คู่มือ

ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คำนำ

ปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำทวีความรุนแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชน ก่อให้เกิดกิจกรรมการผลิตและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน (Domestic Wastewater) เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสาเหตุหลักๆ มาจากกิจกรรมประจำวันและกิจกรรมที่เป็นอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ได้แก่ น้ำเสียจากการประกอบอาหาร การชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน ตลาดสด และอาคารประเภทต่างๆ เป็นต้น

การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องควรให้ความร่วมมือช่วยกันลดและบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น เช่น การบำบัดน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด และการลดการระบายน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษจึงจัดทำ **“คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน”** เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในการบำบัดน้ำเสียและเป็นแนวทางในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์และเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้ผู้อ่านได้รับความรู้และสามารถดำเนินการตามแนวทางที่นำเสนอ เพื่อลดปริมาณน้ำเสียที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมและแหล่งน้ำมีคุณภาพดีอย่างยั่งยืนต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใดคณะผู้จัดทำขอรับคำแนะนำและขออภัยมา ณ โอกาสนี้

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ
กรมควบคุมมลพิษ
กันยายน 2560

สารบัญ

หน้า

บทนำ ที่มาและความสำคัญ 1

บทที่ 1 น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)

1.1 น้ำเสีย (Wastewater) 3

1.2 น้ำเสียชุมชน (Domestics Wastewater) 3

1.3 ลักษณะน้ำเสีย 4

1.4 ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย 6

1.5 การควบคุมการเกิดมลพิษทางน้ำ 8

บทที่ 2 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Process)

2.1 การบำบัดขั้นเตรียมการและขั้นต้น (Preliminary Treatment/Primary Treatment) 12

2.2 การบำบัดขั้นที่สอง (Second Treatment) 13

2.3 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) 14

2.4 การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment) 15

2.5 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment) 16

2.6 การกำจัดตะกอน 17

บทที่ 3 หน่วยบำบัดน้ำเสีย (Unit Operation)

3.1 การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment) 19

3.2 การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment) 22

3.3 การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) 24

3.4 ข้อแตกต่างระหว่างกระบวนการใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ 24

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 รูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชน

4.1 การรวบรวมน้ำเสีย 26

4.2 ประเภทระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ 28
- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร 38
- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ 42

บทที่ 5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Central Wastewater Treatment)

5.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond: SP) 45

5.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL) 53

5.3 ระบบแอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge: AS) 59

5.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) 73

5.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor; RBC) 82

บทที่ 6 ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย (Domestic Wastewater System)

6.1 สถานการณ์การจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด 90

6.2 สถานการณ์การจัดการน้ำเสียรวมของชุมชน 90

เอกสารอ้างอิง **94**

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัญหามลพิษทางน้ำในปัจจุบันมักเกิดจากการระบายน้ำเสียจากอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และกิจกรรมต่างๆ ของชุมชนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งนับวันปัญหาเหล่านี้จะยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น โดยแหล่งที่มาของมลพิษทางน้ำส่วนใหญ่มาจาก **น้ำเสียของแหล่งชุมชน (Domestic Wastewater)** ซึ่งเกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่างๆ เช่น อาคารบ้านเรือน หมู่บ้านจัดสรร โรงแรมคอนโดมิเนียม ตลาดสด โรงพยาบาล เป็นต้น

แม้ว่าแหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนบางส่วนจะมีการบำบัดน้ำเสียจากส้วมด้วยบ่อเกรอะ-บ่อซึม หรือเลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปขนาดเล็กมาใช้งานก็ตาม น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อหรือถังบำบัดเหล่านี้จะถูกระบายลงสู่คลองหรือท่อระบายน้ำสาธารณะและไหลลงสู่แม่น้ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติในที่สุด นอกจากนี้ชุมชนเมืองอีกหลายแห่งของประเทศยังไม่มีระบบการจัดการน้ำเสียที่ดี ทำให้น้ำเสียที่เกิดขึ้นถูกระบายลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ ก่อให้เกิดสารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า ก๊าซมีเทน และสารประกอบแอมโมเนีย ทำให้แหล่งน้ำมีสภาพเสื่อมโทรม น้ำเน่าเสียมีสีดำและส่งกลิ่นเหม็น จนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในที่สุด

ดังนั้น เพื่อช่วยกันลดปัญหามลพิษทางน้ำของแหล่งน้ำในอนาคตและป้องกันไม่ให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง จึงควรมีการจัดการน้ำเสียอย่างเหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นประชาชนที่อยู่อาศัยตามอาคารบ้านเรือน รวมทั้งเจ้าของสถานประกอบการ ร้านอาหาร และตลาด

จะต้องรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ณ บริเวณแหล่งกำเนิดก่อนระบายทิ้งหรือรวบรวมน้ำเสียที่เกิดขึ้นส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม (Central Treatment Plant) ของท้องถิ่น ส่วนในกรณีที่อาคารบ้านเรือนตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกันและมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ที่ไม่สามารถก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดใหญ่ได้ จะต้องมีระบบรวบรวมน้ำเสียที่สามารถนำน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของกลุ่ม (Cluster Treatment Plant) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดเล็กก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ แต่หากเป็นชุมชนขนาดเล็กมีบ้านเรือน ร้านค้าตั้งกระจายแต่ละหลังไม่รวมเป็นกลุ่ม การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละหลัง (Onsite Treatment) ก่อนระบายน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมจะเป็นวิธีที่เหมาะสมและเป็นที่นิยมใช้

บทที่ 1
น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)

1.1 น้ำเสีย (Wastewater)

หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ มากมาย จนกระทั่งกลายมีลักษณะกลิ่น สี รส น่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติจะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้

1.2 น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)

หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันและกิจกรรมที่เป็นอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่างๆ

ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากอาคาร บ้านเรือน มีประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากร หรือพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละประเภท ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 - 1 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	195	204	226	249	275

ที่มา : โครงการพัฒนาและปรับปรุงข้อมูลอัตราการเกิดน้ำเสียและปริมาณความสกปรกของแหล่งกำเนิดประเภทชุมชน กรมควบคุมมลพิษ 2553

ตารางที่ 1 - 2 ปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร	หน่วย	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 : ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย
เอกสารประกอบการประชุม สวสท 36, สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2536

1.3 ลักษณะน้ำเสีย

เกิดจากบ้านพักอาศัยประกอบไปด้วยน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- **สารอินทรีย์ในน้ำเสีย** ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว พืชผัก น้ำแกง เศษใบตอง ชิ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มากและสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย
- **สารอนินทรีย์ในน้ำเสีย** ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็นแต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์, ซัลเฟอร์

- **โลหะหนักและสารพิษ** อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารของสัตว์หรือพืชก็ได้ และเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น อู่ซ่อมรถ ร้านชุบโลหะ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น
- **น้ำมันและเศษวัตถุลอยน้ำต่างๆ** เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู
- **ของแข็ง** เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำจะเกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่อาศัยและหากินใต้ท้องน้ำ
- **สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก** ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ
- **จุลินทรีย์** ปกติในน้ำเสียจะมีจุลินทรีย์อยู่โดยธรรมชาติ โดยน้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์หรือโรงงานผลิตอาหารทุกประเภทจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ทำให้ระดับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำลดลง แหล่งน้ำเน่าเหม็น นอกจากนี้ จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล
- **ธาตุอาหาร** ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงมาก

ในช่วงกลางคืนและทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การระบายน้ำและการสัญจรทางน้ำ

- **กลิ่น** เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนหรือกลิ่นอื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

1.4 ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย

โดยทั่วไปเชื้อโรคที่พบในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ มี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ แหล่งที่มาของเชื้อโรคเหล่านี้มาจากอุจจาระของมนุษย์และสัตว์ปนมากับน้ำเสีย โรคติดเชื้อจากสิ่งขับถ่ายสามารถติดต่อสู่คนมี 2 วิธี คือ เกิดจากเชื้อโรคที่อยู่ในสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์แพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้วเข้าสู่คนโดยตรง เช่น การรับเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายเข้าทางปาก ตา ผิวหนัง เป็นต้น หรือการรับเชื้อโรคผ่านทางสัตว์พาหนะ เช่น หนูหรือแมลงต่าง ๆ ที่อาศัยสิ่งขับถ่ายในการขยายพันธุ์ จะรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย โดยเชื้ออาจอยู่ในตัว ลำไส้ หรือในเลือดของสัตว์พาหนะนั้น โดยที่คนจะได้รับเชื้อผ่านสัตว์เหล่านั้นอีกทีหนึ่ง ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จำแนกเชื้อโรคตามลักษณะการติดเชื้อออกเป็น 6 ประเภท

ประเภทที่ 1 การติดเชื้อไวรัสและโปรโตซัว สามารถทำให้เกิดโรคได้แม้ว่าจะได้รับเชื้อเพียงเล็กน้อย และสามารถติดต่อได้ง่าย ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอ จะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

ประเภทที่ 2 การติดเชื้อจากแบคทีเรีย จะต้องได้รับเชื้อในปริมาณที่มากพอจึงจะทำให้เกิดโรคได้แต่ติดต่อกันได้ยาก เชื้อนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีในที่ที่เหมาะสม

ประเภทที่ 3 การติดเชื้อจากไข่พยาธิ การติดเชื้อประเภทนี้ทำให้เกิดโรคได้ทั้งในระยะแฝงและระยะฝังตัว แต่จะไม่ติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้โดยตรง การแพร่กระจายของเชื้อต้องการสถานที่และสภาวะที่เหมาะสมเพื่อเจริญเติบโตเป็นตัวพยาธิและเข้าสู่ร่างกายได้ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 4 พยาธิตัวตืดอาศัยอยู่ในลำไส้คน ไข่พยาธิจะปนออกมากับอุจจาระ ถ้าการกำจัดสิ่งขับถ่ายไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สัตว์จำพวกโค กระบือ และสุกร ได้รับไข่พยาธิจากการกินหญ้าที่มีไข่พยาธิเข้าไป ซึ่งไข่พยาธินี้เมื่อเข้าไปในร่างกายสัตว์แล้วจะกลายเป็นซีสต์ (Cyst) และฝังตัวอยู่ตามกล้ามเนื้อ คนจะได้รับพยาธิเมื่อรับประทานเนื้อสัตว์ดิบๆ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 5 พยาธิที่มีบางระยะของวงชีวิตอยู่ในน้ำ พยาธิเหล่านี้จะมีระยะติดต่อตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยจะเข้าสู่ร่างกายคนโดยการไชเข้าทางผิวหนังหรือรับประทานสัตว์น้ำที่ไม่ได้ทำให้สุก ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงเป็นการป้องกันมิให้พยาธิเหล่านี้ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 6 การติดเชื้อโดยมีแมลงเป็นพาหะ ได้แก่ ยุง แมลงวัน โดยยุงพวก Culex pipines จะสามารถสืบพันธุ์ได้ในน้ำเสีย โดยเชื้อจะติดไปกับตัวแมลง เมื่อสัมผัสอาหารเชื้อก็จะปนเปื้อนกับอาหาร การจัดระบบสุขาภิบาลที่ดีจึงเป็นการป้องกันพาหนะเหล่านี้

ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรค คือ จะต้องจัดระบบสุขาภิบาลตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับชุมชนให้ถูกต้องเหมาะสมและควรมีระบบการจัดการบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนและ

การระบายน้ำที่ดีเพื่อกำจัดเชื้อโรคและป้องกันการแพร่พันธุ์ของสัตว์พาหะในน้ำทิ้งได้ก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

1.5 การควบคุมการเกิดมลพิษทางน้ำ

การควบคุมการเกิดมลภาวะทางน้ำ ก็คือการไม่ปล่อยสารมลพิษลงแหล่งน้ำหรือปล่อยให้น้อยลงเท่าที่จะทำได้ หากเกิดมลพิษทางน้ำขึ้นแล้วจะต้องมีการกำจัดมลพิษในน้ำให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งการกำจัดน้ำเสียทำได้หลายวิธี ดังนี้

การกำจัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ (self purification) แหล่งน้ำในธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์หลายชนิดปะปนอยู่ทั่วไป ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำได้รับการปนเปื้อนจากน้ำเสียหรือสิ่งสกปรกมากน้อยเพียงใด จุลินทรีย์ในแหล่งธรรมชาติที่มีการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกน้อยโดยทั่วไปจะเป็นจุลินทรีย์ชนิดแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนทำหน้าที่กำจัดสารมลพิษในน้ำเสียโดยธรรมชาติ การย่อยสลายสารมลพิษที่เป็นสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียทำให้ลดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ หากมีการควบคุมจำนวนแบคทีเรียให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมไม่มากจนเกินไปจนทำให้ออกซิเจนในน้ำขาดแคลน หรือมีน้อยจนเกินไปจนทำให้แบคทีเรียในน้ำย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่ทัน นอกจากนั้นยังต้องควบคุมปริมาณออกซิเจนในน้ำให้มีมากพอ โดยจัดการให้อากาศในน้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลา เช่น จัดตั้งเครื่องตีน้ำหรือเครื่องเติมอากาศเพื่อเติมอากาศลงในน้ำ หรือการพ่นอากาศลงในน้ำ เป็นต้น

การทำให้เจือจาง (Dilution) เป็นการเติมน้ำจำนวนมากพอที่ทำให้สารมลพิษเจือจางลง เช่น การระบายน้ำเสียลงแม่น้ำ การเจือจางจะขึ้นกับปริมาตรของน้ำที่เติม ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปริมาณของเสียที่แหล่งน้ำสามารถรับไว้ด้วย นั่นคือปริมาตรน้ำมากจะทำให้เกิดการเจือจางขึ้น (ประเทศไทย

การเจือจางปริมาณความสกปรกหรือปริมาณของเสียถือว่าผิดกฎหมาย เนื่องจากทำให้แหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของของเสีย ถึงแม้ปริมาณของเสียถูกเจือจางไปแล้วก็ตาม) อย่างไรก็ตามของเสียเหล่านั้นก็ถูกระบายลงแหล่งน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้รับผลกระทบด้วย

การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Reclamation) วิธีนี้เป็นการทำน้ำเสียให้กลับมาเป็นน้ำดีเพื่อนำมาใช้ต่อ โรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้น้ำในปริมาณมากในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่นิยมนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Reclamation) จะเกิดผลดีคือ ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน ลดต้นทุนการผลิต ลดปัญหาการหาแหล่งน้ำใหม่สำหรับใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ได้อีก น้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่ (Reclaimed Water) นี้อาจมีคุณสมบัติดีกว่าหรือด้อยกว่าน้ำที่ใช้ครั้งแรกขึ้นอยู่กับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียที่นำมาปรับปรุงและนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนใหญ่จะมีคุณภาพด้อยกว่าน้ำที่ใช้ในครั้งแรก ดังนั้นจึงนำไปใช้เป็นน้ำในกระบวนตั้งต้นการผลิต ทำความสะอาด และรดต้นไม้ เป็นต้น

การควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ เป็นการป้องกันและลดการนำสารมลพิษลงสู่แหล่งน้ำ วิธีการควบคุมมีหลายวิธี เช่น การติดตั้งระบบเตือนภัยเมื่อน้ำทิ้งที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำมีค่าความสกปรกเกินมาตรฐานที่กำหนด (นิยมใช้ในการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายลงแหล่งน้ำในประเทศสาธารณรัฐเกาหลี) และการก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์สูบส่งน้ำเสียในระบบรวบรวมน้ำเสียที่ออกแบบให้ท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อน้ำฝนเป็นท่อเดียวกัน (Combined System) โดยในช่วงเวลาที่ฝนไม่ตกปริมาณน้ำเสียในระบบรวบรวมมีน้อย อุปกรณ์จะถูกออกแบบให้สูบน้ำเสียไปบำบัด แต่ในช่วงมีฝนตกปริมาณน้ำเสียรวมปะปนอยู่กับน้ำฝนมีปริมาณมาก ระบบรวบรวมถูกออกแบบยอมให้น้ำเสียที่เจือจางอยู่กับน้ำฝนระบาย

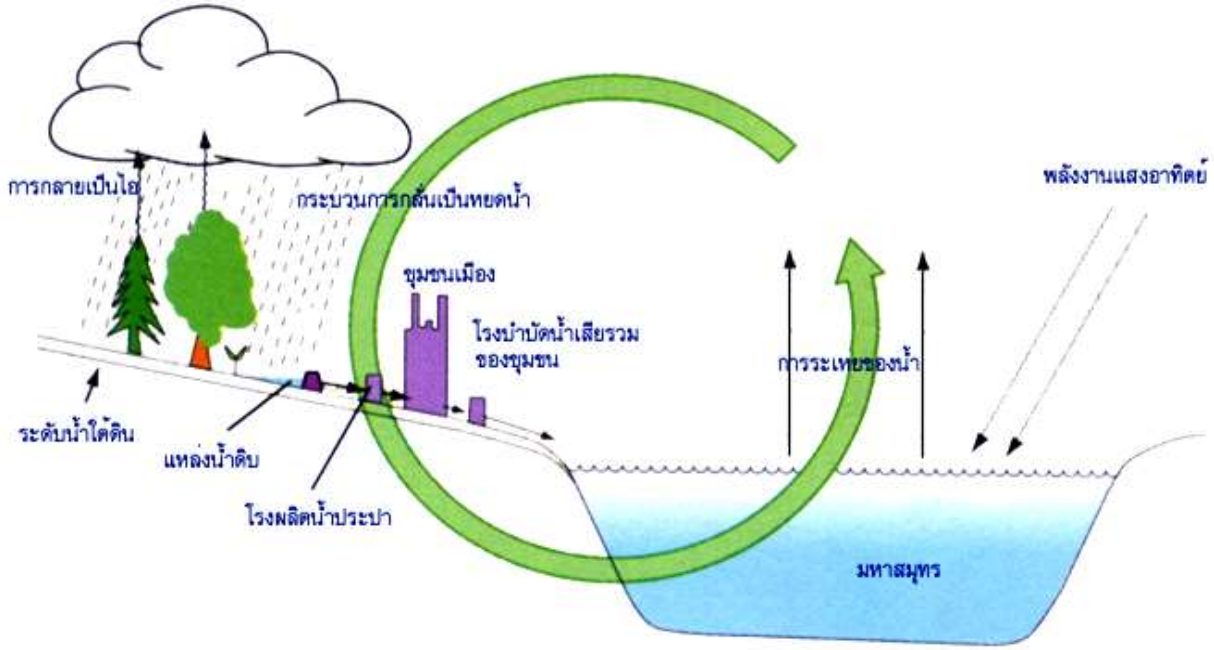
ลงแหล่งน้ำ สำหรับแหล่งน้ำที่เกิดภาวะน้ำเน่าเสียแล้วอาจจะต้องใช้มาตรการทางกฎหมายบังคับไม่ให้ทิ้งสิ่งปฏิกูลของเสียลงในแหล่งน้ำนั้น

การบำบัดน้ำเสีย เป็นการใช้วิธีทางธรรมชาติและทางวิทยาศาสตร์บำบัด/ปรับปรุงน้ำเสียเพื่อลดความสกปรกก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปจะใช้วิธีการเร่งเวลาการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เร็วขึ้นกว่าที่จะใช้ธรรมชาติบำบัด เช่น การเพิ่มปริมาณออกซิเจนโดยการเติมอากาศเพื่อให้แบคทีเรียย่อยสลายของเสียในน้ำเสีย การใช้สารเคมีตกตะกอนสีและสารแขวนลอยในน้ำเสีย การใช้แรงเหวี่ยงเพื่อเร่งการตกตะกอนของแข็ง และของแข็งลอยน้ำในน้ำเสีย เป็นต้น

การกักเก็บของเสียไว้ระยะหนึ่งก่อนปล่อยออกจากแหล่งผลิต (Detention) วิธีนี้อาศัยขบวนการทางธรรมชาติ โดยการปล่อยให้ของเสียสลายตัวเองตามธรรมชาติในช่วงเวลาที่กักเก็บไว้และต้องใช้เวลานาน ซึ่งระยะเวลาเก็บกักต้องเพียงพอให้จุลินทรีย์ในน้ำเสียย่อยสลายสิ่งสกปรก สารอินทรีย์หรือของเสียในน้ำเสียจนเหลือความสกปรกน้อยก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
กระบวนการบำบัดน้ำเสีย
(Wastewater Treatment Process)

มลพิษทางน้ำ เป็นน้ำที่มีสารหรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ น้ำมัน ไขมัน ผงซักฟอก สบู่ ยาฆ่าแมลง สารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเหม็นและเชื้อโรคต่างๆ สำหรับแหล่งที่มาของมลพิษทางน้ำส่วนใหญ่มาจากน้ำเสียของแหล่งชุมชน จากกิจกรรมสำหรับในการดำรงชีวิตของคน เช่น อาคารบ้านเรือน หมู่บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม โรงแรม ตลาดสด โรงพยาบาล เป็นต้น



ปัญหาของน้ำเสียเกิดขึ้นพร้อมๆกับการเจริญเติบโตของชุมชนและการเพิ่มขึ้นของการผลิตภาคอุตสาหกรรม และการเพิ่มผลผลิตภาคเกษตรกรรม น้ำเสียเกิดขึ้นจากการใช้น้ำเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆในการอุปโภคบริโภคและจากกระบวนการผลิต น้ำเสียก่อให้เกิดปัญหาแก่แหล่งรองรับน้ำ ทำให้เกิด

การเน่าเหม็นหรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำซึ่งเป็นห่วงโซ่อาหารของคนและสัตว์ สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ กรด ด่าง ของแข็ง สารแขวนลอย น้ำมัน ไขมัน เกลือและแร่ธาตุที่เป็นพิษ สารกัมมันตภาพรังสี สารที่ทำให้เกิดความร้อน สี และกลิ่น เป็นต้น ในอดีตปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะธรรมชาติจะสามารถทำความสะอาดน้ำเสียได้อย่างทันท่วงที อย่างไรก็ตามเมื่อมีการขยายตัวของชุมชนและมีการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ เพิ่มขึ้น น้ำเสียมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ธรรมชาติไม่สามารถบำบัดได้ แหล่งน้ำจึงเกิดการเน่าเสียและเสื่อมคุณภาพลง ดังนั้น ภาครัฐจึงออกกฎหมายในการควบคุมมาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพื่อให้แหล่งกำเนิดต้องบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป กระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งเป็นขั้นตอน ได้ดังนี้

2.1 การบำบัดขั้นเตรียมการและขั้นต้น (Preliminary Treatment / Primary Treatment)

ส่วนใหญ่เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งหรือเศษวัตถุที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำเสีย เป็นการลดปริมาณของแข็งและน้ำมันหรือไขมันที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ร้อยละ 25-40 ประกอบด้วย

การกำจัดด้วยตะแกรงหยาบ (Screening) เป็นการกำจัดเศษวัตถุของแข็งขนาดใหญ่โดยใช้ตะแกรง โดยทั่วไปตะแกรงที่ใช้มี 2 ประเภท คือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด การใช้ตะแกรงชนิดใดขึ้นกับขนาดวัตถุที่ต้องการกรองออกจากน้ำเสีย แต่ต้องพิจารณาการทำความสะอาดตะแกรงบ่อยครั้ง หากมีการอุดตันของตะแกรงเนื่องจากเลือกตะแกรงที่มี

ร่องละเอียดเกินไป โดยต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ทำตะแกรง ถ้าน้ำเสียมีความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างสูง ควรเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่น โลหะแสตนเลส เป็นต้น

บ่อดักกรวดทราย (Grit Chamber) เป็นการกำจัดพวกกรวดทรายโดยการแยกให้ตกตะกอนในรางดักกรวดทราย ในระบบบำบัดน้ำเสียบางแห่งอาจเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำเสียในบ่อนี้เพื่อให้เศษวัสดุที่เป็นของแข็งตกตะกอนแยกจากเศษวัสดุที่มีขนาดเบากว่า

ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation tank) คือถังตกตะกอนที่ทำหน้าที่แยกตะกอนต่างๆ ออกจากน้ำเสียก่อนที่จะไหลไปลงถังบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยา กระบวนการนี้จะเป็นการเพิ่มเวลาให้เศษวัสดุขนาดเล็กตกตะกอนลงก้นบ่อมากขึ้น แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้พื้นที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับก่อสร้างบ่อตกตะกอนเบื้องต้น

บ่อดักไขมันและน้ำมัน (Oil and Grease Removal) น้ำมันและไขมันจะพบมากในน้ำทิ้งจากบ้านเรือน ร้านอาหาร สถานีจำหน่ายน้ำมัน และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีไขมัน การกำจัดน้ำมันและไขมันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การเติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ การทำให้ลอย (Flotation) แล้วเก็บกวาดออกจากผิวน้ำ การเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อช่วยลดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหรือไขมันทำให้ลอยขึ้นมาได้มาก เป็นต้น ขั้นตอนนี้จะช่วยลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากน้ำมันและไขมันลงได้มาก ทั้งยังช่วยเพิ่มการละลายของออกซิเจนลงในน้ำเสียในขั้นตอนการเติมอากาศซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปด้วย

2.2 การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยการกำจัดสารอินทรีย์และสารแขวนลอยออกจากน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีวภาพและ/หรือกระบวนการทางเคมี ซึ่ง

การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้เป็นกระบวนการทางชีวภาพสามารถกำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีลงได้ประมาณร้อยละ 75 - 95 ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ หากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดใหญ่นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพที่ใช้จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนในการบำบัด เนื่องจากใช้เวลาและค่าใช้จ่ายบำบัดน้อยกว่ากระบวนการบำบัดโดยใช้สารเคมี น้ำทิ้งที่บำบัดแล้วมีความสกปรกน้อยและประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าระบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน แต่มีข้อเสีย คือ มีค่าใช้จ่ายในการเติมออกซิเจนลงในน้ำเสีย และเกิดตะกอนจุลินทรีย์มากในระบบบำบัดที่ต้องเพิ่มขั้นตอนการกำจัด อย่างไรก็ตาม ในบางชนิดของระบบบำบัดแบบใช้จุลินทรีย์ประเภทใช้ออกซิเจน เช่น ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond หรือ SP) ซึ่งใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก บ่อจะปล่อยให้ออกซิเจนในอากาศละลายในน้ำเสียได้โดยธรรมชาติจึงไม่จำเป็นที่ต้องติดตั้งเครื่องจักรกลในการเติมอากาศให้แก่น้ำเสีย แต่สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ใช้กับบ้านเรือนที่อยู่อาศัยเฉพาะแต่ละหลังนิยมใช้กระบวนการบำบัดโดยใช้จุลินทรีย์ทั้งแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) และแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (Facultative Microorganism) ซึ่งมีอยู่ในน้ำเสียอยู่แล้ว ดังนั้น ระบบบำบัดน้ำเสียของบ้านเรือนทั่วไปจึงมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก

2.3 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment)

เป็นการบำบัดเพื่อนำสารเคมี สาหร่าย ไข่พยาธิ ตัวอ่อนสัตว์พาหะนำโรคออกจากน้ำเสียก่อนระบายสู่สิ่งแวดล้อม การบำบัดขั้นที่ 3 นี้มีหลายกระบวนการให้เลือกซึ่งขึ้นอยู่ว่าต้องการกำจัดสิ่งสกปรกชนิดใดออกจากน้ำก่อนระบายทิ้ง ซึ่งกระบวนการที่นิยมใช้เหล่านี้ เช่น การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ด้วยการเติมคลอรีนหรือใช้แสงอัลตร้าไวโอเล็ท หรือ การใช้โอโซนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ไข่พยาธิ ตัวอ่อนของสัตว์พาหะ และการใช้

สารเคมีตกตะกอนเพื่อกำจัดฟอสฟอรัสที่จะทำให้เกิดยูโทรฟิเคชั่น หรือภาวะสาหร่ายบานสะพรั่งในแหล่งน้ำ เป็นต้น

2.4 การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มักไม่พบกระบวนการบำบัดนี้ เนื่องจากการบำบัดขั้นสูงเป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร ที่ยังคงเหลือค้างอยู่ในน้ำทิ้ง เช่น ไนโตรท ไนไตรท ฟอสเฟต สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากและอื่นๆ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้กระบวนการนี้จะใช้เมื่อต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง โดยส่วนใหญ่จะใช้เมื่อต้องระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ หรือต้องการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ซ้ำอีก (reuse and reclamation) ในปัจจุบันขั้นตอนนี้ได้มีการพัฒนานำมาใช้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ไม่เพียงเฉพาะใช้บำบัดน้ำเสียเท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเพื่อนำไปอุปโภคบริโภคก่อน แล้วจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำเสียขั้นสูงในที่สุด กระบวนการที่นิยมใช้ในการบำบัดขั้นนี้ เช่น การกรองด้วยวิธีการต่างๆ (ระบบกรองย้อนกลับ หรือ reverse osmosis การใช้เยื่อกรอง หรือ membrane filtration) และการกรองสารละลายน้ำ (Demineralization) เป็นต้น โดยกระบวนการเหล่านี้จัดให้มีเพิ่มเติมเพื่อ

- การกำจัดสารประกอบพื้นฐานของฟอสฟอรัส เช่น ออโธฟอสเฟต ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและกระบวนการทางชีวภาพ
- การกำจัดสารประกอบพื้นฐานของไนโตรเจน เช่น ไนเตรท ไนไตรท ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดย

วิธีการทางชีวภาพมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็นไนเตรทที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนทริฟิเคชั่น (Nitrification)" และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเทรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจนซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น (Denitrification)"

- การกรอง (Filtration) เป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

- การดูดติดผิว (Adsorption) เป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วย

- การฆ่าเชื้อโรค น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียต้องได้รับการบำบัดขั้นสุดท้ายโดยการฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ เพื่อฆ่าเชื้อโรคบางตัวที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคกับสิ่งมีชีวิตในน้ำและต่อมนุษย์โดยใช้สารเคมี เช่น ปูนคลอรีน ก๊าซโอโซน และสาร H_2O_2 เป็นต้น กระบวนการฆ่าเชื้อที่นิยมใช้คือ บ่อบ่มและถังสัมผัสคลอรีน

2.5 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินหรือย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จึงจำเป็นต้องกำจัดสลัดจ์เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็น การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ การกำจัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ดังนี้

การทำข้น (Thickener) โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Flotation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

การทำให้สลัดจ์คงตัวหรือการลดปริมาณเนื้อสลัดจ์ (Stabilization หรือ Digestion) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศ หรือใช้กระบวนการไร้อากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ในสลัดจ์ย่อยสลายกันเอง ทำให้ปริมาณสลัดจ์คงตัวไม่เพิ่มปริมาณมากขึ้นและสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เกิดการเน่าเหม็นรุนแรง

การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) ทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกลบ การเผา หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น โดยสลัดจ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีลักษณะเป็นก้อน (Cake) คล้ายก้อนตะกอนดินทั่วไป ทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) และงลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)

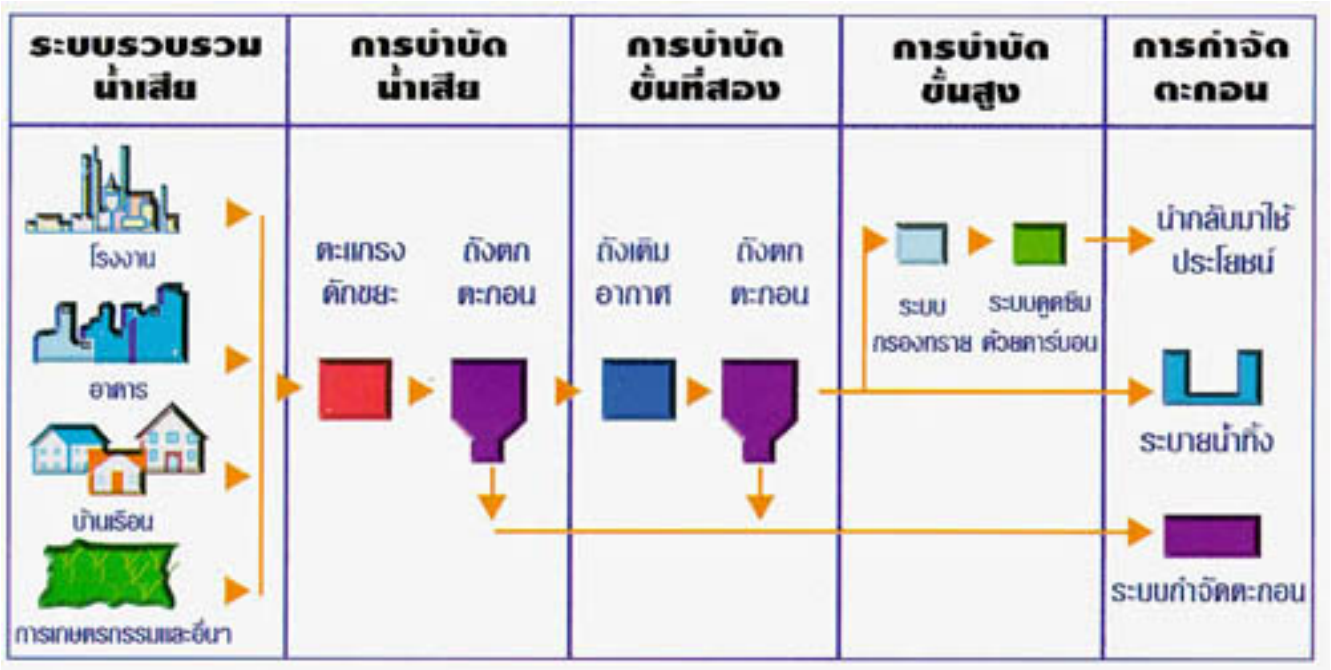
2.6 การกำจัดตะกอน

สลัดจ์ที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียจะได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และมีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่ง ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ดังนี้

การฝังกลบ (Landfill) เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในที่ที่เตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับหน้าอีกชั้นหนึ่ง

การหมักทำปุ๋ย (Composting) เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่างๆ

การเผา (Incineration) เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ความชื้นประมาณร้อยละ 40) มาเผา เพราะไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้ การเผานี้เหมาะที่จะใช้กับสลัดจ์ที่มาจากตะกอนจุลินทรีย์ของระบบบำบัดน้ำเสียจากสถานพยาบาลหรือโรงพยาบาลที่ต้องการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่



รูปที่ 2 -1 แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกิจกรรมประเภทต่างๆ

บทที่ 3
หน่วยบำบัดน้ำเสีย (Unit Operation)

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้าง และค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน การบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

3.1 การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment)

เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์บำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน ถังตกตะกอน เป็นต้น

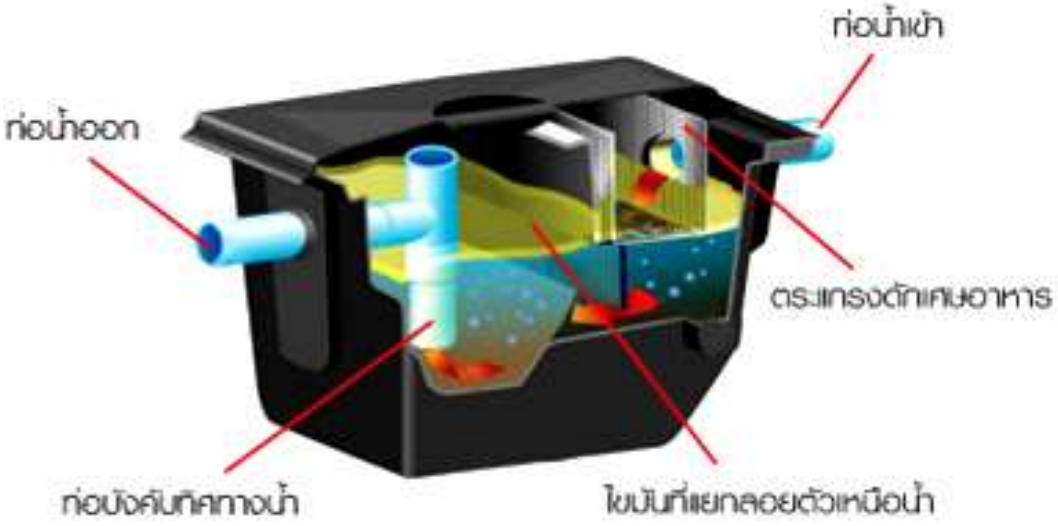
ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด (Bar Screen) ตะแกรงหยาบใช้สำหรับดักสิ่งของที่ลอยน้ำ เช่น เศษผ้า ใบไม้ ถุงพลาสติก ฯลฯ ตะแกรงละเอียดจะมีขนาดตาเล็กกว่าตะแกรงหยาบและใช้ดักสิ่งของที่มีขนาดเล็ก ตะแกรงทั้งสองนี้ช่วยป้องกันมิให้เครื่องสูบน้ำอุดตัน

รูปที่ 3 – 1 ตะแกรงกรองเศษวัสดุ

ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) รูปแบบการสร้างเป็นถังหรือบ่อคอนกรีตที่มีขนาดขึ้นกับปริมาณน้ำเสียที่จะบำบัด การออกแบบให้สามารถดักจับกรวดทรายในน้ำเสียที่ไหลผ่านและตกลงสู่ก้นถังที่ถูกออกแบบเฉพาะให้มีลักษณะเป็นกรวยหรือช่องสอบเข้าเพื่อดักกรวดทรายออกจากน้ำเสีย โดยอาศัยหลักการแรงโน้มถ่วงให้เศษกรวยทรายที่หนักตกลงก้นถังหรือบ่อ ในระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่จะมีอุปกรณ์ประกอบเป็นรอกและกะบะเหล็กตักกรวดทรายที่ตกอยู่ก้นถังไปแยกกำจัดทิ้ง หรือถ้าถังหรือบ่อดักกรวยทรายมีขนาดไม่ลึกมากนักสามารถตักขนย้ายด้วยแรงคนได้ มีข้อพึงระวังอันตราย คือ กรวยทรายที่สะสมอยู่ก้นถังรวมกับเศษสิ่งสกปรกอาจมีการหมักหมมให้เกิดแก๊สพิษ เช่น ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไข่เน่า (H_2S) ได้ ดังนั้นการตักกรวยทรายโดยใช้แรงคนจึงต้องเพิ่มความระวังด้วยการถ่ายเทหมุนเวียนไล่อากาศภายในบ่อให้ผสมเจือจางกับอากาศภายนอกจนก๊าซที่เหลืออยู่ในถังถูกเจือจางไปจนหมดจึงเข้าดำเนินการ

ถักดักไขมันและน้ำมัน (Oil and Grease Trap) น้ำเสียหลายประเภทมีน้ำมันหรือไขมันปนอยู่ด้วย เนื่องจากไขมันหรือน้ำมันมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำจึงลอยตัวอยู่เหนือน้ำ จึงแยกผิวหน้าน้ำที่ไขมันและน้ำมันลอยอยู่บนผิวน้ำออก ส่วนน้ำเสียที่อยู่ตอนล่างจะมีทางออกอยู่ตรงส่วนล่างของถังหรือบ่อดักไขมัน น้ำเสียส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 50 – 80 องศาเซลเซียส ทำให้ไขมันและน้ำมันที่ปะปนมากับน้ำเสียผสมกับน้ำเสียเป็นเนื้อเดียวกัน การแยกไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสียประเภทนี้ต้องใช้เวลานานกว่าปกติให้น้ำเสียเย็นลงสู่อุณหภูมิปกติ น้ำมันหรือไขมันจะลอยแยกออกจากชั้นน้ำเสีย ซึ่งสามารถแยกไปกำจัดได้

ดังนั้นในการออกแบบขนาดของถังหรือบ่อดักไขมันและน้ำมันจึงต้องคำนึงถึงปริมาณไขมันและน้ำมันและอุณหภูมิของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดด้วย



รูปที่ 3 – 2 ลักษณะภายในของถังดักไขมันและน้ำมัน

ถังตกตะกอน ของแข็งหรือสารแขวนลอยที่ลอยผ่านตะแกรงมาได้จะถูกบำบัดออกจากน้ำเสียด้วยถังตกตะกอนซึ่งเป็นถังขนาดใหญ่ที่เป็นที่พักน้ำเสีย เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในถังตกตะกอน น้ำเสียจะอยู่ในถังนี้ 2 - 4 ชม. ทำให้ของแข็งที่ยังแขวนลอยอยู่มีเวลาตกตะกอนลงสู่ก้นถัง น้ำเสียที่ไหลออกไปจึงมีสารแขวนลอยเหลือน้อย ถังตกตะกอนมีบทบาทอยู่ในการบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ เกือบทุกประเภทและถือเป็นหน่วยสำคัญในการกำจัดของแข็งแขวนลอยในน้ำ ในหน่วยการบำบัดน้ำเสียของแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่ จะปรับให้ถังตกตะกอนเบื้องต้นนี้เป็นถังผสมน้ำเสีย หรือ Equalization Tank เพื่อเป็นถังสำหรับปรับน้ำที่มีความสกปรกแตกต่างกันให้มีลักษณะที่มีคุณสมบัติเดียวกัน และยังช่วยในการสูบส่งน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดในปริมาณสม่ำเสมอตลอดช่วงการทำงานของระบบบำบัด

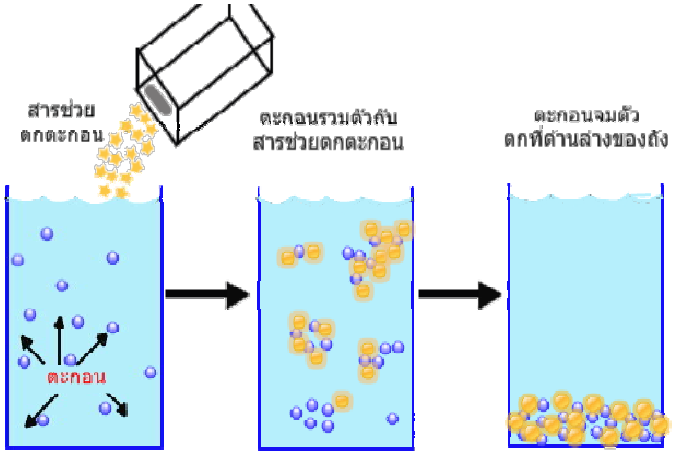
3.2 การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เป็นการใช้สารเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์

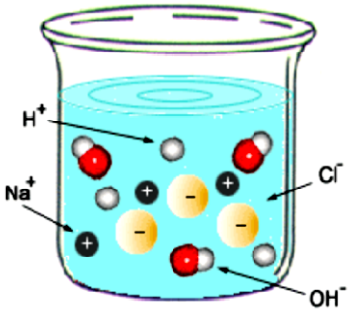
- เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียให้โตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย เรียกตะกอนนี้ว่า Floc และกระบวนการนี้ว่าการสร้างตะกอน (coagulation) และการรวมตะกอน (flocculation)
- เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน หรือทำให้ไม่สามารถละลายน้ำได้เรียกกระบวนนี้ว่า การตกตะกอนผลึก (precipitation)
- เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการอื่นต่อไป เช่น การทำให้น้ำเสียมีความเป็นกลางก่อนแล้วนำไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น
- เพื่อทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือก่อนที่จะบำบัดด้วยวิธีการอื่นๆ ต่อไป

โดยทั่วไปแล้วการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีนี้มักจะทำร่วมกันกับหน่วยบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยการใช้สารเคมี เพื่อทำให้ตกตะกอน เป็นต้น ในปัจจุบันมีการใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีหลายอย่างด้วยกัน แต่จะขอกล่าวเฉพาะที่ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ คือ การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี การทำให้เป็นกลาง และการทำลายเชื้อโรค

การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี (Chemical coagulation/Precipitation) เป็นการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยให้เติมสารเคมี (coagulant) ลงไป เพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกกระบวนดังกล่าวว่า (flocculation)



รูปที่ 3 – 3 แสดงลักษณะการจับตัวของตะกอน



การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) เป็นการปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง หรือ pH ให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดน้ำเสียในขั้นอื่น ต่อไป โดยเฉพาะกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพซึ่งต้องการน้ำเสียที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 แต่ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดดีแล้วลงสู่ธรรมชาติ ต้องปรับสภาพ pH อยู่ในช่วง 5-9 ถ้า pH ต่ำจะต้องปรับสภาพด้วยด่าง [นิยมใช้คือ โซดาไฟ (NaOH) ปูนขาว (CaO) หรือ แอมโมเนีย (NH_3)] แต่ถ้าน้ำเสียมีค่า pH สูง ต้องทำการปรับสภาพ pH ให้เป็นกลางโดยใช้กรด [นิยมใช้คือ กรดกำมะถัน (H_2SO_4) กรดเกลือ (HCL) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)]

การทำลายเชื้อโรค (Disinfection) การทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยใช้เคมีหรือสารอื่นๆ มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคมสู่คนและเพื่อทำลายห่วงโซ่ของเชื้อโรคและการติดเชื้อก่อนที่จะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรค ได้แก่ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซน ฟีนอลและสารประกอบของฟีนอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งคลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มาก

3.3 การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทาง ชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง สามารถแบ่งย่อยตามชนิดแบคทีเรียได้ดังนี้

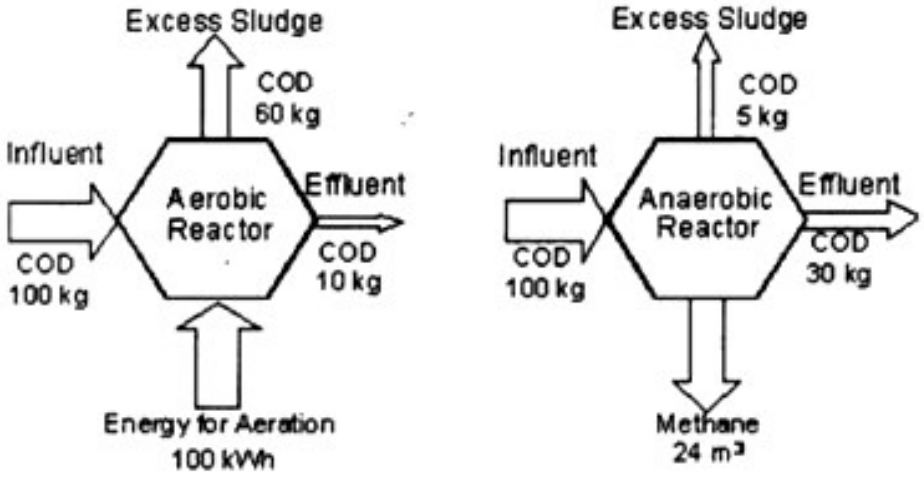
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic process) จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ใช้อากาศ ดังนั้นต้องมีการเติมอากาศตลอดเวลา ระบบที่นิยมใช้ได้แก่ ระบบแอคติดเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) และระบบบึงประดิษฐ์ (Wetland) เป็นต้น

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic process) เป็นระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ใช้แบคทีเรียแบบไม่ใช้อากาศในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ระบบที่นิยมใช้ ได้แก่ ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) ระบบคัฟเวอร์ลากูน (Covered Lagoon) ระบบฟิกซ์โดม (Fixed Dome) ระบบยูเอเอสบี (UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นต้น

3.4 ข้อแตกต่างระหว่างกระบวนการใช้อากาศ และไม่ใช้อากาศ

ข้อแตกต่างโดยรวมระหว่างกระบวนการบำบัดแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3 – 4 กล่าวคือ การย่อยสลายแบบใช้อากาศจะได้น้ำทิ้ง (effluent) ที่มีคุณภาพดีกว่า คือ มีสารที่ต้องการออกซิเจนเหลืออยู่ในน้ำทิ้งปริมาณเล็กน้อย (ประมาณ 10%ของสารอินทรีย์ตั้งต้น) โดยสารอินทรีย์ตั้งต้นส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นตะกอนส่วนเกิน (excess sludge) ในรูปของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ (bacterial

biomass) คิดเป็นปริมาณ COD ประมาณ 60 % ของ COD ที่เข้าระบบ ซึ่งจำเป็นต้องนำไปบำบัดเพิ่มเติม ส่วนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ จะมีปริมาณของแข็ง (residual solid) และสารที่ต้องการออกซิเจนเหลืออยู่ในน้ำทิ้งปริมาณมากกว่ากระบวนการใช้อากาศโดยทั่วไป (ประมาณ 30 % ของสารอินทรีย์ตั้งต้น) แต่จะให้ตะกอนส่วนเกินในปริมาณน้อยกว่าและมีความเสถียร (more stable) กว่ากระบวนการใช้อากาศ (คิดเป็นปริมาณ COD ประมาณ 5 % ของ COD ที่เข้าระบบ) นอกจากนั้น ระบบไม่ใช้อากาศยังให้ผลผลิตสุดท้ายเป็นก๊าซมีเทน ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิง และแหล่งพลังงานได้



รูปที่ 3 – 4 แสดงการเปรียบเทียบสมดุล COD และ พลังงานของกระบวนการบำบัดแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ

บทที่ 4
รูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชน
(Types of Treatment)

การจัดการและการแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชนควรพิจารณาจากลักษณะหรือประเภทของน้ำเสีย วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสีย และคุณภาพน้ำที่ต้องการ อาทิเช่น การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ การกำจัดความเป็นพิษ ปริมาณสิ่งเจือปนที่ต้องกำจัด ข้อกำหนดทางกฎหมาย ต้นทุนในการก่อสร้าง ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน เป็นต้น

4.1 การรวบรวมน้ำเสีย

ระบบรวบรวมน้ำเสีย หรือระบบระบายน้ำ หมายถึง ระบบท่อที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อนทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดหลายๆ แห่งไปรวมกันยังสถานที่ที่จะบำบัดโดยผ่านท่อระบายน้ำ ทั้งนี้ระบบท่อระบายน้ำจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำที่ไหลเข้าท่อระบายน้ำได้ทั้งหมดโดยไม่ก่อให้เกิดการรั่วซึมหรือทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นภายในชุมชน โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

4.1.1 ระบบท่อร่วม (Combined System) เป็นระบบที่ใช้ท่อระบายน้ำฝนและน้ำเสียร่วมกัน โดยจะต้องสร้างท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) เป็นระยะๆ เพื่อรวบรวมน้ำเสียให้ไหลตามท่อรวมไปยังบ่อบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำฝนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

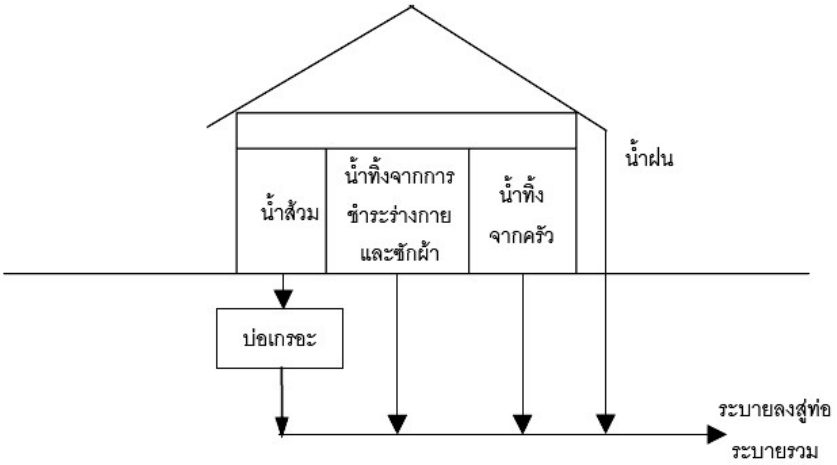
ข้อดี : ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำ เพราะไม่ต้องขุดฝังท่อเป็นพื้นที่กว้าง

ข้อเสีย : น้ำฝนจะถูกส่งไปบำบัดพร้อมกับน้ำเสียทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการสูบส่งและระบบบำบัดจะถูกออกแบบให้มีขนาดใหญ่เกินกว่าปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด

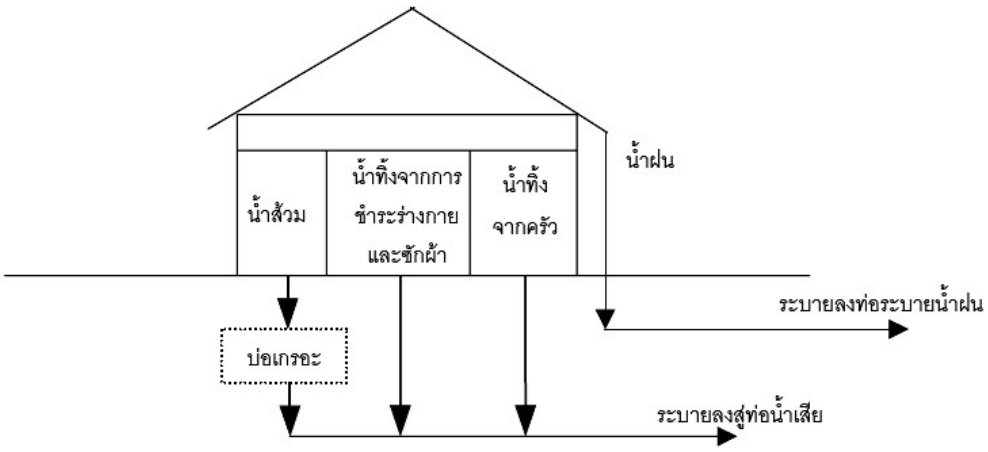
4.1.2 ระบบท่อแยก (Separated System) เป็นระบบที่แยกท่อระบายน้ำเสียออกจากท่อระบายน้ำฝน

ข้อดี : มีเฉพาะน้ำเสียถูกสูบส่งไปบำบัด ทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าเดินระบบรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียเกิดจากการบำบัดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง และยังมีผลให้การออกแบบขนาดของระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียมีขนาดไม่ใหญ่โตและมีต้นทุนก่อสร้างต่ำ

ข้อเสีย : ต้องเปิดหน้าดินกว้างเพื่อฝังท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน ทำให้มีต้นทุนในการก่อสร้างระบบท่อค่อนข้างสูง



กรณีที่ 1 ชุมชนเก่า ซึ่งมีระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวมและมีบ่อเกรอะบำบัดน้ำเสียส้วมก่อน



กรณีที่ 2 ชุมชนใหม่ ซึ่งมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยก

รูปที่ 4 – 1 เปรียบเทียบวิธีการการรวบรวมน้ำเสีย

4.2 ประเภทระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียมีหลายรูปแบบให้เลือกพิจารณา สามารถจำแนกระบบบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

4.2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-site Wastewater System)

หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยวๆ เช่น บ้านพักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน อาคารสถานที่ ซึ่งเป็นการจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่สำหรับบ้านพักอาศัยที่นิยมใช้กัน ได้แก่ บ่อดักไขมัน (Grease Trap) ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นต้น เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อสร้างได้ง่ายและในปัจจุบันมีเป็นการทำเป็นถังสำเร็จรูปจำหน่ายทำให้สะดวกในการติดตั้ง สำหรับอาคารพาณิชย์หรืออาคารสำนักงานขนาดใหญ่ อาจมีการก่อสร้างเป็นระบบขนาดใหญ่ เช่น ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ เป็นต้น เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมในคู่มือเล่มนี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบบ่อเกรอะ และระบบบ่อกรองไร้อากาศ เนื่องจากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ขนาดเล็กที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากห้องน้ำ ห้องส้วม ในบ้านเรือนและอาคารต่างๆ อย่างแพร่หลาย

(1) ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) มีลักษณะเป็นบ่อปิด ซึ่งน้ำซึมไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ ดังนั้นสภาวะในบ่อจึงเป็นแบบไร้อากาศ (Anaerobic) โดยทั่วไปมักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม แต่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่นๆ ด้วย ถ้าหากสิ่งที่ไหลเข้ามาในบ่อเกรอะมีแต่อุจจาระหรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย หลังการย่อยแล้วก็จะกลายเป็นก๊าซกับน้ำและกากตะกอน (Septage) ปริมาณน้อยจึงทำให้บ่อไม่เต็มได้ง่าย (อัตรา

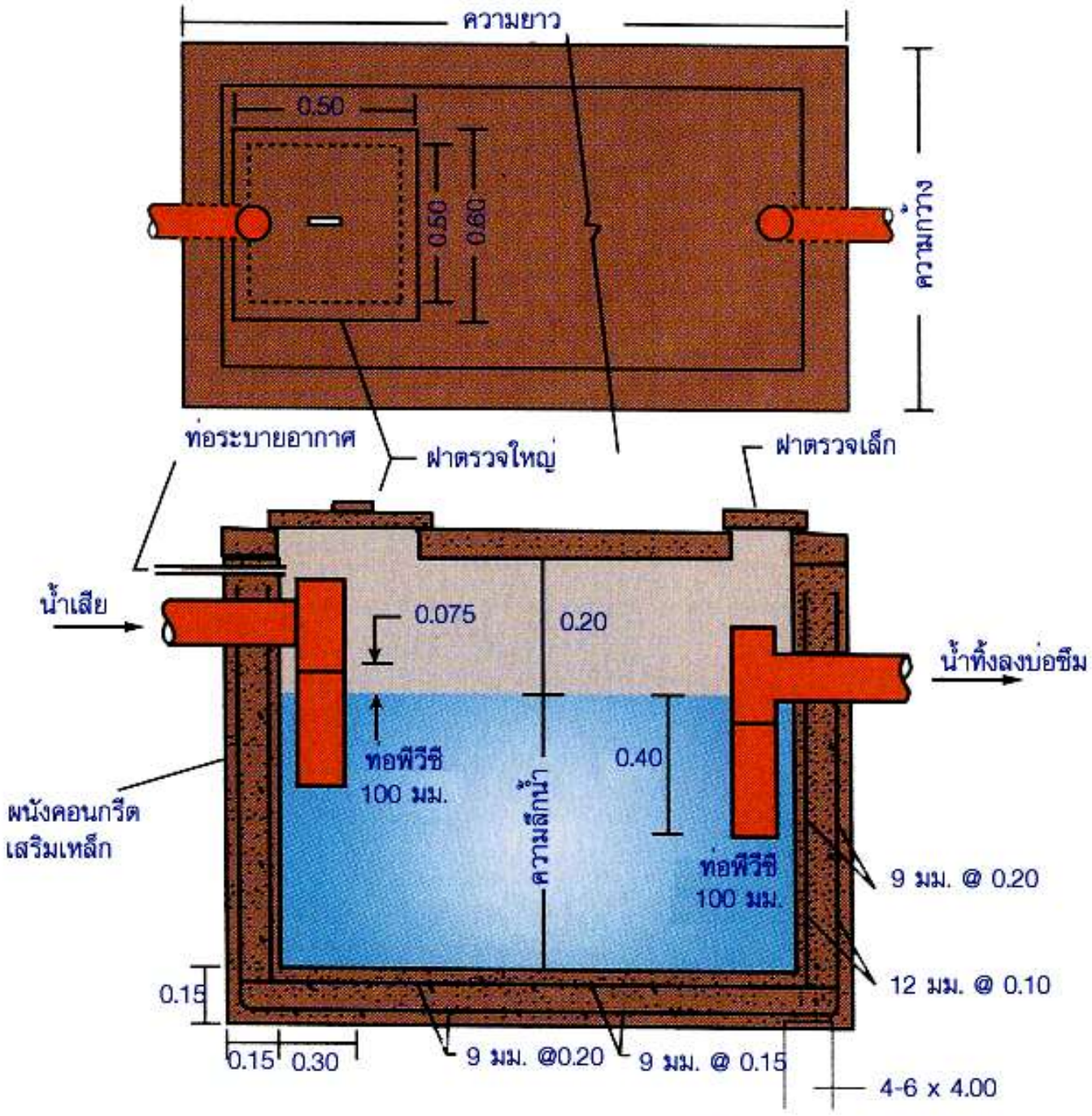
การเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) แต่อาจต้องมีการสูบกากตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage) ออกเป็นครั้งคราว (ประมาณปีละหนึ่งครั้งสำหรับบ่อเกรอะมาตรฐาน) แต่ถ้าหากมีการทิ้งสิ่งที่ย่อยหรือสลายยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย กระดาษชำระ สิ่งเหล่านี้จะยังคงค้างอยู่ในบ่อและทำให้บ่อเต็มก่อนเวลาอันสมควร เพื่อให้บ่อเกรอะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะบ่อเกรอะ บ่อเกรอะมีใช้อยู่ตามอาคารสถานที่ทั่วไปจะสร้างเป็นบ่อคอนกรีต หรือถ้าเป็นอาคารขนาดเล็กหรือบ้านพักอาศัยก็มักนิยมสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ แต่ปัจจุบันมีการสร้างถังเกรอะสำเร็จรูป ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป ลักษณะที่สำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอย (ฝ้าไข:Scum) และตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะขั้นสอง เช่น ใช้แผ่นกั้นขวาง หรือท่อรูปตัวที (สามทาง) แต่ปัจจุบันมีการสร้างถังเกรอะสำเร็จรูปจำหน่ายโดยใช้หลักการเดียวกัน

เกณฑ์การออกแบบ บ่อเกรอะที่รับน้ำเสียจากส้วมของบ้านพักอาศัย หาขนาดได้จากสูตร

- กรณีจำนวนน้อยกว่า 5 คน
  ใช้ปริมาตรบ่อขนาดตั้งแต่ 1.5 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป
- กรณีจำนวนตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป
  ปริมาตรบ่อ (ลูกบาศก์เมตร) = 1.5 + 0.1 คูณด้วย (จำนวน -5)

ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงนักประมาณร้อยละ 40 - 60 ทำให้น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะยังคงมีค่าบีโอดีสูงเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงไม่สามารถปล่อยทิ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติได้ จำเป็นจะต้องผ่านระบบบำบัดขั้นสองเพื่อลดค่าบีโอดีก่อน



รูปที่ 4 – 2 แบบบ่อเกรอะขนาดเล็ก

ตารางที่ 4 – 1 ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage)

พารามิเตอร์	ความเข้มข้น (มก./ล.)	
	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 (Supended 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,สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2538

ตารางที่ 4 – 2 ขนาดบ่อเกรอะรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย

จำนวนผู้พัก	ปริมาณน้ำส้วม (ลบ.ม/วัน)		ขนาดบ่อ (วัดจากระยะขอบบ่อด้านใน)			
	ราด	ชักโครก	ปริมาตร (ลบ.ม)	ความลึก (เมตร)	ความกว้าง (เมตร)	ความยาว (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

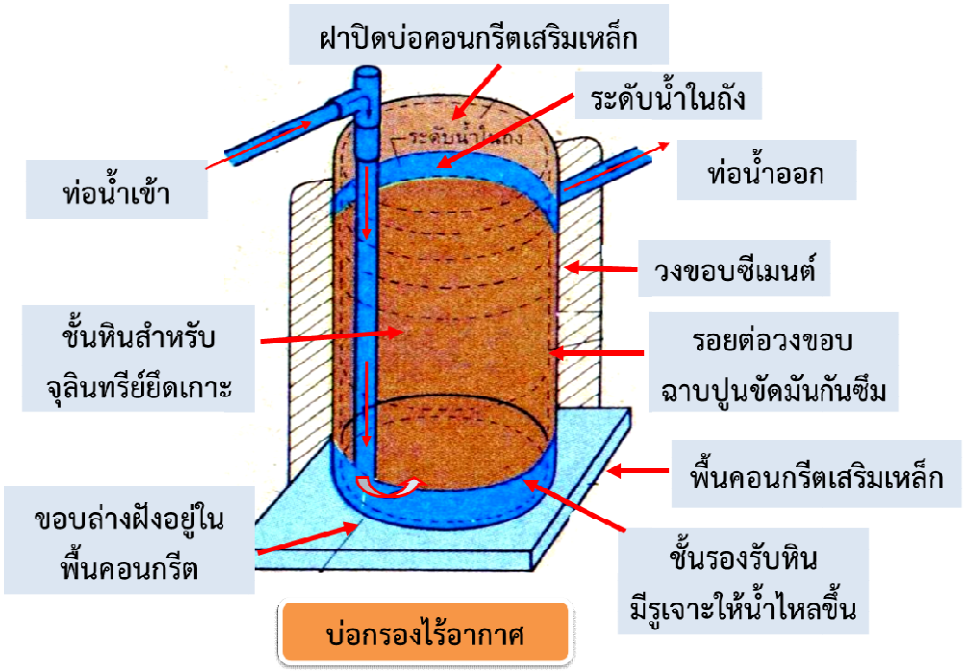
ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

การใช้งานและการดูแลรักษา

- ตักหรือดูดตะกอนออกจากบ่อเกรอะ ทั้งนี้ความสูงของชั้นตะกอนควรต่ำกว่าทางน้ำออกเพราะตะกอนอาจหลุดไปกับน้ำทิ้ง ทำให้ระบบซึมอุดตัน ควรตรวจสอบความหนาชั้นตะกอนอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
- ห้ามเทสารที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ลงในบ่อเกรอะ เช่น น้ำกรดหรือด่างเข้มข้น น้ำยาล้างห้องน้ำเข้มข้น คลอรีนเข้มข้น ฯลฯ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อเกรอะลดลง น้ำทิ้งไม่ได้คุณภาพ
- ห้ามทิ้งสารอินทรีย์หรือสารย่อยยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย ฯลฯ ซึ่งมีผลทำให้ส้วมเต็มก่อนกำหนดและอาจเกิดการอุดตันในท่อระบายได้
- กรณีน้ำในบ่อเกรอะสูงและราดส้วมไม่ลง ให้ตรวจดูการระบายของบ่อซึมว่ามีการซึมออกดีหรือไม่ ถ้าไม่มีบ่อซึมปัญหาอาจมาจากน้ำภายนอกไหลท่วมเข้ามาในถังต้องแก้ไขโดยการยกถังขึ้นสูง ในกรณีใช้บ่อเกรอะสำเร็จรูปให้ติดต่อผู้แทนจำหน่ายเพื่อตรวจสอบและแก้ไข

(2) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) บ่อกรองไร้อากาศเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง

การที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน



รูปที่ 4 – 3 แสดงลักษณะภายในของบ่อกรองไร้อากาศ

รูปที่ 4 - 4 การติดตั้งชั้นตัวกลางภายในบ่อกรองไร้อากาศ

ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตในที่หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามหากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้แล้วยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้

<u>การใช้งานและการดูแลรักษา</u>

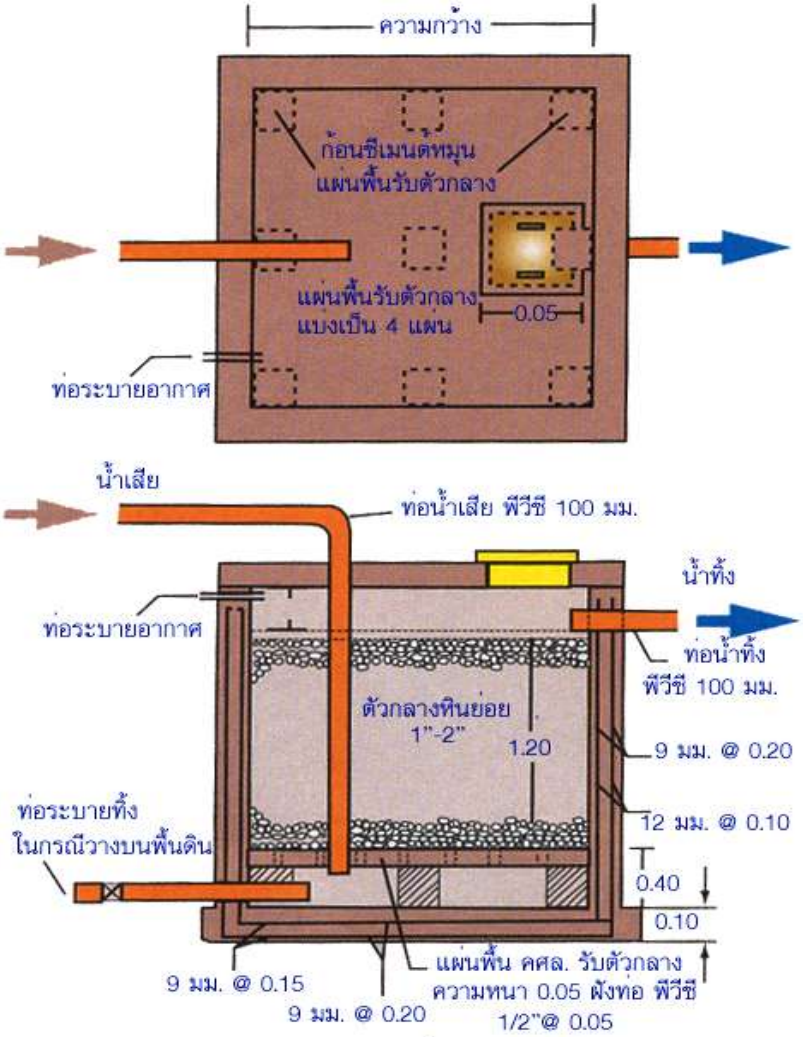
- ในระยะแรกที่ปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรองจะยังไม่มีการบำบัดเกิดขึ้น เนื่องจากยังไม่มีจุลินทรีย์ การเกิดขึ้นของจุลินทรีย์อาจเร่งได้โดยการตักเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือท้องร่องหรือก้นท่อระบายของเทศบาลมาใส่ถังกรอง 15-30 ลิตร
- น้ำที่เข้าถังกรองจะเป็นน้ำที่ไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปน เพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็ว ส่วนวิธีแก้ไขการอุดตัน คือ ฉีดน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบนและระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อมๆ กัน
- ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนติดออกมาด้วย อาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นมาเป็นช่องต้องแก้ไขด้วยการฉีดน้ำล้างตัวกลาง

ตารางที่ 4 – 3 ขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย

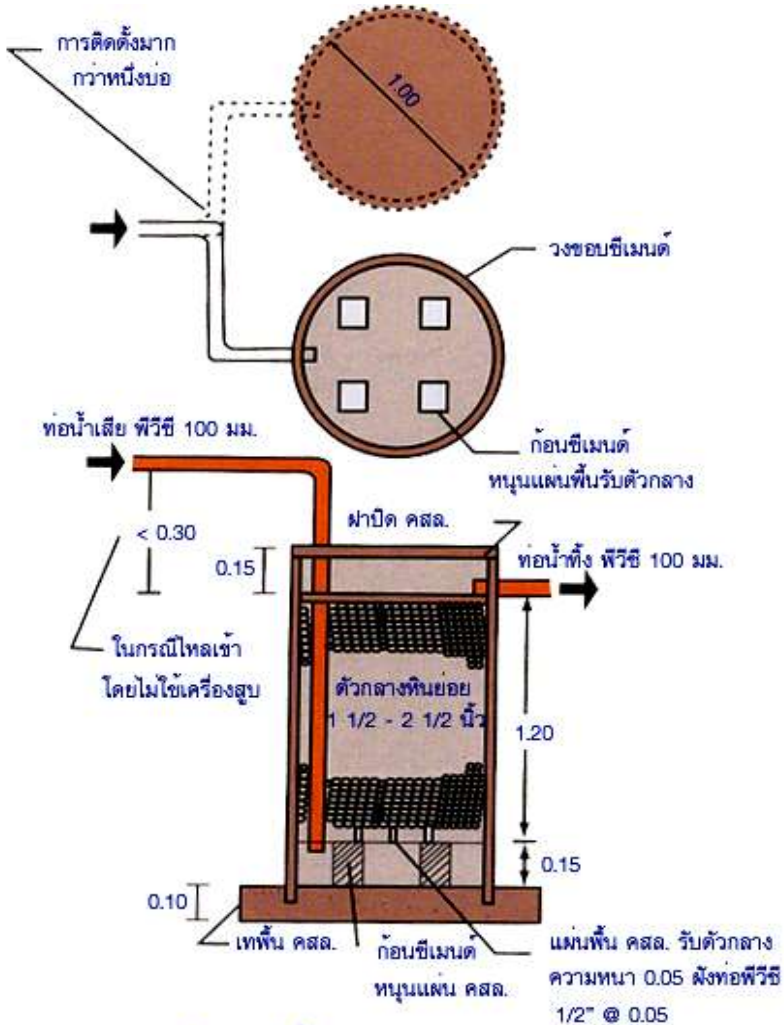
จำนวนผู้พัก	ปริมาตรตัวกลาง (ลบ.ม) (สูง 1.20 ม.)	ถังทรงกระบอก จำนวนถัง x สผก. (สูง 1.50 ม.)	แบบถังสี่เหลี่ยม กว้าง x ยาว ($ม^2$) (สูง 1.50 ม.)	จำนวนถัง
5	0.5	1 x 1.00	-	-
5-10	1.0	2 x 1.00	-	-
10-15	1.5	3 x 1.00	-	-
15-20	2.0	3 x 1.20	-	-
20-25	2.5	4 x 1.20	-	-
25-30	3.0	-	1.6 x 1.6	-
30-35	3.5	-	1.7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

หมายเหตุ: * สผก. = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537



รูปที่ 4 – 5 การติดตั้งบ่อกรองไร้อากาศแบบบ่อสี่เหลี่ยม

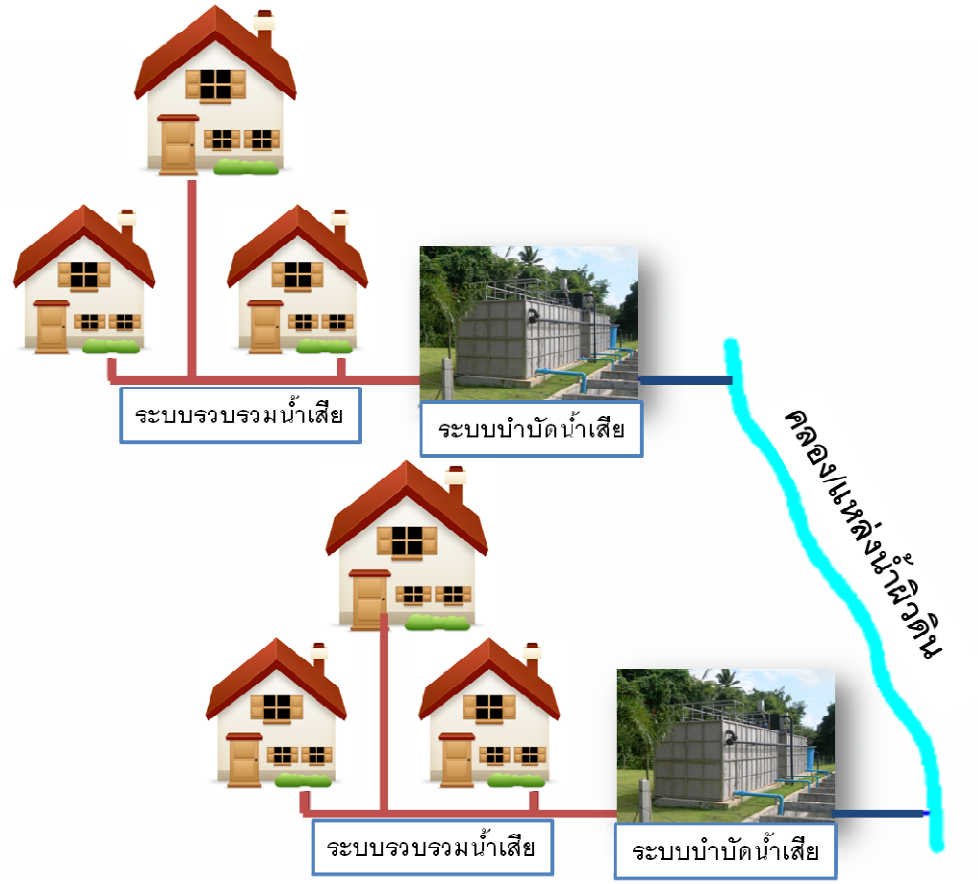


รูปที่ 4 – 6 การติดตั้งบ่อกรองไร้อากาศแบบวงขอบซีเมนต์

การเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

- พื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง
- ชนิดของดินในบริเวณก่อสร้างระบบมีการซึมน้ำได้ดี
- บริเวณก่อสร้างตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น หนอง คลอง บึง ไม่น้อยกว่า 30 เมตร
- เป็นพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินไม่สูงจนเกิดปัญหาในการซึม โดยก้นบ่อซึมควรมีความลึกของดินถึงระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร
- ความสะดวกสบายและปลอดภัยในการเข้าถึงอาคารจากพื้นที่โดยรอบ รวมทั้งความสะดวกในการเข้าไปดูแลบำรุงรักษาระบบสุขาภิบาลด้วย ในปัจจุบันการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Treatment) มีการใช้ทั้งแบบก่อสร้างเองและแบบถังสำเร็จรูป (Package On-Site) ซึ่งแหล่งชุมชนที่ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบติดกับที่นี้ ได้แก่
- ชุมชนขนาดเล็กที่มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 1,000 คน
- ชุมชนที่ยังไม่มีปัญหาคุณภาพแหล่งน้ำ อาจไม่จำเป็นต้องใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากนัก แต่ควรมีการวางแผนในระยะยาว เพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนในอนาคตด้วย
- ชุมชนที่มีบ้านเรือนอยู่กระจัดกระจาย ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินการดูแลรักษาระบบรวมรวมและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้ค่าลงทุนและดูแลรักษาต่อคนสูงกว่าชุมชนขนาดใหญ่

4.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater System) หมายถึง ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียที่รับจากบ้านเรือนหรืออาคารตั้งแต่สองหลังขึ้นไปและตั้งอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกันมาบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียที่ตั้งอยู่ตำแหน่งที่เหมาะสมใกล้บ้านเรือนของกลุ่มอาคารนั้นดังแสดงในรูปที่ 4 - 7



รูปที่ 4 - 7 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคารมีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันที่มีพื้นที่วิกฤตหรือแหล่งชุมชนใหญ่เพียงบางจุดหรือแหล่งท่องเที่ยวบางแห่งที่ต้องรองรับนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดเล็กและมีต้นทุนในการก่อสร้างต่ำกว่าระบบบำบัดรวมของชุมชน หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Central Wastewater System) จึงเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหา

มลพิษทางน้ำได้เป็นอย่างดี โดยรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคารจะเป็นการรวบรวมน้ำเสียชุมชนจากแหล่งกำเนิดในพื้นที่วิกฤตหรือแหล่งชุมชนใหญ่เข้าไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดและองค์ประกอบของระบบที่เหมาะสมกับปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคารจึงเหมาะกับพื้นที่ที่มีประชากรอยู่อาศัยหนาแน่นเป็นกลุ่มๆ พื้นที่แหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยม ลักษณะพื้นที่เช่นนี้มักไม่ก่อให้เกิดน้ำเสียกระจายทั้งพื้นที่ โครงข่ายของระบบท่อรวบรวมน้ำเสียเข้าสู่ระบบฯ จึงไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและบำรุงรักษาสูง

<u>หลักเกณฑ์การเลือกใช้การจัดการน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร</u>

การพิจารณาเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคารสามารถใช้หลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

- เป็นพื้นที่ที่มีระบบท่อรวบรวมน้ำเสียแล้ว ไม่ต้องก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียหลักเพิ่มเติมและอาจมีสถานีสูบน้ำเสียเพียง 1 สถานี เพื่อสูบยกน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
- มีที่ตั้งระบบฯ อยู่ใกล้บ้านเรือนหรือกลุ่มอาคารเพื่อให้การรวบรวมน้ำเสียสะดวก และอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่เป็นแหล่งรองรับน้ำเสีย
- ปริมาณน้ำเสียชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการของโครงการประมาณ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
- ประชาชน และผู้นำชุมชน ในพื้นที่โครงการมีความสนใจและให้ความร่วมมือกับการดำเนินงานของโครงการ
- ต้องยึดหลักของการสร้างการมีส่วนร่วมและการแสดงความคิดเห็นของชาวบ้านในพื้นที่เสมอ เพื่อลดปัญหาในการต่อต้านและไม่เข้าใจในโครงการ

- ในชุมชนมีพื้นที่สาธารณะ หรือพื้นที่ของหน่วยงานส่วนท้องถิ่นหรือพื้นที่ของเอกชน ซึ่งพร้อมให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำหรับการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย
- ชุมชนหรือหน่วยงานส่วนท้องถิ่นมีความพร้อมในการสนับสนุนการดำเนินงานของระบบ เช่น อุปกรณ์และเครื่องจักรในการดำเนินการก่อสร้าง หรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ เครื่องเติมอากาศ เป็นต้น
- ชุมชนหรือหน่วยงานส่วนท้องถิ่นสามารถสนับสนุนการจัดกิจกรรมการมีส่วนร่วมของประชาชนได้อย่างต่อเนื่อง แม้เมื่อเสร็จสิ้นในการดำเนินงานของโครงการฯ แล้ว รวมทั้งสนับสนุนให้ประชาชนในพื้นที่ร่วมช่วยกันดูแลรักษาระบบฯ
- การพิจารณาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดเล็ก ให้คำนึงถึงความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่
- ยึดหลักการใช้ธรรมชาติบำบัด หรือใช้เทคโนโลยีการจัดการน้ำเสียอย่างง่าย เช่น ระบบบึงประดิษฐ์แบบไหลแนวดิ่ง ระบบบ่อผึ่งผสม ถังเซบติคแบบมีผนังกั้น ระบบกรองชีวภาพไร้อากาศ ระบบทรายกรอง และระบบหอชีวภาพ เป็นต้น
- องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องมีการออกเทศบัญญัติหรือประกาศอื่นใดเกี่ยวกับการติดตั้งบ่อดักไขมันในระดับครัวเรือนไว้ด้วยแล้วระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมกลุ่มหรือแบบกลุ่มอาคารนี้สามารถก่อสร้างได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่และงบประมาณในการก่อสร้าง รวมถึงงบประมาณในการเดิน บำรุงรักษาระบบที่จะต้องจัดหา

ในอนาคตโดยกรมควบคุมมลพิษได้มีการศึกษารูปแบบและราคาระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคารในเบื้องต้น ดังแสดงในตารางที่ 4 - 4

ข้อดีของการจัดการน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร

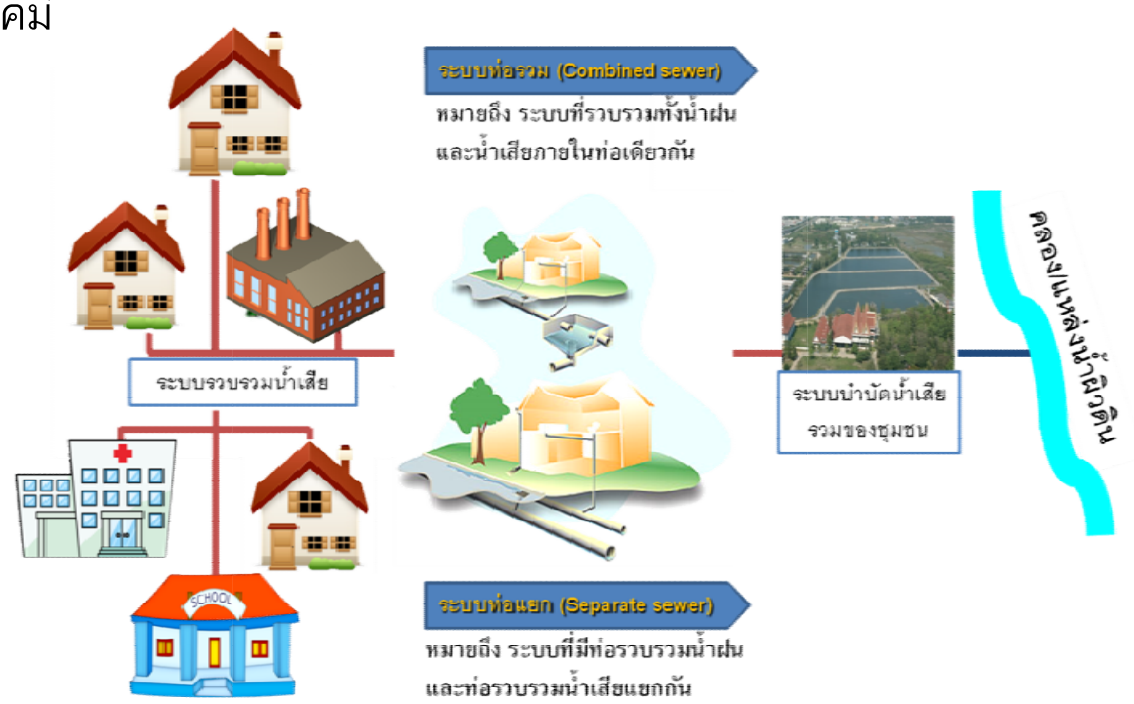
- เหมาะกับชุมชนขนาดเล็ก หรือชุมชนที่ประชากรอยู่อาศัยหนาแน่นในบางพื้นที่ของชุมชน หรือพื้นที่บางส่วนของชุมชนที่เป็นพื้นที่วิกฤต จึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำกว่าการจัดการน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Centralized Wastewater Treatment System)
- สามารถดำเนินการก่อสร้างเฉพาะในพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำเสียรุนแรงก่อน
- ปริมาณน้ำเสียที่นำมาบำบัดจะน้อยลง ทำให้ระบบมีขนาดเล็กซึ่งทำให้ความซับซ้อนในการดำเนินงานระบบลดลง ส่งผลให้ง่ายต่อการเดินระบบและดูแลรักษาระบบ และลดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบฯ ด้วย
- เนื่องจากเป็นระบบขนาดเล็กและไม่มีระบบรวบรวมน้ำเสียที่ซับซ้อน จึงใช้บุคลากรในการควบคุมดูแลระบบทั้งหมดไม่มาก
- มีรูปแบบการบำบัดน้ำเสียหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบก่อสร้างหลายๆ บ่อ หรือแบบ compact system ที่ใช้พื้นที่น้อย สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ชุมชน
- สามารถนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้หากได้รับการจัดการที่ดี

ข้อจำกัดของการจัดการน้ำเสียแบบรวมกลุ่มอาคาร

- อาจจำเป็นต้องก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียเพิ่มเติมเพื่อรวบรวมน้ำเสียเข้ามาบำบัด
- ยังคงต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในการดูแลระบบเพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้ง
- พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียอาจต้องอยู่ในเขตชุมชน ซึ่งจะทำให้หาพื้นที่ได้ยาก

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน เนื่องจากระบบนี้สามารถรับน้ำเสียจากการรวบรวมน้ำเสียในพื้นที่บางส่วนของชุมชนที่เป็นพื้นที่ที่มีปัญหามลพิษทางน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้เป็นระบบที่มีขนาดใหญ่กว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ แต่มีขนาดเล็กกว่าระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

4.2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Central Wastewater System) หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์ (Central Wastewater System) หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดที่มีการก่อสร้างเพื่อรวบรวมน้ำเสียจากกิจกรรมทุกประเภทในชุมชนมาบำบัด ณ จุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งระบบท่อรวบรวมน้ำเสียของชุมชนนั้นมีอยู่ 2 รูปแบบหลัก คือ ระบบท่อรวบรวมรวม และระบบท่อรวบรวมแยก ดังแสดงในรูปที่ 4-8 สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียนั้นมีได้หลากหลายรูปแบบ โดยสามารถแบ่งออกเป็นระบบที่ใช้วิธีการบำบัดทางกายภาพ ทางชีวภาพ และการใช้สารเคมี



รูปที่ 4 - 8 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน (Central Wastewater System)

ตารางที่ 4 - 4 รูปแบบและราคาระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร (Cluster)

ประเภทระบบ	ขนาด				ราคาค่าก่อสร้าง*		ค่าเดินระบบและบำรุงรักษา (บาท/ลบ.ม)
	พื้นที่ก่อสร้าง (ไร่)	ปริมาณน้ำเสียที่รองรับ (ลบ.ม./วัน)	จำนวนบริการ (คน)	จำนวนครัวเรือน (5คน/หลัง)	ค่าก่อสร้างระบบฯ (บาท)	ค่าท่อรวบรวมฯ (บาท)	
1. ระบบบ่อผึ่งผสม (บ่อผึ่ง+บึงประดิษฐ์) (Hybrid Oxidation Ponds) [1/]	1.2-1.5	50	250	50	1,250,000	390,000	0.7 - 1.2
	1.8	100	500	100	2,500,000	858,000	
	3.5	200	1000	200	5,000,000	1,885,000	
	8.1	500	2500	500	12,500,000	5,190,000	
2. ระบบหอชีวภาพ (Trickling Filter) [2/]	0.125	50	300 - 500	60 - 100	693,000	858,000	1
3. ถังกรองแบบเติมอากาศสัมผัส (Contact Aerated Filter) [3/]	0.2	80	400	80	1,250,000	686,400	0.8 – 1

ระบบบ่อผึ่งผสม

ระบบหอชีวภาพ

ถังกรองแบบเติมอากาศสัมผัส

ที่มา : [1/] โครงการนำร่องระบบการจัดการน้ำเสียจากแล่งกำเนิดประเภทชุมชนขนาดเล็ก, กรมควบคุมมลพิษ 2548

[2/] โครงการฟื้นฟูคุณภาพน้ำเพื่อการอนุรักษ์คลองภาษีเจริญ, กรมควบคุมมลพิษ 2548

[3/] โครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูคุณภาพน้ำในพื้นที่วิกฤตคลองลำป่าและคลองอู่ตะเภา, กรมควบคุมมลพิษ 2549

หมายเหตุ * การประมาณราคานี้ไม่ได้รวมภาษี ค่าดำเนินการ และกำไรของผู้ก่อสร้าง ซึ่งราคาที่ใช้ในการประมาณราคานี้เป็นราคาจากส่วนกลาง ในกรณีที่จะนำไปใช้ยังพื้นที่จริงควรตรวจสอบราคาวัสดุและค่าขนส่งอีกครั้ง

ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยายังแบ่งออกเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน เช่น ระบบน้ำเสียแบบบ่อหมักไร้อากาศ ถังไร้อากาศแบบชั้นตะกอนจุลินทรีย์ ถังไร้อากาศแบบแผ่นกั้น เป็นต้น ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง เป็นต้น ซึ่งจะกล่าวโดยรายละเอียดในบทต่อไป

รูปที่ 4 - 9 ระบบบำบัดน้ำเสียรวมศูนย์แบบใช้ออกซิเจน

บทที่ 5
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบรวมศูนย์
(Central Wastewater System)

ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุนชนในประเทศไทยใช้วิธีทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนเป็นหลัก เนื่องจากน้ำเสียชุมชนมีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนหลากหลายประเภท จากกิจกรรมของมนุษย์ จำพวกการซักล้างชำระร่างกาย แต่ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอินทรีย์ในน้ำเสียไม่สูงพอแก่การบำบัดแบบไร้อากาศ ดังเช่นน้ำเสียจากแหล่งเกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรม หากแต่สามารถใช้ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนได้ทันที โดยไม่ต้องเติมสารอาหารที่จำเป็นต่อการทำงานของจุลินทรีย์เพิ่มลงไปในระบบบำบัด ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุนชนในประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

5.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond:SP)

บ่อปรับเสถียรเป็นการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยกระบวนการทางธรรมชาติ สามารถจำแนกตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond) และบ่อออกซิเจน (Oxidation Pond) ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับค่าความสกปรกของน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ ซึ่งหากมีหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยังมีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก

จึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ

เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบ่อ จะมีการตกตะกอนเกิดขึ้น ทำให้มีตะกอนที่ก้นบ่อ พร้อมๆ กันนั้น ส่วนที่ไม่ตกตะกอนจะถูกย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) โดยปกติตะกอนที่ก้นบ่อจะมีการย่อยสลายด้วยกระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน ทำให้สารอินทรีย์กลายเป็นก๊าซต่างๆ เช่น มีเทน (CH_4) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และมีเซลล์ใหม่เกิดขึ้น เมื่อมีแสงแดดและสารอาหารประกอบกับเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม สาหร่ายสีเขียวจะเจริญเติบโตได้ดี สาหร่ายเหล่านี้จะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียเพื่อขยายพันธุ์และสร้างออกซิเจนให้กับน้ำ โดยแบคทีเรียจะต้องใช้ออกซิเจนที่สาหร่ายผลิตขึ้นในการหายใจและย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย

ส่วนประกอบของระบบ

(1) บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic pond)

บ่อแอนแอโรบิค หรือ บ่อไร้ออกซิเจน หรือ บ่อเหม็น เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค

น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป

(2) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond)

บ่อแฟคคัลเททีฟเป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิค ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิค บ่อแฟคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

(3) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond)

เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

(4) บ่อบ่ม (Maturation Pond)

บ่อบ่มมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างการวางบ่อของระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

รูปที่ 5 - 1 ระบบบำบัดน้ำเสียรวมศูนย์แบบใช้ออกซิเจนแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

ตารางที่ 5-1 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (SP)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria)	
	พารามิเตอร์	**ค่าที่ใช้ออกแบบ**
1. บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond)	- ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)	4.5 วัน
	- ความลึกของน้ำในบ่อ	2-4 เมตร
	- อัตราภาระบีโอดี	224-672 กรัมบีโอดี$_5$ /ตรม.-วัน*
	- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 50
2. บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond)	- ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)	7-30 วัน
	- ความลึกของน้ำในบ่อ	1-1.5 เมตร
	- อัตราภาระบีโอดี	34 กรัมบีโอดี$_5$ /ตรม.-วัน*
	- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 70-90
3. บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond)	- ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)	4 -6 วัน
	- ความลึกของน้ำในบ่อ	0.2-0.6 เมตร
	- อัตราภาระบีโอดี	45 กรัมบีโอดี $_5$/ตรม.-วัน*
	- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 80-95
4. บ่อบ่ม (Maturation Pond)	- ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)	5-20 วัน
	- ความลึกของน้ำในบ่อ	1-1.5 เมตร
	- อัตราภาระบีโอดี	2 กรัม/ตร.ม.-วัน
	- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 60-80

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

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

ข้อเสีย : ระบบบ่อปรับเสถียรต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิคอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ ถ้าการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ และน้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิค

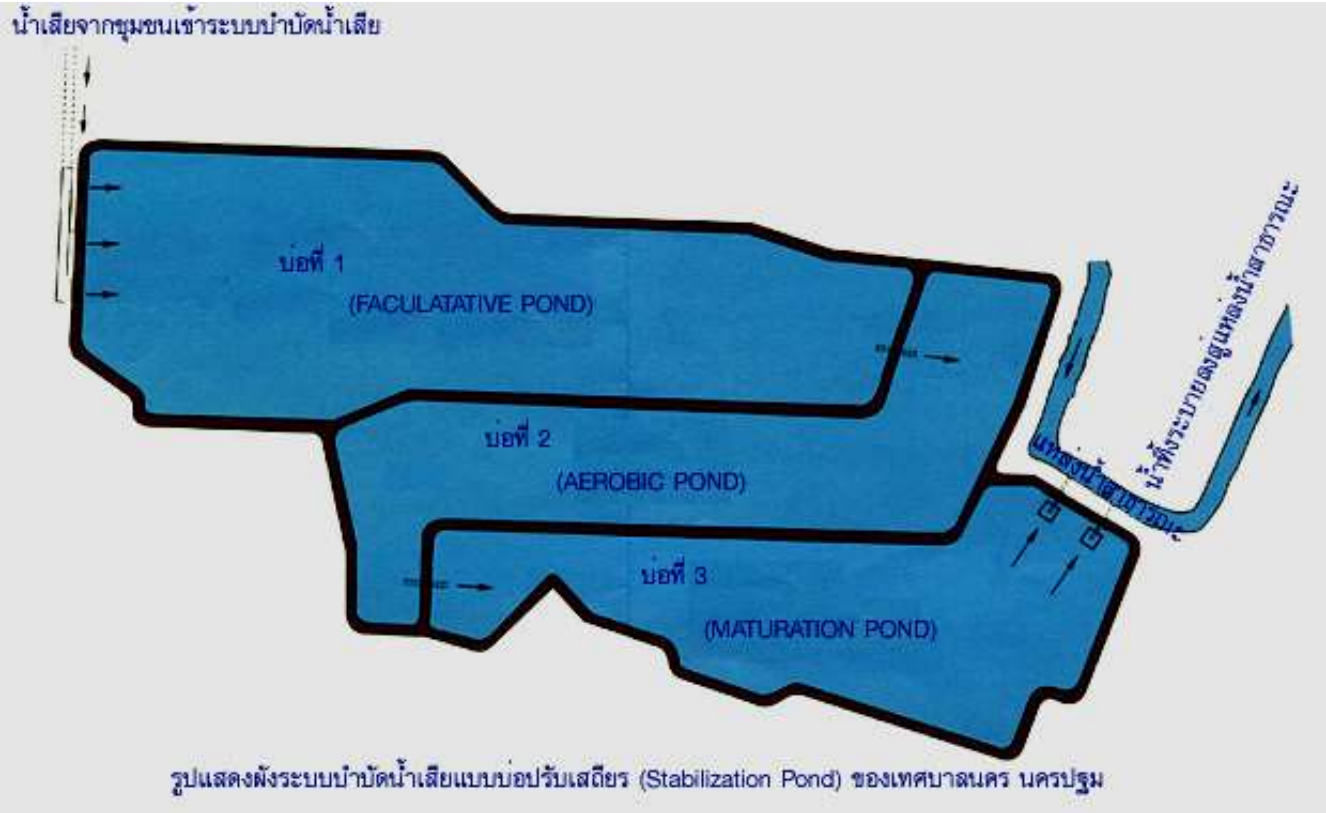
ตัวอย่างระบบบ่อปรับเสถียรที่ใช้ในประเทศไทย

- **เทศบาลนครหาดใหญ่**

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

- **เทศบาลเมืองพิจิตร**

  ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 60,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 285 ไร่ - เทศบาลเมืองอ่างทอง ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 1,650 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ ในการก่อสร้าง 40 ไร่



รูปที่ 5 –2 ผังระบบบำบัดน้ำเสียรวมแบบบ่อปรับเสถียร

ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการควบคุมดูแลระบบมักประสบปัญหาที่ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยสามารถสรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบบ่อปรับเสถียรได้ ดังนี้

ตารางที่ 5 – 2 สรุปสาเหตุและแนวทางการแก้ไขระบบบ่อปรับเสถียร

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
สภาพความเป็นกรดและด่างไม่เหมาะสม	ประสิทธิภาพของการบำบัดจะลดลงอาจเกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยวขึ้นในบ่อ อาจเกิดการตายของสัตว์น้ำ เช่น ปลา เป็นต้น	เมื่อระบบได้รับสารอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้จุลินทรีย์ที่สร้างกรดเพิ่มจำนวนมากขึ้นกว่าการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทน กรดอินทรีย์จะลดพีเอชของระบบทำให้ชะลอการเติบโตของจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทน ทำให้เกิดความด้อยเสถียรภาพ ทำให้ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพลดลง	ปรับพีเอชให้สูงขึ้นโดยการเติมปูนขาวหรือโซดาไฟหรือสารด่างไบคาร์บอเนตให้เหมาะสม
		เมื่อระบบได้รับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนสูง เช่น น้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารประเภทโปรตีน ซึ่งผลจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ทำให้พีเอชของน้ำในบ่อสูง จะทำให้แอมโมเนีย (NH^{+}_{4}) เปลี่ยนไปอยู่ในรูปก๊าซแอมโมเนีย	ลดความรุนแรงของกลิ่นแอมโมเนีย โดยการเติมกรดทำให้พีเอชลดลง
น้ำทิ้งขุ่นเนื่องจากสาหร่าย	มีสาหร่ายจากบ่อบ่มหลุดติดออกไปกับน้ำทิ้ง	น้ำเสียอาจมีไนโตรเจนและ/หรือฟอสฟอรัสสูง ทำให้เกิดสาหร่ายมากในบ่อบ่ม	ปรับวิธีการไหลของน้ำโดยใช้ประตูปรับระดับน้ำก่อนเข้าบ่อบ่ม

5.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80 - 95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าเพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

หลักการทำงานของระบบ

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

ส่วนประกอบของระบบ

- บ่อเติมอากาศ (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ)
- บ่อบ่มเพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ)
- บ่อเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค จำนวน 1 บ่อ

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

1) เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้กระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมลสารในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ

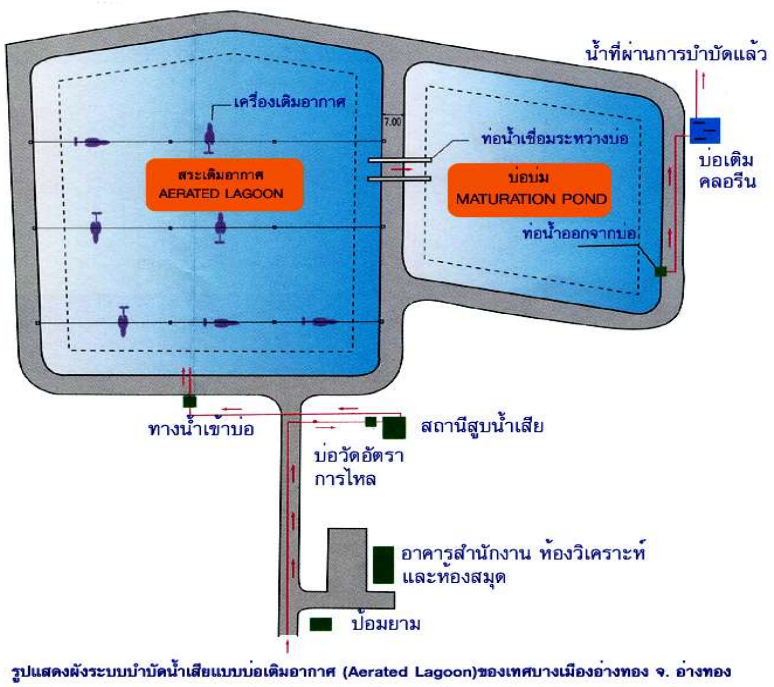
2) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator) มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศ และระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคือ อากาศหรือออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบพัดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูง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

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

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

- แบบ Venturi Ejector อาศัยเครื่องสูบน้ำแบบใต้น้ำฉีดน้ำผ่านท่อที่มีรูปร่างเป็น Venturi เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำจนกระทั่งเกิดแรงดูดอากาศจากผิวน้ำลงมาผสมกับน้ำก็จะถ่ายเทออกซิเจนลงไปในน้ำ การใช้เครื่องเติมอากาศแบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่ไม่มีเศษขยะหรือของแข็งขนาดใหญ่เพื่ออาจเข้าไปอุดตันในท่อ Venturi ได้ง่าย

- แบบสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ (Water Jet Aerator) เป็นการสูบน้ำจากถังเติมอากาศมาฉีดด้วยความเร็วสูงสงที่ผิวน้ำ ซึ่งจะเกิดการกระจายของอากาศลงไปตามแรงฉีดเข้าไปในน้ำ



รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)ของเทศบางเมืองอ่างทอง จ. อ่างทอง

รูปที่ 5 – 3 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ เทศบาลเมืองอ่างทอง

ตารางที่ 5 – 3 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1.บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	• ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time: HRT) • ความลึกของน้ำในบ่อ • ความต้องการออกซิเจน • Mixing Power	• 3-10 วัน • 2-6 เมตร • 07-1.4 กรัมออกซิเจน/กรัมบีโอดีที่ถูกกำจัด • มากกว่าหรือเท่ากับ 0.525 กิโลวัตต์/100 เมตร^3
2. บ่อบ่ม (Polishing Pond)	• ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time; HRT)	• มากกว่าหรือเท่ากับ 1 วัน
3. บ่อเติมคลอรีน	• เวลาสัมผัส • อัตราไหลเฉลี่ย • อัตราไหลสูงสุด • ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ • คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine)	• 15- 30นาที • 30 นาที • 15 นาที • 6 มก./ล. • 0.3-2 มก./ล.(0.5-1 มก./ล.)*

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

ข้อดีของบ่อเติมอากาศ

- ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง
- สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี
- มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย
- การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสียของบ่อเติมอากาศ

- มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

ตัวอย่างระบบบ่อเติมอากาศที่ใช้ในประเทศไทย

- **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

ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการควบคุมดูแลระบบมักประสบปัญหาที่ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยสามารถสรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบสระเติมอากาศได้ ดังนี้

ตารางที่ 5 – 4 สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบสระเติมอากาศ

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
ของแข็งแขวนลอยเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง	น้ำทิ้งขุ่นอาจเนื่องมาจากมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้ง	- ปริมาณตะกอนสะสมอยู่ในบ่อเติมอากาศมากเกินไป - มีการสะสมของตะกอนในบ่อบ่มมากเกินไป	- ทำการขุดลอกเพื่อควบคุมปริมาณ MLSS ในบ่อเติมอากาศและบ่อบ่มให้เหมาะสม
		- บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้อัตราน้ำล้นสูงเกินไปไม่สามารถเก็บกักตะกอนไว้ในระบบได้	-เพิ่มปริมาณออกซิเจนในบ่อเติมอากาศให้เพียงพอ -เพิ่มบ่อตกตะกอนขั้นที่ 2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน
การเกิดปฏิกิริยาดีไนทริฟิเคชันในบ่อตกตะกอน	เกิดตะกอนลอยขนาดใหญ่เมื่อขึ้นถึงผิวน้ำจะเกิดการแตกกระจาย เมื่อวัดค่า SV30 (ด้วยการใช้กรวยอิมฮอฟฟ์)ของน้ำตะกอน (MLSS) จากถังเติมอากาศ พบว่าไม่มีตะกอนลอยขึ้นมา แต่หากทิ้งต่อไปอีก 30-60 นาที จะพบว่า ชั้นตะกอนที่จมตัวจะยกชั้นลอยขึ้นมาและมีฟองอากาศหลุดออกมาจากชั้นตะกอนที่ลอย	- ปริมาณออกซิเจนละลายในบ่อตกตะกอนน้อยเกินไป	- ตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายในบ่อเติมอากาศไม่ให้น้อยกว่า 2 mg/L - เพิ่มอัตราการสูบตะกอนจากบ่อตกตะกอนไปยังบ่อเติมอากาศมากขึ้น เพื่อป้องกันการสะสมของตะกอน

5.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge: AS)

เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด ในปัจจุบันระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

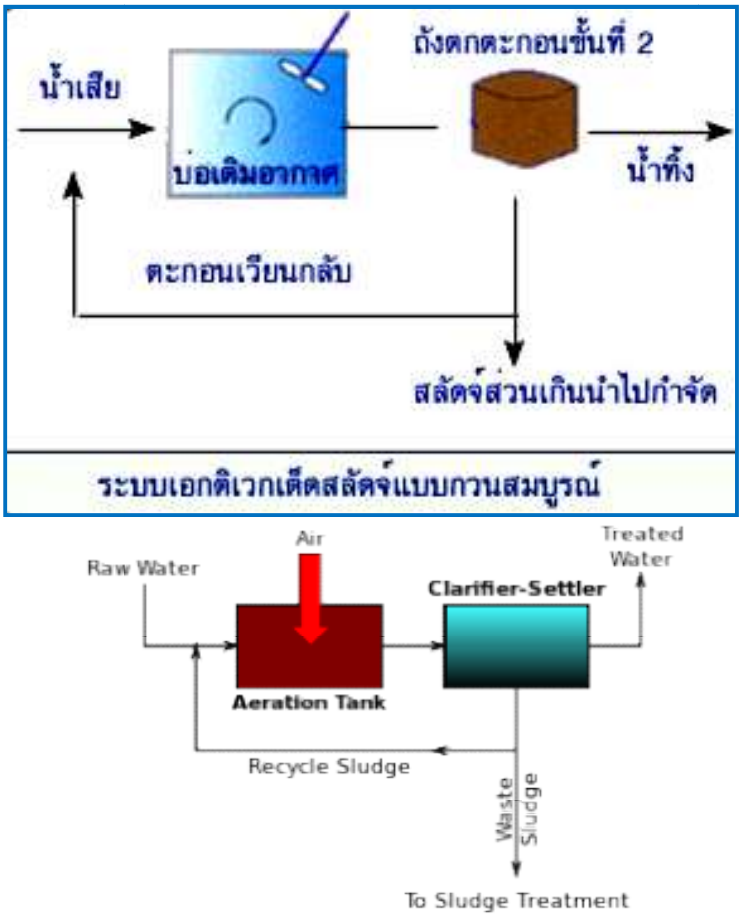
หลักการทำงานของระบบ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบแอโรบิค จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่ง จะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษา

ความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์รูปแบบต่างๆ

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge: CMAS) ลักษณะสำคัญ คือ จะต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบแบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึง สภาพแวดล้อมต่างๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population)

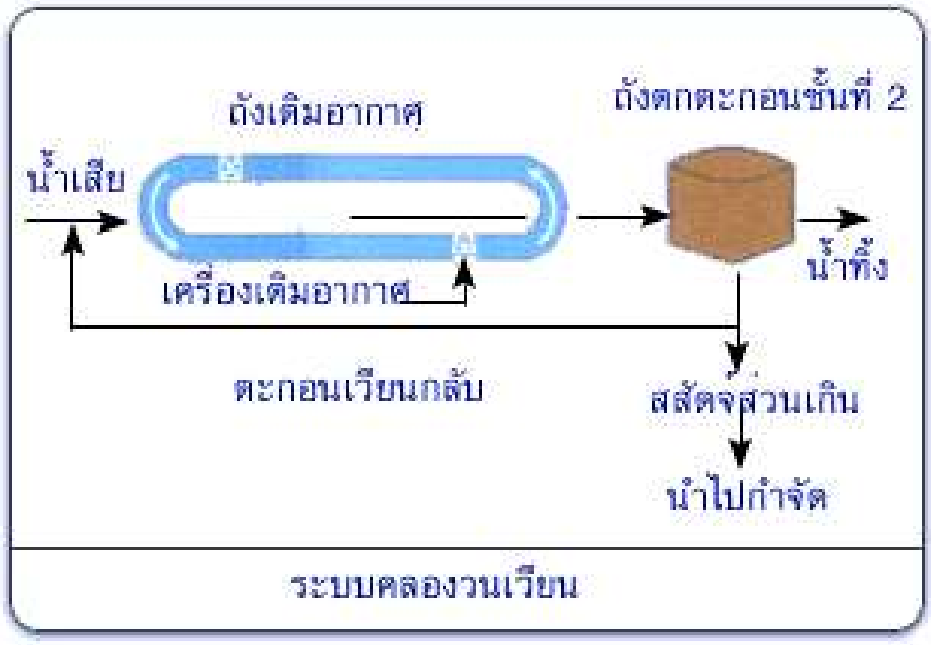


รูปที่ 5 – 4 ผังกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอกติเวกเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถังอิสระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากก้นถังตกตะกอนขั้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนขั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ทั่วไป

รูปที่ 5 – 5 ผังกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอกติเวกเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส

ระบบคลองเวียนวน (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

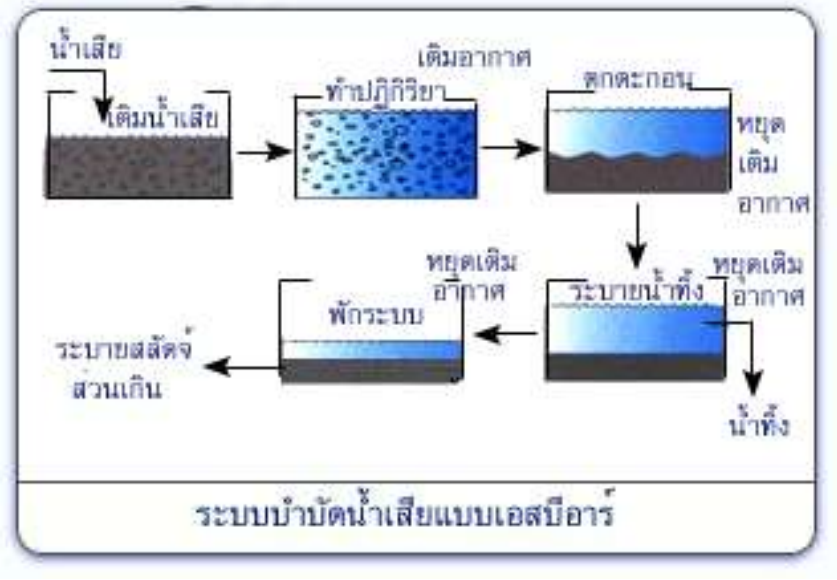


รูปที่ 5 – 6 ผังกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอกติเวกเต็ดสลัดจ์แบบคลองวนเวียน

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่นๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

- ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ
- ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)
- ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา
- ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด
- ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

การเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์



รูปที่ 5 – 7 ผังกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอกติเวกเต็ดสลัดจ์แบบเอสบีอาร์

ตารางที่ 5 – 5 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. BOD ที่ถูกกำจัด
	▸ 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 ▸ MLSS ในถังปรับเสถียร	1,000-3,000 มก./ล. 4,000-10,000 มก./ล.
	▸ เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังสัมผัส ▸ เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถัง	0.5-1 ชั่วโมง 3-8 ชั่วโมง

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
	ปรับเสถียร	
	▸ อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25-1.5
	▸ ความต้องการออกซิเจนในถังสัมผัส	0.4-0.6 กก.O_2 / กก. BOD ที่ถูกกำจัด
	▸ ความต้องการออกซิเจนในถังปรับเสถียร	0.3-0.5 กก.O_2 / กก. BOD ที่ถูกกำจัด
	▸ ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 80-90
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 / กก. MLSS-วัน
	▸ อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	8-20 วัน
	▸ อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.1-0.3กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
	▸ MLSS	1,500-6,000 มก./ล.

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
	▸ ความจุถังต่ออัตราไหลเข้าของน้ำเข้าระบบ	8-50 ชั่วโมง
	▸ ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 85-95

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

ปัญหาและแนวทางแก้ไข

การควบคุมดูแลระบบมักประสบปัญหาที่ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยสามารถสรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 – 6 สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
ตะกอนหลุดจากระบบออกมากับน้ำทิ้งมาก	- น้ำทิ้งขุ่นอาจมีตะกอนลอยเกิดขึ้น แต่ไม่มากนัก ตะกอนรวมตัวกันเป็น floc ได้ดี เมื่อทดสอบด้วยการวัด SV30 (ด้วยการใช้กรวยอิมฮอฟฟ์) ของน้ำ	- ชั้นของตะกอนในบ่อตกตะกอนสูงเกินไป	- เพิ่มการหมุนเวียนตะกอนจากบ่อตกตะกอนกลับไปยังบ่อเติมอากาศ หรือเพิ่มการสูบตะกอนส่วนเกิน นำไปใส่ในบ่อบำบัดตะกอน (ทั้งนี้ ต้องระวังการควบคุมค่าอายุตะกอนด้วย) เพื่อลดระดับตะกอนในบ่อตกตะกอนให้มีระดับความสูงไม่เกินครึ่งหนึ่งของบ่อตกตะกอน

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
	ตะกอน (MLSS) จากบ่อเติมอากาศ พบว่า การตกตะกอนเกิดขึ้นได้ดี น้ำบริเวณด้านบนใส	- เครื่องกวาดตะกอนชำรุด ทำให้เกิดการสะสมของตะกอนที่ก้นบ่อตกตะกอน	- จัดให้มีการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องกวาดตะกอน และมีการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องกวาดตะกอน ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยควรเน้นการซ่อมบำรุงล่วงหน้า (Preventive maintenance) - ควรตรวจสอบการทำงานของเครื่องกวาดตะกอนทุกวัน และควรตรวจสอบความเข้มข้นของตะกอนที่หมุนเวียนกลับ ว่ามีความเข้มข้นสูงหรือไม่
		- ปริมาณน้ำเสียตกตะกอนเข้าบ่อมากเกินไป (หรือปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบสูงเกินไป)	- ควรใช้บ่อปรับสภาพ (Equalization tank) ช่วยปรับอัตราการไหลเข้าระบบให้สม่ำเสมอ - ในกรณีมีบ่อตกตะกอนหลายบ่อ ควรปรับปรุงการแบ่งน้ำเข้าบ่อแต่ละบ่อให้สม่ำเสมอ ตรวจสอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย และอัตราน้ำล้นผิว - หากน้ำที่เข้าบ่อตกตะกอนมากผิดปกติเกิดจากน้ำฝน ควรหาวิธีป้องกันน้ำฝนไหลเข้าบ่อ เช่น การสร้างหลังคาปิดบ่อ เป็นต้น
		- ปริมาณตะกอน	- ตรวจสอบค่าบีโอดีที่เข้าสู่

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
		จุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศมากเกินไป ส่งผลให้บ่อตกตะกอนตกตะกอนไม่ทัน	ระบบ หากมีค่าสูงเกินไป (สูงกว่าค่าที่ออกแบบ) ควรใช้บ่อปรับสภาพ (Equalization tank) ช่วยปรับค่าบีโอดีเข้าระบบให้สม่ำเสมอ - ควรเพิ่มการหมุนเวียนตะกอนจากบ่อตกตะกอนกลับไปยังบ่อเติมอากาศ หรือเพิ่มการสูบตะกอนส่วนเกินนำไปใส่ในบ่อบำบัดตะกอน (ทั้งนี้ ต้องระวังการควบคุมค่าอายุตะกอนด้วย)
		- เกิดการไหลหมุนวนตามความลึกของบ่อตกตะกอน เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างชั้นผิวน้ำกับชั้นตะกอน ทำให้การตกตะกอนไม่ดี	- วัดอุณหภูมิที่ช่วงความลึกต่างๆ กัน หากพบว่าอุณหภูมิต่างกัน ควรตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไข เช่น การเพิ่มหลังคาคลุมบ่อเพื่อป้องกันแดดส่องผิวน้ำโดยตรง เป็นต้น - อาจมีการเพิ่มจำนวนบ่อตกตะกอนตามความจำเป็น
	- เกิดตะกอนเบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง ตะกอน รวมตัวกันเป็น floc ได้ไม่ดีนัก เมื่อทดสอบด้วยการวัด	- มีปริมาณสารอินทรีย์ (ค่าบีโอดี) เข้าในบ่อเติมอากาศมากเกินไป ส่งผลให้ค่าอายุตะกอนต่ำ	- ควรใช้บ่อปรับสภาพ (Equalization tank) ช่วยปรับค่าบีโอดีเข้าระบบให้สม่ำเสมอ - ลดปริมาณการสูบตะกอนส่วนเกินทิ้ง เพื่อช่วยเพิ่มค่า

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
	SV30 (ด้วยการใช้กรวยอิมฮอฟฟ์)ของน้ำตะกอน (MLSS) จากบ่อเติมอากาศ พบว่าการตกตะกอนเกิดขึ้นได้ไม่ดีนัก น้ำบริเวณด้านบนพบตะกอนเบาลอยอยู่มากและน้ำขุ่น	เกินไป - มีอายุตะกอนต่ำ - MLSS ในบ่อเติมอากาศน้อยเกินไป - F/M มากเกินไป	อายุตะกอน - เพิ่มการหมุนเวียนตะกอนเข้าบ่อเติมอากาศมากขึ้น - ต้องตรวจสอบปริมาณออกซิเจนละลายให้ไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร
ตะกอนไม่จมตัวในบ่อตกตะกอน	เกิดการอืดของตะกอนในบ่อตกตะกอน ไม่มีชั้นน้ำใสในบ่อตกตะกอน เมื่อทดสอบด้วยการวัด SV30 (ด้วยการใช้กรวยอิมฮอฟฟ์) ของน้ำตะกอน (MLSS) จากบ่อเติมอากาศ พบว่า ไม่มีการตกตะกอนเกิดขึ้น	- ปริมาณออกซิเจนละลายในบ่อตกตะกอนน้อยเกินไป - อัตราส่วน BOD:N:P:Fe ไม่เหมาะสม มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์น้อยเกินไป	- ควบคุมให้มีการเติมออกซิเจนในบ่อเติมอากาศอย่างทั่วถึงตลอดทั้งบ่อ ให้มีค่าไม่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร - ควบคุมอัตราส่วน BOD:N:P:Fe เท่ากับ 100:5:1:0.5 เช่น เพิ่มไนโตรเจนโดยการเติมยูเรีย เพิ่มฟอสฟอรัสโดยการเติมไตรโซเดียม-ฟอสเฟต และเติมเหล็กโดยการเติมเฟอริกคลอไรด์ โดยอาจเติมสารดังกล่าวได้ในบ่อปรับสภาพ

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
	ชั้นน้ำใสด้านบนกรวยไม่มีหรือมีน้อยมาก แต่หากสามารถกรองตะกอนออกไปได้จะพบว่าน้ำที่ผ่านการกรองใสมาก	- ค่าพีเอชในบ่อเติมอากาศไม่เหมาะสม เช่น มีค่าต่ำกว่า 6.5 หรือสูงกว่า 9	- หากพีเอชต่ำเกินไปจากการหมักของน้ำเสียดิบในระบบท่อหรือในบ่อปรับสภาพ ควรพิจารณาเติมอากาศในบ่อปรับสภาพเพื่อลดการเกิดการหมักแบบไร้อากาศ - ให้ปรับพีเอชของน้ำเสียที่เข้าระบบให้มีค่ามากกว่า 6.5 โดยการเติมน้ำปูนขาวหรือน้ำโซดาไฟ - หากพีเอชสูงเกินไป ให้ปรับโดยใช้กรด เช่น กรดน้ำส้ม กรดกำมะถัน เป็นต้น
		- มีแบคทีเรียชนิดเส้นใย (filamentous Bacteria) ในบ่อตกตะกอน (อาจพิสูจน์โดยการนำน้ำตะกอนไปส่องกล้องจุลทรรศน์)	- แบคทีเรียชนิดเส้นใยเกิดขึ้นได้เป็นปกติในระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ หากมีปริมาณไม่มากจนไม่ทำให้เกิดปัญหาตะกอนไม่จม ก็จะส่งผลดีมากกว่าผลร้าย อย่างไรก็ตาม หากมีปริมาณมากเกินไปจนเกิดปัญหา ตะกอนอืดไม่จมตัว ควรพิจารณาสร้างถังคัดพันธุ์ (Selector) ในระบบเพิ่มเติม - ในกรณีที่มีแบคทีเรียชนิดเส้นใยเกิดขึ้นในบ่อตกตะกอน อาจใช้คลอรีนหรือไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ฆ่าแบคทีเรียชนิดเส้นใยดังกล่าว โดยการเติม

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
			คลอรีนในระบบท่อสูบตะกอนกลับในอัตราความเข้มข้นประมาณ 5 มิลลิกรัม/ลิตร
การเกิดดีไนทริฟิเคชันขึ้นในบ่อตกตะกอน	เกิดตะกอนลอยขึ้นเป็นก้อนใหญ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-15 เซนติเมตร เมื่อขึ้นถึงผิวน้ำจะเกิดการแตกกระจาย เมื่อทดสอบด้วยการวัด SV30 (ด้วยการใช้กรวยอิมฮอฟฟ์) ของน้ำตะกอน (MLSS) จากบ่อเติมอากาศ พบว่าไม่มีตะกอนลอยขึ้นมา แต่หากทิ้งต่อไปอีก 30-60 นาที จะพบว่าชั้นตะกอนที่จมตัวจะยกชั้นลอยขึ้นมา เมื่อเขี่ยดูจะพบว่ามีฟองอากาศหลุดออกมาจากชั้นตะกอนที่ลอย	- ปริมาณออกซิเจนละลายในบ่อตกตะกอนน้อยเกินไป - เกิดกระบวนการดีไนทริฟิเคชันในบ่อตกตะกอน โดยเฉพาะบริเวณก้นบ่อ ขอบ-มุมบ่อ หรือบริเวณอื่นๆ ที่การกวนผสมเกิดขึ้นน้อย ทำให้เกิดฟองก๊าซไนโตรเจนพาตะกอนลอยขึ้น	- ตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายในบ่อเติมอากาศให้พอเพียง โดยไม่ควรน้อยกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร - เพิ่มอัตราการสูบตะกอนจากบ่อตกตะกอนไปยังบ่อเติมอากาศมากขึ้น เพื่อป้องกันการสะสมของตะกอน - การเกิดดีไนทริฟิเคชันในบ่อตกตะกอนมีฟองก๊าซจับอยู่กับกลุ่มตะกอน เกิดตะกอนเน่า อาจเกิดจากปริมาณออกซิเจนละลายในบ่อเติมอากาศน้อยเกินไป หรือปล่อยให้ชั้นของตะกอนสูงเกินไป ซึ่งสามารถแก้ไขโดยเพิ่มปริมาณการเติมออกซิเจนในบ่อเติมอากาศให้พอเพียง และเพิ่มอัตราการสูบตะกอนจากบ่อตกตะกอนกลับไปยังบ่อเติมอากาศเพิ่มขึ้น และทำการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายตามระดับความลึก - ควรตรวจสอบเครื่องเติมอากาศให้สามารถกวนผสมน้ำ

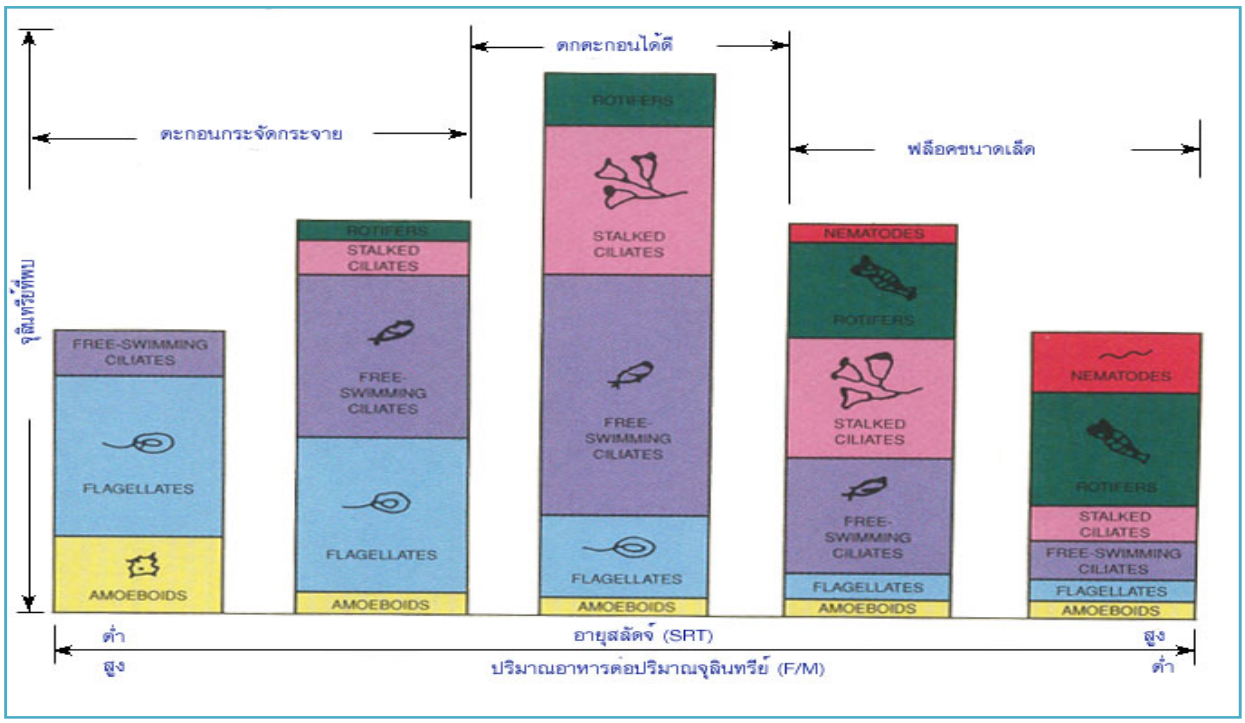
ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
			เสียให้ทั่วถึง หลีกเลี่ยงการเกิดมุมอับ เช่น ขอบมุมบ่อเป็นต้น - ควรกำจัดกรวดทรายในน้ำเสียก่อนเข้าบ่อเติมอากาศ เพราะอาจทำให้เกิดการสะสมของกรวดทรายที่ก้นบ่อตกตะกอนได้ - หากปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ จะทำให้เวลากักน้ำของบ่อตกตะกอนสูงเกินไป ควรพิจารณาลดจำนวนบ่อตกตะกอน (ถ้าจำเป็น) หรืออาจใช้บ่อปรับสภาพช่วยปรับอัตราการไหลเข้าของน้ำเสียให้สม่ำเสมอ

ตัวอย่างระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ที่ใช้ในประเทศไทย

- ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียสี่พระยา ของกรุงเทพมหานคร ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน
- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียยานนาวา ของกรุงเทพมหานคร หรือเรียกว่า Cyclic Activated Sludge System ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 200,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

5.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

บึงประดิษฐ์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติ กำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ก็ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อีกด้วย ข้อดีของระบบนี้ คือ เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง แต่ต้องบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ บึงประดิษฐ์ มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับบึงธรรมชาติ และแบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) ซึ่งจะมีชั้นดินปนทรายสำหรับปลูกพืชน้ำและชั้นหินรองก้นบ่อเพื่อเป็นตัวกรองน้ำเสีย



รูปที่ 5 – 8 รูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

หลักการทำงานของระบบ

เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบึงประดิษฐ์ส่วนต้น สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจมลงสู่ก้นบึงและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้นของระบบ การลดปริมาณไนโตรเจนจะเป็นไปตามกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification)และดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อ และพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้บางส่วนอีกด้วย

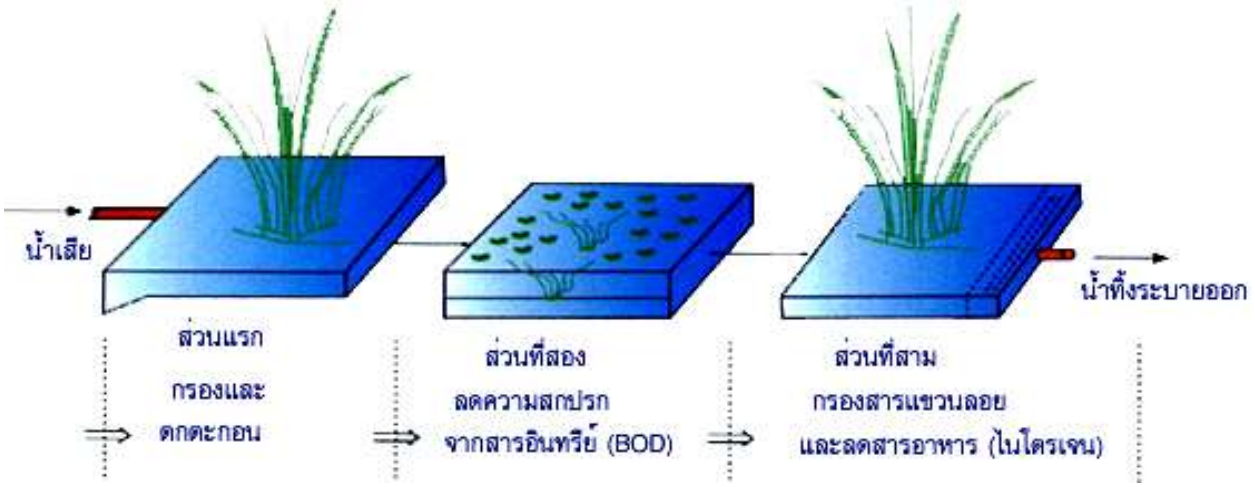
ส่วนประกอบของระบบ

(1) ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) เป็นแบบที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว ลักษณะของระบบแบบนี้จะเป็นบ่อดินที่มีการบดอัดดินให้แน่นหรือปูพื้นด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระดับเพื่อให้น้ำเสียไหลตามแนวนอนขนานกับพื้นดิน บ่อดินจะมีความลึกแตกต่างกันเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามธรรมชาติอย่างสมบูรณ์โครงสร้างของระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน (อาจเป็นบ่อเดียวกันหรือหลายบ่อขึ้นกับการออกแบบ) คือ

- **ส่วนแรก** เป็นส่วนที่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำและรากเกาะดินปลูกไว้ เช่น กก แฝก ธูปฤาษี เพื่อช่วยในการกรองและตกตะกอนของสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ ทำให้กำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ได้บางส่วน เป็นการลดสารแขวนลอยและค่าบีโอดีได้ส่วนหนึ่ง

รูปที่ 5 – 9 ผังกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

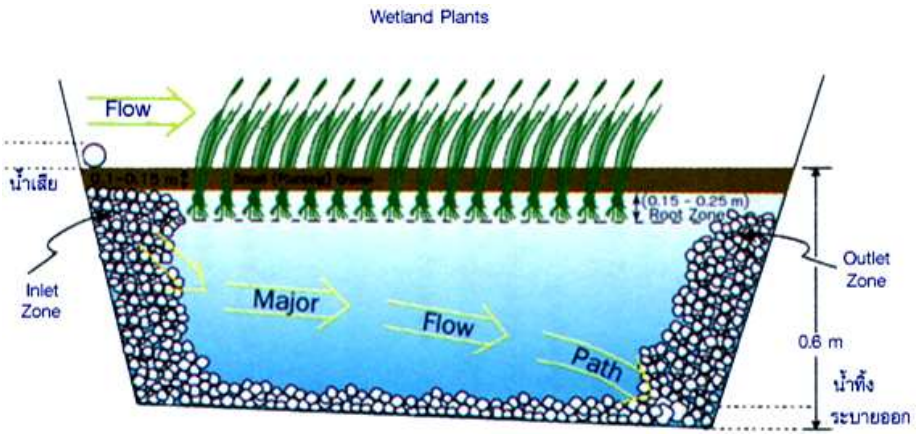
- **ส่วนที่สอง** เป็นส่วนที่มีพืชชนิดลอยอยู่บนผิวน้ำ เช่น จอก แหน บัว รวมทั้งพืชขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่าย จอก แหน เป็นต้น พื้นที่ส่วนที่สองนี้จะไม่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำเหมือนในส่วนแรกและส่วนที่สาม น้ำในส่วนนี้จึงมีการสัมผัสอากาศและแสงแดดทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้เป็นการลดค่าบีโอดีในน้ำเสีย และยังเกิดสภาพไนตริฟิเคชั่น (Nitrification)
- **ส่วนที่สาม** มีการปลูกพืชในลักษณะเดียวกับส่วนแรก เพื่อช่วยกรองสารแขวนลอยที่ยังเหลืออยู่ และทำให้เกิดสภาพดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ลดลง ซึ่งสามารถลดสารอาหารจำพวกสารประกอบไนโตรเจนได้
-



รูปที่ 5 – 10 ผังการทำงานการบำบัดน้ำเสียของพืชในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำเสียไหลบนผิวดินเป็นระบบบ่อตื้นที่มีพืชน้ำหลายชนิดเติบโตอยู่ร่วมกัน น้ำเสียจะไหลท่วมอยู่แต่ส่วนด้านบนพื้นดิน โดยขนาด ความลาดเอียง ความลึก และระยะเวลาการกักเก็บน้ำภายในบึง เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้จะมีข้อดีกว่าแบบ Free Water Surface Wetland คือ เป็นระบบที่แยกน้ำเสียไม่ให้ถูกรบกวนจากแมลงหรือสัตว์ และป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคมาปนเปื้อนกับคนได้ ในบางประเทศใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ (Septic Tank) และปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบ Activated Sludge และระบบ RBC หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากอาคารดักน้ำเสีย (CSO) เป็นต้น ส่วนประกอบที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ คือ



รูปที่ 5 – 11 ผังการไหลเวียนของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

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

- **ตัวกลาง (Media)** จะมีหน้าที่สำคัญ คือ (1) เป็นที่สำหรับให้รากของพืชที่ปลูกในระบบยึดเกาะ (2) ช่วยให้เกิดการกระจายของน้ำเสียที่เข้าระบบและช่วยรวบรวมน้ำทิ้งก่อนระบายออก (3) เป็นที่สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ และ (4) สำหรับใช้กรองสารแขวนลอยต่าง ๆ

ประโยชน์ที่ได้จากบึงประดิษฐ์

ทางตรง: สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ ของแข็งแขวนลอย และสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพแหล่งรองรับน้ำทิ้งดีขึ้น

ทางอ้อม: ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์และนกชนิดต่างๆ เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและศึกษาทางธรรมชาติ

ตัวอย่างระบบบ่อบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในประเทศไทย

- **เทศบาลเมืองสกลนคร** ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 16,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 184.5 ไร่
- **เทศบาลนครหาดใหญ่** ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 138,600 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 515 ไร่
- **เทศบาลเมืองเพชรบุรี** ได้สร้างระบบบึงประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหลังบำบัดจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว โดยมีขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบึงประดิษฐ์ 22 ไร่

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบบึงประดิษฐ์

ปัญหาทางด้านเทคนิคมีน้อย เนื่องจากเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลัก ส่วนใหญ่ปัญหาที่พบคือ พืชที่นำมาปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณตามที่ต้องการได้ อาจเนื่องมาจากการเลือกใช้ชนิดของพืชไม่เหมาะสม สภาพของดินไม่เหมาะสม โดยมีแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบบึงประดิษฐ์ ดังตารางที่ 5 – 9

ตารางที่ 5 – 7 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ(Design Criteria)	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1.ระบบบึงประดิษฐ์ แบบ 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	
	- กรณีที่ต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 20 มก./ล.	3.0 ก./ตร.ม-วัน
	- กรณีที่ต้องการค่า TSS ของน้ำทิ้ง 30 มก./ล.	5.0 ก./ตร.ม-วัน
	ขนาดบ่อ (ความยาว : ความกว้าง)	**3 : 1 - 5 :1**
	ความลึกน้ำ (เมตร)	
	- ส่วนที่ 1 และ 3	0.6-0.9 เมตร*
	- ส่วนที่ 2	1.2-1.5 เมตร*
	Minimum HRT (at Qmax) ของส่วนที่ 1 และ 3 (วัน)	2 วัน
	Maximum HRT (at Qave) ของส่วนที่ 2 (วัน)	2-3 วัน

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

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

ตารางที่ 5 – 8 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ(Design Criteria)	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. ระบบบึงประดิษฐ์ แบบ 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 (เมตร)	
	ตัวกลาง	0.5-0.6 เมตร
	น้ำ	0.4-0.5 เมตร
	ความกว้าง (เมตร)	ไม่มากกว่า 61 เมตร
	ความยาว (เมตร)	ไม่น้อยกว่า 15 เมตร
	ความลาดเอียง (Slope) ของก้นบ่อ (%)	0.5-1
	ขนาดของตัวกลาง (Media) (นิ้ว)	
	ส่วนรับน้ำเสีย (Inlet Zone)	1.5-3.0
	ส่วนที่ใช้ในการบำบัด (Treatment Zone)	3/4-1
	ส่วนระบายน้ำทิ้ง (Outlet Zone)	1.5-3.0
	ส่วนสำหรับปลูกพืชน้ำ (Planting Media)	1/4-3/4

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

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

ตารางที่ 5 – 9 แนวทางการแก้ไขปัญหาการทำงานของระบบบึงประดิษฐ์

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
การอุดตันของชั้นกรอง	น้ำเสียท่วมชั้นตัวกลางสูงกว่าที่ออกแบบทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง	- น้ำเสียมีปริมาณสารแขวนลอยสูง	- ดูแลระบบการกระจายน้ำเข้าบึงประดิษฐ์ให้ทั่วถึง ไม่ให้มีตะกอนสะสม ถ้ามีตะกอนสะสมมากก็จะสังเกตได้จากต้นพืชบริเวณนั้นมีการตายจำนวนมาก - ลอกตะกอนออกจากชั้นตัวกลางอย่างน้อยปีละครั้ง หรือตามความจำเป็น
		- ระบบรับอัตราภาระสารอินทรีย์สูงกว่าที่ออกแบบไว้	- พิจารณาขยายพื้นที่บึงประดิษฐ์
แมลงรบกวนในพื้นที่	มีแมลง เช่น แมลงวันรบกวน	มีน้ำท่วมขังในพื้นที่	- พิจารณาปรับเปลี่ยนระบบบึงประดิษฐ์จากแบบน้ำเสียไหลผ่านบนดิน เป็นระบบไหลผ่านใต้ดิน

5.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor; RBC)

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา

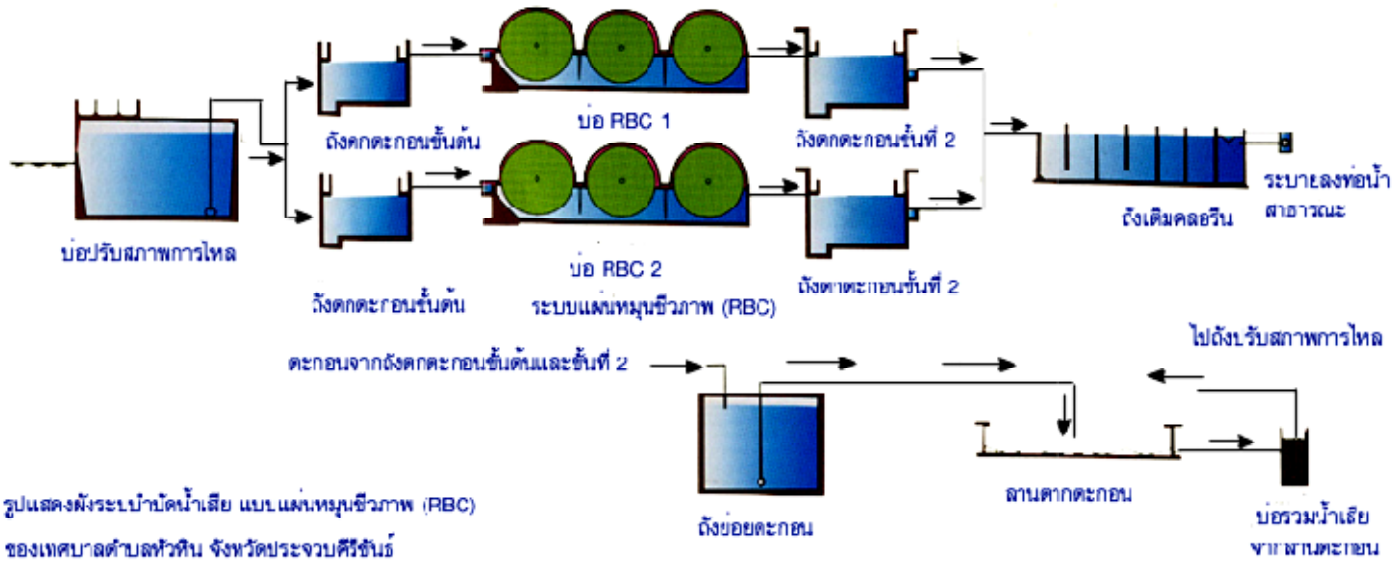
หลักการทำงานของระบบ

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

ส่วนประกอบของระบบ

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียอีกรูปแบบหนึ่งของระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) ซึ่งองค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย 1) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกของแข็งที่มากับน้ำเสีย 2) ถังปฏิกิริยา ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และ 3) ถังตกตะกอนขั้นที่สอง (Secondary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว 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 จะประกอบด้วย บ่อปรับสาภพการไหล (Equalizing Tank) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ ถังตกตะกอนขั้นที่ 2 (Secondary Sedimentation Tank) และบ่อเติมคลอรีน



รูปที่ 5 – 12 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นหมุนชีวภาพ (RBC)
เทศบาลเมืองหัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 5 – 10 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria)	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank)	▸ ระยะเวลาเก็บกัก	1-4 ชั่วโมง
	▸ อัตราน้ำล้น (Overflow Rate) อัตราไหลเฉลี่ย อัตราไหลสูงสุด	 30-50 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน 70-130 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
	▸ อัตราภาระฝาย (Weir Loading Rate)	125-500 ลบ.ม./ม.-วัน
2.ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating	▸ ภาระชลศาสตร์	80-160 ลบ.ม./1000 ตร.ม.-วัน
	▸ อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	10-17 กก.BOD ทั้งหมด/1000 ตร.ม.-วัน

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria)	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
Biological Contactor)	▸ เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	0.7-1.5 ชั่วโมง
3.ถังตกตะกอนขั้นสอง (Sedimentation Tank)	▸ อัตราน้ำล้น (Overflow Rate) อัตราไหลเฉลี่ย อัตราไหลสูงสุด	 16-32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน 40-48 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
	▸ อัตราภาระของแข็ง (Solid Loading rate) อัตราไหลเฉลี่ย อัตราไหลสูงสุด	 3-6 กก./ตร.ม.-ชม. 10 กก./ตร.ม.-ชม.
	▸ ความลึก	3-4.5 เมตร
	▸ อัตราภาระฝาย (Weir Loading Rate)	250 ลบ.ม./ม.-วัน
4. บ่อเติมคลอรีน (Chlorine Contact Tank)	▸ เวลาสัมผัส อัตราไหลเฉลี่ย อัตราไหลสูงสุด	15-30 นาที 30 15
	▸ ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ	6 มก./ล.
	▸ คลอรีนคงเหลือทั้งหมด	0.3-2 มก./ล (0.5-1 มก./ล.)*

ที่มา : รวบรวมจากหนังสือ "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering", Metcalf & Eddy 1991

* "แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม", สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2542

ข้อดีระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

- การเริ่มเดินระบบ (Start Up) ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาเพียง 1 - 2 สัปดาห์
- การดูแลและบำรุงรักษาง่าย ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญมากนัก
- ไม่ต้องมีการควบคุมการเวียนตะกอนกลับ
- ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย เนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำด้วย

ข้อเสียระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

- ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ
- เพลาแกนหมุนที่ต้องรับทั้งแรงอัดและแรงบิดชำรุดบ่อยครั้ง
- แผ่นจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่าย หากสัมผัสรังสีอุตร้าไวโอเล็ตและสารพิษเป็นเวลานานอย่างต่อเนื่อง

ตัวอย่างระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพที่ใช้ในประเทศไทย

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

ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ในการควบคุมดูแลระบบมักประสบปัญหาที่ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยสามารถสรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 – 11 สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขสำหรับระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ไม่เหมาะสม	อัตราการหมุนของเพลาตัวกลางไม่เหมาะสม ขนาดถังเล็กเกินไป จำนวนแผ่นจานและพื้นที่ผิวไม่พอเพียง	- ขนาดถังและพื้นที่แผ่นจานหมุนชีวภาพไม่เหมาะสม	- ทำการตรวจสอบและคำนวณปริมาณสารอินทรีย์จากอัตราน้ำเสียและค่าบีโอดี เพื่อให้ได้ปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าถังแผ่นจานหมุนชีวภาพมีหน่วยเป็นกิโลกรัม นำค่าปริมาตรของถังและพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นไปหาอัตราส่วนค่าบีโอดีต่อปริมาตรถังและ ค่าบีโอดีต่อพื้นที่แผ่น ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วจะทราบทันทีว่าระบบที่ออกแบบไว้เหมาะสมหรือไม่
		- อัตราการหมุนของเพลากลางไม่เหมาะสม	- ปรับอัตราการหมุนของเพลาตัวกลางให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มอัตราการย่อยสลาย อัตราการเติมอากาศ และอัตราการกวนน้ำเสียในถังบำบัด ซึ่งโดยปกติอัตราการหมุนเท่ากับ 1-2 รอบ/นาที แต่บางครั้งอาจสูงถึง 3 รอบ/นาที ซึ่งประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับการสังเกตและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ
ทิศทางการไหลเข้าของน้ำเสียไม่	การไหลเข้าของน้ำเสียถูกออกแบบให้ไหลเข้าในทิศขนานกับ	การเกิดตะกอนเกาะตัวบนแผ่นจานหมุนไม่สม่ำเสมอ จะมีตะกอนเกาะตัว	- ควรออกแบบการกระจายน้ำเข้าในแนวตั้งฉากกับแนวแกนหมุนและควรกระจายการไหลเข้าของน้ำให้สม่ำเสมอตลอดแนว - ตรวจสอบบำรุงรักษาชุดลูกปืน

ปัญหา	ลักษณะ	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
เหมาะสม	แนวแกนของแผ่นจานหมุน	มากในช่วงแผ่นแรกๆที่น้ำเสียไหลเข้า เนื่องจากน้ำเสียมีความเข้มข้นสูงทำให้น้ำหนักบนเพลาไม่สม่ำเสมอ เกิดแรงบิดที่เยื้องศูนย์ของแกนเพลาขึ้น	แกนเพลาอย่างสม่ำเสมอ
การควบคุมดูแลและการบำรุงรักษา	เฟืองหรือเพลาไม่สามารถรับแรงเฉือน และแรงบิดที่เยื้องศูนย์ได้	แรงบิดที่เยื้องศูนย์ของแกนเพลา	เมื่อแผ่นจานหมุนชีวภาพหยุดดำเนินการเป็นระยะเวลานาน ก่อนทำการเดินเครื่องใหม่ ควรทำความสะอาดตะไคร่น้ำที่เกาะบนผิวจาน เพราะจะทำให้เกิดแรงบิดทำให้เพลากลางเกิดความเสียหายได้จากความไม่สมดุลจากน้ำหนักบนแผ่น

บทที่ 6
ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย
(Domestic Wastewater System)

ปัจจุบันยังมีชุมชนเมืองหลายแห่งในเขตเทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบลที่ยังไม่มีระบบรวบรวมน้ำเสียครอบคลุมทั้งเขตการปกครอง และยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนจึงมีการระบาย น้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัดลงสู่ท่อระบายน้ำและไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมหรือแหล่งน้ำโดยตรง ส่วนที่มีระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนเมืองส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นแบบท่อรวม โดยระบายน้ำเสียรวมกับน้ำฝนประกอบกับการจัดการน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญยังดำเนินการไม่ทั่วถึง จากการคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากชุมชนในปัจจุบันมีประมาณ 9.59 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน เกิดขึ้นจากชุมชนเมืองระดับเทศบาล (2,440 แห่ง) ประมาณ 3.48 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบล (5,335 แห่ง) ประมาณ 5.25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวันและพื้นที่กรุงเทพมหานครและเมืองพัทยาประมาณ 0.86 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับพื้นที่ชุมชนที่ต้องได้รับการจัดการเร่งด่วน ได้แก่ พื้นที่วิกฤตคุณภาพน้ำ พื้นที่เขตควบคุมมลพิษ พื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม จังหวัดแหล่งท่องเที่ยว พื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษ พื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก ซึ่งสามารถคิดเป็นปริมาณน้ำเสียชุมชนประมาณ 5.87 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน

6.1 สถานการณ์การจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด

แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่ ได้แก่ บ้านเรือนที่อยู่อาศัย โรงแรม อาคารพาณิชย์ ร้านอาหาร ภัตตาคาร หอพัก สถานบริการอาบอบนวด โรงพยาบาล โรงเรียน ศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า ตลาด และที่ดินจัดสรร ทั้งนี้ การจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด (On-Site Treatment System) โดยทั่วไปจะเป็นการดำเนินการภายใต้กฎหมายพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ที่กำหนดให้แหล่งกำเนิดมลพิษบางประเภทต้องถูกควบคุมการระบายน้ำทิ้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

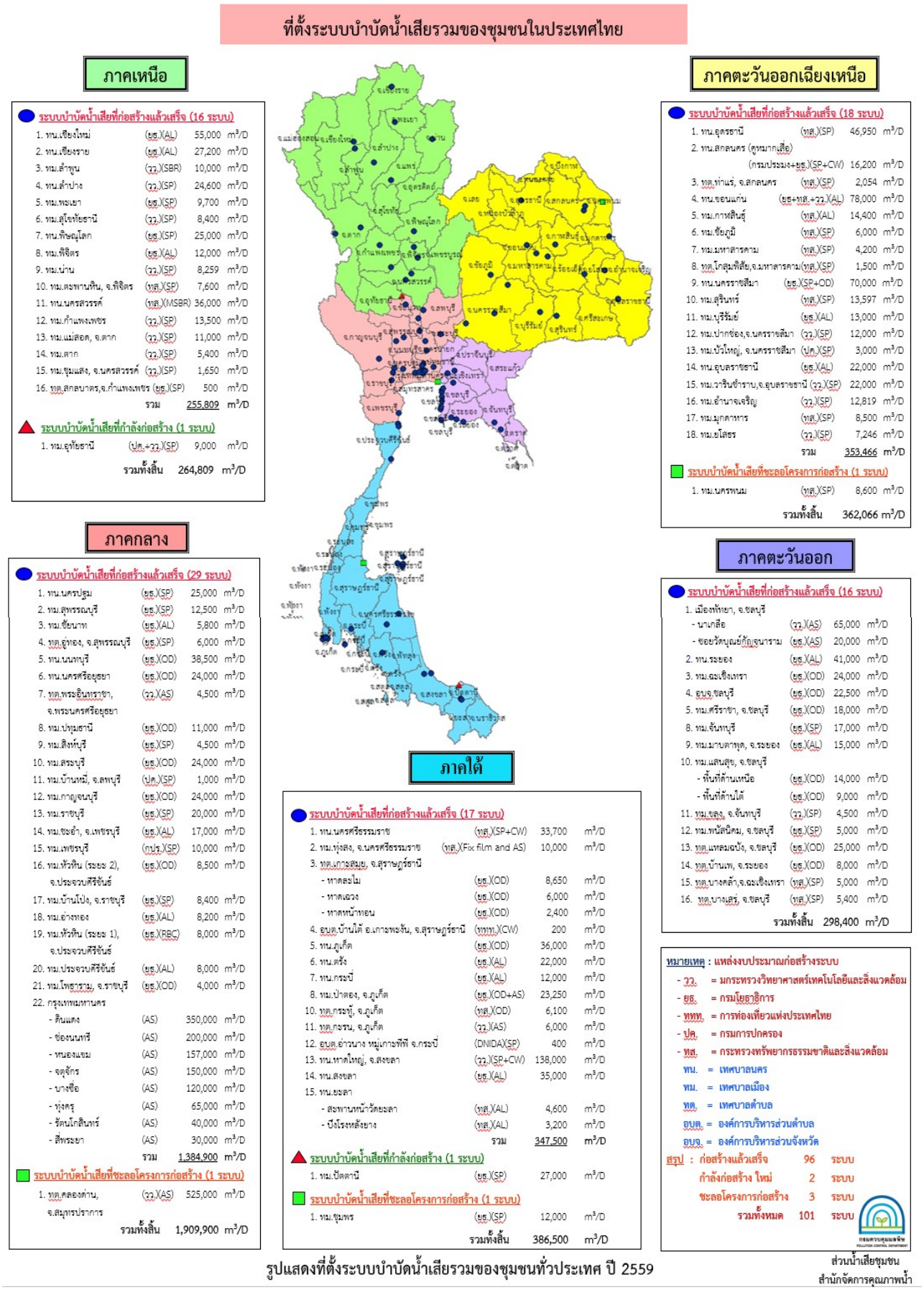
6.2 สถานการณ์การระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

ที่ผ่านมารัฐบาลจัดสรรงบประมาณก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนทั่วประเทศ (ข้อมูล ณ เดือนพฤศจิกายน 2559) มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 101 แห่ง ดังแสดงในรูปที่ 5 - 1 โดยก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 96 แห่ง กำลังก่อสร้าง 2 แห่ง และชะลอโครงการ 3 แห่ง (ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ เทศบาลเมืองนครพนม และเทศบาลเมืองชุมพร) ความสามารถรองรับน้ำเสียรวมของระบบฯ 101 แห่ง ประมาณ 3.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 34.67 ของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 9.59 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งระบบฯ ทั้ง 101 แห่ง จะอยู่ในความรับผิดชอบและบริหารจัดการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับเทศบาล จำนวน 87 แห่ง องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) จำนวน 1 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) จำนวน 2 แห่ง เมืองพัทยา จำนวน 2 แห่ง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 แห่ง และกรุงเทพฯ จำนวน 8 แห่ง (ดังแสดงในรูปที่ 5 - 2)

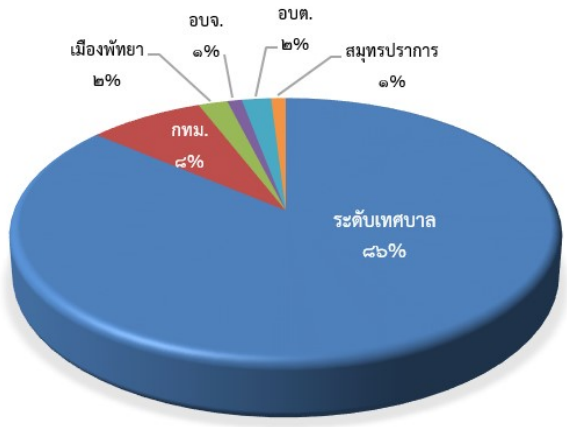
หากพิจารณาความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้เป็น ระบบขนาดใหญ่ รองรับน้ำเสียได้มากกว่า 50,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จำนวน 12 แห่ง ระบบขนาดกลาง รองรับน้ำเสียได้ตั้งแต่ 10,000 – 50,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จำนวน 44 แห่ง และระบบขนาดเล็ก รองรับน้ำเสียไม่เกิน 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จำนวน 45 แห่ง (ดังแสดงในรูปที่ 5 - 3) ซึ่งยังไม่รวมระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร (Cluster Treatment System) ที่มีจำนวนประมาณ 38 แห่ง ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุนชนในประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ (ดังแสดงในรูปที่ 5 - 4) ได้แก่

- ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond: SP)
- ระบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL)
- ระบบแอ็กทิเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge: AS)
- ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland: CW)
- ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor: RBC)

ทั้งนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนบางแห่งใช้รูปแบบในการบำบัดน้ำเสียมากกว่า 1 รูปแบบ ได้แก่ การใช้ระบบบ่อปรับเสถียร (SP) ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์ (CW) หรือระบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับระบบแอ็กติเวเต็ดสลัดจ์ (AS) เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลนครนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลนครนครราชสีมา เป็นต้น



รูปที่ 5 – 1 ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนทั่วประเทศ

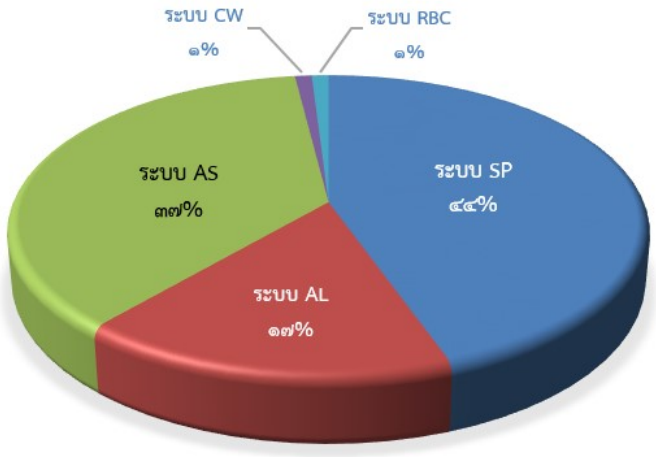


ระดับเทศบาล	45	แห่ง
กรุงเทพมหานคร	8	แห่ง
เมืองพัทยา	2	แห่ง
องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.)	1	แห่ง
องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)	2	แห่ง
สมุทรปราการ	1	แห่ง

รูปที่ 5 - 2 ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนแยกตามหน่วยงานรับผิดชอบ

ขนาดใหญ่ (มากกว่า 50,000 ลบ.ม./วัน)	12	แห่ง
ขนาดใหญ่ (10,000 – 50,000 ลบ.ม./วัน)	44	แห่ง
ขนาดใหญ่ (ไม่เกิน 10,000 ลบ.ม./วัน)	45	แห่ง

รูปที่ 5 - 3 ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนแยกตามขนาด



ระบบ SP	45	แห่ง
ระบบ AL	17	แห่ง
ระบบ AS	37	แห่ง
ระบบ CW	1	แห่ง
ระบบ RBC	1	แห่ง

รูปที่ 5 - 4 ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนแยกตามประเภทระบบ

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2551 คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคารชนิด Contact Aerated Filter เลขทะเบียน คพ.02-164:7-9.
2. จิระนันท์ เหมพูลเสริฐ สมลักษณ์ เจี้ยงรักษา และยุทธชัย สาระไทย[3]. การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบรวมกลุ่ม (Cluster Wastewater Treatment).
3. กรมโรงงานอุตสาหกรรม.2545. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ.สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,กรุงเทพฯ .
4. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ . 2542. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม . โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพฯ .
5. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.2544. ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.นนทบุรี.
6. Journey, W.K. and McNiven. 1996 , Anaerobic Enhanced Treatment of Wastewater and Options for Further Treatment
สืบค้นจาก www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H810-asser/811/
7. Eckenfelder, WW., Jr. 2000. Industrial water pollution control. Third edition. McGraw-Hill, Singapore.
8. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม
9. ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ. 2558 คู่มือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นและการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง เลขทะเบียน คพ.08-066.
10. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2559 คู่มือการจัดการน้ำเสียชุมชนภาคประชาชน เลขทะเบียน คพ.02-298.

ผู้จัดทำ

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ และมีลิขสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้