การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

คำนำ

ปัญหาน้ำเสียในประเทศไทยในปัจจุบัน น้ำเสียจากชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดที่มีความสำคัญ นับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น และยังไม่มีระบบบำบัดมารองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมของประชาชนโดยตรง ในชุมชนขนาดใหญ่ เช่น เขตเทศบาล รัฐสามารถจัดการกำหนดเป็นเขตเมืองควบคุมมลพิษ จัดการได้เพียงบางเมือง โดยจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้กับเมืองหลักๆ ในเขตควบคุมมลพิษ แต่ปัญหาน้ำเสียชุมชนไม่ได้มีขอบเขตปัญหาเพียงแค่ในเมืองใหญ่ ในส่วนชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น ทั้งชุมชนขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่อยู่นอกเขตควบคุมมลพิษ ก็ยังเกิดปัญหา และนับวันยิ่งจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ด้วยพระปรีชาญาณของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ได้พระราชทานพระราชดำริการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย โดยทรงเน้นให้ใช้เทคโนโลยีธรรมชาติช่วยธรรมชาติ ประหยัด และใช้ง่าย เพื่อให้สามารถประยุกต์เทคโนโลยีดังกล่าวนี้สู่พื้นที่ที่มีปัญหาน้ำเสีย และมีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและงบประมาณ ซึ่งจะส่งผลให้การแก้ไขปัญหาน้ำเสียได้ผลอย่างยั่งยืน ท้องถิ่นสามารถดำเนินการเองได้ คู่มือนี้เป็นคำแนะนำเทคโนโลยีเบื้องต้น โดยยึดปฏิบัติตามแนวพระราชดำริ ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ผู้บริหารส่วนท้องถิ่นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียในท้องถิ่นโดยใช้ระบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติ ซึ่งไม่ต้องลงทุนสูงมากนัก และง่ายต่อการบำรุงรักษา

วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย โดยใช้หลักการธรรมชาติพึ่งพาธรรมชาติตามแนวพระราชดำริ

2) เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียระบบบ่อบำบัดน้ำเสียสู่หน่วยงานรับผิดชอบและพื้นที่ที่เหมาะสมในการนำเทคโนโลยีไปใช้

3) เพื่อสนองแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย ในการแก้ปัญหาน้ำเสียชุมชนของประเทศ

หลักการและเหตุผล

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งสกปรกปนเปื้อนอยู่ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์ มีพิษและไม่มีพิษ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากหลายแหล่ง เช่น แหล่งชุมชน ตลาด โรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ สำหรับน้ำเสียจากแหล่งชุมชน โดยส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียที่มาจากกิจกรรมการซักล้าง การขับถ่ายจากครัวเรือน ซึ่งองค์ประกอบของเสียในน้ำเสียส่วนมากเป็นพวกสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้และไม่สะสมตกค้าง แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนมีมาจากหลายแหล่ง เช่น อาคารชุดหมู่บ้านจัดสรร สถานศึกษา ตลาด หอพัก ฯลฯ ลักษณะน้ำเสียในแต่ละแหล่งจะมีความแตกต่างกันออกไปตามกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ชุมชนนั้นๆ รูปแบบการบำบัดน้ำเสียที่ใช้กันอยู่

ทั่วไปมีหลายวิธีแตกต่างกันไปตามสถานที่และขนาดของชุมชน เช่น ระบบสระเติมอากาศ ระบบคูวนเวียน ฯลฯ ซึ่งแต่ละระบบจะมีเทคโนโลยีช่วยเสริมในการเติมอากาศสำหรับกระบวนการบำบัดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติเป็นตัวช่วยและร่วมในการบำบัด โดยปริมาณของเสียในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำเสีย ขณะที่สาหร่ายจะอาศัยแสงอาทิตย์เป็นพลังงานในกระบวนการสังเคราะห์แสง ปลดปล่อยออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ใช้ในการหายใจ และสาหร่ายใช้สารที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายในการเจริญเติบโตอันเป็นกระบวนการพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiotic relationship process) ระหว่างแบคทีเรียและสาหร่ายในบ่อบำบัด ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวเกิดขึ้นในบ่อมากมาย ประมาณ 100-260 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้สภาพน้ำมีสีเขียว การระบายน้ำออกจากระบบบำบัดควรกำจัดสาหร่ายออกก่อน เพื่อไม่ให้ก่อปัญหาความสกปรกต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ สาหร่ายเหล่านี้เมื่อตายลงจะเป็นซากอินทรีย์และตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ

การประยุกต์หลักการดังกล่าวเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยส่วนใหญ่มักก่อสร้างเป็นบ่อดิน เป็นบ่อกลางแจ้ง ความลึกประมาณ 1.7-2.5 เมตร โดยอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติในการเติมอากาศและจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายของเสียในน้ำเสีย จนกระทั่งน้ำมีคุณภาพดี แล้วสามารถระบายลงสู่แม่น้ำธรรมชาติต่อไป

การสำรวจและวางแผน

การแก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชนหนึ่งๆ นั้น ต้องมีการสำรวจ วางแผนอย่างรัดกุม และต้องออกแบบก่อสร้างให้เหมาะสมกับชุมชนนั้นๆ เพื่อการแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพสูงสุด หน่วยงานบริหารส่วนท้องถิ่น เช่น อบต. เทศบาล ควรเป็นผู้ดูแลบริหารจัดการระบบ ซึ่งกระบวนการขั้นตอนในการดำเนินการดังแผนภูมิในภาพที่ 1 และมีรายละเอียดดังนี้

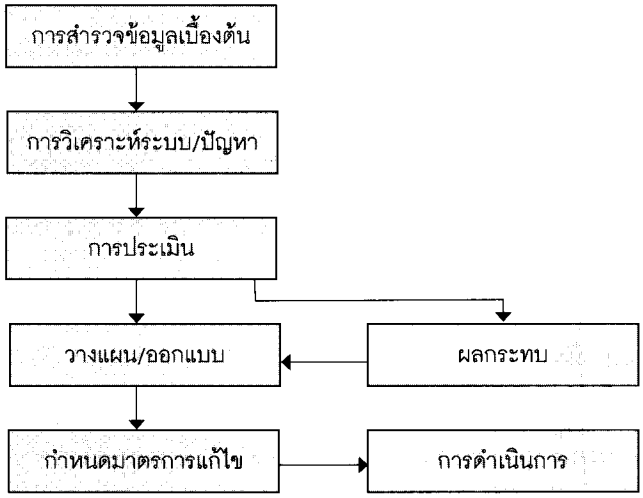
1. การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

การจะนำระบบบ่อบำบัดมาใช้แก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชนหนึ่งจำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้สำหรับการออกแบบระบบ ควรสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เพื่อใช้ประกอบการคำนวณ/ออกแบบระบบ ดังนี้

(1) ลักษณะพื้นที่ ลักษณะพื้นที่/ภูมิประเทศของพื้นที่ชุมชนมีผลต่อลักษณะการออกแบบระบบรวบรวมและระบายน้ำเสีย เพื่อนำไปบำบัดยังระบบบ่อบำบัดที่ออกแบบก่อสร้างไว้ ควรสำรวจความลาดเทของพื้นที่ ลักษณะการระบายน้ำของพื้นที่ ทิศทางลม ลักษณะดิน เป็นต้น

(2) จำนวนประชากร ประชากรในพื้นที่คือที่มาของน้ำเสีย ชุมชนที่มีขนาดใหญ่ มีประชากรมาก กิจกรรมของประชากรก็มีมากตามไปด้วย ปริมาณน้ำเสียมีมากตาม และลักษณะน้ำเสียก็แตกต่างกันออกไป

(3) คุณลักษณะน้ำเสีย ได้แก่ ค่าปริมาณของเสียในรูปบีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ฯลฯ ตามค่ากำหนดของมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 น้ำเสียจากชุมชนมีลักษณะแตกต่างกันใน



ภาพที่ 1 แผนผังการสำรวจวางแผนในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชน

แต่ละท้องถิ่น ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะนำไปพิจารณาในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

(4) ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะอากาศแสงแดด ข้อมูลเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการบำบัดน้ำเสียโดยตรง

2. การวิเคราะห์ระบบ/ปัญหา

ปัญหาน้ำเสียในชุมชนหนึ่งนั้นมีความรุนแรงแปรไปตามปริมาณและลักษณะของกิจกรรมการใช้น้ำ ตลอดจนความสามารถในการฟอกตัวเองของระบบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ การแก้ไขปัญหาจำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงลักษณะและระดับความรุนแรงของปัญหา ความสามารถในการฟอกตัวโดยธรรมชาติและสมรรถนะในการรองรับของพื้นที่ วิเคราะห์ถึงจุดเกิดของปัญหา หาสาเหตุของปัญหาได้อย่างตรงจุด เช่น คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่รองรับน้ำเสียจากชุมชนนั้นๆ

3. การประเมินระบบ

ประเมินในภาพรวมว่า ในชุมชนนั้น ปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงอยู่ในระดับใด จัดลำดับความสำคัญของปัญหา มีความจำเป็นต้องดำเนินการส่วนใดก่อนส่วนใดหลัง รวมถึงการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม ในกรณีดำเนินการก่อสร้างและไม่ก่อสร้างระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย เปรียบเทียบผลได้ผลเสีย รวมทั้งวางแผนในอนาคตที่จำนวนประชากรหรือการขยายตัวของชุมชนจะเพิ่มขึ้น

4. การวางแผน

กำหนดแนวทางในการแก้ไขที่เหมาะสมสำหรับชุมชนนั้นๆ เลือกระบบบำบัด ออกแบบก่อสร้าง

และประเมินศักยภาพของชุมชน ความสามารถในการลงทุนสำหรับการแก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชน การจัดหาที่ดิน และกรณีไม่มีทุนเพียงพอ ควรจัดหาทุนจากแหล่งที่เกี่ยวข้องมารองรับ

5. การกำหนดมาตรการแก้ไขและบำบัดน้ำเสีย

เมื่อทราบถึงลักษณะของปัญหา ระดับความรุนแรง และหาแนวทางในการแก้ไขที่เหมาะสมแล้ว ก็วางมาตรการอย่างเป็นขั้นตอน เช่น จัดแบ่งเขตพื้นที่ออกเป็นเขตๆ การเลือกใช้ระบบบำบัดที่เหมาะสม การออกแบบระบบ การจัดหาที่ดิน การจัดทำรายละเอียด การจัดหาแหล่งเงินทุน เป็นต้น และเริ่มดำเนินการตามมาตรการ/แผนงานที่วางไว้ต่อไป

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

วิธีการบำบัดน้ำเสียมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี การเลือกวิธีการนำมาใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ เงินทุน และคุณลักษณะของน้ำเสียในชุมชนนั้น สำหรับเทคโนโลยีระบบบ่อบำบัดน้ำเสียเหมาะสมสำหรับชุมชนที่มีการวางผังเมืองอย่างเป็นระบบ มีราคาที่ดินที่ไม่แพง และพื้นที่การใช้ที่ดินในชุมชนมีกิจกรรมการใช้น้ำ เช่น เทศบาลตำบล เทศบาลเมือง เป็นต้น ระบบนี้ไม่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การออกแบบระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

1. รายการคำนวณ

รายการคำนวณที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบระบบเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีข้อมูลที่จำเป็นต้องคำนวณเพื่อใช้ประกอบการออกแบบดังต่อไปนี้

1) จำนวนประชากรปัจจุบัน และในอนาคต 10-20 ปี

สูตร :

$$\text{อัตราการเพิ่มของประชากร} = \frac{\text{จำนวนประชากร 20 ปีย้อนหลัง - จำนวนประชากรปัจจุบัน}}{20}$$

หน่วย : อัตราเพิ่มของประชากร (ร้อยละ)
จำนวนประชากร (คน)

2) ปริมาณน้ำเสีย ประเมินจากอัตราการใช้น้ำของประชากร โดยปกตินำใช้ร้อยละ 80-85 จะแปรสภาพเป็นน้ำเสียหลังจากผ่านกิจกรรมการใช้น้ำ

- ชุมชนในเขตเมือง ใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน
- ชุมชนในเขตชนบท ใช้น้ำ 50 ลิตร/คน/วัน

สูตร :

$$\text{ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด} = \frac{\text{จำนวนประชากร} \times \text{อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคน}}{1000}$$

หน่วย : ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
จำนวนประชากร (คน)
อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคน (ลิตร/คน)

3) ประเมินปริมาณน้ำเสียในอนาคต 10-20 ปี โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังอย่างน้อย 20 ปี

4) ปริมาณของเสียในรูปสมมูลประชากร คือ ค่าความสกปรก หรือมลสารในรูปสารอินทรีย์ ที่วัดได้โดยหน่วยวัดบีโอดี ที่เกิดจากกิจกรรมการใช้น้ำของประชากร

สูตร :

ปริมาณของเสียสมมูลประชากร = ค่าบีโอดี x ปริมาณน้ำเสีย

หน่วย : ปริมาณของเสียสมมูลประชากร (กิโลกรัมบีโอดี/วัน)
ค่าบีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)
ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)

5) ดัชนีคุณภาพน้ำก่อนการบำบัด การออกแบบจะต้องให้ระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ในช่วงเวลา 20 ปี มีรายละเอียดดังนี้

(1) น้ำเสียเข้าระบบ ดัชนีที่มีความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียที่จำเป็น ได้แก่

- Minimum flow rate (ลูกบาศก์เมตร/วัน) ใช้ปริมาณน้ำเสียในปัจจุบัน
- Maximum flow rate (ลูกบาศก์เมตร/วัน) ใช้ปริมาณน้ำเสียที่คาดการณ์ในอนาคต 20 ปี

สูตร :

Maximum flow rate = Minimum flow rate x อัตราการเพิ่มของประชากร

หน่วย : Maximum flow rate (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
Minimum flow rate (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
อัตราการเพิ่มของประชากร (ร้อยละ)

- บีโอดี (Biochemical oxygen demand; BOD) ในน้ำเสีย คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในกระบวนการทางชีวเคมี มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
- ซีโอดี (Chemical oxygen demand; COD) ในน้ำเสีย คือ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในระบบการทางเคมี มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
- ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solids) ในน้ำเสีย มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
- ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended solid) ในน้ำเสีย มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
- ปริมาณไนโตรเจนในรูป Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
- ปริมาณฟอสเฟต มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

หมายเหตุ : พื้นที่คำนวณได้ ไม่รวมพื้นที่ก่อสร้างคันบ่อและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ

(2) น้ำที่บำบัดผ่านออกจากระบบ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะต้องมีค่าลักษณะน้ำทิ้งที่ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) ดังนี้

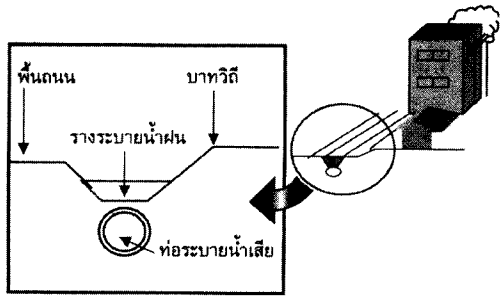
- บีโอดี (BOD) ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร
- ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended solid) ไม่เกิน 30 มิลลิกรัม/ลิตร

2. การออกแบบ

2.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

1) ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ควรเลือกใช้ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียแบบท่อแยก เพื่อแยกน้ำฝนออกจากน้ำเสีย แล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (ภาพที่ 2) ส่วนน้ำเสียระบายสู่บ่อรวมเพื่อส่งไปบำบัดต่อไป ซึ่งระบบนี้ในการลงทุนด้านการก่อสร้างอาจมีราคาแพง แต่มีผลดีในระยะยาว และสามารถแก้ปัญหาการระบายน้ำในช่วงน้ำท่วมในเขตเมือง สามารถสูบระบายน้ำฝนแยกทิ้งในแหล่งธรรมชาติได้ และสามารถนำเอาเฉพาะน้ำเสียไปเข้าระบบบำบัดโดยตรง การออกแบบระบบบำบัดจึงไม่จำเป็นต้องลงทุนสูงมากนัก ขนาดท่อระบายในการออกแบบ ควรเผื่อปริมาณน้ำสูงกว่าปกติ 2-3 เท่า ให้น้ำไหลความเร็วอย่างน้อย 0.75 ม./วินาที และมีขนาดอย่างน้อย 200 มม.

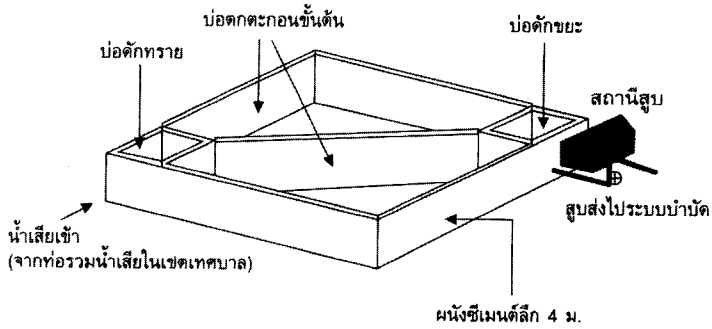


ภาพที่ 2 ลักษณะท่อระบายน้ำแบบท่อแยกน้ำฝนและน้ำเสีย

2) บ่อรวมน้ำเสียและระบบท่อส่งน้ำเสีย

ก่อสร้างบ่อรวมน้ำเสีย เพื่อรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดในเขตพื้นที่ชุมชน แล้วสูบ/ระบายไปสู่ระบบบ่อบำบัด นอกจากนั้นยังเป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นโดยการดักสารแขวนลอย ขยะ กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน ที่ลอย/พัดพามากับน้ำเสียให้เกิดการตะกอนขั้นตอนหนึ่งก่อน

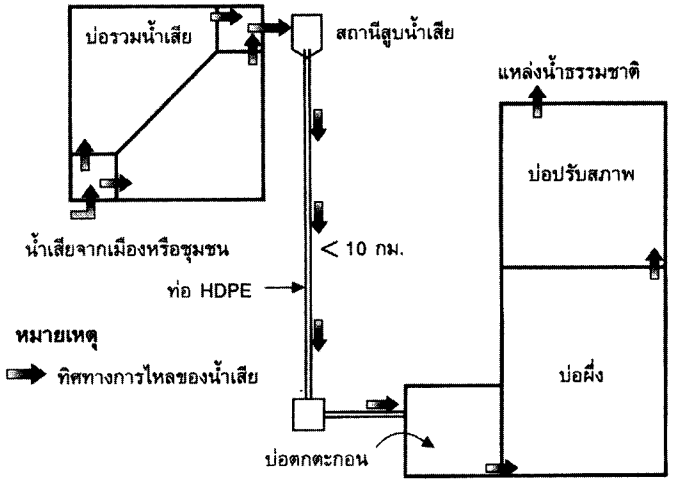
โครงสร้างของบ่อรวมน้ำเสีย ก่อสร้างเป็นบ่อคอนกรีต แบ่งออกเป็นบ่อย่อย 4 บ่อ คือ บ่อดักกรวดทราย 1 บ่อ บ่อตกตะกอนขั้นแรก 2 บ่อ และบ่อดักขยะ 1 บ่อ (ภาพที่ 3) ให้มีความจุรวมของทั้ง 4 บ่อ อย่างน้อยเท่ากับปริมาณน้ำเสียสูงสุดต่อวัน โดยใช้ข้อมูลคาดการณ์ในอนาคต 20 ปี เพื่อการเติบโตของเมืองและการเพิ่มขึ้นของประชากรในอนาคต



ภาพที่ 3 ลักษณะบ่อรวมน้ำเสีย

3) ระบบท่อส่งน้ำเสีย

ระบบท่อส่งน้ำเสียอาจก่อสร้างเป็นระบบท่อเปิด เพื่อเพิ่มการฟอกตัวเองของน้ำเสียหรือระบบท่อปิด ตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยอาจมีระบบบำบัดน้ำย่อยโดยใช้ระบบพืชน้ำ ฯลฯ ระหว่างเส้นทางส่งน้ำเสีย หากน้ำเสียได้รับการบำบัดไประดับหนึ่งแล้ว สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรได้ ก็อาจนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้วไปใช้ประโยชน์ในส่วนต่างๆ ได้ ระบบท่อส่งน้ำเสียไม่ควรมีระยะทางไกลมากนัก (ไม่ควรเกิน 10 กิโลเมตร) การออกแบบควรพิจารณาเลือกพื้นที่ดำเนินการบริเวณท้ายน้ำ และใช้ระดับความแตกต่างระดับของพื้นที่ในการระบายน้ำผ่านท่อ เพื่อช่วยประหยัดงบประมาณในส่วนค่าสูบน้ำ (มีลักษณะดังภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ลักษณะระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบ่อบำบัด และการไหลของน้ำเสียในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

2.2 ระบบบ่อบำบัด

1) ลักษณะองค์ประกอบ

สร้างบ่อดิน (ก่อเป็นคันดินหรือขุด) จำนวน 3 บ่อ ประกอบด้วย บ่อตกตะกอน บ่อผึ่ง และบ่อปรับสภาพ เชื่อมต่ออนุกรมกัน โดยระบบระบายน้ำล้นข้ามสู่บ่อถัดไป จนไหลออกจากระบบสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ซึ่งบ่อบำบัดที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ บ่อกึ่งไร้อากาศ และบ่อใช้อากาศ (ตารางที่ 1)

(1) **บ่อกึ่งไร้อากาศ** โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียประมาณร้อยละ 80-98 ความจุของบ่อแปรผันตามอัตราการไหล (Flow rate) ของปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ และค่าสมมูลประชากร

สูตร :

พื้นที่ผิวที่ใช้ = สมมูลประชากร ภาระผิว x 6.25

หน่วย : พื้นที่ผิวน้ำที่ใช้ (ไร่)
สมมูลประชากร (กิโลกรัมบีโอดี/วัน)
ภาระผิว (กิโลกรัมบีโอดี/เฮกตาร์-วัน)

- สมมูลประชากร คำนวณโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่รับได้ (Maximum loading)
- ภาระผิว หมายถึง ค่าปริมาณของเสียที่บ่อรองรับได้ต่อพื้นที่ผิว โดยปกติในเขตร้อน มีค่าอยู่ระหว่าง 56-202 กิโลกรัมบีโอดี/เฮกตาร์-วัน

ตารางที่ 1 ลักษณะบ่อบำบัดน้ำเสีย

ลำดับ	บ่อย่อย	ความลึก (เมตร)	หน้าที่	ระยะกักพัก* (วัน)	
				1	2
1	บ่อตะกอน	2.5	ตกตะกอนอนุภาคและบำบัดของเสียขั้นต้นด้วยกระบวนการแบบกึ่งไร้อากาศ	7	5
2	บ่อผึ่ง	2.0	เติมอากาศโดยธรรมชาติและบำบัดของเสียด้วยกระบวนการกึ่งไร้อากาศ	12	9
3	บ่อปรับสภาพ	1.7	ปรับสภาพน้ำเสีย กำจัดสาหร่าย	9	7
รวม		-	-	**28**	21

หมายเหตุ *ระยะเวลากักพักตามการออกแบบซึ่งคำนวณโดยใช้ปริมาณน้ำเสีย ดังนี้

1. เท่ากับ ปริมาณน้ำเสียต่ำสุด (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
2. เท่ากับ ปริมาณน้ำเสียสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วัน)

พื้นที่ผิวน้ำที่ใช้ในการบำบัดที่คำนวณได้ สามารถแบ่งออกเป็นบ่อย่อย ดังนี้

(1.1) บ่อตกตะกอน กำหนดความลึก 2.5 เมตร ทำหน้าที่เป็นบ่อตกตะกอนขั้นที่ 2 และเป็นบ่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้พื้นที่ (ผิวน้ำ) ของบ่อประมาณ 1 เฮกตาร์ (6.25 ไร่)

(1.2) บ่อผึ่ง ก่อสร้างเป็นบ่อรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สัดส่วนกว้าง : ความยาว เท่ากับ 1: 2 บ่อมีความลึก 2.0 เมตร ทำหน้าที่เป็นบ่อเติมอากาศโดยธรรมชาติ ใช้วิธีการให้สาหร่ายในน้ำเสียสังเคราะห์ให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์เพื่อใช้ในการหายใจ ย่อยสลายของเสียในน้ำเสีย ใช้พื้นที่ทั้งหมดที่เหลือจากบ่อตกตะกอน

(2) **บ่อใช้อากาศ** มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 80-95

(2.1) บ่อปรับสภาพ เป็นบ่อบำบัดแบบใช้อากาศ มีความลึก 1.7 เมตร ทำหน้าที่เป็นบ่อขัดแต่ง ปรับสภาพ กำจัดสาหร่ายก่อนปล่อยทิ้งออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปกติมักกำหนดให้มีระยะกักพักในบ่อนี้เป็นเวลา 7 วัน

2) ข้อพิจารณาในการออกแบบ

(1) ที่ตั้ง ควรตั้งอยู่ในพื้นที่ท้ายน้ำของเมือง และอยู่ห่างชุมชนในระยะที่ไม่ส่งกลิ่นสร้างความรำคาญแก่ประชาชนรอบข้าง ดินพื้นบ่อควรเป็นดินเหนียวหรือดินที่กักน้ำได้ดี พื้นมั่นคง

(2) ลักษณะพื้นที่ ควรเป็นพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว มั่นคง พื้นไม่อ่อนจนเกินไป เพราะจะทำให้ดูแลและบำรุงรักษาได้ยาก พื้นบ่อควรสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร ดินพื้นบ่อไม่รั่วซึม ไม่มีความเค็ม อากาศถ่ายเทได้ดี

(3) การเชื่อมต่อ แหล่งน้ำเสีย บ่อรวบรวมและระบบบ่อบำบัดน้ำเสียไม่ควรห่างกันมากนัก จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างมาก ในกรณีต้องสูบน้ำเสียเข้าระบบบำบัด ควรกำหนดระดับความแตกต่างระหว่างความสูงต้นทางและปลายทางให้พอเหมาะ กำหนดความเร็วน้ำในเส้นท่อไม่ต่ำกว่า 0.9 เมตรต่อวินาที และไม่ควรเกิน 3 เมตรต่อวินาที

(4) ช่วงเวลาการไหลและการหยุดนิ่งของน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียในเขตเทศบาล มีลักษณะผันแปรไปตามกิจกรรมการใช้น้ำของชุมชน ปรับอัตราการไหลให้สม่ำเสมอ โดยใช้บ่อรวมน้ำเสีย และสูบเข้าบำบัด/ระบายสู่ระบบบ่อบำบัดนำเสียต่อไป การไหลต่อเนื่องของน้ำเสียควรให้เกิดการไหลต่อเนื่องไม่หยุดนิ่งเพื่อป้องกันการเน่าเสียของน้ำ ส่งกลิ่นเหม็น และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์วางไข่ของยุง

(5) รูปร่างของบ่อบำบัด ควรกำหนดให้มีทิศทางการไหลของน้ำที่มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ รวมถึงระวังไม่ให้เกิดจุดอับของมวลน้ำ โดยกำหนดทางเข้า-ออกของน้ำให้อยู่ในตำแหน่งไกลที่สุดของบ่อ ความกว้าง : ความยาว = 1 : 2 หรือ 1: 3

(6) ความลึก สำหรับบ่อบำบัดแบบกึ่งไร้อากาศ ความลึกของบ่อบำบัดที่ลดลงส่งผลกระทบต่อกระบวนการบำบัด ดังนั้นควรรักษาความลึกของบ่อให้คงที่ หรือมีการขุดลอกตะกอนนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่เหมาะสมโดยทั่วไป การขุดลอกตะกอนในเขตมักจะทำกันทุก 5-10 ปี แต่สำหรับกรณีที่มีตะกอนเกิด

มากอาจจะต้องลอกตะกอนเร็วขึ้น

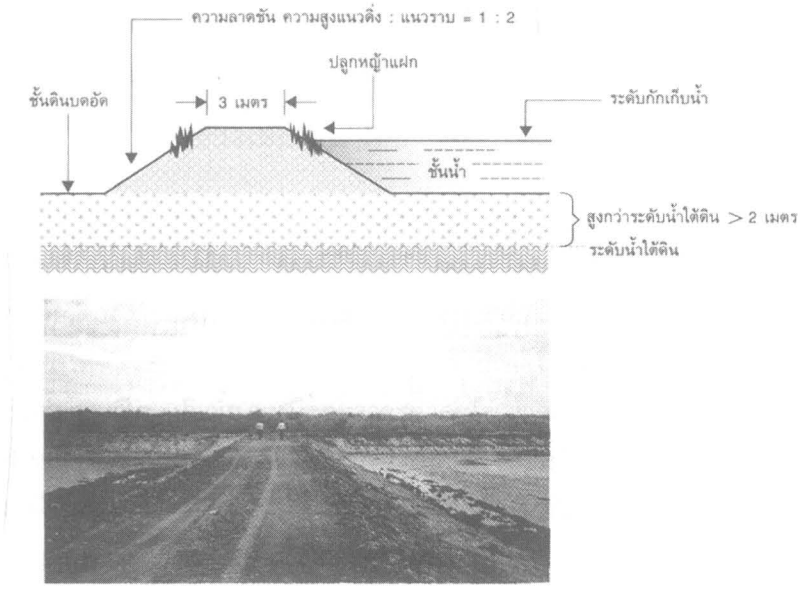
3) การก่อสร้าง หลังจากจัดหาที่ดินแล้ว เริ่มก่อสร้างโดยมีขั้นตอน ดังนี้

(1) ไถปรับพื้นที่ โดยนำเอาเศษไม้ ตอไม้ ก้อนหิน เศษวัสดุต่างๆ ออกให้หมด แล้วบดอัดให้แน่น

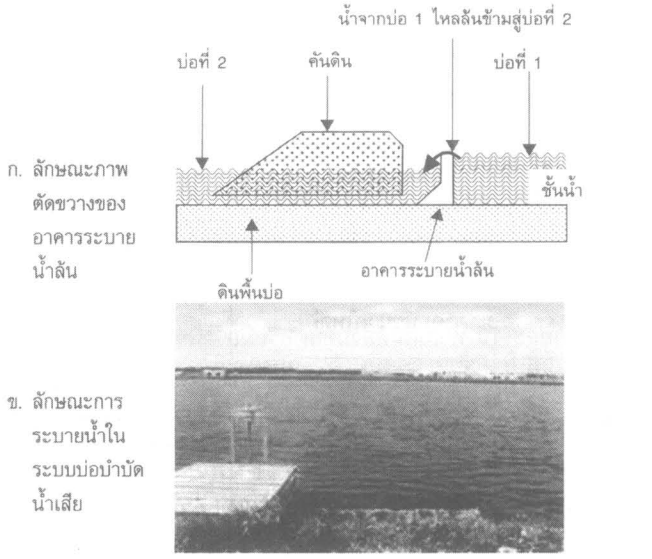
(2) ปั้นคันของบ่อบำบัด โดยกำหนดความกว้างบนสัน 3 เมตร ความลาดของด้านลาดของคัน ระยะทางในแนวดิ่ง : แนวราบ เท่ากับ 1 : 2 (ภาพที่ 5) บดอัดคันให้แน่น ให้พื้นดินมีการซึมน้ำน้อยที่สุด โดยปกติบ่อบำบัดไม่ควรซึมน้ำเกินร้อยละ 10 หากเกินต้องบดอัดหรือมีการป้องกันการรั่วซึมโดยวิธีการอื่น

(3) ก่อสร้างอาคารระบายน้ำล้น (ภาพที่ 6)

(4) ปลูกพืชเพื่อลดการกัดเซาะคันดินของน้ำในบ่อ โดยให้ปลูกเหนือระดับกักเก็บน้ำ เพื่อกันการกัดเซาะของน้ำบริเวณคันดินและลดแรงลม ชนิดพืชที่ปลูก เช่น หญ้าแฝก สน ฯลฯ



ภาพที่ 5 ลักษณะคันดินของบ่อบำบัด



ภาพที่ 6 ลักษณะอาคารระบายน้ำล้น

การดำเนินการบำบัดน้ำเสียและการบำรุงรักษาระบบ

กระบวนการในการบำบัดน้ำเสีย

1. การบำบัดน้ำเสีย

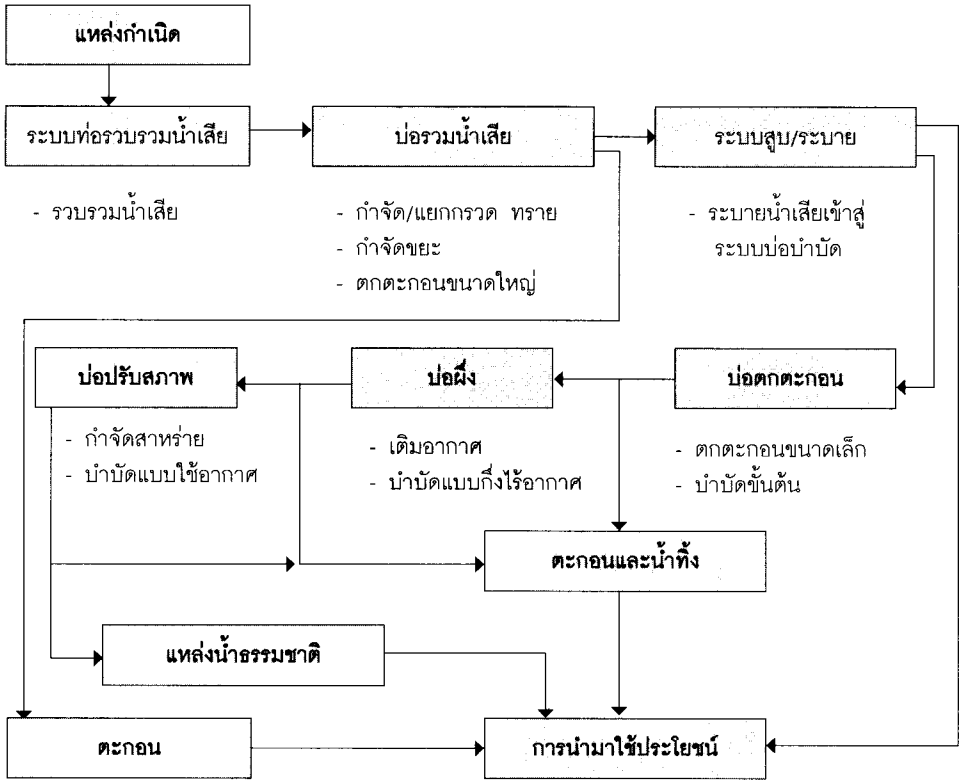
1.1 การระบายน้ำเสีย

น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดถูกระบายโดยท่อระบายน้ำเสียเข้าสู่บ่อรวมน้ำเสีย จากบ่อรวมน้ำเสียอาจใช้วิธีการสูบหรือการระบายโดยอาศัยความต่างระดับของพื้นที่ระบายน้ำเสียเข้าสู่ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

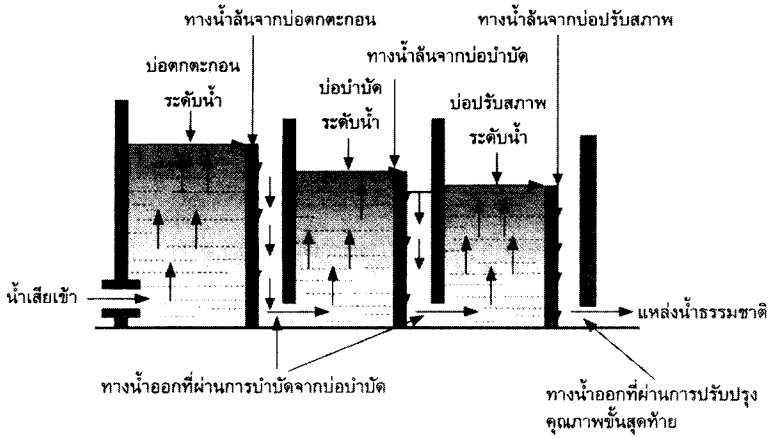
การระบายน้ำเสียในระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย ใช้วิธีการให้น้ำเติมจนเต็มแล้วไหลล้นข้ามอาคารระบายน้ำล้นเข้าสู่บ่อบำบัดถัดไป (ภาพที่ 7) จนกระทั่งไหลออกจากระบบ

1.2 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดทั้งหมด เมื่อรวบรวมเข้าสู่บ่อรวมน้ำเสีย ตะกอนขนาดใหญ่ เช่น กรวด ทราย ฯลฯ จะตกตะกอน รวมถึงไขมันจะถูกกำจัด มีการใช้ตะแกรงดักขยะออกไปก่อนที่จะทำการสูบ/ระบายน้ำเสียไปสู่ระบบบ่อบำบัด ขยะส่วนนั้นจะนำไปกำจัดในที่กำจัดขยะต่อไป น้ำเสียเมื่อเข้าสู่บ่อตกตะกอน ตะกอนที่มีขนาดเล็กจะเกิดการรวมตัวและตกตะกอน ตะกอนที่ถูกกำจัดทำให้น้ำเสียได้รับการบำบัดไปขั้นหนึ่งในบ่อผึ่ง สาหร่ายในน้ำเสียจะเจริญเติบโตและสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนกับน้ำเสียเต็มที่ บ่อนี้จะบำบัดน้ำเสียได้ประมาณร้อยละ 85-90 ก่อนปล่อยน้ำทิ้งจะต้องผ่านบ่อปรับสภาพเพื่อกำจัดสาหร่าย บ่อนี้จะใช้เวลาประมาณ 7 วัน ก็สามารถปล่อยออกสู่ธรรมชาติได้ อนึ่ง น้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดแต่ละขั้นตอนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้ เช่น การเพาะปลูก การเลี้ยงปลา เป็นต้น



แผนภูมิแสดงกระบวนการในการบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 7 ลักษณะการไหลของน้ำเสียในระบบรวบรวมและระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

2. การบำรุงรักษา

เนื่องจากระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติเป็นตัวการบำบัด จึงต้องการการดูแลรักษาไม่มากนัก ได้แก่

1) การควบคุมดูแลการระบายน้ำให้สม่ำเสมอ

2) การตัดหญ้ารอบคันบ่อ เดือนละ 1 ครั้ง

3) การตรวจสภาพท่อส่งน้ำเสีย สภาพบ่อ รวมถึงเครื่องมือต่างๆ ตรวจสอบการรั่วซึมทุกวัน เพื่อหาจุดบกพร่องและดำเนินการแก้ไขอย่างทันทีทันใด

4) อายุการใช้งาน ประมาณ 10-15 ปี และทุก 5-6 ปี ควรมีการลอกตะกอนไปกำจัดหรือใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ทุก 15 ปี สภาพดินที่บดอัดจะมีการคลายตัว ทำให้บ่อเกิดรั่วซึมมากขึ้น ดังนั้นเมื่อครบกำหนดอายุ ควรระบายน้ำออกเพื่อตากบ่อและบดอัดใหม่

3. การติดตามตรวจสอบระบบ

ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง มีความถี่ในการติดตามตรวจสอบสม่ำเสมอ เช่น ทุกวันที่ 1 ของเดือน, ทุก 2 สัปดาห์ ฯลฯ ตรวจสอบดัชนีที่สำคัญดังนี้คือ ค่าบีโอดี, ปริมาณของแข็ง, ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ซัลไฟด์, ไนโตรเจน, น้ำมันและไขมัน รวมถึงติดตามบันทึกปริมาณน้ำเสีย ปริมาณน้ำฝน และค่าระเหยน้ำ (ทุกวัน) ศึกษาปริมาณตะกอน และความลึกของบ่อบำบัดแต่ละบ่อ (ทุกเดือน)

4. รูปแบบการบริหารจัดการ

กำหนดให้หน่วยงานบริหารส่วนท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการลงทุน โดยร่วมวางแผนจัดการ ออกแบบ ควบคุมดูแล การบำรุงรักษาและติดตามตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพื่อความถูกต้องทั้งทางปฏิบัติและทฤษฎี

แม้ว่าระบบบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นเทคโนโลยีอย่างง่าย ใช้บำบัดน้ำเสียโดยไม่ต้องดูแลมากนัก แต่อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินงานตั้งแต่ออกแบบจนกระทั่งการดำเนินการจำเป็นต้องใช้องค์ความรู้ที่ค่อนข้างซับซ้อน ในการวางแผนการจัดการจึงต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในระดับหนึ่ง ดังนั้นโดยความเหมาะสมแล้ว เทคโนโลยีบ่อบำบัดน้ำเสียจึงเหมาะสมสำหรับชุมชนขนาดค่อนข้างใหญ่ที่มีศักยภาพด้านงบประมาณและกำลังคน เช่น เทศบาล ในส่วนชุมชนที่มีขนาดเล็กลงไปนั้นสามารถดำเนินการได้โดยอยู่ในความร่วมมือและให้คำปรึกษาของนักวิชาการหรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่มีประสบการณ์

ในการจัดองค์การในการดำเนินการแบ่งกลุ่มออกเป็น

1) ฝ่ายตรวจสอบระบบ ทำหน้าที่ด้านวิชาการบำบัดน้ำเสีย

2) ฝ่ายซ่อมบำรุง ทำหน้าที่การจัดซ่อมบำรุง

3) ฝ่ายวิเคราะห์ ทำหน้าที่ด้านตรวจสอบตัวอย่างน้ำเสีย

4) ฝ่ายปฏิบัติงานโรงงาน ทำหน้าที่ในระบบบำบัดน้ำเสีย

5) ฝ่ายการเงินและธุรการ ทำหน้าที่จัดหาแหล่งเงินทุน การจัดเก็บค่าบริการ รวมถึงงานธุรการทั่วไป

6) ฝ่ายประชาสัมพันธ์ ทำหน้าที่ประชาสัมพันธ์ สร้างจิตสำนึก รวมถึงขอความร่วมมือหน่วยงานในการประสานต่างๆ

อนึ่ง ในงานบริหารต่างๆ สำหรับองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นโดยส่วนใหญ่มีโครงสร้างองค์กรอยู่แล้ว สามารถปรับให้เข้ากับลักษณะงานบำบัดน้ำเสียได้

การลงทุน

การลงทุนในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ซึ่งแปรผันไปตามแต่ละท้องถิ่น และขนาดของระบบรวบรวมและระบบบ่อบำบัด โดยมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน แบ่งออกเป็นหมวดได้ดังนี้

1) ที่ดิน ราคาที่ดินขึ้นกับขนาดของระบบและสภาพเศรษฐกิจของท้องถิ่น สำรวจราคาได้จากราคาประเมิน กรมที่ดิน

2) ค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย

- วัสดุก่อสร้าง และค่าแรง ในการก่อสร้างระบบท่อ อาคารควบคุมน้ำเสีย ถนน ขุดดิน ฯลฯ
- ค่าเครื่องมืออุปกรณ์ เช่น ค่าเครื่องสูบน้ำ เครื่องมือซ่อมบำรุง ระบบไฟฟ้า ฯลฯ
- ค่าสาธารณูปโภค ค่าไฟฟ้า

3) ค่าก่อสร้างระบบบ่อบำบัด

- วัสดุก่อสร้างและค่าแรงในการก่อสร้างบ่อ อาคารระบายน้ำล้น สำนักงาน ถนน งานขุดดิน ฯลฯ
- ค่าเครื่องมืออุปกรณ์ เช่น เครื่องมือซ่อมบำรุง ระบบไฟฟ้า ฯลฯ
- ค่าสาธารณูปโภค ค่าไฟฟ้า

4) ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา

- ค่าแรง
- ค่าสาธารณูปโภค
- เครื่องมืออุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงระบบ
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าสำรวจติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ

5) ดอกเบี้ย

ค่าใช้จ่ายโดยปกติ กรมควบคุมมลพิษ (2538) ได้คำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียดังนี้

- ค่าใช้จ่ายรวมค่าระบบรวบรวมน้ำเสีย อาจสูงถึง 10-18 บาท/ลูกบาศก์เมตร
- ค่าใช้จ่ายไม่รวมระบบรวบรวมน้ำเสีย 2-5 บาท/ลูกบาศก์เมตร

การจัดเก็บค่าธรรมเนียม ในปัจจุบันมีการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสียยังไม่แพร่หลาย แต่ต่อไปในอนาคต ตามรัฐธรรมนูญฉบับใหม่ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นจะต้องเป็นผู้ดูแลจัดการทรัพยากรในด้านต่างๆ ด้วยตนเอง รวมถึงจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ลุล่วง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการดำเนินการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งโดยปกติการเก็บค่าธรรมเนียมคำนวณได้จากค่าลงทุนทั้งหมด ตั้งแต่ค่าออกแบบจนกระทั่งการบำรุงรักษา คิดเป็นอัตราค่าธรรมเนียม ค่าธรรมเนียมของแต่ละท้องถิ่นอาจไม่เท่ากัน

การนำไปใช้และข้อจำกัด

1) ที่ดิน เนื่องจากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องใช้พื้นที่มาก
2) ลักษณะพื้นที่และสภาพภูมิประเทศ
3) การลงทุนสูง ทั้งการก่อสร้างและบำรุงรักษา
4) องค์กรที่นำไปใช้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้านวิศวกรรมเป็นอย่างดี

(ข้อมูลจาก สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.))