ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

CD- ROM สื่อการสอนเรื่องการบำบัดน้ำเสีย

(Wastewater Treatment Control Courseware)

โดย

นายกรินทร์ หลีเจริญ รหัส 44040904

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 23/3/48 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20428

CD – ROM สื่อการสอนเรื่องการบำบัดน้ำเสีย

(Wastewater Treatment Control Courseware)

นายกรินทร์ หลีเจริญ รหัส 44040904

T096544

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ปพ.
ก3823ต
2547

สบหมู่.....
เลขทะเบียน.....96544
วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรินทร์ หลีเจริญ 2547 : CD-ROM สื่อการสอนเรื่องการบำบัดน้ำเสีย
(Wastewater Treatment Control Courseware). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์

โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร จะต้องมีการบำบัดและควบคุมน้ำเสีย ก่อนจะก่อนจะปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ตามข้อกำหนดของกระทรวงอุตสาหกรรม จึงจำเป็นพนักงานในโรงงานอาหารควรได้รับการศึกษาเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียในโรงงาน ซึ่งอาจเป็นการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามเวลาที่ต้องการ ดังนั้น การจัดทำสื่อการสอน เรื่องการบำบัดน้ำเสีย จะเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้ที่สนใจ สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งขั้นตอนในการจัดทำใช้โปรแกรม SWiSH เป็นตัวช่วยในการสร้างงาน Presentation ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว โปรแกรม Flash MX 2004 เป็นตัวทำภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 ในการตัดต่อและตกแต่งรูปภาพต่างๆ โดย CD-ROM สื่อการสอนที่จัดทำขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาโดยรวมดังนี้ บทนำ มาตรฐานน้ำทิ้ง ลักษณะของน้ำเสีย การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย การเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย กระบวนการกำจัดน้ำเสีย กระบวนการกำจัดสลัดจ์ และแบบทดสอบ ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย และสามารถทดสอบความเข้าใจได้ด้วย

.....	.....	23/3/48
(นายกรินทร์ หลีเจริญ)	(ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์)	วัน เดือน ปี
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการนำเสนอปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และในการจำทำครั้งนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับเกียรติจาก ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ มาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาสละเวลามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำรวมทั้งตรวจแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ และช่วยให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

และนอกจากนี้ก็ขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่ให้การสนับสนุน และคอยดูแลในทุกๆ เรื่องที่เข้ามาในชีวิต ขอขอบคุณเพื่อนทุกๆ คนที่คอยแนะนำ และเป็นกำลังใจในการทำงานของข้าพเจ้า

นายกรินทร์ หลีเจริญ

22 มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 การบำบัดน้ำเสีย	2
2.1.1 มาตรฐานน้ำทิ้ง	2
2.1.2 ลักษณะน้ำเสีย	3
2.1.3 การเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย	9
2.1.4 การเก็บและดักตัวอย่างน้ำเสีย	9
2.1.5 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	10
2.1.6 กระบวนการกำจัดสลัดจ์	11
2.2 e- Learning	11
2.3 Courseware	12
บทที่ 3 อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง	13
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	14
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 โครงสร้างของ CD – ROM	15
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	29
5.2 ข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนา	29
เอกสารอ้างอิง	30
ประวัติผู้เขียน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

ภาพที่ 1 แสดงโปรแกรม SWiSH max 15

ภาพที่ 2 แสดงโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 16

ภาพที่ 3 แสดงโปรแกรม Microsoft Word 2003 17

ภาพที่ 4 ภาพโครงสร้าง CD – ROM 18

ภาพที่ 5 แสดงหน้าแรกของสื่อการสอน 19

ภาพที่ 6 แสดงหน้าบทนำ 20

ภาพที่ 7 แสดงหน้ามาตรฐานน้ำทิ้ง 21

ภาพที่ 8 แสดงหน้าลักษณะของน้ำเสีย 22

ภาพที่ 9 แสดงหน้าการเก็บและกักตัวอย่างน้ำ 23

ภาพที่ 10 แสดงหน้าการเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย 24

ภาพที่ 11 แสดงหน้ากระบวนการบำบัดน้ำเสีย 25

ภาพที่ 12 แสดงกระบวนการกำจัดสลัดจ์ 26

ภาพที่ 13 แสดงหน้าแบบทดสอบ 27

ภาพที่ 14 แสดงหน้าเอกสารอ้างอิงข้อมูล และรูปภาพ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันระบบการเรียนการสอนผ่านสื่อต่างๆ ได้เข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการสอน ประกอบกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงเกิดสื่อการสอนที่ถูกพัฒนาโดยใช้คอมพิวเตอร์และถูกใช้ร่วมกันกับคอมพิวเตอร์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้ที่เรียนนั้นได้ศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การใช้ CD-ROM เพื่อประกอบการศึกษานั้น จะช่วยให้สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกในการเรียน นอกจากนี้ CD-ROM สื่อการสอนยังสามารถทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยากค้นคว้า และสามารถทบทวนข้อมูลได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับน้ำเสียและการบำบัดในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสำหรับนักศึกษาและบุคคลทั่วไป
2. เพื่อเป็นสื่อการสอนในระบบสื่อสารทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 การบำบัดน้ำเสีย

เนื่องจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือนซึ่งจะมีได้ทั้งสารประกอบอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ แต่อุตสาหกรรมอาหารมักพบสารประกอบอินทรีย์ เป็นน้ำเสียที่ได้จากการชะล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ในการผลิต รวมถึงน้ำล้างวัตถุดิบ ซึ่งถ้ามีการจัดการไม่ดีอาจทำให้เน่าเหม็น และแพร่เชื้อโรคได้

วิธีการกำจัดน้ำเสียสามารถกระทำได้โดยการระบายลงสู่ดิน ระบายสู่ผิวดิน ระบายลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งวิธีสุดท้ายนี้จะต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสีย (wastewater treatment) ก่อนที่จะปล่อยน้ำลงสู่

2.1.1 มาตรฐานทิ้ง

มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม(ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 12 พ.ศ.2525)

1. ค่าความเป็นกรดด่างควรอยู่ระหว่าง 5-9
2. Permanganate value ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. Dissolved solids ต้องมีค่าดังนี้
   - dissolved solids ต้องไม่มากกว่า 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้แล้วแต่ภูมิประเทศ หรือลักษณะการระบายตามที่เจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 5000 มิลลิกรัมต่อลิตร
4. ซัลไฟด์ คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
5. ไซยาไนด์ คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร
6. โลหะหนักมีค่าดังนี้

6.1 สังกะสี(Zinc)	ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.2 โครเมี่ยม(Chromium)	ไม่มากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.3 อาร์เซนิก(Arsenic)	ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.4 ทองแดง(Copper)	ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.5 ปรอท(Mercury)	ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.6 แคดเมี่ยม(Cadmium)	ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.7 แบเรียม(Barium)	ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.8 เซเลเนียม(Selenium)	ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.9 ตะกั่ว(Lead) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.10 นิเคิล(Nikle) ไม่มากกว่า0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.11 แมงกานีส(Manganese) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

7. น้ำมันทาร์(Tar) ไม่มีเลย

8. น้ำมันและไขมัน(oil and grease ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรยกเว้นโรงงานกลั่นน้ำมันและโรงงานประกอบกิจการผสมน้ำ มันหล่อลื่น จาระบี ตามประเภทหรือชนิดโรงงานตามลำดับที่ 49,50(4) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ให้มีน้ำมันไม่ มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

9. Formaldehyde ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

10. Phenols and Cresols ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

11. Free Chlorine ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

12. Insecticide สารกัมมันตรังสีไม่มีเลย

2.1.2 ลักษณะน้ำเสีย

ในการออกแบบและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับลักษณะ น้ำเสียเป็นอย่างดีเพื่อสามารถได้ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูง ในบทนี้จะได้อธิบายลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพพร้อมทั้งการเก็บกักตัวอย่างน้ำเสียเพื่อนำไปวิเคราะห์ และจะได้แสดงข้อมูลลักษณะน้ำเสียจากชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภท ต่าง ๆ เพื่อสามารถนำไปใช้ในงานบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้องต่อไป ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานควบคุม หรืองานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องเข้าใจในรายละเอียดของลักษณะน้ำเสีย เพื่อจะได้สามารถเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะนามในบ่อบำบัดน้ำเสียได้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะทำให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเมื่อมีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้นในบ่อบำบัดน้ำเสีย

ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ (Physical Characteristics of Wastewater)

ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพจะประกอบไปด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี ความขุ่น ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันมากน้อยไม่เท่าเทียมกัน เพื่อช่วยให้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำเสียในทางกายภาพได้ ต่อไปนี้จะได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็ง (Solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบด้วย ปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (Total Suspended Solids) และปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids) ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบไปด้วยของแข็งที่สามารถระเหยได้ ณ อุณหภูมิ 600 ^{0}C บวกกับของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 ^{0}C ซึ่งปริมาณของแข็งที่ระเหยไป ณ อุณหภูมิ 600 ^{0}C ก็คือ ค่าปริมาณของปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ และปริมาณของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 ^{0}C ก็คือ ค่าปริมาณของปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้

กลิ่น (Oder)

กลิ่นจากน้ำเสีย ส่วนมากแล้วมาจากก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่แล้วจะเป็น H_2S (ก๊าซไข่เน่า) ซึ่งเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนได้ทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์ ส่วนสารอื่น ๆ ที่สามารถทำให้เกิดกลิ่นไม่ดีเนื่องจากอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนในน้ำเสียได้มีดังนี้

กลิ่นกะหล่ำปลีเน่า Organic sulfides

กลิ่นของปลาตาย Organic amines

กลิ่นของพวก Worm Phosphorus

กลิ่นอับ Organic acids

สำหรับการกำจัดกลิ่นในน้ำเสีย อาจใช้สารเคมีที่สามารถออกซิไดซ์สารที่ทำให้เกิดกลิ่นได้ เช่น คลอรีน, Hypochlorite, Permanganate หรือเครื่องกรองชนิดคาร์บอน (Carbon Filter)

อุณหภูมิ (Temperature)

น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยมากจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ และเมื่อปล่อยทิ้งไปยังแม่น้ำลำคลอง จะทำให้สภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้น ๆ เปลี่ยนไปได้ ดังนี้

1.น้ำในแม่น้ำลำคลองนี้จะมีปริมาณของออกซิเจนลดลงกว่าปกติ เพราะค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลง เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2.เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาชีวเคมีของพวกจุลินทรีย์ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งหมายความว่า ออกซิเจนในน้ำได้ถูกใช้เพิ่มมากขึ้น

3.เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ การเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำจะมีมากกว่าปกติ และอาจเกิดราขึ้นได้ในแหล่งน้ำนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี (Color)

โรงงานหลายแห่ง เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า ฯลฯ มักทำให้เกิดปัญหา เนื่องจากสีของน้ำเสีย ซึ่งค่อนข้างยากในการแยกสีออกจากน้ำเสียได้หมดหรือการเกิดสาหร่าย (algae) มากๆ ในบ่อหรือลำคลอง ก็จะเป็นสาเหตุทำให้น้ำมีสีเขียวได้ ทั้งสองปัญหาดังกล่าวเป็นเพียงปัญหาตัวอย่างที่ได้ยกขึ้นมากล่าว

ผลเสียของส่วนแหล่งน้ำธรรมชาติ มีดังนี้

1.กั้น หรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงใต้น้ำ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ลดการเกิด การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

2.สีเป็นสิ่งที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นจะทำให้น้ำไม่น่าดูได้

3.สีส่วนใหญ่แล้วเกิดจากสารอินทรีย์ชนิด Dissolved และ Colloidal ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้ จะใช้ออกซิเจนในน้ำ

ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่น คือ สารแขวนลอยที่ลอยอยู่ในน้ำ จะกั้น หรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงใต้น้ำได้มากถึง 100% เช่นเดียวกันกับสี น้ำที่มีความขุ่นมาก จะทำให้ยากต่อการกรองน้ำ ในโรงผลิตน้ำประปา และต้องใช้ปริมาณคลอรีนมากกว่าปกติ สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

ลักษณะน้ำเสียทางเคมี (Chemical Characteristcs of Wastewater)

ลักษณะของน้ำเสียทางเคมีจะประกอบด้วยเชิงทางอินทรียสาร และเชิงทางอนินทรียสาร น้ำเสียที่มาจากตามบ้านเรือนต่างๆ (Domestic wastewater) จะประกอบด้วย 50% ของอินทรียสาร และ 50% ของอนินทรียสาร สำหรับลักษณะทางเคมีของน้ำเสียจากบ้านเรือนต่าง ๆ จะได้อธิบายในหัวข้อต่อ ๆ ไป ต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีและการวัดปริมาณของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์

สารอินทรีย์

ส่วนประกอบที่สำคัญ ของสารอินทรีย์คือคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำมัน สำหรับพวกคาร์โบไฮเดรต และพวกโปรตีน สามารถถูกย่อยสลายโดยทางชีวภาพ ส่วนพวกไขมันและน้ำมันมีเสถียรภาพมากกว่า จะถูกย่อยสลายทางชีวภาพได้ช้ากว่า น้ำเสียอาจประกอบด้วยส่วนเล็กส่วนน้อยของผงซักฟอกสาร Phenolic และพวก Pesticides สารต่างๆ เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับว่ามีปริมาณน้ำเสียมากน้อยเท่าใดในน้ำเสีย ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD_5 คือ ค่าปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (aerobic) โดยจุลินทรีย์ในช่วงเวลา 5 วัน ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สำหรับการวิเคราะห์หาค่าของ BOD_5 มีหลักการง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

1.นำตัวอย่างน้ำเสียที่ต้องการหาค่าของ BOD_5 มาเติมด้วยอากาศ จนแน่ใจว่าอิ่มตัวด้วยอากาศแล้ว

2.นำไปใส่ในขวดมาตรฐาน BOD 2 ขวด (ต้องปิดให้สนิท) และใช้ขวดหนึ่งมาทำการวัดค่าของ DO (Dissolved oxygen) = DO_0 (ค่า DO ในวันที่ 0)

3.นำขวดที่เหลือไปเก็บไว้ในตู้มืดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในเวลา 5 วัน

4.หลังจากนั้น นำออกมาวัดค่าของ DO = DO_5 (ค่า DO ในวันที่ 5)

5.เพราะฉะนั้นจะให้ค่า BOD_5 ที่ 20 องศาเซลเซียส (มก/ลิตร) จากสมการ

$$BOD_5 = \frac{(DO_0 - DO_5)}{\text{ปริมาณน้ำเสีย}}$$

Chemical Oxygen Demad (COD)

คือ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทางเคมีการ

วิเคราะห์ค่าของ COD ใช้สำหรับประมาณปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียทั่วไปโดยสารอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำเสียจะถูกออกซิไดซ์โดยปริมาณมากเกินพอของ K Cr O ในสภาพความเป็นกรด โดยทั่วไปแล้ว ค่า COD จะมีค่ามากกว่า BOD(5)

ประโยชน์ของการหาค่าของ COD คือใช้เวลาน้อยกว่า BOD คือใช้เวลาในการวิเคราะห์แค่ 3 ชั่วโมง การวิเคราะห์หาค่าของ COD นิยมใช้กันมากสำหรับการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป

สารอนินทรีย์

สารอนินทรีย์เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำเสียทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียนั้นๆ สารอนินทรีย์บางชนิดก็จำเป็นต้องมีอยู่ในน้ำเสียบ้าง เพื่อช่วยให้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพเป็นไปด้วยดี แต่สารอนินทรีย์บางชนิดไม่ควรให้มีอยู่ในน้ำเสียเลย เพราะอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจน(Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพวกProtists และพืชทั่วไป ธาตุไนโตรเจนเป็นอาหารหลักที่สำคัญที่สุดต่อการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ ดังนั้นในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยชีวภาพ จำต้องมีสารไนโตรเจนเพียงพอในน้ำเสีย แต่ถ้ามีมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นคือจะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก ดังนั้นถ้ามีค่าความเข้มข้นของสารไนโตรเจนมากแสดงว่าอาจมีสิ่งปนเปื้อนจากอุจจาระหรือปัสสาวะ

การวิเคราะห์หาค่าสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน สามารถวิเคราะห์โดย วิธี Kjeldahl ขั้นแรกทำการต้มตัวอย่างน้ำ เพื่อให้แอมโมเนียออกจากตัวอย่างน้ำให้หมด แล้วทำการย่อย (ต้ม) เพื่อให้สารประกอบไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำทั้งหมดเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย หลังจากนั้นก็นำสารละลายที่ถูกย่อยแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าของแอมโมเนีย ไนโตรเจน จากนั้นนำไปวัดความเข้มสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ก็จะได้ค่าของอินทรีย์ไนโตรเจน

ฟอสฟอรัส(Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลักธาตุหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ เช่นเดียวกันกับไนโตรเจน และก็เช่นเดียวกันถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปในแม่น้ำลำคลอง หรือบ่อน้ำทั่ว ๆ ไป ก็จะเป็นผลให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก ซึ่งจะทำให้สิ่งแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้น ๆ เน่าเสีย

ฟอสฟอรัสสามารถพบได้ในน้ำที่อยู่ในรูปต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.Orthophosphate รูปแบบนี้จะเป็นพวกอนินทรีย์ ซึ่งได้มาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ผงซักฟอก และอื่น ๆ รูปของฟอสเฟตชนิดนี้จะถูกใช้เพื่อช่วยให้เกิดการเจริญเติบโตทางชีวภาพของพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ แต่จะขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำนั้น ๆ ด้วย

2.Polyphosphates รูปแบบนี้จะทำการ hydrolysis สิ่งเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปของ Orthophosphate

3.Organic phosphorus เป็นสารประกอบที่สำคัญรองลงมาของน้ำเสียที่มาจากตามบ้านเรือนต่างๆแต่อาจจะเป็นสารประกอบที่สำคัญสารหนึ่งของน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

สารโลหะหนัก(Heavy Metals)

สารโลหะหนักเป็นสารพิษต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย สารโลหะหนักมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว โครเมี่ยม ปรอท สังกะสี แมงกานีส นิเกิล เป็นต้น สารโลหะหนักบางชนิดอาจจำเป็นสำหรับช่วยให้มีการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต แต่ต้องมีในปริมาณที่พอเหมาะ ได้แก่โครเมี่ยม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี สำหรับโลหะหนักบางชนิดเป็นสารที่ไม่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสิ่งมีชีวิตและมีพิษอันตราย ได้แก่แคดเมี่ยม ตะกั่ว ปรอท และนิเกิลดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลของสารโลหะหนักในน้ำเสียว่ามีชนิดใด และมีปริมาณเท่าใด และถ้าน้ำเสียจะถูกบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพจำเป็นต้องนำข้อมูลของสารโลหะหนักมาคำนวณหาผลกระทบต่อระบบบำบัด ทั้งนี้เพื่อสามารถบ่งชี้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวภาพสามารถทำการบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยา (Biological Characteristics of Wastewater)

ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยาเป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบ และผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย จำเป็นต้องทราบ ซึ่งประกอบไปด้วย

แบคทีเรีย

- จุลินทรีย์เซลเดียว ขนาดเล็ก รูปร่างกลม แท่ง เกลียว ขดเป็นวง
- ต้องการสารอาหาร อุณหภูมิ ค่า pH DO เจริญเติบโตแบบแบ่งเซล
- แบ่งประเภทตามความต้องการออกซิเจนได้ 3 ประเภท
  1.แอโรบิกแบคทีเรีย ใช้ออกซิเจนอิสระในการเติบโต
  2.แอนแอโรบิกแบคทีเรีย ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ(เป็นพิษ)
  3.แฟคัลเททีฟแบคทีเรีย เจริญเติบโตได้ในสภาวิที่มี/ไม่มีออกซิเจน

รา

- เป็นจุลินทรีย์ที่มีหลายเซล ไม่มีคลอโรฟิลล์ เป็นเส้นใย สืบพันธุ์ด้วยสปอร์
- เจริญเติบโตได้ดีที่ pH ต่ำ และที่มีไนโตรเจนน้อย
- ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตได้ดี
- ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบโปรยกรอง

สาหร่าย

- เป็นจุลินทรีย์เซลเดียว มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย
- มีคลอโรฟิลล์ และรงควัตถุที่อาจใช้จำแนกชนิดได้
- สังเคราะห์แสง ผลิตออกซิเจนใช้ในระบบปรับเสถียร

โปรโตซัว

- เป็นจุลินทรีย์เซลเดียว ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย
- กินแบคทีเรียเป็นอาหารทั้งที่มีชีวิต และตายแล้ว
- ก่อให้เกิดโรคร้ายจะเป็นสาเหตุให้เกิดการติดเชื้อกับผู้ป่วยโรคเอดส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย

ปัจจัยในการเลือกวิธีการบำบัดน้ำเสียมีอยู่ 8 ข้อ ดังนี้

1.ความต้องการในการกำจัดสารต่างๆ ในน้ำเสีย

2.ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

3.ขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับโรงบำบัดน้ำเสีย

4.ราคาก่อสร้าง

5.ราคาค่าบำรุงรักษา และดำเนินการ

6.จำนวนเครื่องกลที่ต้องการใช้ในระบบบำบัด

7.ความยากง่ายในการควบคุมดูแลระบบบำบัด

8.ความต้องการระดับความรู้ความสามรถของผู้ควบคุมดูแลระบบ

ทั้ง 8 ข้อข้างต้นเป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องทราบ และควรพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้งนี้จะได้วิธีบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องตามหลักวิชา และเหมาะสมกับทางปฏิบัติด้วย

2.1.4 การเก็บและกักตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บตัวอย่างน้ำเป็นสิ่งสำคัญมากสิ่งหนึ่งที่ต้องระมัดระหวังในการเก็บเพราะถ้าขั้นตอนการเก็บไม่ถูกต้อง หรือไม่ระมัดระวังแล้ว ข้อมูลที่ได้รับมาอาจทำให้งานล้มเหลวไปหมดก็เป็นได้ ปัจจัยที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่ดีในการเก็บตัวอย่างของน้ำเสียมี 3 ปัจจัยด้วยกัน คือ

1. ต้องแน่ใจจริง ๆ ว่าตัวอย่างที่ถูกเก็บมานี้เป็นตัวแทนของน้ำเสียทั้งหมด

2. ใช้วิธีการหรือเครื่องมือเก็บตัวอย่างถูกต้อง

3. การกักตัวอย่างน้ำก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ต้องทำให้ถูกต้อง

ตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ

ตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสียควรพิจารณาตามหลักการต่อไปนี้

1.การใช้แบบแปลนซึ่งจะแสดงทิศทางของน้ำไหลในท่อต่าง ๆ และตำแหน่งของบ่อพักจะช่วยได้มากในการเลือกตำแหน่ง สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ

2.ในท่อระบายน้ำเสีย หรือรางระบายน้ำเสียควรจะเก็บตัวอย่างของน้ำที่ระดับลึก $\frac{2}{3}$ ของระยะความลึกของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ

ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำควรจะมีช่วงที่สั้นพอที่จะได้รับตัวอย่างของน้ำที่ถูกต้อง ยิ่งมีช่วงเวลาสั่นเท่าใดก็ยิ่งดีเท่านั้น อย่างเช่น ทุก ๆ 10 หรือ 15 นาที จะเป็นช่วงเวลาที่แนะนำว่าละเอียดพอเพียงในการเก็บตัวอย่างของน้ำในรอบของการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่มาจากชุมชนหรืออุตสาหกรรม

ปริมาณของน้ำที่จำเป็นต้องเก็บ

ปริมาณของน้ำควรเก็บมาอย่างน้อย 2 ลิตร สำหรับการนำไปวิเคราะห์หาลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำที่ถูกเก็บมา สำหรับตัวอย่างน้ำที่เก็บมาสำหรับการวิเคราะห์หาลักษณะทางชีวภาพ ควรมีปริมาณของน้ำอย่างน้อย 300 ลบ.ซม. ภาชนะที่เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการวิเคราะห์หาลักษณะทางชีวภาพควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคอย่างดี ซึ่งอาจทำได้โดยนำภาชนะนี้เข้าไปในเตาอบที่อุณหภูมิ 170 ° ซ ประมาณ 2 ชม. ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงจำนวนภาชนะที่เข้าไปอยู่ในเตาอบมากน้อยเพียงใด ถ้ามีมากก็ควรที่จะเพิ่มอุณหภูมิหรือไม่ก็เพิ่มเวลาในการฆ่าเชื้อโรค

2.1.5 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียมีอยู่ด้วยกันหลายกระบวนการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กระบวนการใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

กระบวนการทางกายภาพ (Physical Unit Operations) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยแรงต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำเสีย โดยมากจะเป็นขั้นตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (Screening) การตัดย่อย (Comminution) การกวาด (Skimming) การกวน (Mixing) การทำให้ลอย (Flotation) การตกตะกอน (Sedimentation) การแยกตัวด้วยแรงเหวี่ยง (Centrifugation) การกรอง (Filtration) การกำจัดตะกอนหนัก (Grit Removal) เป็นต้น

กระบวนการทางเคมี (Chemical Unit Processes) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยสารเคมีผสมกับน้ำเสียเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อแยกเอามลสารต่าง ๆ ออกจากน้ำเสีย ได้แก่ การตกตะกอนผลึก (Precipitation) การทำให้เป็นกลางหรือการสะเทิน (Neutralization) การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20428

กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Unit Processes) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลชีพที่จะทำการย่อยสลายและเปลี่ยนสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไปเป็นก๊าซลอยขึ้นสู่อากาศ และจะได้จุลชีพเพิ่มจำนวนขึ้น ได้แก่ Activated Sludge, Trickling Filter, Aerated Lagoon, Anaerobic Filter, Anaerobic Pond, Stabilization Pond เป็นต้น

2.1.6 กระบวนการกำจัดสลัดจ์

ในกระการบำบัดน้ำเสียทั่วไปจะมีปริมาณสลัดจ์เกิดขึ้นจากสารตะกอนแขวนลอยมากับน้ำเสีย จากตะกอนจุลชีพที่ถ่ายทิ้งออกจากระบบบำบัดทางชีวภาพ จากตะกอนเคมีที่ถ่ายทิ้งออกจากระบบบำบัดทางเคมี

การเลือกระบบสลัดจ์ให้เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆดังนี้คือ ลักษณะของสลัดจ์ ความเหมาะสมของระบบกำจัดกับสภาพพื้นที่ ทางเลือกของการนำสลัดจ์ไปทิ้ง

โดยทั่วไประบบกำจัดสลัดจ์จะเริ่มด้วยระบบทำให้สลัดจ์ข้น โดยมักจะใช้วิธีตกตะกอนหรือทำให้ตะกอนลอยขึ้น เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะเข้าระบบย่อย ระบบย่อยสลัดจ์จะทำหน้าที่ลดปริมาณสารอินทรีย์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น และเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อในระดับหนึ่ง ต่อจากนี้จะเป็นระบบลดปริมาณน้ำในสลัดจ์ ซึ่งจะทำการลดปริมาณน้ำให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อจะนำสลัดจ์แห้งไปทิ้ง หรือนำไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการปลูกพืชต่างๆ หรือนำไปถมที่ดินทั่วไป

2.2 e - Learning

e – Learning เป็นอีกหนทางหนึ่งของการพัฒนาบุคลากรโดยผ่านระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Study) ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาข้อมูลต่างๆจากแหล่งข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีการนำเสนอที่น่าสนใจ โดย e - Learning จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนมีอิสระและความคล่องตัวในการเลือกเรียนในเรื่องที่ตนสนใจ รวมทั้งช่วยลดปัญหาพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน เพียงแค่ผู้เรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถต่อเข้า Internet ก็สามารถเรียนผ่านระบบ e - Learning ได้

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละยุคสมัยได้มีการเปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยี ทำให้มีผลเข้าสู่ยุค e - Learning โดยวิวัฒนาการของสื่ออิเล็กทรอนิกส์แบ่งได้เป็น 4 ยุค ดังนี้

1. ยุคคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและฝึกอบรม (Instructor - Led Training Era) เป็นยุคที่อยู่ในช่วงเริ่มใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษาจนถึงปี ค.ศ. 1983 2.ยุคมัลติมีเดีย (Multimedia Era) เป็นยุคที่อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1984 - 1993 เป็นยุคที่ก่อให้เกิดโปรแกรม Microsoft Windows 3.1 การใช้ซีดีรอมในการบันทึกข้อมูล การใช้โปรแกรม Power Point เพื่อการนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

3.ยุคเว็บเริ่มแรก (Web Infancy) เป็นยุคที่อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1994 - 1999 เป็นยุคที่เทคโนโลยีเว็บเริ่มแรกเข้ามาเป็นบริการหนึ่งในอินเตอร์เน็ต เริ่มมีเทคโนโลยีมัลติมีเดียบนเว็บที่ยังมีการส่งข้อมูลได้ช้า

4.ยุคเว็บคนรุ่นใหม่ (Next Generation Web) เป็นยุคของปี ค.ศ. 2000 - 2005 เป็นยุคที่เทคโนโลยี มีความก้าวหน้าในการรับส่งข้อมูลมัลติมีเดีย ใช้ประโยชน์ในการฝึกอบรมและการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเข้าสู่ยุค e - Learning อย่างแท้จริง

2.3 Courseware

Courseware หมายถึง เนื้อหาและเทคนิคการเรียนรู้ที่ถูกแปลงให้อยู่ในลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีหลายรูปแบบดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ เป็นส่อที่พัฒนาด้วยโปรแกรมประเภท Authroing เช่น โปรแกรม Toolbook โปรแกรม Macromedia Director และโปรแกรม Authorware นำมาใช้บนเว็บโดยผ่านกระบวนการบีบอัดหรือกระจายให้เป็นแฟ้มขนาดเล็กหลายแฟ้ม เพื่อให้ใช้งานบนเว็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องรอการส่งแฟ้มเป็นเวลานาน และทำให้สะดวกต่อการส่งข้อมูลออนไลน์ที่เรียกใช้งานบนเว็บแล้วแสดงผลได้ทันทีเหมือนเรียกจากแผ่น ซีดี

2.สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่พัฒนาด้วยโปรแกรมบนวินโดวส์ และให้เรียกดูผ่านเว็บหรือแปลงเป็นแฟ้มที่เรียกดูได้บนเว็บ นิยมใช้โปรแกรม Microsoft Powerpoint ในการพัฒนาสื่อ

3.หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีรูปเล่มและองค์ประกอบของเล่มหนังสือครบถ้วน เป็นสื่อที่นิยมจัดทำให้อยู่ในรูปของแฟ้มนามสกุล pdf และใช้โปรแกรม Acrobat Reader ในการอ่าน

4.เทปเสียงคำสอนดิจิทัลและวีดีโอเทปดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี Real Audio และ Real Radio เพื่อให้เรียกฟังเสียงหรือเรียกภาพวีดีโอในลักษณะรับฟังและรับชมได้ในทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอถ่ายโอนแฟ้มนาน

5.เอกสารไฮเปอร์เท็กซ์และไฮเปอร์มีเดีย เป็นสื่อที่จัดทำโดยใช้ภาษา HTML หรือโปรแกรมช่วยสร้างเว็บเพจ ที่จัดทำขึ้นแล้วเชื่อมโยงไปยังแหล่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง

อุปกรณ์ในการทดลอง

ฮาร์ดแวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีเครือข่ายอินเตอร์เนท
2. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถบันทึกงานในรูปของ CD ได้

ซอฟแวร์

1. โปรแกรม SWiSH 2.0
2. โปรแกรม Adobe Photoshop 6.0
3. โปรแกรม Microsoft Word 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. กำหนดหัวข้อและขอบเขตของเนื้อหาที่เกี่ยวกับน้ำเสียและวิธีการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม

2. ค้นคว้าข้อมูลและรายละเอียดเนื้อหาที่เกี่ยวกับน้ำเสียและการบำบัดในโรงงานอุตสาหกรรม มีหัวข้อ ดังนี้

   2.1 บทนำ

   2.2 มาตรฐานน้ำทิ้ง

   2.3 ลักษณะของน้ำเสีย

   2.4 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

   2.5 การเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย

   2.6 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

   2.7 กระบวนการกำจัดสลัดจ์

3. จัดทำแผนผังของเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ

4. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการทำ CD - ROM

   4.1 วิธีการใช้ SWiSH 2.0

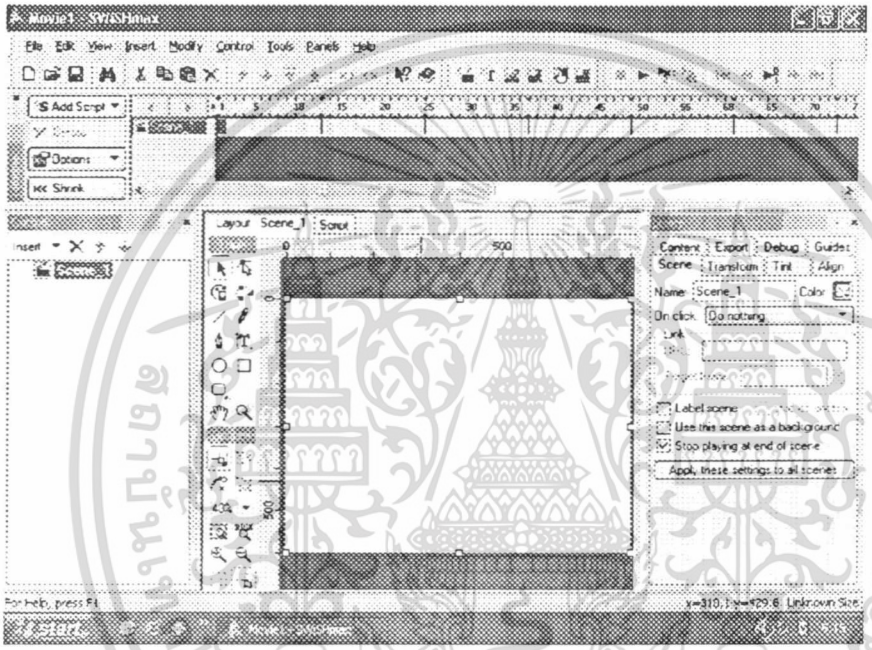
   4.2 วิธีการใช้ Adobe Photoshop

5. จัดทำ CD - ROM ตามแผนผังที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWiSH

ปัจจุบันโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้เป็นเครื่องมือสร้างสื่อมัลติมีเดียด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาขึ้นเป็นอันมาก โดยเฉพาะ Macromedia Flash ซึ่งนับเป็นพัฒนาการครั้งสำคัญของมัลติมิเดียที่สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตได้ โดยโปรแกรมนี้สามารถในการสร้างภาพเคลื่อนไหว แต่เนื่องจากการใช้งานค่อนข้างยุ่งยากสำหรับผู้ใช้ระดับมือใหม่ ทำให้มีผู้สร้างใช้โปรแกรมที่ง่ายกว่า นั้นก็คือโปรแกรม SWiSHmax ที่สามารถผลิตผลงานได้สวยงามรวดเร็วเช่นเดียวกับโปรแกรม Flash

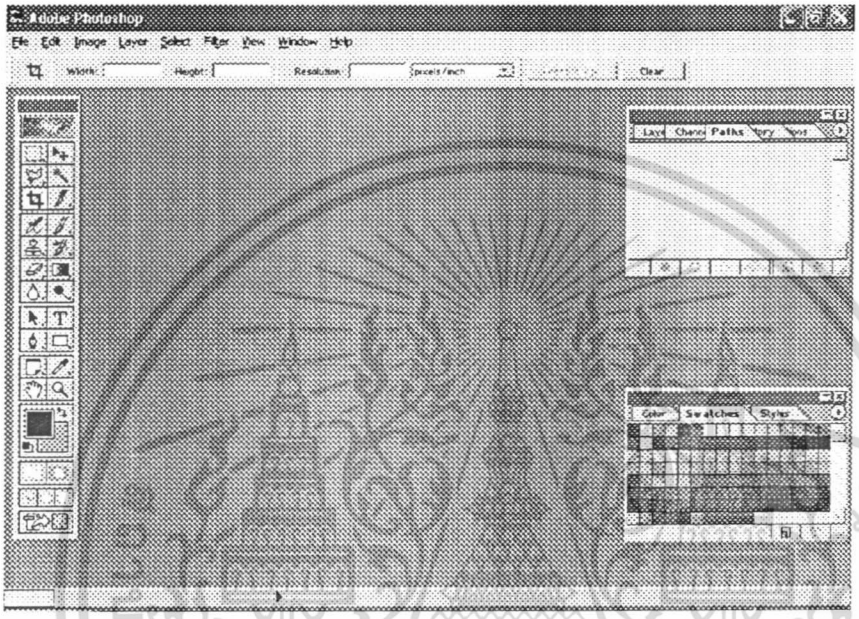


รูปภาพที่ 1 แสดงโปรแกรม SWiSH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Adobe Photoshop 6.0

ในบรรดาโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟฟิกทั้งหมด Photoshop จัดเป็นโปรแกรมที่มีผู้ใช้มากที่สุด เนื่องจากใช้งานง่ายและครอบคลุม สามารถสร้างสรรค์งานได้หลากหลายรูปแบบเช่น ใช้ในการสร้างภาพและตกแต่งภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีสีสันและมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และผลงานที่ได้สามารถนำไปใช้ร่วมในงานต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

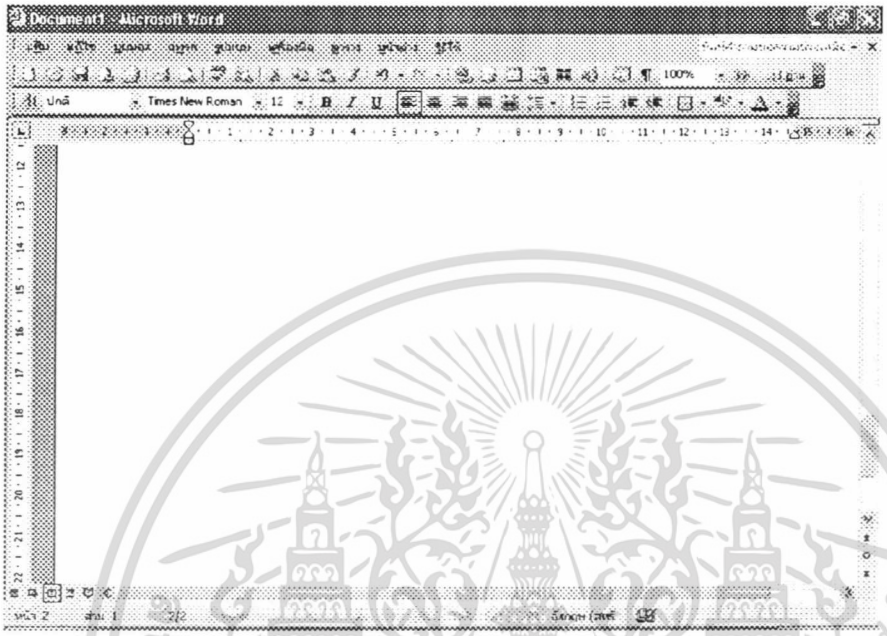


รูปภาพที่ 2 แสดงโปรแกรม Adobe Photoshop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microsoft Word 2003

โปรแกรม Microsoft Word 2003 จัดเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการจัดการงานเอกสารที่มีความสะดวก และใช้งานง่ายเหมาะสำหรับงานพิมพ์เอกสารต่าง ๆ



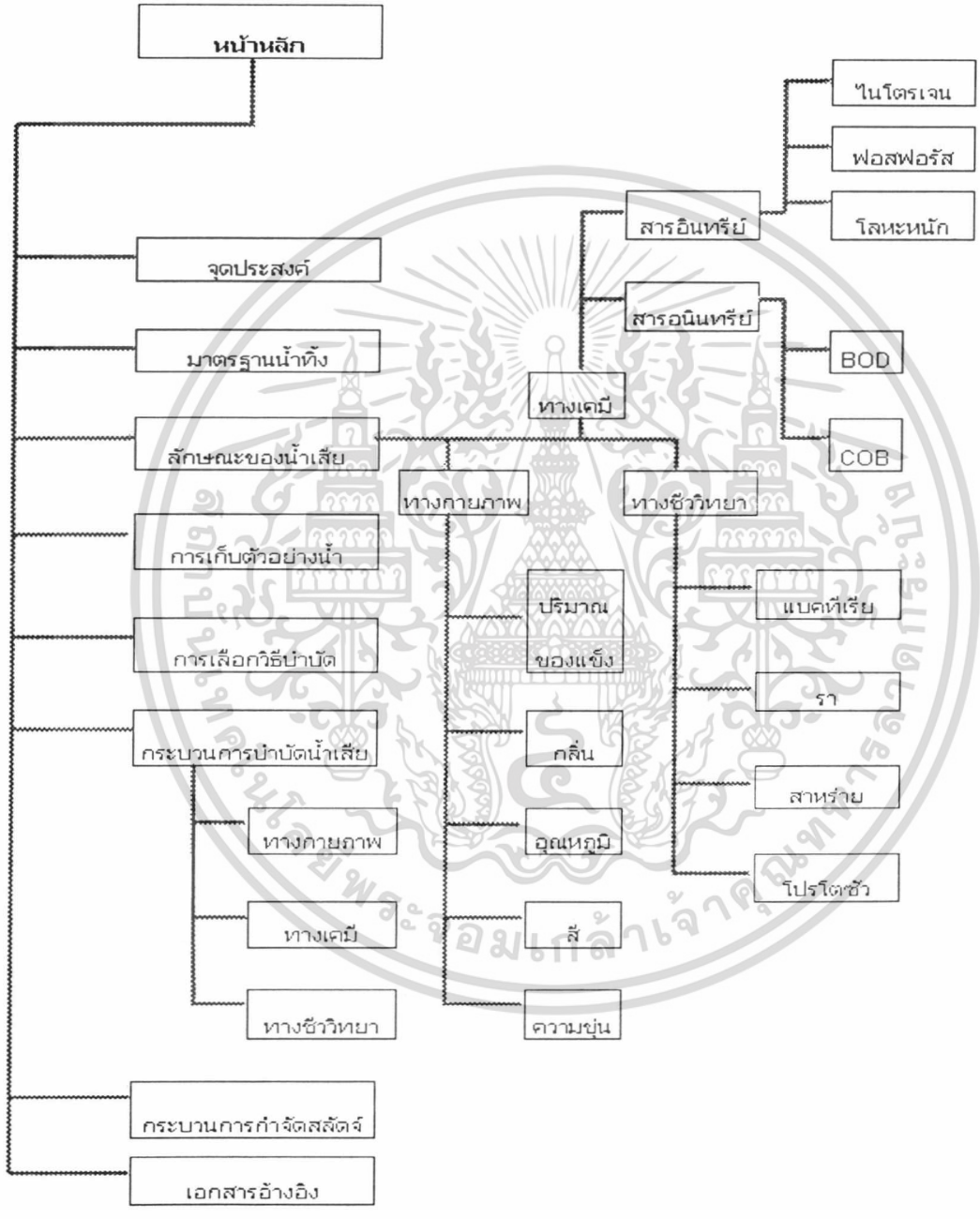
รูปภาพที่ 3 แสดงโปรแกรม Microsoft Word

085444
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

โครงสร้างของ CD-ROM



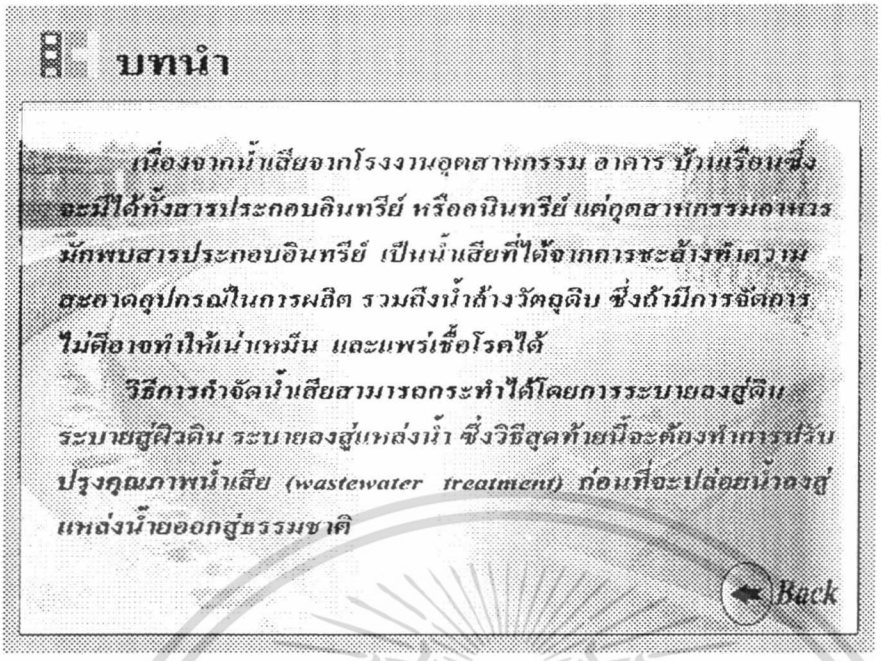
รูปภาพที่ 4 ภาพโครงสร้างของ CD - ROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพตัวอย่างจาก CD - ROM

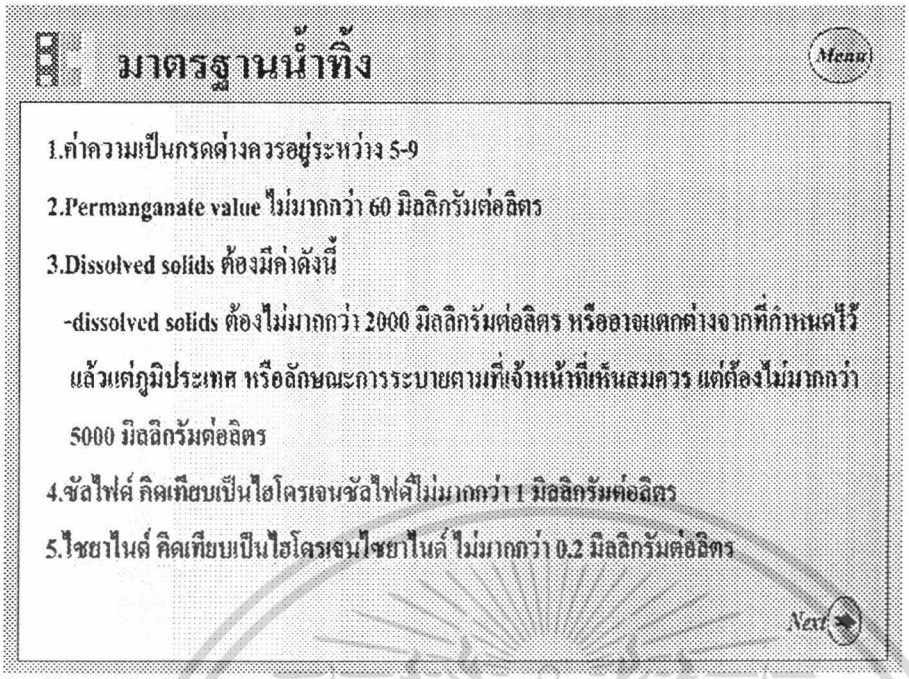
รูปภาพที่ 5 แสดงหน้าแรกของสื่อการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 6 แสดงหน้าบทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

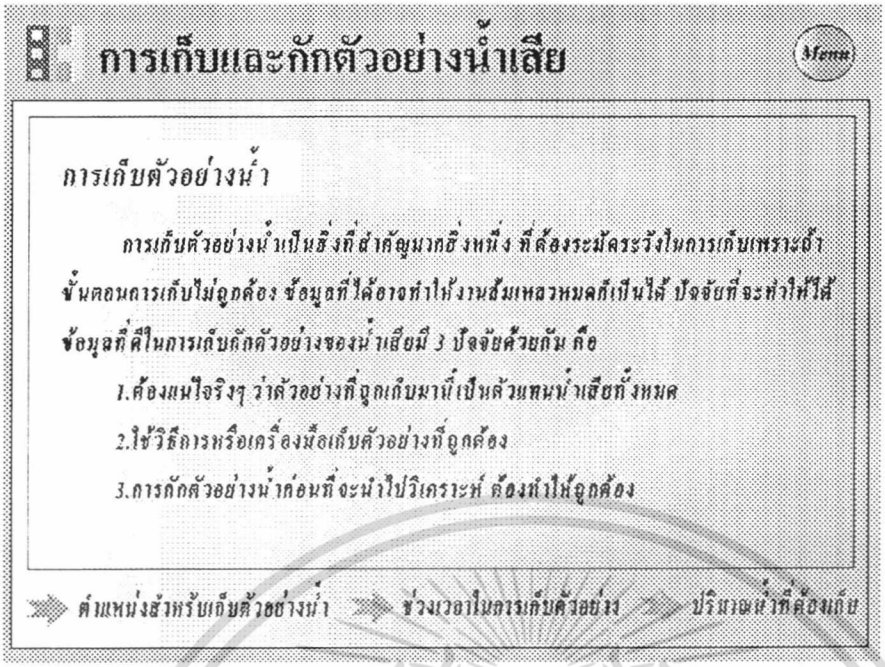


รูปภาพที่ 7 แสดงหน้ามาตรฐานน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 8 แสดงหน้าลักษณะของน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 9 แสดงหน้าการเก็บและกักตัวอย่างน้ำเสีย

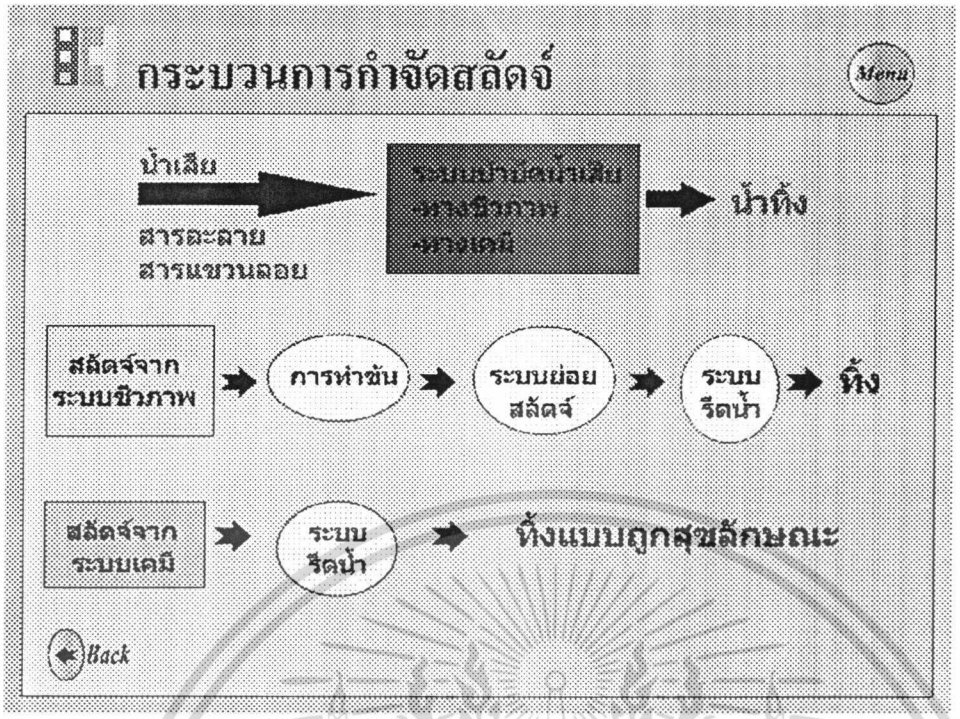
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 10 แสดงหน้าการเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

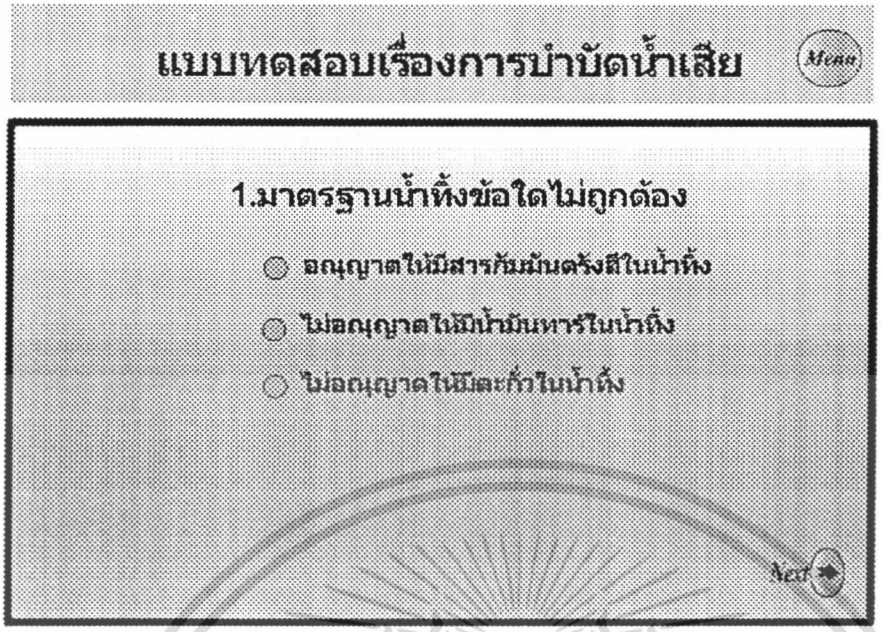
รูปภาพที่ 11 แสดงหน้ากระบวนการบำบัดน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



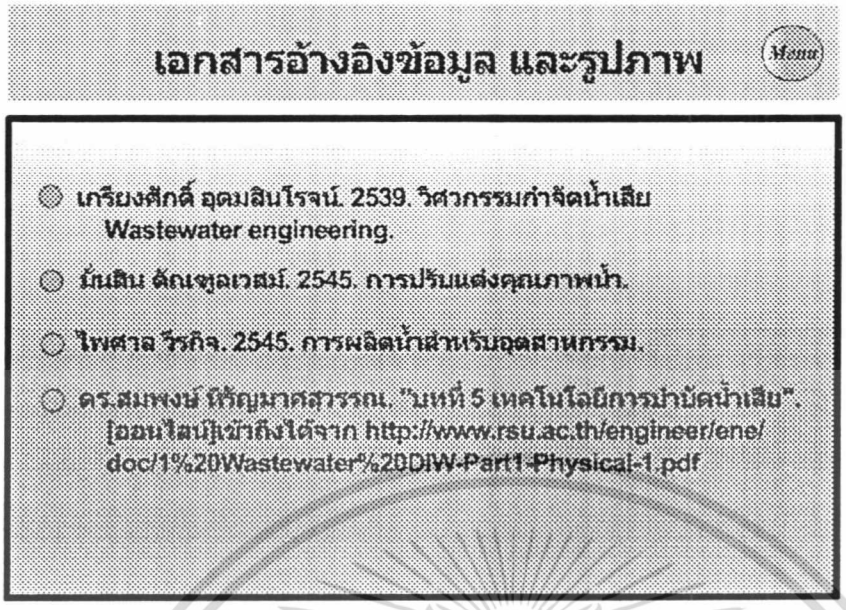
รูปภาพที่ 12 แสดงกระบวนการกำจัดสลัดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 13 แสดงหน้าแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 14 แสดงหน้าเอกสารอ้างอิงข้อมูลและรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การจัดทำ CD-ROM สื่อการสอนเรื่องการบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Control Courseware) โดยใช้โปรแกรม SWiSH max ในการสร้างงาน Presentation และใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการตกแต่งรูปภาพ ในส่วนของงานเอกสารก็ใช้โปรแกรม Microsoft Word 2003 ในการจัดการ ซึ่ง CD-ROM สื่อการสอนที่เสร็จสมบูรณ์ มีเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์ที่ผู้จัดทำต้องการนำเสนอ CD - ROM สื่อการสอนนี้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการสำหรับนักศึกษาและบุคคลทั่วไปที่สนใจ ดังที่ผู้จัดทำได้ตั้งใจไว้

ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา

1. ในการนำเสนอควรจะมี Clip VDO ร่วมไปกับการนำเสนอเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ควรมีการทำแบบประเมิณผลของ CD - ROM เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง
3. ควรมีการใส่เสียงพูดลงใน CD - ROM เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย Wastewater engineering.

จรรณยา ทิพนาค. 2539. ซีดีรอมแนะนำคณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาคอมพิวเตอร์. คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไพศาล วีรกิจ. 2545. การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี

ธนกฤช สหศักดิ์กุล. 2545. เทคนิคการใช้โปรแกรม Swish & Golive. กรุงเทพฯ : เอส พี ซี

ธวัชชัย ศรสุเทพ. 2544. คัมภีร์ Web Design. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น

มั่นสิน ตัณฑุลเวสม์. 2545. การปรับปรุงคุณภาพน้ำ.

"บทที่ 5 เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย" [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.rsu.ac.th/engineer/enc/Doc/1%20Wastewater%20DIW-Part1-Physical-1.pdf

"Courseware สื่อการสอนยุคใหม่" 2003. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.nectec.or.th/Courseware.index.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายกรินทร์ หลีเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2524 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 253/50 ถ.รามคำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10240 ปี 2542 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนจุฬภรณราชวิทยาลัย สตูล สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้