# คู่มือ
# เทคโนโลยี การจัดการ สิ่งปฏิกูล

กรมอนามัย
DEPARTMENT OF HEALTH

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

# คู่มือเทคโนโลยี
# การจัดการสิ่งปฏิกูล

กรมอนามัย
DEPARTMENT OF HEALTH

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

**ชื่อหนังสือ :** คู่มือเทคโนโลยีการจัดการสิ่งปฏิกูล
**ISBN :** 978-616-11-4469-2
**จัดทำโดย :** สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย
กระทรวงสาธารณสุข
โทรศัพท์ 0 2590 4128
โทรสาร 0 2590 4200
**พิมพครั้งที่ 2 :** กันยายน 2564
**จำนวนพิมพ์ :** 4,155 เล่ม
**พิมพ์ที่ :** ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

# คำนำ

สิ่งปฏิกูลที่ขับถ่ายจากมนุษย์ อาจมีเชื้อโรคติดต่อระบบทางเดินอาหารและหนอนพยาธิที่สำคัญหลายชนิด หากไม่มีการจัดการสิ่งปฏิกูลอย่างถูกสุขลักษณะแล้ว อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขอนามัยของประชาชนและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งปฏิกูลอย่างถูกสุขลักษณะตั้งแต่กระบวนการเก็บกัก การสูบขน และกำจัดจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคและหนอนพยาธิ

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำ**คู่มือเทคโนโลยีการจัดการสิ่งปฏิกูล** เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการสิ่งปฏิกูลสำหรับเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาระบบการจัดการสิ่งปฏิกูลได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพและเป็นไปตามหลักวิชาการต่อไป

**ผู้จัดทำ**

# สารบัญ

หน้า


**บทที่ 1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการสิ่งปฏิกูล 1**

1.1 นิยาม 1

1.2 คุณลักษณะของสิ่งปฏิกูล 1

1.3 ผลกระทบของสิ่งปฏิกูล 5

**บทที่ 2 หลักการจัดการสิ่งปฏิกูล 7**

2.1 การจัดการสิ่งปฏิกูล ณ แหล่งกำเนิด 8

2.2 การสูบขนสิ่งปฏิกูล 9

2.3 การกำจัดสิ่งปฏิกูล 9

2.4 อัตราการเกิดสิ่งปฏิกูล 10

**บทที่ 3 เทคโนโลยีระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูล 11**

3.1 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่ 12

3.2 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่ 14

3.3 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลสำหรับส้วมชั่วคราว 18

**บทที่ 4 เทคโนโลยีการสูบและขนถ่ายสิ่งปฏิกูล 21**

4.1 ประวัติและความเป็นมา 21

4.2 การสูบสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนของรถสูบสิ่งปฏิกูล 24

4.3 ยานพาหนะสูบสิ่งปฏิกูล 24

หน้า


**บทที่ 5 เทคโนโลยีของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล** **29**

5.1 ระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) 30

5.2 ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) 34

5.3 ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) 35

5.4 ระบบ Covered Lagoon 36

5.5 ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) 38

5.6 ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) 42

5.7 ระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลแบบ Advance (ระบบ Janicki Omni-Processor (J-OP)) 44

5.8 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการกำจัดสิ่งปฏิกูล 49

5.9 แนวทางการใช้ประโยชน์ 51

**บทที่ 6 แนวทางการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการสูบขนและกำจัดสิ่งปฏิกูล** **55**

6.1 การเลือกเทคโนโลยีของการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูล 57

6.2 การเลือกเทคโนโลยีการกำจัดสิ่งปฏิกูล 60

**ภาคผนวก** **68**

**บรรณานุกรม** **81**

ISUZU

# ความหมายและความสำคัญของการจัดการสิ่งปฏิกูล

บทที่ 1

## 1.1 นิยาม

**“สิ่งปฏิกูล”** ตามนิยามของกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 หมายความว่า อุจจาระหรือปัสสาวะของคนหรือสิ่งอื่นใดที่ปนเปื้อนอุจจาระหรือปัสสาวะ

การจัดการสิ่งปฏิกูลตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม กำหนดให้ “การเก็บ ขน หรือ กำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยในเขตราชการส่วนท้องถิ่นใดให้เป็นอำนาจของราชการส่วนท้องถิ่นนั้น” ซึ่งการจัดให้มีระบบการจัดการสิ่งปฏิกูลที่มีประสิทธิภาพจำเป็นจะต้องอาศัยองค์ความรู้ความเข้าใจในการจัดการสิ่งปฏิกูล

## 1.2 คุณลักษณะของสิ่งปฏิกูล (Characteristic of Human Excreta)

สิ่งปฏิกูลประกอบด้วยส่วนที่เป็นของแข็งและน้ำ มีสารอินทรีย์อนินทรีย์ รวมทั้งจุลินทรีย์ทั้งก่อโรคและไม่ก่อโรคอยู่เป็นส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

### 1.2.1 ส่วนประกอบทางกายภาพ

สิ่งปฏิกูลที่ขับถ่ายออกมาจากคนจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 20 กรัม จนถึง 1,500 กรัมต่อคนต่อวัน (น้ำหนักเปียก) คนยุโรปและคนอเมริกาถ่ายอุจจาระวันละ 100-200 กรัม โดยที่คนในประเทศที่กำลังพัฒนาถ่ายอุจจาระวันละ 130-520 กรัม หรือปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 350 กรัม คนที่รับประทานอาหารจำพวกผักเพียงอย่างเดียวจะทำให้อุจจาระมีน้ำหนักมากกว่าปกติ และคนในชนบทจะถ่ายอุจจาระด้วยน้ำหนักที่มากกว่าคนที่อาศัยอยู่ในเมือง

### 1.2.2 ส่วนประกอบทางเคมี

สิ่งปฏิกูลมีส่วนประกอบที่ซับซ้อนและมีความผันผวนของคุณสมบัติต่าง ๆ สูงมาก ทั้งนี้สิ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติมากที่สุดคือ ปริมาณน้ำที่ใช้กดชักโครก ปริมาณน้ำที่ซึมออกจากบ่อเกรอะ-บ่อซึม และระยะเวลาที่สิ่งปฏิกูลถูกหมักอยู่ในถังเก็บกัก คุณลักษณะของสิ่งปฏิกูลแสดงดังตารางที่ 1-1 ทั้งนี้ ปริมาณของ BOD ของสิ่งปฏิกูลอาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของสารอินทรีย์และปริมาณความชื้นในสิ่งปฏิกูล

**ตารางที่ 1-1** ลักษณะทางเคมีของสิ่งปฏิกูลจากถังเก็บกักสิ่งปฏิกูลของส้วมเทียบกับน้ำเสียจากบ้านเรือน

| พารามิเตอร์ | สิ่งปฏิกูลที่เข้าสู่ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม[1] | น้ำเสียจากบ้านเรือนแบบผสมรวม (Composite sample) (ค่าเฉลี่ย)[1] |
|---|---|---|
| บีโอดี (BOD) (มิลลิกรัม/ลิตร) | 2,590 | 120 |
| ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) (มิลลิกรัม/ลิตร) | 8,000 | 70 |
| ไนโตรเจน ในรูปทีเคเอ็น (TKN) (มิลลิกรัม/ลิตร) | 450 | 23 |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) (มิลลิกรัม/ลิตร) | 95 | 1 |

**หมายเหตุ :** (1) เป็นค่าเฉลี่ย โดยปรับเป็นค่าทั่วไป

### 1.2.3 ส่วนประกอบทางชีววิทยา

สิ่งปฏิกูลประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและไม่ทำให้เกิดโรค ในอุจจาระมีจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรค 3 ชนิด คือ ไวรัส แบคทีเรีย และโปรโตซัว นอกจากนี้ยังมีหนอนพยาธิ (Helminths) ปะปนอยู่ด้วย

**ตารางที่ 1-2** เชื้อโรคที่พบในสิ่งปฏิกูลจำแนกตามชนิดของเชื้อโรค

| ประเภทเชื้อโรค | ชนิดของเชื้อโรค | โรค |
|---|---|---|
| ไวรัส | Poliovirus | Poliomyelitis |
| | Rotaviruses | Diarrhea |
| | Hepatitis A Virus | Infectious hepatitis |
| แบคทีเรีย | *Salmonella typhi* | Typhoid fever |
| | *Salmonella paratyphi* | Paratyphoid fever |
| | *Shigella species* | Bacillary dysentery |
| | *Escherichia coli* | Diarrhea |
| | *Vibrio cholerae* | Cholerae |
| | *Other vibrios* | Diarrhea |
| | *Yersinia enteocolitica* | Diarrhea and septicemia |
| โปรโตซัว | *Balantidium coli* | Diarrhea |
| | *Entamoeba histolytica* | Amebic dysentery |
| | *Giardia lamblia* | Diarrhea |
| ไข่และตัวอ่อนของพยาธิ | *Ascaris lumbricoides* | พยาธิไส้เดือน |
| | *Fasciola hepatica* | พยาธิใบไม้ตับ |
| | *Ancylosstoma duodenale* | พยาธิปากขอ |
| | *Schistosoma spp.* | พยาธิใบไม้เลือด |
| | *Taenia spp.* | พยาธิตัวตืด |
| | *Trichuris trichiura* | พยาธิแส้ม้า |
| | *Opisthorchis viverrini* | พยาธิใบไม้ตับ |

## 1.3 ผลกระทบของสิ่งปฏิกูล

สิ่งปฏิกูลหากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกสุขลักษณะ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขอนามัยของประชาชนและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ดังนี้

- **เป็นแหล่งเชื้อโรคและพยาธิ** เชื้อมีอยู่ 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว และหนอนพยาธิ สามารถแพร่จากคนสู่คนได้ทางอุจจาระ โดยมีอาหารและน้ำเป็นสื่อ

- **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำและดิน หากไม่มีการกำจัดให้ถูกต้องหรือนำไปใช้โดยไม่ผ่านการบำบัดที่ถูกต้อง น้ำและดินที่ปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลจะทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย และมีการปนเปื้อนเชื้อโรค

- **เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงและสัตว์นำโรค** เช่น แมลงวัน แมลงสาบ เป็นต้น สิ่งปฏิกูลที่มีการจัดการไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะ จะเป็นแหล่งอาหาร แหล่งเพาะพันธุ์ และที่อยู่อาศัยของแมลงและสัตว์นำโรค

- **ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น และเป็นเหตุรำคาญ**

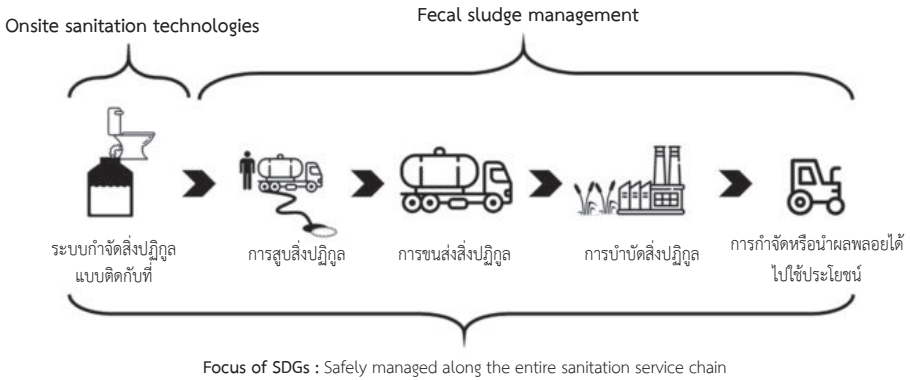
- **ทำให้ทัศนียภาพเสื่อมเสีย สกปรก ขาดความเป็นระเบียบ**

**รูปที่ 1-1** การลักลอบทิ้งสิ่งปฏิกูล

# หลักการจัดการสิ่งปฏิกูล

บทที่ 2

ตามกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 ได้ให้ความหมายของ **“การจัดการสิ่งปฏิกูล”** หมายความว่า กระบวนการดำเนินการตั้งแต่ระบบการรองรับการเก็บ การขน และการกำจัดสิ่งปฏิกูล นอกจากนี้ในการนำผลพลอยได้จากการบำบัดไปใช้ประโยชน์จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยจากเชื้อโรคและหนอนพยาธิด้วย




**รูปที่ 2-1** กระบวนการจัดการสิ่งปฏิกูล

## 2.1 การจัดการสิ่งปฏิกูล ณ แหล่งกำเนิด

**“ส้วม” เป็นสถานที่สำหรับถ่ายอุจจาระและปัสสาวะ** สำหรับในกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 “ส้วม” หมายความว่า สถานที่ที่จัดไว้สำหรับขับถ่ายอุจจาระหรือปัสสาวะ และให้หมายความรวมถึงระบบรองรับสิ่งปฏิกูล

ดังนั้น ส้วมจึงเป็นแหล่งกำเนิดและเป็นแหล่งรวบรวมสิ่งปฏิกูล ส้วมที่มีการใช้งานในปัจจุบันมีหลายรูปแบบทั้งส้วมสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่ ได้แก่ ส้วมบ้านเรือน ส้วมสาธารณะ และส้วมสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่ ได้แก่ ส้วมแพ ส้วมรถไฟ ส้วมรถทัวร์ ส้วมฉุกเฉิน รวมทั้งสุขาเคลื่อนที่ เป็นต้น

แหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่

ส้วมสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่

**รูปที่ 2-2** แสดงแหล่งกำเนิดสิ่งปฏิกูลประเภทต่างๆ

## 2.2 การสูบขนสิ่งปฏิกูล

เมื่อมีการใช้งานส้วมไปในระยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการสะสมของกากตะกอนในถังเก็บกัก หรือที่เรียกว่า **ส้วมเต็ม** หรือเมื่อครบกำหนดเวลาที่ต้องมีการสูบตามที่กฎหมายกำหนด จำเป็นต้องมีการนำเอากากตะกอนออกไปกำจัด โดยอาศัยวิธีการตักด้วยแรงงานคน หรือใช้ยานพาหนะสูบและขนถ่ายไปกำจัดให้ถูกสุขลักษณะและในการสูบขนสิ่งปฏิกูลต้องมีการควบคุม เพื่อให้สิ่งปฏิกูลที่สูบมาจากที่ต่างๆ ได้รับการกำจัดอย่างถูกต้อง โดยไม่มีการนำไปทิ้งตามที่หรือทางสาธารณะ หรือสวนไร่ นา อันอาจก่อให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อโรคระบบทางเดินอาหาร หรือเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

## 2.3 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

**“การกำจัดสิ่งปฏิกูล”** หมายความว่า การบำบัด การปรับปรุงหรือแปรสภาพสิ่งปฏิกูล ให้ปราศจากมลภาวะ สภาพอันน่ารังเกียจหรือการก่อให้เกิดโรค เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือทำลาย ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้สำหรับบำบัดสิ่งปฏิกูลในปัจจุบันของประเทศไทย ได้แก่ การหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment) การบำบัดด้วยระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) และการใช้ลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) เป็นต้น

## 2.4 อัตราการเกิดสิ่งปฏิกูล

ในการจัดระบบการจัดการสิ่งปฏิกูล จำเป็นต้องทราบข้อมูลอัตราการเกิดสิ่งปฏิกูลจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพื่อสามารถใช้วางแผนการจัดการสิ่งปฏิกูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งที่มีการศึกษาในประเทศไทยมีดังนี้

กรมอนามัย ได้เคยวิจัยโดยการวัดชั้นอุจจาระ ตะกอนและฝ้าในหลุมส้วม ซึ่งมีอายุการใช้งาน 3-5 ปี ของคนไทยพบว่าอัตราการสะสมของอุจจาระ ตะกอนและฝ้า มีค่ารวมกันเฉลี่ยเท่ากับ 0.103 ลิตรต่อคนต่อวัน หรือ 37.595 ลิตรต่อคนต่อปี ตัวเลขนี้ใช้ในการคำนวณปริมาณสิ่งปฏิกูลที่ท้องถิ่นจะต้องจัดเก็บจากบ้านเรือนในแต่ละวัน

ผศ.พัฒนา มูลพฤกษ์ พบว่า สิ่งปฏิกูลที่ถูกย่อยสลายภายใต้สภาวะแอนแอโรบิกจะเหลือกากตะกอนสิ่งปฏิกูลเพียงประมาณ 30-60 ลิตรต่อคนต่อปี (0.03 - 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี)

จากการศึกษาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียพบว่าอัตราการสะสมของสิ่งปฏิกูล (Sludge accumulation rate) ซึ่งหมายถึง ปริมาณของแข็งที่สะสมอยู่ในระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่ โดยแบ่งเป็น อัตราการสะสมของสิ่งปฏิกูลในบ่อซึมแบบวงขอบซีเมนต์ (Cesspool) แบบ 1 บ่อ แบบ 2 บ่อต่อแบบอนุกรมและแบบถังสำเร็จรูป เป็นปริมาณเท่ากับ 38, 46 และ 61 ลิตรต่อคนต่อปี นอกจากนี้จากการศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียยังแสดงให้เห็นว่า อัตราการสะสมของสิ่งปฏิกูลยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาการสูบตะกอน (Emptying period) และประเภทของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่อีกด้วย

# เทคโนโลยี
# ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูล

บทที่ 3

**“ส้วม”** ซึ่งเป็นสถานที่จัดไว้สำหรับขับถ่ายอุจจาระหรือปัสสาวะ ต้องมีการเก็บกักหรือเก็บรวบรวมสิ่งขับถ่ายหรืออุจจาระและปัสสาวะไว้อย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการแพร่กระจายของเชื้อโรค ก่อนที่จะนำไปกำจัด ซึ่งระบบเก็บกักนี้อาจจำแนกได้เป็นระบบเก็บกักสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่และระบบเก็บกักสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่

**รูปที่ 3-1** ส้วมแยกปัสสาวะ

## 3.1 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่

เป็นระบบเก็บกักที่ใช้งานกับอาคารต่างๆ ได้แก่

■ ประเภทครัวเรือน สำหรับพักอาศัย บ้านเรือน อาจใช้บ่อเกรอะ-บ่อซึมหรือถังบำบัดชนิดสำเร็จรูป

■ ประเภทอาคารสถานประกอบการหรือสถานบริการ เป็นแหล่งกำเนิดที่มีสิ่งปฏิกูลปริมาณมาก อาจใช้ได้ทั้งแบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม ถังบำบัดชนิดสำเร็จรูป ระบบบำบัดแบบติดกับที่ (ชนิดเติมอากาศและไม่เติมอากาศ)

ในประเทศไทยมีระบบเก็บกักสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทอยู่กับที่ที่นิยมใช้คือ บ่อเกรอะแบบก่อสร้างเอง (ใช้วงขอบซีเมนต์) และถังบำบัดชนิดสำเร็จรูป

(ก) บ่อเกรอะ-บ่อซึม แบบวงขอบซีเมนต์

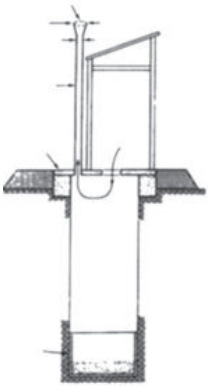
(ข) บ่อเกรอะแบบถังบำบัดชนิดสำเร็จรูป

**ที่มา :** https://www.baanlaesuan.com/63179/maintenance/flush-water

**รูปที่ 3-2** ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลประเภทบ่อเกรอะและถังบำบัดสำเร็จรูป

ปัจจุบันนอกจากส้วมชนิดบ่อเกรอะ-บ่อซึมที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางแล้ว ยังมีพื้นที่ห่างไกลและทุรกันดารที่อาจมีความจำเป็นต้องใช้ส้วมที่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ ได้แก่ ส้วมหลุม (Pit latrine) ส้วม VIP ส้วมแบบใช้น้ำน้อย (อยู่ระหว่างการพัฒนา) (รูปที่ 3-3)

ส้วมหลุม
(Pit latrine) [1]



ส้วม VIP [2]

ส้วมแบบใช้น้ำน้อย

**ที่มา :** [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Pit_latrine

[2] Pacey, A., eds. Sanitation in Developing Country, 1978.

**รูปที่ 3-3** รูปแบบส้วมและระบบเก็บกักในพื้นที่ห่างไกลและทุรกันดาร

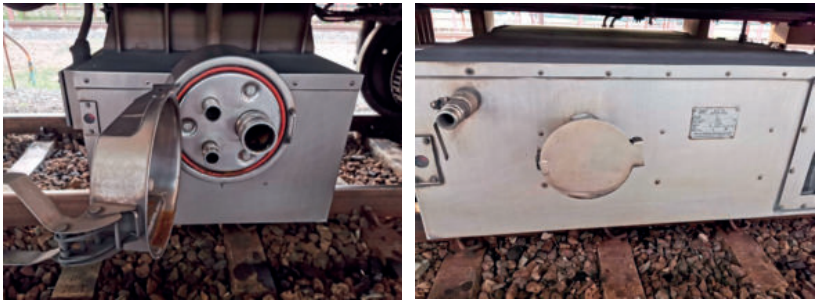
## 3.2 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่

ระบบเหล่านี้มีใช้งานอยู่ในยานพาหนะต่าง ๆ ซึ่งต้องมีกระบวนการสูบขนและนำสิ่งปฏิกูลไปกำจัดต่อไป

### 3.2.1 การจัดการสิ่งปฏิกูลจากรถไฟ

ปัจจุบันการรถไฟแห่งประเทศไทยใช้รูปแบบในการจัดการสิ่งปฏิกูลจากรถไฟสำหรับขบวนรถไฟโดยสารประเภทที่ 1 ที่มีเส้นทางการเดินรถระยะไกล โดยมีห้องส้วมและระบบรองรับสิ่งปฏิกูลติดตั้งอยู่ใต้ขบวนรถไฟ โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือเอกชนที่ได้รับอนุญาต เป็นผู้มาสูบและขนถ่ายสิ่งปฏิกูลจากระบบรองรับสิ่งปฏิกูลจากรถไฟไปกำจัดต่อไป

สำหรับขบวนรถไฟประเภทอื่นๆ ที่ส้วมไม่มีระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลยังมีการปล่อยลงบนทางรถไฟ

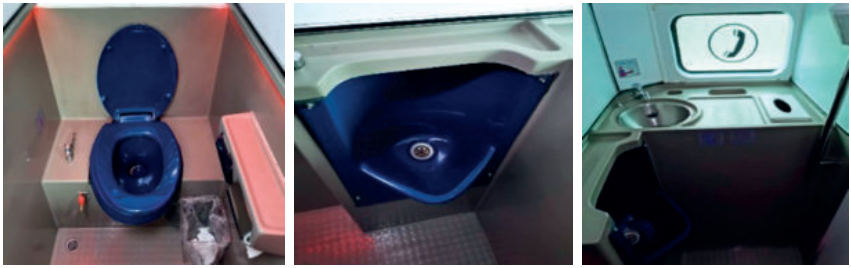


**รูปที่ 3-4** ถังรองรับสิ่งปฏิกูลภายใต้ตู้โดยสารของขบวนรถไฟประเภทรถด่วน (Express) ขนาด 380 ลิตร

**รูปที่ 3-5** เจ้าหน้าที่ของบริษัทเอกชนมาสูบสิ่งปฏิกูลจากถังรองรับสิ่งปฏิกูลใต้ตู้โดยสารของขบวนรถไฟ

### 3.2.2 การจัดการสิ่งปฏิกูลจากรถโดยสารปรับอากาศ

สำหรับรถโดยสารที่วิ่งในระยะไกลซึ่งมีห้องส้วมไว้บริการ รถโดยสารจะมีถังสำหรับรองรับสิ่งปฏิกูลประจำรถและเมื่อถึงสถานีปลายทางหรือสถานที่กำหนดจะทำการถ่ายสิ่งปฏิกูลลงยังบ่อเก็บกักและให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือเอกชนที่ได้รับอนุญาตนำไปกำจัดต่อไป แต่บางครั้งยังพบว่าเจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารปรับอากาศมีการไขก๊อกเพื่อปล่อยสิ่งปฏิกูลจากในตัวรถลงข้างถนนหรือพื้นที่ว่างเปล่า ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ



(ก) (ข) (ค)

**รูปที่ 3-6** (ก) ชักโครกแบบประหยัดน้ำ (ข) โถปัสสาวะชาย (ค) อ่างล้างมือในห้องน้ำภายในตัวรถโดยสารปรับอากาศ

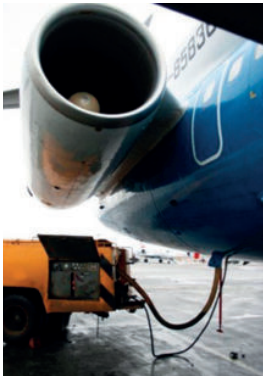
**รูปที่ 3-7** ถังรองรับสิ่งปฏิกูลซึ่งอยู่บริเวณท้ายรถโดยสาร

### 3.2.3 การจัดการสิ่งปฏิกูลจากเครื่องบิน

สำหรับสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากห้องส้วมบนเครื่องบินจะถูกเก็บรวบรวมไว้ในถังเก็บกักและเมื่อถึงสนามบินปลายทางหรือสนามบินที่กำหนดก็จะทำการขนถ่ายสิ่งปฏิกูลไปกำจัด โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือเอกชนที่ได้รับอนุญาตนำไปกำจัดต่อไป

**ที่มา :** https://travel.mthai.com/travel_tips/86879.html

**รูปที่ 3-8** ห้องส้วมบนเครื่องบิน

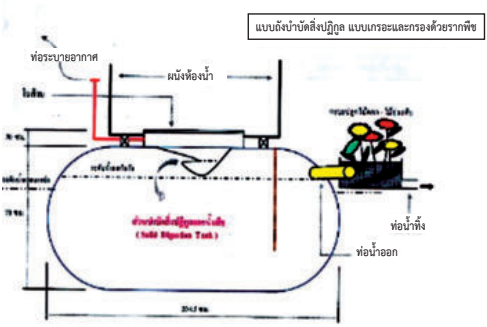


**ที่มา :** https://board.postjung.com/892658

**รูปที่ 3-9** การสูบสิ่งปฏิกูลจากถังเก็บกักของเครื่องบิน

### 3.2.4 การจัดการสิ่งปฏิกูลจากเรือหรือแพ

สำหรับเรือหรือแพที่มีส้วม จำเป็นต้องมีระบบเก็บกักเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรค ซึ่งระบบการจัดการอาจใช้ระบบถังเก็บกักไว้บนเรือหรือแพ แล้วทำการสูบเพื่อนำไปกำจัดบนฝั่ง




**รูปที่ 3-10**
ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลที่ติดตั้งในแพ

## 3.3 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลสำหรับส้วมชั่วคราว

ในกรณีที่มีกิจกรรมการรวมตัวกัน ณ สถานที่ใดๆ เป็นการชั่วคราว เช่น การจัดงานกิจกรรมกลางแจ้ง การชุมนุม และกรณีเกิดสาธารณภัย เช่น อุทกภัย จำเป็นต้องมีการให้บริการส้วมแบบชั่วคราว เช่น รถสุขาเคลื่อนที่ ส้วมประกอบสำเร็จรูป (น็อคดาวน์) ส้วมที่ใช้งานแต่ละรูปแบบต้องมีการนำสิ่งปฏิกูลในถังเก็บกักไปกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะ ดังนี้

### 3.3.1 รถสุขาเคลื่อนที่

**รูปที่ 3-11** รถสุขาเคลื่อนที่

### 3.3.2 ห้องส้วมสำเร็จรูป

**ที่มา :** http://www.kskcontainerhome.com/index.php/our-products/mobiletoilet/8-toilet1-5x1-5-t0002

**รูปที่ 3-12** ห้องส้วมสำเร็จรูป

### 3.3.3 ห้องส้วมประกอบสำเร็จรูป (น็อคดาวน์)

**ที่มา :** https://www.brandbuffet.in.th/2016/10/scg-toilet-sanamluang-king9/

**รูปที่ 3-13** ส้วมน็อคดาวน์

### 3.3.4 ระบบส้วมกรณีสาธารณภัย

ในกรณีที่เกิดสาธารณภัยหรือเหตุฉุกเฉิน จนเป็นเหตุให้ต้องมีการอพยพประชาชนหรือชุมชนไปอาศัยอยู่ ณ ที่หนึ่งที่ใดเป็นการชั่วคราว จำเป็นจะต้องมีส้วมเคลื่อนที่สำหรับใช้ในภาวะฉุกเฉิน โดยส้วมนี้ออกแบบเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ เช่น อุทกภัย วาตภัย และอัคคีภัย เป็นต้น

**รูปที่ 3-14** ส้วมที่ดัดแปลงมาจากวัสดุที่มีใช้งานทั่วไป เช่น กล่องกระดาษ เก้าอี้

**รูปที่ 3-15** ส้วมลอยน้ำ

# เทคโนโลยี
# การสูบและขนถ่ายสิ่งปฏิกูล

บทที่ 4

## 4.1 ประวัติและความเป็นมา

การขนถ่ายสิ่งปฏิกูลในยุคเริ่มแรกรวบรวมและขนส่งด้วยแรงงานคน ลักษณะส้วมสาธารณะในยุคแรกเป็นส้วมถังเท มีอาคารปลูกสร้างครอบไว้ ภายในมีฐานส้วมทำจากไม้ เจาะรูสำหรับนั่งขับถ่าย ข้างใต้มีถังสำหรับรองรับอุจจาระ ซึ่งจะมีบริษัทที่ได้รับสัมปทานจากรัฐ อย่าง **“บริษัทสอาด”** หรือ **“บริษัทออนเหวง”** เป็นผู้ทำหน้าที่จัดการเก็บและบรรทุกถังบรรจุอุจจาระและเปลี่ยนถ่ายถังใหม่ทุกวัน

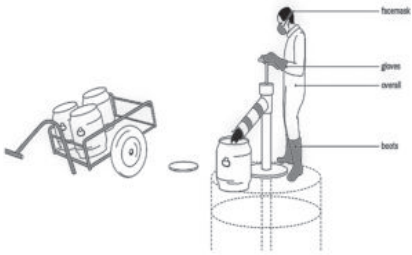
**ที่มา :** Pacey, A. eds. Sanitation in Developing Country, 1978

**รูปที่ 4-1** ส้วมถังเท

การรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูล ทำได้ 2 รูปแบบด้วยกันคือ การรวบรวมและขนส่งด้วยคน (Human-powered emptying and transport) และแบบการสูบขนส่งโดยใช้เครื่องจักร (Motorized emptying and transport) **(รูปที่ 4-2)** ซึ่งมีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-1

การขุดลอกสิ่งปฏิกูลด้วยคน

Vacutugmini-tanker (บังคลาเทศ)




การสูบด้วยเครื่องมือขนาดเล็ก

รถสูบสิ่งปฏิกูลแบบสุญญากาศ

(ก) การขุดลอกและขนส่งสิ่งปฏิกูลด้วยคน (ข) การสูบขนส่งสิ่งปฏิกูลโดยใช้เครื่องจักร

**รูปที่ 4-2** การรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูล

**ตารางที่ 4-1** ข้อดี ข้อเสียของการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูล

| รูปแบบ | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| การรวบรวมและขนส่งด้วยคน (Human-powered emptying and transport) | ● เป็นการจ้างงานในท้องถิ่น<br>● สามารถซ่อมแซมเครื่องมือในการสูบได้ง่าย เนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่ไม่ซับซ้อน<br>● ค่าลงทุนต่ำ ค่าดำเนินการขึ้นอยู่กับระยะทาง<br>● สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่ | ● เสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยและกลิ่นเหม็น<br>● ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการนาน |
| การสูบขนส่งโดยใช้เครื่องจักร (Motorized emptying and transport) | ● มีประสิทธิภาพสูง ถูกสุขลักษณะ<br>● เป็นการจ้างงานในท้องถิ่น<br>● เป็นบริการสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีท่อรวบรวมน้ำเสีย | ● ไม่สามารถสูบตะกอนติดอยู่ที่ก้นบ่อได้<br>● ค่าลงทุนสูง ค่าดำเนินการขึ้นอยู่กับการใช้และการดูแลรักษา<br>● ไม่สามารถเข้าได้ในบางพื้นที่ เช่น ถนนแคบๆ |

ในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้ระบบสูบสิ่งปฏิกูลแบบสุญญากาศ (Vacuum pump) เป็นตัวสูบสิ่งปฏิกูลจากระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลตามบ้านเรือน และอาคารต่างๆ ขึ้นเก็บในถังบรรทุกสิ่งปฏิกูลบนรถสูบสิ่งปฏิกูล เพื่อรวบรวมและขนส่งไปยังระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม ซึ่งการสูบขนจะต้องมีการวางแผนระบบขนส่งที่ดี ประกอบด้วย

การเลือกขนาดรถสูบสิ่งปฏิกูลที่เหมาะสม การกำหนดเส้นทางการวิ่ง (Routing) โดยคำนึงถึงสภาพการจราจร การจัดทำตารางเวลาสำหรับรถสูบสิ่งปฏิกูล ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูลได้กว่า 10%

## 4.2 การสูบสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนของรถสูบสิ่งปฏิกูล

รถสูบสิ่งปฏิกูลที่มีใช้งานอยู่ทั่วไปมีขนาดต่างๆ ได้แก่ รถสูบสิ่งปฏิกูลที่มีถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล ขนาด 3, 4, 5, 6 และ 7 ลูกบาศก์เมตร โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นส่วนใหญ่นิยมใช้ขนาด 3, 4 หรือ 6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเครื่องยนต์ของรถจะเป็นตัวกำเนิดพลังงานสำหรับการสูบ โดยปั๊มสูบสิ่งปฏิกูลต้องมีประสิทธิภาพในการสูบกากตะกอนจากถังเก็บกักสิ่งปฏิกูล โดยความสามารถในการให้บริการ (จำนวนบ้านที่ได้รับบริการ) ขึ้นอยู่กับขนาดของรถสูบสิ่งปฏิกูล ขนาดพื้นที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สภาพการจราจรในพื้นที่ ขนาดถนน และที่ตั้งของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม

## 4.3 ยานพาหนะสูบสิ่งปฏิกูล

ยานพาหนะที่ใช้สูบสิ่งปฏิกูล ส่วนใหญ่ใช้รถขนาดต่างๆ แต่ในบางพื้นที่การให้บริการสูบขนสิ่งปฏิกูลทางน้ำ อาจต้องใช้เรือในการสูบสิ่งปฏิกูล

### 4.3.1 รถสูบและขนสิ่งปฏิกูล

ในปัจจุบัน มีการกำหนดสุขลักษณะในการขนสิ่งปฏิกูลที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องดำเนินการไว้ในกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 รวมถึงลักษณะของยานพาหนะสำหรับขนสิ่งปฏิกูล การทำความสะอาดยานพาหนะและการจัดสถานที่เฉพาะสำหรับจอดเก็บยานพาหนะขนสิ่งปฏิกูล สำหรับส่วนประกอบต่างๆ ของรถสูบสิ่งปฏิกูล แสดงดังรูปที่ 4-3

**รูปที่ 4-3** รถสูบสิ่งปฏิกูลในประเทศไทย

รถสูบและขนสิ่งปฏิกูลมีขนาดและลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งได้ ดังนี้

**1) จำแนกตามขนาดและลักษณะการใช้งาน**

- **ขนาดเล็ก** ใช้ในถนนที่คับแคบหรือซอยขนาดเล็ก

**รูปที่ 4-4** รถสูบสิ่งปฏิกูลขนาดเล็ก

- **ขนาดทั่วไป** ใช้สูบและขนถ่ายสิ่งปฏิกูลในพื้นที่ทั่วไป

**รูปที่ 4-5** รถสูบสิ่งปฏิกูลขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร

● **รถขนถ่าย** ใช้รับสิ่งปฏิกูลจากรถสูบขนาดเล็กและรวบรวมแล้วส่งไประบบกำจัดสิ่งปฏิกูล

**รูปที่ 4-6** รถขนถ่ายสิ่งปฏิกูลขนาดใหญ่

**2) จำแนกตามลักษณะของการปล่อยสิ่งปฏิกูล**

● **การปล่อยโดยการไหลด้านท้ายรถ (Gravity Flow)** เหมาะสำหรับใช้งานในระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลที่สามารถเทสิ่งปฏิกูลจากท้ายรถได้โดยตรง

**รูปที่ 4-7** การปล่อยโดยการไหลด้านท้ายรถ (Gravity Flow)

● **การปล่อยทิ้งโดยใช้แรงดันภายในถัง** เหมาะสำหรับใช้งานกับระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลที่ต้องอาศัยแรงดันในการถ่ายเทสิ่งปฏิกูลเข้าสู่ระบบ

**รูปที่ 4-8** การปล่อยทิ้งโดยใช้แรงดันภายในถัง

### 4.3.2 เรือสูบสิ่งปฏิกูล (Human Excreta Vacuum Boat)

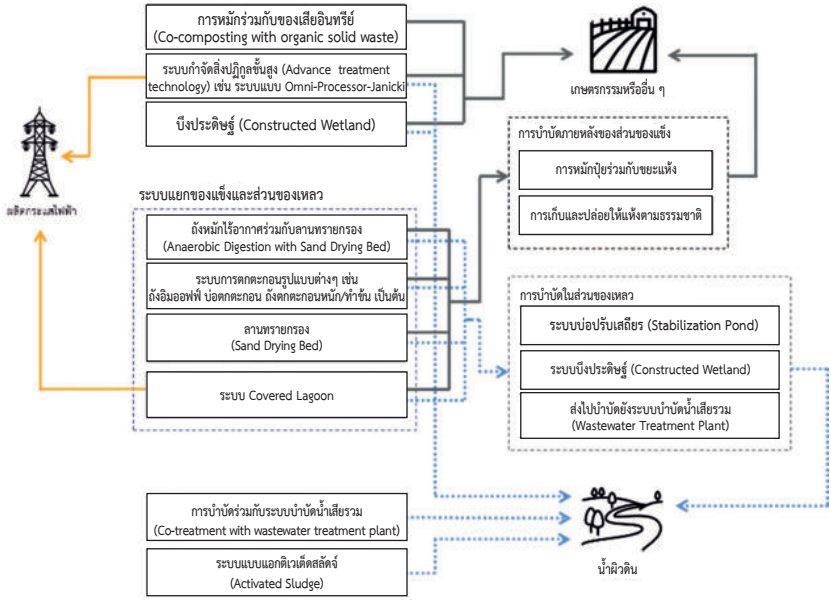
เป็นยานพาหนะประเภทเรือยนต์ ที่มีอุปกรณ์ไว้สำหรับสูบสิ่งปฏิกูลหรือกากตะกอนของแข็งเช่นเดียวกันกับรถสูบสิ่งปฏิกูล แต่รูปแบบการใช้เหมาะสมสำหรับบ้านเรือนของประชาชนที่อยู่ริมแม่น้ำ ลำคลอง องค์ประกอบหลักของเรือสูบสิ่งปฏิกูล ประกอบด้วย ตัวถัง ฝาถัง ปั๊มสูบสิ่งปฏิกูล ท่อ หรือสายสูบสิ่งปฏิกูล มาตรวัดปริมาณสิ่งปฏิกูล ปัจจุบันที่มีการใช้งาน ได้แก่ กรุงเทพมหานคร

**รูปที่ 4-9** เรือสูบสิ่งปฏิกูล

# เทคโนโลยี ของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล

บทที่ 5

จากลักษณะสมบัติของสิ่งปฏิกูลที่มีความเข้มข้นของของแข็งสูง ทำให้การออกแบบระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลส่วนใหญ่จะทำการแยกของแข็งออกจากของเหลวตั้งแต่ขั้นตอนแรก แล้วจึงบำบัดส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวแยกกัน แต่ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่สามารถบำบัดของแข็งและของเหลวได้พร้อมกัน ซึ่งมีทั้งแบบเทคโนโลยีอย่างง่าย เช่น ระบบหมักไร้อากาศ ระบบบึงประดิษฐ์ หรือใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ โดยภาพรวมของทางเลือกของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลดังแสดงในรูปที่ 5-1




**รูปที่ 5-1** แผนผังรูปแบบการกำจัดสิ่งปฏิกูลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

การเลือกประเภทของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างระบบ ประสิทธิภาพของระบบ ตำแหน่งที่ตั้งของระบบ ค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาระบบ มาตรฐานน้ำทิ้งและกากตะกอน เป็นต้น ซึ่งแต่ละระบบจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

## 5.1 ระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester)

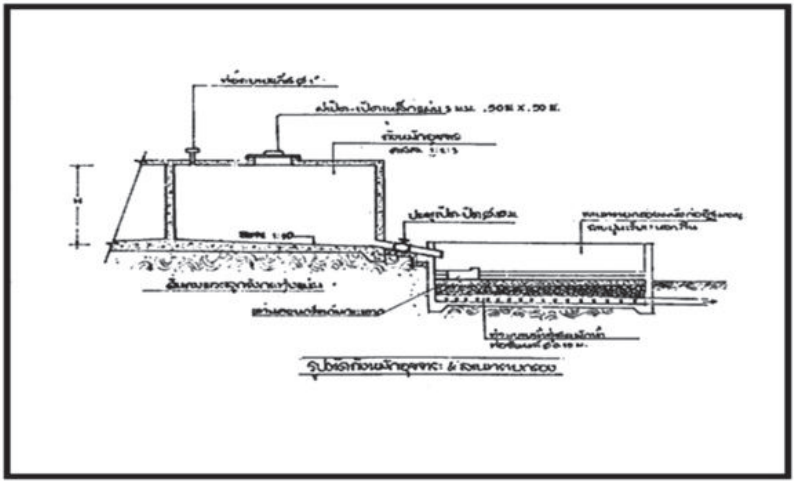
### 1. หลักการทำงาน

เป็นระบบถังแบบปิดเพื่อให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน หลังจากนั้นจึงเป็นการแยกของแข็ง-ของเหลวออกจากกันด้วยระบบลานทรายกรอง โดยระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบนี้กรมอนามัยได้เผยแพร่ให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั่วประเทศ เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างไม่สูงและสามารถก่อสร้างได้ง่าย ซึ่งกรมอนามัยได้ออกแบบรายละเอียดไว้ 4 ขนาด คือ ความจุ 5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน 15 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 40 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยระบบนี้มีองค์ประกอบที่สำคัญ (รูปที่ 5-2) ได้แก่

1) ถังหมักไร้อากาศใช้สำหรับการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน โดยถังหมักจะใช้ถังคอนกรีตแบบปิดที่ก่อสร้างขึ้นจำนวนไม่น้อยกว่า 28 ถัง สิ่งปฏิกูลที่รวบรวมมากำจัดได้ในแต่ละวัน จะถูกใส่ลงไปในแต่ละถัง (1 วัน ต่อ 1 ถัง) จนครบ 28 ถัง ซึ่งแสดงว่าถังที่มีสิ่งปฏิกูลสำหรับวันที่ 1 จะถูกหมักอยู่ในถังนาน 28 วัน เพื่อทำลายเชื้อโรค พยาธิ และไข่พยาธิที่ปะปนมากับสิ่งปฏิกูล ถังหมักแต่ละถังมีฝาปิดมิดชิด และมีท่อระบายอากาศ ภายในถังหมักจะเกิด

การย่อยสลายสิ่งปฏิกูลโดยแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) หลังจากนั้นจึงปล่อยสิ่งปฏิกูลที่หมักแล้วตามเวลาที่กำหนดลงบนลานทรายกรอง

2) ลานทรายกรอง เป็นลานสี่เหลี่ยมผืนผ้าก่ออิฐฉาบปูน เพื่อทำหน้าที่กรองสิ่งปฏิกูล (กากตะกอน) ซึ่งจะติดค้างอยู่ด้านบนชั้นทราย ส่วนที่เป็นน้ำจะซึมผ่านทรายกรองสู่ท่อรับน้ำด้านล่าง เพื่อรวบรวมไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป เช่น บ่อผึ่ง หรือระบบบึงประดิษฐ์ เป็นต้น เนื่องจากน้ำที่ผ่านระบบทรายกรองยังมีความสกปรกสูง สำหรับตะกอนที่ตากบนลานทรายกรองนั้นให้ตากแดดจนแห้ง เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอาทิตย์ จากนั้นจึงนำไปย่อยหรือบดให้ละเอียดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยต่อไป อย่างไรก็ตาม ไข่พยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (*E.coli*) ต้องเป็นไปตามมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฯ ด้วย



**รูปที่ 5-2** ถังหมักไร้อากาศร่วมกับลานทรายกรอง
(Anaerobic Digestion with Sand Drying Bed)

**2. ส่วนประกอบของระบบ**

1) ถังหมักย่อยสลาย ทรงกระบอกหรือสี่เหลี่ยม จำนวน 31 ถัง ความลาดเอียงของพื้นที่ถังอย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ มีท่อระบายสิ่งปฏิกูลเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ช่องใส่สิ่งปฏิกูลมีขนาดไม่น้อยกว่า 0.50 X 0.50 เมตร มีฝาปิดช่องใส่สิ่งปฏิกูลหนาประมาณ 3 มิลลิเมตรพร้อมหูจับและมีท่อระบายอากาศเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรและติดสามทางที่ปลายท่อ

2) ลานทรายกรอง ปริมาตร 1 ถังต่อ 1 ลาน พื้นลานทำด้วยคอนกรีตมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ขอบลานสูงไม่เกิน 1 เมตร แผ่นคอนกรีตกันกระแทกขนาด 0.20 X 0.40 เมตร มีท่อรับน้ำทิ้งใต้ลานเพื่อส่งน้ำไปยังบ่อพัก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร บ่อพักน้ำมีขนาด 0.60 X 0.60 เมตร วัสดุกรองของลานทรายกรองมี 3 ชั้น ชั้นล่างเป็นหินเบอร์ 2 หนา 15 เซนติเมตร ชั้นกลางเป็นหินเบอร์ 1 หนา 10 เซนติเมตร ชั้นบนเป็นทรายหยาบหนา 15 เซนติเมตร ลานทรายกรองควรมีหลังคาทำด้วยวัสดุโปร่งใส

3) บ่อหรือสระรับน้ำจากบ่อพักน้ำ ปริมาตรของบ่อเท่ากับปริมาตรรวมของบ่อหมักทั้งหมด หรือไม่น้อยกว่าเกณฑ์การออกแบบระบบบ่อปรับเสถียร หรือใช้ระบบบำบัดอื่น เช่น ระบบบึงประดิษฐ์ เพื่อบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้ง (รายละเอียดการออกแบบสามารถอ้างอิงได้จากประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่องเกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน)

4) โรงเก็บปุ๋ยและอุปกรณ์ โรงเก็บเป็นโรงเรือนที่มีหลังคา พื้นยกสูง อุปกรณ์อื่นที่ใช้ เช่น เครื่องบดปุ๋ย ทั้งนี้สามารถสร้างเป็นที่พักคนงานและรั้วเพิ่มเติมได้

5) ถนน พื้นถนนต้องเป็นพื้นคอนกรีตหรือวัสดุที่มีความแข็งแรง ความกว้างของถนนไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร ระยะห่างระหว่างระดับฝาถังหมักกับพื้นถนนไม่เกิน 0.70 เมตร

ในการเลือกสถานที่ก่อสร้างระบบควรมีระยะห่างจากบ้านเรือนอย่างน้อย 50 เมตร พื้นที่ต้องไม่เป็นที่ลุ่มหรือน้ำท่วมถึง มีถนนเข้าถึงบริเวณที่ก่อสร้างระบบ และต้องได้รับการยอมรับจากชุมชนที่อยู่รอบบริเวณที่จะก่อสร้างระบบ

**รูปที่ 5-3** ระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester)

## 5.2 ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed)

### 1. หลักการทำงาน

ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลนี้จะแยกส่วนน้ำออกจากกากด้วยชั้นทรายกรอง โดยส่วนที่เป็นของเหลวจะไหลลงสู่สระเก็บกักเพื่อบำบัดโดยระบบบ่อผึ่งหรือระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ส่วนกากตะกอนบนชั้นทรายจะถูกอบทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายต่อประมาณ 7-10 วัน จนแห้งเป็นแผ่น (Sludge cake) แล้วจึงให้คนงานเปิดฝาบ่อตักเอากากตะกอนแผ่นไปโรงอบต่อ โดยกากตะกอนแผ่น (Sludge cake) ที่นำมาอบให้แห้งในโรงอบ ซึ่งใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อฆ่าเชื้อโรคและไข่พยาธิ เพื่อทำให้กากตะกอนแห้งสนิท (ความชื้นไม่เกินร้อยละ 5) จึงนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ และต้องมีการตรวจไข่พยาธิและแบคทีเรียอีโคไลตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฯ

**รูปที่ 5-4** ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed)

## 5.3 ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

### 1. หลักการทำงาน

ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์เป็นการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ อาศัยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ (1) ถังเติมอากาศ ซึ่งจะเป็นที่ให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตโดยมีการเติมอากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนและสามารถแขวนลอยอยู่ได้ (2) ส่วนในการแยกน้ำและตะกอนออกจากกัน โดยปกติจะใช้ถังตกตะกอนและ (3) การหมุนเวียนตะกอนจุลินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศเพื่อรักษาปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศกับปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ

### 2. ส่วนประกอบของระบบ

ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์สำหรับใช้กำจัดสิ่งปฏิกูลจะมีหน่วยบำบัดที่แตกต่างจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ได้แก่ ระบบกำจัดตะกอน ประกอบด้วย (1) เครื่องเก็บขยะอัตโนมัติเพื่อแยกขยะที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 และ 20 มิลลิเมตร ตามลำดับ (2) เครื่องตัดขยะ ทำหน้าที่ บด ย่อย ตัด ให้มีขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตร (3) ถังดักกรวดทราย และเครื่องคัดแยกกรวดทรายแบบสกรูเพื่อคัดแยกกรวดทรายออกจากสิ่งปฏิกูล (4) เครื่องดักขยะแบบละเอียด ทำหน้าที่คัดกรองขยะเมล็ดพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร (5) ระบบทำตะกอนข้น (Thickener system) โดยสิ่งปฏิกูลจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ตะกอนก้นบ่อจะถูกส่งไปเครื่องรีดตะกอน ส่วนน้ำใส (Supernatant) จะเข้าถังโคแอกคูเลชั่น (Coagulation tank)

ส่วนที่เป็นตะกอนลอย (Scum) จะถูกสูบไปยังถังปรับสภาพ (6) ถังโคแอกคูเลชั่น (Coagulation tank) โดยตะกอนแขวนลอยที่เข้ามาจะถูกกำจัดโดยการเติมสารส้มเพื่อให้ตะกอนจับตัวและจมลงสู่ก้นถัง หลังจากนั้น น้ำเสียก็จะเข้าถังเติมอากาศต่อไป

**รูปที่ 5-5** ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

## 5.4 ระบบ Covered Lagoon

### 1. หลักการทำงาน

ระบบ Covered Lagoon เป็นระบบที่อาศัยกระบวนการหมักไร้อากาศ (Anaerobic Process) เพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ โดยอาศัยแบคทีเรียช่วยย่อยสลายสิ่งปฏิกูล องค์ประกอบของระบบเป็นบ่อที่มีการปิดปากบ่อคลุมด้วยแผ่นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นและกันน้ำ เพื่อทำหน้าที่สร้างภาวะไร้อากาศ และช่วยกักเก็บก๊าซจากกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งเป็นผลพลอยได้ของระบบ ประกอบไปด้วย ก๊าซมีเทน ($CH_4$)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($H_2S$) ก๊าซแอมโมเนีย ($NH_3$) และไอน้ำ ($H_2O$) ซึ่งจะต้องทำการแยกก๊าซชีวภาพ (Biogas) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

**2. ส่วนประกอบของระบบ**

ระบบ Covered Lagoon มีหน้าที่การทำงานเช่นเดียวกับถังหมักไร้อากาศคือย่อยสลายสารอินทรีย์ ผลพลอยได้จากการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน คือ ได้ก๊าซชีวภาพ หรือก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถนำไปใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ แต่ต้องมีระบบแยกก๊าซและเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย นอกจากนี้ ระบบ Covered Lagoon ยังทำหน้าที่แยกของแข็งและของเหลวออกจากกัน จึงจำเป็นต้องมีหน่วยย่อยสำหรับบำบัดกากตะกอนและน้ำเสียด้วย

**รูปที่ 5-6** ระบบ Covered Lagoon

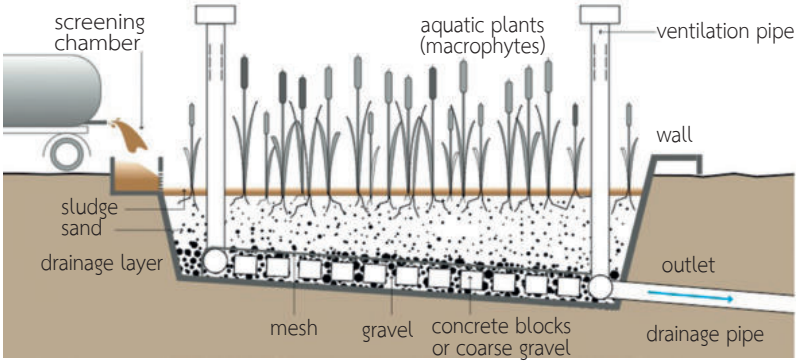
## 5.5 ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

ระบบบึงประดิษฐ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ หมายถึง แอ่งน้ำตื้นๆ ที่ใส่วัสดุตัวกรองบางชนิดสำหรับรองฐาน ซึ่งโดยทั่วไปใช้ทรายหรือกรวด โดยถูกออกแบบมาให้เหมือนกับกระบวนการในระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ รูปแบบของบึงประดิษฐ์สามารถแยกได้ตามทิศทางการไหล เช่น การไหลผิวน้ำหรือไหลในแนวนอน แต่ระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในการบำบัดสิ่งปฏิกูลจะเป็นรูปแบบที่ไหลในแนวดิ่ง (Vertical-flow constructed wetland)

**รูปที่ 5-7** ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

บึงประดิษฐ์มักมีส่วนประกอบดังนี้ แอ่งน้ำ วัสดุตัวกรอง พืช วัสดุกันซึม ทางเข้าและทางออกเรียงตามระบบ ระหว่างการบำบัดสิ่งปฏิกูลจะถูกป้อนเข้าไปในแอ่งน้ำที่เต็มไปด้วยวัสดุตัวกรองและปลูกพืชไว้แล้ว สิ่งปฏิกูลจะไหลจากข้างบนผ่านวัสดุตัวกรอง ระหว่าง

ที่สิ่งปฏิกูลไหลผ่านตัวกรอง ของเหลวจะถูกบำบัดโดยขึ้นกับลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี รวมทั้งปฏิกิริยาระหว่างจุลินทรีย์ เมื่อสิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลวไหลผ่านตัวกรองแล้วจะถูกรวบรวมที่ก้นบ่อก่อนระบายออกตามท่อระบายน้ำ เพื่อไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป




**รูปที่ 5-8** แผนผังของบึงประดิษฐ์แบบไหลแนวดิ่ง (Vertical-flow constructed wetland)

ในช่วงแรกของการเดินระบบจะต้องติดตามการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในระบบบึงประดิษฐ์ เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ในสิ่งปฏิกูลมีความเข้มข้นมาก จึงจำเป็นต้องมีการปรับระบบอย่างช้าๆ อัตราภาระ (Loading rate) ที่เหมาะสมอยู่ที่ 250 กิโลกรัมของปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (TS) ต่อตารางเมตรต่อปี สำหรับกากตะกอนจะสะสมประมาณ 20 เซนติเมตรต่อปี บึงประดิษฐ์ถูกใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือกากตะกอนสิ่งปฏิกูลในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการใช้ที่เทศบาลตำบลบ้านกลาง จังหวัดลำพูน เป็นที่แรกและได้ขยายไปในหลายพื้นที่ในประเทศไทย

**1. หลักการทำงาน**

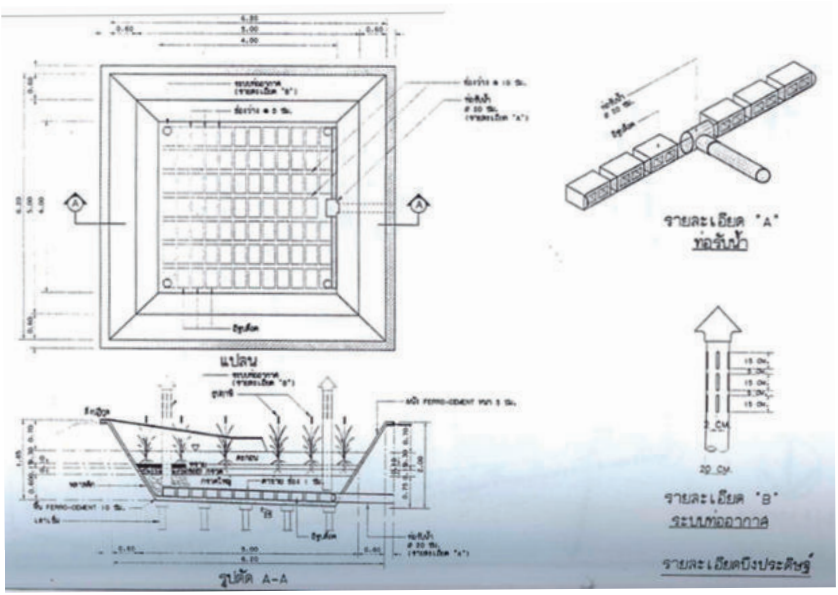
การบำบัดสิ่งปฏิกูลโดยวิธีการบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ เป็นวิธีการบำบัดสิ่งปฏิกูลที่มีการเลียนแบบบึงหรือพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติด้วยการปลูกพืชชนิดต่างๆ เช่น พืชจำพวกอ้อ (Phragmites) กก (Scirpus) และธูปฤาษี (Typha) บนทราย กรวดหรือดินซึ่งใช้เป็นตัวกรอง มีการปรับระดับดินที่พื้นบ่อและมีการควบคุมระบบการไหลของน้ำภายในบ่อ สามารถปรับเปลี่ยนหรือดัดแปลงกระบวนการทำงานต่างๆ ภายในบ่อได้ตามความต้องการ โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างพืชที่ปลูกในระบบกับจุลินทรีย์ในการกำจัดของเสีย เป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างค่อนข้างต่ำ การควบคุมการทำงานและบำรุงรักษาระบบค่อนข้างง่าย

**2. ส่วนประกอบของระบบ**

2.1 ชั้นกรอง (Substrata) มักเป็นวัสดุที่มีในธรรมชาติ คือ กรวด หิน และทราย ซึ่งช่องว่างในชั้นกรองจะใช้เป็นช่องทางในการไหลของน้ำในระบบ เป็นที่อยู่ของพืชและที่ยึดเกาะสำหรับจุลินทรีย์ รวมทั้งเป็นพื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบต่างๆ แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามปริมาณของออกซิเจน ได้แก่ บริเวณที่มีออกซิเจน (Aerobic condition) บริเวณที่มีออกซิเจนน้อย (Mildly Anaerobic condition) และบริเวณที่ไร้ออกซิเจน (Strongly Anaerobic condition)

2.2 จุลินทรีย์ (Microbial Organisms) ทำหน้าที่เปลี่ยนสารปนเปื้อนให้เป็นอาหารและพลังงานสำหรับการดำรงชีพ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แบคทีเรียชนิดแขวนลอย ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าของระบบ และใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ และแบคทีเรียชนิดเกาะติด ซึ่งอาศัยอยู่ในส่วนที่จมอยู่ในน้ำของพืช (ราก ลำต้น และตัวกลาง)

2.3 พืชที่ปลูกในระบบ ได้แก่ ธูปฤาษี อ้อ กก แฝก หรือหญ้าทรงกระเทียม เป็นต้น ซึ่งควรเลือกพืชที่มีอยู่ในพื้นที่นั้นๆ จะทำให้ปลูกง่ายและโตเร็ว หรือสามารถใช้พืชที่จะทำให้เกิดประโยชน์ได้ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวก็จะทำให้ได้ผลตอบแทนจากระบบด้วย




**รูปที่ 5-9** แบบรายละเอียดบึงประดิษฐ์ของเทศบาลตำบลบ้านกลาง จังหวัดลำพูน

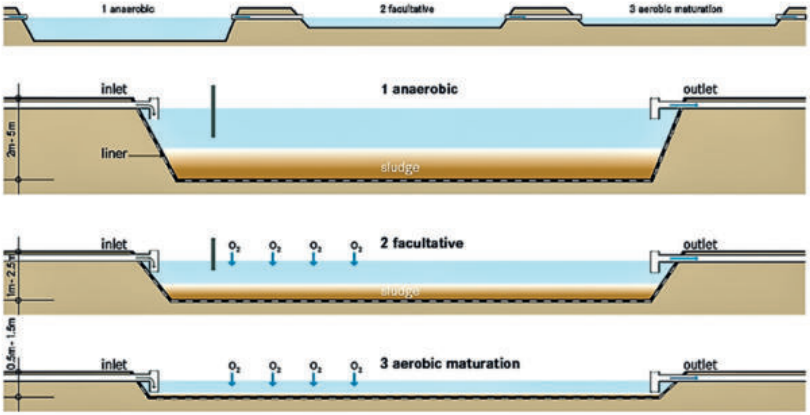
## 5.6 ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย สามารถใช้บำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชน และสิ่งปฏิกูล หรือน้ำเสียจากโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องใช้ทักษะสูง มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรค แต่มีข้อจำกัด คือ ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง การใช้ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) เป็นระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล มีข้อพึงระวังคือ ต้องมีการจัดการสลัดจ์ที่เหมาะสม รวมทั้งการขุดลอกตะกอนที่สะสมในบ่อด้วย นอกจากนี้ น้ำทิ้งยังมีสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สูง สามารถใช้ในทางการเกษตรได้ แต่ไม่สามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง

**รูปที่ 5-10** ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

**1. หลักการทำงาน**

ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แบ่งตามลักษณะกลไกการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) และบ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ โดยบ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม รูปที่ 5-11




**รูปที่ 5-11** ระบบบ่อปรับเสถียรรูปแบบต่าง ๆ

การบำบัดสิ่งปฏิกูลด้วยระบบบ่อปรับเสถียร ควรใช้บ่อทั้ง 3 แบบต่อกันแบบอนุกรม โดยบ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) เป็นระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดภาระอินทรีย์ (Organic Load) และของแข็งโดยกลไกการบำบัด คือ การตกตะกอน (Sedimentation) และการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ที่เกิดขึ้นภายในชั้นตะกอนที่สะสมอยู่ที่ก้นบ่อ ซึ่งอาจจะเกิดก๊าซมีเทนได้

(ถ้าคลุมบ่อก็จะเป็นระบบ Covered Lagoon) โดยในขั้นตอนนี้สามารถบำบัดค่าบีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 60 หลังจากนั้น น้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อแอนแอโรบิค จะเข้าสู่บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) ซึ่งจะบำบัดค่าบีโอดีเป็นหลัก โดยด้านบนของบ่อจะได้รับออกซิเจนจากอากาศ และการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ส่วนด้านล่างของบ่อจะมีสภาวะเป็นแอนนอกซิก (Anoxic) และสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic) ทำให้ของแข็งที่ตกสะสมที่ก้นบ่อถูกย่อยสลาย โดยในขั้นตอนนี้สามารถบำบัดบีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 75 โดยบ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) และบ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) ถูกออกแบบสำหรับบำบัดค่าบีโอดี ส่วนบ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) หรือเรียกว่าบ่อบ่ม (Maturation Pond) จะถูกออกแบบสำหรับฆ่าเชื้อโรค โดยออกแบบให้บ่อมีลักษณะตื้นให้แสงแดดส่งผ่านถูกก้นบ่อ

## 5.7 ระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลแบบ Advance (ระบบ Janicki Omni-Processor (J-OP))

เมื่อปี พ.ศ. 2555 เจ้าหน้าที่ของมูลนิธิ บิลแอนด์มิลินดา เกตส์ (Bill & Melinda Gates Foundation)[1] ได้นิยามคำว่า Omni Processor โดยหมายถึง การบำบัดทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ สำหรับการกำจัดเชื้อโรคที่เกิดจากสิ่งปฏิกูล (จากมนุษย์) และสามารถสร้างมูลค่าทางธุรกิจได้ เช่น พลังงาน หรือสารปรับปรุงดิน โดยบริษัท Janicki industries ได้พัฒนาระบบ Janicki Omni-Processor ขึ้น เพื่อเปลี่ยน

[1] Water, Sanitation, Hygiene Program ภายใต้มูลนิธิบิลแอนด์มิลินดา เกตส์ (Bill & Melinda Gates Foundation) จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดโอกาสการเกิดโรค รวมทั้งปรับปรุงความเป็นอยู่ด้านสุขาภิบาลของประเทศกำลังพัฒนา โดยได้มีการลงทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัด กำจัดสิ่งปฏิกูล รวมถึงการนำกลับมาใช้ประโยชน์

สิ่งปฏิกูลและของเสีย เช่น ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นผลผลิตที่มีมูลค่า ได้แก่ น้ำ พลังงาน รูปที่ 5-12

**รูปที่ 5-12** บิล เกตส์ (Bill Gates)
ดื่มน้ำที่ได้จากระบบ Janicki Omni-Processor

โดยระบบนี้สามารถเปลี่ยนของเสีย 60 ตัน (น้ำหนักเปียก)/วัน หรือเท่ากับ 15 ตัน (น้ำหนักแห้ง)/วัน ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า 100-200 กิโลวัตต์ และได้น้ำ 22,000 ลิตร/วัน ความร้อน 30-60 กิโลจูลต่อวัน และขี้เถ้า 2-3 ตัน/วัน และเมื่อปี พ.ศ. 2557 ได้มีการนำระบบ Janicki Omni-Processor ไปทดลองใช้จริง (Pilot Plant) ที่เมืองดาการ์ (Dakar) ประเทศเซเนกัล (Senegal) รูปที่ 5-13

**รูปที่ 5-13** Pilot plant ของระบบ Janicki Omni-Processor
ที่เมืองดาการ์ (Dakar) ประเทศเซเนกัล (Senegal)
**ที่มา :** Sedron Technologies

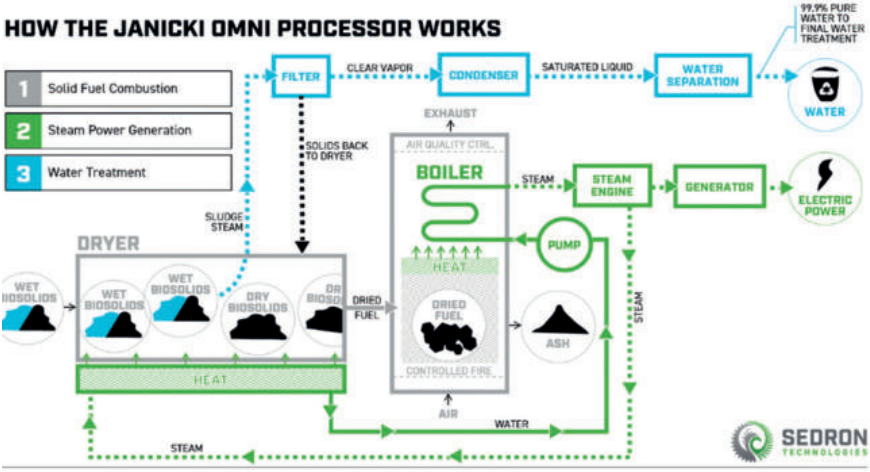
**1. หลักการทำงาน**

ระบบ Janicki Omni-Processor ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก รูปที่ 5-14 ได้แก่

1) กระบวนการการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง (Solid fuel combustion) เริ่มจากสิ่งปฏิกูลหรือชีวมวล (Biosolids) หรือของเสีย/ขยะเปียก ถูกส่งเข้าไปยังเครื่องทำแห้ง (Dryer) เพื่อระเหยเอาความชื้นออกไป ส่วนที่ของแข็งที่แห้งแล้วก็จะกลายเป็นเชื้อเพลิง และถูกเผาในช่องเผาไหม้ (Combustion chamber) จนกระทั่งกลายเป็นขี้เถ้า (Dry fly ash) ส่วนอากาศเสียที่เกิดขึ้นก็จะมีระบบบำบัดมลพิษทางอากาศบำบัดก่อนปล่อยออก

2) การผลิตพลังงานด้วยไอน้ำ (Steam power generation) ความร้อนที่เกิดในช่องเผาไหม้จะถูกใช้ในหม้อต้ม (Boiler) เพื่อผลิตไอน้ำอุณหภูมิและความดันสูง และส่งไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องจักรไอน้ำ (Steam Engine) หรือแบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะใช้ในระบบ J-OP และบางครั้งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าส่วนเกินที่สามารถขายหรือใช้ในกระบวนการอื่นๆ ได้ด้วย ในส่วนของไอน้ำที่เหลือจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับไปที่ผิว Heat Exchanger ของเครื่องทำแห้ง (Dryer) และเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนแล้วไอน้ำก็จะควบแน่นกลายเป็นน้ำและถูกสูบกลับไปที่หม้อต้ม (Boiler) อีกครั้งหนึ่ง

3) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water treatment) น้ำที่ระเหยจากของเสียจะถูกจับไว้ โดยไอน้ำจะถูกกรองก่อนที่จะควบแน่นเป็นน้ำ ซึ่งน้ำดังกล่าวสามารถปรับปรุงให้มีคุณภาพน้ำเทียบเท่าน้ำดื่ม หรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ความร้อนที่เกิดจากเครื่องควบแน่น (Condenser) ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกัน




**รูปที่ 5-14** กระบวนการกำจัดสิ่งปฏิกูลภายในระบบ Janicki Omni-Processor
**ที่มา :** Sedron Technologies

## 2. ส่วนประกอบของระบบ

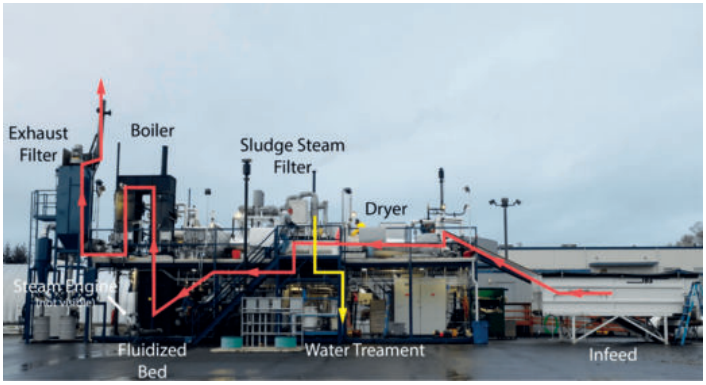
ระบบ Janicki Omni-Processor ประกอบด้วย

1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องจักรไอน้ำ (Steam Engine)

2) เครื่องทำสลัดจ์แห้ง (Sludge Dryer)

3) หม้อต้ม (Boiler)

นอกจากนี้ยังมีระบบบำบัดอากาศเสีย เพื่อให้ได้คุณภาพอากาศตามมาตรฐานของ US EPA และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water treatment) รูปที่ 5-15




**รูปที่ 5-15** ระบบ Janicki Omni-Processor

ระบบ Janicki Omni-Processor เป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อย ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถกำจัดเชื้อโรคได้ทั้งหมด และไม่ก่อให้เกิดมลพิษทั้งด้านอากาศและน้ำเสีย เป็นการยกระดับสุขอนามัยของชุมชน นอกจากนี้ ระบบยังสามารถผลิตน้ำดื่มหรือน้ำใช้สำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้ รวมทั้งยังสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และจุดเด่นของระบบอีกประการหนึ่งคือ ระบบนี้สามารถใช้กำจัดของเสียอินทรีย์ (Bio-waste) อื่นๆ ได้อีกด้วย สำหรับข้อจำกัดของระบบคือ ราคาค่าก่อสร้างสูงมาก (กว่า 1.5 ล้านเหรียญสหรัฐ)

## 5.8 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการกำจัดสิ่งปฏิกูล

ตารางที่ 5-1 ได้รวบรวมคำแนะนำการใช้ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมแต่ละประเภท และข้อดี ข้อจำกัดไว้ เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นประกอบการพิจารณา

**ตารางที่ 5-1** ข้อดี ข้อจำกัดของเทคโนโลยีสำหรับระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมแต่ละประเภท

| เทคโนโลยีในการบำบัด | | ลักษณะการใช้งาน | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ถังหมักไร้อากาศ | ● ปริมาณสิ่งปฏิกูลที่รวบรวมได้ไม่มากนัก | ● เป็นเทคโนโลยีอย่างง่าย ไม่ยุ่งยาก<br>● ใช้พื้นที่น้อย | ● ประสิทธิภาพต่ำ<br>● ต้องมีหน่วยบำบัดเพิ่มเติม เพื่อแยกและบำบัดของแข็งและของเหลว |
| 2. | ลานทรายกรอง | ● ใช้สำหรับแยกของแข็งและของเหลวของสิ่งปฏิกูล<br>● สามารถใช้เป็นขั้นตอนที่สองของถังหมักไร้อากาศ | ● กากตะกอนแห้งมีความชื้นต่ำ<br>● เทคโนโลยีอย่างง่าย ไม่ยุ่งยาก | ● กากตะกอนแห้งจะไม่ปลอดจากเชื้อโรค หากต้องการนำกลับไปใช้ใหม่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดเพิ่มเติม<br>● ไม่เหมาะสำหรับสิ่งปฏิกูลที่มีความเข้มข้นสูง |

| เทคโนโลยีในการบำบัด | | ลักษณะการใช้งาน | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|---|---|---|
| 3. | ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ | ● มีปริมาณสิ่งปฏิกูลที่รวบรวมได้ปริมาณมาก<br>● มีพื้นที่ก่อสร้างจำกัด | ●บำบัดตะกอนและน้ำเสียจนได้มาตรฐาน | ●ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและดูแลรักษาสูง<br>●บุคลากรต้องมีความรู้ ความเข้าใจระบบ |
| 4. | ระบบ Covered Lagoon | ●พิจารณาใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ | ●สามารถรวบรวมก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ | ●ต้องมีระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพ<br>●ต้องมีหน่วยบำบัดเพิ่มเติม เพื่อแยกและบำบัดของแข็งและของเหลว |
| 5. | บึงประดิษฐ์ | ● ถ้ามีแผนในการนำกากตะกอนกลับมาใช้ใหม่ | ● เป็นระบบสมบูรณ์ซึ่งกระบวนการรีดน้ำออกจากกากตะกอน, กระบวนการปรับเสถียร<br>● ลดกลิ่นเหม็นรบกวน<br>●ใช้งานได้ยาวนาน (7-10 ปี) | ●จำเป็นต้องดูแลการเจริญเติบโตของพืช |

| เทคโนโลยีในการบำบัด | | ลักษณะการใช้งาน | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|---|---|---|
| 6. | บ่อปรับเสถียร | ● มีพื้นที่ขนาดใหญ่และอยู่ไกลจากชุมชน | ● เทคโนโลยีอย่างง่าย ไม่ยุ่งยาก | ● ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่<br>● มีกลิ่นเหม็น<br>● ต้องมีการขุดลอกตะกอนเป็นประจำ โดยเฉพาะในบ่อแอนแอโรบิค |
| 7. | ระบบ Janicki Omni-Processor | ● มีพื้นที่จำกัดอยู่ใกล้ชุมชน<br>● ต้องการผลพลอยได้ เช่น ไฟฟ้า หรือน้ำสะอาด | ● บำบัดตะกอนและน้ำเสียจนได้มาตรฐาน<br>● มีผลพลอยได้ ได้แก่ ไฟฟ้าและน้ำสะอาด | ● ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและดูแลรักษาสูง<br>● บุคลากรต้องมีความรู้ ความเข้าใจระบบ<br>● เป็นเทคโนโลยีใหม่ อาจต้องปรับให้เข้ากับประเทศไทย |

## 5.9 แนวทางการใช้ประโยชน์

ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมในประเทศไทยกว่าร้อยละ 90 เป็นระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ร้อยละ 45 และระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) ร้อยละ 45 จะมีกากตะกอนสิ่งปฏิกูลเกิดขึ้น ซึ่งกากตะกอนดังกล่าวยังคงมีปริมาณสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรพบว่า ปริมาณสารอาหารที่ใกล้เคียง

ต่อค่ามาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ดังแสดงในตารางที่ 5-2 ดังนั้น จะพบว่ามีการนำกากตะกอนสิ่งปฏิกูลไปใช้เป็นสารปรับปรุงดิน (Soil conditioner) ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยเคมีอีกด้วย ดังกรณีศึกษาโครงการปุ๋ยชีวภาพตามแนวพระราชดำริ เทศบาลนครนนทบุรี ที่มีการนำกากตะกอนสิ่งปฏิกูลมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์นครนนท์ และจัดจำหน่ายกระสอบละ 15 กิโลกรัม ราคา 1 บาท และ 50 กิโลกรัม ราคา 3 บาท ซึ่งมีการใช้งานจริงของเกษตรกรอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี แต่อย่างไรก็ตาม จากการเก็บตัวอย่างกากตะกอนจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมแบบถังหมักไร้อากาศร่วมกับลานทรายกรอง 13 แห่ง โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย พบตัวพยาธิและไข่พยาธิ ได้แก่ Filariform larva, Stronggyloides stercoralis larva, Hookwarm egg, Opisthorchis viverini egg, Taenia egg และ Ascarislumbricoides egg ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานกากตะกอนของกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้นจะต้องนำกากตะกอนตากแดดให้นานเพียงพอที่จะฆ่าไข่พยาธิก่อนนำไปใช้ โดยทำการบดให้ละเอียดก่อนจึงนำไปตากแดดนานอย่างน้อย 1 สัปดาห์ หรือนำไปเข้าตู้อบที่มีความร้อนไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

**ตารางที่ 5-2** เปรียบเทียบปริมาณสารอาหารจากกากตะกอนกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

| รายการ | กากตะกอน[1] | กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557[2] |
|---|---|---|
| 1. ความชื้น (% โดยน้ำหนัก) | - | ไม่เกิน 30 |
| 2. ปริมาณสารอินทรีย์ (% โดยน้ำหนัก) | 29 – 48 | ไม่น้อยกว่า 30 |
| 3. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) | 5 – 9 | ไม่เกิน 20:1 |
| 4. ธาตุอาหารหลัก (% โดยน้ำหนัก) | | |
| 4.1 ไนโตรเจนทั้งหมด (as Total N) | 3 | ไม่น้อยกว่า 1 |
| 4.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (as Total $P_2O_5$) | 3.1 - 3.4 | ไม่น้อยกว่า 0.5 |
| 4.3 โพแทสเซียมทั้งหมด (as Total $K_2O$) | 0.1- 0.3 | ไม่น้อยกว่า 0.5 |
| 5. ธาตุอาหารรอง (% โดยน้ำหนัก แคลเซียม) (as Total CaO) | - | ไม่ได้กำหนด |

1 กากตะกอนจากระบบถังหมักไร้อากาศร่วมกับลานทรายกรอง [17]

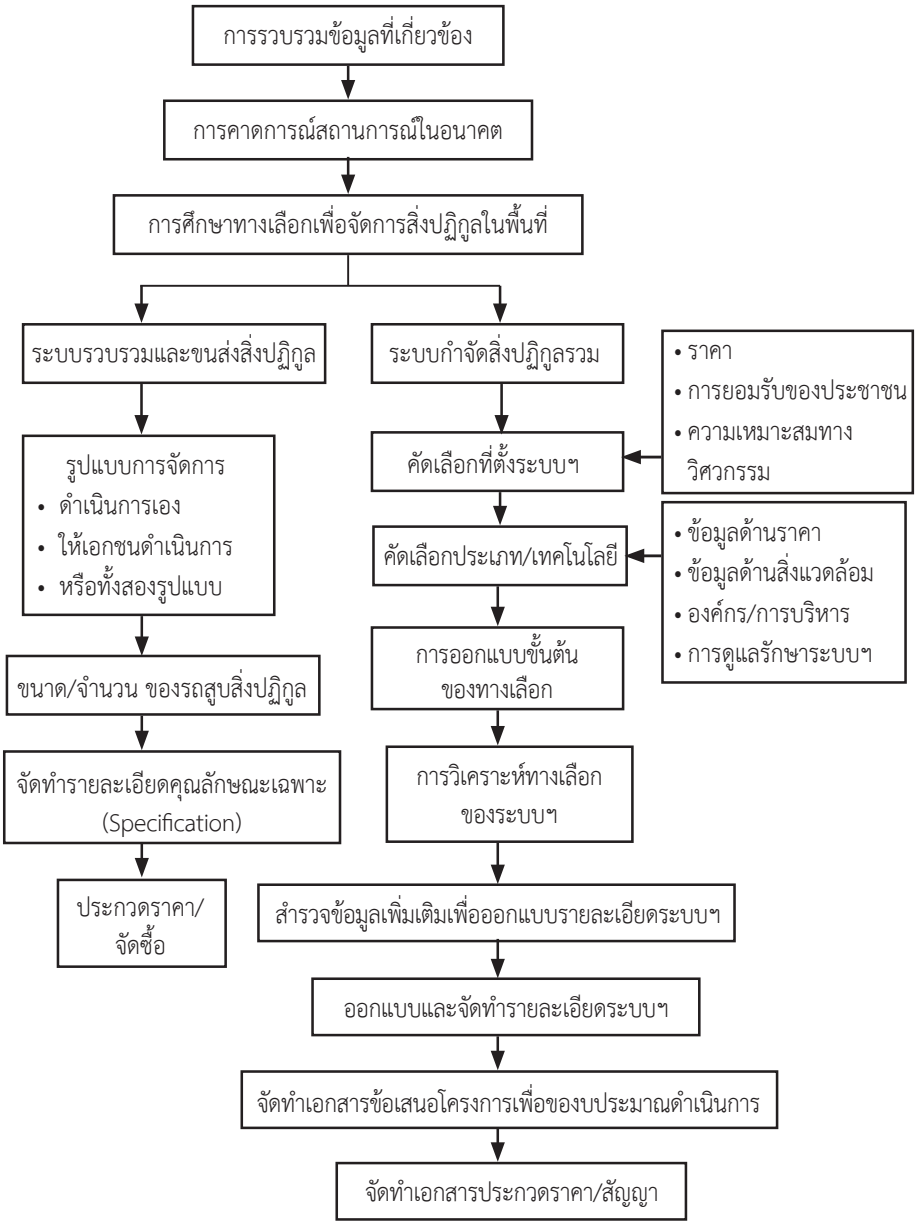
2 กรมวิชาการเกษตร. 2557

นอกเหนือจากการนำกากตะกอนไปใช้ประโยชน์เป็นสารปรับปรุงดินแล้ว จากการศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียยังได้เสนอการนำกากตะกอนไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การนำไปทำเป็นเชื้อเพลิงในรูปแบบของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งต้องทำให้กากตะกอนมีความชื้นต่ำก่อนนำไปผลิต หรือการผลิต Hydrochar โดยใช้กระบวนการ Hydrothermal Carbonization แต่อย่างไรก็ตาม ในการนำกากตะกอนไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ แต่ยังคงต้องมีการศึกษาความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ด้วย หรือในกรณีของการใช้ระบบ Janicki Omni-Processor ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่เปลี่ยนสิ่งปฏิกูลเป็นพลังงานไฟฟ้าและน้ำสะอาด

# แนวทางการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการสูบขนและกำจัดสิ่งปฏิกูล

บทที่ 6

การดำเนินการกำจัดสิ่งปฏิกูลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรมีการดำเนินการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility study) และออกแบบรายละเอียด (Detailed design) เหมือนกับโครงการด้านการจัดการน้ำเสียหรือขยะมูลฝอย เพื่อให้มีการศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมของโครงการ โดยประเมินโครงการในด้านต่างๆ ทั้งทางเทคนิค สังคม เศรษฐศาสตร์และการเงิน การจัดรูปแบบขององค์กร และด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงการออกแบบและประเมินราคาค่าก่อสร้างระบบ ดังรูปที่ 6-1 ซึ่งรายงานการศึกษาความเหมาะสมและแบบรายละเอียดของโครงการที่ได้สามารถใช้จัดทำเอกสารเพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนสิ่งแวดล้อมหรือแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัดได้อีกด้วย ซึ่งการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการรวบรวม ขนส่งและกำจัดสิ่งปฏิกูลเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งในการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด




**รูปที่ 6-1** ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดของโครงการกำจัดสิ่งปฏิกูล

## 6.1 การเลือกเทคโนโลยีของการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูล

เทคโนโลยีการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูลในประเทศไทย คงใช้รถสูบสิ่งปฏิกูลแบบสุญญากาศเป็นหลัก เนื่องจากใช้กันอย่างแพร่หลายอยู่แล้วในปัจจุบัน แต่สิ่งสำคัญที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรพิจารณา คือ การเลือกรถสูบสิ่งปฏิกูลที่มีขนาดเหมาะสมและจำนวนเพียงพอต่อการให้บริการในพื้นที่ของตนเอง ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกขนาดและจำนวนของรถสูบสิ่งปฏิกูล ประกอบด้วย ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลของแหล่งกำเนิดต่างๆ ในพื้นที่ ปริมาณของสิ่งปฏิกูลที่จะต้องรวบรวมไปกำจัด การกระจายตัวของชุมชน การจราจร และการบริหารจัดการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 6.1.1 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลของแหล่งกำเนิดต่างๆ ในพื้นที่

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรรวบรวมข้อมูลระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลของบ้านเรือน หรืออาคารต่างๆ ในพื้นที่ของตนเองว่าติดตั้งระบบเก็บกักหรือบำบัดสิ่งปฏิกูลเป็นประเภทใดขนาดเท่าไร ซึ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะมีข้อมูลนี้อยู่แล้ว เนื่องจากการขออนุญาตก่อสร้างอาคารจะต้องแนบแบบของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคาร ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ด้วย ซึ่งระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลที่นิยมใช้ในประเทศไทยมี 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบวงขอบซีเมนต์ หรือระบบแบบบ่อซึม (Cesspool) และแบบถังบำบัดชนิดสำเร็จรูป ซึ่งระบบแบบบ่อซึม (Cesspool) จะมีรอบสำหรับสูบสิ่งปฏิกูลที่นานกว่า เนื่องจากส่วนที่เป็นน้ำจะซึมออก

เหลือเฉพาะกากตะกอน แต่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ด้วย เช่น เป็นพื้นที่น้ำท่วม น้ำใต้ดินสูง ก็จะทำให้มีการดูดสิ่งปฏิกูลบ่อยขึ้น สำหรับถังบำบัดชนิดสำเร็จรูปก็จะใช้เวลาประมาณ 2-4 ปี

### 6.1.2 ปริมาณของสิ่งปฏิกูลที่จะต้องรวบรวมไปกำจัด

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถประเมินปริมาณของสิ่งปฏิกูลที่จะต้องรวบรวมไปกำจัดได้จากการให้บริการรถสูบสิ่งปฏิกูลกับผู้รับบริการที่ร้องขอมาในแต่ละวันได้อย่างเพียงพอหรือไม่ ซึ่งควรมีการบันทึกข้อมูลดังกล่าวไว้อยู่แล้ว หรือในกรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่มีรถสูบสิ่งปฏิกูล ก็ต้องสำรวจความต้องการสูบสิ่งปฏิกูลในแต่ละปีของชุมชน โดยการประเมินจากขนาดของระบบเก็บกักหรือบำบัดสิ่งปฏิกูลของบ้านเรือนและอาคารต่างๆ ในแต่ละพื้นที่ หรือประเมินจากปริมาณการรวบรวมสิ่งปฏิกูลของรถสูบสิ่งปฏิกูลที่รับจ้างแบบไม่ถูกต้องตามกฎหมายในพื้นที่ก็ได้

### 6.1.3 การกระจายตัวของชุมชนและสภาพการจราจร

การกระจายตัวของชุมชนมีผลต่อระยะทางการขนส่งสิ่งปฏิกูลระหว่างชุมชนกับที่ตั้งของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม ซึ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องพิจารณาเลือกขนาดและจำนวนของรถสูบสิ่งปฏิกูลให้เพียงพอที่จะให้บริการประชาชน โดยมีหลักการดังนี้

1) หากพื้นที่ชุมชนอยู่ไกลจากระบบ และการจราจรไม่หนาแน่นมาก ควรเลือกรถขนาดใหญ่เพียงพอที่จะให้บริการไปกลับชุมชนกับระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมได้ในแต่ละวัน

2) กรณีที่เขตปกครองมีขนาดใหญ่มากหรือชุมชนอยู่ไกลจากระบบ หรือกรณีที่ชุมชนมีซอยย่อยจำนวนมาก และที่ตั้งระบบอยู่ไกล ก็อาจจะต้องเลือกรถขนาดใหญ่เพื่อใช้เป็นสถานีขนถ่าย (Transfer station) และใช้รถขนาดเล็กเพื่อเข้าซอยย่อยไปสูบสิ่งปฏิกูลมายังรถขนถ่าย

3) หากพื้นที่เขตปกครองมีขนาดไม่ใหญ่มาก และการจราจรไม่หนาแน่นมาก ก็ไม่จำเป็นต้องใช้รถขนาดใหญ่ สามารถใช้รถขนาดเล็กสามารถเดินทางไปกลับชุมชนกับระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมได้มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน

### 6.1.4 การบริหารจัดการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถพิจารณาแนวทางดำเนินการ ได้แก่ เป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด ดำเนินการร่วมกับเอกชนที่ได้รับใบอนุญาตตามกฎหมาย หรือให้เอกชนที่ได้รับใบอนุญาตตามกฎหมายดำเนินการทั้งหมด ซึ่งแต่ละแนวทางก็มีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกัน คือ ในกรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด มีข้อดีคือ สามารถควบคุมการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูลได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ไม่มีการลักลอบทิ้งสิ่งปฏิกูล ข้อเสียคือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องจัดสรรงบประมาณในการจัดหารถสูบสิ่งปฏิกูลให้เพียงพอต่อความต้องการและจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงรักษารถให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา รวมถึงค่าจ้างพนักงานให้เพียงพอกับรถที่จะต้องให้บริการด้วย สำหรับในกรณีที่มีเอกชนที่ได้รับใบอนุญาตตามกฎหมาย

เข้ามาดำเนินการ ข้อดีคือลดภาระการดูแลและบำรุงรักษารถสูบสิ่งปฏิกูลและการจ้างพนักงาน แต่มีข้อจำกัดคือต้องมีระบบติดตามตรวจสอบรถสูบสิ่งปฏิกูลของเอกชนเพื่อป้องกันการลักลอบทิ้งและการกำหนดพื้นที่ให้บริการเพื่อให้เกิดความเป็นธรรม

นอกจากการเลือกรถสูบสิ่งปฏิกูลที่มีขนาดที่เหมาะสมและจำนวนเพียงพอแล้ว การวางแผนการจัดการระบบโลจิสติกส์ (Logistics) ของรถสูบสิ่งปฏิกูลที่ดี จะทำให้การรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการได้

## 6.2 การเลือกเทคโนโลยีการกำจัดสิ่งปฏิกูล

การเลือกเทคโนโลยีการกำจัดสิ่งปฏิกูล ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสังคม ได้แก่ ปริมาณและลักษณะสมบัติของสิ่งปฏิกูล มาตรฐานน้ำทิ้งและกากตะกอน ประเภทของระบบ สภาพพื้นที่ที่ก่อสร้างระบบ ตำแหน่งที่ตั้งของระบบ ค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาระบบ การยอมรับของประชาชน ซึ่งแต่ละระบบจะมีข้อดีข้อจำกัดแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดการพิจารณา ดังนี้

### 1) ปริมาณและลักษณะสมบัติของสิ่งปฏิกูล

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณและลักษณะสมบัติของสิ่งปฏิกูล ได้แก่ ความสามารถในการรวบรวมและขนส่งสิ่งปฏิกูล ประเภทของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่ และสภาพภูมิประเทศ โดยลักษณะสมบัติของสิ่งปฏิกูลได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งมีข้อสังเกตเพิ่มเติม

คือ หากสิ่งปฏิกูลถูกรวบรวมจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่ประเภทวงขอบซีเมนต์ หรือระบบแบบบ่อซึม (Cesspool) จะมีความเข้มข้นของตะกอนมากกว่าระบบแบบถังสำเร็จรูป เนื่องจากส่วนที่เป็นน้ำจะซึมออกเหลือเฉพาะกากตะกอน ยกเว้นพื้นที่ที่มีน้ำท่วม หรือน้ำใต้ดินสูง ระบบแบบบ่อซึม (Cesspool) จะมีการดูดสิ่งปฏิกูลบ่อยขึ้นกว่าปกติ และความเข้มข้นของตะกอนจะน้อยกว่าในพื้นที่ทั่วไป เนื่องจากมีน้ำซึมเข้าระบบ

**2) มาตรฐานน้ำทิ้งและกากตะกอน**

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม ยกเว้นค่าแบคทีเรียอีโคไล *(E.coli)* และไข่พยาธิตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฯ แต่ควรเทียบเคียงกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ทั้งนี้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใดที่จะจัดให้มีระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียด้วย เนื่องจากระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อาทิ ระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) หรือระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด จำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพหรือนำไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน โดยการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสามารถอ้างอิงจากเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนได้

เนื่องจากค่าบีโอดีในน้ำเสียที่ออกจากระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) มีค่าประมาณ 150 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ก็ควรต้องพิจารณาถึงการบำบัดสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสด้วย เนื่องจากค่าดังกล่าวจะมีค่าสูงในน้ำเสียชุมชนทั่วไป สำหรับกากตะกอนที่ได้ก่อนนำไปใช้ประโยชน์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะไข่พยาธิและแบคทีเรียอีโคไล *(E.coli)* ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพอนามัย

**3) ประเภทของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล**

ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมในปัจจุบันมีหลายประเภท ตั้งแต่ใช้เทคโนโลยีอย่างง่าย ซึ่งสามารถก่อสร้างและดูแลรักษาได้ง่าย ทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น ระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) หรือระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) แต่มีข้อจำกัดคือประสิทธิภาพการบำบัดไม่สูงมากนัก ทำให้ต้องมีระบบบำบัดอื่นเพิ่มเติม ซึ่งส่งผลให้ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก แต่ระบบบางประเภท เช่น ระบบแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) สามารถบำบัดน้ำเสียและกากตะกอนได้ตามมาตรฐานที่กำหนด แต่มีข้อจำกัด คือใช้งบประมาณก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูงกว่ารวมทั้งต้องการบุคลากรที่มีทักษะในการเดินระบบ แต่มีข้อดีคือใช้พื้นที่น้อยกว่า ในกรณีที่หาพื้นที่ขนาดใหญ่ไม่ได้ โดยการเลือกรูปแบบระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม ดังแสดงในตารางที่ 6-1

**ตารางที่ 6-1** การเลือกรูปแบบระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม

| การบำบัดขั้นต้น (Primary treatment) | ระบบแยกส่วนของแข็งและของเหลว (Solid-liquid separation) | ระบบบำบัดส่วนของแข็ง (Solid treatment) | ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment) | ระบบฆ่าเชื้อโรค |
|---|---|---|---|---|
| ● ตะแกรงดักขยะ<br>● ระบบกำจัดกรวดทราย | ● ถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester)<br>● ลานทรายกรอง (Sand Drying Bed)<br>● ระบบ Covered Lagoon<br>● ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)<br>● ระบบตกตะกอนรูปแบบต่างๆ เช่น ถังอิมฮอฟฟ์ บ่อตกตะกอน ถังตกตะกอนหนัก/ทำข้น เป็นต้น | ● ตากแห้ง (ทำสารปรับปรุงดิน) | ● ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)<br>● ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)<br>● ส่งไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน | ● เติมคลอรีน<br>● Ozone<br>● UV |
| | ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) | | | |
| | ระบบ Janicki Omni-Processor | | | |

### 4) สภาพพื้นที่และตำแหน่งที่ตั้งของระบบ

ที่ตั้งระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม ควรพิจารณาความเหมาะสมดังต่อไปนี้

4.1 เป็นพื้นที่ที่ไม่ไกลจากชุมชนมากเกินไป และเป็นบริเวณศูนย์กลางของชุมชน เพื่อลดระยะทางการขนส่งแต่ก็ต้องคำนึงถึงปัญหาร้องเรียนจากประชาชนด้วย โดยเฉพาะ เรื่องเสียงรบกวน กลิ่นรบกวน ความสกปรก และฝุ่นละออง

4.2 ไม่ควรเป็นพื้นที่ที่น้ำท่วมเป็นประจำ

4.3 ไม่ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่ประชาชนใช้เป็นประจำ

4.4 มีทางเข้า-ออก สะดวก มีระบบสาธารณูปโภคเรียบร้อยแล้ว หรือสามารถก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคได้สะดวก

4.5 มีพื้นที่ใหญ่เพียงพอในการทำเป็นที่จอดรถสูบสิ่งปฏิกูลและโรงซ่อมบำรุง รวมทั้งมีพื้นที่กันชน (Buffer Zone) เพื่อลดผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบ

4.6 ควรมีมาตรการป้องกัน/ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

4.7 ควรสร้างความเข้าใจและการยอมรับของประชาชนในพื้นที่

**5) ค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาระบบ**

ค่าก่อสร้างและดูแลรักษาระบบขึ้นอยู่กับประเภทของระบบ โดยระบบที่ใช้เทคโนโลยีอย่างง่าย เช่น ระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ระบบลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) หรือระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) ก็จะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าระบบที่ใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรอุปกรณ์จำนวนมาก เช่น ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ดังแสดงในตารางที่ 6-2

**ตารางที่ 6-2** ค่าก่อสร้างและดูแลรักษาระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม

| ประเภทระบบ | ค่าก่อสร้าง (Construction cost) (บาท/ลบ.ม.) | ค่าเดินระบบและดูแลรักษาระบบ (O & M cost) (บาท/ลบ.ม.) |
|---|---|---|
| • ถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) และลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) [1] | 360,000 | 65 |
| • ลานทรายกรอง (Sand Drying Bed) [2] | 40,000 | อยู่ระหว่างรวบรวม |
| • ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) | 550,000 | 20 |
| • ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) [3] | 450,000 | 330 |

**หมายเหตุ:** [1] ค่าก่อสร้างปรับราคาจากแบบระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลโครงการตามแนวพระราชดำริ ขนาด 15 ลบ.ม./วัน เมื่อปี 2549 (โดยใช้ค่า CPI ปี 2549 เท่ากับ 82.1 และค่า CPI ปี 2562 เท่ากับ 102.65) ค่าเดินระบบและดูแลรักษาระบบ

[2] ปรับราคาจากแบบรายละเอียดระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลแบบลานทรายกรองของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 เมื่อปี 2553 (โดยใช้ค่า CPI ปี 2553 เท่ากับ 90.625 และ ค่า CPI ปี 2562 เท่ากับ 102.65)

[3] ปรับราคาจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม สามารถรองรับสิ่งปฏิกูลได้ 600 ลบ.ม./วัน ราคาก่อสร้าง เมื่อปี 2534 เท่ากับ 139 ล้านบาท และค่าจ้างเอกชนในการเดินระบบ

## 6. การยอมรับของประชาชน

การก่อสร้างระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมใกล้กับชุมชนนั้น จะต้องทำให้ชุมชนโดยรอบเข้าใจ และยอมรับมาตรการเกี่ยวกับการควบคุมปัญหาที่จะเกิดขึ้น ได้แก่ เรื่องเสียงรบกวน กลิ่นรบกวน ความสกปรก และฝุ่นละออง หรือการรั่วไหลของน้ำเสีย (หรือสิ่งปฏิกูล) ออกนอกพื้นที่

อีกส่วนหนึ่งที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องคำนึงถึงเพื่อไม่ให้การจัดการสิ่งปฏิกูลในพื้นที่ล้มเหลว คือ

1) นโยบายและความใส่ใจของผู้บริหารมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการสิ่งปฏิกูลอย่างมาก หากนโยบายของผู้บริหารต่อการจัดการสิ่งปฏิกูลไม่มีความชัดเจน จะส่งผลให้เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงานไม่สามารถดำเนินการได้เต็มที่ จนเกิดปัญหาการลักลอบทิ้งสิ่งปฏิกูลในพื้นที่

2) ไม่มีงบประมาณในการก่อสร้างระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขนาดเล็ก เช่น เทศบาลตำบล หรือองค์การบริหารส่วนตำบล เนื่องจากมีงบประมาณค่อนข้างจำกัด ถึงแม้ว่าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถของบประมาณก่อสร้างผ่านทางแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด หรือกองทุนสิ่งแวดล้อมได้ก็ตาม แต่ท้องถิ่นก็ต้องสมทบด้วย

3) ไม่มีงบประมาณในการเดินระบบ เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นส่วนใหญ่ไม่มีการจัดเก็บค่ากำจัดสิ่งปฏิกูล แต่มีการจัดเก็บเฉพาะค่าเก็บและขนสิ่งปฏิกูลเท่านั้น ทำให้ไม่มีงบประมาณในการเดินระบบ ดังนั้น จึงควรดำเนินการจัดเก็บค่ากำจัดสิ่งปฏิกูลด้วย แต่ที่ควรพิจารณาควบคู่กันคือ อัตราการจัดเก็บค่ากำจัดสิ่งปฏิกูลให้เพียงพอกับการดำเนินการระบบ และวิธีการจัดเก็บค่ากำจัดด้วย

4) ปัญหาทางเทคนิค แบ่งเป็น

4.1 การออกแบบหรือการเลือกเทคโนโลยีของระบบไม่เหมาะสม ได้แก่ ออกแบบความสามารถในการรองรับสิ่งปฏิกูลของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณสิ่งปฏิกูลที่รวบรวมได้ หรือเลือกเทคโนโลยีไม่เหมาะกับสภาพของพื้นที่ตนเอง ทั้งในแง่ของเทคนิคและการบริหารจัดการ ทำให้ปล่อยระบบทิ้งร้าง

4.2 การเลือกพื้นที่หรือการก่อสร้าง ต้องพิจารณาในประเด็นต่างๆ เช่น การต่อต้านจากชุมชน อยู่ห่างไกลจากชุมชนเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดการลักลอบทิ้งสิ่งปฏิกูลระหว่างทาง

4.3 ขาดการเดินระบบและดูแลรักษา เนื่องจากบุคลากรขาดทักษะหรือขาดความรู้ความเข้าใจในระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลประเภทนั้นๆ ทำให้การเดินระบบไม่ถูกต้อง ขาดการติดตามตรวจสอบระบบ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์ชำรุด เป็นต้น

# ภาคผนวก

## ตัวอย่างคุณลักษณะรถสูบสิ่งปฏิกูล

### (1) ลักษณะทั่วไป

- รถสูบสิ่งปฏิกูล ต้องได้รับอนุญาตจากกรมการขนส่งทางบก
- เป็นรถยนต์สูบสิ่งปฏิกูล ชนิด 4 ล้อ หรือ 6 ล้อ ขึ้นอยู่กับขนาดของถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล
- ตอนหน้าเป็นหัวเก๋ง มีประตู 2 บาน นั่งปฏิบัติงานได้ 3 ที่นั่ง รวมพนักงานขับรถ ตอนท้ายหลังเก๋งเป็นถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล
- มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานครบชุด มีระบบสัญญาณไฟต่างๆ ครบถ้วนตามกรมการขนส่งทางบกกำหนด

### (2) ตัวรถและเครื่องยนต์

(ขึ้นอยู่กับประเภทน้ำหนักของรถรวมน้ำหนักบรรทุกรถและถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล)

- ขนาดเครื่องยนต์ดีเซล คุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Euro 3 หรือมากกว่า ในอนาคต)
- ระบบขับเคลื่อน
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในห้องคนขับ ติดฟิล์มตามที่กฎหมายกำหนด
- ระบบเบรกเป็นแบบไฮดรอลิค พร้อมหม้อลมช่วย
- ระบบพวงมาลัยขวา
- ขนาดยาง
- ระบบไฟฟ้า

### (3) ตัวถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล

- ถังบรรทุกสิ่งปฏิกูลเป็นรูปวงรี ขนาดความจุตามที่ต้องการ
- ถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล ควรสร้างด้วยเหล็กแผ่นอาบสังกะสีหรือสแตนเลส มีความหนาไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร ภายในมีเหล็กแผ่นกันกระแทก 2 แผ่น มีความหนาไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร แต่ละช่องทะลุถึงกันตลอด ติดตั้งตามแนวขวางของถังบรรจุสิ่งปฏิกูล
- ด้านบนของถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล มีช่องสำหรับให้พนักงานลงไปทำความสะอาดได้สะดวก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร พร้อมฝาเปิด-ปิด
- ด้านบนของถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล มีราวจับทำด้วยเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 14 มิลลิเมตร โดยรอบทั้ง 2 ด้านนั่งและเดินได้ โดยปูเหล็กแผ่นกันลื่น และมีรางกั้นทั้ง 2 ด้าน
- มีช่องสำหรับดูปริมาตรน้ำในถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล
- มีมาตรวัดแรงดันติดตั้งไว้ชัดเจน มีวาล์วตัดลมเมื่อน้ำเต็มถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล
- มีท่อทางสำหรับดูดพร้อมวาล์วน้ำแบบเปิด-ปิด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว
- ช่องทางสำหรับระบายน้ำออกจากถัง พร้อมวาล์วเปิด-ปิด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว

### (4) เครื่องดูดสิ่งปฏิกูลและระบบทำงาน

- ส่วนใหญ่เครื่องดูดสิ่งปฏิกูลทำงานด้วยระบบสุญญากาศแบบ Rotary Vane Type

- โดยความสามารถในการดูดสิ่งปฏิกูลไม่น้อยกว่า 4,000 มิลลิเมตร/รอบ สามารถสูบถ่ายสิ่งปฏิกูลโดยไม่ผ่านเครื่องสูบ
- ควรกำหนดประสิทธิภาพในการทำสุญญากาศ และประสิทธิภาพในการทำแรงดัน
- เครื่องทำสุญญากาศต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือได้รับอนุมัติการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)
- เครื่องทำสุญญากาศควรผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001 จากหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ โดยแนบแคตตาล็อกพร้อมกราฟสมรรถนะ เอกสารรับรอง และหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายมาแสดงด้วย
- มีระบบหยุดสูบอัตโนมัติเมื่อสิ่งปฏิกูลเต็มถัง
- เครื่องสูบสิ่งปฏิกูลใช้กำลังงานเครื่องยนต์ โดยผ่านระบบถ่ายทอดกำลัง

**(5) ระบบสัญญาณไฟฉุกเฉิน**

- ควรผลิตจากวัสดุแข็งแรง ทนทาน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน
- สามารถติดตั้งสัญญาณไฟฉุกเฉินแบบหมุนชนิดแผนสั้นด้านบนหัวเก๋งรถ และติดตั้งไฟฉุกเฉินแบบหมุนด้านบนตอนท้ายถังบรรทุกสิ่งปฏิกูล

**(6) อุปกรณ์ประกอบต่างๆ และอุปกรณ์ประจำรถ**

ได้แก่ หนังสือคู่มือการใช้รถ คู่มือการเช็คบริการ แม่แรงไฮดรอลิกพร้อมด้าม ยางอะไหล่พร้อมกระทะล้อขนาดมาตรฐาน เครื่องมือและอุปกรณ์ในการถอดล้อ อุปกรณ์ซ่อมบำรุง ประแจถอดล้อ สายดูดสิ่งปฏิกูลพร้อมข้อต่อและเข็มขัดรัดสายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว หรือ 2.5 นิ้ว และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว ความยาวแล้วแต่กำหนดและหมวกนิรภัย

**(7) การพ่นสีและตราหน่วยงาน**

- สีรถตามความต้องการของทางราชการ
- การพ่นสีภายนอก พ่นด้วยสีกันสนิมอย่างดี ไม่น้อยกว่า 2 ชั้น แล้วจึงพ่นทับด้วยสีจริงชนิดโพลียูรีเทน ไม่น้อยกว่า 2 ชั้น
- พ่นสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ครั้ง บริเวณใต้ท้องรถ โครงรถ และใต้บังโคลนหน้า-หลัง
- ตราหน่วยงาน อักษรข้อความต่าง ๆ ตามที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนด

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
เรื่อง กำหนดปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) และวิธีการเก็บตัวอย่างและการตรวจหาไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว
พ.ศ. 2561

---

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) และวิธีการเก็บตัวอย่างและการตรวจหาไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 15 แห่งกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขโดยคำแนะนำของคณะกรรมการสาธารณสุข จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) และวิธีการเก็บตัวอย่างและการตรวจหาไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว พ.ศ. 2561”

ข้อ 2 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดสามร้อยหกสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 3 ในประกาศนี้

“ไข่หนอนพยาธิ” หมายความว่า ไข่หนอนพยาธิที่มีชีวิต

ข้อ 4 ในการระบายน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว น้ำทิ้งและกากตะกอนต้องมีปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ดังนี้

| รายการทดสอบ | ประเภท | เกณฑ์ปริมาณที่กำหนด |
|---|---|---|
| ไข่หนอนพยาธิ | น้ำทิ้ง | น้อยกว่า 1 ฟอง ต่อ ลิตร |
| | กากตะกอน | น้อยกว่า 1 ฟอง ต่อ กรัม (น้ำหนักแห้ง) |
| แบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) | น้ำทิ้ง | น้อยกว่า 1,000 MPN (Most Probable Number) ต่อ 100 มิลลิลิตร |
| | กากตะกอน | น้อยกว่า 1,000 MPN (Most Probable Number) ต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) |

ข้อ 5 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ดังต่อไปนี้

(1) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งสำหรับตรวจหาไข่หนอนพยาธิ ให้ใช้วิธีเก็บแบบจ้วง (Grab sampling) ในบ่อสุดท้ายของระบบกำจัดหรือจุดสุดท้ายก่อนระบายน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่จุดกึ่งกลางความลึกสำหรับบ่อที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตร และเก็บที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 1 เมตรสำหรับบ่อที่มีความลึกเกินกว่า 2 เมตร โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งให้ได้ปริมาณ 3 ลิตร บรรจุในภาชนะพลาสติกขนาดความจุ 4 ถึง 5 ลิตร

(2) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งสำหรับตรวจหาแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ให้เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ของบ่อสุดท้าย หรือภาชนะที่รองรับ ณ จุดตรวจสอบ โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งให้ได้ปริมาณ 100 มิลลิลิตร บรรจุ

ในขวดแก้วขนาดความจุ 125 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160 – 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายในมีคราบของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น ร้อยละ 10 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หุ้มจุกขวดด้วยกระดาษอะลูมิเนียม และบรรจุในกระป๋องทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม

ในกรณีไม่สามารถทำการตรวจได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างน้ำทิ้งในภาชนะควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 4 ถึง 10 องศาเซลเซียส และดำเนินการตรวจภายในเวลา 24 ชั่วโมง

ข้อ 6 วิธีการเก็บตัวอย่างกากตะกอน ให้เก็บตัวอย่างกากตะกอนจากที่กองเก็บกากตะกอน โดยสุ่มเก็บให้เป็นตัวแทน จำนวน 10 จุดๆ ละไม่น้อยกว่า 100 กรัม คลุกผสมตัวอย่างกากตะกอนที่ได้ให้เข้ากันอย่างทั่วถึงรวมเป็นกองเดียวกัน แล้วแบ่งเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน แล้วสุ่มเลือก 2 ส่วน ที่อยู่ตรงข้ามมารวมกัน ตักตะกอนปริมาณ 400 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาดสำหรับตรวจหาไข่หนอนพยาธิและตักตะกอนอีกปริมาณ 100 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกหรือภาชนะที่สะอาดและปลอดเชื้อ สำหรับตรวจหาแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli)

ในกรณีไม่สามารถทำการตรวจได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างกากตะกอนในภาชนะควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 4 ถึง 10 องศาเซลเซียส และดำเนินการตรวจภายในเวลา 24 ชั่วโมง

ข้อ 7 การตรวจหาปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว ให้ผู้มีหน้าที่จัดการสิ่งปฏิกูลดำเนินการตรวจหาปริมาณไข่หนอนพยาธิในน้ำทิ้งและกากตะกอนให้เป็นไปตามคู่มือแนบท้ายประกาศนี้ และดำเนินการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนตามวิธี Most Probable Number (MPN) หรือ Multiple Tube Fermentation Technique (Standard Method Part 9221) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และรายงานผลการตรวจต่อราชการส่วนท้องถิ่น

ในกรณีที่ราชการส่วนท้องถิ่นดำเนินการให้รายงานต่อคณะกรรมการสาธารณสุขจังหวัดหรือคณะกรรมการสาธารณสุขกรุงเทพมหานครแล้วแต่กรณี

ประกาศ ณ วันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

ปิยะสกล สกลสัตยาทร

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 3 ง วันที่ 4 มกราคม 2562

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
เรื่อง การกำหนดประเภท ขนาด ระยะเวลาในการสูบกากตะกอน
และวิธีการระบายน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล
พ.ศ. 2561

---

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดประเภท ขนาด ระยะเวลาในการสูบกากตะกอน และวิธีการระบายน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล เพื่อให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลสามารถดำเนินการกำจัดสิ่งปฏิกูลได้อย่างถูกสุขลักษณะและมีประสิทธิภาพ

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 วรรคสอง แห่งกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ .ศ. 2561 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขโดยคำแนะนำของคณะกรรมการสาธารณสุข จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การกำหนดประเภท ขนาด ระยะเวลาในการสูบกากตะกอน และวิธีการระบายน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561”

ข้อ 2 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 3 ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่เป็นระบบที่รองรับและสามารถบำบัดปรับปรุงหรือแปรสภาพสิ่งปฏิกูลจากส้วมให้ปราศจากมลภาวะสภาพอันน่ารังเกียจและการก่อให้เกิดโรค โดยอาจเป็นระบบถังบำบัดแบบไร้อากาศ เช่น

ถังเกรอะ ถังเกรอะกรองไร้อากาศ หรืออาจใช้ระบบเติมอากาศร่วมก็ได้ ทั้งนี้ ต้องออกแบบระบบท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออกไม่ให้เกิดภาวะน้ำไหลลัดวงจร

ข้อ 4 เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคาร บ้านพักอาศัย ห้องแถวหรือตึกแถวไม่ว่าจะใช้เพื่อการพาณิชย์หรือพักอาศัยต้องจัดให้มีระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 ลิตรและต้องมีระยะเวลาสูบตะกอนไม่น้อยกว่าหนึ่งครั้งต่อสี่ปี เพื่อนำไปบำบัดในระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม

ข้อ 5 เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารอื่นนอกเหนือตามข้อ 4 และส้วมสาธารณะ เช่น อาคารชุด โรงเรียน โรงพยาบาล โรงแรมหรือกลุ่มอาคาร และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ต้องจัดให้มีระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่ที่มีขนาดเพียงพอกับปริมาณสิ่งปฏิกูลที่อาจเกิดขึ้นในอาคารประเภทนั้นๆ และต้องมีระยะเวลาสูบตะกอนหนึ่งครั้งต่อปี เพื่อนำไปกำจัดในระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวม

ข้อ 6 ให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองส้วมเคลื่อนที่ ส้วมชั่วคราว นำสิ่งปฏิกูลไปกำจัดในระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมทันทีหลังเต็มหรือเสร็จภารกิจ

ข้อ 7 ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมของราชการส่วนท้องถิ่น อาจใช้ระบบหมักไร้อากาศหรือระบบหมักแก๊สชีวภาพ หรือระบบอื่นใดที่เหมาะกับการกำจัดสิ่งปฏิกูล ทั้งนี้ น้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมดังกล่าวต้องได้มาตรฐานไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามความในข้อ 15 แห่งกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 ก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อมหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้

ข้อ 8 วิธีการระบายน้ำทิ้งจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลและระบบบำบัดน้ำเสียรวมในกรณีที่รองรับสิ่งปฏิกูลให้ดำเนินการ ดังนี้

(1) น้ำทิ้งจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแบบติดกับที่ห้ามมิให้ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อมโดยตรง เว้นแต่

(ก) น้ำทิ้งจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลได้มาตรฐานไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามความในข้อ 15 แห่งกฎกระทรวงสุขลักษณะการจัดการสิ่งปฏิกูล พ.ศ. 2561 หรือ

(ข) น้ำทิ้งจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลนำไปบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียรวม

(ค) ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตาม (ก) หรือ (ข) ให้ใช้วิธีการซึมสู่ดินในพื้นที่ซึ่งพื้นดินซึมน้ำได้ดีโดยมีระบบบ่อซึม หรือร่องซึมต้องอยู่เหนือระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยระดับการระบายน้ำต้องอยู่ใต้ผิวดินไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และอยู่ห่างจากแหล่งน้ำอุปโภค บริโภคไม่น้อยกว่า 30 เมตร

(2) น้ำทิ้งจากระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลรวมหรือจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมที่รองรับสิ่งปฏิกูลของราชการส่วนท้องถิ่น และของอาคารตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ต้องได้มาตรฐานเช่นเดียวกับ (1) (ก) ก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อม

ข้อ 9 ประกาศนี้มิให้ใช้บังคับกับเจ้าของหรือผู้ครอบครองบ้านพักอาศัย อาคาร หรือสถานที่ตามข้อ 4 และข้อ 5 ที่ได้ติดตั้งระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลอยู่แล้วในวันก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 10 ประกาศนี้ให้มีผลใช้บังคับในท้องที่กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา เทศบาลนคร และเทศบาลเมืองเฉพาะในจังหวัดตามบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561
ปิยะสกล สกลสัตยาทร
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

# บัญชีแนบท้าย

**จังหวัดที่บังคับใช้ ดังนี้**

1. นครราชสีมา
2. อุดรธานี
3. ขอนแก่น
4. หนองคาย
5. บึงกาฬ
6. เลย
7. หนองบัวลำภู
8. มหาสารคาม
9. ร้อยเอ็ด
10. ยโสธร
11. อุบลราชธานี
12. อำนาจเจริญ
13. สุรินทร์
14. ศรีสะเกษ
15. มุกดาหาร
16. สกลนคร

17. กาฬสินธุ์
18. บุรีรัมย์
19. ชัยภูมิ
20. นครพนม
21. เชียงใหม่
22. ลำปาง
23. แพร่
24. น่าน
25. พะเยา
26. เชียงราย
27. ลำพูน
28. แม่ฮ่องสอน
29. สระแก้ว
30. นนทบุรี
31. ปทุมธานี
32. นครปฐม
33. สมุทรปราการ
34. สมุทรสาคร

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 3 ง วันที่ 4 มกราคม 2562

# บรรณานุกรม


สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, **“โครงการวางแผนการจัดการสิ่งปฏิกูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดปัญหาด้านสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม,”** สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.), กรุงเทพมหานคร, 2562.

วีระศักดิ์ สืบเสาะ, **“การจัดการสิ่งปฏิกูลของเทศบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย,”** วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2551.

T. Koottatep, **“Sustainable Decentalized Wastewater Management in Developing Countries: Design Operation and Monitoring,”** Asian Institute of Technology, PathumThani, 2013.

M. Agnes และ S. Martin, **“Faecal Sludge Tanagement,”** Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, Duebendorf, Switzerland, 2002.

กรมอนามัย, **คู่มือการจัดการสิ่งปฏิกูล (แบบครบวงจร),** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, 2558.

พัฒนา มูลพฤกษ์, **อนามัยสิ่งแวดล้อม** (พิมพ์ครั้งที่ 4), กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2550.

T. koottatep, **“Sustainable Decentralized Wastewater Management in Developing Countries: Situation of DEWATs in Thailand and Key Factors of Improvement,”** Asian Institute of Technology, Pathum Thani, 2015

T. Koottatep, **“Final report: Assessment of Faecal Sludge Rheological Properties,”** Asian Institute of Technology, Pathum Thani, 2012.

E. Tilley, L. Ulrich, C. Lüthi, P. Reymond และ C. Zurbrügg, Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition, Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG), 2014.

10. กรมควบคุมมลพิษ, **โครงการพัฒนาแนวทางด้านเทคนิคและสาธิตระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์,** กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย, 2547.

T. K. a. A. Panuvatvanich, FSM Booklet 2014: Sustainable Decentralized Wastewater Management in Developing Countries, Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology, 2014.

ส. วรวัฒน์, **“สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6,”** [ออนไลน์]. Available: http://reo06.mnre.go.th/home/images/upload/file/report/KM.pdf. [%1 ที่เข้าถึง 5 กรกฎาคม 2563].

กรมควบคุมโรค, **“รายงานผลการศึกษาสถานการณ์โรคหนอนพยาธิและโปรโตซัวของประเทศไทย พ.ศ.2552,”** กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพมหานคร, 2552.

P. C. Department, **“Booklet on Thailand State of Pollution 2018,”** Pollution Control Department, Bangkok, 2019.

ธ. พรรณสวัสดิ์ และคณะ, **“น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล,”** สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร, 2530.

**เรือออนเหวง ... สุขาภิบาลสองฝั่งคลอง** [ออนไลน์]. Available: https://www.facebook.com/siriraj.museum/photos/ เข้าถึงข้อมูลวันที่ 16 สิงหาคม 2563.

# คู่มือเทคโนโลยีการจัดการสิ่งปฏิกูล
# สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

## ที่ปรึกษา

| | |
|---|---|
| นายสมชาย ตู้แก้ว | ผู้อำนวยการสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม |
| นางสาวดรรชนี มหาชานิกะ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม |

## ผู้จัดทำ

| | |
|---|---|
| นายประโชติ กราบกราน | หัวหน้ากลุ่มพัฒนาการสุขาภิบาล |
| นายทัยธัช หิรัญเรือง | นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ |
| นางสาววิภา รุจิจนากุล | นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ |
| นางสาวสัจมาน ตรันเจริญ | นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ |
| นางสาวปิยาภัสร์ ชูแก้วงาม | นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ |
| นางสาวภัสราภรณ์ รักษาแก้ว | นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ |

https://www.env.anamai.moph.go.th
สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย
เลขที่ 88/22 หมู่ 4 ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000