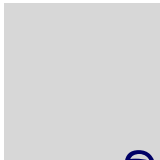
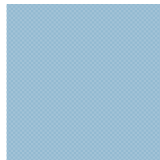
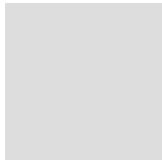


ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมในโรงพยาบาล



รศ.ดร.ธनिया เกาศล

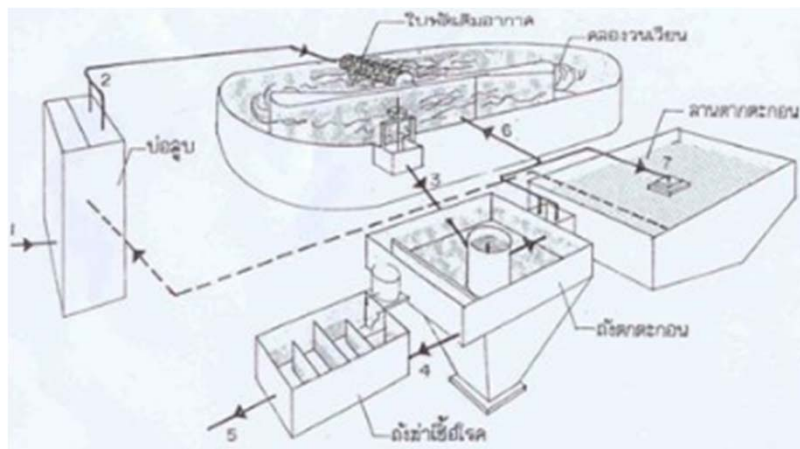
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

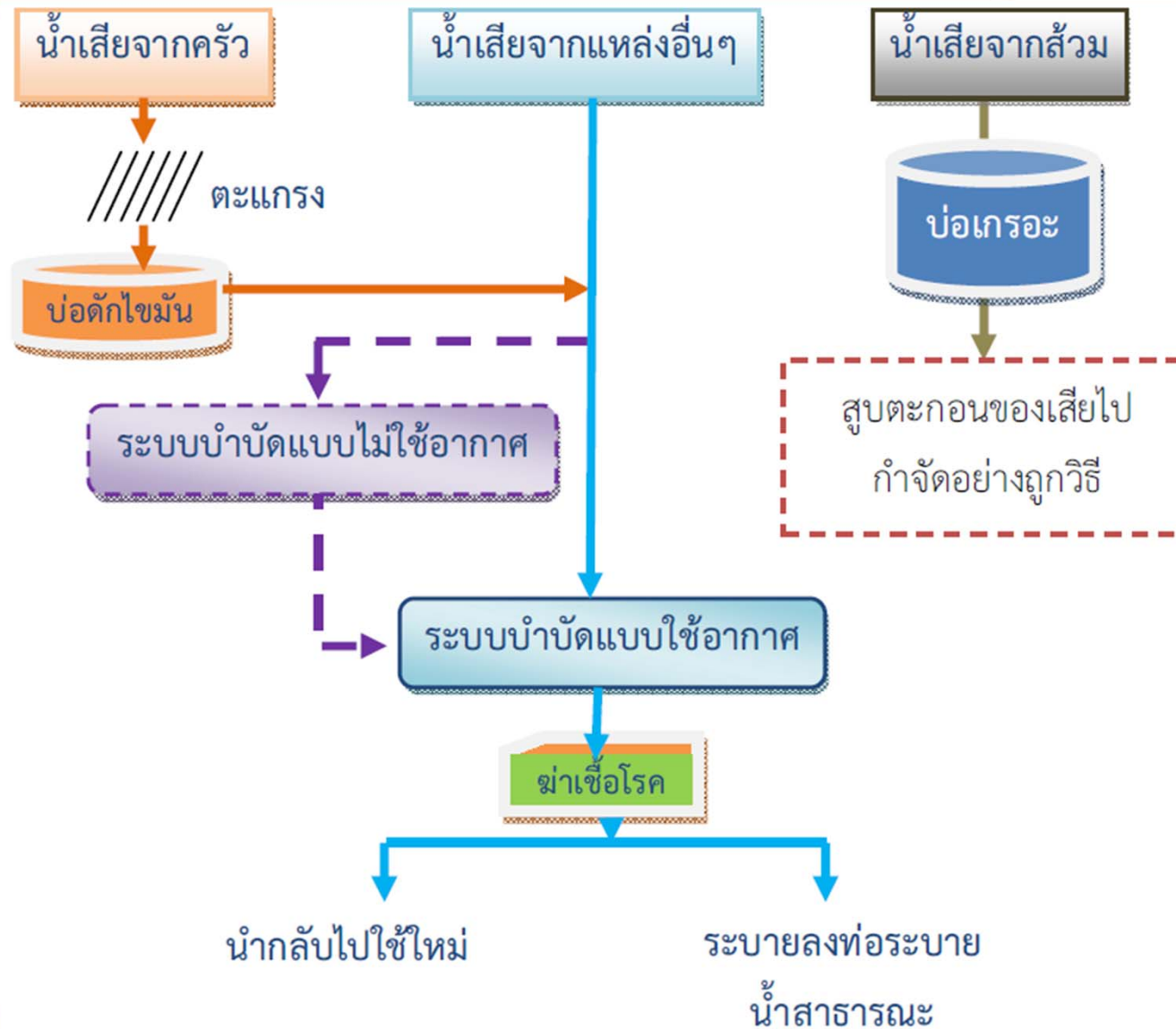
เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย



โรงพยาบาลเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรคจากผู้ป่วยที่มารับการ
รักษา น้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ มีการปนเปื้อนเชื้อโรค น้ำเสีย
ที่ผ่านการบำบัดจำเป็นต้องฆ่าเชื้อโรคก่อนระบายออกสู่แหล่ง
น้ำสาธารณะนอกโรงพยาบาล



แผนผังการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล



การบำบัดทางกายภาพ (Physical treatment)



เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวดทราย ไขมันและน้ำมัน

อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพคือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน



การบำบัดทางกายภาพ (Physical treatment)



1. ตะแกรง (Screen)

- ดักของแข็งแขวนลอยขนาดใหญ่ในน้ำเสีย
- กำจัดของแข็งได้ประมาณ 5-15%
- ช่วยป้องกันปัญหาการอุดตันของเครื่องสูบน้ำ
- กำจัดขยะหน้าตะแกรงทุกวัน



การบำบัดทางกายภาพ (Physical treatment)

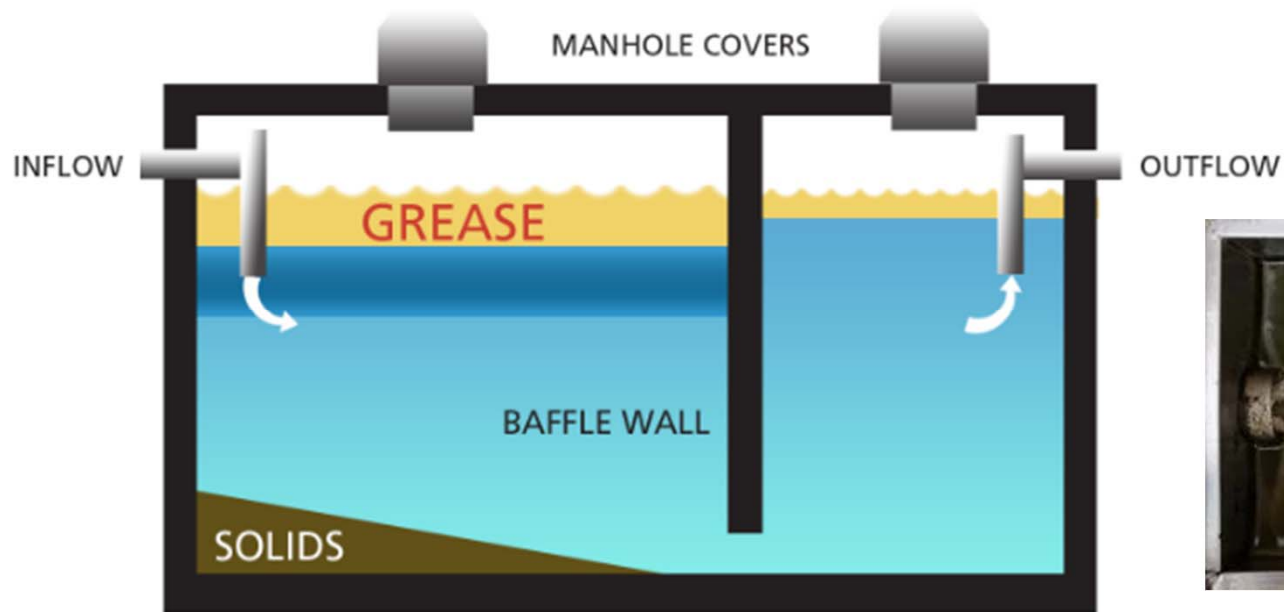


2. บ่อดักไขมัน (Grease trap)

- ดักไขมันจากน้ำเสียครัวหรือร้านอาหาร
- ป้องกันการอุดตันที่ระบายน้ำ
- ประสิทธิภาพการกำจัดไขมัน > 60%
- บ่อดักไขมันสำเร็จรูปและสร้างเอง
- ไขมันและน้ำมันลอยตัวบนผิวน้ำ ตักออกไปกำจัดทุกวัน



การบำบัดทางกายภาพ (Physical treatment)



บ่อดักไขมัน (Grease trap)

การบำบัดทางชีวภาพ (Biological treatment)



ระบบบำบัดทางชีวภาพเพื่อกำจัด BOD และไนโตรเจนในน้ำเสีย หากโรงพยาบาลมีพื้นที่จำกัด นิยมเลือกระบบ AS ถ้ามีพื้นที่มากสามารถเลือกใช้ ระบบคลองวนเวียน ระบบบ่อเติมอากาศ ระบบบ่อปรับเสถียร หรือระบบเอสบีอาร์



ระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

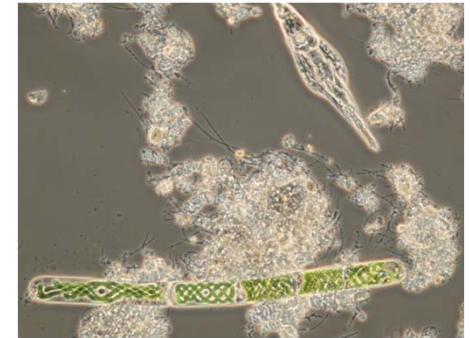
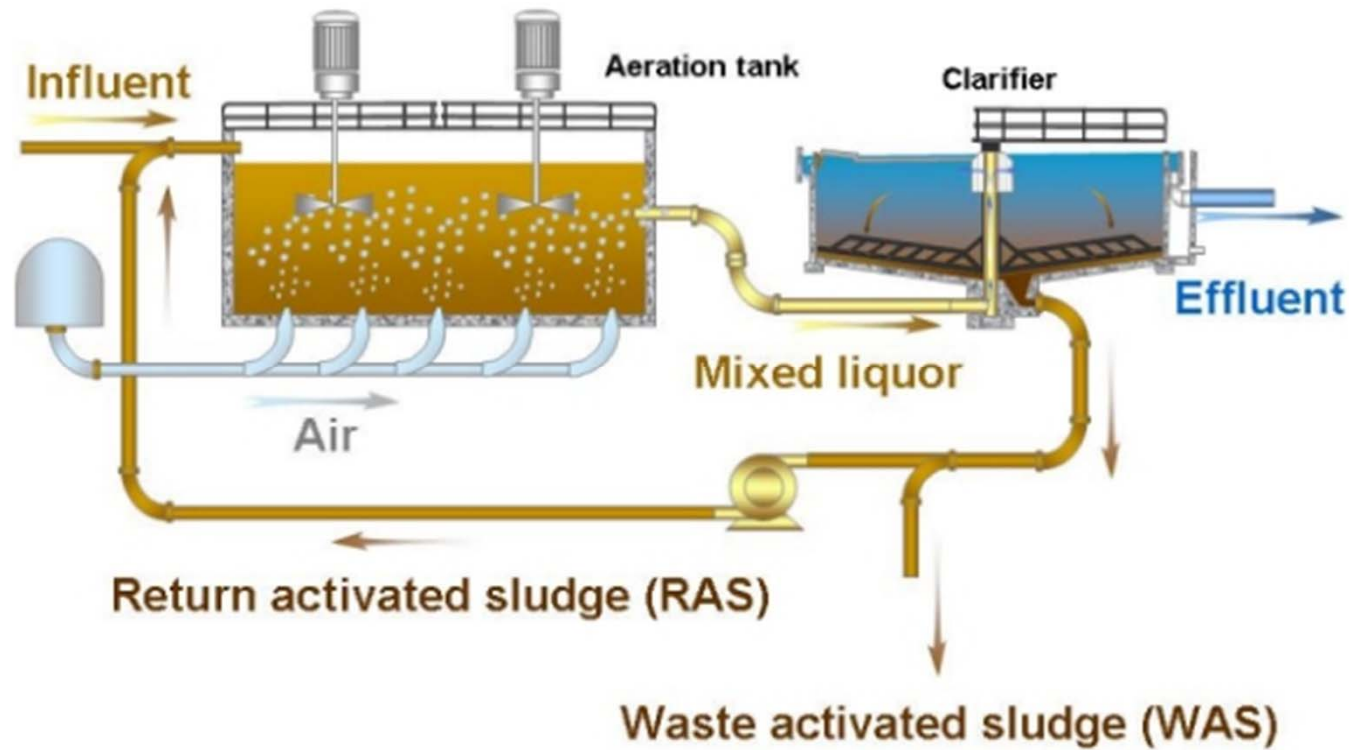


ระบบ AS ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

- ถังเติมอากาศ : ถังเลี้ยงแบคทีเรียให้กินน้ำเสียเป็นอาหาร ลดความสกปรกลงได้
- ถังตกตะกอน : ถังแยกแบคทีเรียออกจากน้ำเสีย ก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำ



ระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์

ระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)



ถังเติมอากาศระบบ AS



ถังตกตะกอนระบบ AS

ระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)



ข้อดี

- 1) น้ำทิ้งมีคุณภาพดี
- 2) ปริมาตรเล็กกว่าระบบบ่อเติมอากาศ
- 3) ระบบต้านทานต่อการชะเยียบพลันได้ดี

ระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)



ข้อเสีย

- 1) กระบวนการมีความซับซ้อนยุ่งยาก
- 2) ค่าลงทุนและดำเนินการสูง
- 3) การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงกะทันหันค่อนข้างช้า

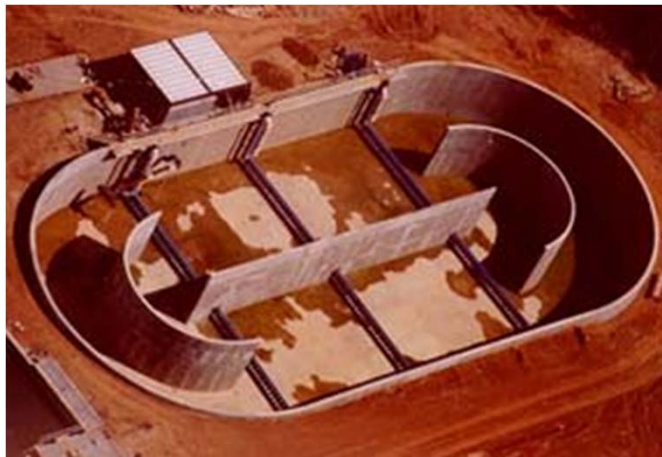
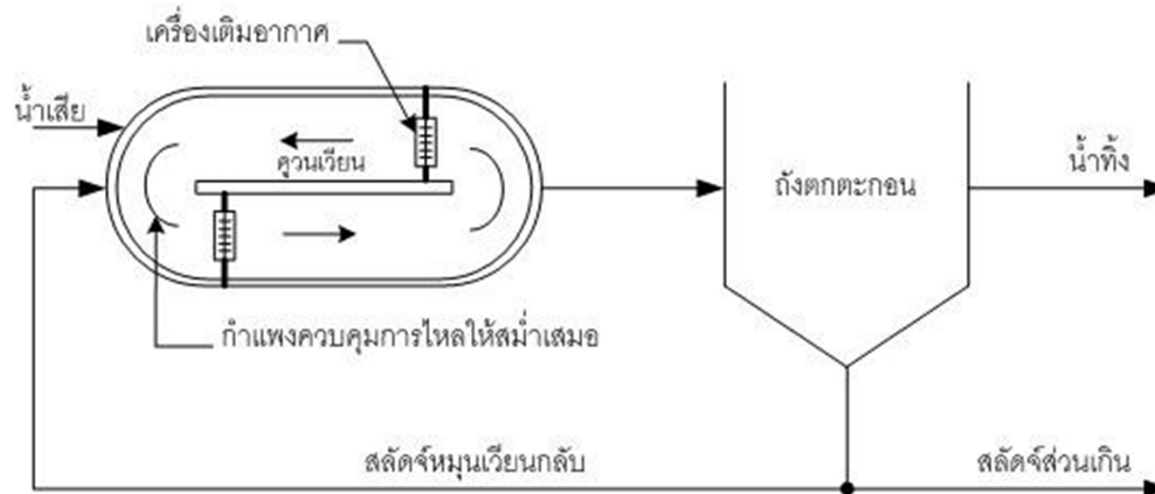
ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch:OD)



- เป็นระบบ AS ประเภทหนึ่ง
- แต่มีถังเติมอากาศลักษณะวงกลมหรือวงรี
- ใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบแนวนอน (Horizontal surface aerator)
- เขตแอน็อกซิก (Anoxic zone) ไม่เกิน 10 นาที ทำให้เกิด Nitrification และ Denitrification ในถังเดียวกัน กำจัด N ได้



ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch:OD)



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน

ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch:OD)

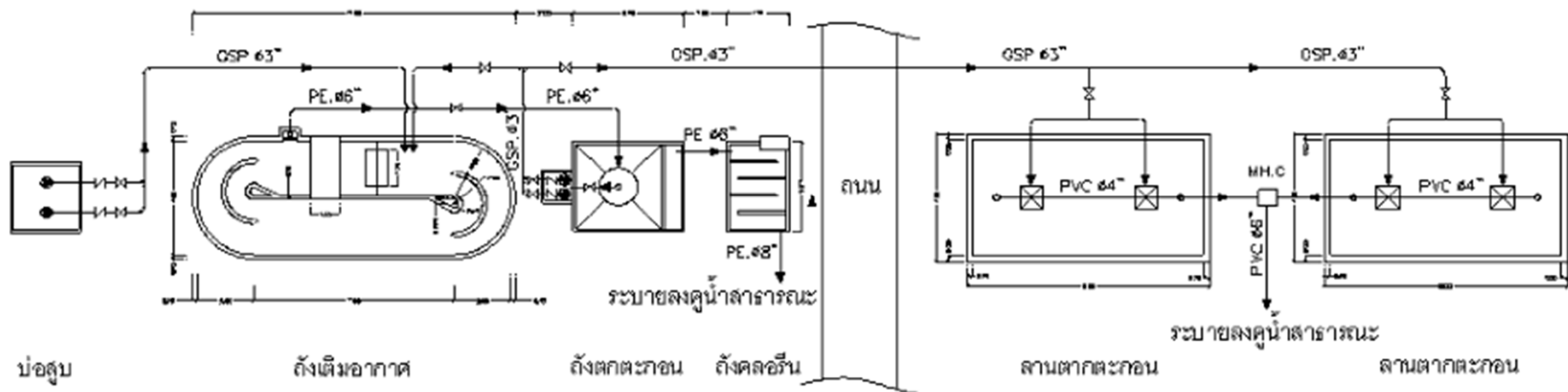


คลองวนเวียน



เครื่องเติมอากาศแบบนอน

ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch:OD)



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน

ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch:OD)



ข้อดี

- 1) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง
- 2) สามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดี

ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch:OD)



ข้อเสีย

- 1) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการสูง
- 2) ใช้พื้นที่มากกว่าระบบ AS
- 3) ผู้ควบคุมระบบต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี

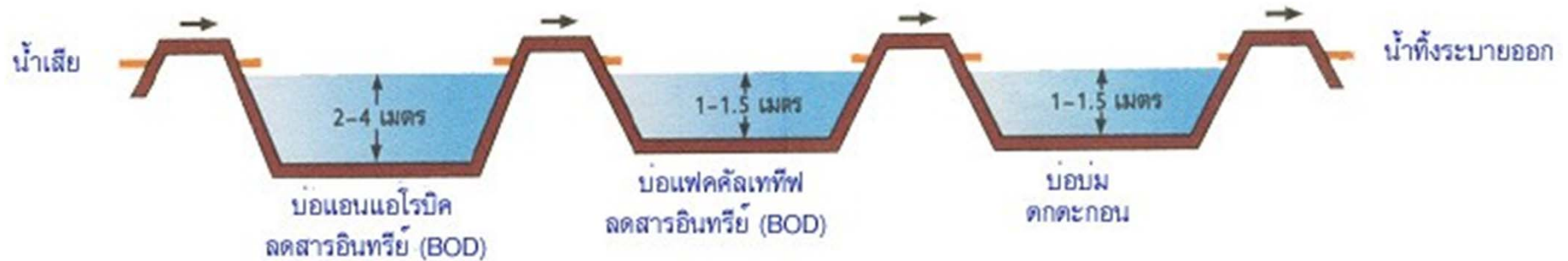
ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)



- เป็นระบบอาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- ลักษณะการทำงาน 4 รูปแบบ
 - 1) บ่อหมัก (Anaerobic pond)
 - 2) บ่อแฟคัลเตทีฟ (Facultative pond)
 - 3) บ่อแอโรบิก (Aerobic pond)
 - 4) บ่อบ่ม (Maturation pond)



ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)



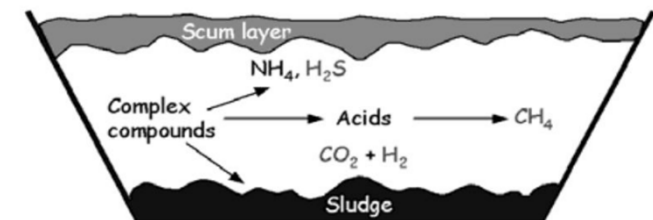
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร



1) บ่อหมัก (Anaerobic pond)



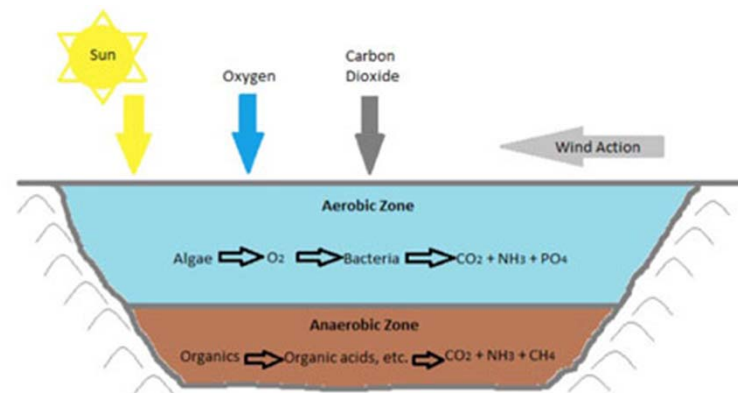
- ความลึกบ่อ 2-4 ม.
- รับสารอินทรีย์ได้สูง
- สารอินทรีย์ถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ไม่ใช้ออกซิเจน



2) บ่อแฟคัลเตีฟ (Facultative pond)



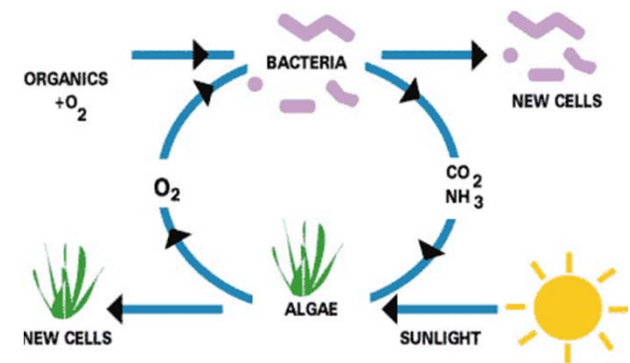
- ความลึกบ่อ 1-1.5 ม.
- แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ
 - 1) ส่วนบนของบ่อ - เป็นบ่อแบบมีออกซิเจน
 - 2) ส่วนล่างของบ่อ - สภาพไม่มีออกซิเจน



3) บ่อแอโรบิก (Aerobic pond)



- บ่อที่มีความลึกไม่มาก (0.2-0.6 ม.) เพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วบ่อ
- อาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและการเติมอากาศที่ผิวหน้า
- สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ โดยอาศัยแสงแดด



4) บ่อบ่ม (Maturation pond)



- บ่อที่มีความลึก 1.0-1.5 ม.
- เป็นสภาพมีออกซิเจนตลอดทั้งบ่อ
- ทำหน้าที่การตกตะกอนของแข็งและปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำ
- โดยทั่วไปบ่อปรับเสถียรจะต่อนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ



ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)



ข้อดี

- 1) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง การควบคุม และบำรุงรักษาต่ำ
- 2) ดูแลรักษาง่าย ไม่ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญมาก
- 3) ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกล ประหยัดไฟฟ้า
- 4) สามารถกำจัดเชื้อโรคได้เพราะมีระยะเก็บกักนาน
- 5) น้ำทิ้งจากบ่อฝังอาจนำไปเลี้ยงปลา หรือรดน้ำต้นไม้ได้



ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)



ข้อเสีย

- 1) ต้องใช้พื้นที่มาก ไม่เหมาะกับเมืองใหญ่
- 2) ในฤดูฝนแสงแดดน้อย อาจเกิดกลิ่นเหม็น และประสิทธิภาพการบำบัดลดลงได้
- 3) เป็นแหล่งเพาะยุงหรือหนู
- 4) อาจถูกรบกวนด้วยสัตว์เซลล์เดียวพวก Rotifer ซึ่งกินสาหร่ายและแบคทีเรียเป็นอาหาร



ระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)



- อาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะมีออกซิเจน
- ติดตั้งเครื่องเติมอากาศ (Aerator) แบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่น เพิ่มออกซิเจนในน้ำให้พอสำหรับจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์
- ความลึกบ่อ 2-6 ม. ระยะเวลาเก็บกัก 3-10 วัน
- ระบบ AS ชนิดไม่มีการหมุนเวียนตะกอน



ระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ

เครื่องเติมอากาศ (Aerator)



- 1) เครื่องเติมอากาศผิวหน้า (Surface aerator)
- 2) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged turbine aerator)
- 3) เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible aerator)
- 4) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet aerator)



1) เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ



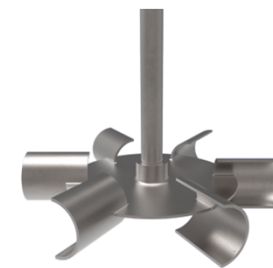
ทำน้ำที่ตื้นน้ำที่ระดับผิวน้ำให้กระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศ การกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจนและสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ



2) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ



มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศ และระบบเครื่องเติมอากาศ ซึ่งทำให้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูง แต่ราคาแพง ต้องการการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น



3) เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ



มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air blower) และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำ (Disperser) อยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ (Mixing)



4) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ



เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำมี 2 แบบคือ

1) แบบ Venturi ejector : เพิ่มความเร็วของน้ำ เหมาะกับน้ำเสียที่ไม่มีเศษของแข็งขนาดใหญ่

2) แบบสับฉีดลงบนผิวน้ำ (Water jet aerator) : เป็นการสูบน้ำจากถังเติมอากาศมาฉีดด้วยความเร็วสูงที่ผิวน้ำ



ระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)



ข้อดี

- 1) ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำ
- 2) ประสิทธิภาพระบบสูง
- 3) สามารถรับการเพิ่มภาระบรรทุกกระทันหัน (Shock load) ได้ดี
- 4) มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย
- 5) การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย

ระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)



ข้อเสีย

- 1) ค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ
- 2) ค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

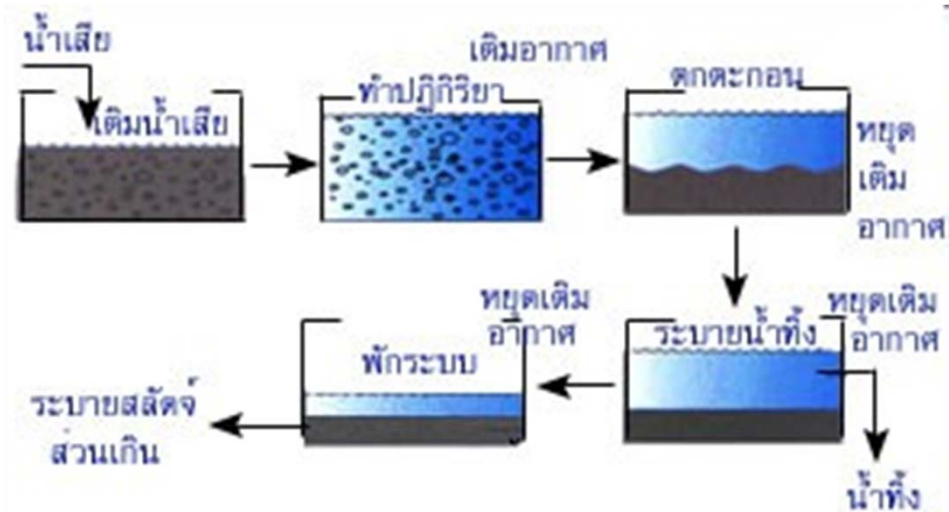
ระบบบำบัดแบบเอสบีอาร์ (SBR)



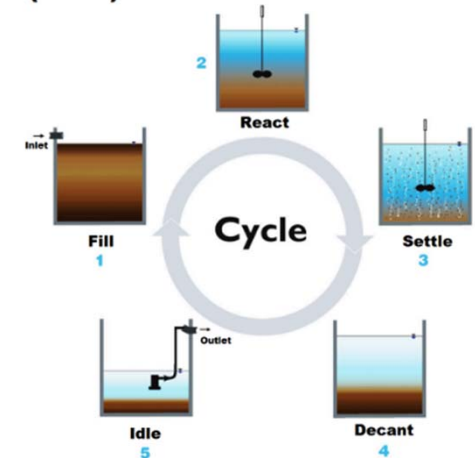
- SBR : Sequencing Batch Reactor
- เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ถังเติมอากาศ
- ขั้นตอนการทำงานจะปล่อยให้ น้ำเสียไหลเข้าถังที่มีจุลินทรีย์ในถัง และเติมอากาศ (22 ชม.) เมื่อถึงกำหนดจะหยุดเติมอากาศ เพื่อทิ้งให้ตกตะกอน (2 ชม.) น้ำใสส่วนบนสามารถปล่อยทิ้ง



ระบบบำบัดแบบเอสบีอาร์ (SBR)



Sequencing Batch Reactor (SBR)



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์

ระบบบำบัดแบบเอสบีอาร์ (SBR)



ข้อดี

- 1) ระบบใช้ถังเดียวกัน ทำให้ลดพื้นที่ก่อสร้าง
- 2) ระบบสามารถควบคุมไม่ให้เกิดการผสมระหว่างน้ำใสและตะกอนได้ง่าย ทำให้น้ำทิ้งออกจากระบบได้มาตรฐาน
- 3) ระบบไม่ต้องหมุนเวียนตะกอน เพราะตะกอนจุลินทรีย์อยู่ในถังปฏิกริยาตลอดเวลา

ระบบบำบัดแบบเอสบีอาร์ (SBR)



ข้อดี

4) ระบบสามารถควบคุมให้เกิดไนตริฟิเคชัน-ดีไนตริฟิเคชันหรือ
การกำจัดฟอสฟอรัสได้โดยไม่ต้องเติมสารเคมี แต่อาศัยการ
ควบคุมวัฏจักรของการบำบัดแทนได้

ระบบบำบัดแบบเอสบีอาร์ (SBR)



ข้อเสีย

- 1) การทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง
- 2) ต้องมีการควบคุมระดับตะกอนในถังปฏิกิริยา
- 3) ระบบไม่เหมาะกับน้ำเสียปริมาณมาก หรือมีน้ำเสียเข้าระบบตลอดเวลา

กระบวนการฆ่าเชื้อโรค



- บ่อฆ่าเชื้อโรคทำหน้าที่รับน้ำใสที่ไหลจากถังตกตะกอนก่อนปล่อยทิ้ง เพื่อฆ่าเชื้อโรค โดยสัมผัสกับคลอรีน
- มีการตรวจวัดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด



กระบวนการฆ่าเชื้อโรค



- วิธีที่นิยมที่สุด คือ การใช้คลอรีน ในรูปก๊าซ/สารละลาย
- ข้อดีการใช้คลอรีนในรูปก๊าซ คือ เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าแบบสารละลาย
- ข้อเสียการใช้คลอรีนในรูปก๊าซ คือ มีอันตรายมากกว่า และต้องขออนุญาตหากมีไว้ครอบครองจากทางราชการ



คุณสมบัติของคลอรีน



ชนิด	ความเข้มข้น	ลักษณะ	pH ที่ 1% Solution	ความคงตัว	การละลาย
ก๊าซคลอรีน Cl_2 Gas	100%	อยู่ในรูปก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง	6-7	สลายตัวเร็ว ไม่คงตัว ต้องมีถังเก็บโดยเฉพาะ	ละลายน้ำได้ดี แต่ต้องมีอุปกรณ์จ่ายลงน้ำโดยเฉพาะ
โซเดียม ไฮโปคลอไรท์ NaOCl	10%	อยู่ในรูปน้ำใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน	มากกว่า 10	มีความคงตัวต่ำ สลายตัว 2-3% ต่อวัน	ละลายน้ำดีมาก ไม่มีตะกอน
แคลเซียม ไฮโปคลอไรท์ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$	25-70%	มีสีขาว กลิ่นฉุน มีทั้งแบบผง และเกล็ด	มากกว่า 10	มีความคงตัวปานกลาง สลายตัว 1-2% ต่อปี	ละลายน้ำยาก มีตะกอนปูนเหลือมาก
โซเดียมไดคลอโร ไอโซไซยานูเรท $\text{C}_3\text{Cl}_2\text{N}_3\text{NaO}_3$	60%	มีสีขาว กลิ่นฉุน มีทั้งแบบผง ,เกล็ด และเม็ด	6.5-6.8	มีความคงตัวสูง สลายตัวน้อยกว่า 1% ต่อปี	ละลายน้ำดีมาก เร็ว และไม่มีตะกอนหลงเหลือ
ไตรคลอโร ไอโซไซยานูรีด แอซิด $\text{C}_3\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_3$	90%	เป็นผงละเอียดสีขาว มีกลิ่นฉุน	2-3	มีความคงตัวสูง สลายตัว 1-2% ต่อปี	ละลายน้ำดีมาก แต่ไม่มีตะกอนหลงเหลือ



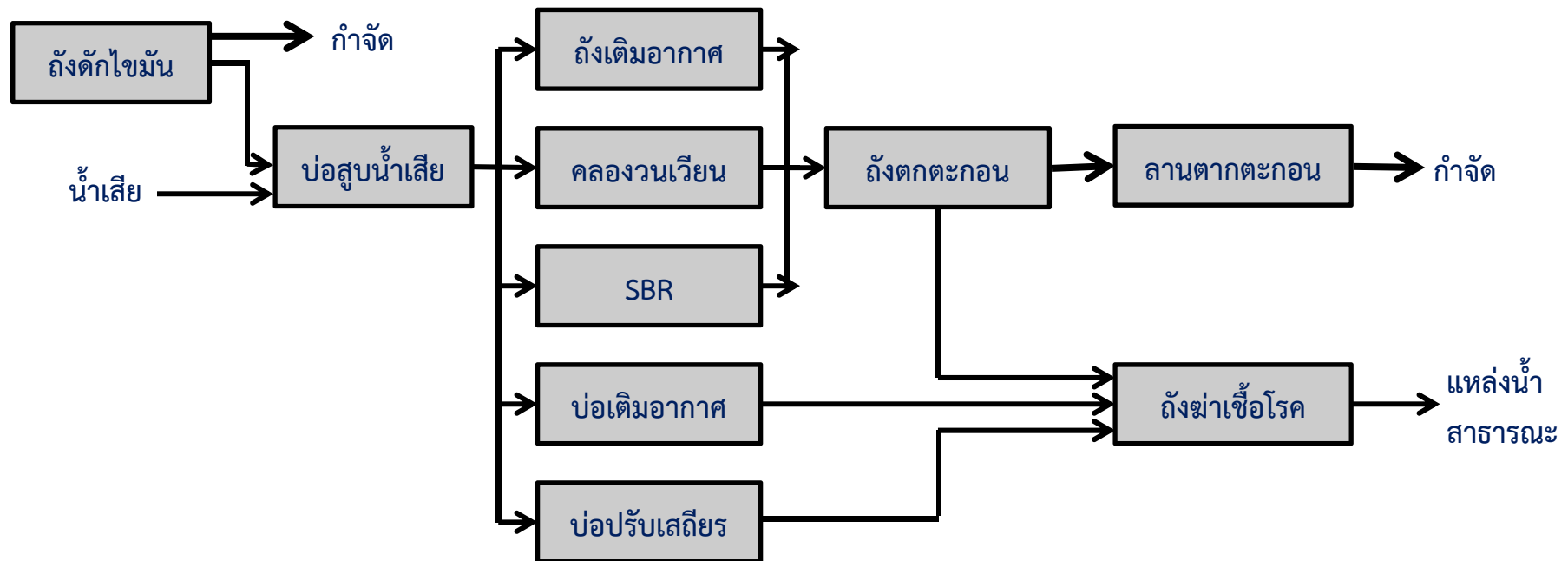
ลานตากตะกอน (Drying bed)



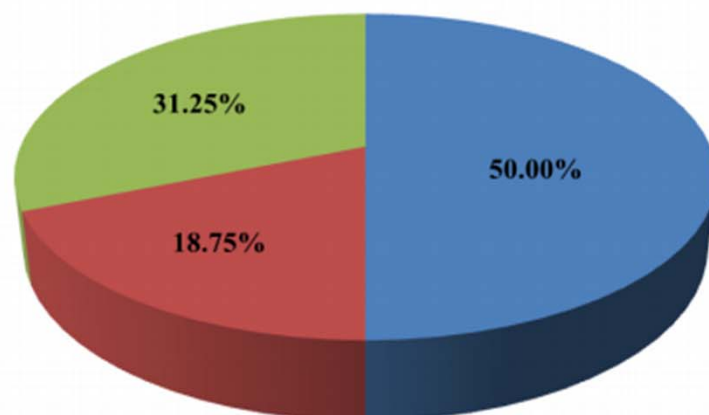
- เป็นการกรองโดยชั้นหิน กรวด และทราย
- ตะกอนส่วนเกินถูกสูบจากถังตกตะกอนเข้าสู่ลานตากตะกอน
- ตะกอนตากแห้งอยู่บนชั้นทราย น้ำจะไหลสู่ก้นลานตาก
- น้ำจะไหลสู่ก้นลานตากผ่านท่อเจาะรูนำไปยังบ่อสูบ



ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

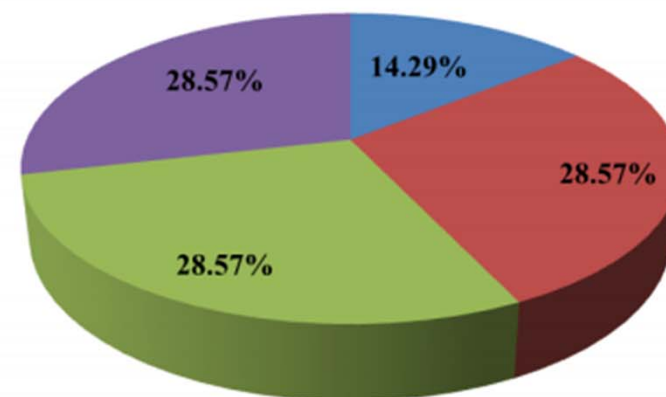


ร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



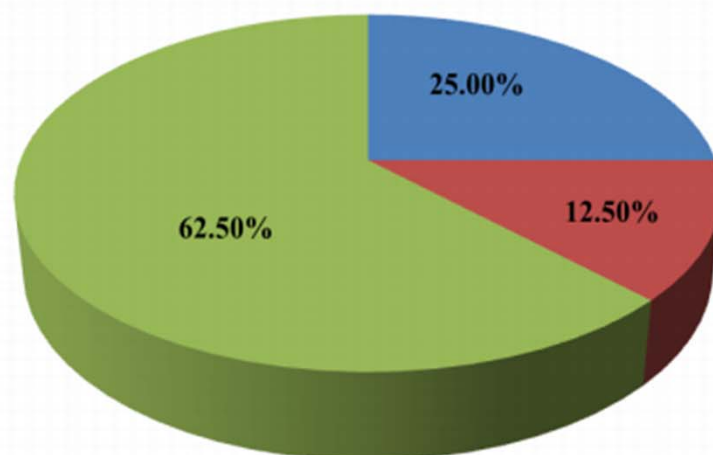
■ บ่อเติมอากาศ (AL) ■ คลองจวนเวียน (OD) ■ บ่อเติมอากาศ ชนิดตะกอนเร่ง (AS)

ร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล จังหวัดอ่างทอง



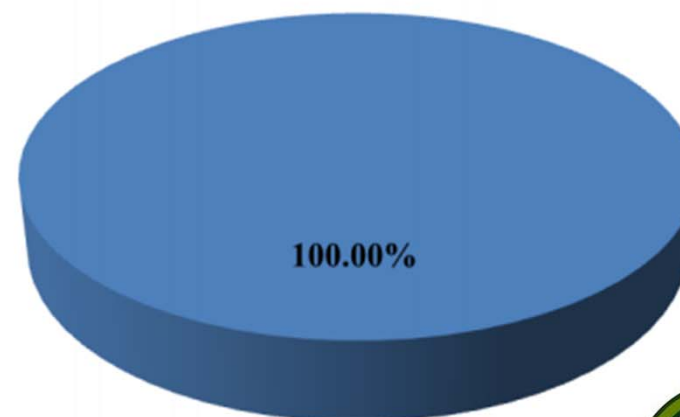
■ บ่อเติมอากาศ (AL) ■ คลองจวนเวียน (OD)
■ บ่อเติมอากาศ ชนิดตะกอนเร่ง (AS) ■ บ่อเติมอากาศ (AL)

ร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล จังหวัดปทุมธานี



■ บ่อเติมอากาศ (AL) ■ คลองจวนเวียน (OD) ■ บ่อเติมอากาศ ชนิดตะกอนเร่ง (AS)

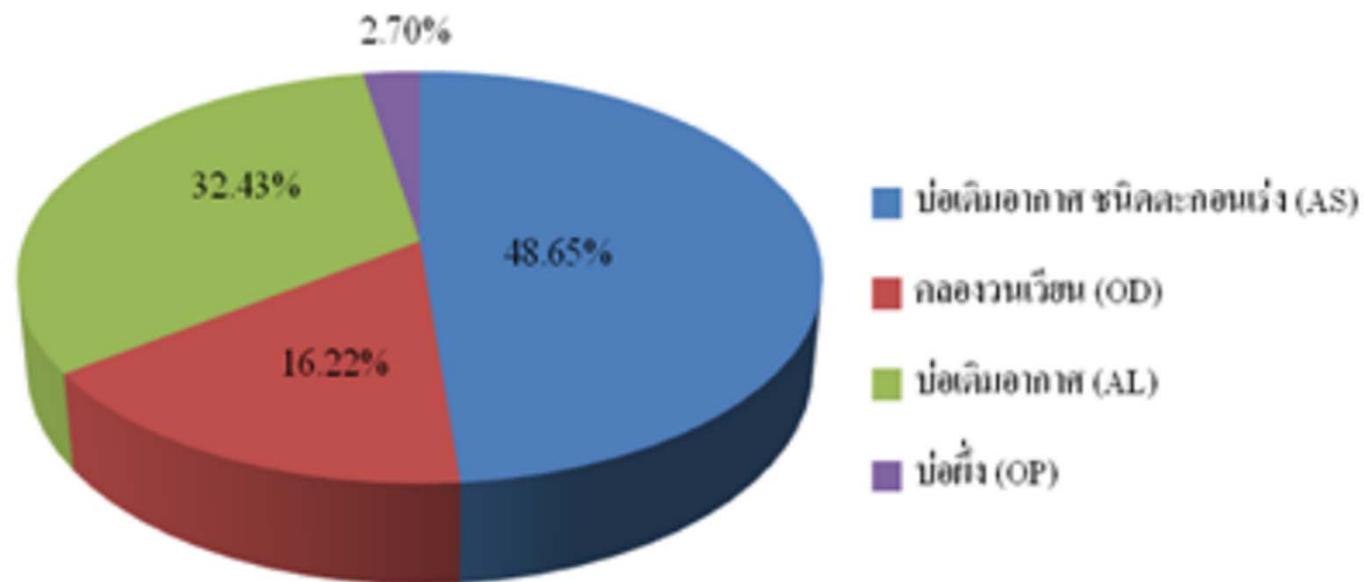
ร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล จังหวัดนนทบุรี



■ บ่อเติมอากาศ ชนิดตะกอนเร่ง (AS)



ร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล
ศูนย์อนามัยที่ 13 กรุงเทพฯ





ช่วงถาม-ตอบ

