

## การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลนอาศัยการเจือจางน้ำเสียด้วยน้ำทะเล การผสมน้ำเร่ง การตกตะกอน การกักกักน้ำเสียที่ผสมกับน้ำทะเล ระบบรากของพืชป่าชายเลนช่วยในการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสีย กรองหรือฟอกน้ำให้สะอาดขึ้น นอกจากนี้พืชป่าชายเลนจะดูดซับธาตุอาหารและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งยังช่วยการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ อันเป็นการใช้ประโยชน์จากพืชป่าชายเลนอีกทางหนึ่ง นอกเหนือจากการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ที่หลบภัย แหล่งอาหาร แหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำ เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานบำบัดน้ำเสียที่ไม่ต้องลงทุนสูงเหมือนที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เทคโนโลยีตามแนวพระราชดำริด้วยการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลนเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่อาศัยหลักการที่ทำให้ธรรมชาติช่วยเหลือธรรมชาติ ด้วยการเก็บกักน้ำเสียในแปลงป่าชายเลนและการเจือจางด้วยน้ำทะเลในระยะเวลาที่น้ำทะเลขึ้น อาศัยการปลดปล่อยออกซิเจนของพืชที่ได้จากการสังเคราะห์แสง กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดิน การดูดซึมสารอาหารของพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการกรองสิ่งปนเปื้อนของพืชป่าชายเลนและดินร่วมกัน

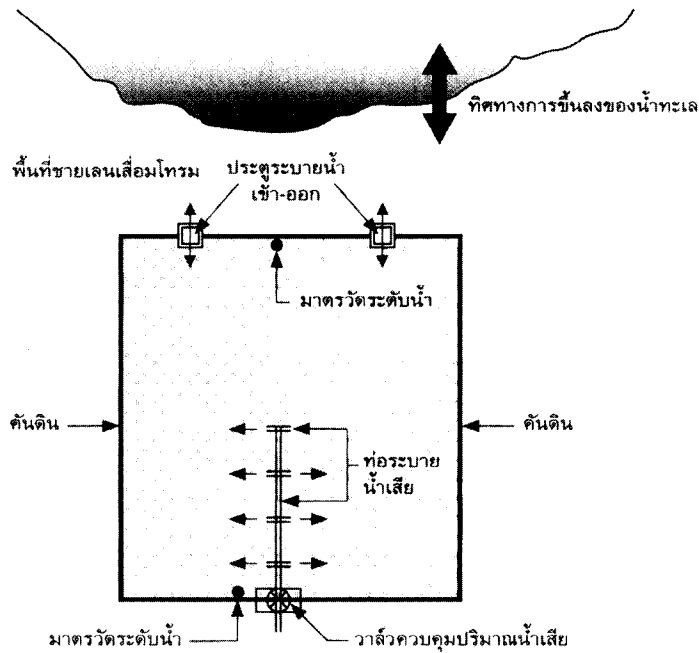
### วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงป่าชายเลนให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีพื้นที่ใกล้เคียงติดกับป่าชายเลนเสื่อมโทรมหรือถูกทำลาย ได้นำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างแพร่หลาย
- 2) เพื่อพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียชุมชนตามแนวพระราชดำริ โดยอาศัยหลักการธรรมชาติช่วยธรรมชาติที่เหมาะสม ให้มีความสะดวกในการนำไปปฏิบัติ ประหยัดค่าใช้จ่าย ง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่ติดกับทะเล และมีป่าชายเลน
- 3) เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านน้ำเสียชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลนตามแนวพระราชดำริ
- 4) เพื่อฟื้นฟูและปรับปรุงพื้นที่ป่าชายเลนให้มีสภาพที่ดีขึ้น

### ลักษณะเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน

รูปแบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยแปลงพืชป่าชายเลนที่ศึกษาวิจัยและพัฒนาขึ้นนั้น ยึดหลักการตามแนวพระราชดำริ โดยการทำแปลงเพื่อกักเก็บน้ำทะเลและน้ำเสียที่รวบรวมได้จากชุมชน และปลูกป่าชายเลนด้วยพันธุ์ไม้ 2 ชนิด คือ ต้นโกงกางและต้นแสม ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย อาศัยการเจือจางระหว่างน้ำทะเลกับน้ำเสีย การเร่งตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระยะเวลาการกักกักของน้ำ ระบบรากของพืชป่าชายเลนช่วยการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำเสีย และช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดิน เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นจะมีการกักน้ำทะเลที่เข้าสู่แปลงใน

ช่วงเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุดในรอบวัน (การขึ้นลงปกติของน้ำทะเลจะมีการขึ้น-ลงวันละ 2 ครั้ง) ทำการเก็บกักและเพื่อหาสัดส่วนปริมาณการให้น้ำเสียในการบำบัด เมื่อเติมน้ำเสียตามสัดส่วนแล้ว ปล่อยให้ น้ำผสมมีการกักพักไว้ระยะเวลาหนึ่ง (ตั้งแต่ช่วงเวลาที่น้ำขึ้นครั้งแรก จนกระทั่งถึงเวลาน้ำลงครั้งที่สองในรอบวัน) จึงระบายน้ำที่ผ่านการผสม (น้ำที่ผ่านการบำบัด) ออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป



ภาพที่ 1 ลักษณะสังเขปรูปแบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยแปลงพีชป่าชายเลน

### วัสดุอุปกรณ์

- 1) คังดินขนาดกว้าง 1.5 เมตร
- 2) ระบบประตูระบายน้ำสแตนเลส หรือใช้วัสดุทนความเค็ม
- 3) ท่อระบายน้ำเสีย (HDPE) ขนาด 10 นิ้ว
- 4) วาล์วปิด-เปิด ต้องมีมาตรวัดปริมาณน้ำ
- 5) ต้นกล้าไม้แสมและไม้โกงกาง
- 6) มาตรวัดระดับน้ำ

## การเลือกพื้นที่

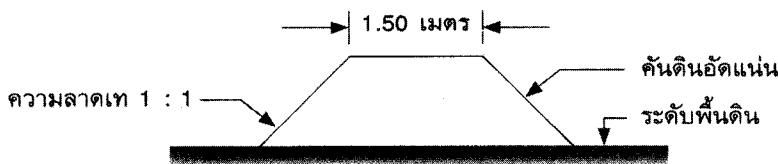
- 1) ควรเป็นพื้นที่ที่ติดชายทะเล หรือใกล้ทะเลมากที่สุด
- 2) มีน้ำทะเลท่วมถึงในเดือนที่มีน้ำทะเลขึ้น-ลงต่ำสุด
- 3) ทิศทางการขึ้นลงของน้ำควรเป็นแนวตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลมากที่สุด
- 4) เป็นพื้นที่ป่าชายเลนเสื่อมโทรม หรือถูกทำลาย (อาจเป็นบ่อุ้งที่ไม่ใช้ประโยชน์แล้ว)

## การก่อสร้างระบบแปลงพืชป่าชายเลน

### ขั้นที่ 1 การก่อสร้างแปลงกักพักน้ำทะเล-น้ำเสีย

1) สำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมในการก่อสร้างแปลง โดยคำนึงถึงข้อพิจารณาในการเลือกพื้นที่และระดับการขึ้น-ลงต่ำสุดและสูงสุดของน้ำทะเล จากนั้นวางแผนก่อสร้างแปลง โดยให้แปลงมีทิศทางขนานกับทิศทางการขึ้น-ลงของน้ำทะเลเป็นสำคัญ ส่วนความกว้างและความยาวของแปลงพืชป่าชายเลนขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และปริมาณน้ำเสียที่ต้องการบำบัด

2) ก่อสร้างคันดินรอบแปลงที่กำหนดไว้ให้มีลักษณะดังภาพที่ 1 มีความกว้าง 1.5 เมตร ความลาดเทของคันดิน เท่ากับ 1 : 1 (ภาพที่ 2) ความสูงของคันดินขึ้นอยู่กับความลาดเทของพื้นที่ ซึ่งจะต้องสูงจากระดับเก็บกักน้ำบริเวณท้ายแปลง 50 เซนติเมตร

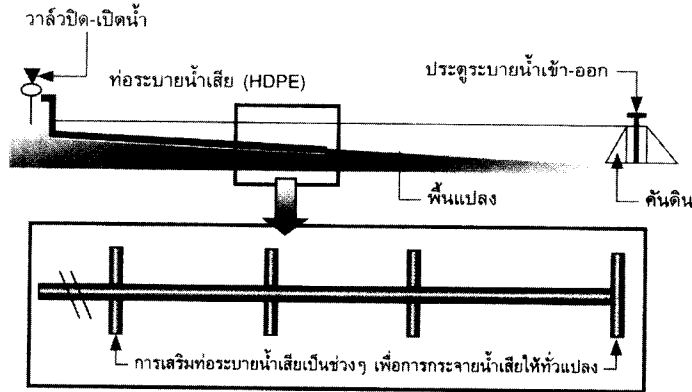


ภาพที่ 2 ลักษณะภาพตัดของคันดินของแปลงระบบบำบัดน้ำเสียด้วยแปลงพืชป่าชายเลน

3) ก่อสร้างและติดตั้งประตูระบายน้ำเข้า-ออกบริเวณท้ายแปลง ต้องใช้วัสดุที่ทนความเค็ม จำนวนประตูระบายน้ำต้องให้เหมาะสมกับขนาดความกว้างของแปลงดังภาพที่ 1

4) ก่อสร้างและติดตั้งวาล์วปิด-เปิดควบคุมระบบการระบายน้ำเสียเข้าสู่ระบบ บริเวณส่วนหัวของแปลง ดังภาพที่ 1

5) วางท่อระบายน้ำเสีย (HDPE) ขนาด 10 นิ้ว ให้อยู่บริเวณกลางแปลง และจากส่วนหัวของแปลงถึงบริเวณกลางแปลง ซึ่งมีลักษณะดังภาพที่ 1 และ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะการวางท่อระบายน้ำเข้าสู่ระบบแปลงพืชป่าชายเลน

## ขั้นที่ 2 การเตรียมกล้าไม้และการปลูกป่าชายเลน

### การเตรียมกล้าไม้

การจัดเตรียมกล้าพันธุ์พืชป่าชายเลนที่จะใช้ปลูกในแปลง (บ่อ) ระบบแปลงพืชป่าชายเลน กระทำได้พร้อมกับดำเนินการก่อสร้างระบบแปลงฯ แหล่งของกล้าไม้สามารถติดต่อได้ที่ทำการศูนย์เพาะชำกล้าไม้ป่าชายเลน สำนักงานป่าไม้จังหวัดหรือสำนักงานป่าไม้เขตใกล้เคียงพื้นที่ หรือเก็บจากพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณใกล้เคียง ซึ่งในการจัดเตรียมกล้าไม้นั้นสามารถกระทำได้เป็นลำดับดังนี้

1) เตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะชำและอนุบาลท่อนกล้าไม้ ซึ่งอาจกระทำโรงเรือนชั่วคราวบริเวณพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียด้วยแปลงพืชป่าชายเลน

2) ขนกล้าไม้จากแหล่งที่จัดหาไว้มายังเรือนเพาะชำ

3) หากเป็นต้นกล้าไม้ที่เก็บมาจากป่าชายเลน ต้องเตรียมถุงเพาะชำขนาด 3 นิ้ว พร้อมทั้งใส่ดินเลน

4) นำไปปักชำลงในแปลงหรือถุงเพาะชำที่จัดเตรียมไว้

5) ดูแลรักษาจนต้นกล้ามีสภาพดี แข็งแรงและสมบูรณ์ สามารถดำเนินการได้จนกระทั่งนำไปปลูก

### การปลูก

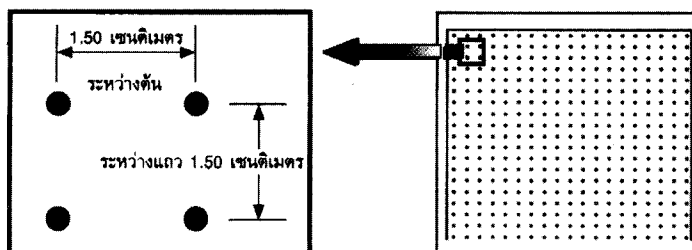
1) ระบายน้ำทะเลเข้าสู่ระบบแปลงพืชป่าชายเลน ให้มีลักษณะเป็นตามธรรมชาติของการขึ้น-ลงของน้ำทะเล

2) เมื่อน้ำลง ทำการปลูกกล้าไม้ โดยให้มีระยะห่างระหว่างแถว 1.50 เมตรและระหว่างต้น 1.00 เมตร ดังภาพที่ 4

3) ในระยะแรกภายหลังการปลูก ควรปักไม้เพื่อใช้ผูกยึดต้นกล้าไม้ที่ปลูกใหม่

4) ใช้น้ำทะเลที่ขึ้น-ลงตามธรรมชาติ สลับกับการใช้น้ำเสีย เพื่อให้ต้นไม้เจริญเติบโตแข็งแรงและ

ปรับสภาพตนเองได้เพียงพอ นอกจากนี้จะต้องมีการปลุกซ่อมแซมกล้าส่วนที่ตาย



ภาพที่ 4 ระยะห่างระหว่างแถวและต้นในการปลุกกล้าไม้ในแปลงพืชป่าชายเลน

### การดำเนินการบำบัดน้ำเสีย

เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน มีวิธีการและขั้นตอนการดำเนินการบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

- 1) ระบายน้ำทะเลเข้าสู่แปลงพืชป่าชายเลนในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดในรอบวัน เมื่อระดับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลอยู่ในระดับทรงตัว (น้ำนิ่ง) ทำการปิดประตูระบายน้ำเพื่อขังน้ำทะเลไว้
- 2) ระบายน้ำเสียเข้าแปลงในปริมาณ 2,450 ลูกบาศก์เมตร
- 3) กักพักน้ำที่ผสมระหว่างน้ำทะเลและน้ำเสียไว้ เพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามหลักการดังกล่าวไว้ตอนต้น จนกระทั่งถึงเวลาที่น้ำทะเลเริ่มลง จึงทำการปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดออก
- 4) อ่านค่าความสูงที่มาตรวัดระดับน้ำบริเวณหัวแปลงและท้ายแปลงของระบบแปลงพืชป่าชายเลน เพื่อคำนวณปริมาณน้ำทะเลที่เข้าสู่ระบบฯ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรน้ำทะเล} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวแปลง} \times \text{ความกว้างแปลง} \times (\text{ระดับน้ำหัวแปลง} + \text{ระดับน้ำท้ายแปลง}) \\
 \text{เช่น} &= \frac{1}{2} \times 150 \text{ เมตร} \times 100 \text{ เมตร} \times (0.20 \text{ เมตร} + 1.10 \text{ เมตร}) \\
 &= 9,750 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

- 5) คำนวณปริมาณน้ำเสียที่ต้องระบายเข้าสู่ระบบแปลงพืชป่าชายเลน โดยตรวจสอบจากสัดส่วนระหว่างน้ำเสียและน้ำทะเลที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย (ตารางที่ 1) หากน้ำทะเลมีปริมาณ 9,750 ลูกบาศก์เมตร ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีหรือบีโอดี (Biochemical oxygen demand; BOD) ของน้ำเสียอยู่ระหว่าง 50-100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากตารางจะต้องใช้สัดส่วนที่เหมาะสมของ น้ำเสีย : น้ำทะเล เท่ากับ 20 : 80 ดังนั้นปริมาณน้ำเสียที่เหมาะสมในการบำบัดประมาณ 2,450 ลูกบาศก์เมตร ดังวิธีการต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำเสีย} &= (\text{ปริมาณน้ำทะเล} \times \text{สัดส่วนน้ำเสีย}) / \text{สัดส่วนน้ำทะเล} \\
 &= (9,750 \times 20) / 80 \\
 &= 2,437 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 1 สัดส่วนน้ำเสียและน้ำทะเลที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน

ค่าภาระ BOD ในน้ำเสีย (มิลลิกรัม/ลิตร)	สัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำเสีย : น้ำทะเล	
	สัดส่วน	ร้อยละ
น้อยกว่า 50	1 : 3	30 : 70
50-100	1 : 4	20 : 80
100-200	1 : 9	10 : 90
มากกว่า 200	1 : 19	5 : 95

### การบำรุงรักษา

เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน เป็นกระบวนการที่อาศัยการขึ้น-ลง ของน้ำทะเลตามธรรมชาติ การเจือจาง การเร่งการตกตะกอน นอกจากนี้อาศัยพืชช่วยในการดูดสารอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดิน เพื่อนำไปใช้ในการสร้างความเจริญเติบโตของต้นพืชป่าชายเลน ดังนั้นการดูแลรักษาจึงไม่มีความจำเป็นมากนัก เนื่องจากพืชจะเจริญเติบโตและมีสภาพเป็นป่าชายเลนต่อไป

### ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยี

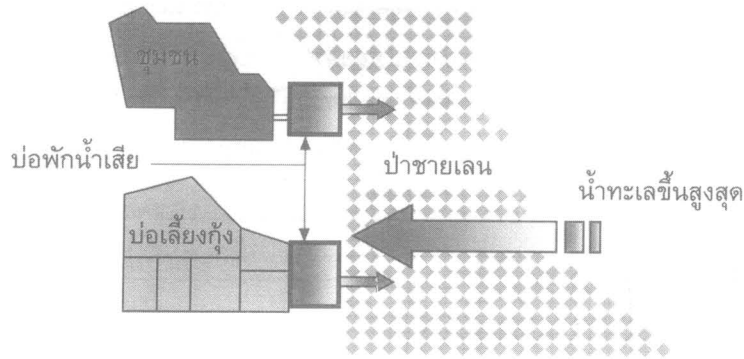
ในการนำเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพืชป่าชายเลนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่ติดอยู่กับชายฝั่งทะเล ทั้งนี้การออกแบบและการก่อสร้างจำเป็นต้องมีการลงทุน จึงเหมาะสมสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบจะรับไปดำเนินการ มากกว่าประชาชนทั่วไป

### ผลประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) การบำบัดน้ำเสียที่ใช้วิธีการธรรมชาติ
- 2) การฟื้นฟูสภาพป่าชายเลนให้กับสิ่งแวดล้อม
- 3) เป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำในธรรมชาติ

## การประยุกต์ใช้

จากหลักการและกระบวนการของเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพีชป่าชายเลน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชุมชน หรือกิจการเพาะเลี้ยงกุ้งที่มีพื้นที่ติดอยู่กับป่าชายเลนได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการก่อสร้างแปลงพีชป่าชายเลน แต่จะต้องมีบ่อบำบัดน้ำเสียหรือน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ไว้ระยะหนึ่ง และทำการระบายน้ำเสียเหล่านั้นสู่พื้นที่ป่าชายเลนที่มีอยู่ในขณะที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด ซึ่งจะเป็นการบำบัดน้ำเสียได้ในระดับหนึ่ง



ภาพที่ 6 การประยุกต์ใช้ในการระบายน้ำเสียสู่ป่าชายเลนในขณะที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด

## ข้อจำกัด

- 1) สามารถใช้ได้กับพื้นที่ที่มีสภาพติดกับพื้นที่ป่าชายเลนเท่านั้น
- 2) การลงทุนค่อนข้างสูง
- 3) ต้องมีความรู้เกี่ยวกับการขึ้น-ลง ของน้ำทะเลเป็นอย่างดี