เคมีสีเขียว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ

Active Learning
Learning for all
by
Woravith Chansuvarn

Chemographics
LINE woravith
woravith.c@rmutp.ac.th
http://web.rmutp.ac.th/woravith

เคมีสีเขียว และการจัดการมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

- เคมีสีเขียว
- การจัดการมลพิษทางอากาศ
- การบำบัดน้ำเสีย

เคมีสีเขียว คือ

Green chemistry is the design of chemical products and processes that reduce or eliminate the use or generation of hazardous substances. Green chemistry applies across the life cycle of a chemical product, including its design, manufacture, use, and ultimate disposal. (EPA)

“BENIGN by DESIGN”

แนวคิดของการนำหลักการพื้นฐานที่คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้สารเคมีที่ไม่เป็นพิษ หรือ ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต รวมทั้งคำนึงถึงการป้องกันหรือลดการปล่อยสารเคมีที่เป็นพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยอาศัยหลักการในการเลือกใช้วัตถุดิบการวางแผนและการออกแบบการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม

เคมีสีเขียวจะให้ความสำคัญกับ
การป้องกันที่ต้นเหตุ
มากกว่า
การแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ

12 หลักการของเคมีสีเขียว
Principles of Green Chemistry

Active Learning
Learning for all
by
Woravith Chansuvarn

Prevent waste
(ป้องกันการเกิดของเสีย)

Atom economy
(ออกแบบกระบวนการสังเคราะห์ให้สารตั้งต้นถูกนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุด)

Less hazardous chemical syntheses
(ออกแบบกระบวนการสังเคราะห์ที่ไม่เป็นอันตรายหรือเป็นพิษน้อยหรือไม่เป็นพิษ)

Designing safer chemicals and products
(ออกแบบสารเคมีและผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นพิษ)

Use safer solvents and reaction conditions
(ใช้ตัวทำละลายและกระบวนการที่ปลอดภัย)

Design for energy efficiency
(เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน)

Use renewable feedstock
(ใช้สารหรือวัตถุดิบที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้)

Reduce derivatives
(ลดการเกิดสารอนุพันธ์)

Catalysts
(ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา)

Design for degradation
(ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมีการสลายตัวโดยไม่ก่ออันตราย)

Real time analysis for pollution prevention
(มีการวิเคราะห์อย่างทันท่วงทีเพื่อป้องกันการเกิดมลภาวะ)

Safer chemistry for accident prevention
(ใช้สารเคมีที่ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ)

PRODUCTIVITY

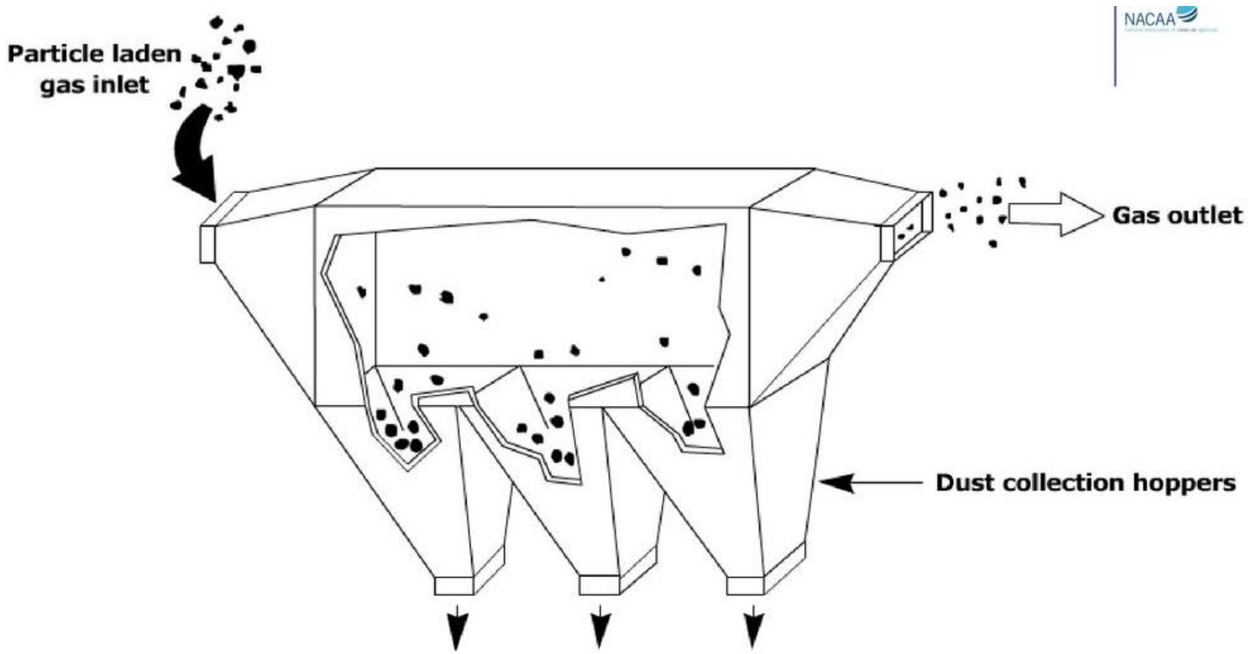
P – Prevent wastes
R – Renewable materials
O – Omit derivatisation steps
D – Degradable chemical products
U – Use of safe synthetic methods
C – Catalytic reagents
T – Temperature, Pressure ambient
I – In-Process monitoring
V – Very few auxiliary substrates
E – E-factor, maximise feed in product
L – Low toxicity of chemical products
Y – Yes, it is safe

Tang, S.L.Y., Smith R.L. & Poliakoff, M. (2005). Principles of green chemistry: PRODUCTIVELY. *Green Chem.*,7, 761-762

การจัดการมลพิษทางอากาศ

#ห้องดักฝุ่นด้วยแรงโน้มถ่วง (gravity settling chamber)

การออกแบบห้องดักฝุ่นจะทำให้ความเร็วของอากาศลดลงจนอนุภาคขนาดใหญ่ตกตะกอน และไม่ฟุ้งกระจายขึ้นมาอีก การดักจับฝุ่นด้วยวิธีนี้มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (ประมาณ 50%) มักจะใช้ก่อนผ่านอากาศเข้าเครื่องเก็บฝุ่นชนิดอื่น และใช้ได้ดีกับฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 50 ไมครอน (μm) แต่ไม่นิยมใช้กำจัดอนุภาคที่ละเอียดมาก

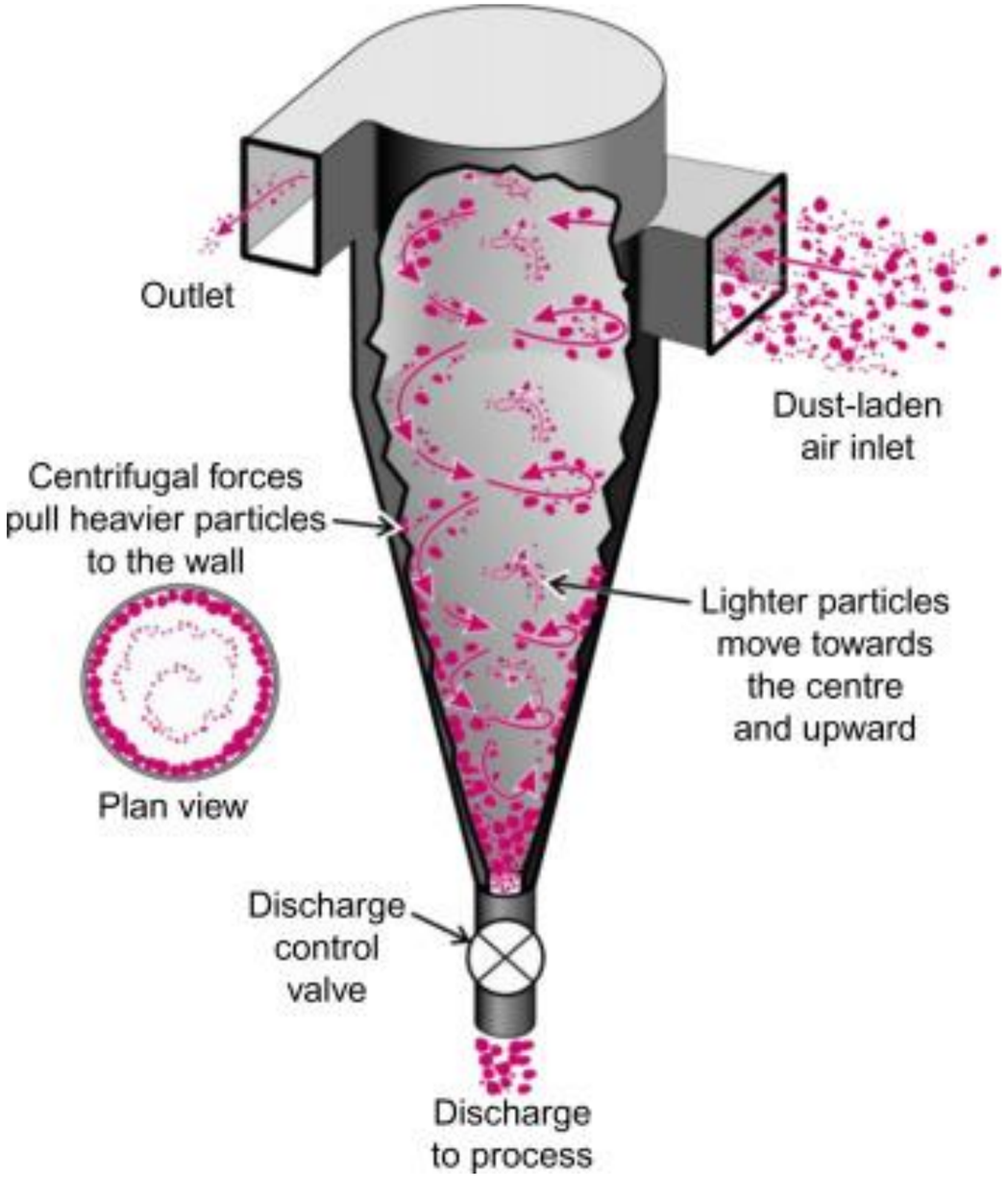


#ไซโคลน (cyclone)

จะทำให้แก๊สหมุนวนเป็นเกลียว ทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงให้ฝุ่นละอองไปกระทบกับผนังและตกลงไปกองอยู่ในกรวยตอนล่าง เหมาะสำหรับกำจัดอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนขึ้นไป

เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก (wet scrubber)

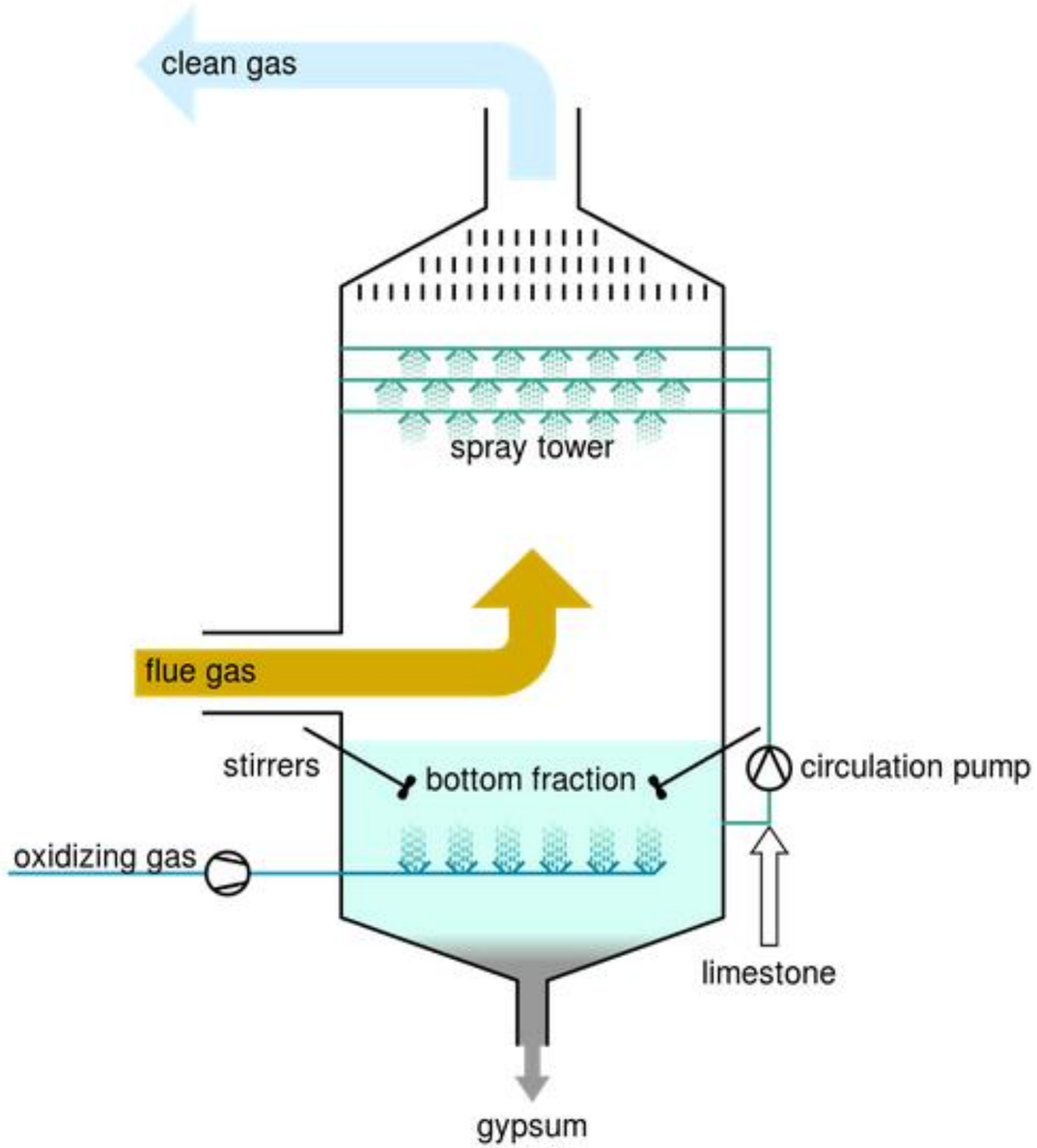
อุปกรณ์	ช่วงขนาดอนุภาคในการคัดแยกที่เหมาะสม (ไมครอน)	ประสิทธิภาพในการคัดแยก (%)
แผ่นกรอง	0.1–2.0	80–99
เครื่องคัดแยกอนุภาคด้วยไฟฟ้าสถิต	0.2–10.0	55–99
เครื่องคัดแยกอนุภาคแบบเปียก	0.2–50.0	10–99
ไซโคลน	0.5–100.0	1–99



#เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก (wet scrubber)

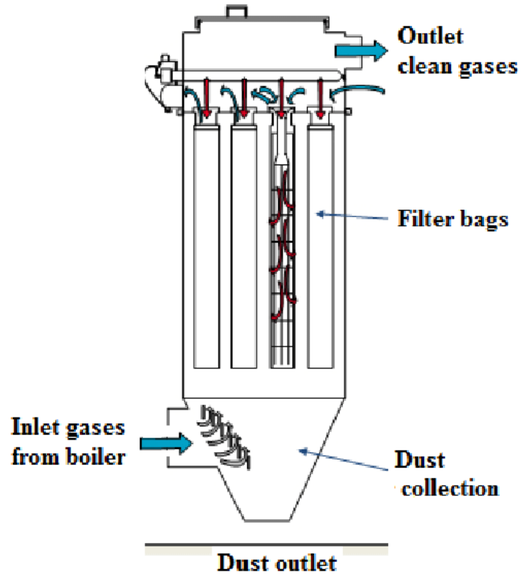
ใช้ได้ดีกับอนุภาคที่มีขนาดระหว่าง 0.1 ถึง 2 ไมครอน เพราะน้ำทำให้อนุภาคเล็ก ๆ รวมตัวใหญ่ขึ้น จึงลดการฟุ้งกระจายได้ดี

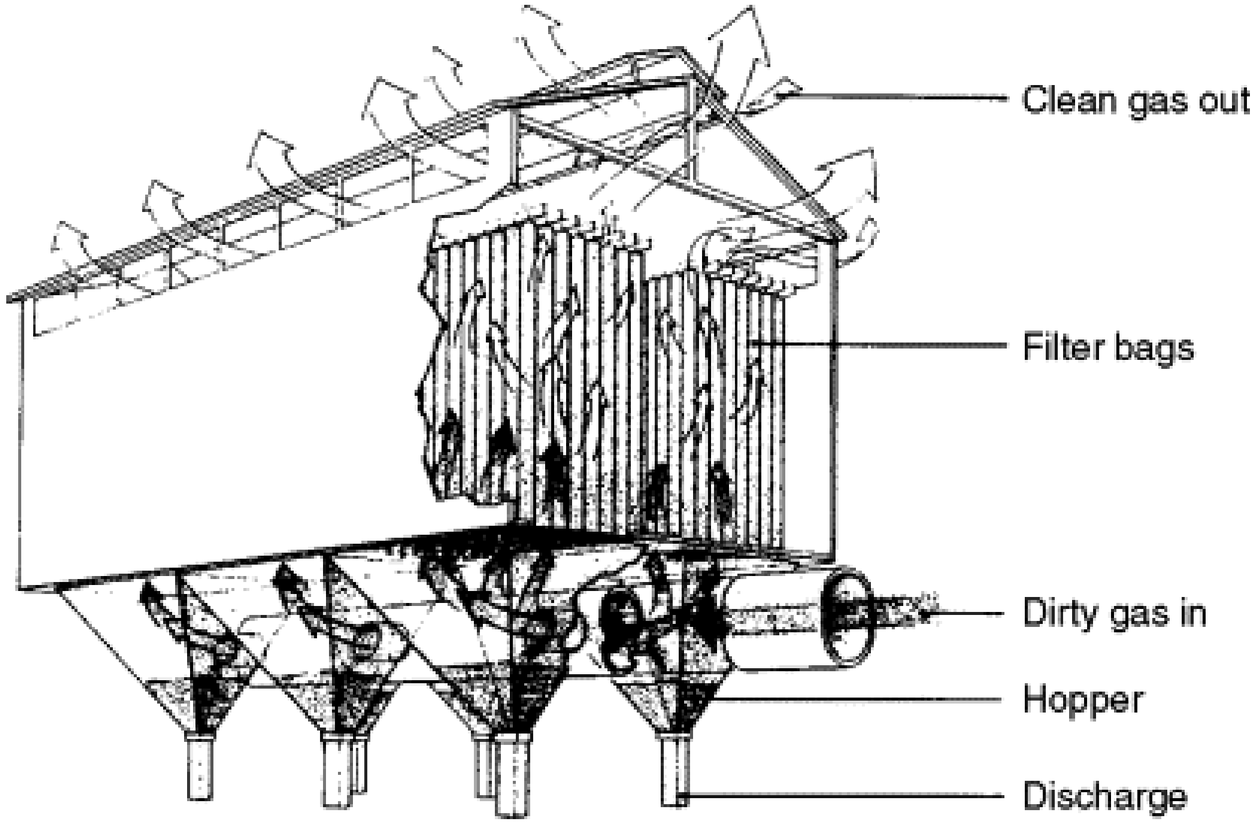
ข้อเสียคือจะทำให้เกิดน้ำเสียที่ต้องไปบำบัดต่อ โดยเฉพาะในกรณีที่อากาศฝุ่นมี SOx และ NOx เจือปน จะทำให้เกิดน้ำกรดกัดกร่อนเครื่องมือได้



#เครื่องกรองใย (fabric filter)

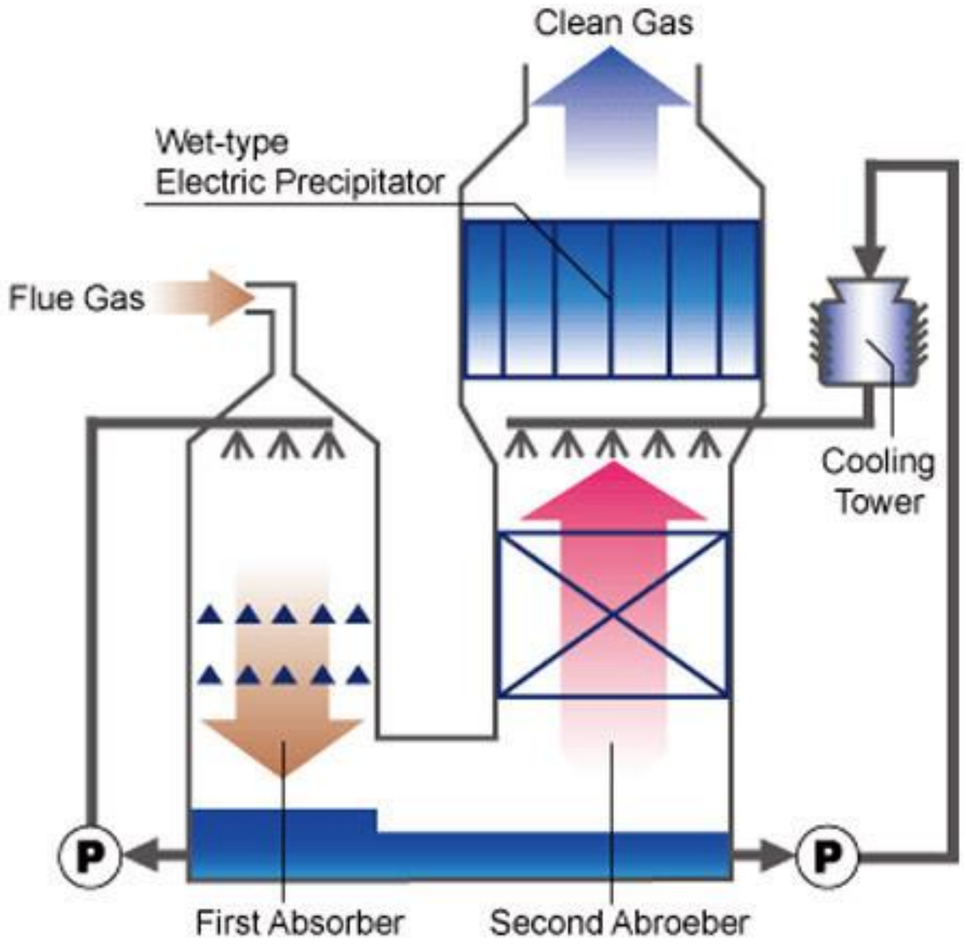
อากาศฝุ่นผ่านเข้าไปในห้องแยก (bag house) ซึ่งมีถุงกรองหลายใบแขวนอยู่ เพื่อทำหน้าที่กรองฝุ่นออกจากอากาศ วัสดุที่ใช้ทำถุงอาจเป็นผ้าฝ้าย ผ้าป่าน ผ้าอาบน้ำยา ใยสังเคราะห์ หรือกระดาษ ขึ้นกับอุณหภูมิของแก๊สและชนิดของอนุภาค เมื่อถุงสกปรกจะทำความสะอาดได้ด้วยการเขย่าหรือใช้ลมเป่า





#เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitator)

สามารถดักจับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน โดยจะให้อากาศฝุ่นผ่านเข้าสู่สนามไฟฟ้าแรงสูง ทำให้อนุภาคฝุ่นเกิดประจุไฟฟ้าขึ้น และวิ่งเข้าหาแผ่นโลหะที่มีประจุตรงกันข้ามฝุ่นละอองจะตกจากขั้วไฟฟ้าได้เมื่อถูกเคาะ และตกลงสู่กรวยรองรับ



https://youtu.be/6Mou__9adOc

การบำบัดน้ำเสีย

Wastewater is water generated after the use of freshwater, raw water, drinking water or saline water in a variety of deliberate applications or processes.

"Used water from any combination of domestic, industrial, commercial or agricultural activities, surface runoff/storm water, and any sewer inflow or sewer infiltration"

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสารใด ๆ หรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้จะทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

การบำบัดน้ำเสีย

Wastewater Treatments

(Sewage Treatments)

The removal of impurities from wastewater, or sewage, before it reaches aquifers or natural bodies of water such as rivers, lakes, estuaries, and oceans.

Domestic wastewater results from water use in residences, businesses, and restaurants.

Industrial wastewater comes from discharges by manufacturing and chemical industries.

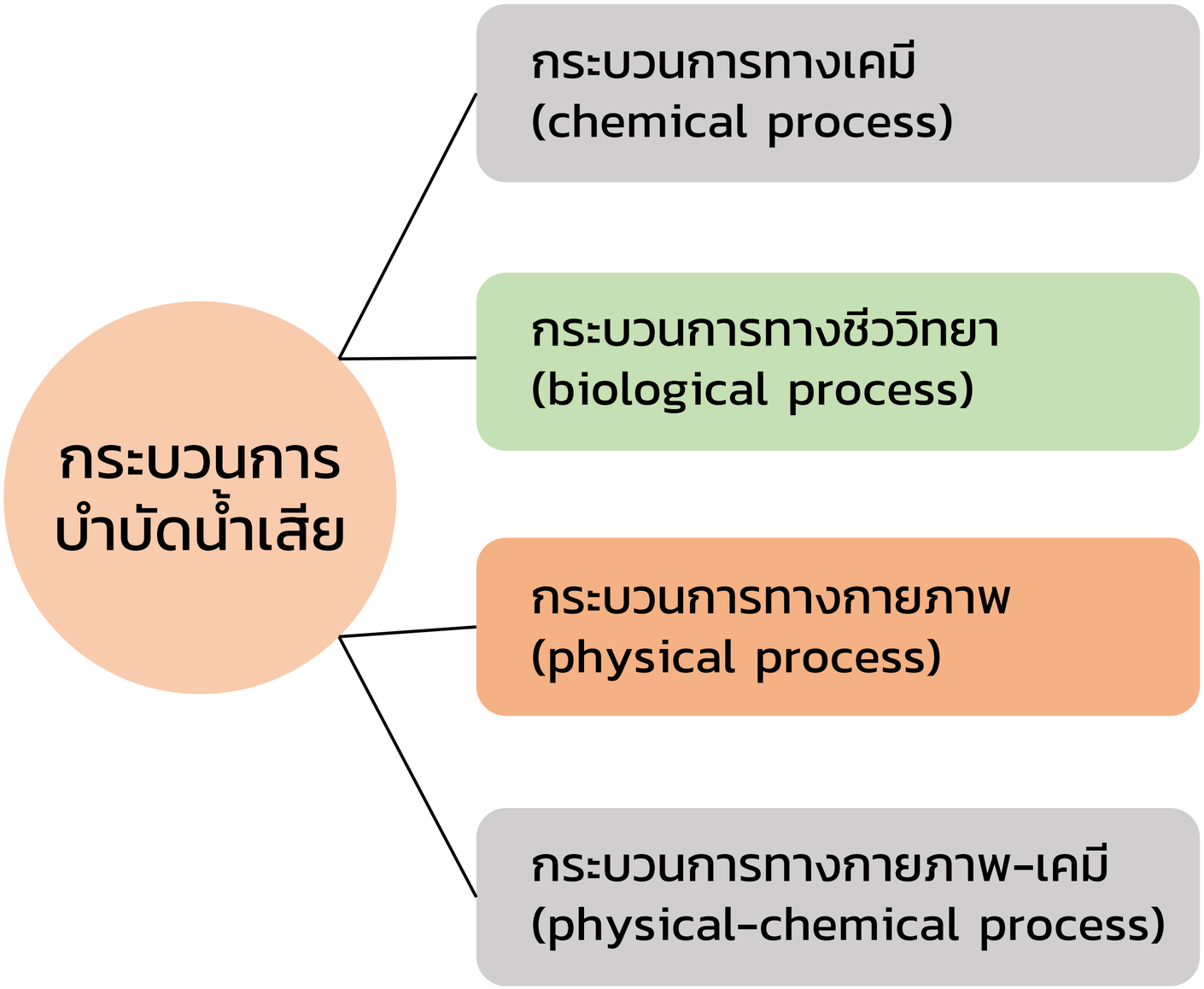
Rainwater in urban and agricultural areas picks up debris, grit, nutrients, and various chemicals, thus contaminating surface runoff water.

ลักษณะน้ำเสียชุมชน

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

ประเภทโรงงาน	ค่าบีโอดี (มก/ล)		ของแข็งแขวนลอย (มก/ล)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
กระดาษ	100-1000	530	100-1300	830
สบู่	200-3000	1180	100-3000	560
ผงชูรส	200-2000	890	-	-
สุรา-แอลกอฮอล์	5000-60000	29000	1000-10000	7800
น้ำอัดลม	150-2400	740	50-400	190
นม	200-3600	1125	100-1100	450
น้ำตาล	200-3900	1320	100-600	320
สิ่งทอ	60-900	230	0-500	160
ห้องเย็น	250-4000	1560	100-700	410
เครื่องกระป๋อง	500-12700	2560	100-3000	760
วุ้นเส้น	600-4500	1840	-	-
เส้นหมี่	1000-14000	3620	1000-30000	8400
โม่แป้ง แบะแซ	1000-11000	5235	500-5000	1700

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ,2542(5)



- การทำให้เกิดตะกอน (precipitation)
- การเกิดออกซิเดชันทางเคมี (chemical oxidation)
- การเกิดรีดักชันทางเคมี (chemical reduction)
- การสะเทิน (neutralization)

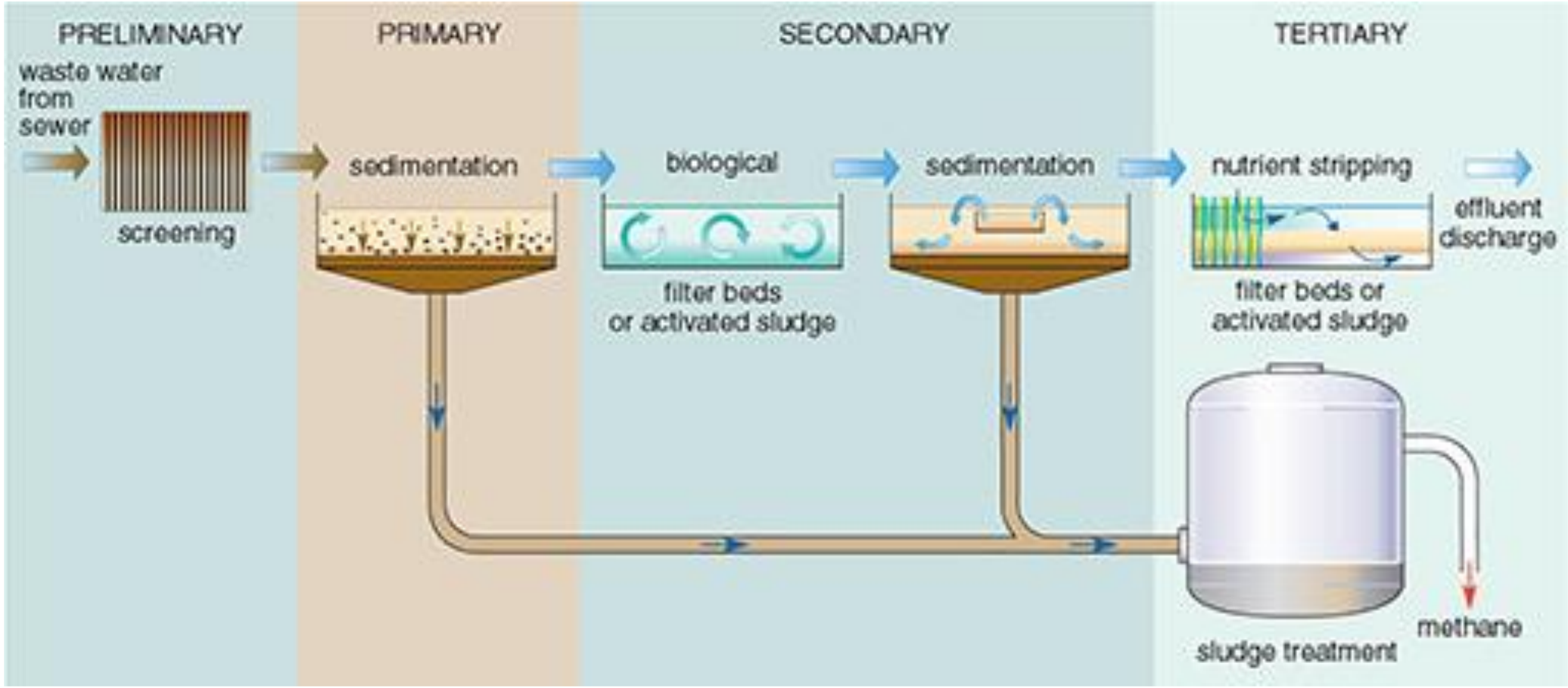
- แบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria)
- แบคทีเรียไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria)

- การดักด้วยตะแกรง (screening)
- การตัดย่อย (combination)
- การกวาด (skimming)
- การทำให้ลอย (floating)
- การตกตะกอน (sedimentation)

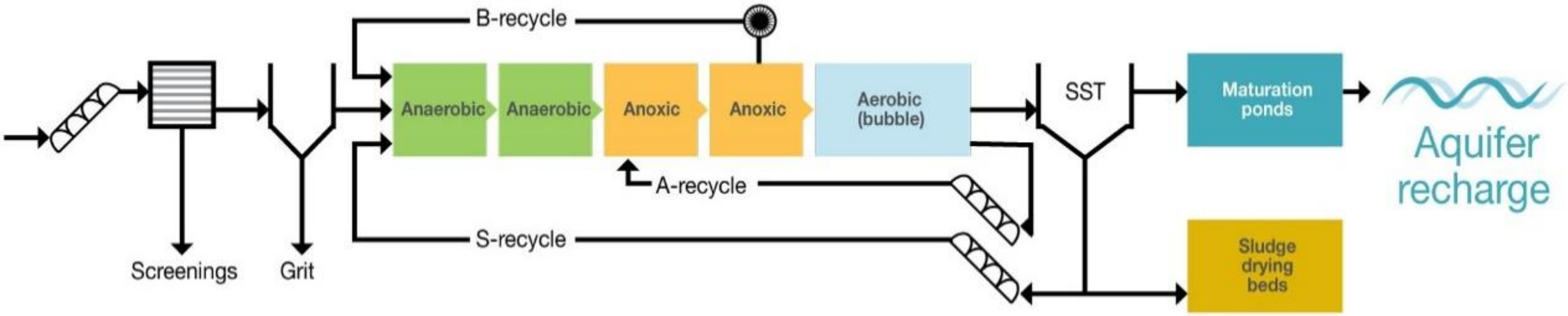
- การดูดซับด้วยถ่าน (carbon adsorption)
- การแลกเปลี่ยนประจุ

#ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

1. การบำบัดขั้นเตรียมการ
2. การบำบัดขั้นต้น
3. การบำบัดขั้นที่สอง
4. การบำบัดขั้นที่สาม

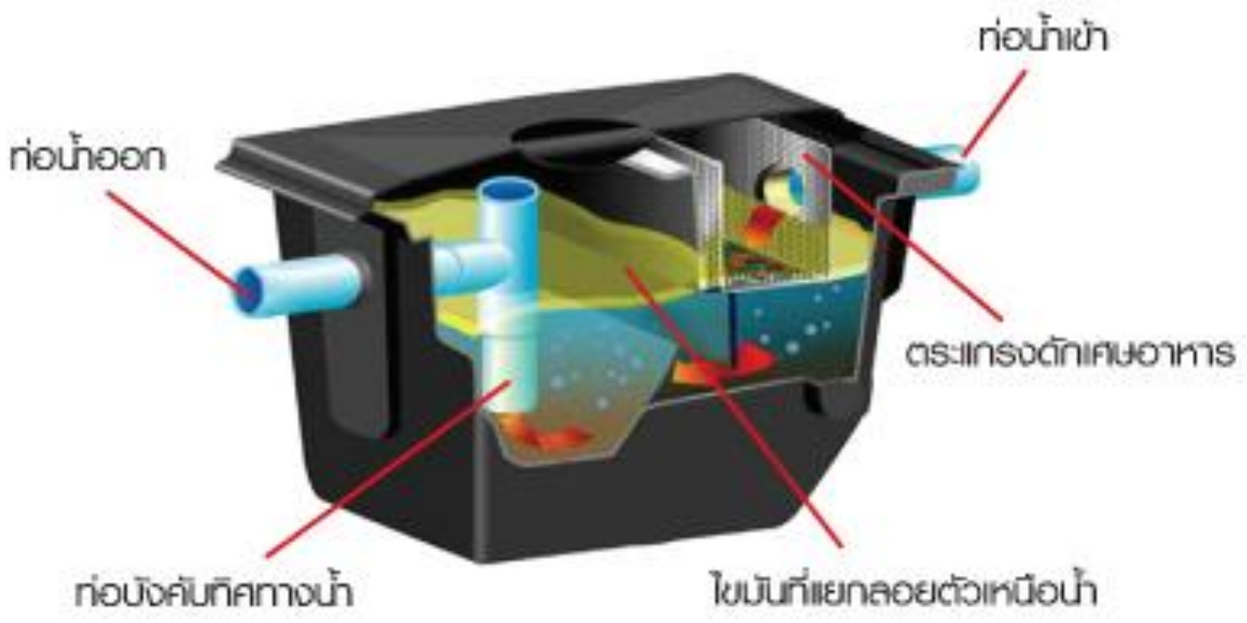


#การบำบัดน้ำเสียจากชุมชน



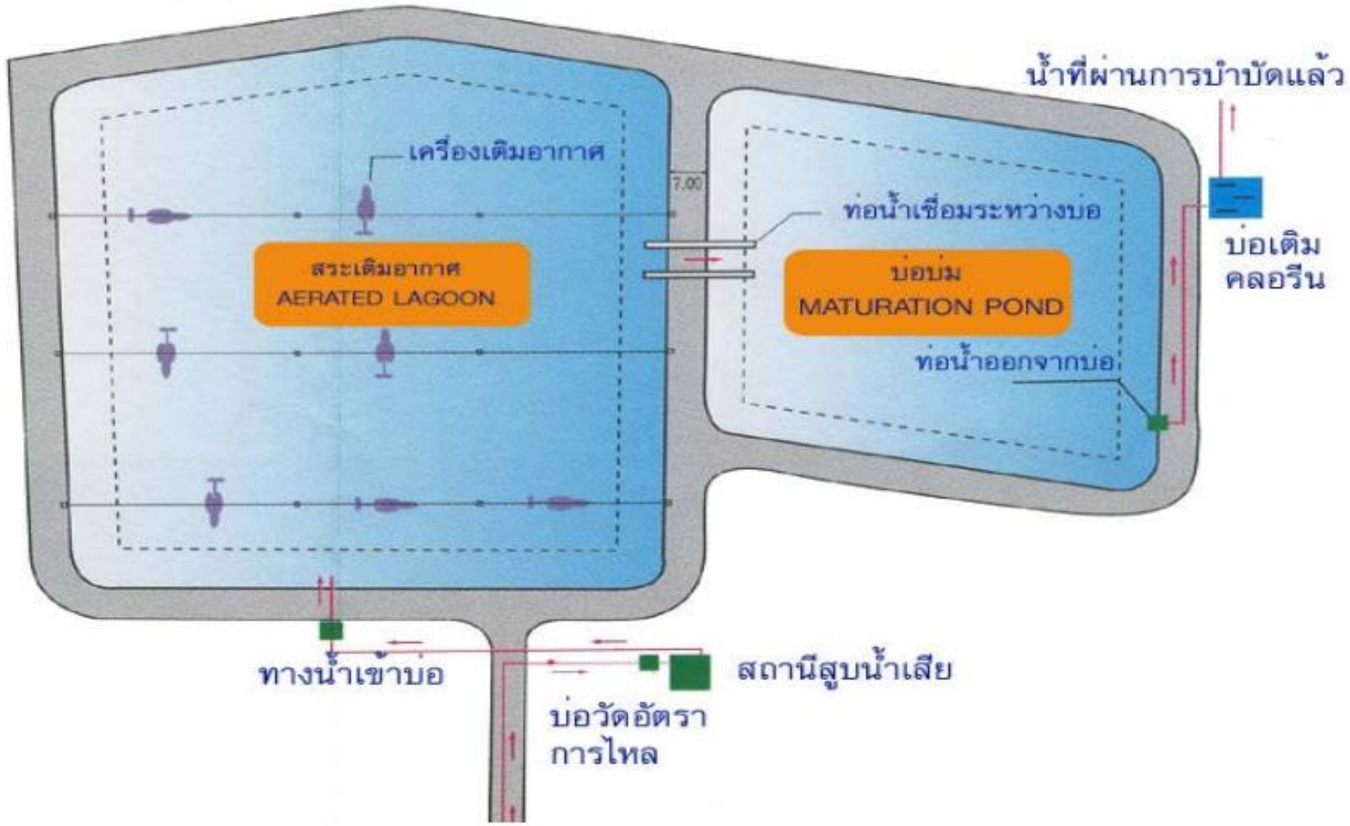
บ่อดักไขมัน

- สำหรับแยกไขมันไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้ง
- ช่วยรักษาสภาพน้ำในขั้นต้น ก่อนปล่อยไปยังระบบบำบัดขั้นถัดไป
- ถังดักไขมันประกอบด้วย ส่วนกักเก็บน้ำเพื่อให้น้ำมันและไขมันลอยตัวขึ้นบนผิวน้ำ
- หลักการทำงานคือ ให้น้ำเสียไหลผ่านตะแกรงดักเศษอาหาร ซึ่งทำหน้าที่แยกเศษอาหาร แล้วน้ำเสียจะไหลต่อไปยังส่วนดักไขมัน โดยน้ำมันและไขมัน ที่แยกตัวออกจากน้ำเสีย จะลอยขึ้นเป็นชั้นเหนือผิวน้ำ



#ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator)



#การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ไม่มีกระบวนการหรือแบบแผนที่แน่นอน โดยกระบวนการบำบัดขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น

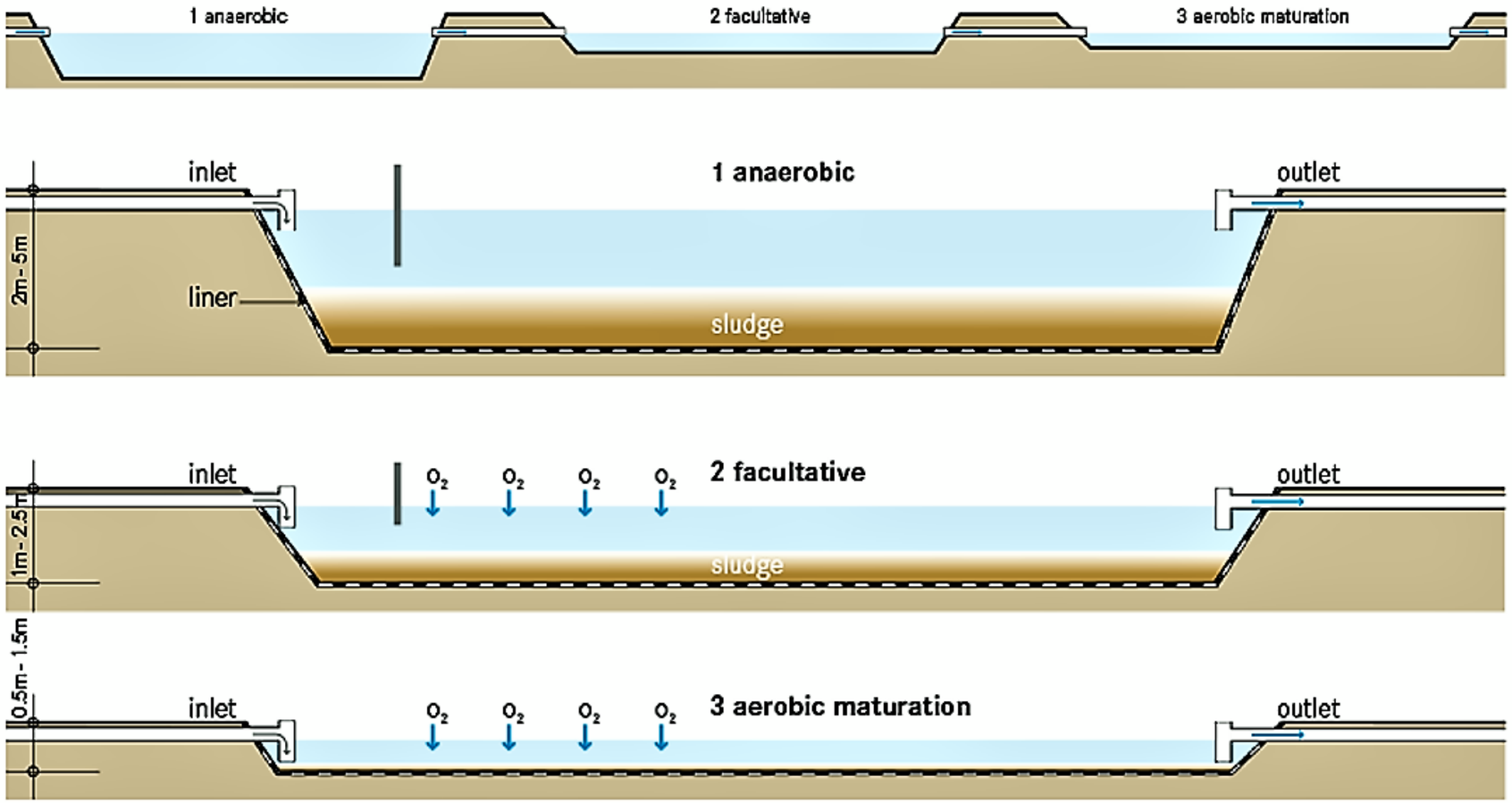
- น้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ ที่มีไอออนของโลหะหนักเจือปนจะต้องใช้กระบวนการทางเคมีในการบำบัด
- น้ำทิ้งจากโรงงานทำน้ำอัดลมส่วนใหญ่เป็นน้ำล้างขวดและน้ำอัดลมที่เหลือติดขวดที่มีน้ำตาลปนอยู่กับน้ำทิ้ง จะใช้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ เช่น การย่อยสลายด้วยแบคทีเรีย

1) น้ำเสียที่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 40-60°C จะต้องมีการลดอุณหภูมิก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด
2) น้ำเสียที่มีกรดหรือเบสเจือปนอยู่มาก จะต้องปรับสภาพ pH ให้เป็นกลาง
3) น้ำเสียที่ขาดธาตุอาหาร N และ P จะต้องเติมสารประกอบที่มีธาตุทั้งสองนี้ลงไปเพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับแบคทีเรียหากต้องการจะบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ
4) น้ำเสียมักจะมีค่า BOD สูงมาก การลดค่า BOD จนถึงค่าตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม (20 มิลลิกรัม/ลิตร)
5) น้ำเสียมักจะมีสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่กำจัดได้ยากปนอยู่ เช่น สีในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษและโรงงานฟอกย้อม เป็นต้น

#ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (stabilization pond)

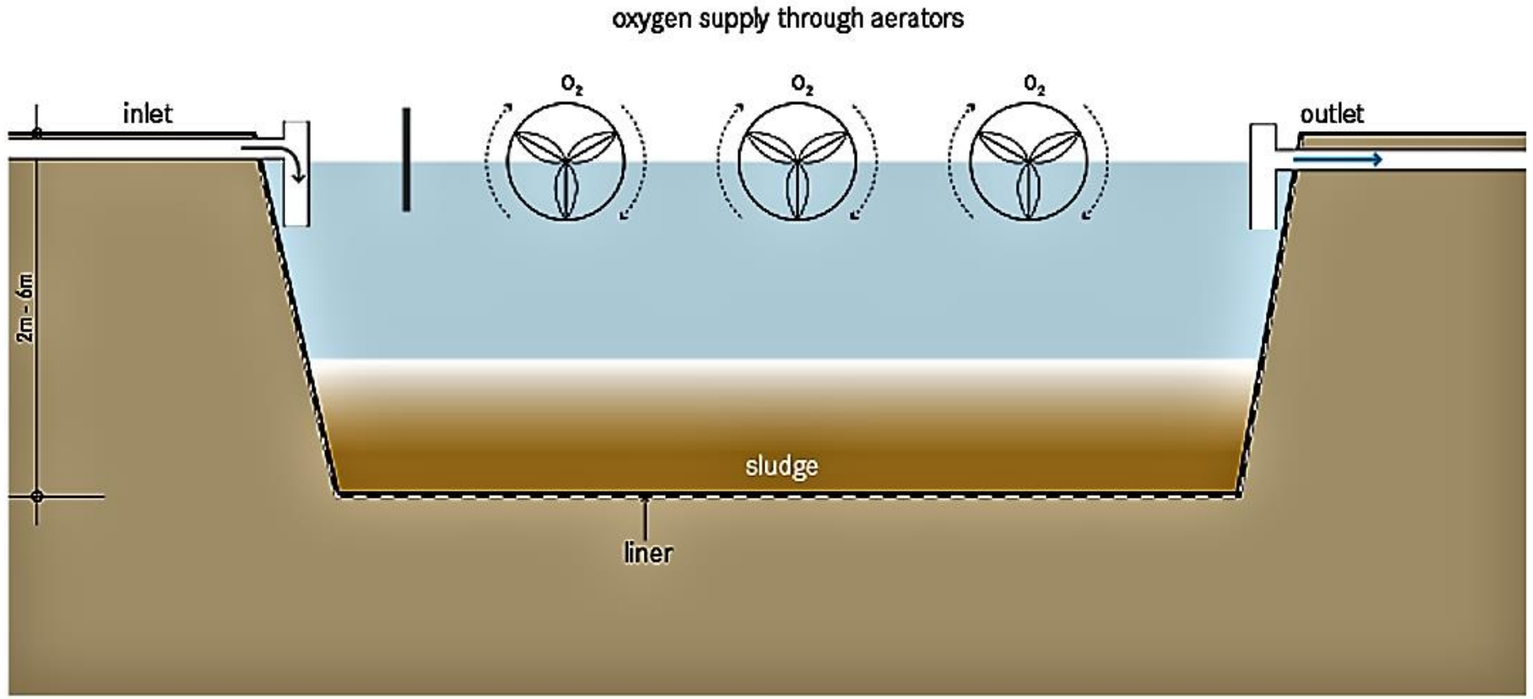
เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ

- บ่อแอนแอโรบิค (anaerobic pond)
- บ่อแฟคคัลเททีฟ (facultative pond)
- บ่อแอโรบิค (aerobic pond)



#ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon; AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ

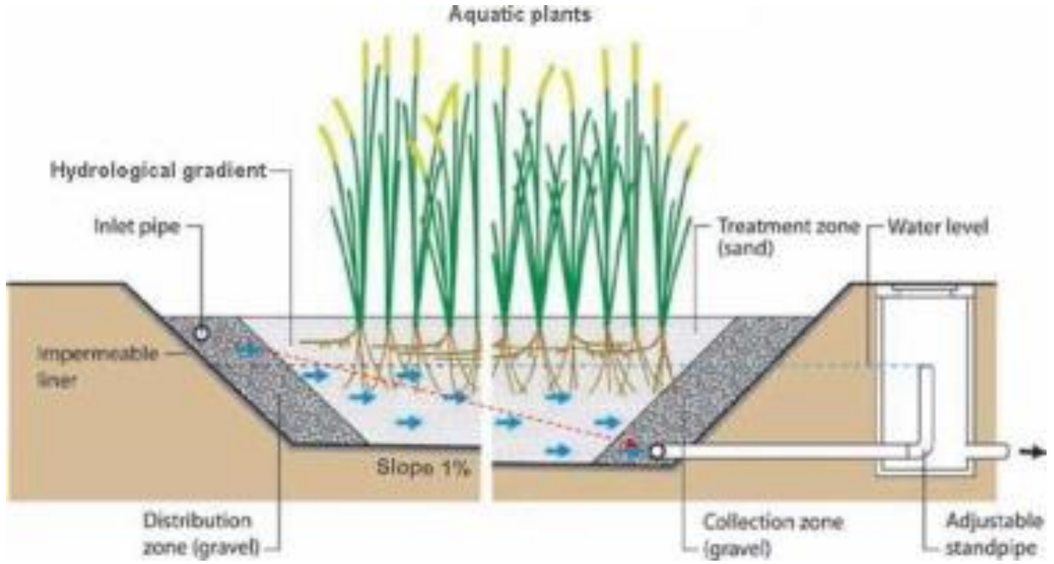


#ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (constructed wetland)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง

- แบบ free water surface wetland (FWS) ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับบึงธรรมชาติ
- แบบ vegetated submerged bed system (VSB) ซึ่งจะมีชั้นดินปนทรายสำหรับปลูกพืชน้ำและชั้นหินรองก้นบ่อเพื่อเป็นตัวกรองน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์แบบ FWS



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์แบบ VSB

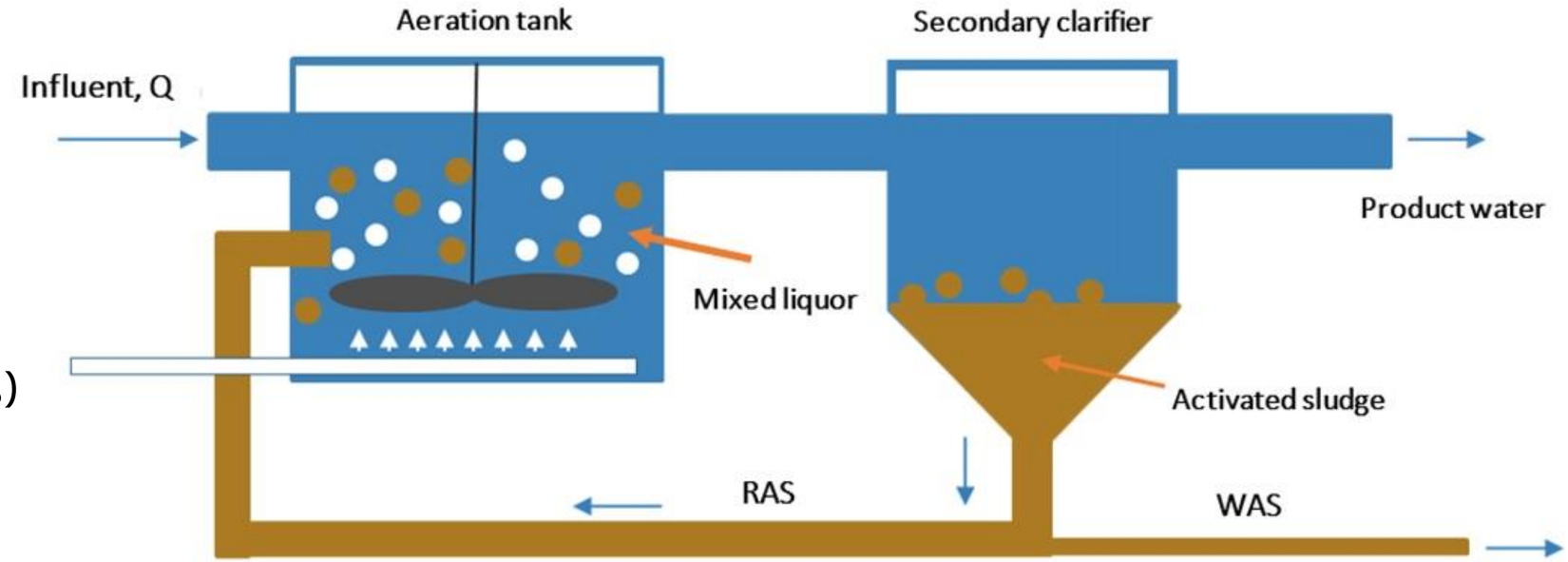
#ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge process)

เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (aeration tank) และถังตกตะกอน (sedimentation tank)

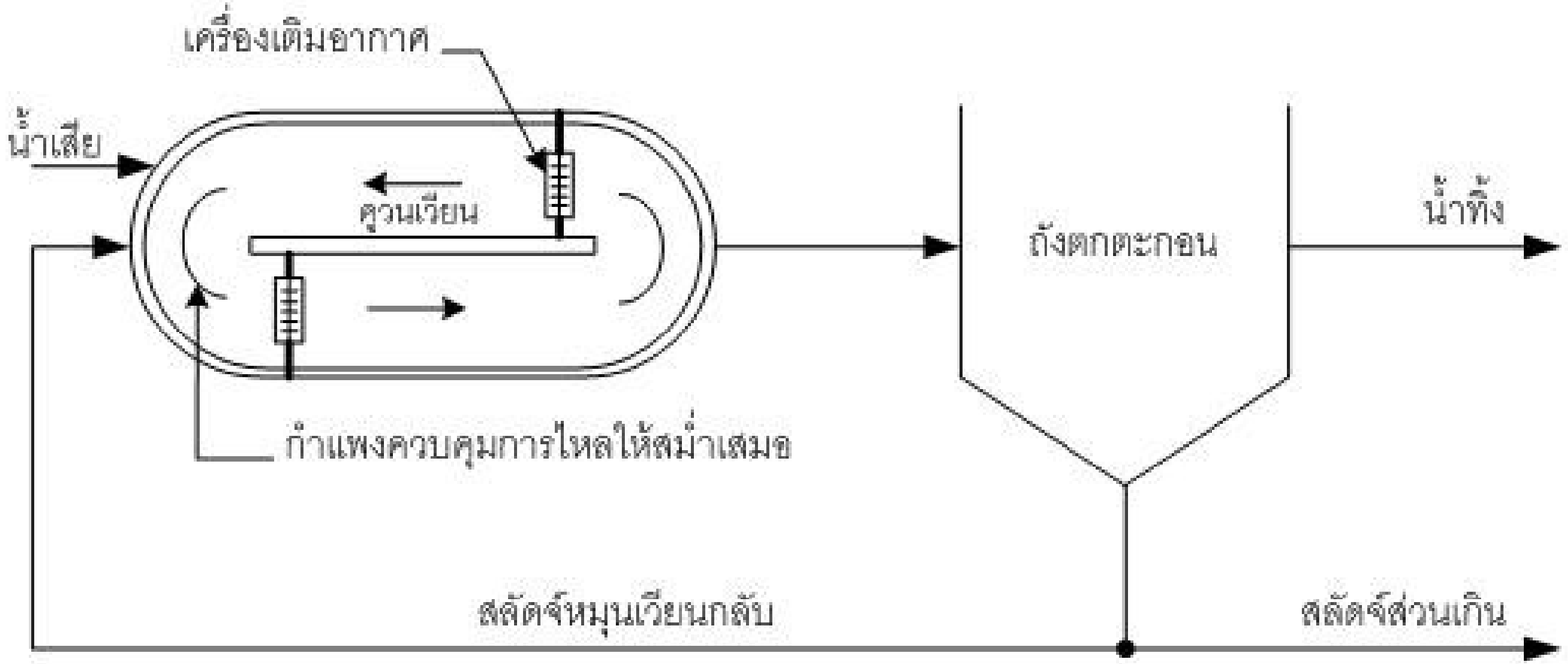
ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ

- ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (completely mix)
- กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (contact stabilization process)
- ระบบคลองวนเวียน (oxidation ditch)
- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (sequencing batch reactor; SBR)



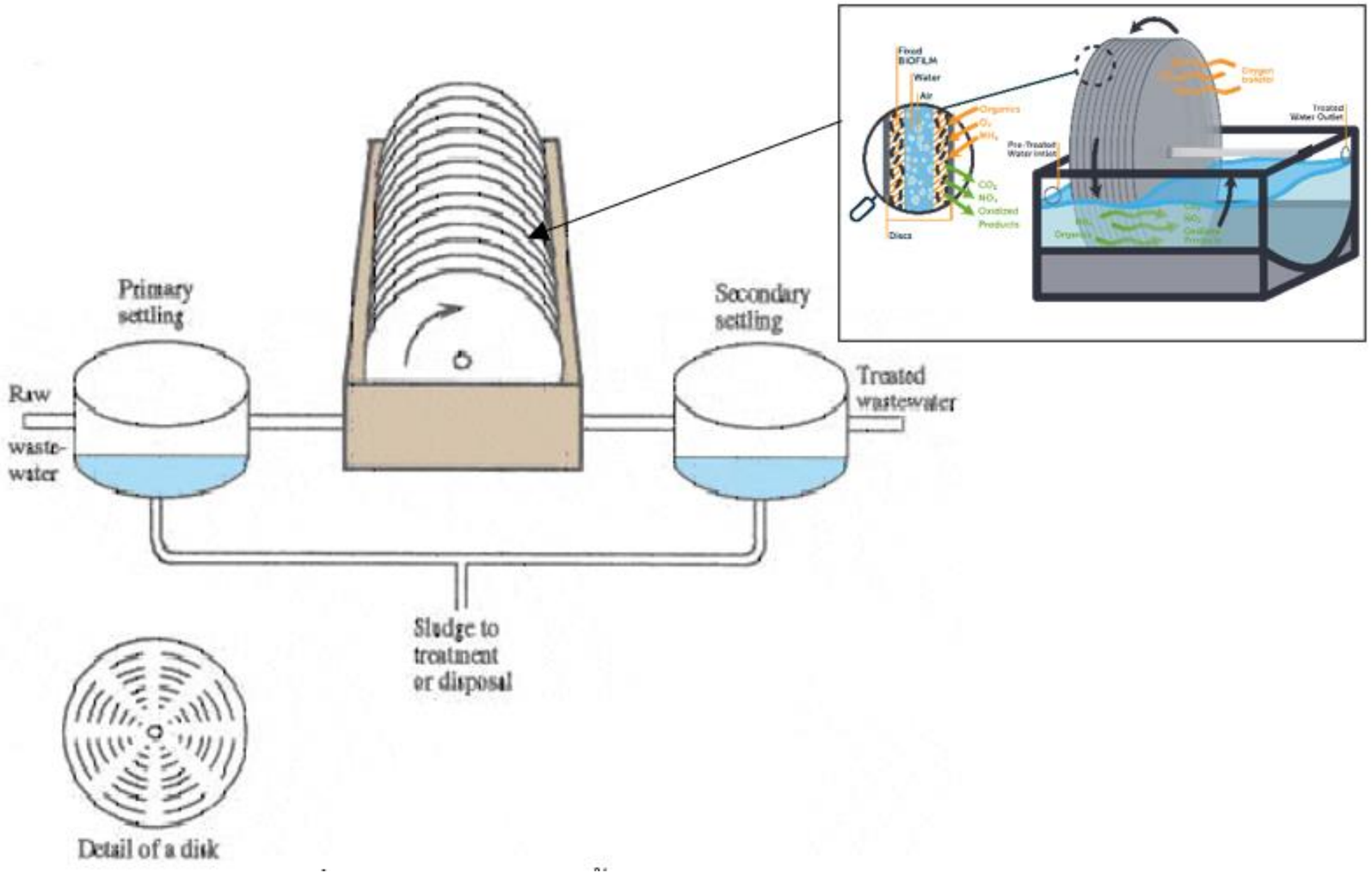
#ระบบบำบัดน้ำเสียคลองวนเวียน (oxidation ditch)

เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ประเภทหนึ่งที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวน ก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งโดยวิธีการตกตะกอน



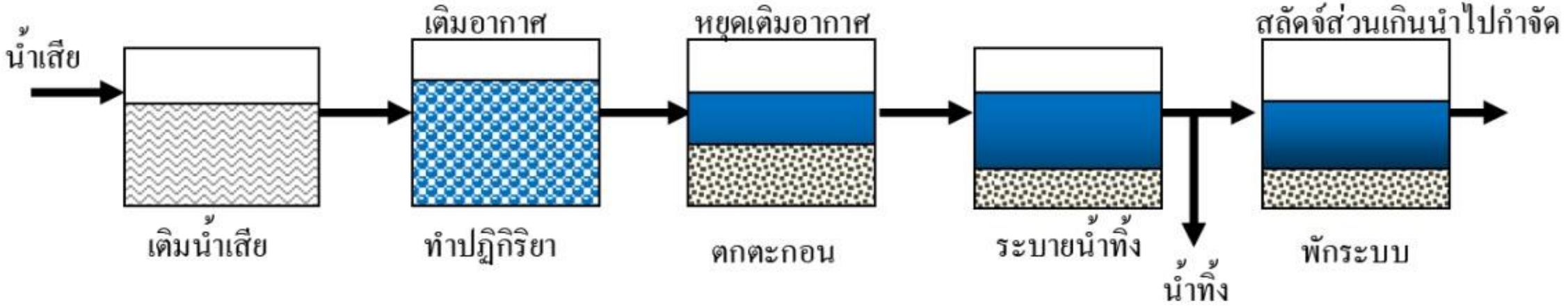
#ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (rotating biological contactor; RBC)

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา



#ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (sequencing batch reactor; SBR)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก และน้ำเสียไหลเข้าระบบเป็นบางช่วง การใช้ระบบบำบัดน้ำเสียนี้จำเป็นต้องมีบ่อเก็บกักน้ำเสียซึ่งทำหน้าที่ทั้งการเติมอากาศ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ และทำหน้าที่แยกสลัดจ์ ด้วยการตกตะกอนภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน



#กิจกรรม work@class

แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม 6.3

มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่ม
ระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการ
ร่วมแสดงความคิดเห็น

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา
1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง
2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง
3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง
โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย