



Faculty of  
Physical Education  
SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY

# Problem Based Learning to Industrial Wastewater Management

อาจารย์ ดร.จิราวรรณ ตอฤทธิ  
ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะพลศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

# ที่มาของการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน

## PPH 431 Industrial Wastewater Management

### การจัดการเรียนการสอนแบบเดิม

- ❖ Lecture Based
- ❖ Group Assignment
- ❖ ห้องเรียนขาดชีวิตชีวา

### ผลสะท้อนกลับจากผู้เรียน (ปค.003)

- ❑ อาจารย์ผู้สอนมีการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ได้คะแนนระดับปานกลาง

### รายวิชาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

- ❑ นิสิตไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียได้ด้วยตนเอง

### ศิษย์เก่าที่เป็นผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

- ❑ ช่วงเริ่มต้นการทำงานยังวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ได้

# วิเคราะห์ปัญหาจากรายวิชาที่รับผิดชอบ

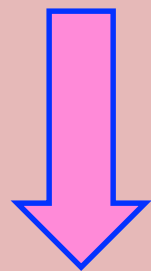
รายวิชาที่รับผิดชอบ	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)
PPH 333 Water and Wastewater Analysis	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ สามารถใช้เครื่องมือวิเคราะห์พื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม</li><li>✓ สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพน้ำและน้ำเสียทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพทางห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง</li></ul>
PPH 431 Industrial Wastewater Management	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ สามารถวิเคราะห์และวินิจฉัยปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบ แก้ไข และควบคุมระบบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม</li></ul>

ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร  
(Expected Learning Outcome)

➤ มีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และสามารถประยุกต์องค์ความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม

## ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอน

➤ ผู้เรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านการจัดการนำไปใช้ในการทำงานได้



การปรับปรุงและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน

- ✓ Outcome-based education
- ✓ Student-centered

Passive learning



✓ Active learning

❖ Problem-based learning + Coaching

- **วัตถุประสงค์**

- เพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนรายวิชา การจัดการน้ำเสีย  
อุตสาหกรรมให้บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชาและหลักสูตร

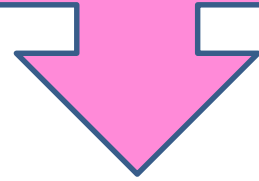
- **เป้าหมาย**

- ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนในรายวิชา การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรม  
ในระดับมากที่สุด
- ผู้เรียนร้อยละ 80 ขึ้นไป สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปใช้ในการทำงานได้

- **ตัวชี้วัด**

- ผลการประเมินอาจารย์ผู้สอนในรายวิชา การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรม (ปค.003)
- ผลการประเมินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของผู้เรียนจากอาจารย์พี่เลี้ยงใน  
ประเด็น สามารถประยุกต์องค์ความรู้ไปใช้ในการทำงานได้

# Problem-Based Learning



รายวิชาที่รับผิดชอบ	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)
PPH 431 Industrial Wastewater Management	✓ สามารถวิเคราะห์และวินิจฉัยปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบ แก้ไข และควบคุมระบบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร (Expected Learning Outcome)	➤ มีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และสามารถประยุกต์องค์ความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม
--	---

# ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning (Advancement Courses, 2016)

## 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา (Define a problem)

จงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งบอก การตรวจสอบติดตาม และการแก้ไข้ปัญหาเพื่อการควบคุมระบบ

1. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแห่งหนึ่งเกิดปัญหาที่ระบบตะแกรงดักขยะ มี กลิ่นเหม็นจากการพบการสะสมของกากตะกอนบริเวณตะแกรงและตะแกรงเกิด การอุดตัน นอกจากนี้ที่ระบบ Activated sludge พบฟองสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิว น้ำในถังเติมอากาศ พบตะกอนลอยในถังตกตะกอนเนื่องจากการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์เส้นใย รวมทั้งพบปัญหาในถังตกตะกอนชั้นที่ 2 โดยพบตะกอน (Floc) ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วซึ่งเกิดจากอายุตะกอนมากเกินไป

จงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งบอก การตรวจสอบติดตาม และการแก้ไข้ปัญหาเพื่อการควบคุมระบบ

3. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแห่งหนึ่งเกิดปัญหาที่ระบบ Activated sludge โดยพบกลิ่นของ  $H_2S$  ในถังเติมอากาศ และเกิดดีไนตริฟิเคชันในระบบ รวมทั้ง พบปัญหาตะกอนเบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง และเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัว เกิดการอัด ของตะกอนในถังเติมอากาศซึ่งเกิดตะกอนลอยขึ้นมาเป็นชั้นเป็นช่วง

จงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งบอก การตรวจสอบติดตาม และการแก้ไข้ปัญหาเพื่อการควบคุมระบบ

2. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแห่งหนึ่งเกิดปัญหาที่ระบบ Activated sludge โดยพบฟองขาวเกิดขึ้นในถังเติมอากาศ และพบปัญหาในถังตกตะกอนชั้นที่ 2 โดยพบตะกอนลอยอยู่บนผิวของถังตกตะกอนซึ่งเกิด Bulking sludge รวมทั้ง พบตะกอน (Floc) ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วซึ่งเกิดจากการใช้สารช่วย ตกตะกอนไม่เหมาะสม

จงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งบอก การตรวจสอบติดตาม และการแก้ไข้ปัญหาเพื่อการควบคุมระบบ

4. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแห่งหนึ่งเกิดปัญหาที่ระบบ UASB โดยพบ ตะกอนลอยบนผิวน้ำ ทำให้ตะกอนหลุดออกจากระบบและเกิดฟอง มีปัญหา ของแข็งแขวนลอยในระบบ อัตราการผลิตก๊าซมีเทนมีค่าลดลง

## 2) ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา (Identify)

จงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งบอก การตรวจสอบติดตาม และการแก้ไขปัญหาเพื่อการควบคุมระบบ

1. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแห่งหนึ่งเกิดปัญหาที่ระบบตะแกรงดักขยะ มี กลิ่นเหม็นจากการพบการสะสมของกากตะกอนบริเวณตะแกรงและตะแกรงเกิดการอุดตัน นอกจากนี้ที่ระบบ Activated sludge พบฟองสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิว น้ำในถังเติมอากาศ พบตะกอนลอยในถังตกตะกอนเนื่องจากการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์เส้นใย รวมทั้งพบปัญหาในถังตกตะกอนขั้นที่ 2 โดยพบตะกอน (Floc) ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วซึ่งเกิดจากอายุตะกอนมากเกินไป

จงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งบอก การตรวจสอบติดตาม และการแก้ไขปัญหาเพื่อการควบคุมระบบ

2. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแห่งหนึ่งเกิดปัญหาที่ระบบ Activated sludge โดยพบฟองขาวเกิดขึ้นในถังเติมอากาศ และพบปัญหาในถังตกตะกอนขั้นที่ 2 โดยพบตะกอนลอยอยู่บนผิวของถังตกตะกอนซึ่งเกิด Bulking sludge รวมทั้ง พบตะกอน (Floc) ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วซึ่งเกิดจากการใช้สารช่วย ตกตะกอนไม่เหมาะสม

## 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Brainstorm solutions)

## 4) สังเคราะห์ความรู้ (Make and test the best solution)

The image shows handwritten notes on sticky notes, organized into four columns: ปัญหา (Problem), สาเหตุ (Cause), การตรวจสอบติดตาม (Monitoring), and วิธีแก้ไข (Solution).

**ปัญหา (Problem):**

- ระบบตะแกรงอุดตัน
- กลิ่นเหม็น
- ระบบ Activated Sludge มีฟองสีน้ำตาล, จุลินทรีย์เส้นใย
- พบ Floc ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว

**สาเหตุ (Cause):**

- ใช้ขนาดของตะแกรงไม่เหมาะสม
- ไม่มีการดูแล ตรวจสอบ รักษา
- ไม่มี hand cleaned
- ขนาดของเครื่องจักรมีขนาดใหญ่เกินไป
- ไม่เปลี่ยนตะแกรง
- ขาดอุปกรณ์ครอบตะแกรง
- เกิดจากตะกอนไม่หมดตัว เนื่องจากจุลินทรีย์เส้นใยมากเกินไป
- มีค่า DO ต่ำ จุลินทรีย์ไม่เพียงพอ
- สารอาหารไม่เพียงพอ
- pH ต่ำกว่า 6.5
- อุณหภูมิเกิน 37°C
- ขาดออกซิเจน (อากาศไม่พอ)
- ไม่มีการนำสลัดจ์ส่วนเกินไปกำจัด
- ใช้สลัดจ์เดิมซ้ำ

**การตรวจสอบติดตาม (Monitoring):**

- รู้อัตราการไหลของน้ำ
- ตรวจสอบแหล่งที่มาของน้ำ
- ลักษณะของแข็งส่วนใหญ่ที่มา กับน้ำ
- ผู้ต้องรับผิดชอบดูแลระบบใน สิ่งเกิด กลิ่น, การอุดตัน
- F/M (สารอาหาร : มวลจุลินทรีย์)
- อายุตะกอน
- MLVSS (ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ ในถังเติมอากาศ)
- ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์
- ตรวจสอบค่า pH, อุณหภูมิ, สารอาหาร
- ค่า DO
- ดูค่า SV<sub>30</sub> (การตกตะกอน)
- ตรวจสอบค่ามาตามฐานก่อนปล่อย
- น้ำที่ออกสู่สาธารณะ
- เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า pH,

**วิธีแก้ไข (Solution):**

- น้ำเสียระบบ → ตะแกรง ↓
- เติมอากาศ ← เครื่องบดตัด
- ถังตกตะกอนใบที่ 1
- ถังตกตะกอนใบที่ 2
- ให้ return sludge ออก
- คลอรีน
- น้ำทิ้ง

**ปัญหา? (Problem?):**

- เกิดฟองขาว (ในถังเติมอากาศ)
- พบตะกอนลอย (ถังตกตะกอนขั้นที่ 2)
- พบตะกอนในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว

**สาเหตุ (Cause):**

- MLSS & MLVSS ในถัง น้อยเกินไป
- เกิดจากสารอาหารจุลินทรีย์ จำพวกเส้นใยมากเกินไป ทำให้ตะกอนไม่ตกจม
- สารช่วยตกตะกอน มีปริมาณไม่เหมาะสม

**ติดตาม ตรวจสอบ (Monitoring):**

- สังเกต ลักษณะสี ของฟอง
- ตรวจสอบตะกอนด้วยสายตา หากเห็นตะกอนในถังทดสอบค่า SV<sub>30</sub> เมื่อดูลักษณะของตะกอน
- เก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไปตรวจสอบ

**แก้ไข (Solution):**

- เพิ่มการรด Sludge กลับ และลดการทิ้ง Sludge ส่วนเกินออกจากระบบ
- ต้องมีการเติมสารอาหารให้พอเหมาะ ได้แก่ N & P และควบคุมค่า pH = 6.5-8.5 ออกซิเจนละลายน้ำต้องไม่น้อยกว่า 2 mg/L
- ทำ Jar-Test เพื่อหาปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสม



# 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ (Evaluate results)

# 6) นำเสนอและประเมินผล (Make and test the best solution)

**ปัญหา?**

- เกิดฟองท (ในถังเติมอากาศ)
- พบตะกอนลอย

**สาเหตุ**

- MLSS & MLVSS ในถัง น้อยเกินไป
- เกิดจากสภาวะจุลินทรีย์

**ติดตาม ตรวจสอบ**

- สังเกตลักษณะสีของฟอง
- ตรวจสอบตะกอนด้วยสายตา หากเห็นตะกอน ให้ทดสอบค่า  $SV_{30}$  เพื่อดูลักษณะของตะกอน

**ปัญหา**

- กลิ่น  $H_2S$  ในถังเติม  $O_2$
- ตะกอนแบบลื่นไปกับ

**สาเหตุ**

- เกิดจากเชื้อสาหร่ายในถังเติมอากาศ
- เกิดแบคทีเรียเสี้ยนใย
- ตะกอนจุลินทรีย์สะสม

**ตรวจสอบติดตาม**

- ตรวจสอบปริมาณ  $O_2$  ในถังเติมอากาศ
- ไลน์ระยะเวลา
- วัดค่า pH ถ้าต่ำกว่า 6.5 จะเกิดแบคทีเรียเสี้ยนใย

**วิธีแก้ไข**

- กระบวนการ Air stripping
- ใช้สาร Coagulant ในการสร้างแฉกตะกอน

## วิเคราะห์ปัญหาจากระบบบำบัด

ปัญหา	สาเหตุ	ตรวจสอบติดตาม	แก้ไข
<ul style="list-style-type: none"> <li>มีกลิ่น <math>H_2S</math></li> <li>เกิดดีในถังฟิเคชัน</li> <li>ตะกอนแบบลื่นไปกับน้ำทิ้ง</li> <li>ตะกอนไม่จมตัวเกิดการอัด</li> <li>เกิดตะกอนลอยขึ้นมาเป็นช่วง ๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>สภาวะดีในถังฟิเคชัน</li> <li>มีไนโตรเจนปริมาณมาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ตรวจสอบค่า DO / การทำงานของเครื่อง</li> <li>▶ ควบคุมค่า pH 7.5 - 9.0 / F/M ratio</li> <li>▶ ควบคุมการไหลของน้ำทิ้ง / ติดตามอายุ Sludge โดยไม่ให้ตะกอนมีสีดำ / ตรวจ <math>SV_{30}</math></li> <li>▶ ตรวจสอบ pH ให้ไม่น้อยกว่า 6.5 / สารอาหาร N+P น้อย / DO ต้องอยู่ในค่าเหมาะสมไม่ควรให้เกิด Shock load</li> <li>▶ ติดตามตรวจสอบการสับกลับของตะกอน / ตรวจสอบไม่ให้ตะกอนมีสีดำ / Skimmer Arm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ เติมน้ำเติมหรือเติมอากาศ</li> <li>▶ เพิ่มอัตราการสับตะกอนกลับจากถังตกตะกอนเมื่อล้นระยะเวลาเก็บกักตะกอนในถังตกตะกอน</li> <li>▶ ลกอย Sludge โดยการเพิ่มอัตราการสับตะกอนส่วนเกิน Excess sludge</li> <li>▶ มีถังตกตะกอนชั้นที่ 2 เพื่อไม่ให้ตะกอนหลุดออกจากน้ำเสี้ยน</li> <li>▶ ควบคุม ORP ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม -200 ถึง -300 mV</li> <li>▶ ใช้ระบบ Two sludge As</li> <li>▶ เติมน้ำ polymer เพื่อให้ตะกอนรวมตัวเป็น floc ใหญ่ขึ้นในถังปฏิกิริยา</li> </ul>

## ศึกษาปัญหาที่เกิดจาก CASE STUDY

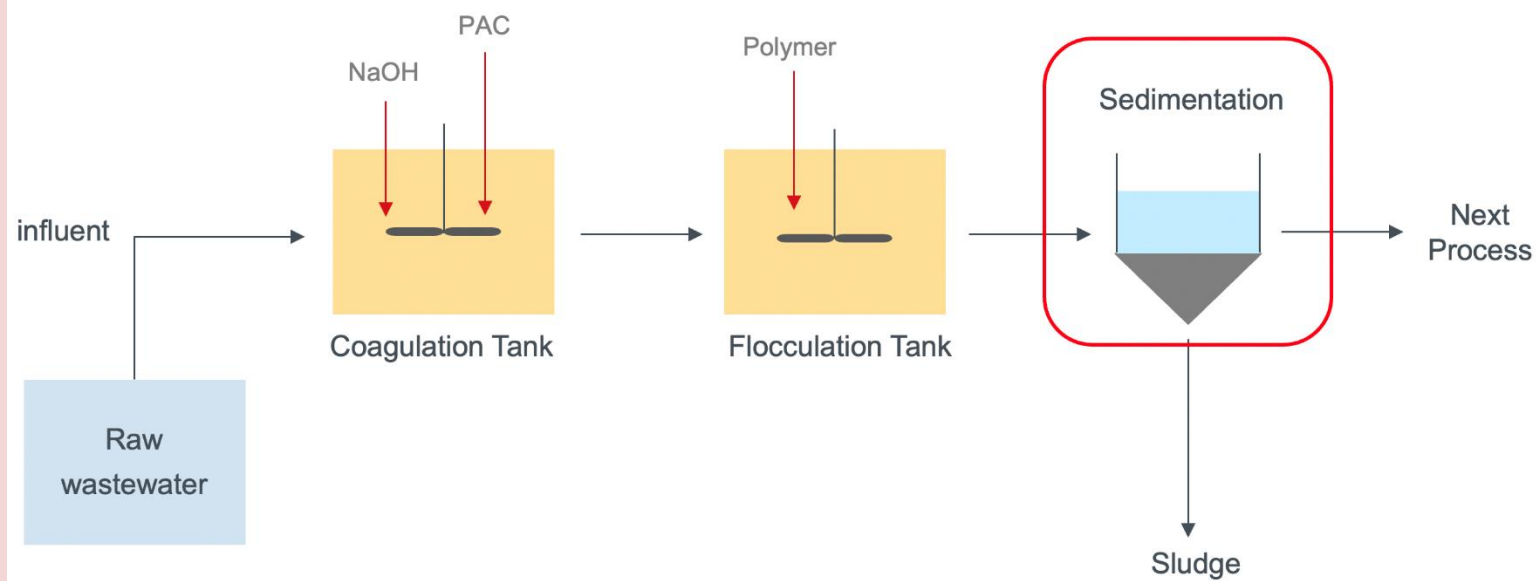
ปัญหา	สาเหตุ	ตรวจสอบ/ติดตาม	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"> <li>พบ ฟองขาว ภายใต้งถังเติมอากาศ</li> <li>เกิด BULKING SLUDGE - pH น้อยกว่า 6.5 ทำให้เกิดจุลินทรีย์แบบเสี้ยน - สารอาหารไม่พอ</li> <li>พบ FLOC ใต้น้ำเสี้ยนที่ผ่านการบำบัดแล้ว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MLSS และ MLVSS ในถังเติมอากาศ น้อยเกินไป</li> <li>ใช้สารช่วยตกตะกอนไม่เหมาะสม (ปริมาณ, ประเภท)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่</li> <li>ตรวจวัดค่า MLSS และ MLVSS</li> <li>ตรวจสอบด้วยสายตา</li> <li>ทดสอบค่า <math>SV_{30}</math></li> <li>ประเมินสารอาหารในน้ำเสี้ยน</li> <li>ตรวจสอบค่า pH</li> <li>ตรวจสอบค่า pH</li> <li>ตรวจสอบระบบบำบัดทั้งหมด</li> <li>ตรวจสอบสารเคมีที่ใช้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ติดตั้งสับกลับ sludge ลดการสูบล้าง</li> <li>ควบคุมให้มีค่า DO ระหว่าง 1-3 mg/L</li> <li>และให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์</li> <li>ปรับปรุงระบบท่อให้กระจายน้ำเข้าถังเติมอากาศได้ดี</li> <li>รักษาอุณหภูมิของน้ำป้อน ป้องกันสภาวะ SHOCK LOAD</li> <li>เติมธาตุอาหารให้เหมาะสม</li> <li>เพิ่มอัตราการสับตะกอนกลับ</li> <li>ควบคุมค่า DO ในถังเติมอากาศ ให้ไม่น้อยกว่า 2 mg/L</li> <li>ควบคุม pH ให้มีค่าต่ำกว่า 6.5 และต้องควบคุม pH ในถังให้ช่วง 6.5-8.5</li> <li>เติมคลอรีน หรือไฮเตอร์เจนเปอร์ออกไซด์ให้ตะกอนจุลินทรีย์ที่ล้นกลับ</li> <li>ใช้สารเคมีที่เหมาะสมหนึ่งประเภทและปริมาณ</li> <li>ควบคุมค่า pH</li> </ol>

# ผู้เรียนนำองค์ความรู้ด้านการจัดการน้ำเสียไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน (ตัวอย่าง)

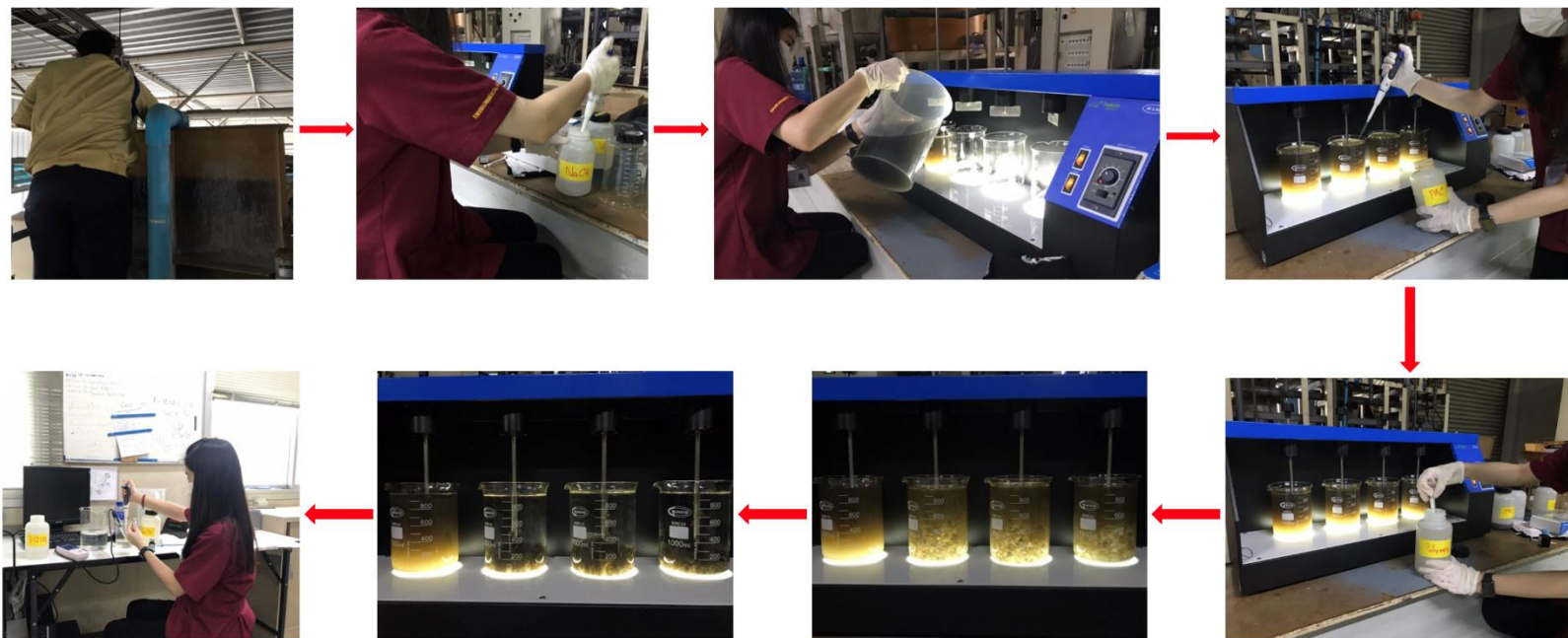
## Background



Chemical coagulation flow diagram – WWTP B



## Method



## Objectives



- To study the appropriate amount of PAC and Polymer used for wastewater treatment plant B.
- To study the efficiency in COD, Sn, Fe treatment with PAC and Polymer.

## Operating Results



- Measurement results (COD)

## Operating Results

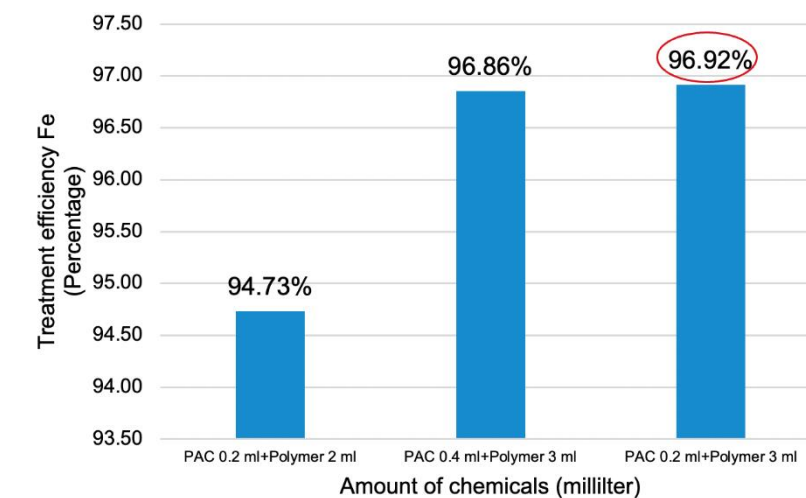
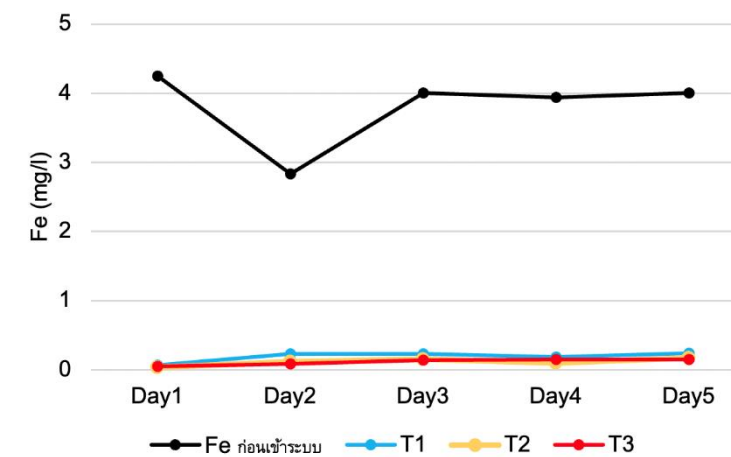


- Measurement results (Sn)

## Operating Results



- Measurement results (Fe)



## ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based learning

- ❖ บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes) การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรม
- ✓ สามารถวิเคราะห์และวินิจฉัยปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบ แก้ไข และควบคุมระบบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
- ❖ บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร (Expected Learning Outcomes)
- ✓ สามารถประยุกต์องค์ความรู้ไปใช้ในการทำงานได้อย่างเหมาะสม
- ❖ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนในรายวิชา การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมในระดับมากที่สุด (4.71-4.85)
- ❖ ผู้เรียนร้อยละ 90 สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปใช้ในการทำงานได้

# ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based learning

❖ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนในรายวิชา การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมในระดับมากที่สุด (4.71-4.85)

ผลการประเมิน

ภาคการศึกษา 1/2563



ความคิดเห็นต่อการสอนของอาจารย์	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	N/A	รวมจำนวนที่ ตอบ	คะแนนเฉลี่ย	SD	ผลการ ประเมิน
	(5.0)	(4.0)	(3.0)	(2.0)	(1.0)	จำนวน				
	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน				
9.อาจารย์ผู้สอนมีการส่งเสริมให้นิสิตใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศในการจัดการเรียนการสอน เช่น อินเทอร์เน็ต	25	9	0	0	0	0	34	4.74	0.45	มากที่สุด
10.อาจารย์ผู้สอนสอดแทรกและปลูกฝังคุณธรรมและจริยธรรมในชั้นเรียน เช่น ความมีวินัย ความซื่อสัตย์	27	7	0	0	0	0	34	4.79	0.41	มากที่สุด
11.อาจารย์ผู้สอนมีช่องทางให้นิสิตติดต่อได้สะดวก เช่น เวลาและสถานที่ให้เข้าพบ E-mail เบอร์โทรศัพท์	26	8	0	0	0	0	34	4.76	0.43	มากที่สุด
12.อาจารย์ผู้สอนมีเวลาให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาอย่างเพียงพอทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน	25	8	1	0	0	0	34	4.71	0.52	มากที่สุด
13.อาจารย์ผู้สอนเป็นแบบอย่างที่ดีของนิสิต	28	6	0	0	0	0	34	4.82	0.39	มากที่สุด
14.อาจารย์ผู้สอนมีวิธีการวัดผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้	29	5	0	0	0	0	34	4.85	0.36	มากที่สุด
<b>ผลการประเมินเฉลี่ยรวม</b>								<b>4.80</b>	<b>0.41</b>	<b>มากที่สุด</b>

อย่างเหมาะสม

## ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based learning

- ❖ ผู้เรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ และได้ฝึกการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21
- ❖ ผู้เรียนร้อยละ 90 สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปใช้ในการทำงานได้

## การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2564

- เพิ่มกรณีศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ หาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย
  - นำข้อเสนอแนะจากผู้เรียนไปพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน เช่น แบ่งการสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนน
  - เพิ่มกิจกรรม Active Learning ในการจัดการเรียนการสอน
- ❖ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนในรายวิชา การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมในระดับมากที่สุด (4.53-4.73)

**Thank You for Your Attention**