

สรุปความรู้เบื้องต้น

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศในอาคาร

พัทธนันท์ นาทพิณิจ ศนพ.

5 มิถุนายน 2563

การบำบัดน้ำเสียในอาคาร

น้ำเสียชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมประจำวัน และการประกอบอาชีพในชุมชน เช่น น้ำเสียจากการชำระล้าง สิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน หรือน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการประกอบอาหาร เป็นต้น น้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสารอินทรีย์อยู่สูง เช่น ส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ ลดลง เกิดสภาพเน่าเหม็น

ลักษณะน้ำเสีย

เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- สารอินทรีย์ในน้ำเสีย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว พืชผัก น้ำแกง เศษใบตอง ชีนเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมนวัดด้วยค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มากและสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย
- สารอนินทรีย์ในน้ำเสีย ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็นแต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์, ซัลเฟต
- น้ำมันและเศษวัตถุลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงและกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่นาดู
- ของแข็ง เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำจะเกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อ การดำรงชีพของสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำที่อาศัยและหากินใต้ท้องน้ำ
- สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ
- จุลินทรีย์ ปกติในน้ำเสียจะมีจุลินทรีย์อยู่โดยธรรมชาติเป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตทำให้ระดับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำลดลง แหล่งน้ำเน่าเหม็น นอกจากนี้ จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
- ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงมากในช่วงกลางคืนและทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การระบายน้ำและการสัญจรทางน้ำ
- ก๊าซ เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน

คุณลักษณะน้ำเสีย

คุณลักษณะน้ำเสีย เป็นการบ่งชี้ความสกปรกของน้ำเสีย ซึ่งทำได้โดยการวิเคราะห์คุณลักษณะตามพารามิเตอร์ต่างๆ และสมบัติของน้ำเสียในอาคารแสดงได้ดังตารางที่ 1

พารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสีย ได้แก่

1. พีเอช (pH) เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือจุลินทรีย์ในถังบำบัดจะดำรงชีพได้ดีในสภาวะเป็นกลาง คือ pH ประมาณ 6 - 8
2. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้าค่าบีโอดีสูงหมายถึงจุลินทรีย์มีความต้องการออกซิเจนสูง นั่นคือมีความสกปรกหรือสารอินทรีย์ในน้ำมาก
3. ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) คือ ค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี นิยมใช้ในการประเมินค่า BOD อย่างคร่าวๆ ซึ่งโดยปกติ สัดส่วนระหว่าง COD:BOD ของน้ำเสียชุมชนมีค่าประมาณ 2 - 4 ซึ่งอยู่ในช่วงที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้
4. ปริมาณของแข็ง (Solids) หมายถึงปริมาณสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำและที่ละลายน้ำ (Dissolved Solids) ของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (Settleable Solids) ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาในการอุดตันเครื่องเติมอากาศและหากปล่อยทิ้งออกสู่ภายนอกในปริมาณมากจะทำให้เกิดความสกปรกและตื่นเขินในแหล่งน้ำธรรมชาติ ตลอดจนบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำ
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นสารอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำเสีย ไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนพอเพียงก็就会被ย่อยสลายไปเป็นไนไตรต์และไนเตรท ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติลดน้อยลง
6. ไขมันและน้ำมัน (Fat, Oil, and Grease) ได้แก่ น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทำอาหาร สบู่จากการอาบน้ำ ฟองสารซักฟอกจากการชำระล้าง สารเหล่านี้มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำทำให้เกิดสภาพไม่นาดูและขวางกั้นการซึมของออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำ ทั้งยังมีส่วนทำให้ค่า BOD สูงขึ้นได้ด้วย

ตารางที่ 1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ

พารามิเตอร์	หอพัก (ปริมาณน้ำเสีย 80 ลิตรต่อวันต่อห้อง)		สำนักงาน (ปริมาณน้ำเสีย 3 ลิตรต่อวันต่อตร.ม.)	
	ห้องน้ำ	ส่วนอื่น ๆ	ห้องน้ำ	ส่วนอื่น ๆ
pH	8.55	7.78	8.10	7.4
COD (mg/l)	1,290	135	392	96
BOD (mg/l)	723	75	181	41
TKN (mg/l)	329	19.2	44.1	9.7
PO4 (mg/l)	6.8	3.9	2.0	0.4
SS (mg/l)	666	29	158	26
FOG (mg/l)	377	411	455	527

ที่มา : น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล, ชงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2530)

ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม กำหนดไว้ดังนี้

- อาคารประเภท ก และ ข ถูกกำหนดให้เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม
- เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารประเภท ก และ ข จะต้องทำการบำบัดน้ำเสียให้มีลักษณะน้ำทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมระบบระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก และ ข ที่กำหนดไว้ในประกาศเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด
- การเก็บตัวอย่างน้ำเสียให้เก็บ ณ จุดระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมนอกเขตพื้นที่ของอาคาร หรือจุดที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ในกรณีที่มีการระบายน้ำหลายจุดให้เก็บทุกจุด

แหล่งกำเนิดมลพิษที่ปล่อยน้ำเสีย ตามกฎหมายกำหนด แบ่งได้เป็น อาคารประเภท ก และ ข และค่ามาตรฐานเพื่อควบคุมไม่ให้เกินเกณฑ์ที่กำหนด แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดและประเภทของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก*	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	100 - ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้อง	60 - ไม่ถึง 200 ห้อง	ไม่ถึง 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้อง	50 - ไม่ถึง 250 ห้อง	10 - ไม่ถึง 50 ห้อง	-
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 5,000 ม ²	1,000 - ไม่ถึง 5,000 ม ²	-	-
5. โรงพยาบาลของทางราชการ หรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10 - ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียน ของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษา ของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษา ของราชการ	ตั้งแต่ 25,000 ม ²	5,000 ไม่เกินกว่า 25,000 ม ²	-	-	-
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่าง ประเทศหรือเอกชน	ตั้งแต่ 55,000 ม ²	10,000 - ไม่ถึง 55,000 ม ²	5,000 - ไม่ถึง 10,000 ม ²	-	-
8. อาคารของศูนย์การค้า หรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25,000 ม ²	5,000 - ไม่ถึง 25,000 ม ²	-	-	-
9. ตลาด	ตั้งแต่ 2,500 ม ²	1,500 - ไม่ถึง 2,500 ม ²	1,000 - ไม่ถึง 1,500 ม ²	500 - ไม่ถึง 1,000 ม ²	-
10. ภัตตาคารและร้านอาหาร	ตั้งแต่ 2,500 ม ²	500 - ไม่ถึง 2,500 ม ²	250 - ไม่ถึง 500 ม ²	100 - ไม่ถึง 250 ม ²	ไม่ถึง 100 ม ²

*มีผลบังคับใช้วันที่ 30 ธันวาคม 2548 ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 122 ตอนที่ 125 ง ลงวันที่ 29 ธันวาคม 2548

ที่มา คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน, กรมควบคุมมลพิษ. 2559.

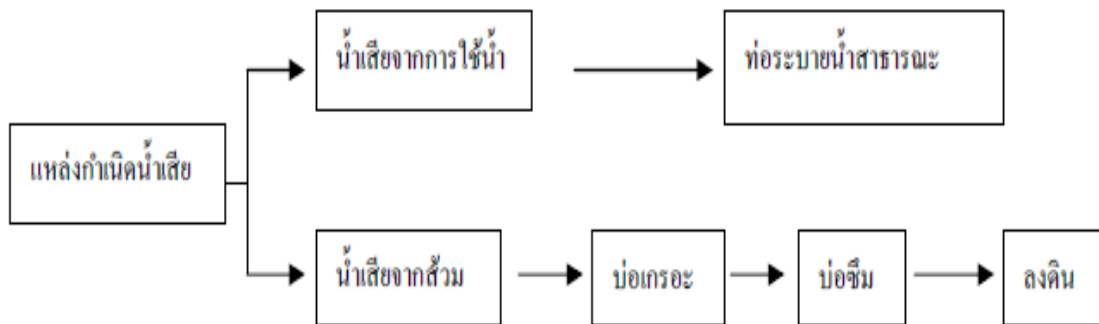
ตารางที่ 3 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารขนาดต่างๆ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					หมายเหตุ
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)		5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	เป็นค่าที่เพิ่มปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200	
3. ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60	
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-	
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-	
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-	
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN)	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-	
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, oil and grease)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100	

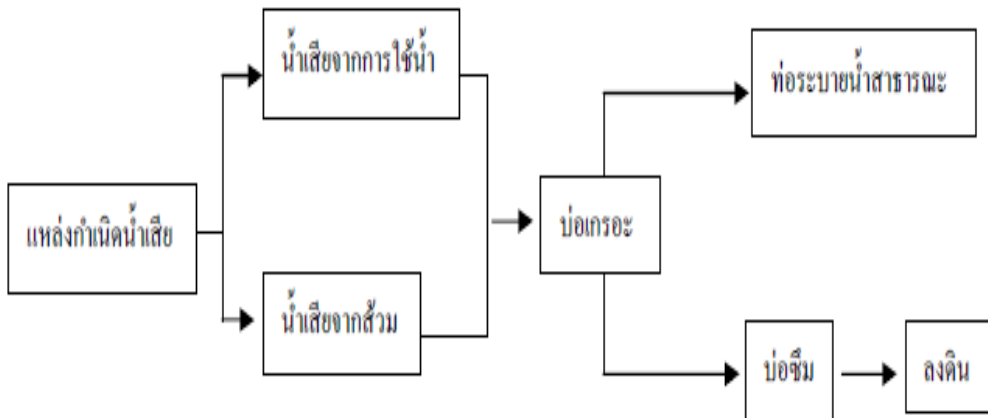
ที่มา คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน, กรมควบคุมมลพิษ. 2559.

แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชน

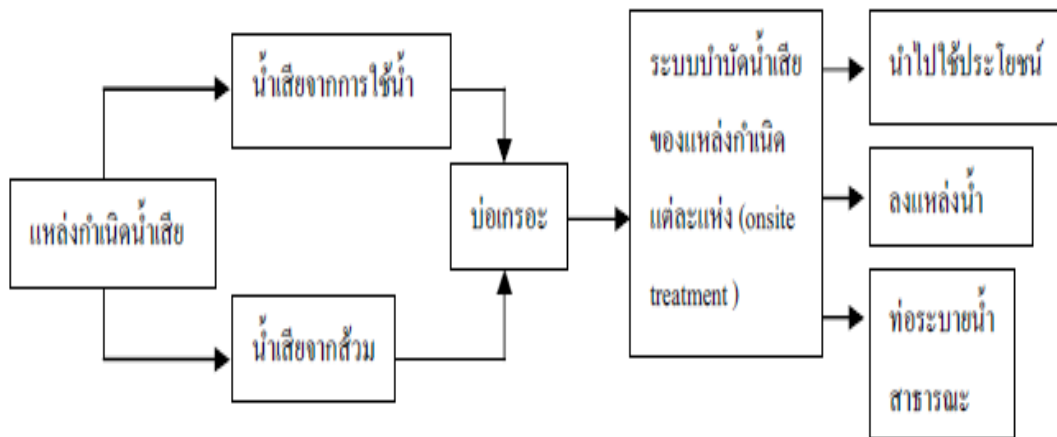
แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่ได้แก่ บ้านเรือนที่อยู่อาศัย โรงแรม อาคารพาณิชย์ ร้านอาหาร ภัตตาคาร กิจกรรมการให้บริการ เป็นต้น หลังจากมีพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนถูกควบคุม ดังนั้น ผู้ประกอบการหรือเจ้าของแหล่งกำเนิดเหล่านี้จะต้องดำเนินการจัดการน้ำเสียให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด จึงจะสามารถปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชนได้ 4 รูปแบบดังนี้



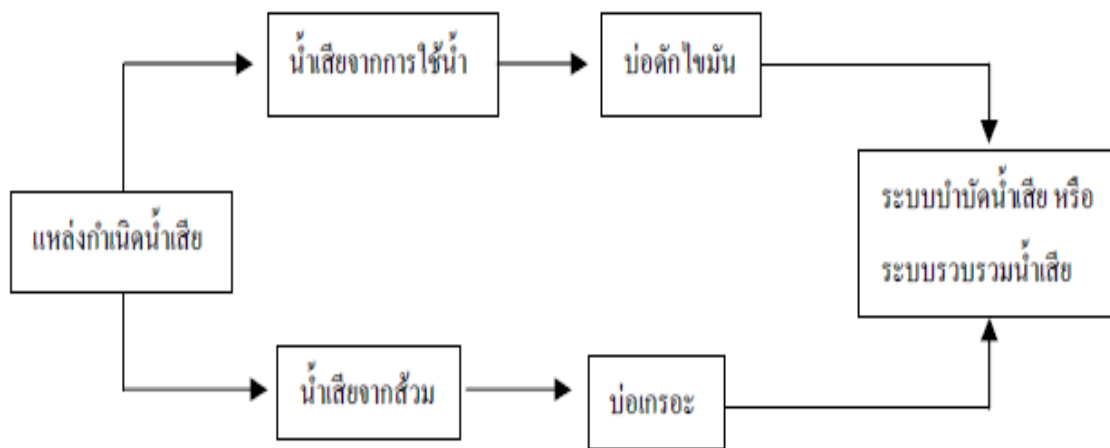
แบบที่ 1 รูปแบบรูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชนที่ใช้เป็นส่วนใหญ่



แบบที่ 2 รูปแบบรูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชนที่ใช้ปานกลาง)



แบบที่ 3 รูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชนที่ใช้เฉพาะแหล่งกำเนิดที่ถูกควบคุมตามกฎหมาย



แบบที่ 4 รูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชนที่ใช้ในแหล่งกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่บริการระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

ที่มา กรมควบคุมมลพิษ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2549

หลักเกณฑ์ในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

1. การเลือกและการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ และปริมาณน้ำเสีย เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ การวางท่อ และระบบบำบัดที่เหมาะสม
2. ลักษณะน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียและคุณสมบัติของน้ำเสีย
3. อัตราการไหลของน้ำเสีย และความแปรปรวน
4. ลักษณะของพื้นที่ที่จะติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย
5. รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือก และประสิทธิภาพของระบบ ต้องคำนึงถึงคุณภาพน้ำทิ้งตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้
6. การกำจัดกากตะกอนที่เกิดขึ้น และการนำไปใช้ประโยชน์
7. ปริมาณสารเคมี พลังงานที่ใช้
8. ความเชี่ยวชาญของบุคลากร
9. การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ระบบบำบัดน้ำเสียในอาคาร

ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกใช้ในอาคาร โดยส่วนใหญ่เลือกใช้ระบบเติมอากาศ หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge; AS) โดยหลักการทำงานของระบบ AS มีดังนี้

หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge; AS)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge; AS) เป็นระบบที่บำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยใช้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งสามารถลดค่าความสกปรกของน้ำเสียได้เป็นอย่างดี ระบบ AS เป็นระบบที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม แต่การควบคุมระบบประเภทนี้ จะมีความยุ่งยากซับซ้อน และใช้พลังงานมาก เนื่องจากจำเป็นที่จะต้องมีการเติมอากาศตลอดเวลา เพื่อให้เหมาะสมต่อการบำบัด และการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ ระบบจึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

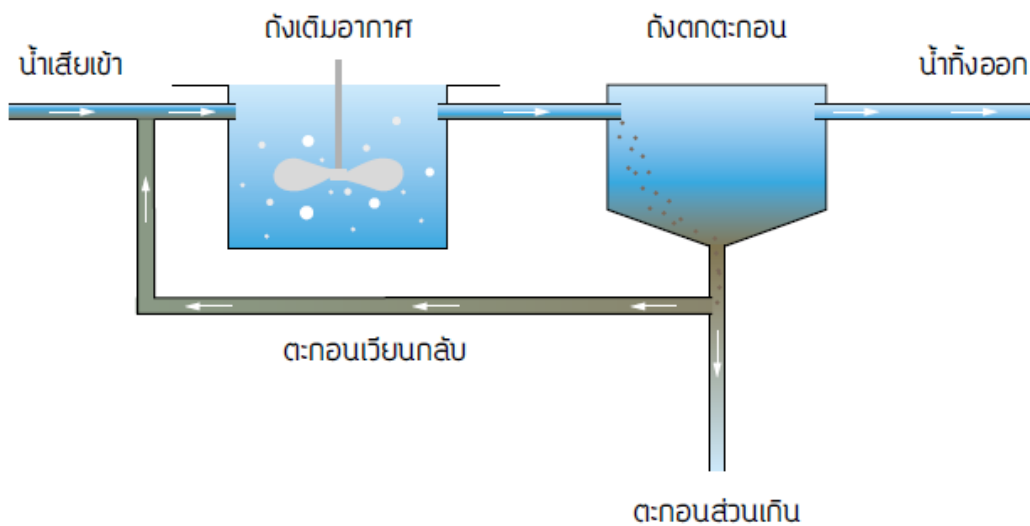
ระบบ AS จำเป็นต้องมีออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ เพื่อใช้ในการย่อยอาหาร ซึ่งสารอาหารส่วนใหญ่ในน้ำเสียเป็นสารอินทรีย์ ที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นหลัก ความสกปรกเหล่านี้จะถูกย่อยสลายเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเติมอากาศ หรือ AS นี้ ต้องอาศัยหลักการทำงาน 3 ส่วนหลัก คือ

1. มีปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) ที่เพียงพอ เพื่อให้จุลินทรีย์นำไปใช้กำจัดความสกปรก
2. มีปริมาณจุลินทรีย์เพียงพอ ที่จะสามารถกำจัดความสกปรกได้หมด
3. มีกระบวนการแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำหลังการบำบัด เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กฎหมายกำหนดโดยเฉพาะสารแขวนลอย

องค์ประกอบของระบบ AS

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AS ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอย่างน้อย 4 ส่วน (ดังรูปที่ 1) ได้แก่ ถังเติมอากาศ ถังตกตะกอน ระบบหมุนเวียนตะกอน และระบบระบายตะกอนส่วนเกิน และหากพบว่าน้ำเสียมี่ตะกอนแขวนลอยสูงอาจมีความจำเป็นต้องมีถังตกตะกอนเพิ่มอีก 1 ใบ วางไว้หน้าถังเติมอากาศ เพื่อกำจัดตะกอนลอยออกเสียก่อน



รูปที่ 1 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)
ที่มา คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน, กรมควบคุมมลพิษ. 2559.

หลักการทำงานของระบบ AS

การทำงานของระบบ AS สามารถอธิบายได้ดังนี้ ถังเติมอากาศมีหน้าที่เป็นถังเลี้ยงจุลินทรีย์ที่ใช้ ออกซิเจน ให้บำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เมื่อบำบัดแล้ว จำเป็นที่จะต้องแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ บำบัดแล้วก่อน โดยเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อให้ตะกอนจมตัวที่ก้นถัง และน้ำส่วนใสจะไหลล้นออกจาก ถังตกตะกอน ภายในถังเติมอากาศ จะมีเครื่องเติมอากาศ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับเพิ่มออกซิเจน ให้จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และทำให้จุลินทรีย์สามารถสัมผัสกับน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง เครื่องเติมอากาศสามารถใช้แบบแอโรเตอร์ (มีใบพัด) หรือแบบเป่าอากาศให้กับน้ำได้ โดยปกติ จุลินทรีย์จะทำงานได้ดีจะมีลักษณะเป็นตะกอนแขวนลอยสีน้ำตาล และตกตะกอนได้ดีหากมีการหยุด เติมอากาศ ซึ่งจะเกิดการตกตะกอนในถังตกตะกอน หากถังตกตะกอนไม่สามารถแยกจุลินทรีย์ออก

จากน้ำได้ จะทำให้คุณภาพน้ำเสียไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง เมื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ได้ แล้ว น้ำใสจะไหลล้นออกทางขอบบนของถังตกตะกอน ส่วนตะกอนจุลินทรีย์จะจมลงสู่ก้นถังตกตะกอน ตะกอนเหล่านี้จะถูกส่งกลับไปให้กับถังเติมอากาศ เพื่อเป็นการรักษาระดับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ให้มีระดับเพียงพอ หากมีปริมาณจุลินทรีย์มากเกินไป จำเป็นต้องมีการระบายตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกินทิ้ง เพื่อไม่ให้มีการสะสมของตะกอนมากเกินไป จนเกิดปัญหาในถังตกตะกอนได้

ที่สำคัญ การบำบัดน้ำเสียแบบ AS เป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย โดยวิธีทางชีวภาพ โดยใช้ระยะเวลาสั้น จึงจำเป็นต้องเร่งการทำงาน ด้วยการเติมอากาศตลอดเวลา เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ ซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานส่วนใหญ่จะสามารถลดสารอินทรีย์ได้มากกว่าร้อยละ 90 และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะสามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำอีกต่อไป

หลักการดูแลระบบ AS

1. ส่วนใหญ่ระบบเติมอากาศ ออกแบบให้มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียอยู่ในถังเติมอากาศประมาณ 6 - 12 ชั่วโมง ก่อนที่น้ำเสียจะถูกปล่อยเข้าถังตกตะกอน
2. ถังตกตะกอนทำหน้าที่แยกเชื้อจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสีย ตะกอนจุลินทรีย์ (sludge) ส่วนหนึ่งจะถูกส่งกลับไปยังถังเติมอากาศ เพื่อเป็นเชื้อในการบำบัดต่อไป ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่เหลือจะถูกส่งไปยังระบบกำจัดตะกอน
3. การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ จะควบคุมให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ หรือ MLSS อยู่ที่ 1,500 - 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในถังเติมอากาศ (ขึ้นกับ F/M ของระบบที่เลือกไว้)
4. ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) ระหว่าง 0.25 - 0.5 กรัมบีโอดี/กรัมตะกอน-วัน
5. ถังตกตะกอนควรเป็นแบบถังกลมพร้อมใบกวาดและมีระยะตกตะกอนนานประมาณ 6 ชั่วโมง หรือมากกว่า
6. ปัจจัยที่ควบคุมสภาวะต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบเติมอากาศ คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) SRT (อายุตะกอนจุลินทรีย์) และ F/M ของระบบ
7. การควบคุมระบบ AS นอกจากต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์แล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงลักษณะการจมตัวของตะกอนที่อยู่ในถังเติมอากาศ โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อลักษณะของตะกอน เช่น การปรับระดับการเติมอากาศ อัตราการหมุนเวียนตะกอน อัตราการระบายตะกอนทิ้ง เป็นต้น ซึ่งเป็นการกำหนดอายุของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ เพื่อให้สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้สูงสุด

ปัจจัยหรือพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมระบบ AS

1. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (COD และ BOD ในน้ำเสีย)

ค่า BOD และ COD เป็นค่าที่กำหนดความสกปรกในน้ำเสีย และเป็นตัวกำหนดค่าอาหารต่อจุลชีพในระบบ (F/M) หากปริมาณ BOD มีค่าสูง แสดงว่าอาหารสำหรับจุลินทรีย์มีมาก อัตราการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์หรือ MLSS จะสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราของ F/M เปลี่ยนแปลงไป โดยมีค่าสูงขึ้น อายุของตะกอนที่อยู่ในระบบจะนานขึ้น ส่งผลให้ตะกอนฟุ้งกระจายไม่รวมตัวกันเป็นก้อน ส่งผลให้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าปริมาณ BOD ต่ำ จะทำให้อัตราส่วนของ F/M ต่ำ อาหารให้จุลินทรีย์มีน้อย การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์จะลดลง หากมีการระบายตะกอนออกมากเกินไปจะส่งผลให้อายุตะกอนสั้น การจมตัวจะยากขึ้น เพราะปริมาณ MLSS ในระบบน้อย ตะกอนจุลินทรีย์จะไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนตกลงในถังตกตะกอน น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

2. อาหารเสริม

จุลินทรีย์ต้องการอาหารเสริม (Nutrient) ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกเหนือจากสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งนำมาใช้ในการเติบโต ปกติแร่ธาตุเหล่านี้มีอยู่แล้วในน้ำเสียชุมชน โดยส่วนใหญ่ในเติมอากาศอัตราส่วนระหว่าง COD:N:P:Fe จะอยู่ที่ 100:5:1:0.5 เพื่อให้จุลินทรีย์เติบโตได้ดี ที่สำคัญหากขาดอาหารเสริมเหล่านี้จะทำให้จุลินทรีย์ที่สามารถรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน (floc) นั้นเติบโตได้ไม่ดี จนทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย (Filamentous) เจริญเติบโตได้มากกว่า จะส่งผลให้ตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ AS ตกตะกอนได้ยากและเกิดเป็นชั้นฟุ้งขึ้นมาสูงในถังตกตะกอน และอาจไหลล้นออกมากับน้ำทิ้งจนระบบไม่สามารถทำงานต่อไปได้

3. ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ควบคุมในระบบเติมอากาศส่วนใหญ่ จะอยู่ระหว่าง 1 - 2 มก./ล. ซึ่งปริมาณของอากาศหรือออกซิเจนที่ใช้เพื่อรักษาความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายน้ำนี้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูง จุลินทรีย์สามารถทำงานได้มาก ต้องการปริมาณออกซิเจนมาก แต่ที่อุณหภูมิสูงออกซิเจนจะมีค่าการละลายน้ำอ้อมตัวต่ำ จึงทำให้ต้องใช้ปริมาณการเติมอากาศเพิ่มมากขึ้น ในทำนองกลับกัน หากอุณหภูมิต่ำ ความต้องการในการเติมอากาศจะน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูงในการที่จะรักษาระดับความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำที่ค่าเท่ากัน

4. ระยะเวลาในการบำบัด หรือระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียในถังเติมอากาศจะต้องมีมากพอ ที่จุลินทรีย์จะใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วนใหญ่จะออกแบบไว้ให้มีระยะเวลาเก็บกักในระบบตะกอนเร่งอยู่ที่ 3-5 ชั่วโมง หากมีระยะเวลาต่ำเกินไปสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก จะถูกย่อยไม่หมด ทำให้มีค่าบีโอดีเหลืออยู่ในน้ำเสียมาก

5. ค่าพีเอช (pH)

ค่าพีเอชที่เหมาะสมในระบบ AS อยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5 ถ้าพีเอชมีค่าต่ำกว่า 6.5 รา (fungi) จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ประสิทธิภาพลดลงและตกตะกอนได้ไม่ดี ถ้าพีเอชมีค่าสูงกว่า 8.0

จะทำให้เกิดการตกตะกอนของฟอสฟอรัส ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มจำนวน หรือเติบโตได้ ทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. สารพิษที่มีผลต่อจุลินทรีย์

สารพิษแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบพิษเฉียบพลัน ซึ่งจุลินทรีย์จะตายหมดภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง สารพิษกลุ่มนี้ได้แก่ ไฮยาไนด์ อาร์เซนิก และแบบพิษออกฤทธิ์ช้า ซึ่งใช้เวลานานและจุลินทรีย์ค่อยๆ ตาย โดยจุลินทรีย์จะสะสมสารพิษเหล่านี้เอาไว้ในเซลล์และเกิดเป็นพิษ จนตายในที่สุด สำหรับสารพิษออกฤทธิ์ช้า ได้แก่ ทองแดง และโลหะหนักต่างๆ นอกจากนั้นสารอินทรีย์บางชนิดก็เป็นพิษได้ ถ้ามีปริมาณมากเกินไป เช่น แอมโมเนีย ถ้าหากมีสูงเกิน 500 มก./ล. จะก่อให้เกิดความเป็นพิษกับจุลินทรีย์ได้

7. อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอุณหภูมิสูง แต่โดยส่วนใหญ่ในระบบเติมอากาศจุลินทรีย์จะอยู่ในกลุ่ม mesophyll เติบโตได้ดีในช่วง 35-40 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้าลง สำหรับถึงตกตะกอน หากอุณหภูมิต่ำตะกอนจะตกได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง

เกณฑ์การออกแบบ หรือค่าควบคุมในการดูแลระบบ AS

เกณฑ์การออกแบบ หรือค่าควบคุมในการดูแลระบบ AS แสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การออกแบบ หรือค่าควบคุมในการดูแลระบบ AS

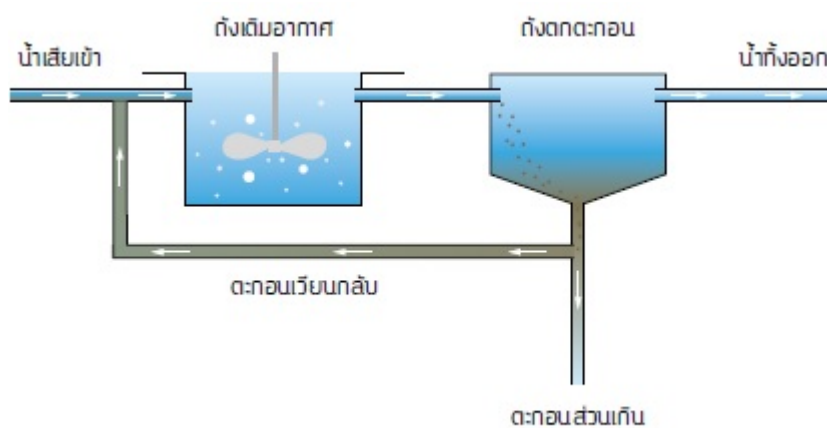
ปัจจัย	ค่าควบคุม
F/M (อัตราส่วนอาหารต่อจุลชีพ)	0.2-0.6 กก.บีโอดี / กก.MLSS-วัน
อายุตะกอน (Sludge Age)	5-15 วัน
อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.8-1.9 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
MLSS	2,500-4,000 มก./ล.
เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	3-5 ชั่วโมง
อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ	0.25-1
ความต้องการออกซิเจน	0.8-1.1 กก. O ₂ / กก.BOD ที่ถูกกำจัด
ปริมาณการจมตัวของตะกอน (SV ₃₀)	150 - 300 มล./ลิตร

ตัวอย่างระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ที่นิยมใช้

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) แบ่งเป็น 4 ประเภท

1. ระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge; CMAS)

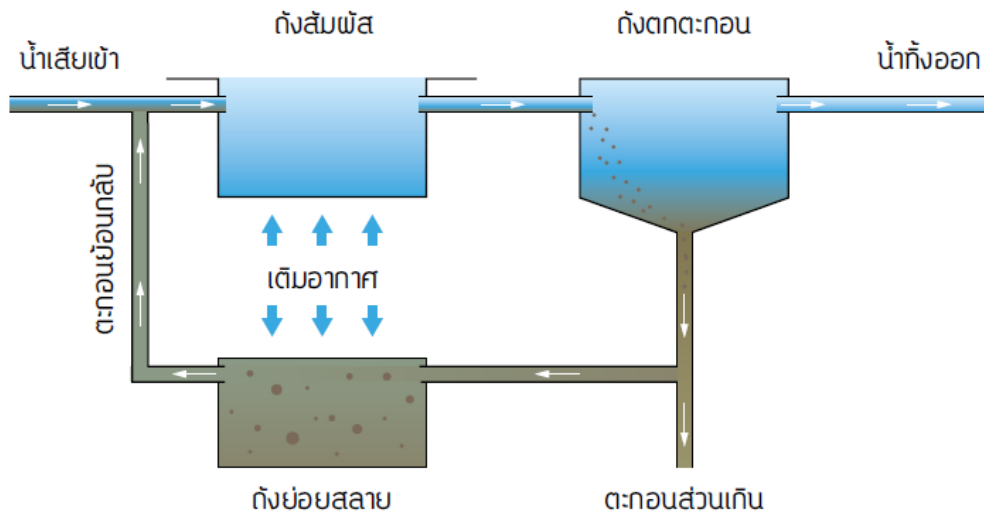
ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์นี้ คือ มีระบบการกวนในถังเติมอากาศ เพื่อให้มีการกวนน้ำและตะกอนจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถังเติมอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด ทำให้ระบบนี้สามารถรองรับน้ำเสียที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณ และความเข้มข้น (Shock Load) ได้ดีเนื่องจากน้ำเสียมีการกระจายอย่างทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่างๆ ในถังเติมอากาศมีความเสถียรมากที่สุด และมีค่าคงที่สม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง (Uniform Population)



รูปที่ 2 ระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์แบบสมบูรณ์

2. ระบบตะกอนเร่งแบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS)

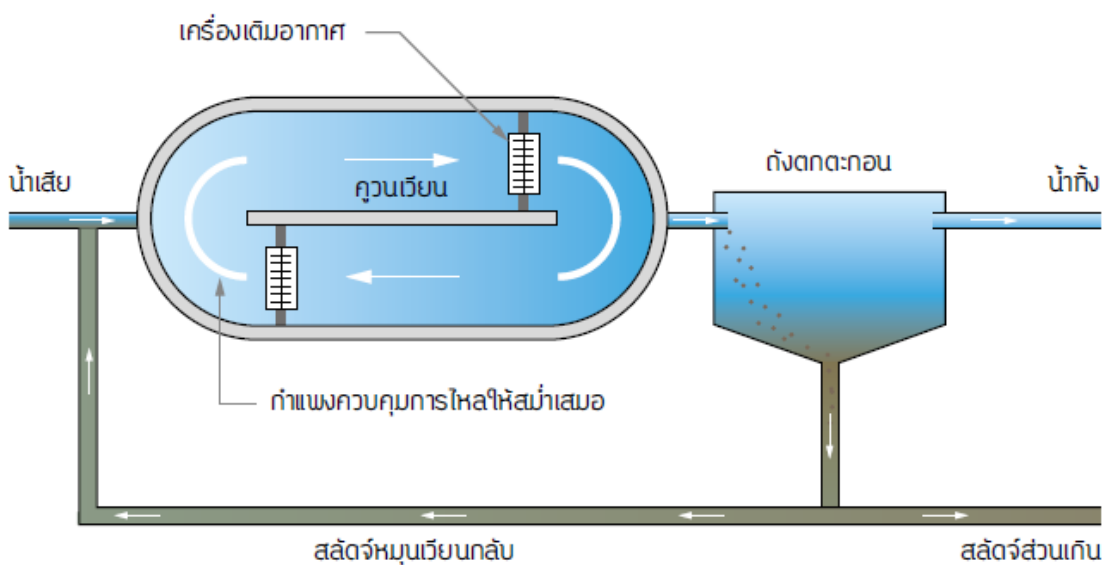
เป็นระบบที่แบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถัง ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยถังสัมผัส เป็นถังเติมอากาศแบบทั่วไป แต่เพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยการเพิ่มถังย่อยสลายมาอีกถังหนึ่ง เพื่อที่จะกระตุ้น และย่อยสลายจุลินทรีย์ที่สูบมาจากถังตกตะกอน ก่อนที่จะส่งตะกอนจุลินทรีย์จากถังย่อยสลายไปที่ถังสัมผัส เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียใหม่ ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบล้างไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบตะกอนเร่งทั่วไป



รูปที่ 3 แผนผังระบบแอกทีฟเวทเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส

3. ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch; OD)

ระบบ OD นี้มีลักษณะเด่น คือ ถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรี หรือวงกลม ทำให้น้ำเสียไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในลักษณะแนวอน (Horizontal Surface Aerator) ซึ่งการเติมอากาศแบบนี้จะมีบางช่วงที่ค่าออกซิเจนในน้ำต่ำลง ทำให้สามารถเกิดสภาวะแอนอกซิก (Anoxic Zone) ได้ ซึ่งเป็นสภาวะที่สามารถเปลี่ยนไนเตรทไปเป็นก๊าซไนโตรเจนได้ โดยจุลินทรีย์กลุ่ม nitrifying (Nitrosomonas Spp. และ Nitrobacter Spp.) ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้



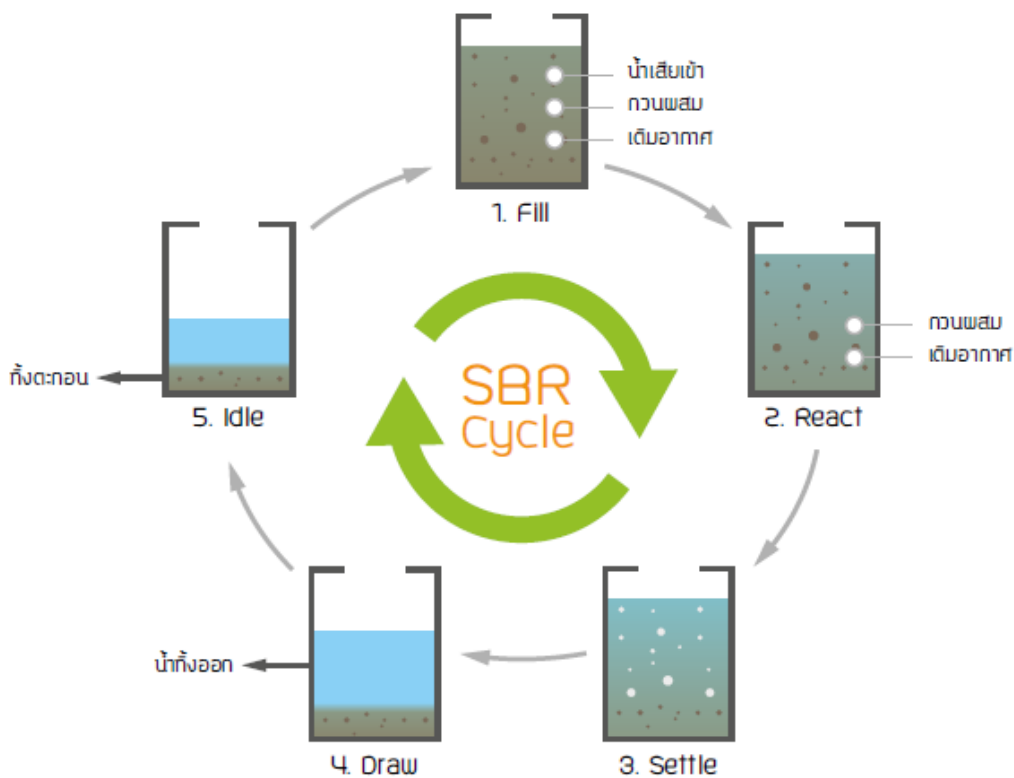
รูปที่ 4 ระบบคลองวนเวียน

4. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทนี้ นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่ในระยะหลังนี้ เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้พื้นที่น้อย มีลักษณะการทำงานเป็นช่วงเวลา ทำให้สามารถเติมน้ำเสีย เติมอากาศ ตกตะกอน และระบายน้ำเสีย และตะกอนได้ภายในถังเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

- 1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) สูบน้ำเสียเข้าระบบ
- 2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD) โดยการเติมอากาศ
- 3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงกันถึงปฏิกิริยา
- 4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว
- 5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่ หรือระบายตะกอนทิ้ง

โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่าย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งมีความยืดหยุ่นในการเดินระบบที่ดีกว่าทำให้ระบบเอสบีอาร์นี้เป็นที่นิยมใช้กัน



รูปที่ 5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์

ข้อดี – ข้อเสียของระบบเอสพีอาร์

ข้อดี :

1. ใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อย เมื่อเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบอื่นๆ
2. มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ได้สูง เนื่องจากมีจุลินทรีย์หลายชนิดและจุลินทรีย์สามารถปรับสภาพให้เข้ากับลักษณะสมบัติของน้ำเสียต่างๆ ได้ดี และรวดเร็ว
3. สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอินทรีย์ และปริมาณน้ำเสียได้เป็นอย่างดี
4. เป็นระบบซึ่งสามารถติดตามและควบคุมปริมาณของจุลินทรีย์ได้ง่าย
5. สามารถออกแบบรูปลักษณะของระบบได้อย่างหลากหลาย เพื่อให้เหมาะกับสภาพของพื้นที่ได้ดี

ข้อเสีย :

1. เป็นระบบที่ใช้อุปกรณ์เครื่องจักรมาก ทำให้ต้องลงทุนสูง
2. เกิดปัญหาเรื่องเสถียรภาพของระบบได้ง่าย เช่น ปัญหาเรื่องการจมตัวไม่ดีของตะกอนจุลินทรีย์และปัญหาเรื่องฟอง เป็นต้น