# น้ำเสียชุมชน
# และ
# ระบบบำบัดน้ำเสีย

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

ก ร ม ค ว บ คุ ม ม ล พิ ษ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ
Pollution Control Department

# น้ำเสียชุมชน
# และ
# ระบบบำบัดน้ำเสีย

# คำนำ

หนังสือ “น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย” มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของน้ำเสียชุมชน ระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ ตั้งแต่ระบบขนาดเล็กที่ใช้สำหรับบ้านพักอาศัย จนถึงระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนขนาดใหญ่ที่ใช้ทั่วไปในประเทศไทย เพื่อให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย รวมทั้งประชาชนและเอกชนทราบถึงเทคนิควิธีการต่างๆ ในการจัดการน้ำเสียสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหามลพิษด้านน้ำเสียได้อย่างถูกวิธี และเกิดความร่วมมือในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมร่วมกันต่อไป

ทั้งนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งประชาชน นักเรียน นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป

กองจัดการคุณภาพน้ำ
กรมควบคุมมลพิษ

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)** | **1** |
| - น้ำเสีย | 1 |
| - ลักษณะน้ำเสียที่สำคัญในการตรวจวิเคราะห์ | 7 |
| - ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย | 9 |
| **น้ำเสียและของเสียอันตรายจากบ้านเรือน (Wastewater and Household Hazardous Waste)** | **11** |
| - อะไรคือของเสียอันตรายจากบ้านเรือน | 12 |
| - การจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้นและขั้นตอนปฏิบัติ | 14 |
| - บทบาทหน้าที่ในการมีส่วนร่วมของประชาชน | 15 |
| - ข้อแนะนำวิธีการจัดการของเสียจากบ้านเรือน | 17 |
| **การบำบัดน้ำเสียและกากตะกอน (Wastewater Treatment and Sludge Disposal)** | **21** |
| - ความสำคัญของระบบบำบัดน้ำเสีย | 22 |
| - การรวบรวมน้ำเสีย | 24 |
| - การบำบัดน้ำเสีย | 24 |
| - การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ | 28 |
| - การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ | 29 |
| **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment)** | **30** |
| - ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) | 31 |
| - ลักษณะของบ่อเกรอะ | 33 |
| - การใช้งานและการดูแลรักษา | 35 |
| - บ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) | 35 |
| - การใช้งานและบำรุงรักษา | 39 |

หน้า

**บ่อดักไขมัน (Grease Trap)** 45

- การสร้างบ่อดักไขมัน 46
- การใช้งานและดูแลรักษา 51

**ระบบระบายน้ำเสีย (Sewerage System)** 52

- ความหมาย/คำจำกัดความ 52
- ระบบท่อระบายน้ำ 54
- องค์ประกอบของระบบท่อระบาย 57
- ประเภทของท่อระบายน้ำ 58
- เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป 59
- ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อระบายน้ำ 60

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)** 62

- บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) 64
- บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) 64
- บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) 65
- บ่อบ่ม (Maturation Pond) 66
- ตัวอย่างระบบบ่อปรับเสถียรที่ใช้ในประเทศไทย 68

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)** 70

- หลักการทำงานของระบบ 71
- ส่วนประกอบของระบบ 72
- ตัวอย่างระบบบ่อเติมอากาศที่ใช้ในประเทศไทย 76

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)** 77

- หลักการทำงานของระบบ 78
- ลักษณะของระบบ 79
- ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบบึงประดิษฐ์ 83
- ประโยชน์ที่ได้จากบึงประดิษฐ์ 83
- ตัวอย่างระบบบ่อบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในประเทศไทย 85

| | หน้า |
|---|---|
| **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์** | **86** |
| **(Activated Sludge Process)** | |
| - หลักการทำงานของระบบ | 87 |
| - ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์รูปแบบต่าง ๆ | 88 |
| - ปัญหาตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge) และการเกิดตะกอนลอย (Rising Sludge) | 93 |
| - ตัวอย่างระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ใช้ในประเทศไทย | 94 |
| **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพหรืออาร์บีซี** | **95** |
| **(Rotating Biological Contactor หรือ RBC)** | |
| - หลักการทำงานของระบบ | 96 |
| - ส่วนประกอบของระบบ | 96 |
| - ตัวอย่างระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพที่ใช้ในประเทศไทย | 101 |
| **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)** | **102** |
| - หลักการทำงานของระบบ | 103 |
| - ส่วนประกอบของระบบ | 104 |
| - การควบคุมระบบ | 107 |
| - ตัวอย่างระบบคลองวนเวียนที่ใช้ในประเทศไทย | 108 |
| **เอกสารอ้างอิง** | **110** |

# สารบัญตาราง


หน้า

**น้ำเสียชุมชน**

- ตารางอัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน 3
- ตารางปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่าง ๆ 3
- ตารางลักษณะน้ำเสียชุมชน 6
- ตารางค่าสมมูลประชากรแบ่งตามภาคต่าง ๆ 7

**น้ำเสียและของเสียอันตรายจากบ้านเรือน**

- ตารางแนะนำวิธีการจัดการของเสียจากบ้านเรือน 17

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่**

- ตารางลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage) 32
- ตารางขนาดบ่อเกรอะรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย 34
- ตารางขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย 39
- ตารางข้อเปรียบเทียบการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ทั้งแบบสำเร็จรูปและแบบก่อสร้างเอง 41
- ตารางระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ชนิดถังสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด 42

**บ่อดักไขมัน**

- ตารางขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์สำหรับบ้านพักอาศัย 48
- ตารางขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบสร้างในที่สำหรับภัตตาคาร 50

หน้า

**ระบบระบายน้ำเสีย**

- ตารางแสดงผลกระทบทางสรีระวิทยาของก๊าซไข่เน่า 61

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร**

- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) 67

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ**

- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) 75

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์**

- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland 81
- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) 84

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์**

- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) 91

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพหรืออาร์บีซี**

- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) 98

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน**

- ตารางตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) 106

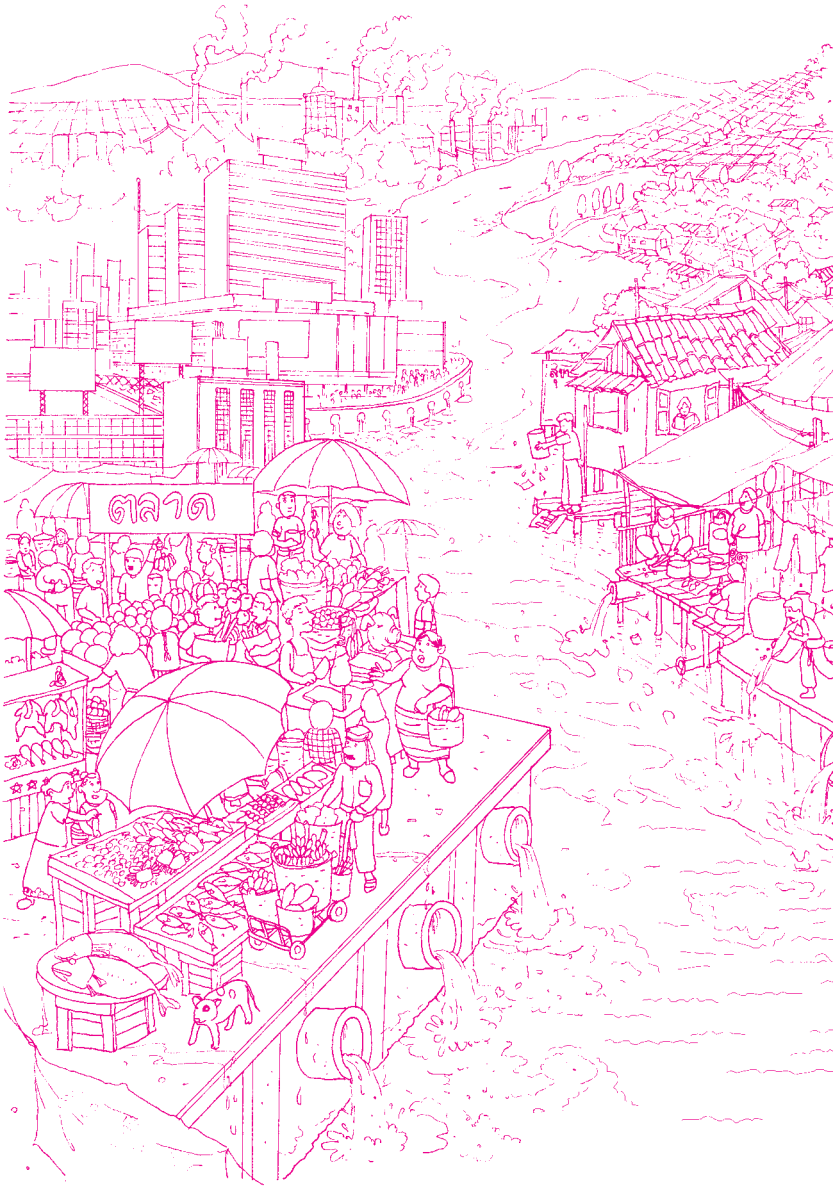
# น้ำเสียชุมชน
# (DOMESTIC WASTEWATER)

## น้ำเสีย

หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติ ก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้

## น้ำเสียชุมชน

หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่างๆ เป็นต้น


ตลาด

ปริมาณน้ำเสีย ที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคาร จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากร หรือพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละประเภท

**อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน**

| ภาค | อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน-วัน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2536 | 2540 | 2545 | 2550 | 2555 | 2560 |
| กลาง | 160-214 | 165-242 | 170-288 | 176-342 | 183-406 | 189-482 |
| เหนือ | 183 | 200 | 225 | 252 | 282 | 316 |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 200-253 | 216-263 | 239-277 | 264-291 | 291-306 | 318-322 |
| ใต้ | 171 | 185 | 204 | 226 | 249 | 275 |

**ที่มา :** โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2538

**ปริมาณน้ำเสียและบีโอดีของน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ**

| ประเภทของอาคาร | หน่วย | ปริมาณน้ำเสีย(1) ลิตร/วัน-หน่วย |
|---|---|---|
| อาคารชุด/บ้านพัก | ยูนิต | 500 |
| โรงแรม | ห้อง | 1,000 |
| หอพัก | ห้อง | 80 |
| สถานบริการ | ห้อง | 400 |
| หมู่บ้านจัดสรร | คน | 180 |
| โรงพยาบาล | เตียง | 800 |
| ภัตตาคาร | ตารางเมตร | 25 |
| ตลาด | ตารางเมตร | 70 |
| ห้างสรรพสินค้า | ตารางเมตร | 5.0 |
| สำนักงาน | ตารางเมตร | 3.0 |

**ที่มา:** (1) ปรับปรุงจาก “ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งชุมชนในประเทศ, เอกสารประกอบการประชุม สวสท’ 36” สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2536

**ลักษณะน้ำเสีย** ที่เกิดจากบ้านพักอาศัยจะประกอบไปด้วยน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

**1. สารอินทรีย์** ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ชิ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

**2. สารอนินทรีย์** ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์, ซัลเฟอร์ เป็นต้น

**3. โลหะหนักและสารพิษ** อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านซุบโลหะ อู่ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

**4. น้ำมันและสารลอยน้ำต่าง ๆ** เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงและกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู

**5. ของแข็ง** เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

**6. สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก** ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

**7. จุลินทรีย์** น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋อง จะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตสามารถลดระดับของออกซิเจนละลายน้ำทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

**8. ธาตุอาหาร** ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำ

**9. กลิ่น** เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน หรือกลิ่นอื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานทำปลาป่นโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

## ลักษณะน้ำเสียชุมชน

| พารามิเตอร์ | หน่วย | ความเข้มข้น | | |
|---|---|---|---|---|
| | | น้อย | ปานกลาง | มาก |
| 1. ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) | มก./ล. | 350 | 720 | 1200 |
| - ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids) | มก./ล. | 250 | 500 | 580 |
| - ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) | มก./ล. | 100 | 220 | 350 |
| 2. ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids) | มล./ล. | 5 | 10 | 20 |
| 3. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD.) | มก./ล. | 110 | 220 | 400 |
| 4. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand; COD) | มก./ล. | 250 | 500 | 1000 |
| 5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as N) | มก./ล. | 20 | 40 | 85 |
| - อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic) | มก./ล. | 8 | 15 | 35 |
| - แอมโมเนีย (Free ammonia) | มก./ล. | 12 | 25 | 50 |
| - ไนไตรท์ (Nitrites) | มก./ล. | 0 | 0 | 0 |
| - ไนเตรท (Nitrate) | มก./ล. | 0 | 0 | 0 |
| 6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as P) | มก./ล. | 4 | 8 | 15 |
| - สารอินทรีย์ (Organic) | มก./ล. | 1 | 3 | 5 |
| - สารอนินทรีย์ (lnorganic) | มก./ล. | 3 | 5 | 10 |
| 7. คลอไรด์ (Chloride)(1) | มก./ล. | 30 | 50 | 100 |
| 8. ซัลเฟต (Sulfate)(1) | มก./ล. | 20 | 30 | 50 |
| 9. สภาพด่าง (Alkalinity as $CaCO_3$) | มก./ล. | 50 | 100 | 200 |
| 10. ไขมัน (Grease) | มก./ล. | 50 | 100 | 150 |
| 11. โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform) | MPN/100ml | $10^6$-$10^7$ | $10^7$-$10^8$ | $10^7$-$10^9$ |

**หมายเหตุ:** (1) เป็นค่าที่เพิ่มจากค่าที่ตรวจพบในน้ำใช้ปกติ

**ที่มา** : Wastewater Engineering, Metcalf&Eddy 1991

**สมมูลประชากร** คือ ค่าความสกปรกหรือมลสารในรูปสารอินทรีย์ที่วัดได้โดยหน่วยวัดบีโอดีอันเกิดจากการดำเนินชีวิตของคน ๆ หนึ่ง และสามารถหาได้จากสูตร

สมมูลประชากร (สป.)

= บีโอดีในน้ำเสีย × ปริมาณน้ำเสียที่คน ๆ หนึ่งผลิตออกมาต่อวัน

(กรัม/ลิตร) (ลิตร/คน/วัน)

= บีโอดี เป็นกรัม/คน-วัน

**ค่าสมมูลประชากรแบ่งตามภาคต่างๆ**

| ภาค | ค่าสมมูลประชากร (กรัม บีโอดี/คน-วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2540 | 2545 | 2550 | 2555 | 2560 |
| เหนือ | 30 | 34 | 36 | 38 | 40 |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 30 | 34 | 36 | 38 | 40 |
| กลาง | 35 | 40 | 43 | 47 | 50 |
| ใต้ | 35 | 38 | 42 | 46 | 50 |

**ที่มา** : โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2538

## ลักษณะน้ำเสียที่สำคัญในการตรวจวิเคราะห์

**1. พีเอช (pH)** เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือจุลินทรีย์ในถังบำบัดจะดำรงชีพได้ดีในสภาวะเป็นกลาง คือ pH ประมาณ 6-8

**2. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)** เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้าค่าบีโอดีสูง

แสดงว่าความต้องการออกซิเจนสูง นั่นคือมีความสกปรกหรือสารอินทรีย์ในน้ำมาก

**3. ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)** คือค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี มักใช้เทียบหาค่าบีโอดีโดยคร่าว ๆ ปกติ COD:BOD ของน้ำเสียชุมชนประมาณ 2-4 เท่า

**4. ปริมาณของแข็ง (Solids)** หมายถึงปริมาณสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำและที่ละลายน้ำ (Dissolved Solids) ของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (Settleable Solids) ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาในการอุดตันเครื่องเติมอากาศ และถ้าปล่อยทิ้งในปริมาณมากจะทำให้เกิดความสกปรกและตื้นเขินในลำน้ำธรรมชาติ ตลอดจนบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ

**5. ไนโตรเจน (Nitrogen)** เป็นธาตุจำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนพอเพียงก็จะถูกย่อยสลายไปเป็นไนไทรต์และไนเตรท ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในลำน้ำลดน้อยลง

**6. ไขมันและน้ำมัน (Fat, Oil, and Grease)** ส่วนใหญ่ ได้แก่ น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทำอาหาร สบู่จากการอาบน้ำ ฟองสารซักฟอกจากการชำระล้าง สารเหล่านี้มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำ ทำให้เกิดสภาพไม่น่าดูและขวางกั้นการซึมของออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีค่าบีโอดีสูงเพราะเป็นสารอินทรีย์

## ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย

โดยทั่วไปเชื้อโรคที่พบในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ มี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ โดยมีสาเหตุมาจากอุจจาระของมนุษย์ปนมากับน้ำเสีย โรคติดเชื้อจากสิ่งขับถ่ายสามารถติดต่อสู่คนได้ 2 วิธี คือ เกิดจากเชื้อโรคที่อยู่ในสิ่งขับถ่ายของบุคคลหนึ่งแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้วเข้าสู่บุคคลอื่น และเกิดจากเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายเข้าทางปาก โดยที่สัตว์พาหนะ เช่น หนูหรือแมลงต่างๆ ที่อาศัยสิ่งขับถ่ายในการขยายพันธุ์ จะรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย โดยเชื้ออาจอยู่ในตัว ลำไส้ หรือในเลือดของสัตว์พาหนะนั้น โดยที่คนจะได้รับเชื้อผ่านสัตว์เหล่านั้นอีกทีหนึ่ง ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จำแจกเชื้อโรคตามลักษณะการติดเชื้อออกเป็น 6 ประเภท

- **ประเภทที่ 1** การติดเชื้อไวรัสและโปรโตซัว สามารถทำให้เกิดโรคได้แม้ว่าจะได้รับเชื้อเพียงเล็กน้อย และสามารถติดต่อได้ง่าย ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอ จะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

- **ประเภทที่ 2** การติดเชื้อจากแบคทีเรีย จะต้องได้รับเชื้อในปริมาณที่มากพอจึงจะทำให้เกิดโรคได้ แต่ติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้ยาก เชื้อนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีในที่ที่เหมาะสม ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอ จะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

- **ประเภทที่ 3** เชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดโรคได้ทั้งในระยะแฝงและระยะฝังตัว ได้แก่ ไข่พยาธิ ซึ่งไม่สามารถติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้โดยตรง แต่ต้องการสถานที่และสภาวะที่เหมาะสมเพื่อเจริญเติบโตเป็นตัวพยาธิและเข้าสู่ร่างกายได้ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี

เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

- **ประเภทที่ 4** พยาธิตัวตืดอาศัยอยู่ในลำไส้คน ไข่พยาธิจะปนออกมากับอุจจาระ ถ้าการกำจัดขับถ่ายไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สัตว์ จำพวกโค กระบือ และสุกร ได้รับไข่พยาธิจากการกินหญ้าที่มีไข่พยาธิเข้าไป ซึ่งไข่พยาธินี้เมื่อเข้าไปในร่างกายสัตว์และจะกลายเป็นซีสต์ (Cyst) และฝังตัวอยู่ตามกล้ามเนื้อ คนจะได้รับพยาธิโดยการรับประทานเนื้อสัตว์ดิบๆ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

- **ประเภทที่ 5** พยาธิที่มีบางระยะของวงชีวิตอยู่ในน้ำ โดยพยาธิเหล่านี้จะมีระยะติดต่อตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยจะเข้าสู่ร่างกายคนโดยการไชเข้าทางผิวหนังหรือรับประทานสัตว์น้ำที่ไม่ได้ทำให้สุก ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงเป็นการป้องกันมิให้พยาธิเหล่านี้ปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

- **ประเภทที่ 6** การติดเชื้อโดยมีแมลงเป็นพาหะ แมลงที่เป็นพาหะที่สำคัญ ได้แก่ ยุงแมลงวัน โดยยุงพวก Culex pipines จะสามารถสืบพันธุ์ได้น้ำเสีย โดยเชื้อจะติดไปกับตัวแมลง เมื่อสัมผัสอาหารเชื้อก็จะปนเปื้อนกับอาหาร ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดีจึงเป็นการป้องกันพาหนะเหล่านี้

ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรค คือจะต้องจัดระบบสุขาภิบาลตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับชุมชนให้ถูกต้องเหมาะและจะต้องมีระบบการจัดการและบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนที่สามารถกำจัดเชื้อโรคในน้ำทิ้งได้ก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

# น้ำเสียและของเสียอันตรายจากบ้านเรือน (Wastewater and Household Hazardous Waste)

**ของเสีย** ที่เกิดจากบ้านเรือนที่พักอาศัยและอาคารต่างๆ ภายในแหล่งชุมชน นอกจากจะเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการซักล้าง ทำครัว อาบน้ำ และส้วมที่ระบายลงสู่ท่อระบายน้ำหรือแหล่งน้ำแล้ว ยังมีของเสียประเภทอื่นที่อาจถูกระบายทิ้งปนเปื้อนกับน้ำเสีย โดยที่หลายคนอาจไม่ได้คำนึงถึงหรือไม่ทราบมาก่อน ของเสียที่กล่าวถึงก็คือ “ของเสียอันตรายจากบ้านเรือน (Household Hazardous Waste)” ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ต่างๆ ภายในบ้านเรือนหรืออาคาร ซึ่งเมื่อปนเปื้อนมากับน้ำเสียและถูกระบายลงสู่

แหล่งน้ำจะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม จะยิ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ตลอดจนแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตประปา คุณภาพชีวิตของมนุษย์และคุณภาพสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

ของเสียอันตรายบางชนิดจุดติดไฟได้ง่าย บางชนิดมีฤทธิ์ในการกัดกร่อน บางชนิดสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่ายและก่อให้เกิดอันตราย บางชนิดสามารถระเบิดได้ง่ายในสภาวะปกติ และบางชนิดมีความเป็นพิษในตัวเอง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องได้รับการกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสมและถูกต้อง เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะมีต่อสุขภาพอนามัยและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

## อะไร คือ ของเสียอันตรายจากบ้านเรือน

ในชีวิตประจำวันรอบตัวเรานี้มีการใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกและใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมายภายในบ้านเรือน ได้แก่ กระป๋องทินเนอร์ แบตเตอรี่รถยนต์ หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ น้ำยาทำความสะอาดต่างๆ ผลิตภัณฑ์น้ำยาขัดโลหะและสารทำละลาย ยาฆ่าเชื้อโรค น้ำมันต่างๆ น้ำยาล้างสี สี กาว ยากำจัดวัชพืช ยาฆ่าแมลง สารทำละลายต่างๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาด และอื่นๆ ซึ่งวัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้เหล่านี้จะมีส่วนประกอบของเสียอันตรายอยู่ด้วย และหากมีการจัดการที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมแล้วของเสียเหล่านี้อาจปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยการทิ้งลงท่อระบายน้ำในบ้านเรือนหรืออาคารที่พักอาศัย ทิ้งหรือฝังกลบในพื้นที่ข้างเคียง ทิ้งรวมกับขยะชุมชนทั่วๆ ไปโดยไม่มีการคัดแยก ซึ่งของเสียอันตรายเหล่านี้ส่งผลทำให้เกิดอันตรายต่อสุขอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ซึ่งต้องมีการสัมผัสกับของเสียอันตรายดังกล่าว และเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เช่น มะเร็ง ความผิดปกติในทารกแรกเกิด เป็นต้น

## อันตราย !!!

การกำจัดของเสียอันตรายจากบ้านเรือนด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม จะก่อให้เกิดปัญหาต่อชุมชนในที่สุด เนื่องจากของเสียอันตรายบางประเภท อาจเกิดระเบิดหรือติดไฟได้ตลอดเวลา แม้แต่การระเบิดภายในท่อระบายน้ำเสีย หรือรถเก็บขนขยะเกิดไฟลุกไหม้ จากสาเหตุเพียงเพราะขาดความระมัดระวังในการทิ้งของเสียที่ติดไฟง่าย หรือของเสียที่เกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย เท่านั้น

ของเสียอันตรายบางชนิด เช่น น้ำกรดจากแบตเตอรี่รถยนต์ ยังสามารถกัดกร่อนทำความเสียหายให้แก่วัสดุอุปกรณ์และสิ่งต่างๆ ได้ ของเสียอันตรายบางชนิดเป็นพิษต่อทั้งคน สัตว์ และพืช บางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง เป็นอันตรายต่อการขยายพันธุ์นก และปัญหาอื่นๆ เกี่ยวกับการเจ็บป่วยและการรักษาพยาบาล

สิ่งที่ควรคำนึงถึงและระมัดระวัง คือ ไม่ควรทิ้งของเสียอันตรายเหล่านี้ลงท่อระบายน้ำเสีย อีกทั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนไม่ได้ออกแบบให้สามารถรองรับหรือบำบัดของเสียอันตรายเหล่านี้ได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการใช้จุลินทรีย์ในการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จนอาจทำให้การทำงานของระบบล้มเหลวได้ หรือแม้แต่การนำของเสียอันตรายไปกำจัดรวมกับขยะมูลฝอยชุมชนด้วยวิธีฝังกลบที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสม ก็อาจเกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และคุณภาพอากาศได้ด้วย

ดังนั้นหากแหล่งชุมชนต่างๆ ตลอดจนประชาชนมีความตระหนักถึงอันตรายของของเสียอันตรายและร่วมมือกัน ก็จะสามารถช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ โดยการเรียนรู้วิธีการจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้น และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

**ขั้นต้น : ลดปริมาณการผลิตของเสียอันตรายจากบ้านเรือน โดย**

- ก่อนซื้อผลิตภัณฑ์ ควรอ่านฉลากเพื่อให้แน่ใจว่า สิ่งที่ท่านซื้อท่านสามารถกำจัดได้อย่างเหมาะสม
- ไม่เก็บสะสมอุปกรณ์เครื่องใช้ที่มีส่วนประกอบของของเสียอันตรายไว้ในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น
- อ่านคำแนะนำในการใช้และการทิ้งบรรจุภัณฑ์อย่างละเอียดและปฏิบัติตาม
- หากเป็นไปได้ควรเลือกใช้วัสดุทดแทนที่ปลอดภัยกว่าที่สามารถหาได้ภายในท้องถิ่น

**ขั้นที่สอง : การจัดการของเสียอัตรายจากบ้านเรือน**

เมื่อท่านได้ทำการลดปริมาณของเสียอันตรายดังคำแนะนำข้างต้นแล้ว และยังคงมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นอีกบางส่วนที่ควรได้รับการกำจัดที่เหมาะสม เช่น การนำกลับมาใช้ใหม่ การฝังกลบ และการเผา เป็นต้น อย่างไรก็ตามหากทำการเผาโดยใช้เตาตามบ้านเรือนจะไม่สามารถทำลายของเสียอันตรายได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากเตาที่ใช้ตามบ้านเรือนให้ความร้อนไม่เพียงพอ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มสารพิษและมลพิษทางอากาศให้เกิดขึ้นอีกด้วย

ที่สำคัญก็คือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องให้ความสำคัญกับการกำจัดของเสียอันตรายจากบ้านเรือน โดยจะต้องมีมาตรการในการบริหารจัดการและดำเนินการอย่างจริงจัง โดยอาจว่าจ้างผู้รับจ้างที่มีใบอนุญาตภายในท้องถิ่นเพื่อทำการเก็บรวบรวมของเสียอันตราย และนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ประชาชนอาจขอคำแนะนำจาก

หน่วยงานสาธารณสุขภายในท้องถิ่นของท่าน เพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับการทิ้งของเสียอันตรายนี้ได้ รวมทั้งขอคำแนะนำจากผู้มีความรู้ในการดำเนินการเดินระบบบำบัดน้ำเสียเกี่ยวกับการทิ้งของเหลวที่เกิดจากของเสียอันตรายนั้นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย

## บทบาทหน้าที่ในการมีส่วนร่วมของประชาชน

การจัดการควรมีความร่วมมือกันภายในชุมชนในการวางแผนและสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพในการจัดการของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิด คือ บ้านเรือน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรวบรวมและการแยกของเสียอันตราย จะเป็นการช่วยเจ้าหน้าที่ภายในท้องถิ่นในการป้องกันการปนเปื้อนของของเสียอันตรายไปสู่สิ่งแวดล้อมหรือไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย และน้ำใต้ดิน ดังนั้นประชาชนจึงควรมีส่วนร่วมและสนับสนุนการดำเนินการจัดการของเสียอันตรายจากบ้านเรือนของตนเองให้เหมาะสม อาทิเช่น

- เรียนรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียที่ท่านใช้อยู่ให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ และบอกกล่าวให้ครอบครัวหรือเพื่อนได้รับรู้ด้วย
- เรียนรู้เกี่ยวกับระบบฝังกลบของชุมชนและโปรแกรมพิเศษสำหรับจัดการของเสียอันตราย
- ติดต่อหน่วยงานรัฐหรือภาคเอกชนที่ดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตราย ซึ่งสามารถกำจัดของเสียอันตรายได้อย่างเหมาะสม หรือสามารถให้คำแนะนำท่านในเรื่องการจัดการของเสียอันตรายจากบ้านเรือนนี้ได้ อันได้แก่

(1) สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม : ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ โทร. 0 2202 4165, 0 2202 4167

(2) ศูนย์บริการกำจัดการอุตสาหกรรมมาบตาพุด : นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โทร. 0 3868 4096

(3) ศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมแสมดำ : ซอยวัดแสมดำ แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ โทร. 0 2415 3728 หรือ 0 2415 0428 - 30

(4) กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม : 0 2298 2433

## ข้อแนะนำวิธีการจัดการของเสียจากบ้านเรือน

ข้อแนะนำในเรื่องของวิธีการจัดการของเสียจากบ้านเรือน รวบรวมจาก Water Environment Federation (WEF) สำหรับใช้เป็นแนวทางปฏิบัติให้เกิดความถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัยในการทิ้งของเสียเหล่านี้

| แหล่งที่มา | ชนิดของเสีย | วิธีการจัดการ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 ทิ้งลงท่อ | 2 รอกำจัด | 3 รอกำจัด | 4 นำกลับไปใช้ |
| 1. ครัว | - กระป๋องใส่น้ำยาสำหรับฉีดที่หมดแล้ว (แบบสูบ) | | ◆ | | ■ |
| | - น้ำยาทำความสะอาดอลูมิเนียม | ▲ | | | |
| | - น้ำยาแอมโมเนีย | ▲ | | | |
| | - กระป๋องยาฆ่าแมลง | | | + | |
| | - น้ำยาล้างท่อระบายน้ำ | ▲ | | | |
| | - ผลิตภัณฑ์รักษาพื้น | | | + | |
| | - ผลิตภัณฑ์น้ำยาขัดเงาเฟอร์นิเจอร์ | | | + | |
| | - ผลิตภัณฑ์น้ำยาขัดโลหะพร้อมสารทำละลาย | | | + | |
| | - น้ำยาเช็ดกระจก | ▲ | | | |
| | - กระป๋องใส่น้ำยาทำความสะอาดเตา | | ◆ | | |
| 2. ห้องน้ำ | - โลชั่นที่มีส่วนผสมแอลกอฮอล์ (เช่น น้ำหอม) | ▲ | | | |
| | - น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำ | ▲ | | | |
| | - น้ำยากำจัดขน | ▲ | | | |
| | - น้ำยาฆ่าเชื้อโรค | ▲ | | | |
| | - โลชั่น | ▲ | | | |

| แหล่งที่มา | ชนิดของเสีย | วิธีการจัดการ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 ทิ้งลงท่อ | 2 รอกำจัด | 3 รอกำจัด | 4 นำกลับไปใช้ |
| | - น้ำยาใส่ผม | ▲ | | | |
| | - ยาหมดอายุ | ▲ | | | |
| | - ผลิตภัณฑ์น้ำยาแต่งเล็บ | | ◆ | | |
| | - น้ำยาทำความสะอาดอ่างน้ำ | ▲ | | | |
| | - น้ำยาทำความสะอาดกระเบื้อง | ▲ | | | |
| 3. โรงจอดรถ | - ผลิตภัณฑ์น้ำยาป้องกันการแข็งตัวของน้ำ | | | + | ■ |
| | - น้ำมันเกียร์อัตโนมัต | | | + | ■ |
| | - ผลิตภัณฑ์ซ่อมแซมตัวถัง | | ◆ | | |
| | - แบตเตอรี่ | | | + | ■ |
| | - น้ำมันเบรค | | | + | |
| | - น้ำยาขัดเงารถพร้อมสารทำละลาย | | | + | |
| | - น้ำมันดีเซล | | | + | ■ |
| | - น้ำมันเครื่อง | | | + | ■ |
| | - น้ำมันเบนซิน | | | + | ■ |
| | - น้ำมันก๊าด | | | + | ■ |
| | - ผลิตภัณฑ์น้ำยาขัดโลหะพร้อมสารทำละลาย | | | + | |
| | - น้ำมันมอเตอร์ | | | + | ■ |
| | - น้ำมันอื่นๆ | | | + | |
| | - น้ำยาทำความสะอาดกระจก | ▲ | | | |
| 4. ห้องเก็บเครื่องมือช่าง | - น้ำยาล้างสีพร้อมสารทำละลาย | | | + | ■ |
| | - น้ำยาล้างสีพร้อม TSP | ▲ | | | |
| | - กระป๋องใส่น้ำยาสำหรับฉีดที่หมดแล้ว (แบบสูบ) | | ◆ | | ■ |

| แหล่งที่มา | ชนิดของเสีย | วิธีการจัดการ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 ทิ้งลงท่อ | 2 รอกำจัด | 3 รอกำจัด | 4 นำกลับไปใช้ |
| | - น้ำมันลอกสี | | | + | |
| | - กาว (ใช้ตัวทำละลายอื่น) | | | + | |
| | - กาว (ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย) | ▲ | | | |
| | - สี-ลาเท็กซ์ | | ◆ | | ■ |
| | - สี-น้ำมัน | | | + | |
| | - สี-ออโต้ | | | + | |
| | - สี-โมเดล | | | + | |
| | - สีสินเนอร์ | | | + | ■ |
| | - สีสวิปเปอร์ | | | + | |
| | - สีสทริปเปอร์ (ด่าง) | ▲ | | | |
| | - สีที่ใช้ลงพื้นชั้นแรก | | | + | |
| | - ผลิตภัณฑ์กำจัดสนิม (ผสมกรดฟอสฟอริค) | ▲ | | | |
| | - น้ำมันสน | | | + | ■ |
| | - น้ำมันขัดเงา | | | + | |
| | - น้ำยาถนอมเนื้อไม้ | | | + | |
| 5. สวน | - ปุ๋ย | | ◆ | | |
| | - ยากำจัดรา | | | + | |
| | - ยากำจัดหญ้า | | | + | |
| | - ยากำจัดแมลง | | | + | |
| | - ยาเบื่อหนู | | | + | |
| | - ยากำจัดวัชพืช | | | + | |
| 6. อื่นๆ | - กระสุนปืน | | | + | |

| แหล่งที่มา | ชนิดของเสีย | วิธีการจัดการ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 ทิ้งลงท่อ | 2 | 3 | 4 นำกลับไปใช้ |
| | | | รอกำจัด | | |
| | - น้ำมันสำหรับละลายสี | | | + | |
| | - สารทำละลายที่ใช้ในการทำความสะอาด | | | + | ■ |
| | - เส้นใยแก้วอีพ็อคซี่ | | | + | |
| | - สารทำลายที่ใช้ทำความสะอาดปืน | | | + | ■ |
| | - น้ำยาที่ใช้จุดไฟ | | | + | |
| | - ตะกั่วจากแบตเตอรี่ | | | + | ■ |
| | - ลูกเหม็น | | | + | |
| | - สารเคมีที่ใช้เกี่ยวกับการถ่ายภาพ | | | + | |
| | - น้ำยาขัดรองเท้า | | ◆ | | |
| | - สารเคมีที่ใช้ภายในสระว่ายน้ำ | | | + | |

**หมายเหตุ :**

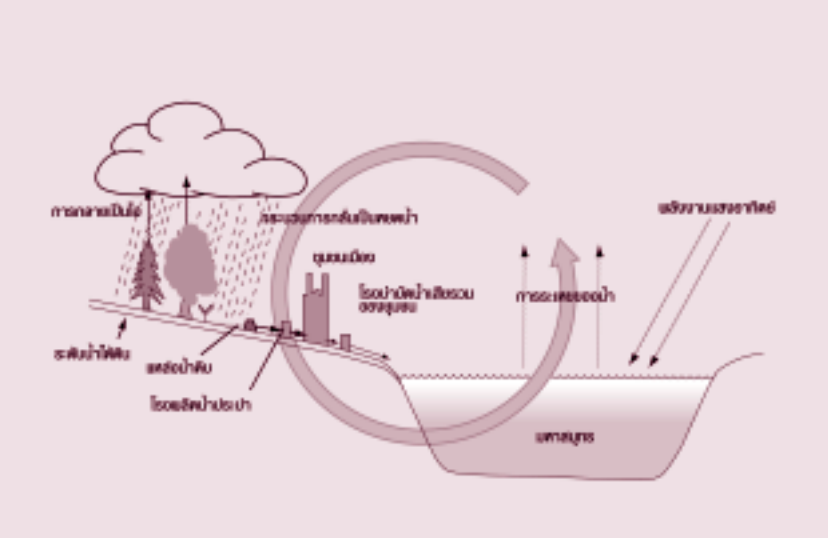
▲ **วิธีการจัดการที่ 1 :** ของเสียที่สามารถเททิ้งลงท่อระบายน้ำที่มีปริมาณน้ำในการเจือจางสูงได้โดยตรง แต่ทั้งนี้ต้องศึกษาฉลากข้างผลิตภัณฑ์ด้วยว่ามีผลต่อบ่อเกรอะบ่อซึมหรือไม่

◆ **วิธีการจัดการที่ 2 :** ของเสียที่เป็นวัสดุที่ไม่สามารถทิ้งลงท่อระบายน้ำได้ แต่จะต้องทำการกำจัดโดยนำไปทิ้งยังสถานที่ฝังกลบที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล

✚ **วิธีการจัดการที่ 3 :** ของเสียอันตรายที่จะต้องถูกกำจัดโดยวิธีการที่เหมาะสม โดยการว่าจ้างผู้รับจ้างให้บริการจำกัดของเสียอันตรายที่มีใบอนุญาต เพื่อนำไปกำจัดอีกทอดหนึ่ง

■ **วิธีการจัดการที่ 4 :** ของเสียอันตรายที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกหรือสามารถนำกลับมาแปรสภาพเพื่อใช้งานได้

# การบำบัดน้ำเสียและกากตะกอน (Wastewater Treatment and Sludge Disposal)

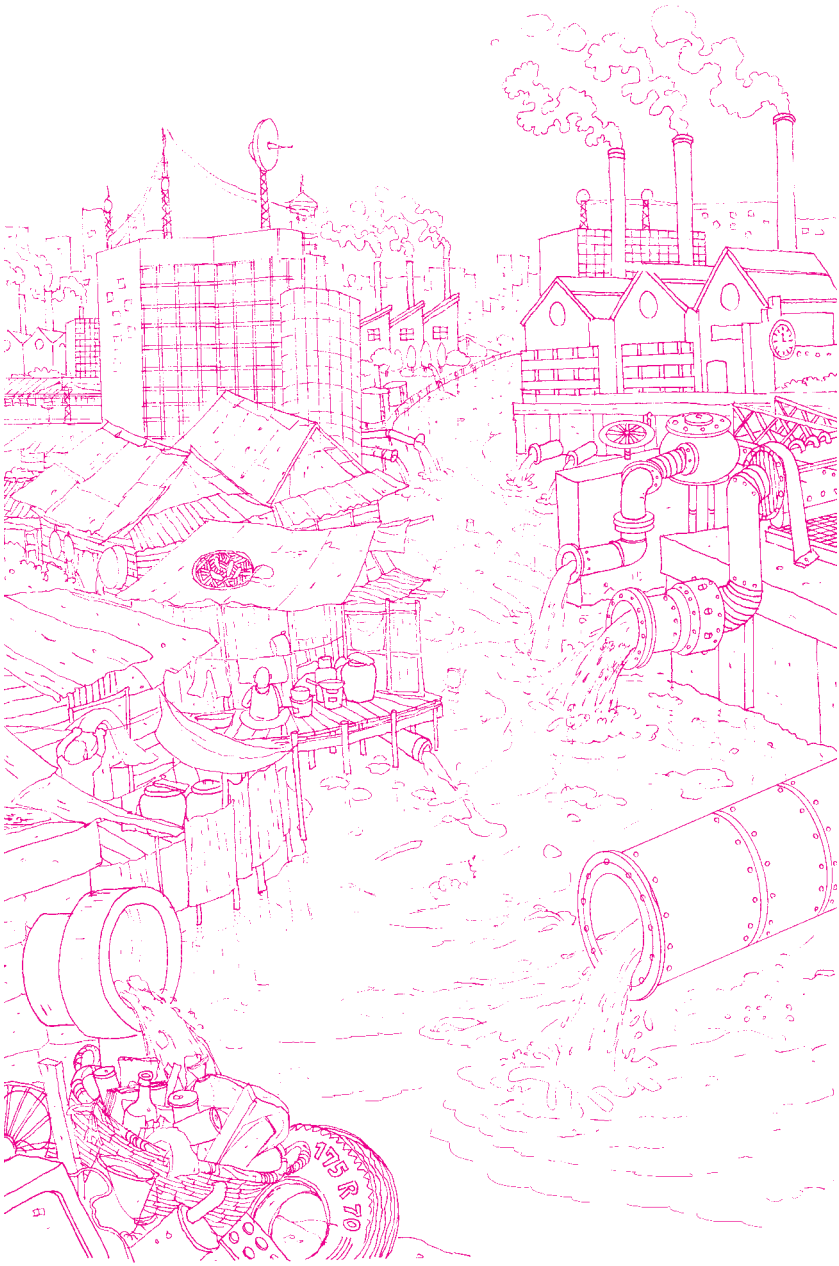


ณ ความสูงสองหมื่นฟุตเหนือพื้นโลก โมเลกุลของน้ำได้เปลี่ยนจากไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำ และเป็นฝนตกลงสู่พื้นโลก น้ำฝนเหล่านี้จะไหลผ่านพื้นที่รับน้ำและลำน้ำบนภูเขาก่อนไหลลงสู่แม่น้ำและแหล่งเก็บกักน้ำ ซึ่งเราอาศัยใช้ประโยชน์ เป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน หลังจากนั้นน้ำที่ผ่านการใช้แล้วจะเป็นน้ำเสียไหลลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย และแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง หรือส่งไปบำบัดยังโรงบำบัดน้ำเสียต่อไป

## ความสำคัญของระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงบำบัดน้ำเสียเป็นสถานที่รวบรวมน้ำเสียจากบ้านเรือน แหล่งพาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และสถาบันเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบต่างๆ เพื่อกำจัดมลสารที่อยู่ในน้ำเสีย ให้มีคุณภาพดีขึ้นและไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกระบายลงสู่แม่น้ำสาธารณะ หรือบางส่วนยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และอื่นๆ

แม้ว่าน้ำจะเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีการใช้ซ้ำหลายครั้งวนเวียนเป็นวัฏจักร และมีกระบวนการทำให้สะอาดโดยตัวมันเอง (Self Purification) แต่กระบวนการนี้ก็มีขีดความสามารถจำกัดในแต่ละแหล่งน้ำ ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียจึงเป็นกลไกสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยลดภาระของแหล่งน้ำในการทำความสะอาดตัวเองตามธรรมชาติและช่วยป้องกันมิให้สารมลพิษปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา


175 R 70

## การรวบรวมน้ำเสีย

ระบบท่อระบายน้ำเป็นระบบท่อที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อนทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียจากที่พักอาศัย อุตสาหกรรม ธุรกิจพาณิชยกรรม และสถาบัน ให้ไหลไปตามท่อระบายน้ำซึ่งวางอยู่ใต้ดินไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะใกล้เคียงกับอัตราการใช้น้ำในชุมชนนั้นๆ และการไหลของน้ำเสีย เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจะแปรผันตามช่วงการใช้น้ำในแต่ละวันและแปรผันตามฤดูกาลในแต่ละปีทั้งนี้ระบบท่อระบายน้ำจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำที่ไหลเข้าท่อระบายน้ำที่ไหลเข้าท่อระบายน้ำได้ทั้งหมดโดยไม่ก่อให้เกิดการรั่วซึมหรือทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นภายในชุมชน

## การบำบัดน้ำเสีย

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการสภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ดังนี้

**1. การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment)** : เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน

และน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

**2. การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment)** : เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมีเพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้าถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

**3. การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment)** : เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโตทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกอง (Trickling Filter) ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

โดยทั่วไปการบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

**1. การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment)** : และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) : เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ร้อยละ 25-40

**2. การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)** : เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ที่ละลายและไม่ละลายในน้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่า การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

**3. การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment)** : เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากและอื่น ๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำ

กลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สอง มิสามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

- การกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมี และแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ
- การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมี และแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็นไนเทรตที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการไนทริฟิเคชั่น (Nitrification)” และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเทรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น (Denitrification)”
- การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphorus Luxury Update) ซึ่งต้องการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี
- การกรอง (Filtration) ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ อันได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น
- การดูดติดผิว (Adsorbtion) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหนือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน

## การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษ และเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่

1. การทำข้น (Thickener) โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Floatation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

2. การให้สลัดจ์คงตัว (Stabilization) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศ หรือใช้กระบวนการไร้อากาศ เพื่อทำหน้าที่ในการลดสารอินทรีย์ในสลัดจ์ ทำให้สลัดจ์คงตัวสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เน่าเหม็น

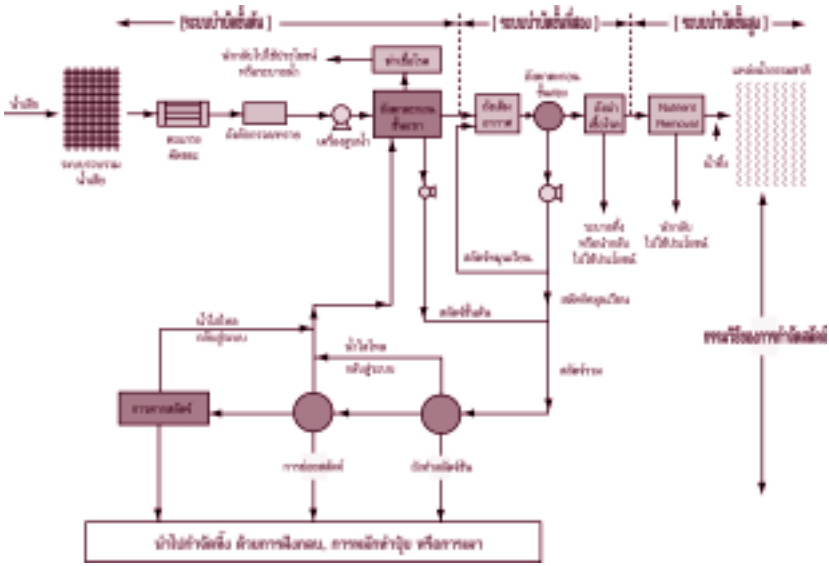
3. การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) เพื่อให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

4. การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกลบ การเผา หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) รวมถึงการลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)

## การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Disposal)

หลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และมีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้ว ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

- การฝังกลบ (Landfill) : เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับอีกชั้นหนึ่ง
- การหมักทำปุ๋ย (Composting) : เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วย ธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่าง ๆ
- การเผา (Incineration) : เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ความเข้มข้นสลัดจ์ ตั้งแต่ ร้อยละ 40 ขึ้นไป) มาเผาได้



# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment)

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยวๆ เช่น บ้านพักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน หรืออาคารสถานที่ทำการ เป็นต้น เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียในระดับหนึ่งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปที่นิยมใช้กัน ได้แก่ บ่อดักไขมัน (Grease Trap) ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นต้น เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อสร้างได้ง่าย อีกทั้งยังมีการผลิตเป็น

ถังสำเร็จรูป ทำให้สะดวกในการติดตั้ง อาจก่อสร้างเป็นระบบแบบติดกับที่ขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง เช่น ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ เป็นต้น เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตราฐานน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

ในคู่มือเล่มนี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบบ่อเกรอะ และระบบบ่อกรองไร้อากาศ ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ขนาดเล็กที่ใช้ทั่วไปในการบำบัดน้ำเสียจากห้องน้ำ ห้องส้วม ในบ้านเรือนและอาคารต่างๆ อย่างแพร่หลาย

## ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank)

บ่อเกรอะมีลักษณะเป็นบ่อปิด ป้องกันน้ำซึมผ่านเข้า-ออก และไม่มีการเติมอากาศภายในบ่อ เพื่อให้เกิดการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศ (Anaerobic) ขึ้นภายในบ่อ นิยมใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม หรือจะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัว หรือน้ำเสียอื่นๆ ร่วมด้วยก็ได้

การทำงานของระบบบ่อเกรอะเป็นการย่อยสลายกากของเสีย หรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย โดยไม่ใช้อากาศและเกิดเป็นก๊าซกับน้ำ ทำให้เหลือกากตะกอนอยู่ก้นบ่อ (อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) ซึ่งอาจต้องสูบกากตะกอนออกเป็นครั้งคราว (ประมาณปีละหนึ่งครั้งสำหรับบ่อเกรอะมาตรฐาน) ทั้งนี้การติดตั้งบ่อเกรอะจะต้องคำนึงถึงการระบายอากาศออกจากบ่อด้วย และไม่ควรทิ้งสิ่งของที่ย่อยสลายยากและสารที่เป็นพิษต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อเกรอะ จะทำให้บ่อไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเต็มก่อนเวลาอันสมควร อย่างไรก็ตามกากตะกอนที่สูบออกจากบ่อเกรอะมีความสกปรกสูงมาก เทียบได้กับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการกำจัดโดยวิธีที่เหมาะสมต่อไป เช่น ใช้ระบบย่อย (Digestion) และนำไปทำส่วนผสมของดินเพื่อการเกษตร เป็นต้น

## สิ่งของที่ไม่ควรทิ้งลงท่อระบายน้ำ หรือทิ้งลงเครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ

1. เศษผม
2. กากกาแฟ
3. ไหมขัดฟัน
4. ผ้าอ้อมเด็ก
5. เศษอาหาร
6. ผ้าอนามัย
7. ก้นบุหรี่
8. ถุงยางอนามัย
9. พลาสเตอร์ปิดแผล
10. ไขมัน, น้ำมัน
11. กระดาษเช็ดมือ
12. สีทาบ้าน
13. น้ำยาเคลือบ
14. ทินเนอร์
15. น้ำมัน
16. น้ำยาล้างฟิล์ม
17. ยาฆ่าแมลง

## ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage)

| พารามิเตอร์ | ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร) | |
|---|---|---|
| | ค่าโดยทั่วไป (1) | ค่าโดยทั่วไป (2) |
| 1. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD | 6,000 | 5,000 |
| 2. ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Solids; TS) | 40,000 | 40,000 |
| 3. ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids; SS) | 15,000 | 20,000 |
| 4. ค่าไนโตรเจนในรูปที เค เอ็น (TKN) | 700 | 1,200 |
| 5. ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ($NH_3$) | 400 | 350 |
| 6. ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) | 250 | 250 |
| 7. ค่าไขมัน (Grease) | 8,000 | - |

**ที่มา :** (1) Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy 1991
(2) โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน เล่ม 3, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2538

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงนัก เพียงประมาณร้อยละ 40-60 ทำให้น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะยังคงมีค่าความสกปรกในรูปบีโอดีสูง จึงไม่เหมาะที่จะระบายทิ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำสาธารณะได้ จำเป็นต้องการผ่านการบำบัดที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

## ลักษณะของบ่อเกรอะ

ลักษณะที่สำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอย (ฝ้าไข : Scum) และตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะขั้นสอง โดยการใช้แผ่นกั้นขวาง หรือท่อรูปตัวที (สามทาง)

บ่อเกรอะมีใช้อยู่ตามอาคารสถานที่ทั่วไปจะสร้างเป็นบ่อคอนกรีตในที่ หรือถ้าเป็นอาคารขนาดเล็กหรือบ้านพักอาศัยก็มักนิยมสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป

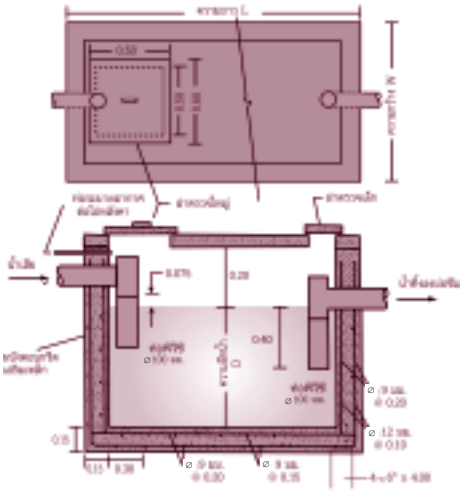
## เกณฑ์การออกแบบ

บ่อเกรอะที่รับน้ำเสียเฉพาะน้ำเสียจากส้วมของบ้านพักอาศัย ซึ่งกำหนดขนาดได้ดังนี้

กรณีที่ 1 : จำนวนผู้พักอาศัยน้อยกว่า 5 คน ให้ใช้ปริมาตรบ่ออย่างน้อย 1.5 ลูกบาศก์เมตร

กรณีที่ 2 : จำนวนผู้พักอาศัยตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป

ปริมาตรบ่อ = 1.5 + 0.1 × (จำนวนผู้พักอาศัย - 5)



แบบมาตรฐานบ่อเกรอะขนาดเล็ก

## ขนาดบ่อเกรอะรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย

| จำนวนผู้พัก | ปริมาณน้ำส้วม (ม.$^3$/วัน) | | ขนาดบ่อ (วัดจากระยะขอบบ่อด้านใน) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ราด | ชักโครก | ปริมาตร | ความลึกน้ำ | ความกว้าง | ความยาว |
| | | | ลูกบาศก์เมตร | เมตร | เมตร | เมตร |
| < 5 | 0.1 | 0.3 | 1.5 | 1.00 | 0.90 | 1.70 |
| 5-10 | 0.2 | 0.6 | 2.0 | 1.00 | 1.00 | 2.00 |
| 10-15 | 0.3 | 0.9 | 2.5 | 1.25 | 1.00 | 2.00 |
| 15-20 | 0.4 | 1.2 | 3.0 | 1.25 | 1.10 | 2.20 |
| 20-25 | 0.5 | 1.5 | 3.5 | 1.25 | 1.20 | 2.40 |
| 25-30 | 0.6 | 1.8 | 4.0 | 1.40 | 1.20 | 2.40 |
| 30-35 | 0.7 | 2.1 | 4.5 | 1.50 | 1.20 | 2.50 |
| 35-40 | 0.8 | 2.4 | 5.0 | 1.60 | 1.20 | 2.60 |
| 40-45 | 0.9 | 2.7 | 5.5 | 1.60 | 1.30 | 2.60 |
| 45-50 | 1.0 | 3.0 | 6.3 | 1.60 | 1.40 | 2.80 |

**ที่มา :** คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

## การใช้งานและการดูแลรักษา

1. ห้ามเทสารที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ลงในบ่อเกรอะ เช่นน้ำกรดหรือด่างเข้มข้น น้ำยาล้างห้องน้ำเข้มข้น คลอรีนเข้มข้น ฯลฯ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อเกรอะลดลง เพราะน้ำทิ้งไม่ได้คุณภาพตามต้องการ

2. ห้ามทิ้งสารอนินทรีย์หรือสารย่อยยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย ฯลฯ ซึ่งนอกจากมีผลทำให้ส้วมเต็มก่อนกำหนดแล้วยังอาจเกิดการอุดตันในท่อระบายได้

3. ในกรณีระดับน้ำในบ่อเกรอะสูงและราดส้วมไม่ลง ให้ตรวจดูการระบายของบ่อซึม (ถ้ามี) ว่ามีการซึมออกดีหรือไม่ ถ้าไม่มีบ่อซึมปัญหาอาจมาจากน้ำภายนอกไหลท่วมเข้ามาในถัง ต้องแก้ไขโดยการยกถังขึ้นสูง ในกรณีใช้บ่อเกรอะสำเร็จรูป ให้ติดต่อผู้แทนจำหน่ายเพื่อตรวจสอบและแก้ไขต่อไป

## บ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

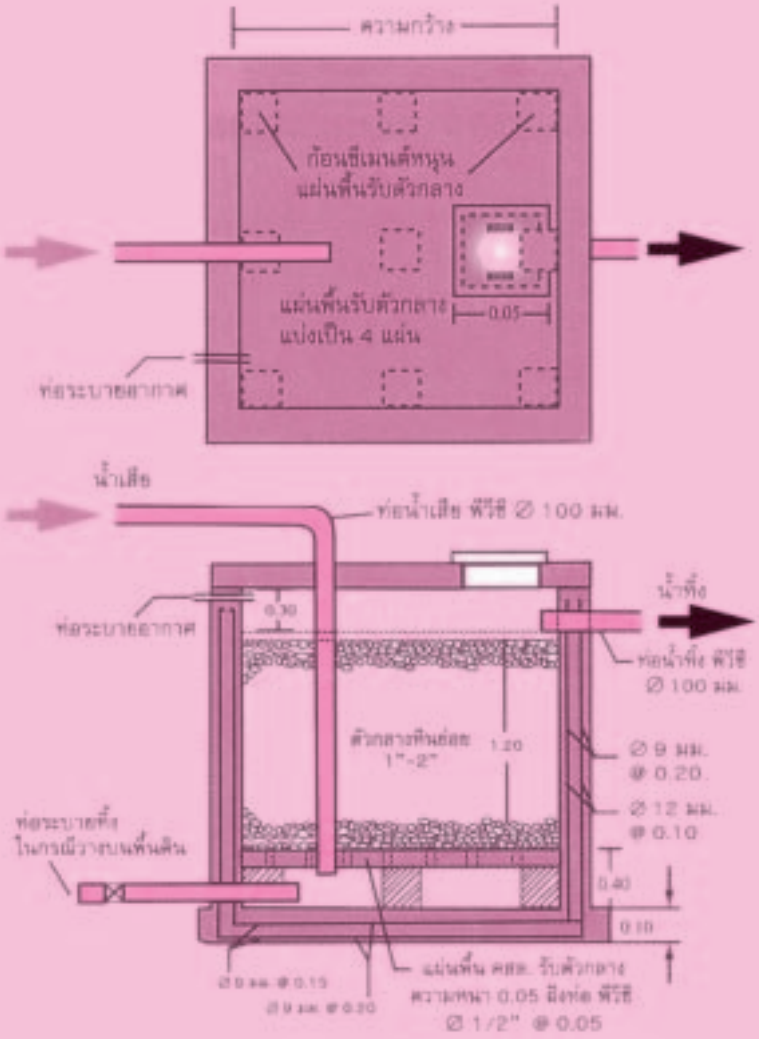
บ่อกรองไร้อากาศเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น

น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลางก่อนไหลออกทางท่อด้านบน ในระหว่างที่ไหลผ่านชั้นตัวกลางจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง

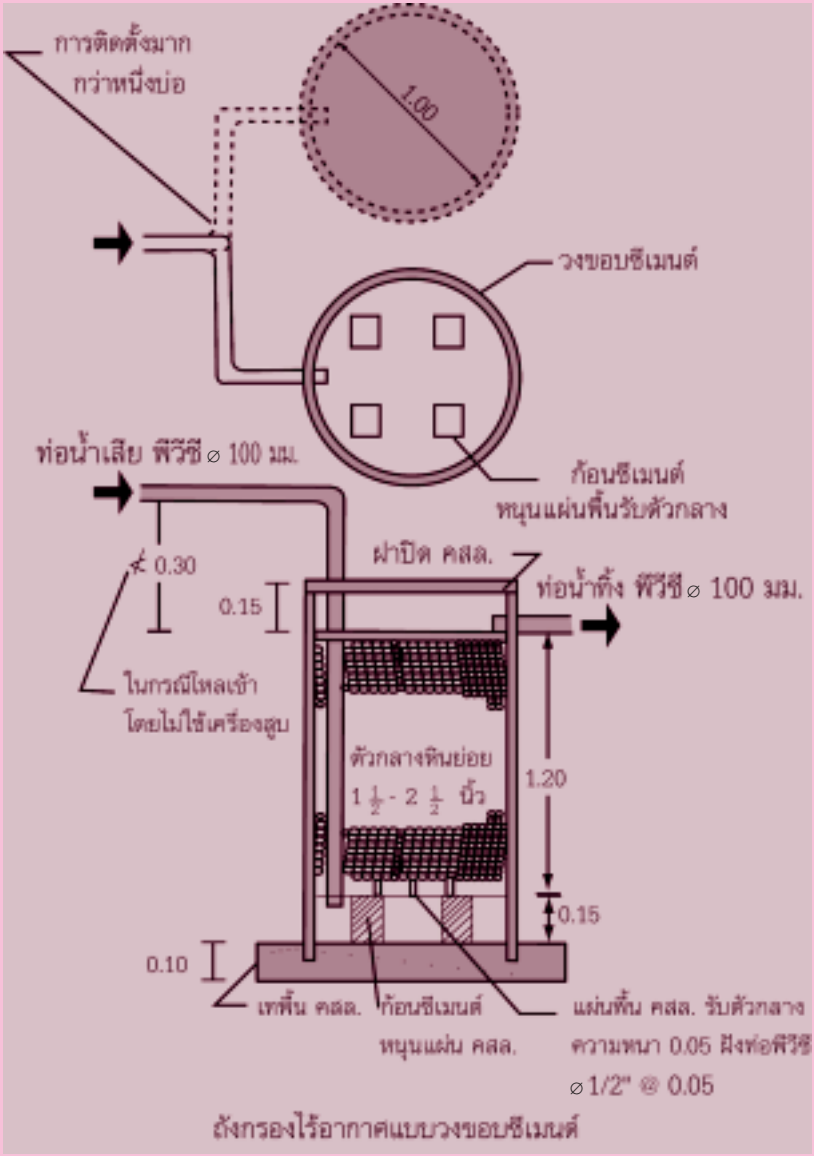
การที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ สามารถย่อยสลายของเสียได้อย่างทั่วถึงจากด้านล่างจนถึงด้านบน ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน

ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตในที่ หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม หากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้อีกด้วย




แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสี่เหลี่ยมจัตุรัส




ถังกรองไร้อากาศแบบวงขอบซีเมนต์

1. ในระยะแรกที่ปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรองจะยังไม่มีการบำบัดเกิดขึ้น เนื่องจากยังไม่มีจุลินทรีย์ การเกิดขึ้นของจุลินทรีย์อาจเร่งได้ โดยการตักเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือท้องร่องหรือก้นท่อระบายของเทศบาล ซึ่งมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศมาใส่ในถังกรองประมาณ 2-3 ปี๊บ

2. น้ำที่เข้าถังกรองจะเป็นน้ำที่ไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปน เพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็วส่วนวิธีแก้ไขการอุดตัน คือฉีดน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบนและระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อมๆ กัน

3. ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนติดออกมาด้วย อาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นมาเป็นช่อง ต้องแก้ไขด้วยการฉีดน้ำล้างตัวกลางเช่นเดียวกับข้อ 2

**ขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย**

| จำนวนผู้พัก | ปริมาตรตัวกลาง (ลบ.ม.) (สูง 1.20 เมตร) | ถังทรงกระบอก จำนวนถัง × สผก. (สูง 1.50 เมตร) | แบบถังสี่เหลี่ยม กว้าง × ยาว (ตารางเมตร) (สูง 1.50 เมตร) | แบบถังสี่เหลี่ยม จำนวนถัง |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0.5 | 1 × 1.00 | - | - |
| 5-10 | 1.0 | 2 × 1.00 | - | - |
| 10-15 | 1.5 | 3 × 1.00 | - | - |
| 15-20 | 2.0 | 3 × 1.00 | - | - |
| 20-25 | 2.5 | 4 × 1.00 | - | - |
| 25-30 | 3.0 | - | 1.6 × 1.6 | 2 |
| 30-35 | 3.5 | - | 1.7 × 1.7 | 2 |
| 35-40 | 4.0 | - | 1.8 × 1.8 | 2 |
| 40-45 | 4.5 | - | 1.9 × 1.9 | 2 |
| 45-50 | 5.0 | - | 2.0 ×. 2.0 | 2 |

**หมายเหตุ :** * สผก. = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)

**ที่มา :** คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

โดยในปัจจุบัน การใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Treatment) มีการใช้ทั้งแบบก่อสร้างเอง และแบบถังสำเร็จรูป (Package On-Site) ซึ่งแหล่งชุมชนที่ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบติดกับที่นี้ ได้แก่

1. ชุมชนขนาดเล็กที่มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 1,000 คน

2. ชุมชนที่ยังไม่มีปัญหาคุณภาพแหล่งน้ำ จึงไม่ต้องการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากนัก แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องการวางแผนในระยะยาว เพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนในอนาคตด้วย

3. ชุมชนที่มีบ้านเรือนอยู่กระจัดกระจาย ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินการดูแลรักษาระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้ค่าลงทุนและดูแลรักษาต่อคน สูงกว่าชุมชนขนาดใหญ่

## การเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

1. พื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง

2. ชนิดของดินในบริเวณก่อสร้างระบบมีการซึมน้ำได้ดี

3. บริเวณก่อสร้างตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น หนอง คลอง บึง ไม่น้อยกว่า 30 เมตร

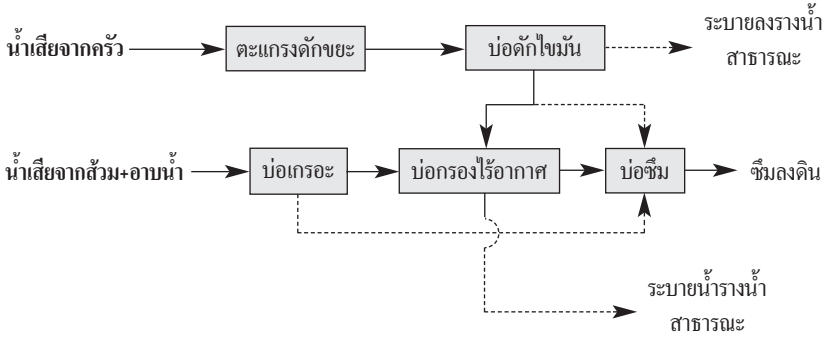
4. เป็นพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินไม่สูงจนเกิดปัญหาในการซึม โดยระดับน้ำก้นบ่อควรสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร

5. ความสะดวกสบายและปลอดภัยในการเข้าถึงอาคารจากพื้นที่โดยรอบ รวมทั้งความสะดวกในการเข้าไปดูแลบำรุงรักษาระบบสุขาภิบาลด้วย

อนึ่ง ข้อเปรียบเทียบระบบบำบัดแบบถังสำเร็จรูปและแบบก่อสร้างเอง และรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียติดกับที่แบบสำเร็จรูปที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ดังตารางต่อไปนี้

## ข้อเปรียบเทียบการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ทั้งแบบสำเร็จรูปและแบบก่อสร้างเอง

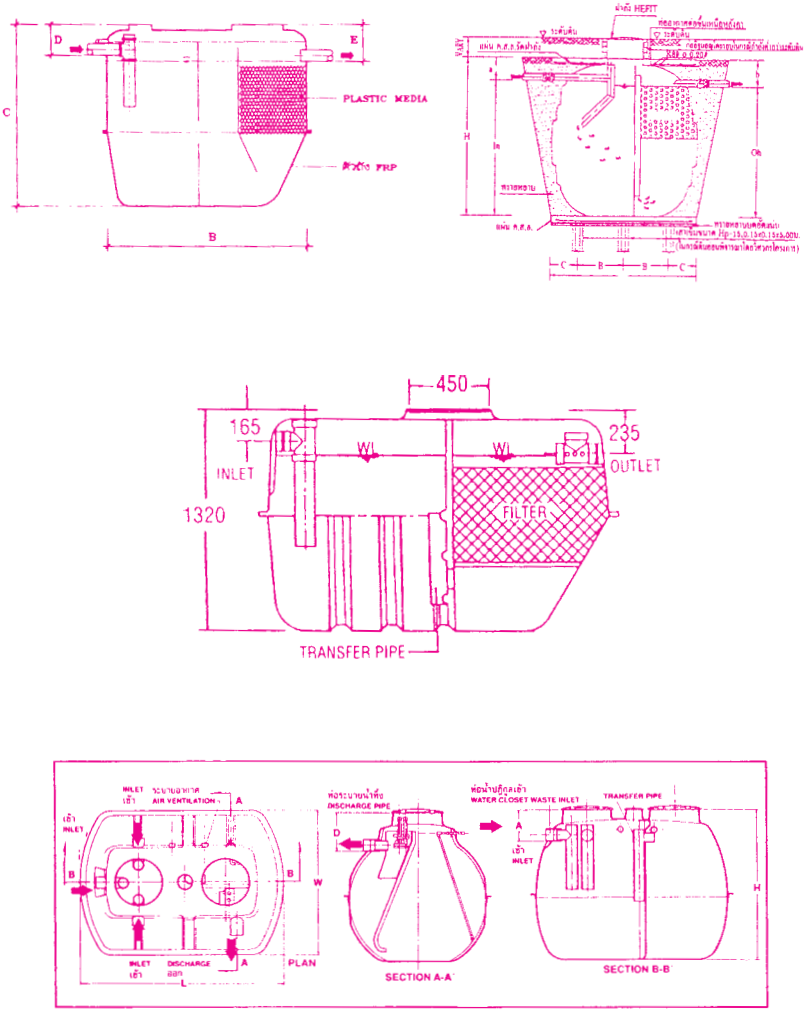
| ข้อเปรียบเทียบ | บ่อดักไขมัน | | บ่อเกรอะ | | บ่อกรองไร้อากาศ | | บ่อเกรอะ+บ่อกรองไร้อากาศ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สร้างเอง | สำเร็จรูป | สร้างเอง | สำเร็จรูป | สร้างเอง | สำเร็จรูป | สร้างเอง | สำเร็จรูป |
| 1. การก่อสร้าง | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย |
| 2. ราคาก่อสร้าง | ต่ำ | ต่ำ | ต่ำ | ปานกลาง | ต่ำ | ปานกลาง | ปานกลาง | แพง |
| 3. การดูแลรักษา | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ง่าย |
| 4. การบำบัดก่อนเข้าระบบ | ผ่านตะแกรง (น้ำจากครัว) | ผ่านตะแกรง (น้ำจากครัว) | ไม่มี | ไม่มี | ผ่านตะแกรง/บ่อดักไขมัน/บ่อเกรอะ | ผ่านตะแกรง/บ่อดักไขมัน/บ่อเกรอะ | ผ่านตะแกรง/บ่อดักไขมัน | ผ่านตะแกรง/บ่อดักไขมัน |
| 5. คุณภาพน้ำทิ้ง | ไม่ดีพอ | ไม่ดีพอ | ไม่ดีพอ | ไม่ดีพอ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| 6. การปล่อยทิ้ง | ลงบ่อซึม/บ่อกรองไร้อากาศ/รางน้ำสาธารณะ | ลงบ่อซึม/บ่อกรองไร้อากาศ/รางน้ำสาธารณะ | ลงบ่อซึม/บ่อกรองไร้อากาศ | ลงบ่อซึม/บ่อกรองไร้อากาศ | ทางน้ำสาธารณะ/ลานซึม | ทางน้ำสาธารณะ/ลานซึม | ทางน้ำสาธารณะ/ลานซึม | ทางน้ำสาธารณะ/ลานซึม |



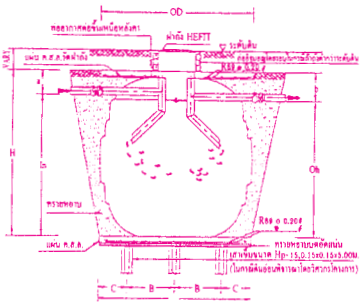

**หมายเหตุ :** ..... ทางเลือก

## ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ชนิดถังสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

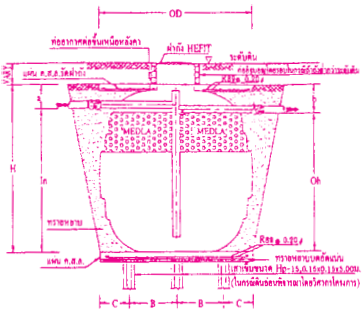
| ชนิดของถังสำเร็จรูป | รายละเอียด | | |
|---|---|---|---|
| | จำนวนบริการ (คน) | ปริมาตรถัง (ลูกบาศก์เมตร) | ราคาโดยประมาณ (บาท) |
| Septic Tank (บ่อเกรอะ) | 3 | 0.6 | 7,000-8,000 |
| | 4 | 0.8 | 8,000-9,000 |
| | 6 | 1.30 | 11,000-12,000 |
| | 8 | 1.6 | 12,500-13,500 |
| | 10 | 2.0 | 15,000-20,000 |
| | 15 | 3.0 | 21,000-25,000 |
| | 20 | 4.0 | 28,000-30,000 |
| | 25 | 2.0 | 31,000-35,000 |
| | 30 | 6.0 | 41,000-45,000 |
| Anaerobic Filter (บ่อกรองไร้อากาศ) | 3-6 | 0.6-1.2 | 11,000-2,0000 |
| | 8 | 1.6 | 21,000-25,000 |
| | 10 | 2.0 | 26,000-27,000 |
| | 15 | 3.0 | 35,000-40,000 |
| | 20 | 4.0 | 55,000-60,000 |
| | 25 | 2.0 | 65,000-70,000 |
| | 30 | 6.0 | 74,000-80,000 |
| Septic Tank+Anaerobic Filter (บ่อเกรอะ+บ่อกรองไร้อากาศ) | 3 | 1.2 | 15,000-17,000 |
| | 5 | 1.6 | 17,000-18,000 |
| | 7 | 2 | 19,000-20,000 |
| | 8 | 3 | 24,000-25,000 |
| | 10 | 4 | 28,000-29,000 |
| | 12 | 5 | 33,000-35,000 |
| | 16 | 6 | 35,000-38,000 |
| Grease Trap (บ่อดักไขมัน) | 1-10 โต๊ะ | 30 ลิตร | 3,500-4,000 |
| | 11-20 โต๊ะ | 60 ลิตร | 5,000-5,500 |
| | 21-50 โต๊ะ | 130-150 ลิตร | 7,000-8,000 |




แบบตัวอย่างถัง Septic Tank - Anaerobic Filter มีจำหน่ายในท้องตลาด



แบบตัวอย่างถัง Septic ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด



แบบถังตัวอย่าง Anaerobic Filter ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

แบบตัวอย่างถังดักไขมัน (Grease Trap) ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

# บ่อดักไขมัน (Grease Trap)

**บ่อดักไขมัน (Grease Trap)** ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัย ห้องอาหาร หรือภัตตาคาร เนื่องจาก น้ำเสียดังกล่าวจะมีน้ำมันและไขมันปนอยู่มาก หากไม่กำจัดออกจะทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน ลักษณะน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัย กรณีที่ไม่ผ่านตะแกรงจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 2,700 มิลลิกรัม/ลิตร หากผ่านตะแกรงจะมีน้ำมัน และไขมันประมาณ 500 มิลลิกรัม/ ลิตร สำหรับลักษณะน้ำเสียจากครัวของภัตตาคารจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร (ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับ

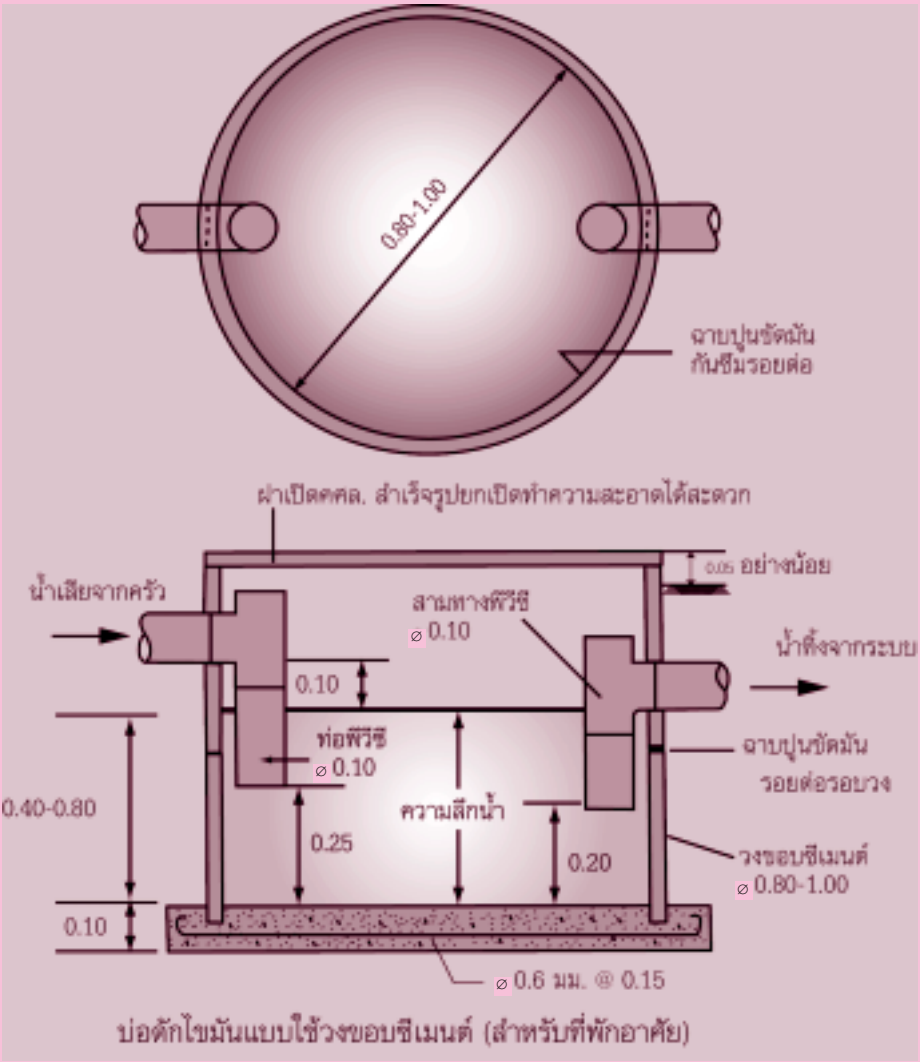
ผู้ออกแบบ และผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ, 2537) ดังนั้นบ่อดักไขมันที่ใช้จะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้ไขมันและน้ำมันมีโอกาสลอยตัวขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ เมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นต้องตักออกไปกำจัด เช่น ใส่ถุงพลาสติกทิ้งฝากรถขยะหรือนำไปตากแห้งหรือหมักทำปุ๋ย บ่อดักไขมันจะสามารถกำจัดไขมันได้มากกว่าร้อยละ 60

บ่อดักไขมันมีทั้งแบบสำเร็จรูปที่สามารถซื้อและติดตั้งได้ง่าย หรือสามารถสร้างเองได้ โดยใช้วงขอบซีเมนต์หรือถังซีเมนต์หินขัด ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าแบบสำเร็จรูป และสามารถปรับให้เหมาะสมกับพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้

## การสร้างบ่อดักไขมัน

การออกแบบบ่อดักไขมันสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิสูง การจับตัวของไขมันช้า ดังนั้นระยะเวลากักพัก (Detention Time) ของบ่อดักไขมันจึงไม่ควรน้อยกว่า 6 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันและไขมันมีโอกาสแยกตัวและลอยขึ้นมากสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ และตักออกไปกำจัดเมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้น

เนื่องจากบ่อที่ใช้สำหรับบ้านเรือนจะมีขนาดเล็กทำให้ไม่คุ้มกับการก่อสร้างแบบเทคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้นอาจก่อสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปนำมาวางซ้อนกัน เพื่อให้ได้ปริมาตรเก็บกักตามที่ได้คำนวณไว้ โดยทางน้ำเข้าและทางน้ำออกของบ่อดักไขมันอาจจะใช้ท่อรูปตัวที (T) หรือแผ่นกั้น (Baffle) สำหรับในกรณีที่น้ำเสียมีปริมาณมากอาจก่อสร้างจำนวนสองบ่อหรือมากกว่าตามความเหมาะสม แล้วแบ่งน้ำเสียไหลเข้าแต่ละบ่อในอัตราเท่า ๆ กัน



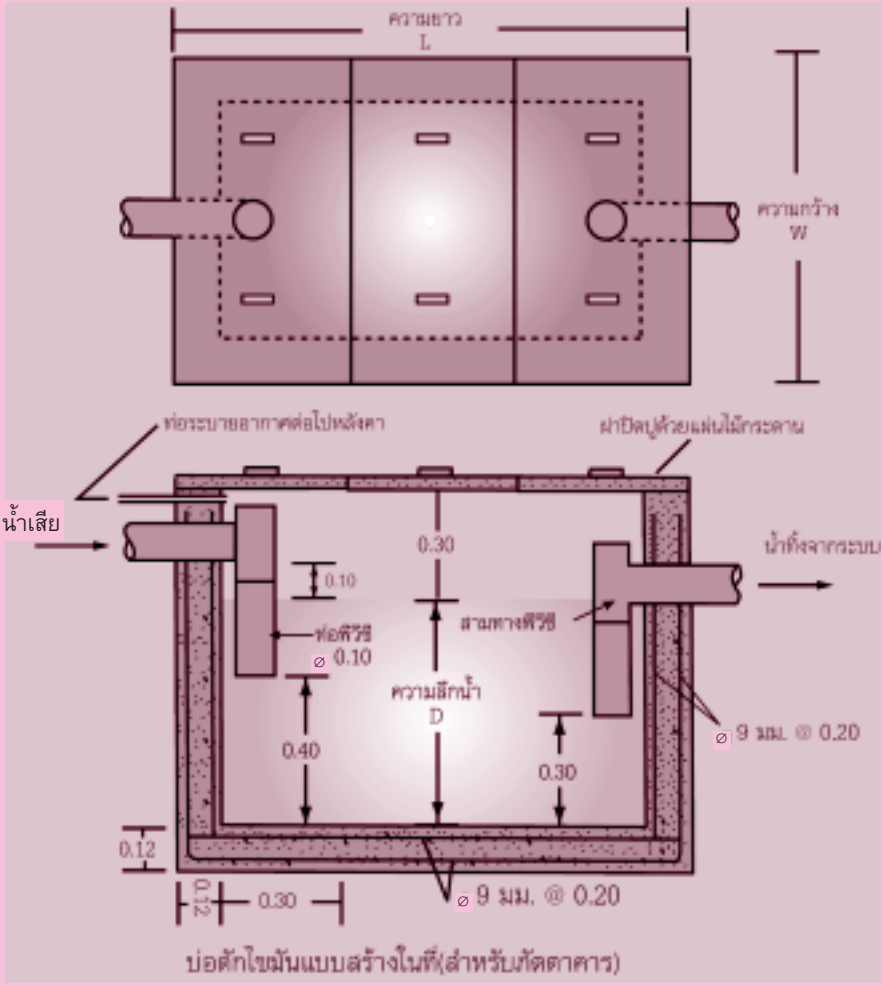

บ่อดักไขมันแบบใช้วงขอบซีเมนต์ (สำหรับที่พักอาศัย)

## ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์สำหรับบ้านพักอาศัย

| จำนวนคน | ปริมาตรบ่อที่ต้องการ (ลบ.ม.) | ขนาดบ่อ | | จำนวนบ่อ (บ่อ) |
|---|---|---|---|---|
| | | ϕ | ความลึกน้ำ (ม.) | |
| 5 | 0.17 | 0.8 | 0.40 | 1 |
| 5-10 | 0.34 | 0.8 | 0.70 | 1 |
| 10-15 | 0.51 | 1.0 | 0.70 | 1 |
| 15-20 | 0.68 | 1.2 | 0.60 | 1 |
| 20-25 | 0.85 | 1.2 | 0.80 | 1 |
| 25-30 | 1.02 | 1.0 | 0.70 | 2 |
| 30-35 | 1.19 | 1.0 | 0.80 | 2 |
| 35-40 | 1.36 | 1.2 | 0.60 | 2 |
| 40-45 | 1.53 | 1.2 | 0.70 | 2 |
| 45-50 | 1.70 | 1.2 | 0.80 | 2 |

**หมายเหตุ :** ความสูงของวงของซีเมนต์ทั่วไปประมาณ 0.33 ม. ดังนั้น ถ้าหากความลึกน้ำ = 0.40 ม. จึงต้องซ้อนกันอย่างน้อยสองวง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของระดับฝาบ่อด้วย

**ที่มา :** คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537




บ่อดักไขมันแบบสร้างในที่(สำหรับภัตตาคาร)

## ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบสร้างในที่สำหรับภัตตาคาร

| ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร) | ปริมาตรบ่อที่ต้องการ (ลบ.ม.) | ขนาดบ่อ (ม.) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ความลึกน้ำ | กว้าง | ยาว |
| 10 | 0.20 | 0.40 | 0.50 | 1.00 |
| 10-25 | 0.47 | 0.60 | 0.60 | 1.30 |
| 25-50 | 0.96 | 0.75 | 0.80 | 1.60 |
| 50-75 | 1.50 | 0.75 | 1.00 | 2.00 |
| 75-100 | 1.94 | 0.80 | 1.10 | 2.20 |
| 100-125 | 2.45 | 0.85 | 1.20 | 2.40 |
| 125-150 | 2.82 | 0.90 | 1.20 | 2.60 |
| 150-175 | 3.38 | 1.00 | 1.30 | 2.60 |
| 175-200 | 3.78 | 1.00 | 1.35 | 2.80 |

**หมายเหตุ :** ในกรณีที่ต้องการสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์ ให้เทียบใช้กับปริมาตรบ่อของวงขอบขนาดต่างๆ ตารางข้างต้น สำหรับภัตตาคารขนาดใหญ่ ต้องเพิ่มจำนวนบ่อให้ได้ปริมาตรรวมเท่ากับปริมาตรบ่อที่ต้องการ

**ที่มา :** คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

นอกจากนี้ยังมีบ่อดักไขมันสำเร็จรูป ดังนั้นการพิจารณาใช้ควรคำนึงถึงขนาดของถังที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมถึงประสิทธิภาพการกำจัดไขมันและต้องตรวจสอบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดเพื่อให้ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## การใช้งานและดูแลรักษา

ปัญหาสำคัญของบ่อดักไขมัน ก็คือ การขาดการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้เกิดความสกปรกและกลิ่นเหม็น เกิดการอุดตัน หรืออาจเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงสาบและสัตว์พาหะอื่นๆ ได้ รวมทั้งทำให้บ่อดักไขมันเต็มและแยกไขมันได้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ซึ่งการดูแลรักษาควรดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ ดังนี้

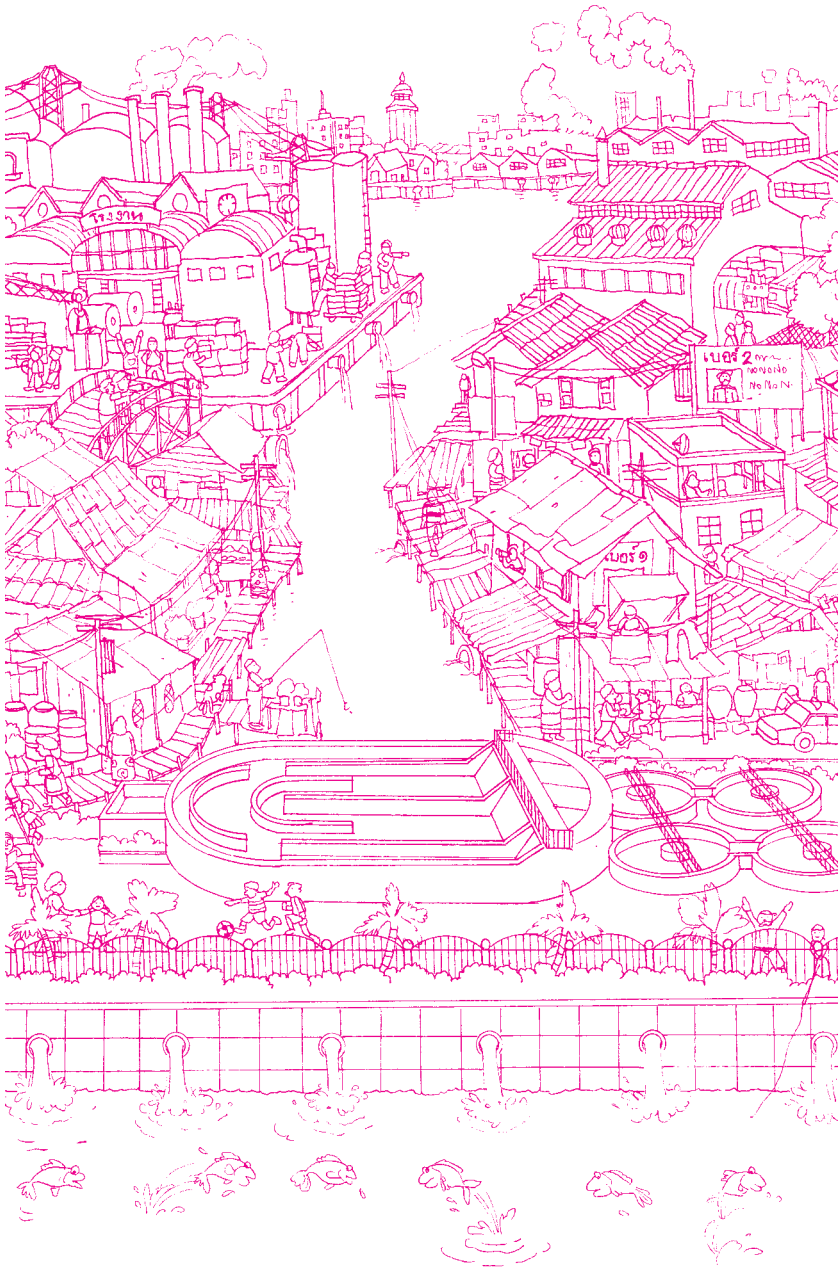
1. ต้องติดตั้งตะแกรงดักขยะก่อนเข้าบ่อดักไขมัน
2. ต้องไม่ทะลวงหรือแทงผลักให้เศษขยะไหลผ่านตะแกรงเข้าไปในบ่อดักไขมัน
3. ต้องไม่เอาตะแกรงดักขยะออกไม่ว่าจะชั่วคราวหรือถาวร
4. ต้องหมั่นโกยเศษขยะที่ดักกรองไว้ได้หน้าตะแกรงออกสม่ำเสมอ
5. ห้ามเอาน้ำจากส่วนอื่นๆ เช่น น้ำล้างมือ น้ำอาบ น้ำซักน้ำฝน ฯลฯ เข้ามาในบ่อดักไขมัน
6. ต้องหมั่นตักไขมันออกจากบ่อดักไขมันอย่างน้อยทุกสัปดาห์ นำไขมันที่ตักได้ใส่ภาชนะปิดมิดชิดและรวมไปกับขยะมูลฝอย เพื่อให้รถเทศบาลนำไปกำจัดต่อไป
7. หมั่นตรวจดูท่อระบายน้ำที่รับน้ำจากบ่อดักไขมัน หากมีไขมันอยู่เป็นก้อนหรือคราบ ต้องทำตามข้อ 6 ถี่มากขึ้นกว่าเดิม

# ระบบระบายน้ำเสีย
# (Sewerage System)

## ความหมาย/คำจำกัดความ

**น้ำเสียชุมชน (Sewage)** หมายถึง น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่เกิดจากบ้านเรือน ที่พักอาศัยและกิจกรรมในย่านธุรกิจการค้า ที่ระบายลงท่อระบายน้ำ (Sewers)

**ท่อระบาย (Sewer)** หมายถึง ท่อหรือรางสำหรับระบายน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและอุตสาหกรรม (Sanitary Sewer) หรือระบายน้ำฝน (Storm Sewer)



**ระบบระบายน้ำเสีย (Sewerage System)** หมายถึง ระบบของท่อพร้อมทั้งส่วนประกอบต่างๆ สำหรับรวบรวมและระบายน้ำเสียจากแหล่งชุมชนไปยังบริเวณที่ต้องการกำจัด

**ระบบรวบรวมน้ำ (Collection System)** หมายความถึง ระบบระบายน้ำที่รวบรวมน้ำและ/หรือน้ำเสียจากหลายแหล่งไปยังจุดร่วม ซึ่งอาจเป็นบ่อสูบหรือทางเข้าของท่อประธาน หรืออื่นๆ

**ความเร็วในการล้างท่อด้วยตัวเอง (Self Cleansing Velocity)** หมายถึง ความเร็วน้ำในท่อระบายน้ำที่ทำให้เกิดการล้างท่อด้วยตัวเอง เพื่อป้องกันการตกตะกอนของของแข็งในเส้นท่อ โดยทั่วไปจะไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร/วินาที แต่ทั้งนี้ไม่ควรเกิน 3 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการกัดกร่อนในเส้นท่อ เนื่องจากการขัดสีของกรวดทราย

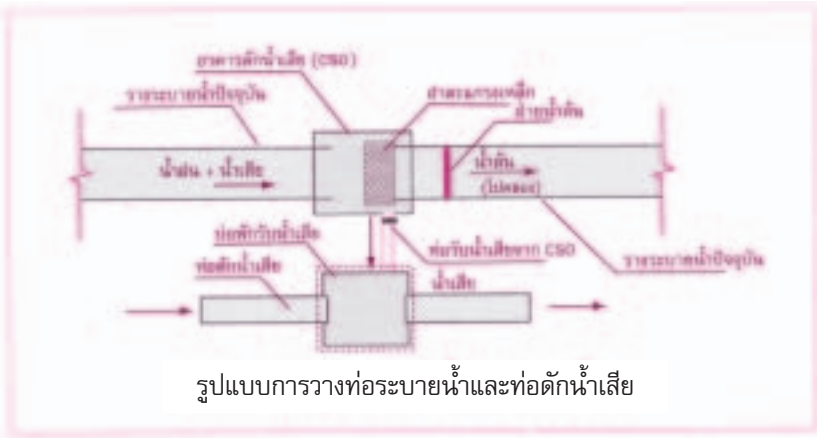
## ระบบท่อระบายน้ำ

ระบบท่อระบายน้ำ หมายความถึง ระบบท่อและส่วนประกอบอื่นที่ใช้สำหรับรวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทต่างๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล สถานที่ราชการ เขตพาณิชยกรรม เพื่อนำน้ำเสียเหล่านั้นไปบำบัดหรือระบายน้ำทิ้งยังแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่ต้องการ โดยส่วนประกอบหลักๆ ของระบบท่อระบายน้ำ ได้แก่

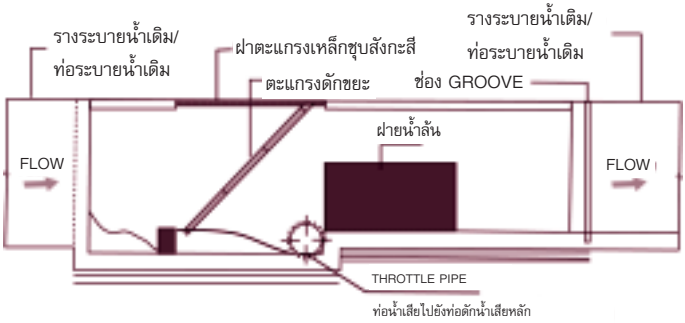
- ท่อแรงโน้มถ่วง (Gravity Sewer) : เป็นท่อรองรับน้ำเสียที่การไหลของน้ำจะเกิดขึ้นตามแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น โดยวางท่อให้ได้ความลาดเอียงที่เป็นไปตามทิศทางการไหลของน้ำเสียที่ต้องการ ดังนั้นขนาดของท่อชนิดนี้จะแปรผันตามปริมาตรน้ำเสียในเส้นท่อและเป็นระบบการระบายแบบเปิด (Open Drain)
- ท่อแรงดัน (Pressure Sewer) : เป็นท่อที่ส่งน้ำเสียจากที่ต่ำไปยังที่สูงกว่า โดยท่อสามารถรับแรงดันของน้ำซึ่งเกิดจากการสูบน้ำ

ของเครื่องสูบน้ำสวนกับแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ดังนั้นท่อแรงดันจึงเป็นระบบการระบายแบบปิด (Close Drain)

- ท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) : เป็นท่อที่วางเชื่อมต่อ ณ จุดสุดท้ายของท่อระบายน้ำฝนรวมกับน้ำเสียในระบบท่อรวม ทำหน้าที่ในการดักน้ำเสียไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยรวบรวมน้ำเสียเหล่านั้นเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ซึ่งท่อดักน้ำเสียนี้มีทั้งที่ใช้เป็นท่อแรงโน้มถ่วงและท่อแรงดัน ซึ่งจะขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศเป็นสำคัญ
- บ่อตรวจระบาย (Manhole) : เป็นบ่อที่ใช้สำหรับบรรจบท่อขนาดต่าง ๆ หรือจุดเปลี่ยนขนาดท่อหรือทิศทางการวางแนวต่อ รวมทั้งใช้สำหรับตรวจซ่อมแซมและทำความสะอาดท่อ
- อาคารดักน้ำเสีย (Combined Sewer Overflow, CSO) : เป็นโครงสร้างที่ต่อเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียและระบายน้ำเสียปนน้ำฝนส่วนเกินให้ไหลล้นออกสู่แหล่งรับน้ำตามธรรมชาติ โดยน้ำล้นนี้จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งรองรับ หรือต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

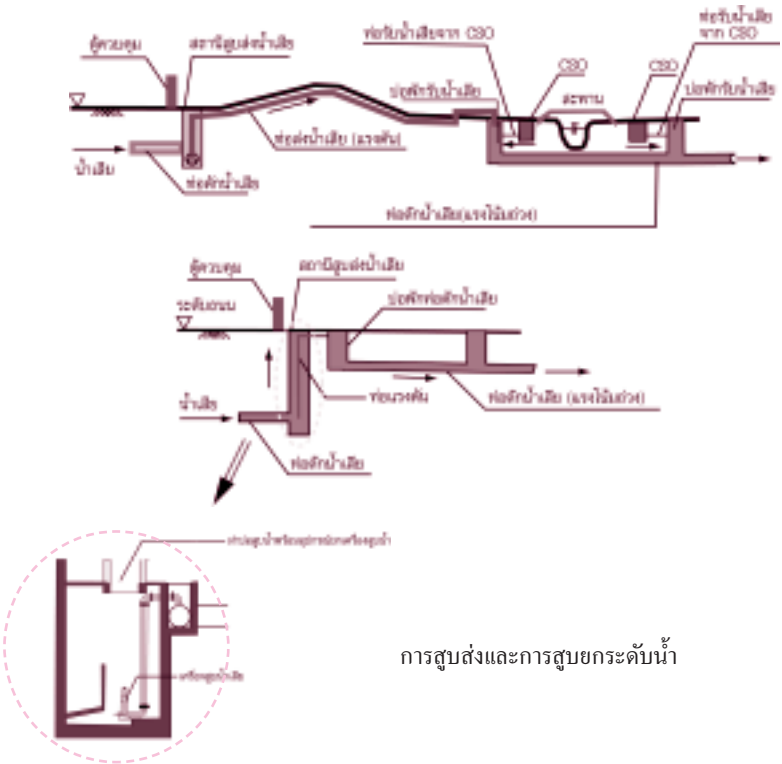


รูปแบบการวางท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย




อาคารดักน้ำเสีย

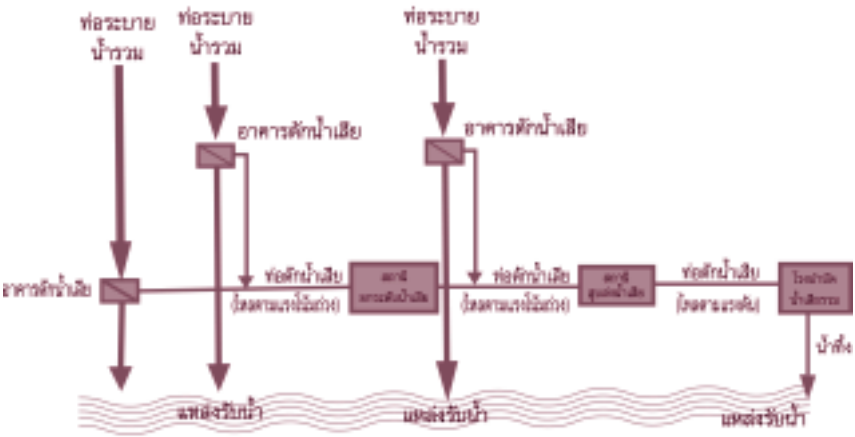
● สถานีสูบน้ำ (Pump Station) : หรือสถานียกระดับน้ำ (Lift Station) : ใช้ร่วมกับท่อแรงดันหรือท่อแรงโน้มถ่วงเพื่อสูบส่งน้ำเสียด้วยแรงดันหรือยกระดับน้ำเสียให้สามารถระบายตามแรงโน้มถ่วงของโลกไปยังระบบบำบัดน้ำเสียได้



การสูบส่งและการสูบยกระดับน้ำ

การวางระบบท่อระบายน้ำควรต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย อาทิเช่น ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่ออกแบบ จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อย ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย การขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคมรวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมือง ระดับน้ำใต้ดิน ลักษณะดินและปริมาณฝนในแต่ละท้องถิ่น เป็นต้น ส่วนใหญ่จะออกแบบและก่อสร้างท่อระบายน้ำให้น้ำเสียสามารถไหลได้เองตามแรงโน้มถ่วงของโลก จึงไม่ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ ทำให้ดูแลรักษาง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย แต่หากสภาพภูมิประเทศไม่เหมาะสมทั้งด้านลักษณะภูมิประเทศ ระดับน้ำใต้ดิน การก่อสร้าง ความคุ้มค่าของการลงทุน และอื่นๆ จึงมีความจำเป็นต้องมีระบบสูบน้ำ ทำการสูบหรือยกน้ำเป็นระยะๆ ซึ่งระบบสูบน้ำควรพิจารณาเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายในการดูแลและบำรุงรักษา

## องค์ประกอบของระบบท่อระบาย



- **ระบบระบายน้ำ** โดยทั่วไปจะมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ใช้ระบายน้ำฝนและ/หรือน้ำเสียจากบ้านเรือน อาคารต่างๆ ในแต่ละพื้นที่ ก่อนที่จะระบายเข้าระบบรวบรวมน้ำเสียต่อไป ประกอบด้วย ท่อแรงโน้มถ่วง และบ่อตรวจระบาย
- **ระบบรวบรวมน้ำเสีย** ประกอบด้วย ท่อแรงโน้มถ่วง ท่อแรงดัน ท่อดักน้ำเสีย บ่อตรวจระบาย อาคารดักน้ำเสียพร้อมตระแกรงดักขยะ และสถานีสูบ/ยกน้ำเสียพร้อมตะแกรงดักขยะ

## ประเภทของท่อระบายน้ำ (Sewer)

ท่อระบายน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบท่อแยก (Separate System) และระบบท่อรวม (Combined System) โดยแต่ละระบบมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

**1. ระบบท่อแยก :** เป็นระบบระบายน้ำที่แยกระหว่างท่อระบายน้ำฝน (Storm Sewer) ซึ่งทำหน้าที่รับน้ำฝนเพียงอย่างเดียวแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะในบริเวณใกล้เคียงที่สุดโดยตรง และท่อระบายน้ำเสีย (Sanitary Sewer) ซึ่งทำหน้าที่ในการรองรับน้ำเสียจากชุมชนและอุตสาหกรรม เพื่อส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำฝนและน้ำเสียจะไม่มีการไหลปะปนกัน โดยระบบท่อแยกนี้มีข้อดีคือ 1) การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดเล็กกว่าระบบท่อรวม เนื่องจากจะมีการรวบรวมเฉพาะน้ำเสียเข้าระบบบำบัดเท่านั้น 2) ค่าดำเนินการบำรุงรักษาระบบต่ำกว่าระบบท่อรวม เพราะปริมาณน้ำที่ต้องการสูบและปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้มีปริมาณน้อยกว่า 3) ไม่ส่งผลต่อสุขอนามัยของประชาชนในกรณีที่ฝนตกหนักจนทำให้น้ำท่วม เพราะจะไม่มีส่วนของน้ำเสียปนมากับน้ำฝน และ 4) ลดปัญหาเรื่องกลิ่น และการกัดกร่อนภายในเส้นท่อ

ในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากมีการออกแบบให้ความเร็วเฉพาะน้ำเสียให้มีค่าที่ทำให้เกิดการล้างท่อด้วยตัวเองในแต่ละวัน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการหมักภายในเส้นท่ออันเป็นสาเหตุของปัญหาแต่การใช้ระบบท่อแยกต้องเสียค่าลงทุนสูงและมีการดำเนินการสร้างที่ยุ่งยาก

2. **ระบบท่อรวม :** น้ำฝนและน้ำเสียจะไหลรวมมาในท่อเดียวกันจนกระทั่งถึงระบบบำบัดน้ำเสียหรืออาคารดักน้ำเสีย ซึ่งจะมีท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียรวมน้ำฝนที่เกิดการเจือจางและมีปริมาณมากเกินความต้องการจะปล่อยให้ไหลล้นฝาย ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนน้ำที่ไม่ล้นฝายก็จะเข้าสู่ท่อดักน้ำเสียไหลไปยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ระบบท่อรวมมีข้อดี คือ ค่าลงทุนต่ำ ใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่าระบบท่อแยก แต่มีข้อเสียหลายประการด้วยกัน เช่น ต้องใช้ขนาดท่อใหญ่ขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดใหญ่ขึ้นและใช้ค่าลงทุนสูง เนื่องจากน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดมีปริมาณมาก ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษามาก อาจมีปัญหากลิ่นเหม็นในช่วงหน้าแล้ง เนื่องจากความเร็วน้ำในท่อจะต่ำมาก และอาจมีผลต่อสุขอนามัยของประชาชนได้กรณีเกิดปัญหาน้ำท่วม เป็นต้น

## เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป

1. ความลาดเอียง ของท่อแรงโน้มถ่วงอยู่ในช่วง 1 : 2,000 (ร้อยละ 0.05) ถึง 1 : 200 (ร้อยละ 0.5)

2. ระยะห่างสูงสุดของบ่อตรวจระบาย (Manhold Spacing) ที่มากที่สุดสำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อขนาดต่าง ๆ เป็นดังนี้

- ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 600 มิลลิเมตร ระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร

- ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 700-1,200 มิลลิเมตร ระยะห่างไม่เกิน 120 เมตร

- ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร ระยะห่างให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรและสภาพแวดล้อม

3. ความถี่ฝน ที่ใช้ออกแบบสำหรับการระบายน้ำฝนในเขตที่พักอาศัยใช้ความถี่ 2-15 ปี ขึ้นกับลักษณะฝนและลักษณะพื้นที่ในแต่ละแห่ง และใช้ความถี่ที่ 10-50 ปี สำหรับเขตพาณิชย์ ทั้งนี้ขึ้นกับความสำคัญของเขตนั้น ๆ

4. ความเร็วการไหลของน้ำเสีย ขณะที่อัตราการเกิดน้ำเสียสูงสุดต้องไม่ต่ำกว่า 0.6 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอนภายในเส้นท่อ แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 3 เมตร/วินที เพื่อป้องกันการกัดกร่อนท่อระบายน้ำด้วย

## ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อระบายน้ำ

**1. กลิ่นเหม็น :** เกิดจากการหมักของน้ำเสียในเส้นท่อในสภาพไร้อากาศ ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($H_2S$) หรือก๊าซไข่เน่า อันเป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ที่ความเร็วในท่อระบายน้ำต่ำมากจนทำให้เกิดการตกตะกอนในเส้นท่อขึ้นและเกิดการหมัก โดยผลกระทบทางสรีระวิทยาของก๊าซไข่เน่าแสดงได้ดังแสดงในตาราง

**2. การกัดกร่อน :** เป็นปัญหาที่เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับไอน้ำในอากาศ เกิดเป็นไอกรดซัลฟิวริก ซึ่งเป็นกรดเข้มข้นที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนเส้นท่อได้

**3. ปัญหาน้ำจากภายนอกและน้ำซึมเข้าท่อระบายน้ำ (Infiltration & Inflow) :** เกิดจากน้ำจากภายนอก ได้แก่ น้ำใต้ดินหรือน้ำฝน รั่วเข้าสู่ท่อระบายน้ำเสีย ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากท่อแตก รอยต่อเชื่อมท่อชำรุด

เสื่อมสภาพ บ่อตรวจระบายชำรุด หรือฝาของบ่อตรวจระบายอยู่ต่ำกว่าระดับถนน ซึ่งส่งผลทำให้มีน้ำในระบบท่อระบายมากเกินกว่าที่ออกแบบไว้และเกินขีดความสามารถของสถานีสูบน้ำ

**ตารางแสดงผลกระทบทางสรีระวิทยาของก๊าซไข่เน่า**

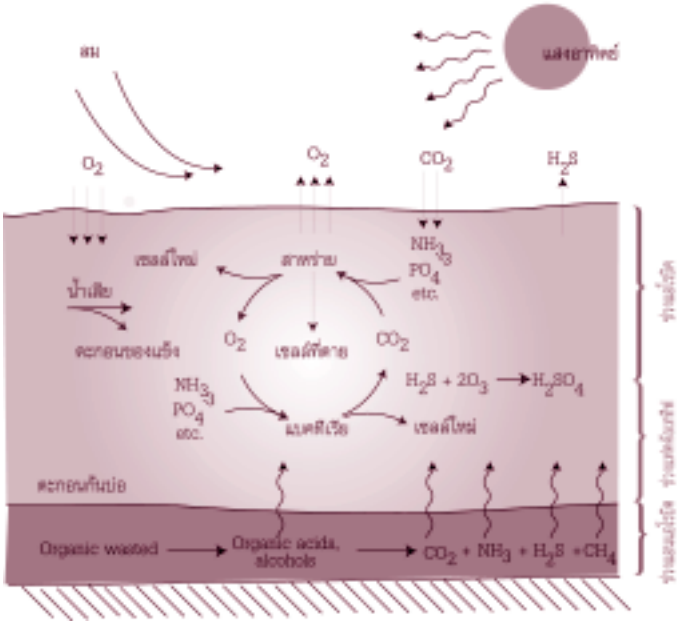
| ความเข้มข้นก๊าซไข่เน่าในอากาศ (ส่วนในล้านส่วน : ppm) | ผลกระทบ |
|---|---|
| 30 | กลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่า |
| 100 | ประสาทรับรู้กลิ่นเสื่อมสภาพใน 2-15 นาที |
| 200 | ไอและตาแดง |
| 300 | ประสาทรับรู้กลิ่นเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว |
| 600 | สิ้นสติภายใน 30 นาที |
| 800 | สิ้นสติอย่างรวดเร็ว |
| 1,000 | สิ้นสติทันที |
| 2,000 | เสียชีวิตในไม่กี่นาที |

**ที่มา :** ธงชัย พรรณสวัสดิ์, คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน พิมพ์ครั้งที่ 4 หน้า 102 , 2537

# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

## ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) : SP

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) โดยทั้งนี้ บ่อสุดท้ายจะเป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) ทำหน้าที่ในการตกตะกอนของแข็ง และปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ



## บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond)

บ่อแอนแอโรบิคเป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง โดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป

การทำงานของบ่อแบบนี้ จะขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อควรมากกว่า 15 องศาเซลเซียส และค่าพีเอช (pH) มากกว่า 6

## บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond)

บ่อแฟคคัลเททีฟเป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิค ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิค บ่อแฟคคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้

ออกซิเจน ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบนสำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำจนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น

อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

## บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond)

บ่อแอโรบิคเป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

## บ่อบ่ม (Maturation Pond)

บ่อบ่มมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

ระบบบ่อปรับเสถียรที่นิยมใช้กันจะประกอบด้วยหน่วยบำบัดดังนี้ 1. บ่อแอนแอโรบิค (ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีที่น้ำเสียมีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงๆ เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม) 2. บ่อแฟคคัลเททีฟ 3. บ่อแอโรบิค และ 4. บ่อบ่ม โดยต่อกันแบบอนุกรม

## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD | 2-4 วัน<br>2-4 เมตร<br>224-672 กรัมบีโอดี$_5$/ ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 50 |
| 2. บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD | 7-30 วัน<br>1-1.5 เมตร<br>34 กรัมบีโอดี$_5$/ ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 70-90 |
| 3. บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- อัตราภาระบีโอดี<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD | 4-6 วัน<br>0.2-0.6 เมตร<br>45 กรัมบีโอดี$_5$/ ตร.ม.-วัน<br>ร้อยละ 80-95 |
| 4. บ่อบ่ม (Maturation Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)<br>- ความลึกของน้ำในบ่อ<br>- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD | 5-20 วัน<br>1-1.5 เมตร<br>ร้อยละ 60-80 |

**ที่มา :** “การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย” โดยอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 2, 2538

## ข้อดี

ระบบบ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกระทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดี เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน และยังสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรค

## ข้อเสีย

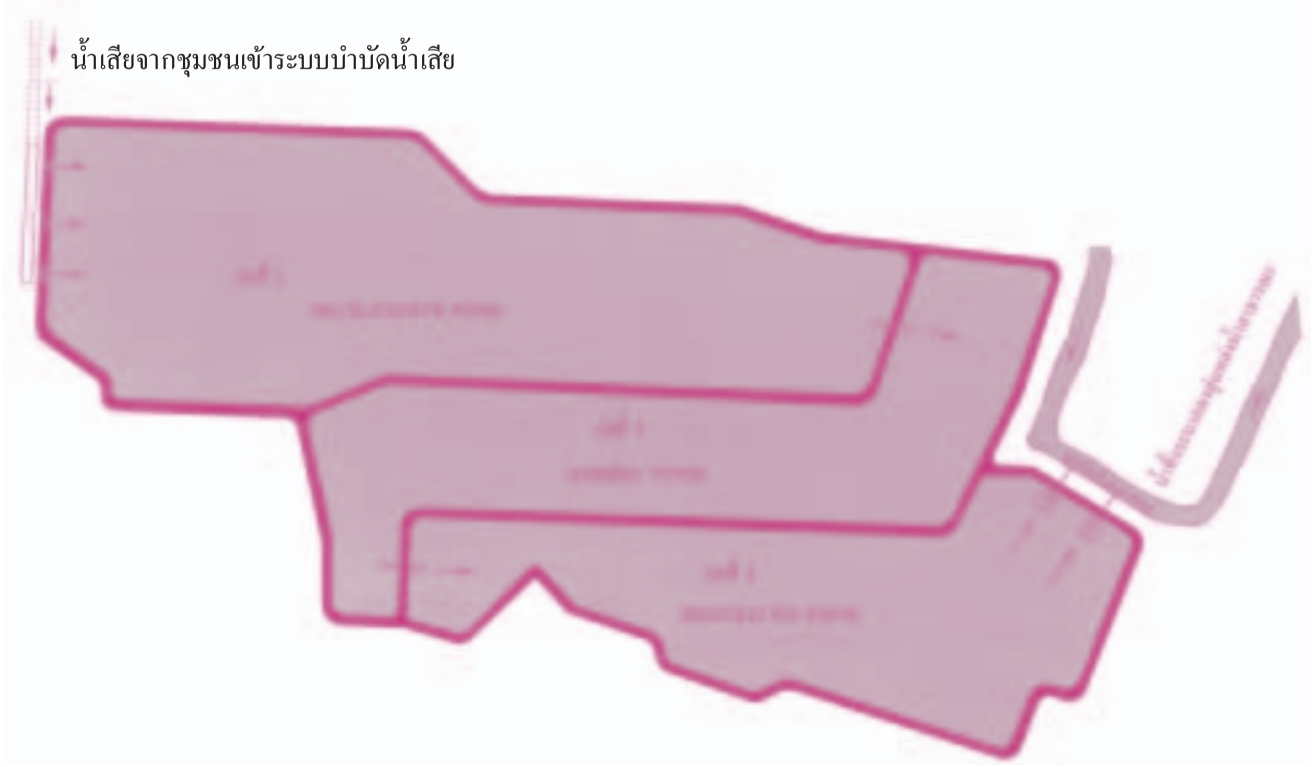
ระบบบ่อปรับเสถียรต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิคอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอนอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิค

## ตัวอย่างระบบบ่อปรับเสถียรที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร อาทิเช่น

- เทศบาลนครหาดใหญ่ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 138,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างประมาณ 2,040 ไร่ (รวมพื้นที่บ่อปรับเสถียรและบึงประดิษฐ์)

- เทศบาลนครปฐม ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 60,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 285 ไร่




รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ของเทศบาลนครนครปฐม

# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

## ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ

**(Aerated Lagoon : AL)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอย หรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี

(Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้ว ยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

## หลักการทำงานของระบบ

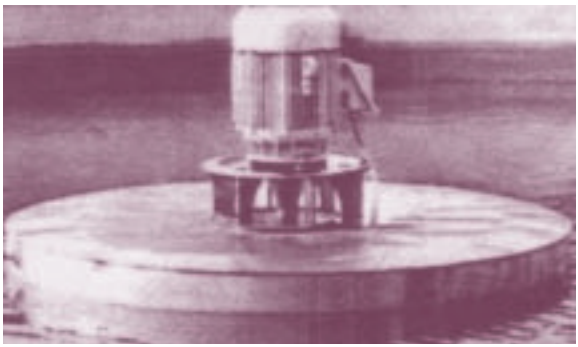
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทั้งน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีความสกปรกค่อนข้างมาก และน้ำเสียจากอุตสาหกรรม โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Detention Time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ออกซิเจนละลายในน้ำ และน้ำเสีย นอกจากนี้จะต้องมีบ่อบ่ม (Polishing Pond หรือ Maturation Pond) รับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่มและระยะเวลาเก็บกักให้เหมาะสมไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณของสาหร่าย (Algae) ในบ่อบ่มมากเกินไป

## ส่วนประกอบของระบบ

ระบบบ่อเติมอากาศส่วนใหญ่จะประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้ 1. บ่อเติมอากาศ (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ) 2. บ่อบ่มเพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ) และ 3. บ่อเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค จำนวน 1 บ่อ

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย เครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ๆ คือ เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ (Turbine Aerator) เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) และเครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีด (Jet Aerator)

- **เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า** (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้กระจายเป็นเม็ดเล็กๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจนในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมลสารในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ

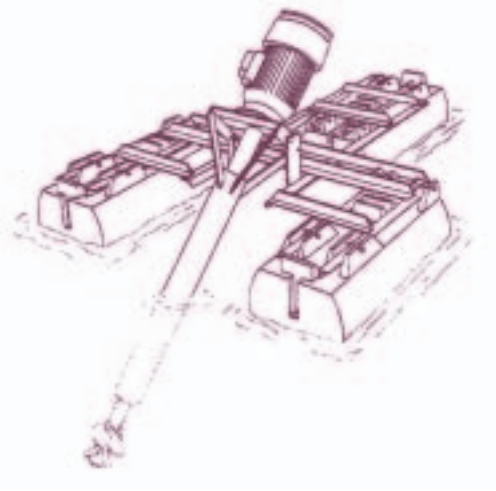


● **เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ** (Submerged Turbine Aerator) มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศ และระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคือ อากาศหรือออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบพัดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูง แต่มีราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น

● **เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ** (Submersible Aerator) มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air Blower) และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำ (Disperser) อยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ (Mixing)

● **เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ** (Jet Aerator) มี 2 แบบ คือ แบบแรกใช้หลักการทำงานของ Venturi Ejector และแบบที่สองจะเป็นการสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ การทำงานของแต่ละแบบมีดังนี้

- **แบบ Venturi Ejector** อาศัยเครื่องสูบน้ำแบบใต้น้ำฉีดน้ำผ่านท่อที่มีรูปร่างเป็น Venturi เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำจนกระทั่งเกิดแรงดูดอากาศจากผิวน้ำลงมาผสมกับน้ำก็จะถ่ายเทออกซิเจนลงไปในน้ำ การใช้เครื่องเติมอากาศแบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่ไม่มีเศษขยะหรือของแข็งขนาดใหญ่ เพื่ออาจเข้าไปอุดตันในท่อ Venturi ได้ง่าย



**เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดใต้น้ำ**

- **แบบสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ** (Water Jet Aerator) เป็นการสูบน้ำจากถังเติมอากาศมาฉีดด้วยความเร็วสูงส่งที่ผิวน้ำ ซึ่งจะเกิดการกระจายของอากาศลงไปตามแรงฉีดเข้าไปในน้ำ

**ข้อดี**

บ่อเติมอากาศมีค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกระทันหัน (Shock Load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

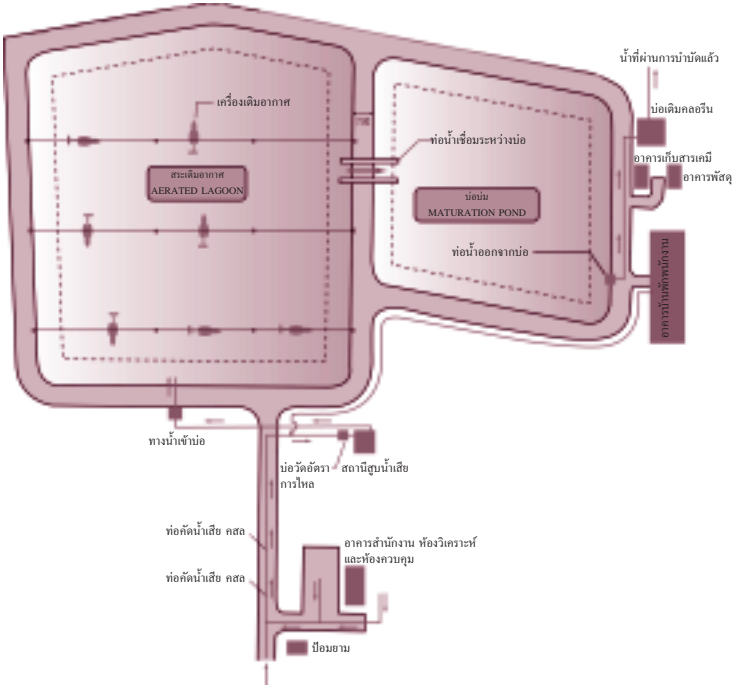
**ข้อเสีย**

คือ มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT) | 3-10 วัน |
| | - ความลึกของน้ำในบ่อ | 2-6 เมตร |
| | - ความต้องการออกซิเจน | 0.7-1.4 กรัม$O_2$/กรัม BOD ที่ถูกกำจัด |
| | - Mixing Power | $\geq$ 0.525 กิโลวัตต์/100 เมตร$^3$ |
| 2. บ่อบ่ม (Polishing Pond) | - ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT) | $\geq$ 1 วัน |
| 3. บ่อเติมคลอรีน | - เวลาสัมผัส | 15-30 นาที |
| | อัตราไหลเฉลี่ย | 30 นาที |
| | อัตราไหลสูงสุด | 15 นาที |
| | - ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ | 6 มก./ล. |
| | - คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine) | 0.3-2 มก./ล. |

**ที่มา :** รวบรวมจากหนังสือ “ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย”, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ “Wastewater Engineering”, Metcalf & Eddy 1991




รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)
ของเทศบาลเมืองอ่างทอง จ.อ่างทอง

## ตัวอย่างระบบบ่อเติมอากาศที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ อาทิเช่น

- เทศบาลนครเชียงใหม่ สามารถรับน้ำเสียได้ 55,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 100 ไร่
- เทศบาลเมืองพิจิตร สามารถรับน้ำเสียได้ 12,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 43 ไร่
- เทศบาลเมืองอ่างทอง สามารถรับน้ำเสียได้ 8,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 17 ไร่

# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบาย ออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง แต่ระบบบึงประดิษฐ์ก็สามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้ด้วย ซึ่งข้อดีของระบบนี้ คือ ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยี ในการบำบัดสูง

บึงประดิษฐ์ มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับบึงธรรมชาติ และแบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) ซึ่งจะมีชั้นดินปนทรายสำหรับปลูกพืชน้ำและชั้นหินรองก้นบ่อเพื่อเป็นตัวกรองน้ำเสีย

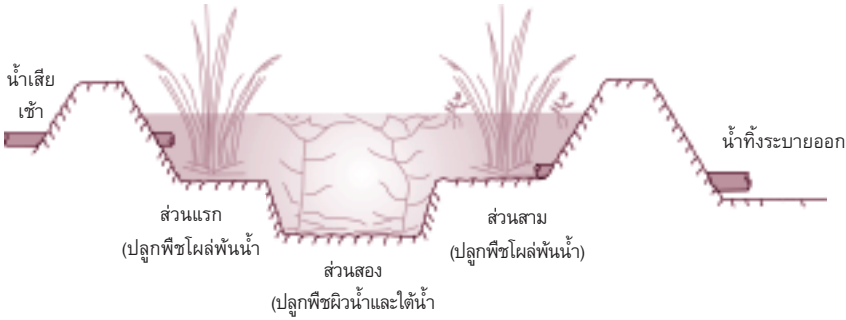
## หลักการทำงานของระบบ

เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบึงประดิษฐ์ส่วนต้น สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจมตัวลงสู่ก้นบึงและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้นๆ ของระบบ การลดปริมาณไนโตนเจนจะเป็นตามกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดิน ส่วนพื้นบ่อและพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้บางส่วนอีกด้วย

## ลักษณะของระบบ

**1. ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surtace Wetland (FWS)** เป็นแบบที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว ลักษณะของระบบแบบนี้จะเป็นบ่อดินที่มีการอัดดินให้แน่นหรือปูพื้นด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระดับเพื่อให้น้ำเสียไหลตามแนวนอนขนานกับพื้นดิน บ่อดินจะมีความลึกแตกต่างกันเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ โครงสร้างของระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน (อาจเป็นบ่อเดียวกันหรือหลายบ่อขึ้นกับการออกแบบ) คือ

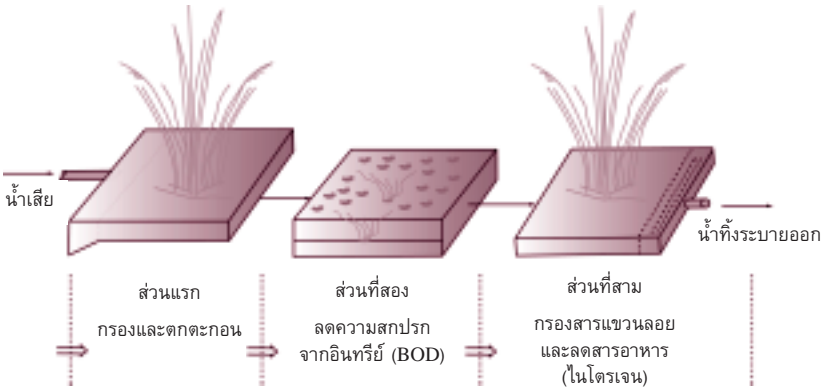
- **ส่วนแรก** เป็นส่วนที่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำและรากเกาะดินปลูกไว้ เช่น กก แฝก ธูปฤาษี เพื่อช่วยในการกรองและตกตะกอนของสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ ทำให้กำจัดสารแขวนลอยและสารอินทร์ได้บางส่วน เป็นการลดสารแขวนลอยและค่าบีโอดีได้ส่วนหนึ่ง ดังนั้น ในส่วนแรกระดับน้ำจะไม่ลึกเพื่อให้พืชสามารถยึดเกาะดินและเจริญเติบโตได้



- **ส่วนที่สอง** เป็นส่วนที่มีพืชชนิดลอยอยู่บนผิวน้ำรวมทั้งพืชขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่าย จอก แหน เป็นต้น พื้นที่ส่วนที่สองนี้จะมีระดับน้ำลึกกว่าส่วนแรกและส่วนที่สาม และไม่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำเหมือนในส่วนแรกและส่วนที่สาม น้ำในส่วนนี้จึงมีการสัมผัสอากาศและแสงแดดทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เป็นการลดค่าบีโอดีในน้ำเสีย และยังเกิดสภาพไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ด้วย

- **ส่วนที่สาม** มีลักษณะตื้นและปลูกพืชส่วนแรก เพื่อช่วยกรองสารแขวนลอยที่ยังเหลืออยู่ และทำให้เกิดสภาพดีไนติฟิเคชั่น (Denitrification) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ลดลง ซึ่งสามารถลดสารอาหารจำพวกสารประกอบไนโตรเจนได้

บ่อส่วนแรกและส่วนที่สามไม่ควรให้มีความลึกมากเกินไป และให้มีระดับความลึกของน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกต้นกก แฝก หรือ ธูปฤาษีด้วย เนื่องจากพืชเหล่านี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในระดับน้ำที่ลึกเกินไป ส่วนใหญ่ไม่เกิน 0.5 เมตร



## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland

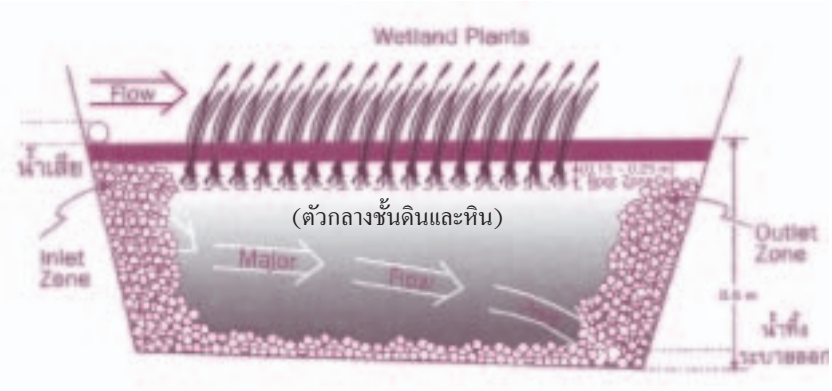
| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface : FAS | - Maximum BOD Loading | |
| | กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล. | 4.5 ก./ตร.ม.-วัน |
| | กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล. | 6.0 ก./ตร.ม.-วัน |
| | - Maximum TSS Loading | |
| | กรณีต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล. | 3.0 ก./ตร.ม.-วัน |
| | กรณีต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล. | 5.0 ก./ตร.ม.-วัน |
| | - ขนาดบ่อ (ความยาว : ความกว้าง) | 3 : 1-5 : 1 |
| | - ความลึกน้ำ | |
| | - ส่วนที่ 1 และ 3 | 0.6-0.9 เมตร |
| | - ส่วนที่ 2 | 1.2-1.5 เมตร |
| | - Minimum HRT (at $Q_{max}$) ของส่วนที่ 1 และ 3 | 2 วัน |
| | - Maximum HRT (at $Q_{ave}$) ของส่วนที่ 2 | 2-3 วัน |

**หมายเหตุ :** TSS = ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids)
$Q_{max}$ = Maximum monthly flow และ $Q_{ave}$ = Average flow.
HRT = เวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time)

**ที่มา :** Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewater, EPA/625/R-99/010

**2. ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB)**

ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้จะมีข้อดีกว่าแบบ Free Water Surface Wetland คือ เป็นระบบที่แยกน้ำเสียไม่ให้ถูกรบกวนจากแมลงหรือสัตว์ และป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคมาปนเปื้อนกับคนได้ โดยควบคุมให้น้ำเสียไหลซึมผ่านพืช และชั้นดิน-ชั้นหิน เพื่อดูดซับของเสียและกรองของเสีย ในบางประเทศใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ (Septic Tank) และปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบแอกติเวเต็ดจ์สลัดจ์ (Activated Sludge) และระบบอาร์บีซี (RBC) หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากอาคารดักน้ำเสีย (CSO) เป็นต้น



## ส่วนประกอบที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้คือ

- **พืชที่ปลูกในระบบ** จะมีหน้าที่สนับสนุนให้เกิดการถ่ายเทก๊าซออกซิเจนจากอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำเสีย และยังทำหน้าที่สนับสนุนให้ก๊าซที่เกิดขึ้นในระบบ เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) จากการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค (Anaerobic) สามารถระบายออกจากระบบได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้โดยการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช

- **ตัวกลางชั้นดินและหิน (Media)** จะมีหน้าที่สำคัญคือ (1) เป็นที่สำหรับให้รากของพืชที่ปลูกในระบบยึดเกาะ (2) ช่วยให้เกิดการกระจายของน้ำเสียที่เข้าระบบและช่วยรวบรวมน้ำทิ้งก่อนระบายออก (3) เป็นที่สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ และ (4) สำหรับใช้กรองสารแขวนลอยต่าง ๆ

## ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบบึงประดิษฐ์

ปัญหาทางด้านเทคนิคมีน้อย เนื่องจากเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลัก ส่วนใหญ่ปัญหาที่พบ คือ พืชที่นำมาปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณตามที่ต้องการได้ อาจเนื่องจากการเลือกใช้ชนิดของพืชไม่เหมาะสม สภาพของดินไม่เหมาะสม หรือถูกรบกวนจากสัตว์ที่กินพืชเหล่านี้เป็นอาหาร เป็นต้น

## ประโยชน์ที่ได้จากบึงประดิษฐ์

- ประโยชน์ทางตรง : สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ ของแข็งแขวนลอย และสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพแหล่งรองรับน้ำทิ้งดีขึ้น

- ประโยชน์ทางอ้อม : ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์และนกชนิดต่าง ๆ และเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและศึกษาทางธรรมชาติ

## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ
## Vegetated Submerged Bed System (VSB)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed VSB | - Area Loading Rate | |
| | กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล. | 1.6 ก./ตร.ม.-วัน |
| | กรณีที่ต้องการค่า BOD ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล. | 6 ก./ตร.ม.-วัน |
| | กรณีที่ต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล. | 20 ก./ตร.ม.-วัน |
| | - ความลึก | |
| | ตัวกลางชั้นหิน (Media) | 0.5-0.6 เมตร |
| | น้ำ | 04.-0.5 เมตร |
| | - ความกว้าง | ไม่มากกว่า 61 เมตร |
| | - ความยาว | ไม่น้อยกว่า 15 เมตร |
| | - ความลาดเอียง (Slope) ของก้นบ่อ (%) | 0.5-1 |
| | - ขนาดของตัวกลางชั้นหิน (Media) | |
| | ส่วนรับน้ำเสีย (Inlet Zone) | 1.5-3.0 นิ้ว |
| | ส่วนที่ใช้ในการบำบัด (Treatment Zone) | 3/4-1 นิ้ว |
| | ส่วนระบายน้ำทิ้ง (Outlet Zone) | 1.5-3.0 นิ้ว |
| | ส่วนสำหรับปลูกพืชน้ำ (Planting Media) | 1/4-3/4 นิ้ว |

**ที่มา :** Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewater, EPA/625/R-99/010

## ตัวอย่างระบบบ่อบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland อาทิ เช่น

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

- **เทศบาลนครหาดใหญ่** ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรับน้ำเสียได้ 138,600 ลูกบาศเมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 515 ไร่

- **เทศบาลเมืองเพชรบุรี** ได้สร้างระบบประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 22 ไร่

# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

## ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์

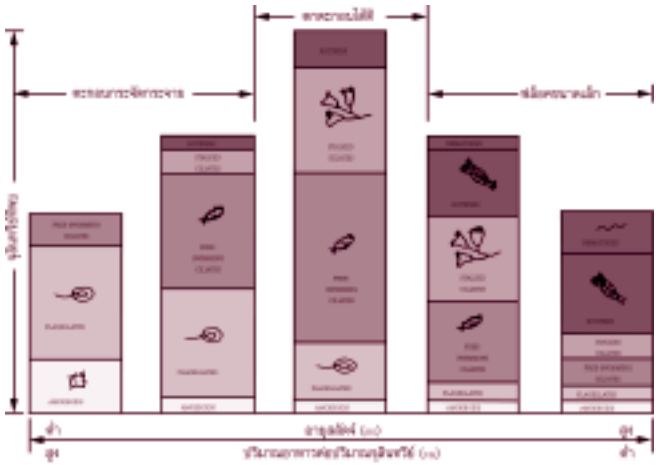
**(Activated Sludge : AS)** เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยาโดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจาก

จำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

ในปัจจุบัน ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

## หลักการทำงานของระบบ

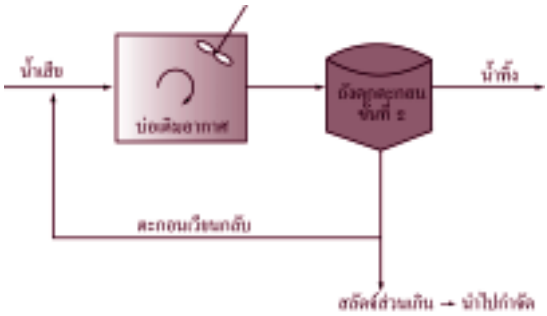
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์



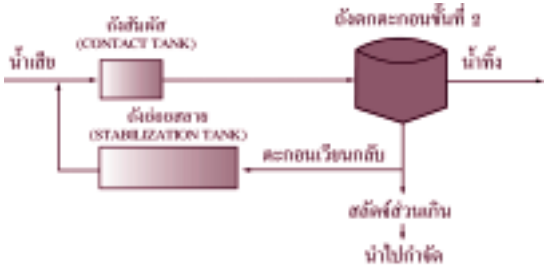
แบบแอโรบิค จุลินทรีย์เหล่านี้ จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ในก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่ (Return Sludge) เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess sludg) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

## ระบบเอกทิเวเต็ดสลัดจ์รูปแบบต่างๆ

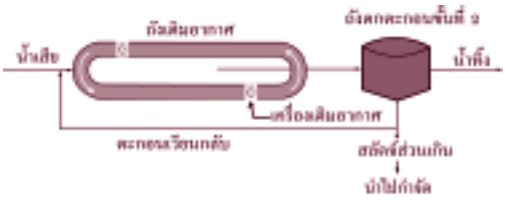
**ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์** (Completly Mixed Activated Studge : CMAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำเสียและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบแบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียกระจายไปทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population)



**ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส** (Contact Stabilization Activated Sludge: CSAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถังอิสระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากก้นถังตกตะกอนขั้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศในถังย่อยสลายจากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียในถังสัมผัสนี้ ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนขั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ทั่วไป

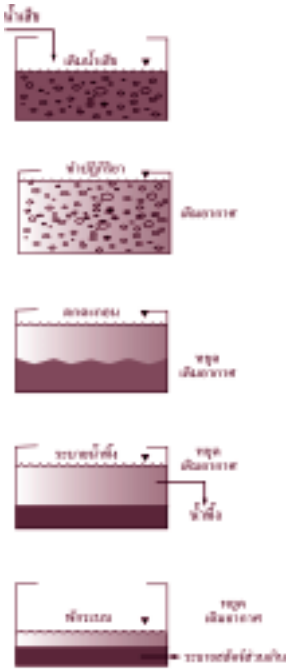



**ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch: OD)** ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ รูปแบบของถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรีหรือวงกลม ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) รูปแบบของถังเติมอากาศลักษณะนี้จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า แอน็อกซิก (Anoxic Zone)




ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำทำให้ไนเตรทไนโตรเจน ($NO_3^{2-}$) ถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน ($N_2$) โดยแบคทีเรียจำพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrosomonas Spp. และ Nitrobactor Spp.) ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้

**ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์** (Sequencing Batch Reactor) ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ ประเภทเติมเข้าถ่ายออก (Fill-and Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอน ในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่นๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้ 1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) เพื่อนำน้ำเสียเข้าระบบ 2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD) 3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา 4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด และ 5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่ โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์



## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix) | - F/M Ratio | 0.2-0.6 กก.บีโอดี/กก. MLSS-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 5-15 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.8-1.9 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 2,500-4,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 3-5 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.25-1 |
| | - ความต้องการออกซิเจน | 0.8-1.1 กก.$O_2$/กก. บีโอดี ที่ถูกจำกัด |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 85-95 |
| 2. แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization) | - F/M Ratio | 0.2-0.6 กก.บีโอดี/กก. MLSS-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 5-15 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.9-1.2 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS ในถังสัมผัส | 1,000-3,000 มก./ล. |
| | - MLSS ในถังปรับเสถียร | 4,000-10,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังสัมผัส | 0.5-1 ชั่วโมง |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังปรับเสถียร | 3-8 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.25-1.5 |
| | - ความต้องการออกซิเจนในถังสัมผัส | 0.4-0.6 กก.$O_2$/กก. บีโอดี ที่ถูกจำกัด |
| | - ความต้องการออกซิเจนในถังปรับเสถียร | 0.3-0.5 กก.$O_2$/กก. บีโอดี ที่ถูกจำกัด |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 80-90 |

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 3. แบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) | - F/M Ratio | 0.05-0.3 กก. บีโอดี/กก. MLSS-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 10-30 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.1-0.5 กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 3,000-6,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 8-36 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.75-1.5 |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 75-95 |
| 4. แบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) | - F/M Ratio | 0.05-0.3 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 8-20 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.1-0.3 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 1,500-6,000 มก./ล. |
| | - ความจุถังต่ออัตราไหลเข้าของน้ำเข้าระบบ | 8-50 ชั่วโมง |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 85-95 |

**ที่มา :** รวบรวมจากหนังสือ “ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย”, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ “Wastewater Engineering”, Metcalf&Eddy 1991

## ปัญหาตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge) และการเกิดตะกอนลอย (Rising Sludge)

● ตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge) เกิดจากสภาวะที่มีจุลินทรีย์จำพวกเส้นใย (Filamentous Organisms) มากเกินไป โดยจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศไม่จับตัวกันเป็นฟล็อค (Floc) เมื่อไหลไปยังถังตกตะกอนจะพบว่าตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้จะลอยขึ้นมาคล้ายลูกคลื่นเป็นชั้นตลอดทั่วทั้งถังตกตะกอน

การป้องกันการเกิดจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยในระบบนั้นต้องควบคุมให้ระบบมีสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ได้แก่ การควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศไม่ให้น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร การเติมสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่พอเหมาะ การควบคุมพีเอช ไม่ให้ต่ำกว่า 6.5 เป็นต้น

● ตะกอนลอย (Rising Sludge) เกิดจากสภาวะดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไนไตรท์และไนเตรท เป็นก๊าซไนโตรเจน โดยก๊าซไนโตรเจนจะสะสมตัวอยู่ใต้ชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจนมากพอที่จะดันให้ตะกอนจุลินทรีย์เหล่านั้นลอยขึ้นมาเป็นก้อนใหญ่ๆ เมื่อลอยขึ้นมาจนถึงผิวน้ำแล้วจะแตกกระจายออกเป็นแผ่นมองเห็นฟองก๊าซเล็กๆ ลอยขึ้นมากับตะกอน

การแก้ปัญหาตะกอนลอย ได้แก่ การเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับจากถังตกตะกอนเพื่อลดระยะเวลาเก็บกักตะกอนในถังตกตะกอนหรือลดอายุสลัดจ์ (Sludge Age) โดยการเพิ่มอัตราการระบายตะกอนส่วนเกิน (Excess Sludge) ทิ้ง

## ตัวอย่างระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ อาทิเช่น

- **ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมพัส** ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียสี่พระยาของกรุงเทพมหานคร ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

- **ระบบคลองวนเวียน** ได้แก่ เทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแสนสุขเหนือ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 14,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 12 ไร่ และระบบบำบัดน้ำเสียแสนสุขใต้ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 9,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 12 ไร่

- **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์** ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียยานนาวา ของกรุงเทพมหานคร หรือเรียกว่า Cyclic Activated Sludge System ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 200,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ หรืออาร์บีซี (Rotating Biological Contactor หรือ RBC)

## ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

**(Rotating Biological Contractor : RBC)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอก ซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้าๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา

## หลักการทำงานของระบบ

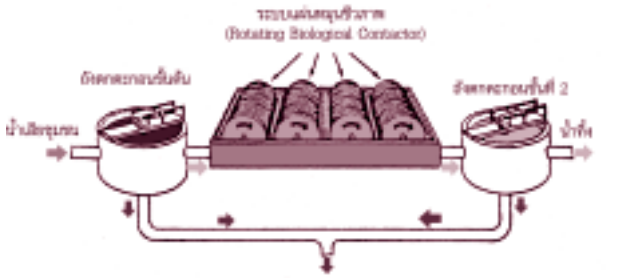
กลไกการทำงานของระบบในการบำบัดน้ำเสียอาศัยจุลินทรีย์แบบใช้อากาศจำนวนมากที่ยึดเกาะติดบนแผ่นจานหมุนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยการหมุนแผ่นจานผ่านน้ำเสีย ซึ่งเมื่อแผ่นจานหมุนขึ้นมาสัมผัสกับอากาศก็จะพาเอาฟิล์มน้ำเสียขึ้นสู่อากาศด้วย ทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนจากอากาศ เพื่อใช้ในการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เหล่านั้นให้เป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเซลล์จุลินทรีย์ ต่อจากนั้นแผ่นจานจะหมุนลงไปสัมผัสกับน้ำเสียในถังปฏิกริยาอีกครั้ง ทำให้ออกซิเจนส่วนที่เหลือผสมกับน้ำเสีย ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสียอีกส่วนหนึ่ง สลับกันเช่นนี้ตลอดไปเป็นวัฏจักร แต่เมื่อมีจำนวนจุลินทรีย์ยึดเกาะแผ่นจานหมุนหนามากขึ้น จะทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์บางส่วน หลุดลอกจากแผ่นจานเนื่องจากแรงเฉือนของการหมุน ซึ่งจะรักษาความหนาของแผ่นฟิล์มให้ค่อนข้างคงที่โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยที่ไหลออกจากถังปฏิกิริยานี้ จะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้ง ทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบนี้มีคุณภาพดีขึ้น

## ส่วนประกอบของระบบ

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียอีกรูปแบบหนึ่งของระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) ซึ่งองค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย 1) ถังตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกของแข็งที่มากับน้ำเสีย 2) ถังปฏิกิริยา ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และ 3) ถังตกตะกอนขั้นที่สอง (Secondary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยก

ตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยในส่วนของถังปฏิกิริยาประกอบด้วย แผ่นจานพลาสติกจำนวนมากที่ทำจาก polyethylene (PE) หรือ high density polyethylene (HDPE) วางเรียงขนานซ้อนกัน โดยติดตั้งฉากกับเพลาแนวนอนตรงจุดศูนย์กลางแผ่น ซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจะยึดเกาะติดบนแผ่นจานนี้เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ หนาประมาณ 1-4 มิลลิเมตร หรือที่เรียกระบบนี้อีกอย่างว่าเป็นระบบ fixed film ทั้งนี้ชุดแผ่นจานหมุนทั้งหมดวางติดตั้งในถังคอนกรีตเสริมเหล็ก ระดับของเพลาจะอยู่เหนือผิวน้ำเล็กน้อย ทำให้พื้นที่ผิวของแผ่นจานจมอยู่ในน้ำประมาณร้อยละ 35-40 ของพื้นที่แผ่นทั้งหมด และในการหมุนของแผ่นจานหมุนชีวภาพอาศัยชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเพลาและเฟืองทดรอบ เพื่อหมุนแผ่นจานในอัตราประมาณ 1-3 รอบต่อนาที

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ จะประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้ 1. บ่อปรับสภาพการไหล (Equalizing Tank) 2. ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) 3. ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) 4. ถังตะกอนขั้นที่ 2 (Secondary Sedimentation Tank) และ 5. บ่อเติมคลอรีน




ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) | - ระยะเวลาเก็บกัก<br>- อัตราน้ำล้น (Overflow Rate)<br>อัตราไหลเฉลี่ย<br><br>อัตราไหลสูงสุด<br><br>- อัตราภาระฝาย (Weir Loading Rate) | 1-4 ชั่วโมง<br><br>30-50 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน<br><br>70-130 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน<br><br>125-500 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน |
| 2. ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating biological Contactor) | - ภาระชลศาสตร์<br><br>- อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Lading)<br><br>- เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 80-160 ลบ.ม./1000 ตร.ม.-วัน<br>10-17 กก. BOD ทั้งหมด/1000 ตร.ม.-วัน<br>0.7-1.5 ชั่วโมง |
| 3. ถังตกตะกอนขั้นสอง (Sedimentation Tank) | - อัตราน้ำล้น (Overflow Rate)<br>อัตราไหลเฉลี่ย<br><br>อัตราไหลสูงสุด<br><br>- อัตราภาระของแข็ง (Solid Loadng Rate)<br>อัตราไหลเฉลี่ย<br>อัตราไหลสูงสุด<br>ความลึก<br>อัตราภาระฝาย (Weir Loadng Rate) | <br>16-32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน<br><br>40-48 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน<br><br><br>3-6 กก./ตร.ม.-ชม.<br>10 กก/ตร.ม.-ชม.<br>3-4.5 เมตร<br><br>250 ลบ.ม./ม.-วัน |

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 4. บ่อเติมคลอรีน (Chlorine Contact Tank) | - เวลาสัมผัส<br>อัตราไหลเฉลี่ย<br>อัตราไหลสูงสุด<br>- ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ<br>- คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine) | 15-30 นาที<br>30<br>15<br>6 มก./ล.<br>0.3-2 มก./ล<br>(0.5-1 มก./ล.)* |

**ที่มา :** รวบรวมจากหนังสือ “ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย” สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ “Wastewater Engineering”, Metcall&Eddy 1991

* “แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม” สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2542

## ข้อดี

1) การเริ่มเดินระบบ (Start Up) ไม่ยุ่งยาก ซึ่งใช้เวลาเพียง 1-2 สัปดาห์
2) การดูแลและบำรุงรักษาง่าย ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญมากนัก
3) ไม่ต้องมีการควบคุมการเวียนตะกอนกลับ
4) ใช้พลังงานการเดินระบบน้อย เนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำด้วย

## ข้อเสีย

1) ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ
2) เพลาแกนหมุนที่ต้องรับทั้งแรงอัดและแรงปิดชำรุดบ่อยครั้ง
3) แผ่นจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่ายหากสัมผัสรังสีอุลตร้าไวโอเล็ตและสารพิษเป็นเวลานานอย่างต่อเนื่อง

## ตัวอย่างระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพที่ใช้ในประเทศไทย

- แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ อาทิเช่น

- เทศบาลตำบลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 8,000 ลบ.ม./วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างประมาณ 6 ไร่

# ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)

## ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน

**(Oxidation Ditch : OD)** เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ประเภทหนึ่งที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวน ก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งโดยวิธีการตกตะกอน การเดินระบบบำบัดประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจาก จำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อม

และลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

## หลักการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบคลองวนเวียนจะเหมือนกับระบบแอกทิเวเต็ด-สลัดจ์โดยทั่วไป คือ อาศัยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิด โดยจุลินทรีย์ที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว เป็นต้น ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะเป็นสภาวะแอโรบิค โดยจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในระบบ จากนั้นจึงแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ผ่านบำบัดแล้ว โดยวิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) เพื่อให้ได้น้ำใส (Supernatant) อยู่ส่วนบนของถังตกตะกอน ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีขึ้น และสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

## ส่วนประกอบของระบบ

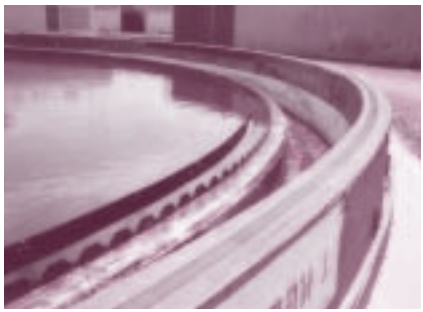
ระบบคลองวนเวียนจะมีลักษณะแตกต่างจากระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบอื่น คือ ถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี ทำให้ระบบคลองวนเวียนใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบอื่น โดยรูปแบบของถังเติมอากาศแบบวงกลมหรือวงรี ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และการกวนจะใช้เครื่องกลเติมอากาศซึ่งตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) จากลักษณะการไหลแบบตามแนวยาวทำให้สภาวะในถังเติมอากาศแตกต่างไปจากระบบแอคติเวเต็ดจ์สลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge) โดยค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ ในถังเติมอากาศจะลดลงเรื่อยๆ ตามความยาวของถัง จนกระทั่งมีค่าเป็นศูนย์เรียกว่าเขตแอน็อกซิก (Anoxic Zone) ซึ่งจะมีระยะเวลาไม่ช่วงนี้ไม่เกิน 10 นาทีการที่ถังเติมอากาศมีสภาวะเช่นนี้ทำให้เกิดไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ขึ้นในถังเดียวกัน ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดีขึ้นด้วย

ระบบคลองวนเวียนส่วนใหญ่จะประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้ 1. รางดักกรวดทราย (Grit Chamber) 2. บ่อปรับสภาพการไหล (Equalizing Tank) 3. บ่อเติมอากาศแบบคลองวนเวียน 4. ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) 5. บ่อสูบตะกอนหมุนเวียน และ 6. บ่อเติมคลอรีน

รางดักกรวดทราย

บ่อเติมอากาศแบบคลองวนเวียน

ถังตกตะกอน



น้ำที่ผ่านการตกตะกอน

ถังเติมคลอรีน

## ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)

| หน่วยบำบัด | เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) | |
|---|---|---|
| | พารามิเตอร์ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
| 1. บ่อเติมอากาศแบบคลองวนเวียน | - F/M Ratio | 0.05-0.3 กก. บีโอดี/กก. MLSS-วัน |
| | - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) | 10-30 วัน |
| | - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) | 0.1-0.5 กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| | - MLSS | 3,000-6,000 มก./ล. |
| | - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) | 8-36 ชั่วโมง |
| | - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ | 0.75-1.5 |
| | - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี | ร้อยละ 75-95 |
| 2. ถังตกตะกอนขั้นสอง (Sedimentation Tank) | - อัตราน้ำล้น | |
| | อัตราไหลเฉลี่ย | 8-16 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน |
| | อัตราไหลสูงสุด | 24-32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน |
| | - อัตราภาระของแข็ง | |
| | อัตราไหลเฉลี่ย | 1-5 กก./ตร.ม.-ชม. |
| | อัตราไหลสูงสุด | 7 กก./ ตร.ม.-ชม. |
| | - ความลึก | 3-6 เมตร |
| | - อัตราภาระฝาย | 250 ลบ.ม/ม.-วัน |
| 3. บ่อเติมคลอรีน (Chlorine Contact Tank) | - เวลาสัมผัส (นาที) | 15-30 นาที |
| | อัตราไหลเฉลี่ย | 30 |
| | อัตราไหลสูงสุด | 15 |
| | - ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ | 6 มก./ล. |
| | - คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine) | 0.3-2 มก./ล. (0.5-1 มก./ล.)* |

**ที่มา :** รวบรวมจากหนังสือ “ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย” สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ “Wastewater Engineering”, Metcalf & Eddy 1991

* “แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม”, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2542

## การควบคุมระบบ

การควบคุมระบบคลองวนเวียน จะต้องทำให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่ค่าพีเอช (pH) อุณหภูมิ อาหารเสริมแร่ธาตุต่างๆ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ และการกวนที่เหมาะสม

เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการแล้ว จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น หลักในการควบคุมการทำงานของกระบวนการ คือต้องจัดให้ปริมาณสารอินทรีย์และสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับปริมาณจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถแยกสลัดจ์ออกจากน้ำได้ง่าย

การควบคุมการทำงานของระบบสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การควบคุมอายุสลัดจ์ (Sludge Retention Time : SRT ($\theta_c$) หรือ Sludge Age) และวิธีการควบคุมอัตราส่วนของน้ำหนักมูลสารอินทรีย์ต่อน้ำหนักของจุลินทรีย์ (F/M Ratio) แต่ในทางปฏิบัติพบว่า การควบคุม โดยใช้ค่าอายุสลัดจ์ทำได้ง่ายกว่า โดยเพียงแต่ทำการวิเคราะห์ค่า MLVSS ในระบบ (หรือวิเคราะห์ค่า MLSS แทนก็ได้) เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินที่จะต้องกำจัดออก เพื่อรักษาค่าอายุสลัดจ์ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการควบคุม

## ข้อดี

ระบบคลองวนเวียนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดี

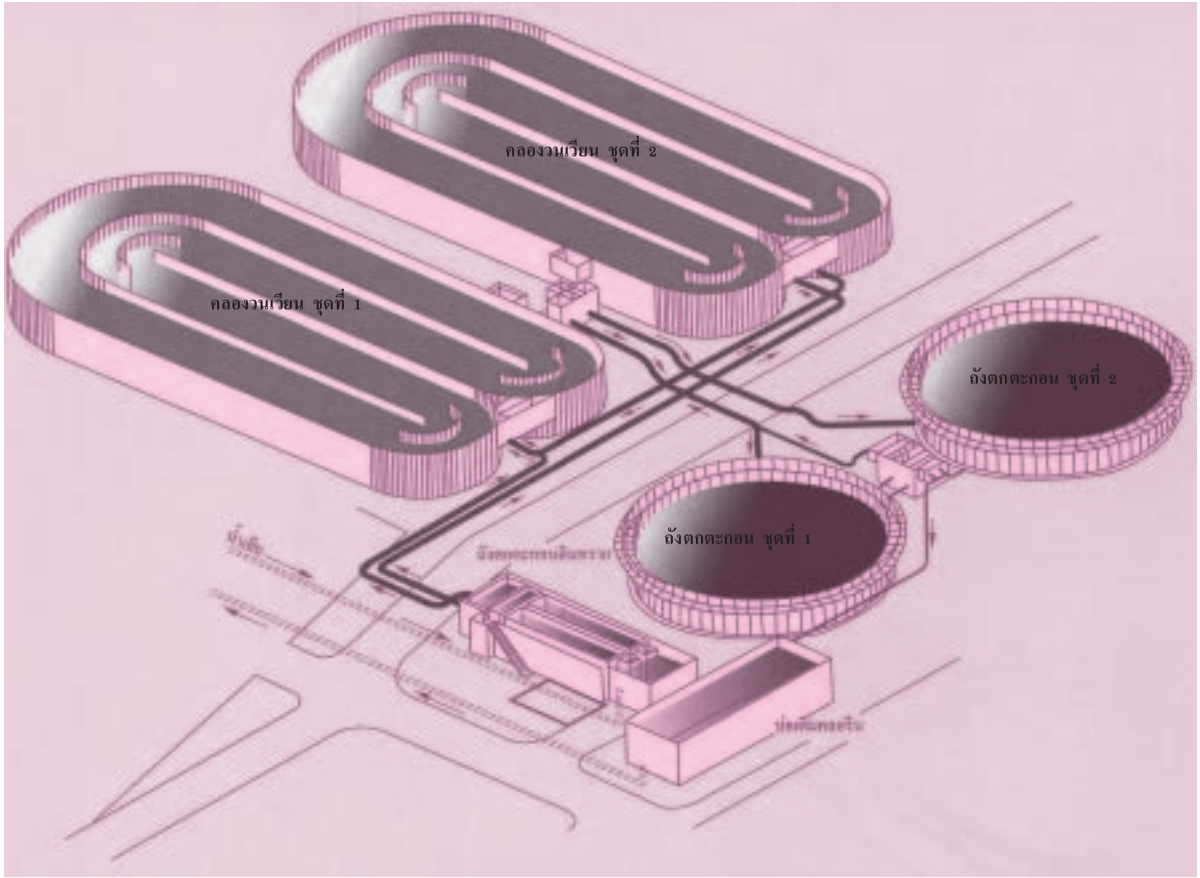
## ข้อเสีย

ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการสูง ใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอคติเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทอื่น ผู้ควบคุมระบบจะต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี หากไม่มีการดูแลที่ดีพอจะทำให้อุปกรณ์ เช่น เครื่องเติมอากาศชำรุดได้ง่าย

## ตัวอย่างระบบคลองวนเวียนที่ใช้ในประเทศไทย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน อาทิเช่น

- เทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแสนสุขเหนือ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 14,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 12 ไร่ และระบบบำบัดน้ำเสียแสนสุขใต้ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 9,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 12 ไร่
- เทศบาลเมืองบ้านแพ จังหวัดระยอง ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 8,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 27 ไร่




รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) ของเทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี

# เอกสารอ้างอิง


1. “โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน” สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538.

2. “ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งชุมชนในประเทศ, เอกสารประกอบการประชุม สวสท.’36” สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2536.

3. “Wastewater Engineering” Metcalf&Eddy, 1991.

4. “คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่” กรมควบคุมมลพิษ, 2537.

5. “คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน” ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2537.

6. “การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย” อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

7. “ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย” สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540.

8. “Constructed Wetland Treatment of Municipal Wastewater, EPA/625/R-99/010” US.EPA, 1999.

9. “แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม” สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2542.

# คณะผู้จัดทำ

**คณะที่ปรึกษา**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | นายศิริธัญญ์ | ไพโรจน์บริบูรณ์ | อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ |
| 2. | นางนิศากร | โฆษิตรัตน์ | รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ |
| 3. | นางยุวรี | อินนา | ผู้อำนวยการกองจัดการคุณภาพน้ำ |

**คณะผู้จัดทำ**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | นายอนุพันธ์ | อิฐรัตน์ | หัวหน้าฝ่ายน้ำทิ้งชุมชน |
| 2. | นายสมชาย | ทรงประกอบ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 6ว |
| 3. | นางสาวกิ่งดาว | อินทรรักเดช | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5 |
| 4. | นางสาวสมลักษณ์ | นงนุช | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5 |
| 5. | นายยุทธชัย | สาระไทย | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5 |
| 6. | นางสาววิลาสินี | ศักดิ์เทวินทร์ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5 |
| 7. | นายโกมล | เอี่ยมเสมอ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 4 |
| 8. | นางสาวกนกวรรณ | กอเจริญ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 4 |
| 9. | นางสาวสุนันทา | พลทวงษ์ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 4 |

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว นายวิชัย พยัคฆโส ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา พ.ศ. 2545

**กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ**

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

92 ซอยพหลโยธิน 7 (อารีย์สัมพันธ์) ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0-2298-2212 Fax. 0-2298-2202 www.pcd.go.th