



การออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์

A Design of Waste Water Treatment Pond in Animal Feed Plant



นางสาวปรารณา ทวีโชติ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

(สาขาวิชา)

(คณะ)

เรื่อง การออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์

A Design of Waste Water Treatment Pond in Animal Feed Plant

ผู้ทำ นางสาวปรารถนา ทวีโชติ

Ms. Pradthana Taweechot

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวินิช)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวินิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 11 เดือน เม.ย. พ.ศ. 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์
โดย : นางสาวปรารถนา ทวีโชติ
ชื่อปริญญาบัตร : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา :
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิวัตรนิช)

..... 11 / 4 / 66

การศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานผลิตอาหารสัตว์พบว่า น้ำที่ปล่อยให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะมีกลิ่นเหม็นและน้ำมีสีดำ เกิดผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งพาหนะนำเชื้อโรคโดยมีเพียงกระบวนการให้ตกตะกอนและใช้ปูนดักจับไขมัน การศึกษานี้เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดที่เป็นการปรับปรุงแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการผลิตก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้อย่างถูกวิธีโดยไม่ส่งผลกระทบต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อม

กระบวนการดำเนินงานเป็นการเก็บข้อมูลอัตราการปล่อยน้ำเสียและลักษณะน้ำเสียในแต่ละวัน โดยพิจารณาเงื่อนไขและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการสร้างบ่อบำบัดที่มีพื้นที่จำกัด

ผลการศึกษาพบว่า บ่อพักที่ออกแบบขนาด 10x8x3 เมตรสามารถรองรับน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิต ไหลลงสู่บ่อพัก ก่อนปล่อยออกจากโรงงาน เป็นบ่อบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการปรับน้ำเสียให้เป็นน้ำที่มีคุณภาพดีขึ้น สามารถปล่อยน้ำออกสู่สาธารณะและลดปัญหาการเกิดน้ำเน่าเสียได้

Abstract

Title : A Design of Waste Water Treatment Pond in Animal Feed Plant
 By : Ms. Pradthana Taweechot
 Degree : Master of Engineering
 Major Field : Engineering Management

Thesis Advisor:

(Asso. Dr. Vanchai Rijiravanich)

..... 11 / 4 / 257

From the animal feed plant environmental problems study, it is found that the waste water to the public under a grease trap and sedimentation pond is black and stink affecting environment and generate a source of disease carriers. The objective of this study is to investigate the relative data and conditions used to design a treatment pond that can fix the waste water problem with less contaminated impact to the community and environmental practices.

The operational process is to collect information on the daily waste water rate and characteristics together with the factors and conditions for the design of a limited space treatment pond.

As the result of the study, a treatment pond with the size of 10x8x3 meters can serve the treatment of waste water discharged from the production process into the pond before leaving the factory. It has been proved to be an effective waste water treatment pond that can release quality water to the public.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิจิรวิช อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยาม ทุก ๆ ท่าน ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำให้ ประโยชน์ให้ความรู้รวมไปถึงการติดตามคอยดูแลมาโดยตลอด

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติ พี่น้อง มิตรสหาย ผู้แต่งหนังสือหรือเอกสารทาง วิชาการ ที่ข้าพเจ้าได้ใช้เป็นเอกสารอ้างอิง และเพื่อนทุกคนที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือ และให้กำลังใจ มา โดยตลอด ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาต่าง ๆ จนช่วยให้สามารถ ทำการศึกษานี้จนสำเร็จลุล่วง ด้วยดี

ปรารณา ทวีโชติ
ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	6
1.3	ขอบเขตของการศึกษา	6
1.4	ขั้นตอนการศึกษา	6
1.5	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.6	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1	กระบวนการผลิตอาหารสัตว์	8
2.2	วิธีการที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย	12
2.3	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3.1	การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์	21
3.2	การศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย	22
3.3	การศึกษาเพื่อการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	23

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้าที่
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 การศึกษาเพื่อออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสีย	25
4.2 การกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย	33
4.3 ข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย	39
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	
5.1 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	50
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	50
บรรณานุกรม	51
ประวัติผู้วิจัย	52
ภาคผนวก	54
ร่างการคิดค่าปรับและค่าบริการบำบัดน้ำเสียของการนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร	55

สารบัญรูป

รูปที่		หน้าที่
1.1	รถบรรทุกนำรำข้าวเทลงเครื่องจักรสายพานดิ่งไปเก็บยังไซโล	2
1.2	วัตถุดิบข้าวโพดที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์	2
1.3	แสดงถังไซโลที่ใช้ในการจัดเก็บวัตถุดิบ	2
1.4	สกรูที่ใช้ในการบดวัตถุดิบให้ละเอียด	3
1.5	การทำงานของเครื่องจักร	3
1.6	สภาพบ่อดักไขมันในปัจจุบัน	4
1.7	สภาพบ่อดักไขมันในปัจจุบันซึ่งมีปัญหาเรื่องการสะสมของไขมันและมีกลิ่นเหม็น	5
1.8	สภาพจุดปล่อยน้ำออกนอกโรงงาน	5
2.1	กระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์	11
2.2	การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)	16
2.3	แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศ	17
3.1	ทางน้ำทิ้งสู่แหล่งระบายน้ำเสียในโรงงาน	22
4.1	กระบวนการที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	34
4.2	ท่อระบายน้ำในโรงงาน	35
4.3	ระบบเอกติเวกเต็คสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์	35
4.4	ผังการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	46
4.5	ผังการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสีย	47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
4.1	ข้อกำหนดคุณสมบัติและค่ามาตรฐานของคุณภาพที่ใช้ควบคุมน้ำทิ้ง	27
4.2	ค่าขีดความจำกัดของสารโลหะหนักในน้ำทิ้ง	28
4.3	ผลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน	29
4.4	ข้อมูลประกอบการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	40
4.5	อุปกรณ์ที่ต้องใช้	42



บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากในประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งเป็นแหล่งซึ่งมีการปล่อยน้ำเสียออกนอกสถานประกอบการโดยไม่มีการบำบัดน้ำเสียก่อน ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการออกกฎหมายหรือกฎกระทรวงทั้งกระทรวงสาธารณสุขและกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดให้สถานประกอบการมีความตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวและต้องปฏิบัติตามกฎหมายหรือกฎกระทรวงให้มีการดูแลบำบัดน้ำเสียไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเป็นที่รำคาญต่อชุมชนรอบสถานประกอบการ

โรงงานเป็นผู้สร้างน้ำเสียขึ้น จึงจำเป็นต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการทำให้น้ำเสียที่เกิดขึ้นกลายเป็นน้ำดีก่อนที่จะปล่อยออกสู่สาธารณะส่วนรวม เป็นพันธกิจที่ต้องดำเนินการตามหน้าที่ต่อสังคมโดยตรง การละเลยและเพิกเฉยต่อภารกิจที่สำคัญนี้ จะทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นการผิดที่ต้องได้รับโทษตามกฎหมาย

ปัจจุบันการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมก็มีหลากหลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมว่าจะเลือกใช้วิธีใดหรือระบบใดที่มีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพราะโรงงานบางแห่งอาจถูกจำกัดด้วยข้อจำกัดหลายอย่างในเวลาเดียวกัน ทั้งในด้านพื้นที่และงบประมาณและปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้ต้องถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อวางระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงงานแต่ละแห่ง

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานในกรณีศึกษาเป็นองค์กรที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับอาหารสัตว์มาอย่างยาวนาน โดยมีพนักงานประจำ ทั้งหมด 100 คน ประจำสาขา นครปฐม มีพื้นที่โรงงาน 10 ไร่ โดยเป็นพื้นที่อาคารเครื่องจักร 7 ไร่ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ส่งขายให้กับลูกค้าทั่วประเทศไทย โดยมีผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ประเภท ทั้งที่เป็น

1. ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์น้ำ
2. ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์บก

วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหารสัตว์ เช่น เม็ดข้าวโพด มันเส้น ปลาป่น รำข้าวสาลี รำข้าว โดยในแต่ละวันจะมีรถบรรทุก นำวัตถุดิบมาส่งที่โรงงาน โดยผ่านกระบวนการตามขั้นตอนของการผลิต ตั้งแต่การตรวจสอบคุณภาพ จากห้องแลป เป็นที่เรียบร้อยแล้ว รถบรรทุก ก็จะเข้าไปในโรงงาน บริเวณจุดรับวัตถุดิบ เช่น จุดรับรำข้าวสาลี และ จุดรับเม็ดข้าวโพด โดยมีเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่ใช้สายพานดึง วัตถุดิบไปเก็บยังถังไซโลขนาดใหญ่ รูปที่ 1.1 แสดงภาพรถบรรทุกนำรำข้าวเทลงเครื่องจักร มีสายพานดึงไปเก็บยังไซโล



รูปที่ 1.1 ภาพรถบรรทุกนำข้าวโพดลงเครื่องจักรสายพานคิ่งไปเก็บยังไซโล

รูปที่ 1.2 แสดงวัตถุดิบข้าวโพดที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์



รูปที่ 1.2 วัตถุดิบข้าวโพดที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์

รูปที่ 1.3 แสดงถังไซโลที่ใช้ในการจัดเก็บวัตถุดิบ



รูปที่ 1.3 ถังไซโลที่ใช้ในการจัดเก็บวัตถุดิบ

ในแต่ละครั้งที่มีการส่งมอบวัตถุดิบ บริเวณจุดรับวัตถุดิบหลังจากได้จัดเก็บวัตถุดิบเรียบร้อยแล้ว พนักงานจะทำการปิดกวาดและล้างทำความสะอาดบริเวณโดยรอบ รวมทั้งการล้างทำความสะอาด เครื่องอัดเม็ดที่ใช้ในระหว่างการผลิต ปัญหาเม็ดอาหารไม่ได้คุณภาพหรืออาหารติดเครื่องจักร จนออกมาเป็นเม็ดตามมาตรฐานที่กำหนดไม่ได้ รูปที่ 1.4 และ 1.5 แสดงการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 1.4 สกรูที่ใช้ในการบดวัตถุดิบให้ละเอียด



รูปที่ 1.5 การทำงานของเครื่องจักร

น้ำที่เกิดจากการชะล้างจะไหลไปตามท่อระบายน้ำที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยเศษอาหารที่เกิดจากกระบวนการผลิตจะไหลลงสู่บ่อดักไขมันที่สะสมเศษอาหาร คราบไขมันที่เกิดจากการชะล้างทำความสะอาดเครื่องจักรจะไหลไปรวมยังจุดดักไขมันก่อนปล่อยออกสู่คลองสาธารณะบริเวณด้านข้างโรงงาน รูปที่ 1.6 แสดงสภาพบ่อดักไขมันในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ามีสภาพปัญหาการสะสมของไขมันและมีกลิ่นเหม็น



รูปที่ 1.6 สภาพบ่อดักไขมันในปัจจุบัน

อัตราการผลิตในแต่ละวันสำหรับอาหารสัตว์ประมาณ 3-5 ตันต่อวันหรือ 150 ตันต่อเดือน ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการผลิตวันละประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำประปาที่จำหน่ายโดยการประปาภูมิภาค 15 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้ำประปาที่ใช้ 450 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จะมีการปล่อยน้ำเสียจากขั้นตอนกระบวนการผลิตและการล้างทำความสะอาดภายในโรงงาน ซึ่งเกิดจากการสะสมของไขมันและเศษวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก น้ำเสียอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการทำความสะอาดเครื่องจักร จะเป็นน้ำเสียที่มีปริมาณจำนวนมากซึ่งหากไม่มีการจัดการด้านกระบวนการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้องและปล่อยน้ำออกไปนอกโรงงานจะเป็นสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีการร้องเรียน โรงงานจะต้องได้รับผลกระทบอย่างใดอย่างหนึ่งทางกฎหมายหรือทางธุรกิจ เป็นปัญหาสำคัญที่โรงงานต้องดูแลแก้ไขให้ถูกต้อง

รูปแบบปัญหาการจัดการด้านกระบวนการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้องประกอบด้วย

1. ไม่มีการบำบัดเลย
2. มีการบำบัดด้วยกระบวนการที่ไม่เหมาะสม หรือ
3. มีการบำบัดเหมาะสมแต่ไม่เพียงพอต่อการรองรับอัตราการเกิดน้ำเสีย

ในปัจจุบัน บริษัทมีบ่อดักไขมันขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อสภาพการสะสมของไขมันและมูกลิ้นเหม็นจากการสะสมของไขมันและเศษวัตถุดิบจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกับโรงงานก่อนปล่อยออกไปสู่แหล่งน้ำภายนอก

รูปที่ 1.7 แสดงสภาพบ่อดักไขมันในปัจจุบันซึ่งมีปัญหาเรื่องการสะสมของไขมันและมูกลิ้นเหม็น ส่วนรูปที่ 1.8 แสดงสภาพจุดปล่อยน้ำออกนอกโรงงาน



รูปที่ 1.7 สภาพบ่อดักไขมันในปัจจุบัน



รูปที่ 1.8 สภาพจุดปล่อยน้ำออกนอกโรงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษามีดังนี้

1. เพื่อศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์
2. เพื่อศึกษารูปแบบความเหมาะสมของบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถใช้งานได้จริงในพื้นที่ที่จำกัด
3. เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการพิจารณาการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษานี้จะครอบคลุมเฉพาะรูปแบบการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อสามารถนำข้อมูลไปประกอบในการตัดสินใจของผู้บริหารในการเลือกรูปแบบการก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียได้อย่างเหมาะสมในโรงงาน ใช้เป็นกรณีศึกษา

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

1. สำนวทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน
3. ศึกษาสภาพการใช้งานของระบบบำบัดน้ำในปัจจุบัน
4. กำหนดรูปแบบความเหมาะสมของขนาดบ่อบำบัดน้ำเสีย
5. กำหนดข้อพิจารณาสำหรับการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสีย
6. สรุปผลการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

1. ทำให้สามารถวิเคราะห์และรับรู้สาเหตุของปัญหา รวมไปถึงการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ปฏิบัติถูกต้องตามกฎหมายกำหนด
3. ได้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา

1.6 คำนิยามศัพท์

คำนิยามศัพท์มีดังนี้

1. **น้ำเสีย** หมายถึงน้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป
2. **การบำบัดน้ำเสีย** หมายถึง การกำจัดหรือทำลายสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียให้หมดไป หรือเหลือ น้อยที่สุดให้ได้มาตรฐานที่กำหนดและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม น้ำเสียจากแหล่ง ต่างกันจะมีคุณสมบัติไม่เหมือนกันดังนั้นกระบวนการบำบัดน้ำจึงมีหลายวิธีที่แตกต่างกัน
3. **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator)
4. **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัย ธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตาม ลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อ แอนแอโรบิก (Anaerobic Pond) บ่อแฟคัลเตทีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond)

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ครอบคลุมการศึกษา
ด้านทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตอาหารสัตว์
2. วิธีการที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย ในวิธีต่างๆ

2.1 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์

กระบวนการในการผลิตอาหารสัตว์ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. รับวัตถุดิบ
2. ทำวัตถุดิบให้สุก
3. ร้อนวัตถุดิบผ่านตระแกรง
4. บดวัตถุดิบให้ละเอียด
5. ลดอุณหภูมิวัตถุดิบที่ผ่านการบดจนละเอียด
6. บรรจุวัตถุดิบเพื่อส่งมอบให้แก่ลูกค้าหรือส่งไปยังกระบวนการผสมวัตถุดิบอื่น
7. ผสมวัตถุดิบต่าง ๆ ตามสูตรสูตรเฉพาะของโรงงาน
8. อัดเม็ดวัตถุดิบที่ผ่านการผสม
9. ปรับสภาพและอบแห้งอาหารสัตว์ที่ผ่านการอัดเม็ด
10. ทำวัตถุดิบที่ผ่านการอบแห้งแล้วให้เย็นลง
11. คัดขนาดอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ
12. บรรจุและการส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์จากไซโล

การรับวัตถุดิบ ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์จะมีการใช้วัตถุดิบ ทั้งที่แปรรูปแล้วหรือยังไม่ได้แปรรูป การรับและจัดเก็บวัตถุดิบเป็นสิ่งสำคัญ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ดิบสด ไม่ผ่านการแปรรูป เช่น ปลาป่น เปลือกกุ้ง สามารถเก็บได้ไม่นาน หากเก็บไว้นานจะเกิดการย่อยสลายและเกิดเชื้อรา แบคทีเรีย มีผลกระทบเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ยังต้องมีรถขนส่งวัตถุดิบเป็นส่วนให้เกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง

การทำวัตถุดิบให้สุกโดยความร้อนจากหม้อไอน้ำ หรือหม้อน้ำมันร้อน เพื่อให้ง่ายต่อการบดให้ละเอียด หากใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือระยะเวลาเกินไปจะทำให้เกิดกลิ่นไหม้และเหม็น รวมทั้งมีการส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดมลพิษอากาศจากเขม่าควันของการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากหม้อไอน้ำหรือน้ำมันร้อน โรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่มีระบบบำบัดกลิ่น ส่วนมากนิยมใช้ระบบแบบเปียก (wet scrubber) ซึ่งจะสามารถบำบัดกลิ่นได้เพียงบางส่วนเท่านั้นและยังก่อให้เกิดน้ำเสียจากน้ำที่ใช้บำบัดกลิ่นอีกด้วย

การร่อนวัตถุดิบผ่านตะแกรง เป็นการแยกวัตถุดิบและสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่รวมถึงส่วนที่ไม่สามารถบดได้ออก เช่น กระดูกปลาชิ้นใหญ่ เป็นต้น การทำให้กระบวนการบดมีประสิทธิภาพมากขึ้นจะส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองจากการฟุ้งกระจายของวัตถุดิบระหว่างการร่อนและกากของเสียที่ค้างอยู่บนตะแกรง

การบดวัตถุดิบให้ละเอียดจะช่วยให้ง่ายต่อการผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น โดยการลำเลียงวัตถุดิบด้วยสายพานลำเลียงหรือสกรูลำเลียง ระบบการลำเลียงควรเป็นระบบปิดเพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบ และลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในสถานที่ทำงาน

การลดอุณหภูมิวัตถุดิบที่ผ่านการบดจนละเอียดให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง และโดยไม่ให้สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ด้วยการใช้น้ำสะอาดในการหล่อเย็น ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำที่ใช้เพื่อป้องกันความสกปรกอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

การบรรจุวัตถุดิบเพื่อส่งมอบให้แก่ลูกค้า หรือส่งไปยังกระบวนการผสมวัตถุดิบอื่นต่อไป จะใช้ไซโลในการบรรจุ ซึ่งก่อให้เกิดการฟุ้งกระจาย เป็นสาเหตุของปัญหาการสูญเสียวัตถุดิบ และปัญหาฝุ่นละอองในสถานที่ทำงาน

การผสมวัตถุดิบต่าง ๆ ตามสูตรสูตรเฉพาะของโรงงาน เป็นการเทวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ลงในเครื่องผสมวัตถุดิบ กระบวนการนี้จะก่อให้เกิดฝุ่นละอองของวัตถุดิบที่ฟุ้งกระจายและเกิดการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้อุปกรณ์ในการขนถ่ายวัตถุดิบ

การอัดเม็ดวัตถุดิบที่ผ่านการผสม เป็นการดำเนินการเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพคงที่โดยอาศัยความร้อนจากไอน้ำร้อนทำให้วัตถุดิบจับตัวและอัดผ่านช่องเล็กๆ โดยเม็ดอาหารสัตว์ที่อัดออกมาจะมีลักษณะที่แน่นและมีอุณหภูมิสูง ทั้งนี้อาจมีอาหารสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานเกิดขึ้น ซึ่งของเสียเหล่านี้จะสามารถนำไปผสมเป็นวัตถุดิบรองในการผลิตครั้งต่อไป ในกระบวนการอัดเม็ดนี้ยังก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นที่จำเป็นต้องทำการบำบัดด้วย

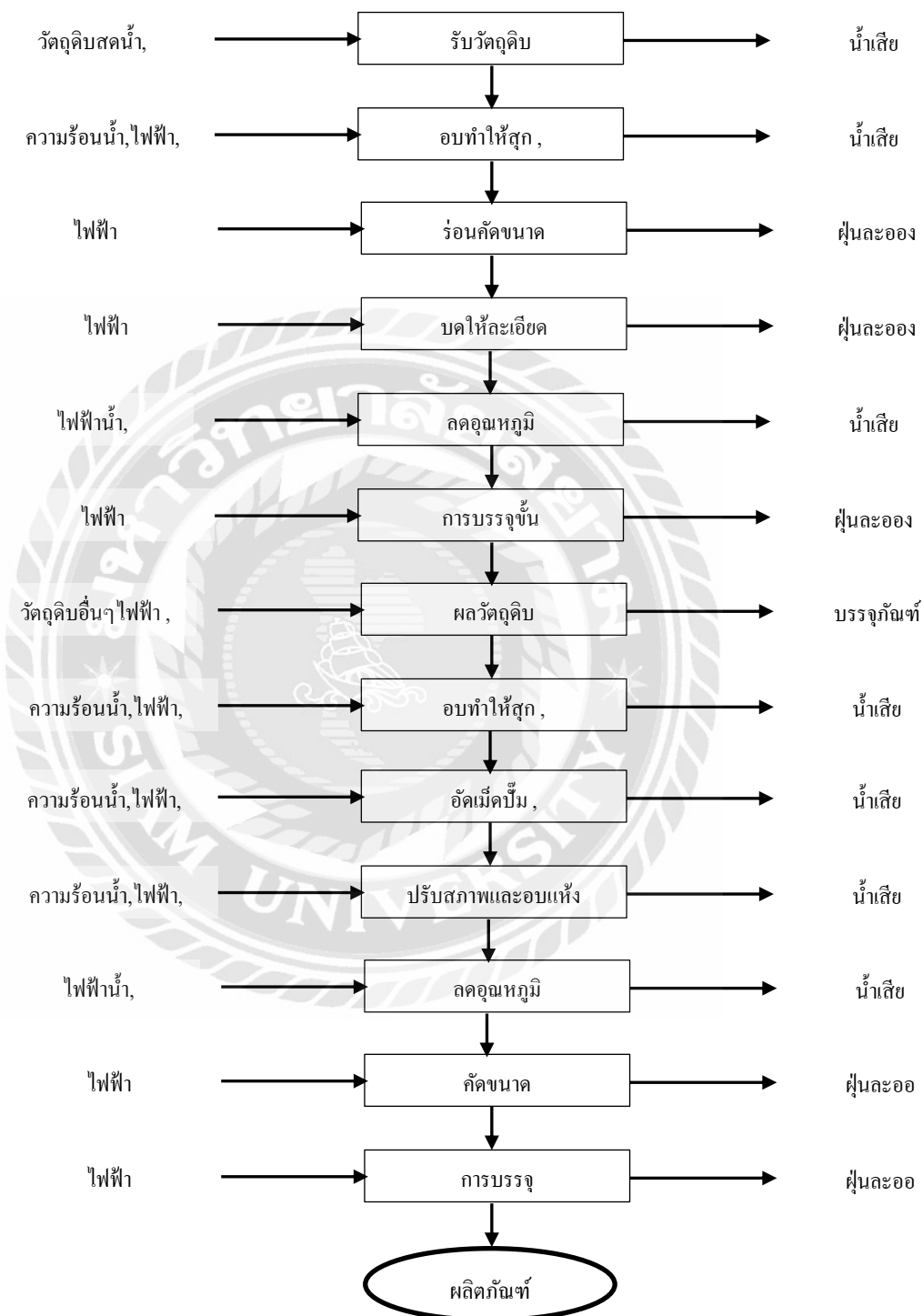
การปรับสภาพและอบแห้งอาหารสัตว์ที่ผ่านการอัดเม็ดจะทำให้ส่วนผสมในอาหารสัตว์ สุกและเหมาะสมกับความต้องการของสัตว์นั้น ๆ จากนั้นจึงลดความชื้นในอาหารสัตว์ ให้มีค่าประมาณร้อยละ 8 – 15 ขั้นตอนนี้จะเกิดกลิ่นเหม็นได้เช่นกัน

การทำวัตถุดิบที่ผ่านการอบแห้งแล้วให้เย็นลง เป็นการดำเนินการเพื่อให้เกิดความสะดวกในการบรรจุโดยอาศัยน้ำเป็นตัวระเหยความร้อนให้อยู่ในอุณหภูมิบรรยากาศ ซึ่งต้องใช้น้ำ สะอาดปริมาณมากในการระบายความร้อนและหมุนเวียนในระบบ แต่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อป้องกันความสกปรก อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

การคัดขนาดอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ โดยการร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ การร่อนคัดขนาดที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองของอาหารสัตว์ เป็นการสูญเสียวัตถุดิบ อาหารสัตว์ที่ไม่ผ่านตะแกรงก็สามารถนำไปบดอีกรอบ และผสมเป็นวัตถุดิบในการผลิตครั้งต่อไป

การบรรจุและการส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์จากไซโลจะก่อให้เกิดการสูญเสียจากการฟุ้งกระจายของอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังต้องนำอาหารสัตว์นั้นไปตรวจสอบคุณภาพในเรื่องสีกลิ่นและธาตุอาหารต่างๆ การจัดเก็บผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ต้องควบคุมความชื้นเพื่อป้องกันการเหม็นหืนของอาหารสัตว์ที่มีส่วนประกอบของไขมันมากและเพื่อป้องกันเชื้อโรคต่าง ๆ ในอาหารสัตว์ก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า (กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม , 2548)

รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์



รูปที่ 2.1 กระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์

ที่มา: www.pcd.go.th/count/waterdl.cfm?FileName=food_animal.pdf

2.2 วิธีการที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ดังนี้

1. การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment)
2. การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment)
3. การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment)

การบำบัดทางกายภาพ เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ ทราย กรวด เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

การบำบัดทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

การบำบัดทางชีวภาพ เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลอง วนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) ระบบ

บ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Up flow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

การบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และ
2. การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)
3. การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment)

การบำบัดเบื้องต้น เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังคัดกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขมัน (Skimming Devices) การบำบัด น้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 - 40

การบำบัดขั้นที่สอง เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายในน้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไป ใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

การบำบัดขั้นสูง เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหามลพิษร้ายแรง

ของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และกลิ่นปัญหาอื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองสามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

- การกำจัดฟอสฟอรัส
- การกำจัดไนโตรเจน

กระบวนการบำบัดขั้นสูงมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพโดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็นไนเตรต ที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification)" และ
2. ขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification)"

การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในการกำจัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน และกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphorous Luxury Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อด้วยกระบวนการใช้ออกซิเจนด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี

การกรอง (Filtration) ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ อันได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

การดูดซับ (Adsorption) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดซับบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน

การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้นเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษ และเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดจ์ประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่

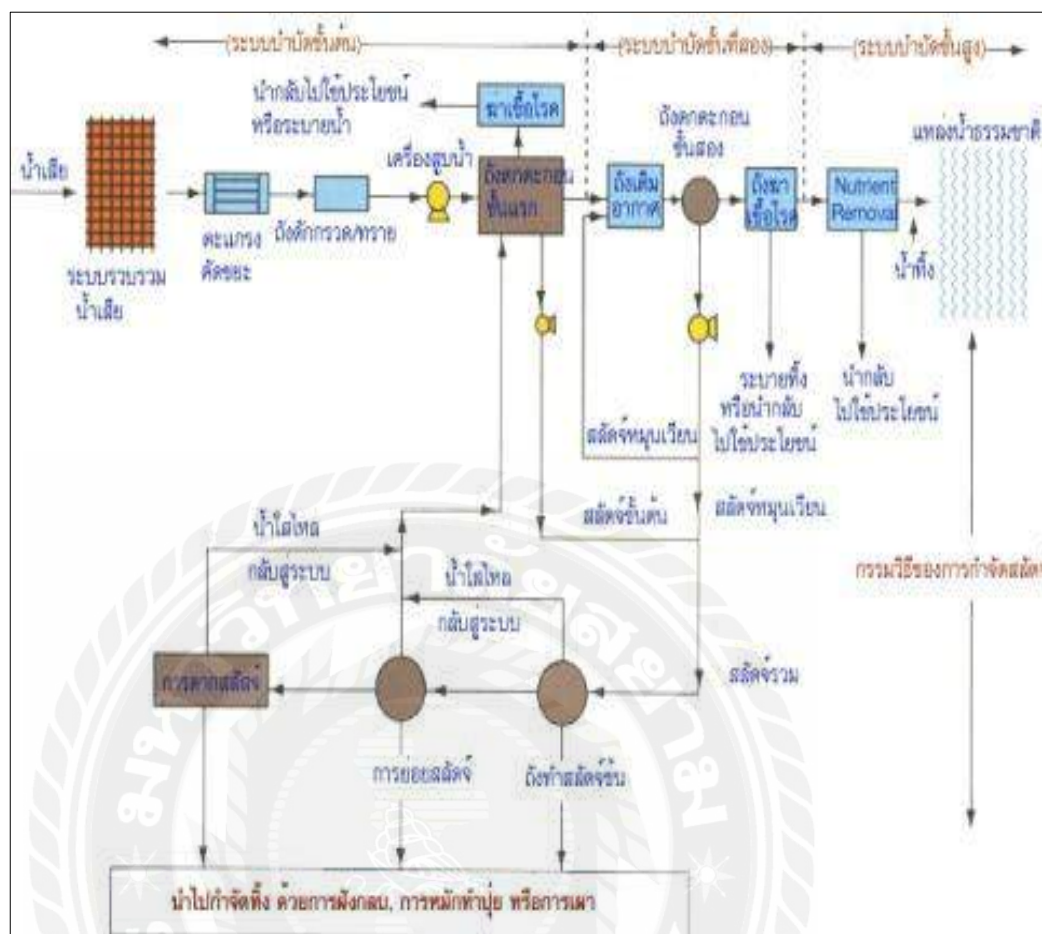
1. การทำข้น (Thickener) โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Floatation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัด โดยวิธีการอื่นต่อไป
2. การทำให้สลัดจ์คงตัว (Stabilization) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศ หรือใช้กระบวนการไร้อากาศ เพื่อทำหน้าที่ในการลดสารอินทรีย์ในสลัดจ์ ทำให้สลัดจ์คงตัว สามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เน่าเหม็น
3. การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) เพื่อทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น
4. การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกบ การเผา หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) รวมถึงการลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)

การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Disposal) เป็นการดำเนินการหลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และมีปริมาณลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้ว ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

การฝังกลบ (Landfill) เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับอีก ชั้นหนึ่ง

การหมักทำปุ๋ย (Composting) เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่าง ๆ

การเผา (Incineration) เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ตั้งแต่ร้อยละ 40 ของของแข็งขึ้นไป) มาเผา เพราะเนื่องจากไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้ภายในบริเวณที่ต้องการทำความเย็นมีการดูดซับความร้อนและมาคายออกภายนอกห้อง และถ้ามีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ด้านที่เป็นด้านเย็นจะกลับเป็นร้อนและด้านที่เป็นด้านร้อนจะกลับเป็นเย็น อย่างไรก็ตาม ผลความร้อนที่ได้รับน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบทำความเย็นแบบอื่น รูปที่ 2.2 แสดงการบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)



รูปที่ 2.2 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ที่มา http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html

● ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

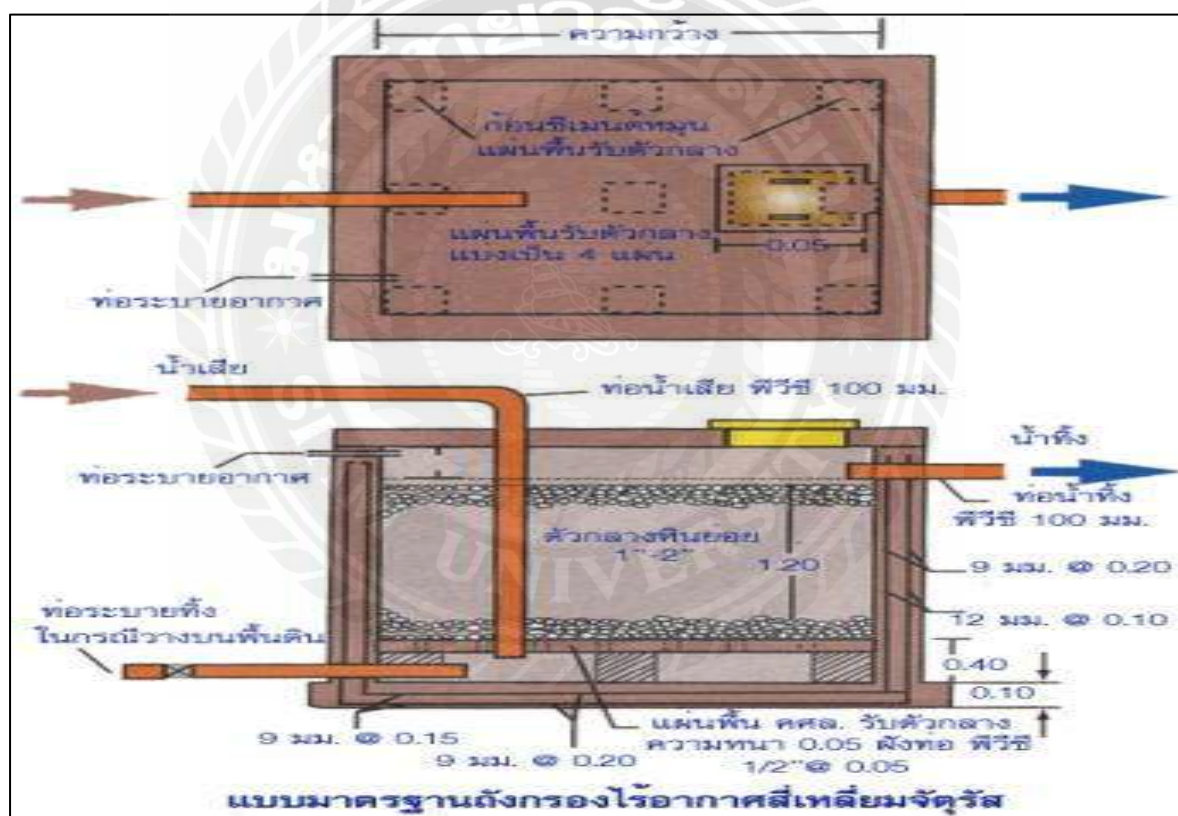
บ่อกรองไร้อากาศ เป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น

น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลงจากการที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลาง

ภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน

ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตในที่ หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบันอย่างไรก็ตาม หากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้แล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้อีกด้วย

รูปที่ 2.3 แสดงแบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศ



รูปที่ 2.3 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศ

ที่มา http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

สุธิพงษ์ และ วิษณุ (2548) การศึกษาทดสอบความสามารถของระบบในการลดค่า บีโอดี, ฟอสเฟต และ ไนเตรท ของน้ำเสียจากอาคารขั้วมอ ซึ่งเป็นอาคารเรือนรับรองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้สวนบำบัดน้ำเสียไหลตามแนวดิ่ง ซึ่งใช้กกอียิปต์ (Egyptian papyrus) เป็นพืชที่ปลูกในระบบ แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ 4 ครั้ง โดยมีระยะเวลาศึกษาหลังจากเริ่มต้นระบบเป็นเวลา 34 วัน ผลการศึกษาพบว่าสวนบำบัดน้ำเสียแบบไหลตามแนวดิ่ง มีความสามารถในการลด บีโอดี, ฟอสเฟต, และไนเตรทได้ค่อนข้างดี โดยมีประสิทธิภาพรวมในการกำจัดบีโอดี เฉลี่ยร้อยละ 92.6 ประสิทธิภาพรวมในการกำจัดฟอสเฟต เฉลี่ยร้อยละ 91.5 ประสิทธิภาพรวมในการกำจัดไนเตรท เฉลี่ยร้อยละ 9.4 มีค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ 7.4 และพืชที่ปลูกในระบบเจริญเติบโตได้ดี ระบบที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก มีความเป็นไปได้ในการไปประยุกต์ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน

ถิอพงษ์ แก้วศรีจันทร์ และคณะ (2545) การบำบัดน้ำเสียที่มีสารไฮโดรคาร์บอนด้วยปฏิกิริยา Fenton ร่วมด้วยการตกตะกอนของเกลือซัลเฟต เป็นการศึกษาการบำบัดน้ำเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน ร่วมกับกระบวนการตกตะกอนโดยวิเคราะห์การลดลงของค่า COD และสารเคมีตกค้างในน้ำและตะกอน สารประกอบอินทรีย์ที่ให้ศึกษา คือ ฟีนอล และ 2,4-ไดคลอโรฟีนอล พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบ ประสิทธิภาพของการบำบัด คือ COD , TOC pH และไอออนของซัลเฟต เหล็ก แคลเซียมและปริมาณของตะกอนที่ได้ โดยความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ที่ใช้คือ 1100 พีพีเอ็ม ผลการศึกษาพบว่า การใช้ปฏิกิริยาเฟนตันร่วมกับการตกตะกอนด้วยแคลเซียมออกไซด์สามารถบำบัด COD ในกรณีของฟีนอลได้ดีกว่ากรณีของ 2,4-ไดคลอโรฟีนอล ทั้งสองอัตราส่วนโดยอัตราส่วนแรกมีประมาณ 13% และ 30 % ตามลำดับ ส่วนอัตราที่ 2 มีประมาณ 7% และ 23% ตามลำดับ กรณีปริมาณไอออนของเหล็กตกค้างทั้งสองกรณีพบว่าฟีนอลมีปริมาณไอออนของแคลเซียมตกค้างในตะกอนมากกว่า 2,4-ไดคลอโรฟีนอลในทั้งสองอัตราส่วน โดยอัตราส่วนแรกมีประมาณ 62% และ 48% ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนที่ 2 มีประมาณ 51% และ 41% ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์ของตะกอนที่ได้เมื่อเทียบกับปริมาณของ CaO ที่เติม คือ 92.25% (Phenol 1100 ppm) 95.94% (Phenol 550 ppm) 64.04% (2,4 DCP 1100 ppm) และ 65.64% (2,4 DCP 550 ppm)

ประกายธรรม (2550) งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งชุมชนด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลได้ผิวดินแนวดิ่ง โดยใช้พืช 2 ชนิด คือ ต้นคล้าน้ำ และต้นกกร่ม ตัวแปรที่ศึกษา คือ ชนิดของพืช ค่าซีไอดีน้ำเสีย สังกะระห์ และระดับความลึกของชั้นตัวกลาง โดยควบคุมระยะเวลาเก็บที่ 5 วัน จากการทดลอง พบว่า น้ำเสียสังกะระห์ที่ความเข้มข้น 150 มก.ซีไอดี/ล. ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ของระบบที่ปลูกต้นคล้าน้ำ และต้นกกร่มมีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 87, 87-91 และ 82 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 300 และ 500 มก.ซีไอดี/ล. พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของระบบที่ปลูกต้นคล้าน้ำมากกว่าระบบที่ปลูกต้นกกร่ม เนื่องจากต้นคล้าน้ำมีรากยาว ทำให้ออกซิเจนสามารถแทรกผ่านไปในชั้นตัวกลางได้ดีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน อีกทั้งยังเป็นพืชที่มีดอก ซึ่งใช้ฟอสฟอรัสในการออกดอก การศึกษาผลของความลึกต่อประสิทธิภาพการบำบัด พบว่าการกำจัดสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่เกิดที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 ซม. ซึ่งเป็นระดับที่ไม่อึดตัวด้วยน้ำ โดยพบว่าระบบที่ปลูกต้นคล้าน้ำ และระบบที่ปลูกต้นกกร่ม มีค่าการกำจัดร้อยละ 86, 88 และ 83 ตามลำดับ ผลการบำบัดน้ำเสียชุมชนจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิพบว่า ระบบที่ปลูกต้นคล้าน้ำ และระบบที่ปลูกต้นกกร่ม สามารถบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอน และไนโตรเจนได้ใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 94 และ 99 ส่วนการกำจัดฟอสฟอรัสของระบบที่ปลูกต้นคล้าน้ำ บำบัดได้สูงกว่าระบบที่ปลูกต้นกกร่ม คือ ร้อยละ 90 และ 82 ตามลำดับ

สิรวัดก์ เรื่องช่วย ผู้ประกาย และ เสรีย์ ผู้ประกาย (2558) การบำบัดน้ำเสียจากการแปรรูปยางพาราด้วยระบบกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพารา ออกแบบและสร้างระบบกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ และศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพาราด้วยระบบกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าบ่อบำบัดน้ำเสีย และน้ำเสียในบ่อบำบัดน้ำเสียจากการแปรรูปยางพาราของเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ผลการศึกษาพบว่า น้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพาราก่อนเข้าบ่อบำบัดมีกลิ่นเหม็นของกรด มีสีขุ่น ค่า pH เท่ากับ 4.88 ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) เท่ากับ 66 มก./ล. ค่า BOD เท่ากับ 5,109 มก./ล. น้ำเสียจากบ่อบำบัด มีกลิ่นเหม็นของกรด และกลิ่นคล้ายยางเน่า มีสีเทาขุ่น ค่า pH เท่ากับ 5.28 ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) เท่ากับ 122 มก./ล. ค่า BOD เท่ากับ 7,090 มก./ล. ระบบกลั่นที่ออกแบบและสร้างเป็นระบบขนาดเล็ก สามารถ กลั่นได้ 8.75 -36 มล/วัน สามารถระเหยน้ำเสีย 300 มล. ได้หมดภายใน 7 วัน ประสิทธิภาพการกลั่นของเครื่องกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในช่วง 50.5 – 56.7% อุณหภูมิทั้ง 4 ตำแหน่งของระบบกลั่น พบว่าอุณหภูมิบริเวณได้น้ำมีค่าสูงสุด เฉลี่ย 44.43 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิบรรยากาศมีค่าต่ำสุด เฉลี่ย 33.38 องศา

เซลล์ สารละลายที่ได้จากเครื่องกลั่นมีกลิ่นฉุนน้อยกว่า และมีสีใสกว่าน้ำเสีย ค่า pH อยู่ในช่วง 4.22 -5.26 ค่า SS อยู่ในช่วง 51- 60 มก./ล และมีค่า BOD อยู่ในช่วง 1,940 – 2,195 มก./ล. ประสิทธิภาพในการกำจัด SS และ BOD อยู่ในช่วง 12.12 -69.87 % และ 57.37 – 72.57 % ตามลำดับ

สุวิทย์ วรรณประดิษฐ์ (2543) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบฟอกส์เบดแอเรชั่น สำหรับการบำบัดน้ำเสียชุมชน พบว่า น้ำผ่านการบำบัดแล้วมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถลดค่า BOD ในน้ำเสียให้มีค่าต่ำกว่า 20 mg/l ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จึงสามารถระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่แหล่งรองรับน้ำได้อย่างปลอดภัย



บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์สำหรับกรณีสถานีจะมีขั้นตอนการดำเนินครอบคลุมการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการกำหนดความเหมาะสมของขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่จะออกแบบตามการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์
2. ศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย
3. ศึกษาเพื่อการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

3.1 การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์

การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์จะมีกระบวนการดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
2. ศึกษาคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย
3. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน
4. ศึกษาสภาพปัญหาการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน

การศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงาน เป็นศึกษาปัญหาของน้ำเสียของโรงงานที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน เป็นการดำเนินการศึกษาที่ทำให้เห็นความจำเป็นในการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะทำการศึกษาข้อมูลรายละเอียดคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่ใช้ควบคุมตามกฎหมายสิ่งแวดล้อม

ในการศึกษาคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย จะนำข้อกำหนดคุณสมบัติและค่ามาตรฐานของคุณภาพที่ใช้ควบคุมน้ำทิ้งตามประกาศฉบับที่ 3 ลงวันที่ 3 มกราคม 2539

ของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มาพิจารณาใช้ตรวจสอบยืนยันสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนความจำเป็นในการก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงาน

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดขึ้นในระยะที่มีการผลิตและเกิดน้ำเสียที่จะทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะด้วยมาตรการตรวจสอบที่มีมาตรฐานเพื่อให้ค้นพบลักษณะน้ำเสียส่วนที่เกินกว่าข้อกำหนดของมาตรฐานคุณภาพที่ใช้ควบคุมน้ำทิ้ง

ในการศึกษาสภาพปัญหาการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน จะเป็นศึกษาลักษณะการดูแลด้านการบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน โดยความพยายามสร้างมาตรการในการดูแลด้วยการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสียก่อนและภายหลังการก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

3.2 การศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาข้อมูลรูปแบบบ่อบำบัดที่มีความเหมาะสมกับโรงงานเป็นการศึกษาโดยใช้หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบที่เหมาะสมกับโรงงานอาหารสัตว์ที่มีพื้นที่จำกัด ซึ่งน่าจะเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1. ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และ
2. ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

การศึกษจะพิจารณาทางเดินน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอน และส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่โดยน้ำทิ้งสามารถถูกระบายออกนอกโรงงานตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ทางน้ำทิ้งสู่แหล่งระบายน้ำเสียในโรงงาน

3.3 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

ในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียจะเป็นการศึกษาข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งประกอบด้วย

1. รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถรองรับน้ำเสียที่เกิดขึ้นวันละ 10 ลูกบาศก์เมตร
3. ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับค่าจ้างเหมาในการบำบัดน้ำเสีย

3.3.1 การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

ในการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบมีข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเงื่อนไขข้อจำกัดของพื้นที่ของโรงงานอาหารสัตว์ในกรณีศึกษาพอจะต้องเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เนื้อที่ไม่มากทำให้ต้องเลือกรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์โดยมีข้อมูลที่น่าสนใจในการออกแบบบ่อบำบัดดังนี้

ปริมาณน้ำเสีย = $10 \text{ m}^3/\text{d}$

อัตราการไหล = $125 \text{ m}^3/\text{d}$

BOD = 2 mg/l

TKN = 0.05 mg/l

COD = 500 mg/l

PH = 6-9

3.3.2 ขนาดบ่อที่ต้องการรับน้ำเสียจากโรงงาน

เพื่อให้มีขนาดบ่อที่สามารถรองรับน้ำเสียจากโรงงานจำนวน $10 \text{ m}^3/\text{d}$ ระยะเวลา 14 วัน จะต้องกำหนด ขนาดบ่อบำบัดไว้เป็นข้อมูลเพื่อการประเมินต้นทุนค่าก่อสร้างและค่าอุปกรณ์การบำบัดน้ำเสียดังนี้

$$\text{ขนาดบ่อพัก} = 10 \times 8 \times 3 \quad \text{m}$$

$$\text{ความลึกน้ำ} = 2 \quad \text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{ความจุที่ใช้งาน} &= 10 \times 8 \times 2 \quad \text{m} \\ &= 160 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

3.3.3 การศึกษาค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับค่าจ้างเหมาในการบำบัดน้ำเสีย

ในการเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาระยะเวลาคุ้มทุนของการก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียจะใช้ข้อมูล

1. ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดของผู้จ้างเหมาซึ่งจะเป็นผู้เสนอราคาการออกแบบ
2. ค่าใช้จ้างบำบัดน้ำเสียในกรณีไม่ได้ก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำจะใช้ข้อมูลตามร่างการคิดค่าบริการและค่าบริการบำบัดน้ำเสียของการนิคมอุตสาหกรรมสำหรับอัตราค่าบำบัดน้ำเสียตามลักษณะน้ำเสีย

การเปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์หาเวลาคุ้มทุนของการก่อสร้างบำบัดน้ำเสียตามหลักการเชิงค่าของเงินตามเวลาด้วย จะทำการพิจารณาเปรียบเทียบค่าเวลาคุ้มทุนของบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับอัตราดอกเบี้ยที่ 0,6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การศึกษาเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์สำหรับกรณีศึกษานี้จะครอบคลุมการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการกำหนดความเหมาะสมของขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่จะออกแบบตามการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์
2. กำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย
3. ข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.1 การศึกษาเพื่อออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ประกอบด้วย

1. ศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
2. ศึกษาคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย
3. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน
4. ศึกษาสภาพปัญหาการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน

4.1.1 การศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

การศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานผลิตอาหารสัตว์พบว่า ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์จะต้องมีการใช้น้ำเพื่อการผลิต การทำความสะอาดเครื่องจักร และการทำความสะอาดสถานที่ภายในโรงงาน น้ำเหล่านั้นจะต้องผ่านกระบวนการบำบัดก่อนที่จะถูกปล่อยให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เนื่องจากเป็นน้ำที่มีความเน่าเสียจากกากอาหารซึ่งมีลักษณะที่มึนกลื่นเหนียวและน้ำมีสีดำ เกิดผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งพาหนะนำเชื้อโรค จากการศึกษาสภาพการดำเนินการด้านการบำบัดน้ำเสียภายในโรงงานพบว่ามีเพียงกระบวนการให้น้ำไหลสู่การตกตะกอนและใช้บ่อดักจับไขมัน น้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะที่เกินพิกัดคุณภาพตามกฎหมายสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องมีการลงทุนสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียที่จะ

ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดน้ำเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ การศึกษาสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานผลิตอาหารสัตว์นี้พบลักษณะปัญหาการดำเนินด้านสิ่งแวดล้อม คือ เสมือนหนึ่งไม่มีการบำบัดเลย บางวันที่มีความพยายามในการบำบัดแต่ก็มีการบำบัดด้วยกระบวนการที่ไม่เหมาะสม หรือมีการบำบัดเหมาะสมในบางส่วนเช่นการป้องกันกลิ่นได้แต่ไม่เพียงพอต่อการรองรับอัตราการเกิดน้ำเสียได้เพียง ทำให้เกิดความจำเป็นในการศึกษาข้อมูลตามข้อเท็จจริงด้านคุณสมบัติใช้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำเสียที่ใช้ควบคุม โดยจะใช้ข้อมูลที่ได้ในการออกแบบระบบในการบำบัดน้ำเสียต่อไป

4.1.2 การศึกษาคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการศึกษาคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียตามประกาศฉบับที่ 3 (2539) ของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องการกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดตามประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539 ได้ข้อสรุปตามตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงข้อกำหนดคุณสมบัติและค่ามาตรฐานต่าง ๆ ของคุณภาพที่ใช้ควบคุมน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่จะระบายลงแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าทีดีเอส (TDS/Total Dissolved Solids) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ค่าบีโอดี สารพิษต่าง ๆ เป็นต้น และตารางที่ 4.2 แสดงสรุปค่าขีดความจำกัดของสารโลหะหนักในน้ำทิ้งที่ระบายลงแหล่งน้ำสาธารณะ

ในการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์สำหรับกรณีศึกษานี้จะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขคุณสมบัติของน้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำสาธารณะไม่ให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมตามข้อกำหนดนี้อย่างเคร่งครัดเพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายควบคุมสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งความเหมาะสมของขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีความคุ้มค่าในการก่อสร้างด้วย

ตารางที่ 4.1 ข้อกำหนดคุณสมบัติและค่ามาตรฐานของคุณภาพที่ใช้ควบคุมน้ำทิ้ง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	pH 5.5 – 9.0
ค่าทีดีเอส (TDS/Total Dissolved Solids)	· ไม่เกิน 3,000 mg/l หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 mg/l น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 mg/l หรือลงสู่ทะเลค่า TDS ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่า TDS ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อย หรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 mg/l
สารแขวนลอย (Suspended Solids)	· ไม่เกิน 50 mg/l หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150mg/l
อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40 °C
สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
ซัลไฟด์ (Sulfide)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
ไซยาไนด์ (Cyanide)	ไม่เกิน 0.2 mg/l
น้ำมันและไขมัน	· ไม่เกิน 5.0 mg/l หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 mg/l
ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด
ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C / Biochemical Oxygen Demand: BOD)	· ไม่เกิน 20 mg/l หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 60mg/l
ค่าทีเคเอ็น (TKN: Total Kjeldahl Nitrogen)	· ไม่เกิน 100 mg/l หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 200 mg/l
ค่าซีโอดี (COD: Chemical Oxygen Demand)	· ไม่เกิน 120 mg/l หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 mg/l

แหล่งที่มา: <http://www.waterindex.com/doc1-wastewater-from-industry1.htm>

ตารางที่ 4.2 ค่าขีดความจำกัดของสารโลหะหนักในน้ำทิ้ง

โลหะหนัก	
สังกะสี	ไม่เกิน 5.0 mg/l
โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 mg/l
โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 mg/l
ทองแดง	ไม่เกิน 2.0 mg/l
แคดเมียม	ไม่เกิน 0.03 mg/l
แบเรียม	ไม่เกิน 1.0 mg/l
ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.2 mg/l
นิกเกิล	ไม่เกิน 1.0 mg/l
แมงกานีส	ไม่เกิน 5.0 mg/l
อาร์เซนิก	ไม่เกิน 0.25 mg/l
เซลเลเนียม	ไม่เกิน 0.02 mg/l
ปรอท	ไม่เกิน 0.005 mg/l

แหล่งที่มา: <http://www.waterindex.com/doc1-wastewater-from-industry1.htm>

4.1.3 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน

จากการศึกษา ตรวจสอบ และวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน ตามเงื่อนไขตามข้อกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดตามประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม การควบคุมตามประกาศฉบับที่ 3 (2539) ของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พบข้อสรุปดังรายละเอียดตามตารางที่ 4.3 ซึ่งแสดงผลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานอาหารสัตว์ในกรณีศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมา ซึ่งพบว่ามีปัญหาไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดหลาย ๆ ประการ จำเป็นต้องศึกษาสภาพการใช้งานของระบบบำบัดน้ำในปัจจุบันเพื่อการออกแบบบ่อน้ำด้วยการกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียพร้อมทั้งการเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการก่อสร้างบ่อ

บำบัดน้ำเสียที่จะสามารถแก้ไขปัญหาระบบน้ำทิ้งที่ระบายสู่แหล่งน้ำสาธารณะให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎกระทรวงด้านการควบคุมสิ่งแวดล้อมต่อไป

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน

Test Items	Test Method	LOQ	Results	Units
1. pH (at 25 C)	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, 22 nd edition, 2012, part 4500-H+B	5.5	6.8	-
2. Odor	APHA, 22 nd edition, 2012, 2550	-	To Smell	-
3. Temperature	APHA, 22 nd edition, 2012, 2550 B	40	28	-
4. Color	APHA, 22 nd edition, 2012, 2120C		1,970.75	Pt.Co
5. Salinity	APHA, 22 nd edition, 2012, 2520 B	0.10	0.89	ppt
6.TotalDissolved Solids	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, edition, 2012, part 2540C, dried at 180±2oC	5000	847	mg/L
7. Total Suspended Solids	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, 22 nd edition 2012 part 2540D	50	127	mg/L
8. Free Chlorine	APHA, 22 nd edition, 2012, 4500-Cl B	1	<0.90	mg/L
9. Sulfide (S)	APHA, 22 nd edition, 2012, 4500-S2-F	1	14.59	mg/L
10. Phenol	APHA, 22 nd edition, 2012, 5530-C	0.001	0.001	mg/L
11. Cyanide	APHA, 22 nd edition, 2012, 4500-CN -C,E	0.02	0.001	mg/L
12. Formaldehyde (S)	ASTM D 6303-98	1	<0.01	mg/L

*LOQ=Limit of Quantity

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน (ต่อ)

Test Items	Test Method	LOQ	Results	Units
13.Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	APHA, 22 nd edition, 2012, 4500-NorgB	100	39.31	mg/L
14. BOD (S)	APHA, 22 nd edition, 2012, 5210 B	20	315	mg/L
15.COD (S)	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, 22 nd edition, 2012 part 5220D	120	398	mg/L
16. Oil & Grease(S)	APHA, 22 nd edition, 2012, 5520D	5	17.5	mg/L
17. Mercury (Hg)	APHA, 22 nd edition, 2012, 3500-Hg, 3112B	0.005	<0.001	mg/L
18.Selenium (Se)	APHA, 22 nd edition, 2012, 3500-Se B, 3114C	0.02	<0.001	mg/L
19.Arsenic (As)	APHA, 22 nd edition, 2012, 3500-Se B, 3114C	0.025	<0.001	mg/L
20.Barium (Ba)	APHA, 22 nd edition, 2012, 3030E, 3111D	1	<0.20	mg/L
21.Chromium (VI) (S)	APHA, 22 nd edition, 2012, 3500-Cr B	0.25	<0.01	mg/L
22.Chromium (III) (S)	APHA, 22 nd edition, 2012, 3030E, 3111B	0.25	<0.02	mg/L
23.Cadmium (Cd)	In-house method based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22 nd edition (2012) part 3030E and part 3111B	1	<0.02	mg/L

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน (ต่อ)

Test Items	Test Method	LOQ	Results	Units
24.Lead (Pb)	In-house method based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22 nd edition (2012) part 3030E and part 3111B	0.2	<0.10	mg/L
25.Nickel (Ni)	In-house method based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22 nd edition (2012) part 3030E and part 3111B	0.1	<0.04	mg/L
26.Copper (Cu)	In-house method based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22 nd edition (2012) part 3030E and part 3111B	2	0.04	mg/L
27.Zinc (Zn)	In-house method based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22 nd edition (2012) part 3030E and part 3111B	5	0.39	mg/L
28.Manganese (Mn)	In-house method based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22 nd edition (2012) part 3030E and part 3111B	5	0.58	mg/L
29.Pesticide organochlorine - alpha-BHC - beta-BHC	Gas Chromatographic (ECD) method (SM 2012:6630C)		Not detected	µg/L

จากการศึกษาคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย เปรียบเทียบกับผลของการศึกษาข้อมูลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานพบว่าส่วนที่เกินกว่าข้อกำหนดของมาตรฐานคุณภาพที่ใช้ควบคุมน้ำทิ้งประกอบด้วย

1. สีและกลิ่น
2. ความเป็นกรดและด่าง
3. สารตกค้าง
4. น้ำมันและไขมัน
5. ชัลไฟด์
6. BOD
7. COD

ผลการศึกษาวิเคราะห์ชี้บ่งว่าน้ำเสียของโรงงานแห่งนี้ต้องได้รับการบำบัดผ่านระบบการบำบัดก่อนปล่อยไปสู่แหล่งชุมชนรอบข้างโรงงานโดยการลงทุนสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.1.4 การศึกษาสภาพปัญหาการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน

จากการศึกษาสภาพปัญหาในด้านการใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันของโรงงานอาหารสัตว์ ในกรณีศึกษาพบว่า แม้ว่าโรงงานจะมีระบบกำจัดกลิ่นและระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อดูแลน้ำเสียไม่ให้ระบายออกลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายนอกโรงงานก็ตาม แต่สมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสียไม่เพียงพอต่อการดูแลน้ำเสีย น้ำเสียจากโรงงานอาหารสัตว์ มีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรอื่น ๆ คือมีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณสูง สิ่งกลิ่นเหม็น มีสภาพของน้ำเสียที่เกินกว่าขอบเขตมาตรฐานน้ำเสีย ซึ่งจำเป็นต้องใช้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ โดยสามารถเลือกใช้ระบบแบบไร้อากาศ (Anaerobic) ด้วยการทำให้ระบบปิดเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นระบายออกสู่ภายนอก หรืออาจเลือกใช้ระบบชีวภาพแบบที่ใช้ใช้อากาศ (Aerobic) เช่น ระบบ Activated Sludge ที่มีระบบรวบรวมและบำบัดกลิ่นประกอบ หรือจะใช้ทั้ง 2 แบบร่วมกัน

ผลการศึกษาจากการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานมีลักษณะเกิดพิภคของข้อกำหนดตามกฎหมายกระทรวงกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม น้ำเสียเหล่านี้ออกจากส่วนของกระบวนการผลิตโดยจากการล้างเครื่อง และกระบวนการผสมวัตถุดิบ เช่น ปลาป่น มันสำปะหลัง ด้วยน้ำและอัดเม็ดคอบแห้ง น้ำเสียถูกปล่อยไปตามท่อระบายน้ำรอบข้าง ๆ โรงงาน ในด้านกลิ่นจะมีไอน้ำที่มี

กลิ่นของวัตถุดิบ ได้แก่ เอมีน และ กรดไขมันออกมาในอากาศ การขนส่งวัตถุดิบ เช่น มันสำปะหลังอัดเม็ด ปลาป่น หากไม่มีการปิดมิดชิดก็มักมีกลิ่นรบกวนได้

สภาพปัญหาการบำบัดน้ำเสียของโรงงานในปัจจุบันมีลักษณะเป็นไปโดยค่อนข้างไปในด้านการขาดการดูแลแม้ว่าปัจจุบันมีความพยายามในการดูแลด้วยการป้องกันและแก้ไขดังต่อไปนี้

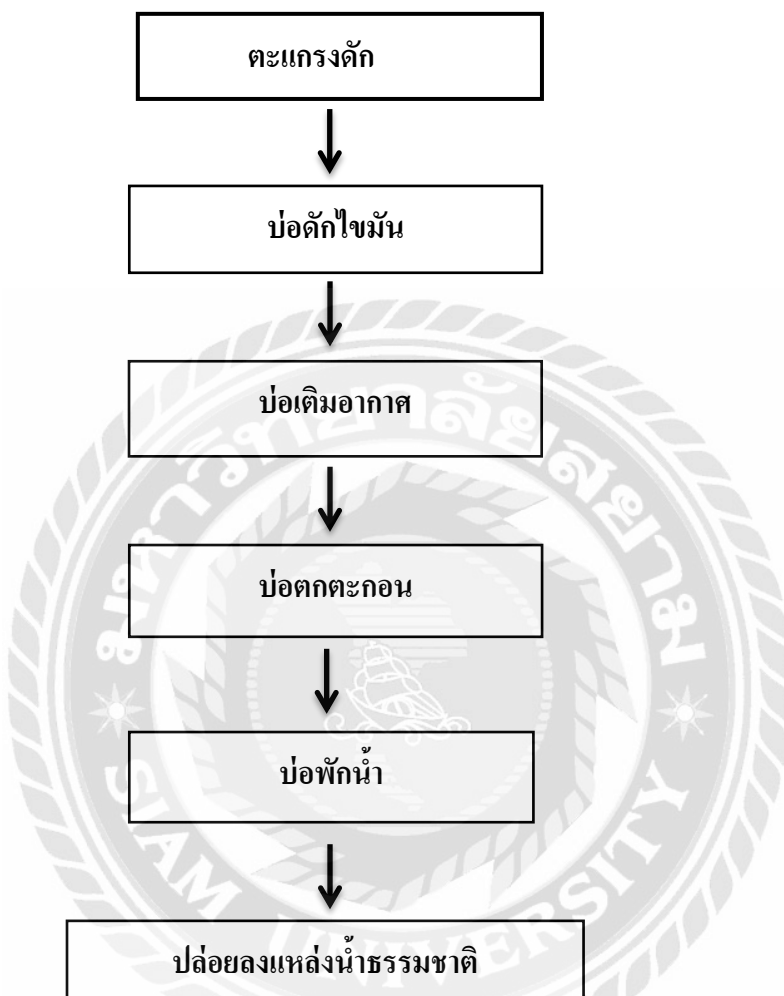
- ทำความสะอาดพื้นที่ทำงานอย่าให้มีเศษวัตถุดิบตกค้าง
- การปิดคลุมวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ จะสามารถลดกลิ่นที่เกิดขึ้นได้
- ควบคุมกลิ่นที่เกิดขึ้น โดยเลือกใช้วิธีบำบัดตามความเหมาะสม ได้แก่ การใช้สารกลบกลิ่น ระบบการเผาไหม้โดยตรง ระบบสกรับบิง ระบบดูดซับ และระบบชีวภาพ
- ใช้การดูแลระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่โดยเคร่งครัดขึ้น

4.2 การกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาข้อมูลรูปแบบบ่อบำบัดที่มีความเหมาะสมกับโรงงาน โดยใช้หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมกับพื้นที่จำกัด โดย ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่จำนวนมาก สภาพภายในของถังเติมอากาศ จะมีสภาพที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบแอโรบิก จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเมื่อมีการแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไปสำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกนอกโรงงาน รูปที่ 4.1 แสดงท่อระบายน้ำในโรงงาน

ในกระบวนการที่จะใช้ในการออกแบบ โดยระบบจะมีการรวบรวมแหล่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแยกออกจากท่อระบายน้ำฝน นำมาสู่การกระบวนการบำบัด โดยน้ำเสียจากเครื่องล้างอัดเม็ดอาหารสัตว์ จะถูกปล่อยน้ำไหลผ่านตะแกรงดักเศษอาหาร และเข้าสู่บ่อดักไขมัน ไหลเข้าสู่บ่อดำอากาศเพื่อทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ในบ่อดำอากาศ Aeration Tank ลด BOD โดยใช้วิธี กวน

เร็ว (Rapid Mixing) น้ำที่ผ่านการบำบัดจะไหลเข้าสู่บ่อตกตะกอนและไหลไปยังบ่อพักก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ตามขั้นตอนรูปที่ 4.1 ดังนี้



รูปที่ 4.1 กระบวนการที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 4.2 แสดงท่อระบายน้ำในโรงงาน และรูปที่ 4.3 ระบบเอกติเวกเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์



รูปที่ 4.2 ท่อระบายน้ำในโรงงาน



รูปที่ 4.3 ระบบแอคติเวตเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์

ลักษณะของระบบแอคติเวตเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ จะต้องมียังเดิมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบนี้สามารถรับภาระสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดีเนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในถังเดิมอากาศมีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง

กลไกในการทำงานของระบบแอคติเวตเต็ดสลัดจ์นี้ คือ อาศัยจุลินทรีย์ทั้งหลายที่มีอยู่ในถังเดิมอากาศของระบบเป็นตัวย่อยสลาย สิ่งสกปรกที่มีอยู่ในน้ำเสียให้หมดไปหรือจนมีความสะอาดพอที่จะระบายทิ้งได้โดยไม่ก่อให้เกิดกลิ่นคูลงน้ำเสียอีกสิ่งสกปรกในน้ำเสียที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ส่วนใหญ่

เป็นพวกสารอินทรีย์ทั้งในรูปที่ละลายน้ำได้และในรูปของคอลลอยด์ผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการย่อยได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ เชลจุลินทรีย์ตัวใหม่ และพลังงานดังนี้

น้ำเสีย (สารอินทรีย์) + จุลินทรีย์ + ออกซิเจน $\rightarrow$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + จุลินทรีย์ตัวใหม่ + พลังงาน

เชลจุลินทรีย์โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ 70-90 % และส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์อีก 10-30 % ดังนั้น จะเห็นได้ว่าสารอินทรีย์ซึ่งเป็นสิ่งสกปรกส่วนใหญ่ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นเชลของจุลินทรีย์นั่นเองเนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์มีน้ำหนักมากกว่าซึ่งสามารถแยกออกจากน้ำได้ง่ายด้วยถังตกตะกอน

ส่วนประกอบที่สำคัญ ของระบบแอกติเวตเตดสลัดจ์ในระบบบำบัดน้ำเสียจึงได้มีการออกแบบให้มี ส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ถังเติมอากาศ)Aeration Tank (
2. ถังตะกอน)Sedimentation Tank(
3. ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ)Sludge Recycle(

ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) ทำหน้าที่การย่อยสลาย สารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยการใส่แบคทีเรีย ชนิดใช้อากาศ (Aerobic Bacteria)การทำให้มีอากาศในบ่อนี้ใช้ Air Blower เป่าอากาศผ่าน Air Diffusers ซึ่งจะได้ ฟองอากาศที่ละเอียด (Fine Bubble) Aeration Tank ออกแบบเป็นระบบ Extended Aeration ซึ่งมีข้อดีคือ ประสิทธิภาพในการลด BOD ในน้ำเสียได้สูงกว่าร้อยละ 96 และตะกอนส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัดมีกลิ่นเหม็นน้อยลง หรือสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก โดยใช้ขนาดบ่อดังนี้

$$\text{ขนาดบ่อ} = 10(\text{ก}) \times 8(\text{ย}) \times 3(\text{ล}) \text{ m}$$

$$\text{ความลึกน้ำ} = 2 \text{ m}$$

$$\text{ความจุใช้งาน} = 10 \times 8 \times 2$$

$$= 160 \text{ m}^3$$

$$\text{ความต้องการ } O_2 \text{ (BOD)} = 1.5 \times \text{BOD Removal}$$

$$\approx 1.5 \times \text{BOD Loading}$$

$$= 1.5 \times 3000 \times 10$$

$$1000 \times 24$$

$$= 1.875 \text{ Kg O}_2/\text{hr}$$

ถังตะกอน (Sedimentation Tank) ทำหน้าที่รับน้ำเสียจาก Aeration Tank เพื่อแยกน้ำใสและตะกอนแบคทีเรียออกจากกัน น้ำใสส่วนหนึ่งที่ผ่านการบำบัดแล้ว จะไหลล้นไปยัง ท่อระบายน้ำ ออกนอกโรงงาน ถังแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่บำบัดแล้วซึ่งส่งมาจากถัง เติมอากาศโดยน้ำตะกอนจะถูกกักอยู่ในถังนี้ช่วงเวลาหนึ่ง น้ำส่วนใสจะไหลล้นไป ส่วนตะกอนที่อยู่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปยังถังเติมอากาศอีกครั้ง และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นตะกอนส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัด

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบ่อ $= 5 \text{ m}$

พื้นที่น้ำล้น $= \frac{\pi \times 5^2}{4}$
 $= 156 \text{ m}^2$

Check SOR (Surface Over Flow Rate)

SOR $= \frac{125}{24 \times 156}$
 $= 0.03 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$

ความลึกกรวม $= 4.6 \text{ m}$

ความลึกน้ำ $= 4.0 \text{ m}$

ความจุใช้งาน $= 4 \times 156$
 $= 624 \text{ m}^3$

อัตราสูบตะกอนย้อนกลับ $= 50 - 100\%$

คิดเป็นปริมาตรตะกอนการสูบกลับ $= 125 \text{ m}^3 / \text{day}$

อัตราการไหลของน้ำเข้าถัง $= 125 + 125$
 $= 250 \text{ m}^3 / \text{day}$ หรือ $10 \text{ m}^3 / \text{hr}$

Check เวลาเก็บกัก $= \frac{624}{10}$
 $= 62.4 \text{ hrs}$

ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ (Sludge Recycle) ทำหน้าที่สูบน้ำเป็นบ่อรับน้ำตะกอนแบคทีเรียที่จมตัวลงก้นถัง Sedimentation Tank น้ำตะกอนแบคทีเรียนี้ จะถูกดันส่งมายัง Aeration Tank แล้วกลับมายังถังเดิม

อากาศอีกครั้งทั้งนี้เพื่อควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ ในถังเดิมอากาศให้เหมาะสม และเพียงพอต่อการทำลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย

ตัวสำคัญ แปรสำหรับการควบคุมระบบแอคติเวเตดสลัดจ์ มีอยู่ 2 ตัวแปรดังนี้

1. อายุตะกอน (Sludge Age)
2. อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์

อายุตะกอน หมายถึงระยะเวลาเฉลี่ยที่ตะกอนจุลินทรีย์หมุนเวียน อยู่ในถังเดิมอากาศการควบคุมกระทำได้โดยการนำตะกอนส่วนเกินออกจากระบบ ควบคุมให้มีค่าคงที่ได้ตามต้องการ โดยทั่วไปจะควบคุมให้มีระบบอายุตะกอน 5-15 วัน การรักษาค่าอายุตะกอนให้คงที่ที่เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะควบคุมการเดินระบบตะกอนเร่งให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับ ระบบ

อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M ratio หมายถึง อัตราส่วนของน้ำหนักสารอินทรีย์ ในน้ำเสียที่เข้าระบบ (กิโลกรัมต่อวัน) ต่อน้ำหนักตะกอน จุลินทรีย์ในระบบ (กิโลกรัม) โดยทั่วไปจะควบคุมให้ระบบมีค่า F/M ratio ระหว่าง 0.1-0.4 ต่อวันคุณสมบัติของน้ำเสีย มักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทั้งในแง่อัตราการไหลและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบทำให้การควบคุมระบบ โดยใช้ F/M ratio กระทำได้ยากและมีความไม่แน่นอน ในทางปฏิบัติจึงนิยมควบคุมระบบโดยอายุตะกอนมากกว่า

ปัญหาสำคัญที่พบบ่อยที่สุดในการควบคุมระบบแอคติเวเตดสลัดจ์มี 2 ปัญหา คือ ปัญหาการลอยตัวของตะกอนในถังตะกอน (Rising Sludge) และปัญหาตะกอนเบวมตัวลำบาก (Bulking Sludge)

1. การลอยตัวของตะกอนในถังตกตะกอน
2. ตะกอนเบวมตัวลำบาก

สาเหตุการลอยตัวของตะกอนในถังตกตะกอนเนื่องมาจาก ตะกอนตกอยู่ในก้นถังตกตะกอนนานเกินไปจนทำให้เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเปลี่ยนสารประกอบ ไนโตรเจนและไนเตรตเป็นก๊าซไนโตรเจน ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกกักอยู่ในตะกอนถ้ามีมากจะพาตะกอนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ

ในส่วนตะกอนเบวมตัวลำบาก ระบบแอคติเวเตดสลัดจ์ที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงตะกอนจุลินทรีย์ในถังเดิมอากาศจะมีสีน้ำตาลแก่จับกัน เป็นก้อนใหญ่และจมตัวได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีที่เกิดตะกอนเบวมขึ้นจะเป็นตะกอนละเอียดจมตัวได้ช้าและไม่อัดตัวแน่นสาเหตุ มีสองประการคือ อาจเกิดจากเชื้อราที่เป็นเส้นใย หรืออาจเกิดจากมีน้ำอยู่ในตะกอนระหว่างเซลล์ของจุลินทรีย์มากทำให้ตะกอน มีความหนาแน่นเกือบเท่ากับน้ำจึงจมตัวได้ลำบาก

4.3 ข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและกระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรและการผลิต เมื่อเข้าสู่กระบวนการบำบัดจะเกิดการตกตะกอนมีลักษณะสีน้ำตาลไปจนถึงดำ มีกลิ่นเหม็น และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น มีปริมาณ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้ำที่ระบายออกนอกโรงงานที่พบว่ามีปัญหาเนื่องจากกระบวนการบำบัดยังไม่ถูกต้อง โรงงานจำเป็นต้องตัดสินใจเพื่อลงทุนในการก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียที่จะสามารถรองรับกับปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้น

ข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียจะประกอบด้วย

1. รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถรองรับน้ำเสียที่เกิดขึ้นวันละ 10 ลูกบาศก์เมตร
3. ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับค่าจ้างเหมาในการบำบัดน้ำเสีย

4.3.1 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ในด้านรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ตามเงื่อนไขความจำกัดของพื้นที่ในบริเวณโรงงานผลิตอาหารสัตว์ในกรณีศึกษา บ่อบำบัดน้ำเสียที่จะสร้างจะต้องมีความขนาดเนื้อที่ไม่มากนัก จึงพิจารณารูปแบบลักษณะของระบบแอททิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ ที่ต้องมีถังเติมอากาศซึ่งสามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถังจะเป็นข้อพิจารณาในการตัดสินใจที่สำคัญประการแรก

4.3.2 ขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถรองรับน้ำเสียได้

โดยมีเงื่อนไขอัตราการเกิดน้ำเสีย 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ข้อพิจารณาขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถรองรับน้ำเสียได้จะต้องออกแบบให้รองรับการเก็บน้ำเสียได้น้อย 2 ตัปดาห์ จึงพิจารณาโดยการออกแบบขนาดบ่อพักน้ำไว้ที่ขนาด $10 \times 8 \times 3 \text{ m}^3$ ซึ่งจะพักน้ำสูงระดับ 2 เมตร จะได้บ่อบำบัดที่สามารถรองรับน้ำเสียได้ปริมาณ 160 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความสามารถในการรองรับน้ำเสียตามปริมาณน้ำเสียที่สามารถรับได้สูงสุดต่อวัน ส่งผลให้การบำบัดน้ำเสียตามขั้นตอนการออกแบบนั้นมีประสิทธิภาพในการลดปัญหาน้ำเน่าเสียก่อนปล่อยออกนอกโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.3 ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับค่าจ้างเหมาในการบำบัดน้ำเสีย

ข้อพิจารณาด้านค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับค่าจ้างเหมาในการบำบัดน้ำเสีย จะเป็นการพิจารณาเพื่อตัดสินใจลงทุนในส่วนของการระบบบำบัดน้ำเสียตามการออกแบบบ่อบำบัดด้วยระบบแอททิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์มีข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบค่าก่อสร้างดังนี้

1. ค่าก่อสร้างบ่อบำบัดของผู้จ้างเหมาซึ่งจะเป็นผู้เสนอราคาการออกแบบ ตามข้อมูลประกอบการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและอุปกรณ์ที่ต้องใช้แสดงตามตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งมีการเสนอราคาค่าสร้างไว้ 2,130,370 บาท
2. ค่าใช้จ้างบำบัดน้ำเสียในกรณีไม่ได้ก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำจะใช้อัตราตามร่างการคิดค่าปรับและบริการบำบัดน้ำเสียของการนิคมอุตสาหกรรมสำหรับอัตราค่าบำบัดน้ำเสียตามลักษณะน้ำเสียที่ประมาณ 60 บาทต่อลูกบาศก์เมตรตามเกณฑ์มาตรฐานได้ถึง

- BOD = 665 มก.ล/.
- COD มีค่า 2,634 มก.ล/.
- SS มีค่า 2,010 มก.ล/.
- Grease & Oil มีค่า 1,108 มก.ล/.

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลประกอบการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตอาหารสัตว์-นครปฐม

ปริมาณน้ำเสีย 10 ลบ.ม./วัน

ประเภทน้ำเสีย= โรงงานอาหารสัตว์

แหล่งน้ำเสีย

-น้ำทิ้งล้างเครื่องจักรอาหารสัตว์ 5 ลบ.ม./ วัน

-น้ำล้างห้องน้ำ 4 ลบ.ม./ วัน

-น้ำทิ้งอื่นๆ 1 ลบ.ม./ วัน

รวมปริมาณน้ำเสีย 10 ลบ.ม./ วัน

คุณลักษณะน้ำเสียที่รับได้

BOD = 3,000 mg/l

COD= 5,000 mg/l

SS= 500 mg/l

O&G = 50 mg/l

pH = 6-9 mg/l

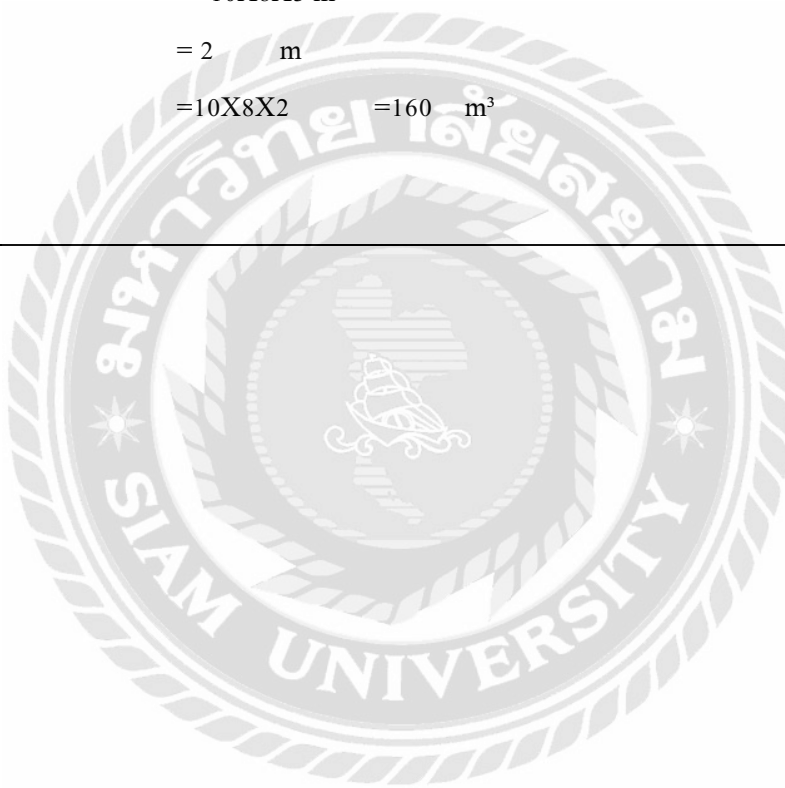
ขนาดการบำบัด

1. ระบบสูบน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมายังระบบบำบัดน้ำเสียรวม
2. ระบบดัก แยก เศษวัสดุด้วยตะแกรงแบบ Static Screen
3. ระบบเกราะกรองไรัอากาศ
4. ระบบเติมอากาศเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์แบบ Biocontact Aeration Process
5. ระบบแยกน้ำใสและตะกอนแบบ Sedimentation
6. ขนาดบ่อที่ต้องการรับ น้ำเสียจากโรงงาน

ขนาดบ่อพัก $= 10 \times 8 \times 3 \text{ m}$

ความลึกน้ำ $= 2 \text{ m}$

ความจุที่ใช้งาน $= 10 \times 8 \times 2 = 160 \text{ m}^3$



ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ	บาท
1	บ่อสูบน้ำเสีย 1 (บริเวณหน้าโรงบดผสมอาหารสัตว์) ชนิด Pump Sump ขนาดบ่อ Dia = 0.6 m H = 1.0 m	1	Set	30,000	30,000
2	เครื่องสูบน้ำเสีย (P1) ชนิด = Summersible Pump ผลิตภัณฑ์ = GSD / VP 50.75-50 Capacity = 2-3 Cu.m/hr TDH = 8 m มอเตอร์ = 0.75kw (1 Hp) / 380 v, 3P, 50Hz	1	set	20,000	20,000
3	ท่อน้ำเสีย จากบ่อสูบน้ำเสีย 1 ไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดท่อ = HDPE ขนาดท่อ = 2-3 INCH ระยะสูบส่ง = 150 เมตร	1	Lot	75,000	75,000
4	บ่อสูบน้ำเสีย 2 (บริเวณด้านหลังห้องน้ำ – สำนักงาน) ชนิด = Pump Sump วัสดุ = FRP ขนาดบ่อ = DIA = 0.6 m H = 1.0 m	1	set	30,000	30,000
5	เครื่องสูบน้ำเสีย(P2) ชนิด = Summersible Pump ผลิตภัณฑ์ = GSD / VP 50.75-50 Capacity = 2-3 Cu.m/hr TDH = 8 m มอเตอร์ = 0.75kw (1 Hp) / 380 v, 3P, 50Hz	1	set	20,000	20,000
6	ท่อส่งน้ำเสียจากบ่อสูบน้ำเสีย 2 ไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดท่อ = HDPE ขนาดท่อ = 2-3 INCH ระยะสูบส่ง = 180 เมตร	1	Lot	90,000	90,000

ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ	บาท
7	บ่อบำบัดรวมน้ำเสีย ชนิด = Collecting Sump วัสดุ = FRP ขนาดถัง = W = 1.12 m , L = 1.95m , H = 1.55 m	1	set	30,000	30,000
8	เครื่องสูบน้ำเสียดักขยะและป้อนระบบบำบัดน้ำเสีย(P3,P4) ชนิด = Sumbersible Pump ผลิตภัณฑ์ = GSD / VP 50.4-50 Capacity = 1-2 Cu.m/hr TDH = 6m มอเตอร์ = 0.4kw (1/2 Hp) /380 v,3P,50Hz	1	set	20,000	20,000
9	เครื่องดักขยะ ชนิด = Static Sereem ผลิตภัณฑ์ = INOX วัสดุ = SUS -304 ช่องตะแกรง = 0.5 mm. Capacity = 2-5 Cu. m/hr	1	Set	200,000	200,000
10	ถังแยกและหมักตะกอน ชนิด = Static Sereem วัสดุ = FPR ขนาดถัง = W = 2.35 m , L = 4.00m , H = 2.00 m	1	Set	54,000	54,000
11	ถังกรองไร้อากาศ ชนิด = Anaerobic Filter Tank วัสดุ = FPR ขนาดถัง = W = 2.35 m , L = 4.00m , H = 2.00 m	1	Set	93,000	93,000
12	ถังเติมอากาศเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ ชนิด = Biocontact Aeration Tank วัสดุ = FPR ขนาดถัง = W = 2.35 m , L = 4.00m , H = 2.00 m Bio Medla = Cruss Flow 110	3	Set	93,000	279,000
13	ถังตกตะกอน ชนิด = Sedimentation Tank วัสดุ = FPR ขนาดถัง = Dia= 1.50 m , H = 2.00 m	1	Set	70,000	70,000

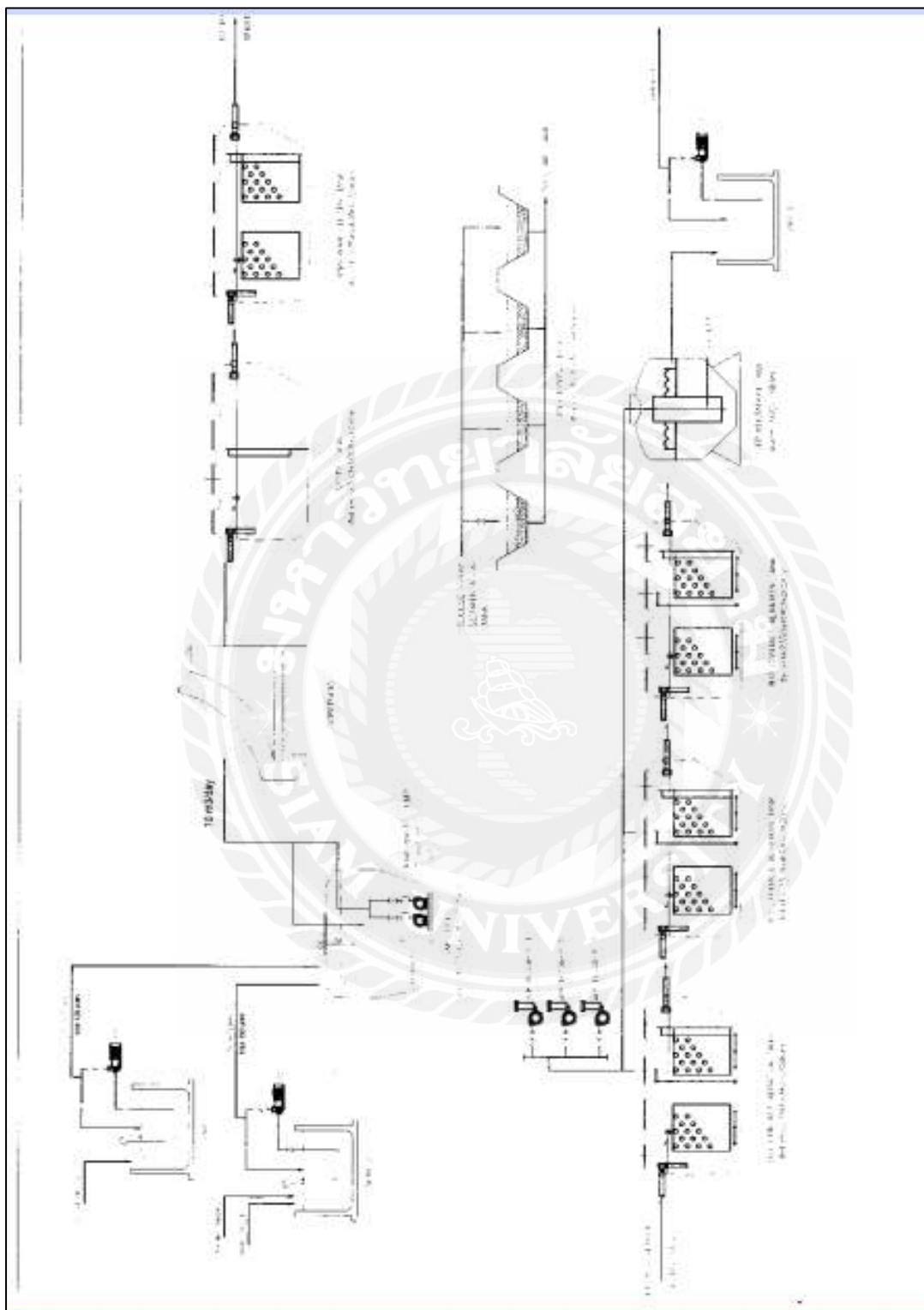
ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ	บาท
14	เครื่องสูบน้ำยกย้อนกลับ (P6) ชนิด = Sumbersible Pump ผลิตกันท์ =GSD / VP 50.4-50 Capacity =1-2 Cu.m/hr TDH = 6m มอเตอร์ = 0.4kw (1/2 Hp) /380 v,3P,50Hz	1	Set	20,000	20,000
15	เครื่องเติมอากาศ (AB1,2,3) ชนิด = Rotary Air Blower ผลิตกันท์ =GSD Capacity =0.60 Cu.m/hr Pressure = 3,000 mmAq มอเตอร์ = 0.75kw (1 Hp) /380 v,3P,50Hz	3	Set	40,000	120,000
16	กระบะทรายแยกตะกอนส่วนเกิน ชนิด = Sludge Drying Bed วัสดุ =FPR ขนาดถัง = W = 1.0 m , L = 1.0m , H = 0.5 m	4	Set	10,000	40,000
17	บ่อสูบน้ำทิ้ง ชนิด = Effluent Sump วัสดุ =FPR ขนาดถัง = Dia= 0.6 m , H = 1.0 m	1	Set	20,000	20,000
18	เครื่องสูบน้ำทิ้ง (P-5) ชนิด = Sumbersible Pump ผลิตกันท์ =GSD / VP 5.075-50 Capacity =2-3 Cu.m/hr TDH = 8m มอเตอร์ = 0.75kw (1 Hp) /380 v,3P,50Hz	1	Set	20,000	20,000

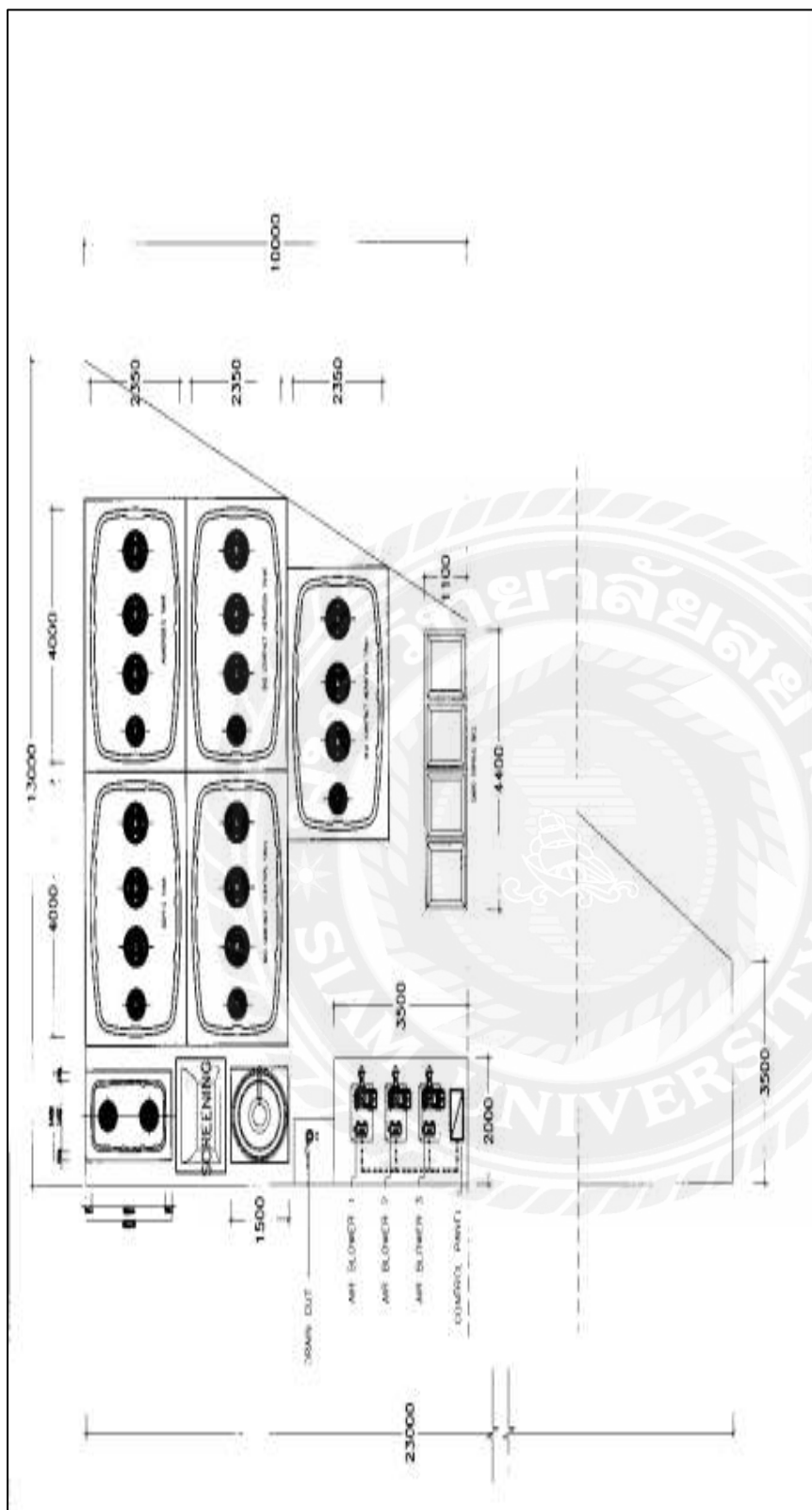
ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ	บาท
19	ตู้ควบคุมไฟฟ้า บ่อสูบ 1,2 ชนิด = Outdoor ควบคุม = เครื่องสูบน้ำ P1 , P2	2	Set	30,000	60,000
20	ตู้ควบคุมไฟฟ้า ระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิด = Outdoor ควบคุม 1. เครื่องสูบน้ำดักแยกขยะและป้อนระบบ)P3 , P4 (2 เครื่อง 2. เครื่องเติมอากาศ AB 1,2,3 = 3 เครื่อง 3. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับ)P5 (1 เครื่อง	1	Set	80,000	80,000
21	สายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมไฟฟ้าไปยังเครื่องจักร	1	Lot	40,000	40,000
22	ท่อและวาล์วในระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิด = PVC / HDPE	1	Lot	80,000	80,000
23	งานติดตั้งเครื่องจักร	1	Lot	80,000	80,000
24	งานโยธา • ขุดติดตั้งบ่อสูบน้ำเสีย 1 • ขุดติดตั้งบ่อสูบน้ำเสีย 2 • ขุดติดตั้งบ่อรวมน้ำเสีย • ขุดติดตั้งบ่อสูบน้ำทิ้ง • ฐาน คสล รองรับระบบบำบัดน้ำทิ้ง • ห้องเครื่องเติมอากาศและตู้ควบคุมไฟฟ้า	1	Lot	400,000	400,000
	รวมเป็นเงิน				1,991,000
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%				139,370
	รวมทั้งสิ้น				2,130,370

รูปที่ 4.4 และ 4.5 แสดงผังการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 4.4 ผังการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย (1)



รูปที่ 4.5 ผังการออกแบบบำบัดน้ำเสีย (2)

โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าก่อสร้างจำนวน 2,130,370 บาทและค่าบำบัดน้ำเสียถ้าต้องจ่ายใน
แต่ละวันที่ $10 \times 60 = 600$ บาท ปีละ 219,000 บาท มีข้อสรุปดังนี้

1. กรณีปลอดดอกเบี้ย บ่อบำบัดน้ำเสียจะคุ้มทุนใน $2,130,370 / 219,000 = 9.73$ ปี
2. กรณีดอกเบี้ย 6 % บ่อบำบัดน้ำเสียจะคุ้มทุนใน $= 15.04$ ปี
3. กรณีดอกเบี้ย 8 % บ่อบำบัดน้ำเสียจะคุ้มทุนใน $= 19.42$ ปี

ตามข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียดังกล่าวโรงงานในกรณีศึกษามีความคาดหวัง
สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดเพียงพอต่อการรองรับน้ำเสีย
2. คุณภาพน้ำดีขึ้นไม่ส่งกลิ่นเหม็นในโรงงาน
3. น้ำเสียที่ออกจากโรงงานสู่แหล่งน้ำสาธารณะจะเป็นไปตามข้อกำหนดของน้ำเสีย
4. ปฏิบัติถูกต้องตามกฎหมาย
5. ลูกจ้างมีความไว้วางใจ
6. ชุมชนในเขตพื้นที่โรงงานไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็น
7. ราคาค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างไม่สูงมากเมื่อเทียบกับราคาที่ได้รับเหมาะสมมา

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์สำหรับกรณีศึกษานี้มีผลการดำเนินการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ในการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตอาหารสัตว์เป็นการศึกษาเพื่อรับรู้

- สภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
- คุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย
- ข้อมูลการตรวจสอบวิเคราะห์น้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน
- สภาพปัญหาการใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน

จากการศึกษาพบว่าโรงงานอาหารสัตว์ในกรณีศึกษามีน้ำเสียที่เกินกว่าพิสัยตามข้อกำหนดมาตรฐานคุณสมบัติและค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียตามประกาศฉบับที่ 3 (2539) ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องการกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดตามประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความจำเป็นในการลงทุนออกแบบและก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ในการกำหนดรูปแบบความเหมาะสมขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย จากการศึกษาพบว่ารูปแบบบำบัดที่มีความเหมาะสมกับโรงงานเป็นรูปแบบที่ใช้หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมกับพื้นที่จำกัด โดยประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

3. ในด้านข้อพิจารณาในการตัดสินใจสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย นอกจากรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่จำเป็นต้องใช้ระบบแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่แล้ว จะเลือกใช้ขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถรองรับน้ำเสียที่เกิดขึ้นวันละ 10 ลูกบาศก์เมตร โดยขนาดบ่อบำบัดรับน้ำเสียได้จำนวน 160 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเพียงพอการรองรับน้ำเสียได้ถึงสองสัปดาห์ ส่วนค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียจะอยู่ที่ 2,130,370 บาท ค่าบำบัดน้ำเสียที่ 600 บาทต่อวัน สามารถ

คำนวณค่าเวลาคุ้มทุนของค่าก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับอัตราดอกเบี้ย 0, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ดังนี้

1. กรณีปลอดดอกเบี้ย บ่อบำบัดน้ำเสียจะคุ้มทุนใน $2,130,370 / 219,000 = 9.73$ ปี
2. กรณีดอกเบี้ย 6 % บ่อบำบัดน้ำเสียจะคุ้มทุนใน $= 15.04$ ปี
3. กรณีดอกเบี้ย 8 % บ่อบำบัดน้ำเสียจะคุ้มทุนใน $= 19.42$ ปี

5.1 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียทำให้ มีข้อเปรียบเทียบราคาและความเหมาะสมในการตัดสินใจของผู้บริหารบริษัท สามารถหาระยะเวลาคุ้มทุนในการลงทุนก่อสร้างตามราคาที่เสนอมาจากผู้รับเหมาได้อย่างมีความเหมาะสม

โรงงานสามารถดำเนินการตามที่กฎหมายกระทรวงอุตสาหกรรม และด้านสิ่งแวดล้อม กำหนดต้องการ ผลที่ได้คือ บริษัทปฏิบัติตามถูกต้องตามกฎหมาย ส่งผลให้ ไม่เสื่อมเสียชื่อเสียงและ การถูกสั่งปิดโรงงานเนื่องจากถูกร้องเรียนจากชุมชน และสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการศึกษาเพื่อออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียครั้งนี้ เป็นการศึกษาข้อมูล เพื่อใช้ในการตัดสินใจในฝ่ายบริหาร ผู้ศึกษาได้จัดทำข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างจากผู้รับเหมา โดยปัญหาที่พบคือ พื้นที่สำหรับการจัดทำบ่อบำบัดน้ำเสียมีขนาดจำกัด และพบว่า ราคาที่ใช้ในการเสนอราคาจากผู้รับเหมา มีราคาสูงเกินความเป็นจริง และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบเกินความจำเป็น

บรรณานุกรม

1. ธาดา ฉัตรธานี สอ.900 “โครงการปรับปรุง ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงาน บริษัทไทยฮั้วยางพารา จำกัด(มหาชน)
2. ธาดา ฉัตรธานี สอ.900 “โครงการปรับปรุง ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงาน บริษัทศรีตรังแอโกร อินดัสทรี จำกัด (มหาชน)
3. นุชนาด แซ่มซ้อย “ การศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสีย มลก วารสาร ” วิชาการปีที่12ฉบับที่ 24 มกราคม-มิถุนายน, มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
4. เกรียงศักดิ์ อุดมสิน โรจน์.การออกแบบโรงบำบัดน้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่1 ,2540
5. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, การออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน,พิมพ์ครั้งที่ 5 ,2549
6. http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html
7. <http://www.pcd.go.th>

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ นางสาวปรารณา ทวีโชติ
ที่อยู่ 7/102 หมู่บ้านไโลโอ หนองแขม กรุงเทพฯ 10160
โทรศัพท์ 094 696 5286
อีเมลล์ rpzmmocek@gmail.com
วัน/เดือน/ปี เกิด 23 กุมภาพันธ์ 2529
งานอดิเรก ดูโทรทัศน์ , เล่นกีฬา , ฟังเพลง , อ่านหนังสือ , อินเทอร์เน็ต

ประวัติการศึกษา

1. กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การจัดการงานวิศวกรรม (Engineering Management) มหาวิทยาลัยสยาม
2. สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วศ.บ. คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
3. สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลาย สาย วิทยาศาสตร์ - คณิต โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม จังหวัด กรุงเทพมหานคร
4. สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมต้น โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุงงามศิริวิทยาการ จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการฝึกงาน

ฝึกงานที่ โรงพยาบาลพระรัตนราชธานี ได้ผ่านการฝึกงานในแผนก/ฝ่าย ความปลอดภัย รับผิดชอบตรวจวัดสิ่งแวดล้อม ประเมินความเสี่ยง การทำงาน และ จัดอบรมความปลอดภัย ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2551 - 28 กุมภาพันธ์ 2552

ประวัติการฝึกอบรม

1. ปี พ.ศ. 2552 ได้ผ่านการอบรม หลักสูตร อบรมดับเพลิงเบื้องต้น
2. ปี พ.ศ. 2554 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร พระราชบัญญัติความปลอดภัย
3. ปี พ.ศ. 2554 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร การประยุกต์ใช้ข้อกำหนดระบบ ISO 14001
4. ปี พ.ศ. 2556 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร การบริหารจัดการมลพิษทางอุตสาหกรรม

5. ปี พ.ศ. 2559 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร เทคนิคการสื่อสาร

ประวัติการทำงาน

เริ่มทำงานกับบริษัท ชุ้นจิ๋วเวอรี่ จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ระดับ
วิชาชีพ ณ วันที่ 26 มิถุนายน 2552 - 1 ตุลาคม 2555

เริ่มทำงานกับบริษัท ไทยคาร์บอนแอนด์กราฟไฟต์ จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการ
ทำงานระดับวิชาชีพ ณ วันที่ 16 ตุลาคม 2555 - 1 กันยายน 2558

เริ่มทำงานกับบริษัท คาร์กิลล์ สยาม จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับ
วิชาชีพ ณ วันที่ 16 ตุลาคม 2558 - 1 พฤษภาคม 2559

เริ่มทำงานกับบริษัท ไอแอลเอส จำกัด ตำแหน่ง ผู้จัดการความปลอดภัย
ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2559 - ปัจจุบัน







ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ นางสาวปรารธนา ทวีโชติ
ที่อยู่ 7/102 หมู่บ้านไโลโอ หนองแขม กรุงเทพฯ 10160
โทรศัพท์ 094 696 5286
อีเมลล์ rpzmmocckel@gmail.com
วัน/เดือน/ปี เกิด 23 กุมภาพันธ์ 2529
งานอดิเรก ดูโทรทัศน์, เล่นกีฬา, ฟังเพลง, อ่านหนังสือ, อินเทอร์เน็ต

ประวัติการศึกษา

1. กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การจัดการงานวิศวกรรม (Engineering Management) มหาวิทยาลัยสยาม
2. สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วศ.บ. คณะสาธาณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
3. สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลาย สายวิทย์-คณิต โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
4. สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมต้น โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุงงามศิริวิทยาการ จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการฝึกงาน

ฝึกงานที่ โรงพยาบาลพระรัตนราชธานี ได้ผ่านการฝึกงานในแผนก/ฝ่าย ความปลอดภัย รับผิดชอบตรวจวัดสิ่งแวดล้อม ประเมินความเสี่ยง การทำงาน และ จัดอบรมความปลอดภัย ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2551 - 28 กุมภาพันธ์ 2552

ประวัติการฝึกอบรม

1. ปี พ.ศ. 2552 ได้ผ่านการอบรม หลักสูตร อบรมดับเพลิงเบื้องต้น
2. ปี พ.ศ. 2554 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร พระราชบัญญัติความปลอดภัย
3. ปี พ.ศ. 2554 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร การประยุกต์ใช้ข้อกำหนดระบบ ISO 14001

4. ปี พ.ศ. 2556 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร การบริหารจัดการมลพิษทางอุตสาหกรรม
5. ปี พ.ศ. 2559 ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร เทคนิคการสื่อสาร

ประวัติการทำงาน

เริ่มทำงานกับบริษัท ชื่นจิ๋วเวอรี่ จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ระดับ
วิชาชีพ ณ วันที่ 26 มิถุนายน 2552 - 1 ตุลาคม 2555

เริ่มทำงานกับบริษัท ไทยคาร์บอนแอนดกราไฟต์ จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการ
ทำงานระดับวิชาชีพ ณ วันที่ 16 ตุลาคม 2555 - 1 กันยายน 2558

เริ่มทำงานกับบริษัท คาร์กิลล์ สยาม จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับ
วิชาชีพ ณ วันที่ 16 ตุลาคม 2558 - 1 พฤษภาคม 2559

เริ่มทำงานกับบริษัท ไอแอลเอส จำกัด ตำแหน่ง ผู้จัดการความปลอดภัย ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2559
- ปัจจุบัน



ร่างการคิดค่าปรับและ
ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย
ของการนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

ร่างการคิดค่าปรับและค่าบริการบำบัดน้ำเสีย นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

$$TC = \underbrace{(1000 + 7.00V_i + 9.41V_iS_i/1000)}_{\text{ค่าบำบัด}} + \underbrace{C_p}_{\text{ค่าปรับ}}$$

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)

V_i = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน โดยคำนวณจาก 80% ของน้ำใช้ในแต่ละเดือน(ลบ.ม./เดือน)

S_i = ค่า BOD ของน้ำเสีย (มก./ล.)

C_p = ค่าปรับกรณีที่คุณภาพน้ำเสียสูงเกินกว่ามาตรฐานในประกาศการนิคมฯ

= ค่าบำบัด X ค่าปรับ (1 หรือ 2 หรือ 3 เท่า)

C_p ค่าปรับ คิดที่ 1 เท่าของค่าบำบัดน้ำเสีย เมื่อคุณภาพน้ำเสียตัวใดตัวหนึ่งเกินมาตรฐานน้อยกว่า 1.5 เท่า

ค่าปรับ คิดที่ 2 เท่าของค่าบำบัดน้ำเสีย เมื่อคุณภาพน้ำเสียตัวใดตัวหนึ่งเกินมาตรฐาน 1.5 - 2 เท่า

ค่าปรับ คิดที่ 3 เท่าของค่าบำบัดน้ำเสีย เมื่อคุณภาพน้ำเสียตัวใดตัวหนึ่งเกินมาตรฐานเกินกว่า 2 เท่า

***กรณีที่มีค่าเกินมาตรฐาน มากกว่า 1 ค่า ให้ใช้ค่าที่สูงที่สุดในเดือนนั้น ๆ ในการคิดค่าปรับ

โครงสร้างสูตร อ้างอิงจากการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตัวอย่างที่ 1 รูปแบบการคิดค่าปรับ กรณีที่คุณภาพตัวใดตัวหนึ่งเกินมาตรฐาน

เดือนมกราคม 54

โรงงาน A ใช้น้ำ 4,000 ลบ.ม. และสุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้ง ได้ผลดังนี้

Parameters	Unit	Method	AT01904 /54	Standard ^a
			Sampling Pit (Sewage Manhole)	
pH	-	Electrometric	7.60	5.5 - 9.0
BOD	mg/L	Membrane Electrode	120	≤ 500
COD	mg/L	Close Reflux, Titrimetric	345	≤ 750
Total Suspended Solids	mg/L	Dried at 103-105°C	60	≤ 200
Total Dissolved Solids	mg/L	Dried at 103-105°C	586	≤ 3000
Grease & Oil	mg/L	Partition	20.3	≤ 10
Temperature	°C	Thermometer	31.4	≤ 45
Sample Condition		Observation	Light Yellow Cloud	

การคำนวณค่าบำบัดน้ำเสียจาก $TC = \underbrace{(1,000 + 7.00Vi + 9.41ViSi/1,000)}_{\text{ค่าบำบัด}} + \underbrace{Cp}_{\text{ค่าปรับ}}$

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)

Vi = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน 80% x 4,000 = 3,200 ลบ.ม. / เดือน

Si = ค่า BOD = 120 มก./ล.

Cp = ค่าปรับ 3 เท่า เนื่องจาก ค่า Grease & Oil มีค่า 20.3 มก./ล. ซึ่งเกินมาตรฐาน (10 มก./ล.) มากกว่า 2 เท่า

เอกสารแนบที่ 2 (1/6)

ตัวอย่างการคำนวณหน้าต่อไป

ตัวอย่างการคำนวณ (ตัวอย่างที่ 1)

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)
 V_i = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน $80\% \times 4,000 = 3,200$ ลบ.ม. / เดือน
 S_i = ค่า BOD = 120 มก./ล.
 C_p = ค่าปรับ 3 เท่า เนื่องจาก ค่า Grease & Oil มีค่า 20.3 มก./ล. ซึ่งเกินมาตรฐาน (10 มก./ล.) มากกว่า 2 เท่า

จะได้ $TC = (1,000 + (7.00 \times 3,200) + ((9.41 \times 3,200 \times 120) / 1,000)) + C_p$

$$TC = (1,000 + 22,400 + 3,613.44) + C_p$$

$$TC = 27,013.44 + C_p$$

C_p = ค่าบำบัด X ค่าปรับ 3 เท่า

$$C_p = 27,013.44 \times 3 = 81,040.32$$

ดังนั้น ค่าบำบัด + ค่าปรับ จะได้

$$TC = 27,013.44 + 81,040.32$$

$$TC = 108,053.76$$

สรุป โรงงาน A ต้องจ่ายค่าบำบัดน้ำเสียรวม 108,053.76 บาท

ตัวอย่างที่ 2 รูปแบบการคิดค่าปรับ กรณีที่คุณภาพน้ำทั้งโรงงานผ่านมาตรฐานทุกค่า

เดือนมกราคม 54

โรงงาน B ใช้น้ำ 4,000 ลบ.ม. และสุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง ได้ผลดังนี้

Parameters	Unit	Method	AT01851 /54	Standard ^a
			Sampling Pit (Sump)	
pH	-	Electrometric	7.30	5.5-9.0
BOD	mg/L	Membrane Electrode	152	≤ 500
COD	mg/L	Close Reflux, Titrimetric	299	≤ 750
Total Suspended Solids	mg/L	Dried at 103-105°C	156	≤ 200
Total Dissolved Solids	mg/L	Dried at 103-105°C	444	≤ 3000
Grease & Oil	mg/L	Partition	9.3	≤ 10
Temperature	°C	Thermometer	29.7	≤ 45
Sample Condition		Observation	Light Yellow Cloud	

การคำนวณค่าบำบัดน้ำเสียจาก $TC = (1,000 + 7.00Vi + 9.41ViSi/1,000) + Cp$

↓ ค่าบำบัด
↓ ค่าปรับ

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)

Vi = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน 80% x 4,000 = 3,200 ลบ.ม. / เดือน

Si = ค่า BOD = 152 มก./ล.

Cp = 0 เนื่องจาก คุณภาพน้ำเสียทุกตัวที่สุ่มตรวจ ได้ตามมาตรฐานตามประกาศการนิคมฯ 45/2541

เอกสารแนบที่ 2 (3/6)

ตัวอย่างการคำนวณแนบต่อไป

ตัวอย่างการคำนวณ (ตัวอย่างที่ 2)

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)
 V_i = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน $80\% \times 4,000 = 3,200$ ลบ.ม. / เดือน
 S_i = ค่า BOD = 152 มก./ล.
 $C_p = 0$ เนื่องจาก คุณภาพน้ำเสียทุกตัวที่ส่งตรวจ ได้ตามมาตรฐานตามประกาศการนิคมฯ 45/2541

จะได้ $TC = (1,000 + (7.00 \times 3,200) + ((9.41 \times 3,200 \times 152) / 1,000)) + C_p$

$TC = (1,000 + 22,400 + 4,577.02) + C_p$

$TC = 27,977.02 + C_p$

$C_p = 0$

ดังนั้น ค่าบำบัด + ค่าปรับ จะได้

$TC = 27,977.02 + 0$

$TC = 27,977.02$

สรุป โรงงาน B ต้องจ่ายค่าบำบัดน้ำเสียรวม 27,977.02 บาท

ตัวอย่างที่ 3 รูปแบบการคิดค่าปรับ กรณีที่คุณภาพน้ำทั้งโรงงานเกินมาตรฐานมากกว่า 1 ค่า

เดือนมกราคม 54

โรงงาน C ใช้น้ำ 4,000 ลบ.ม. และสุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง ได้ผลดังนี้

Parameters	Unit	Method	AT01907 /54	Standard ^a
			Sampling Pit (Sump)	
pH		Electrometric	6.79	5.5 - 9.0
BOD	mg/L	Membrane Electrode	665	≤ 500
COD	mg/L	Close Reflux, Titrimetric	2634	≤ 750
Total Suspended Solids	mg/L	Dried at 103-105 °C	2010	≤ 200
Total Dissolved Solids	mg/L	Dried at 103-105 °C	488	≤ 3000
Grease & Oil	mg/L	Partition	1108	≤ 10
Temperature	°C	Thermometer	34.5	≤ 45
Sample Condition		Observation	Light Yellow Cloud Gray Colloid, Oily	

การคำนวณค่าบำบัดน้ำเสียจาก $TC = (1,000 + 7.00Vi + 9.41ViSi/1,000) + Cp$

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)

Vi = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน 80% x 4,000 = 3,200 ลบ.ม. / เดือน

Si = ค่า BOD = 665 มก./ล.

Cp = ค่าปรับ 3 เท่า เนื่องจากพิจารณาค่า Grease & Oil ซึ่งเกินมาตรฐานมากที่สุด

เอกสารแนบที่ 2 (5/6)

ตัวอย่างการคำนวณหน้าถัดไป

ตัวอย่างการคำนวณ (ตัวอย่างที่ 3)

เมื่อ TC = ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)
 V_i = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน $80\% \times 4,000 = 3,200$ ลบ.ม. / เดือน
 S_i = ค่า BOD = 665 มก./ล.
 C_p = ค่า BOD มีค่า 665 มก./ล. (เกินมาตรฐาน ≤ 500 มก./ล.) (เกินมาตรฐาน $665/500 = 1.3$ เท่า)
 = ค่า COD มีค่า 2,634 มก./ล. (เกินมาตรฐาน ≤ 750 มก./ล.) (เกินมาตรฐาน $2634/750 = 3.5$ เท่า)
 = ค่า SS มีค่า 2,010 มก./ล. (เกินมาตรฐาน ≤ 200 มก./ล.) (เกินมาตรฐาน $2010/200 = 10$ เท่า)
 = ค่า Grease & Oil มีค่า 1,108 มก./ล. (เกินมาตรฐาน ≤ 10 มก./ล.) (เกินมาตรฐาน $1108/10 = 110.8$ เท่า)
 ***กรณีที่ มีค่าเกินมาตรฐาน มากกว่า 1 ค่า ให้ใช้ค่าที่สูงที่สุดในเดือนนั้น ๆ ในการคิดค่าปรับ ในตัวอย่างนี้
 ค่า Grease & Oil มีค่าเกินมาตรฐานมากที่สุด จึงใช้ค่า Grease & Oil ในการคิดค่าปรับ 3 เท่า

จะได้ $TC = (1,000 + (7.00 \times 3,200) + ((9.41 \times 3,200 \times 665) / 1,000)) + C_p$

$TC = (1,000 + 22,400 + 20,024.48) + C_p$

$TC = 43,424.48 + C_p$

C_p = ค่าปรับ X ค่าปรับ 3 เท่า

$C_p = 43,424.48 \times 3 = 130,273.44$

ดังนั้น ค่าปรับ + ค่าปรับ จะได้

$TC = 43,424.48 + 130,273.44$

$TC = 173,697.92$

สรุป โรงงาน C ต้องจ่ายค่าบริการบำบัดน้ำเสียรวม 173,697.92 บาท

ตัวอย่างค่าคุณภาพน้ำเสียเมื่อเกินมาตรฐาน

ดัชนีคุณภาพน้ำเสีย	หน่วย	ค่าคุณภาพน้ำเสียเมื่อเกินมาตรฐาน			มาตรฐาน
		ค่าปรับ 1 เท่า	ค่าปรับ 2 เท่า	ค่าปรับ 3 เท่า	
pH	-	3.0-5.4 or 9.1-11.0	2.0-2.9 or 11.1-12.0	< 2.0 or > 12.0	5.5-9.0
BOD ₅	mg/l	501-749	750-1,000	> 1,000	≤ 500
COD	mg/l	750-1,124	1,125-1,500	> 1,500	≤ 750
SS	mg/l	201-299	300-400	> 400	≤ 200
TDS	mg/l	3,001-4,499	4,500-6,000	> 6,000	≤ 3,000
G&O	mg/l	10.1-14.9	15-20	> 20	≤ 10
Temp.	°C	45.1-67.4	67.5-90	> 90	≤ 45