิษฐ์เดิมหรือน้ำจากธรรมชาติ เช่น น้ำฝน น้ำใต้ดิน ตะกอนน้ำ ปริมาณน้ำออก คือ น้ำที่ระเหยออกไป โดยการเปลี่ยนแปลงจากการดูดซึมของพืช การปล่อยน้ำออก และการรั่วซึมลงสู่ดิน การออกแบบบึงประดิษฐ์และการจัดการความสมดุลของน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก สอดคล้องกับค่า HLR และ HRT และค่าสมดุลของมวลสาร (Mass balances) สมการสำหรับค่าความสมดุลของน้ำมีดังนี้

$$S = Q + R + I - O - ET \quad (2)$$

S = ค่าความสมดุลของน้ำที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียเข้า

R = ปริมาณฝนตก

I = ปริมาณการรั่วซึม

O = อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าออก

ET= อัตราการระเหยทั้งหมดของน้ำจากสมการนี้สามารถใช้คำนวณปริมาณน้ำต่อวันเดือนปี ได้ และสามารถที่จะบอกถึงสมดุลของน้ำที่ต้องเตรียมสำหรับพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบได้

ตารางที่ 3 ข้อดี-ข้อเสียของระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ [5]

ข้อดี	ข้อเสีย
-ค่าก่อสร้างไม่แพงเมื่อเทียบกับระบบบำบัดชนิดอื่นๆ	- ความเป็นพิษของสารเคมี เช่น แอมโมเนีย และสารกำจัดแมลง อาจจะมีต่อระบบบำบัด
-ค่าดำเนินงานและการควบคุมดูแลระบบค่อนข้างต่ำ	- ประสิทธิภาพในการบำบัดอาจจะน้อยกว่าระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป เพราะยังต้องขึ้นอยู่กับฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในบึง รวมทั้งอัตราการตกของฝนและระยะเวลาแห้งแล้ง เมื่อคิดเป็นอัตราเฉลี่ยต่อปี
-การดำเนินงานและการดูแลระบบเป็นไปตามระยะเวลาต่างจากระบบอื่นๆ	- ต้องใช้พื้นที่มากกว่าระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป จึงมีผลต่องบประมาณในการจัดซื้อที่ดิน
-ระบบมีเสถียรภาพแม้ว่าสภาวะแวดล้อมจะเปลี่ยนไป	
-สภาพแวดล้อมเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์ชนิดต่างๆ ไม่มีผลกระทบต่อชุมชน	

9. ตัวอย่างระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland เช่น

- เทศบาลเมืองสกลนคร ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบำบัดเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 16,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 184.5 ไร่

- เทศบาลนครหาดใหญ่ ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบำบัดเสถียรแล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 138,600 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 515 ไร่

- เทศบาลเมืองเพชรบุรี ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรองรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบำบัดเสถียร แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 22 ไร่

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

วิทยานิพนธ์เรื่อง “การใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลได้ผิวดินในแนวนอนเพื่อการบำบัดขั้นที่ 3 สำหรับน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์” [8] งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการทำงานของระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลได้ผิวดินในแนวนอนในการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ที่ออกจากระบบบำบัดขั้นที่ 2 ก่อนระบายทิ้ง เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ชุด

ควบคุมที่บรรจุตัวกลางขนาด 5 - 8 มม.กับระบบที่ปลูกพืช 2 ชนิดคือ ต้นธูปฤาษีและต้นก้ามกุ้งในตัวกลางแบบเดียวกัน โดยทำการทดลอง 3 ชุด การทดลองแต่ละชุดมีระยะเวลาเก็บกัก 1 3 และ 5 วัน คิดเป็นอัตราการไหล 0.22 0.37 และ 1.1 ลบ.ม./วันตามลำดับ ทำการทดลองโดยใช้น้ำเสียจริงจากระบบบำบัดขั้นที่ 2 ของโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเข้าสู่แปลงทดลอง พบว่าความสามารถในการบำบัดแปรผันตามระยะเวลาเก็บกักน้ำ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเท่ากัน ในระบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกต้นก้ามกุ้งกับระบบบึงประดิษฐ์ชุดควบคุมมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ระบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกต้นธูปฤาษีมีประสิทธิภาพสูงกว่า และระบบที่ปลูกต้นธูปฤาษีระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัส ของแข็งแขวนลอย และ โคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับร้อยละ 80.79 79.61 53.71 20.65 91.91 และ 99.97 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินในแนวนอนที่ปลูกต้นธูปฤาษีที่อัตราการไหล 5 วันเหมาะสมที่จะใช้เป็นแบบระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 จากโรง-ฆ่าสัตว์ โดยคุณภาพน้ำที่ทิ้งจากระบบได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

วิทยานิพนธ์เรื่องประสิทธิภาพของพุทธรักษาในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบบึงประดิษฐ์ แบบการไหลใต้ผิวดินในแนวดิ่ง [9] การศึกษาประสิทธิภาพของพุทธรักษาในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบบึงประดิษฐ์แบบการไหลใต้ผิวดินเป็นการวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) ภายใต้สภาวะการณ์ธรรมชาติโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า

ความหนาแน่นของพุทธรักษาที่ต่างกัน มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดค่า BOD, SS และ TKN และการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่โดยใช้น้ำเสียชุมชนที่ยังไม่ได้ผ่านการบำบัด นำมาผ่านการดักไขมันและตกตะกอนก่อนเข้าระบบบึงประดิษฐ์แบบการไหลใต้ผิวดิน โดยตัวกลางที่ใช้ได้แก่ตัวกลางทรายปนหิน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ถัง ถังแรกเป็นถังควบคุม ถังที่ 2 ปลูกพุทธรักษาจำนวน 10 ต้น/ตารางเมตร และถังที่ 3 ปลูกพุทธรักษาจำนวน 20 ต้น/ตารางเมตร ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Kruskal-Wallis k-Sample Test ผลการวิจัยพบว่า ถังที่มีความหนาแน่นของพุทธรักษาที่ต่างกันสามารถกำจัดค่า BOD, SS ไม่แตกต่างกัน แต่ถังที่มีความหนาแน่นของพุทธรักษา 20 ต้น สามารถกำจัดค่า TKN ได้ดีกว่าถังที่มีความหนาแน่นพุทธรักษา 10 ต้นและถังควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความถี่ที่มีหนาแน่นของพุทธรักษา 20 ต้น/ตารางเมตร สามารถกำจัดค่า BOD, SS และ TKN ได้สูงสุด 90.7%, 98.5%, 99.0% ตามลำดับ และถังที่ปลูกพุทธรักษาสามารถเจริญเติบโตได้ในการทดลองโดยมีความสูงเฉลี่ยก่อนการทดลอง 50-60 เซนติเมตร และหลังการทดลอง 150-165 เซนติเมตร สำหรับจำนวนใบ เมื่อเริ่มต้นมีจำนวนใบประมาณ 3-4 ใบ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีจำนวนใบประมาณ 6-8 ใบ โดยหน่วยการทดลองที่มีต้นพุทธรักษามีการเจริญโตไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยเรื่อง “จลนศาสตร์ของการลดของอินทรีย์สารในรูปซีโอดีและธาตุไนโตรเจนในน้ำเสียโดยการใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดินในแนวนอน” [10] ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมได้วิจัยและพัฒนาาระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดินในแนวนอน โดยทดลองสร้างระบบที่มีขนาดความยาว 10 เมตร กว้าง 1 เมตร และลึก 1 เมตร จำนวน 4 หน่วย ทำการทดลองปลูกกกกลมในกรวด และทำการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของอินทรีย์สารในรูปของดีไอ 2 ระดับและน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของไนเตรต 10 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดของระบบและหาค่าคงที่ของการลดซีโอดีและไนเตรตแบบปฏิกิริยาอันดับ 1 ผลการทดลองพบว่าระบบดังกล่าวสามารถบำบัดซีโอดีในน้ำเสียได้ร้อยละ 80 เมื่อในระบบมีไนโตรเจนในรูปของไนเตรต สูงถึง 10 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดไนเตรตมีค่ามากกว่าร้อยละ 99 และจากการศึกษาพบว่าค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับ 1 (K) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสของการลดซีโอดี แอมโมเนียและไนเตรตมีค่า 1.92 1.2 และ 14.4 ต่อวัน ตามลำดับ

บรรณานุกรม

- [1] กรมควบคุมมลพิษ (2551) .คู่มือวิชาการระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์สำหรับบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล.โครงการพัฒนาแนวทางด้านเทคนิคและสาธิตระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์. กรุงเทพฯ.
- [2] เกียรติศักดิ์ อุดมโรจน์(2552) .การบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ.
- [3] จักรเพ็ชญา อัดโน (2551,กรกฎาคม-กันยายน).การบำบัดน้ำเสียด้วยบึงประดิษฐ์.**วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม**, ปีที่10,ฉบับที่ 4,หน้า 20-24
- [4] แฟรตซ์ มาเหล็กม.(2552).”การบำบัดน้ำเสียโดยระบบบึงประดิษฐ์.สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2553.
http://www.ertc.deqp.go.th/ertc/index.php?option=com_content&task=view&id=982&Itemid=74
- [5] รัตตการ วิเศียน.(2549,มกราคม) “จอก พิษขยะ ” **นิตยสารสมุนไพโร**, ฉบับที่ 61,หน้า 14-16
- [6] อัมพร คล้ายแก้ว.(2552).” การศึกษาการใช้วัชพืชไหล่พื้นน้ำและวัชพืชลอยน้ำปรับปรุงคุณภาพน้ำ”. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2553.
<http://kromchol.vid.go.th/research/wd/research 465.html>.
- [7] U.S.EPA.1988,Design Manual Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment.EPA/625/1-88/022 United States Environmental Protection Agency Cincinnati,Ohio.

- [8] สุภสิริ กุลวิทิต (2546).การใช้บึงประดิษฐ์แบบ
น้ำไหลใต้ผิวดินในแนวนอนเพื่อการบำบัด
ขั้นที่ 3 สำหรับน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์.
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] พัฒนพงษ์ พองเพชร (2552).ประสิทธิภาพของ
พุทธรักษาในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดย
ระบบบึงประดิษฐ์แบบการไหลใต้ผิวดิน
แนวตั้ง.วิทยานิพนธ์สาธาณสุขศาสตร์
มหาบัณฑิต:มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [10] มีศักดิ์ มีลินทวิสมัย (2547).จลนศาสตร์ของ
การลดของอินทรีย์สารในรูปซีโอติและธาตุ
ไนโตรเจนในน้ำเสียโดยการใช้ระบบบึง
ประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ดินในแนวนอน.
โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
ด้านน้ำ.ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม

