สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge

Sound Slides on Waste Water Treatment : Activated Sludge

โดย

นายสายัณห์ อาจปักษา

ปพ.
ส 665ส
2541
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....33230
วัน, เดือน, ปี.....15 ก.ค. 2542

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2541

ชื่อเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge

Sound Slides on Waste Water Treatment : Activated Sludge

ชื่อ-สกุล นายสายัณห์ อาจปักษา

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา**ครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้จัดทำสื่อการสอนประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยายใช้สำหรับประกอบการสอน วิชาการกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 03630110 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การดำเนินการสร้างอุปกรณ์ประกอบการสอนประเภทสไลด์ เริ่มด้วยศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) และรายละเอียดของวิชา การกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03610110) นำมาเขียนคำบรรยายประกอบสไลด์ และทำการติดต่อสถานที่ในการถ่ายทำ โดยได้ติดต่อที่โรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร ใช้เป็นสถานที่ถ่ายทำสไลด์ จากนั้นทำการถ่ายภาพโดยใช้ฟิล์มสี นำรูปที่ได้มาคัดเลือกแล้วมาสแกนลงในคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งทำอักษรคำบรรยายและอักษร สจล. นำฟิล์มสไลด์มาถ่ายภาพจากจอคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็ทำการบันทึกเสียงคำบรรยายและทำสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ หลังจากนั้นนำผลงานที่เสร็จสมบูรณ์ มาประเมินผลตรวจสอบ โดยทำการตรวจสอบ 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาและด้านโครงสร้างของสไลด์ จะได้สไลด์ประกอบคำบรรยายที่เสร็จสมบูรณ์ จำนวน 39 ภาพ พร้อมทั้งเทปบันทึกเสียงประกอบคำบรรยาย จำนวน 1 ม้วน และเอกสารประกอบคำบรรยายจำนวน 1 เล่ม

ข้อเสนอแนะในการสร้างอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทสไลด์ ผู้จัดทำจะต้องมีความรู้ด้านการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ความรู้ในเรื่องการถ่ายภาพ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องกับการสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย เช่น กล้องถ่ายภาพ เครื่องฉายสไลด์ มีการวางแผนการดำเนินการอย่างรัดกุม และต้องมีความรู้ในเรื่องที่ทำนั้นเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับ สามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น คือ สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา การกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03610110) ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในหัวเรื่องกระบวนการบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งผู้จัดทำยังได้รับประสบการณ์ในการจัดทำสไลด์และสามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ไปเผยแพร่แก่ผู้สนใจโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษ สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจาก ท่านอาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ชุติมา สังข์พาลี ที่กรุณาประเมินคุณภาพสไลด์ประกอบคำบรรยายในครั้งนี้ และให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ที่ให้ความสะดวกในการเบิกจ่ายอุปกรณ์ที่ใช้จัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายโสตทัศนูปกรณ์ ที่ได้ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำสไลด์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณโรงงานบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการถ่ายทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย

ขอมอบความดีและคุณประโยชน์อันพึงมีจากการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ แก่ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ พี่-น้อง และเพื่อนๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ และอบรมสั่งสอนมาจนถึงปัจจุบัน

นายสายัณห์ อาจปักษา

มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสไลด์	4
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย	11
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	16
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร	16
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา	19
3.3 การเขียนคำบรรยาย	39
3.4 ขั้นตอนการสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย	47
4. การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข	48
4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์	48
4.2 ผลของการตรวจสอบอุปกรณ์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	52
5.1 สรุป	52
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	53
5.3 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงค่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย..... 21

2 แสดงการให้คลอรีนในบริเวณต่างๆ..... 32

3 แสดงการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาสไลด์ประกอบคำบรรยาย..... 49

4 แสดงการตรวจสอบทางด้านโครงสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย..... 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กระบวนการ activated sludge	21
2 แผนภาพระบบตะกอนเร่งแบบปลั๊กโฟลว์	23
3 แผนภาพระบบตะกอนเร่งแบบถังสัมผัสและย่อยสลาย	24
4 กะรบวนการ Wuhermann สำหรับกำจัดไนโตรเจน	25
5 กระบวนการ Ludzack-Ettinger สำหรับกำจัดไนโตรเจน	26
6 กระบวนการ Modefied Ludzack-Ettimger สำหรับกำจัดไนโตรเจน	27
7 กระบวนการ Bardenpho สำหรับกำจัดไนโตรเจน	27
8 กระบวนการคูวนเวียน สำหรับกำจัดไนโตรเจน	28
9 กระบวนการสองสลัดจ์สำหรับกำจัดไนโตรเจน	30
10 กระบวนสามสลัดจ์ สำหรับกำจัดไนโตรเจน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันการเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก มีการพัฒนาจากเดิมที่มีครูทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน ด้วยวิธีการบรรยาย ใช้ตำรา ใช้กระดานชอล์คเป็นเครื่องมือโดยมีนักเรียนเป็นผู้ฟัง และจดจำเนื้อหาที่ครูถ่ายทอดเรื่อยมา จนกระทั่งปัจจุบันบทบาทของครูได้ถูกเปลี่ยนไป จากผู้บรรยาย มาเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม ตลอดจนการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้โดยอาศัยโสตทัศนวัสดุเข้ามาช่วย ในการเลือกใช้โสตทัศนวัสดุจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ เช่น ความสัมพันธ์กับเนื้อหา จำนวนของผู้เรียน อายุของผู้เรียนเป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้สื่อ สื่อในการเรียนการสอนมีหลายประเภท เช่น แบบจำลอง แผ่นใส รูปภาพและสไลด์ สไลด์ประกอบคำบรรยายเป็นโสตทัศนวัสดุประกอบการเรียนการสอนประเภทหนึ่ง สามารถให้นักเรียนเอาใจใส่บทเรียน กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น

วิชาการกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื้อหาวิชาในหัวข้อน้ำเสียประกอบด้วย ความหมาย ชนิดและประเภทของน้ำเสีย คุณลักษณะของน้ำเสียตลอดจนกระบวนการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำเสียเป็นมลพิษทางน้ำที่สร้างปัญหาให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมและจากธรรมชาติ สิ่งสกปรกเหล่านี้มีทั้งที่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ และสารประกอบอนินทรีย์ปะปนอยู่ในน้ำ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ปัจจุบันประเทศไทยต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก การบำบัดน้ำเสียนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่การเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ประกอบ เช่น ชนิดของน้ำเสีย แหล่งน้ำเสีย ปริมาณสารพิษที่อยู่ในน้ำเสีย เป็นต้น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge หรือระบบตะกอนเร่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียได้ดีที่สุดและเป็นที่นิยมในปัจจุบันโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ระบบนี้เป็นวิธีที่นำเอาระบบอื่นๆ มารวมกัน เช่น วิธีทางกายภาพและทางเคมี โดยเน้นการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบอินทรีย์ให้เกิดตะกอนและทำให้ตะกอนนั้นเกิดการตกตะกอน เมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดแล้วน้ำจะมีคุณภาพดีขึ้นและสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ต่อไป

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge เป็นกระบวนการที่มีหลายขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนมีวิธีการที่สลับซับซ้อน ฉะนั้นการเรียนในหัวข้อการกำจัดน้ำเสียที่ใช้การบรรยายเพียงอย่างเดียว บางครั้งผู้เรียนเกิดความสับสน ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ซึ่งจะช่วยทำให้การเรียนการสอนนั้นดำเนินไปได้ด้วยดี

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activaed Sludge
2. เพื่อประเมินสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge เพื่อใช้ในการสอนวิชาการกำจัดน้ำเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สไลด์ 1 ชุด ประกอบด้วย

1. ภาพสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge

จำนวน 39 ภาพ ประกอบด้วย

1.1 ภาพนำเรื่อง	5	ภาพ
1.2 ประเภทของน้ำเสีย	4	ภาพ
1.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	2	ภาพ
1.4 ระบบบำบัดขั้นแรกทางกายภาพ	4	ภาพ
1.5 ระบบบำบัดขั้นที่ 2 ทางชีวภาพ	4	ภาพ
1.6 การกำจัดตะกอนส่วนเกิน	2	ภาพ
1.7 การบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้าย	2	ภาพ
1.8 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย	6	ภาพ
1.9 การตรวจสอบวิเคราะห์ตัวอย่าง	8	ภาพ
1.10 ภาพสรุป	2	ภาพ
รวม	39	ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เทปบันทึกเสียงคำบรรยายประกอบสไลด์ในระบบสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ 1 ม้วน

3. เอกสารประกอบคำบรรยาย 1 เล่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชา การกำจัดน้ำเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (หลักสูตรใหม่ พุทธศักราช 2539) และในวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น สุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2. ใช้เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge แก่ผู้สนใจทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ใช้ประกอบการสอนวิชา การกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่างๆทั้งที่อยู่ในรูปหนังสือ วารสาร นิตยสารต่างๆ และข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมี 2 ลักษณะดังนี้

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสไลด์ประกอบคำบรรยาย

2.1.1 ความหมายของสื่อ

สื่อการสอน (Instruction media) เป็นสื่อที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการสอนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์และภาพยนตร์ประกอบการสอน การใช้ตำราบทเรียนโปรแกรมรายการวิทยุโรงเรียน เป็นต้น เนื่องจากการสอนเป็นส่วนหนึ่งของการให้ระบบการศึกษา จึงกล่าวได้ว่าสื่อการสอน เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานั่นเอง
(ณรงค์ สมพงษ์ , 2530 : 40)

นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับสื่อไว้ดังนี้

วรรณา เจียมทะวงษ์ (2528 : 1) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สิ่งที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและเจตคติให้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ สื่อการสอนที่ดีย่อมช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ ได้แก่ ความเหมาะสมกับเนื้อหา ผู้เรียน รูปแบบการสอนและสภาพแวดล้อมของการใช้สื่อ

วาสนา ชาวหา (2522 : 10) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สิ่งใดก็ตามที่ใช้เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี

สันทัด และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข (2523 : 35) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องว่างสำหรับช่วยถ่ายทอด นำความรู้ หรือประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุรชัย สิกขาบัณฑิต (2527 : 17) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อ คือตัวกลางหรือช่องว่างที่จะนำสารหรือเรื่องราวไป ซึ่งอาจจะส่งโดยการใช้ภาษาพูด ภาษาเขียนหรือภาษาใบ้

สื่อการเรียน (Learning Media) คือสิ่งที่นักเรียนใช้ในการเรียน เช่น หนังสือ แบบฝึกหัด ของจริงของจำลอง เครื่องมือทดลอง ฯลฯ การเรียนเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องมีผู้สอน ผู้เรียนอาจจะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้สื่อรูปแบบต่างๆ (สมบูรณ์ สงวนญาติ, 2534 : 43)

สื่อการสอน (Introduction Media) คือสิ่งที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์ และภาพยนตร์ประกอบการสอน การใช้ตำราเรียน การใช้โปรแกรม รายการวิทยุโรงเรียน เป็นต้นและเนื่องจากระบบการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบการให้การศึกษา จึงกล่าวได้ว่า สื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานั่นเอง (ณรงค์ สมพงษ์, 2535 :32)

ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่า สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญในการศึกษา สื่อเป็นตัวเปลี่ยนจากนามธรรมไปเป็นรูปธรรมได้ ดังนั้นการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนควรเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน (Objective) เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนอง (Respons) เลือกสื่อได้เหมาะสมกับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนแต่ละคน เลือกใช้อุปกรณ์ที่พอจะหาได้

2.1.2 ประเภทของสื่อ

ในด้านเทคโนโลยีการเรียนการสอน เราสามารถจำแนกประเภทของสื่อการเรียนการสอนออกได้ 3 ประเภท คือ

1. สื่อประเภทวัสดุ (Material or Solfware) ได้แก่ สื่อเล็ก (small media) ที่ทำหน้าที่ในการเก็บความรู้ในลักษณะรูปภาพ เสียงและอักษรในรูปต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถใช้เป็นแหล่งหาความรู้ ประสบการณ์หรือการศึกษาได้อย่างแท้จริงและกว้างขวาง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ
    1.1 วัสดุที่เสนอความรู้ได้จากตัวมันเอง ได้แก่ หนังสือเรียน ตำรา ของจริง หุ่นจำลอง รูปภาพ แผนที่ แผนภูมิ ป้ายนิเทศ เป็นต้น
    1.2 วัสดุที่ต้องอาศัยสื่อประเภทเครื่องกลไก (Harware) เป็นตัวนำเสนอความรู้ ได้แก่ ฟิล์ม ภาพยนตร์ แผ่นฟิล์มสไลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิล์มสตริป เส้นเทปบันทึกเสียง รายการวิทยุ รายการโทรทัศน์ เป็นต้น

2. สื่อประเภทเครื่องมือหรือโสตทัศนูปกรณ์ (Devices or Hardware) ได้แก่ สื่อใหญ่ (Big Media) ที่เป็นตัวกลางหรือทางผ่านความรู้ ที่จะถ่ายทอดไปยังครูและนักเรียน สื่อประเภทนี้ตัวของมันเองแล้วแทบจะไม่มีประโยชน์ต่อการสื่อความหมายเลย ถ้าไม่มีความรู้ในรูปแบบต่างๆ มาป้อนผ่านเครื่องกลไกเหล่านี้ ดังนั้นสื่อประเภทนี้ต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุ (Solfware) บางชนิดเป็นแหล่งให้มันส่งผ่าน
3. สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ (Techniques or Methods) ได้แก่ประสบการณ์ เช่นการสาธิต การแสดงบทบาท การแสดงละคร และหุ่น ตลอดจนเทคนิคในการเสนอบทเรียนด้วยสื่อประเภทวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือเป็นต้น

2.1.3 ประโยชน์ของสื่อการสอน

เปรื่อง กุมุท (2519 : 90) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนชนิดต่างๆ โดยไม่ได้จำกัดชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งหมายถึง เครื่องมืออุปกรณ์ วัสดุและเทคนิคหรือวิธีการที่มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียน เรียนรู้ได้ในปริมาณที่มากขึ้น
2. ช่วยให้นักเรียนจดจำประทับความรู้สึกที่ดี ช่วยในการเรียนรู้ดีขึ้น
3. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในขบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
4. ช่วยในการแก้ปัญหาในขบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
5. ช่วยให้สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้ลำบาก
6. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น

สาโรจน์ แพ่งยัง (2529 : 17) ได้กล่าวไว้ว่า ในการผลิตสื่อการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้นต้องอาศัยหลักดังนี้

1. สื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการผลิต การใช้ หรือ การประเมิน
2. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนได้ทันที
3. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียน เป็นขั้นตอนทีละน้อยๆ จากง่ายไปหายาก
4. สื่อการสอนที่ดีต้องเร้าความสนใจของผู้เรียนและสามารถตอบสนองได้ทัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเรียนการสอนจะประสบความสำเร็จ หรือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้นั้น จะต้องอาศัยสื่อการเรียนการสอนเข้ามาเป็นตัวกลาง สื่อที่ดีจะต้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ในบทเรียนที่มีความยากสื่อจะเป็นตัวช่วยให้เรียนได้ง่าย และที่สำคัญในการใช้สื่อการเรียนการสอนแต่ละครั้งนั้น จะต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ เช่น การใช้กระดานชอล์ค หุ่นจำลอง หรือว่าจะเป็นของจริงก็ตาม

2.1.4 สไลด์ประกอบคำบรรยาย

สไลด์ประกอบคำบรรยายก็เป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง ทำให้ผู้เรียนจำได้แม่นยำและคงทน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของสไลด์ไว้ดังนี้

วิรุฬ ลีลาพฤทธิ์ (2522) ได้กล่าวถึง ความหมายของคำว่า "สไลด์" หมายถึง ภาพนิ่ง โปร่ง ใส ติดอยู่บนฟิล์มหรือกระจกแผ่นละ 1 รูป ที่นิยมใช้ได้แก่ ขนาด 2 x 2 นิ้ว และ 31/4 x 4 นิ้ว ตามปกติสไลด์ขนาด 2 x 2 นิ้ว เป็นภาพที่ได้จากฟิล์มขาวดำ หรือฟิล์มสีชนิดต่างๆ ก็ได้

บุญเหลือ ทองเอี่ยม (2536 :103) กล่าวว่า สไลด์เป็นภาพโปร่งใสที่ภาพบันทึกอยู่บนฟิล์มหรือกระจก มีขนาดโดยทั่วไปคือขนาด 2 x 2 นิ้ว และ 4 x 5 นิ้ว แต่ชนิดที่นิยมใช้กันทั่วไปในโรงเรียน เพื่อประกอบการสอนคือ ขนาด 2 x 2 นิ้ว ที่ได้จากฟิล์มขนาด 35 มม. จะเป็นฟิล์มสีหรือขาวดำก็ได้

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2521 :4-6) ได้กล่าวถึง สไลด์ว่าเป็นภาพนิ่งโปร่งแสงที่ครูสามารถนำมาฉายกับเครื่องสไลด์ให้ได้ภาพปรากฏบนจอมีขนาดใหญ่เพื่อประกอบการเรียนการสอนให้เข้าใจง่ายขึ้น

วารินทร์ รัศมีพรหม (2529 :29) กล่าวว่า สไลด์โดยมาตรฐานทั่วไปมีขนาด 35 มม. บางครั้งเรียกว่า "Double-frame" หรือ "Full-frame" เมื่อใส่กรอบมาตรฐานแล้วประมาณ 24 x 36 มม.

สุนันท์ สังข์อ่อง (2529 : 69) ได้กล่าวว่า สไลด์ที่ใช้กันโดยทั่วไปเป็นแบบขนาด 2 x 2 นิ้ว ประโยชน์ในการใช้สไลด์ เพื่อช่วยในการสอนเรื่องราวข้อมูล ฝึกทักษะและสร้างทัศนคติให้นักเรียน อาจใช้กับ ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือใช้กับการออกรายการทางโทรทัศน์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าของสไลด์ประกอบคำบรรยายที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน

ประทิน คล้ายนาค (2527 : 94) ได้กล่าวถึงประโยชน์และข้อดีของสไลด์ต่อการศึกษาไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองโดยการใช้เทปบันทึกเสียง ประกอบคำบรรยาย
2. ใช้ได้กับนักศึกษาทั้งที่เป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และรวมกันทั้งชั้น
3. สามารถให้ดูซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะเข้าใจ
4. ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี
5. ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งต่างๆ ได้นาน
6. ช่วยให้นักเรียนและครูมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การอภิปราย การซักถาม
7. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติและค่านิยมต่างๆ ได้
8. นำไปใช้ร่วมกับสื่ออื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น โทรทัศน์ ชุดการสอน เป็นต้น
9. ใช้ได้กับทุกวิชา
10. ทำให้บทเรียนมีความหมายมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจ เนื้อหาได้ดีและถูกต้องมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว
11. สามารถตัดและต่อเติมเนื้อหาบทเรียนได้ใหม่ในกรณีที่บางภาพหรือบางตอนล้าสมัย
12. สไลด์มีขนาดเล็กทำให้เก็บรักษาและนำไปใช้ตามสถานที่ ต่างๆ ได้สะดวก
13. การทำสไลด์เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เมื่อเปรียบเทียบกับความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับ

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายมีขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยาก การผลิตนั้นจะต้องมีการศึกษาข้อมูลของเรื่องที่จะทำให้ละเอียดเสียก่อน รวมทั้งศึกษาเทคนิค การผลิต สไลด์ประกอบคำบรรยาย เพื่อที่จะง่ายในการผลิตสไลด์ หลังจากนั้นก็ทำการกำหนดภาพที่จะถ่ายสไลด์ พร้อมทั้งเขียนคำบรรยาย เมื่อมีการศึกษาขั้นตอนต่างๆเรียบร้อยแล้วก็ทำการถ่ายภาพ โดยผู้ถ่ายภาพจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้กล้องถ่ายภาพเป็นอย่างดี จึงจะทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตสไลด์นั้นประสบผลสำเร็จได้เป็นอย่างดี และเมื่อทำการถ่ายภาพแล้วขั้นตอนต่อไปก็คือ การบันทึกเสียงคำบรรยายตามที่เขียนไว้ข้างต้นและพร้อมทั้งทำสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ

จะเห็นได้ว่าในการผลิตสไลด์นั้นจะต้องอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์ต่างเข้ามาช่วย เช่น กล้องถ่ายภาพ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องทำสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ และปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาท ในการผลิตสไลด์ ทำให้การผลิตสไลด์นั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ฉะนั้นจะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นอย่างดี ได้มีผู้กล่าวเกี่ยวกับการกล้องถ่ายภาพไว้ดังนี้

ประทิน คล้ายนาค (2523 : 1) กล่าวว่า กล้องถ่ายรูป คือเครื่องมือสำหรับการบันทึกภาพ โดยอาศัยแสงส่องไปยังวัตถุที่ต้องการถ่าย แล้วสะท้อนไปยังตัวกล้อง โดยผ่านชุดของเลนส์ และเลนส์จะปรับแสงให้ตกพอดีบนฟิล์มเกิดเป็นภาพปรากฏบนฟิล์ม

ประทิน คล้ายนาค (2527 : 1) กล่าวว่า ฟิล์ม (Film) คือวัสดุที่ใช้สำหรับการบันทึกแสง ฉายไว้ด้วยสารเคมีที่ไวต่อแสง วัสดุที่รองรับสารเคมีส่วนมากเป็นเซลลูลอยด์หรือกระจก

ประทิน คล้ายนาค (2527 : 1) ได้สรุปเรื่องราวเกี่ยวกับกล้องว่า ในการถ่ายภาพผู้ถ่ายจะต้องรู้วิธีการปรับหน้ากล้อง ตั้งความเร็วชัตเตอร์ ระยะชัด และศึกษาในรายละเอียดในความสัมพันธ์ของทั้งสามสิ่ง เพื่อให้ได้ภาพที่ดี และเมื่อถ่ายภาพควรปฏิบัติดังนี้

1. ถือกล้องอย่างระมัดระวัง ขณะกดชัตเตอร์กล้องจะต้องนิ่ง
2. ควรใช้ขาตั้งกล้องในกรณีที่ตั้งความเร็วชัตเตอร์ต่ำกว่า 1/30 วินาที เพื่อมิให้ภาพไหว
3. ควรใช้สายลั่นไก (Shutter release) ดีกว่าการใช้นิ้วมือกด ธรรมดาเมื่อตั้งความเร็วชัตเตอร์ต่ำมากๆ หรือถ่ายภาพเวลากลางคืน
4. ไม่ควรถ่ายภาพย้อนแสงหรือใช้แสงอาทิตย์ส่องถูกเลนส์โดยตรง เพราะอาจทำความเสียหายให้แก่เลนส์ได้
5. เมื่อเลิกใช้งาน ควรทำความสะอาด ทั้งเลนส์และตัวกล้อง สำหรับเลนส์ควร ใช้กระดาษเช็ดเลนส์โดยเฉพาะวิธีการเช็ดเลนส์ให้เช็ดเบาๆ เป็นวงกลม ไม่ควรเช็ดขวางจะทำให้เกิดรอยขึ้นได้
6. ไม่ควรขึ้นไกชัตเตอร์และบรรจุแบตเตอรี่ค้างไว้ เพราะจะทำให้สปริงตัวยืดและแบตเตอรี่หมดอายุเร็ว สำหรับหน้ากล้องควรปรับไปที่ f-number ต่ำสุด เพื่อให้หน้ากล้องกว้างที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อไม่ใช้งานควรปิดฝาครอบเลนส์ทุกครั้ง เพื่อป้องกันการ กระทบกระเทือน และฝุ่นละออง
8. ก่อนเก็บกล้องควรตั้งความเร็วชัตเตอร์ไปที่ B เพื่อไม่ให้สปริงของชัตเตอร์ต้องทำงานอยู่ ตลอดเวลา
9. เมื่อเกิดความผิดปกติเกี่ยวกับกล้องไม่ควรแก้ไขเอง ควรปรึกษาผู้รู้และส่งช่างผู้ชำนาญในการซ่อมแซมกล้องโดยเฉพาะ
10. การถือกล้องขณะเดินทางไปถ่ายนอกสถานที่ ควรทำการอย่า ระมัดระวังที่สุด เพราะการกระเทือนอาจทำอันตรายถึงกลไกภายในกล้องและเลนส์ได้

ประทิน คล้ายนาค (2527 หน้า 53) ได้ให้ข้อแนะนำสำหรับการถ่ายภาพระยะใกล้และการถ่ายสำเนาภาพไว้ดังนี้

1. ควรใช้แท่นก็อปปี้หรือขากล้องยึดตัวกล้องเสมอ
2. กรณีแสงไม่พอควรใช้โคมไฟเข้าช่วยโดยส่องทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของกล้อง ทำมุม 45 องศากับวัตถุที่ถ่ายหรือกับกล้อง และควรใช้เครื่องมือวัดแสงทุกครั้งที่ถ่ายแต่ละภาพเพื่อให้ได้ขนาดแสงพอดี

ข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้สไลด์ประกอบคำบรรยาย

ลัดดา ศุขปรีดี (2526 :10) แนะในการใช้สไลด์ควรทำดังนี้คือ

1. เลือกชุดสไลด์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมาย
2. เพื่อความสะดวก และป้องกันความผิดพลาดในการฉายสไลด์ ควรทำเครื่องหมายข้างล่างช่องซ้ายของกรอบสไลด์ไว้เป็นที่สังเกต เรียกว่า รอยหัวแม่มือ เวลาใช้ในเครื่องฉายให้ใช้นิ้วจับที่รอยหัวแม่มือในด้านที่มีเครื่องหมาย เข้าหาหลอดฉายและกลับหัวภาพลง
3. ผู้สอนควรจัดเตรียมคำบรรยายและพิมพ์แต่ละภาพ ก่อนนำไปฉายคำบรรยายอาจทำได้ดังนี้
    3.1 เขียนคำบรรยายไว้ในกระดาษแข็ง 3 x 5 นิ้ว โดยใส่หมายเลขให้ตรงกับสไลด์ไว้ เมื่อฉายสไลด์ก็นำข้อความบรรยายตามภาพ
    3.2 ถ้าใช้เทปบันทึกเสียง บันทึกคำบรรยายไว้ เวลาสอนก็เปิดเทปบันทึกเสียงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย

2.2.1 ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย คือน้ำที่ได้จากการล้างวัตถุดิบ ล้างอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ เช่นภาชนะบรรจุต่างๆ มีด เขียง กะละมัง ถัง โต๊ะแปรรูปอาหาร เครื่องมือเครื่องจักรที่ช่วยในการบรรจุ ปิดฝากระป๋องและฆ่าเชื้อ หรือน้ำที่ช่วยในการทำเย็น หรือน้ำที่ได้จากการล้างโรงงานเป็นต้น ซึ่งผ่านการใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่างๆ ทั้งที่เป็นสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ปะปนอยู่ซึ่งชนิดและปริมาณของสิ่งสกปรกต่างๆ ในน้ำนี้จะแตกต่างไปตามชนิดของโรงงาน น้ำเสียหากมีจำนวนมากและไม่ได้มีการกำจัดหรือมีวิธีการกำจัดที่ไม่ถูกต้อง เช่นปล่อยให้ไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาต่างๆในด้านสุขาภิบาลขึ้น เช่นก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคต่างๆ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงเป็นต้น นอกจากนี้ในน้ำเสียยังมีโลหะหนักหรือสารพิษต่างๆ อยู่เมื่อปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง และผู้อาศัยอยู่ริมแม่น้ำลำคลองนำน้ำไปใช้ เขาอาจจะได้รับอันตรายได้หรือสัตว์น้ำต่างๆ เช่น ปลา หอย ปู กุ้ง ที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำนั้นก็จะได้รับสิ่งสกปรกต่างๆ เช่นโลหะหนักหรือสารพิษเหล่านี้ไปสะสมอยู่ในสัตว์น้ำที่กล่าวมาและเมื่อเราบริโภคสัตว์น้ำเหล่านี้จะทำให้เกิดโรคต่างๆ ขึ้นได้

น้ำเสียเป็นองค์ประกอบและเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งสิ่งมีชีวิต ที่ใดมีสิ่งมีชีวิตที่นั่นจะต้องมีน้ำอยู่ด้วยเสมอ น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นทดแทนใหม่ได้ โดยการหมุนเวียนเปลี่ยนสภาพไปตามวัฏจักรของน้ำ

2.2.2 ประเภทของน้ำเสีย

ศิวาพร ศิวเวชช (2536 :39-40) ได้แบ่งประเภทของน้ำเสียออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. Domestic wastewater เป็นน้ำเสียที่ปล่อยมาจากที่พักอาศัย ตลาด ร้านค้า ภัตตาคาร โรงหนัง โรงละคร โรงแรม โรงพยาบาล และสถานที่ทำการต่างๆ แต่ไม่รวมถึงน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียที่ได้จากทำความสะอาด เช่น ซักล้างเสื้อผ้า ถ้วยชาม ประกอบอาหารและชำระล้างร่างกายเป็นต้น ในน้ำเสียชนิดนี้จะมีสารประกอบอินทรีย์อยู่สูง ฉะนั้นถ้าหากมีวิธีการกำจัดที่ไม่เหมาะสมปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเสียของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่ปะปนอยู่ ทำให้มีกลิ่นเหม็นและแพร่เชื้อโรคได้เป็นอย่างดี

2. Industrial wastewater เป็นน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมนี้ อาจจะมีสารประกอบอินทรีย์ หรือสารประกอบอนินทรีย์สูง หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง ฉะนั้นถ้าหากมีวิธีการกำจัดที่ไม่เหมาะสมปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเสียของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่ปะปนอยู่ ทำให้มีกลิ่นเหม็นและแพร่เชื้อโรคได้เ็นอย่างดี

2. Industrial wastewater เป็นน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมนี้ อาจจะมีสารประกอบอินทรีย์ หรือสารประกอบอนินทรีย์สูง หรืออาจจะมีทั้งสองอย่างก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ว่าน้ำเสียนั้นมาจากโรงงานชนิดไหน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารนั้น ส่วนใหญ่มาจากกระบวนการแปรรูปอาหาร การล้างเครื่องมือต่างๆ การล้างโรงงาน น้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนหรือทำให้เย็นเป็นต้น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจากจุดต่างๆ ที่กล่าวมานั้น น้ำจากกระบวนการแปรรูปอาหาร และการล้างอุปกรณ์เครื่องมือจะสกปรกที่สุด เพราะเสียจากกระบวนการแปรรูปอาหารนั้นจะมีการล้างวัตถุดิบ ไปจนถึงน้ำที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร และน้ำที่ใช้ในการล้างอุปกรณ์เครื่องมือ ซึ่งน้ำเสียเหล่านี้ จะมีสารประกอบอินทรีย์สูง ฉะนั้นเมื่อเกิดการเน่าเสีย จึงทำให้เกิดกลิ่นเหม็น หรือเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคที่ดี ถ้ามิได้มีการควบคุมที่ดี

3. Storm sewage เป็นน้ำเสียที่ได้มาจากน้ำฝนที่ตกลงมาชะล้างสิ่งสกปรกจากที่ต่างๆ ไปรวมอยู่ในที่ลุ่ม ทำให้เกิดเป็นแหล่งน้ำเสียที่มีกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงและแพร่เชื้อโรคอย่างดี

2.2.3 ลักษณะของน้ำเสีย

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2539 :33-54) น้ำเสีย เป็นน้ำที่ใช้แล้วจากชุมชนประกอบด้วยน้ำเสียจากบ้านเรือนรวมทั้งสิ่งขับถ่าย น้ำซักล้าง และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งน้ำมัน คราบน้ำมัน น้ำกรด อาจรวมทั้งน้ำฝน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ที่รวมเข้าสู่ท่อระบายน้ำ ลักษณะน้ำเสียสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

1. **ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ (Physical characteristics of wastewater)** ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพประกอบไปด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี ความขุ่น ซึ่งจะอธิบายเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพดังกล่าวข้างต้นดังต่อไปนี้

    ก. ปริมาณของแข็ง (Solids) ปริมาณของแข็งในน้ำเสียทั้งสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ และความสามารถของสารเหล่านี้จะเสื่อมสลายหรือสลายตัวเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการกำจัดน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วย ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids) ของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) ของแข็งแขวนลอยคอลลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. กลิ่น (Odor) กลิ่นจากน้ำเสียส่วนมากมาจากก๊าซ เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งก๊าซส่วนใหญ่จะเป็น H_2S (ก๊าซไข่เน่า)เกิดจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน

ค. อุณหภูมิ (Temperature) เมื่อน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม จะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ทำให้ปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์สูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งหมายความว่าออกซิเจนในน้ำถูกใช้มากขึ้น และค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำลดลง (DO)

ง. สี (Color) คือสีของน้ำเสียมองเห็นด้วยได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งสีของน้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากสารอินทรีย์ ชนิด Dissolved และColloidal สามารถกั้นขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงไปใต้น้ำ

จ. ความขุ่น (Turbidity) คือ สารแขวนลอยที่ลอยอยู่ในน้ำ จะกั้นหรือขวางแสงแดดไม่ให้สีส่องลงใต้น้ำได้

2. ลักษณะทางเคมี (Chemical characteristics of wastewater) ลักษณะทางเคมีของน้ำเสียประกอบด้วย สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

2.1 สารอินทรีย์ ส่วนประกอบที่สำคัญๆ ของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำมัน สำหรับพวกคาร์โบไฮเดรต และพวกโปรตีนสามารถย่อยสลายโดยทางชีวภาพ ส่วนไขมันและน้ำมันมีการกรองหรือดักไขมัน ค่าที่ใช้วัดปริมาณสารอินทรีย์ คือ Biochemical Oxygen Demand (BOD) และค่า Chemical Oxygen Demand (COD)

2.2 อนินทรีย์เป็นสารที่อยู่ในน้ำเสียทั่วๆ ไป ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียนั้นตัวอย่างของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียได้แก่ pH Alkalinity ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก เป็นต้น

3. ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ (Biological characterisrics of wastewater) น้ำเสียที่มีพวกจุลินทรีย์ในน้ำเสียทั่วๆ ไป ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ พวก pathogenic organism ในน้ำเสีย และพวก organism ที่จะบ่งบอกถึงความสกปรกของน้ำเสียและบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 วิธีบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียเป็นการกำจัดสิ่งสกปรกปนเปื้อนในน้ำให้หมดไปหรือกำจัดออกให้ได้มากที่สุดเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ บางครั้งเราสามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ใหม่ได้อีกด้วย

วิธีการบำบัดน้ำเสียสามารถเลือกใช้ได้หลายแบบขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำเสีย งบประมาณ พื้นที่ ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด โดยทั่วไปมีวิธีการบำบัดน้ำเสีย 3 วิธี คือ

1. **วิธีบำบัดทางกายภาพ** เป็นกระบวนการพื้นฐานที่ง่ายที่สุด เป็นการนำวัตถุขนาดใหญ่ที่ปนมากับน้ำเสียออก หรือเป็นการนำสารแขวนลอยที่สามารถตกตะกอนได้เองออก สารแขวนลอยเหล่านี้ก็คือ กรวด ทราย ไขมัน วิธีที่ใช้คือใช้ตะแกรงดัก ใช้บ่อตกตะกอน ใช้บ่อดักไขมัน โดยทั่วไปสามารถลดความสกปรกในรูปของ BOD ได้ 20-30%
2. **วิธีการบำบัดทางเคมี** เป็นการใช้สารเคมีช่วยกำจัดสารแขวนลอย ที่มีขนาดเล็ก ที่ไม่อาจตกตะกอนได้เอง และยังใช้กำจัดสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำให้ตกตะกอนในรูปของเกลือ ปกติสารแขวนลอยขนาดเล็กมักมีประจุลบและผลักกันจนไม่จับตัวเป็นตะกอน เราต้องเติมสารเคมีเพื่อก่อตะกอนลงไป เป็นสารเคมีที่มีประจุบวก สารแขวนลอยก็จับกลุ่มตกเป็นตะกอนลงมาได้ สารเคมีที่เติมลงไปอาจจะเป็นเกลืออะลูมิเนียมซัลเฟต หรือสารส้มนั่นเอง เกลือเหล็ก เกลือแคลเซียมพอลิอิเล็กโตรไลต์
3. **วิธีการบำบัดทางชีวภาพ** เป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำออก เพื่อไม่ให้สารอินทรีย์ไปลดปริมาณออกซิเจนในน้ำให้น้อยลงจะเป็นอันตรายต่อการดำรงชีพของพืชและสัตว์ขนาดเล็กในน้ำ วิธีการก็เติมจุลินทรีย์ลงไปในถังบำบัดเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนมาให้ลดลง จุลินทรีย์ที่ใช้มีทั้งประเภทที่อาศัยออกซิเจน และประเภทไม่ใช้ออกซิเจน พวกที่ใช้ออกซิเจนทำงานได้ดีกว่า เร็วกว่า เกิดตะกอนมากกว่า ตะกอนส่วนเกินสามารถแยกไปทำปุ๋ย ทำก๊าซชีวภาพ หรือเลี้ยงปลา วิธีนี้ให้ประสิทธิภาพสูงกว่า 90 %
4. **กระบวนการทางกายภาพ-เคมี** คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยทั้งทางกายภาพและทางเคมีมารวมกันจะใช้กำจัดสารอนินทรีย์และสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ Ion Exchange Carbon Adsorption Reverse Osmosis Electrodialysis เป็นต้น

ในการบำบัดน้ำเสีย มักไม่ใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่ไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งสามวิธี มักจะใช้วิธีแรกกับวิธีอื่นที่เหลือ ถ้าเป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมก็อาจต้องใช้ครบทั้งสามวิธี ทั้งนี้เพราะจะมีสารอนินทรีย์จากกระบวนการผลิตปนมากับน้ำเสียด้วย จึงต้องใช้วิธีทางเคมีร่วมด้วย ส่วนน้ำเสียจากบ้านเรือน มักไม่ใช้วิธีทางเคมี เพราะไม่มีสารอนินทรีย์ปนมามากนัก อย่างไรก็ตาม การบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือน ก็อาจเติมสารก่อตะกอนร่วมด้วยเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

ก. พื้นฐานการศึกษาก่อนมาต่อหลักสูตร

เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเกษตรกรรม หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ข. ระบบการศึกษา

- จัดระบบการศึกษาแบบทวิภาค โดยแบ่งระยะเวลาการศึกษาในแต่ละปีออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ แต่ละภาคการศึกษาใช้เวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ และอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อน โดยใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ โดยจัดเวลาครบตามหน่วยกิต
- การคิดหน่วยกิต

  รายวิชาภาคทฤษฎี ใช้เวลาบรรยาย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติมีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

  รายวิชาภาคปฏิบัติ ใช้เวลาฝึกหรือทดลอง 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

  รายวิชาภาคสนาม (ฝึกสอน) ใช้เวลาฝึก 3-6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

ค. ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาการศึกษา ตามหลักสูตร ใช้เวลาการศึกษาอย่างมากไม่เกิน 4 ปีการศึกษาสำหรับการเรียนเต็มเวลา และอย่างมากไม่เกิน 6 ปีการศึกษาสำหรับการเรียนไม่เต็มเวลา

ง. จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร	79	หน่วยกิต
จ. โครงสร้างหลักสูตร		
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	8	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	2	หน่วยกิต
บังคับเรียน	2	หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กลุ่มวิชาภาษา สังคมศาสตร์ และมนุษย์ศาสตร์	6	หน่วยกิต
บังคับเรียน	2	หน่วยกิต
เลือกเรียน	4	หน่วยกิต
หมวดวิชาเฉพาะ	68	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาชีพครูทั่วไป	18	หน่วยกิต
บังคับเรียน	14	หน่วยกิต
เลือกเรียน	4	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาครุศาสตร์เกษตร	20	หน่วยกิต
บังคับเรียน	20	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาอุตสากรรมเกษตร	30	หน่วยกิต
บังคับเรียน	18	หน่วยกิต
เลือกเรียน	12	หน่วยกิต
หมวดวิชาเลือกเสรี	3	หน่วยกิต

การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชาการกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) อยู่ในกลุ่มวิชาบังคับเลือก สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) มีจำนวน 3 หน่วยกิต ใช้เวลาเรียน ภาคทฤษฎี 3 คาบต่อสัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญปัญหาที่เกิดจากของเสียที่ออกจากโรงงานอุตสาหกรรม ลักษณะและประเภทของของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม กรรมวิธีในการกำจัด กรรมวิธีในการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ การปรับคุณภาพน้ำเสีย ก่อนปล่อยออกจากโรงงาน การจัดการด้านการสุขาภิบาล พระราชบัญญัติกฎหมายการจัดตั้งโรงงาน และ ดูงานนอกสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
33230

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม
2. เพื่อศึกษาวิธีการกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งการจัดการด้านการสุขาภิบาลต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม
3. เพื่อศึกษาพระราชบัญญัติกฎหมายการจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรม

รายการสอน

ภาคทฤษฎี	เรื่อง	คาบ
บทที่ 1	ความหมาย ความสำคัญและปัญหาที่เกิดจากของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม	3
	1.1 ความหมาย	
	1.2 ความสำคัญและปัญหาที่เกิดจากของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม	
	1.3 ประเภทของของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	
บทที่ 2	ขยะมูลฝอย	6
	2.1 ความหมาย	
	2.2 ชนิดและประเภทของขยะมูลฝอย	
	2.3 คุณลักษณะของขยะมูลฝอย	
	2.4 วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย	
บทที่ 3	น้ำเสีย	12
	3.1 ความหมาย	
	3.2 ชนิดและประเภทของน้ำเสีย	
	3.3 คุณลักษณะของน้ำเสีย	
	* 3.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	
บทที่ 4	มลพิษทางอากาศ	6
	4.1 ความหมาย และความสำคัญ	
	4.2 ประเภทของมลพิษทางอากาศ	
	4.3 ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ	
	4.4 การควบคุมมลพิษทางอากาศ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5	การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	12
	5.1 ความหมาย และความสำคัญ	
	5.2 หลักการสุขาภิบาลโรงงาน	
	5.3 อาคารโรงงานและอุปกรณ์เครื่องมือในโรงงาน	
	5.4 การศึกษาอบรมทางด้านสุขาภิบาลโรงงาน	
บทที่ 6	พระราชบัญญัติการจัดตั้งโรงงาน	3
	6.1 การกำหนดประเภทและชนิดของโรงงาน	
	6.2 สภาพแวดล้อมต่างๆ ในการจัดตั้งโรงงาน	
	6.3 เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์หรือสิ่งที่นำมาใช้ในโรงงาน	
	6.4 คนงานประจำโรงงาน	
	6.5 การควบคุมการปล่อยของเสียออกจากโรงงาน	
	รวม	42

หมายเหตุ

* หัวข้อที่ 3.4 เรื่องกระบวนการบำบัดน้ำเสียคือ หัวข้อที่นำมาจัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

น้ำเสีย (Waste Water หรือ sewage) เป็นน้ำที่ใช้แล้วจากชุมชน ประกอบด้วยน้ำเสียจากบ้านเรือนรวมทั้งสิ่งขับถ่าย น้ำซักล้าง และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งคราบน้ำมัน น้ำกรด อาจรวมทั้งน้ำฝน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ที่รวมเข้าสู่ท่อระบายน้ำ

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

ถ้าต้องการแบ่งออกในลักษณะเป็นขั้นตอนของการบำบัดน้ำ ก็จะสามารถแยกออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ระบบบำบัดก่อนขั้นต้น (Priliminary Treatment) เป็นระบบที่อยู่ในขั้นแรกๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง การกำจัดตะกอนหนัก การทำให้ลอย การบดตัด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment) เป็นระบบที่อยู่ในขั้นที่ต้องการแยกสารตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย และกำจัดสารอินทรีย์บางส่วนออกจากน้ำเสียได้แก่ การดักด้วยตะแกรง การตกตะกอน เป็นต้น
3. ระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นระบบที่กำจัดสารอินทรีย์และตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยมากจะเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพ สำหรับระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้ง เช่น การเติมคลอรีนก็จัดอยู่ในระบบบำบัดขั้นที่สองด้วย
4. ระบบบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) เป็นระบบที่แยกและกำจัดสารตะกอนแขวนลอย ที่หลงเหลือจากระบบบำบัดขั้นที่สอง การกำจัดสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกจากน้ำเสีย และการกำจัดสารปนเปื้อนอื่นๆ ที่หลงเหลือจากระบบบำบัดขั้นที่สอง ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ ที่จะทำการบำบัดน้ำเสียให้ได้คุณภาพของน้ำทิ้งดีขนาดไหน โดยทั่วไประบบบำบัดขั้นที่สามมักจะใช้กับการบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่ต้องการนำกลับมาใช้อีก เช่น นำมาใช้รดน้ำสนามหญ้า ใช้กับการชักโครกของโถส้วม ใช้กับระบบหอหล่อเย็น แม้กระทั่งนำไปใช้ผลิตน้ำประปา

การเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย สิ่งที่ต้องคำนึงถึง

1. ความต้องการกำจัดสารต่างๆ ในน้ำเสีย
2. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
3. ขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับโรงงานบำบัดน้ำเสีย
4. ราคาค่าก่อสร้าง
5. ราคาบำรุงรักษาและการดำเนินงาน
6. จำนวนเครื่องมือกลที่ต้องการ
7. ความยากในการควบคุมดูแลระบบบำบัด
8. ความต้องการระดับความรู้ความสามารถ ของผู้ควบคุมดูแลระบบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัด และสิ่งที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำเสียเป็นส่วนสำคัญ จึงได้คำนึงถึงประสิทธิภาพในการบำบัดและสิ่งที่ต้องการกำจัดดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงค่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

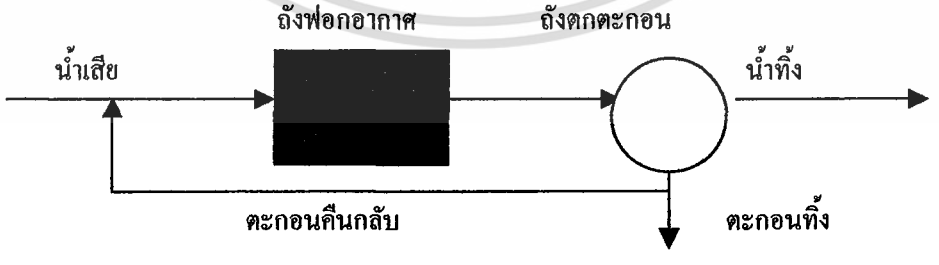
ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย(%)				
	BOD_5	สารอินทรีย์ไนโตรเจน	แอมโมเนียมไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	ตะกอนแขวนลอย
ระบบเอเอส	80-90	10-50	10-20	10-30	80-90
ระบบถังกรองไร้อากาศ	60-80	10-50	10-20	0	50-70
ระบบบ่อหมักไร้อากาศ	60-80	10-50	10-20	0	50-70

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539 : 75

การบำบัดแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

หลักการ

activated sludge เป็นการนำน้ำเสียมาเพิ่มปริมาณออกซิเจนลงไปโดยการเติมอากาศ ทำให้แบคทีเรียในน้ำเสีย สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีมากขึ้น จนสารอินทรีย์อยู่ในสภาพคงตัว (Stabilisation) ก็จะรวมตัวกันตกตะกอน ส่วนที่ตกตะกอนนี้บางส่วนจะถูกกำจัดทิ้งไป บางส่วนจะนำกลับคืนมาที่ถังเติมอากาศ (aeration tank) ใหม่เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณแบคทีเรียสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ใหม่ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการ activated sludge

ที่มา : เทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสีย, 2536 : 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกในการทำงาน

กระบวนการตะกอนเร่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากมายหลายชนิด ที่ถูกควบคุมให้เจริญเติบโตอยู่ในน้ำ ซึ่งมีออกซิเจนอิสระละลายอยู่ และจะต้องมีสารอินทรีย์ที่สามารถใช้เป็นอาหารและแหล่งพลังงานในการดำรงชีพได้อีกด้วย ปฏิกิริยาทางชีวเคมีของกระบวนการสามารถเขียนได้ดังนี้

มลสารที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร และเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ ส่วนน้ำจะผสมออกไปกับน้ำที่บำบัดแล้ว พลังงานก็จะถูกจุลินทรีย์ใช้ในการดำเนินชีวิต สรุปแล้วมลสารซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำ สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยการตกตะกอนในถังตกตะกอน น้ำเสียที่ถูกจุลินทรีย์นำสารอินทรีย์ต่างๆ มาใช้จนหมดแล้วก็จะเป็นน้ำสะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งโดยไม่เกิดการเน่าเหม็น

รูปแบบของระบบตะกอนเร่ง

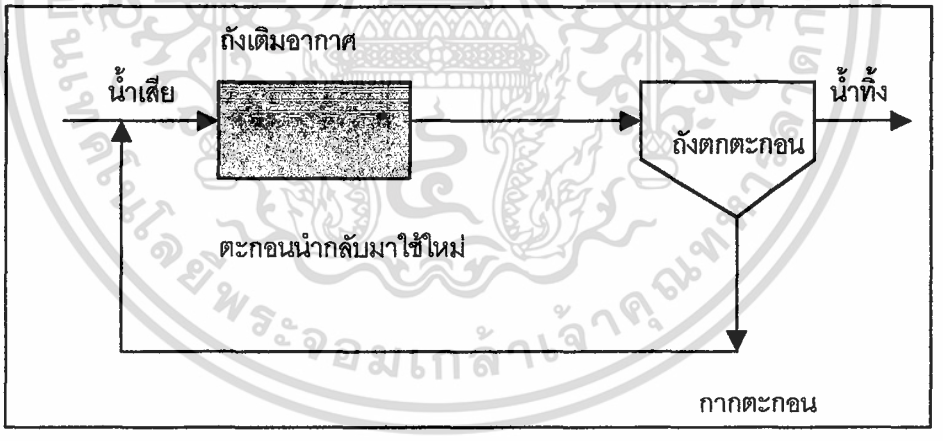
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (activated sludge) เป็นระบบที่เลี้ยงจุลินทรีย์แขวนลอยอยู่ในน้ำ คอยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย แล้วตกตะกอนลงมาที่ก้นถังเพื่อแยกน้ำใสกับตะกอนออกจากกัน ระบบตะกอนเร่งอาจเรียกว่าระบบเลี้ยงตะกอน และยังแยกย่อยไปได้อีกหลายแบบ เช่น

ซีเควนซิงแบคช์รีแอกเตอร์ (sequencing batch reactor, SBR) เป็นระบบเลี้ยงตะกอนถังเดียวแบบเติมเข้าแล้วถ่ายออก ถังเลี้ยงตะกอนทำหน้าที่เป็นถังตกตะกอนด้วย วิธีการคือ ปล่อยน้ำเสียเข้าถังมาจำนวนหนึ่งแล้วปล่อยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดเป็นตะกอน แล้วระบายน้ำออกทิ้งไว้ระยะหนึ่งจึงปล่อยน้ำเสียชุดใหม่เข้ามาเพื่อบำบัดอีกสลับกันไป โดยแบบนี้เหมาะกับโรงงานที่มีน้ำเสียน้อยประมาณ 200-300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลั๊กโฟลว์ (plug flow) ถังเลี้ยงตะกอนจะแคบและยาว อาจจะมีแผ่นภายในเพื่อบังคับทิศทางการไหลของน้ำ แบบนี้ปริมาณจุลินทรีย์ออกซิเจน และสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะมีจำนวนลดลงจากด้านหัวถังไปยังท้ายถัง (เป็นคุณสมบัติของปลั๊กโฟลว์ ที่คุณสมบัติจะแปรตามความยาว จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง) จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังนี้ก่อนจะส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนต่อไป ข้อดีของแบบนี้คือ น้ำเสียที่เข้ามาจะได้รับการบำบัดทุกส่วนก่อนจะออกไปจากระบบ ไม่เปลืองเพราะปริมาณออกซิเจนไม่ต้องเท่ากันทั้งถัง

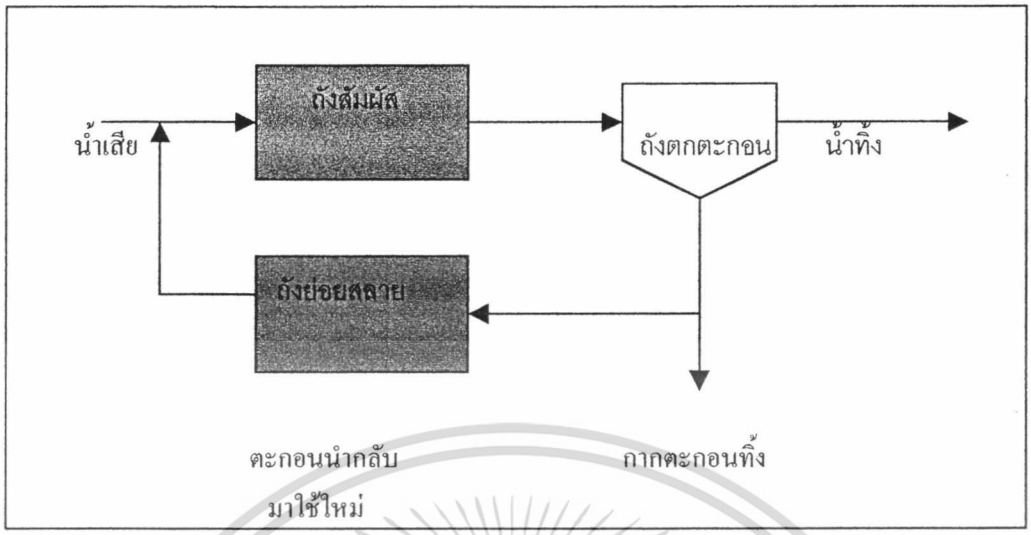
แบบถังสัมผัสและย่อยสลาย (contact stabilition) แบบนี้มีถังเติมอากาศสองถัง ถังใบเล็กทำหน้าที่เป็นถังสัมผัสจะอยู่ด้านหน้าของถังตกตะกอน ถังใบใหญ่เป็นถังย่อยสลาย อาจจะอยู่หลังถังตกตะกอนหรือหน้าถังสัมผัส น้ำเสียจะบำบัดในถังสัมผัส แยกน้ำใสออกไปสู่ถังตกตะกอน ตะกอนในถังตกตะกอนบางส่วนจะแยกไปทิ้งและตะกอนอีกส่วนหนึ่งจะส่งเข้าสู่ถังย่อยสลายเพื่อย่อยสารอินทรีย์ให้หมด ตะกอนนี้เป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่สามารถใช้ได้อีก จะส่งกลับเข้าไปยังถังสัมผัสอีกครั้งเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียต่อไป แบบนี้สามารถรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงได้ดี



ภาพที่ 2 แผนภาพระบบตะกอนเร่งแบบปลั๊กโฟลว์

ที่มาวารสาร update, 2540 : 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แผนภาพระบบตะกอนเร่งแบบถังสัมผัสและย่อยสลาย

ที่มา :วารสาร update, 2540 :75

แบบถังขาดอากาศ-เติมอากาศ (Anoxic-Aerobic)

ในปัจจุบันกระบวนการ activated sludge ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของระบบที่จุลินทรีย์เติบโตแบบแขวนลอย (suspended growth process) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการกำจัดไนโตรเจนโดยออกแบบถังปฏิกรณ์ในขั้นต่างๆ ให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อกระบวนไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบด้วยกัน คือ

1. ระบบสลัดจ์เดี่ยว (single-sludge system)
2. ระบบสองสลัดจ์ (dual -sludge system)
3. ระบบสามสลัดจ์ (triple-sludge system)

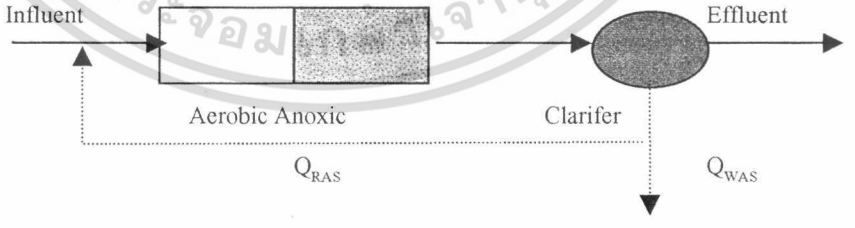
ระบบสลัดจ์เดี่ยว

ระบบสลัดจ์เดี่ยวอาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า “ระบบเชื้อผสม” ระบบนี้ประกอบด้วย activated sludge เพียงชุดเดียว ลักษณะของระบบโดยทั่วไปจะประกอบด้วยถังแอน็อกซิก (ไม่มีออกซิเจนอิสระ แต่มีออกซิเจนในรูปอื่นๆ เช่น เป็นองค์ประกอบอยู่ในไนเตรท เป็นต้น) ถังแอโรบิกหรือออกซิก (มีออกซิเจนอิสระ) และถังตกตะกอน โดยถังแอน็อกซิกและถังออกซิกอาจมีมากกว่า 1 ถัง แต่ถังตกตะกอนจะมีเพียงใบเดียวเท่านั้น โดยวางอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตำแหน่งของถังแอน็อกซิกและถังแอโรบิกสามารถวางสลับตำแหน่งได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ระบบสลัดจ์เดี่ยวมีกลไกในการกำจัดไนโตรเจนแบ่งย่อยออกอีกเป็น 2 แบบ คือ

ก.ระบบสลัดเดี่ยวแบบดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลัง (post denitrification) เมื่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบ ถังแรกที่รองรับน้ำเสีย คือถังแอโรบิก หรือถังออกซิก (ดูภาพที่ 4) ในถังนี้หากมีเวลากักพักนาน จะเกิดกระบวนการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน ในภาวะที่มีออกซิเจนอิสระ และกระบวนการไนตริฟิเคชันที่แปลงรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจนไปสู่รูปของไนเทรต ปริมาณออกซิเจนที่เติมต้องเพียงพอต่อการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน และการเกิดไนติฟิเคชัน น้ำที่ออกจากถังนี้จะมีสารอินทรีย์คาร์บอน (หรือ BOD) ต่ำมาก และมีไนเทรตสูง จากนั้นจะไหลเข้าถังที่สอง หรือถังแอน็อกซิก ที่ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันขึ้น โดยจุลินทรีย์จะดึงเอาออกซิเจนจากไนเทรตมาใช้ และเกิดการลดรูป หรือรีดักชันของไนเทรตขึ้น แต่มักพบว่าปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน ในถังแอน็อกซิกนี้จะไม่เพียงพอต่อการเกิดกระบวนการ ดีไนตริฟิเคชันอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอน ส่วนใหญ่ ถูกกำจัดออกไป ในถังแอโรบิกก่อนหน้านี้แล้วทำให้จุลินทรีย์เฮเทอโรทรอฟ (ซึ่งต้องใช้สารอินทรีย์คาร์บอน เป็นแหล่งอาหาร และพลังงาน) มีสารอาหารคาร์บอนไม่พอ จึงทำให้อัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชัน มีค่าต่ำมาก ตัวอย่างของระบบได้แก่ Wuhermabnn process (ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่4) ระบบนี้เป็นระบบที่ Wuhermann ได้เสนอขึ้นในปี 1964 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำ และอัตราการกำจัดไนโตรเจนต่ำ



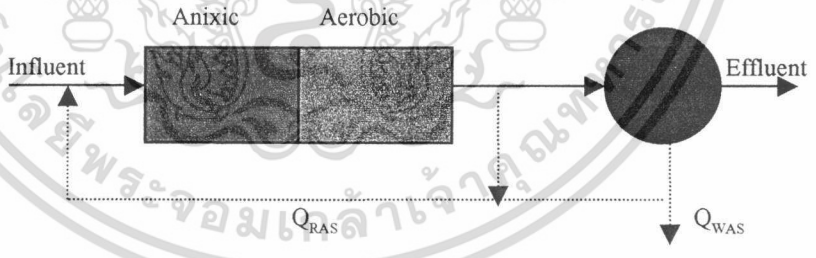
ภาพที่ 4 กระบวนการ Wuhermann สำหรับการกำจัดไนโตรเจน

ที่มา :WEF manual of practice, 1992 : 24

ข. ระบบสลัดจ์เดี่ยวแบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อน (pre-denitrification) ระบบสลัดจ์เดี่ยว แบบดีไนตริฟิเคชัน เกิดก่อนจะสลับกับแบบ ก. คือ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังแอน็อกซิกเป็นถังปฏิกรณ์ใบแรก และถังแอโรบิกเป็นถังปฏิกรณ์ใบหลัง (ดูภาพที่ 5) โดยที่จะเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน เปลี่ยนรูปของไนเทรต ซึ่งได้จากการเวียน MLSS กลับจากถังแอโรบิก มาสู่ถังแอน็อกซิกให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ทั้งนี้โดยใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียที่เข้าสู่ถังแอน็อกซิกเป็นแหล่งของสารอินทรีย์คาร์บอน หลังจากผ่านถังแอน็อกซิกแล้ว สารอินทรีย์คาร์บอน (ที่เหลือจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน) และสารอินทรีย์ไนโตรเจน (จากน้ำเสียดิบและที่ถูกเจือจางลงแล้ว ด้วยการเวียน MLSS กลับ) จะเข้าสู่ถังแอโรบิก ซึ่งเป็นถังที่สอง ในถังนี้จะมีการเติมอากาศ เพื่อให้เกิดกระบวนการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน แบบใช้ออกซิเจนอิสระ ซึ่งเป็นภาวะที่กระบวนการไนตริฟิเคชัน สามารถเกิดขึ้นได้ดี ในถังใบหลังนี้จะเกิดการแปลงรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของไนเทรต เห็นได้ว่าในระบบนี้ กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน(ถังใบแรก) จะมีสารอินทรีย์คาร์บอนเพียงพอตลอดเวลา ทำให้การกำจัดไนโตรเจนออกจากระบบ สามารถกระทำให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของระบบนี้ได้แก่ กระบวนการ Ludzack-Ettinger (ดูภาพที่ 5) ซึ่งประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนของระบบนี้ค่อนข้างสูง อัตราการกำจัดไนโตรเจนเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

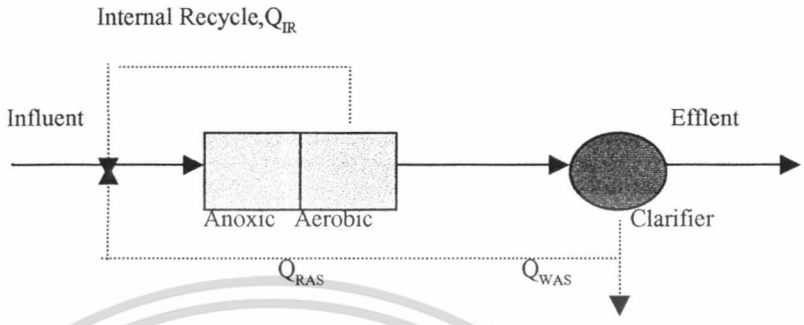


ภาพที่ 5 กระบวน Ludzack-Ettinger สำหรับกำจัดไนโตรเจน
ที่มา : WEF manual of practice, 1992 : 24

ต่อมา Barnard ได้พัฒนากระบวนการของ Ludzack-Ettinger มาเป็นกระบวนการใหม่ที่เรียกว่า Modefied Ludzack – Ettinger process ระบบนี้จะมีการเวียน MLSS ภายในถังแอโรบิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

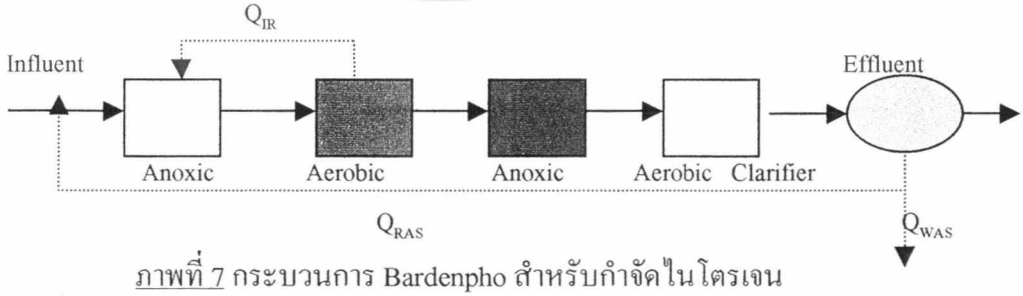
ตรงไปสู่ถังแอน็อกซิก ซึ่งทำให้มั่นใจมากยิ่งขึ้นว่าจะมีไนเทรตหลุดไปกับน้ำออกน้อยลง ลักษณะของระบบแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กระบวนการ Modefied Ludzack-Ettimger สำหรับกำจัดไนโตรเจน

ที่มา : WEF manual of practice, 1992 : 25

อีกกระบวนการหนึ่งในระบบนี้มีชื่อเรียกว่า Bardenpho process กระบวนการนี้ Barnard ได้พัฒนาขึ้นในปี 1973 ลักษณะของระบบประกอบด้วยกระบวนการแบบ Modefied Ludzack-Ettunger และWuhermann โดยที่ระบบจะมีถังแอน็อกซิก และถังแอโรบิก จำนวน 2 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยชุดแรกจะมีการเวียน MLSS กลับ เช่นเดียวกับระบบ Modified Ludzack-Ettinger ถังแอน็อกซิกในชุดแรก และถังแอโรบิกในชุดที่สองยังทำหน้าที่ในการเป่าไล่ก๊าซไนโตรเจน ให้แยกตัวออกจากน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการลอยตัวของสลัดจ์ในถังตกตะกอน

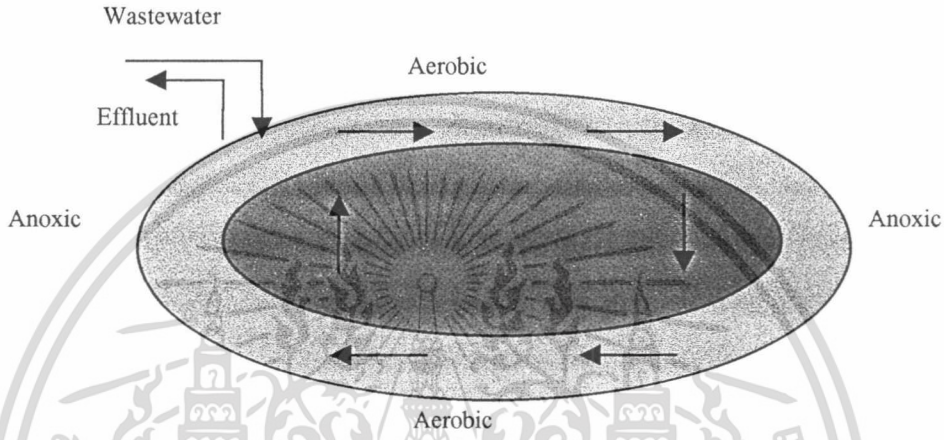


ภาพที่ 7 กระบวนการ Bardenpho สำหรับกำจัดไนโตรเจน

ที่มา: WEF manual of practice, 1992 : 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคูวนเวียน (oxidation ditch) ก็สามารถใช้สำหรับกำจัดไนโตรเจนได้ กลไกการกำจัดไนโตรเจนโดยใช้ระบบคูวนเวียนนี้สามารถอธิบายได้จากทฤษฎีพื้นฐานเช่นเดียวกับระบบอื่นๆ โดยการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชันจะเป็นไปตามที่ภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กระบวนการคูวนเวียน สำหรับกำจัดไนโตรเจน

ที่มา : วารสาร Sedlak, 1991 : 75

ระบบสองสลัดจ์

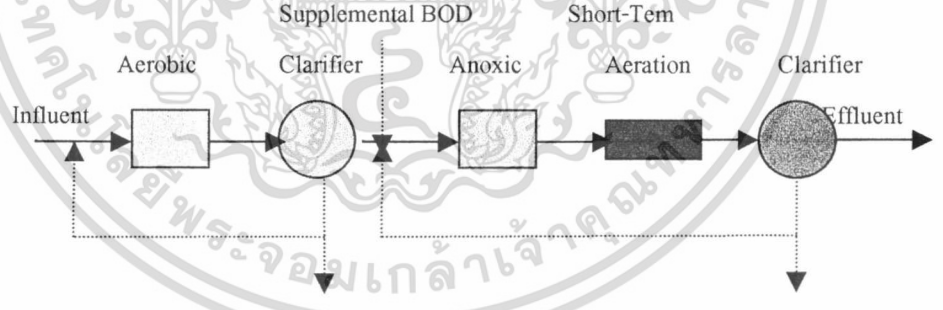
ระบบนี้ประกอบด้วยระบบActivated Sludge 2 ชุด แต่ละชุดจะแยกหน้าที่ในการทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน โดยแต่ละชุดจะต่อกันอย่างอนุกรม และมีถังตกตะกอนเป็นของตนเอง ในถังแอโรบิกนั้นจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังจะได้แก่ พวกเฮเทอโรโทรฟิกและออโทโทรฟิก (ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน และได้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี) ซึ่งมีบทบาท ในการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน

จุลินทรีย์ทั้งสองชนิด สามารถอยู่รวมในถังเดียวกันได้ เนื่องจากจุลินทรีย์พวกแฟคัลเททีฟ ใช้สารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำเสีย เป็นแหล่งคาร์บอน ส่วนพวกออโทโทรฟิก ใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเสีย ฉะนั้นจึงไม่แย่งอาหารกัน ส่วนในถังแอน็อกซิกนั้น จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ จะเป็นพวกแฟคัลเททีฟที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน เหมือนในถังแอโรบิกต่างกัน ตรงที่ในถังนี้ไนเทรตจะเป็นตัวรับอิเลคตรอน แทนออกซิเจนเท่านั้น

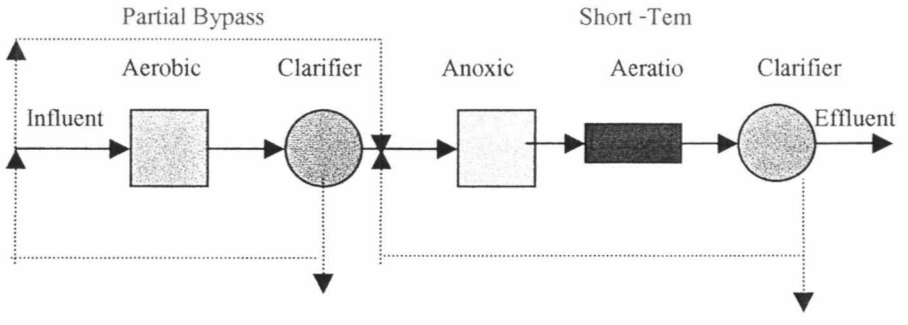
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างรูปแบบของระบบสองสลัดจ์แสดงไว้ดังภาพที่ 9 จากภาพที่ 9 (ก) ถังแอโรบิกจะทำหน้าที่กำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน และเกิดกระบวนการไนตริฟิเค-ชัน จากนั้นน้ำที่ออกจากถังตกตะกอนของระบบแอโรบิกซึ่งมีไนเทรตอยู่ด้วยนั้นจะได้รับการเติมสารอินทรีย์คาร์บอนก่อนจะเข้าสู่ถังแอน็อกซิกต่อไป ส่วนในภาพที่ 9 (ข) นั้นระบบนี้ระบบนี้ใช้หลักการแบบเดียวกับในภาพที่ 9 (ก) จะต่างกันตรงที่มีน้ำเสียเข้าบางส่วนที่ถูกแบ่งไปสู่ชุดที่ 2 เพื่อเป็นแหล่งสารอินทรีย์คาร์บอน ถึงแม้สารอินทรีย์คาร์บอน ภายในระบบจะเพียงพอ โดยไม่ต้องหาจากแหล่งภายนอกมาเพิ่ม ในช่วงก่อนเข้าถังแอน็อกซิกก็ตาม แต่จะมีสารประกอบไนโตรเจนจำนวนหนึ่งที่จะหลุดออกไปจากระบบ เนื่องจากในถังแอน็อกซิกไม่สามารถออกซิไดส์แอมโมเนียได้ และในกรณีของภาพที่ 9 (ค) จะมีการหมุนเวียนน้ำจากถังตกตะกอน ชุดที่ 2 สู่ถังแอน็อกซิก เพื่อเป็นการนำไนเทรตที่ยังคงมีเหลืออยู่ในน้ำ มาทำปฏิกิริยาในถังแอน็อกซิกอีกครั้งทำให้น้ำทิ้ง มีไนโตรเจนลดลง และยังเป็นการช่วยลดปริมาณความต้องการออกซิเจนในถังแอโรบิกด้วย เนื่องจากมีออกซิเจนจากไนเทรตมาเป็นตัวเสริมในการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนในถังแอน็อกซิกได้มากขึ้น

ก)

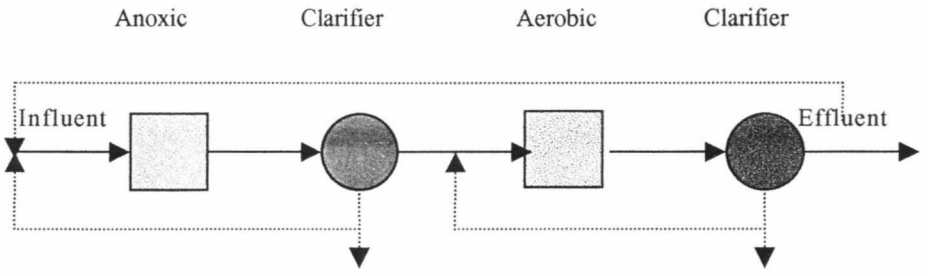


ข)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค)

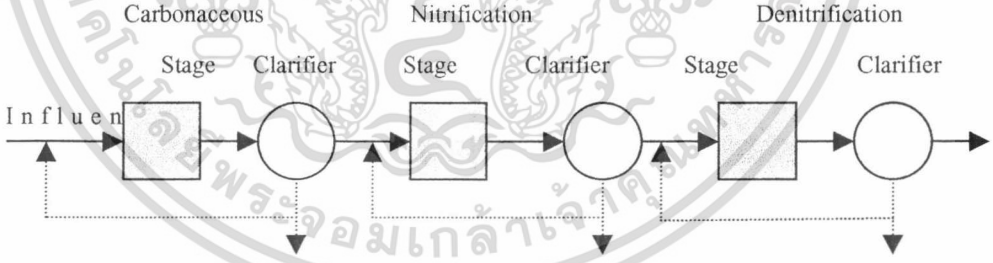


ภาพที่ 9 กระบวนการสองสลัดจ์สำหรับกำจัดไนโตรเจน

ที่มา : WEF manual of practice, 1992 : 26

ระบบสามสลัดจ์

ระบบนี้ เป็นการแยกกระบวนการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนไนตริฟิเคชันและไนตริฟิเคชัน ออกจากกัน ดังแสดงในภาพที่ 10 โดยระบบจะประกอบด้วย Activated sludge 3 ชุดด้วยกันระบบนี้เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นในยุคแรกๆ ปัจจุบันไม่นิยมใช้แล้ว เนื่องจากมีผลเสีย จากการที่ต้องเติมสารอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มเติมให้แก่ระบบ และเสียค่าใช้จ่ายสูง ในการที่จะต้องแยกถังตกตะกอน ออกจากกันในแต่ละชุดของ Activated sludge อีกด้วย



ภาพที่ 10 กระบวนการสามสลัดจ์ สำหรับกำจัดไนโตรเจน

ที่มา : WEF manual of practice, 1992 : 27

แบบการเติมอากาศแบบเรียวลง (Tapered Aeration) เป็นกระบวนการที่มีรูปถังเติมอากาศเหมือนกับของกระบวนการเอเอสแบบปลั๊กโฟลว์ คือเป็นแบบไหลตามกันเพียงแต่จะมีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศตรงบริเวณต้นทางมากกว่าปลายทางของถัง ถ้าใช้หัวฟู่กระจายอากาศ บริเวณต้นทางของถังจะติดตั้งหัวฟู่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีระยะห่างน้อยและค่อยๆ เพิ่มระยะห่างจนถึงห่างที่สุดบริเวณปลายทางของถัง เพื่อให้มีปริมาณออกซิเจนที่เติมลงไปใกล้เคียงกับปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ เช่นเดียวกับของระบบเอเอสแบบธรรมดา คือ ปริมาณ BOD ที่ไหลเข้าระบบควรมีความสม่ำเสมอจึงจะได้ผลดีและไม่สามารถรับพวกสารพิษได้มากนัก

แบบเติมอากาศเป็นขั้น (Step-feed Aeration) เป็นกระบวนการที่มีการป้อนน้ำเสียเข้าหลายจุดตามความยาวของถังเติมอากาศ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถรับปริมาณ BOD ที่ไหลเข้าระบบไม่สม่ำเสมอ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถรับพวกสารพิษได้มากกว่าระบบเอเอสแบบธรรมดา และแบบเรียวลง

แบบผสมสมบูรณ์ (Completely Mixed) เป็นกระบวนการที่เป็นถังเติมอากาศแบบที่มีการกวนอย่างรุนแรง ทำให้มีการผสมอย่างสมบูรณ์ ความเข้มข้น ณ จุดใดๆ ในถังมีค่าเท่ากันเสมอ ทำให้เมื่อมีปริมาณ BOD ที่ไหลเข้ามามากเกินไปในบางเวลาหรือมีการไหลเข้าของสารพิษ ระบบนี้จะช่วยผสมกวนกันอย่างดีซึ่งทำให้มีความเข้มข้นของ BOD หรือสารพิษในถังลดลงไปได้ คือป้องกันการเกิดความเข้มข้นของน้ำเสียมากกว่าปกติอย่างกระทันหัน (Shock Loads) โดยทางทฤษฎีพบว่าถังแบบปลั๊กโฟลว์ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบกวนสมบูรณ์ แต่ทางปฏิบัติพบว่าความแตกต่างดังกล่าวมีน้อยจนบางแห่งไม่เห็นความแตกต่าง ทั้งนี้เพราะการควบคุมระบบบำบัดจะเป็นปัจจัยที่สำคัญกว่ารูปแบบถัง

แบบการเติมอากาศยืดเวลา (Extended Aeration) เป็นกระบวนการที่มีระยะเวลาเก็บกักของน้ำเสียและอายุสลัดจ์นานกว่าระบบเอเอสอื่นๆ ดังนั้นขนาดถังเติมอากาศจะมีขนาดใหญ่กว่าระบบอื่นๆ แต่มีข้อดี ที่ง่ายต่อการควบคุมระบบให้ได้ประสิทธิภาพสูง ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องถ่ายน้ำสลัดจ์ทิ้ง ออกไปจากระบบเหมือนระบบอื่นๆ เนื่องจากในทางทฤษฎีแล้ว จะไม่มีมวลจุลินทรีย์ส่วนเกินเกิดขึ้นมา แต่ในทางปฏิบัติมักจะมีพวกสารย่อยสลายไม่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงยังจำเป็นต้องทำการถ่ายสลัดจ์ออกจากระบบบ้าง ระบบนี้นิยมใช้กับปริมาณน้ำเสียที่มีไม่มาก เช่น ตามอาคารสูงต่างๆ เป็นต้น

ความมุ่งหมายในการเติมคลอรีน

การให้คลอรีนแก่น้ำเสียมีความมุ่งหมายหลายประการ คือ

1. **การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)** ไม่ว่าจะเป็นวิธีการกำจัดน้ำเสีย ปฐมภูมิ หรือทุติยภูมิ จะไม่สามารถกำจัดจุลินทรีย์เชื้อโรคที่มีอยู่ในน้ำเสียได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสีย หมายถึง การทำลายสิ่งมีชีวิตที่นำเชื้อโรคในน้ำเสีย เพื่อลดมลภาวะของแหล่งน้ำที่รับน้ำเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำที่มีการใช้น้ำเพื่อการประปาหรือการพักผ่อนหย่อนใจ

ตารางที่ 2 แสดงการให้คลอรีนในบริเวณต่างๆ

ประเภทของการกำจัด	ปริมาณคลอรีนที่ให้ (มิลลิกรัม/ลิตร)
น้ำเสียออกจากโรงกำจัดปฐมภูมิ	20-25
น้ำเสียออกจากโรงถังกรองหยด	15
น้ำเสียออกจากโรง Activated sludge	8
น้ำเสียออกจากถังกรองทราย	6

ที่มา : วิทยา เพียรวิจิตร, 2525 : 71

2. การป้องกันน้ำเสียสลายตัว

2.1 การควบคุมกลิ่น การสลายตัวของน้ำเสีย จะเริ่มจากในท่อน้ำเสีย และจะเป็นที่รังเกียจเมื่อการสลายตัวทางแอนแอโรบิคได้เริ่มต้น การเน่าเสียจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่น้ำเสียอยู่ในท่อน้ำเสียและการที่น้ำเสียจะอยู่ในท่อนานเพียงใดขึ้นอยู่กับความยาวและความลาดชันของท่อน้ำเสีย น้ำเสียจะอยู่ในท่อน้ำเสียนาน ถ้าท่อน้ำเสียยาว หรือมีการสูบน้ำเสียจากบ่อพัก (sump) อีกต่อหนึ่งเพื่อส่งน้ำเสียต่อไปยังโรงกำจัดน้ำเสียต่อไป ปริมาณคลอรีนที่ต้องใช้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการให้น้ำเสียไม่ให้สลายตัว ปริมาณคลอรีนที่ต้องใช้ไม่จำเป็นต้องใช้สำหรับความต้องการคลอรีนแต่ใช้สำหรับทำลายกลิ่นและชลอการสลายตัวทางจุลินทรีย์ การใช้ปริมาณคลอรีน 4-6 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นการเพียงพอสำหรับการควบคุมกลิ่น คลอรีนสำหรับการควบคุมกลิ่นอาจจะให้ในท่อน้ำเสีย บ่อพักสำหรับห้องสูบ ห้องตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังตกตะกอนสำหรับกรวดเล็ก น้ำเสียเข้าถังกรองหยด น้ำเสียเข้าถังตกตะกอน หรือที่ใดก็ตามที่มีปัญหาเรื่องกลิ่น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นในระหว่างการกำจัด จึงมีการให้คลอรีนแก่น้ำเสียที่กำลังเข้าถังตกตะกอนปฐมภูมิ วิธีนี้เรียกว่า การให้คลอรีนก่อน (Pre-chlorination) ถ้าความมุ่งหมาย เป็นเพียงการควบคุมกลิ่นไม่ใช้เพื่อการฆ่าเชื้อโรค ปริมาณคลอรีน ที่ให้ไม่จำเป็นต้องให้เกิดคลอรีนเหลือ

2.2 การคุ้มครองโครงสร้างของโรงกำจัด การสลายตัวของน้ำเสียอาจถึงจุดที่ไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไปกัดกร่อน โรงสูบน้ำเสียท่อน้ำเสีย หรือโรงกำจัดน้ำเสีย มีวิธีแก้ไข เช่นเดียวกับการควบคุมกลิ่น การให้คลอรีน ที่เพียงพอสำหรับป้องกัน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ได้เกิดขึ้น

2.3 การทำตะกอนให้เข้มข้น (Sludge thickening) ตะกอนดิบ และ Activated sludge อาจทำให้เกิดความเข้มข้น ในถังใส่ตะกอน หรือถังทำตะกอนให้เข้มข้น ก่อนจะสูบไปยังถังย่อยตะกอน การรักษาให้มีคลอรีนเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตรของเหลวตะกอนในถังใส่ตะกอน จะเป็นการป้องกันตะกอน ไม่ให้เน่าเสียในถัง การให้คลอรีนจะให้แก่ตะกอนที่กำลังเข้าสู่ถัง เพื่อให้มีการสัมผัสอย่างทั่วถึง

3. ช่วยการปฏิบัติการในโรงกำจัดน้ำเสีย

3.1 การตกตะกอน การให้คลอรีนก่อนแก่น้ำเสีย ก่อนเข้าถังตกตะกอน เพื่อช่วยให้การตกตะกอนดีขึ้นนั้น

3.2 ถังกรองหยด การให้คลอรีนแก่น้ำเสีย ที่เข้าทางถังตกตะกอนปฐมภูมิ จะควบคุมกลิ่นที่น่ารังเกียจที่เกิดขึ้น ในการจ่ายน้ำเสียเหนือถังกรองหยด การให้คลอรีนปริมาณน้อยไม่ถึง 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำลายกลิ่นแต่ไม่เพียงพอ ที่จะให้คลอรีนเหลือสำหรับที่จะไปชะงักการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงไม่มีผลเสียต่อถังกรองหยด การให้คลอรีนในปริมาณมากในทันทีแก่น้ำเสีย โดยให้มีคลอรีนเหลือในน้ำเสีย ที่ออกจากถังกรองหยดประมาณ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อลิตร จะสามารถให้เกิดการลดปริมาณบรรทุกของถังกรองหยดได้ เนื่องจากเป็นการให้คลอรีนในระยะเวลาอันสั้น จะเป็นการประหยัดที่จะให้ในเวลากลางคืน เมื่อปริมาณไหลของน้ำเสียมีน้อย และความต้องการคลอรีนต่ำสุด การลดปริมาณบรรทุกจะให้ตะกอนมากมายในวันสองวัน และตะกอนมากมายในระยะเวลาอันสั้น อาจทำให้เกิดปัญหาการมีฟองเกิดขึ้น ถ้ามีแอ่งน้ำขังเกิดขึ้นบนถังกรองหยดเพราะมีสิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตมากเกินไป สามารถควบคุมได้โดยการให้คลอรีนติดต่อกัน ที่ทางเข้าถังกรอง แต่ถ้ามีแอ่งน้ำขังเกิดขึ้นเพราะปริมาณบรรทุกมากเกินไปหรือปริมาณน้ำเสียเข้าถังกรองมีมากเกินกว่าที่ออกแบบไว้ การให้คลอรีนจะมีประโยชน์เพียงชั่วคราว

3.3 การพองของ Activated sludge ถ้าการเกิดพอง Activated sludge เกิดจากการบรรทุกมากเกินไป การให้คลอรีนก่อน จะเป็นการช่วยลดปริมาณบรรทุกในถังแอเรชั่น การให้คลอรีนก่อนโดนให้กับน้ำเสียก่อนเข้าถังตกตะกอนปฐมภูมิเพื่อให้มีคลอรีนเหลือประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำเสียที่ออกจากถังตกตะกอนปฐมภูมิ จะได้ผลดี ถ้าให้คลอรีนแก่ Activated sludge กลับคืน จุดที่ให้คลอรีนแก่ตะกอนกลับคืนหรือ Activated sludge กลับคืนควรเป็นจุดที่ตะกอนกลับคืนมีเวลาสัมผัสกับสารละลายคลอรีนเป็นเวลา 1 นาที ก่อนที่ตะกอนจะผสมกับน้ำเสียเข้าสู่ถังแอเรชั่น

3.4 การเป็นฟองของถังอิมฮอฟฟ์ การเป็นฟองของถังอิมฮอฟฟ์จะสามารถได้โดยการให้คลอรีน 3-15 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่น้ำเสียดิบที่เข้าสู่ถัง

4. การลดหรือชลอความต้องการออกซิเจนชีวเคมี การให้คลอรีนแก่น้ำเสียดิบให้มีปริมาณคลอรีนเหลือ 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อกรัม ภายหลังการสัมผัส 15 นาที อาจสามารถลดปริมาณ BOD ในน้ำเสียได้ร้อยละ 15-35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

ผู้ควบคุมการทำงานของระบบจะต้องทราบปัจจัยตางๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ เพื่อที่จะได้เตรียมการรองรับและแก้ไขเหตุขัดข้องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นและทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง

1. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบตะกอนเร่ง ดังนั้นหากความเข้มข้นของสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงมาก จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ โดยอาจจะทำให้มีอัตราส่วนของอาหาร ต่อจุลินทรีย์สูง (มีอาหารมาก) ทำให้จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็วจนมีลักษณะเติบโตกระจายอยู่ทั่วไป แทนที่จะรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนที่ดี เป็นผลให้ตะกอนตกตะกอนได้ไม่ดี น้ำออกขุ่น และมีค่าสารอินทรีย์หรือ ค่า BOD เหลืออยู่สูงหรืออาจจะเกิดขึ้นในทำนองตรงกันข้าม คือ มีอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ต่ำ จนทำให้จำนวนจุลินทรีย์เจริญเติบโตลดน้อยลง ซึ่งถึงแม้ตะกอนจุลินทรีย์จะตกตะกอนได้เร็ว แต่ก็ไม่สามารถจับตะกอนเล็กๆ ตกลงมาได้หมด ทำให้น้ำที่ออกจากถังตะกอนขุ่น ดังนั้นการควบคุมการทำงานที่ดี จึงต้องควบคุมอัตราส่วนของอาหาร ต่อจุลินทรีย์ในระบบให้มีค่าพอเหมาะ
2. อาหารเสริมจุลินทรีย์ต้องการอาหารเสริมซึ่ง ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกเหนือจากสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งนำมาใช้เป็นพลังงาน ปกติแร่ธาตุเหล่านี้มีอยู่ในน้ำเสียชุมชน แต่อาจจะมีไม่พอในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การขาดอาหารเสริมที่สำคัญเหล่านี้ จะทำให้จุลินทรีย์ที่สร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ไม่ดี จนทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่เป็นเส้นใย เจริญเติบโตได้มากกว่า ซึ่งจะทำให้ตะกอนเร่งตกตะกอนได้ยากและเกิดเป็นชั้นอืดขึ้นมาสูงในถังตกตะกอน และอาจไหลล้นออกมากับน้ำทิ้ง จนระบบไม่สามารถทำงานต่อไปอีกได้นอกจากนั้น การที่จุลินทรีย์หลายชนิดเจริญเติบโตได้ไม่ดี จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานต่างๆ ของระบบต่ำลงอีกด้วย

ปกติจะควบคุมให้ BOD100 กิโลกรัม ต้องมี ไนโตรเจน 5 กิโลกรัม ฟอฟอรัส 1 กิโลกรัม และเหล็ก 0.5 กิโลกรัม การเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจน มักใส่ลงในรูปของแอมโมเนีย หรือยูเรีย สำหรับฟอสฟอรัส จะใส่ลงในรูปของกรดฟอสฟอริก และใส่เหล็กในรูปของเฟอร์ริคคลอไรด์ ในการเติมอาหารเสริม จะต้องสังเกต และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำออกให้มีค่าแร่ธาตุต่างๆ เหลืออยู่เพียงเล็กน้อย เพราะการใส่ลงไปมากเกินไป นอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองแล้ว ยังเป็นสารมลพิษซึ่งทำลายสิ่งแวดล้อมได้อีกต่อไป

3. ออกซิเจนละลายน้ำ ในถังเติมอากาศ จะต้องมีค่าออกซิเจนละลายน้ำระหว่าง 1 - 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณของอากาศ หรือออกซิเจนที่ใช้เพื่อรักษา ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำนี้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูงจุลินทรีย์ สามารถทำงานได้มากก็จะต้องการออกซิเจนมาก นอกจากนั้น ที่อุณหภูมิสูงออกซิเจนจะมีค่าการละลายน้ำอิ่มตัวต่ำ จึงทำให้ต้องใช้ออกซิเจนมาก เมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศสูง ในทำนองกลับกัน หากอุณหภูมิของน้ำต่ำก็จะทำให้มีความต้องการการเติมอากาศน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง ในการที่จะรักษาระดับความเข้มข้น ของออกซิเจนละลายน้ำที่ค่าเท่ากัน
4. ระยะเวลาในการบำบัดระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ในถังเติมอากาศจะต้องมีมากพอเพียงที่จุลินทรีย์จะใช้ในการย่อยสลายมลสารต่างๆ หากมีระยะเวลาต่ำเกินไปสารที่ย่อยยากๆ จะถูกย่อยไม่ถึงขั้นสุดท้าย ทำให้ทีค่า BOD เหลืออยู่ในน้ำเสียมาก สำหรับระยะเวลาในถังตกตะกอนขั้นสองก็เช่นเดียวกัน หากมีน้อยเกินไป ก็จะทำให้ตะกอนเร่งตกตะกอนได้ไม่ดี แต่ถ้านานเกินไป ก็จะทำให้ตะกอนเร่งขาดออกซิเจนและเน่าได้
5. ค่า pH เป็นค่าแสดงความเป็นกรด-ด่าง pH เท่ากับ 7 ถือว่าเป็นกลาง ถ้าน้อยกว่า 7 ถือว่าเป็นกรด และถ้ามากกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีที่ค่า pH ระหว่าง 6.5-8.5 ถ้า pH มีค่าต่ำกว่า 6.5 ราจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ประสิทธิภาพต่ำลง และตะกอนเร่งตกตะกอนได้ไม่ดี ส่วนที่ค่า pH สูงก็จะทำให้ฟอสฟอรัส แยกตัวออกมาจากน้ำ และจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้ทำให้ระบบทำงานได้ไม่ดีเช่นกัน แต่ถ้า pH มีค่าต่ำมากหรือสูงมากจุลินทรีย์ก็จะตายหมด ไม่สามารถดำรงชีพต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สารเป็นพิษ แบ่งออกได้เป็นสองจำพวก คือ แบบพิษเฉียบพลัน ซึ่งจุลินทรีย์จะตายหมด ภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง และแบบพิษออกฤทธิ์ช้า ซึ่งใช้เวลานานและค่อยๆ ตาย พิษเฉียบพลันสามารถสังเกตดูได้ง่าย เนื่องจากมีผลเกิดขึ้นรวดเร็ว สารพิษจำพวกน้ำได้แก่ ไซยาไนด์ อาร์เซนิค เป็นต้น สำหรับสารพิษออกฤทธิ์ช้า เช่น ทองแดง และโลหะหนักต่างๆ จุลินทรีย์จะสะสมเอาไว้ภายในเซลล์ จนเกิดเป็นพิษและตายในที่สุด นอกจากนั้นอาจจะเกิดจากสารอินทรีย์ก็ได้ เช่น แอมโมเนียซึ่งมีค่าความเข้มข้นสูงเกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น
7. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญในการทำงาน และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในกระบวนการตะกอนเร่ง โดยทั่วๆ ไปการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว จนถึงอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิจะร้อนเกินไปจนจุลินทรีย์เจริญเติบโตน้อยลงอย่างรวดเร็ว

   เนื่องจากการเพิ่ม หรือลดอุณหภูมิของน้ำในระบบทำได้ยาก ดังนั้นผู้ควบคุมจึงต้องปรับค่าความเข้มข้น ของตะกอนเร่งในถังเติมอากาศ หรือ MLSS ให้มีค่าน้อยเมื่ออุณหภูมิของอากาศร้อน และเพิ่มปริมาณให้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ แต่สำหรับในประเทศไทยอุณหภูมิในฤดูร้อน และฤดูหนาวไม่แตกต่างกันมากนัก จึงไม่ค่อยมีความจำเป็นในการปรับค่า MLSS ตามฤดูกาล นอกจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งน้ำเสียมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากเป็นช่วงระยะเวลานานๆ

   การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ยังมีผลต่อการทำงานในถังตกตะกอนขั้นสอง โดยพบว่าหากอุณหภูมิต่ำ ตะกอนจะตกได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง และถ้าอุณหภูมิในถังตกตะกอน มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเกิน 2 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดการไหลวนของน้ำ เนื่องจากมีความหนาแน่นแตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่า Densiry Current
8. การกวน ภายในถังเติมอากาศ จะต้องมีการกวนอย่างทั่วถึง เพื่อป้องกัน มิให้ตะกอน จุลินทรีย์ตกตะกอน และเพื่อให้จุลินทรีย์ได้สัมผัสกันน้ำเสียที่ส่งเข้ามาบำบัด โดยใช้เป็นอาหารและลดมลสารต่างๆ รวมทั้งจะได้จับตัวกันเป็นฟล็อกที่ดี การกวนที่ถูกต้อง จะป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิให้น้ำเสียไหลลัดวงจรและทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารสูง การกวนที่สมบูรณ์ในถังเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ จะต้องมีค่า MLSS และค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำสม่ำเสมอกันทั่วถึง

9. อัตราการไหลของน้ำเสีย การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำเสียที่ส่งมาเข้าระบบบำบัด มีผลโดยตรงต่อการทำงาน ของ กระบวนการทางชีววิทยา และในถังตกตะกอน หากน้ำเสียมีอัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น จนทำให้มีระยะเวลาในการบำบัดน้อยลง มีสารอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น และระยะเวลาในการตกตะกอน ในถังตกตะกอนขั้นสองลดลงด้วย ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง ส่วนอัตราการไหลที่น้อยเกินไป ก็มีผลเสียเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมให้มีการส่งน้ำเสีย เข้ามาบำบัดอย่างสม่ำเสมอในอัตราที่ใกล้เคียงกับที่ได้ออกแบบเอาไว้ เช่น อาจจะสร้างเป็นบ่อเก็บกัก เป็นต้น

การติดตามผลเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงาน

การติดตามผลของกระบวนการ มีสองวิธีซึ่งจะต้องทำควบคู่กันไป คือการตรวจสอบที่เห็นได้ (Visusl) และการวิเคราะห์ตัวอย่าง (Analytical) ในห้องปฏิบัติการ

1. **การตรวจสอบสิ่งที่เห็นได้** ผู้ควบคุมจะต้องทำการติดตามผลจากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพต่างๆที่เป็นตัวชี้บอกสถานภาพในการทำงานของระบบว่าสมบูรณ์ถูกต้องเพียงใด ซึ่งประกอบด้วย กลิ่น สี ฟอง การเจริญเติบโตของสาหร่าย ลักษณะการเติมอากาศ ลักษณะของน้ำออก ฟองก๊าซในถังตกตะกอน ตะกอนลอย การสะสมของตะกอน ลักษณะการไหลของน้ำ การกวน และการสัมผัส
2. **การตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่าง** การตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นสิ่งจำเป็น การควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำมาใช้ในการประเมินสภาพการทำงาน วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และคำนวณค่าที่ใช้ควบคุมระบบต่างๆ หัวข้อที่จะกล่าวถึงการทดสอบในห้องปฏิบัติการของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงาน เพื่อให้เข้าใจหลักการและการนำไปใช้งานโดยจะไม่เน้นในเรื่องวิธีการวิเคราะห์ ผู้ควบคุมสามารถหารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ได้จากหนังสือ การตรวจสอบที่สำคัญ มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนละลายน้ำความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ความต้องการออกซิเจนทางเคมี อัตราการใช้ออกซิเจน ของแข็ง ของแข็งแขวนลอยระเหยสารที่ตกตะกอนได้ การทดสอบ การตกตะกอน 30 นาที อาหารเสริม ค่า pH อุณหภูมิ น้ำมันและไขมัน ดัชนีปริมาตรของตะกอน ดัชนีความหนาแน่นของตะกอน การวัดชั้นของ ตะกอน อัตราการไหล ระยะเวลาเก็บกัก อัตราการเติมการสารเคมี และการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.3 เขียนคำบรรยาย

คำบรรยายประกอบสไลด์เรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge จำนวน 39 ภาพ

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
1	ตราสถาบัน	ดนตรีบรรเลง		
2	ภาพชื่อเรื่อง	สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge		
3	ผู้จัดทำ	จัดทำโดย นายสายัณห์ อาจปักษา สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
4	อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
5	น้ำ (Water) ภาพนำเรื่อง	น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งใช้ในการบริโภค อุปโภค ในอดีตเราจะพบแหล่งน้ำตามธรรมชาติมากมาย เช่น น้ำตก ทะเล ซึ่งน้ำเหล่านี้จะเป็นต้นน้ำสำหรับการใช้ประโยชน์ เช่น น้ำสำหรับใช้ในทางการเกษตร ใช้ดื่ม ใช้ชำระล้างสิ่งต่างๆ เป็นต้น แต่ในปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกิดอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมทั้ง อุตสาหกรรมที่ใช้น้ำ ผลจากการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว จึงก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียตามมา		
6	น้ำเสีย (Waste water)	น้ำเสีย คือ น้ำที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ ล้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ทำให้น้ำมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีสิ่งสกปรกต่างๆ ทั้งที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ปะปนอยู่ในน้ำ น้ำเสียสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้		
7	Domestic wastewater	Domestic wastewater เป็นน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากที่พักอาศัย ตลาด ร้านค้า ภัตตาคาร โรงแรม โรงพยาบาลต่างๆ		
8	Industrial wastewater	Industrial wastewater เป็นน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ น้ำเสียอาจจะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
9	Storm sewage	Storm sewage เป็นน้ำเสียที่เกิดจากธรรมชาติ โดยน้ำฝนชะล้างสิ่งสกปรกจากที่ต่างๆ ไปรวมในที่ลุ่มทำให้เกิดน้ำเสียขึ้น น้ำเสียที่กล่าวมาข้างต้นจะต้องทำการบำบัดให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม ก่อนที่จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมากไปกว่านี้		
10	กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบ่งได้ 4 ประเภท คือ 1. กระบวนการทางกายภาพ 2. กระบวนการทางเคมี 3. กระบวนการทางชีวภาพ 4. กระบวนการทางเคมี-ชีวภาพ		
11	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในกระบวนการทางชีวภาพโดยกระบวนการนี้อาศัย จุลินทรีย์สำหรับย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบบำบัดมีขั้นตอนดังนี้		
12	น้ำเสียจากคลองส่งน้ำหรือท่อระบายน้ำ	น้ำเสียจากแหล่งต่างๆ จะถูกปล่อยมาตามคลองส่งน้ำ หรือท่อรวบรวมน้ำเสีย เข้าสู่โรงบำบัดน้ำเสีย		
13	ตะแกรงดักขยะแบบหยาบ	น้ำเสียที่ส่งมาตามท่อรวบรวมน้ำเสียจะต้องผ่านตะแกรงดักขยะแบบหยาบ เพื่อที่ดักขยะที่มีขนาดใหญ่ เช่น เศษกิ่งไม้ พลาสติกต่างๆ ออกเสียก่อน		
14	ตะแกรงดักขยะแบบละเอียด	น้ำเสียที่ผ่านตะแกรงดักขยะแบบหยาบจะต้องมาผ่านตะแกรงดักขยะแบบละเอียด เพื่อดักเศษหิน กรวด ทราย ที่ปนมากับน้ำเสีย		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
15	ถังเติมอากาศ	หลังจากนั้น น้ำเสียที่ผ่านตะแกรงดักขยะแบบละเอียด จะถูกส่งมาที่ถังเติมอากาศ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุด ซึ่งเป็นตัวควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสม โดยปล่อยให้ จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติย่อยสลายสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำเสีย		
16	ระบบเติมอากาศมี 2ประเภทใหญ่ๆ คือ 1.ระบบเติมอากาศผิวน้ำ 2.ระบบเติมอากาศแบบขุ่น	การเติมอากาศมีจุดประสงค์ เพื่อให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ และกวนน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ ระบบเติมอากาศมี 2 ประเภท คือ 1. ระบบเติมอากาศผิวน้ำ 2. ระบบเติมอากาศแบบขุ่น		
17	บ่อตกตะกอน	น้ำเสียจากถังเติมอากาศจะถูกส่งมายังบ่อตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้ว ตะกอนก็จะตกสู่ก้นบ่อ ส่วนน้ำที่ใสจะไหลออกมา		
18	การกำจัดไขมันและน้ำมัน	การกำจัดไขมันและน้ำมัน ทำได้โดยการทำให้ไขมันและน้ำมัน ลอยตัว และเก็บกวาดออกจากน้ำบนผิวน้ำ		
19	ตะกอน	ตะกอนจะมีอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งจะตกอยู่ที่ก้นถังตะกอน จะถูกสูบกลับมายังถังเติมอากาศอีกครั้ง ตะกอนอีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งมายังถังเพิ่มความเข้มข้น นำไปบำบัดและกำจัดตะกอนต่อไป		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
20	ถังเพิ่มความเข้มข้น	ตะกอนส่วนเกินจะถูกส่งเข้าถังเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน โดยภายในมีการเติมสาร พอลิเมอร์ประเภทประจุบวกเพื่อช่วยให้ตะกอนจับตัวกันตกลงมาได้ง่ายก่อนถูกส่งไปบำบัดต่อไป		
21	เครื่องรีดตะกอน	ตะกอนจากถังเพิ่มความเข้มข้นส่วนหนึ่งจะเข้าสู่เครื่องรีดตะกอน ก็จะได้ตะกอนที่แห้ง ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ต่อไป		
22	การฆ่าเชื้อโรค	น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ หรือนำไปใช้ประโยชน์ จะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคก่อน โดยใช้สารเคมี เช่น คลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซน เป็นต้น		
23	น้ำที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ	น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้วสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้		
24	การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียต่างๆ	การตรวจสอบทางกายภาพของน้ำเสียสามารถตรวจสอบได้จาก		
25	สีของตะกอนและลักษณะการตกตะกอน	สีของตะกอนเร่งที่ดี ควรเป็นสีน้ำตาลเข้มคล้ายสีของช็อคโกแลต แต่ถ้าตะกอนมีสีดำคล้ำแสดงว่าน้ำเสียนั้นขาดออกซิเจนจนเกิดการเน่าจะต้องเติมอากาศและลักษณะการตกตะกอน โดยนำตะกอนที่เก็บตัวอย่างมาใส่ในกรวยตกตะกอนตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีก็จะเห็นปริมาณการตกตะกอนและรูปแบบการตกตะกอน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
26	ฟอง	ฟอง การสังเกตฟอง ถ้าพบฟองสีขาวที่ผิวน้ำในถังเติมอากาศแสดงว่าตะกอนจุลินทรีย์มีอายุน้อยเกินไป		
27	ลักษณะน้ำออก	ลักษณะน้ำออก จะต้องควบคุมการไหลของน้ำให้สม่ำเสมอไม่ออกทางด้านใดด้านหนึ่งมากกว่ากัน		
28	ตะกอนลอย	ตะกอนลอย ถ้ามีวัสดุที่ลอยน้ำ หรือชั้นตะกอนลอยปรากฏที่ผิวน้ำ แสดงว่ามีไขมัน หรือน้ำมันผสมอยู่ ทำให้การตกตะกอนทำได้ยากหรือการเติมอากาศมากเกินไป ทำให้อากาศจับกับจุลินทรีย์ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ		
29	การกวน	การกวนเพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสีย ฉะนั้นจะต้องมีกำลังเพียงพอ ที่ทำให้ไม่เกิดการตกตะกอนที่ก้นถังเติมอากาศ		
30	การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย	การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียสามารถตรวจสอบได้จาก		
31	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ หรือ ค่า (DO)	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ หรือค่า DO เป็นการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำว่ามีเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือไม่ ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1-2 มก./ล.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
32	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หรือ (BOD)	ค่า BOD เป็นดัชนีแสดงปริมาณของออกซิเจน ที่ถูกใช้ไปโดยจุลินทรีย์ การตรวจสอบโดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว เอาไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันจะมีค่า BOD ประมาณ 7 มก./ล. มาตรฐานกำหนดจะต้องต่ำกว่า 20 มก./ล. สำหรับน้ำที่บำบัดแล้ว ก่อนจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ		
33	ความต้องการออกซิเจนทางเคมี หรือค่า (COD)	ค่า COD ใช้สำหรับประมาณค่าออกซิเจนทั้งหมดได้จากการวัดค่า BOD และ ค่า COD สามารถทำแบบรวมทั้งหมดได้		
34	ของแข็งแขวนลอย	ของแข็งแขวนลอยเป็นการวัดตะกอนแขวนลอย สามารถทำได้โดย การกรองของแข็งแขวนลอยผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 –105 องศาเซลเซียส จนแห้งทิ้งให้เย็นใน Desiccator นำมาชั่งน้ำหนักของของแข็งแขวนลอย มาตราฐานกำหนดจะต้องกว่า 30 มก./ล. สำหรับน้ำที่บำบัดแล้ว ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ		
35	ค่า pH	ค่า PH เป็นค่าที่แสดงความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำเสีย การวิเคราะห์ควรทำอย่างน้อยวันละครั้ง pH ไม่ควรมีค่าเกินในช่วง 6.5-8.5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา	หมายเหตุ
36	อุณหภูมิ	อุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิวัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ เนื่องจากจุลินทรีย์จะสามารถเจริญเติบโตเพิ่ม 2 เท่าถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสและอยู่ในช่วงของการทำงานของ จุลินทรีย์ชนิดนั้น		
37	น้ำ	ปัจจุบันปัญหาน้ำเสีย เป็นมลพิษทางน้ำที่สร้างปัญหาให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก รัฐบาลได้จัดตั้งหน่วยงานในการบำบัดน้ำเสียแต่ก็ทำการบำบัดได้ในจำนวนที่น้อยมาก และเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ฉะนั้นการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดก็คือ เราทุกคนควรช่วยกันรักษาแหล่งน้ำไว้ เพื่อในอนาคตเราจะได้มีน้ำไว้ให้ลูกหลานใช้ต่อไป		
37	ผู้มีอุปการะคุณ	การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge สำเร็จได้ด้วยดี ได้รับความอนุเคราะห์จากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยากรุงเทพมหานคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการถ่ายทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย		
38	สวัสดี	สวัสดี		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย

ในการสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 วัสดุและอุปกรณ์

กล้องถ่ายรูป	1	ชุด
ฟิล์มสี	2	ม้วน
ฟิล์มสไลด์	2	ม้วน
เครื่องบันทึกเสียง	1	ชุด
เทปบันทึกเสียง	2	ม้วน
เครื่องฉายสไลด์	1	ชุด
เครื่องเลื่อนภาพอัตโนมัติ	1	ชุด
ถาดใส่สไลด์	1	ชุด
กล่องใส่สไลด์	1	กล่อง
กระดาษ A 4	1	รีม
เครื่องคอมพิวเตอร์	1	เครื่อง

3.4.2 วิธีการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge และการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายจากตำราเรียนและวารสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาขั้นตอนและเทคนิคการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย
3. กำหนดภาพและเขียนคำบรรยาย
4. ติดต่อสถานที่เพื่อถ่ายทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย
5. ถ่ายภาพตามสคริปท์ที่กำหนดไว้ โดยขอความอนุเคราะห์สถานที่ โรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร
6. คัดเลือกรูปที่ถ่ายมา และ Scan รูปภาพเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
7. ทำการตัดแต่งภาพ พร้อมทั้งทำตัวอักษรบรรยายภาพ
8. ถ่ายภาพด้วยฟิล์มสไลด์จากเครื่องคอมพิวเตอร์
9. บันทึกเสียงคำบรรยายและทำสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ
10. เขียนเอกสารและพิมพ์รูปเล่มปัญหาพิเศษ
11. แก้ไขเนื้อหาและส่งรูปเล่มฉบับสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์

4.1 วิธีการตรวจสอบ

จัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge จำนวนสไลด์ประกอบคำบรรยายทั้งหมด 38 ภาพ หลังจากนั้นได้นำมาตรวจสอบโดยแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ตรวจสอบด้านเนื้อหาวิชาการเกี่ยวกับคำบรรยายประกอบสไลด์ ว่าตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ในรายวิชาการกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรม-เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้เชิญท่านอาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง และท่านอาจารย์ ชุติมา สังข์พาลี เป็นที่ปรึกษาด้านเนื้อหาและเป็นผู้ตรวจสอบ ส่วนในตอนที่ 2 การตรวจสอบทางด้านโสตทัศน-ศึกษาว่ามีคุณภาพทางด้านเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ดีหรือไม่ โดยเชิญอาจารย์ทางโสตทัศนศึกษาประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเป็นผู้ตรวจสอบประเมินผล โดยมีแบบประเมินทั้ง 2 ตอน รายละเอียดในวิธีการประเมินประกอบด้วย

4.1.1 ด้านเนื้อหาของสไลด์ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันระหว่างภาพกับคำบรรยาย
- ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน
- เนื้อหาเหมาะสมกับระดับปริญญาตรี
- การเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากตามขั้นตอน

4.1.2 ด้านโครงสร้างสไลด์ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- ความชัดเจนของภาพ
- ขนาดตัวอักษรและความถูกต้องของตัวอักษร
- องค์ประกอบของภาพ
- ความสัมพันธ์ของเสียงดนตรีและคำบรรยาย
- ความชัดเจนของเสียงคำบรรยายและการออกเสียงตามอักขระวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเว้นวรรคตอนขณะอ่านคำบรรยาย
- การเน้นความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องขณะอ่านคำบรรยาย

4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพสไลด์เรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสีย แบบ activated sludge แสดงในตารางที่ 4.2.1 และ 4.2.2

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับต้องแก้ไข

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ตารางที่ 4.2.1 แสดงผลการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาสไลด์ประกอบคำบรรยาย

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร				✓	
ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันระหว่างภาพกับคำบรรยาย			✓		
ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน				✓	
เนื้อหาเหมาะสมกับระดับปริญญาตรี				✓	
การเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากตามขั้นตอน				✓	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ คำบรรยาย ภาพเนื้อหาไม่ครบสมบูรณ์ / ตรงกัน
คำบรรยาย BOD, COD ควรมีภาพประกอบ

ลงชื่อ.....
(...นส. ศุภิสรา ลงชัยภูมิ...)
ลงชื่อผู้ประเมิน

ตารางที่ 4.2.2 แสดงผลการตรวจสอบทางด้านโครงสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความชัดเจนของภาพ				✓	
ขนาดของตัวอักษรและความถูกต้องของตัวอักษร			✓		
องค์ประกอบของภาพ			✓		
ความสัมพันธ์ของเสียงดนตรีกับคำบรรยาย				✓	
ความชัดเจนของเสียง คำบรรยายและการออกเสียงตามอักขระวิธี				✓	
การเว้นวรรคตอนขณะอ่านคำบรรยาย				✓	
การเน้นความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องขณะอ่านคำบรรยาย				✓	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ ควรให้ของกิจกรรมเป็นแบบฝึกหัด

ลงชื่อ .....

(.....)

ลงชื่อผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated sludge ในครั้งนี้ เพื่อใช้เป็นสื่อ และอุปกรณ์การเรียนการสอน ในวิชา การกำจัดของเสียออกโรงงานอุตสาหกรรม (03630110) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (2 ปีต่อเนื่อง) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขั้นตอนการจัดทำมีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงแรกผู้จัดทำได้ศึกษารายระเอียดของปัญหาพิเศษถึงความเป็นไปได้ในการทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย และนำชื่อเรื่องไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาโดยให้เหตุผลในการทำสไลด์เรื่องระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated sludge ว่าในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร จะต้องเรียนวิชาการกำจัดของเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งหัวข้อน้ำเสียก็เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาวิชาเรียน และพบว่าทางภาควิชาครุศาสตร์เกษตรยังขาดสื่อการสอนในเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated sludge ซึ่งเนื้อหาของเรื่องค่อนข้างจะซับซ้อน จึงเห็นว่าสื่อประเภทประกอบคำบรรยายจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้ดียิ่งขึ้น หลังจากนั้นก็ทำการศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาเขียนคำบรรยายประกอบสไลด์ ซึ่งสามารถที่จะกำหนดภาพบางภาพที่จะทำการถ่ายทำสไลด์ได้ก่อนแต่บางภาพจะต้องนึกถึงความเป็นจริงที่ถ่ายทำ จากนั้นทำการติดต่อสถานที่ถ่ายทำ โดยผู้จัดทำได้ติดต่อที่โรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร โดยทำหนังสือออกจากภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ซึ่งทางโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาก็ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี หลังจากที่ติดต่อสถานที่แล้ว ก็ทำการถ่ายภาพด้วยฟิล์มสีก่อน แล้วนำภาพที่ถ่ายทำมาคัดเลือกแล้วสแกนลงคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะตัดแต่งภาพพร้อมทั้งทำอักษรคำบรรยายภาพ และอักษร สจล. ในขณะเดียวกันก็รวบรวมเอกสาร พร้อมกับทำการถ่ายทำด้วยฟิล์มสไลด์จากจอคอมพิวเตอร์ บางภาพที่ไม่สามารถถ่ายจากจอคอมพิวเตอร์ได้ก็ใช้การตัดสติกเกอร์ติดบนภาพสำหรับเป็นภาพต้นแบบ จากนั้นจึงทำการบันทึกคำบรรยายสไลด์และทำสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ หลังจากนั้นนำผลงานที่ได้ทั้งหมดที่เสร็จสมบูรณ์เรียบร้อย นำมาประเมินผลตรวจสอบ โดยทำการตรวจสอบ 2 ด้านคือ ทางด้านเนื้อหา และทางด้านโครงสร้างสไลด์ ว่ามีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอน หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ เดือน พฤศจิกายน ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2542 มีค่าใช้จ่ายในการทำทั้งสิ้น 3,810 บาท ผลงานที่ได้ประกอบด้วย

1. ภาพสไลด์	1 ชุด	จำนวน	39	ภาพ
2. เทปบันทึกเสียงคำบรรยาย	1 ม้วน			
3. คำบรรยายประกอบสไลด์	1 เล่ม			
4. รูปเล่มปัญหาพิเศษ	3 เล่ม			

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated sludge กว่าจะสำเร็จได้นั้น ผู้จัดทำพบกับปัญหามากมาย ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะต้องได้รับการแก้ไขโดยเร็วตลอดช่วงระยะเวลาดำเนินการ ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นบางปัญหาก็สามารถแก้ไขเองได้ แต่บางปัญหาก็ไม่สามารถแก้ไขเองได้จะต้องขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งปัญหาและอุปสรรคต่างๆ อาจจะเป็นแนวทาง ข้อคิด ต่อผู้ที่จะทำปัญหาพิเศษครั้งต่อไปได้ ผู้จัดทำได้สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาเรื่องสถานที่ถ่ายทำ ดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยได้ไปถ่ายทำที่ โรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นสถานที่ราชการจะต้องทำเรื่องจากคณะไปที่กองบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร ซึ่งการทำเรื่องนี้จะต้องใช้เวลานาน จะต้องรอการตอบรับทำให้การถ่ายทำล่าช้า ส่วนเรื่องการถ่ายทำ โรงบำบัดน้ำสี่พระยาเป็นระบบปิด โดยอยู่ในตึก 4 ชั้น ทำให้การถ่ายทำทำได้ลำบาก ปัญหาที่พบในการถ่ายทำ ได้แก่ แสงไม่เพียงพอในการถ่ายทำ ภาพที่ได้เห็นไม่ชัดเจน เป็นต้น

2. ผู้จัดทำยังไม่มีความชำนาญ ในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการทำสไลด์ ซึ่งการทำสไลด์ครั้งนี้ผู้จัดทำได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการผลิตสไลด์ โดยนำภาพที่ถ่ายมาสแกนลงในคอมพิวเตอร์ และทำตัวอักษรบรรยายภาพพร้อมทั้งตัดแต่งภาพ แต่ผลที่ออกมาภาพสไลด์ไม่มีความคมชัด จึงได้เปลี่ยนมาใช้วิธีการตัดสติกเกอร์ นำไปติดภาพแล้วจึงถ่ายสไลด์

3. ช่วงระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ คือในช่วงการทำปัญหาพิเศษนั้นเป็นช่วงที่ผู้จัดทำนั้นออกฝึกสอน จึงไม่ค่อยมีเวลาในการทำปัญหาพิเศษมากนัก เพราะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบหลายอย่าง จึงทำให้งานที่ออกมาล่าช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เอกสารต่างๆ เกี่ยวกับ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated sludge เนื่องจากเป็นระบบที่ค่อนข้างซับซ้อนมีหลายขั้นตอนทำให้เอกสารเกี่ยวกับระบบนี้มีมาก จึงทำให้มีความยากลำบากในการเขียนสคริปท์ถ่ายทำสไลด์ และการรวบรวมเนื้อหา ที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

5. การเขียนภาคเอกสาร เนื่องจากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้เปลี่ยนวิธีการเขียนเอกสารใหม่ในเรื่องรูปแบบการเขียนเอกสาร ทำให้ผู้จัดทำเกิดความสับสนในการเขียนเอกสาร

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งพอที่จะเสนอแนะไว้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะทำปัญหาพิเศษในครั้งต่อไป ดังนี้

1. การทำปัญหาพิเศษนักศึกษาจะมีเวลาทำในช่วงภาคเรียนที่ 1 ควรที่จะเริ่มทำก่อน เพื่อที่จะได้ไม่ต้องมาเร่งในตอนใกล้ที่จะส่งปัญหาพิเศษ และผลงานที่ออกมาจะได้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. การทำปัญหาพิเศษควรที่จะมีการศึกษารายละเอียดของเรื่องที่จะให้เข้าใจเสียก่อน เพราะจะทำให้สะดวกในการทำปัญหาพิเศษมากขึ้น

3. ควรที่จะมีพื้นฐานในการผลิตสไลด์และเทคนิคต่างๆ เกี่ยวกับการใช้กล้อง การถ่ายภาพและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสไลด์

4. การอ่านคำบรรยายประกอบสไลด์ ควรที่จะให้คนที่อ่านได้คล่องถูกต้องตามหลักการอ่าน และก่อนการบันทึกเสียงควรที่จะต้องอ่านคำบรรยายให้เข้าใจเสียก่อน เวลาเข้าห้องบันทึกเสียงจะได้ไม่เกิดปัญหา

5. การทำปัญหาพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย ควรที่จะปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงสิทธิ์ในการเบิกหรือยืมอุปกรณ์ ในการทำให้เข้าใจเสียก่อน และควรที่จะเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำให้พร้อม และที่สำคัญจะต้องเตรียมตัวเองให้พร้อมรักษาสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์. 442 น.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2523. เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา. ฝ่ายการพิมพ์ สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 289 น.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526. การบริหารสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์. 176 น.

_____. 2533. เทคโนโลยีการสอน: การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 160 น.

ณรงค์ สมพงษ์. 2535. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 362 น.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2520. การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 110 น.

_____. 2521. โสตทัศนศึกษา . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา. 189 น.

ประทิน คล้ายพันธ์. 2527. การผลิตวัสดุสำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 178 น.

ประหยัด จิรวรพงศ์. 2522. เทคโนโลยีการสอน. กรุงเทพฯ : อักษรวัฒนา. 190 น.

ลัดดา ศุขปรีดี. 2533. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 222 น.

วรรณา เจียมทะวงษ์. 2532. ทักษะพื้นฐานของการผลิตสื่อ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโทคโนโลยีนวกรรมทางการศึกษา วิทยาครูพระนคร. 150 น.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2529. สไลด์ประกอบเสียง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 154 น.

วาสนา ชาวหา. 2522. เทคโนโลยีทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ชลบุรี. 200 น.

_____. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 206 น.

วิทยา แพร่วิจิตร. 2525. เทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์. 102 น.

วิรุฬห์ ลีลาพฤทธิ์. 2521. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 240 น.

ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม สถาบันสิ่งแวดล้อม. "คู่มือควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย." Udate. ปีที่ 12 ฉบับที่ 133 (กรกฎาคม 2540). น 75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิวาพร ศิวเวชช. 2536. การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 267 น.

สมบูรณ์ สงวนญาติ. 2534. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารทางวิชาการ หน่วยนิเทศก์ กรมฝึกหัดครู. 257 น.

สันทัด ภิบาลสุขและพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2524. การใช้สื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พีระพัธนา. 210 น.

สุนันท์ สังข์อ่อน. 2526. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ 170 น.

สุนันท์ ปัทมาคม. 2528. การผลิตสไลด์ประกอบเสียง. ภาควิชาโสตทัศนศึกษา ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 120 น.

WEF manual of practice. "การกำจัดไนโตรเจนด้วยกระบวนการ Activated sludge แบบแอน็อกซิก." Thai Environmental Engineering Journal. Vol 11. No.12. (Feb : 1992). pp. 24-27.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้