บทที่ 1
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. ชื่อโครงการ

การระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยจากน้ำเสีย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อระบุชนิดของ VOC ที่ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆที่ตั้งอยู่ในบริเวณจังหวัดสงขลา
2. เพื่อหาอัตราการระเหยของ VOC จากน้ำเสียจริงในห้องปฏิบัติการและเปรียบเทียบกับการทำนายโดยแบบจำลองการระเหยของ VOC จากแหล่งน้ำเปิดและปรับแก้แบบจำลอง (ถ้าจำเป็น) หรือเสนอแบบจำลองใหม่เพื่อให้สามารถทำนายอัตราการระเหยของ VOC จากน้ำเสียได้
3. เพื่อเสนอแนวทางในการลดหรือป้องกันการระเหยของ VOC จากน้ำเสียได้

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาชนิดของ VOC ที่อาจพบในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม และกำหนดชนิดของ VOC ที่จะศึกษาทดลองในงานวิจัยนี้
2. ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสำหรับการหาค่า ฟลักซ์การระเหยของ VOC จากน้ำเสียจริง
3. เสนอแนวทางในการลดหรือป้องกันการระเหยของ VOC โดยนำผลการศึกษาตามข้อ 2 มาวิเคราะห์ ประเมินและเสนอแนวทางในการลดหรือป้องกันการระเหยของ VOC จากน้ำเสีย

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษาวิจัยในโครงการวิจัยนี้เน้นไปที่การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสำหรับทำนายฟลักซ์หรืออัตราการระเหยของ VOC จากน้ำเสียจริง ซึ่งมีรายละเอียดของการศึกษาโดยย่อดังนี้

4.1 กำหนดชนิดของ VOC ที่ศึกษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สารอินทรีย์ระเหยที่ศึกษา

สารอินทรีย์ระเหย	เหตุผลที่เลือก
ทูโลอีน	1. เป็นตัวแทนของ VOC ที่ระเหยง่าย การระเหยจะถูกควบคุมโดยฟิล์มของเหลว จึงสามารถหาสัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลวได้จากการระเหยของทูโลอีนจากน้ำเสีย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองสำหรับทำนายการระเหยของ VOC อื่นๆ จากน้ำเสียได้ 2. เป็น VOC ที่พบได้ในอุตสาหกรรมทั่วไป และในเชื้อเพลิง

ตารางที่ 1 สารอินทรีย์ระเหยที่ศึกษา (ต่อ)

สารอินทรีย์ระเหย	เหตุผลที่เลือก
เมทานอล	1. เป็นตัวแทนของ VOC ที่ระเหยยาก การระเหยจะถูกควบคุมโดยฟิล์มแก๊ส จึงสามารถหาสัมประสิทธิ์ฟิล์มของแก๊สได้จากการระเหยของเมทานอลจากน้ำเสีย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองสำหรับทำนายการระเหยของ VOC อื่นๆ จากน้ำเสียได้ 2. เป็น VOC ที่พบได้ในอุตสาหกรรมทั่วไป นิยมใช้เป็นตัวทำละลาย
เมททิล เอททิล คีโตน (MEK)	1. เป็นตัวแทนของ VOC ที่ระเหยได้ปานกลาง การระเหยจะถูกควบคุมทั้งโดยฟิล์มแก๊สและฟิล์มของเหลวในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน จึงเลือก MEK ในการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการระเหยของ VOC จากน้ำเสียเพราะเป็น VOC ที่มีความสามารถในการระเหยอยู่ระหว่าง VOC ที่ระเหยง่ายและ VOC ที่ระเหยยาก เมื่อทราบอิทธิพลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งต่อการระเหยของ MEK ก็จะสามารถผลกระทบของตัวแปรนั้นๆต่อการระเหยของ VOC ที่ระเหยง่ายและของ VOC ที่ระเหยยากได้ 2. การระเหยของ MEK จากน้ำเสียถูกควบคุมโดยทั้ง ฟิล์มแก๊สและฟิล์มของเหลวในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน จึงสามารถใช้สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมของ MEK เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสำหรับทำนายการระเหยของ VOCจากน้ำเสียที่พัฒนาโดยใช้ทฤษฎีสองฟิล์ม (Two-film theory) ได้ 3. MEK เป็นตัวทำละลายที่พบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมสี ยา กระดาษ จึงมีโอกาสปนเปื้อนในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำเสียจากชุมชนได้สูง

4.2 ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการระเหยของ VOC จากน้ำเสีย โดยปัจจัยหลักที่ศึกษาประกอบด้วย

1. ความเร็วลมเหนือผิวน้ำ
2. ความลึกของแหล่งน้ำ และ
3. ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย

ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้ศึกษาและเหตุผลที่ไม่เลือกศึกษาเป็นดังนี้

การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์: จากการตรวจสอบเอกสารเพิ่มเติมพบว่าอัตราการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มีผลต่อการระเหยของ VOC จากน้ำเสียน้อยมากเมื่อเทียบเทียบกับ 3 ปัจจัยข้างต้น

อุณหภูมิของแหล่งน้ำ: เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำเสียโดยส่วนใหญ่ไม่แปรเปลี่ยนมากนัก จึงเลือกศึกษาที่อุณหภูมิห้องซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับสภาวะจริง และสามารถใช้สัมประสิทธิ์การแพร่เป็นตัวปรับแก้ผลของอุณหภูมิต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลที่พัฒนาขึ้นได้

5. ผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษาถึงอิทธิพลของความเร็วลม อิทธิพลของความลึกของน้ำ และอิทธิพลของของแข็งแขวนลอยต่อการระเหยของ VOC จากน้ำเสียแสดงรายละเอียดในบทความต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์ เรื่องที่ 1 "Factors Effecting the Volatilization of Volatile Organic Compounds from Wastewater" จากการศึกษาพบว่าทั้ง 3 ตัวแปรมีผลต่อการระเหยของ VOC แต่ที่ความลึกมากกว่า 30 cm พบว่าการแปรเปลี่ยนของความลึกมีผลต่อการระเหยของ VOC น้อย ข้อสรุปที่เด่นชัดจากการศึกษานี้คืออัตราการระเหยของ VOC จากน้ำเสียจะต่ำกว่าอัตราการระเหยของ VOC จากน้ำบริสุทธิ์มาก ซึ่งเกิดจากปริมาณของ SS ที่อยู่ในน้ำเสีย จึงสรุปได้ว่าการพัฒนาแบบจำลองสำหรับทำนายการระเหยของ VOC จากน้ำเสียควรใช้ข้อมูลการระเหยของ VOC จากน้ำเสียจริง ซึ่งนำไปสู่การศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับทำนายการระเหยของ VOC จากน้ำเสียดังแสดงรายละเอียดในบทความต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์เรื่องที่ 2 "สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลสำหรับการระเหยของสารอินทรีย์ระเหยจากน้ำเสีย"

ในบทความเรื่อง "สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลสำหรับการระเหยของสารอินทรีย์ระเหยจากน้ำเสีย" รายงานผลการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ฟิล์มแก๊สและสัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลวจากการระเหยของเมทานอลและของทูโลอีนจากน้ำเสียตามลำดับ โดยตัวแปรหลักๆ ที่ศึกษาคือ ความเร็วลม ตั้งแต่ 0-4.42 m/s และใช้น้ำเสียจริงเพื่อคำนึงถึงผลของ SS ซึ่งอยู่ในช่วง 50-98 mg/L ส่วนผลของความลึกไม่รวมอยู่ในการศึกษาเพราะจากการผลศึกษาที่แสดงในเรื่องที่ 1 ได้แสดงให้เห็นว่าที่เมื่อลึกสูงกว่า 30 cm การแปรเปลี่ยนของความลึกมีผลต่อการแปรเปลี่ยนของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลน้อยมาก ในตอนท้ายของการศึกษาได้ตรวจสอบความถูกต้องของสัมประสิทธิ์ฟิล์มแก๊สและสัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลวโดยใช้ทำนายสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมของ MEK เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง พบว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถทำนายการระเหยของ MEK จากน้ำเสียได้ดี ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำนายการระเหยของ VOC จากน้ำเสียแทนแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาจากข้อมูลการระเหยของ VOC จากน้ำบริสุทธิ์ที่มีรายงานอยู่ทั่วไปได้

บทความทั้งสองเรื่องได้แสดงผลการวิจัยครอบคลุมวัตถุประสงค์ของโครงการ ส่วนบทความเรื่องที่ 3 "Mass Transfer Coefficient for MEK Volatilization from Wastewater"

และ เรื่อง ที่ 4 "Effect of Suspended Solid on Volatilization of MEK from Wastewater" เป็นการขยายผลของความเร็วลม และผลของ SS ต่อการระเหยของ MEK โดยในบทความทั้งสองได้แสดงวิธการใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจากตัวแปรนั้นๆ เพื่อหาค่าอัตราการระเหยของ VOCs จากน้ำเสียด้วย

จากการศึกษาทั้งหมดเพื่อนำมาประมวลเพื่อหาแนวทางในการลดการระเหยของ VOC จากน้ำเสียสู่บรรยากาศ พบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือการลดความเร็วลมที่สัมผัสกับผิวน้ำ จากการศึกษานี้พบว่าความเร็วลมที่ผิวน้ำไม่ควรสูงกว่า 2.4 m/s ที่ความเร็วลมในช่วงดังกล่าวจะให้สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลและอัตราการระเหยของ VOC จากน้ำเสียต่ำสุด (ใกล้เคียงกับกรณีที่ความเร็วลมเท่ากับ 0 m/s) การลดความเร็วลมที่สัมผัสกับผิวน้ำสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การใช้กำแพงคอนกรีตกันลม การปลูกต้นไม้เป็นกำแพงกันลม การใช้ฟิล์มของสารลดแรงตึงผิวคลุมผิวน้ำ ซึ่งวิธีการปลูกต้นไม้เป็นกำแพงกันลมรอบบ่อบำบัดน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เพราะลงทุนต่ำและมีผลพลอยได้อย่างอื่นๆเช่นทำให้บรรยากาศในบริเวณนั้นมีความเป็นธรรมชาติมากขึ้นเป็นต้น

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยจากน้ำเสียสามารถสรุปผลที่สำคัญๆ ได้ดังนี้

1. สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลและอัตราการระเหยของ VOC ที่ระเหยจากน้ำเสียมีค่าต่ำกว่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลและอัตราการระเหยของ VOC ที่ระเหยจากน้ำบริสุทธิ์อย่างมีนัยสำคัญ
2. แบบจำลองสำหรับทำนายการระเหยของ VOC จากน้ำเสียควรพัฒนาจากข้อมูลการระเหยของ VOC จากน้ำเสีย
3. ความเร็วลมเหนือผิวน้ำ และ ปริมาณของของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียมีผลต่อการระเหยของ VOC จากน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญ
4. สัมประสิทธิ์ฟิล์มแก๊สและสัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลวที่พัฒนาขึ้นจากข้อมูลการระเหยของ VOC จากน้ำเสียสามารถทำนายการระเหยของ VOC จากน้ำเสียได้ดี
5. ในการป้องกันหรือลดการระเหยของ VOC จากน้ำเสียควรควบคุมกระแสลมที่สัมผัสกับผิวน้ำเสียไม่ให้สูงกว่า 2.4 m/s.