การจัดการและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

Wastewater Treatment System Management and Control (617436)

ดร. ประพัฒน์ เป็นตามวา

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

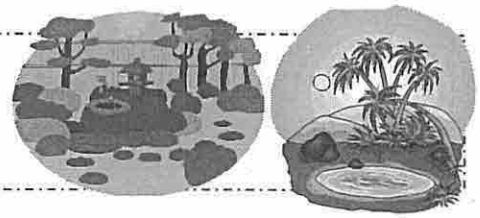
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

53161743601

65.-

หัวข้อการเรียน



ลำดับ	หัวข้อการเรียน
1	แนะนำ บทเรียน ประมวลการสอนรายวิชา การจัดการและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย โดยภาพรวม ■สถานการณ์คุณภาพน้ำ ■นิยามศัพท์ ■ความจำเป็นที่ต้องมีการบำบัดน้ำเสีย ■คุณลักษณะของน้ำเสีย
2	ระบบระบายน้ำเสีย Onsite Treatment
3	การบำบัดน้ำเสีย ■กระบวนการทางกายภาพ/กระบวนการทางเคมี ■กระบวนการทางชีวภาพ (I)
4	กระบวนการทางชีวภาพ (II)
5	การบำบัดและกำจัดสลัดจ์
6	การบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ
7	การบำบัดเฉพาะเรื่อง/การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
8	การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย (I) ■การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย ■เทคนิคการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย
9	การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย (II) ■การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ■การควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย
10	การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย (III) ■การบำรุงรักษา ■ปัญหาในการเดินระบบและวิธีแก้ไข
11	การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย (IV) ■ปัญหาในการเดินระบบและวิธีแก้ไข ■การปรับปรุงการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

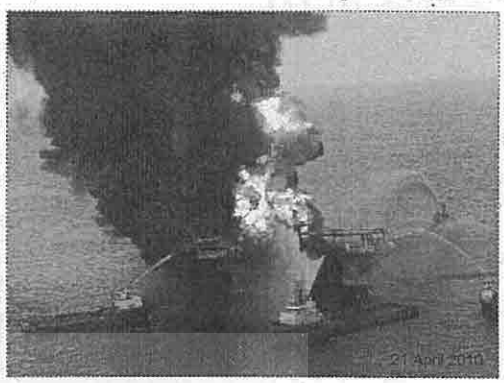
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

617436 Wastewater Treatment System Management and Control การจัดการและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย 5(4-3-9)

ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา

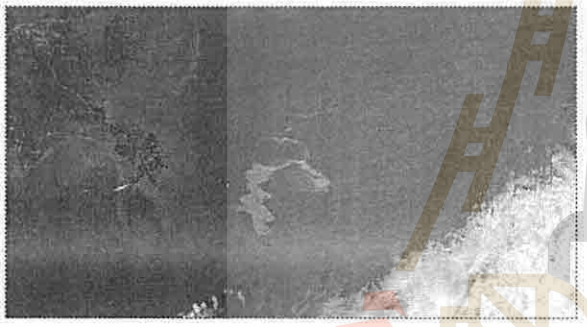
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Deepwater Horizon offshore drilling unit on fire 2010



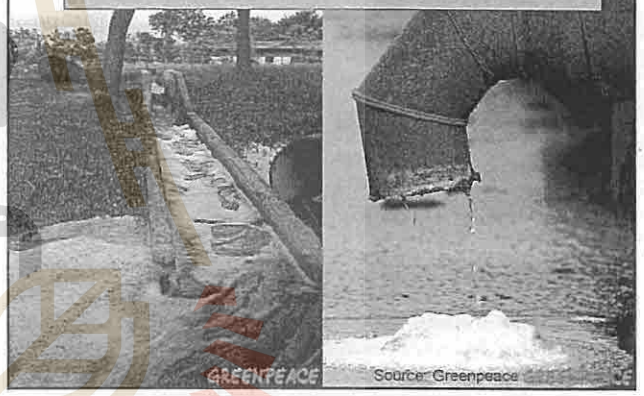
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Deepwater_Horizon_offshore_drilling_unit_on_fire_2010.jpg

NASA public domain image of 2010 Port Arthur oil spill

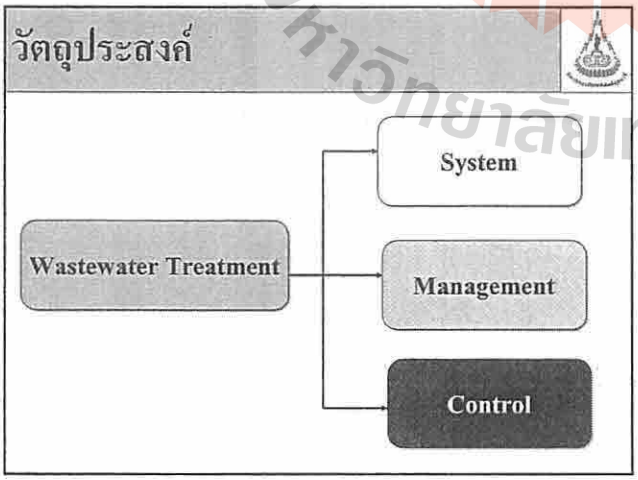


28 April 2010

ปัญหาน้ำเสีย.....ปัญหาของใคร?



วัตถุประสงค์



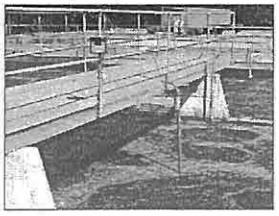
วัตถุประสงค์

- นักศึกษาสามารถบอกความหมาย ลักษณะและปริมาณของน้ำเสีย มาตรฐานของน้ำเสียและบอกความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้อย่างถูกต้อง

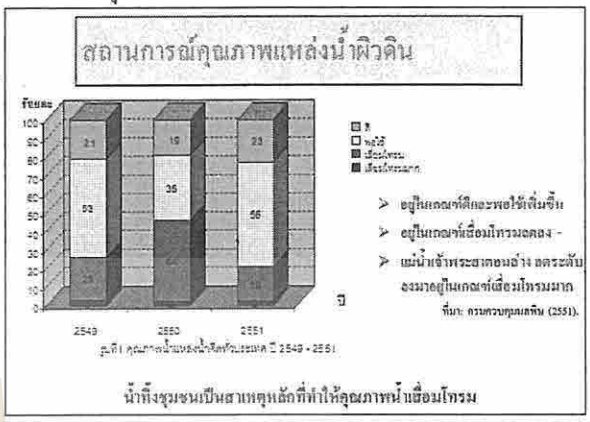
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หัวข้อการเรียน (1)

- สถานการณ์คุณภาพน้ำ
- นิยามศัพท์
- ความจำเป็นที่ต้องมีการบำบัดน้ำเสีย
- คุณลักษณะของน้ำเสีย
- การบำบัดน้ำเสีย

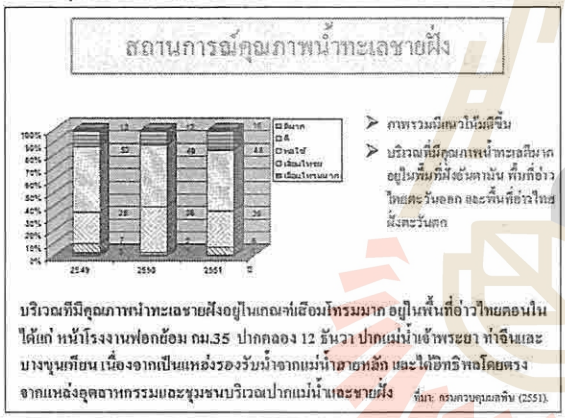


คุณภาพน้ำผิวดินของประเทศไทย 2551



น้ำทิ้งชุมชนเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรม

คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของประเทศไทย 2551

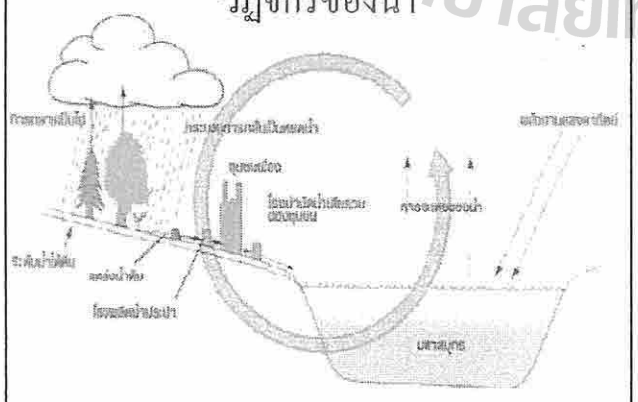


บริเวณที่มีคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก อยู่ในพื้นที่อ่าวไทยตอนในได้แก่ หน้าโรงงานฟอกย้อม กม.35 ปากคลอง 12 ธันวา ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ท่าจีนและบางขุนเทียน เนื่องจากเป็นแหล่งรองรับน้ำจากแม่น้ำสายหลัก และได้อิทธิพลโดยตรงจากแหล่งอุตสาหกรรมและชุมชนบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่ง ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551).

นิยามศัพท์

- น้ำเสีย
- ภาวะมลพิษทางน้ำ
- **Domestic Wastewater**
- **Industrial Wastewater**
- **Municipal Wastewater**

วัฏจักรของน้ำ



น้ำเสีย

- **ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น (พ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535)**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความหมาย

❖ น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้

กรมควบคุมมลพิษ (2545)

Wastewater:

- **Wastewater** is any water that has been adversely affected in quality by anthropogenic influence. It comprises liquid waste discharged by domestic residences, commercial properties, industry, and/or agriculture and can encompass a wide range of potential contaminants and concentrations. In the most common usage, it refers to the municipal wastewater that contains a broad spectrum of contaminants resulting from the mixing of wastewaters from different sources.

http://en.wikipedia.org/wiki/Wastewater

ภาวะมลพิษทางน้ำ (Water Pollution)

- การที่มีสารแปลกปลอม ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กัมมันตภาพรังสี หรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ สิ่งเหล่านี้เมื่ออยู่ในน้ำ ทำให้คุณภาพของน้ำเลวลง จนเกิดอันตรายหรือบั่นทอนประโยชน์ของการใช้น้ำดังกล่าว (พ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535)

ความหมาย

น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)

หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหาร และชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

กรมควบคุมมลพิษ (2545)

- **Domestic Wastewater**
  Liquid discharge from residences, business building and institutions.
- **Industrial Wastewater**
  Liquid discharge from manufacturing plants

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Municipal Wastewater

- ของเหลวที่ถูกรวบรวมไว้ในท่อรับน้ำเสียแล้วถูกนำไปยังระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาล

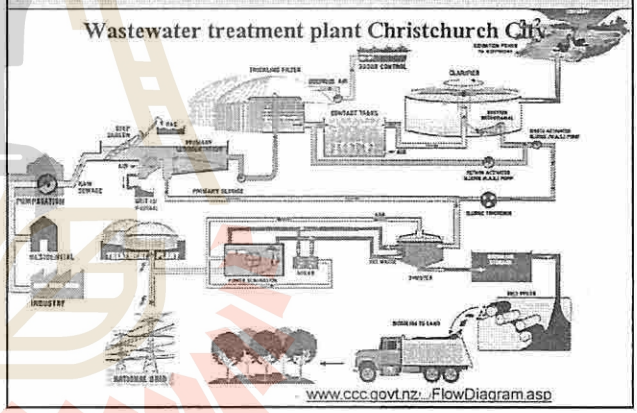
ความจำเป็นที่ต้องมีการบำบัดน้ำเสีย

1. เพื่อทำลายตัวการที่ทำให้เกิดโรค
2. เพื่อเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำให้อยู่ในรูปที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
3. เพื่อไม่ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ
4. เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษ

คุณลักษณะของน้ำเสีย (Characteristics of Wastewater)

1. คุณลักษณะทางด้านกายภาพ (Physical Characteristics)
2. คุณลักษณะทางด้านเคมี (Chemical Characteristics)
3. คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ (Biological Characteristics)

กระบวนการการบำบัดน้ำเสีย



กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำ

- พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2535
  - มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน
  - มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งและแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
- พ.ร.บ. โรงงาน 2535
- พ.ร.บ. การสาธารณสุข 2535

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำ

- มาตรการอื่นๆ เช่น
  - การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ (User charge, Emission charge, Pollution management fee, Reuse, Recycle, Raw material, Process change, Third party, and Industrial pollution management fund)
  - การชดใช้ค่าเสียหาย
  - กฎหมายสำหรับบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน
    - พรบ โรงงาน 2535 กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 เรื่อง การกำหนดประเภท ชนิด และขนาดโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งอื่นใด ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติและหลักเกณฑ์ การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษ พ.ศ. 2545

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปการเรียน (1)

- สถานการณ์คุณภาพน้ำ
- นิยามศัพท์
- ความจำเป็นที่ต้องมีการบำบัดน้ำเสีย
- คุณลักษณะของน้ำเสีย
- การบำบัดน้ำเสีย

การจัดการและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย (2)

ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หัวข้อการเรียน

- ความหมาย ลักษณะและปริมาณของน้ำเสีย
- การบำบัดน้ำเสีย
- ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย

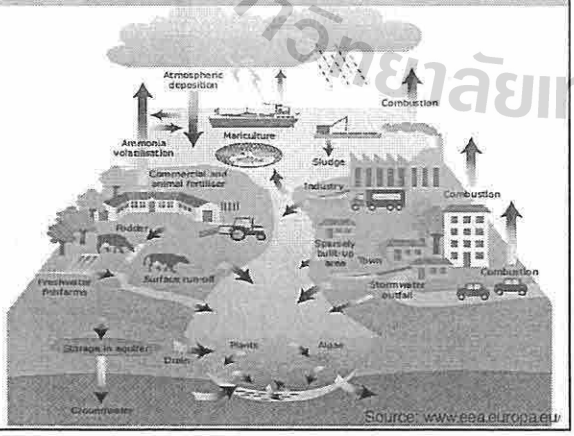
แหล่งกำเนิดมลพิษน้ำ

น้ำเสียจากเกษตรกรรม

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม

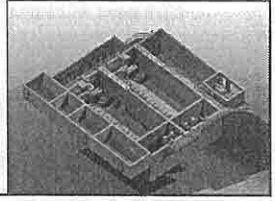
น้ำเสียจากชุมชน

แหล่งกำเนิดมลพิษน้ำ



ปริมาณน้ำเสีย

- ปริมาณน้ำเสีย ที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคาร จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากรหรือพื้นที่อาคาร



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลักษณะของน้ำเสียชุมชน

- เกิดจากบ้านพักอาศัยประกอบไปด้วยน้ำเสียจากกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. สารอินทรีย์
2. สารอนินทรีย์
3. โลหะหนักและสารพิษ
4. น้ำมันและสารลอยน้ำต่าง ๆ
5. ของแข็ง
6. สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก
7. จุลินทรีย์
8. ธาตุอาหาร
9. กลิ่น

ลักษณะน้ำเสีย

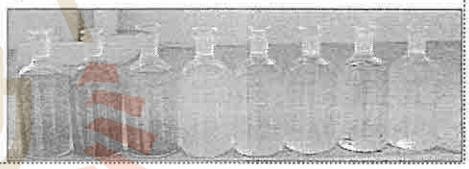
ลักษณะน้ำเสียแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ
2. ลักษณะน้ำเสียทางเคมี
3. ลักษณะน้ำเสียชีวภาพ

www.ballaboratory.com/nonpotable.html

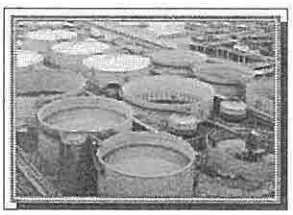
คุณลักษณะทางด้านกายภาพ

- ปริมาณของแข็งทั้งหมด
- อุณหภูมิ
- สี
- กลิ่น



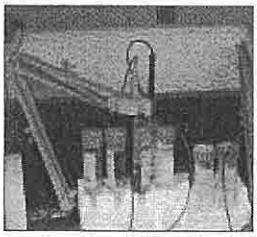
คุณลักษณะทางด้านเคมี

1. สารอินทรีย์
   - Proteins
   - Carbohydrates
   - Oil and Grease
   - Surfactants
   - Pesticides and Agricultural Chemicals
   - Volatile Organic Compounds



คุณลักษณะทางด้านเคมี

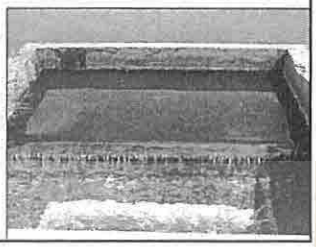
2. สารอนินทรีย์
   - pH
   - Chloride
   - Alkalinity
   - Nitrogen
   - Phosphorus
   - Sulfur
   - Toxic compounds / Heavy metal



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

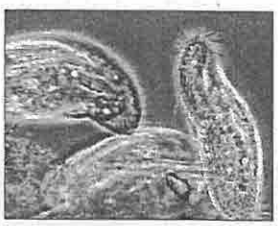
ลักษณะน้ำเสียชีวภาพ

จุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ โปรโตซัว Rotifurs Crustaceans



คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ

1. กลุ่มของจุลินทรีย์ที่พบในน้ำผิวดินและน้ำเสีย
2. กลุ่มของจุลินทรีย์ในน้ำเสียที่ทำให้เกิดโรค
3. กลุ่มของจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ภาวะมลพิษหรือความสกปรกของน้ำ



จุลินทรีย์ที่เป็นเครื่องบ่งชี้ที่มีการนำมาใช้เป็นเกณฑ์กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำของประเทศไทย

1. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเลี้ยงได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ
2. ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform)
3. Fecal Coliform

สมมูลประชากร (BOD loading)

- คือ ค่าความสกปรกหรือมลสารในรูปสารอินทรีย์ที่วัดได้โดยหน่วยวัดบีโอดี อันเกิดจากการดำเนินชีวิตของคน ๆ หนึ่ง และสามารถหาได้จากสูตร

สมมูลประชากร (สป.)

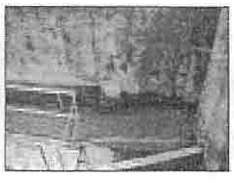
- = บีโอดีในน้ำเสีย (กรัม/ลิตร) x ปริมาณน้ำเสียที่คน ๆ หนึ่งผลิตออกมาต่อวัน (ลิตร/คน/วัน)
- = บีโอดี เป็น กรัม/คน-วัน

การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)

- Physical wastewater Treatment
- Chemical wastewater Treatment
- Biological wastewater Treatment

Physical wastewater Treatment

- มีหลายวิธีได้แก่ การกรองด้วยตะแกรง การทำให้ลอย การตัดย่อย รางดักกรวดทราย การปรับสภาพการไหล การแยกด้วยแรงเหวี่ยง การตกตะกอน การกรอง



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Chemical Wastewater Treatment

- การตกตะกอนโดยการใช้สารเคมี
- การทำให้เป็นกลาง
- การทำลายเชื้อโรค

Biological Wastewater Treatment

1. Aerobic processes
2. Anaerobic Process
3. Anoxic
4. Stabilization Pond
5. Natural Pond

Biological wastewater Treatment

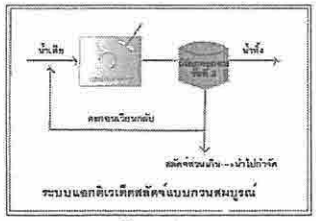
1. Aerobic processes

- Activated sludge
- Aerated Pond
- Tricking filter
- Rotating Biological Contactor

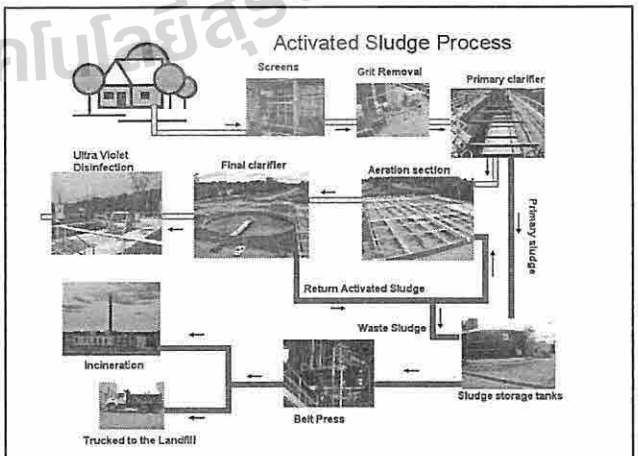
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบActivated Sludge

- ใช้ Aerobic Bacteriaในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์

Activated sludge



- โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และ ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

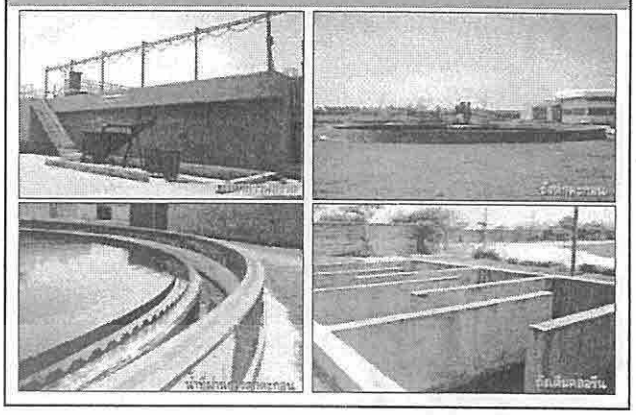


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD)

- ถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี ทำให้ระบบคลองวนเวียนจึงใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบอื่น

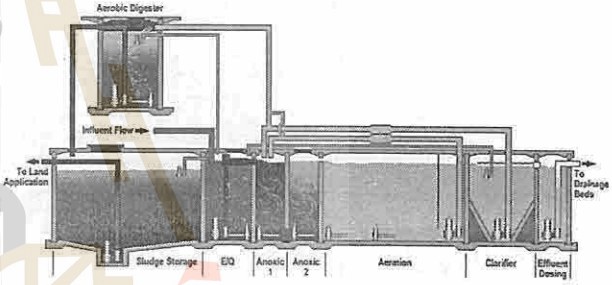
ระบบคลองวนเวียนส่วนใหญ่จะประกอบด้วย



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

- ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆคือ การเติมอากาศ และการตกตะกอนจะเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน

Sequencing Batch Reactor

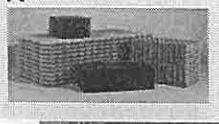


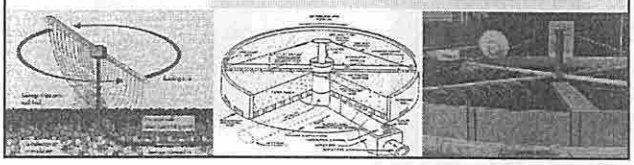
Aerated Pond

- โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Detention Time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ออกซิเจนละลายในน้ำ และน้ำเสีย

ระบบโปรยกรอง (Tricking Filters)

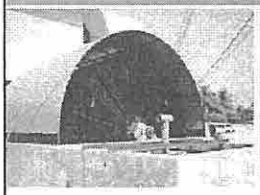
- ระบบประกอบด้วยตัวกลางบรรจุอยู่ในถัง เพื่อให้จุลชีพเกาะอยู่ตามผิวของตัวกลาง





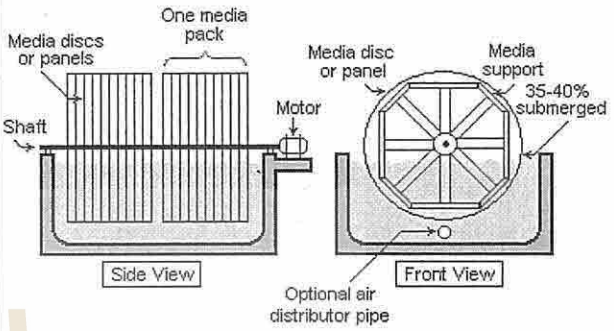
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ



- น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด
- เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกัน

Rotating Biological Contactor



2. Anaerobic Process

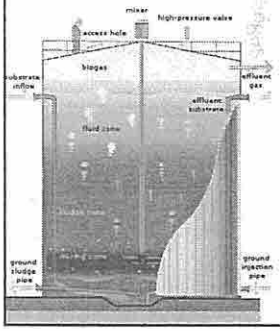
- เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายมลสารต่างๆ ในน้ำเสีย
- มลสารในน้ำเสียถูกเปลี่ยนเป็น New cell CO_2 CH_4

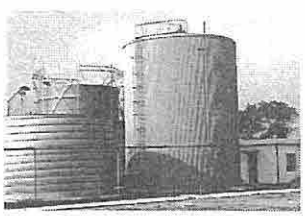
2. Anaerobic Process

- Anaerobic digestion
- Anaerobic Contact
- Up flow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB)
- Anaerobic Filter

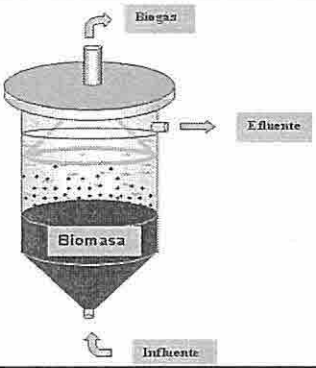
Anaerobic Contact

•การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ





Upflow Anaerobic Sludge Blanket



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

- หน่วยบำบัดน้ำเสียชนิดแอนแอโรบิก โดยให้น้ำเสียไหลผ่าน ชั้นกรอง ซึ่งมีตัวกลางเป็นหิน/กรวด/พลาสติก โดยไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน

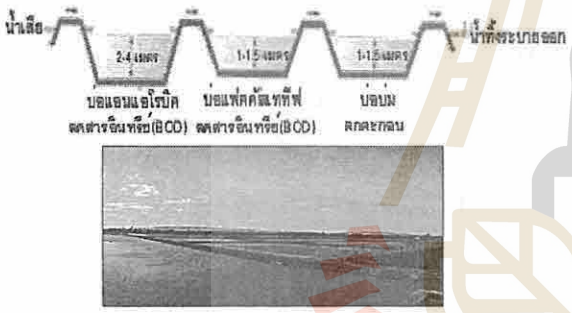
3. Anoxic

- เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่มีวัตถุประสงค์ในการเปลี่ยนไนเตรตให้กลายเป็นแก๊สไนโตรเจน โดยดีในทริฟายอิงแบคทีเรีย ภายใต้สภาวะที่ขาดอากาศพอดี

4. บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

- แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ **Anaerobic Pond, Facultative Pond และAerobic Pond** หากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

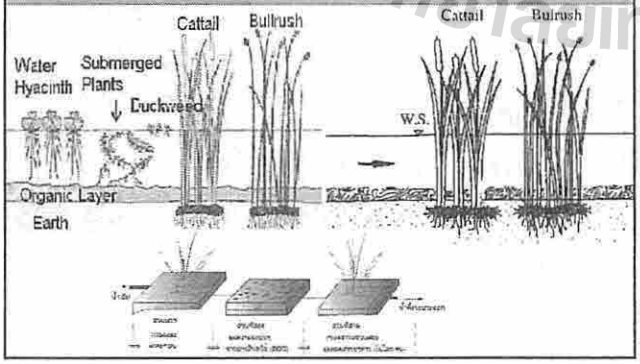


5. Natural treatment

- **Land Treatment System**
- **Constructed Wetland Systems**
- **Floating Aquatic plant treatment systems**

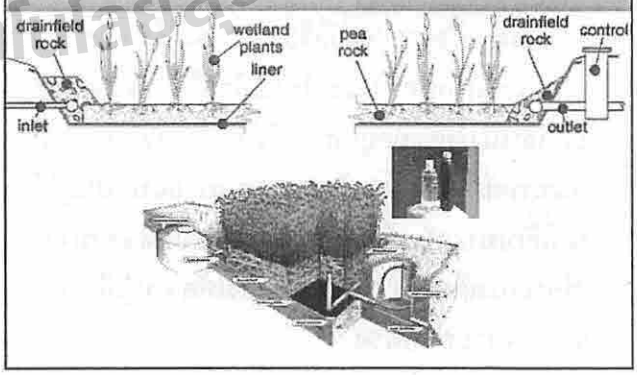
Constructed Wetland Systems

- **Free water surface Systems**



Constructed Wetland Systems

- **Sub surface Flow Systems**



Constructed Wetland Systems

Floating Aquatic plant treatment systems

น้ำเสียกับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

- โดยทั่วไปเชื้อโรคที่พบในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ มี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ
- ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จำแนกเชื้อโรคตามลักษณะการติดเชื้อออกเป็น 6 ประเภท

ประเภทที่ 1

การติดเชื้อไวรัสและโปรโตซัว สามารถทำให้เกิดโรคได้ แม้ว่าจะได้รับเชื้อเพียงเล็กน้อย และสามารถติดต่อได้ง่าย ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอ จะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

ประเภทที่ 2

การติดเชื้อจากแบคทีเรีย จะต้องได้รับเชื้อในปริมาณที่มากพอจึงจะทำให้เกิดโรคได้ แต่ติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้ยาก เชื้อนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีในที่ที่เหมาะสม ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอ จะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

ประเภทที่ 3

เชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดโรคได้ทั้งในระยะแฝงและระยะฝังตัว ได้แก่ ไข่พยาธิ ซึ่งไม่สามารถติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้โดยตรง แต่ต้องการสถานที่และสภาวะที่เหมาะสมเพื่อเจริญเติบโตเป็นตัวพยาธิและเข้าสู่ร่างกายได้ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประเภทที่ 4

พยาธิตัวตืดอาศัยอยู่ในลำไส้คน ไข่พยาธิจะปนออกมากับอุจจาระ ถ้าการกำจัดสิ่งขับถ่ายไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สัตว์จำพวกโค กระบือ และสุกร ได้รับไข่พยาธิจากการกินหญ้าที่มีไข่พยาธิเข้าไป ซึ่งไข่พยาธินี้เมื่อเข้าไปในร่างกายสัตว์แล้วจะกลายเป็นซีสต์ (Cyst) และฝังตัวอยู่ตามกล้ามเนื้อ คนจะได้รับพยาธิโดยการรับประทานเนื้อสัตว์ดิบ ๆ

ประเภทที่ 5

พยาธิที่มีบางระยะของวงชีวิตอยู่ในน้ำ โดยพยาธิเหล่านี้จะมีระยะติดต่อตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยจะเข้าสู่ร่างกายคนโดยการไชเข้าทางผิวหนังหรือรับประทานสัตว์น้ำที่ไม่ได้ทำให้สุก ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงเป็นการป้องกันมิให้พยาธิเหล่านี้ปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 6

การติดเชื้อโดยมีแมลงเป็นพาหะ แมลงที่เป็นพาหะที่สำคัญ ได้แก่ ยุง แมลงวัน โดยยุงพวก *Culex* จะสามารถสืบพันธุ์ได้น้ำเสีย โดยเชื้อจะติดไปกับตัวแมลง เมื่อสัมผัสอาหารเชื้อก็จะปนเปื้อนกับอาหาร ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงเป็นการป้องกันพาหะเหล่านี้

สรุปบทเรียน

- ความหมาย ลักษณะและปริมาณของน้ำเสีย
- การบำบัดน้ำเสีย
- ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย

www.cityofmoore.com

การบ้าน

ให้ นักศึกษา ทำรายงาน สรุปสาระสำคัญของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำหนดประเภท ชนิด และขนาดโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งอื่นใด ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติและหลักเกณฑ์ การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษ พ.ศ. 2545 เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อมอย่างไร

Hint: http://www.diw.go.th/diw/m32_index.html

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบระบายน้ำเสีย
(Sewerage Systems)

ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบระบายน้ำเสีย สามารถอธิบายระบบระบายน้ำเสีย บอกข้อดี-ข้อเสียของระบบระบายน้ำได้อย่างถูกต้อง

หัวข้อการเรียน ระบบระบายน้ำเสีย

- ความหมาย/คำจำกัดความ
- ระบบท่อระบายน้ำ
- องค์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำ
- ประเภทของท่อระบายน้ำ
- เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป
- ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อระบายน้ำ

ความหมาย/คำจำกัดความ

- ท่อระบาย (Sewer) : ท่อหรือรางสำหรับระบายน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและ อุตสาหกรรม (Sanitary Sewer) หรือระบายน้ำฝน (Storm Sewer)
- ระบบระบายน้ำเสีย (Sewerage System) : ระบบของท่อพร้อมทั้งส่วนประกอบต่างๆ สำหรับรวบรวมและระบายน้ำเสียจากแหล่งชุมชนไปยังบริเวณที่ต้องการกำจัด

Sewage collection and disposal

- **Sewage collection and disposal** systems transport sewage through cities and other inhabited areas to sewage treatment plants in order to protect public health and prevent disease. Sewage is treated in order to control water pollution before discharge to surface waters (Metcalf and Eddy, 1922).

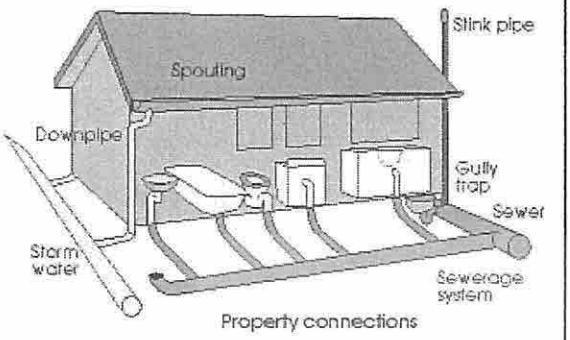
Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Sewage_collection_and_disposal

ความหมาย/คำจำกัดความ

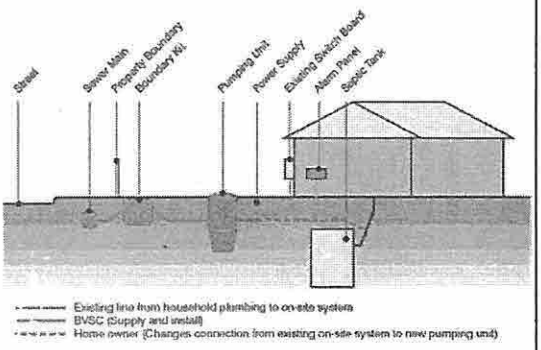
ระบบรวบรวมน้ำ (Collection System) :

ระบบระบายน้ำที่รวบรวมน้ำและ/หรือ น้ำเสียจากหลายแหล่งไปยังจุดร่วม ซึ่งอาจเป็นบ่อสูบหรือทางเข้าของท่อประธาน หรืออื่นๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Source: www.yvw.com.au/.../sewerage/sewagetour.html



Source: www.begavalley.nsw.gov.au/.../pressure_using.htm

ความหมาย/คำจำกัดความ

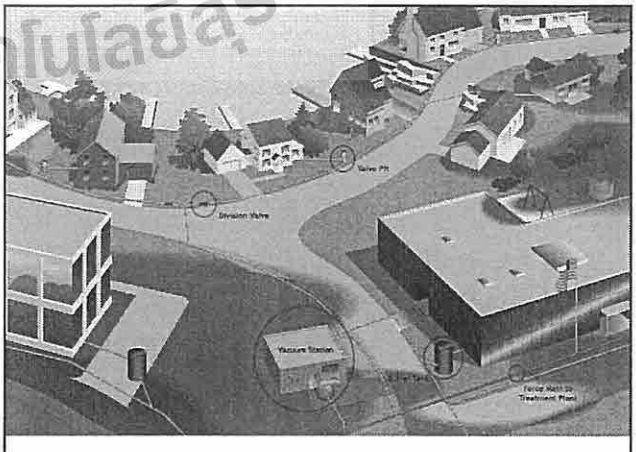
ความเร็วในการล้างท่อด้วยตัวเอง (Self Cleansing Velocity) : ความเร็วน้ำใน ท่อระบายน้ำที่ทำให้เกิดการล้างท่อด้วยตัวเอง เพื่อป้องกันการตกตะกอนของของแข็งในเส้นท่อ โดยทั่วไปจะไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร/วินาที

ระบบท่อระบายน้ำ

หมายถึง ระบบท่อและส่วนประกอบอื่นที่ใช้สำหรับรวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทต่างๆ เช่น อาคารที่พักอาศัย โรงพยาบาล โรงแรม สถานที่ราชการ เขตพาณิชยกรรม เพื่อนำน้ำเสียเหล่านั้นไปบำบัดหรือระบายทิ้งยังแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่ต้องการ โดยส่วนประกอบหลักๆ ของระบบท่อระบายน้ำ ได้แก่

ท่อแรงโน้มถ่วง (Gravity Sewer)

: เป็นท่อรองรับน้ำเสียที่การไหลของน้ำจะเกิดขึ้นตามแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น โดยวางท่อให้ได้ความลาดเอียงที่เป็นไปตามทิศทางการไหลของน้ำเสียที่ต้องการ ดังนั้นขนาดของท่อชนิดนี้จะแปรผันตามปริมาตรน้ำเสียในเส้นท่อและเป็นระบบ การระบายแบบเปิด (Open Drain)



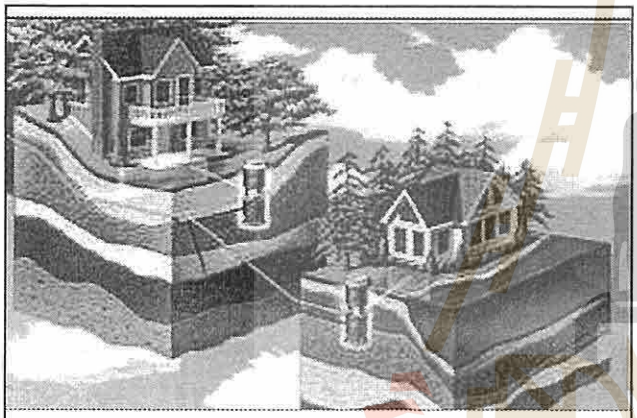
www.co.chautauqua.ny.us/sewer/collectiontours.htm

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

www.hayesjames.com

ท่อแรงดัน (Pressure Sewer)

: เป็นท่อที่ส่งน้ำเสียจากที่ต่ำไปยังที่สูงกว่า โดยท่อสามารถรับแรงดันของน้ำซึ่งเกิดจากการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำสวนกับ แรงโน้มถ่วงของโลกได้ดังนั้น ท่อแรงดันจึงเป็นระบบการระบายแบบปิด (Close Drain)



www.shermanlakemi.com/sewer.htm

ท่อดักน้ำเสีย (Interceptor)

: เป็นท่อที่วางเชื่อมต่อ ณ จุดสุดท้ายของท่อระบายน้ำฝนรวมกับน้ำเสียในระบบท่อรวม ทำหน้าที่ในการดักน้ำเสียไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยรวบรวมน้ำเสียเหล่านั้นเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป ซึ่งท่อดักน้ำเสียนี้มีทั้งที่ใช้เป็น ท่อแรงโน้มถ่วงและท่อแรงดัน ซึ่งจะขึ้นกับลักษณะ ภูมิประเทศเป็นสำคัญ

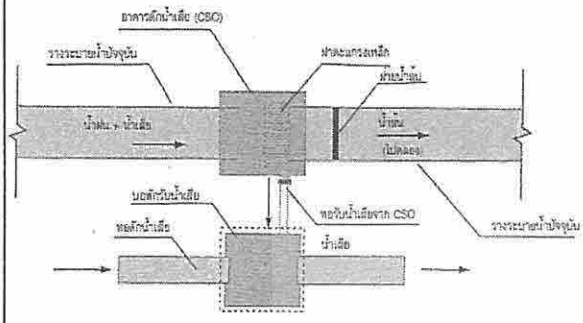
www.waterportfolio.com/cp.asp

บ่อตรวจระบาย (Manhole)

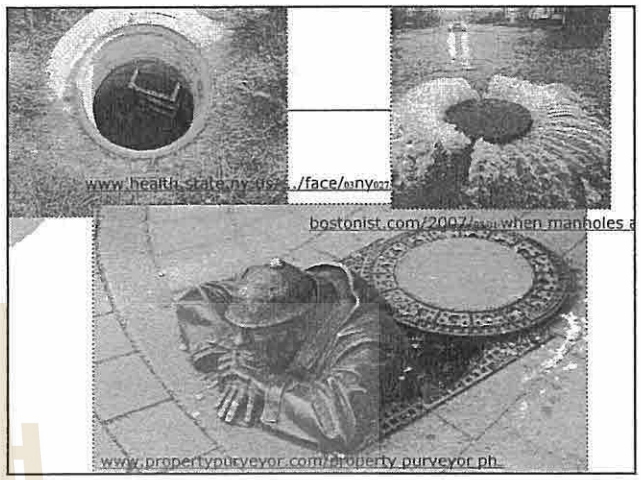
: เป็นบ่อที่ใช้สำหรับบรรจบท่อขนาดต่างๆหรือจุดเปลี่ยนขนาดท่อหรือทิศทางการวางแนวท่อ รวมทั้งใช้สำหรับตรวจซ่อมแซมและทำความสะอาดท่อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปแบบการวางท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย



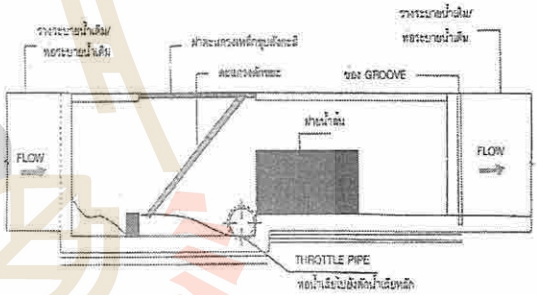
รูปแบบการวางท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย



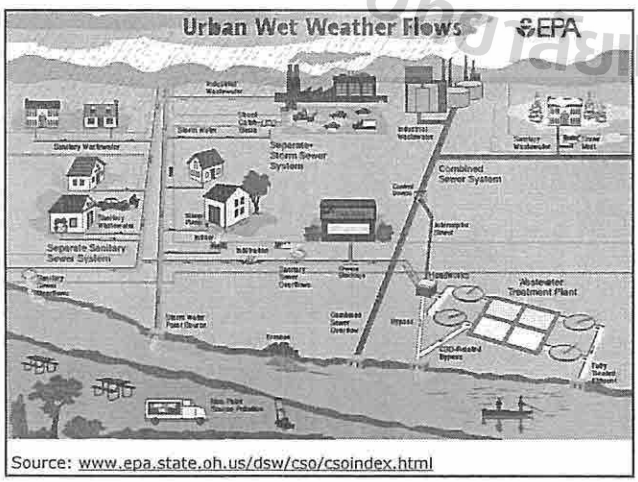
อาคารดักน้ำเสีย
(Combined Sewer Overflow, CSO)

เป็นโครงสร้างที่ต่อเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียและระบายน้ำเสียปนน้ำฝนส่วนเกินให้ไหลล้นออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยน้ำล้นนี้จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งรองรับ หรือต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

อาคารดักน้ำเสีย (CSO)



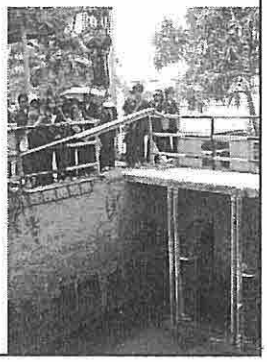
อาคารดักน้ำเสีย (CSO)



Source: www.epa.state.oh.us/dsw/cso/csoindex.html

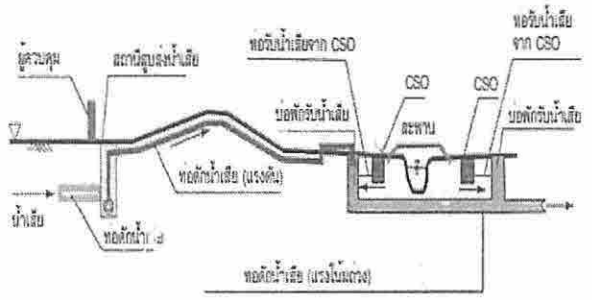
สถานีสูบน้ำ (Pump Station)
หรือสถานียกระดับน้ำ (Lift Station)

ใช้ร่วมกับท่อแรงดันหรือท่อแรงโน้มถ่วง เพื่อสูบส่งน้ำเสียด้วยแรงดันหรือยกระดับน้ำเสียให้สามารถระบายตามแรงโน้มถ่วงของโลกไปยังระบบบำบัด น้ำเสียได้



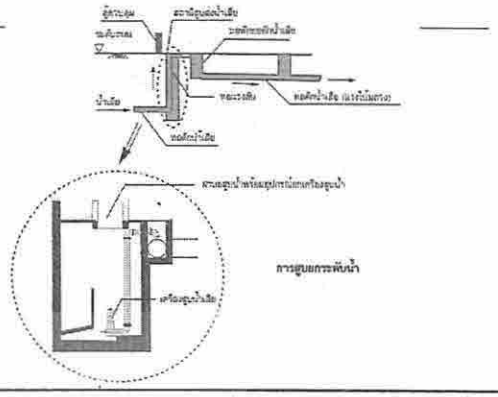
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การสูบส่งน้ำเสีย (แรงดัน)



การสูบส่งน้ำเสีย (แรงดัน)

การสูบน้ำยกระดับ



องค์ประกอบของระบบท่อระบาย

- ระบบระบายน้ำ โดยทั่วไปจะมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ใช้ระบายน้ำฝนและ/หรือน้ำเสียจากบ้านเรือน อาคารต่างๆ ในแต่ละพื้นที่ ก่อนที่จะระบายเข้าระบบรวบรวมน้ำเสียต่อไป ประกอบด้วย ท่อแรง โน้มถ่วงและบ่อตรวจระบาย
- ระบบรวบรวมน้ำเสีย ประกอบด้วย ท่อแรงโน้มถ่วง ท่อแรงดัน ท่อดักน้ำเสีย บ่อตรวจระบาย อาคารดักน้ำเสีย พร้อมตะแกรงดักขยะ และสถานีสูบ/ยกน้ำเสียพร้อมตะแกรงดักขยะ

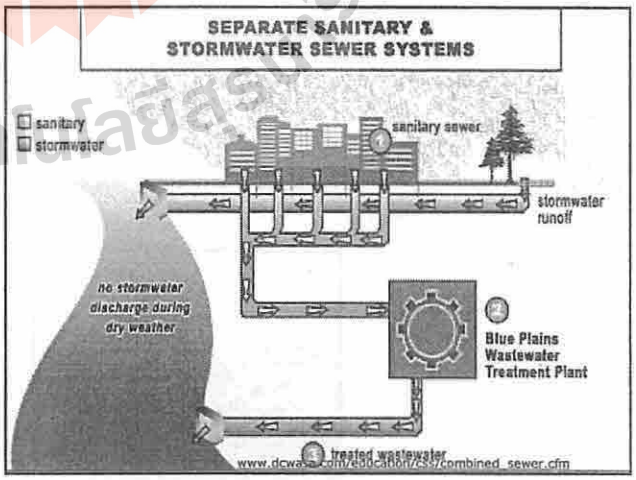
ประเภทของท่อระบายน้ำ (Sewer)

ท่อระบายน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบท่อแยก (Separate System)
2. ระบบท่อรวม (Combined System)

ระบบท่อแยก

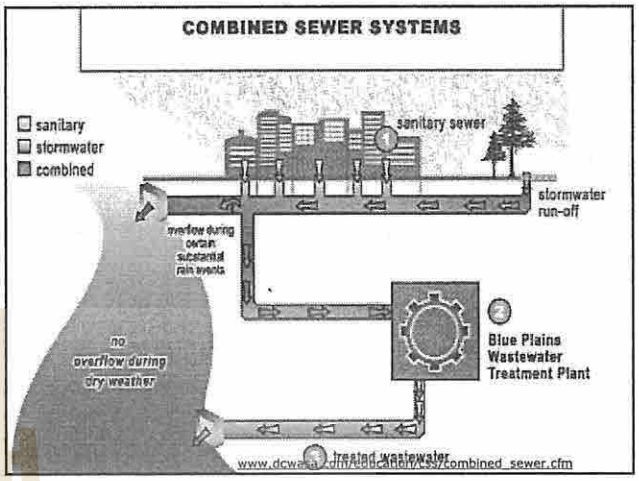
- แยกระหว่าง Storm Sewer ซึ่งทำหน้าที่รับน้ำฝนเพียงอย่างเดียว แล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะในบริเวณใกล้เคียงโดยตรง และท่อระบายน้ำเสีย (Sanitary Sewer) ซึ่งทำหน้าที่ในการรองรับน้ำเสียจากชุมชนและอุตสาหกรรม เพื่อส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย



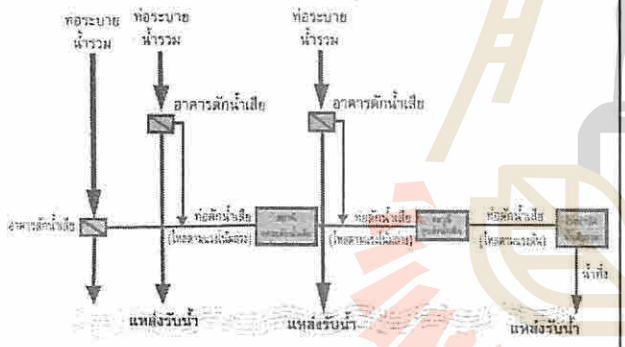
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบท่อรวม

น้ำฝนและน้ำเสียจะไหลรวมมาในท่อเดียวกัน จนกระทั่งถึงระบบบำบัดน้ำเสียหรืออาคารดักน้ำเสีย ซึ่งจะมีท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) เพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียรวมน้ำฝนที่เกิดการเจือจางและมีปริมาณมากเกินความต้องการจะปล่อยให้ไหลล้นฝายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนน้ำที่ไม่ล้นฝายก็จะเข้าสู่ท่อดักน้ำเสียไหลไปยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป



ภาพแสดงระบบระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสีย

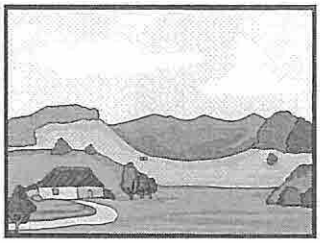


ข้อพิจารณาในการเลือกประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย

- สภาพของชุมชน
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- งบประมาณการลงทุน
- ความเข้าใจของประชาชน
- ความเร็วการไหลในท่อ
- ความยากง่ายในการควบคุมระบบ
- การวางแผนผังเมือง

เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป

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



เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป

2. ระยะห่างสูงสุด ของบ่อตรวจระบาย (Manhold Spacing) ที่มากที่สุดสำหรับเส้นผ่าน ศูนย์กลางของท่อขนาดต่างๆ ดังนี้
   - ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือ เท่ากับ 600 mm. ระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร
   - ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 700 - 1,200 mm. ระยะห่างไม่เกิน 120 เมตร
   - ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1,200 mm. ระยะห่างให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรและสภาพแวดล้อม

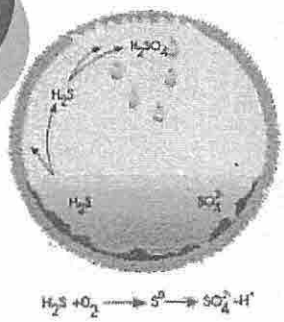
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป

3. ~~ความถี่ฝน ที่ใช้ออกแบบสำหรับการระบายน้ำฝนใน~~ เขตที่พักอาศัยใช้ความถี่ 2 - 15 ปี ขึ้นกับลักษณะฝนและลักษณะพื้นที่ในแต่ละแห่ง และใช้ความถี่ที่ 10 - 50 ปี สำหรับเขตพาณิชย์ ทั้งนี้ขึ้นกับความสำคัญของเขตนั้นๆ

4. ~~ความเร็วการไหลของน้ำเสีย~~ ขณะที่อัตราการเกิดน้ำเสียสูงสุดต้องไม่ต่ำกว่า 0.6 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอนภายในเส้นท่อ แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 3 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการกัดกร่อน ท่อระบายน้ำด้วย

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อระบายน้ำ

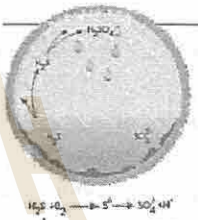


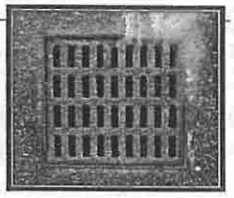
1. กลิ่นเหม็น : เกิดจากการหมักของน้ำเสียในเส้นท่อในสภาพไร้อากาศ ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า

ผลกระทบทางสรีระวิทยาของก๊าซไข่เน่า

- 30 ppm กลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่า
- 100 ppm ประสาทรับรู้กลิ่นเสื่อมสภาพใน 2-15 นาที
- 200 ppm ไอและตาแดง
- 300 ppm ประสาทรับรู้กลิ่นเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว
- 600 ppm สิ้นสติภายใน 30นาที
- 800 ppm สิ้นสติอย่างรวดเร็ว
- 1,000 ppm สิ้นสติทันที
- 2,000 ppm เสียชีวิตในไม่กี่นาที

2. การกัดกร่อน





- เป็นปัญหาที่เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับไอน้ำในอากาศ เกิดเป็นไอกรดซัลฟิวริก ซึ่งเป็นกรดเข้มข้นที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนเส้นท่อได้

3. ปัญหาน้ำจากภายนอกและน้ำซึมเข้าท่อระบายน้ำ (Infiltration & Inflow)

- เกิดจากน้ำจาก ภายนอก ได้แก่ น้ำใต้ดินหรือน้ำฝนรั่วเข้าสู่ท่อระบายน้ำเสีย ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากท่อแตก รอยต่อเชื่อมท่อชำรุดเสื่อมสภาพ บ่อตรวจระบายชำรุด หรือฝาของบ่อตรวจระบายอยู่ต่ำกว่าระดับถนน ซึ่งส่งผลทำให้มีน้ำในระบบท่อระบายมากเกินกว่าที่ออกแบบไว้และเกินขีดความสามารถของสถานีสูบน้ำ

สรุปบทเรียน

- นิยามศัพท์ที่สำคัญ
- ประเภทของท่อระบายน้ำ
  1. ระบบท่อแยก (Separate System)
  2. ระบบท่อรวม (Combined System)
- เกณฑ์การออกแบบโดยทั่วไป
- ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อระบายน้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ

- ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ
- - กฎหมายสิ่งแวดล้อม
  - ทฤษฎีการบำบัดมลพิษน้ำ
  - การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
  - เทคนิคการควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ
  - หน้าที่ของผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ
- ลักษณะข้อสอบ
  ข้อสอบผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษแต่ละประเภทเป็นข้อสอบปรนัย จำนวนข้อสอบ 100 ข้อ ใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมง โดยให้ทำข้อสอบในกระดาษคำตอบที่กำหนด

ข้อสอบผู้ควบคุมมลพิษน้ำ

- 1. รายวิชาที่สอบมีจำนวน 4 วิชา จำนวน 100 ข้อ ดังนี้
  1.1 กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และหน้าที่ของผู้ควบคุมดูแลและผู้ปฏิบัติงานประจำฯ จำนวน 15 ข้อ
  1.2 ทฤษฎีการบำบัดมลพิษ – มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานการบำบัดมลพิษชนิดต่างๆ จำนวน 35 ข้อ
  1.3 เทคนิคการควบคุมระบบบำบัดมลพิษ – มีเนื้อหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่จะพบในระหว่างการเดินระบบบำบัดมลพิษ จำนวน 35 ข้อ
  1.4 เทคนิคการวิเคราะห์มลพิษ – มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการวิเคราะห์มลพิษประเภทต่างๆ จำนวน 15 ข้อ

แนวข้อสอบผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ

- 1. กฎหมายเกี่ยวกับน้ำเสีย - มาตรฐานน้ำทิ้ง - ประกาศเรื่องผู้ควบคุมระบบกรมโรงงาน
- 2.หลักน้ำเสีย -ความรู้เกี่ยวกับระบบต่างๆ -อัตราการไหล -การควบคุมระบบต่างๆ เช่น ค่า F/M การแก้ปัญหาระบบ
- 3.Lab เกี่ยวกับการเก็บตัวอย่าง ส่วนใหญ่แล้วจะออกในหนังสือของกรมโรงงาน
- แต่ควรอ่านหนังสือเพิ่มเติมในเรื่องการคำนวณอัตราการไหล การคำนวณเรื่องปั๊ม เครื่องเติมอากาศ ค่าไฟฟ้า จะมีในหนังสือของอาจารย์เกรียงศักดิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

Onsite Treatment

ดร. ประพัฒน์ เป็นตามวา

สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คุณเห็น ภาพนี้ แล้ว คุณรู้สึกอย่างไร?

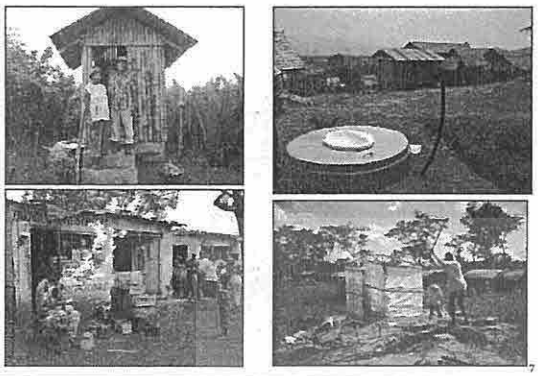
หัวข้อการเรียน

- Onsite treatment
- Septic tank
- Anaerobic filter
- การเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

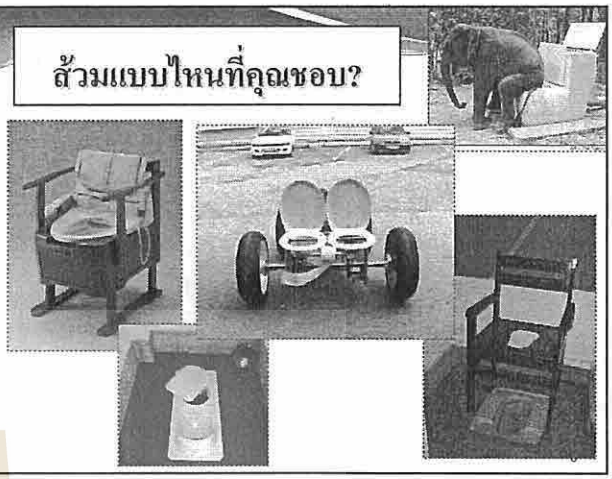
ยอดส้วมไทย ปี 2550

โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จ.ขอนแก่น

ส้วมต่างประเทศ



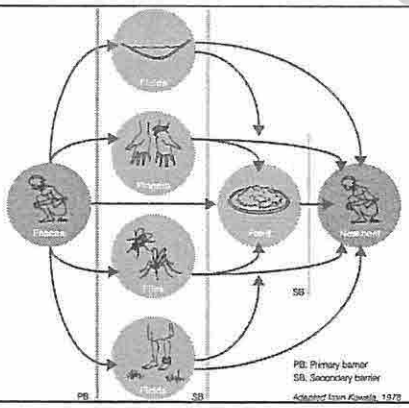
ส้วมแบบไหนที่คุณชอบ?



Q: เคยทราบความเป็นมาเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูล หรือไม่ ?

สิ่งปฏิกูล หมายถึง อุจจาระ หรือ ปัสสาวะ และสิ่งอื่นๆซึ่งเป็นสิ่งโสโครก หรือ มีกลิ่นเหม็น

Transmission of disease from faeces



ลักษณะและปริมาณสิ่งปฏิกูล

สิ่งปฏิกูล = อุจจาระ + ปัสสาวะ

-อุจจาระ มีสารอินทรีย์ 20%

-ปัสสาวะ มีสารอินทรีย์ 2.5%

แต่ละคน แต่ละเชื้อชาติมีลักษณะและปริมาณสารอินทรีย์ต่างกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์การกำจัดสิ่งปฏิกูล

1.ป้องกันการแพร่ของเชื้อโรค

2.ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสิ่งปฏิกูล

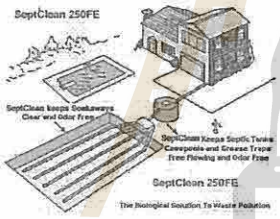
- ย่อยสลายภาวะมี O_2
- ย่อยสลายภาวะไม่มี O_2

13

Excreta disposal

Onsite Treatment

- ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยวๆ เช่นที่พักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เช่น ระบบบ่อเกรอะ (Septic tank) และ ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter)



15

บ่อเกรอะ (Septic tank)

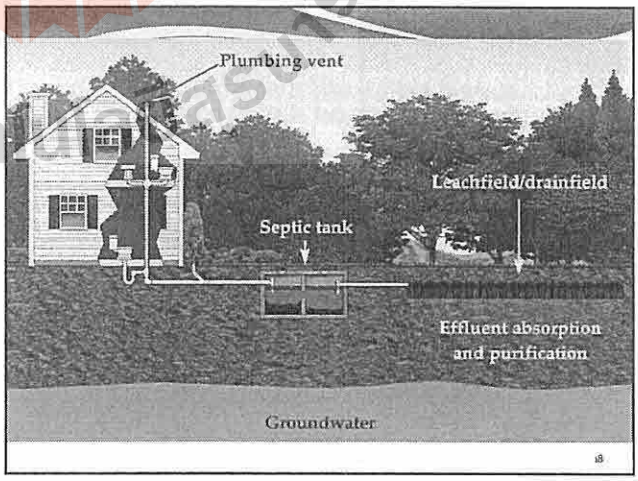
- บ่อปิด ป้องกันน้ำซึมเข้าออก ไม่มีการเติมอากาศภายในท่อ
- การทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic)
- อัตราการเกิดกากตะกอน 1 ลิตรต่อคนต่อวัน สูบออกปีละ 1 ครั้ง
- ไม่ควรทิ้งสิ่งของที่ย่อยสลายยาก

16

บ่อเกรอะ (Septic tank)

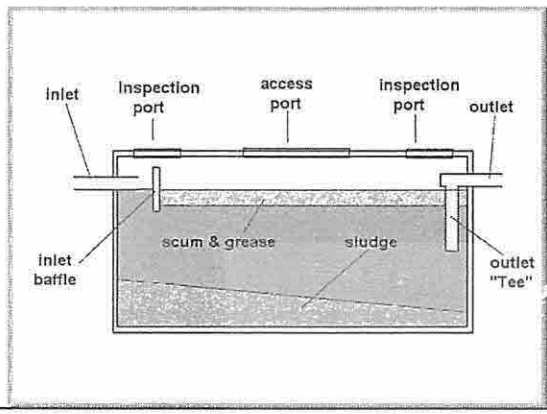
- ประสิทธิภาพการบำบัด ร้อยละ 40-60
- ค่า BOD สูง
- กากตะกอนควรมีการกำจัดในวิธีการที่เหมาะสม
- ไม่ควรเทสารที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ลงในบ่อเกรอะ
- ห้ามทิ้งสารอนินทรีย์หรือสารย่อยยาก

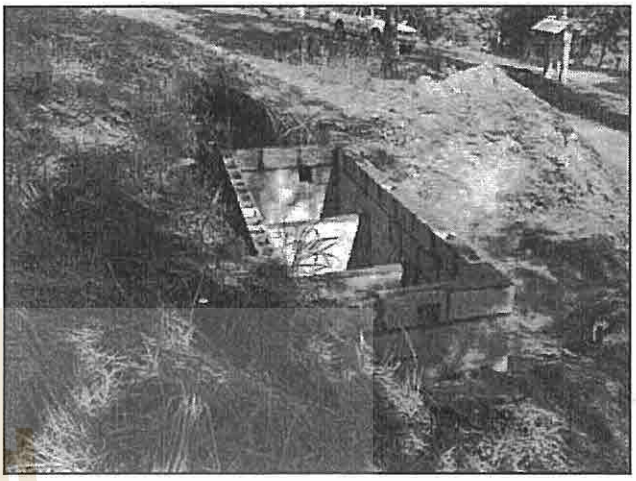
17



18

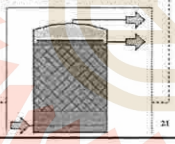
Septic Tank



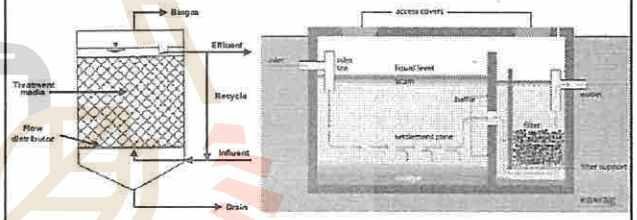


บ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter)

- ประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่า บ่อเกรอะ ควรมีตะแกรงดักขยะและไขมัน
- ภายในถังมีชั้นตัวกลาง (Media) เช่นหิน กรงพลาสติก ลูกบอล
- น้ำเสียไหลด้านล้างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นกรอง ก่อนไหลออกผ่านท่อด้านบน
- ในระหว่างไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- ค่า BOD ลดลง

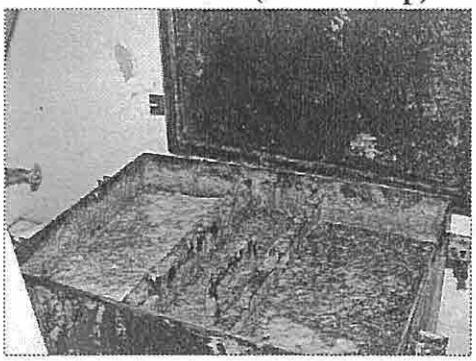


Anaerobic filter



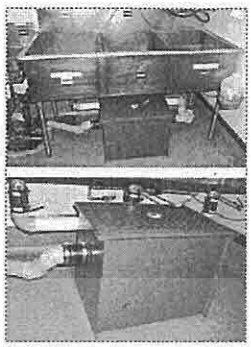
Septic tank and Anaerobic filter

บ่อดักไขมัน (Grease trap)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บ่อดักไขมัน (Grease trap)



25

พารามิเตอร์	หน่วย	บ้านเรือนและสำนักงาน	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
ความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5-7	6-8
สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)	µS/cm	300-2,500	500-1,700
สี (Color)	ADMI	40-700	50-400
ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN)	mg/L	5-100	-
กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)	%	0.02-85	-
ไขมันและน้ำมัน* (Grease and Oil)	g/kg wet	140-850	-
ไขมันและน้ำมัน** (Grease and Oil)	mg/L	14-38,000	90-63,000
ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus)	mg/L	0.13-100	2-13
เหล็ก (Fe)	mg/L	-	<0.02
โครเมียม (Cr)	mg/L	-	<0.02
แคดเมียม (Cd)	mg/L	-	<0.002

- บ้านเรือนและสำนักงาน มีปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้ง 500 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเกิดจากกระบวนการประกอบอาหาร และปริมาณไขมันที่ได้จากถังดักไขมันอยู่ที่ 0.8 และ 0.2 กิโลกรัม/วัน-หลัง ซึ่งขึ้นอยู่กับการคัดสิ่งและไม่คัดสิ่งระหว่างกระบวนการประกอบอาหาร
- สถานประกอบการจำหน่ายอาหาร น้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนอยู่ในโรงเรียนจากร้านอาหารมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) และค่าความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ (ประลิทธิ์ เหลืองรุ่งเรืองศิริ, 2548)
- สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง มีปริมาณน้ำมันและไขมันแตกต่างกันมากระหว่างสถานีบริการแต่ละแห่ง โดยมีค่าเฉลี่ย 90 - 63,000 มิลลิกรัม/ลิตร

26

ระบบการกำจัดในเขตเมือง

รูปแบบที่ 1

น้ำทิ้งจากครัวเรือน → ถังเกรอะ → ระบบระบายน้ำ

น้ำทิ้งจากครัวเรือน → ระบบระบายน้ำ

อุจจาระ → ถังเกรอะ → ระบบระบายน้ำ → เครื่องสูบ → ระบบบำบัดน้ำเสีย

27

รูปแบบที่ 2

น้ำทิ้งจากครัวเรือน → ระบบระบายน้ำ

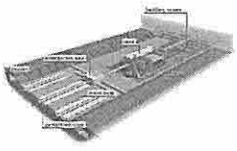
อุจจาระ → ถังเกรอะ → ระบบระบายน้ำ → เครื่องสูบ → ระบบบำบัดน้ำเสีย

28

รูปแบบที่ 3

อุจจาระ → ถังเกรอะ → ถังซึม ..... → ถังซึม

ใช้ในกรณีที่ไม่มีท่อสาธารณะอยู่ใกล้บ้าน



29

รูปแบบที่ 4

น้ำทิ้งจากครัวเรือน → ระบบระบายน้ำ

อุจจาระ → ระบบระบายน้ำ → เครื่องสูบ → ระบบบำบัดน้ำเสีย

30

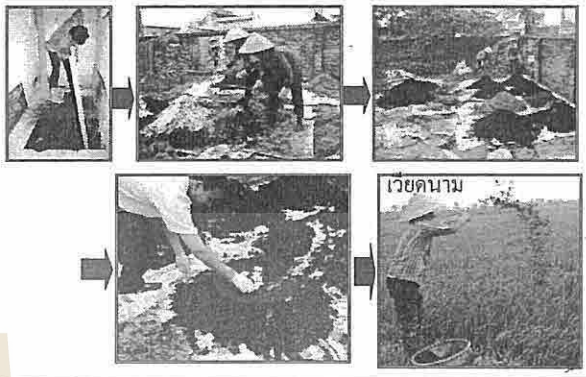
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เกณฑ์การเลือกพื้นที่ก่อสร้าง

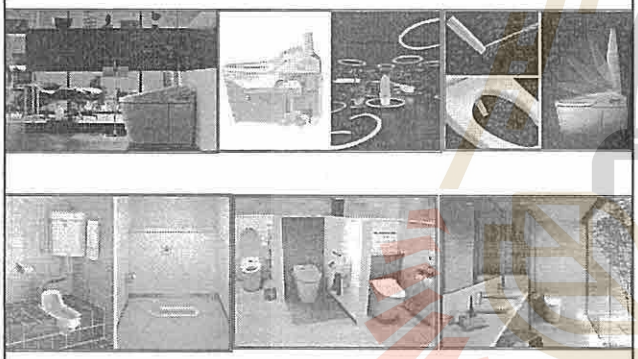
- พื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง
- ดินมีการซึมน้ำได้ดี
- บริเวณก่อสร้างห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่น้อยกว่า 30 เมตร
- ควรสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร
- สะดวกสบายและปลอดภัย บำรุงรักษาง่าย

31

การใช้ประโยชน์จากกากตะกอน



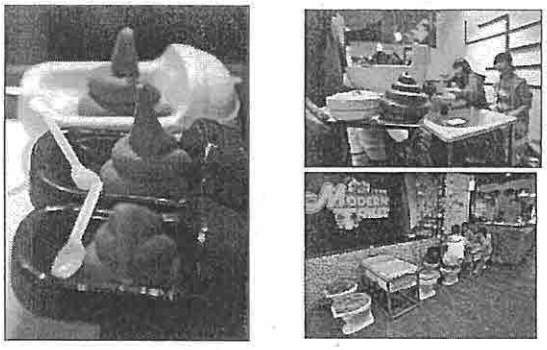
ส้วม....น่าใช้?



33

ส้วม....น่าใช้?

ร้านอาหาร.....น่าไปลอง



35

สรุปบทเรียน

- Onsite treatment
- Septic tank
- Anaerobic filter
- การเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

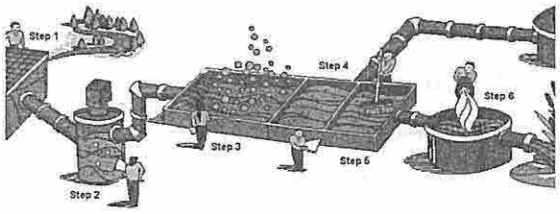
36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ

ดร. ประพัฒน์ เป็นตามวา

สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



www.deltadoggydog.com/primarytreatment.html

หัวข้อการเรียน

- วีดีทัศน์ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร
- ลักษณะน้ำเสีย
- กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- นศ. ได้เห็นภาพจริงโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- สามารถอธิบายลักษณะน้ำเสียแต่ละประเภทได้
- สามารถอธิบายกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพได้อย่างถูกต้อง

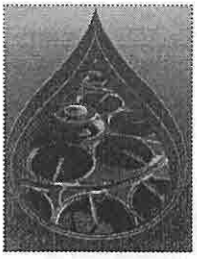
ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ

- ของแข็ง (Settleable solid, TDS, SS, VS)
- กลิ่น (Odor)
- อุณหภูมิ
- สี
- ความขุ่น

www.cleanwaterservices.org/AboutUs/Wastewater

ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

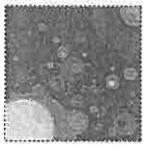
- สารอินทรีย์ วัดในรูป BOD, COD, TOC
- สารอนินทรีย์
  - pH,
  - Alkalinity,
  - Nitrogen,
  - P
  - HM



www.cleanwaterserviceswww.aulickchemical.com

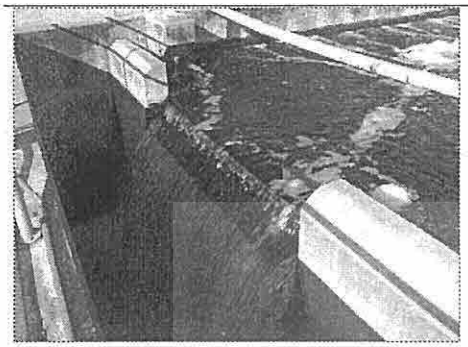
ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ

- แบคทีเรีย
  - Autotropic bacteria สร้างอาหารเองได้ C-CO_2
  - Heterotrophic bacteria
- แบคทีเรีย แบ่งตามความต้องการของ O_2
  - Aerobic bacteria
  - Anaerobic bacteria
  - Facultative bacteria
- Fungi, Algae, Protozoa, Virus



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลักษณะของน้ำเสียชุมชน



www.greenwoodmetro.com/EducationTours.htm

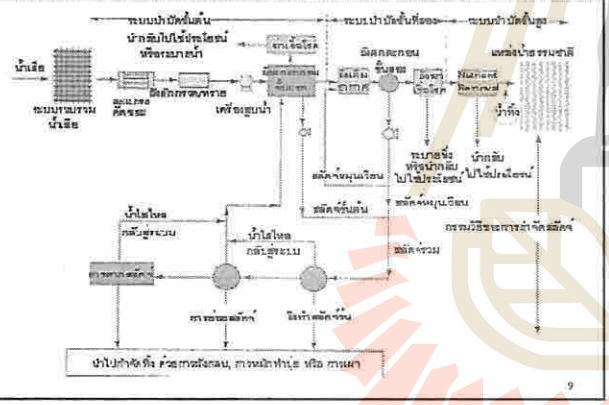
7

การบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และ การบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment)
2. การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)
3. การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment)

8

กระบวนการการบำบัดน้ำเสีย



9

การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment)

- เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัด ไขฝ้า (Skimming Devices)
- การบำบัด น้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 - 40

10

การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

- เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายใน น้ำเสียเหลือค้างอยู่โดยทั่วไป

การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment)

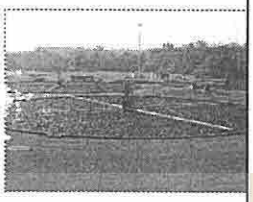
เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากและอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้

12

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

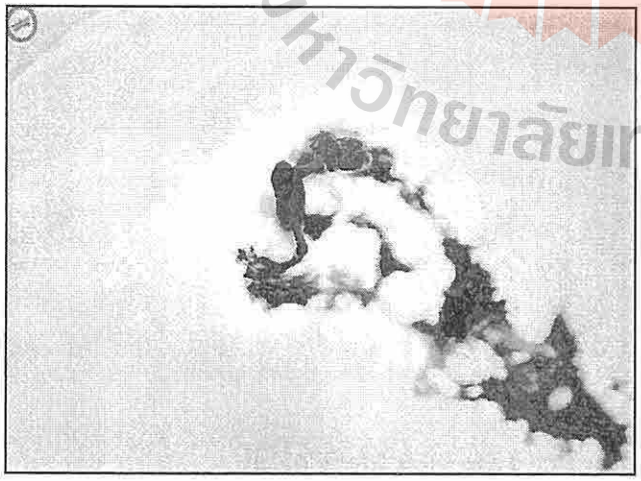
กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

- การกำจัดฟอสฟอรัส
- การกำจัดไนโตรเจน " Nitrification " VS " Denitrification"
- การกรอง (Filtration)
- การดูดติดผิว (Adsorbtion)



13

14



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ

- เครื่องดักขยะขนาดหยาบ (Automatic Bar Screen)
- เครื่องดักขยะชนิดละเอียด (Fine Screen)
- บ่อรวบรวมน้ำเสีย (Equalization)
- บ่อดักกรวด-ทราย (Aerated Grit Chamber)

19

สิ่งเจือปนที่สามารถบำบัดออกจากน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ ได้แก่

1. ของแข็งขนาดใหญ่เช่น เศษผ้า พลาสติก เศษอาหาร
2. กรวด ทราย
3. ไขมัน น้ำมัน

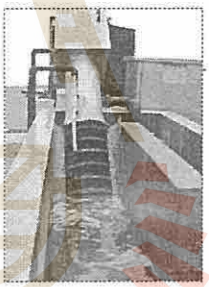
20

การบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ

- ตะแกรง
- การตัดย่อย
- การกำจัดตะกอนหนัก
  - การกำจัดน้ำมันและไขมัน
- การตกตะกอน
- การทำให้ตะกอนลอย
- การกรอง

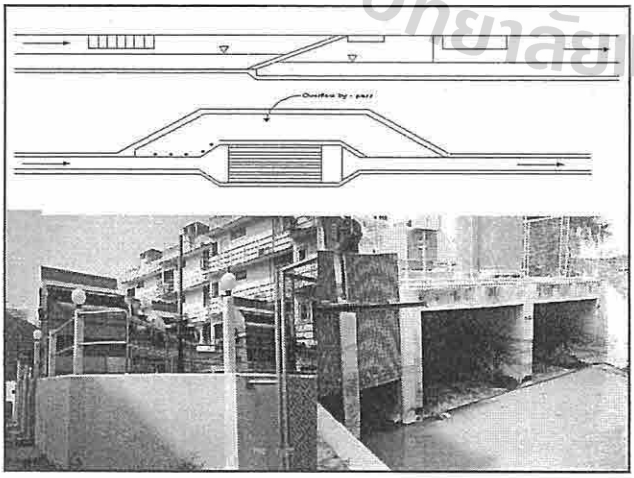
21

ตะแกรง



- ใช้ดักเศษขยะต่างๆ จากน้ำเสีย
- ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย
- ป้องกันการเสียหายที่มีต่อเครื่องจักรกลต่างๆ
- ตะแกรงหยาบ
- ตะแกรงละเอียด

22



การตัดย่อย

- ตัดเศษขยะที่มากับน้ำเสีย
- ต้องเป็นเครื่องมือที่มีความทนทาน ทนการกัดกร่อนได้ดี
- ควรมีท่อ By pass

24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การกำจัดตะกอนหนัก (Grit removal)

ชนิดของระบบกำจัดตะกอนหนัก

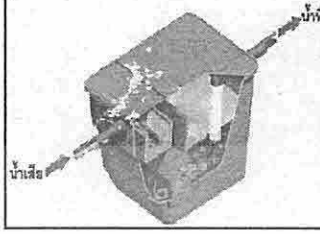
1. ถังกำจัดตะกอนหนักสี่เหลี่ยมผืนผ้า

2. ถังกำจัดตะกอนหนักสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือวงกลม

3. ถังกำจัดตะกอนหนักที่ใช้ระบบเป่าอากาศ (Aerated Grit Chamber)

บ่อดักไขมัน (Grease Trap)

น้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัยกรณีที่ไม่ผ่านตะแกรงจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 2,700 มิลลิกรัม/ลิตร หากผ่านตะแกรงจะมี น้ำมันและไขมันประมาณ 500 มิลลิกรัม/ลิตร



26

การกำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease Removal)

1. เติมคลอรีนประมาณ 2-5 มก./ลิตร
2. เติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ
3. การทำให้ลอยแล้วเก็บกวาดออกจากน้ำบนผิวน้ำ
4. การเพิ่มอุณหภูมิ

27

การตกตะกอน

- เป็นวิธีการแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยอาศัยหลักการจมตัวลงของตะกอนแขวนลอยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของตะกอนสูงกว่าน้ำ

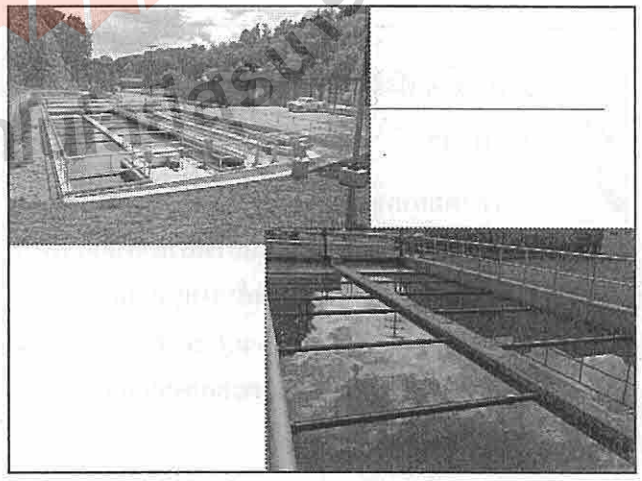
ในระบบบำบัดน้ำเสียมีถังตกตะกอน 2 ชนิด

1. ถังตกตะกอนแรก (Primary Sedimentation Tank)

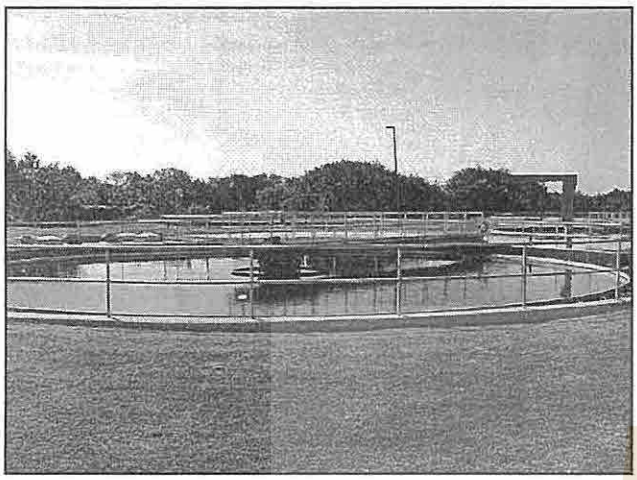
   ทำหน้าที่แยกตะกอนต่างๆ ออกจากน้ำเสียที่จะไหลไปลงถังบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวภาพ

2. ถังตกตะกอนที่สอง (Secondary Sedimentation Tank) ใช้แยกตะกอนชีวภาพหรือตะกอนเคมีออกจากน้ำเพื่อให้ได้น้ำใสสะอาด

29



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



การทำให้ตะกอนลอย (Flotation)

○หลักการ

○ แยกตะกอนออกจากน้ำเสียด้วยวิธีทำให้ตะกอนต่างๆ ในน้ำเสียลอยขึ้นสู่บริเวณ ชั้นบนของผิวน้ำ เพื่อทำการกวาดตะกอนลอยทิ้งออกไป

32

วิธีการทำให้ตะกอนลอยขึ้นมามี 3 วิธี

1. การลอยตัวด้วยอากาศละลาย (Dissolved-air Flotation)
2. การลอยตัวด้วยอากาศ (Air Flotation)
3. การลอยตัวด้วยสูญญากาศ (Vacuum Flotation)

33

1. การลอยตัวด้วยอากาศละลาย (Dissolved-air Flotation)

○หลักการ เป่าอากาศลงในน้ำเสียภายใต้ความดัน 2-3 บรรยากาศ จากนั้นจึงปล่อยความดันให้เข้าสู่สภาวะความดันบรรยากาศ

○ระบบนี้มี 2 ลักษณะ คือ ระบบไม่มีการหมุนเวียน และ ระบบมีการหมุนเวียน

34

2. การลอยตัวด้วยอากาศ (Air Flotation)

หลักการ

○การเติมอากาศหรือเป่าอากาศลงในน้ำเสียโดยตรง ณ ความดันบรรยากาศ ในการเป่าอากาศจะทำให้เกิดฟองอากาศที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของฟองอากาศประมาณ 2-3 มม. พาตะกอนต่างๆลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นพวกตะกอนที่ลอยขึ้นมาจะถูกกวาดทิ้งออกไป

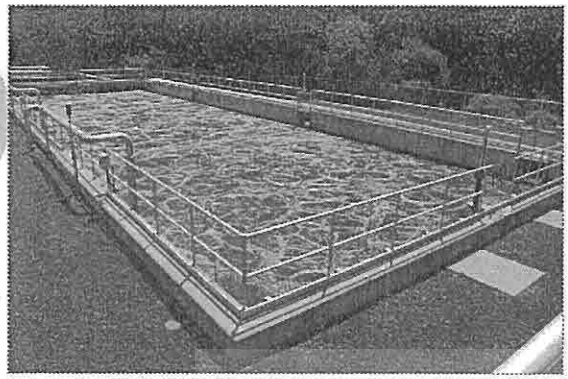
35

3. การลอยตัวด้วยสูญญากาศ (Vacuum Flotation)

○หลักการ พยายามเป่าอากาศลงในน้ำเสียจนถึงจุดอิ่มตัว คล้ายกับการเปิดขวดน้ำอัดลม

36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



37

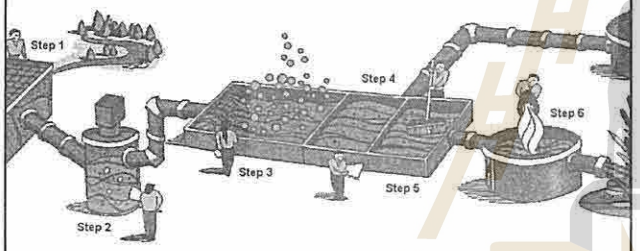
การกรอง (Filtration)

ประเภทของเครื่องกรองน้ำ

1. เครื่องกรองเร็ว (Rapid Sand Filter)
2. เครื่องกรองช้า (Slow Sand Filter)
3. เครื่องกรองใช้ความดัน (Pressure Filter)

38

6 steps for the primary treatment process:



39

สรุป: การบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ

- ตะแกรง
- การตัดย่อย
- การกำจัดตะกอนหนัก
- การกำจัดน้ำมันและไขมัน
- การตกตะกอน
- การทำให้ตะกอนลอย
- การกรอง

40

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำบัดน้ำเสียทางเคมี

ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

- สามารถบอกความสำคัญของกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีได้ถูกต้อง
- อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีได้อย่างถูกต้อง

4

กระบวนการทางเคมี

- เหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีลักษณะดังนี้
  - มีกรดหรือด่างสูงเกินไป
  - มีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น สังกะสี ดีบุก
  - มีสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกได้ยาก
  - มีสารประกอบอนินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ซัลไฟต์
  - มีไขมันหรือน้ำมันละลายตัว

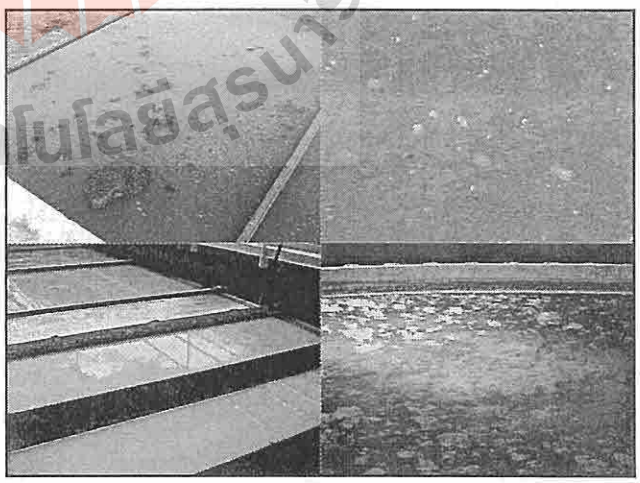
Tianjin chemical plant epichlorohydrin industrial wastewater project

6

www.epure.com.sg/industrial_wastewater3.html

วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี

1. ปรับสภาพของน้ำเสียให้เหมาะกับความต้องการ
2. **Coagulation &Flocculation**
3. **Precipitation**
4. **Disinfection**
5. **Sludge Conditioning**



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระบวนการทางเคมี

- การสร้างรวมตะกอนเคมี (Coagulation - Flocculation)
- การตกตะกอนผลึกทางเคมี (Chemical Precipitation)
- การเกิดออกซิเดชันทางเคมี
- การเกิดรีดักชันทางเคมี
- การปรับ pH
- การฆ่าเชื้อโรค

1) การสร้างรวมตะกอนเคมี

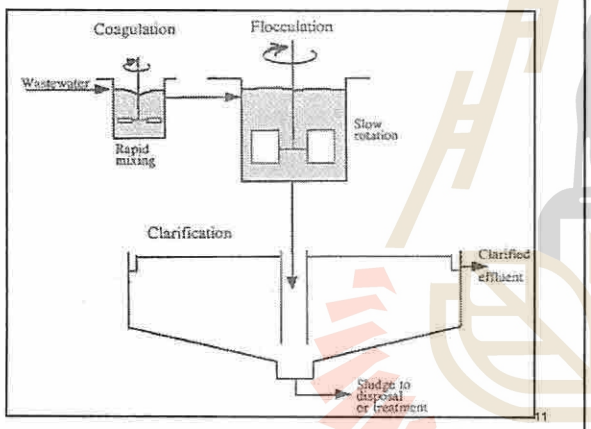
แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

1. เติม Coagulants (ถังกวนเร็ว)
2. การกวนช้าเพื่อให้เกิด Flocculation (ถังกวนช้า)

JarTest กวนเร็ว 100 รอบ/นาที (1 นาที)

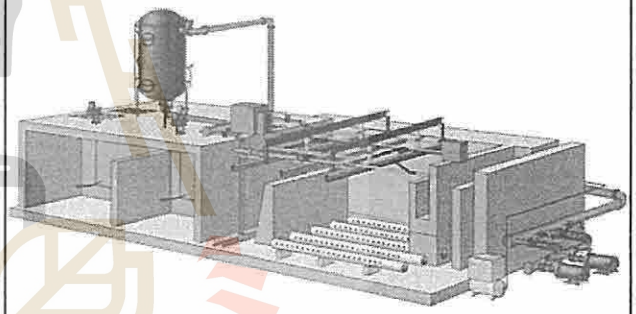
กวนช้า 20-70 รอบ/นาที (20 นาที)

10



11

www.fao.org/DOCREP/003/V9922E/V9922E06.htm



Source: www.wateronline.com/content/productshowcase/p

A typical Leopold Clari-DAF system process train consists of chemical coagulation, flocculation, air injection, flotation, and sludge removal.

12

สารสร้างตะกอนเคมี (Coagulant)

• สารส้ม	Ferrous Sulfate
• Ferric Salts	Sodium Aluminate

สารช่วยสร้างตะกอน (Coagulant Aid)

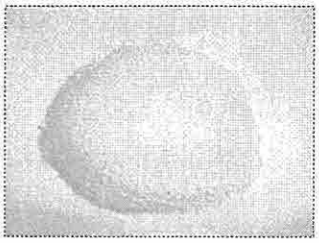
ด่าง&กรด	Activated Silica
Polyelectrolytes	ดินเหนียว

การตกตะกอนผลึก (Precipitation)

- หลักการ
  - Soluble----------> Insoluble
    - » Alum
    - » Ferric chloride
    - » Lime*

**พิจารณาค่า pH ที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



การปรับ pH (pH Adjustment)

- สารเคมีที่นิยมใช้ในการปรับ pH ให้สูงขึ้น

$CaCO_3$	CaO	$Ca(OH)_2$
MgO	$Mg(OH)_2$	
$NaOH$	Na_2CO_3	

- สารเคมีที่นิยมใช้ในการปรับ pH ให้ต่ำลง

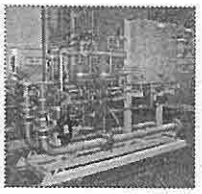
H_2SO_4	HCl
HNO	CO

ถังปรับ pH

1. แบบระดับน้ำลึกคงที่ในถัง
2. แบบระดับน้ำลึกแปรเปลี่ยนในถัง

ระบบปรับ pH ของน้ำเสียสภาพกรด

- การใช้ก้อนปูนขาว (Lime Stone Treatment)
- การใช้น้ำปูนขาว (Lime Slurry Treatment)
- Caustic Soda Treatment (Na_2CO_3)



ระบบปรับ pH ของน้ำเสียสภาพด่าง

- CO_2 Treatment
- Sulfuric Acid (H_2SO_4) Treatment

2) Ion Exchange

- สารแลกเปลี่ยนไอออน : Zeolite, Resin*
- การทำงานของถังเรซิน 4 ขั้นตอน
  1. การแลกเปลี่ยนไอออน
  2. Backwash
  3. Regeneration
  4. Rinse

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3) การเกิดออกซิเดชันทางเคมี

หลักการ

- เป็นกระบวนการที่เกิดRx ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียElectron ของอะตอม
- สภาพมีพิษมาก ---------> พิษน้อย

$Zn \text{ ----------> } Zn^{+2} + 2e$

(CN^{-1}, Fe^{+2}, S^{-2}, SO_3^{-2}, Mn^{+2} , Phenols, Amines, Humic acids)

การเลือกสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดสารพิษ

พิจารณาจาก

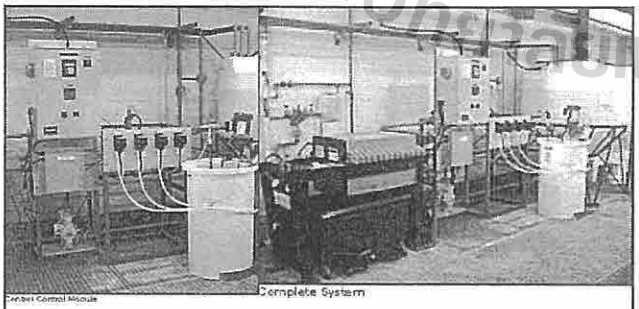
1. ประสิทธิภาพของการกำจัดสารพิษ
2. ราคาของสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดสารพิษ
3. ความยากง่ายในการจัดเตรียมสารเคมี
4. ประสบการณ์ของผู้ควบคุมระบบกำจัดสารพิษ
5. ลักษณะของน้ำเสียที่ต้องการกำจัดสารพิษ เช่น pH, TSS, Hardness

4) การเกิดรีดักชันทางเคมี

หลักการ

- เป็นกระบวนการที่เกิด Rx ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่ม Electron ของอะตอม
- สภาพมีพิษมาก ---------> พิษน้อย/ไม่มี
- $Cr^{+6} + 3e \text{ ----------> } Cr^{+3}$

(Copper, Mercury, Silver)



PLC Control automates the following functions

Reagent Dosing, Oxidation of Cyanide, Reduction of Chromium

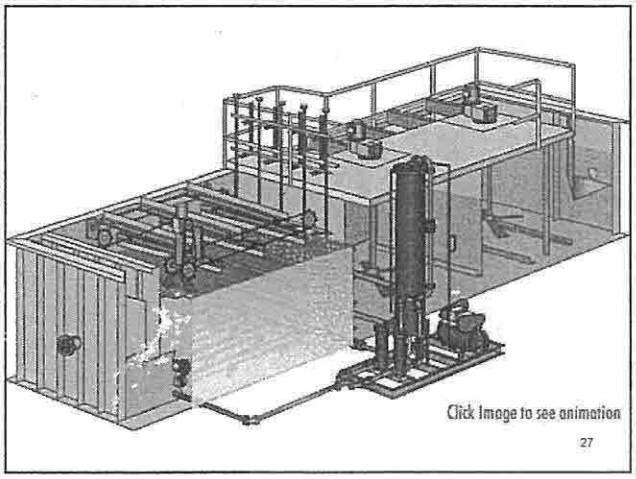
Precipitation of Metals, Immobilization of Chelates, Removal of Grease and Oil, Solids Separation, Sludge Dewatering

25

5) การฆ่าเชื้อโรค

- เพื่อกำจัดเชื้อจุลชีพต่างๆ ที่เป็นสื่อให้เกิดโรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อ แต่จะมีจุลชีพบางส่วนหลงเหลืออยู่ในน้ำ มี 4 วิธี คือ
  1. วิธีกายภาพ - แสง, ความร้อน
  2. วิธีเคมี
  3. วิธีทางกล
  4. วิธีแผ่รังสี ใช้รังสีแกรมมา (Cobalt 60)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



วิธีเคมี

• คลอรีน*	โบรมีน	ไอโอดีน
• โอโซน	ฟีนอล	โลหะหนัก
• สบู่	สารซักฟอก	แอมโมเนีย
• H_2O_2	แอลกอฮอล์	

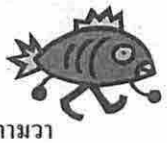
สรุป : กระบวนการทางเคมี

วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี

- การสร้างรวมตะกอนเคมี (Coagulation - Flocculation)
- การตกตะกอนผลึกทางเคมี (Chemical Precipitation)
- การเกิดออกซิเดชัน- รีดักชันทางเคมี
- การปรับ pH
- การฆ่าเชื้อโรค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ



ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

- สามารถอธิบายหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้อย่างถูกต้อง

การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ

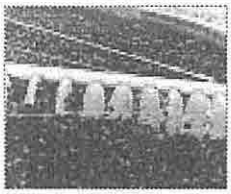
1. Aerobic Biological Treatment
2. Anaerobic Biological Treatment

Aerobic Biological Treatment

แบ่งเป็น 2 แบบ

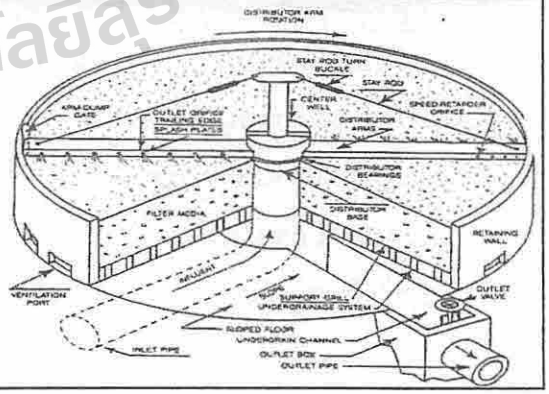
1. Suspended Growth Ex. AS, Oxidation pond, Aerated Lagoon
2. Fixed film
   - 2.1 ตัวกลางอยู่กับที่ Ex. Trickling filters
   - 2.2 ตัวกลางเคลื่อนที่ Ex. RBC

ระบบโปรยกรอง (Tricking Filters)



- ระบบประกอบด้วยตัวกลางบรรจุอยู่ในถัง เพื่อให้จุลชีพเกาะอยู่ตามผิวของตัวกลาง

ระบบโปรยกรอง (Tricking Filters)

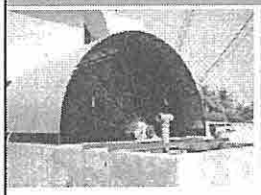


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประเภทของระบบโปรยกรอง

1. ถังโปรยกรองอัตราต่ำ (Low-Rate TF)
2. ถังโปรยกรองอัตราสูง (High-Rate TF)
3. ถังโปรยกรองอัตราสูงพิเศษ (Super-Rate TF)

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ



- เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกัน
- น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด

ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ

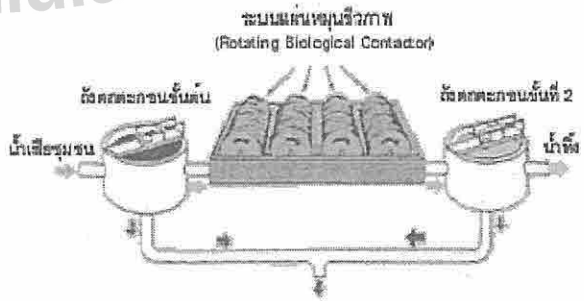
ส่วนประกอบของระบบ

1) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกของแข็งที่มากับน้ำเสีย
2) ถังปฏิกิริยาทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
3) ถังตกตะกอนขั้นที่สอง (Secondary Sedimentation Tank) ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

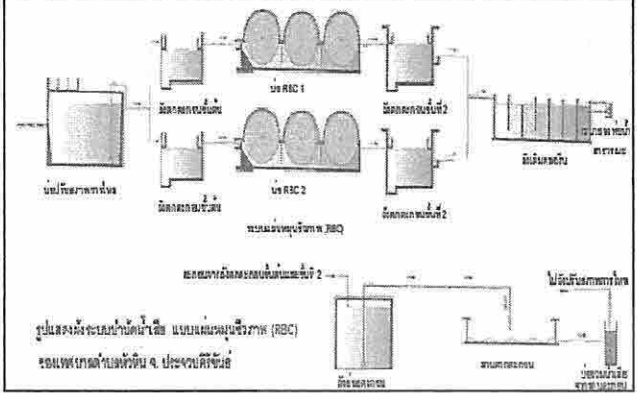
ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ ประกอบด้วย

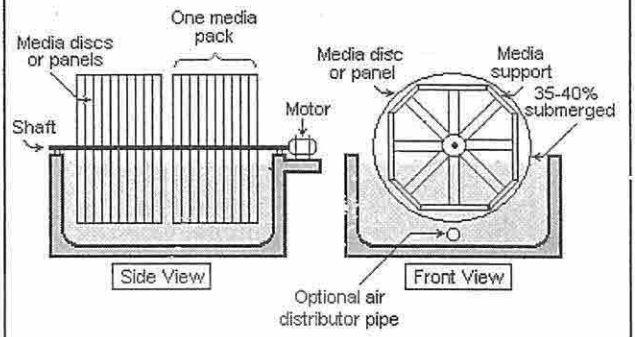
1 บ่อปรับสภาพการไหล (Equalizing Tank)
2. ถังตกตะกอนขั้นต้น
3. ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ
4. ถังตกตะกอนขั้นที่ 2
5. บ่อเติมคลอรีน



ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

RBC





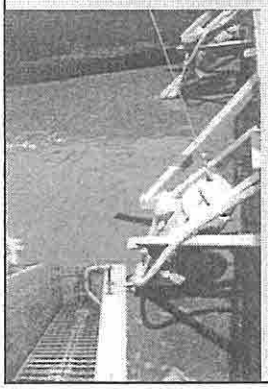
ข้อดี

1. การเริ่มเดินระบบไม่ยุ่งยากใช้เวลาเพียง 1 - 2 สัปดาห์
2. การดูแลและบำรุงรักษาง่าย ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญมากนัก
3. ไม่ต้องมีการควบคุมการเวียนตะกอนกลับ
4. ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย เนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำด้วย

ข้อเสีย

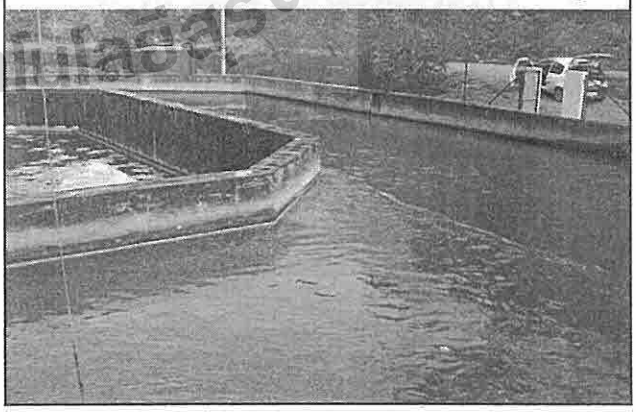
1. ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ
2. เพลาแกนหมุนที่ต้องรับทั้งแรงอัดและแรงบิดชำรุดบ่อยครั้ง
3) แผ่นจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่าย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบActivated Sludge

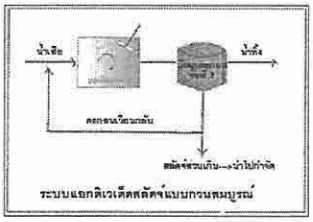


- ใช้ Aerobic Bacteriaในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบActivated Sludge



Activated sludge



- โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และ ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

Activated Sludge

- กลไกการทำงาน
- การเกิดตะกอนเร่ง
- การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
- การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์
- ส่วนประกอบและการทำงานของระบบ
- ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

กลไกการทำงาน

- มลสารอินทรีย์+MO$\xrightarrow{O_2}$ new cell+CO_2+H_2O+Energy
- จุลินทรีย์ใช้ O_2เพื่อ

1. ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็น...
2. ใช้ในการสร้าง.....
3. ใช้ในการย่อยสลายจุลินทรีย์ตัวอื่นที่ตายแล้ว

การเกิดตะกอนเร่ง

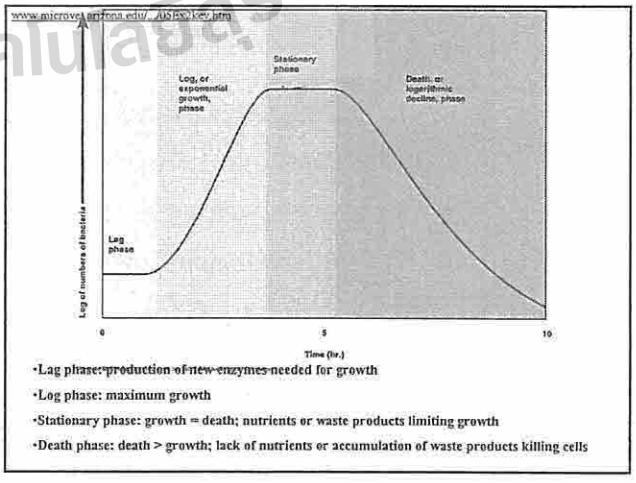
ตะกอนเร่ง เกิดขึ้นต่อเนื่อง 3 ขั้นตอน ในถังเติมอากาศ

1. ขั้นส่งถ่าย (Transfer Step)
2. ขั้นเปลี่ยนรูป (Convertion Step)
3. ขั้นรวมตะกอน (Flocculation Step)

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

แบ่งเป็น 5 ช่วง

1. Lag Growth Phase
2. Log Growth Phase
3. Stationary Phase
4. Declined Growth Phase
5. Endogenous Growth Phase



- Lag phase: production of new enzymes needed for growth
- Log phase: maximum growth
- Stationary phase: growth = death; nutrients or waste products limiting growth
- Death phase: death > growth; lack of nutrients or accumulation of waste products killing cells

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์

สามารถแบ่งได้ 3 แบบ

1. แบ่งตามชนิด
2. แบ่งตามการใช้ออกซิเจน
3. แบ่งตามอายุ

ส่วนประกอบและการทำงานของระบบ

ส่วนประกอบที่สำคัญ

1. ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)
2. ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

ถังเติมอากาศ

- ระยะเวลากักเก็บประมาณ 0.5-24 hrs.

Aeration System

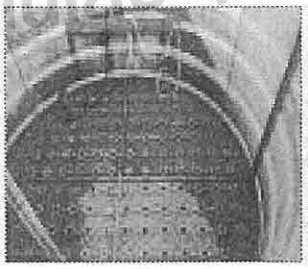
Obj.

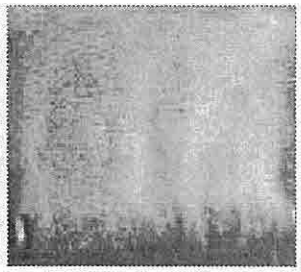
1. ให้ออกซิเจน
2. กวนน้ำตะกอน

วิธีการเติมอากาศ

1. Diffused Air System
2. Mechanical Aeration System

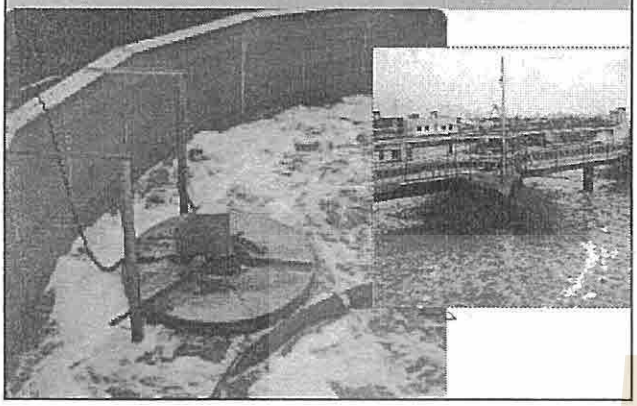
Diffused Air System





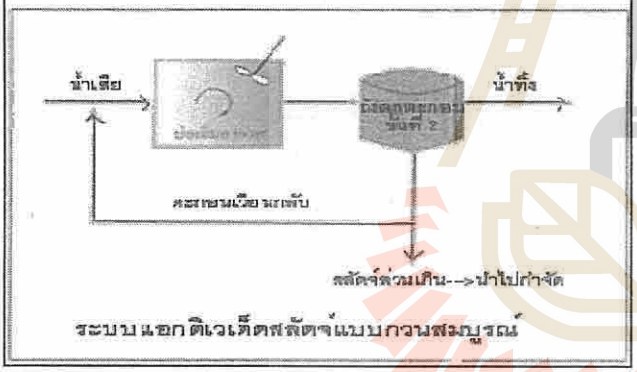
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Mechanical Aeration System

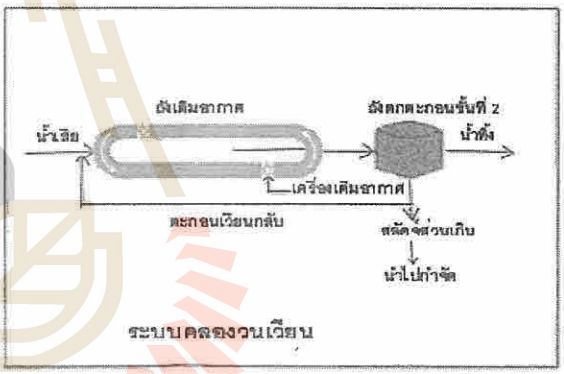


Secondary Clarifier

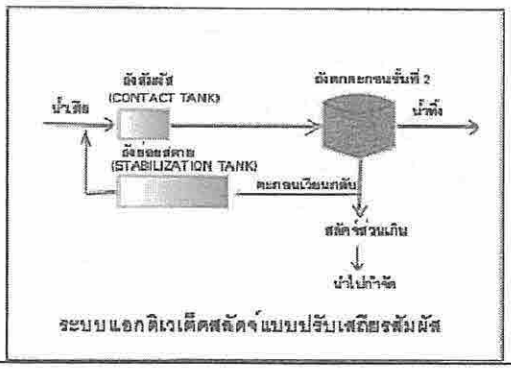
ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์
(Completly Mixed Activated Sludge: CMAS)



ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch; OD)



ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส
(Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

- ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆคือ การเติมอากาศ และการตกตะกอนจะเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน

โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ

1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ

2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)

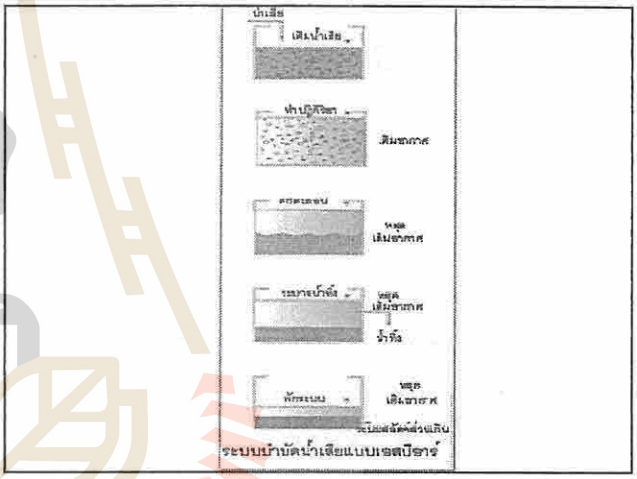
3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา

4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด

5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

- ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆคือ การเติมอากาศ และการตกตะกอนจะเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน



ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

1. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำ
2. ธาตุอาหาร
3. ออกซิเจนละลาย
4. ระยะเวลาในการบำบัด

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

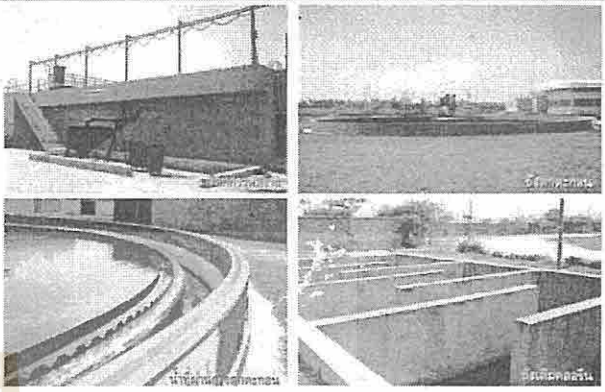
5. ค่าพีเอช
6. สารพิษ
7. อุณหภูมิ
8. การกวน
9. อัตราการไหลของน้ำเสีย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD)

- ถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี ทำให้ระบบคลองวนเวียนจึงใช้พื้นที่ >ระบบ AS แบบอื่น

ระบบคลองวนเวียนส่วนใหญ่จะประกอบด้วย



ข้อดี-ข้อเสีย

- ระบบคลองวนเวียนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดี
- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการสูง ใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอคติเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทอื่น ผู้ควบคุมระบบจะต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี หากไม่มีการดูแลที่ดีพอจะทำให้อุปกรณ์เช่น เครื่องเติมอากาศชำรุดได้ง่าย

การควบคุมการทำงานของระบบสามารถทำได้ 2 วิธี

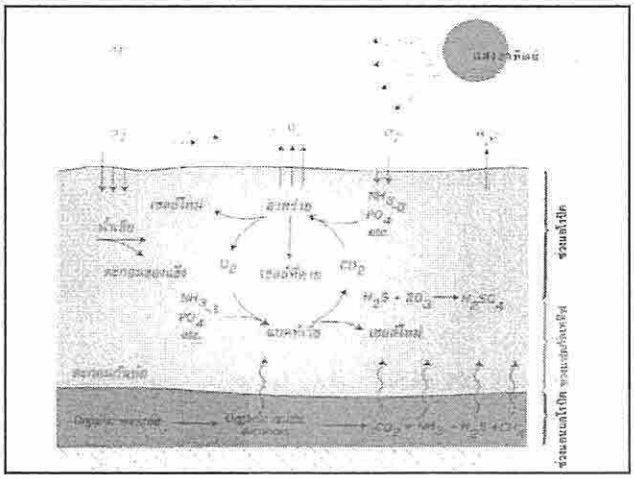
1. วิธีการควบคุมอัตราส่วนของน้ำหนักมลสารอินทรีย์ต่อน้ำหนักของจุลินทรีย์ (F/M Ratio)
2. การควบคุมอายุสลัดจ์ (Sludge Retention Time; SRT (qC) หรือ Sludge Age)

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

- แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ Anaerobic Pond, Facultative Pond และAerobic Pond หากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Stabilization pond process

- Sedimentation
- Aerobic oxidation
- Atmospheric reaction
- Photosynthesis
- Anaerobic digestion

ข้อดี-ข้อเสีย

- การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อ**Shock Load** ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดี และสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ
- ระบบบ่อปรับเสถียรต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิคอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ นอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก

สรุปการเรียน

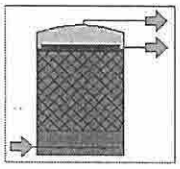
- Trickling filter
- RBC
- AS
- OD
- SBR
- Stabilization pond

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ดร. ประพัฒน์ เป็นตามวา
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

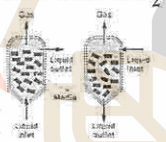
วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

สามารถอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนได้อย่างถูกต้อง



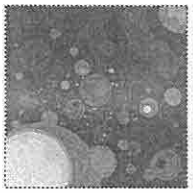
Anaerobic Treatment System

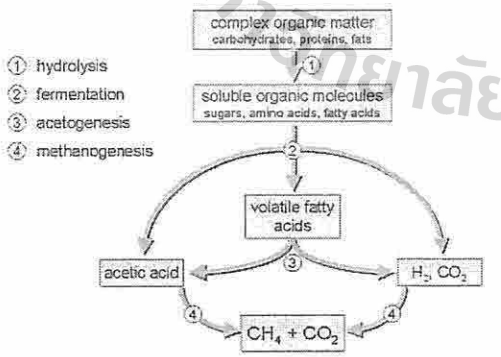
- เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย มลสารต่างๆ ในน้ำเสีย
- มลสารในน้ำเสียถูกเปลี่ยนเป็น New cell CO_2 CH_4



Anaerobic Treatment System

- มีแบคทีเรีย 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ
  1. Non-methanogenic Bacteria
  2. Methanogenic Bacteria





ขั้นตอนในการย่อยสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน

- ขั้นที่ 1 Hydrolysis
- ขั้นที่ 2 Acidogenesis
- ขั้นที่ 3 Acetogenesis
- ขั้นที่ 4 Methanogenesis

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขั้นที่ 1 Hydrolysis

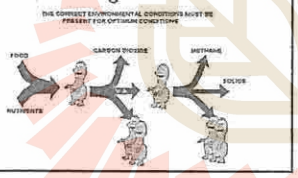
- อาจเรียกว่า Polymer Break-down
- เป็นการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ที่ซับซ้อนให้เป็นสารประกอบอินทรีย์อย่างง่าย โดยใช้ Enz. ของ Bact.

ขั้นที่ 2 Acidogenesis

- สารประกอบอินทรีย์จากขั้นที่ 1 จะถูก Facultative Bacteria ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานโดยกระบวนการฟอร์เมนเตชั่น (Fermentation) ผลของปฏิกิริยาจะทำได้กรดโวลาไทล์ที่มีคาร์บอนไม่เกิน 5 ตัว แบคทีเรียพวกนี้เรียกว่า Acid Former หรือ Non- methanogenic Bacteria

ขั้นที่ 3 Acetogenesis

- กรดโวลาไทนล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ Acedogenesis จะถูกเปลี่ยนโดย Acetogenic Bact. ให้เป็น Acetate, Formate ไฮโดรเจน และ CO_2 ซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญในการการสร้าง CH_4



ขั้นที่ 4 Methanogenesis

- กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก ไฮโดรเจน และ CO_2 ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาของ Bact. ที่สร้างกรดจะถูก Methanogenic Bacteria ใช้สร้าง CH_4

Metabolism products of the anaerobic fermentation

	Process	Bacteria	Output
I	Hydrolysis	Anaerobic hydrolisic bacteria	Monosaccharides, amino acids and fatty acids
II	Acidity increase	Acid formers	Organic acids, carbon dioxide
III	Acetic acid formation	Acetic acid formation bacteria	Acetic acid, carbon dioxide, hydrogen
IV	Methane formation	Methane bacteria	Methane, carbon dioxide, water

zorg-biogas.com

สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมของระบบ

1. อุณหภูมิ
2. สารอาหารที่จำเป็นสำหรับการสร้างเซลจุลินทรีย์
3. pH
4. สารพิษ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประเภทของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

1. Anaerobic pond
2. Conventional Anaerobic Digestor
3. Anaerobic Contact
4. Two-Phase Anaerobic Digestion
5. Anaerobic Filter

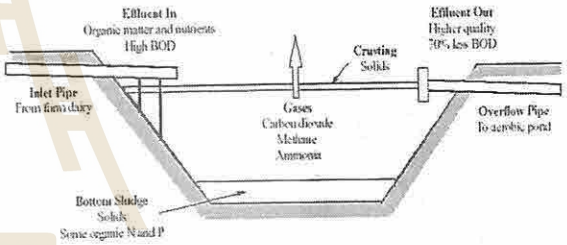
ประเภทของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

6. Anaerobic Fluidized Bed
7. Upflow Anaerobic Sludge Blanket
8. Anaerobic Rotating Biological Contactor
9. Anaerobic Baffled Reactor

1. Anaerobic pond

- มักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีความลึก ~ 3-4.5 m. ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสีย ~ 1 เดือน ท่อน้ำเสียจะเข้าส่วนล่างของบ่อ เพื่อให้เกิดตกตะกอน และเกิดการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศเกิดเป็นกรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์บางส่วนจะถูกจุลินทรีย์ชนิดสร้างมีเทน ย่อยสลายเป็นก๊าซ CH_4
- ไขมันหรือตะกอนลอยที่ระบายมากับน้ำเสียก็จะลอยตัวอยู่บนผิวน้ำป้องกันมิให้อากาศภายในบ่อนอกซึมลงไปในบ่อ เกิดสภาพไร้อากาศ

Anaerobic pond



stabilizationponds.sdsu.edu

www.ptm.org.my/biogen/photo.aspx

- The primary anaerobic pond at this North Carolina piggery has a High Density Polyethylene (HDPE) cover to contain gaseous emissions for energy recovery and for odour control.
- The collected methane is piped to a 120kW electric generator that supplies electricity to supplement farm energy consumption while waste heat from the engine exhaust and cooling system are used to heat a 40, 000 L water tank to heat the farrowing houses.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. Conventional Anaerobic Digestion

○ใช้ในการย่อยสลายตะกอนจากระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ ระบบกำจัดประกอบด้วยถังปฏิกิริยา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นถังคอนกรีตมีฝาปิดเก็บความร้อน กลิ่น และก๊าซ บนฝามีทางระบายก๊าซที่เกิดขึ้น ระบบถังหมักธรรมดามี 2 แบบคือ

- ถังหมักชนิดอัตรากำจัดต่ำ
- ถังหมักชนิดอัตรากำจัดสูง

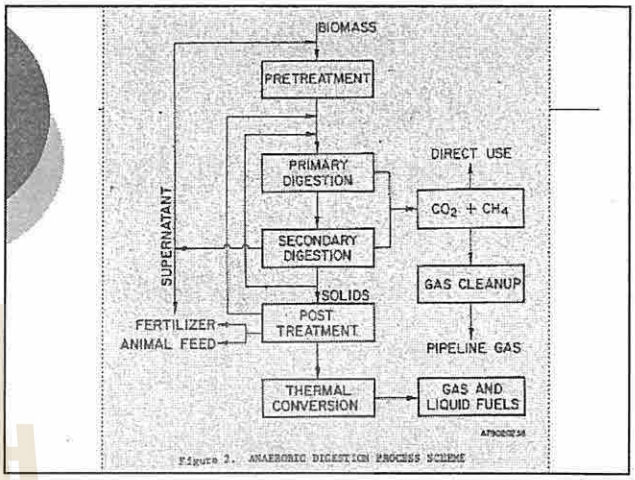
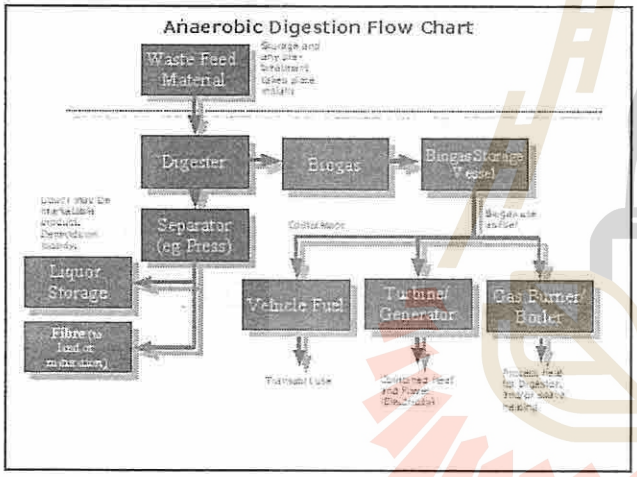
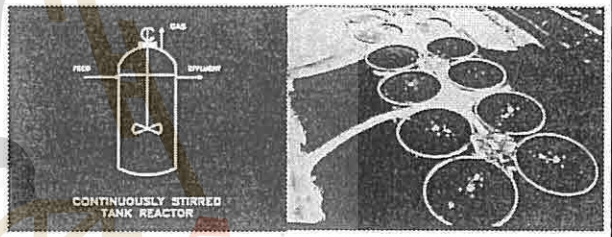


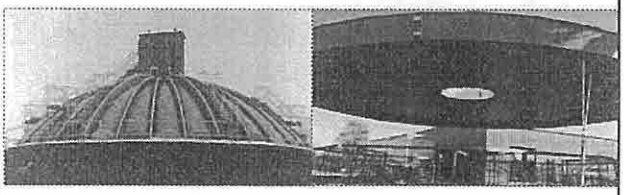
Figure 2. ANAEROBIC DIGESTION PROCESS SCHEME





Digester in Chicago

Primary Digesters



○ **Cambridge, Ontario Canada**

Bluffton, Indiana

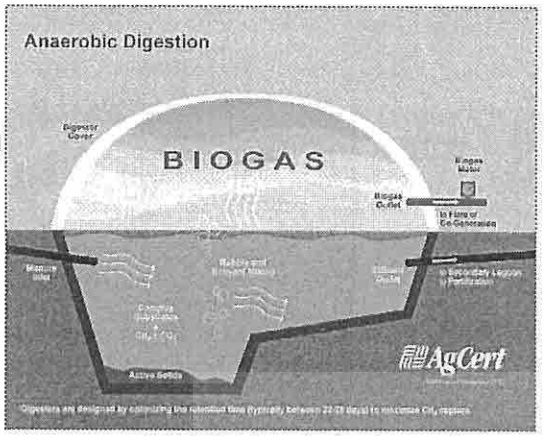
The Floating Primary Digester Cover is designed

Secondary Digesters

North Manchester, Indiana

○ Similar in configuration to the fixed dome primary except the cover is mounted to a floating ballast box consisting of a series of legs of appropriate size and length to contain the concrete ballast as well as to provide support when sitting on the corbels.

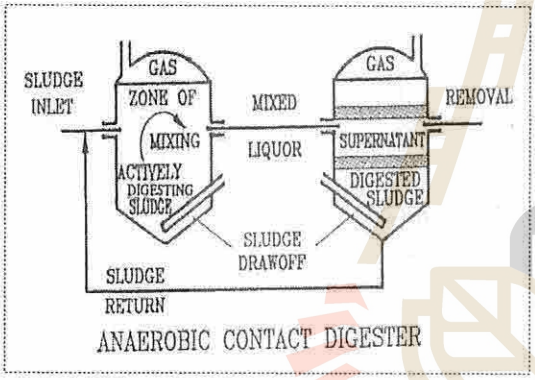
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



3. Anaerobic Contact

- ดัดแปลงมาจากถังหมักชนิดอัตราการจัดสูง ซึ่ง ถังปฏิกิริยาแบบมีการหมุนเวียนตะกอนหรือไม่มีก็ได้ แต่นิยมใช้แบบที่มีการหมุนเวียนตะกอน
- ถังหมักแบบสัมผัสจึงมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกับระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ บางครั้งเรียกถังหมักว่า ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Activated Sludge)

Anaerobic Contact



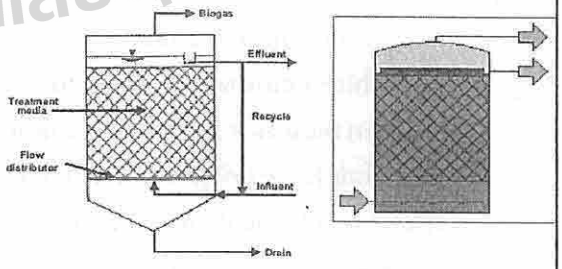
4. Two-Phase Anaerobic Digestion

- เป็นการแยกถังหมักออกเป็นสองส่วนตามลักษณะการทำงานของจุลชีพแบบไม่ใช้ O_2
- pH เป็นตัวกำหนดและควบคุมแบคทีเรียในถังหมักถังใบแรกมี pH ~ 6 มีแต่ Bact. ประเภทสร้างกรด ส่วนถังใบที่สองมี pH ~ 7 จะมี Bact. สร้างมีเทน

5. Anaerobic Filter

- ลักษณะคล้ายถังกรอง แต่บรรจุภายในด้วยหินขนาด 1.5 - 2 นิ้ว หรืออาจใช้ตัวกลางพลาสติกแทนก็ได้ น้ำเสียจะไหลข้างล่างขึ้นข้างบน จะทำให้น้ำท่วมสูงตลอดเวลา และทำให้แบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกจับอยู่ภายในถังกรอง น้ำที่ไหลออกมาจึงมีความใสโดยไม่ต้องใช้ถังตกตะกอน

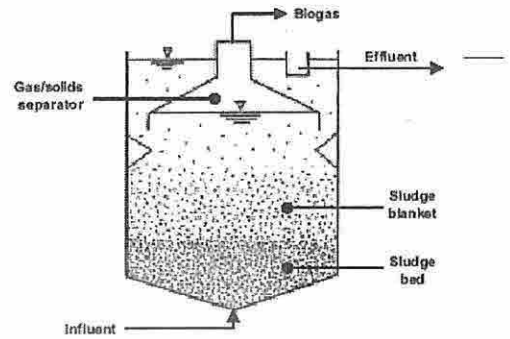
Anaerobic filter



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6. Anaerobic Fluidized Bed

○เป็นระบบ Fixed Film แบบไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางขนาดเล็กเท่ากับเม็ดทรายเป็นที่จับเกาะของBact. อัตราการไหลของน้ำเสียจะต้องสูงมาก จนกระทั่งทำให้เกิดการลอยตัวของสารตัวกลาง การใช้ตัวกลางขนาดเล็ก ทำให้ระบบนี้มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงมาก ซึ่งเท่ากับการมีแบคทีเรียจำนวนมากอยู่ในระบบ อัตราในการกำจัดน้ำเสียของระบบนี้สูงมากถังปฏิกิริยาจึงมีขนาดเล็กกว่าระบบอื่นๆ

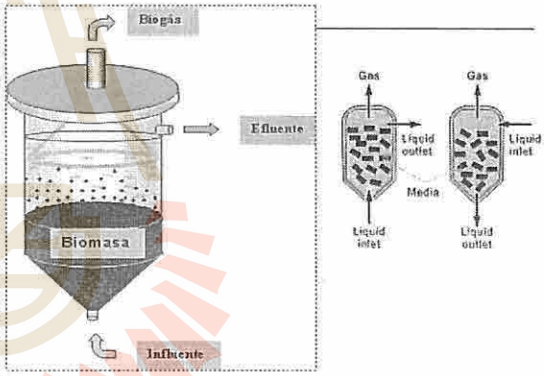


www.inspect-ny.com/.../Submerged_Septic_Beds.htm

7. Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

○ระบบนี้มีทิศทางการไหลของน้ำจากล่างขึ้นข้างบน แต่ไม่ใช้ตัวกลาง แบคทีเรียจะถูกเลี้ยงให้จับตัวกันเป็นเม็ด หรือฟล็อกจนกระทั่งมีน้ำหนักมากจนสามารถตกตะกอนได้ดี น้ำเสียที่ไหลเข้าถังปฏิกิริยาจะทำให้เม็ดแบคทีเรียลอยตัวอยู่เป็นชั้นที่ไม่จมลงก้นถัง

Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)



8. Anaerobic Rotating Biological Contactor

○ลักษณะคล้ายระบบจานหมุนชีวภาพเพียงแต่มีฝาปิดเพื่อมิให้สัมผัสอากาศภายนอก และมีช่องระบายก๊าซออกทางตอนบน แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนสามารถยึดเกาะ และเจริญเติบโตได้ดีบนผิวจาน ระบบนี้สามารถรับออร์แกนิคและไฮโดรลิคโหลดที่สูงขึ้นทันทีได้ดี

9.Anaerobic Baffled Reactor

○มีแผ่นกั้นเพื่อบังคับให้น้ำเสียไหลมุดลงอยู่ในแนวนอน และเป็นระบบที่มีพื้นผิวน้ำมากทำให้แบคทีเรียมีพื้นที่ตกตะกอนสูงกว่าระบบอื่นๆ การแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำจึงสามารถทำได้ดีโดยไม่ต้องมีการเก็บกักเซลล์ตกตะกอนอื่นๆ

○ก๊าซสามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ดีและง่าย ลักษณะดังกล่าวทำให้การเก็บกักเซลล์สามารถกระทำอย่างได้ผลดี จึงมีมวลแบคทีเรียสะสมอยู่มากการกำจัดน้ำเสียเกิดขึ้นได้ด้วยอัตราสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อดี-ข้อเสีย
ของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

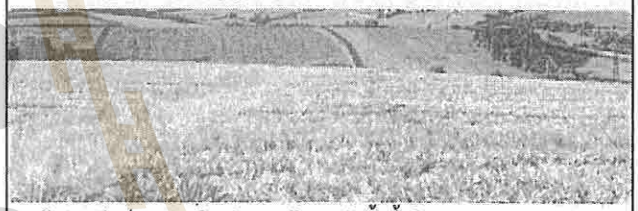
○ข้อดี -

1. เหมาะสำหรับบำบัดน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นสูง
2. การย่อยสลายของตะกอนขั้นแรกลดความเข้มข้นของจุลชีพที่ทำให้เกิดโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เหมาะสำหรับใช้ย่อยสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นไม่มีกลิ่นที่น่ารังเกียจ และใช้ประโยชน์เป็นตัวปรับสภาพดิน หรือเป็นปุ๋ย
4. ปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายได้ก๊าซมีเทนซึ่งเป็นผลผลิตหลักที่ทีค่า
5. ตะกอนสลัดจ์ มีเสถียรภาพสูง มีเซลล์เกิดใหม่ในปริมาณต่ำไม่ต้องหมุนเวียนตะกอน

ข้อเสีย

1. ระบบต้องการดูแลและควบคุมอย่างใกล้ชิด
2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดของจุลชีพค่อนข้างต่ำ ทำให้การตอบรับการเปลี่ยนแปลงของระบบอืดอาด
3. สารอนินทรีย์สังเคราะห์บางอย่างต้านการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน จึงกำจัดการใช้ระบบ
4. ในบางสภาพต้องการการแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้เงินลงทุนเริ่มแรกของถังปฏิกิริยาค่อนข้างสูง

กรณีศึกษา บริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด



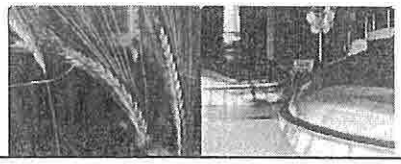
○ผู้ผลิตเบียร์รายแรกในประเทศไทย ก่อตั้งขึ้นใน พ.ศ. 2476 โดยพระยาภิรมย์ภักดี มีเป้าหมายที่จะบุกเบิกและพัฒนาอุตสาหกรรมเบียร์ของประเทศไทย ให้มีมาตรฐานและประสิทธิภาพสูง เพื่อผลิตเบียร์ไทยที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับจากทั่วโลก

กรรมวิธีการผลิตเบียร์

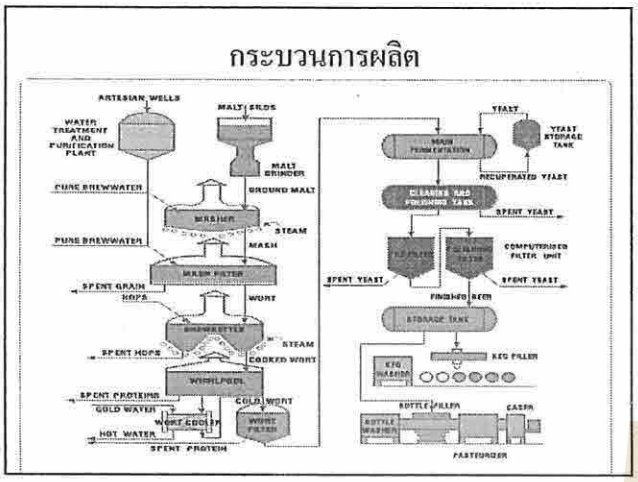
○ ส่วนผสม วัตถุดิบสำคัญที่ใช้คือ ข้าวมอลต์ (Mali) น้ำ ดอกฮ็อพ (Hop) และ ยีสต์ (Yeast)

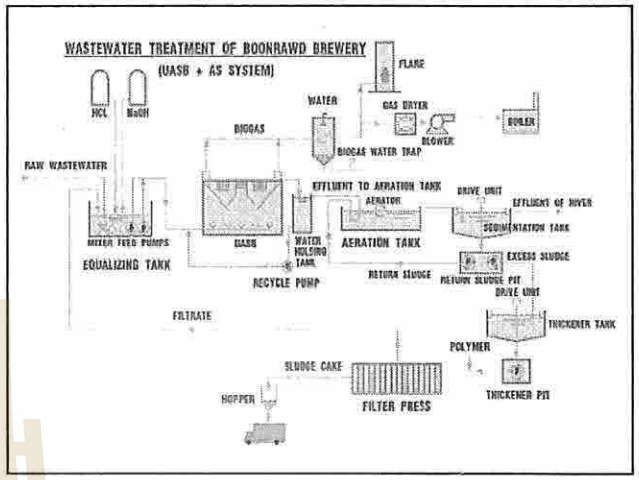
○ การผสม

○ การผลิตเบียร์เริ่มจากการนำข้าวมอลต์ มาบดให้เมล็ดแตก และนำไปใส่น้ำ ลงไปในถังผสม ถังผสมที่ใช้ในการผลิตเบียร์ในสมัยก่อนนั้นนิยมทำด้วยทองแดง



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี





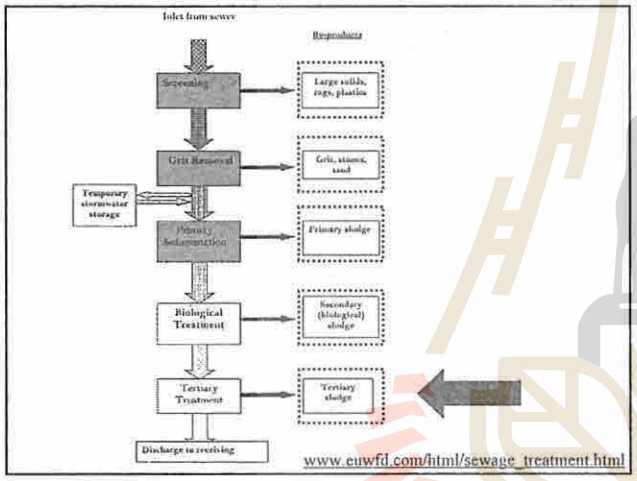
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำบัดและกำจัดสลัดจ์
(Sludge Treatment and Disposal)

ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการและวิธีการต่างๆที่ใช้ในการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ได้อย่างถูกต้อง



หัวข้อการเรียน

- แหล่งที่มาและลักษณะ
- Preliminary Operations
- Sludge Thickening
- Sludge Stabilization
- Sludge Conditioning

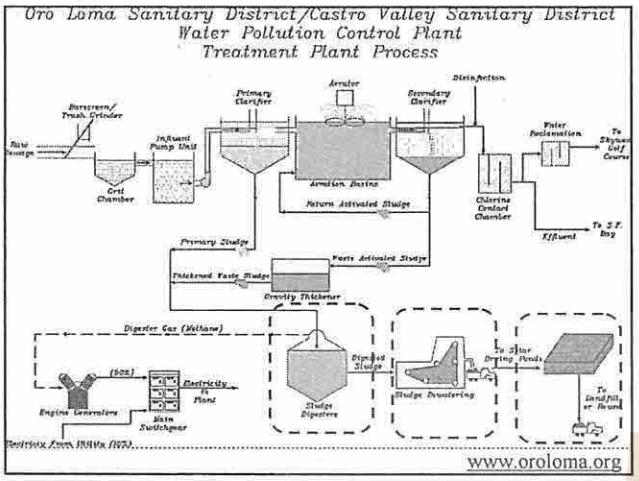
หัวข้อการเรียน

- Sludge Disinfection
- Sludge Dewatering
- Drying
- Composting
- Thermal Reduction

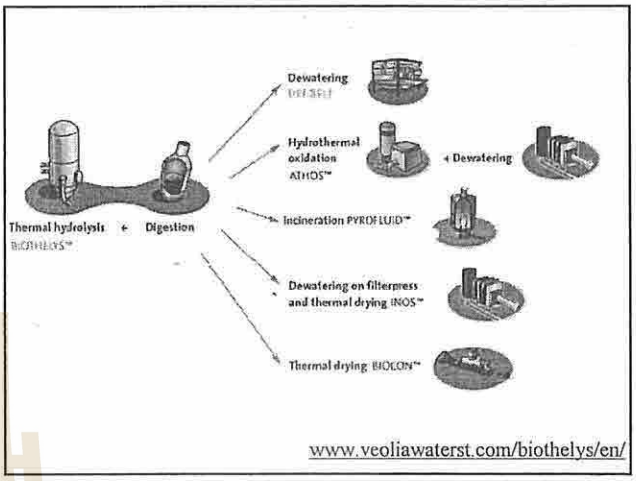
แหล่งที่มาและลักษณะ

- สลัดจ์จากถังตกตะกอนขั้นแรก
- สลัดจ์จากการใช้สารเคมี
- สลัดจ์จากถังเติมอากาศ
- สลัดจ์จากถังย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



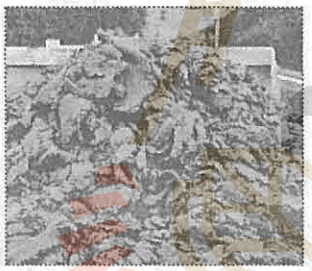
www.oroloma.org



www.veoliawaterst.com/biothelys/en/

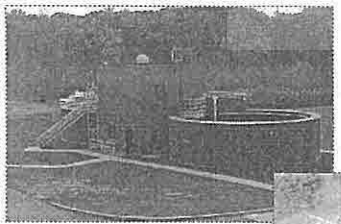
Preliminary Operations

- Sludge grinding
- Sludge degritting
- Sludge blending
- Sludge storage



Thickening

- Gravity Thickening
- Flotation Thickening
- Centrifugal Thickening
- Gravity Belt Thickening
- Rotary Drum Thickening



www.shreejisales.com/Products.htm

Sludge Stabilization

1. Anaerobic Digestion
2. Aerobic Digestion
3. Lime Stabilization
4. Heat Treatment
5. Chemical Oxidation

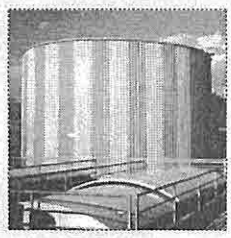
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Sludge Stabilization

เพื่อลดกลิ่นเหม็น ลดจำนวนเชื้อโรคและลดการเน่าเปื่อย

กรรมวิธีที่นิยมใช้

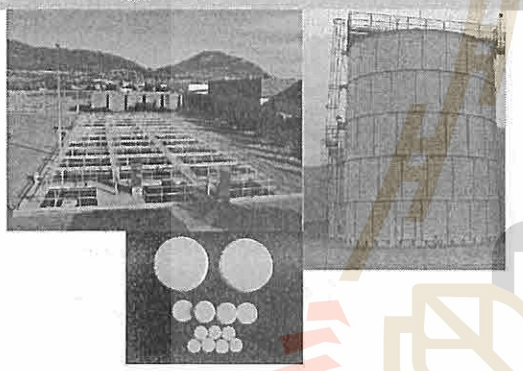
- ออกซิไดซ์ด้วยคลอรีน
- การเปลี่ยนสภาพด้วยปูนขาว



Sludge Conditioning

- **Chemical Conditioning**
- **Physical Conditioning**
  - –การล้างตัด
  - –การปรับสภาพด้วยความร้อน

Sludge Disinfection

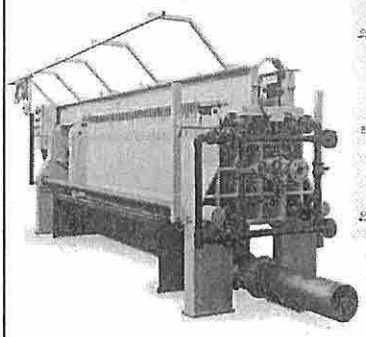


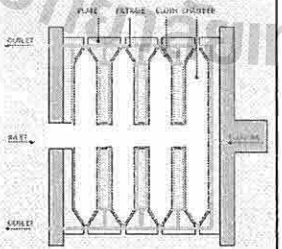
www.columbiantectank.com/app_cat_sub_show.asp...

Sludge Dewatering

1. **Vacuum Filtration**
2. **Centrifugation**
3. **Belt filter press**
4. **Filter press**
5. **Sludge Drying Beds**
6. **Lagoon**

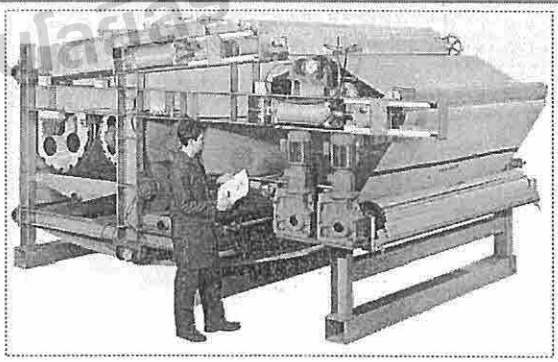
Filter Press





ww.lenntech.com/filter-ess.htm

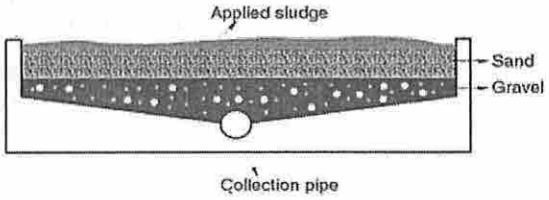
สายพานรีดน้ำ (Belt Press)

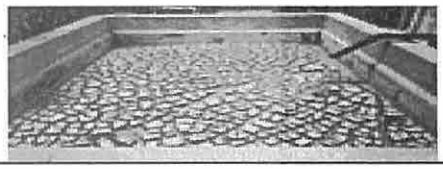


Drying

1. Heat Drying
2. Flash Drying
3. Spray Dryers
4. Rotary Dryers
5. Multiple- Hearth Dryers
6. Multiple-Effect Evaporators

ลานตาก (Sludge Drying Bed)





Composting

1. ระบบทั่วไปของการทำปุ๋ย
2. Aerated Static Pile
3. Windrow
4. In-Vessel Composting System

Thermal Reduction

- รายละเอียดทั่วไป
- การเผาไหม้
- Pyrolysis
- Starved Air Combustion
- Wet Combustion

www.johnmeunier.com/en/files/?file=968

Utimate Disposal

- การถมที่
- การนำไปใช้ประโยชน์
- การฟื้นฟูสภาพดิน

www.armreedbeds.co.uk/../sludge/

เกณฑ์การออกแบบทั่วไป ของระบบการทำปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน

- ชนิดของสลัดจ์
- Bulking agent
- C:N
- Volatile Solids
- ปริมาณอากาศที่ต้องการ

www.biosolids.org/news_weekly.asp?id=2128

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เกณฑ์การออกแบบทั่วไป ของระบบการทำปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน

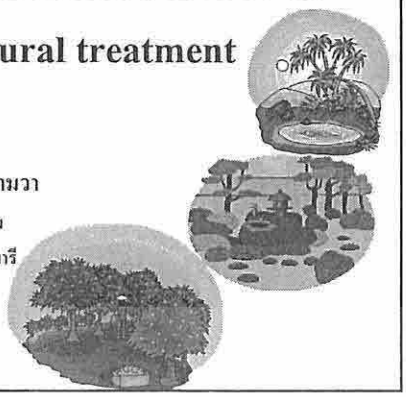
- ค่าความร้อน
- pH
- Temperature
- การกวนกลับไปกลับมา
- โลหะหนัก
- พื้นที่ที่จะทำการ

www.cipotato.org/urbanharvest/photos/u:banwas...

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ

Natural treatment



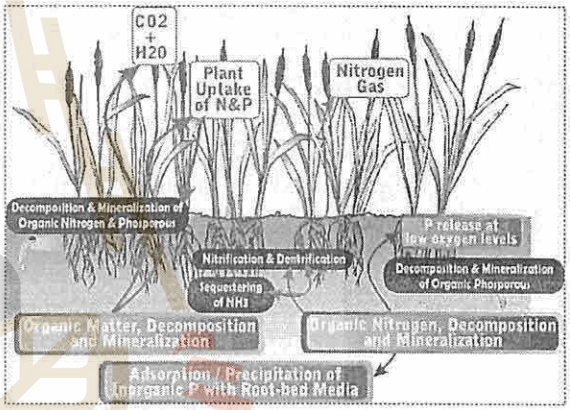
ดร. ประพัฒน์ เป็นตามวา
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

- สามารถอธิบายหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติได้ถูกต้อง

ความรู้เบื้องต้น

- การบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติจะเกี่ยวข้องกันกับกระบวนการธรรมชาติทางกายภาพ ทางเคมีและ ทางชีวภาพที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมของดินและน้ำ โดยวิธีการบำบัดน้ำเสียนี้สามารถกำจัดหรือแยกสิ่งปนเปื้อนออกจากน้ำเสียได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งสิ่งปนเปื้อนในที่นี้ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย สารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส จุลชีพ เป็นต้น



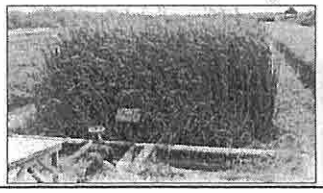
www.aqua-tt.com/howitworks/

Natural treatment

- Land Treatment System
- Constructed Wetland Systems
- Floating Aquatic plant treatment systems

Land Treatment System

1. Slow rate System
2. Rapid Infiltration System
3. Overland Flow System



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Slow rate System

- เป็นการรดน้ำ การปล่อยให้น้ำไหลซึมลงดินและการปล่อยให้เกิดการคายน้ำจากระบบ โดยจะมีพืชต่างๆ อาจเป็นต้นข้าวโพด ผักต่างๆ หรือต้นไม้ทั่วๆไปอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย

Rapid Infiltration System

- เป็นการปล่อยน้ำเสียที่ได้ถูกบำบัดขั้นต้นแล้ว (การตกตะกอน) มาลงที่บ่อหรือร่องรองรับน้ำเสีย ซึ่งจะเกิดการระเหยออก และเกิดการซึมลงใต้ดิน

Overland Flow System

- เป็นการปล่อยให้น้ำเสียที่ไหลออกจากท่อเจาะรู หรือหัวกระจายน้ำเสียซึ่งอยู่ที่สูง ไหลจากระบบจ่ายผ่านพืชต่างๆ ที่ปลูกอยู่บริเวณที่น้ำไหลผ่านลงมาจนถึงรางรองน้ำทิ้งเพื่อการระบายต่อไป

Constructed Wetland Systems

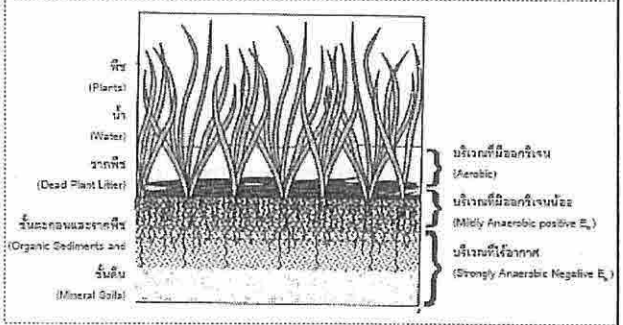
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

องค์ประกอบของบึงประดิษฐ์ (Wetland Component)

1) ชั้นกรอง (Substrata)

- *บริเวณที่มีออกซิเจน (Aerobic)* เป็นบริเวณผิวน้ำของระบบบึงประดิษฐ์ บริเวณนี้น้ำเสียสามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนกับอากาศได้
- *บริเวณที่มีออกซิเจนน้อย (Mildly anaerobic)* เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้นที่มีออกซิเจน (aerobic) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีซากพืชสะสมอยู่
- *บริเวณที่ไร้ออกซิเจน (Strongly Anaerobic)* เป็นบริเวณที่อยู่ชั้นสุดท้ายหรือล่างสุดของชั้นกรอง และในบริเวณนี้จะอยู่ในสภาพไร้อากาศ

ชั้นกรองของระบบบึงประดิษฐ์



องค์ประกอบของบึงประดิษฐ์ (Wetland Component)

2) จุลินทรีย์ (Microbial organisms)

แบคทีเรีย รา สาหร่าย และโปรโตซัว ซึ่งภายในบึงประดิษฐ์นี้สามารถแบ่งชนิดของจุลินทรีย์ได้เป็น 2 ชนิด คือ

- *แบคทีเรียชนิดแขวนลอย* คือ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตและอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำของระบบบึงประดิษฐ์เป็นแบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ
- *แบคทีเรียชนิดเกาะติด* คือ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตและอาศัยอยู่ในส่วนที่จมอยู่ในน้ำของพืช (ราก, ลำต้น) ในดิน ทราย หรือเกาะบนตัวกลางโดยตรงสำหรับบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน

ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงธรรมชาติ

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพในการบำบัด (ร้อยละ)
สารอินทรีย์	70 – 96
ของแข็งแขวนลอย	60 – 90
ไนโตรเจน	40 – 90

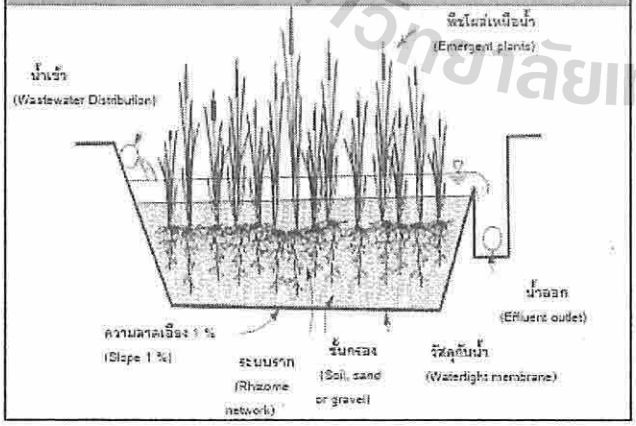
Constructed Wetland Systems

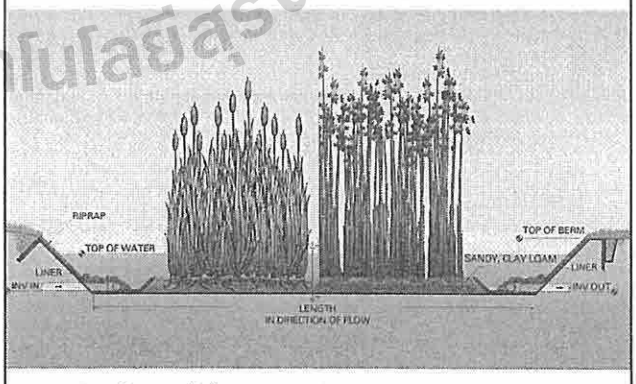
1. Free water surface Systems
2. Subsurface Flow Systems
3. Vertical flow systems

1) Free water surface Systems

- ประเภทที่น้ำไหลท่วมผิวชั้นกรองอย่างอิสระ ซึ่งมีระดับความลึกของน้ำไม่มากนัก
- ระบบนี้โดยทั่วไปจะประกอบด้วยแอ่งหรือร่องน้ำ ที่มีการเคลือบหรือฉาบวัสดุกันน้ำ
- ประกอบไปด้วยดินและวัสดุตัวกรองต่างๆ ที่จะช่วยให้รากพืชสามารถยึดเกาะอยู่ได้ โดยน้ำที่ความลึกระดับหนึ่งจะไหลอยู่เหนือผิวดินหรือชั้นกรอง
- ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่มีค่าภาระบีโอดีอยู่ในช่วง 5 – 100 มก./ลิตร

• Free water surface Systems





www.natsys-inc.com/.../

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1) Free water surface Systems

ข้อดี

✓ มีค่าก่อสร้างระบบน้อยกว่าระบบบึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวนอนและบึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่ง

✓ เป็นระบบที่ดูแลรักษาง่าย ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย

✓ ระบบไม่ผลิตตะกอนที่ต้องบำบัดในขั้นต่อไป เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ ได้

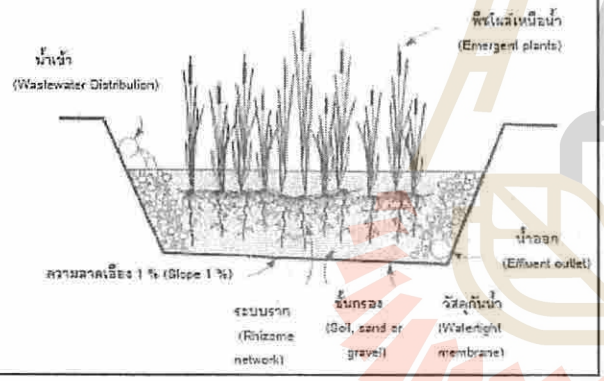
ข้อจำกัด

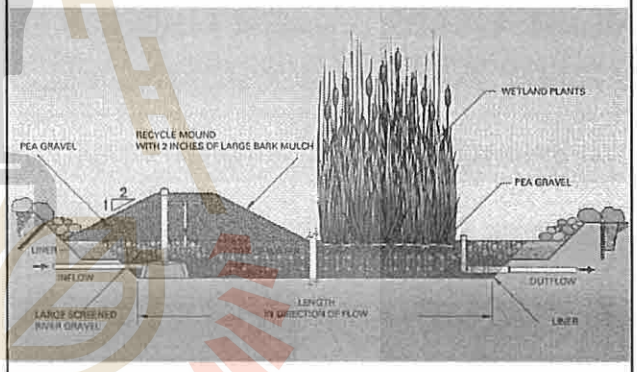
- เป็นระบบที่ต้องใช้พื้นที่มากและมีเวลาเก็บกักที่นานเมื่อน้ำเสียที่เข้าระบบมีปริมาณไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสสูง
- มีข้อจำกัดในการกำจัดฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2) Subsurface Flow Systems

- ประเภทที่น้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวนอน (Subsurface flow: SF) หรือระบบที่ปลูกพืชในชั้นกรอง (Vegetated submerged bed: VSB) ซึ่งจะมีน้ำไหลผ่านด้านข้างตัวกรองที่อาจเป็นกรวดหรือทราย
- ตัวกรองที่ใช้อาจเป็นหินหรือหินบด (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-15 ซม.) กรวดและดินชนิดต่างๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน
- ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่ภาระสารอินทรีย์ปานกลาง โดยมีความเข้มข้นของบีโอดีอยู่ในช่วง 30 – 175 มก./ลิตร

• Subsurface Flow Systems





www.natsys-inc.com/

2) Subsurface Flow Systems

ข้อดี

✓ เป็นระบบที่ดูแลรักษาง่าย ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย

✓ ไม่ผลิตตะกอนที่ต้องบำบัดในขั้นต่อไป สามารถรับภาระสารอินทรีย์ได้มากกว่าระบบบึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลท่วมผิวชั้นกรองอย่างอิสระและมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่สูงกว่า

ข้อจำกัด

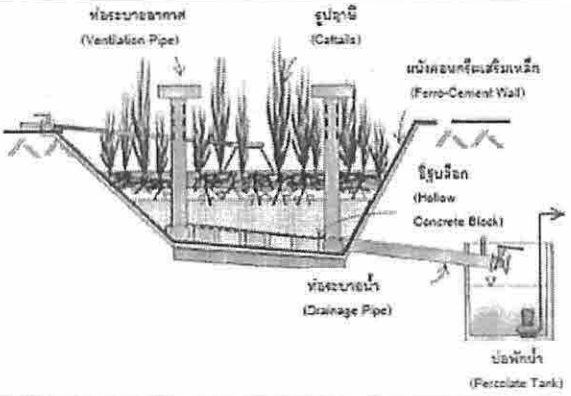
- เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงและยุง
- มีค่าก่อสร้างที่สูง
- มีข้อจำกัดในการบำบัดไนโตรเจนเพราะกระบวนการไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้ยากถ้าบางพื้นที่ในระบบมีสภาพไร้ออกซิเจน

3) Vertical Flow Systems

- ประเภทที่น้ำไหลผ่านใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่ง (Vertical flow) ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ในการรีดน้ำออกจากกากตะกอน หรือสิ่งปฏิกูลตามอาคารบ้านเรือนซึ่งจะมีของแข็งเป็นส่วน ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก
- บึงประดิษฐ์ประเภทนี้จะมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกันกับบึงประดิษฐ์ประเภทที่ 1 และ 2
- ระบบระบายอากาศ (Ventilation system) เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้มีสภาวะไร้อากาศเกิดขึ้นในส่วนรากของพืช และพื้นที่ว่างเหนือจากบริเวณผิวหน้าชั้นกรองขึ้นไปจะใช้เป็นที่สะสมกากตะกอน
- ระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีภาระสารอินทรีย์สูงๆ บีโอดีที่เข้าระบบอยู่ในช่วง 500 – 70,000 มก./ลิตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3) Vertical Flow Systems



3) Vertical Flow Systems

ข้อดี

- ✓ เป็นระบบที่ง่าย มีเสถียรภาพ
- ✓ มีประสิทธิภาพในการบำบัดสิ่งปฏิกูลได้ดีกว่าการใช้ลานตากตะกอนโดยทั่วไป
- ✓ น้ำที่ผ่านออกมาจากชั้นกรองสามารถทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์ในชั้นกรองและทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียในส่วนที่เป็นของเหลวได้ดีอีกด้วย

ข้อจำกัด

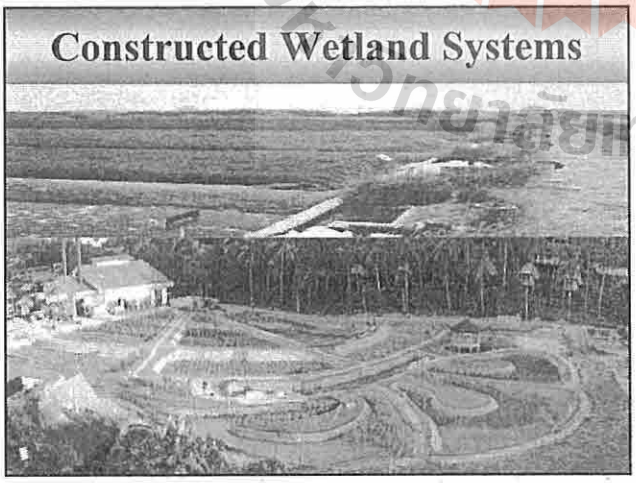
- ปัญหาการเหี่ยวและร่วงโรยของพืชในระยะเริ่มต้นของการเดินระบบในกรณีที่ใช้ระบบในการบำบัดสิ่งปฏิกูลซึ่งความเข้มข้นสูง

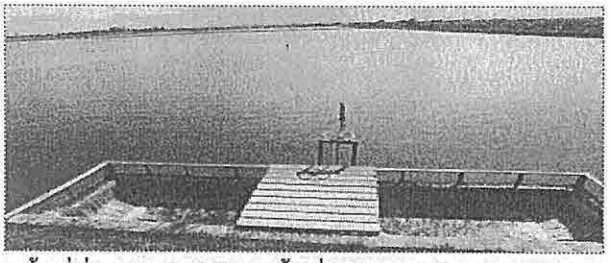
Floating Aquatic plant treatment systems

Water Hyacinth Duckweed

Constructed Wetland Systems

Constructed Wetland Systems





- พื้นที่ที่ถูกคัดเลือกให้เป็นพื้นที่ดำเนินการโครงการเพื่อสนอง พระราชดำริ คือ พื้นที่สาธารณประโยชน์ของจังหวัดเพชรบุรี ประมาณ 642 ไร่ บริเวณ ต. แหลมผักเบี้ย อ. บ้านแหลม จ. เพชรบุรี

วัตถุประสงค์ ของ โครงการ

ระยะที่หนึ่ง : การทดลองศึกษาความเป็นไปได้

(พ.ศ. 2535-2536)

ระยะที่สอง : การหารูปแบบการทดลองภาคปฏิบัติ

(พ.ศ.2537 -2539)

ระยะที่สาม : การทดลอง ประสิทธิภาพ และสร้างแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียและการกำจัดขยะ

(พ.ศ.2540 -2542)

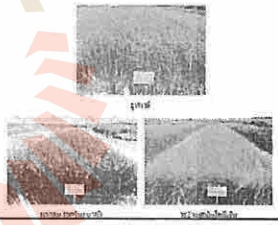
ระยะที่สี่ : การสร้างคู่มือสำหรับการประยุกต์ใช้

(พ.ศ.2543 -2544)

การบำบัดน้ำเสีย ด้วย ระบบ พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

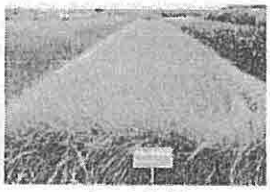
- กกกลม (กกจันทบูรณ์) (*Cyperus Corymbosus Rottb.*)

- เป็น การบำบัดน้ำเสีย โดยการทำแปลง หรือ ทำบ่อ เพื่อกักเก็บน้ำเสีย ที่รวบรวมได้ จากชุมชน และ ปลูกพืชน้ำ 2 ชนิด คือ กกกลม (กกจันทบูรณ์) (*Cyperus Corymbosus Rottb.*) และ ธูปฤาษี (*Typha angustifolia Linn.*) ช่วยใน การบำบัดน้ำเสีย



ธูปฤาษี

กกกลม (กกจันทบูรณ์)



ทยุ้าแฝกอินโดนีเซีย

- โดยมีลักษณะ การให้น้ำเสีย 2 ระบบ คือ
  - ระบบปิด เป็นระบบ ที่ให้น้ำเสีย ขังได้ ในระดับหนึ่ง และ มีการระบาย น้ำเสีย เติมลง ในระบบ ทุกวัน
  - ระบบเปิด เป็นระบบ ที่ให้น้ำเสีย ลงสู่ ระบบบำบัดอย่างต่อเนื่อง น้ำเสียใหม่ เข้าไปดัน น้ำเสีย ที่ผ่าน การบำบัด ออกจากระบบ ให้ไหลล้นทางระบายน้ำ หรือ ทางระบบท่อ ใต้ดิน สู่แหล่งน้ำ ธรรมชาติ ซึ่งมีระยะเวลา ในการพักน้ำเสีย 1 วัน และ พืชที่ปลูก สามารถตัดออก เพื่อ นำไป ใช้ประโยชน์ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำบัด น้ำเสีย ด้วยระบบพืชกรองน้ำเสีย

เป็นการ บำบัดน้ำเสีย โดยการทำแปลง หรือ ทำบ่อ เพื่อกักเก็บ น้ำเสียที่รวบรวม ได้จากชุมชน และ ปลูกพืช 3 ชนิด คือ ธูปฤาษี กกกลม (กกจันทบูรณ์) และ หญ้าแฝกอินโดนีเซีย ช่วยในการ บำบัดน้ำเสีย โดยมีลักษณะการให้น้ำเสีย คือ ระบบ ที่ให้น้ำเสีย ขังไว้ 5 วัน ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง 2 วัน และ ระบายน้ำ ที่ผ่านการบำบัดออกจากระบบโดยปล่อย ระบายน้ำ สู่ แหล่งน้ำ ธรรมชาติ และ พืชที่ปลูกสามารถตัดออกเพื่อนำไป ใช้ประโยชน์ได้

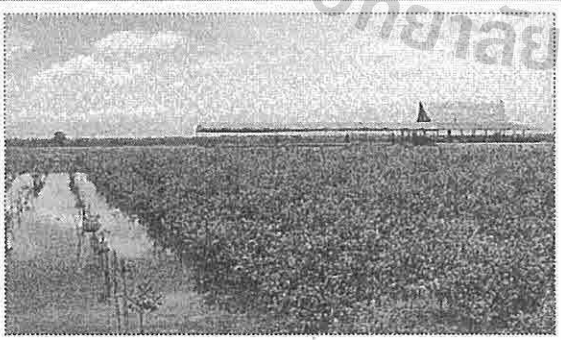
การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบพึ่งพาธรรมชาติ

- โดยอาศัย จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และการเติมออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของแพลงตอน ซึ่งในการออกแบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 4,500 - 10,000 ลูกบาศก์เมตร ต่อวัน โดยมีบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 5 บ่อ ประกอบด้วย บ่อตกตะกอน 1 บ่อ บ่อผึ่ง 3 บ่อ และบ่อปรับสภาพ จำนวน 1 บ่อ ซึ่งคุณภาพน้ำ ที่ผ่านการบำบัด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน น้ำทิ้งชุมชน

การบำบัดน้ำเสีย ด้วยระบบ หญ้ากรองน้ำเสีย

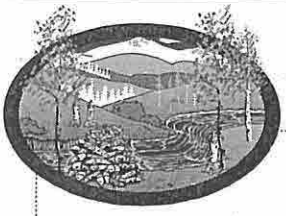
- เป็นการบำบัด โดยการทำแปลง หรือทำบ่อ เพื่อกักเก็บน้ำเสีย ที่รวบรวม ได้จากชุมชน และปลูกหญ้า อาหารสัตว์ 3 ชนิด ช่วยในการบำบัด คือ หญ้าสตาร์ (*Cynodon plectostachyus*) หญ้าคาลลา (*Letpochloa fusca*) และหญ้า โคสครอส (*Sporobolus virginicus*) มีลักษณะ การให้น้ำเสีย คือ ระบบที่ให้น้ำเสีย ขังไว้ 5 วัน และ ปล่อยทิ้ง ไว้ให้แห้ง 2 วัน และระบายน้ำ ที่ผ่านการบำบัดออกจากระบบ โดยปล่อยระบายน้ำ สู่ แหล่งน้ำธรรมชาติ และหญ้าเหล่านี้ สามารถตัดออก นำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

การบำบัดน้ำเสีย ด้วยระบบ แปลงพืชป่าชายเลน



- เป็นการบำบัดโดยการทำแปลงเพื่อกักเก็บน้ำทะเลและน้ำเสียที่รวบรวมได้จากชุมชน และ ปลูกป่าชายเลน ด้วยต้นโกงกาง และ ต้นแสม เพื่อช่วยในการบำบัด อาศัยการเจือจางระหว่างน้ำทะเลกับน้ำเสีย สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชุมชน หรือ กิจการเพาะเลี้ยงกุ้ง ที่มีพื้นที่ติดอยู่กับป่าชายเลนได้ แต่จะต้องมีบ่อพักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง และทำการระบายน้ำเสียเหล่านั้น สู่พื้นที่ป่าชายเลนที่มีอยู่ในขณะที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



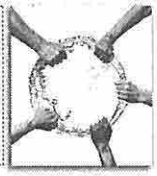
สรุปการเรียน

- **Land Treatment System**
- **Constructed Wetland Systems**
- **Floating Aquatic plant treatment systems**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

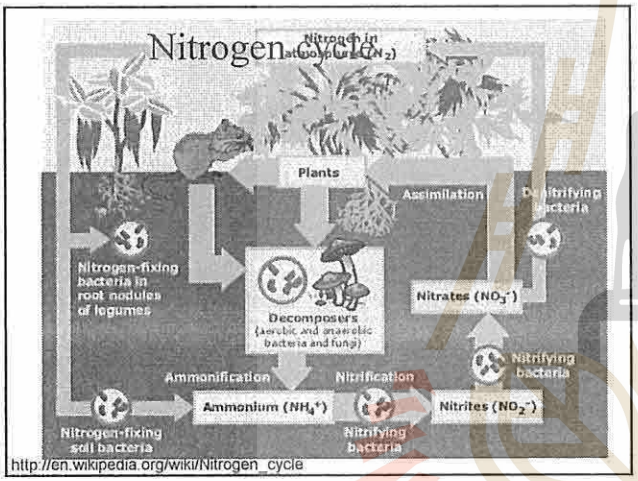
การบำบัดเฉพาะเรื่อง

ดร. ประพัฒน์ เป็นตามวา
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

- สามารถอธิบายหลักการต่างๆ ที่ใช้ในการบำบัด ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารพิษได้



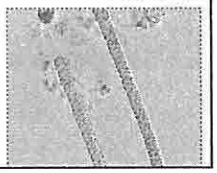
http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen_cycle

การกำจัดไนโตรเจน

- ไนโตรเจนในน้ำเสีย NH_3, Organic nitrogen, Nitrite (NO_2^-) and Nitrate (NO_3^-)
- Ammonification (Org-N to NH_3)
- NH_3 กำจัดได้โดย ถูกจุลินทรีย์ดึงไปใช้เป็นสารอาหาร และใช้ในการสร้างเซล หรือ ถูกแบทีเรียออโตโทรบเปลี่ยนเป็น ไนไตรต์และไนเตรต (Nitrification)

- **Nitrifying bacteria/ Nitrifier** แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็น ไนไตรต์หรือไนเตรต โดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน ภายใต้สภาวะAerobic
- **Denitrifying bacteria/ Denitrifier**

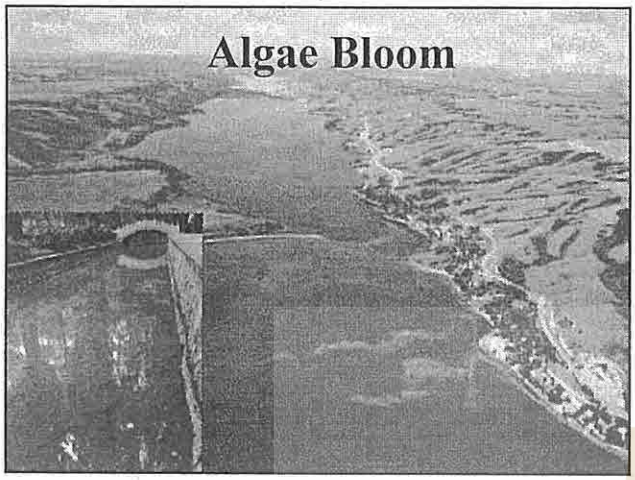
  แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ลดไนเตรต-ไนไตรต์ ให้เป็น N_2 โดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ภายใต้สภาวะAnoxic



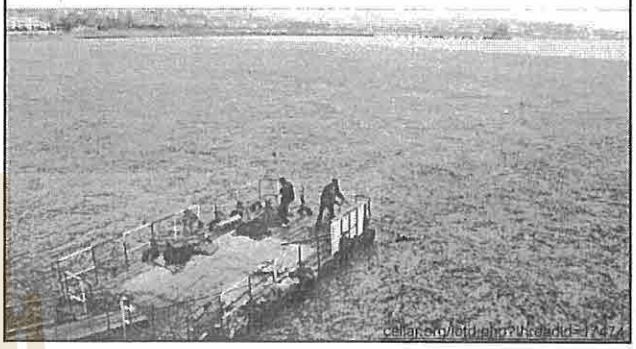
Anoxic

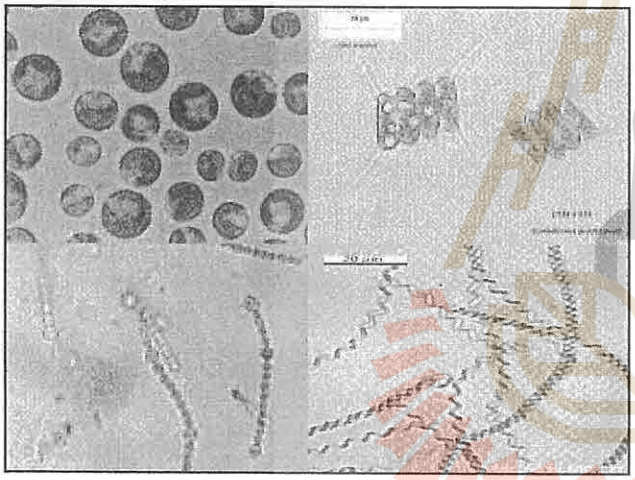
- สภาวะที่ไม่มีการเติมอากาศ แต่ไม่เป็นสภาพ Anaerobic เพราะมีไนเตรตอยู่และจุลินทรีย์สามารถดึงเอาออกซิเจนจากไนเตรตมาใช้ได้
- **A biological environment that is deficient in molecular oxygen, but may contain chemically bound oxygen, such as nitrates and nitrites.**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



A barge at Qingdao, site of the Olympic sailing regatta in August 2008





ปฏิกิริยาไนทริฟิเคชัน

$$NH_4^+ + 1.5O_2 \longrightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+$$

$$NO_2^- + 0.5O_2 \longrightarrow NO_3^-$$

$$NH_4^+ + 2O_2 \longrightarrow NO_3^- + H_2O + 2H^+$$

Nitrosomonas

Nitrobactor

ปฏิกิริยาดีไนทริฟิเคชัน

- $NO_2^- + 3H^+ \longrightarrow 0.5N_2 + H_2O + OH^-$

$NO_3^- + 5H^+ \longrightarrow 0.5N_2 + 2H_2O + OH^-$

การกำจัดไนโตรเจน

การใช้ระบบเอเอสกำจัดสารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสีย

1. ระบบแยกเชื้อ (Separate Culture System หรือ Two Sludge System)
2. ระบบเชื้อผสม (Combined Culture System หรือ Single Sludge System)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการกำจัดไนโตรเจนรูปต่างๆ

ประเภท N	จุดมุ่งหมายและวิธีการกำจัด N		
	เปลี่ยนรูปแบบ N	กำจัด N ออกจากน้ำเสีย	สร้างเซล
Organic-N	Ammonification (เปลี่ยนเป็น NH_3)		
NH_3	Nitrification (เปลี่ยนเป็น NO_2^-)		Assimilation (เปลี่ยนเป็นโปรตีน)
NO_2^-	Nitrification (เปลี่ยนเป็น NO_3^-)	Denitrification	-
NO_3^-		Denitrification (เปลี่ยนเป็นก๊าซ N)	

ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน

- อายุสลัดจ์
- ค่าพีเอช
- อุณหภูมิ
- สารพิษ
- ปริมาณออกซิเจนละลาย

ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน

- สภาพแอนแอโรบิกที่เหมาะสม
- มีปริมาณสารอินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสม

การกำจัดฟอสฟอรัส

- น้ำเสียชุมชน Orthophosphate and Polyphosphate
- โดยกระบวนการทางชีวภาพ
- โดยวิธีการทางเคมีได้แก่ ปฏิกิริยาตกผลึก ปฏิกิริยาโคแอกูเลชัน และการดูดซับโดยสารเคมีที่สามารถใช้ในการกำจัดฟอสฟอรัส ได้แก่ สารส้ม เกลือของเหล็ก และปูนขาว

การกำจัดฟอสฟอรัส

- วิธีการทางเคมี โดยการเติมสารเคมีที่ทำให้เกิดการตกผลึกของ ฟอสเฟตในรูปต่างๆ
- สารส้ม (Aluminum sulfate)
- เกลือของเหล็ก ($FeCl_3$)
- ปูนขาว (Lime)

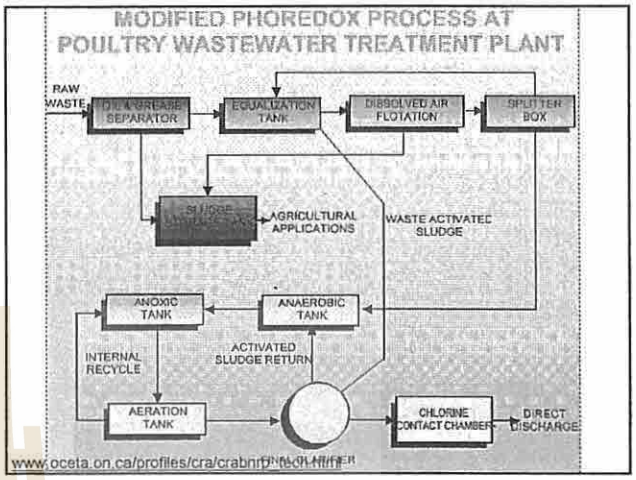
การกำจัดฟอสฟอรัสด้วยกระบวนการทางชีวภาพ

- กระบวนการโฟรีดอกซ์
- กระบวนการฟอสทริป (Phostrip Process)
- กระบวนการเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระบวนการโฟรีดอกซ์

- กระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพ คิดค้นโดย นาย James Barnard โดยมี 2 ขั้นตอนคือ Anaerobic และ Aerobic ตามด้วยถังตกตะกอน โดยมีการเวียนสลัดจ์จากถังตกตะกอนไปยังถัง Anaerobic
- 3 Stage Phoredox เพิ่มถังAnoxic เข้าระหว่าง Anaerobic และ Aerobic และมีการเวียน Mix liquor จากถัง AerobicไปยังถังAnoxic ด้วย



ตัวอย่างของกระบวนการต่างๆ ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ใน การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสพร้อมๆ กับการกำจัดบีโอดี คือ

- Modified Bardenpho Process
- กระบวนการโฟรีดอกซ์แบบสามขั้นตอน
- กระบวนการยูซีที (UCT Process)
- กระบวนการยูซีทีแบบดัดแปร (Modified UCT Process) เป็นต้น

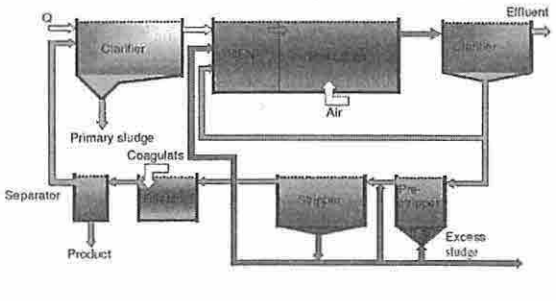
Bardenpho Process

- กระบวนการบำบัดไนโตรเจนทางชีวภาพรูปแบบหนึ่ง พัฒนาขึ้นโดย นาย James Barnard มีถัง Anoxic I , Aerobic I และ Anoxic II , Aerobic IIตามด้วยถังตกตะกอน แต่ไม่มีถัง Anaerobic
- Barnard De-nitrogen and Phosphorus removal

กระบวนการยูซีที (UCT Process)

- กระบวนการกำจัดธาตุอาหารทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่คิดขึ้นที่ University of Cape Town โดยดัดแปลงมาจากระบบโฟรีดอกซ์ ทำให้ลดปัญหาการรบกวนจากไนเตรตที่ถังแอนแอโรบิกได้

กระบวนการฟอสทริป (Phostrip Process)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Sequencing Batch Reactor, SBR

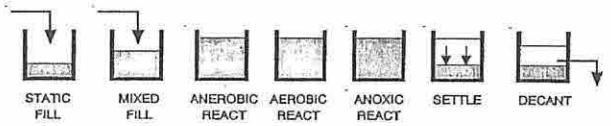


Figure 1
Sequencing batch reactor for carbon oxidation plus phosphorous and nitrogen removal
(Source: WEF, MOP 11)

การบำบัดน้ำเสียที่มีตะกั่ว

วิธีการทางเคมี เช่น

- ปูนขาว หรือโซดาไฟ เพื่อให้เกิดการตกตะกอนผลึกในรูปของตะกั่วไฮดรอกไซด์ ($Pb(OH)_2$)
- โซดาแอช เพื่อให้เกิดการตกตะกอนผลึกในรูปของตะกั่วคาร์บอเนต ($PbCO_3$)
- ฟอสเฟตเพื่อให้เกิดการตกตะกอนผลึกในรูปตะกั่วฟอสเฟต ($Pb_3(PO_4)_2$)

การบำบัดน้ำเสียที่มีโครเมียม

- โครเมียมที่ปนเปื้อนในน้ำเสียมักอยู่ในรูปเฮ็กซาวาเลนท์โครเมียม และเกิดเป็นสารประกอบร่วมกับออกซิเจนในรูปของโครเมตไอออน (CrO_4^{2-}) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้สูง

- ใช้วิธีการทางเคมีโดยการเติมสารเคมี เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4$) หรือเกลือซัลไฟต์ในรูปต่างๆ ที่ระดับค่า pHประมาณ 2 เพื่อทำปฏิกิริยารีดักชันทำให้ Cr^{6+} กลายเป็น Cr^{3+} โครเมียมที่อยู่ในรูป Cr^{3+} สามารถสร้างตะกอนผลึกในรูป $Cr(OH)_3$ ได้โดยการเติมโซดาไฟ หรือปูนขาวเพื่อปรับค่าpH ให้ได้ประมาณ 8-9 ซึ่งเป็นช่วงที่โครเมียมละลายน้ำได้น้อยที่สุด

การบำบัดน้ำเสียที่มีปรอท

- เมทธิลเมอร์คิวรี (Methyl-Hg) เอทธิลเมอร์คิวรี (Ethyl-Hg) หรือฟีนอลเมอร์คิวรี (Phenyl-Hg) ซึ่งทุกชนิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต และสามารถสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้ดี ทำให้เกิดโรคมินามาตะ (Mina Mata Disease)

วิธีที่นิยมใช้กำจัดปรอท

- การตกตะกอนให้อยู่ในรูปสารประกอบซัลไฟด์
- การดูดซับแอกติเวเต็ดคาร์บอน
- การบำบัดน้ำเสียซึ่งมีสารประกอบอินทรีย์ของปรอท (Organic Mercury)
- ส่วนการบำบัดน้ำเสียที่มีสารประกอบอนินทรีย์ของปรอท (Inorganic Mercury) นิยมใช้สารจับโลหะหนักพวกซัลเฟอร์ วิธีการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์วิธีการแลกเปลี่ยนไอออนและวิธีการออกซิเดชัน-รีดักชัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำบัดน้ำเสียที่มีสารหนู

- วิธีที่นิยมใช้ในการกำจัดสารหนูมีหลายวิธี เช่น วิธีดูดซับร่วมกับการตกตะกอน (Adsorption-Coprecipitation) โดยใช้ปูนขาว สารส้ม และเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) การดูดซับด้วยแอกติเวเต็ดอลูมินา (Activeted Almina) หรือถ่านกัมมันต์ การแลกเปลี่ยนไอออน และRevere Osmosis

การบำบัดน้ำเสียที่มีไซยาไนด์

วิธีAlkaline Chlorination เป็นกระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันประเภทหนึ่ง โดยใช้สารเคมี 2 ชนิด คือ โซดาไฟ และคลอรีน

ขั้นที่ 1 ในสภาวะที่เป็นด่าง (pH ประมาณ 9-10) คลอรีนจะออกซิไดซ์ไซยาไนด์ ให้เป็นไซยาเนต (CNO^-)

ขั้นที่ 2 ค่า pH ประมาณ 7-8 CNO^- จะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยการเติมคลอรีนหรือไฮโปคลอไรด์

การนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์

- วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้
- ดังนั้น ก่อนที่จะพิจารณานำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ควรจะ
  - ➢ ตรวจสอบสภาพการใช้น้ำในปัจจุบัน
  - ➢ วางแผนการใช้น้ำให้ประหยัดและเหมาะสม

กรณีศึกษาในประเทศไทย

1. เขตประกอบอุตสาหกรรม SIL (บริษัทที่ดินอุตสาหกรรมเครือซีเมนต์ไทย)
2. นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน
3. เทศบาลเมืองแสนสุข จังหวัดชลบุรี

พิจารณาคุณลักษณะของน้ำที่จะนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

1. เกณฑ์ทั่วไป
   - Protection of Human Health
   - Specific Process เพื่อให้ได้คุณภาพของน้ำที่เหมาะสมกับกิจกรรมที่นำไปใช้

2. ดัชนีชี้วัด

1. สี กลิ่น และความขุ่น
2. อุณหภูมิ
3. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)
4. Total Coliform Bacteria
5. BOD
6. DO
7. ค่าความเค็ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

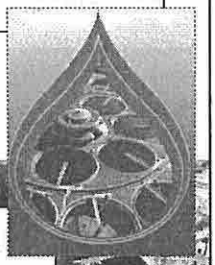
สรุปการเรียน

- การบำบัด ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ในน้ำเสีย
- การกำจัดสารพิษต่างๆ ในน้ำเสีย
  - ❖ตะกั่ว
  - ❖ไซยาไนด์
  - ❖สารหนู
  - ❖โครเมียม
  - ❖ปรอท

- การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย



สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

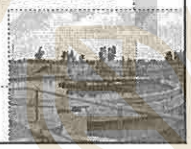
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำเทคนิคการเดินระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ในแต่ละระบบได้อย่างถูกต้อง
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้อง

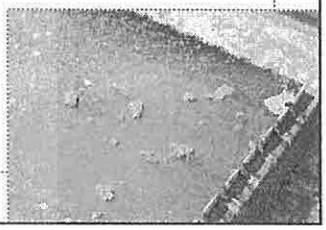
วัตถุประสงค์

5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
6. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้อง
7. เพื่อให้นักศึกษาสามารถแก้ปัญหาในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างเหมาะสม



ปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสีย

- Sludge bulking
- Wastewater treatment Starting up
- Nitrification



การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. การตรวจสอบแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย
2. การตรวจสอบภาคสนาม
3. การตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบ
4. การตรวจสอบขนาดของหน่วยบำบัดต่างๆ
5. การตรวจสอบการใช้อุปกรณ์เครื่องจักร
6. การตรวจสอบการทำงานของระบบ

เทคนิคการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

1. การปรับอัตราการไหลเข้าให้สม่ำเสมอ
2. การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย
3. การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเดินระบบ
4. ขั้นตอนในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบฯ

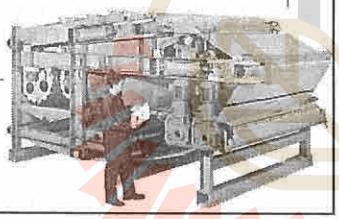
1. การวิเคราะห์อัตราการไหล
2. การวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนเข้าระบบและออกจากระบบ
3. การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในกรณีตรวจสอบหน่วยบำบัดย่อย
4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ

การควบคุมการทำงานของระบบ

1. การควบคุมอัตราการไหล
2. การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ
3. การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของรูปแบบระบบต่างๆ

การบำรุงรักษาระบบฯ

1. การบำรุงรักษาระบบบำบัดแบบต่างๆ
2. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ



ปัญหาในการเดินระบบและวิธีแก้ไข

1. ปัญหาในระบบ AS
2. ปัญหาในระบบ RBC
3. ปัญหาในระบบโปรยกรอง
4. ปัญหาในระบบบ่อผึ่ง
5. ปัญหาในระบบสระเติมอากาศ
6. ปัญหาในระบบถังกรองไร้อากาศ
7. ปัญหาในระบบบ่อเหม็น

การปรับปรุงการเดินระบบฯ

1. การปรับปรุงระบบ AS แบบธรรมดาเป็นแบบการเติมอากาศเป็นขั้น
2. การปรับปรุงระบบ AS แบบธรรมดาเป็นระบบกระบวนการปรับเสถียรสัมผัส

การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. การตรวจสอบแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย
   - 1.1 แหล่งน้ำเสียจากกรรมวิธีการผลิต
   - 1.2 ลักษณะของน้ำเสียที่ออกจากกรรมวิธีการผลิต
   - 1.3 อัตราการไหลของน้ำเสีย
   - 1.4 กระบวนการบำบัดฯ
   - 1.5 รายละเอียดการคำนวณออกแบบระบบ
   - 1.6 แบบแปลนการก่อสร้างระบบ
   - 1.7 เอกสารประกอบแบบ ได้แก่ รายละเอียดในการก่อสร้าง รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ และการเดินระบบฯ

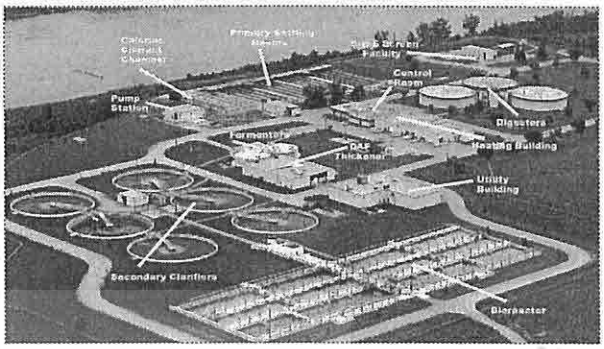
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

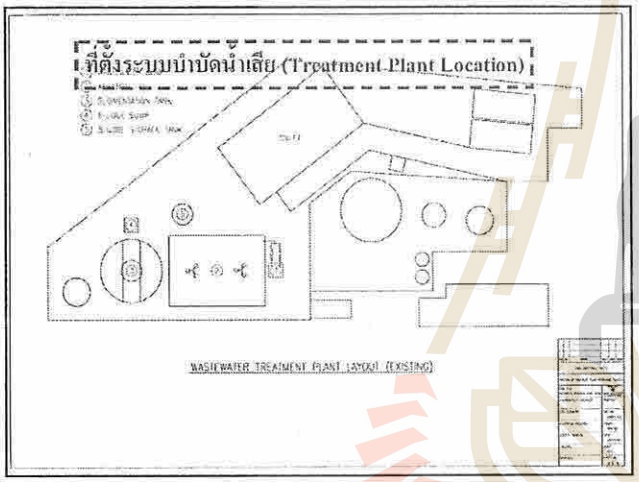
การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

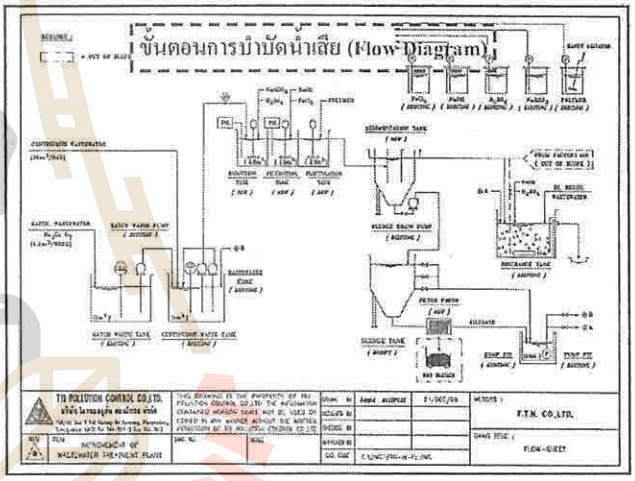
แบบแปลนควรประกอบด้วย

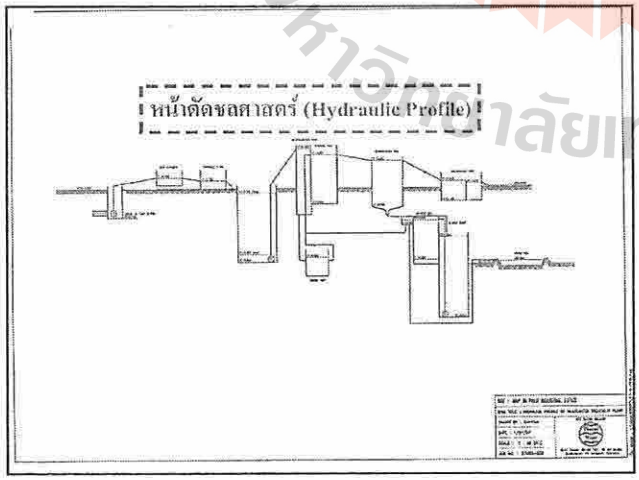
1) Treatment Plant Location
2) Flow Diagram
3) Hydraulic Profile
4) Treatment Plant Layout
5) Unit Treatment
6) Cross-section of Unit Treatment

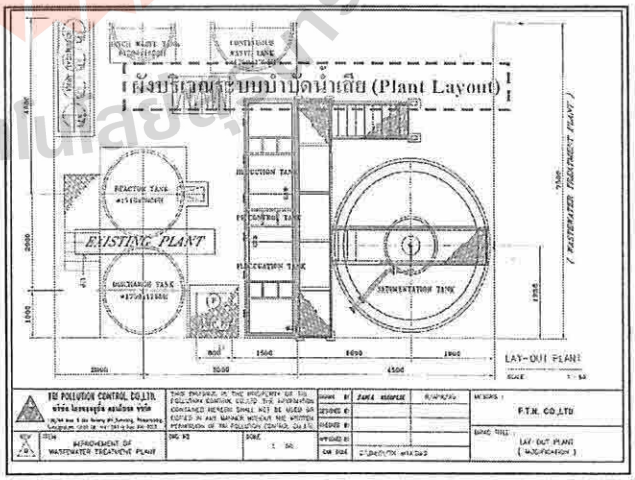
การตรวจสอบระบบ (ต่อ)



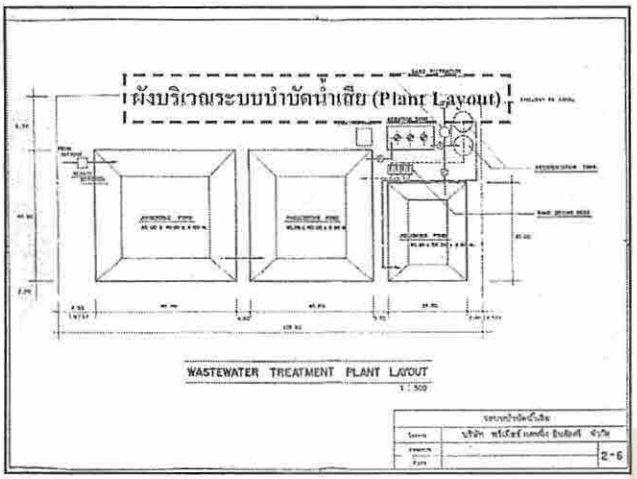


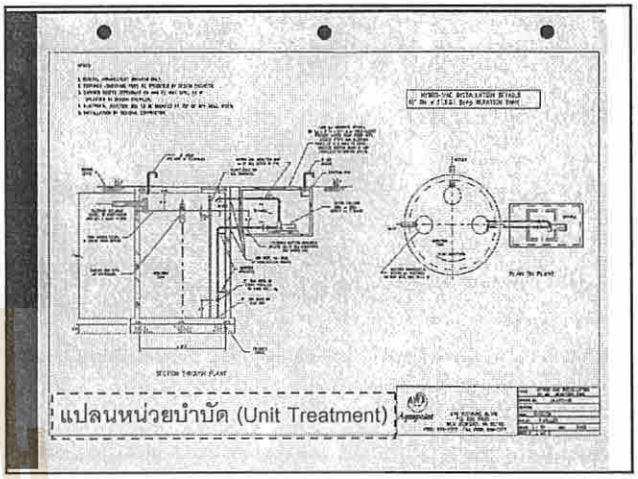


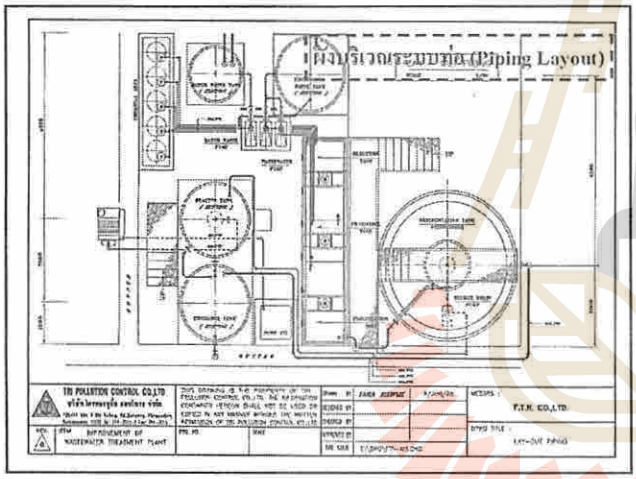


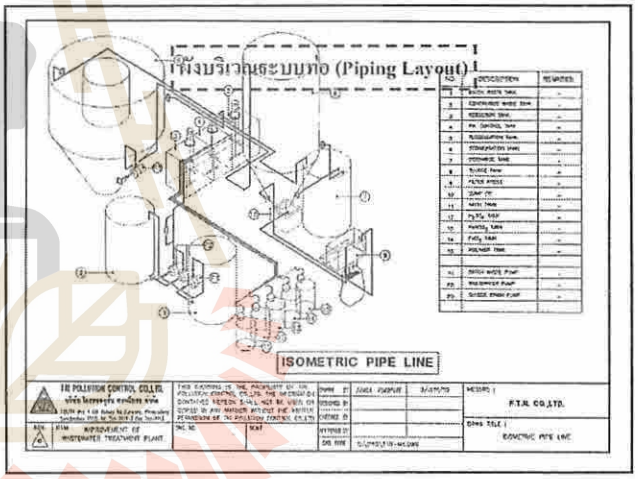


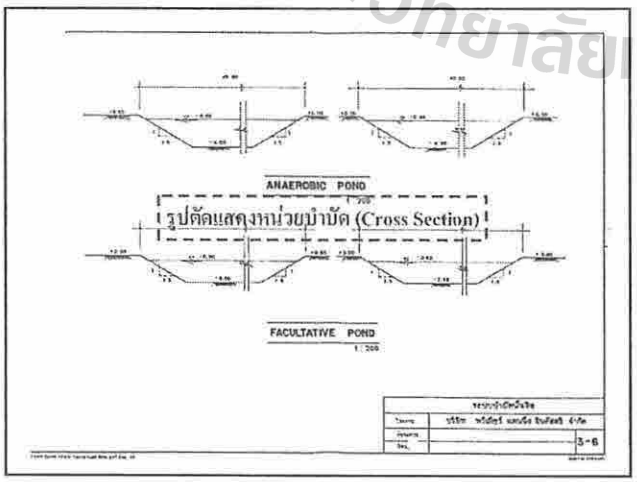
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

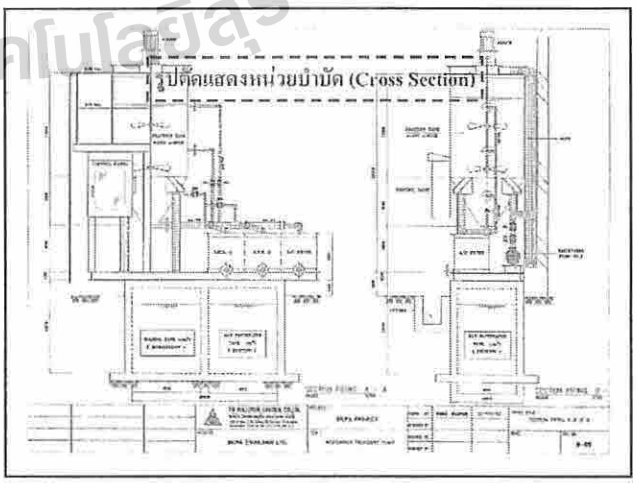




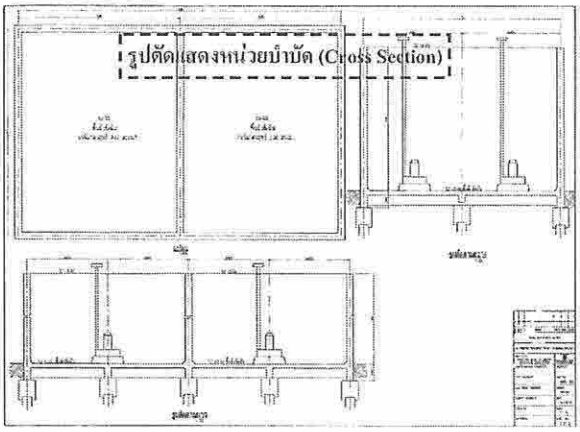








มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

2. การตรวจสอบภาคสนาม

ต้องทำเพื่อ

- ให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียได้ง่ายขึ้น

ถ้าไม่มีข้อมูล ต้องสำรวจข้อมูลภาคสนาม ???

- ขั้นตอนการบำบัด
- หน้าตัดชลศาสตร์
- ขนาดถังปรับเสมอ
- ขนาดของหน่วยบำบัดต่างๆ เช่น ถังเติมอากาศ ถังตกตะกอน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ เครื่องจักรกลต่างๆ

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

3. การตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบ

เพื่อ???

- สามารถทำการซ่อมแซม ปรับปรุง หรือเปลี่ยนใหม่ได้ทันตามต้องการ
- เพื่อให้การเดินระบบฯ มีประสิทธิภาพสูงสุด

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

3.1 ตรวจสอบสภาพของโครงสร้าง ความแข็งแรง การชำรุด การทรุดตัว การรั่วซึม

3.2 ตรวจสอบสภาพของระบบท่อ: ท่อน้ำทิ้ง ท่อSludge อุปกรณ์ท่อน้ำ ชนิด+ขนาดของท่อน้ำเหมาะสม??

3.3 ตรวจสอบเครื่องสูบน้ำ เครื่องจักรกล เครื่องเติมอากาศ เครื่องกวาดตะกอน อยู่ในสภาพพร้อมทำงาน??

3.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบควบคุม

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

4. ตรวจสอบขนาดของหน่วยบำบัดต่างๆ

เป็นการตรวจสอบรายละเอียดการคำนวณ ที่มาของค่าต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบ

4.1 ตรวจสอบข้อมูล ลักษณะและปริมาณน้ำทิ้งที่ใช้ในการออกแบบ ความเหมาะสมถูกต้อง???

4.2 ตรวจสอบเกณฑ์ในการออกแบบขนาดของหน่วยบำบัดต่างๆ เหมาะสมหรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับ??

เกณฑ์มาตรฐานในหนังสืออ้างอิงที่เชื่อถือได้

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

- **Equalizing Tank** : ขนาดเพียงพอที่จะปรับอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบได้สม่ำเสมอ เพื่อป้องกัน???
  - การเกิดปริมาณช็อก (Shock Loads) อาจทำให้เกิดอัตราการไหลแปรปรวน (Fluctuate) ⟶ ระบบล้มเหลว
- **Aeration Tank** : ขนาดพอเพียง มีออกซิเจน > 2 มก./ล. ถ่ายเทออกซิเจนได้ทั่วถึง
- **Mixing Tank** : ต้องมีการกวนที่เหมาะสม กวนได้ทั่วถึง
- **Sedimentation Tank** : ลักษณะที่ตะกอบรวมกันได้ดี, มีการแยกน้ำใสได้ดี อัตราน้ำล้นผิวอยู่ในช่วงที่เหมาะสม, การไหลเข้าออกของน้ำไม่เกิดการ Turbulence, การสูบ Sludge กลับไม่ก่อกวนระบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

5. การตรวจสอบการใช้อุปกรณ์เครื่องจักร

เพื่อ ???

– เป็นการ Check ว่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งทำหน้าที่ตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบ??

อุปกรณ์เครื่องจักร ได้แก่

- เครื่องสูบน้ำ
- เครื่องสูบสลัดจ์

อัตราการสูบสอดคล้องกับค่าที่ได้ออกแบบไว้ ?? การควบคุมวาล์ว ปรับอัตราไหล ตรวจสอบการทำงานของสวิทช์ลูกลอย (Float Switch)

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

6. การตรวจสอบการทำงานของระบบ

โดย ??

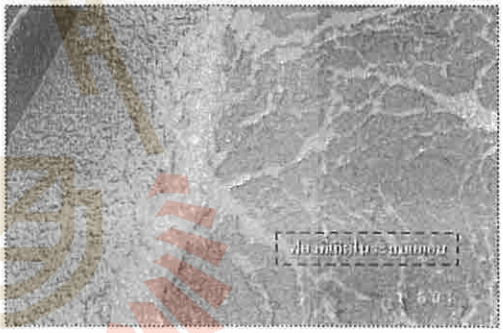
– ตรวจวัด Parameters ต่างๆ ด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบ และการสังเกตทางกายภาพ

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

6.1 Activated Sludge

- ค่า pH 6.8-8.2
- สีSludge ⟶ สีน้ำตาล
- ไม่มีกลิ่นเหม็นของ??
- ค่า DO ไม่ควรต่ำกว่า 2 มก./ล.
- ค่า SV_{30} 400-600 มล./ล.
- ค่า MLSS 1,500-3,000 มก./ล.
- ค่า SVI 80-120 มล./ก.
- ไม่ควรเกิดฟองก๊าซหรือสลัดจ์ลอยในถังตกตะกอน

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)



การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

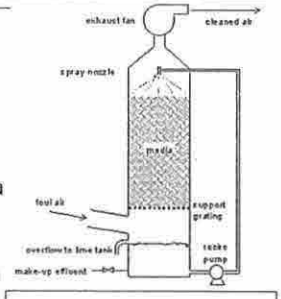
6.2 Rotating Biological Contactor

- ค่า pH 6.8-8.2
- สีSludge ⟶ สีน้ำตาล
- ไม่มีกลิ่นเหม็นของ??
- ค่า DO ไม่ควรต่ำกว่า 2 มก./ล.
- ค่า MLSS 500-1,000 มก./ล.
- ไม่ควรเกิดฟองก๊าซหรือสลัดจ์ลอยในถังตกตะกอน
- ระยะจุ่มน้ำของแผ่นหมุนชีวภาพ 40%

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

6.3 Trickling Filter

- ค่า pH 6.8-8.2
- ไม่มีกลิ่นเหม็นของ??
- ไม่ควรเกิดฟองก๊าซหรือสลัดจ์ลอยในถังตกตะกอน
- ไม่ควรปล่อยให้เกิดการแห้งที่ผิวของตัวกรอง
- การกระจายน้ำต้องสม่ำเสมออย่างทั่วถึงตลอดผิวหน้าตัวกรอง



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

6.4 Oxidation Pond

- ค่า pH 6.5-7.5
- ไม่มีกลิ่นเหม็น
- สีของน้ำในบ่อเป็นสีเขียวจางๆ ของสาหร่าย ไม่ควรมีสี??
- ระยะเวลากักเก็บ 5-20 วัน ขึ้นอยู่กับ?? ลักษณะน้ำเสีย

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

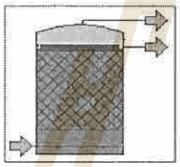
6.5 Aerated Lagoon

- ค่า pH 6.5-7.5
- ไม่มีกลิ่นเหม็น
- สีของน้ำและสลัดจ์ ⟶ สีน้ำตาล
- ค่า DO ไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล.
- ไม่ควรมีฟองหรือสลัดจ์ลอย

การตรวจสอบระบบ (ต่อ)

6.6 Anaerobic Filter

- ค่า pH 6.5-7.5
- ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว
- สีของน้ำในถัง ⟶ สีดำ
- ควรมีฟองก๊าซขึ้นมาทั่วบ่อ
- ค่า ORP ควรอยู่ที่ -300 มิลลิโวลท์ ควบคุม Oxygen dosing ในระบบ
- ตรวจสอบการอุดตันและการชำรุดของตัวกลาง
- ตรวจสอบปริมาณของสลัดจ์ที่สะสมก้นถัง



เทคนิคการเดินระบบ

- ผู้ควบคุมระบบต้องรู้ ???
  - ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบต่อวัน อัตราการไหลเฉลี่ย
  - เกณฑ์การออกแบบระบบ อัตราการไหลที่ใช้ออกแบบ
  - นำไปปรับอัตราการไหลเข้าระบบให้เหมาะสม
  - เทคนิคการควบคุมดูแลระบบ

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

1. การปรับอัตราการไหลเข้าให้สม่ำเสมอ

เพื่อ ??

- ทราบอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ
- นำไปคำนวณเพื่อควบคุมระบบฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น อัตราการสูบสลัดจ์กลับ อัตราการทิ้งสลัดจ์ อัตราการเติมสารเคมี

ถังปรับเสมอ (Equalizing tank) ทำหน้าที่ ??

- รวบรวมน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ
- ปรับอัตราการไหลเข้าระบบบำบัดให้สม่ำเสมอโดยการใช้เครื่องสูบน้ำ

ตารางที่ 1 อัตราและปริมาณน้ำเสียเข้าถังปรับเสมอ

T เวลา (ชม.)	Q อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.)	C BOD (มก./ล.)	V ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น (ลบ.ม.)	V X C ปริมาณ BOD (กก.)	Σ(V X C) BOD สะสม (กก.)
06.00	20	-	-	-	-
08.00	40	400	40	16.0	16.0
10.00	30	420	80	33.6	49.6
12.00	50	460	60	27.6	77.2
14.00	50	480	100	48.0	125.2
16.00	40	460	100	46.0	171.2
18.00	60	440	80	35.2	206.4
20.00	50	430	120	51.6	258.0
22.00	40	450	100	45.0	303.0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 1 อัตราและปริมาณน้ำเสียเข้าถังปรับเสมอ (ต่อ)

T เวลา (ชม.)	Q อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.)	C BOD (มก./ล.)	V ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น (ลบ.ม.)	V X C ปริมาณ BOD (กก.)	Σ(V X C) BOD สะสม (กก.)
24.00	20	400	80	32.0	335.0
02.00	10	410	40	16.4	351.0
04.00	10	430	20	8.6	360.0
06.00		420	20	8.4	368.4
			ΣV = 840 ลบ.ม.		

ปริมาณน้ำสะเฉลี่ย = ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวัน / 24 ชม.

= 840 ลบ.ม./วัน / 24 ชม. = 35 ลบ.ม./ชม.

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

2. การเริ่มเดินระบบบำบัด

2.1 การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียทางกายภาพและทางเคมี ขึ้นอยู่กับรูปแบบของระบบ เช่น

การตกตะกอน

การลอยตัว

โคแอกกูเลชัน

ฟล็อกกูเลชัน

กระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันทางเคมี

ต้องมีการทดสอบภาคสนามก่อนเพื่อตรวจสอบการทำงาน

การเติมสารเคมีต้อง Test ???

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

2.2 การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

สิ่งที่สำคัญคือ ???

หัวเชื้อจุลินทรีย์ จาก ???

- หัวเชื้อถังตกตะกอนของระบบเอเอสไปเติม
- มูลสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น วัว กระบือ หมู เป็นต้น
- หัวเชื้อแห้งที่ผลิตขึ้น

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

3. การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเดินระบบ

3.1 ใช้หัวเชื้อจากถังตกตะกอนในส่วน Sludge

ต้องมีค่า MLVSS ประมาณ 8,000-10,000 มก./ล.

↓

ถังเติมอากาศของระบบ AS

ถังปฏิกิริยาของระบบอื่น เช่น RBC, Aerated Lagoon

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

การคำนวณปริมาณหัวเชื้อ

$$V_2 = \frac{(V_1+V_2)C_1}{C_2}$$

V_1 = ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ

V_2 = ปริมาณหัวเชื้อจากสลัดจ์

C_1 = MLVSS ในถังเติมอากาศ

C_2 = MLVSS ของหัวเชื้อจากสลัดจ์

Ex.1

จงคำนวณปริมาณหัวเชื้อที่จะนำไปใช้ในระบบ AS โดยพิจารณาจาก

1. หัวเชื้อมีความเข้มข้น MLVSS	8,000 mg/L
2. ปริมาณน้ำใน Aeration tank	200 m^3
3. ต้องการให้มี MLVSS ใน Aeration tank	2,000 mg/L

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

3.2 ใช้หัวเชื้อจาก Sludge + มูลสัตว์ ใช้ในกรณี ??

- ระบบ Aerated Lagoon
- ระบบ AS ที่มีขนาดใหญ่

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

การคำนวณปริมาณหัวเชื้อ

$$V_2 = \frac{(V_1+V_2)C_1}{C_2}$$

V_1 = ปริมาณน้ำในสระเติมอากาศก่อนเริ่มเดินระบบคิดเป็นครึ่งหนึ่งของความจุเต็ม

V_2 = ปริมาณหัวเชื้อจากสลัดจ์

C_1 = MLSS ในสระเติมอากาศเมื่อเริ่มเดินระบบ

C_2 = MLSS ของหัวเชื้อจากสลัดจ์

Ex.2

จงคำนวณปริมาณหัวเชื้อที่จะนำไปใช้ในระบบ Aerated lagoon โดยพิจารณาจาก

1. ปริมาตรสระเติมอากาศ	1,000	m^3
2. ต้องการค่า MLSS ในสระเติมอากาศ	200	mg/L
3. หัวเชื้อสลัดจ์มี MLSS	8,000	mg/L
4. ให้เติมมูลสัตว์เสริม	0.5	kg/m^3

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

3.3 ใช้หัวเชื้อจากมูลสัตว์ ใช้ในกรณี ??

- บ่อผึ่ง Oxidation Pond

มูลสัตว์ 1-2 กก./ลบ.ม.

ปุ๋ยยูเรีย 0.5-1 กก./ลบ.ม.

ปุ๋ยฟอสเฟต 0.1-0.2 กก./ลบ.ม.

สภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Council of Science and Technology Professional

- สาขานิวเคลียร์,
- สาขาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษ,
- สาขาการผลิต การควบคุม และการจัดการสารเคมีอันตราย และ
- สาขาการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์และการใช้จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
- http://www.cstp.or.th/cstp/

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4. ขั้นตอนในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1 ระบบบำบัดทางเคมี

4.2 ระบบ AS

4.3 ระบบ RBC

4.4 ระบบ Oxidation Pond

4.5 ระบบ Aerated Lagoon

4.6 ระบบ Anaerobic Pond

4.7 ระบบ Anaerobic Filter

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.1 ระบบบำบัดทางเคมี

เพื่อ ???

เกิดการตกตะกอน การสร้างและรวมตะกอนทางเคมี

↳ ทดสอบ Jar-test

เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันทางเคมี

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.2 ระบบ AS

กระบวนการ??

ขั้นตอนเริ่มเดินระบบ

1) คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ

2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-2 กก.ต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลบ.ม. โดยคิดจากปริมาตรเป็นครึ่งหนึ่งของถังเติมอากาศ

3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของถัง

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.2 ระบบ AS (ต่อ)

4) เติมสลัดจ์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ เพื่อเพิ่ม MLSS ประมาณ 1,000-2,000 มก./ล. เช่น

ถ้าหัวเชื้อมีความเข้มข้น 10,000 มก./ล. (สลัดจ์เข้มข้น 1%) ให้เติมในอัตรา 100 ล. ต่อน้ำ 1 ลบ.ม.

**โดยปริมาตรน้ำเป็นครึ่งหนึ่งของถังเติมอากาศ

5) ปรับเครื่องเติมอากาศให้สามารถเติมอากาศได้ตลอด

6) เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5% หลังเดินระบบไปแล้ว 3 วัน

7) ไม่ต้องระบายสลัดจ์ทิ้ง ถ้ายังไม่รับน้ำเสียเต็มที่ แต่ต้องมี การสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.3 ระบบ RBC

กระบวนการ??

ขั้นตอนเริ่มเดินระบบ

1) คำนวณปริมาตรถัง RBC

2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-2 กก.ต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลบ.ม. โดยคิดจากปริมาตรเป็นครึ่งหนึ่งของถัง RBC

3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของถัง

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.3 ระบบ RBC (ต่อ)

4) เติมสลัดจ์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ เพื่อเพิ่ม MLSS ประมาณ 500 มก./ล. เช่น

ถ้าหัวเชื้อมีความเข้มข้น 10,000 มก./ล. (สลัดจ์เข้มข้น 1%) ให้เติมในอัตรา 50 ล. ต่อน้ำ 1 ลบ.ม.

**โดยปริมาตรน้ำเป็นครึ่งหนึ่งของถัง RBC

5) เริ่มเดินเครื่อง RBC

6) เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5% หลังเดินระบบไปแล้ว 3 วัน

7) ควรติดตั้งและเดินเครื่องสูบสลัดจ์จากถังตกตะกอนไปยังถัง RBC เพื่อ???

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.4 ระบบ Oxidation Pond

กระบวนการ??

ขั้นตอนเริ่มเดินระบบ

1) คำนวณพื้นที่ของ Oxidation Pond คิดเป็น ตร.ม.

2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-1.5 กก.ต่อพื้นที่บ่อผึ่ง 1 ตร.ม.

3) เติมน้ำเปล่าให้เต็มบ่อซึ่งจะมีระดับน้ำประมาณ 1 เมตร

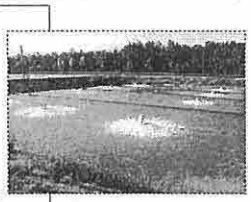
4) ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ หรือเมื่อเกิดสีเขียวของสาหร่าย

5) เติมน้ำเสียวันละ 10% ของอัตราน้ำเสียที่จะบำบัดจนกว่าจะ ครบ 100% ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10 วัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.5 ระบบ Aerated Lagoon



กระบวนการ??

ขั้นตอนเริ่มเดินระบบ

1) คำนวณปริมาตรของสระ

2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-1.5 กก. ต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลบ.ม. โดยคิดปริมาตรน้ำที่เติมเป็นครึ่งหนึ่งของสระ

3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ครึ่งหนึ่งของสระ

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.5 ระบบ Aerated Lagoon (ต่อ)

4) เติมสลัดจ์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ เพื่อเพิ่ม MLSS ประมาณ 1,000 มก./ล. เช่น

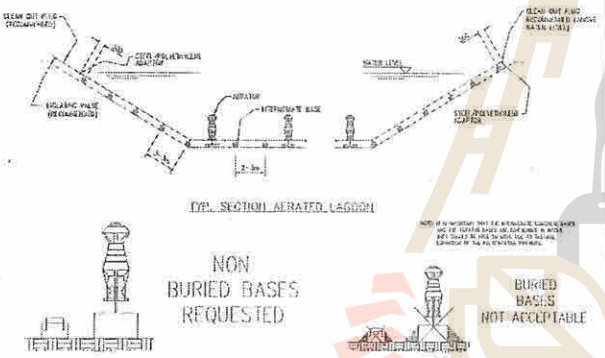
ถ้าหัวเชื้อมีความเข้มข้น 10,000 มก./ล. (สลัดจ์เข้มข้น 1%) ให้เติมในอัตรา 100 ล. ต่อน้ำ 1 ลบ.ม.

**โดยปริมาตรน้ำเป็นครึ่งหนึ่งของสระ

5) ปรับเครื่องเติมอากาศให้เติมได้ตลอดเวลา

6) เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5% หลังเดินระบบไปแล้ว 3 วัน

เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)



เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.6 ระบบ Anaerobic Pond

กระบวนการ??

ขั้นตอนเริ่มเดินระบบ

1) คำนวณปริมาตรของบ่อ

2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-2 กก.ต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลบ.ม. โดยคิดปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของบ่อ

3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ครึ่งหนึ่งของบ่อ

4) ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์

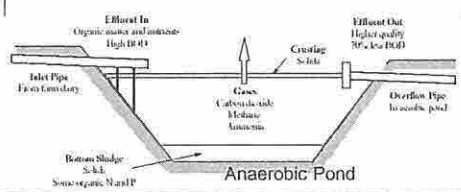
เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.6 ระบบ Anaerobic Pond (ต่อ)

5) เริ่มเติมน้ำเสียสัปดาห์ละ 10%

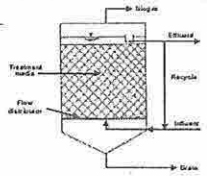
6) ปรับ pH 6-7 ด้วยปูนขาว

7) เติมปุ๋ย N,P ให้ได้ในอัตรา BOD:N:P 100:1.1:0.2



เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.7 ระบบ Anaerobic Filter



กระบวนการ??

ขั้นตอนเริ่มเดินระบบ

1) คำนวณปริมาตรของถังกรอง

2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-5 กก.ต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลบ.ม. โดยคิดปริมาตรประมาณ 1 ใน 3 ของถัง

3) เติมน้ำเปล่าให้ได้ครึ่งหนึ่งของถัง ทำการกวนผสมให้ทั่วถึง

4) บรรจุวัสดุตัวกลางลงในถังกรอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

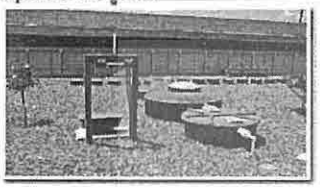
เทคนิคการเดินระบบ (ต่อ)

4.7 ระบบ Anaerobic Filter (ต่อ)

5) เติมน้ำเปล่าให้เต็มถัง ทิ้งไว้อย่างน้อย 2 สัปดาห์

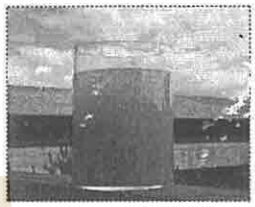
6) เติมน้ำเสียสัปดาห์ละ 10%

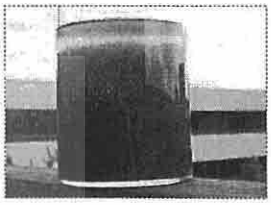
7) ปรับ pH 6-7 ด้วยปูนขาว



สรุป

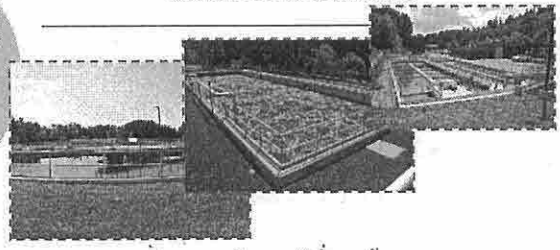
1. การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย
2. เทคนิคการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย





มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย



สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หัวข้อการเรียน: การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล
2. การวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ
3. การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในกรณีตรวจสอบหน่วยบำบัดย่อย
4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของแต่ละระบบ

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล

การคำนวณอัตราการไหลของน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 5 กรณี

1.1 การวิเคราะห์อัตราการไหลเข้าถังปรับเสมอ

คำนวณจากระดับน้ำในถังที่เพิ่มขึ้น ขณะหยุดเครื่องสูบน้ำออกจากถัง

อัตราไหลของน้ำเข้าสู่ถัง = พท.ถัง × อัตราระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น (ขณะหยุดเครื่องสูบน้ำออก)

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล (ต่อ)

1.2 การวิเคราะห์อัตราการสูบน้ำออกจากถังปรับเสมอ

คำนวณจากระดับน้ำในถังที่ลดลง ขณะไม่มีน้ำเสียเข้าถัง

อัตราการสูบน้ำ = พท.ถัง × อัตราระดับน้ำที่ลดลง (ขณะไม่มีน้ำเสียเข้า)

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล (ต่อ)

1.3 การวิเคราะห์อัตราการสูบน้ำออกจากถังปรับเสมอ

คำนวณจากระดับน้ำในถังไม่เปลี่ยนแปลง ขณะที่มีน้ำเสียเข้าถัง

อัตราการสูบน้ำ = อัตราไหลของน้ำเข้า (ระดับน้ำในถังไม่เปลี่ยนแปลง)

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล (ต่อ)

1.4 การวิเคราะห์อัตราการสูบน้ำออกจากถังปรับเสมอ

คำนวณจากระดับน้ำในถังเพิ่มขึ้น ขณะที่มีน้ำเสียเข้าถัง

อัตราการสูบน้ำ = อัตราไหลของน้ำเข้า - อัตราระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล (ต่อ)

1.5 การวิเคราะห์อัตราการสูบน้ำออกจากถังปรับเสมอ คำนวณจากระดับน้ำในถังลดลง ขณะที่มีน้ำเสียเข้าถัง

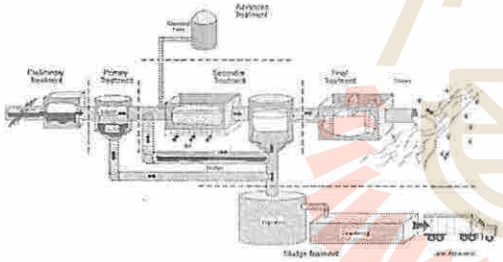
อัตราการสูบน้ำ = อัตราไหลของน้ำเข้า + อัตราระดับน้ำที่ลดลง

2. การวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ

- น้ำเสียไหลไม่สม่ำเสมอ ⇒ เข้าถังปรับเสมอ
- เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบผสมรวม ตลอด 24 ชม. เพื่อ???
  - ให้ได้ตัวแทนที่ดีของน้ำเสียทั้งหมด
  - วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย
  - วัดอัตราการไหลของน้ำเสีย

3. การวิเคราะห์ Parameters ในกรณีตรวจสอบหน่วยบำบัดย่อย

- ตรวจสอบประสิทธิภาพของ Unit Treatment ทำโดย??
  - เก็บตัวอย่างน้ำเข้า-ออกจากแต่ละหน่วย



ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ Parameters ในกรณีตรวจสอบหน่วยบำบัดย่อย

Treatment system	Unit treatment	Parameters
AS	Aeration tank	MLSS, MLVSS, DO, pH, SV_{30}, SVI
	Sedimentation tank	DO
	Sludge return	SS
RBC	RBC tank	MLSS, BOD
	Sedimentation tank	DO
Oxidation pond	Oxidation pond	DO, BOD
Aerated lagoon	Aerated lagoon	MLSS, DO
Anaerobic filter	Anaerobic filter	pH
Anaerobic pond	Anaerobic pond	pH

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ

ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ 3 ทางด้วยกัน คือ

- ทางกายภาพ
- ทางเคมี
- ทางชีวภาพ

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ (ต่อ)

- ทางกายภาพ

ตัวบ่งชี้ทางกายภาพได้แก่ ???

- สี กลิ่น ฟอง
- ลักษณะการไหลของน้ำในระบบและในแต่ละ Unit
- ลักษณะของน้ำเข้า-ออก
- ลักษณะของน้ำในแต่ละ Unit
- ลักษณะของการเกิดตะกอน
- การสะสมของ Sludge ในถังตกตะกอน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ (ต่อ)

- ทางเคมี

Parameters ที่สำคัญได้แก่ ???

- BOD, COD, pH, SS, TKN metal
- DO, MLSS, MLVSS, SV_{30}, SVI ในถังเติมอากาศ
- F/M ratio, BOD:N:P:Fe, SRT ในถังเติมอากาศ

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ (ต่อ)

- ทางชีวภาพ

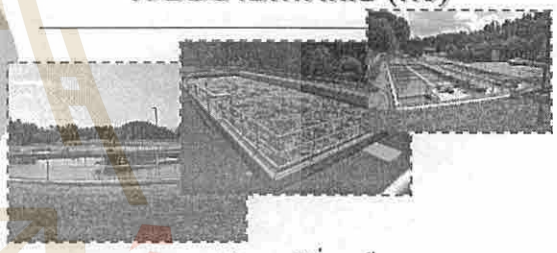
ลักษณะที่สำคัญได้แก่ ???

- การเจริญเติบโตของสาหร่ายในระบบบ่อผึ่ง
- การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจสอบชนิดของ จุลินทรีย์ที่ทำงานในระบบ AS

สรุป: การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ

1. การวิเคราะห์อัตราการไหล
2. การวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ
3. การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในกรณีตรวจสอบหน่วยบำบัดย่อย
4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของแต่ละระบบ

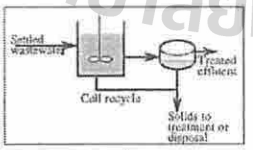
การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

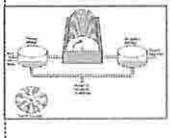


สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ (ต่อ)

4.1 ระบบ AS
4.2 ระบบ RBC
4.3 ระบบ Trickling filter
4.4 ระบบ Oxidation pond
4.5 ระบบ Aerated lagoon
4.6 ระบบ Anaerobic pond
4.7 ระบบ Anaerobic filter





4.1 Activated sludge

ลักษณะทางกายภาพ	เกิดจากสาเหตุ
สีของสลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้ม	ระบบทำงานได้ดี
สีของสลัดจ์มีสีดำ	ระบบขาดออกซิเจน
กลิ่นของสลัดจ์อับคล้ายกลิ่นดิน	ระบบให้ออกซิเจนเพียงพอ
กลิ่นของก๊าซ H_2S	ระบบมีการเติมอากาศไม่เพียงพอ
ฟองมีสีขาว	ค่า MLSS หรือ MLVSS ลดลง; จุลินทรีย์มีจำนวนและอายุน้อยเกินไป
ฟองมีสีน้ำตาล	ค่า MLSS หรือ MLVSS มากเกิน; จุลินทรีย์มีจำนวนและอายุมากเกินไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1 Activated sludge (ต่อ)

- ลักษณะทางเคมี ต้องวิเคราะห์

1) วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ

BOD, COD, pH, SS, TKN, TP และ Heavy metal

โดยเทียบกับ??? Standard

2) วิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณควบคุมระบบ

DO, MLSS, MLVSS, SV_{30} และ SVI

3) ตรวจสอบอัตราการไหลของน้ำเสีย

4) วิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ควบคุมระบบในถังเติมอากาศ

F/M ratio, BOD:N:P:Fe, HRT และ SRT

4.1 Activated sludge (ต่อ)

- ลักษณะทางชีวภาพ ต้องวิเคราะห์

1) ตรวจสอบชนิดของจุลินทรีย์

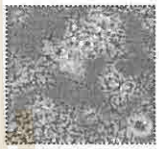
Protozoa

Rotifer

2) ตรวจสอบในกรณีที่สลัดจ์ลอย

Filamentous Bacteria

Nocardia sp.



4.1 Activated sludge (ต่อ)

4.2 ระบบ RBC

ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ ??

- การออกแบบและการสร้างที่เหมาะสม ดังนี้
  - ให้พื้นที่เพียงพอสำหรับจุลินทรีย์เกาะและเหมาะสมกับอัตราของน้ำเสียเข้าระบบ
  - การเติมอากาศต้องพอเพียง เพื่อ ??

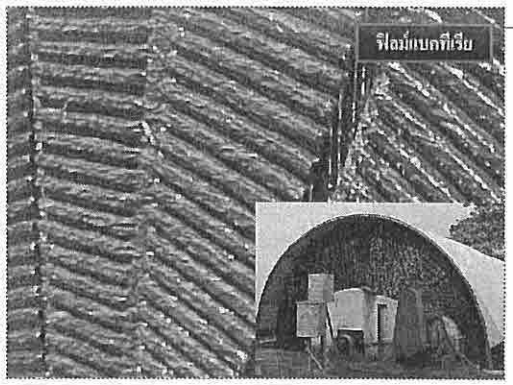
    เจริญเติบโต, ที่หลุดออกจะต้องไม่ตายก่อนไปตกตะกอน
  - อัตราการหมุนที่เหมาะสม ถ้าไม่เหมาะสม ??

    ทำให้เกิดการหลุดของจุลินทรีย์มากเกินไป
  - ทำให้เกิดการกวน เพื่อ ??

    ให้จุลินทรีย์ที่หลุดออกแขวนลอยอยู่ได้โดยไม่ตกตะกอนก่อน

4.2 ระบบ RBC (ต่อ)

4.2 ระบบ RBC (ต่อ)

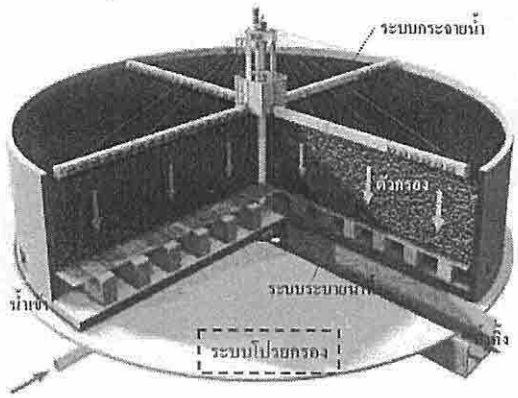


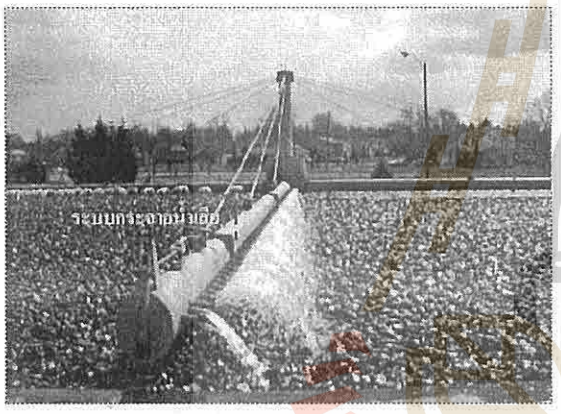
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

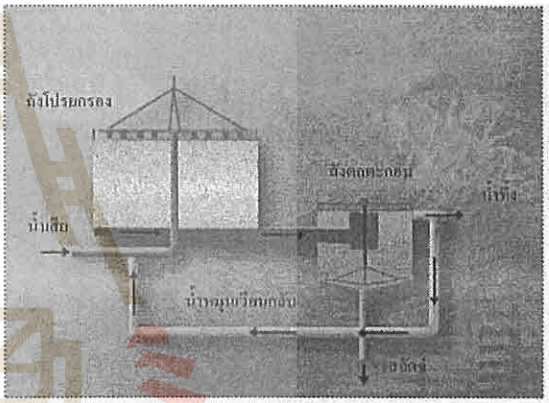
4.3 ระบบ Trickling filter

ควรตรวจสอบ

- เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ วิเคราะห์??
  pH, COD, BOD, SS, TKN และ TP เพื่อดูประสิทธิภาพของระบบ
- วิเคราะห์ค่าภาระปริมาณน้ำ (Hydraulic loading)
  เป็นอัตราส่วนของอัตราน้ำเสียเข้าระบบต่อพื้นที่หน้าตัดถัง
- วิเคราะห์ค่าภาระอินทรีย์ (Organic loading)
  ค่าปริมาณอินทรีย์ต่อปริมาตรถัง
- เพิ่มประสิทธิภาพโดยการป้อนกลับ (Recirculation)







4.4 ระบบ Oxidation pond

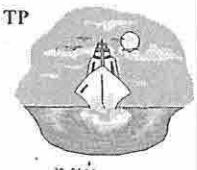
ควรตรวจสอบ

- วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ วิเคราะห์ ??
  pH, COD, BOD, SS, TKN และ TP
- น้ำในบ่อปกติสี ??
  เขียว
  ถ้าเป็นสีน้ำตาล แก้ปัญหา ??
  รับน้ำเสียมากเกิน ต้องขยายบ่อให้เพียงพอ
- ค่า pH 6.5-7.5
- ไม่ควรมีกลิ่นเหม็น

4.5 ระบบ Aerated lagoon

ควรตรวจสอบ

- วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ
  วิเคราะห์ ??
  pH, COD, BOD, SS, TKN และ TP
- ค่า DO ??
  > 2 mg/l ทั่วสระ
- เครื่องเติมอากาศ ??
  เติมได้ทั่วถึง และทำให้เกิดการกวนผสมได้ทั่ว



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.6 ระบบ Anaerobic pond

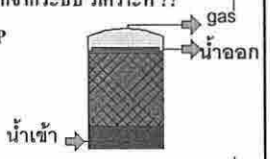
ควรตรวจสอบ

- วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ วิเคราะห์ ??
  pH, COD, BOD และ SS
- สีของน้ำ
  สีดำ
- ค่า pH ??
  6.5-7.5
- ฟองก๊าซผุดขึ้นทั่วบ่อ แต่ไม่ควรมีกลิ่น??
  เหม็นเปรี้ยว

4.7 ระบบ Anaerobic filter

ควรตรวจสอบ

- วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้า-ออกจากระบบ วิเคราะห์ ??
  pH, COD, BOD, SS, TKN และ TP
- สีของน้ำ
- ค่า pH ??
  6.5-7.5
- ฟองก๊าซผุดขึ้นทั่วบ่อ แต่ไม่ควรมีกลิ่น??
  เหม็นเปรี้ยว
- กรดอินทรีย์ระเหยควรอยู่ในช่วง 50-500 mg/l (วัดในรูปอะซิติก)

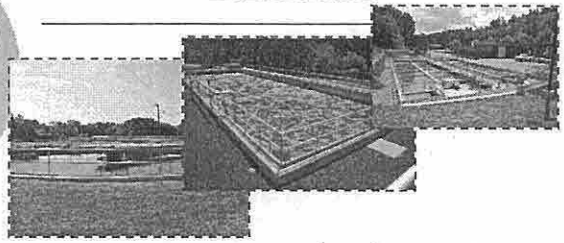


สรุป:การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ

- ✓ ระบบ AS
- ✓ ระบบ RBC
- ✓ ระบบ Trickling filter
- ✓ ระบบ Oxidation pond
- ✓ ระบบ Aerated lagoon
- ✓ ระบบ Anaerobic pond
- ✓ ระบบ Anaerobic filter

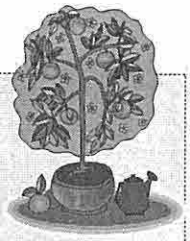
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย



สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หัวข้อการเรียน:



1. การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ
2. การควบคุมระบบต่างๆ
   - 3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AS
   - 3.2 ระบบ RBC
   - 3.3 ระบบ Trickling filter
   - 3.4 ระบบ Oxidation pohd
   - 3.5 ระบบ Aerated lagoon
   - 3.6 ระบบ Anaerobic filter
   - 3.7 ระบบ Anaerobic pond
   - 3.8 ระบบ UASB

การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ

- Aerator ทำหน้าที่ ???
  - เติมอากาศให้ออกซิเจนแก่ Aerobic bacteria
    - ใช้ในการเจริญเติบโต
    - ย่อยสารอินทรีย์
  - ให้จุลินทรีย์สัมผัสกับสารอินทรีย์ได้ทั่วถึงพอ

2. การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ (ต่อ)

- ดำเนินการดังนี้
  - 2.1 ตรวจวัด DO ไม่ต่ำกว่า 2 mg/l ตลอดทั่วถัง ทำอย่างน้อยทุก 3 เดือน
  - 2.2 ถ้าค่า DO ไม่สม่ำเสมอ ต้องตรวจสอบ ???
    - ขนาดแรงม้า
    - ชนิดเครื่องเติมอากาศ
    - อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

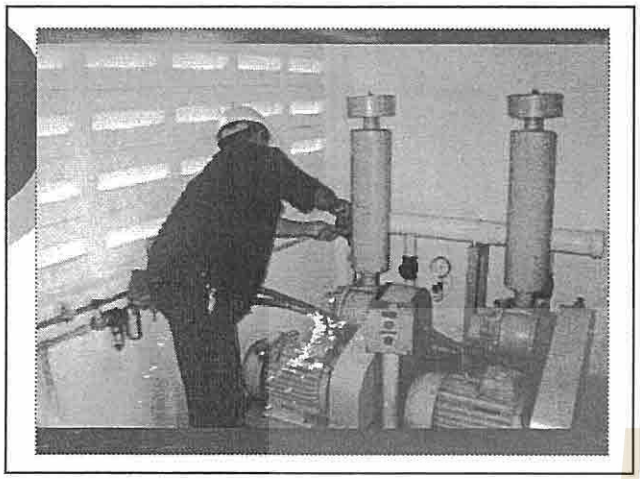
2. การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ (ต่อ)

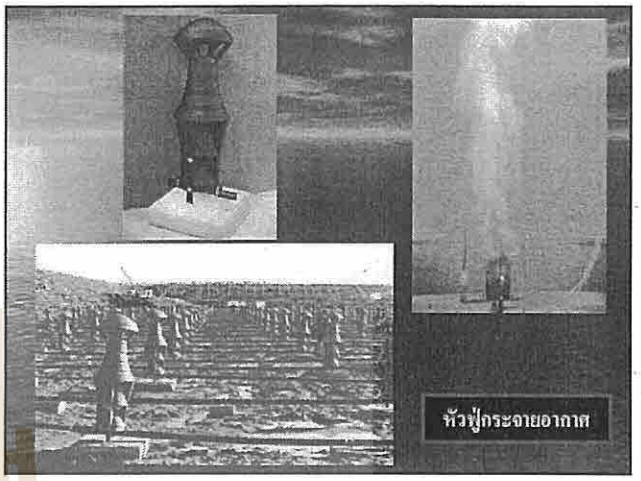
- เครื่องเติมอากาศทั่วไปประกอบด้วย
  - Surface aerator
  - Diffusion aerator
  - Jet aerator
  - Aspirating aerator

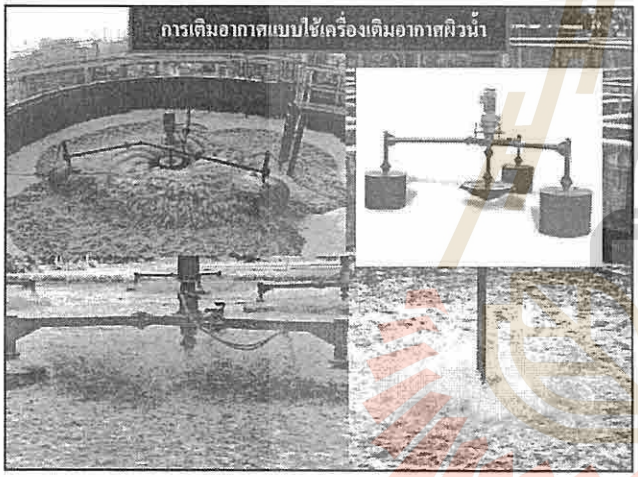
2. การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ (ต่อ)

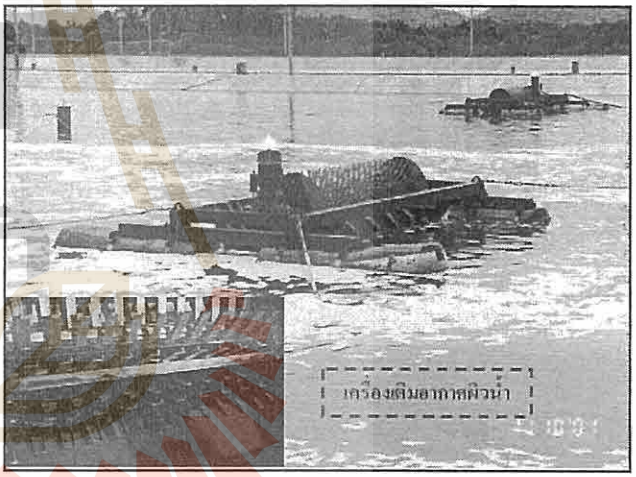
- 2.3 กรณีเครื่องเติมแบบฟู่ Diffusion aerator ควรดูแล
  - ตรวจสอบความสามารถของเครื่องเป่าอากาศ (Air blower) และหัวฟู่อากาศ (Air diffuser) มีความเหมาะสม?? ปรับควบคุมปริมาณอากาศให้สอดคล้องกับจำนวนหัวฟู่ได้เหมาะสมหรือไม่
  - ทำความสะอาดหัวฟู่อย่างน้อย 2 ครั้ง/ปี

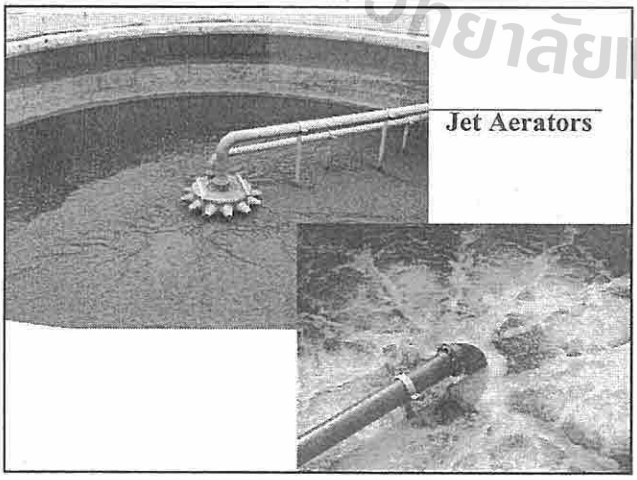
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

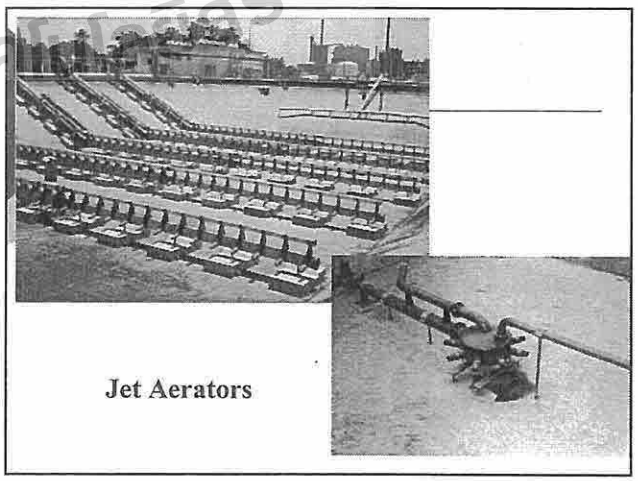




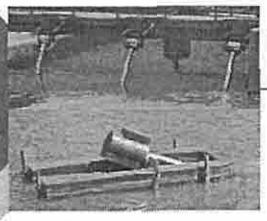




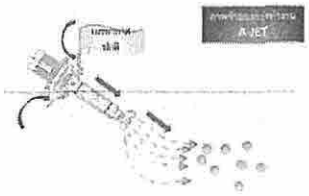


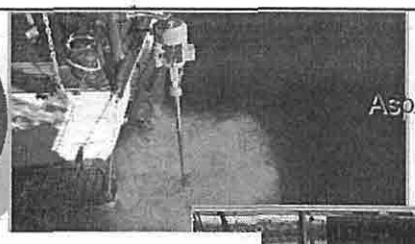


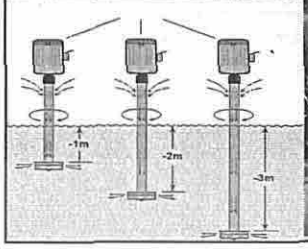
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Aspirating-Jet aerators







2. การควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ (ต่อ)

2.4 ควรตรวจวัดปริมาณ MLSS ในถังเติมอากาศอย่างน้อย

2 ครั้ง/ปี ตำแหน่ง??

○บริเวณกลางถัง

○จุดปล่อยน้ำออกก่อนเข้าถังตกตะกอน

เพื่อ??

○ตรวจสอบว่าน้ำมีการเติมอากาศทั่วถึงเพียงพอที่จะให้ค่า MLSS สม่ำเสมอทั่วถัง

3. การควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ

3.1 ระบบ AS การควบคุมการทำงานของ AS ที่สำคัญ คือ

1) การควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M ratio)
2) การควบคุมอัตราภาระอินทรีย์ในถังเติมอากาศ
3) การควบคุมอายุสลัดจ์
4) เวลากักพักน้ำ
5) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน
6) การคำนวณดุลมวลสารในถังตกตะกอน
7) การคำนวณดัชนีปริมาตรสลัดจ์
8) การควบคุมดูแลถังตกตะกอน
9) การเติมธาตุอาหาร

3.1 ระบบ Activated sludge (AS)

1) การควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M ratio)

การควบคุมการทำงานที่ดี ต้องควบคุมอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ให้เหมาะสม

F/M ratio สูง ⟶ จุลินทรีย์โตเร็ว ไม่รวมตัวกัน ตกตะกอนไม่ดี น้ำขุ่น เพราะมีสารอินทรีย์ตกค้างมาก

F/M ratio ต่ำ ⟶ จุลินทรีย์โตน้อยลง ตกตะกอนเร็ว รวมตัวไม่ทั่วทำให้น้ำออกจากถังตกตะกอนขุ่น

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

การคำนวณค่า F/M ratio

n) คำนวณค่าอาหาร F คือ สารอินทรีย์มีน้ำหนัก กก./วัน

∴ จะเท่ากับ?? BOD loading ที่เข้าถังเติมอากาศ

ค่าอาหาร F (กก./วัน)	=	นน.ของสารอินทรีย์
	=	BOD loading
	=	BOD (มก./ล.) × อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน)
	=	BOD × Q

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

การคำนวณค่า F/M ratio (ต่อ)

ข) คำนวณค่าน้ำหนักจุลินทรีย์ (M) คือ ค่า MLVSS ในถังเติมอากาศ (V) มีหน่วยเป็น กก.

ค่า นน.จุลินทรีย์ M (กก.) = นน.ของ MLVSS ในถังเติมอากาศ

$$= \frac{\text{MLVSS (มก./ล.)} \times \text{V (ลบ.ม.)}}{1000}$$

เพื่อเปลี่ยนหน่วย

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

การคำนวณค่า F/M ratio (ต่อ)

ค) คำนวณค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) คือ อัตราส่วนนน. สารอินทรีย์หรือBOD loading (F) ต่อนน.ของจุลินทรีย์ (M) ในถังเติมอากาศ

- จะอยู่ในช่วง 0.20-0.40 กก.BOD/กก.MLVSS/วัน

F/M (กก.BOD/กก.MLVSS/วัน)

$$= \frac{\text{BOD (มก./ล.)} \times \text{อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน)}}{\text{MLVSS (มก./ล.)} \times \text{V (ลบ.ม.)}}$$

$$= \frac{\text{BOD} \times \text{Q}}{\text{MLVSS} \times \text{V}}$$

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

การคำนวณค่า F/M ratio (ต่อ)

ง) คำนวณค่าอัตราส่วน MLVSS/MLSS คือ อัตราส่วนนน.จุลินทรีย์ ต่อนน. ของแข็งแขวนลอยในสลัดจ์ในถังเติมอากาศ

- ปกติ MLVSS/MLSS = 0.8 ดังนั้น

F/M (กก.BOD/กก.MLSS/วัน)

$$= \frac{\text{BOD (มก./ล.)} \times \text{อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน)}}{\text{MLSS (มก./ล.)} \times \text{V (ลบ.ม.)}}$$

$$= \frac{\text{BOD} \times \text{Q}}{\text{MLSS} \times \text{V}}$$

∴ F/M ratio กรณีที่ 1 (MLVSS) จะมีค่า มากกว่า กรณีที่ 2 (MLSS)

ตัวอย่าง จงคำนวณหาอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์

บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ	500 ลบ.ม.
มีอัตราน้ำไหลเข้า	1,000 ลบ.ม./วัน
ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ	500 มก./ล.
ค่า MLVSS ในถังเติมอากาศ	3,000 มก./ล.

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่า MLVSS ที่เหมาะสม

บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ	300 ลบ.ม.
มีอัตราน้ำไหลเข้า	500 ลบ.ม./วัน
ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ	200 มก./ล.
ค่า F/M ที่กำหนด	0.2 กก.บีโอดี/กก. MLVSS-วัน

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่า MLSS ที่เหมาะสมจากตัวอย่างที่แล้วมาล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

2) การควบคุมอัตราภาระอินทรีย์ในถังเติมอากาศ

การคำนวณ

ก) ค่าภาระอินทรีย์ = ค่าภาระบีโอดี (BOD loading; กก./วัน)

$$\text{BOD loading} = \frac{\text{BOD (มก./ล.)} \times \text{Q (ลบ.ม./วัน)}}{1000}$$

เพื่อเปลี่ยนหน่วย

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

2) การควบคุมอัตราภาระอินทรีย์ในถังเติมอากาศ (ต่อ)

การคำนวณ

ข) ค่าอัตราภาระอินทรีย์ (Organic loading; กก.BOD/ลบ.ม.-วัน) = อัตราส่วนค่าภาระบีโอดี (BOD loading; กก./วัน) ต่อปริมาตรถังเติมอากาศ

$$\text{Organic loading (OL)} = \frac{\text{BOD (มก./ล.)} \times \text{Q (ลบ.ม./วัน)}}{\text{V (ลบ.ม.)} \times 1000} = \frac{\text{BOD} \times \text{Q}}{\text{V}}$$

กก.BOD/ลบ.ม.-วัน = 62.34 ปอนด์BOD/1,000 ลบ.ฟ.-วัน

เพื่อเปลี่ยนหน่วย

ตัวอย่าง จงคำนวณหาอัตราภาระอินทรีย์ต่อปริมาตรถังเติมอากาศ

ถ้าบำบัดน้ำเสียมีความจุ 500 ลบ.ม.

มีอัตราน้ำไหลเข้า 1,000 ลบ.ม./วัน

ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ 500 มก./ล.

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

3) การควบคุมอายุสลัดจ์

คือ ระยะเวลาที่จุลินทรีย์อยู่ในถังเติมอากาศ (Mean cell residence time)

การคำนวณ

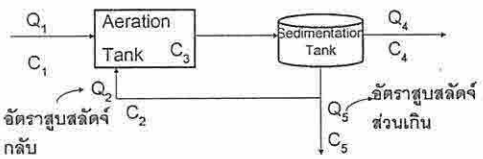
$$\text{Sludge age} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบต่อวัน}}$$

$$= \frac{\text{น้ำหนัก MLSS ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนัก SS ที่ออกจากระบบต่อวัน}}$$

$$= \frac{C_3 \times V}{(C_5 \times Q_5) + (C_4 \times Q_4)}$$

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

3) การควบคุมอายุสลัดจ์ (ต่อ)



รูปที่ 1 ดุลมวลสารในระบบ AS

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

3) การควบคุมอายุสลัดจ์ (ต่อ)

ถ้าอายุสลัดจ์น้อยเกิน (F/M มีค่าสูงไป) จะทำให้ ??

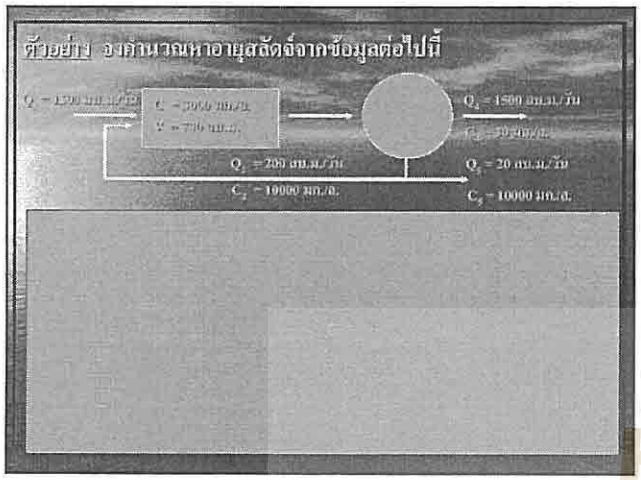
- จุลินทรีย์เติบโตอย่างรวดเร็ว
- จุลินทรีย์ไม่รวมตัวเป็น floc ตกตะกอนไม่ดี
- น้ำที่ออกจากระบบขุ่น เพราะมีสารอินทรีย์ตกค้างมาก

ถ้าอายุสลัดจ์มากเกิน (F/M มีค่าต่ำไป) จะทำให้ ??

- จุลินทรีย์เติบโตน้อยลง
- จุลินทรีย์ตกตะกอนเร็ว
- ไม่สามารถจับรวมตัวได้ทั่วถึง ดังนั้นน้ำออกจากถังตกตะกอนขุ่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่าง จงคำนวณหาอายุสลัดจ์จากข้อมูลต่อไปนี้



3.1 ระบบ AS (ต่อ)

ค) เวลากักพักน้ำ (Hydraulic retention time, HRT)

HRT สั้น ⟶ ค่า BOD ในน้ำทิ้งออกมามีค่าสูง

HRT นาน ⟶ เกิดปัญหาในการตกตะกอน

การคำนวณ

$$HRT = \frac{V\ (\text{ลบ.ม.})}{Q\ (\text{ลบ.ม./วัน})}$$

ตัวอย่าง จงคำนวณหาระยะเวลากักพักน้ำของถังเติมอากาศจากข้อมูลต่อไปนี้

$$HRT = \frac{V}{Q} = \frac{400\ \text{ลบ.ม.}}{1000\ \text{ลบ.ม./วัน}} \times \frac{24\ \text{ชม.}}{\text{วัน}} = 9.6\ \text{ชม.}$$

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

ค) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน

คำนวณได้ 3 วิธีดังนี้

ก) คำนวณจาก F/M ratio

ข) คำนวณจาก Sludge age

ค) คำนวณจาก Mass balance

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

ค) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน (ต่อ)

ก) คำนวณจาก F/M ratio

เมื่อทราบค่า BOD และอัตราการไหลของน้ำเสียต่อวัน

ทำการเปรียบเทียบค่า MLSS จากการคำนวณ F/M ratio กับค่า MLSS ที่วัดได้จริงจากถังเติมอากาศ

- ถ้าค่า MLSS จากการคำนวณ F/M < ค่า MLSS ในถัง ??? ⟶ มีสลัดจ์ส่วนเกิน
- ถ้าค่า MLSS จากการคำนวณ F/M > ค่า MLSS ในถัง ??? ⟶ ไม่มีสลัดจ์ส่วนเกิน

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

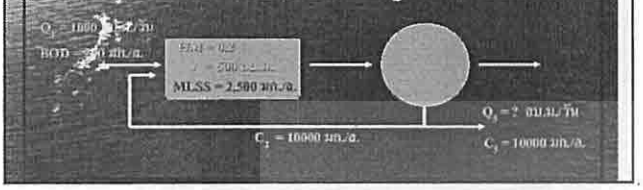
น้ำหนักสลัดจ์ส่วนเกิน (กก.) = ผลต่าง MLSS × ปริมาตรถังเติมอากาศ

ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน (ลบ.ม.) = $\frac{\text{น้ำหนักสลัดจ์ส่วนเกิน (กก.)}}{\text{ความเข้มข้นของสลัดจ์สูบกลับ (มก./ล.)}}$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่าง จงคำนวณหาปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินจากข้อมูลต่อไปนี้

ค่า F/M	0.2	กก.BOD/กก.MLSS-วัน
ค่าบีโอดีของน้ำเสีย	200	มก./ล.
อัตราการไหล	1,000	ลบ.ม./วัน
ค่า MLSS ในถังเติมอากาศ	2,500	มก./ล.
ความเข้มข้นสลัดจ์ส่วนเกิน	10,000	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศ	500	ลบ.ม.



$$F/M = \frac{BOD \times Q}{MLSS \times V}$$

$$MLSS = \frac{BOD \times Q}{F/M \times V}$$

$$= \frac{200 \times 1{,}000}{0.2 \times 500}$$

$\therefore$ MLSS ที่ต้องการ = 2,000 มก./ล.

ผลต่าง MLSS = 2,500-2,000

= 500 มก./ล.

น้ำหนักสลัดจ์ส่วนเกิน = ผลต่าง MLSS × ปริมาตรถังเติมอากาศ

$$= 500 \frac{\text{มก.}}{\text{ล.}} \times 500 \text{ ลบ.ม.} \times \frac{\text{กก.}}{10^6 \text{ มก.}} \times \frac{1{,}000 \text{ ล.}}{\text{ลบ.ม.}}$$

= 250 กก.

$$\text{ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน} = \frac{\text{น้ำหนักสลัดจ์ส่วนเกิน (กก.)}}{\text{ความเข้มข้นของสลัดจ์ส่วนเกิน (มก./ล.)}}$$

$$= \frac{250 \text{ กก.}}{10{,}000 \text{ มก./ล.}} \times \frac{10^6 \text{ มก.}}{\text{กก.}} \times \frac{\text{ลบ.ม.}}{1{,}000 \text{ ล.}}$$

$\therefore$ ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน = 25 ลบ.ม.

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน (ต่อ)

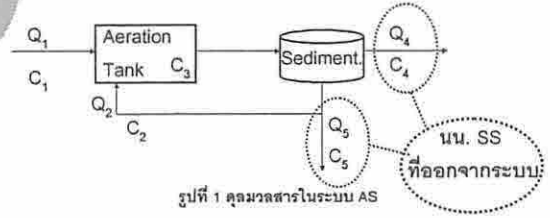
ข) คำนวณจาก Sludge age

เมื่อทราบค่า Sludge age และน้ำหนัก MLSS ในถังเติมอากาศ จะคำนวณค่าน้ำหนัก SS ที่ออกจากระบบต่อวันได้

$$\text{Sludge age} = \frac{\text{น้ำหนัก MLSS ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนัก SS ที่ออกจากระบบต่อวัน}}$$

นน. SS ที่ออกจากระบบคือ นน. SS ในน้ำปล่อยทิ้งรวมกับนน.สลัดจ์ส่วนเกิน

3.1 ระบบ AS (ต่อ)



รูปที่ 1 ดุลมวลสารในระบบ AS

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

ดังนั้น

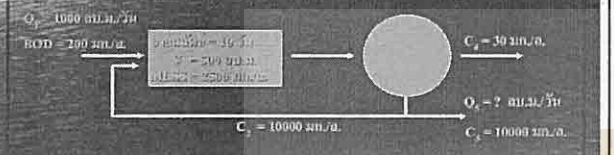
นน.สลัดจ์ส่วนเกิน (กก./วัน) = นน. SS ที่ออกจากระบบ – นน. SS ในน้ำทิ้ง

$$\text{ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน (ลบ.ม./วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักสลัดจ์ส่วนเกิน (กก./วัน)}}{\text{ความเข้มข้นของสลัดจ์ส่วนเกิน (มก./ล.)}}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่าง จงคำนวณหาปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินจากข้อมูลต่อไปนี้

อายุสลัดจ์	10	วัน
อัตราการไหล	1,000	ลบ.ม./วัน
ค่า MLSS ในถังเติมอากาศ	2,500	มก./ล.
ความเข้มข้นสลัดจ์ส่วนเกิน	10,000	มก./ล.
ค่า SS ในน้ำทิ้ง	30	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศ	500	ลบ.ม.



Sludge age = $\frac{\text{น้ำหนัก MLSS ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนัก SS ที่ออกจากระบบต่อวัน}}$

∴ นน. SS ที่ออกจากระบบ

= $\frac{2{,}500 \text{ มก./ล.} \times 500 \text{ ลบ.ม.}}{10 \text{ วัน}}$

= 125 กก./วัน

นน.สลัดจ์ส่วนเกิน = นน. SS ที่ออกจากระบบ – นน. SS ในน้ำทิ้ง

= 125 กก./วัน – (30 มก./ล. × 1,000 ลบ.ม./วัน)

= 95 กก./วัน

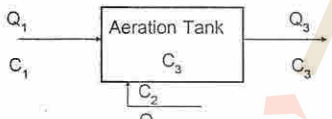
ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน = $\frac{\text{น้ำหนักสลัดจ์ส่วนเกิน}}{\text{ความเข้มข้นของสลัดจ์ส่วนเกิน}}$

= $\frac{95 \text{ กก./วัน}}{10{,}000 \text{ มก./ล.}}$ = 9.5 ลบ.ม./วัน

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

5) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน (ต่อ)

ค) คำนวณจากดุลมวลสาร (Mass balance)



รูปที่ 2 ดุลมวลสารในถังเติมอากาศ

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

สมการในถังเติมอากาศ

$$C_3 \times Q_3 = (C_1 \times Q_1) + (C_2 \times Q_2)$$

C_1 = SS ของน้ำเข้าถังเติมอากาศ

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำเสีย

C_2 = ความเข้มข้นของสลัดจ์สูบกลับ

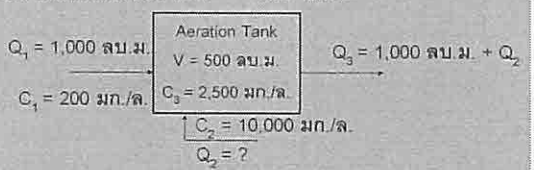
Q_2 = อัตราการสูบสลัดจ์กลับ

C_3 = MLSS ในถังเติมอากาศ

Q_3 = อัตราน้ำล้นจากถังเติมอากาศ ($Q_1 + Q_2$)

จงคำนวณอัตราการสูบสลัดจ์กลับจากข้อมูลต่อไปนี้

1) SS ของน้ำเสียเท่ากับ 200 มก./ล.
2) อัตราการไหลของน้ำเสีย 1,000 ลบ.ม./วัน
3) SS ในสลัดจ์สูบกลับ 10,000 มก./ล.
4) MLSS ในถังเติมอากาศ 2,500 มก./ล.
5) ปริมาตรของถังเติมอากาศ 500 ลบ.ม.



$C_3 \times Q_3 = (C_1 \times Q_1) + (C_2 \times Q_2)$

$2{,}500 \text{ มก./ล.} \times (1{,}000 \text{ ลบ.ม./วัน} + Q_2) = (200 \text{ มก./ล.} \times 1{,}000 \text{ ลบ.ม./วัน}) + (10{,}000 \text{ มก./ล.} \times Q_2)$

$7.5 \times Q_2 = 2{,}300$

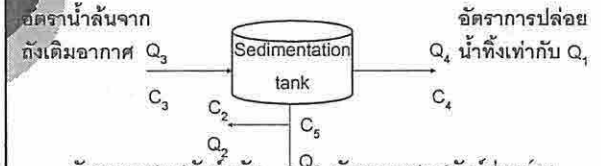
$Q_2 = 306.67$ ลบ.ม./วัน

∴ อัตราการสูบสลัดจ์กลับ = 307 ลบ.ม./วัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

6) ดุลมวลสารในถังตกตะกอน



รูปที่ 3 ดุลมวลสารในถังตกตะกอน

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

สมการในถังเติมอากาศ

$$C_3 \times Q_3 = (C_4 \times Q_4) + (C_2 \times Q_2) + (C_5 \times Q_5)$$

C_3 = MLSS ในถังเติมอากาศ

Q_3 = อัตราน้ำล้นจากถังเติมอากาศ ($Q_1 + Q_2$)

C_2 = ความเข้มข้นของสลัดจ์สูบกลับ

Q_2 = อัตราการสูบสลัดจ์กลับ

C_4 = SS ในน้ำปล่อยทิ้ง

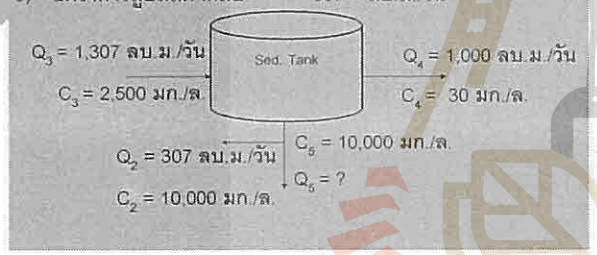
Q_4 = อัตราปล่อยน้ำทิ้งเท่ากับ Q_1

C_5 = ความเข้มข้นสลัดจ์ส่วนเกิน

Q_5 = อัตราการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน

จงคำนวณอัตราการสูบสลัดจ์ส่วนเกินจากข้อมูลต่อไปนี้

1)	MLSS ในถังเติมอากาศ	2,500	มก./ล.
2)	อัตราการไหลของน้ำเสีย	1,000	ลบ.ม./วัน → Q_1
3)	SS ในน้ำปล่อยทิ้ง	30	มก./ล.
4)	ความเข้มข้นสลัดจ์สูบกลับ	10,000	มก./ล.
5)	อัตราการสูบสลัดจ์กลับ	307	ลบ.ม./วัน



$$C_3 \times Q_3 = (C_4 \times Q_4) + (C_2 \times Q_2) + (C_5 \times Q_5)$$

$3,268$ กก./วัน $= 30$ กก./วัน $+ 3,070$ กก./วัน $+ (10,000$ มก./ล.$)(Q_5)$

$$Q_5 = \frac{168 \text{ กก./วัน} \times \frac{10^6 \text{ มก.}}{\text{กก.}} \times \frac{\text{ลบ.ม.}}{1000 \text{ ล.}}}{10,000 \text{ มก./ล.}}$$

∴ อัตราการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน

= 17 ลบ.ม./วัน

3.1 ระบบ AS (ต่อ)

7) ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ (Sludge volume index, SVI)

คำนวณจาก

$$\text{SVI (มล./ก.)} = \frac{\text{ปริมาตรสลัดจ์ที่ตกตะกอนใน 30 นาที (มล./ล.)}}{\text{ความเข้มข้นของตะกอน (ก./ล.)}}$$

ควรมีค่าระหว่าง 80-120 มล./ก.

ถ้า SVI > 200 มล./ก. อาจเกิดจาก ??

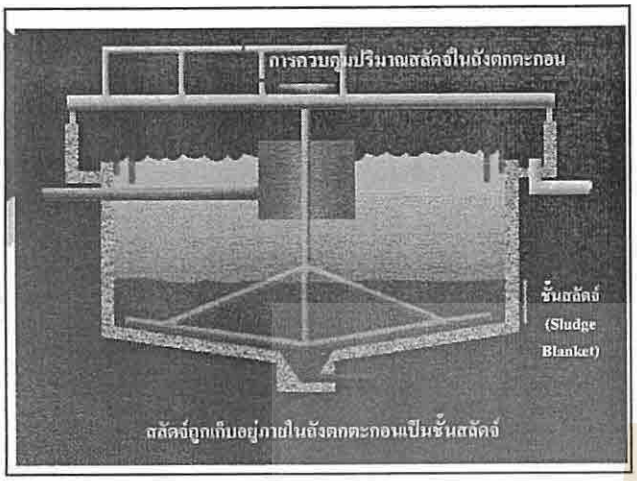
- สลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี
- จากแบคทีเรียเส้นใย

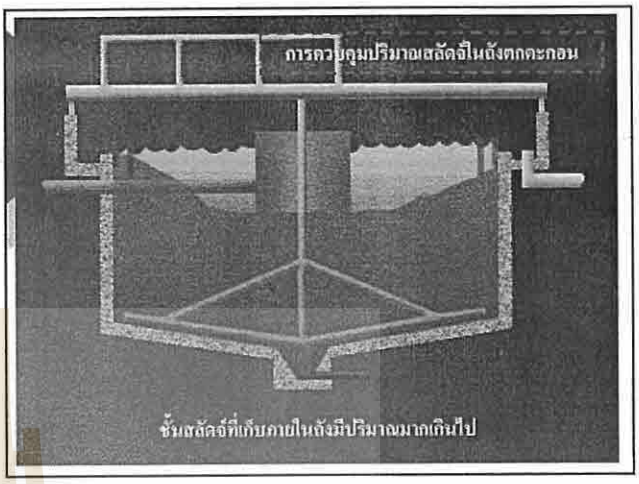
3.1 ระบบ AS (ต่อ)

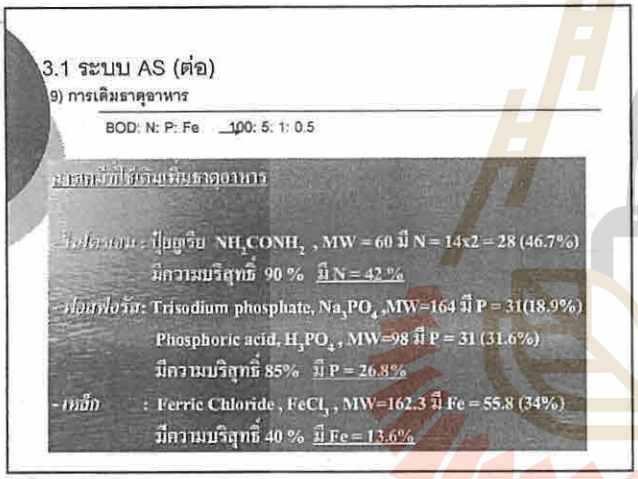
8) การควบคุมดูแลถังตกตะกอน

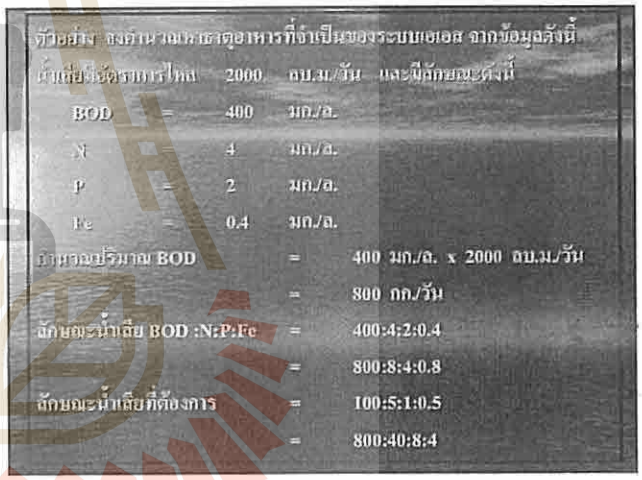
- การควบคุมอัตราการไหล
- ตรวจสอบลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์ : SV_{30}, SVI, ตรวจด้วยกล้อง
- ควบคุมปริมาณสลัดจ์ในถังตกตะกอน : ปริมาณสลัดจ์สะสม 1 ใน 3 ของความจุถังตกตะกอน, อัตราสูบสลัดจ์ส่วนเกิน
- การดูแลบำรุงรักษาเครื่องกวาดตะกอน

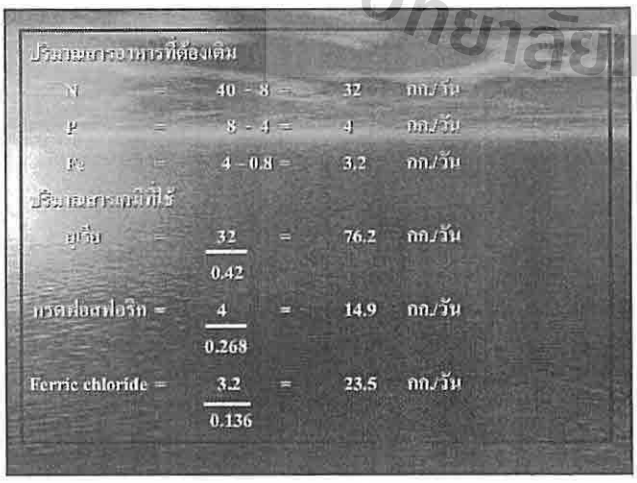
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

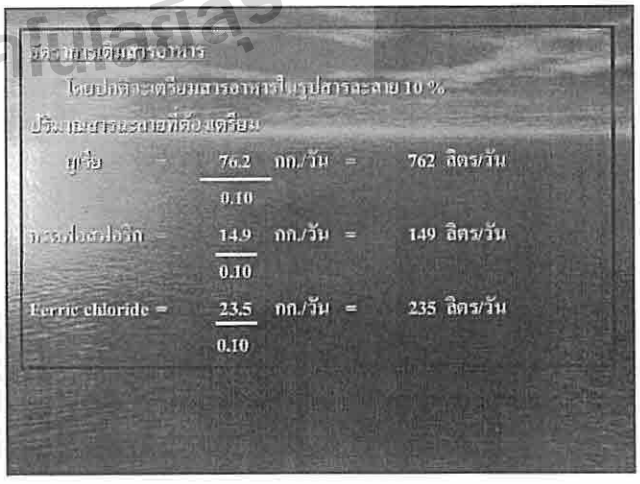












มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 ระบบ RBC

- ควบคุมโดยการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ
- มี parameters ???

3.3 ระบบ Trickling filter

ควบคุมการทำงานโดยตรวจสอบ

1. การหมุนเวียนน้ำทิ้ง (Recirculation) ต้องปรับให้มีความเหมาะสมกับ Flow rate และความเข้มข้นของน้ำเสีย เพื่อ?? รักษาภาระปริมาณน้ำและภาระอินทรีย์ให้ได้ค่าสม่ำเสมอ
2. ประสิทธิภาพการทำงานขึ้นอยู่กับ Hydraulic loading และ Organic loading

3.4 ระบบ Oxidation pond

เทคนิคการควบคุม

1) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบระบบ
   - ความลึกประมาณ 1 เมตร
   - เวลาเก็บกักน้ำ 4-6 วัน
   - Organic loading 40 กรัมBOD/วัน-ตร.ม.
   - ประสิทธิภาพ 80-90%

3.4 ระบบ Oxidation pond

ตัวอย่าง จงคำนวณความสามารถในการรับน้ำเสียโดยระบบบ่อผึ่ง จากข้อมูลต่อไปนี้

1) พื้นที่บ่อผึ่ง 6,000 ตร.ม.
2) อัตราน้ำเสียเข้าระบบ 1,000 ลบ.ม./วัน
3) ค่า BOD ของน้ำเสียเข้าระบบ 300 มก./ล.
4) อัตราภาระอินทรีย์ 40 ก.BOD/วัน-ตร.ม.

วิธีทำ

BOD loading = BOD×Q
= 300 มก./ล. × 1,000 ลบ.ม./วัน
= 300 กก.BOD/วัน

อัตราภาระอินทรีย์ = 40 ก.BOD/วัน-ตร.ม.

พื้นที่บ่อ = 6,000 ตร.ม.

∴ สารอินทรีย์ที่ระบบรับได้ = $\frac{40 \text{ ก.BOD}}{\text{วัน} \times \text{ตร.ม.}} \times 6{,}000 \text{ ตร.ม.}$
= 240 กก.BOD/วัน

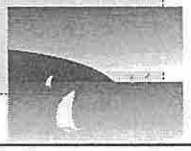
∴ ความสามารถรับน้ำเสียได้ของระบบ
= $\frac{240 \times 100}{300}$
= 80%

3.4 ระบบ Oxidation pond (ต่อ)

2) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน

ปกติจุลินทรีย์จะย่อยสลาย SS ที่เข้าระบบ ทำให้เกิดตะกอนสะสม

ดังนั้น ต้องมีการขุดลอกบ่ออย่างสม่ำเสมอ



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5 ระบบ Aerated lagoon

เทคนิคการควบคุม

1) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบระบบ

ความลึกประมาณ	2-2.5 เมตร	
เวลาเก็บกักน้ำ	1-3	วัน
Organic loading	0.15	กก.BOD/วัน-ลบ.ม.
ประสิทธิภาพ	80-90%	

3.5 ระบบ Aerated lagoon (ต่อ)

2) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน

ถ้ามีค่า MLSS เพิ่มขึ้นในสระต้องมีการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกินอย่างสม่ำเสมอในกรณีที่มีการสะสมของ SS

3.5 ระบบ Anaerobic filter

ต้องควบคุม

1) ให้มีน้ำท่วมถัง filter ตลอดเวลา สม่ำเสมอ
2) กำจัดตะกอนสะสมที่ก้นถังออกบ้าง
3) ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วยการเติม ??
4) ตรวจสอบความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ให้มีระดับสม่ำเสมออยู่ในช่วง ??

3.6 ระบบ Anaerobic pond

ปกติความลึกของบ่อประมาณ 3-6 เมตร

ต้องควบคุม

1) ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.5-7.5 เสมอ
2) อัตรารับสารอินทรีย์ให้อยู่ช่วง 20-55 กรัมBOD/วัน-ตร.ม.

3.7 ระบบ UASB

1) เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบ Anaerobic filter
2) มีทิศการไหลของน้ำเสียเป็นแบบ Upflow
3) ไม่ใช้ตัวกลาง ดังนั้นจุลินทรีย์จะจับตัวกันเป็น Floc
4) ต้องป้อนอัตราการไหลของน้ำเสียให้อยู่ในระดับที่เหมาะสำหรับการลอยตัวของ Floc

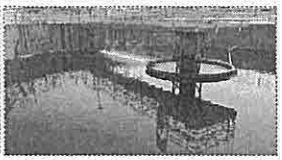
สรุปการเรียน:

การควบคุมระบบต่างๆ

3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AS
3.2 ระบบ RBC
3.3 ระบบ Trickling filter
3.4 ระบบ Oxidation pond
3.5 ระบบ Aerated lagoon
3.6 ระบบ Anaerobic filter
3.7 ระบบ Anaerobic pond
3.8 ระบบ UASB

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

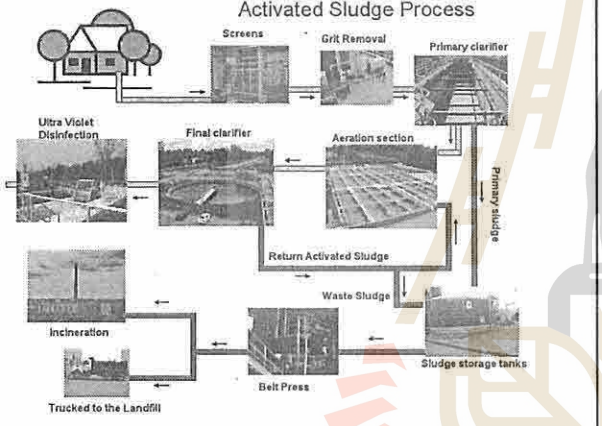
การบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย



สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หัวข้อการเรียน

- การบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย
  - ❖AS, RBC, TF,
  - ❖Aerated lagoon, Aerobic pond
  - ❖Anaerobic pond
  - ❖ Anaerobic filter
- ปัญหาการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย



การบำรุงรักษาระบบ AS

1. ตรวจสอบเครื่องเติมอากาศ เครื่องสูบน้ำอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำ
2. ทำความสะอาดหัวกระจายอากาศอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะหัวกระจายอากาศแบบฟองเล็ก เพื่อป้องกันการอุดตัน
3. ทำความสะอาดรางระบายน้ำให้สะอาดเสมอ
4. ซ่อมบำรุงเครื่องกวาดตะกอนให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

การบำรุงรักษาระบบ RBC

1. เติมน้ำมันหล่อลื่นที่อุปกรณ์ขับเคลื่อนแผ่นสัปดาห์ละครั้ง
2. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นในเฟืองทดลองและตรวจเฟืองโซ่ทุกๆ 3 เดือน
3. ควรมีหลังคาเพื่อป้องกันน้ำฝนชะล้างที่แผ่นหมุน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำรุงรักษาระบบ Trickling filter

1. บำรุงรักษา Distribution system ให้น้ำเสียเข้าสู่ถัง filter อย่างสม่ำเสมอ
2. ทำความสะอาดหัวฉีด 1 ครั้ง/เดือน
3. บำรุงรักษา Recirculation system เพื่อให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และป้องกันไม่ให้ผิวตัวกลางแห้ง
4. ทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้ง (Under drain system)

Oxidation pond

การบำรุงรักษาระบบ Oxidation pond

1. ดูแลรักษาตัวบ่อให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย แข็งแรง
2. ซ่อมแซมขอบบ่อ ตัดหญ้า กำจัดวัชพืช และเอาตะกอนออกเป็นครั้งคราว
3. ช้อนตักฝ้าไขที่ลอยอยู่บนผิวหน้าของบ่อเป็นประจำ

การบำรุงรักษาระบบ Anaerobic pond

1. ดูแลรักษาตัวบ่อให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย แข็งแรง
2. ซ่อมแซมขอบบ่อ ตัดหญ้า กำจัดวัชพืช
3. เมื่อตะกอนสะสมถึงครึ่งหนึ่งของบ่อ ควรเอาตะกอน
4. บำรุงรักษาเครื่องป้อนสารเคมีให้ทำงานได้ดีเสมอ เพื่อปรับ pH และป้องกันการเกิดปัญหากลิ่นเปรี้ยวของกรดอินทรีย์

การบำรุงรักษาระบบ Anaerobic filter

1. บำรุงรักษาอุปกรณ์ป้อนน้ำเสียเข้าระบบได้อย่างสม่ำเสมอ
2. ทำความสะอาดถังกรองเป็นระยะ เพื่อป้องกันการอุดตัน
3. หากน้ำเสียมีตะกอนมาก ควรให้มีการตกตะกอนก่อนเข้าถังกรอง เป็นการแก้ไขการอุดตันในถังกรอง และยืดอายุการใช้งาน

การบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ

1. เครื่องสูบน้ำ บ่อสูบ: ป้องกันไม่ให้เกิดไฟรั่ว
2. ลูกลอย: อยู่ในสภาพทำงานได้ปกติ
3. หัวฟูอากาศ: ป้องกันไม่ให้อุดตัน และตรวจสอบการกระจายอากาศให้เกิดทั่วถึง
4. เครื่องเป่าอากาศ: ตรวจสอบระดับเสียง การสั่นสะเทือน ความร้อนว่าผิดปกติหรือไม่
5. ใบพัดเติมอากาศ: ตรวจสอบเพลาทุก 6 เดือน และปรับระดับใบพัดเติมอากาศให้เหมาะสม ถ้าลึกอาจเกินกำลังมอเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ (ต่อ)

6. ฟิวส์และเครื่องตัดวงจรไฟฟ้าลูกเดิน: ควรตรวจสอบระบบไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
7. เครื่องรีดน้ำ: ตรวจสอบสายพานให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

ปัญหาในการเดินระบบ สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาในการเดินระบบ AS สาเหตุและวิธีแก้ไข

ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 1 ค่า DO ในถังลดต่ำลงอย่างกะทันหัน

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารอินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศสูง ทำให้มีการใช้ออกซิเจนสูง	- เพิ่มการเติมอากาศหรือลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ

ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 2 ค่า DO ในถังเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารพิษมาในระบบและทำลายจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ	- ควรตรวจสอบน้ำเสียและทำลายสารมีพิษก่อนที่จะส่งเข้าสู่ถังเติมอากาศ หรืออาจเติมน้ำเสียเข้ามาทีละน้อยเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว - ถ้าจุลินทรีย์ตายหมดต้องเริ่มต้นเดินระบบใหม่

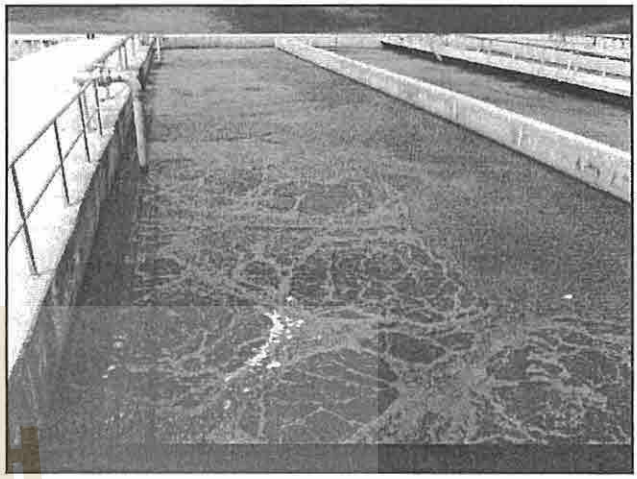
ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 3 มีฟองขาวหนาปกคลุมถัง

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารซักฟอกหรือสารที่ทำให้เกิดฟองเข้ามาในระบบมาก - เติมอากาศมากเกินไป - ค่า MLSS ต่ำ	- พยายามกำจัดหรือควบคุมการทิ้งสารซักฟอกจากแหล่งกำเนิด และฉีดน้ำทำลายฟอง - ลดการเติมอากาศ ตรวจสอบค่า DO ให้อยู่ระหว่าง 2 – 4 มก./ล. - หยุดการทิ้งสลัดจ์และเพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์เพื่อเพิ่ม MLSS

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 3 มีฟองขาวหนาปกคลุมถัง (ต่อ)

สาเหตุ	การแก้ไข
- อัตราการทิ้งสลัดจ์มากเกินไป เหลือ MLSS ต่ำ - ภาระชลศาสตร์สูงเกินไป เนื่องมาจากอัตราการไหลของน้ำเสียสูง ทำให้เสีย MLSS ในถัง	- หยุดการทิ้งสลัดจ์จนกว่าจะได้ค่า MLSS ที่เหมาะสม - ควบคุมอัตราการไหลน้ำเสียเข้าถังให้เหมาะสมตามที่ออกแบบ - เพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์ เพื่อเพิ่มค่า MLSS



ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 4 มีฟองน้ำตาลปกคลุมผิวน้ำ

สาเหตุ	การแก้ไข
- มี MLSS ในถังมากเกินไป สลัดจ์มีอายุมากเกินไป เนื่องจากมีการทิ้งสลัดจ์น้อยเกินไป	- เพิ่มการทิ้งสลัดจ์ทีละน้อย (ไม่เกิน 10 % ของที่เคยทิ้งแต่ละวัน จนกว่าฟองจะหายไป ตรวจสอบค่า MLSS)

Aqua-Jet® Aerators in an industrial lagoon application.

ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 4 มีฟองน้ำตาลปกคลุมผิวน้ำ (ต่อ)

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีแบคทีเรียเส้นใยชนิด Nocardia เจริญเติบโตในถังเติมอากาศ เนื่องจากอายุสลัดจ์มากเกินไป , ค่า F/M ต่ำ	- เพิ่มการทิ้งสลัดจ์ทีละน้อย เพื่อลดอายุสลัดจ์ (น้อยกว่า 3 วัน), เพิ่มค่า F/M, เติมคลอรีนในท่อส่งสลัดจ์กลับ, ฉีดสารละลายคลอรีนลงบนฟอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ถังเติมอากาศ: ปัญหาที่ 5 มีฟองน้ำตาลเกือบดำ

สาเหตุ	การแก้ไข
- เกิดสภาพขาดอากาศในถัง	- เติมอากาศให้เพียงพอและตรวจ สอบระบบเติมอากาศว่ามีการอุดตันหรือชำรุดหรือไม่ปกติให้ทำการแก้ไข - ถ้าเติมอากาศเพิ่มเติมแล้วยังไม่ดีขึ้น ให้ลดการสูบน้ำเสียเข้าระบบ และให้เพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์ หรือหาสลัดจ์จากระบบที่ใกล้เคียงมาเติมจำนวนประมาณ 10 – 20% ของถังเติมอากาศ และเติมอากาศจนกว่าระบบเป็นปกติ

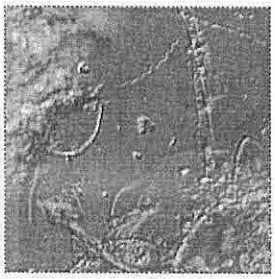
ถังตกตะกอน: ปัญหาที่ 6 มีจุลินทรีย์ออกมากับน้ำทิ้งมาก

สาเหตุ	การแก้ไข
- ชั้นของสลัดจ์ในถังตกตะกอนสูงเกินไป	- เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับไปยังถังเติมอากาศเพิ่มขึ้น หรือสูบสลัดจ์ส่วนเกินเพิ่มขึ้น เพื่อลดระดับสลัดจ์ในถังตกตะกอนให้ไม่สูงเกินครึ่งหนึ่งของถังตกตะกอน
- เกิดขบวนการดีไนตริฟิเคชันในถังตกตะกอน มีฟองอากาศลับกับกลุ่มสลัดจ์ หรือปริมาณออกซิเจนละลายในถังเติมอากาศมีน้อยเกินไป	- เพิ่มปริมาณการเติมออกซิเจนในถังเติมอากาศ สูบสลัดจ์กลับไปถังเติมอากาศมากขึ้น ตรวจวัดค่า DO ตามระดับความลึกของถังตกตะกอน

ถังตกตะกอน: ปัญหาที่ 6 มีจุลินทรีย์ออกมากับน้ำทิ้งมาก (ต่อ)

สาเหตุ	การแก้ไข
- เครื่องกวาดตะกอนชำรุด	- ซ่อมแซมเครื่องกวาดตะกอน
- ปริมาณน้ำเข้าถังตกตะกอนมากเกินไป	- ตรวจสอบระยะเวลากักเก็บ และอัตราน้ำล้น ในกรณีที่มีถังตกตะกอนหลายถัง ปรับอัตราไหลให้เท่ากัน
- ปริมาณจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศมากเกินไป	- เพิ่มการสูบสลัดจ์ส่วนเกินทิ้งมากขึ้น
- เกิดการไหลลัดในถังตกตะกอนเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ	- วัดอุณหภูมิที่ช่วงความลึกต่างกัน ถ้าต่างกันมาก ควรหาสาเหตุและแก้ไข

WW Sampling and bacteria



www.cebl.auckland.ac.nz/.../wastewater.html

ถังตกตะกอน: ปัญหาที่ 7 สลัดจ์เบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง ตกตะกอนช้า มีตะกอนเม็ดเล็กๆ ลอยค้างอยู่

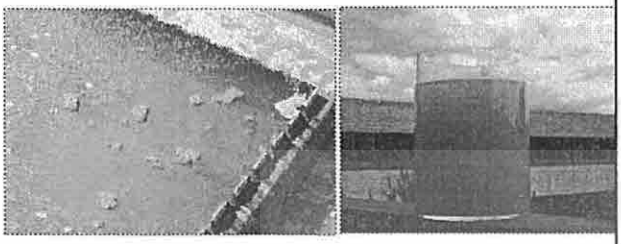
สาเหตุ	การแก้ไข
- มีปริมาณสารอินทรีย์เข้าในถังเติมอากาศมากเกินไป	- ลดปริมาณการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน เพิ่มการเติมอากาศ ลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ
- มีอายุสลัดจ์ต่ำ	- ลดปริมาณการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน
- MLSS ในถังเติมอากาศน้อยเกินไป	- เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ
- F/M มากเกินไป	- ตรวจสอบค่า DO > 2 มก./ล.

ถังตกตะกอน: ปัญหาที่ 8 สลัดจ์อืด สลัดจ์จมไม่ลง

สาเหตุ	การแก้ไข
- อายุสลัดจ์ต่ำเกินไป สลัดจ์ไม่รวมตัวกัน กระจัดกระจาย	- ลดปริมาณการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับมากขึ้น
- ค่า DO ในถังเติมอากาศน้อยเกินไป	- ควบคุมค่า DO > 2 มก./ล. ทั่วถัง
- อัตราส่วน BOD:N:P:Fe ไม่เหมาะสม	- ควบคุมอัตราส่วนเท่ากับ 100:5:1:0.5 โดยเติม N, P, Fe ให้ได้ตามอัตราส่วน
- มีแบคทีเรียชนิดเส้นใยในถังเติมอากาศ	- ใช้คลอรีนฆ่าแบคทีเรียเส้นใยเติมที่ระบบท่อสูบกลับให้มีความเข้มข้น 5 มก./ล.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Sludge bulking



เครื่องเติมอากาศ: ปัญหาที่ 9 ฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดบางจุด

สาเหตุ	การแก้ไข
- แผ่นหัวเติมอากาศฉีกขาด	- เปลี่ยนหัวเติมอากาศที่เสียหาย

เครื่องเติมอากาศ: ปัญหาที่ 10 ฟองอากาศขาดหายบางจุด

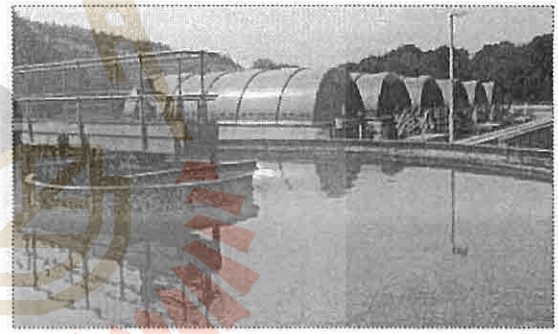
สาเหตุ	การแก้ไข
-หัวเติมอากาศอุดตัน	- ล้างทำความสะอาดหัวเติมอากาศด้วยกรดอ่อนหรือสารเคมีที่ผู้ผลิตแนะนำ ถ้าไม่ได้ผล ให้เปลี่ยนใหม่
- ไม่มีลมเข้าท่ออากาศ	- ตรวจสอบวาล์วปิดเปิด รอยแตกรั่ว

ปัญหาในการเดินระบบ RBC สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาที่ 1 ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ค่า BOD น้ำทิ้งสูงขึ้น

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากเกินไป	- ลดอัตราภาระสารอินทรีย์ลง โดยลดอัตราการไหล และให้วิเคราะห์ค่า BOD (COD) ของน้ำเสีย ปรับอัตราการไหลให้เหมาะสมกับภาระสารอินทรีย์

RBC



ปัญหาที่ 1 ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ค่า BOD น้ำทิ้งสูงขึ้น (ต่อ)

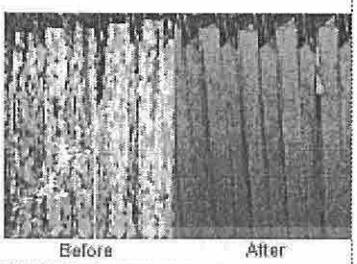
สาเหตุ	การแก้ไข
- ภาระชลศาสตร์มากเกินไป	- ลดอัตราการไหลเข้าระบบ ปรับให้เหมาะสม
- ค่าความเป็น กรด-ด่าง สูงหรือต่ำเกินไป ทำให้จุลินทรีย์ทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพ	- ปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 ด้วยการเติมด่างโซดาไฟ หรือกรดเกลือ

ปัญหาที่ 2 แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์หลุดออกมามาก

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารพิษเข้ามาในระบบ และทำลายจุลินทรีย์	- กำจัดสารพิษ หรือเติมน้ำเสียเข้าระบบทีละน้อยเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว
- ค่า pH เปลี่ยนแปลงมากเกินไป	- ปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 ด้วยการเติมด่างโซดาไฟ หรือกรดเกลือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

RBC operation



Before After

ปัญหาที่ 3 แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์กลายเป็นสีขาว และมีกลิ่นเหม็น

สาเหตุ	การแก้ไข
- น้ำเสียที่เข้ามาในระบบมีสภาพไร้อากาศและมีกลิ่นเน่าเหม็น เพราะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์	- บำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยการเติมอากาศที่ถังเก็บน้ำเสีย หรือที่บ่อสูบน้ำเสีย - เติมสารเคมี เช่น โซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) หรือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

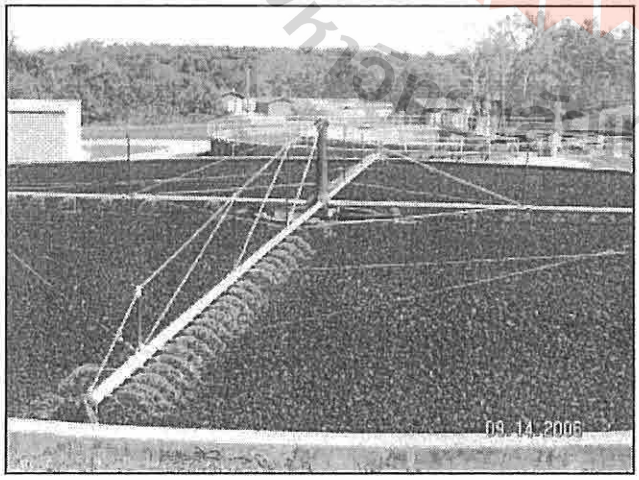
ปัญหาที่ 4 แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์กลายเป็นสีดำ

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีภาระบีโอดีหรือสารอินทรีย์ในน้ำเสียเข้าระบบมากเกินไป - ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ต่ำเกินไป	- ลดอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถัง - เพิ่มการเติมอากาศให้ระบบ โดยติดตั้งหัวเติมอากาศใต้แผ่นหมุนเพิ่มเติม

ปัญหาในการเดินระบบ TF สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาที่ 1 ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ค่า BOD น้ำทิ้งสูงขึ้น

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากเกินไป	- ลดอัตราภาระสารอินทรีย์ลง โดยลดอัตราการไหล และให้วิเคราะห์ค่า BOD (COD) ของน้ำเสีย ปรับอัตราการไหลให้เหมาะสมกับภาระสารอินทรีย์



ปัญหาที่ 2 การกระจายน้ำเสียเข้าถังไม่สม่ำเสมอ ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

สาเหตุ	การแก้ไข
- อัตราการป้อนน้ำเสียไม่สูงพอ ทำให้ระบบกระจายน้ำไม่หมุน - หัวกระจายน้ำอุดตัน เนื่องจากของแข็งแขวนลอย	- เพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสียให้สูงขึ้น ปรับหัวฉีดให้กระจายน้ำสม่ำเสมอ - ให้ตักตะกอนขั้นต้นลดปริมาณของแข็งแขวนลอย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัญหาที่ 3 ตัวกลางอุดตัน

สาเหตุ	การแก้ไข
- ของแข็งแขวนลอยเข้าระบบมากเกินไป - มีการสะสมของตะกอนและลัดตัวกันแน่นในช่องว่าง - จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตบนตัวกลางอุดตันช่องว่าง	- ให้ผ่านตะกอนขั้นต้นลดปริมาณของแข็งแขวนลอย - เพิ่มการหมุนเวียนน้ำที่บำบัดแล้วให้เหมาะสม - เพิ่มพื้นที่ผิวและความสม่ำเสมอของตัวกลาง

ปัญหาในการเดินระบบ Aerobic pond สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาที่ 1 มีสาหร่ายสีเขียวแดมน้ำเจริญเติบโตมาก

สาเหตุ	การแก้ไข
- อัตราการระบายอินทรีย์มากเกินไป	- ลดอัตราการระบายอินทรีย์โดยการลดอัตราการสูบน้ำเสียเข้าบ่อ - กำจัดสาหร่ายโดยใช้จุนสี (คอปเปอร์ซัลเฟต $CuSO_4$) ปริมาณ 0.6 มก./ล.

Aerobic pond

ปัญหาในการเดินระบบ Aerated lagoon สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาที่ 1 น้ำทิ้งมีความขุ่นหรือปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง

สาเหตุ	การแก้ไข
- เครื่องเติมอากาศดีแรงเกินไป - มีสาหร่าย จุลินทรีย์โตในบ่อมากเกินไป	- ลดความแรงของการเติมอากาศลง - กำจัดโดยใช้สารจุนสี (คอปเปอร์ซัลเฟต $CuSO_4$) ปริมาณที่เติม 0.6 มก./ล. - ใช้การกรองด้วย ถังกรองทราย, บ่อกรอง, rock filter

ปัญหาที่ 2 ค่า DO ในสระลดลงอย่างกะทันหัน

สาเหตุ	การแก้ไข
- มีสารอินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศสูง ทำให้มีการใช้ออกซิเจนสูง	- เพิ่มการเติมอากาศหรือลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ

ปัญหาที่ 3 ค่า DO ในสระเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน

- มีสารพิษเข้ามาในระบบและทำลายจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ	- ควรตรวจสอบน้ำเสียและทำลายสารมีพิษก่อนที่จะส่งเข้าสู่ถังเติมอากาศ หรืออาจเติมน้ำเสียเข้ามาที่ละน้อยเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว - ถ้าจุลินทรีย์ตายหมดต้องเริ่มต้นเดินระบบใหม่

- Anaerobic pond

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัญหาในการเดินระบบ Anaerobic pond สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาที่ 1 เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

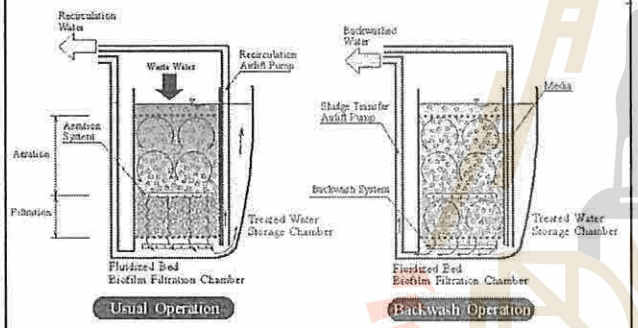
สาเหตุ	การแก้ไข
- ปริมาณสารอินทรีย์เข้าระบบในอัตราสูงมากเกินไป - ค่า pH ต่ำเกินไป	- ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสม - เติมปูนขาวหรือโซดาไฟเพื่อปรับค่า pH ให้สูงขึ้น

ปัญหาในการเดินระบบ Anaerobic filter สาเหตุและวิธีแก้ไข

ปัญหาที่ 1 เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

สาเหตุ	การแก้ไข
- ปริมาณสารอินทรีย์เข้าระบบในอัตราสูงมากเกินไป - ค่า pH ต่ำเกินไป	- ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสม - เติมปูนขาวหรือโซดาไฟเพื่อปรับค่า pH ให้สูงขึ้น

Anaerobic filter operation



สรุปการเรียน

- การบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย
  - AS, RBC, TF,
  - Aerated lagoon, Aerobic pond
  - Anaerobic pond,
  - Anaerobic filter
- ปัญหาการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี