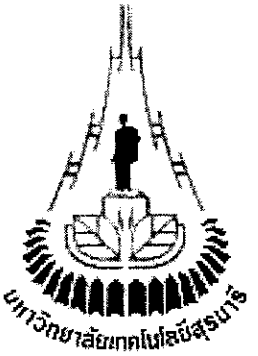


รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

โดย

นางสาวชุติมา ไกรมาส

B4602125

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา สหกิจศึกษา (432491)
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สิงหาคม 2550

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท โซคซัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

โดย

นางสาวชุติมา ไกรมาส
B4602125

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ.ดร.จรียา ยิ้มรัตนบวร

ผู้ประสานงานฝ่ายสถานประกอบการ

คุณเจษฎาภรณ์ มะลิรัมย์
ผู้จัดการบริษัท
คุณธีรวัฒน์ ทัศนชาติ
วิศวกรสิ่งแวดล้อม
บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์
จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 55/98 หมู่ 5 ตำบลปากเกร็ด
อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ.2550

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวชุติมา ไกรมาส นักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร ณ บริษัทเคลียร์เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด และได้รับมอบหมายจาก job Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงาน เรื่อง การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ของบริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ชุติมา ไกรมาส

(นางสาวชุติมา ไกรมาส)

หนังสือรับรอง

รายงานสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ

ภาคการศึกษาที่ 2/2550

ของ

นักศึกษา นางสาว ชุติมา ไกรมาส

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

ข้าพเจ้า นายธีรวัฒน์ ทัศนชาติ ในฐานะของผู้ประสานงาน ได้ตรวจสอบรายงานฉบับนี้แล้ว เมื่อ วันที่ 6 สิงหาคม 2550 และขอรับรองว่ารายงานฯ ดังกล่าวมีความสมบูรณ์และถูกต้องในเนื้อหาทุกประการ

ลงชื่อ .....

(นายธีรวัฒน์ ทัศนชาติ)

วันที่ ...6..../...ส.ค.../...2550...

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงาน

เพื่อเป็นการส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาของประเทศ ข้าพเจ้าในฐานะตัวแทน บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัดมีความยินดีให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เผยแพร่เนื้อหาในรายงานสรุปผลโครงงานของนักศึกษาภายใต้โครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ประจำปี 2550 ณ สถานประกอบการของข้าพเจ้าในส่วนของ " กิจกรรมที่นักศึกษาทำโครงงานประจำปี 2550 " " บทคัดย่อ " และ " ข้อเสนอแนวคิดโครงงาน " ได้โดย

☑ อนุญาตให้ระบุชื่อบริษัทฯ

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....

ลงชื่อ ..... ผู้มีอำนาจกระทำการแทน

(.....) นิติบุคคล/ผู้ประกอบการ

ลงชื่อ ..... ผู้มีอำนาจกระทำการแทน

(.....) นิติบุคคล/ผู้ประกอบการ

วันที่ 6 เดือน ..... พ.ศ. 2550

** สถานประกอบการที่เป็นนิติบุคคล กรุณาแนบสำเนา "หนังสือรับรอง" ของบริษัทฯ มาพร้อมกับหนังสือฉบับนี้ เพื่อประกอบในรายงานฉบับสมบูรณ์ของนักศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ระหว่างวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆมากมาย ที่เกิดจากการได้ปฏิบัติงานจริง ได้เรียนรู้การปรับตัวเข้ากับบุคลากร สังคม และวัฒนธรรมองค์กร ของสถานประกอบการ พร้อมทั้งการได้รับคำแนะนำและความร่วมมือจากบุคลากรทุกฝ่าย และส่วนงานต่าง ๆ ของสถานประกอบการในระหว่างการปฏิบัติงานในครั้งนี้ ทำให้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านของบริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการปฏิบัติงาน และ การแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา อันประกอบด้วย

1. คุณเอนก ก้านสังวอน (ผู้อำนวยการบริษัท)
2. คุณเจษฎาภรณ์ มะลิรัมย์ (ผู้จัดการบริษัท) ซึ่งเป็นผู้ให้โอกาสในการออกสหกิจศึกษา ณ บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด และคอยแนะนำให้คำปรึกษาในทุกๆเรื่อง
3. คุณนันทิยา ก้านสังวอน (นักวิชาการสิ่งแวดล้อม) ซึ่งเป็น ผู้ให้คำปรึกษา แนะนำเรื่องทุกๆเรื่อง และให้ความรู้ แนะนำสิ่งใหม่ๆให้กับข้าพเจ้า
4. นายธีรวัฒน์ ทัศนชาติ (วิศวกรสิ่งแวดล้อม) ซึ่งเป็น Job Supervisor ผู้ให้คำปรึกษา แนะนำเรื่องทุกๆเรื่องในการออกสหกิจศึกษา และให้โอกาสแก่ข้าพเจ้าในได้ปฏิบัติงานจริงจากการงานต่างๆที่ได้รับมอบหมาย
5. คุณนันทกาญจน์ อักษรศรี (เจ้าหน้าที่การเงิน) ผู้ที่คอยให้คำปรึกษาในทุกๆเรื่อง และดูแลข้าพเจ้าเป็นอย่างดี
6. คุณยุวรี คำอ้อ (ธุรการฝ่ายประสานงาน) ผู้สอนระบบการทำงานภายในบริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด และให้คำปรึกษาในทุกๆด้าน

และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือ ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าสำหรับการปฏิบัติงานในการสหกิจศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ ประสบการณ์ และนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องการทำงาน การปรับตัวเข้ากับผู้อื่น การดำเนินชีวิต

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการส่งเสริมการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้และที่ขาดไม่ได้คือ ขอขอบคุณ บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ปฏิบัติงานข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวชุติมา ไกรมาส

ผู้จัดทำรายงาน

10 สิงหาคม พ.ศ. 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด เป็นบริษัทที่ปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม จากการได้เข้าไปปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อมในบริษัท เคลียร์เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัดนั้น ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ผู้ช่วยวิศวกรงานออกแบบหรือปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย งานเขียนแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมดูแลการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย จัดทำรายงานเบื้องต้น และจัดทำรายงานการสรุปการออกแบบ จัดทำคู่มือระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปา

จากการปฏิบัติงานในครั้งนี้ได้เลือกศึกษา โครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด ได้ร่วมทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยเริ่มทำการศึกษาจากการสำรวจพื้นที่ เก็บตัวอย่างน้ำเสีย วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียทำการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้น ทำการร่วมออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งระบบบำบัดที่เลือกและทำการออกแบบคือ ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีซึ่งมีกระบวนการบำบัดน้ำเสียคือ การปรับ pH Coagulation-Flocculation การตกตะกอน การเติมอากาศและการกรองด้วยคาร์บอน เมื่อระบบก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบหลังจากเริ่มเดินระบบบำบัดแล้วผลการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านการบำบดแล้วมีค่าดังนี้ ค่า BOD= 16 mg/L, COD= 98.08 mg/L, pH= 7.38, TDS= 2,950 mg/L, SS= 46 mg/L, Oil & Grease =2.33 mg/L ซึ่งผลการวิเคราะห์ของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าไม่เกินมาตรฐานสามารถปล่อยออกสู่สาธารณะได้ ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบพบว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัดได้ตามต้องการ และสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยในการบำบัดน้ำเสียได้ประมาณ 204 บาท/m^3 ระยะเวลาคืนทุนอยู่ 1.63 เดือน จากการเข้าปฏิบัติงาน ณ บริษัท เคลียร์ เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ได้นำความรู้ ความสามารถที่ได้เรียน มา ประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง และยังเป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้ได้รับความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมอีกมากมายฝึกระเบียบวินัย ความรับผิดชอบและการตรงต่อเวลา ในการทำงาน ฝึกการวางแผนงานในการทำงานให้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนดซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีที่จะนำไปปรับปรุงในการทำงานจริงในอนาคต

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่ง

กิตติกรรมประกาศ

บทคัดย่อ

สารบัญเรื่อง

สารบัญตาราง

สารบัญรูป

บทที่ 1 บทนำ

1.1 แนะนำสถานประกอบการ 1

1.2 ประเภทธุรกิจของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด 1

1.3 ตัวอย่างผลงานบริษัท 3

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 5

1.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 5

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 5

บทที่ 2 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

2.1 โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

บริษัท สมายคอนเทนเนอร์ อุตสาหกรรม จำกัด 6

2.2 โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานบุญถาวร 7

2.3 โครงการระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยรามคำแหง 8

บทที่ 3 โครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

3.1 ความเป็นมา 9

3.2 วัตถุประสงค์ 9

3.3 ขอบเขตการศึกษาโครงงาน 9

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 9

3.5 วิธีการดำเนินโครงงาน 18

3.6 ผลการดำเนินงานโครงงาน 20

สารบัญ (ต่อ)

3.7 สรุปผลการดำเนินงาน 36

3.8 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงงานในอนาคต 37

บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน 38

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 38

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ข.

ภาคผนวก ค.

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ค่าอัตราน้ำล้นสูงสุดต่างๆสำหรับ Coagulants ต่างๆ	17
ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ	22
ตารางที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบการใช้สารโคแอกกูแลนท์ต่างๆ	23
ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ	36

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท สมายคอนเทนเนอร์ อุตสาหกรรม จำกัด	6
รูปที่ 2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนที่เพิ่มเติม โรงงาน บุญถาวร	7
รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการดำเนินงาน	19
รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังกระบวนการที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย	21
รูปที่ 3.3 แสดงผลการจาร์เทสเปรียบเทียบระหว่าง $FeCl_3$ และ PAC	23
รูปที่ 3.4 Flow Diagram ของระบบ	29
รูปที่ 3.5 Equalization Tank	30
รูปที่ 3.6 Adjust pH Tank	30
รูปที่ 3.7 Slow Mixing Tank	31
รูปที่ 3.8 Sedimentation Tank	31
รูปที่ 3.9 Transfer Holding Tank	32
รูปที่ 3.10 Filtration Tank	32
รูปที่ 3.11 Effluent Tank	33
รูปที่ 3.12 ระบบบำบัดน้ำเสีย	33
รูปที่ 3.13 แสดงแผนผังการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	35

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนะนำสถานประกอบการ

1.1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 55/98 หมู่ ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

1.1.2 ประวัติของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด ได้ให้ความสนใจทางด้านสิ่งแวดล้อมมานาน และได้เล็งเห็นว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกวันนี้เป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่ รวมทั้งการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะทำให้สภาพแวดล้อมกลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติเฉกเช่นเดิม

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด นั้นได้พยายามทุกวิถีทางที่จะรักษาสภาพแวดล้อมให้ดีดังเดิม และมีหลักการในการปฏิบัติด้านการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม 2 แนวทางใหญ่ๆ ได้แก่

- ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและอนุรักษ์รักษาสภาพสิ่งแวดล้อม
- ให้คำปรึกษา ควบคุมดูแล ตรวจวิเคราะห์ ออกแบบและการดำเนินการจัดการต่างๆเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด ถึงแม้จะเป็นบริษัทเล็กๆ แต่ก็ได้มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือประเทศชาติคือการช่วยเหลือโรงงาน หรือผู้ประกอบการต่างๆผลิตสินค้าที่ปราศจากมลพิษให้มีของเสียออกมาน้อยที่สุดและสนับสนุนโครงการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม และทั้งนี้ทั้งนั้น บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด จะพยายามอย่างเต็มที่ที่จะนำความรู้และเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อมาช่วยเหลือประเทศชาติกำจัดมลพิษให้หมดไป

1.2 ประเภทธุรกิจของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด

1.2.1 ให้คำปรึกษาทางวิชาการด้านการจัดการสภาพสิ่งแวดล้อมและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ในการจัดการสภาพสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานหรือสถานประกอบการต่างๆ เป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญและมีการจัดการที่ดี

การจัดการดังกล่าวเป็นบริการสำคัญประการหนึ่งของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ในฐานะที่ปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม ทางบริษัทพร้อมที่จะให้คำปรึกษาในทุกด้านเกี่ยวกับการจัดการสภาพสิ่งแวดล้อม และติดตามตรวจสอบผลกระทบต่างๆ ต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นมลภาวะอากาศหรือมลภาวะทางน้ำภายในโรงงาน หรือสถานประกอบการต่างๆ

1.2.2 รับออกแบบก่อสร้างและติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียและระบบน้ำประปา

บริการหลักที่สำคัญอีกประการหนึ่งของ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด รับออกแบบก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ และระบบน้ำประปา การ Recycle น้ำมาทำเป็นน้ำประปาหรือ Recycle น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมาทำเป็นน้ำหล่อเย็นใน Boiler

นอกจากนี้ทางบริษัทยังมีความพร้อมทางด้านข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของอาคาร โรงงานทุกประเภท อาทิ โรงงานลูกชิ้น โรงงานฟอกย้อม โรงงานหลอมโลหะ ซึ่งใช้การบำบัดทางเคมี เป็นต้น ตลอดจนมีผู้เชี่ยวชาญ และนักวิชาการเฉพาะด้านผู้มีชื่อเสียงเป็นที่ปรึกษา และดำเนินการควบคุมออกแบบ ก่อสร้างและปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ทั้งยังสามารถจัดหาอุปกรณ์และเครื่องจักรอุตสาหกรรมที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความเหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานและลดต้นทุนค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้มากที่สุด

1.2.3 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศ

ปัจจุบันการพัฒนาทางต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเทคโนโลยี อุตสาหกรรม หรือทางด้านอื่นๆ ล้วนแต่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทุกๆ ด้าน โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ได้ดำเนินการรับตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพอากาศตามโรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานประกอบการต่างๆ ทั้งในการวัดในบรรยากาศและการวัดจากแหล่งกำเนิด เช่น จากปล่องควัน เป็นต้น ในการวัดและอุปกรณ์ต่างๆ ล้วนถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนดและเป็นไปตามมาตรฐานของ US.EPA ทั้งสิ้น

1.2.4 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบและน้ำเสีย

ทางบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมโดยขึ้นทะเบียนไว้กับโรงงานอุตสาหกรรมภายในห้องปฏิบัติการพรั่งพร้อมไปด้วยอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียอันทันสมัย สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเหมาะสมกับคุณภาพน้ำ และลักษณะทั่วไปของน้ำเสียจากโรงงานหรือสถานประกอบการแต่ละแห่ง

1.2.5 การจัดการระบบ GMP และ HACCP ในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการต่างๆรวมทั้งระบบ ISO 14000, ISO 9000

จากการที่ประเทศไทยได้ถูกผลักดันจากนาๆประเทศให้ผู้ผลิตอาหารต้องนำระบบมาตรฐานมาใช้ในการควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะระบบ GMP (Good Manufacturing Practice) และ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) ซึ่งในการจัดทำระบบเหล่านี้ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ และมีความเข้าใจเป็นอย่างดี ซึ่งทางบริษัท ไอ ดี เทค จำกัด ก็ได้มี บุคลากรและผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการจัดทำระบบต่างๆ เหล่านี้ และพร้อมที่จะช่วยให้โรงงานและสถานประกอบการต่างๆมี สภาพแวดล้อม กระบวนการผลิตอาหารที่ถูกสุขลักษณะเป็นไปตามมาตรฐาน GMP และ HACCP ทั้งนี้ก็เพื่อนำไปสู่การเป็นที่ยอมรับและเป็นการยกระดับมาตรฐานการผลิตอาหารของคนไทย

นอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญในการจัดทำมาตรฐาน ISO14000, ISO9000 และพร้อมที่จะนำพาโรงงานหรือสถานประกอบการต่างๆ ก้าวไปสู่มาตรฐานทัดเทียมนานาประเทศ

1.3 ตัวอย่างผลงานของบริษัท

1) **บริษัท สมายคอนเทนเนอร์ อุตสาหกรรม จำกัด**

- งานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบบบำบัดทางเคมี)
- ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย และจัดทำรายงานผลการวิเคราะห์น้ำ

2) **โรงงาน เมย์โอ ซีฟู้ด**

- งานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบบบำบัดทางชีวภาพ)
- ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย และจัดทำรายงานผลการวิเคราะห์น้ำ

3) **บริษัท อะกรีเวิลด์ จำกัด**

- ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
- ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียพร้อมติดตั้งระบบบำบัด

4)บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

- งานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบบเคมี)
- ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียพร้อมติดตั้งระบบบำบัด

5) โรงงาน บุญถาวร ซัก อบ รีด

- ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบบบำบัดเคมี)
- งานก่อสร้าง

6) บริษัท ดั๊กคิง จำกัด

น้ำเสีย

- ออกแบบ ระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบบบำบัดทางชีวภาพ Wet land & Activated Sludge)
- งานก่อสร้าง พร้อมเป็นที่ปรึกษาระบบบำบัด
- จัดทำระบบมาตรฐาน GMP

น้ำประปา

- จัดหาอุปกรณ์ และติดตั้งระบบน้ำดี
- จัดทำการตรวจวัด ค่า pH, Hardness, Turbidity. 3 เดือน/ครั้ง ภายในระยะเวลา 3 ปี
- จัดทำการตรวจวัด ค่า pH, Hardness, Turbidity, Coli form bacteria และ E.Coli ณ วันส่งมอบงาน

7) บริษัท แปซิฟิกห้องเย็น จำกัด

- งานปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย
- งานเป็นที่ปรึกษาควบคุมดูแล

8) บริษัท มายโกลด์ จำกัด

- ออกแบบระบบบำบัดอากาศ
- งานเขียนแบบและการติดตั้ง

9) โรงพยาบาลกรมชลประทาน อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

- งานปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

10) **อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ค่ายพระราม 6**

- สำรวจออกแบบ เก็บข้อมูล รายละเอียดของอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร
- สำรวจออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย
- จัดทำแบบรายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสีย
- จัดทำรายงานการออกแบบโดยละเอียด
- เป็นที่ปรึกษาด้านระบบบำบัดน้ำเสีย

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย คือ ผู้ช่วยวิศวกร

งานที่ได้รับมอบหมาย คือ ผู้ช่วยวิศวกรงานออกแบบหรือปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย งานเขียนแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมดูแลการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย จัดทำรายงานเบื้องต้น และจัดทำรายงานการสรุปการออกแบบ และการจัดทำคู่มือระบบบำบัดน้ำเสีย

1.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

นายธีรวัฒน์ ทัศนชาติ ตำแหน่งวิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ปฏิบัติงานระหว่างวันที่ 17 เมษายน 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2550 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

บทที่ 2
งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

2.1 โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท สมายคอนเทนเนอร์ อุตสาหกรรม จำกัด

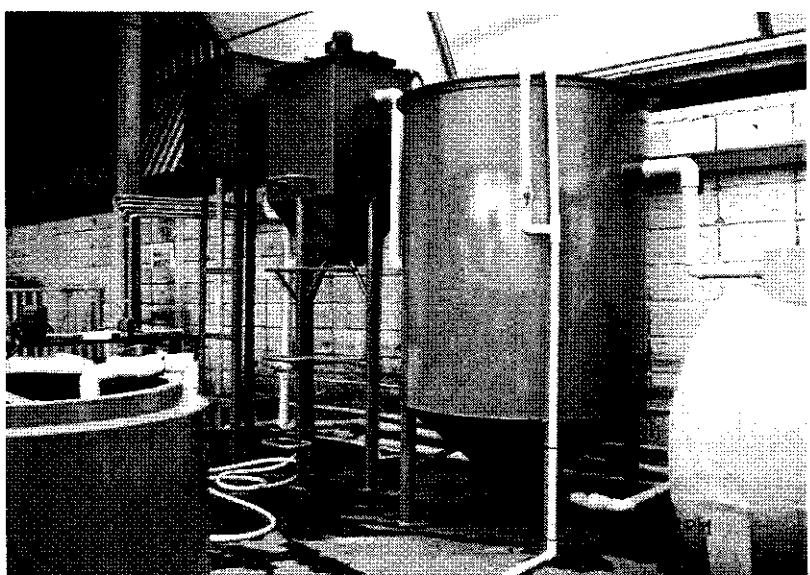
บริษัท สมาย คอนเทนเนอร์ อุตสาหกรรม จำกัด เป็นโรงงานพิมพ์กล่องกระดาษ น้ำเสียที่เข้าระบบเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เป็นน้ำเสียเข้มข้น องค์ประกอบของน้ำเสียส่วนใหญ่จะมีสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตปนเปื้อนอยู่ โดยมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 15 ลบ.ม. ต่อวัน จากการตรวจวัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตของทางโรงงานมีค่าดังนี้ BOD = 1,050 mg/l, COD = 1,360 mg/l ดังนั้น ซึ่งทางโรงงานมีระบบบำบัดน้ำเสียอยู่เดิม แต่ในปัจจุบันน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งจึงได้ทำการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียและเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียใหม่

- ลักษณะการปฏิบัติงาน

ติดตามขั้นตอนการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานจริง ซึ่งระบบเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี โดยทำการศึกษาระบบที่ใช้ในการบำบัด ศึกษาขั้นตอนการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเริ่มเดินระบบบำบัด การแก้ปัญหาเบื้องต้น

- ผลการปฏิบัติงาน

จากเดิมสารโคแอกกูแลนท์ที่ใช้คือ $FeCl_3$ แต่เกิดปัญหาน้ำที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นสีแดง ได้ทำการเปลี่ยนสารโคแอกกูแลนท์เป็น PAC ในปริมาณความเข้มข้นที่มากขึ้นปรากฏว่าต้องใช้สารเคมีในปริมาณที่มากและการเกิดฟล็อกน้อยกว่าการใช้ $FeCl_3$ จึงปรับเปลี่ยนโดยการกลับมาใช้สารเคมี $FeCl_3$ ตามเดิมแต่มาเพิ่มตรงส่วนของการเติมอากาศให้มากขึ้นและในกระบวนการกรองก็สามารถลดลักษณะสีของน้ำที่เป็นสีแดงได้



รูปที่ 2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียบริษัท สมาย คอนเทนเนอร์ อุตสาหกรรม จำกัด

2.2 โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงาน บุญถาวร

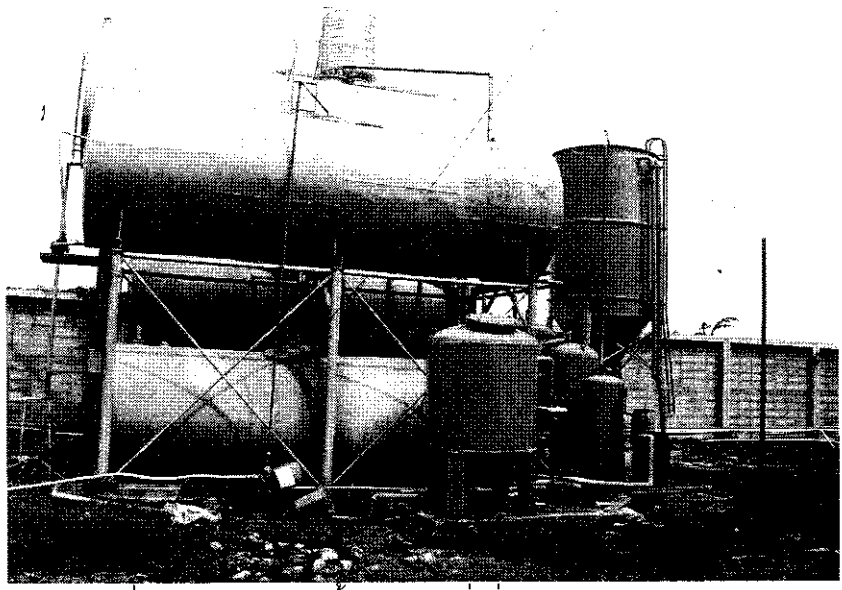
โรงฟอกบุญถาวร เป็นโรงงานรับบริการซัก อบ รีด น้ำเสียที่เข้าระบบเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต องค์ประกอบของน้ำเสียส่วนใหญ่จะมีสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตปนเปื้อนอยู่ โดยมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 100 ลบ.ม. ต่อวัน ซึ่งทางโรงงานมีระบบบัดน้ำเสียอยู่ เป็นระบบบำบัดแบบเคมีต่อด้วยระบบชีวภาพ เนื่องจากระบำบัดเดิมมีปัญหาการเดินระบบ และขาดการดูแลที่ถูกต้อง ทำให้น้ำเสียที่ปล่อยทิ้งไม่ได้มาตรฐาน

- ลักษณะการปฏิบัติงาน

จัดทำรายงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการปรับปรุงซึ่งระบบที่ใช้คือระบบบำบัดทางเคมี สรุปส่วนที่ปรับปรุงและทำการเขียนแบบส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมา โดยต้องทำการศึกษาระบบเดิมที่เคยมีอยู่และส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นประโยชน์ของส่วนที่ปรับปรุงเพิ่มเติมซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการฟอก ย้อมสีผ้า ใช้ระบบบำบัดทางเคมี ในการบำบัดน้ำเสีย ส่วนที่เพิ่มเติมมาคือการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่

- ผลการปฏิบัติงาน

จากการทำรายงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียส่วนที่ปรับปรุงเพิ่มเติมคือการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตทำให้ทราบว่าการจัดการที่ดีสามารถนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ภายในโรงงานส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายภายในโรงงานได้



รูปที่ 2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนที่เพิ่มเติมโรงงาน บุญถาวร

2.3 โครงการระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยรามคำแหง

โครงการระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นโครงการที่รับผิดชอบในส่วนของการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียและการติดตั้ง Jet Aerator ในบริเวณบ่อเติมอากาศสุดท้ายก่อนปล่อยออกสู่สาธารณะ

- ลักษณะการปฏิบัติงาน

จัดทำคู่มือการเริ่มเดินระบบและการเดินระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยรามคำแหง เก็บตัวอย่างน้ำนำไปวิเคราะห์ดูประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งระบบที่ใช้คือถังเกรอะกรองไร้อากาศและ Activated Sludge

- ผลการปฏิบัติงาน

ในการเริ่มเดินระบบบำบัดช่วงแรกจะประสบปัญหาน้ำในบ่อเติมอากาศสุดท้ายนั้นจะยังมีสีค่อนข้างดำเนื่องจากในช่วงแรกยังไม่สามารถนำ Jet Aerator มาติดได้จึงทำให้ทำให้ยังไม่สามารถปล่อยน้ำออกสู่สาธารณะได้แต่เมื่อหลังจากการนำ Jet Aerator มาติดแล้วเดินระบบอย่างสมบูรณ์น้ำที่ออกมาได้มาตรฐานที่กำหนดจึงสามารถปล่อยออกสู่ภายนอกได้

บทที่ 3
โครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

3.1 ความเป็นมา

บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง ดำเนินการทำลิฟท์ และทำการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์ที่มาจากแผ่นโลหะ น้ำเสียที่เข้าระบบเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวกับการล้างชิ้นงานและการพ่นสีชิ้นงาน ซึ่งมีลักษณะน้ำเสียเป็นน้ำสีขาวขุ่น มีปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 10 ลบ.ม.ต่อวัน จึงได้มอบหมายให้ ทางบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด เข้ามาทำการออกแบบและติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย ได้มาตรฐานน้ำทิ้งที่กฎหมายกำหนดและไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ชุมชนข้างเคียง

3.2 วัตถุประสงค์

3.2.1 ศึกษาลักษณะน้ำเสียเพื่อนำไปใช้ในการเลือกระบบที่เหมาะสมกับน้ำเสีย

3.2.2 เพื่อศึกษาการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

3.2.3 ศึกษาต้นทุนที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

3.3 ขอบเขตการศึกษาโครงงาน

การศึกษาโครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท โชคชัยเอนจิเนียริ่ง จำกัด ได้ทำการศึกษาลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นของบริษัทฯเพื่อนำมาใช้ในการเลือกระบบบำบัดที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้น ทำการเดินระบบบำบัดน้ำเสียตั้งแต่เริ่มต้นและทำการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ทำการคำนวณต้นทุนที่เกิดจากการก่อสร้างระบบบำบัดเพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนที่เกิดจากการนำน้ำเสียส่งไปบำบัด

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.4.1 ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆในปริมาณสูง จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไป น้ำเสียก่อให้เกิดปัญหาต่างๆแก่แหล่งน้ำที่เป็นที่รองรับ เช่น ทำให้เกิดการเน่าเหม็นหรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

สิ่งเจือปนต่างๆที่ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ กรด ด่าง ของแข็งหรือสารแขวนลอย และสิ่งที่ลอยปนอยู่ในน้ำ เช่น น้ำมัน ไขมัน เกลือและแร่ธาตุ ที่เป็นพิษ เช่น

โลหะหนัก สารที่ทำให้เกิดฟอง ความร้อน สารพิษเช่น ยาฆ่าแมลง สี กลิ่น และสารกัมมันตภาพรังสี เป็นต้น

3.4.2 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

สารอินทรีย์

ส่วนประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากชุมชน คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำมัน นอกจากนี้น้ำเสียจากชุมชนอาจมีปริมาณของ ผงซักฟอก สารประกอบฟีนอล และยาฆ่าแมลงต่างๆ ซึ่งย่อยสลายได้ยากปนเปื้อนอยู่บ้าง สารเหล่านี้มักพบในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณสารอินทรีย์สามารถประมาณได้จากค่าปริมาณของแข็งระเหยง่าย (VS) แต่ผลที่ได้อาจมีค่าไม่ละเอียดนัก ดังนั้นการวัดปริมาณสารอินทรีย์ในปัจจุบันจึงนิยมวัดในรูปค่าของบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หรือทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC)

1. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 $^{\circ}$ ซ มีหน่วยเป็น มก./ล. ค่าบีโอดีเป็นค่าที่ใช้บอกถึงผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อปริมาณออกซิเจนละลายโดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการและเป็นค่าที่มีความสำคัญอย่างมากในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยใช้บ่งบอกถึงค่าภาระอินทรีย์ (Organic Loading) ใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย และใช้ในสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ

2. ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึงปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชั่นสารอินทรีย์ในน้ำให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้หลักการว่าสารประกอบอินทรีย์เกือบทุกชนิดจะถูกออกซิไดซ์ด้วย Strong Oxidizing Agents ($K_2Cr_2O_7$) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ค่าซีโอดีมักมีค่าสูงกว่าบีโอดี เนื่องจากซีโอดีไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายทางชีวภาพและสารที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีวภาพได้ แต่มีข้อดีคือใช้เวลาในการวิเคราะห์เพียง 3 ชั่วโมง เท่านั้น ค่าซีโอดีมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง การคุมระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเช่นเดียวกับค่าบีโอดี และยังสามารถใช้ในการประเมินค่าบีโอดีอย่างคร่าวๆได้

3. ทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC) หมายถึง ปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำประกอบด้วย อนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic Carbon) ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตในน้ำ และอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) หลักการวิเคราะห์ค่าทีโอซี คือ การ

ออกซิไดซ์คาร์บอนในสารอินทรีย์มให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการหาปริมาณก๊าซของคาร์บอนไดออกไซด์

สารอนินทรีย์

สารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียทั่วๆไป ได้แก่ พีเอช คลอไรด์ ความเป็นด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก และก๊าซละลายน้ำ สารอินทรีย์บางชนิดมีส่วนช่วยในกระบวนการบำบัดน้ำเสียเป็นไปได้ด้วยดี ในขณะที่สารอินทรีย์บางชนิดอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

1. พีเอช (pH) หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ค่าพีเอชจะแสดงถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสียนั้นๆ เป็นค่าที่มีประโยชน์อย่างมากต่อการบำบัดน้ำเสียทั้งวิธีทางชีวภาพและวิธีทางเคมี เช่น น้ำเสียที่มีค่าพีเอชเป็นกลาง จะมีความเหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

2. ความเป็นด่าง (Alkalinity) หมายถึง ปริมาณด่างที่มีอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปเป็นผลมาจากไฮดรอกไซด์ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต ค่าความเป็นด่างจะมีความสัมพันธ์กับค่าพีเอช และมีประโยชน์ต่อการบำบัดน้ำเสีย เช่น ใช้ในการเลือกตำแหน่งสำหรับการเติมสารเคมีไปในระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

3. ไนโตรเจน (Nitrogen) สารประกอบไนโตรเจนที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน และสารประกอบ อนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ไนไตรต์ และไนเตรต สารประกอบไนโตรเจนรูปต่างๆมีความสัมพันธ์กันโดยสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมากันได้โดยปฏิกิริยาชีวเคมีของแบคทีเรีย ไนโตรเจนเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสะอาดของน้ำ โดยในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ถ้าพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน (Org-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในปริมาณมาก อาจแสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรกและมีการปนเปื้อน นอกจากนี้ในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen หรือ Org-N และ NH_3-N) จะต้องมีเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียซึ่งอัตราส่วนที่เหมาะสมของ BOD:N คือ 100:5

4. ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในการสร้างเซลล์ใหม่ มักอยู่ในรูปของ ฟอสเฟต โพลีฟอสเฟส และอินทรีย์ฟอสเฟส ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียที่เหมาะสมจะทำให้ระบบบำบัดทางชีวภาพทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปล่อยน้ำทิ้งที่มีฟอสฟอรัสลงในแหล่งน้ำอาจจะกระตุ้นการเติบโตของพืชน้ำอย่างรวดเร็วจนเกิดสภาพผิดปกติเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) และทำให้เกิดปัญหาในแหล่งน้ำนั้นได้

5. โลหะหนัก (Heavy Metals) โลหะหนักในน้ำเสียมีอยู่หลายชนิด เช่น แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท นิกเกิล สังกะสี เป็นต้น โลหะหนักบางชนิดเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตหากอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ เช่น โครเมียม ทองแดง เหล็ก แต่โลหะ บางชนิดก็เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น แคดเมียม ปรอท นิกเกิล ดังนั้นในการควบคุมดูแลระบบจึงจำเป็นต้องทราบว่าในน้ำเสียมีโลหะชนิดใดและในปริมาณเท่าไร ปริมาณโลหะจะมีผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์และการเลือกระบบบำบัดที่มีความเหมาะสม

3.4.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีเหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1) มีกรดหรือด่างสูงเกินไป (พีเอชต่ำหรือสูงเกินไป)
2) มีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น สังกะสี ดีบุก ฯลฯ
3) มีสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ยาก
4) มีสารประกอบอนินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ซัลไฟด์
5) มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ

กระบวนการทางเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสียได้แก่

- โคแอกูเลชัน (Coagulation) กระบวนการนี้มี 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนแรกคือการเติมสารเคมีพวกสร้างตะกอน (Coagulant) ซึ่งได้แก่ สารส้ม ปูนขาว เกลือของเหล็ก สาร Polyelectrolytes เป็นต้น ผสมกับน้ำเสียที่มีตะกอนแขวนลอยเล็กๆ ขั้นตอนที่สองคือ การกวนอย่างช้าๆ เพื่อให้เกิดสภาพรวมตะกอน (Flocculation) ซึ่งได้มีการเกาะกันระหว่างตะกอนแขวนลอยเล็กๆ กับสารสร้างตะกอน จนได้ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจนสามารถตกตะกอนได้ สาเหตุที่ต้องทำการกวนอย่างช้าๆ เพราะไม่ให้สภาพการตัวกันเกิดการแตกหลุดจากกันของตะกอนเล็กๆเหล่านี้ สำหรับการหาปริมาณสารเคมีที่ต้องการใช้จำเป็นต้องทำการทดลอง ซึ่งนิยมเรียกว่า Jar Test โดยในการทดลองจะมีทั้งกวนเร็วและกวนช้า

- การตกตะกอนผลึก (Precipitation) กระบวนการนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพของสารต่างๆที่ละลายอยู่ในรูปสารละลาย (Soluble) ให้เป็นสารที่อยู่ในสภาพไม่ละลายน้ำ (Insoluble) โดยวิธีเติมสารเคมีผสมกับน้ำเสียให้ทั่วถึง เช่น สารส้ม (Alum), Ferric chloride ($FeCl_3$), ปูนขาว (Lime) เป็นต้น ซึ่งเมื่อผสมเข้ากันดีแล้วจะเกิดการจับตัวกันระหว่างสารเคมีดังกล่าวกับสารละลาย ทำให้สามารถแยกมลสารที่ไม่ต้องการออกจากน้ำเสียด้วยวิธีตกตะกอนผลึกทางเคมี

- การทำให้เป็นกลางหรือการปรับพีเอช (Neutralization) ค่าพีเอช มีบทบาทสำคัญมากในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นในการเติมกรดหรือด่างเพื่อปรับค่าพีเอชของน้ำเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็น น้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่ำสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยการเติมปูนขาว โซดาไฟ หรือโซดาแอช ส่วนน้ำที่มีค่าพีเอชสูงทำให้เป็นกลางได้โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ หรือบางครั้งอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ได้

- การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) เป็นอีกกระบวนการหนึ่งหากไม่ต้องการใช้วิธีสร้างตะกอนแข็งกำจัดโลหะหนักต่างๆสามารถใช้กระบวนการนี้ได้ซึ่งกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน สามารถกำจัดไอออนประจุบวก (Cation) และไอออนประจุลบ (Anion) จากน้ำเสียได้ ในปัจจุบันสารแลกเปลี่ยนไอออน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ซีโอไลท์ (Zeolite) และเรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Resin) ซึ่งเรซินแลกเปลี่ยนไอออนเป็นที่นิยม เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาก โดยเรซินแลกเปลี่ยนไอออนจะบรรจุอยู่ในถังและปล่อยให้น้ำเสียไหลผ่าน โลหะต่างๆในน้ำเสียจะอยู่ในรูปของไอออนที่มีประจุบวกซึ่งจะถูกแลกเปลี่ยนกับ H^+ ของเรซิน น้ำที่ผ่านถังเรซินจึงปราศจากโลหะหนัก

- ออกซิเดชั่น-รีดักชัน (Oxidation-Reduction) ในกรณีที่ต้องกำจัดสารมลพิษที่ละลายอยู่ในน้ำ แต่ไม่สามารถใช้วิธีการตกตะกอนผลึกได้ อาจใช้กระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันที่เปลี่ยนสารมลพิษให้เป็นสารที่ไม่มีพิษ กระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันได้แก่ การเติมสารเคมี ซึ่งอาจเป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidant) หรือสารรีดิวซ์ (Reductant) อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันกับสารมลพิษ ผลของปฏิกิริยาทำให้ได้สารที่ไม่เป็นพิษหรือมีความเป็นพิษลดลงสารเคมีที่มักใช้มีดังนี้

1. สารออกซิไดซ์ ได้แก่ โอโซน ออกซิเจน คลอรีนในรูปต่างๆ โพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต ($KMnO_4$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

2. สารรีดิวซ์ ได้แก่ เกลือซัลไฟต์ เหล็กซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

กระบวนการทางเคมีที่ใช้ในการบำบัดของน้ำเสียของ บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัดได้แก่กระบวนการดังต่อไปนี้

3.4.3.1 กาปรับ pH (pH Adjustment)

การปรับ pH ในน้ำเสียมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีเคมี เพื่อทำหน้าที่แยกมลสารออกจากน้ำได้ ซึ่งต้องมี pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสม โดยจำเป็นต้องทำการทดลองและใช้ความรู้ทางเคมีมาช่วย โดยทั่วไปการปรับ pH จะใช้สารเคมี 2 ประเภทคือ ประเภทกรด และประเภทด่าง ซึ่งแล้วแต่ความต้องการในการปรับ pH ถ้าต้องการปรับ pH ให้สูงขึ้นจำเป็นต้องเติมสารประเภทด่าง ถ้าต้องการปรับ pH ให้ต่ำลงจำเป็นต้อง

เติมสารประเภทกรด และถ้าต้องการปรับ pH ให้เป็นกลางจำเป็นต้องเติมสารใดสารหนึ่งแล้วแต่ค่า pH ของน้ำเสียที่ไหลเข้ามา ซึ่งนิยมเรียกวิธีนี้ว่า การสะเทิน (Neutralization)

3.4.3.2 กระบวนการโคแอกูเลชัน

กระบวนการโคแอกูเลชั่น เป็นการกระบวนการประสานคอลลอยด์ ซึ่งเป็นสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ช้ามาก คอลลอยด์มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.1-1 นาโนเมตร ซึ่งไม่สามารถแยกตัวออกจากน้ำได้โดยวิธีการตกตะกอนตามธรรมชาติเนื่องจากอนุภาคของคอลลอยด์มีขนาดเล็กเกินไป หลักการของกระบวนการโคแอกกูเลชัน คือ การเติมสารโคแอกกูแลนด์ (Coagulant) เช่น สารส้ม (Aluminum Sulfate $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) ลงไปในน้ำเสียทำให้คอลลอยด์หลายๆอนุภาคจับตัวกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ฟล็อก (Floc) จนมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนลงมาได้รวดเร็ว สารโคแอกกูแลนด์ทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวประสานให้อนุภาคมารวมตัวกันเป็นฟล็อก

ส่วนประกอบสำคัญของกระบวนการโคแอกกูเลชันมี 2 ส่วน คือ ถังกวนเร็ว และถังกวนช้า ถังกวนเร็วเป็นที่เติมสารเคมีและเป็นทางเข้าของน้ำเสีย สารเคมีและน้ำเสียจะผสมกันทันทีอย่างรวดเร็วในถังนี้ ส่วนถังกวนช้าเป็นที่สำหรับกระบวนการสร้างฟล็อก (Flocculation) ที่เกิดจากการรวมตัวของอนุภาคคอลลอยด์ เพื่อส่งไปตกตะกอนในถังตกตะกอนซึ่งอยู่ตามหลังถังกวนช้าหรืออาจรวมอยู่ในถังเดียวกันกับถังกวนช้า อนุภาคคอลลอยด์ที่ไม่ถูกบำบัดโดยถังตกตะกอน จะถูกส่งต่อไปบำบัดในถังกรอง น้ำที่ออกจากถังกรองจึงมีความใสสูงมาก

นอกจากนี้ยังสามารถเติมสารโคแอกกูแลนด์เอด (Coagulant Aid) เป็นสารเคมีประเภทอิเล็กโตรไลท์ (Polyelectrolyte) ซึ่งเป็นสารโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง โดยโคแอกกูแลนท์เอดทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างอนุภาคหรือฟล็อกให้เกิดเป็นฟล็อกขนาดใหญ่และตกตะกอนได้ง่ายสารโพลิอิเล็กโตรไลท์ที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน มีอยู่ 3 ประเภท ได้แก่

1. โพลิเมอร์ประจุบวก (Cationic Polymer)
2. โพลิเมอร์ประจุลบ (Anionic Polymer)
3. โพลิเมอร์ไม่มีประจุ (Non Ionic Polymer)

อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการทางเคมีส่วนใหญ่มักจะมีอุปกรณ์หลักคือ ถังกวนเร็วที่ใช้ผสมสารเคมีกับน้ำเสีย เหมือนกัน ทั้งนี้เพราะต้องมีการเติมสารเคมีชนิดต่างๆให้กับน้ำเสีย ในกรณีที่มีตะกอนเกิดขึ้น ดังเช่นกระบวนการโคแอกกูเลชันและการตกผลึกก็มักต้องใช้ถังกวนช้าและถังตกตะกอนด้วยเสมอ บางครั้งต้องกรองน้ำที่ตกตะกอนแล้วด้วยถังกรองทรายเพื่อกำจัดความขุ่นที่เล็ดลอดผ่านถังตกตะกอนอุปกรณ์สำหรับบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน และถังกรอง

3.4.4 หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

3.4.4.1 เครื่องกวนในเส้นท่อ (Static Mixer) เป็นเครื่องกวน ที่มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ housing pipe และ non - moving mixing elements ของเหลวจะผสมกันในขณะที่ไหลผ่านเครื่องกวน ใช้ในกระบวนการกวนเร็วซึ่งใช้สำหรับกวนสารเคมีกับน้ำเสีย เพื่อให้สารเคมีกับน้ำเสียผสมกันอย่างทั่วถึง ซึ่งจะทำให้สารเคมีทำปฏิกิริยากับน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ โครงสร้างของเครื่องกวนในเส้นท่อจะมี Element ซึ่งแต่ละอันจะมีลักษณะเป็นแผ่น บิดทำมุม 180 ° ไปทางซ้ายและขวา Element ที่บิดไปทางขวาและซ้ายนี้ จะวางเรียงสลับกันไปในท่อ และ element ชิ้นที่วางติดต่อกันนั้น จะวางทำมุม 90 ° ต่อกัน ความยาวของ element แต่ละอันจะยาวเป็น 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อและจำนวนของ element ที่จะใช้นั้น ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานในประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4 ELEMENTS
- สำหรับการผสมก๊าซ
- สำหรับการผสมน้ำ

6 ELEMENTS ใช้ในงานผสมของเหลวมีความหนืดต่ำ เช่น
- การกวนให้ของเหลวมีความหนืดเป็นเนื้อเดียวกัน
- การเติมอากาศ
- การผสมไอน้ำ
- เครื่องกวนจ่ายความร้อน (Thermomixer)

12 ELEMENTS ใช้ในงานผสมของเหลวความหนืดปานกลาง เช่น
- การกระจายของของเหลว
- การผสมของเหลวและก๊าซ
- การสะกัด (EXTRACTION)
- กระบวนการ Emulsification
- การผสมน้ำมัน

18 ELEMENTS ใช้ในงานผสมของเหลวความหนืดสูง เช่น
- การผสมโยเกิร์ต
- การผสมแบบความเร็ว สูง / ต่ำ

24 ELEMENTS ใช้ในงานพิเศษต่าง ๆ เช่น
- การผสมวัสดุประเภทกาว (Mixing of adhesives)

- การผสมเรซิน 2 ชนิด
- อุปกรณ์แลกเปลี่ยนถ่ายเทความร้อน

3.4.4.2 ถังกวนช้า (Slow Mixing Tank) เมื่อสารเคมีกับน้ำเสียผสมเข้ากันดีแล้วใน Static Mixer ขั้นต่อมาน้ำจะไหลเข้าสู่ถังกวนช้า เพื่อที่จะทำให้สารละลายเคมี มีโอกาสเกาะติดหรือจับตะกอนแขวนลอยต่างๆในน้ำเสีย ซึ่งจะมีผลให้ตะกอนแขวนลอยต่างๆมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีน้ำหนักของตะกอนเหล่านี้มากขึ้น ก็สามารถทำให้เกิดการตกตะกอนง่ายขึ้น ตะอนเหล่านี้นิยมเรียกว่า Floc

การออกแบบถังกวนช้า ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาเก็บกัก โดยทั่วๆไป จะอยู่ในช่วงเวลา 20-30 นาที แต่ในบางกระบวนการ เช่น กระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสีย เวลาเก็บกักอาจใช้เพียง 5 นาทีก็พอ

2. ความเร็วของตะกอน floc ที่ไหลบนก้นถัง ควรจะมีประมาณ 0.2-0.3 ม./วินาที

3. ความเร็วของน้ำในถัง flocculation ในทางปฏิบัติความเร็วของน้ำมีไหลในถังกวนช้านี้ไม่ควรมีสูงเกิน 0.1 ม. /วินาที เพราะจะทำให้ตะกอน floc แตกออกได้

4. ทางเข้า น้ำที่ไหลเข้าสู่ถัง flocculation ควรมีการกระจายเข้าที่ดี

5. การเกิดไหลลัดวงจร ปัจจัยนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการออกแบบถัง flocculation ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการออกแบบถังกวนช้านี้คือ ใช้แผ่นกั้นขวาง (Baffle wall) ลดกำลังงานที่ใช้ในการกวนตามกระแสน้ำไหล เลือกประเภทของถังเป็นแบบ Plug-Flow ก็จะช่วยได้มาก ในบางสภาวะที่ใช้เครื่องกวนสำหรับถังกลมหรือถังสี่เหลี่ยนจตุรัส ซึ่งการไหลลัดวงจรจะเกิดขึ้นได้ง่าย แก้ไขโดยให้ทางน้ำไหลเข้าสู่ตำแหน่งส่วนบนของถัง และทางน้ำไหลออกให้อยู่ตำแหน่งส่วนล่างของถัง และถ้าเป็นไปได้อาจติดตั้งแผ่นกั้นขวางบริเวณทางน้ำไหลเข้า-ออก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นอีก

6. การออกแบบขนาดของแผ่นกวน พื้นที่ผิวของแผ่นกวนจะมีประมาณ 0.2 เท่าของพื้นที่หน้าตัดของถังกวนช้า

7. ค่า Gt ของถังกวนช้า ควรอยู่ในช่วง 10,000-100,000

8. การเลือกชนิดของถังกวนช้า เนื่องจากระบบกวนช้ามีอยู่หลายชนิด และแต่ละชนิดจะมีข้อดี ข้อเสียต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและการตัดสินใจของวิศวกรสิ่งแวดล้อม

9. ความเร็วหมุนของเครื่องกวน ความเร็วหมุนของเครื่องกวนควรจะมีประมาณ 3.4 เท่าของความเร็วของน้ำไหลในถังกวน

3.4.4.3 ถังตกตะกอนเคมี (Chemical Sedimentation Tank) วัตถุประสงค์ของถังตกตะกอนเคมี คือ ต้องการกำจัดหรือแยกตะกอนเคมี ซึ่งเกิดจากกระบวนการ Coagulation

หรือ Chemical Precipitation ในการออกแบบถังตกตะกอนเคมี จะใช้ค่าอัตราน้ำล้นสูงสุด โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของ Coagulants ต่างๆ ดังแสดงว่าไว้ในตารางที่ 3.1 สำหรับค่าเวลาเก็บกักควรจะมีค่าอย่างน้อย 2 ชม. เมื่อใช้อัตราไหลเข้าของน้ำเสียโดยเฉลี่ย (Q เฉลี่ย) และค่า Weir loading ไม่ควรมีมากกว่า 150 และ 310 ม.^{3}/ (ม.วัน) เมื่อใช้ Q โดยเฉลี่ยสำหรับน้ำเสียที่ผสมด้วยสารส้ม หรือเกลือต่างๆของเหล็ก และน้ำเสียที่ผสมด้วยปูนขาวตามลำดับ โดยทั่วไปแล้วตะกอนเคมีจะมีความเข้มข้มของตะกอนตั้งแต่ 1 ถึง 15% ซึ่งจะมีความเข้มข้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดสาร Coagulant และประสิทธิภาพของถังตกะตอนทางเคมี

ระบบการถ่ายตะกอนเคมีทิ้งออกจากถังตกตะกอน ควรใช้ท่อชนิด PVC หรือ PE เพื่อความสะดวกในการทำความสะอาดท่อ ระบบนี้จำเป็นต้องสูบตะกอนเคมีบางส่วนออกจากบริเวณก้นถังตกตะกอนเคมีกลับไปสู่ถังกวนเคมี เพื่อช่วยสนับสนุนการเกิด Coagulation ได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 3.1 ค่าอัตราน้ำล้นสูงสุดต่างๆสำหรับ Coagulants ต่างๆ

Coagulant	อัตราน้ำล้นสูงสุด (ม.^{3}/ (ม.^{2}.วัน))
สารส้ม	20-25
เกลือต่างๆของเหล็ก	29-33
ปูนขาว	57-65

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539(2)

3.4.5 หลักเกณฑ์ในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

การเริ่มเดินระบบในส่วนของระบบบำบัดทางกายภาพ ทางเคมี และทางเคมีกายภาพ จะใช้เวลาไม่มากนัก ขึ้นกับรูปแบบของระบบ เช่น การตกตะกอน (Sedimentation) การลอยตัว (Floatation) โคแอกกูเลชัน (Coagulation) ฟล็อกคูเลชั่น (Flocculation) และกระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันทางเคมี (Chemical Oxidation-Reduction) เป็นต้น ซึ่งกระบวนการบำบัดน้ำเสียเหล่านี้อาศัยวิธีทางกายภาพและการเติมสารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอนและการตกผลึกทางเคมี (Chemical Precipitation)

เนื่องจากประสิทธิภาพการบำบัดของกระบวนการดังกล่าวขึ้นอยู่กับรูปแบบและลักษณะของการออกแบบแต่ละหน่วยย่อย อุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ตลอดจนระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ถึงแม้จะมีการตรวจสอบเกณฑ์การใช้สารเคมีโดยผู้ออกแบบระบบแล้วก็ตาม ก่อนที่จะทำการเริ่มเดินระบบอาจจำเป็นต้องทดสอบในภาคสนาม โดยใช้น้ำ

สะอาดเพื่อตรวจสอบเส้นทางการไหลของน้ำ ระดับน้ำ รวมทั้งการทดสอบการทำงานของเครื่องจักร เครื่องสูบน้ำ เครื่องกวนช้า กวนเร็ว และเครื่องป้อนสารเคมี เป็นต้น

ในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการเติมสารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอนก่อนที่จะเริ่มเดินระบบ จำเป็นต้องทดสอบในห้องปฏิบัติการทดลองโดยวิธีการที่เรียกว่าจาร์เทส (Jar Test) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์เปรียบเทียบในกระบวนการสร้างตะกอน การสร้างฟล็อค และการตกตะกอน เพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมจากการคำนวณสารเคมี และปรับอัตราการป้อนสารเคมีในระบบจริงต่อไป

3.4.6 หลักเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้ควบคุมจะต้องทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การทำงานของระบบว่าถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด การตรวจสอบสามารถดำเนินการได้จากการมองเห็น การสังเกต และการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ลักษณะทางกายภาพที่เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธภาพของระบบ ประกอบด้วย

1) สี กลิ่น ฟอง

2) ลักษณะการไหลของน้ำในระบบและในหน่วยบำบัดย่อย

3) ลักษณะของน้ำเข้าและน้ำออก

4) ลักษณะของน้ำในถังเติมอากาศ

5) ลักษณะการเกิดตะกอนของถังตกตะกอน

6) การสะสมของสลัดจ์ในถังตกตะกอน

ลักษณะทางเคมี ได้จากการตรวจสอบวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพในระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยลักษณะน้ำเข้าและออก และในหน่วยบำบัดย่อย ซึ่งจำเป็นต่อการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบที่สำคัญได้แก่

1) ค่า BOD, COD, pH, SS, TKN, TP ค่าโลหะหนักในน้ำเสียก่อนเข้าระบบและออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย

2) ค่า DO, MLSS, MLVSS, SV_{30}, SVI ในถังเติมอากาศ

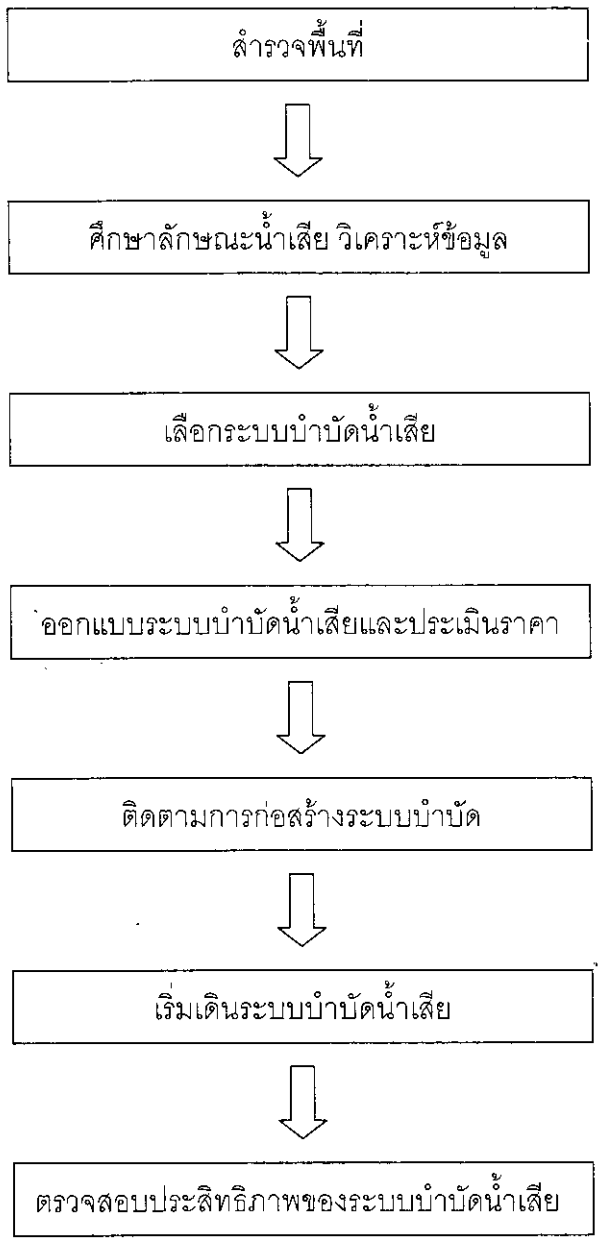
3) ค่า F/M, BOD:N:P:Fe, SRT ในถังเติมอากาศ

3.5 วิธีการดำเนินโครงงาน

3.5.1 วิธีการดำเนินโครงงาน

วิธีการดำเนินโครงงานเริ่มโดยการเข้าไปสำรวจพื้นที่ทำงานจริง สาเหตุการเกิดน้ำเสียและเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดขึ้นของ บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด ทำการส่งวิเคราะห์และนำมาทำการศึกษาลักษณะน้ำเสีย เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและคำนวณต้นทุนการบำบัด ติดตามการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำการเดินระบบบำบัดน้ำเสียเริ่มต้น ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนดังแสดงในแผนผังการดำเนินงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1แสดงแผนผังการดำเนินงาน

3.6 ผลการดำเนินงานโครงการ

3.6.1 ผลการสำรวจพื้นที่

บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง ดำเนินการทำลิฟท์ และทำการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์ที่มาจากแผ่นโลหะ น้ำเสียที่เข้าระบบเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวกับการล้างชิ้นงานและการพ่นสีชิ้นงาน โดยมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 10 ลบ.ม.ต่อวัน ซึ่งมีขั้นตอนในการก่อให้เกิดน้ำเสียดังต่อไปนี้

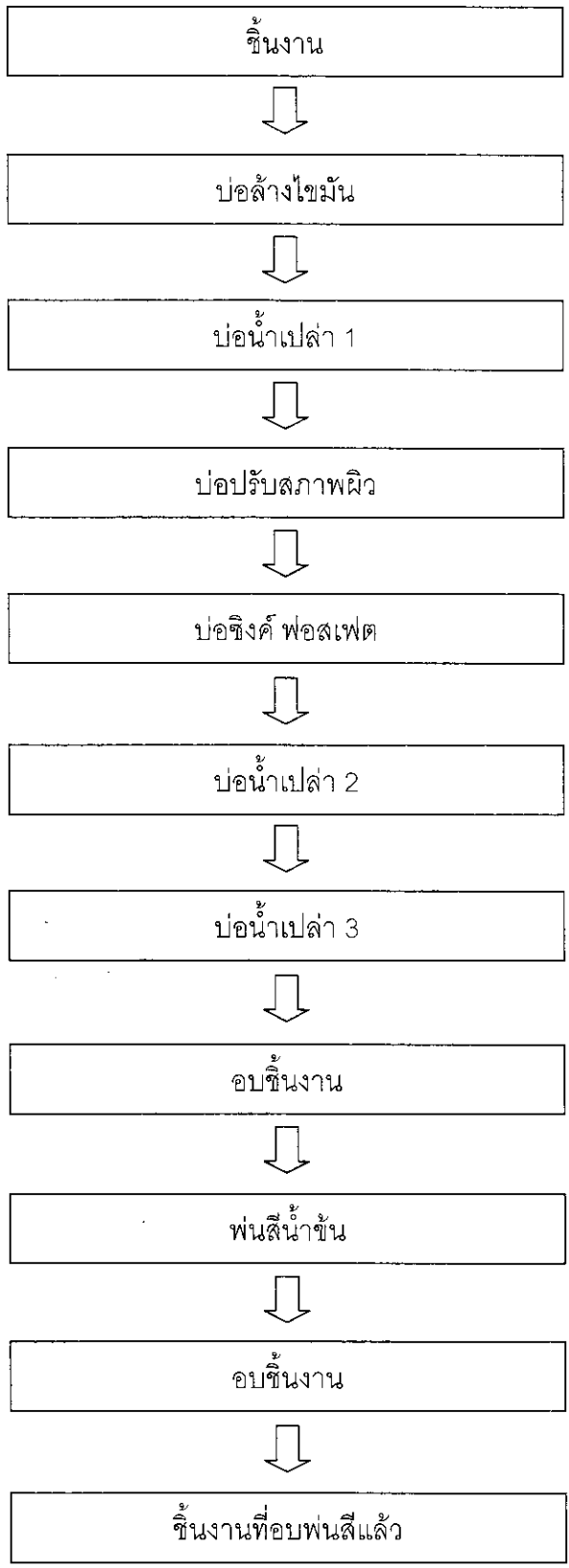
3.6.1.1 การล้างชิ้นงาน

- บ่อล้างคราบไขมัน
- บ่อน้ำเปล่า
- บ่อปรับสภาพผิว
- บ่อซิ้งค์ ฟอสเฟต
- บ่อน้ำเปล่า
- บ่อน้ำเปล่า

3.6.1.2 การพ่นสี

- บ่อเก็บกากสี 1
- บ่อตู้พ่นสีน้ำข้น 1
- บ่อตู้พ่นสีน้ำข้น 2

ขั้นตอนที่ทำให้เกิดน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังกระบวนการที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย

3.6.2 ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสียและวิเคราะห์

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียบริเวณบ่อล้างชิ้นงานและบ่อตู้พ่นสีน้ำข้นผสมกันส่งตัวอย่างน้ำเสียไปตรวจวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์น้ำจากห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน
pH	9.97	5.5-9.0
BOD	108.06 mg/L	20 mg/L
COD	972.20 mg/L	120 mg/L
TDS (Total Dissolved Solid)	10,560.00 mg/L	3,000 mg/L
SS (Suspended Solid)	366 mg/L	50 mg/L
Oil & Grease	22.33 mg/L	5 mg/L

จากผลการวิเคราะห์น้ำในห้องปฏิบัติการจะเห็นได้ว่าค่า BOD: COD= 0.1 แสดงว่าน้ำเสียชนิดนี้ไม่เหมาะกับระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ เนื่องจากน้ำเสียมีสารอินทรีย์ให้จุลินทรีย์ย่อยสลายได้น้อย ส่วนของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้และของแข็งแขวนลอย (TDS, SS) จะมีค่าสูงถึง 10,560.00 mg/L และ 366 mg/L ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณของเสียที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายจากลักษณะดังกล่าวเห็นสมควรว่าน้ำเสียของบริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัดเป็นน้ำเสียทางเคมี

3.6.3 การเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

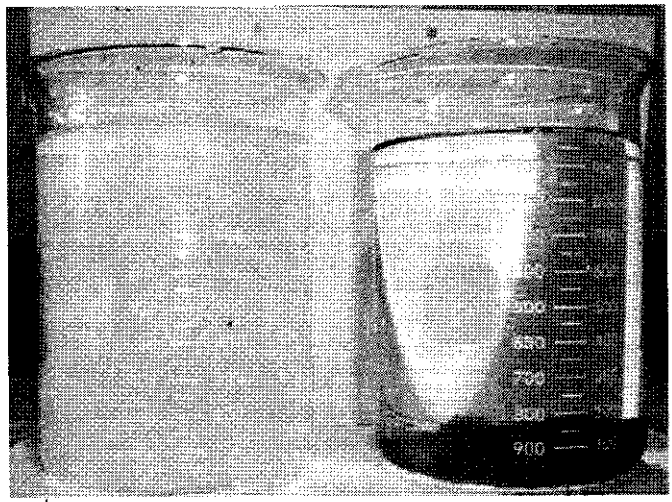
จากข้อมูลผลการวิเคราะห์น้ำเสียและการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียทางเคมีของ บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด จึงเลือกกระบวนการโคแอกกูเลชัน ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการดังนี้ การปรับ pH ทำการปรับ pH โดยการเติมสารเคมี ให้ pH อยู่ในช่วง 6.0-7.0 การเติมสารเคมีขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำเสียว่าเป็นกรดหรือเป็นด่าง การกวนเร็วเติมสารโคแอกกูแลนท์ (PAC และ $FeCl_3$) กวนเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาทีสังเกตุลักษณะน้ำเสีย การกวนช้าทำการเติมสารโคแอกกูแลนท์ เอด คือ Polymer ลงไปในน้ำเสียที่ผ่านการเติมสารโคแอกกูแลนท์ทั้งสองชนิดแล้วจึงทำการกวนช้าด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาทีและทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที ดูลักษณะน้ำและตะกอนที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบกันได้ผลตามตามแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบการใช้สารสารโคแอกกูแลนท์ต่างๆ

สารโคแอกกูแลนท์	ปริมาณสาร (ppm)	ลักษณะน้ำเสีย	ปริมาณ Polymer (ppm)	ปริมาณน้ำใส (mL)	ลักษณะน้ำเสียและตะกอน
$FeCl_3$ (40%)	4000	เกิด floc ที่มีลักษณะใหญ่เห็นได้ชัดเจน	3	800	ตะกอนหนัก ตกเร็ว มีลักษณะเป็นก้อน น้ำใส
PAC (10%)	4000	เกิด floc บ้างแต่มีขนาดเล็กและเกิดไม่มาก	3	100	ตะกอนเบา ฟุ้งกระจาย ไม่มีลักษณะเป็นก้อน น้ำยังขุ่น

ใช้ $FeCl_3$ ที่ 40% และ PAC 10% ในปริมาณน้ำเสีย 1000 mL

จากผลการทดลองตามตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าควรใช้สารโคแอกกูแลนท์คือ 40% $FeCl_3$ ซึ่งมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากสามารถทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดีมาก ตะกอนหนักตกได้ดีน้ำที่ออกมามีลักษณะน้ำใส ดังแสดงในรูป 3.2



รูปที่ 3.3 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่าง $FeCl_3$ และ PAC

3.6.4 ผลการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

จากข้อมูลในตารางที่ 3.3 นำมาใช้ในการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

3.6.4.1 ข้อมูลการออกแบบ

Flow rate = 10.00 m^3/day

Inlet BOD = 108.60 mg/l

Inlet COD = 972.20 mg/l

SS = 366.00

DS = 10,560.00 mg/l

pH = 9.97

ระบบบำบัดน้ำเสีย = Chemical treatment plant + Carbon filter

3.6.4.2 การออกแบบ

1) บ่อปรับเสถียร (Equalization Tank)

อัตราการไหล = 2.00 m^3/hr

ระยะเวลาเก็บกัก = 3.00 hr

ปริมาตร = 6.00 m^3

ขนาด = 2.0 m x 2.0 m x 1.5 m

เลือก Kawamoto WU02-405-0.25T Capacity 0.02 m^3 /min H 7.20 m. (2 Set)

2) Adjust pH

อัตราการไหล = 2.00 m^3/hr

ขนาด = 1.00 m x 1.00 m x 1.00 m

ปริมาตร = 1.00 m^3

ระยะเวลาเก็บกัก = 30.00 min

ติดตั้ง = pH Controller

เลือก Kawamoto WU02-505-0.4T Capacity 0.05 m^3 / min H 9.20 m. (2 Set)

3) Rapid Mixing

Static Mixing = 2.50 in

Ferric

Ferric dosing rate = 4.00 L/hr

= 40.00 L/day

ติดตั้ง = Chemical feed pump 16 L/hr at 10.00 bar

= Ferric Tank 300 L

4) Slow Mix Tank

อัตราการไหล = 2.00 m^3/hr

ขนาด = 1.0 m x 1.0 m x 1.0m

ปริมาตร = 1.0 m^3

ระยะเวลาเก็บกัก = 30.00 min

Installed = Slow mixer speed 20 rpm

Polymer CAT

Polymer dosing rate = 6.00 L/hr

= 60.00 L/day

ติดตั้ง = Chemical feed pump 16L/hr at 10.00 bar

= Polymer Tank 300 L

5) Sedimentation Tank

อัตราการไหล = 2.00 m^3/hr

ขนาด = Ø 1.8 m 2.5 m.

ปริมาตร = 6.30 m^3

ระยะเวลาเก็บกัก = 3.15 hr

ติดตั้ง = Sludge transfer pump flow rate 1.2 m^3/hr at 20 m TDH

เลือก STAC JX/50 RC Capacity 2.0 m3 / hr. H 18.0 m. (1 Set)

6) Transfer Holding Tank

อัตราการไหล = 2.00 m^3/hr

ขนาด = 650 m x 750 m x 4.00 mm

ปริมาตร = 5.00 m^3

ระยะเวลาเก็บกัก = 2.50 m^3

ติดตั้ง = Transfer pump flow rate 1.2 m^3/hr at 20 m TDH

เลือก STAC JK/50 RC Capacity 2.0 m^3/hr. H 18.0 m. (1 Set)

7) Carbon Filter Tank

ใช้อัตราการไหล = 2.00 m^3/hr

ขนาด = 250 mm x 1000mm x 3.00 mm

ติดตั้ง = Flow meter

Provide STAC JX/50 RC Capacity 2.0 m^3/hr. H 18.0 m. (1 Set)

8) Effluent Tank

อัตราการไหล	=	2.00	m^3/hr
ขนาด	=	2.0 m x 2.0 m x 1 m	
ปริมาตร	=	4.00	m3
ระยะเวลาเก็บกัก	=	2.00	hr

9) Sludge Holding Tank

ขนาด	=	650 mm x 750 mm x 4.00 mm
ปริมาตร	=	0.20 m3
ติดตั้ง	=	Sludge feed pump flow rate 0-5 m^3/hr. H 18.0. (1 Set)

3.6.5 การคำนวณต้นทุนต่อหน่วยการบำบัด

เมื่อเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสียสามารถนำมาหาต้นทุนต่อหน่วยการบำบัดน้ำเสียได้โดยมาจากการนำค่าไฟฟ้าจากระบบบำบัดน้ำเสียและสารเคมีจากระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อประเมินต้นทุน

3.6.5.1 ค่าก่อสร้างระบบบำบัด

- ค่าระบบบำบัดน้ำเสีย		1,222,300	บาท
	=	122,230	บาท/ปี

3.6.5.2 ค่าไฟฟ้า

- Pump Equalization	1.5 kW	2	set
- Pump Adjust pH	0.4 kW	1	set
- Motor Mix	0.75 kW	3	set
Transfer Holding pump	2.2 kW	1	set
Backwash Pump	2.2 kW	1	set
Metering Pump for Polymer	0.30 kW	1	set
Metering Pump for Chemical	0.011 kW	2	set
pH Controller	0.1 kW	1	set
Air Pump	0.1 kW	1	set
Sludge Feed Pump	0.75 kW	1	set
ระยะเวลาเดินระบบ	10 hr		
รวมปริมาณที่ใช้ไฟใน 1 วัน	113.22 kW/day		

รวมปริมาณที่ใช้ไฟใน 1 เดือน 3396.6 kW/month

ค่าไฟฟ้าใน 1 เดือน 16,983 บาท/เดือน**

ค่าไฟฟ้าใน 1 ปี 203,796 บาท/ปี **

** (ค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้า หน่วยละ 5 บาท)

3.6.5.3 ค่าสารเคมี

ปริมาณการใช้สารเคมีใน 1 วัน

- $FeCl_3$	40	L/day
- Polymer	60	L/day

ราคาสารเคมี

- $FeCl_3$	320	บาท/วัน
- Polymer	13.8	บาท/วัน
รวม	333.8	บาท/วัน
ค่าสารเคมี	120,168	บาท/ปี

3.6.5.4 ค่า Operate

- เงินเดือนพนักงาน	23,000	บาท/เดือน
- รวม	276,000	บาท/ปี

3.6.5.5 ค่าซ่อมบำรุง

- ค่าซ่อมบำรุง	12,223	บาท/ปี

3.6.5.6 ค่าต้นทุนต่อหน่วยการบำบัด

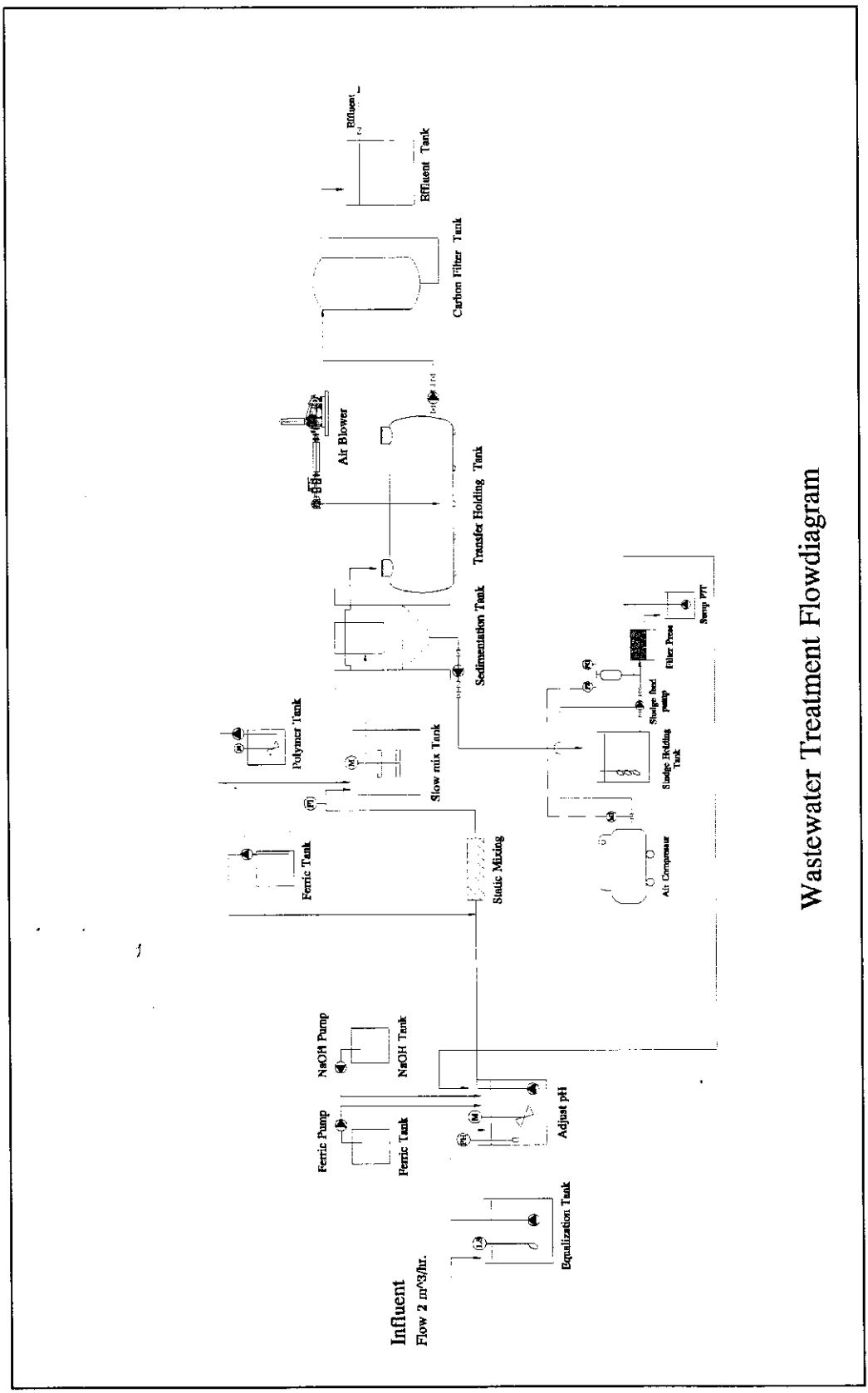
- ปริมาณน้ำเสีย	3,600	m^3/year
- ค่าระบบบำบัดน้ำเสีย	122,230	บาท/ปี
- ค่าไฟฟ้า	203,796	บาท/ปี
- ค่าสารเคมี	120,168	บาท/ปี
- ค่า Operate	276,000	บาท/ปี
- ค่าซ่อมบำรุง	12,223	บาท/ปี
ราคาบำบัดน้ำเสีย	204.00	บาท/m^3

3.6.5.7 คำนวณระยะเวลาคืนทุน

- ค่าระบบบำบัดน้ำเสีย	122,230	บาท/ปี
- ค่าไฟฟ้า	203,796	บาท/ปี
- ค่าสารเคมี	120,168	บาท/ปี

- ค่า Operate	276,000	บาท/ปี
- ค่าซ่อมบำรุง	12,223	บาท/ปี
รวมราคาบำบัดน้ำเสียเอง	734,424	บาท/ปี
- ส่งน้ำเสียบำบัด	2,700	บาท/m^3
- วันละ	10	m^3
ราคาส่งน้ำเสียบำบัด	9,720,000	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.136	ปี
หรือ	1.63	เดือน

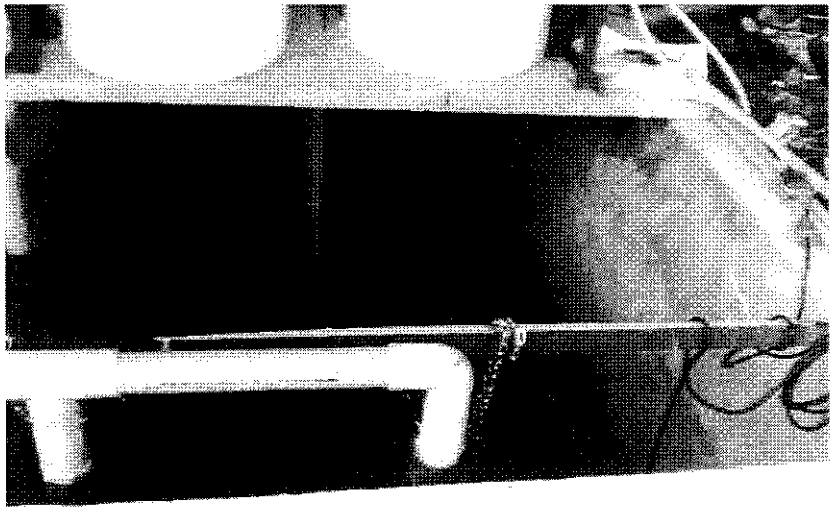
จากผลการออกแบบผลการวิเคราะห์น้ำเสียได้กระบวนการบำบัดน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 3.3



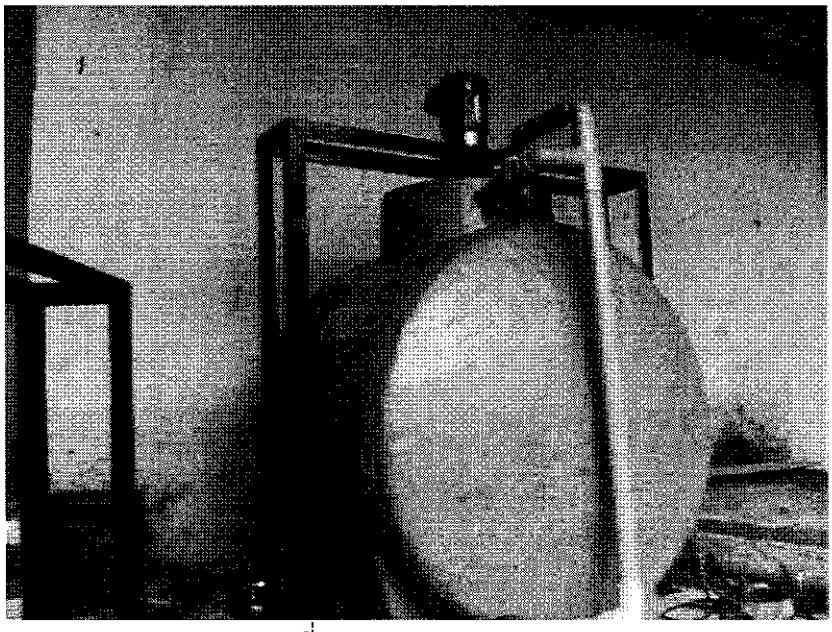
รูปที่ 3.4 Flow Diagram ของระบบบำบัดน้ำเสีย

3.6.6 การติดตามการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

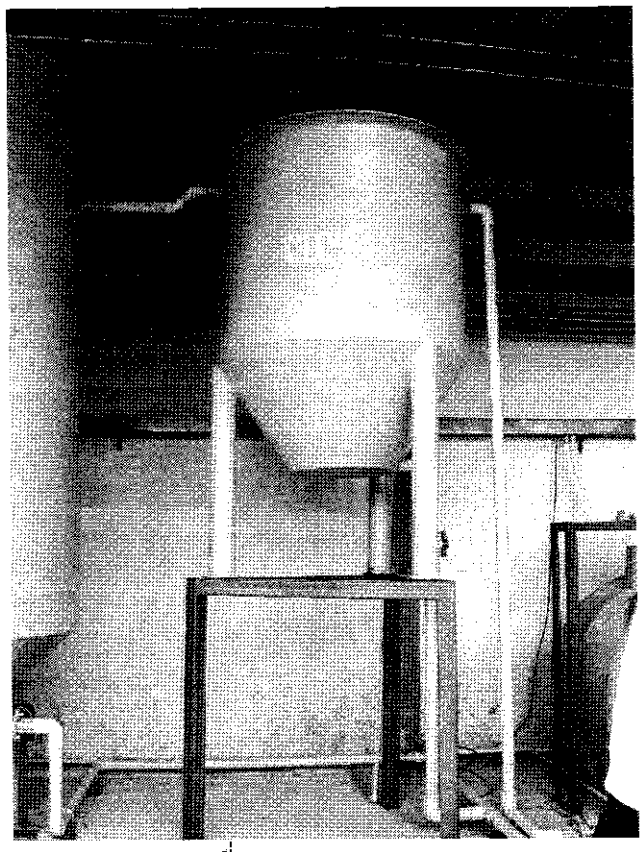
การติดตามการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียทำโดยการไปสถานที่จริงเพื่อให้เป็นไปตามการออกแบบแต่จะมีส่วนของการสั่งทำถังไฟเบอร์ในหน่วยย่อยของระบบซึ่งจะมีปัญหาเนื่องจากผู้จัดทำทำมาผิดแบบจึงต้องมีการนำกลับไปปรับแก้และส่วนที่ผิดแล้วแต่ยังสามารถใช้ได้ระบบจึงสามารถติดตั้งได้เป็นที่เรียบร้อยดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4-3.11



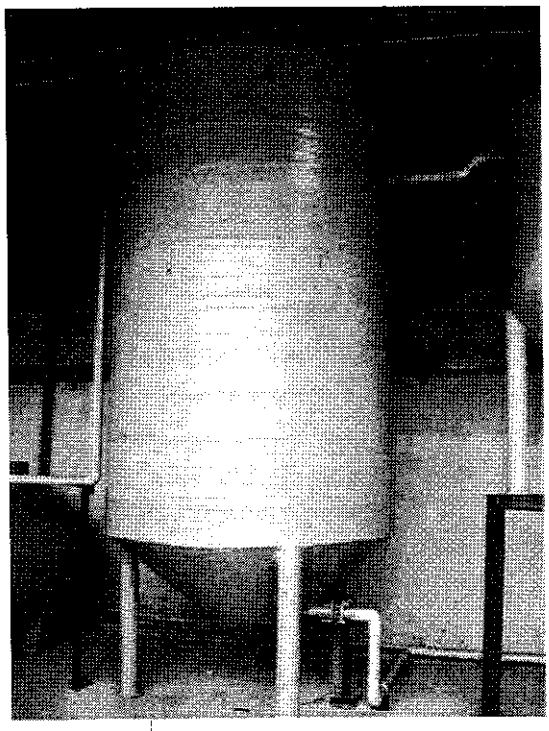
รูปที่ 3.5 Equalization Tank



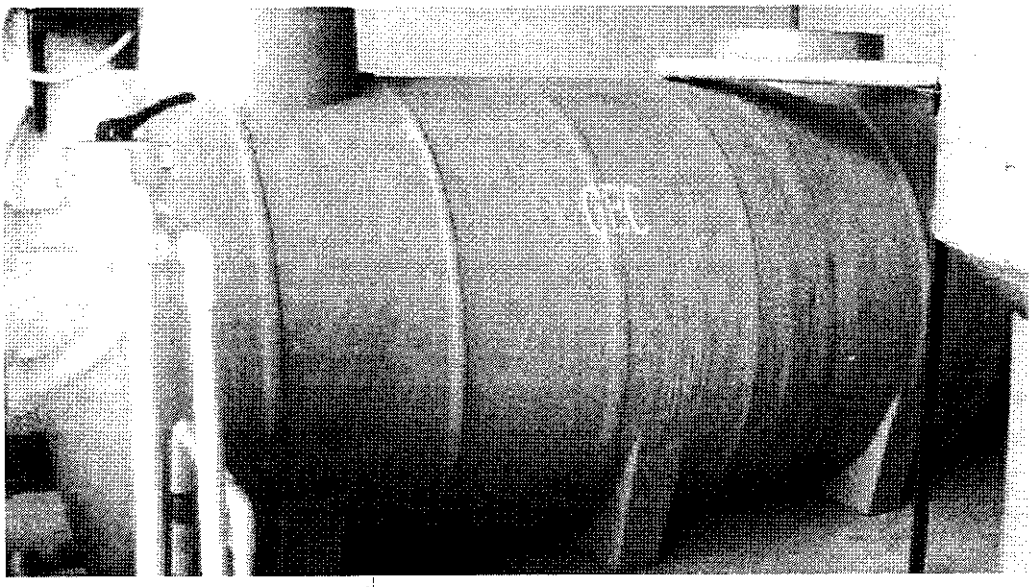
รูปที่ 3.6 Adjust pH Tank



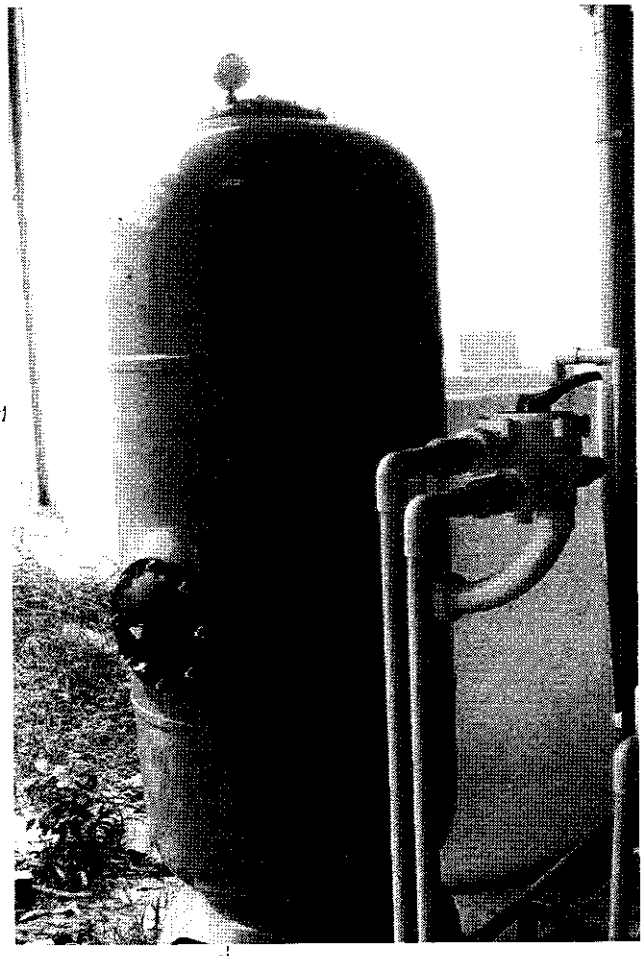
รูปที่ 3.7 Slow Mix Tank



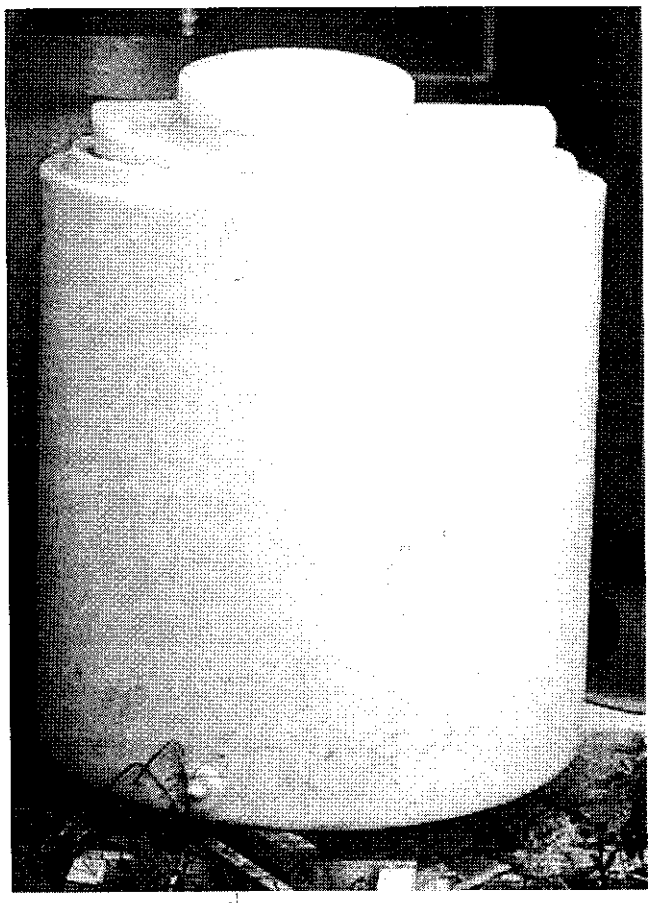
รูปที่ 3.8 Sedimentation Tank



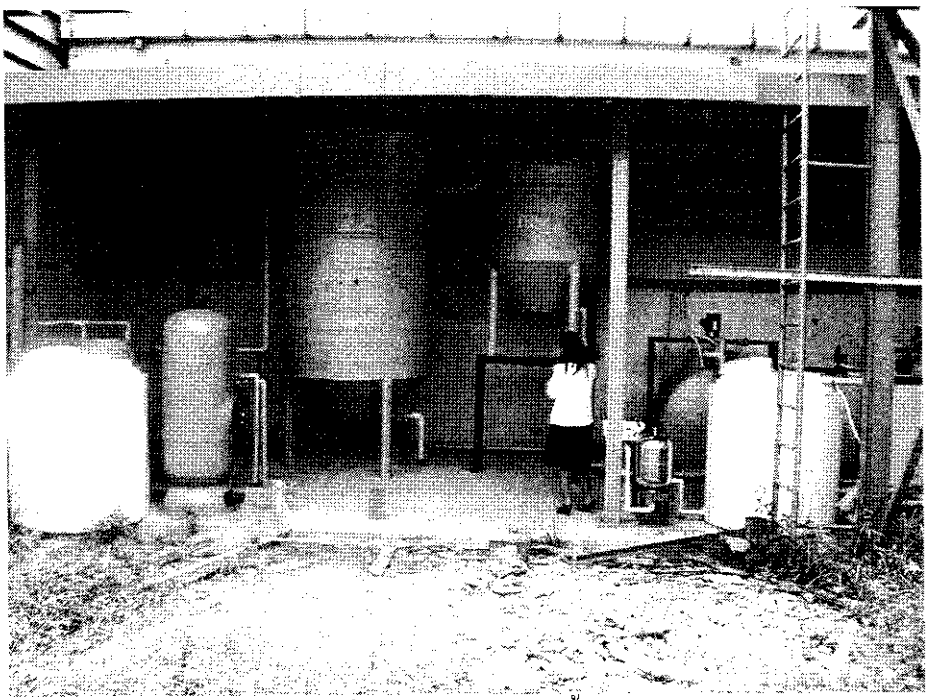
รูปที่ 3.9 Transfer Holding Tank



รูปที่ 3.10 Filtration Tank



รูปที่ 3.11 Effluent Tank

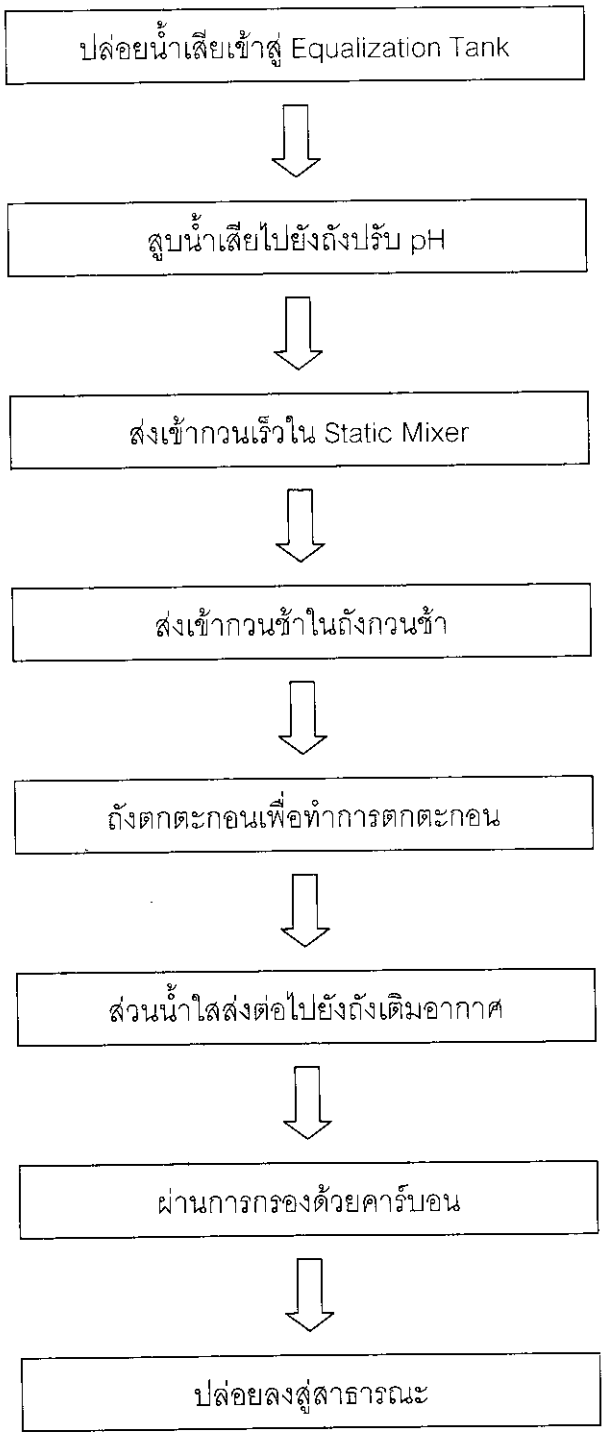


รูปที่ 3.12 ระบบบำบัดน้ำเสีย

3.6.6 การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี เป็นการเติมสารเคมีเพื่อให้เกิดการตกตะกอน การสร้างตะกอนและรวมตะกอนทางเคมี (Coagulation-Flocculation) การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันทางเคมี และเป็นระบบบำบัดทางเคมี โดยการปรับค่าพีเอช

การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี จำเป็นต้องทำการทดลองการตกตะกอนเพื่อหาชนิดและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสม อีกครั้ง โดยการทดสอบจาร์เทสเพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณปรับอัตราการใช้สารเคมีในระบบบำบัดทางเคมี ในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียครั้งแรกควรจะเริ่มเดินระบบด้วยน้ำประปาก่อนเพื่อเป็นการทดสอบอุปกรณ์อีกครั้งว่ามีการรั่วไหลหรือไม่เมื่อทำการทดสอบแล้วว่าไม่มีการรั่วไหลของอุปกรณ์แต่ละชนิดจึงเริ่มเดินระบบด้วยน้ำเสียจริง โดยน้ำเสียจะเริ่มเข้าที่บ่อปรับสภาพน้ำเสียหรือ Equalization Tank และจะถูกสูบเข้าไปยังถังปรับ pH เพื่อปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย $FeCl_3$ และส่งต่อไปยัง Static Mixer เพื่อกวนเร็วและเริ่มปฏิกิริยา Coagulation ส่งต่อไปยังถังกวนช้า เพื่อสร้างปฏิกิริยา Flocculation และส่งต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อทำการตกตะกอนทิ้งไว้ให้ตกตะกอนส่วนน้ำใสส่งต่อไปยังถังเติมอากาศและกรองโดยขั้นตอนการบำบัดตามแสดงในรูปที่ 3.12 การสิ้นสุดของการทดลองเดินระบบจะต้องพิจารณาประสิทธิภาพของระบบ และคุณภาพของน้ำทิ้ง



รูปที่ 3.13 แสดงแผนผังการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

3.6.7 การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียทำได้โดยการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการออกแบบแล้วได้ค่าตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว	ค่ามาตรฐาน
pH	7.38	5.5-9.0
BOD	16 mg/L	20 mg/L
COD	98.08 mg/L	120 mg/L
TDS (Total Dissolved Solid)	2,950 mg/L	3,000 mg/L
SS (Suspended Solid)	46 mg/L	50 mg/L
Oil & Grease	2.33 mg/L	5 mg/L

จากผลการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านการบำบัดออกมาจะเห็นได้ว่าน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ทุกค่าสามารถปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วออกสู่ภายนอกได้

3.7 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท โชคชัยเอนจิเนียริ่ง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ดำเนินกิจการทำสิฟท์ และทำการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์ที่มาจากแผ่นโลหะ โดยกระบวนการที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย คือ กระบวนการล้างชิ้นงานและกระบวนการพ่นสีทำให้เกิดน้ำเสียวันละ 10 ลูกบาศก์เมตร ได้ทำการศึกษาลักษณะน้ำเสียพบค่า BOD:COD = 0.1แสดงว่าน้ำเสียชนิดนี้ไม่เหมาะกับระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ เนื่องจากน้ำเสียมีสารอินทรีย์ให้จุลินทรีย์ย่อยสลายได้น้อย ส่วนของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้และของแข็งแขวนลอยมีปริมาณมากจึงเหมาะกับระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี เมื่อทำการเลือกระบบบำบัดแล้ว จึงทำการจาร์เทสเลือกสารเคมีที่เหมาะสมกับน้ำเสียได้สารเคมีที่เหมาะสมคือ $FeCl_3$ จึงร่วมทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียมีกระบวนการบำบัดน้ำเสียคือ การปรับ pH Coagulation-Flocculation การตกตะกอน การเติมอากาศและการกรองด้วยคาร์บอน เมื่อระบบก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบหลังจากเริ่มเดินระบบบำบัดแล้ว ผลการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านการบำบดแล้วมีค่าดังนี้ ค่า BOD= 16 mg/L, COD= 98.08 mg/L, pH= 7.38, TDS= 2,950 mg/L, SS= 46 mg/L, Oil & Grease =2.33 mg/L ซึ่งผลการวิเคราะห์ของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าไม่เกินมาตรฐานสามารถปล่อยออกสู่สาธารณะได้แสดงว่าประสิทธิภาพ

ของระบบบำบัดมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ ต้นทุนต่อหน่วยในการบำบัดน้ำเสียได้ = 204.00 บาท/m^3 ระยะเวลาคืนทุนอยู่ 1.63 เดือน เนื่องจากการส่งน้ำเสียไปบำบัดข้างนอกมีราคาค่อนข้างสูงถึง 2,700 บาท/m^3 จึงทำให้มีระยะเวลาในการคืนทุนเร็วจึงเหมาะที่จะทำการสร้างระบบบำบัดเองมากกว่า

3.8 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงงานในอนาคต

ทางบริษัท โชคชัยเอนจิเนียริ่ง จำกัด ควรมีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นภายในบริษัท เช่น น้ำเสีย โดยการลดกระบวนการที่สิ้นเปลืองเกินความจำเป็นเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัด และการสร้างระบบเพิ่มเติมเมื่อต้องการขยายกำลังการผลิตทั้งยังเป็นแนวทางปฏิบัติที่มุ่งสู่มาตรฐานการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมหรือ ISO 14001

บทที่ 4
สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท เคลียร์เอนจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงานหลายด้านไม่ว่าจะเป็น การออกแบบ เขียนแบบ จัดทำคู่มือในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย การเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสียเป็นความเพิ่มพูนความรู้ให้มีมากขึ้น ทั้งยังได้ออกปฏิบัติงานจริง ได้ใช้ความรู้ ความสามารถที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน และยังเป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นและยังได้รับความรู้ใหม่ๆเพิ่มเติมอีกมากมายซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีที่จะนำไปปรับปรุงในการทำงานจริงในอนาคตต่อไปจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ทำให้ผู้ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้รับประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ด้านสังคม
   - ได้เรียนรู้ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
   - ฝึกระเบียบวินัย ความรับผิดชอบและการตรงต่อเวลา ในการทำงาน
   - ได้เรียนรู้การทำงาน การประสานงานระหว่างองค์กร
2) ด้านทฤษฎี
   - ได้รู้ขั้นตอนการทำงานขององค์กร
   - ได้ฝึกการวางแผนงานในการทำงานให้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด
   - ได้นำความรู้ความสามารถที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง
3) ด้านการปฏิบัติ
   - ได้ทำการออกแบบการทดลองหาสารเคมีที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสีย
   - ได้ทำการเริ่มเดินระบบและบำบัดน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียจริง
   - ได้ความรู้ในการควบคุมระบบบำบัดและแก้ปัญหาเมื่อระบบไม่เป็นไปตามที่กำหนด

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรวิศวกรสิ่งแวดล้อมในบริษัท เคลียร์เอนจิเนียริ่ง แอนท์ คอนซัลแตนท์ จำกัด เป็นระยะเวลาประมาณ 16 สัปดาห์นั้น นอกจากจะเป็นการนำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการแล้ว ยังได้รับความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมอีกมากมายซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีที่จะนำไปปรับปรุงในการทำงานจริงในอนาคตต่อไป ซึ่งในระหว่างการปฏิบัติงานพบปัญหาและอุปสรรคบางประการ ได้แก่ การปฏิบัติงานนี้เป็นการปฏิบัติ

งานครั้งแรกยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำงานด้านการออกแบบทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานออกมาไม่ดีเท่าที่ควรในช่วงแรก แต่เมื่อได้ทำงานในส่วนนี้มากขึ้นมีการฝึกหัดและการให้คำแนะนำจากที่ปรึกษาและพี่ๆ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น และเกิดปัญาตรงส่วนการสั่งทำถังไฟเบอร์ในหน่วยย่อยของระบบซึ่งจะมีปัญหาเนื่องจากผู้จัดทำทำมาผิดแบบจึงต้องมีการนำกลับไปปรับแก้และส่วนที่ผิดแล้วแต่ยังสามารถใช้ได้ระบบจึงสามารถติดตั้งได้เป็นที่เรียบร้อย ข้อเสนอแนะคือในการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเพื่อประโยชน์ในการทำงาน เมื่อเริ่มดำเนินงานจะพอมีพื้นฐานปฏิบัติงานได้เลยไม่ต้องเสียเวลามาทบทวนเพิ่ม

เอกสารอ้างอิง

ดร เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ วิศวกรรมน้ำเสีย เล่ม 2 พิมพ์ครั้งที่ 3 มิตรนราการพิมพ์ 2539

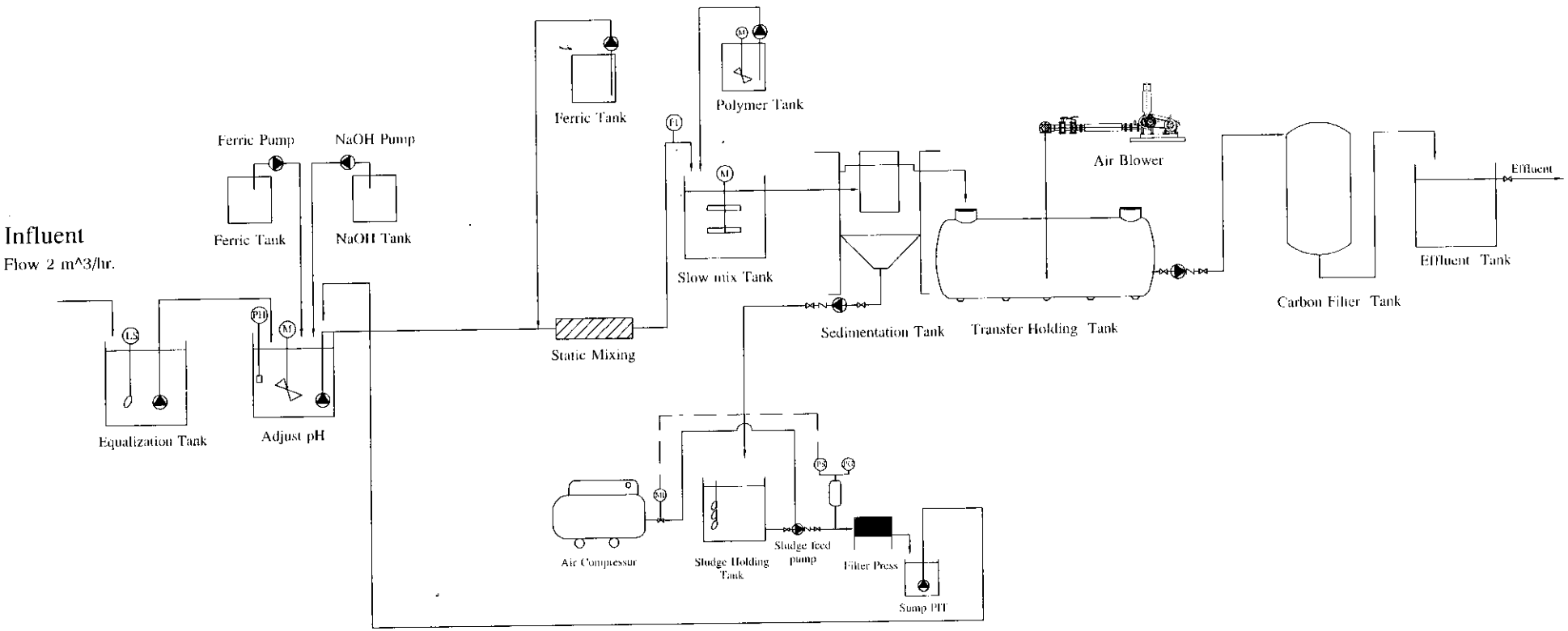
ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่มที่ 5 พิมพ์ครั้งที่ 1 เอส. อาร์. พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์ 2547

กรมโรงงานอุตสาหกรรม ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2548

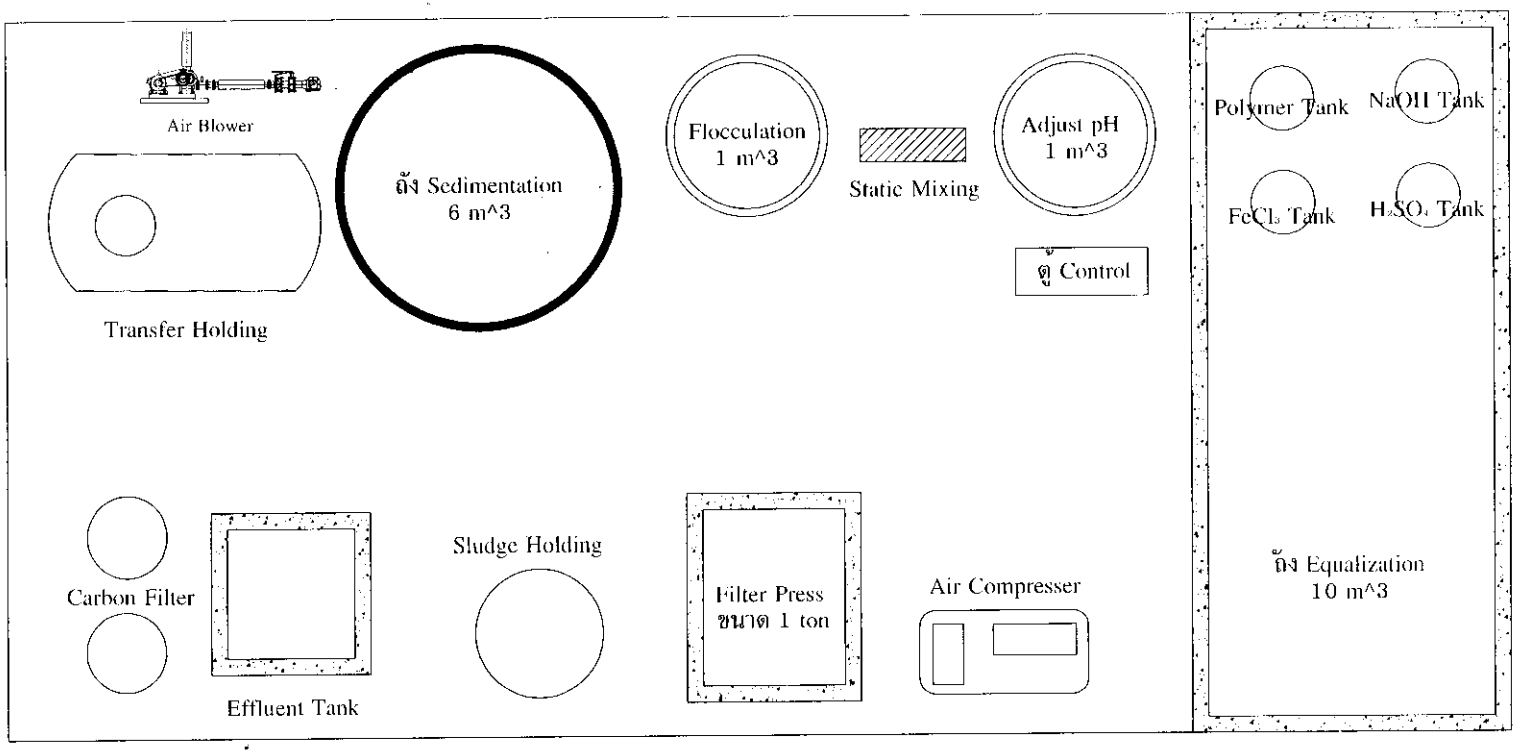
ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1 พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2542

ภาคผนวก ก

- แบบ Flow Diagram
- แบบแปลน Lay Out



Wastewater Treatment Flowdiagram


Air Blower
Transfer Holding
ถัง Sedimentation
6 m^3
Flocculation
1 m^3
Static Mixing
Adjust pH
1 m^3
ตู้ Control
Polymer Tank
NaOH Tank
FeCl₃ Tank
H₂SO₄ Tank
ถัง Equalization
10 m^3
Carbon Filter
Effluent Tank
Sludge Holding
Filter Press
ขนาด 1 ton
Air Compresser

ภาคผนวก ข

- ค่าการตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียก่อนการบำบัด
- ค่าการตรวจวัดน้ำทิ้งที่ผ่านารบำบัด

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

114/87 Moo 5 Phumivet Road Prakkred,

Nonthaburi 11120

Tel: 0-2960-5033 Fax: 0-2960-5034

: บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

: 12-Jul-07 Sampling Method : Grab

: 16-Jul-07 Sampling By : Customer

:

	Unit	Method of Analysis	Result
			น้ำเสีย
			070716012
			04:30 PM
ance			Turbid white smell sediment
		WTM03	9.24*
	mg/L	Azide Modification	240
	mg/L	WTM06	1,557
ls	mg/L	WTM01	1,255
s	mg/L	GF/C&Drying 103C	6,180
le	mg/L	Partition & Gravimetric	36.00

01: In-house method: WTM01 base on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA< WEF 21st Edition 2005, part 2540 D

03: In-house method: WTM03 base on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA< WEF 21st Edition 2005, part 4500-H-B

06: In-house method: WTM06 base on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA< WEF 21st Edition 2005, part 5220 C

anent Laboratory

Laboratory Co., Ltd. 27-Jul-07

: บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

: 114/87 Moo 5 Phumivet Road Prakkred,

Nonthaburi 11120

Tel: 0-2960-5033 Fax: 0-2960-5034

---

e : บริษัท โชคชัย เอนจิเนียริ่ง จำกัด

: 12-Jul-07 Sampling Method : Grab

: 16-Jul-07 Sampling By : Customer

:

	Unit	Method of Analysis	Result
			น้ำทิ้ง
			070716013
			04:30 PM
rance			Turbid white
		WTM03	7.38*
	mg/L	Azide Modification	16.0
	mg/L	WTM06	98.08
ds	mg/L	WTM01	46.00
ls	mg/L	GF/C&Drying 103C	2,950
se	mg/L	Partition & Gravimetric	2.33

01: In-house method: WTM01 base on Standard Method for the Examination of Water and

water, APHA, AWWA< WEF 21st Edition 2005, part 2540 D

03: In-house method: WTM03 base on Standard Method for the Examination of Water and

water, APHA, AWWA< WEF 21st Edition 2005, part 4500-H-B

06: In-house method: WTM06 base on Standard Method for the Examination of Water and

water, APHA, AWWA< WEF 21st Edition 2005, part 5220 C

nanent Laboratory

Laboratory Co., Ltd. 27-Jul-07

ภาคผนวก ค

- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ที่ระบุว่า "ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงานเว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)" รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม จึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายอกจาโรงงานดังนี้

ข้อ 1 คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้ความหมายรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งกิจกรรมอื่นๆ ที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ 2 น้ำทิ้งที่ออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรด และด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

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

2.1 ค่าทีดีเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำมีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าทีดีเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่า ทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) โลหะหนักมีค่าดังนี้

4.1 ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า	0.005	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.2 เซเลเนียม (Selenium)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.3 แคดเมียม (Cadmium)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.5 อาร์เซนิค (Arsenic)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6 โครเมียม (Chromium)			
4.6.1 Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.2 Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.75	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.7 บาเรียม (Barium)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.8 นิเกิล (Nickle)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9 ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า	2.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10 สังกะสี (Zine)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.11 แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) ไซยาไนด์(Cyanide)คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์(HCN)ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่มากกว่า	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
(8) สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound)	ไม่มากกว่า	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
(9) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่มากกว่า	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
(10) เพสติไซด์ (Pesticide)	ต้องไม่มี		
(11) อุณหภูมิ	ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส		
(12) สี	ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ		
(13) กลิ่น	ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ		

(14) น้ำมันและไขมัน (oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง หรือประเภทของอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) ค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

(18) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ 3 การตรวจสอบมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2. ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

(2) การตรวจสอบค่า ทีดีเอส ให้ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่าอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

(3) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)

(4) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

4.1 การสอบสอบค่าสังกะสี ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิเกิล และแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอฟชั่น สเปคโตรโฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไดเร็คแอสไพเรชั่น (Direct Aspiration) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)

4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิค และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่นสเปคโตรโฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮโดรด์เจนเนอเรชั่น (Hydride Generation) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิอินดักทีฟลีคัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)

4.3 การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่น โคลด์ เวเปอร์ เทคนิค (Atomic Absorption Cold Vapour Technique)

(5) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท (titrate)

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

(7) การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี (Spectrophotometry)

(8) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่น และตามด้วยวิธี 4- อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, 4-Aminoantipyrine)

(9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริค (Iodometric Mathod)

(10) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกัน หรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ให้ใช้วิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas-Chromatography)

(11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(12) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมัน และไขมัน

(13) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิพิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน หรือวิธีอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ

(14) การตรวจอบค่า ทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl)

(15) การตรวจสอบค่า ซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโปตัสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate Digestion)

ข้อ 4 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ ง American Public Health Association, American Water Work Association และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริการ่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ.2539

ไชยวัฒน์ สินสุวงศ์

(นายไชยวัฒน์ สินสุวงศ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

สำเนาถูกต้อง

(นายเสถียร วีระวงศ์)

เจ้าหน้าที่บริหารงานธุรการ 5

ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนที่ 52 ง วันที่ 27 มิถุนายน 2539