S0 71

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

นายวิชาญ สมบัติภิญโญ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2552

Computer Software Development for Wastewater Treatment Design

Mr. Wichan Sombutpinyo

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Public Health in Industrial Environment Management

School of Health Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2009

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
ชื่อและนามสกุล	นายวิชาญ สมบัติภิญโญ
แขนงวิชา	สาธารณสุขศาสตร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ศริศักดิ์ สุนทรไชย

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศริศักดิ์ สุนทรไชย)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.กิตติ์สิริ แก้วพิพัฒน์)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อนุมัติให้รับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
วันที่ 17 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย **ผู้ศึกษา** นายวิชาญ สมบัติภิญโญ **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต(การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร.ศริศักดิ์ สุนทรไชย **ปีการศึกษา** 2552

บทคัดย่อ

ขั้นตอนการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับลักษณะของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นขั้นตอนการประเมินเบื้องต้นในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสีย จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะนำไปสู่การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และไม่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญมาก การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ (2) ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมกับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด (3) ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นในโรงงานอุตสาหกรรม และ(4) ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นจากการก่อสร้าง การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องของระบบบำบัดน้ำเสีย

วิธีดำเนินการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะใช้โปรแกรมVisual Basic เวอร์ชั่น 6.0 เป็นโปรแกรมหลักในการพัฒนา โดยได้ศึกษาข้อกฎหมาย ข้อกำหนด และมาตราฐานที่เกี่ยวข้องมาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิง

ผลของการศึกษาครั้งนี้ พบว่า (1)โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆได้ (2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถใช้ในการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมกับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด (3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยลดขั้นตอนและความยุ่งยากในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียได้ และ(4)โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง การดูแลรักษาและการบริหารจัดการของระบบบำบัดน้ำเสีย และผลจากการทดลองใช้งานโดยผู้ที่เกี่ยวข้องพบว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ในเกณฑ์ดี ใช้งานง่ายและสะดวก โดยสามารถนำไปใช้กับประเภทโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆได้อย่างหลากหลาย รวมทั้งยังสามารถใช้กับประเภทกิจการอื่นๆที่ไม่ใช่โรงงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

คำสำคัญ การเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ศริศักดิ์ สุนทรไชย สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการจัดทำครั้งนี้ จนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา เครือข่ายเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความอนุเคราะห์ต่างๆ ที่ได้รับจะส่งผลให้การศึกษาครั้งนี้ ได้รับการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่

วิชาญ สมบัติภิญโญ

พฤศจิกายน 2552

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การศึกษา 2

ขอบเขตของการศึกษา 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4

ลักษณะและคุณสมบัติของน้ำเสีย 4

ผลกระทบที่เกิดจากน้ำเสีย 5

ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย 6

หลักการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย 11

โปรแกรมVisual Basic 6.0 13

บทที่ 3 การสร้างและการพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน 16

ลักษณะและส่วนประกอบของต้นแบบชิ้นงาน 16

แนวคิดหรือหลักการในการพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน 16

ขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน 18

บทที่ 4 การทดลองใช้ต้นแบบชิ้นงาน 32

บทที่ 5 ผลการประเมินใช้ต้นแบบชิ้นงานโดยผู้เกี่ยวข้อง 41

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 48

บรรณานุกรม 50

ภาคผนวก 52

ก คู่มือการใช้งานโปรแกรมออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย 53

ข ค่ามาตรฐานของกฎหมายกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งในประเทศไทย 62

ประวัติผู้ศึกษา 75

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งระบายออกนอกโรงงาน 16
ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์ลักษณะมลพิษน้ำเสียตามประเภทโรงงาน 20
ตารางที่ 5.1 สรุปการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา 43
ตารางที่ 5.2 สรุปการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับ
ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง 46

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของโปรแกรมVisual Basic 6.0 13
ภาพที่ 2.2 คอนโทรลต่างๆในโปรแกรมVisual Basic 6.0 14
ภาพที่ 2.3 หน้าต่างสำหรับการเขียนโค้ดกำกับคอนโทรล 15
ภาพที่ 3.1 หน้าจอเริ่มต้นสำหรับเข้าโปรแกรม 24
ภาพที่ 3.2 หน้าจอสำหรับบันทึกข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม 25
ภาพที่ 3.3 หน้าจอแสดงผลรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมและมลพิษของน้ำเสีย 26
ภาพที่ 3.4 หน้าจอสำหรับบันทึกค่ามลพิษของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม 27
ภาพที่ 3.5 หน้าจอแสดงผลการเปรียบเทียบค่ามลพิษของน้ำเสียกับมาตรฐานตามกฎหมาย 28
ภาพที่ 3.6 หน้าจอแสดงขั้นตอนหลักของการบำบัดน้ำเสียและรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน 29
ภาพที่ 3.7 หน้าจอแสดงอุปกรณ์ วิธีการในการบำบัดน้ำเสียของแต่ละขั้นตอน 30
ภาพที่ 3.8 หน้าจอรายละเอียดของอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือขั้นตอนวิธีการในการบำบัดน้ำเสีย 30
ภาพที่ 3.9 หน้าจอแสดงแผนผังภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสีย 31
ภาพที่ 4.1 การบันทึกข้อมูลในส่วนข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม 33
ภาพที่ 4.2 สรุปรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมและรายละเอียดของมลพิษหลักของน้ำเสีย 34
ภาพที่ 4.3 การบันทึกข้อมูลในส่วนข้อมูลค่ามลพิษของน้ำเสีย 35
ภาพที่ 4.4 สรุปการเปรียบเทียบค่ามลพิษของน้ำเสียกับมาตรฐานตามกฎหมาย 35
ภาพที่ 4.5 ตัวเลือกระบบของการออกแบบสำหรับการแสดงระบบบำบัดน้ำเสียในรูปแบบต่างๆ 36
ภาพที่ 4.6 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น 37
ภาพที่ 4.7 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น 37
ภาพที่ 4.8 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 38
ภาพที่ 4.9 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 38

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 5.1 การปรับปรุงการเพิ่มเติมรายละเอียด คำอธิบายต่างๆ 44
ภาพที่ 5.2 การปรับปรุงการเพิ่มเติมรายละเอียดค่ามาตรฐานตามกฎหมาย 44
ภาพที่ 5.3 การปรับปรุงการเพิ่มเติมการแสดงรายละเอียดขั้นตอนของระบบบำบัด 45
ภาพที่ 5.4 การปรับปรุงการเพิ่มเติมภาพฉากหลังของโปรแกรม 45
ภาพที่ 5.5 การปรับปรุงการเพิ่มเติมปุ่มย้อนกลับ 47

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ส่งผลโดยตรงต่อความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ทั้งความต้องการในการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมนั้น ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ซึ่งเมื่อพิจารณาภาพรวมของสภาวะปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต ความต้องการในการใช้ทรัพยากรน้ำมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับทรัพยากรที่มีอยู่มีแนวโน้มที่จะลดลงทั้งในด้านของปริมาณและด้านของคุณภาพด้วย ซึ่งคุณภาพของทรัพยากรน้ำที่ลดลงโดยเกิดการปนเปื้อนมลพิษในทรัพยากรน้ำ หรือที่เรียกว่า " น้ำเสีย " ซึ่งประเภทของน้ำเสียสามารถแบ่งได้หลัก ๆ ตามแหล่งกำเนิด ได้แก่ น้ำเสียที่มาจากชุมชนและบ้านเรือน น้ำเสียที่มาจากเกษตรกรรม และน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม

โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นน้ำเสียที่มีความหลากหลายมากกว่าน้ำเสียที่มาจากชุมชนและบ้านเรือน และน้ำเสียที่มาจากเกษตรกรรม โดยขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ต่างประเภทกัน จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น บางแห่งมีโลหะหนักมาก แต่บางแห่งน้ำเสียไม่มีโลหะหนักแต่มีสารอินทรีย์มาก สีและกลิ่นที่แตกต่างกัน เป็นต้น หากไม่มีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม น้ำเสียดังกล่าวมีโอกาสที่จะปนเปื้อนไปสู่แหล่งน้ำสาธารณะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำรวมถึงมนุษย์ด้วย

การจัดการน้ำเสียหรือที่เรียกกันคือ การบำบัดน้ำเสีย จะต้องพิจารณาองค์ประกอบในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยต้องอาศัยการออกแบบและต้องใช้ความรู้ เทคนิค และความเข้าใจทางหลักวิชาการในด้านการบำบัดน้ำเสียค่อนข้างมาก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีใช้ในปัจจุบันมีจำนวนมาก หลากหลายวิธี ซึ่งจะมีความเหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทไม่เหมือนกัน รวมถึงคุณลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละโรงงานจะมีความแตกต่างกันด้วยเช่นกัน ทำให้มีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยากในการออกแบบและการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียโดยต้องอาศัยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญโดยเฉพาะในการออกแบบ ดังนั้น จึงทำให้ผู้ที่

เกี่ยวข้องในโรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงนักจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมไม่สามารถออกแบบเองได้หรือถ้าสามารถทำได้ก็มีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซึ่งถ้าผู้ที่เกี่ยวข้องในโรงงานอุตสาหกรรมหรือนักจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมสามารถออกแบบในเบื้องต้นได้เองแล้วจะสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประกอบการตัดสินใจในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมทั้งในด้านของประสิทธิภาพ การบำบัดรวมทั้งสามารถประเมินและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องได้

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

2.2 เพื่อออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม กับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

2.3 เพื่อออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นในโรงงานอุตสาหกรรมได้

2.4 เพื่อออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นจากการก่อสร้าง การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องของระบบบำบัดน้ำเสียได้

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ ที่มีการใช้งานภายในโรงงานอุตสาหกรรม

3.2 ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเปรียบเทียบค่าคุณลักษณะของ น้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมกับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดโดยอ้างอิงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งระบายออกนอกโรงงาน ประกอบกับ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้

3.3 ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นในโรงงานอุตสาหกรรม และช่วยในการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นจากการก่อสร้าง การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง โดยอ้างอิงจากประเภทโรงงานอุตสาหกรรม ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเปรียบเทียบค่าคุณลักษณะของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม กับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด และออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมได้

4.2 สามารถทราบถึงเทคนิควิธีการบำบัดน้ำเสียตามคุณลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมได้

4.3 สามารถใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงงานได้อย่างง่ายและรวดเร็ว

4.4 สามารถประเมินค่าใช้จ่ายจากการก่อสร้าง การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างง่าย

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะและคุณสมบัติของน้ำเสีย

น้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นน้ำเสียที่มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ก็จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งน้ำเสียได้ดังนี้

1.1 ลักษณะทางกายภาพ(Physical Characteristics)ของน้ำเสียที่ประกอบด้วย

- ของแข็ง(Solids) ประกอบด้วย ของแข็งละลายน้ำและของแข็งไม่ละลายน้ำ
- กลิ่น(Odors)
- อุณหภูมิ(Temperature)
- ความหนาแน่น(Density)
- สี(Color)
- ความขุ่น(Turbidity)

1.2 ลักษณะทางเคมี(Chemical Characteristics)ของน้ำเสียที่ประกอบด้วย

- สารอินทรีย์(Organic Matter) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน น้ำมันและไขข้น สารลดแรงตึงผิว สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายVOCs

- สารอนินทรีย์(Inorganic Matter) ปริมาณสารอนินทรีย์สามารถบอกคุณสมบัติทางเคมีของน้ำเสียนั้นได้ ได้แก่ ค่าpH ปริมาณคลอไรด์ ความเป็นกรด-ด่าง สารประกอบอนินทรีย์ที่เป็นพิษ ปริมาณไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส ปริมาณซัลเฟอร์ สารประกอบอนินทรีย์ที่เป็นพิษ โลหะหนัก

- ก๊าซ ที่สามารถพบได้ในน้ำเสียได้แก่ ก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน แอมโมเนีย มีเธน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์

1.3 ลักษณะทางชีวภาพ(Biological Characteristics)ของน้ำเสียที่ประกอบด้วย

- จุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย โปรโตซัว โรติเฟอร์

2. ผลกระทบที่เกิดจากน้ำเสีย

จากลักษณะและคุณสมบัติของน้ำเสียที่กล่าวมาในข้างต้น พบว่าน้ำเสียมีลักษณะและคุณสมบัติมากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จะส่งผลกระทบที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถแบ่งผลกระทบออกได้ดังนี้

2.1 ผลกระทบต่อสุขภาพและสังคม

- รสและกลิ่นของน้ำเปลี่ยนไป ทำให้ผู้บริโภคได้รับความเดือดร้อน เช่น โรงงานบางชนิดอาจปล่อยน้ำเสียที่มีสารบางชนิด ได้แก่ Phenolic Compounds ผสมอยู่ด้วย ทำให้รสของน้ำในแหล่งน้ำเปลี่ยนไป แม้น้ำทิ้งเพียงปริมาณเล็กน้อยก็สามารถทำให้รสและกลิ่นเปลี่ยนแปลงได้ น้ำเสียดังกล่าวมาจาก โรงงานผลิตยางเทียม โรงงานกลั่นน้ำมัน นอกจากจะส่งผลโดยตรงกับผู้บริโภคแล้วอาจจะทำให้สัตว์น้ำที่ใช้เป็นอาหารมีรสและกลิ่นที่เปลี่ยนไปด้วยส่งผลกระทบต่อการบริโภคและการค้าขาย

- ผลกระทบของสารพิษจากการผ่านห่วงโซ่อาหาร สารพิษแม้ว่าจะได้รับในปริมาณที่น้อยมากก็อาจจะทำให้เกิดอาการที่เฉียบพลันหรืออาการเรื้อรังของร่างกาย นอกจากนี้จะมีการสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตหากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานๆ รวมทั้งมนุษย์อยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของห่วงโซ่อาหาร มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบจาก การดื่มน้ำที่มีสารพิษโดยตรง การบริโภคสัตว์น้ำหรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำที่มีสารพิษสะสมอยู่ การบริโภคผลิตภัณฑ์จากการเกษตรที่มีสารพิษสะสมอยู่โดยจากน้ำที่ใช้รดหรือจากดินที่มีพิษ ซึ่งสารพิษแต่ละชนิดจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพแตกต่างกันไปตามชนิดของสารพิษนั้น เช่น แคดเมี่ยม(Cd)ทำให้การทำงานของไตผิดปกติ การเสียสมดุลของแคลเซี่ยมในร่างกาย และกระดูกเสื่อม ไซยาไนด์(CN)เกิดการจับตัวกับฮีโมโกบิลขัดขวางการลำเลียงออกซิเจน ตะกั่ว(Pb)ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง(รูปร่างของเม็ดเลือดแดงผิดปกติ) โครเมี่ยมเฮกซะวาเล้นท์(Cr^{6+})เกิดเป็นแผลที่ผิวหนังและทางเดินอาหารและทำลายผนังกั้นโพรงจมูก สารหนู(As)ทำให้เกิดเม็ดสีที่ผิวหนัง ตับทำงานผิดปกติและมะเร็งผิวหนัง PCB(Poly Chlorinated biphenyl)ทำให้เกิดเม็ดสีดำบนผิวหนัง และตับทำงานผิดปกติ เป็นต้น

2.2 ผลกระทบต่อแหล่งน้ำผิวดิน

- ปัจจัยที่ทำให้ผลกระทบต่อแหล่งน้ำบนผิวดิน จะรุนแรงมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปริมาณและความถี่ของฝน ปริมาณและลักษณะของแหล่งน้ำผิวดิน ปริมาณการไหลของน้ำ อุณหภูมิ ทิศทางและกระแสลมซึ่งมีผลต่อการไหลของน้ำ

- การทำลายสภาพของแหล่งน้ำ โรงงานหรือกิจกรรมบางประเภทอาจปล่อยของเสียชนิดที่ทำลายสภาพของแหล่งน้ำ เช่น โรงเลื่อยไม้อาจทิ้งเศษผงไม้ลงมาในแม่น้ำลำคลองทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน โรงไฟฟ้าระบายน้ำที่มีอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของแหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

- การทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบเมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำที่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรย์สารเหล่านี้ ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงและเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำได้รับผลกระทบ รวมถึงปริมาณสารอาหารก็จะทำให้เกิดการแพร่พันธ์อย่างรวดเร็วของพืชน้ำและแพลงตอนในกระบวนการยูโทรฟิเคชั่น ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นเดียวกัน

2.3 ผลกระทบอื่นๆ

- เกิดปัญหาต่อการใช้น้ำ และการบริหารจัดการน้ำต่อการอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรม และการเกษตร เช่น การบำบัดน้ำใช้ต้องใช้ต้นทุนสูงในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำ อาจทำให้เกิดตะกอน ตะกรันในระหว่างการลำเลียงน้ำมีผลต่อการอุดตัน การระบายความร้อนของระบบ เป็นต้น

- ความสวยงามของแหล่งน้ำและการพักผ่อนหย่อนใจ เกิดผลต่อคุณสมบัติของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่น และความขุ่น ทำให้ขาดความสวยงาม เกิดความรำคาญและไม่เหมาะกับการใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ

- การคมนาคม เป็นผลกระทบโดยอ้อม ซึ่งอาจมาจากการที่เกิดพืชน้ำจำนวนมากกีดขวางเส้นทางการคมนาคม

- นอกจากนั้นต่อผู้ที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงได้รับความเดือดร้อนจากน้ำเสีย และอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านของสังคมตามมา เช่น เกิดการประท้วง ขับไล่โรงงานที่เป็นสาเหตุของปัญหา เกิดความขัดแย้งระหว่างชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

3. ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย

เมื่อกล่าวถึงระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว จะมีค่อนข้างหลากหลายให้สามารถเลือกใช้งานได้ตามลักษณะมลพิษของน้ำเสียและประเภทกิจการ ซึ่งสามารถแบ่งการบำบัดน้ำเสียโดยใช้เกณฑ์ของขั้นตอนการบำบัดเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น(Pretreatment)

การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้นส่วนใหญ่จะเป็นการเตรียมน้ำเสียเพื่อให้เหมาะสมที่จะนำไปบำบัดในขั้นตอนต่อไปหรือในขั้นตอนหลักเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในขั้นตอนเหล่านั้น การบำบัดน้ำเสียก่อนขั้นต้นส่วนใหญ่จะเป็นกระบวนการทางกายภาพ(Physical Treatment) ซึ่งประกอบด้วยลักษณะดังนี้

- การดักตะกอนหรือของแข็งด้วยตะแกรง(Screening) เป็นกระบวนที่มีวัตถุประสงค์สำหรับการดักเศษขยะ เศษไม้ ถุงพลาสติก ชิ้นส่วนวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ โดยใช้หลักการง่ายๆ มีประโยชน์ในการกำจัดสิ่งสกปรกได้ในปริมาณมาก รวมทั้งเป็นการลดภาระการบำบัดของหน่วยบำบัดที่อยู่ถัดไป และป้องกันไม่ให้เศษขยะ เศษวัสดุต่างๆ อุดตันหรือสร้างความเสียหายให้กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในระบบ

- การตัดบดตะกอนให้มีขนาดเล็กลง(Comminution) เป็นการตัดบดตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์มีการเน่าเสียได้ง่าย หากแยกออกจากน้ำเสียแล้วนำไปทำให้แห้งหรือเผาจะค่อนข้างยุ่งยาก มีค่าใช้จ่ายสูง ควบคุมลำบาก จึงต้องใช้เครื่องตัดบดตะกอนให้ละเอียดจนสามารถนำไปสู่การบำบัดน้ำเสียในขั้นต่อไป

- การตกตะกอนหนัก(Primary Sedimentation) โดยใช้หลักการการแยกของแข็งที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำออกจากน้ำโดยให้ของแข็งดังกล่าวตกลงสู่ด้านล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ตะกอนของแข็งที่อยู่ด้านล่างก็จะถูกระบายออกไปกำจัดหรือจัดการต่อไป ในการตกตะกอนขั้นนี้จะเป็นการแยกของแข็งที่มีน้ำหนักมากจำพวกกรวดและทรายออกจากน้ำเสีย

- การกำจัดน้ำมันและไขมัน(Oil and Grease Removal) โดยใช้หลักการที่ว่าน้ำมันหรือไขมันจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงลอยตัวขึ้นสู่บนผิวน้ำ แล้วจึงแยกออกจากน้ำเสียเพื่อนำไปกำจัดต่อไป

2) การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น(Primary Treatment)

การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น เป็นการปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนการบำบัดขั้นต่อไป เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่อไปมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบบำบัดขั้นต่อไป หรือต่อระบบบำบัดโดยรวม การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นส่วนใหญ่จะเป็นกระบวนการทางกายภาพ หรือกระบวนการทางเคมีรวมกับกระบวนการทางกายภาพ หรืออาจกล่าวได้ว่าการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นเป็นการบำบัดเพื่อลดมลพิษให้ต่ำลงโดยใช้วิธีการที่ประหยัด ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 วิธี ดังนี้

การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นด้วยวิธีทางเคมี

- การแยกกากของแข็งแขวนลอยด้วยการตกตะกอน(Precipitation) เป็นกระบวนการเติมสารเคมีลงไปในน้ำเสียเพื่อให้สิ่งสกปรกที่ละลายน้ำเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำและตกตะกอนลงได้

- การสร้างรวมตะกอน(Coagulation-Flocculation) เป็นการทำให้ตะกอนหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ไม่ยอมรวมตัวกัน มารวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่ขึ้น และตกตะกอนออกจากน้ำเสียได้

- การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง เป็นการปรับสภาพของน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลางเพื่อที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือให้เกิดความเหมาะสมกับการบำบัดในขั้นต่อไป

- การออกซิเดชั่นและรีดักชั่น(Oxidation-Reduction) เป็นวิธีการทางเคมีที่นิยมใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียในรูปของสารอนินทรีย์ โลหะหนักต่างๆ โดยการเติมสารเคมีลงไปเพื่อทำปฏิกริยาลดออกซิเจน(Reduction) หรือเพิ่มออกซิเจน(Oxidation) เพื่อทำให้สิ่งปนเปื้อนเหล่านั้นเปลี่ยนเป็นรูปสารประกอบที่ไม่มีพิษ หรือตกตะกอนออกจากน้ำเสียได้ ซึ่งสารเคมีที่ใช้มีอยู่หลายชนิด เช่น อากาศ ออกซิเจน โอโซน เฟอรัสซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น

การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นด้วยวิธีทางกายภาพ

- การตกตะกอน(Sedimentation) การตกตะกอนในขั้นนี้ จะเป็นตะกอนที่มีน้ำหนักน้อยกว่ากรวด ทราย โดยลักษณะของตะกอนต้องสามารถจับตัวเป็นตะกอนขนาดใหญ่และจมลงได้ ซึ่งระยะเวลาในการจับตัวของตะกอนก็จะขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของตะกอน สารเคมีที่นิยมใช้ในการตกตะกอนขั้นนี้ คือโซเดียมไฮดรอกไซด์และปูนขาว

- การทำให้ลอย(Flotation) โดยส่วนมากจะใช้กับตะกอนสิ่งสกปรกที่จมตัวได้ยาก หรือกึ่งจมกึ่งลอย ใช้หลักการโดยการใช้ฟองอากาศพาสิ่งสกปรกขึ้นสู่ผิวน้ำเพื่อกวาดหรือตัก (Skimming)ตะกอนและสิ่งสกปรกเหล่านั้น

- การกรอง(Filtration) เป็นการลดสารแขวนลอยในน้ำเสีย ซึ่งการกรองลักษณะนี้เป็นการกรองในขั้นต้นเหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีสิ่งปนเปื้อนขนาดไม่เล็กมาก ซึ่งชนิดของแผ่นกรองหรือตัวกรองอาจเป็นกรวดทราย แผ่นกรองใยสังเคราะห์ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงให้น้ำเสียผ่านลงสู่ด้านล่าง

3) การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 (Secondary Treatment)

การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 เป็นการบำบัดน้ำเสียต่อเนื่องจากการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ในกรณีที่ยังไม่ได้ลักษณะตามมาตรฐานที่กำหนด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดขั้นต่อไปที่สูงขึ้น

ซึ่งการบำบัดในขั้นนี้จะเป็นการแยกหรือบำบัดมลพิษที่เฉพาะเจาะจง โดยส่วนใหญ่การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้จะเป็นระบบบำบัดทางชีววิทยา ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

- ระบบบ่อปรับเสถียรหรือบ่อผึ่ง(Waste Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ โดยปล่อยให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติและในน้ำเสียเจริญเติบโต ทำการย่อยสลายมลสารอินทรีย์ต่างๆจนได้ตามมาตรฐาน ซึ่งระบบบ่อปรับเสถียรจะประกอบด้วยบ่อบำบัดย่อยจำนวน 4 บ่อ ได้แก่ บ่อแอนแอโรบิก(Anaerobic Ponds) บ่อแฟคัลเททีฟ(Facultative Ponds) บ่อแอโรบิค(Aerobic Ponds) และบ่อบ่ม(Maturation Ponds) โดยการทำงานและวัตถุประสงค์การใช้งานของแต่ละบ่อจะแตกต่างกัน ซึ่งระบบบ่อปรับเสถียรอาจประกอบด้วยบ่อครบหรือไม่ครบทั้ง 4 บ่อก็ได้ หรืออาจมีบ่อใดบ่อหนึ่งมีจำนวนมากกว่า 1 บ่อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

- ระบบบ่อเติมอากาศ(Aerated Ponds) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่พัฒนามาจากระบบบ่อปรับเสถียร เพื่อขจัดปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น กลิ่นที่เกิดจากบ่อแฟคัลเททีฟ หรือการใช้พื้นที่มาก โดยใช้วิธีของการเติมอากาศ ช่วยเร่งอัตราการเกิดปฏิกริยา

- ระบบเลี้ยงตะกอนเร่ง(Activated Sludge Process; AS)มีหลักการคือ มลสารอินทรีย์จะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ซึ่งเจริญเติบโตอยู่ในถังเติมอากาศ หลังจากนั้นก็ทำการแยกตะกอนที่เกิดจากการย่อยสลายออกมา บางส่วนจะถูกนำกลับไปใช้หมุนเวียนในถังเติมอากาศอีก และส่วนที่เกินจะถูกนำไปกำจัดต่อไป

- ระบบจานหมุนชีวภาพ(Rotating Biological Contactor; RBC)เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบโปรยกรอง โดยเปลี่ยนลักษณะของตัวกลางให้หมุนรอบตัวเองได้ และยังช่วยในการกวนน้ำเสียเป็นผลให้ออกซิเจนและสารอาหารละลายเข้าสู่ชั้นของจุลินทรีย์ได้ดีกว่า ซึ่งเมื่อน้ำเสียไหลสัมผัสกับชั้นของจุลินทรีย์ก็จะเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเกิดเป็นตะกอนติดอยู่ที่ผิวตัวกลางเมื่อตะกอนมีความหนามากพอก็จะหลุดจากผิวตัวกลางและตกลงสู่ด้านล่าง

- ระบบกึ่งต่อเนื่อง(Sequence Batch Reactor; SBR) เป็นระบบASชนิดหนึ่งที่ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ถังปฏิกริยาเพียงถังเดียวทั้ง ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน จะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเติมน้ำเสีย การเติมอากาศ การตกตะกอน การดึงน้ำออก และการพัก ซึ่งสามารถตั้งโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ในการควบคุมกระบวนการดังกล่าว

- ระบบเลี้ยงตะกอนเร่งแบบไร้อากาศ (Anaerobic Activated Sludge หรือ Anaerobic Contact Process) เป็นระบบที่คล้ายคลึงกับระบบAS แต่จะไม่มีการเติมอากาศให้กับถังปฏิกริยา จะต้องควบคุมความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ให้สูงมาก

- ระบบไร้อากาศชนิดUp-flow Anaerobic Sludge Blanket(UASB) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ให้ตะกอนจุลินทรีย์แขวนในถังปฏิกริยา(Suspended Growth System) โดยอาศัยหลักการสูบน้ำเสียด้วยอัตราที่เหมาะสมป้อนเข้าสู่ทางด้านล่างของถังปฏิกริยา ทำให้จุลินทรีย์สามารถเกาะตัวกันแน่นเป็นชั้นหนาอยู่ทางด้านล่าง และน้ำที่ผ่านการบำบัดก็จะออกทางด้านบนของถัง

จากระบบที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้งานกันค่อนข้างแพร่หลาย และมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้

4) การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 (Tertiary Treatment)

การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 จะต้องมีการใช้งานก็ต่อเมื่อการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 ยังไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการได้ โดยเฉพาะสารอินทรีย์หรือสารอื่นๆที่ไม่สามารถบำบัดได้ด้วยวิธีทางชีววิทยาอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของการระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือต้องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไป ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

- การกรองชนิดไมโคร(Micro-Filtration) เป็นการกรองที่มีความละเอียดในการกรองมาก โดยตัวแผ่นกรองจะมีขนาดของรูกรองประมาณ 20-30 ไมโครเมตร ชนิดของแผ่นกรองก็จะเป็นทั้งสแตนเลสสตีล โพลีเมอร์ หรือผ้า ส่วนใหญ่จะอยู่ในระบบปิด และภายใต้ความดันสูง เพื่อทำน้ำให้บริสุทธิ์ขึ้น

- การกรองชนิดอัลตร้า(Ultra-Filtration) เป็นการกรองที่มีความละเอียดในการกรองมากขึ้น โดยสามารถกรองแยกสารจำพวกที่ละลายน้ำได้ ความละเอียดของการกรองก็ขึ้นอยู่กับชนิดของแผ่นกรอง และภายใต้ความดันสูงมาก เหมาะสำหรับการทำน้ำให้บริสุทธิ์ขึ้น ก่อนที่จะไปเข้าระบบที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น

- ออสโมซิสผันกลับ(Reverse-Osmosis) เป็นการกรองที่มีความละเอียดมาก และต้องใช้ความดันที่สูงมากๆ โดยสามารถกรองแร่ธาตุต่างๆ ออกจากน้ำได้ เป็นการปรับปรุงน้ำเสียให้มีคุณภาพดีและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

- การดูดซับด้วยถ่าน(Carbon Adsorption) เป็นกระบวนการที่อาศัยตัวดูดซับ จำพวกถ่าน ถ่านกัมมันต์ ซึ่งเมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดในขั้นที่ 2 แล้ว ยังมีสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์หลงเหลืออยู่ก็จะใช้กระบวนการดังกล่าวในการดูดซับอีกทีเพื่อทำให้น้ำบริสุทธิ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนบำบัดสีและกลิ่นออกจากน้ำเสียได้

- การกำจัดสารอาหาร(Nitrification and Denitrification) เป็นกระบวนการออกซิไดซ์ไนโตรเจน(ในรูปแอมโมเนีย)ให้เป็นไนไตรท์(NO_2^-) และไนเตรท(NO_3^-)ด้วยการใช้จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ และได้พลังงานออกมา ส่วนDenitrification เป็นกระบวนการรีดิวซ์ไนเตรทให้อยู่ในรูปของ

ก๊าซไนโตรเจนด้วยการใช้จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ ซึ่งจากทั้งสองกระบวนการจะทำให้สามารถกำจัดปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำเสียได้

4. หลักการของการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆให้ครบถ้วนเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ เมื่อกล่าวถึงระบบบำบัดน้ำเสียแล้วองค์ประกอบของระบบมีมากมายหลายส่วน ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบส่งผ่านน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้การออกแบบเป็นระบบและไม่เกิดข้อผิดพลาดหรือให้เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด ต้องมีการจัดเตรียมการออกแบบส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้งในช่วงเริ่มการทำงาน ช่วงแรกของโครงการ จนถึงการขยายโครงการในอนาคต นอกจากนั้น ยังต้องระวังด้านความปลอดภัยให้แก่ผู้ควบคุมระบบ ช่างซ่อมบำรุง รวมถึงการอบรมให้ความรู้กับผู้ที่เกี่ยวข้องด้วย ปัจจัยที่ควรคำนึงประกอบด้วยดังนี้

1) การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อรองรับสภาพทั้งในปัจจุบันและอนาคต

การออกแบบระบบต่างๆ โดยเฉพาะระบบที่เกี่ยวข้องกับสาธารณูปโภคมักจะต้องมีการกำหนดช่วงเวลาของการใช้งานไว้ด้วย เช่น อย่างน้อยช่วงละ 5 ปีเป็นระยะเวลา 20 ปี ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการดำเนินการในช่วงแรกที่มีน้ำเสียและสารมลพิษน้อยให้ระบบสามารถทำงานได้ รวมถึงสามารถขยายหรือเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานสำหรับอนาคตในช่วงระยะเวลาต่อไปได้ด้วย ซึ่งการวางแผนและการดำเนินการให้ได้ผลเต็มที่ย่อมขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการคาดการณ์ที่แม่นยำของผู้ออกแบบ ทั้งนี้ต้องอาศัยข้อมูลจากหลายส่วนเช่นกัน

2) หลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับบริเวณข้างเคียง

ความสวยงามและการยอมรับของประชาชนข้างเคียงในการก่อสร้างหรือการดำเนินการเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย ถือว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ซึ่งปัญหาที่มักพบบ่อยๆ ได้แก่ ปัญหาเรื่องกลิ่น ปัญหาเรื่องเสียง ปัญหาความสวยงาม และปัญหาการจราจร

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่ดีจะต้องออกแบบให้สามารถรองรับสภาพการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของโรงงานได้ ไม่ว่าเรื่องกระบวนการผลิต ลักษณะการทำงานตลอดจนปัจจัยอื่นๆ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียมาก ซึ่งอาจจะใช้การออกแบบโดยการเผื่อค่าความปลอดภัย(Safety Factor)ที่เหมาะสมได้ดี ปัจจัยที่ควรต้องคำนึงถึงในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่สำคัญ ได้แก่ ความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงของภาระบรรทุก(Loading) ดังนั้นการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องคำนึงถึงข้อกำหนดดังนี้

1) ขนาดและความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย โดยปกติแล้วขนาดและความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของระบบจะสร้างขึ้น จะต้องอาศัยตัวเลขของคุณภาพน้ำเสียและปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยในแต่ละวัน เป็นตัวกำหนดในการพิจารณาออกแบบซึ่งอาจมีความผิดพลาดได้ เพราะขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณน้ำเสียที่อาจไม่สม่ำเสมอ

2) การออกแบบทางชลศาสตร์ของระบบบำบัดน้ำเสียต้องสามารถรับน้ำเสียที่ส่งมาจากระบบรวบรวมน้ำเสียได้ทั้งหมด

การออกแบบต้องคำนึงถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น หน่วยบำบัดย่อยหน่วยใดหน่วยหนึ่งมีปัญหา ระบบก็ยังคงดำเนินการต่อไปได้

3) การออกแบบกระบวนการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

การออกแบบควรต้องคำนึงถึงประสิทธิของการบำบัดให้เป็นไปตามมาตรฐานสามารถรองรับในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่ามลพิษได้

4) การพิจารณาการออกแบบให้สอดคล้องกับข้อสรุปทางกฎหมาย

การออกแบบต้องนำกฎหมายมาอ้างอิง ซึ่งประสิทธิภาพการบำบัดต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด

5) การคำนวณหาปริมาณมลพิษต่างๆ ในน้ำเสีย

ต้องพิจารณาค่ามลพิษของน้ำเสีย เพื่อให้ทราบค่ามลพิษหลัก และต้องได้รับการบำบัดด้วยวิธีการและขั้นตอนที่เหมาะสม

6) การเลือกอัตราไหลที่เหมาะสม

การออกแบบต้องคำนึงถึงอัตราไหลของน้ำเสีย ทั้งอัตราไหลสูงสุด อัตราไหลต่ำสุด และอัตราไหลเฉลี่ย เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา ซึ่งจะได้ระบบที่มีความเหมาะสมไม่สิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ

7) การจัดการลดความเปลี่ยนแปลงอัตราไหลและความเข้มข้นของมลพิษต่างๆ

เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการลดความผันแปรของความเข้มข้นของมลพิษ มีวิธีการในการลดความผันแปร ดังนี้

- การป้องกันมิให้น้ำฝนเข้าไปรวมกับน้ำเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณน้ำที่เข้าไปในระบบบำบัดมีมากเกินความจำเป็น

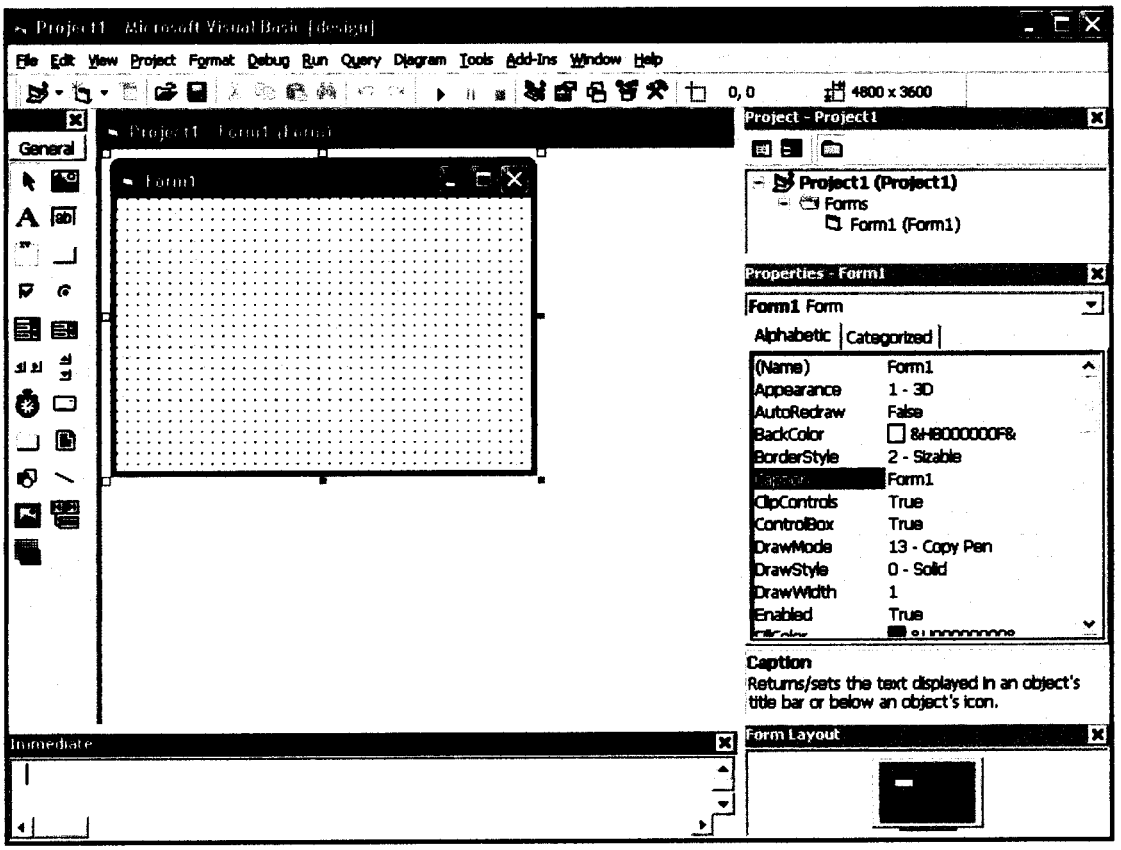
- ใช้ปริมาตรเก็บกักในระบบรวบรวมน้ำเสียให้พอเหมาะ เพื่อใช้สำหรับการรักษาสมดุลของน้ำเสีย จึงทำให้มีความสม่ำเสมอ

- การใช้ระบบถังแบบ in-line และoff-lineในการควบคุมอัตราการไหลเพื่อให้เกิดความสมดุลของน้ำเสีย

5. โปรแกรม Visual Basic 6.0

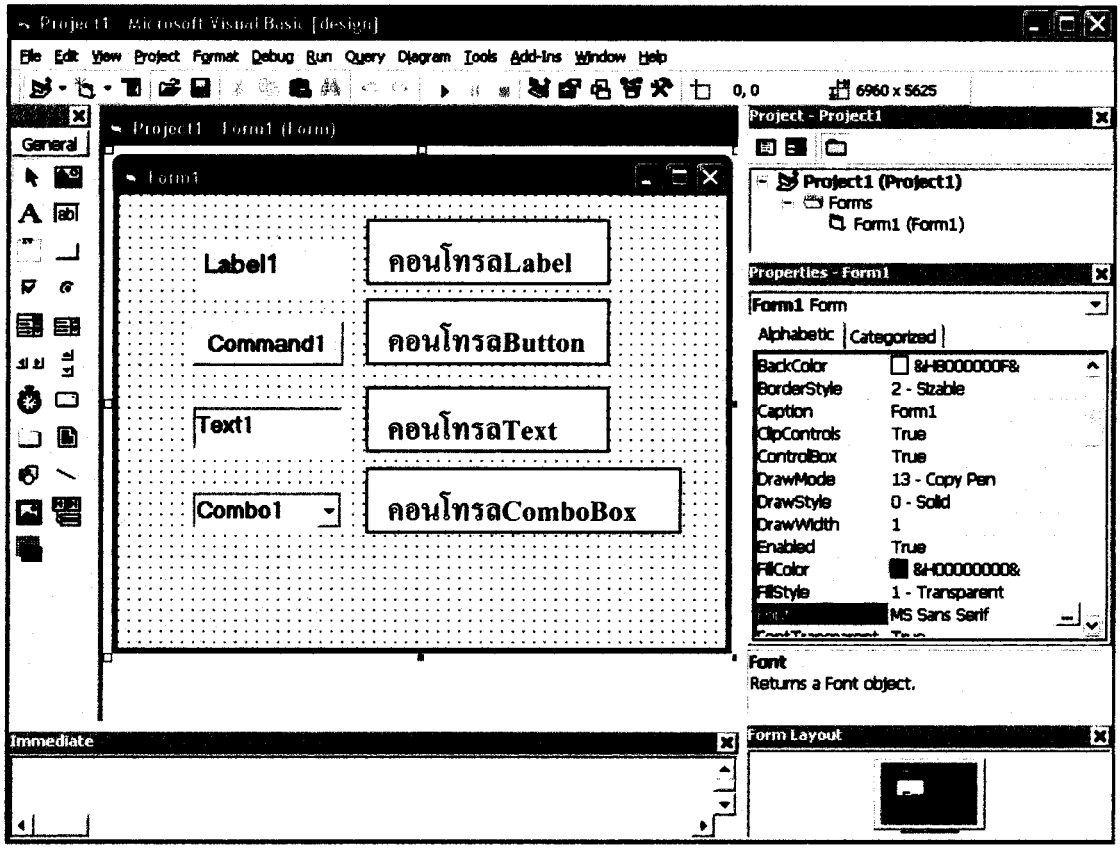
ในอดีต การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาซักหนึ่งโปรแกรม ผู้พัฒนาต้องมีความรู้ความเข้าใจในตัวภาษาที่จะใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นภาษา C , C++,ภาษาปาสคาล เป็นต้น และต้องเขียนโค้ดให้มีความสัมพันธ์กันแบบบรรทัดต่อบรรทัด และต้องออกแบบให้ลักษณะของโปรแกรมตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน หากต้องมีการแก้ไขแล้วจะยุ่งยากแทบจะกล่าวได้ว่าต้องเริ่มต้นใหม่เกือบทั้งหมด

ต่อมาไมโครซอฟท์ได้เสนอรูปแบบในการเขียนโปรแกรมแบบใหม่ด้วยVisual Basic 1.0 ซึ่งได้เปลี่ยนแปลงการพัฒนาโปรแกรมให้ง่ายขึ้น โดยลดความยุ่งยากในการพัฒนาโปรแกรมลง ผู้พัฒนาต้องเตรียมเพียงแนวคิดในการเขียน และในปัจจุบันไมโครซอฟท์ได้พัฒนาVisual Basic จนถึงเวอร์ชั่น 6.0 แล้ว ได้เพิ่มความสามารถต่างๆไว้มากมาย เช่น การสร้างโปรแกรมให้สามารถใช้งานบนWebsiteได้ การผนวกเทคโนโลยีActiveX จึงทำให้ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมได้ค่อนข้างหลากหลาย เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ลักษณะของโปรแกรมVisual Basic 6.0 แสดงได้ดังภาพที่ 2.1



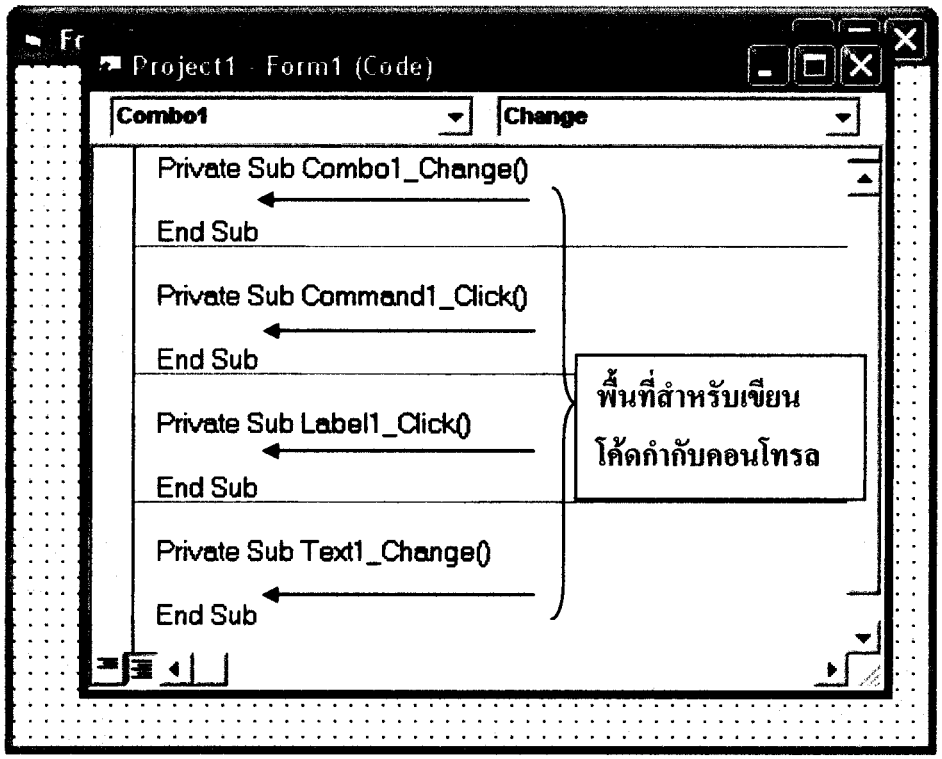
ภาพที่ 2.1 ลักษณะของโปรแกรมVisual Basic 6.0

โปรแกรมVisual Basic 6.0 ได้จัดเตรียมเครื่องมือต่างๆ ที่เรียกว่า คอนโทรล(Controls) ไว้คอยอำนวยความสะดวกแก่ผู้พัฒนาโปรแกรม ซึ่งแต่ละคอนโทรลก็จะมีคุณสมบัติและการใช้งานที่แตกต่างกัน ในแนวทางการพัฒนาโปรแกรม คือการนำคอนโทรลต่างๆ เช่น TextBox , Label ComboBox เป็นต้น นำมากำหนดเพื่อใช้ออกแบบหน้าตาของโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งาน หรือที่เรียกว่า Graphic User Interface(GUI) และหลังจากนั้นก็ต้องเขียนโค้ดเพื่อกำหนดการใช้งานของแต่ละคอนโทรล เพื่อตอบสนองการกระทำของผู้ใช้ หรือในโปรแกรมVisual Basic 6.0 เรียกว่า Events ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อตอบสนองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น(Event-Driven Programming) ลักษณะของคอนโทรลต่างๆ แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 คอนโทรลต่างๆในโปรแกรมVisual Basic 6.0

นอกจากคอนโทรลต่างๆแล้วยังประกอบด้วยสิ่งที่เรียกว่า อ๊อบเจ็กต์(Object Model) เช่น แถบเมนู , Dialog Box , ToolBars เป็นต้น ซึ่งเปรียบเสมือนวัตถุชิ้นหนึ่งที่ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม โดยที่สามารถควบคุม แก้ไขและการกระทำกับอ๊อบเจ็กต์นั้นได้ด้วยการเขียนโค้ดกำกับดังภาพที่ 2.3 หรือสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ(Properties)และเมธอด(Methods)ในแต่ละอ๊อบเจ็กต์ได้



ภาพที่ 2.3 หน้าต่างสำหรับการเขียนโค้ดกำกับคอนโทรล

ในการพัฒนาโปรแกรมด้วยVisual Basic 6.0 การเขียนโค้ดจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ที่เรียกว่า โพรซีเดอร์(Procedure) ซึ่งแต่ละโพรซีเดอร์จะประกอบด้วย โค้ดที่พิมพ์เข้าไปแล้วจะทำให้คอนโทรลหรืออ๊อบเจ็กต์นั้นๆ ตอบสนองการกระทำของผู้ใช้ได้โดยสมบูรณ์ ซึ่งเรียกว่า การพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ(Object Oriented Programming-OOP) ซึ่งมีข้อดีหลายประการ คือ ตัวโค้ดจะถูกแบ่งออกเป็นส่วน ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบ และการจับข้อผิดพลาด(Debug)ได้โดยไม่กระทบกับโค้ดในส่วนอื่นๆ

บทที่ 3
การสร้างและพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบและช่วยในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม

1. ลักษณะและส่วนประกอบของต้นแบบชิ้นงาน

ส่วนประกอบของต้นแบบชิ้นงานประกอบด้วยพัฒนาโดยโปรแกรมภาษา Visual Basic 6.0

2. แนวคิดหรือหลักการในการพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน

การพัฒนาต้นแบบชิ้นงานโดยใช้มาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ประกอบกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ตามตารางที่ 3.1 ซึ่งประเภทโรงงานที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาต้นแบบชิ้นงานจะอ้างอิงมาจากกฎกระทรวง (พ.ศ.2535)(บัญชีประเภทโรงงาน)ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงานพ.ศ. 2535 ที่กำหนดไว้เป็นประเภทโรงงานหลักจำนวน 107 ชนิด

ตารางที่ 3.1 การกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งระบายออกนอกโรงงาน

คุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	หมายเหตุ
1.ค่าpH	5.5-9.0	-
2.ของแข็งละลายน้ำ(TDS)	3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร*
3.ของแข็งแขวนลอย(SS)	50 มิลลิกรัมต่อลิตร	150 มิลลิกรัมต่อลิตร*
4.โลหะหนัก		
- ปรอท(Mercury)	0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- เซเลเนียม(Selenium)	0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- แคดเมี่ยม(Cadmium)	0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- ตะกั่ว(Lead)	0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- อาร์เซนิค(Arsenic)	0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร	-

ตารางที่ 3.1 การกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งระบายออกนอกโรงงาน(ต่อ)

คุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	หมายเหตุ
- เฮกซะวาเล้นท์ โครเมี่ยม (Hexavalent Cromium)	0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- ไตรวาเล้นท์ โครเมี่ยม (Trivalent Cromium)	0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- บาเรียม(Barium)	1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- นิเกิล(Nickel)	1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- ทองแดง(Copper)	2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- สังกะสี(Zinc)	5.0มิลลิกรัมต่อลิตร	-
- แมงกานีส(Manganese)	5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
5.ซัลไฟด์(Sulphide)	1 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
6.ไซยาไนด์(Cyanide)	0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
7.ฟอร์มัลดีไฮด์(Formaldehyde)	1 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
8.สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound)	1 มิลลิกรัมต่อลิตร	-
9.คลอรีนอิสระ	ไม่ต้องมี	-
10.เพสติไซด์(Pesticide)	ไม่ต้องมี	-
11. อุณหภูมิ	ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส	-
12. สี	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	-
13.กลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	-
14.น้ำมันและไขมัน(Oil&Grease)	5 มิลลิกรัมต่อลิตร	15 มิลลิกรัมต่อลิตร*
15.ค่าBOD	20 มิลลิกรัมต่อลิตร	60 มิลลิกรัมต่อลิตร*
16.ค่าTKN	100 มิลลิกรัมต่อลิตร	200 มิลลิกรัมต่อลิตร*
17.ค่าCOD	120 มิลลิกรัมต่อลิตร	400 มิลลิกรัมต่อลิตร*

* บางประเภทกิจการที่กำหนดไว้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

3. ขั้นตอนการดำเนินการสร้างและพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน

3.1 ในการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1.1 ศึกษาข้อมูลของกฎหมาย ระเบียบ ข้อกำหนดและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2535 ประกอบด้วย

กฎกระทรวง(พ.ศ. 2535)(บัญชีประเภทโรงงาน)ซึ่งมีการกำหนดประเภทโรงงานหลักจำนวน 107 ชนิด โดยเลือกประเภทโรงงานที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 15 ชนิด ซึ่งเป็นประเภทโรงงานที่มีน้ำเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ประกอบด้วย

1)โรงงานกระดาษ

2)โรงงานเคมีภัณฑ์

3)โรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

4)โรงงานนมและผลิตภัณฑ์จากนม

5)โรงงานน้ำตาล

6)โรงงานปิโตรเคมี

7)โรงงานผลิตภัณฑ์จากแป้ง

8)โรงงานผลิตอาหารจากสัตว์

9)โรงงานฟอกย้อม

10)โรงงานฟอกหนัง

11)โรงงานสบู่และผงซักฟอก

12)โรงงานห้องเย็น

13)โรงงานอาหารบรรจุกระป๋อง

14)โรงงานอาหารสัตว์

15)โรงงานอิเลคทรอนิกส์

3.1.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งระบายออกนอกโรงงาน ประกอบกับ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ซึ่งมีการกำหนดค่ามาตรฐานต่างๆ ของน้ำทิ้งไว้

3.2 ศึกษาข้อมูล วิธีการ และการดำเนินการในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ข้อมูลที่ต้องใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย สิ่งสำคัญที่จะต้องทราบ คือ ลักษณะมลพิษในน้ำเสียนั้น โดยลักษณะมลพิษในน้ำเสียหลักจะประกอบด้วย

1) ค่าBOD เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับบอกความสกปรกของน้ำเสีย หรือในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียในสภาวะและระยะเวลาที่เหมาะสม

2) ค่าCOD เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ต่างๆในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นผลสุดท้าย

3) ของแข็งแขวนลอย(Suspended Solids) หมายถึง ของแข็งส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำโดยไม่ตกตะกอนจมลง

4) ของแข็งละลายน้ำ(Dissolved Solids) หมายถึง ของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ และสามารถผ่านกระดาษกรองใยแก้วได้

5) ค่าTKN(Total Kjeldahl Nitrogen) เป็นการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบของไนโตรเจน(Nitrogenous Compounds)ในน้ำเสียโดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า Kjeldahl

6) ค่าน้ำมันและไขมัน(Oil&Grease)เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ละลายน้ำ และจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ

7) สี(Color) สีที่อยู่ในน้ำเสียเกิดได้ 2 กรณี คือ สีของน้ำเสียที่มาจากการปนเปื้อนในขั้นตอนของโรงงาน และเกิดจากการกักเก็บน้ำเสียไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียเอง

8) กลิ่น(Odors) กลิ่นที่อยู่ในน้ำเสียเกิดได้ 2 กรณี คือ กลิ่นของน้ำเสียที่มาจากการปนเปื้อนมลพิษในขั้นตอนของโรงงาน และเกิดจากการกักเก็บน้ำเสียไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียจนเกิดเป็นก๊าซซึ่งมีกลิ่นเอง

9) ค่าpH เป็นค่าที่ใช้บอกความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย โดยค่าPHที่มากกว่า 7 จะเป็นด่าง และน้อยกว่า 7 จะเป็นกรด ซึ่งค่าPHจะมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีและชีวภาพ

10) อุณหภูมิ(Temperature) เป็นค่าที่บอกถึงอุณภูมิของน้ำเสียที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

11) สารอนินทรีย์(Inorganic Matter) ในที่นี้จะกล่าวถึงสารเคมีหรือองค์ประกอบของสารเคมีที่มีความเป็นพิษ

12)โลหะหนัก(Heavy Metal) เป็นสารอนินทรีย์ประเภทหนึ่ง ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไอออนและจะเป็นสารพิษ

3.3 จากการวิเคราะห์ประเภทโรงงานทั้ง 15 ชนิดพบว่า แต่ละชนิดจะมีลักษณะมลพิษในน้ำเสียที่แตกต่างกันออกไปเพื่อให้การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย จึงได้เลือกประเภทกิจการที่มีความหลากหลายของลักษณะมลพิษน้ำเสีย รวมทั้งอุปกรณ์ ขั้นตอน และวิธีการบำบัดที่ครอบคลุมการบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่

ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์ลักษณะมลพิษน้ำเสียตามประเภทโรงงาน

	ลักษณะมลพิษในน้ำเสีย											
	BODสูง	CODสูง	ของแข็งแขวนลอยสูง	ของแข็งละลายน้ำสูง	ค่าTKN	น้ำมันและไขมัน	สี	กลิ่น (8)	pH	อุณภูมิสูง	สารอนินทรีย์	โลหะหนัก
โรงงานกระดาษ	X		X				X		X			
โรงงานเคมีภัณฑ์		X		X				X	X		X	X
โรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า							X		X	X	X	X
โรงงานนมและผลิตภัณฑ์จากนม	X		X			X						
โรงงานน้ำตาล	X					X						
โรงงานปิโตรเคมี						X		X			X	
โรงงานผลิตภัณฑ์จากแป้ง	X		X									
โรงงานผลิตอาหารจากสัตว์	X		X		X							
โรงงานฟอกย้อม	X		X	X		X	X					
โรงงานฟอกหนัง	X		X	X		X	X					X
โรงงานสบู่และผงซักฟอก	X			X								
โรงงานห้องเย็น	X	X		X		X			X			
โรงงานผลไม้บรรจุกระป๋อง	X		X	X								
โรงงานอาหารสัตว์	X			X	X							
โรงงานอิเลคทรอนิกส์			X						X			X

ตามตารางที่ 3.2 พบว่าโรงงานประเภทต่างๆจะมีลักษณะมลพิษน้ำเสียที่แตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งตามกลุ่มของมลพิษหลักในน้ำเสียได้ดังนี้

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทBODสูง ได้แก่ โรงงานกระดาษ โรงงานนมและผลิตภัณฑ์จากนม โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตภัณฑ์จากแป้ง และโรงงานผลไม้บรรจุกระป๋อง

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทCODสูง ได้แก่ โรงงานเคมีภัณฑ์และโรงงานห้องเย็น

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทของแข็งแขวนลอยสูง ได้แก่ โรงงานกระดาษ โรงงานนมและผลิตภัณฑ์จากนม โรงงานผลิตภัณฑ์จากแป้ง โรงงานผลไม้บรรจุกระป๋อง และโรงงานอิเลคทรอนิกส์

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทของแข็งละลายสูง ได้แก่ โรงงานเคมีภัณฑ์ โรงงานฟอกย้อม โรงงานฟอกหนัง โรงงานสบู่และผงซักฟอก โรงงานห้องเย็น โรงงานผลไม้บรรจุกระป๋อง

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทTKNสูง ได้แก่ โรงงานผลิตอาหารจากสัตว์และโรงงานอาหารสัตว์

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทน้ำมันและไขมันสูง ได้แก่ โรงงานนมและผลิตภัณฑ์จากนม โรงงานปิโตรเคมี และโรงงานห้องเย็น

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทสารอนินทรีย์สูง ได้แก่ โรงงานเคมีภัณฑ์ โรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า และโรงงานปิโตรเคมี

- โรงงานที่มีมลพิษหลักในน้ำเสียประเภทโลหะหนักสูง ได้แก่ โรงงานเคมีภัณฑ์ โรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โรงงานฟอกหนัง และโรงงานอิเลคทรอนิกส์

3.4 ศึกษาหลักการ วิธีการและกระบวนการในการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียแต่ละประเภทโรงงานจะมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต วัตถุดิบ สารเคมีที่ใช้ รวมถึงปริมาณการใช้งานน้ำ ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตต้องได้รับการบำบัดก่อนที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพแหล่งน้ำ อย่างน้อยต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด หรือแม้กระทั่งมีคุณภาพดีขึ้นจนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือนำกลับไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆได้ อาจกล่าวได้ว่าการบำบัดน้ำเสียเป็นการกำจัดหรือลดปริมาณมลพิษในน้ำเสียลง ซึ่งวิธีการในการบำบัดน้ำเสียมีอยู่หลายวิธี นอกจากนี้ยังประกอบด้วยขั้นตอนหลายขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนก็จะมีวิธีการ หลักการตลอดความเฉพาะเจาะจงที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนเป็นหลักๆได้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1) การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น(Pretreatment) เป็นการเตรียมน้ำเสียเพื่อให้เหมาะสมที่จะนำไปบำบัดในขั้นตอนต่อไปหรือในขั้นตอนหลักเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในขั้นตอนเหล่านั้น การบำบัดน้ำเสียก่อนขั้นต้นส่วนใหญ่จะเป็นกระบวนการทางกายภาพ(Physical Treatment) ได้แก่

การดักตะกอนหรือของแข็งด้วยตะแกรง(Screening) การตัดบดตะกอนให้มีขนาดเล็กลง (Comminution) การตกตะกอนหนัก(Primary Sedimentation) การกำจัดน้ำมันและไขมัน(Oil and Grease Removal) เป็นต้น

2) การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น(Primary Treatment) เป็นการปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนการบำบัดขั้นต่อไป เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่อไปมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบบำบัดขั้นต่อไป หรือต่อระบบบำบัดโดยรวม การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นส่วนใหญ่จะเป็นกระบวนการทางกายภาพ หรือกระบวนการทางเคมีรวมกับกระบวนการทางกายภาพ หรืออาจกล่าวได้ว่าการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นเป็นการบำบัดเพื่อลดมลพิษให้ต่ำลงโดยใช้วิธีการที่ประหยัด ได้แก่ การแยกกากของแข็งแขวนลอยด้วยการตกตะกอน(Precipitation) การสร้างรวมตะกอน(Coagulation-Flocculation) การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง การออกซิเดชั่นและรีดักชั่น(Oxidation-Reduction) การตกตะกอน(Sedimentation) การทำให้ลอย(Flotation)และกวาดหรือตัก(Skimming) และการกรอง(Filtration) เป็นต้น

3) การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) เป็นการบำบัดน้ำเสียต่อเนื่องจากการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ในกรณีที่ยังไม่ได้ลักษณะตามมาตรฐานที่กำหนด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดขั้นต่อไปที่สูงขึ้นซึ่งการบำบัดในขั้นนี้จะเป็นการแยกหรือบำบัดมลพิษที่เฉพาะเจาะจง โดยส่วนใหญ่การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้จะเป็นระบบบำบัดทางชีววิทยา ได้แก่ ระบบบ่อปรับเสถียรหรือบ่อผึ่ง(Waste Stabilization Pond) ระบบบ่อเติมอากาศ(Aerated Ponds) ระบบเลี้ยงตะกอนเร่ง(Activated Sludge Process;AS) ระบบโปรยกรอง(Trickling Filter System) ระบบจานหมุนชีวภาพ(Rotating Biological Contactor;RBC) ระบบกึ่งต่อเนื่อง(Sequence Batch Reactor;SBR) ระบบเลี้ยงตะกอนเร่งแบบไร้อากาศ (Anaerobic Activated Sludge หรือ Anaerobic Contact Process) ระบบไร้อากาศชนิดUp-flow Anaerobic Sludge Blanket(UASB) เป็นต้น

4) การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 (Tertiary Treatment) จะมีการใช้งานก็ต่อเมื่อการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 ยังไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการได้ โดยเฉพาะสารอินทรีย์หรือสารอื่นๆที่ไม่สามารถบำบัดได้ด้วยวิธีทางชีววิทยาอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของการระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือต้องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไป ได้แก่ การกรองชนิดไมโคร การกรองชนิดอัลตร้า ออสโมซิสผันกลับ การดูดซับด้วยถ่าน(Carbon Absorption) การแลกเปลี่ยนไอออน(Ion Exchange) และการกำจัดสารอาหาร

3.5 ออกแบบส่วนของรูปแบบโปรแกรมด้วยโปรแกรมภาษา Visual Basic 6.0

1) ส่วนของฟอร์มและโมดูล

- โปรแกรมออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย.frm
- Step1.frm
- Step2.frm
- Step3.frm
- Step4.frm
- Step5.frm
- Condition.frm
- Pretreatment.frm
- Primary Treatment.frm
- Secondary Treatment.frm
- Tertitary Treatment.frm
- DetailArea.frm
- DetailEnterprise.frm
- DetailOption.frm
- DetailStandard.frm
- DetailTreatment.frm
- Diagram1.frm
- Diagram2.frm
- Diagram3.frm
- Conclusion.frm
- Module1.bas

2) การออกแบบเมนูสำหรับโปรแกรม

- หน้าจอเริ่มต้นสำหรับเข้าโปรแกรมซึ่งเป็นภาพของระบบบัดน้ำเสีย พร้อมแสดงปุ่มการเข้าสู่โปรแกรม ดังภาพที่ 3.1 ประกอบด้วยControl เป็น CommandButton

ภาพที่ 3.1 หน้าจอเริ่มต้นสำหรับเข้าโปรแกรม

- หน้าจอสำหรับการบันทึกข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 3.2 ซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้Control เป็น Textbox

2. ประเภทกิจการ โดยใช้Control เป็น Combobox ชนิด Dropdownlist เป็นแบบที่ให้เลือกจากรายการอย่างเดียว ประกอบด้วย 17 ประเภทกิจการ

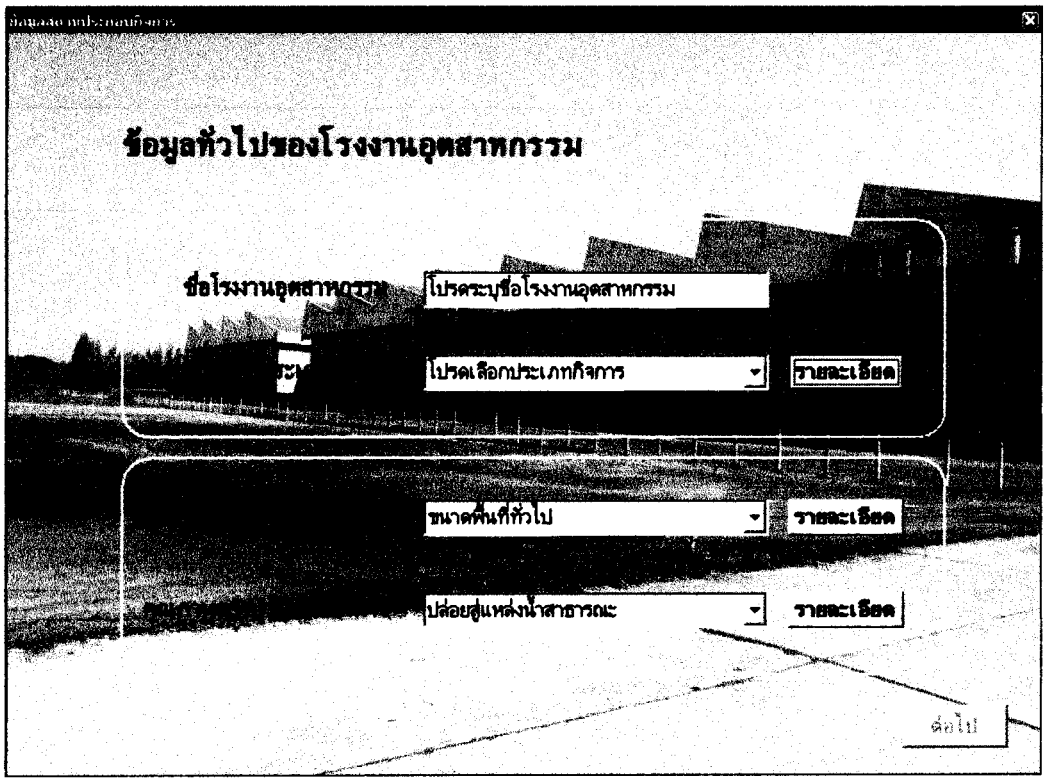
3. ขนาดพื้นที่ของระบบบำบัด โดยใช้Control เป็น Combobox ชนิด Dropdownlist เป็นแบบที่ให้เลือกจากรายการอย่างเดียว ประกอบด้วย 3 ลักษณะขนาดพื้นที่ ได้แก่

- ขนาดพื้นที่ทั่วไป
- ขนาดพื้นที่มาก
- ขนาดพื้นที่จำกัด

4. คุณภาพการบำบัดที่ต้องการ โดยใช้Control เป็น Combobox ชนิด Dropdownlist เป็นแบบที่ให้เลือกจากรายการอย่างเดียว ประกอบด้วย 3 ลักษณะคุณภาพของน้ำที่ต้องการบำบัด ได้แก่

- ปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ
- นำกลับมาใช้ทั่วไป
- นำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

5. ปุ่มรายละเอียดและปุ่มต่อไป โดยใช้Control เป็น CommandButton



ภาพที่ 3.2 หน้าจอสำหรับบันทึกข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม

- หน้าจอสำหรับการแสดงผลรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรม และรายละเอียดของมลพิษหลักของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 3.3 ซึ่งประกอบด้วย

1. ส่วนของชื่อโรงงานอุตสาหกรรม และประเภทกิจการของโรงงานอุตสาหกรรม ใช้Control เป็น Label

2. ส่วนของรายละเอียดของมลพิษหลักของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมใช้ Control เป็น Label

3. ปุ่มกลับและปุ่มต่อไป โดยใช้Control เป็น CommandButton

ภาพที่ 3.3 หน้าจอแสดงผลรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรม และมลพิษของน้ำเสีย

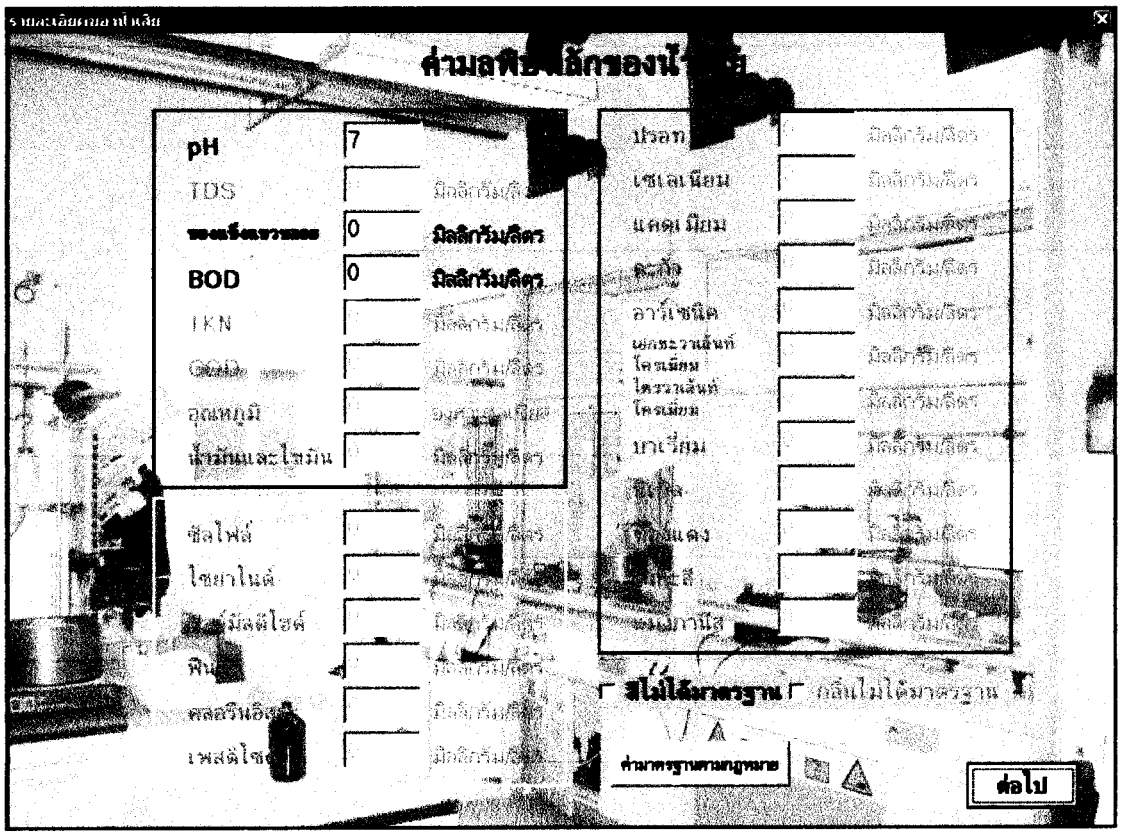
- หน้าจอสำหรับบันทึกค่ามลพิษของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 3.4 ซึ่งแบ่งได้ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มลักษณะทางกายภาพและเคมี ประกอบด้วย ค่าpH TDS ของแข็งแขวนลอย BOD TKN COD อุณหภูมิ น้ำมันและไขมัน โดยการบันทึกข้อมูลทั้งหมดใช้Control เป็น Textbox

2. กลุ่มสารอนินทรีย์ ประกอบด้วย ซัลไฟล์ ไซนาไนด์ ฟอร์มัลดีไฮด์ ฟีนอล คลอรีนอิสระ เพสติไซด์ โดยการบันทึกข้อมูลทั้งหมดใช้Control เป็น Textbox

3. กลุ่มโลหะหนัก ประกอบด้วย ปรอท เซเลเนียม แคดเมียม ตะกั่ว อาร์เซนิค เฮกซะวาเล้นท์โครเมี่ยม ไตรวาเล้นท์โครเมี่ยม บาเรี่ยม นิเกิล ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โดยการบันทึกข้อมูลทั้งหมดใช้Control เป็น Textbox

4. ปุ่มค่ามาตรฐานตามกฎหมายและปุ่มต่อไป โดยใช้Control เป็น CommandButton



ภาพที่ 3.4 หน้าจอสำหรับบันทึกค่ามลพิษของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

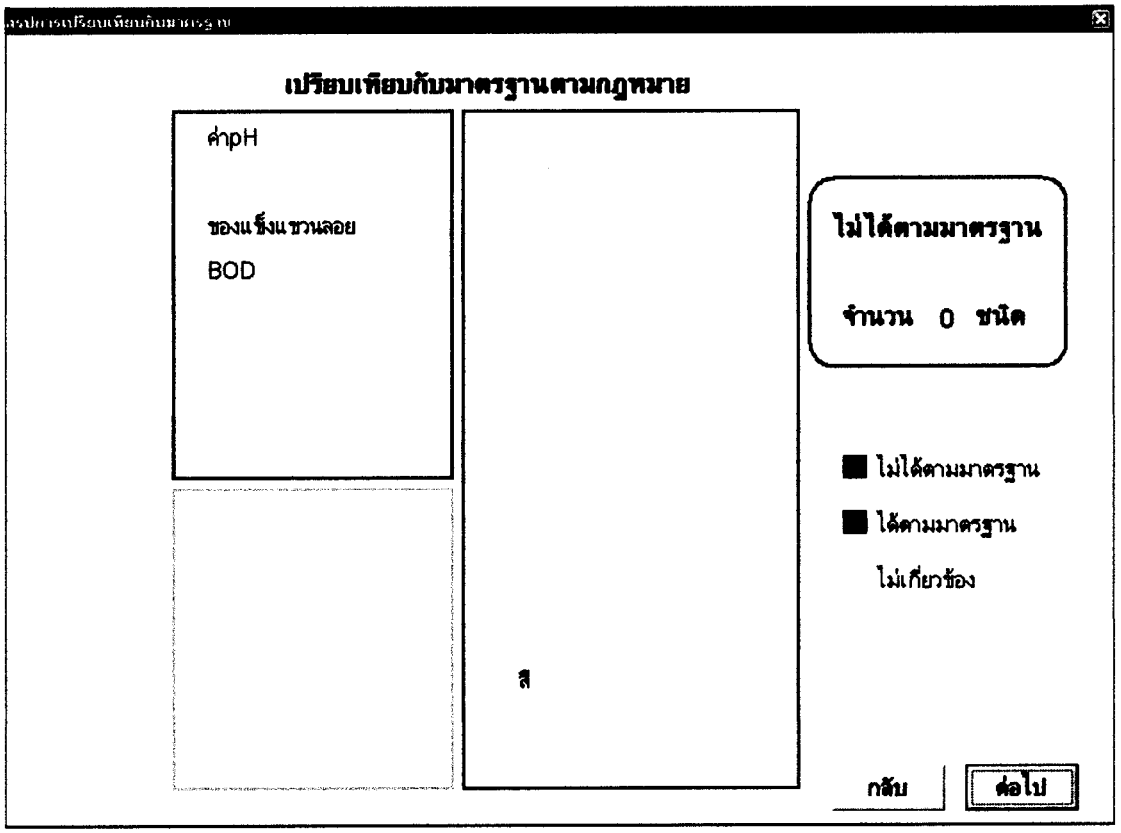
- หน้าจอสำหรับการแสดงผลการเปรียบค่ามลพิษหลักในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมกับมาตรฐานตามกฎหมาย ดังภาพที่ 3.5 ซึ่งในที่นี้ใช้มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมในการอ้างอิง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มเช่นเดียวกับการบันทึกค่ามลพิษของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ไม่ได้ตามมาตรฐาน บ่งบอกถึงว่าค่ามลพิษนั้นไม่ได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด โดยจะแสดงเป็นตัวอักษรสีแดง ตัวหนา

2. ได้ตามมาตรฐาน บ่งบอกถึงว่าค่ามลพิษนั้นได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด โดยจะแสดงเป็นตัวอักษรสีดำ ตัวปกติ

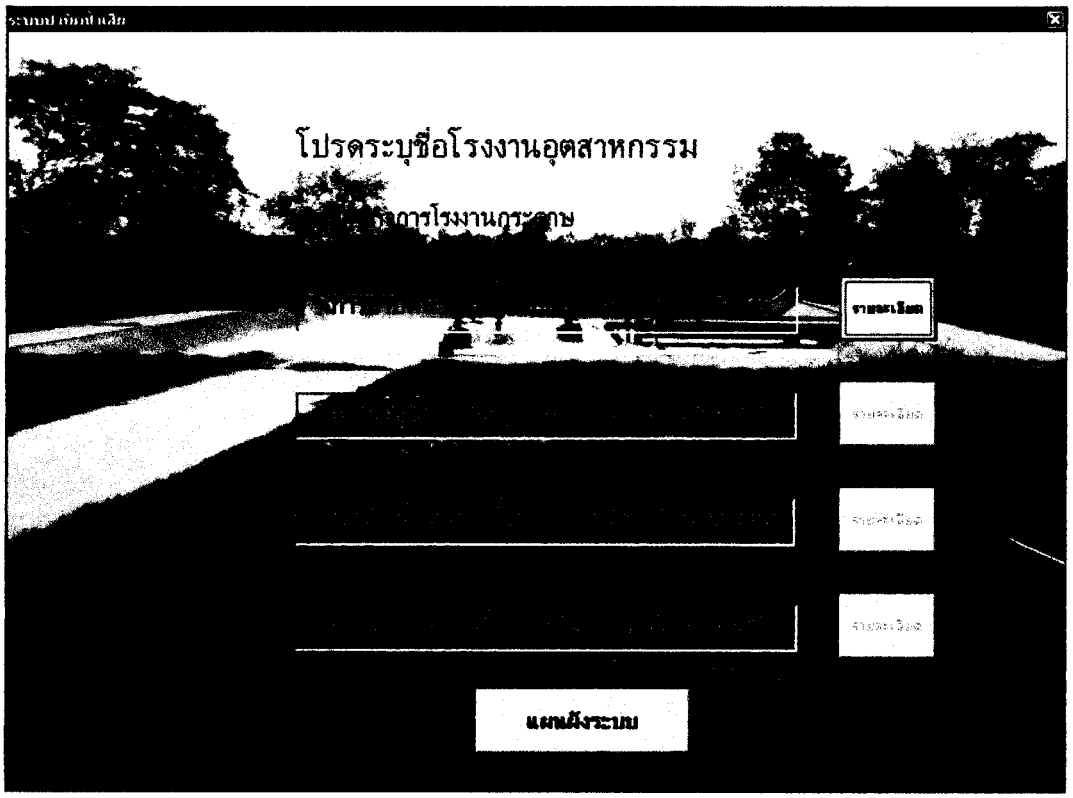
3. ไม่เกี่ยวข้องบ่งบอกถึงว่าค่ามลพิษนั้นไม่ได้พบในประเภทโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะแสดงเป็นตัวอักษรสีเทา ตัวปกติ

ซึ่งจะมีการสรุปจำนวนมลพิษที่ไม่ได้มาตรฐานไว้ด้วย



ภาพที่ 3.5 หน้าจอแสดงผลการเปรียบค่ามลพิษของน้ำเสียกับมาตรฐานตามกฎหมาย

- หน้าจอการแสดงขั้นตอนหลักของการบำบัดน้ำเสียและรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 หน้าจอแสดงขั้นตอนหลักของการบำบัดน้ำเสียและรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน

1. โปรแกรมจะแสดงชื่อโรงงานอุตสาหกรรม และประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่ผู้ใช้ได้ระบุไว้ตั้งแต่ตอนต้น

2. การแสดงรายละเอียดของการออกแบบประกอบด้วยขั้นตอนหลักจำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น(Pretreatment)

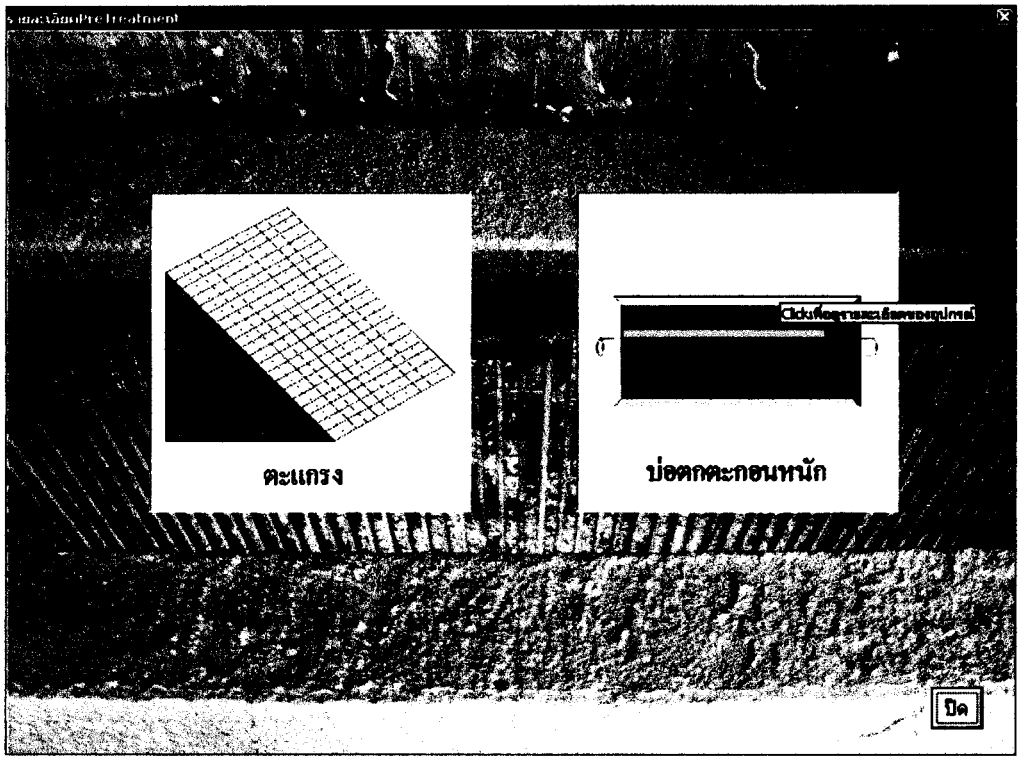
2.2 การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น(Primary Treatment)

2.3 การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2(Secondary Treatment)

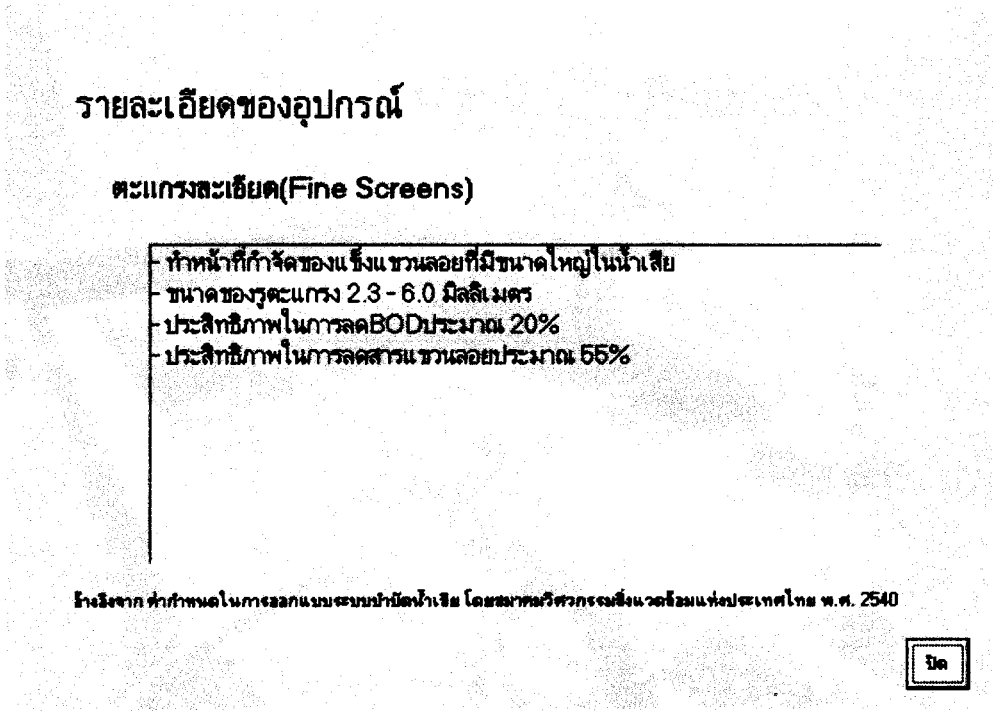
2.4 การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3(Tertiary Treatment)

ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่ามลพิษในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมว่าการบำบัดน้ำเสียจะประกอบด้วยขั้นตอนใดบ้าง โดยแต่ละขั้นตอนก็จะมีรายละเอียดระบุเกี่ยวกับการออกแบบอยู่ โดยใช้Control เป็น Commandbutton เมื่อผู้ใช้กดเข้าไปดูรายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นต่างๆ ก็จะปรากฏหน้าจอแสดงถึงอุปกรณ์ ขั้นตอน และวิธีการในการบำบัดน้ำเสียของแต่ละขั้นตอน ดัง

ภาพที่ 3.7 ซึ่งภาพที่แสดงถึงอุปกรณ์ เครื่องมือหรือขั้นตอน วิธีการในการบำบัดน้ำเสีย ก็สามารถ กดเพื่อให้แสดงหน้าจอรายละเอียดของสิ่งนั้นได้ด้วย ดังภาพที่ 3.8

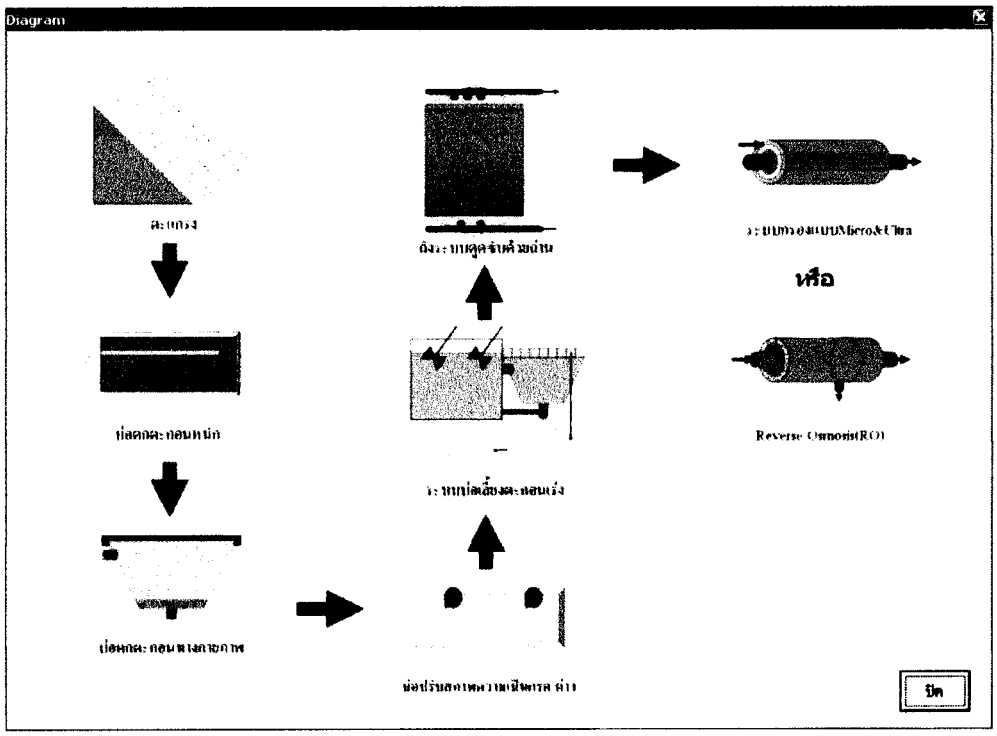


ภาพที่ 3.7 หน้าจอแสดงอุปกรณ์ วิธีการในการบำบัดน้ำเสียของแต่ละขั้นตอน



ภาพที่ 3.8 หน้าจอรายละเอียดของอุปกรณ์อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือขั้นตอน วิธีการในการบำบัดน้ำเสีย

4. โปรแกรมจะมีControl เป็น Commandbutton(แผนผังระบบ) เมื่อผู้ใช้กดเข้าไปดูรายละเอียดจะแสดงหน้าจอภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยจะแสดงถึงอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือขั้นตอน วิธีการในการบำบัดน้ำเสีย ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 หน้าจอแสดงแผนผังภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสีย

บทที่ 4
การทดลองใช้ต้นแบบชิ้นงาน

จากการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบและช่วยในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม สิ่งที่ต้องดำเนินการทดลองใช้ต้นแบบชิ้นงานก็จะต้องได้ผลตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม กับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดอย่างถูกต้องและสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบได้

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้สามารถทราบได้ถึงลักษณะระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมกับประเภทของโรงงานได้

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยในการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นจากการก่อสร้าง การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องของระบบบำบัดน้ำเสียได้

3.1 การทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการทดลองใช้โปรแกรมสำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย จะแบ่งการทดลองโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการทดสอบใช้โปรแกรมโดยตนเอง ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบและให้ข้อเสนอแนะโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และส่วนที่ 3 เป็นการให้ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นผู้ทดสอบและตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโปรแกรม

ส่วนที่ 1 การทดสอบโปรแกรมด้วยตนเอง จะทดสอบโดยการป้อนค่าสมมุติเข้าไป และแสดงผลพร้อมตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม ซึ่งสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้

1) การทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ข้อมูลของโรงงานกระดาษ

ข้อมูลมลพิษหลักในน้ำเสียของโรงงานกระดาษ ประกอบด้วย

- ค่า BOD ของน้ำเสีย เท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสีย เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ค่าpHของน้ำเสีย เท่ากับ 5.5
- สีของน้ำเสียไม่ได้มาตรฐาน

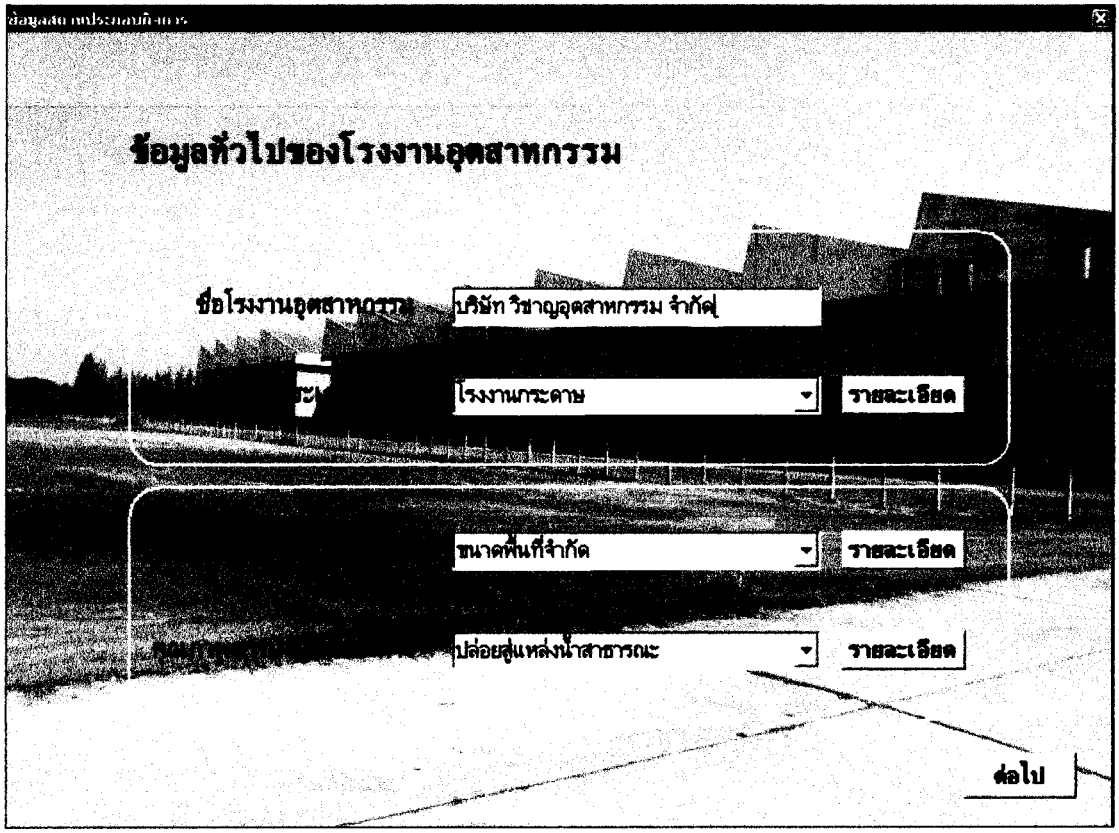
ขั้นตอนของการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ บันทึกข้อมูลประกอบด้วย ดังภาพที่ 4.1

1.1) ชื่อโรงงานอุตสาหกรรม " บริษัท วิชาญอุตสาหกรรมกระดาษ จำกัด "

1.2) เลือกประเภทกิจการ " โรงงานกระดาษ "

1.3) เลือกขนาดพื้นที่ของระบบบำบัด " พื้นที่จำกัด "

1.4) เลือกคุณภาพการบำบัดที่ต้องการ " ปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ "



ภาพที่ 4.1 การบันทึกข้อมูลในส่วนข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม

2) โปรแกรมจะสรุปรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมและรายละเอียดของมลพิษหลักของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 สรุปรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมและรายละเอียดของมลพิษหลักของน้ำเสีย

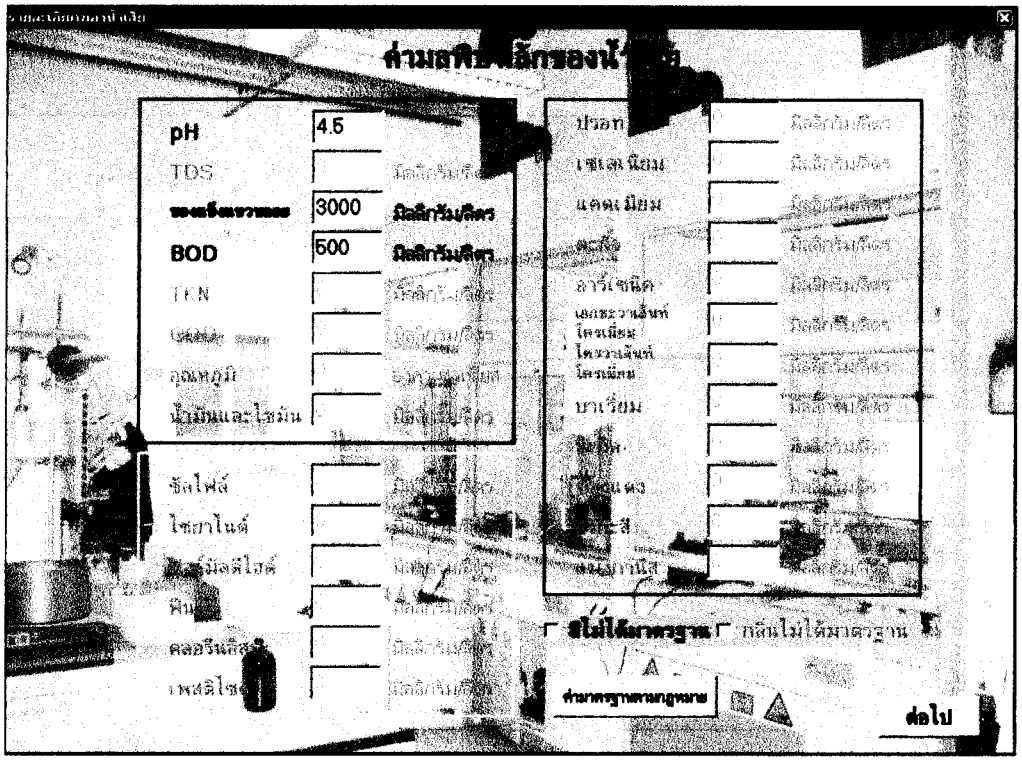
3) โปรแกรมจะให้ใส่ข้อมูลมลพิษหลัก ซึ่งโปรแกรมจะให้ใส่เฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเภทโรงงานกระดาษ ดังภาพที่ 4.3 ในที่นี้ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

3.1) ลักษณะทางกายภาพและเคมี โดยกำหนดให้

- ค่าpH เท่ากับ “ 4.5 ”
- ค่า BOD เท่ากับ “ 3,000 ”
- ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสีย เท่ากับ “ 500 ”

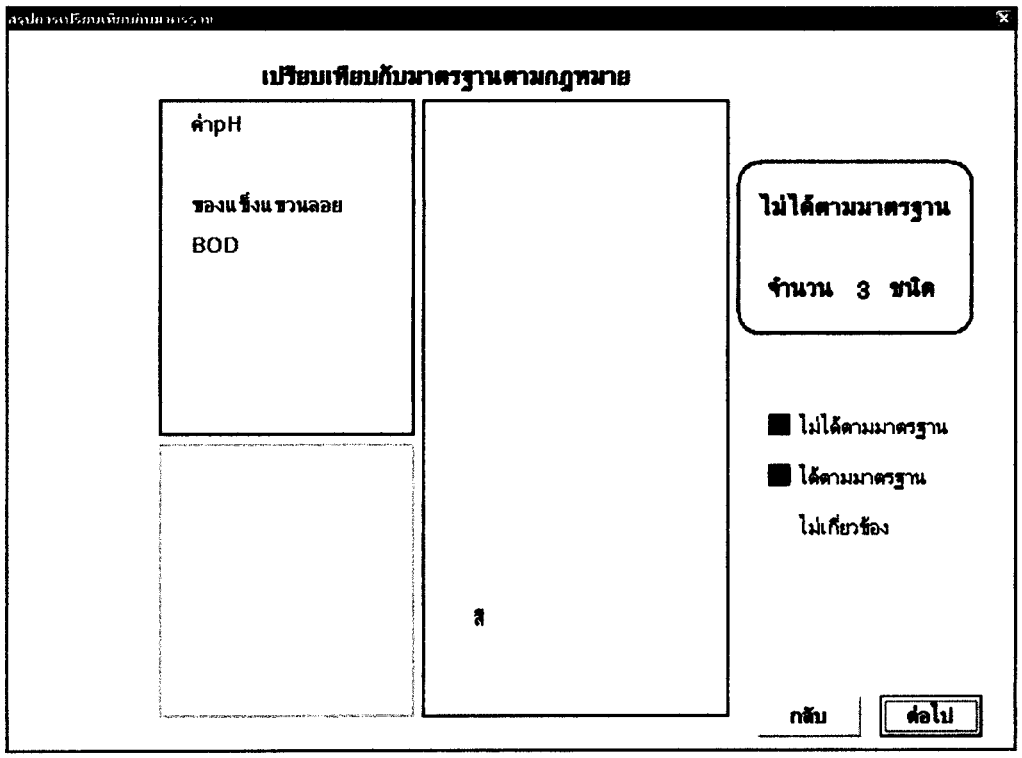
3.2) สารอนินทรีย์ “ ไม่เกี่ยวข้อง ”

3.3) โลหะหนัก “ ไม่เกี่ยวข้อง ”



ภาพที่ 4.3 การบันทึกข้อมูลในส่วนข้อมูลค่ามลพิษของน้ำเสีย

4) โปรแกรมจะสรุปการเปรียบเทียบค่ามลพิษของน้ำเสียกับมาตรฐานตามกฎหมายและแสดงผลการเปรียบเทียบโดยแสดงว่าได้มาตรฐานหรือไม่ จำนวนกี่ชนิด ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 สรุปการเปรียบเทียบค่ามลพิษของน้ำเสียกับมาตรฐานตามกฎหมาย

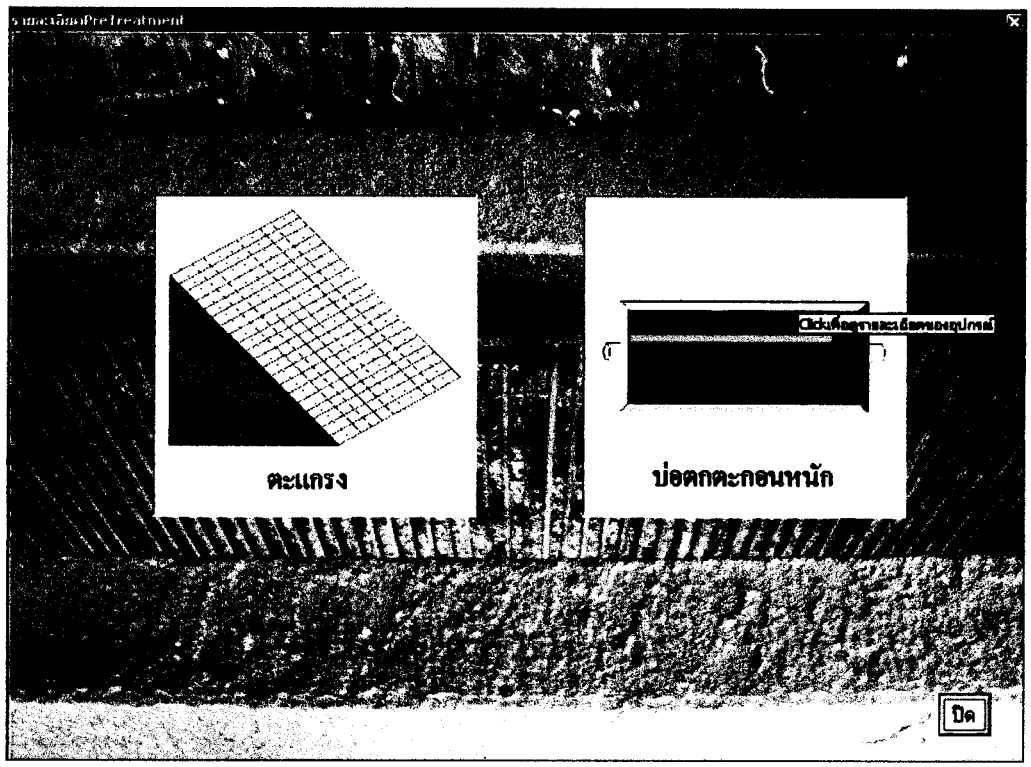
5) โปรแกรมจะแสดงขั้นตอนต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจะแสดงขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับประเภทกิจการ ค่าของมลพิษได้ ดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 ตัวเลือกระบบของการออกแบบสำหรับการแสดงระบบบำบัดน้ำเสียในรูปแบบต่างๆ

5.1) โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งประเภทโรงงานกระดาษ

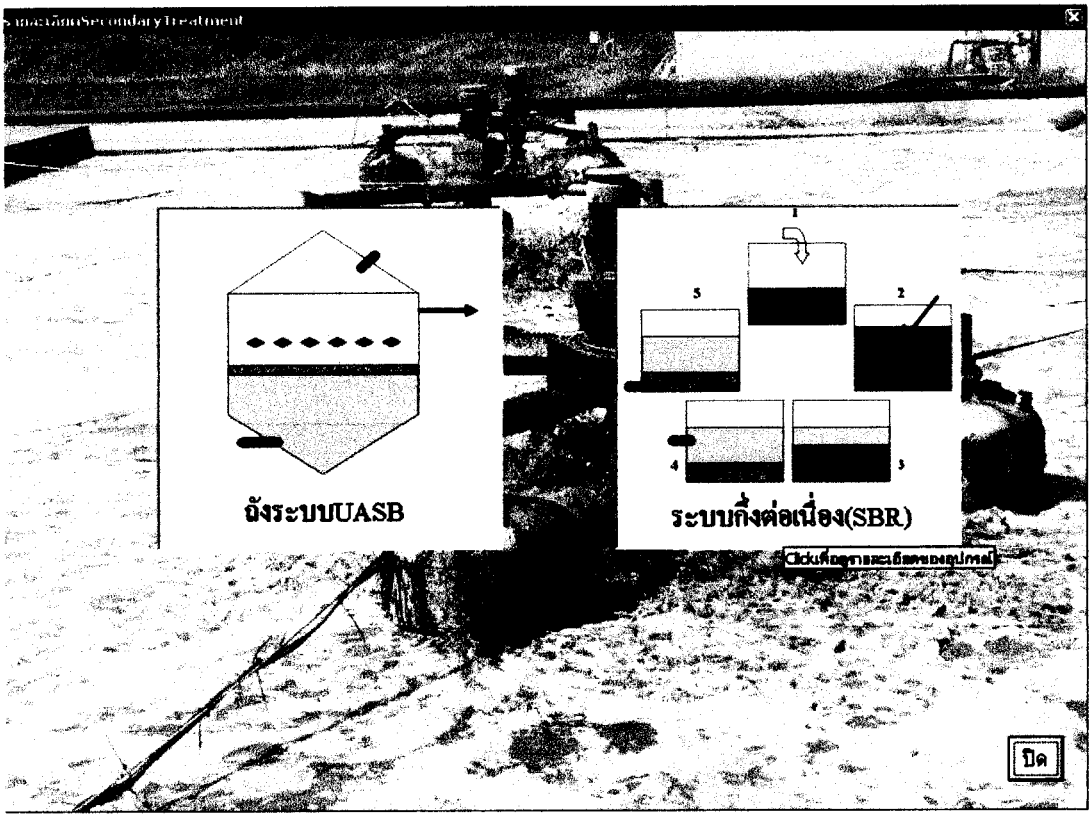
- การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น(Pretreatment) ดังภาพที่ 4.6
- การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น(Primary Treatment) ดังภาพที่ 4.7
- การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2(Secondary Treatment) ดังภาพที่ 4.8
- การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3(Tertiary Treatment) ดังภาพที่ 4.9

ซึ่งแต่ละขั้นตอนสามารถเลือกดูรายละเอียดว่าประกอบด้วยอุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีการอะไรบ้างในแต่ละขั้นตอน และสามารถดูรายละเอียดย่อยของอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการได้

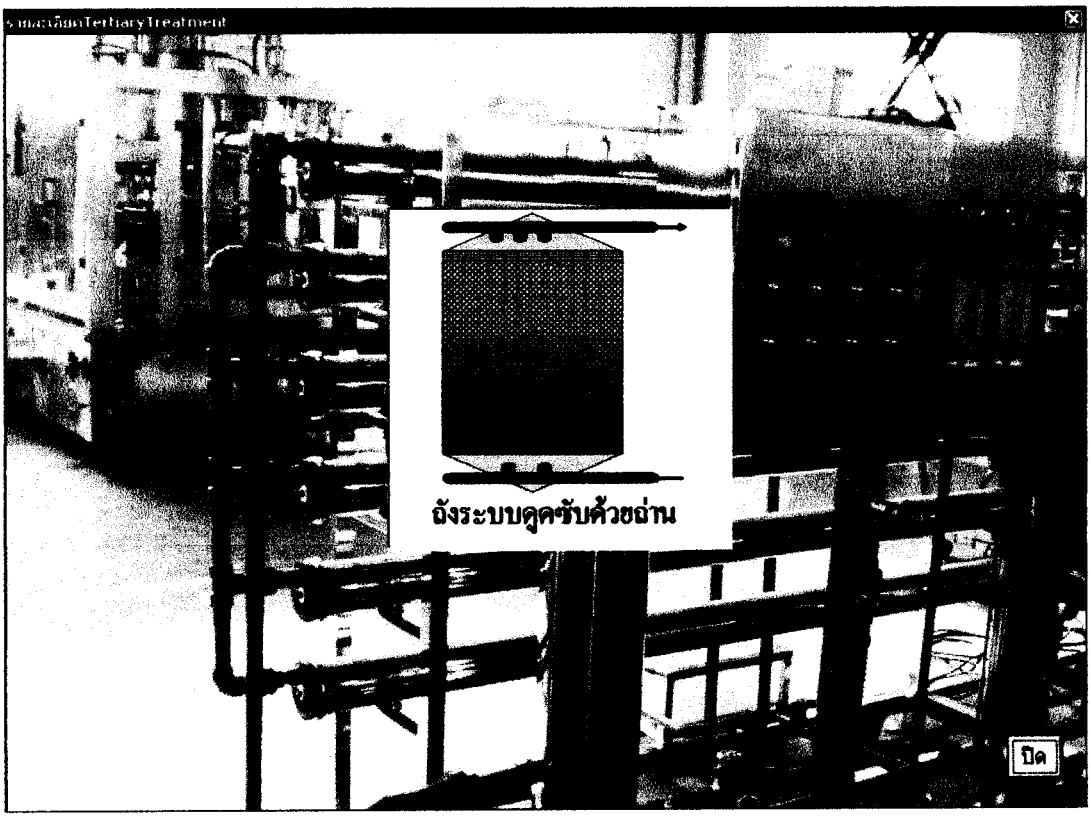


ภาพที่ 4.6 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น

ภาพที่ 4.7 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น



ภาพที่ 4.8 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2



ภาพที่ 4.9 รายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3

ส่วนที่ 2 การทดสอบโปรแกรมและให้ข้อเสนอแนะโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

โดยได้แสดงสาธิตการใช้งานให้กับอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับระบบ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การแสดงรายละเอียด คำอธิบายที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเพิ่มเติมทำให้โปรแกรมมีความน่าสนใจในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ส่วนที่ 3 การทดสอบโปรแกรมด้วยผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

โดยส่งโปรแกรมพร้อมคู่มือการใช้งานให้กับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพรวมจำนวน 10 คน โดยมีวัตถุประสงค์ให้ทดลองใช้โปรแกรมด้วยกลุ่มที่หลากหลายทั้งกลุ่มที่มีพื้นฐานด้านระบบบำบัดน้ำเสีย และกลุ่มที่มิได้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วยประเภทกิจการที่เกี่ยวข้องจำนวน 8 ประเภท ดังนี้

1) โรงงานกระดาษ จำนวน 1 แห่ง
2) โรงงานห้องเย็น จำนวน 1 แห่ง
3) โรงงานตัดเย็บเสื้อผ้า จำนวน 2 แห่ง
4) โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก จำนวน 1 แห่ง
5) โรงงานอิเลคทรอนิคส์ จำนวน 2 แห่ง
6) โรงงานผลิตใยสังเคราะห์ จำนวน 1 แห่ง
7) โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ จำนวน 1 แห่ง
8) โรงงานผลิตผลไม้กระป๋อง จำนวน 1 แห่ง

เมื่อทดลองใช้โปรแกรมแล้วจะต้องทำการประเมินและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม ซึ่งข้อมูล ลักษณะการประเมินในแบบสอบถามจะประกอบด้วย

1. ส่วนข้อมูลเบื้องต้น เป็นส่วนที่สำหรับใส่ข้อมูล ชื่อ-นามสกุล อายุ อาชีพ ตำแหน่ง ชื่อสถานประกอบกิจการ และประสบการณ์ทำงานของผู้ทดลอง

2. ส่วนการประเมินการใช้งาน เป็นตัวเลือกสำหรับการประเมิน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด ซึ่งจะมีรายการสำหรับการประเมินแบ่งเป็น 4 ข้อ ได้แก่ ความสมบูรณ์ด้านเนื้อหาของโปรแกรม ความง่ายในการใช้งานของโปรแกรม การจัดเรียงลำดับขั้นตอนของโปรแกรม และรูปแบบและรายละเอียดของการแสดงผลตรงตามความต้องการ

3. ส่วนข้อเสนอแนะอื่นๆสำหรับโปรแกรม ซึ่งผู้ทดลองสามารถระบุข้อเสนอแนะเพื่อใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้

ตัวอย่าง

แบบสอบถามเลขที่_____

แบบสอบถามการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูลเบื้องต้น

ชื่อ-นามสกุล_____อายุ_____ปี

อาชีพ_____ตำแหน่ง_____

บริษัท_____ประสบการณ์ทำงาน_____ปี

โปรดทดลองใช้งานโปรแกรมและตอบคำถาม

ทดลองใช้งานโปรแกรมและตอบคำถามด้านล่างตามความเป็นจริง(ทำเครื่องหมาย ✔ ในช่องที่ท่านเลือก และสามารถเพิ่มเติมข้อเสนอแนะได้)

รายการ	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	ข้อเสนอแนะ
1. ความสมบูรณ์ด้านเนื้อหาของโปรแกรม						
2. ความง่ายในการใช้งานของโปรแกรม						
3. การจัดเรียงลำดับขั้นตอนของโปรแกรม						
4. รูปแบบและรายละเอียดของการแสดงผลตรงตามความต้องการ						

ข้อเสนอแนะอื่นๆสำหรับโปรแกรม

_____

_____

_____

บทที่ 5
ผลการประเมินใช้ต้นแบบชิ้นงานโดยผู้เกี่ยวข้อง

จากการทดลองโปรแกรมที่มีการแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การทดสอบโปรแกรมด้วยตนเอง การทดลองโปรแกรมโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และการทดสอบโปรแกรมด้วยผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

1) การทดสอบโปรแกรมด้วยตนเอง

ผลจากการทดลองโปรแกรมจะมีการทำงานเป็นลักษณะของลำดับขั้นตอน โดยเน้นการใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว จากการทดลองการใช้งานโปรแกรมทั้งหมดพบว่าประกอบด้วยขั้นตอนต่างดังนี้

1.1 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.2 ขั้นตอนการเลือกตัวเลือกตามความต้องการการใช้งาน

1.3 ขั้นตอนการแสดงผลการออกแบบ

1.4 ขั้นตอนการเปรียบเทียบการออกแบบ

ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดจะมีขั้นตอนและรายละเอียดย่อยภายในของแต่ละขั้นตอนอีกเป็นจำนวนมาก จึงได้จัดทำการแสดงรายละเอียดของการกรอกข้อมูล การเลือกค่าต่างๆ ไว้เพื่ออธิบายให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และโปรแกรมนี้มีความรวดเร็วในการประเมินผลมากพอสมควรจึงสามารถใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการประมวลผลไม่สูงมากได้เป็นอย่างดี จากการทดลองจึงพบว่า ใช้ง่ายค่อนข้างง่าย มีรายละเอียดของข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียพอสมควร รวมทั้งมีภาพประกอบทำให้เห็นถึงชนิดและลักษณะของอุปกรณ์ได้

2) การทดสอบโปรแกรมและให้ข้อเสนอแนะโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

โดยได้แสดงสาธิตการใช้งานให้กับอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับระบบ การเพิ่มรายละเอียดพร้อมคำอธิบายการใช้งาน และเพิ่มเติมโดยทำให้โปรแกรมมีความน่าสนใจในการใช้งานมากยิ่งขึ้น ดังนี้

2.1 ควรเพิ่มคำแนะนำ คำอธิบาย รายละเอียดของการใช้งานในแต่ละขั้นตอนให้มากขึ้นและครบถ้วนทุกส่วน

2.2 ควรเพิ่มเติมส่วนที่เป็นรายละเอียดมาตรฐานตามกฎหมายที่โปรแกรมใช้ในการอ้างอิง

2.3 เพิ่มเติมคำอธิบายขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสียให้สำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นฐานด้านการบำบัดน้ำเสียได้เข้าใจในเบื้องต้น

2.4 ปรับปรุงโปรแกรมให้มีความน่าสนใจในการใช้งานให้มากขึ้น

3) การทดสอบโปรแกรมด้วยผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

ได้ส่งโปรแกรมให้กับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพรวมจำนวน 10 คน ทดสอบใช้โปรแกรมประเมินและให้ข้อเสนอแนะ สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 ความสมบูรณ์ด้านเนื้อหาของโปรแกรม อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง จำนวน 5 คนและรองลงมา อยู่ในเกณฑ์มากและน้อยเท่าๆกันเกณฑ์ละ 2 คน

2.2 ความง่ายในการใช้งานของโปรแกรม อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด จำนวน 7 และรองลงมาอยู่ในเกณฑ์มาก จำนวน 3 คน

2.3 การจัดเรียงลำดับขั้นตอนของโปรแกรม อยู่ในเกณฑ์มาก จำนวน 6 คน และรองลงมาอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง จำนวน 4 คน

2.4 รูปแบบและรายละเอียดของการแสดงผลตรงตามความต้องการ อยู่ในเกณฑ์มากและปานกลางเท่าๆกันเกณฑ์ละ 4 คน

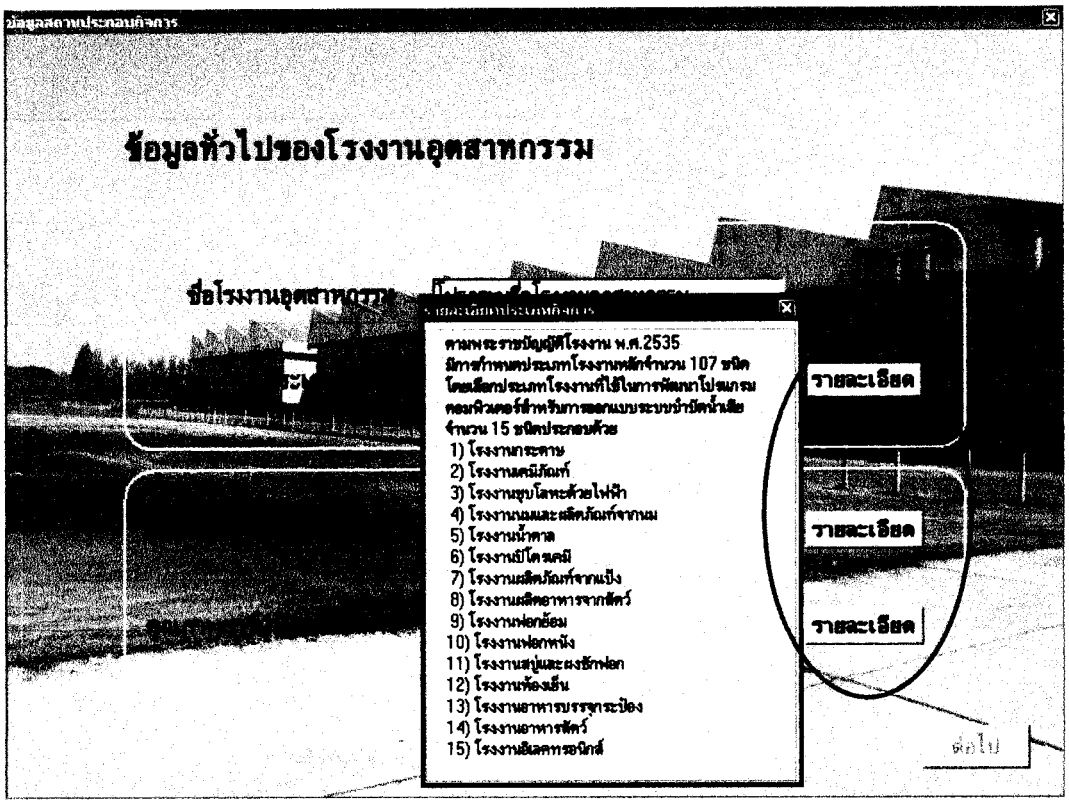
จากข้อเสนอแนะอื่นๆที่ผู้ทดสอบได้เสนอแนะไว้ ผู้ศึกษาขอแสดงเฉพาะข้อเสนอแนะที่มีมากที่สุดในจำนวน 5 อันดับ ประกอบด้วย

1) ควรมีปุ่มย้อนกลับ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
2) ควรเพิ่มประเภทกิจการอื่นๆให้มากกว่านี้
3) ควรให้ค่าที่กรอกไปในโปรแกรม มาใช้ประมวลผลและตัดสินใจในการออกแบบ
4) บางช่องไม่สามารถกรอกข้อมูลได้
5) ควรปรับตัวหนังสือให้มีสีที่ชัดเจนกว่านี้

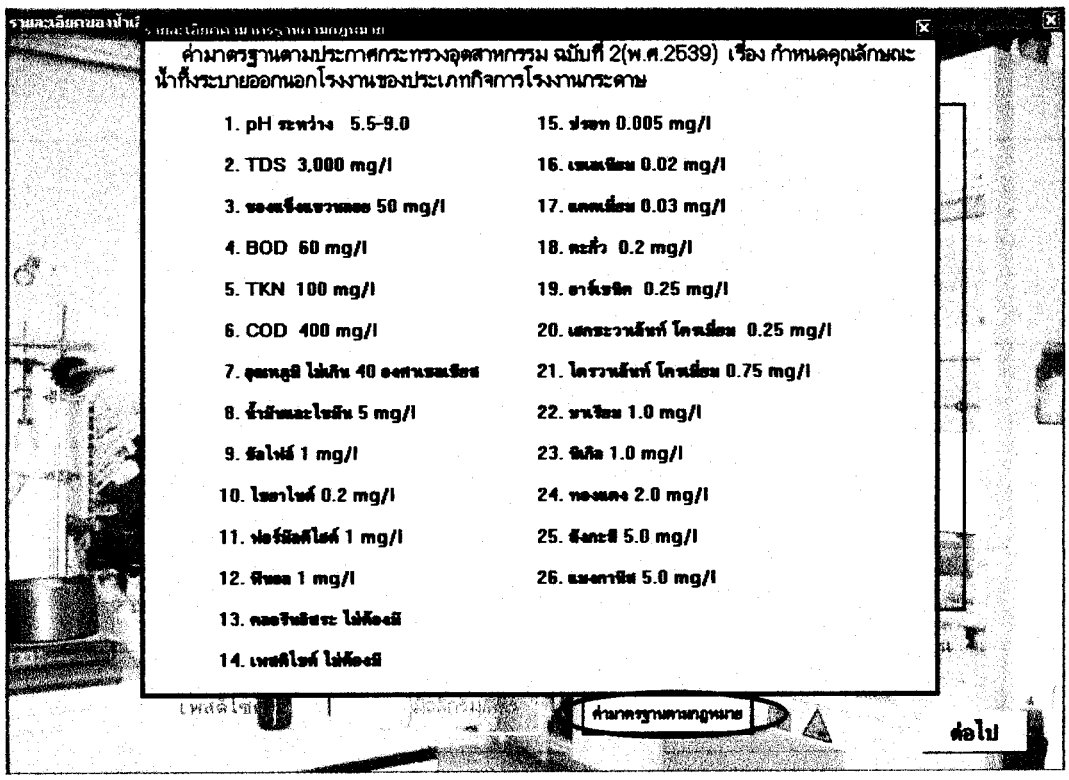
จากการทดสอบโปรแกรมทั้งหมดทำให้มีการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาตามตารางที่ 5.1และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม และผู้ที่เกี่ยวข้อง ตามตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 สรุปการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

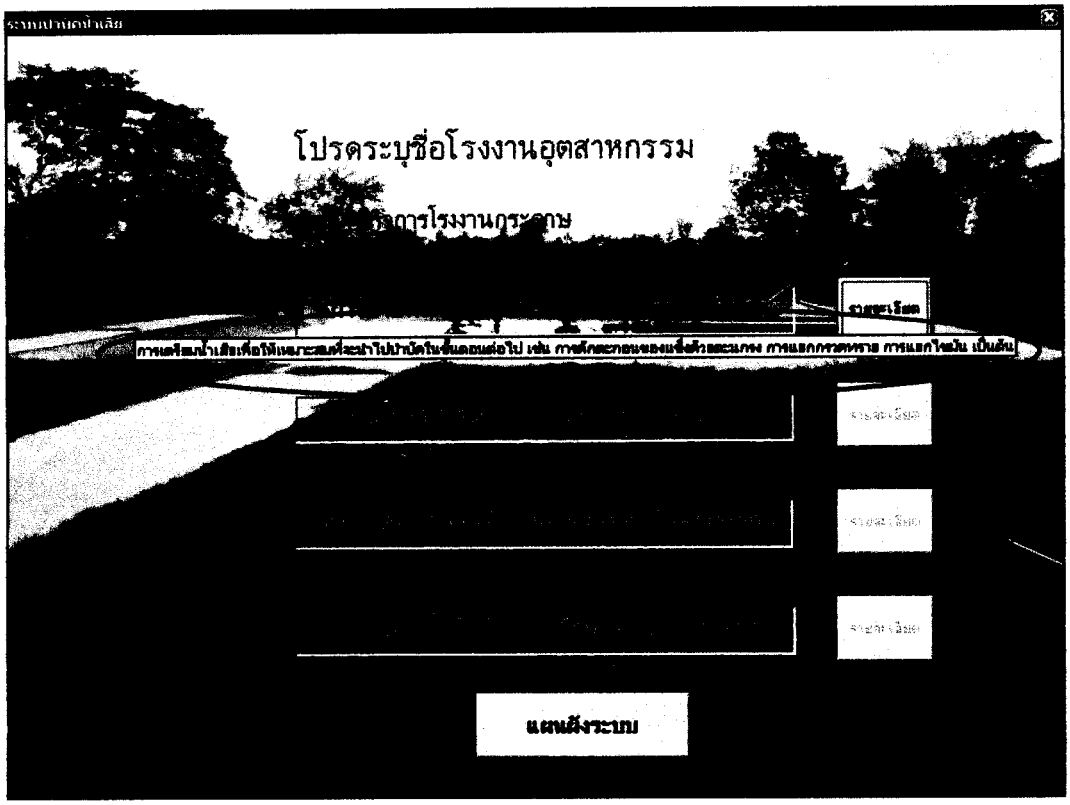
ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุงแก้ไข
1	ควรเพิ่มคำแนะนำ รายละเอียดของการใช้งานในแต่ละขั้นตอนให้มากขึ้น และครบถ้วนทุกส่วน	เพิ่มเติม ปุ่ม " รายละเอียด " กำกับไว้ในบริเวณที่ต้องมีการกรอกข้อมูล เลือกตัวเลือกข้อมูล (ตามภาพที่ 5.1)
2	ควรเพิ่มเติมในส่วนที่เป็นมาตรฐานตามกฎหมายที่โปรแกรมใช้ในการอ้างอิงของโปรแกรม	เพิ่มเติม ปุ่ม "ค่ามาตรฐานตามกฎหมาย" กำกับไว้ในบริเวณหน้าที่ให้กรอกค่ามลพิษน้ำเสีย (ตามภาพที่ 5.2)
3	เพิ่มเติมคำอธิบายขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสียให้สำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นฐานด้านการบำบัดน้ำเสียได้เข้าใจในเบื้องต้น	จัดทำเป็นตัวหนังสือแสดงคำอธิบายขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียโดยสังเขป เมื่อใช้เม้าส์ชี้ไปที่ขั้นตอนนั้นๆ (ตามภาพที่ 5.3)
4	ปรับปรุงโปรแกรมให้มีความน่าสนใจและดึงดูดการใช้งานให้มากขึ้น	เพิ่มเติมในส่วนของภาพฉากหลังประกอบโปรแกรม โดยเลือกภาพที่สอดคล้องกับการแสดงผล (ตามภาพที่ 5.4)



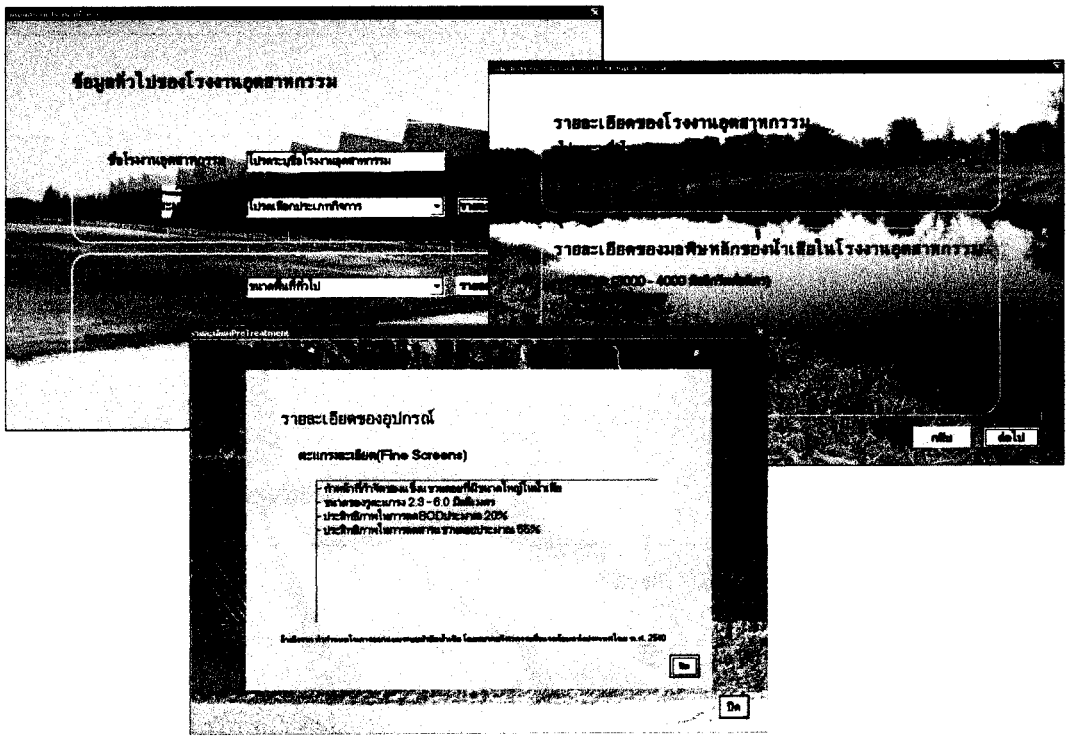
ภาพที่ 5.1 การปรับปรุงการเพิ่มเติมรายละเอียด คำอธิบายต่างๆ



ภาพที่ 5.2 การปรับปรุงการเพิ่มเติมรายละเอียดค่ามาตรฐานตามกฎหมาย



ภาพที่ 5.3 การปรับปรุงการเพิ่มเติมการแสดงรายละเอียดขั้นตอนของระบบบำบัด



ภาพที่ 5.4 การปรับปรุงการเพิ่มเติมภาพฉากหลังของโปรแกรม

ตารางที่ 5.2 สรุปการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุงแก้ไข
1	ควรมีปุ่มย้อนกลับ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน	เพิ่มเติม ปุ่ม " ย้อนกลับ " ไว้ในขั้นตอนที่ต้องมีการเลือก หรือกรอกค่าที่มีความสำคัญ หรือสามารถผิดพลาดได้ (ตามภาพที่ 5.5)
2	ควรเพิ่มประเภทกิจการอื่นๆให้มากกว่านี้	เนื่องจากเป็นการเลือกประเภทกิจการของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะเน้นความหลากหลายของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยผู้ที่สนใจสามารถพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวให้ครอบคลุมทุกประเภทกิจการได้
3	ควรใช้ค่าที่บันทึกในโปรแกรม มาใช้ประมวลผลและตัดสินใจในการออกแบบ	เพิ่มเติมเงื่อนไขการตรวจสอบค่ามลพิษน้ำเสียแล้วนำค่าดังกล่าวมาตรวจสอบโดยใช้โปรแกรมเปรียบเทียบและออกแบบจริง
4	บางช่องไม่สามารถกรอกข้อมูลได้	เพิ่มเติมคำชี้แจงในคู่มือโปรแกรม โดยระบุว่า โปรแกรมจะกำหนดให้กรอกค่าเฉพาะที่เกี่ยวข้องเท่านั้น สำหรับส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องจะไม่สามารถดำเนินการใดๆได้
5	ควรปรับตัวหนังสือให้มีสีที่ชัดเจนกว่านี้	ปรับสีตัวหนังสือให้เข้มขึ้น และลดความเข้มของภาพฉากหลัง

ภาพที่ 5.5 การปรับปรุงการเพิ่มเติมปุ่มย้อนกลับ

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลองใช้โปรแกรมออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และเมื่อได้รับข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และการทดลองใช้งานผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง และได้ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมแล้ว พบว่าโปรแกรมมีการตอบสนองการใช้งานที่รวดเร็ว มีความถูกต้อง สามารถทำงานได้อย่างยืดหยุ่น มีความสวยงามน่าใช้งานมากขึ้น และมีประสิทธิภาพโดยรวมเป็นที่น่าพอใจ ทั้งในส่วนของการเปรียบเทียบค่ามลพิษกับค่ามาตรฐานตามกฎหมาย การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในหลากหลายรูปแบบ การแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการ รวมทั้งโปรแกรมดังกล่าวได้มีการพัฒนาให้อยู่ในกรอบของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยพบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นอย่างดี ดังนี้

1.1 สามารถเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม กับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดอย่างถูกต้องและสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบได้ โดยแสดงผลให้ทราบว่า สารมลพิษชนิดใดได้มาตรฐานหรือไม่ แสดงจำนวนของค่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

1.2 สามารถออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้สามารถทราบได้ถึงลักษณะระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมกับประเภทของโรงงานได้ โดยโปรแกรมออกแบบระบบไว้หลายแบบเพื่อใช้เป็นทางเลือกที่เหมาะสม

1.3 สามารถช่วยในการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น การดูแลบำรุงรักษา และการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องของระบบบำบัดน้ำเสียได้

ดังนั้น ต้นแบบชิ้นงานซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการออกแบบระบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในเบื้องต้นได้ ทำให้ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย หรือผู้ที่สนใจ สามารถใช้ในการศึกษาเพื่อเป็นความรู้เบื้องต้น รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ เกิดความสะดวกรวดเร็วในการออกแบบและยังช่วยลดระยะเวลาของการเปรียบเทียบมาตรฐานตามกฎหมาย การเปิดเอกสารตำราทางวิชาการ และศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี รวมทั้งยังได้ออกแบบโปรแกรมสำหรับรองรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของประเภทโรงงานอื่นๆ โดยแบ่งตามชนิดของมลพิษหลัก และยังสามารถนำไปใช้งานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนได้อีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาต้นแบบชิ้นงานในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในครั้งนี้ มีระยะเวลาในการพัฒนาในช่วงสั้นๆ รูปแบบของโปรแกรมและความซับซ้อน รวมถึงรายละเอียดย่อยอยู่ในระดับเบื้องต้น ดังนั้นหากต้องการให้โปรแกรมมีความสามารถมากขึ้น และมีรายละเอียดการออกแบบในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น ควรทำการพัฒนาต่อเนื่องและเพิ่มเติมจากโปรแกรมนี้ ดังนี้

2.1 ควรเพิ่มเติมให้โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในเชิงวิศวกรรมได้ เพื่อให้โปรแกรมสามารถใช้งานในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรเพิ่มเติมให้โปรแกรมสามารถตรวจสอบการบันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้องตามชนิดของข้อมูล ช่วงของข้อมูล เพื่อให้โปรแกรมได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลต่อการออกแบบที่มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์ (2549) ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment System) กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ท้อป

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 2 กรุงเทพมหานคร มิตรนราการพิมพ์ 2533

_____ การบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานคร มิตรนราการพิมพ์ 2539

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานคร เรือนแก้วการพิมพ์ 2540

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543) ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม หน่วยที่ 1-5 นนทบุรี โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543) ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม หน่วยที่ 6-10 นนทบุรี โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ (2542) VisualBasic 6 Teach Yourself พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร บิบลิโอไฟล์ พับลิชชิ่ง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรมออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

คู่มือการใช้งานโปรแกรมออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. Double Clickที่ไฟล์ชื่อ Wastewaterdesign.exe และโปรแกรมจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 1

หลังจากนั้นClickที่ปุ่มเข้าโปรแกรม จะพบกับข้อตกลงสำหรับการใช้งานซึ่งจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถและข้อจำกัดของโปรแกรม หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่โปรแกรมต่อไป

ภาพที่ 1 หน้าจอเริ่มต้นสำหรับเข้าโปรแกรม

2. เมื่อเข้าโปรแกรมแล้วจะแสดงหน้าจอข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 2 ซึ่งจะประกอบด้วยช่องสำหรับกรอกข้อมูลและตัวเลือกข้อมูลดังนี้

2.1 ช่องสำหรับกรอกข้อมูล ชื่อโรงงานอุตสาหกรรม

2.2 ตัวเลือกข้อมูลประเภทกิจการ ในที่นี้จะประกอบด้วยประเภทโรงงาน ประกอบด้วยตัวเลือกจำนวน 15 ตัวเลือก

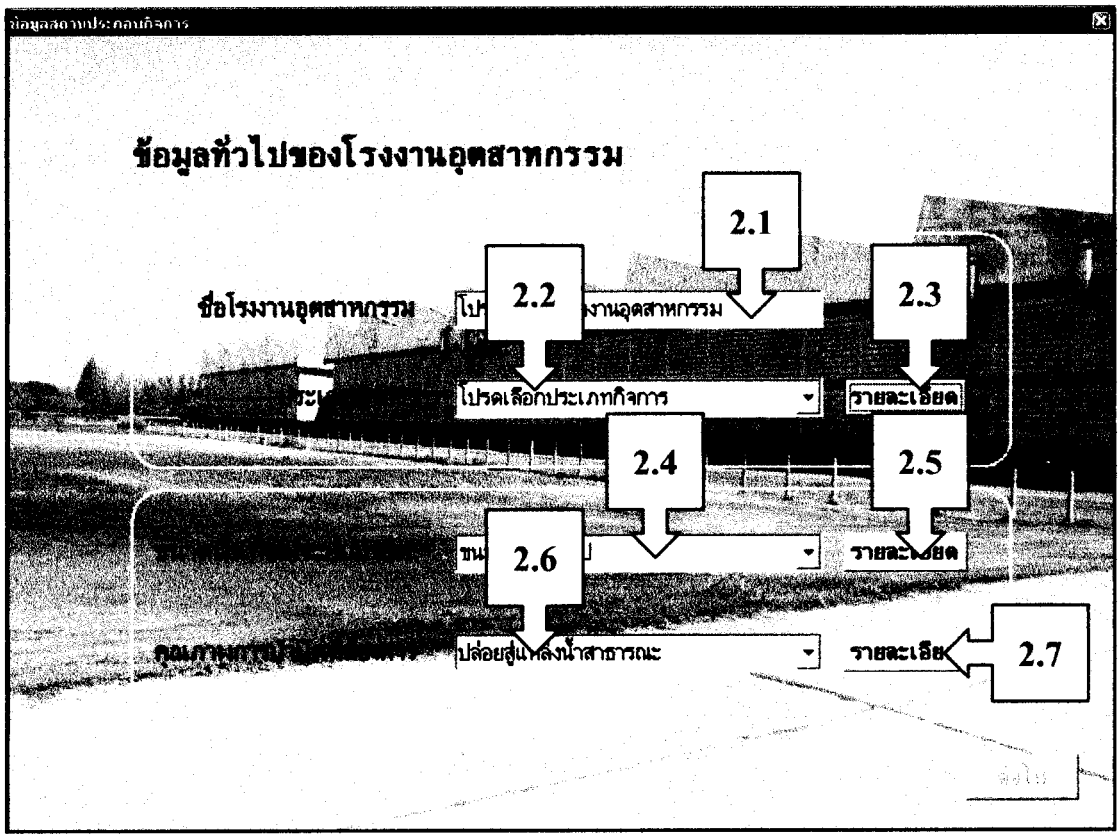
2.3 รายละเอียดของประเภทกิจการที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมฯ ซึ่งประกอบด้วยประเภทกิจการ 15 ชนิด

2.4 ตัวเลือกขนาดพื้นที่ของระบบบำบัด ให้เหมาะกับขนาดพื้นที่ของโรงงาน ประกอบด้วยตัวเลือก 3 ตัวเลือก

2.5 รายละเอียด ของตัวเลือกขนาดพื้นที่ของระบบบำบัด โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่ 3 ขนาด

2.6 ตัวเลือกคุณภาพการบำบัดที่ต้องการ ประกอบด้วยตัวเลือกจำนวน 3 ตัวเลือก

2.7 คำอธิบายลักษณะของคุณภาพการบำบัดที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วยคุณภาพการบำบัดที่ต้องการ 3 ชนิด



ภาพที่ 2 หน้าจอสำหรับบันทึกข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม

โดยในที่นี้ขอยกตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมโดยการบันทึกและเลือกข้อมูลดังนี้

- ชื่อโรงงานอุตสาหกรรม กรอกเป็น " บริษัท วิชาญอุตสาหกรรม จำกัด"
- ประเภทกิจการ* เลือกเป็น " โรงงานกระดาษ "
- ขนาดพื้นที่ของระบบเป็น " ขนาดพื้นที่จำกัด"
- คุณภาพการบำบัดที่ต้องการ " น้ำกลับมาใช้ทั่วไป "

เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จให้ Clickที่ปุ่มต่อไป ก็จะไปสู่หน้าจอถัดไป

* ต้องเลือกประเภทกิจการก่อนระบบจึงจะสามารถClickปุ่มต่อไปได้

3. โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 3 ดังนี้

3.1 รายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบด้วยชื่อของโรงงานและประเภทกิจการของโรงงาน

3.2 รายละเอียดของมลพิษหลักของน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะแสดงค่ามลพิษหลักโดยทั่วไปของประเภทกิจการที่เลือกไว้

เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จให้ Clickที่ปุ่ม ต่อไป ก็จะไปสู่หน้าจอถัดไป

โดยสามารถย้อนกลับไปบันทึกข้อมูลในหน้าที่แล้วได้โดย Clickปุ่มกลับ

ภาพที่ 3 หน้าจอแสดงผลรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรม และมลพิษของน้ำเสีย

4. โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 4 โดยให้กรอกค่ามลพิษของน้ำเสียที่เกี่ยวข้องซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

4.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมี จำนวน 8 ชนิด ประกอบด้วย PH TDS ของแข็งแขวนลอย BOD TKN COD อุณหภูมิ และน้ำมันและไขมัน

4.2 สารอนินทรีย์ จำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วย ซัลไฟล์ ไซยาไนด์ ฟอร์มัลดีไฮด์ ฟีนอล คลอรีนอิสระ และเพสติไซด์

4.3 โลหะหนัก จำนวน 12 ชนิด ประกอบด้วย ปรอท เซเลเนียม แคดเมียม ตะกั่ว อาร์เซนิค เฮกซะวาเล้นท์โครเมียม ไตรวาเล้นท์โครเมียม บาเรี่ยม นิเกิล ทองแดง สังกะสีและแมงกานีส

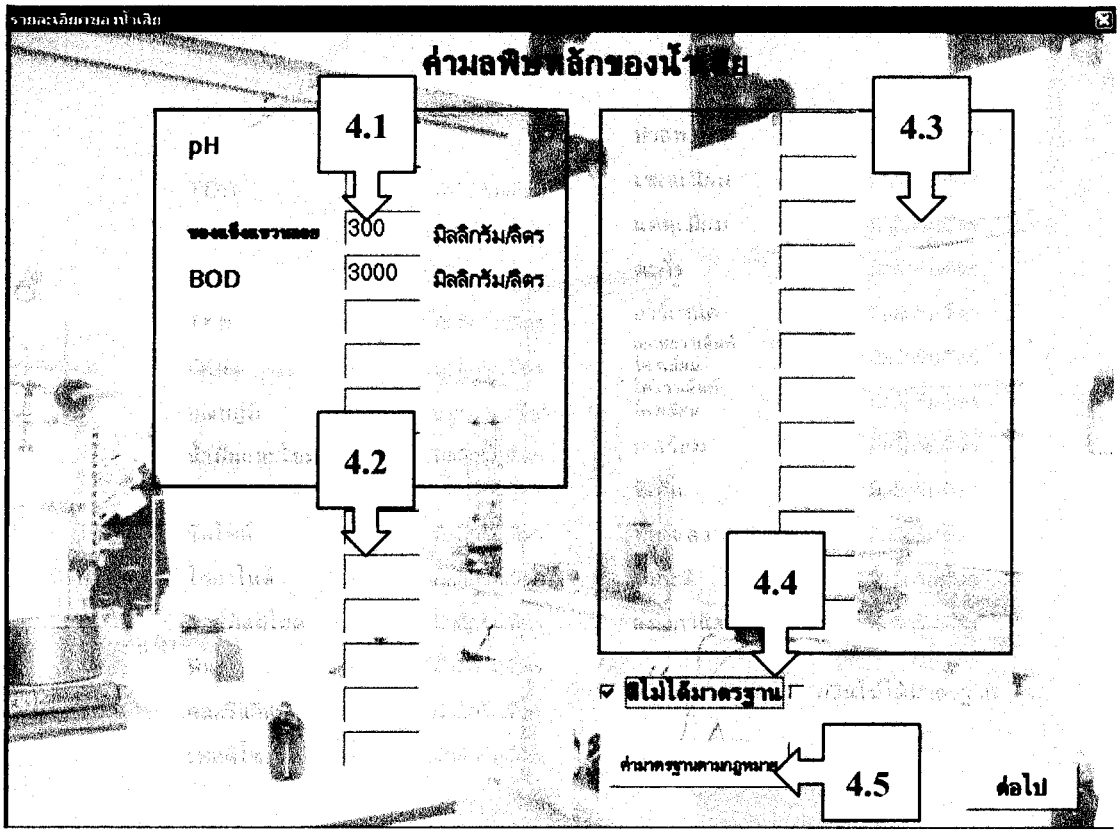
4.4 เลือกลักษณะมาตรฐานของสีและกลิ่นของน้ำเสีย

4.5 แสดงค่ามาตรฐานตามกฎหมายของแต่ละประเภทกิจการ

*ในที่นี้โปรแกรมจะให้กรอกข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวข้องและเป็นข้อมูลหลักซึ่งเชื่อมโยงกับประเภทกิจการที่เลือกไว้ในข้างต้น โดยบริเวณที่อักษรและช่องกรอกข้อมูลเป็น**สีดำแสดงว่าสามารถกรอกข้อมูลได้** และในส่วนที่เป็น**สีเทาแสดงว่าระบบพิจารณาแล้วไม่เกี่ยวข้อง**

หากไม่ได้มีการกรอกข้อมูลระบบก็จะใส่ค่ามาตรฐานไว้อยู่แล้ว ซึ่งปกติมีค่าเท่ากับ 0 ยกเว้นค่าPHมีค่าเท่ากับ 7 เพื่อให้โปรแกรมนำไปเปรียบเทียบต่อไป

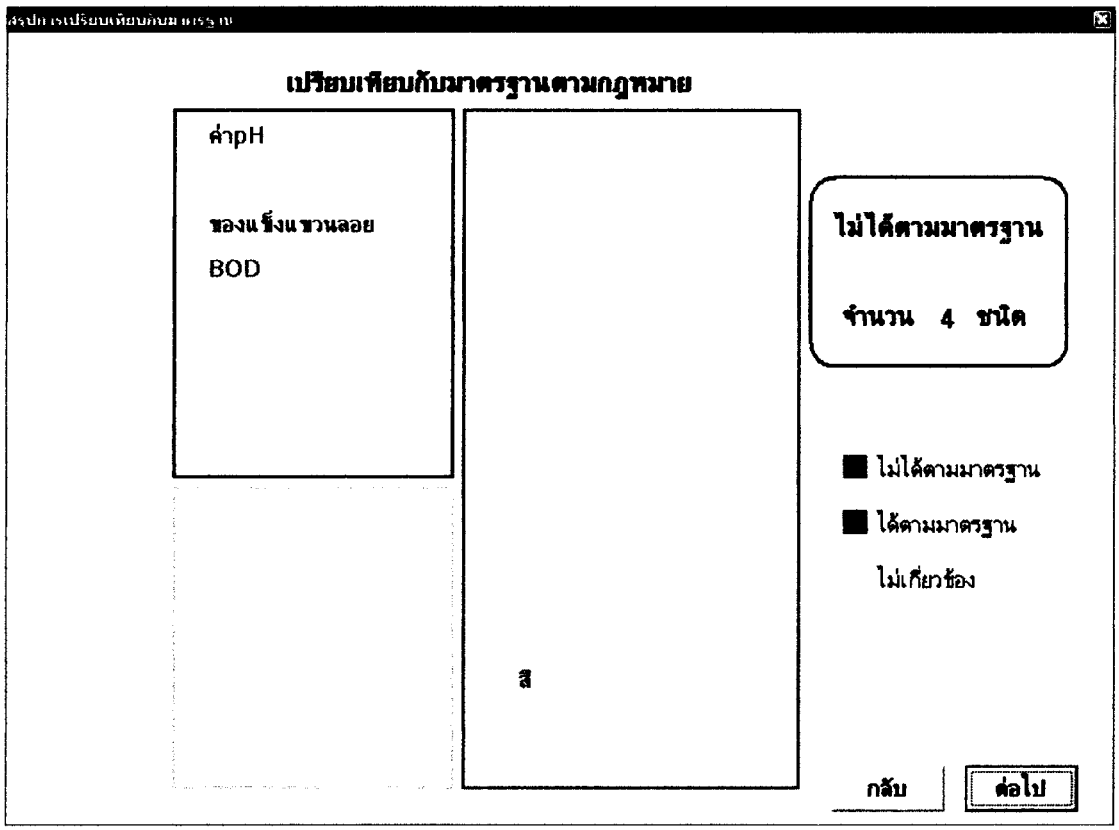
เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จให้ Clickที่ปุ่มต่อไป ก็จะไปสู่หน้าจอถัดไป



ภาพที่ 4 หน้าจอสำหรับบันทึกค่ามลพิษของน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

5. โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 5 โดยโปรแกรมจะเปรียบเทียบค่ามลพิษน้ำเสียที่ผู้ใช้งานกรอกไว้ตามข้อ 5 มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามกฎหมาย และจะแสดงผลออกมาให้ทราบว่าค่ามลพิษน้ำเสียใด มีค่าเกินกว่าหรือไม่ได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด และยังแสดงจำนวนรวมของค่ามลพิษน้ำเสียที่ไม่ได้มาตรฐานด้วย

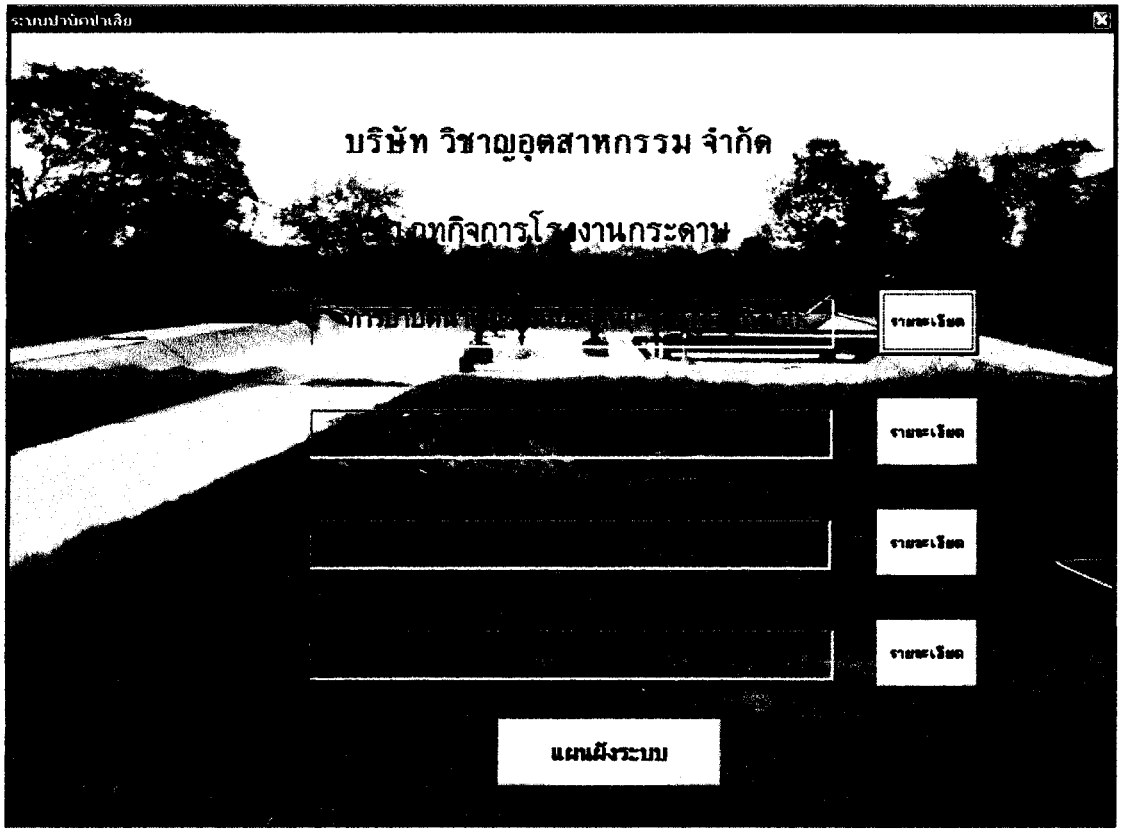
เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จให้ Clickที่ปุ่มต่อไป ก็จะไปสู่หน้าจอถัดไป



ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงผลการเปรียบค่ามลพิษของน้ำเสียกับมาตรฐานตามกฎหมาย

6. โปรแกรมจะแสดงตัวเลือกและขั้นตอนของการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย

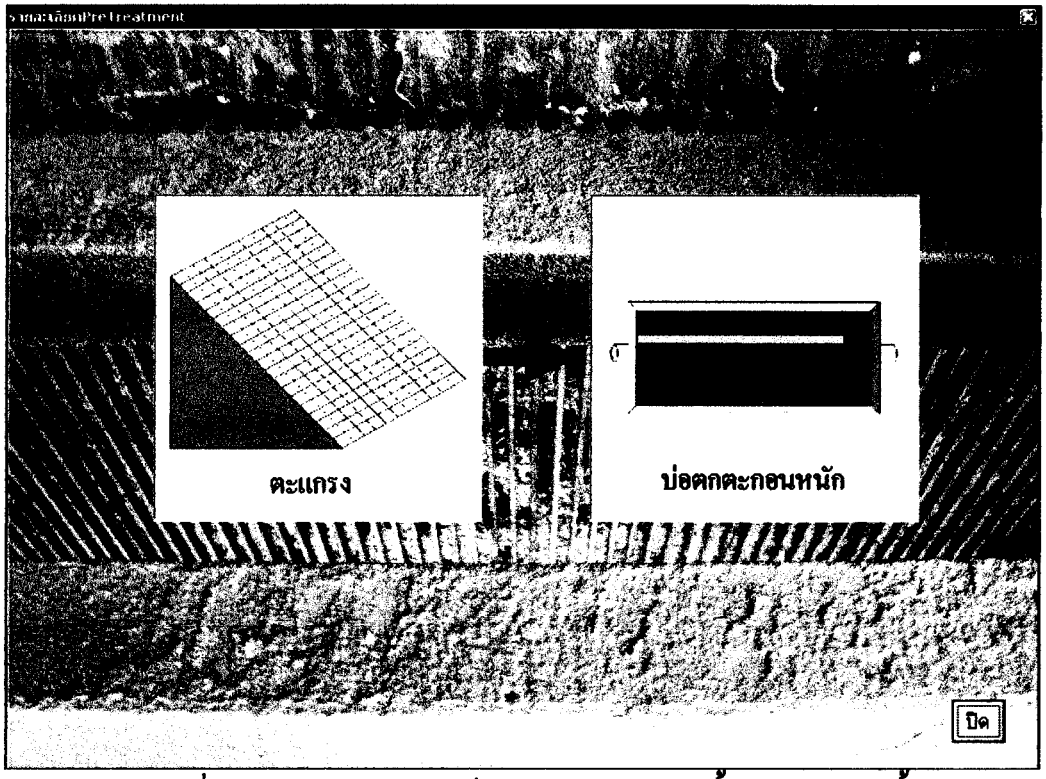
6.1 โปรแกรมได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียไว้ ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของตัวเลือก ตัวเลือกข้อมูลประเภทกิจการ ตัวเลือกขนาดพื้นที่ของระบบบำบัด ตัวเลือกคุณภาพการบำบัด และค่ามลพิษน้ำเสียที่ใส่ข้อมูลลงไป ซึ่งได้แบ่งการบำบัดน้ำเสียออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น การบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 และการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 รวมทั้งแสดงแผนผังของระบบด้วย ดังภาพที่ 6



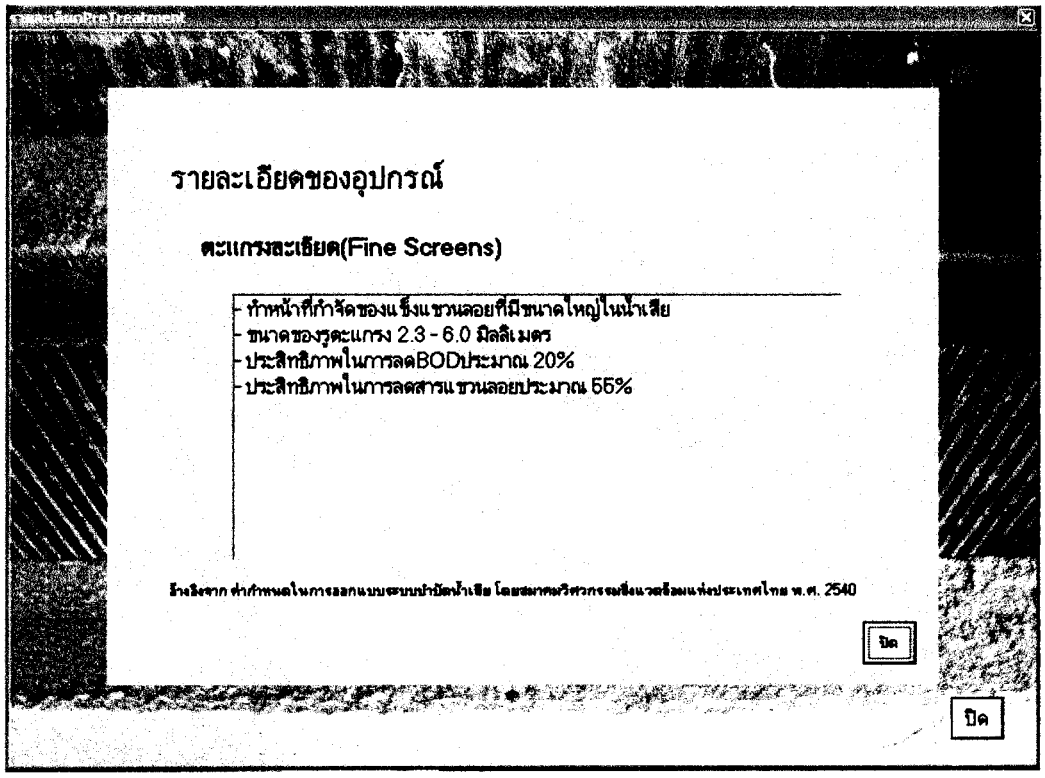
ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงขั้นตอนหลักของการบำบัดน้ำเสียและรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน

6.2 **รายละเอียด** เมื่อClick ที่ปุ่มรายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น โปรแกรมจะแสดงระบบที่ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 7 (โดยที่ปุ่มรายละเอียดของการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนอื่นก็จะทำงานในลักษณะเดียวกัน จึงขอยกตัวอย่างเพียงขั้นตอนเดียว)และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระบบได้โดยClickภาพของระบบนั้น ซึ่งโปรแกรมก็จะแสดงรายละเอียดของระบบนั้น ดังภาพที่ 8 (โดยที่การแสดงรายละเอียดของระบบก็จะทำงานในลักษณะเดียวกัน จึงขอยกตัวอย่างเพียงระบบเดียว)

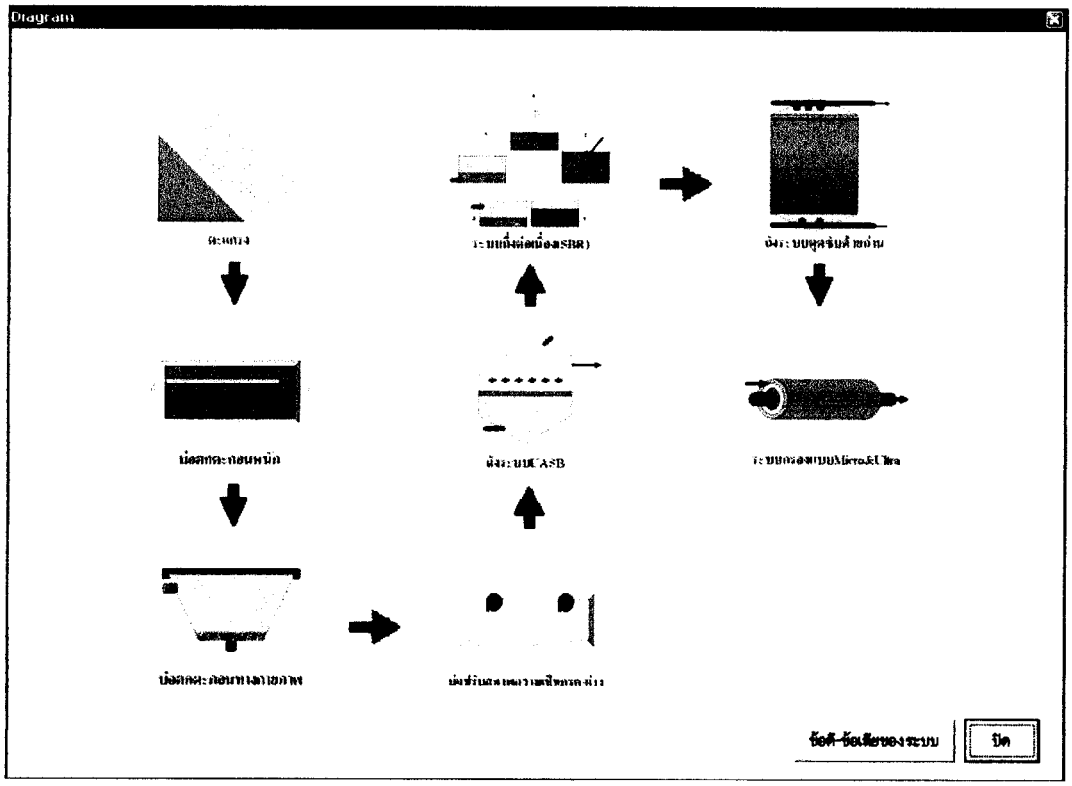
6.3 **แผนผังระบบ** โดยโปรแกรมจะสามารถแสดงแผนผังระบบซึ่งเป็นลักษณะภาพรวมของระบบจะทำให้ทราบว่าในระบบบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบมามีอุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีการบำบัดน้ำเสียอะไรบ้าง สำหรับแผนผังระบบแสดงตัวอย่างได้ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงอุปกรณ์ วิธีการในการบำบัดน้ำเสียของแต่ละขั้นตอน



ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ วิธีการในการบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 9 หน้าจอแสดงแผนผังภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสีย

ภาคผนวก ข

ค่ามาตรฐานของกฎหมายกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งในประเทศไทย

หน้า ๑๒
เล่ม ๑๑๓ ตอนที่ ๕๒ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๗ มิถุนายน ๒๕๓๙

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๙)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๑๔ แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ ๒๕๓๕ ที่ระบุว่า "ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงานเว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาแต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)" รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังนี้

ข้อ ๑ คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ ๒ น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๑) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า ๕.๕ และไม่มากกว่า ๙.๐

(๒) ทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

๒.๑ ค่า ทีดีเอส ไม่มากกว่า ๓,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ

อาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า ๕,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

๒.๒ น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า ๒,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า ทีดีเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน ๕,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า ๑๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) โลหะหนักมีค่าดังนี้

๔.๑ ปรอท (Mercury) ไม่มากกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๒ เซเลเนียม (Selenium) ไม่มากกว่า ๐.๐๒ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๓ แคดเมียม (Cadmium) ไม่มากกว่า ๐.๐๓ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๔ ตะกั่ว (Lead) ไม่มากกว่า ๐.๒ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๕ อาร์เซนิค (Arsenic) ไม่มากกว่า ๐.๒๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๖ โครเมียม (Chromium)

๔.๖.๑ Hexavalent Chromium ไม่มากกว่า ๐.๒๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๖.๒ Trivalent Chromium ไม่มากกว่า ๐.๗๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๗ บาเรียม (Barium) ไม่มากกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๘ นิเกิล (Nickel) ไม่มากกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๙ ทองแดง (Copper) ไม่มากกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๑๐ สังกะสี (Zinc) ไม่มากกว่า ๕.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๑๑ แมงกานีส (Manganese) ไม่มากกว่า ๕.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๖) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า ๐.๒ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๗) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๘) สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound) ไม่มากกว่า ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๙) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๐) เพสติไซด์ (Pesticide) ต้องไม่มี

(๑๑) อุณหภูมิ ไม่มากกว่า ๔๐ องศาเซลเซียส

(๑๒) สี ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(๑๓) กลิ่น ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(๑๔) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า ๕ มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง

หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า ๑๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๕) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เวลา ๕ วัน ไม่มากกว่า ๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า ๖๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๖) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๗) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ต้องไม่มากกว่า ๔๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๓ การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ ๒ ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

(๒) การตรวจสอบค่าทีดีเอส ให้ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ ๑๐๓ องศาเซลเซียสถึงอุณหภูมิ ๑๐๕ องศาเซลเซียส ในเวลา ๑ ชั่วโมง

(๓) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)

(๔) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

๔.๑ การตรวจสอบค่าสังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิเกิล และแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอฟชั่น สเปคโตร์โฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไดเร็คแอสไพเรชั่น (Direct Aspiration) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตร์สโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)

๔.๒ การตรวจสอบค่าอาร์เซนิค และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่นสเปคโตร์โฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์ เจนเนอเรชั่น (Hydride Generation) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตร์สโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)

๔.๓ การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่น โคลด์ เวเปอร์ เทคนิค (Atomic Absorption Cold Vapour Technigue)

(๕) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท (Titrate)

(๖) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดีน บาร์บิทูริคแอซิค (Pyridine - Barbituric Acid)

(๗) การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี (Spectrophotometry)

(๘) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่น และตามด้วยวิธี ๔ - อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, ๔ - Aminoantipyrine)

(๙) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริค (Iodometric Method)

(๑๐) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ให้ใช้วิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas - Chromatography)

(๑๑) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(๑๒) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

(๑๓) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ

(๑๔) การตรวจสอบค่าทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl)

(๑๕) การตรวจสอบค่าซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโปตัสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate digestion)

ข้อ ๔ การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ ๓ จะต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association, American Water

Work Associantion และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๓๙

ไชยวัฒน์ สินสุวงศ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

หน้า ๔๘
เล่ม ๑๑๔ ตอนที่ ๗๑ ง ราชกิจจานุเบกษา ๔ กันยายน ๒๕๔๐

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ด้วยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ข้อ ๒ (๑๕), (๑๖) (๑๗) ได้ระบุให้กรมโรงงานอุตสาหกรรม ที่จะกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ซึ่งได้แก่ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) และค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ให้แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศฉบับดังกล่าวได้ ทั้งนี้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

ฉะนั้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เวลา ๕ วัน ไม่มากกว่า ๖๐ มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ คือ

๑.๑ ลำดับที่ ๔ (๑) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำ ประเภทการฆ่าสัตว์

๑.๒ ลำดับที่ ๘ (๒) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืชหรือหัวพืช ประเภทการทำแป้ง

๑.๓ ลำดับที่ (๑๐) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การทำขนมปัง หรือขนมเค็ก

(๒) การทำขนมปังกรอบ หรือขนมอบแห้ง

(๓) การทำผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้ง เป็นเส้น เม็ด หรือชิ้น

๑.๔ ลำดับที่ ๑๕ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การทำอาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

(๒) การป่นหรือบด พืช เมล็ดพืช กากพืช เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ขนสัตว์ หรือเปลือกหอยสำหรับทำหรือผสม เป็นอาหารสัตว์

๑.๕ ลำดับที่ ๒๒ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การหมัก คาร์บอไนซ์ สาง หวี รีด ปั่น อบ ควบ บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือย้อมสีเส้นใย

(๒) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายยืนสำหรับการทอ

(๓) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(๔) การพิมพ์สิ่งทอ

๑.๖ ลำดับที่ ๒๔ โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ป่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่ง แต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

๑.๗ ลำดับที่ ๓๘ โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

(๒) การทำกระดาษ กระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ใช้ในการก่อสร้างชนิดที่ทำจากเส้นใย (Fibre) หรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard)

๑.๘ ลำดับที่ ๔๒ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมีหรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ย อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

(๒) การเก็บรักษา ลำเลียง แยก คัดเลือก หรือแบ่งบรรจุเฉพาะเคมีภัณฑ์อันตราย

๑.๙ ลำดับที่ ๔๖ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยา อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การผลิตวัตถุที่รับรองไว้ในตำรายา ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ

(๒) การผลิตวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ บำบัดบรรเทารักษา หรือป้องกันโรค หรือความเจ็บป่วยของมนุษย์ หรือสัตว์

(๓) การผลิตวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับให้เกิดผลแก่สุขภาพ โครงสร้าง หรือการกระทำหน้าที่ใดๆ ของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ แต่วัตถุตาม (๑) หรือ (๒) ไม่รวมถึงวัตถุ

ที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นอาหาร เครื่องกีฬา เครื่องสำอาง เครื่องมือ ที่ใช้ในการประกอบโรคศิลปะ และส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในการนั้น

๑.๑๐ ลำดับที่ ๕๒ โรงงานห้องเย็น

ข้อ ๒ ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ คือ

๒.๑ ลำดับที่ ๑๓ (๒) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหาร ประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร

๒.๒ ลำดับที่ ๑๕ (๑) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

ข้อ ๓ ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า ๔๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ คือ

๓.๑ ลำดับที่ ๑๓ (๒) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร

๓.๒ ลำดับที่ ๑๕ (๑) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

๓.๓ ลำดับที่ ๒๒ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย และเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การหมัก คาร์บอไนซ์ สาง หวี รีด ปั่น อบ ควบ บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือย้อมสีเส้นใย

(๒) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายยืนสำหรับการทอ

(๓) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(๔) การพิมพ์สิ่งทอ

๓.๔ ลำดับที่ ๒๘ โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ป่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

๓.๕ ลำดับที่ ๓๘ โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(๑) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

(๒) การทำกระดาษ กระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ใช้ในการก่อสร้างชนิดที่ทำจากเส้นใย (Fibre) หรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard)

ประกาศ ณ วันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๐

เทียร เมฆานนท์ชัย

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายวิชาญ สมบัติภิญโญ
วัน เดือน ปี เกิด	27 มีนาคม 2520
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วศบ.(วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2541
สถานที่ทำงาน	กองตรวจความปลอดภัย กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน 22/22 ถ.บรมราชชนนี แขวงฉิมพลี เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	นักวิชาการแรงงานชำนาญการ