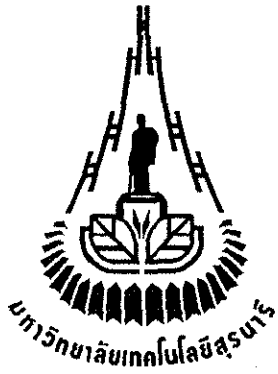


รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

โดย

นายคมกริช สุวรรณทา

B4700456

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 432491 สหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมษายน 2551

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี
บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

โดย

นายคมกริช สุวรรณทา

B4700456

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ. ดร. สุดจิต ครุจิต

ผู้ประสานงานและที่ปรึกษา

นายธีรวัฒน์ ทัศนชาติ

ตำแหน่งวิศวกรสิ่งแวดล้อม

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด

55/98 หมู่ ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด

จังหวัดนนทบุรี 11120

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์
คอนซัลแตนด์ จำกัด 55/98 หมู่ 5
ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

5 เมษายน 2551

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ ผศ. ดร. สุดจิต ครุจิต อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ตามที่ข้าพเจ้า นายคมกริช สุวรรณทา นักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ.2550 ถึงวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2551 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด และได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงาน เรื่อง โครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายคมกริช สุวรรณทา)
นักศึกษาสหกิจศึกษาสาขาวิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ระหว่างวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ.2550 ถึงวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2551 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ซึ่งเสร็จลุล่วงไปด้วยดี

เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งทางด้านวิชาการและในด้านการทำงานกับผู้ร่วมงาน ข้าพเจ้าขอขอบคุณบุคลากรของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการปฏิบัติงาน และ การแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา อันประกอบด้วย

1. คุณเอนก ก้านสังวอน (ผู้อำนวยการบริษัท)
2. คุณเจษฎาภรณ์ มะลิรัมย์ (ผู้จัดการบริษัท) ซึ่งเป็นผู้ให้โอกาส ในการออกสหกิจศึกษา ณ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด
3. คุณธีรวัฒน์ ทัศนชาติ (วิศวกรสิ่งแวดล้อม)ซึ่งเป็น Job Supervisor คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำในระหว่างการสหกิจศึกษา และให้โอกาสในการออกศึกษาและปฏิบัติงาน ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริง
4. คุณนันทิยา ก้านสังวอน (นักวิชาการสิ่งแวดล้อม) ซึ่งให้คำปรึกษาในด้านวิชาการและให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการสหกิจศึกษา
5. คุณนันทกาญจน์ อักษรศรี (เจ้าหน้าที่การเงิน) ซึ่งให้คำปรึกษา และคำแนะนำในหลายๆ ด้าน
6. คุณยุวรี คำอ้อ (ธุรการฝ่ายประสานงาน) ซึ่งให้คำปรึกษาในการทำงานภายในบริษัท และ ช่วยเหลือในด้านการจัดเตรียมเอกสารและข้อมูล

และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือ ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการสหกิจศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

คมกริช สุวรรณทา

ผู้จัดทำรายงาน

1 เมษายน 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด เป็นบริษัทที่ปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม ให้คำปรึกษาทางวิชาการด้านการจัดการสภาพสิ่งแวดล้อมและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม รับออกแบบก่อสร้างและติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียและระบบน้ำประปา การจัดการระบบ GMP และ HACCP ในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการต่างๆรวมทั้งระบบ ISO 14000, ISO 9000

การที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ในบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ได้รับมอบหมายให้ไปปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการเข้าไปปฏิบัติงานครั้งนี้ ได้ทำการออกแบบ และศึกษาขั้นตอนการ Startup ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี ของ บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตโลโก้แบรนด์เนมให้กับโรงงานอุตสาหกรรมชั้นนำ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า น้ำเสียเกิดจากการล้างแผ่นเพลทมีปริมาณน้ำเสียโดยประมาณ 10 ลบ.ม.ต่อวัน โดยลักษณะของน้ำเสียมีความเป็นกรดมาก เนื่องจากใช้กรดในการกัดแผ่นเพลท แต่มีค่า COD และ BOD ค่อนข้างต่ำ จึงเลือกใช้ระบบเคมีในการออกแบบระบบ ซึ่งทางบริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด ได้ทำการว่าจ้างให้บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด เข้ามาทำการปรับปรุง เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมสำหรับการใช้งานของทางบริษัท ซึ่ง Job Supervisor เห็นว่ามีความเหมาะสมในการฝึกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา จึงมอบหมายงานให้ทำการออกแบบและปรับปรุงระบบของ บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด โดยทางบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด มีข้อมูลค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นสำหรับการออกแบบแล้ว ซึ่งคาดว่าจะสามารถก่อสร้างระบบเสร็จได้ทัน และสามารถให้ทำการศึกษาการ Startup ระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวได้ภายในระยะเวลาสหกิจศึกษา

นอกจากการศึกษาในส่วนของโครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด แล้ว ยังมีส่วนร่วมในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปาของสถานประกอบการอื่นๆ ศึกษาและควบคุมการติดตั้งและปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปา ศึกษาการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ศึกษาการจัดทำเอกสารคู่มือการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียน้ำประปา และระบบกำจัดขยะ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาดูงานระบบบำบัดน้ำเสียของสถานประกอบการต่างๆ หลายแห่ง เพื่อตรวจสอบการทำงาน และปรับปรุงระบบอีกด้วย

สารบัญ

		หน้า
จดหมายนำส่ง		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
บทคัดย่อ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญรูป		ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 แนะนำสถานประกอบการ	1
	1.2 ประเภทธุรกิจของบริษัท	1
	1.3 ตัวอย่างผลงานของบริษัท	3
	1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	5
	1.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	5
	1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	5
บทที่ 2	งานประจำที่ได้รับมอบหมาย	6
	2.1 งานออกแบบและเขียนแบบระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปา	6
	2.2 งานควบคุมการติดตั้งและซ่อมแซมระบบบำบัดน้ำเสีย และเตาเผาขยะ	7
	2.3 งานเก็บตัวอย่าง และเก็บข้อมูล เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์	7
	2.4 งานสำรวจสถานที่ และเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาและปรับปรุงระบบบำบัด	8
	2.5 งานจัดทำเอกสารคู่มือระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปา	8
บทที่ 3	โครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด	9
	3.1 ความเป็นมาของโครงการ	9
	3.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	9
	3.3 ขอบเขตการศึกษาโครงงาน	10
	3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
	3.5 การดำเนินโครงการ	35
	3.6 ผลการดำเนินโครงการ	36
	3.7 สรุปผลการดำเนินโครงการ	44

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	3.8 ข้อเสนอแนะ	44
บทที่ 4	สรุปผลการปฏิบัติงาน ปัญหา และข้อเสนอแนะ	45
	4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	45
	4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม		47
ภาคผนวก		48
ภาคผนวก ก	เอกสารผลการตรวจวัดน้ำเสีย	
ภาคผนวก ข	กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	
ภาคผนวก ค	ตัวอย่างแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	
ภาคผนวก ง	รูปการดำเนินการโครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี	
ภาคผนวก จ	รูปตัวอย่างการปฏิบัติงานประจำที่ได้รับมอบหมาย	

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างผลงานของบริษัท 3

ตารางที่ 3.1 อัตราการใช้สารเคมีในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส 26

ตารางที่ 3.2 อัตราการใช้สารเคมีในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส (ต่อ) 27

ตารางที่ 3.3 ค่า pH และระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส 27

ตารางที่ 3.4 ผลการตรวจวัดน้ำเสียของ บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด 37

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แผนที่บริษัท 2
รูปที่ 3.1 การจำแนกขนาดของสารต่างๆในน้ำ 11
รูปที่ 3.2 ผลของการเติมอิออนที่มีประจุตรงกันข้ามให้กับคอลลอยด์ 13
รูปที่ 3.3 การเปรียบเทียบปริมาณโคแอกกูแลนท์ ที่ใช้ในทำลายเสถียรภาพของคอลลลอยด์ 13
รูปที่ 3.4 เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสัมผัสระหว่างอนุภาคต่างๆ 14
รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนสารส้มและค่าพีเอช 16
รูปที่ 3.6 กลไกในการสร้างโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้ม 17
รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้ม 18
รูปที่ 3.8 โครงสร้างทางเคมีของ lapofloc PACl และ Alum 19
รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการ Coagulation และ Flocculation ของ $FeCl_3$ 22
รูปที่ 3.10 ไดอะแกรมที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมโคแอกกูเลชั่นด้วยเฟอริกคลอไรด์ 23
รูปที่ 3.11 แสดงรูปร่างโพลีเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย 23
รูปที่ 3.12 แสดงอุปกรณ์จาร์เทสต์ 28
รูปที่ 3.13 ลานตากตะกอน 27
รูปที่ 3.14 Filter Press 29
รูปที่ 3.15 ลักษณะของ Filter press 30
รูปที่ 3.16 Pressure Switch และ Pressure Gauge 32
รูปที่ 3.17 ตัวอย่าง Filter press 33
รูปที่ 3.18 แผนผังการดำเนินงาน 35
รูปที่ 3.19 แผนผังการใช้น้ำของโรงงาน 37
รูปที่ 3.20 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังทำการจาร์เทส 37
รูปที่ 3.21 แผนผังกระบวนการบำบัดน้ำเสีย 39
รูปที่ 3.22 แผนภาพ Flow Diagram ของระบบ 40

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนะนำสถานประกอบการ

1.1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 55/98 หมู่ ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120 (รูปที่ 1.1 แสดงแผนที่บริษัท)

1.1.2 ประวัติของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด เป็นสถานประกอบการที่ให้คำปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อมแก่สถานประกอบการอื่น โดยให้คำปรึกษาและเสนอทางเลือกที่เหมาะสมทั้งในด้านวิชาการและทางด้านการปฏิบัติ เพื่อให้สถานประกอบการต่างๆ ได้หันมาใส่ใจปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านงบประมาณและความสะดวกในการควบคุมระบบ

นอกจากนี้ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด มีหลักการในการปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม 2 แนวทางใหญ่ๆ แก่สถานประกอบการ คือ

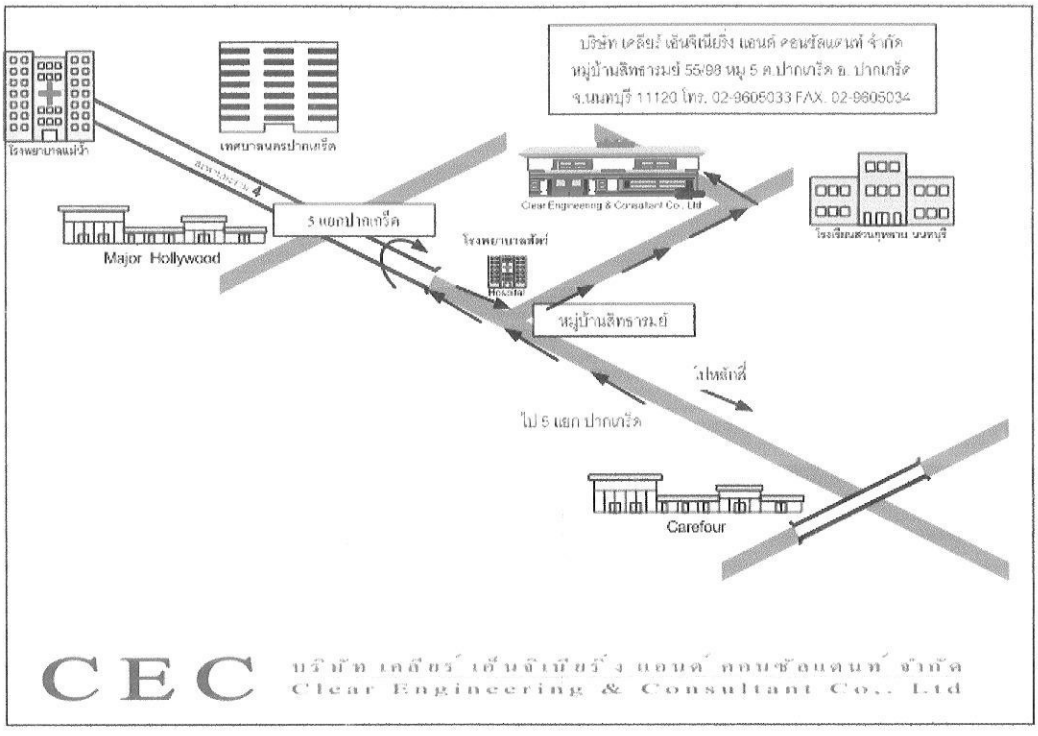
- ได้ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม
- ให้คำปรึกษา ควบคุมดูแล ตรวจวิเคราะห์ ออกแบบและการดำเนินการจัดการต่างๆเกี่ยวกับด้านสิ่งแวดล้อม

1.2 ประเภทธุรกิจของบริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด จำกัด

1.2.1 ให้คำปรึกษาทางวิชาการด้านการจัดการสภาพสิ่งแวดล้อมและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ในการจัดการสภาพสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานหรือสถานประกอบการต่างๆ เป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญและมีการจัดการที่ดี

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



รูปที่ 1.1 แผนที่บริษัท

1.2.2 รับออกแบบก่อสร้างและติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียและระบบน้ำประปา

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

นอกจากนี้ทางบริษัทยังมีความพร้อมทางด้านข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของอาคารโรงงานทุกประเภท 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

ตัวอย่างผลงานบริษัทที่ผ่านมา ซึ่งได้ยกเอาเฉพาะตัวอย่างในระหว่างช่วงการสหกิจศึกษา ณ สถานประกอบการ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างผลงานของบริษัท

บริษัท	โครงการ
บริษัท ดั๊กคิง จำกัด	1. ระบบน้ำดี และระบบบำบัดน้ำเสีย 2. การตรวจน้ำใช้ในโรงงาน ตามระบบ GMP และ HACCP 3.เจ้าหน้าที่ประจำของระบบน้ำดี และระบบบำบัดน้ำเสีย
บริษัท บางกอก ซีวิลไลน์ จำกัด	งานติดตั้งเครื่องเติมอากาศ Jet Aeration (ที่โครงการ ม.รามคำแหง)
บริษัท คอมมิวเวลเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด	งานระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี
บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	งานระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี
บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด	งานระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี
บริษัท เบอร์กโซ่ เมตัลล์ จำกัด	1. งานตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม (4 ไตรมาส) 2. ขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย, อากาศ และกากอุตสาหกรรม
บริษัท โกลด์ไมน์ การ์เม้นท์ จำกัด	งานปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย
บริษัท อะกรีเวิล์ด จำกัด	งานระบบบำบัดน้ำเสีย
องค์การจัดการน้ำเสีย	1. งานสำรวจ ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบควบรวมบึงประดิษฐ์ 2. งานว่าจ้างที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบควบรวมบึงประดิษฐ์ โครงการมูลนิธิอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร
บริษัท ไทย ไซน่า นันเฟอร์ซ เมทัล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	งานตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม (4 ไตรมาส)
บริษัท เมย์โอฟู้ดส์ จำกัด	ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย
ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็ม เค พาราวู้ด	งานออกแบบและก่อสร้างเตาเผาขยะ
บริษัท จันทร์สว่าง เฮิร์บเบิล ไลน์ จำกัด	งานออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ในการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายคือ งานออกแบบและปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย, เขียนแบบ, การคัดเลือกและจัดหาอุปกรณ์, การทำรายงานสรุปผลการออกแบบของแต่ละโครงการ เป็นต้น โดยมีวิศวกรสิ่งแวดล้อมเป็นที่ปรึกษา (Job Supervisor) ซึ่งจะตรวจเช็คงานก่อนส่งงานแก่ผู้ว่าจ้าง

1.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

นายธีรวัฒน์ ทัศนชาติ

ตำแหน่งวิศวกรสิ่งแวดล้อม

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ปฏิบัติงานระหว่างวันที่ 17 ธันวาคม 2550 ถึงวันที่ 4 เมษายน 2551 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

บทที่ 2
งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

2.1 งานออกแบบและเขียนแบบระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปา

ทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบปา ในส่วนที่ได้รับมอบหมาย โดยได้ทำการคำนวณและออกแบบด้วยตัวเองในบางสถานประกอบการ และทำการเขียนแบบในส่วนที่ได้รับมอบหมาย ด้วยโปรแกรม Auto CAD ซึ่งรายละเอียดงาน ได้แก่

2.1.1 บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

- ออกแบบระบบบำบัดในส่วนของถังตกตะกอน และเขียนแบบรายละเอียดอุปกรณ์

2.1.2 องค์การจัดการน้ำเสีย

- เขียนแบบรายละเอียดในส่วนของพื้นที่ในการทำ Wet Land และ ส่วนระบายน้ำออกจากที่พักอาศัย

2.1.3 ระบบประปา แขวงสุวรรณเขต ประเทศลาว

- ออกแบบและเขียนแบบบ่อสูบระบบประปา
- เขียนแบบ Flow Diagram ระบบผลิตน้ำดื่ม

2.1.4 ส่วนที่พัก กองทัพเรือ

- เขียนแบบรายละเอียดในส่วนของ Layout และแนวการวางท่อใหม่

2.1.5 บริษัท เบอร์ลิน ฟาร์มาซูติคอลอินดัสตรี้ จำกัด

- ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและเขียนแบบ

2.1.6 บริษัท เบอร์กโซ่ เมตัลล์ จำกัด

- เขียนแบบ Layout บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและอากาศ

2.1.7 บริษัท ไทย ไซน่า นันเฟอรัช เมทัล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

- เขียนแบบ Layout บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและอากาศ

2.1.8 บริษัท จันทร์สว่าง เฮิร์บเบิล ไลน์ จำกัด

- ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เขียนแบบ และ ประเมินราคาเบื้องต้น

2.1.9 บริษัท เอเชี่ยน ยูเนี่ยน แล็บบอราตอรี่ จำกัด

- ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เขียนแบบ และ ประเมินราคาเบื้องต้น

2.1.10 ตลาดนัดสะพาน 2 ลาดพร้าว 47

- ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เขียนแบบ และ ประเมินราคาเบื้องต้น

2.2 งานควบคุมการติดตั้งและซ่อมแซมระบบบำบัดน้ำเสีย และเตาเผาขยะ

ได้ควบคุมการติดตั้งและซ่อมแซมระบบบำบัดน้ำเสีย และเตาเผาขยะ ณ สถานประกอบการที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้ระบบที่ติดตั้งเป็นไปตามแบบที่ได้กำหนดไว้ และซ่อมแซมระบบให้สามารถใช้งานได้ดีเช่นเดิม ได้แก่

2.2.1 ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็ม เค พาราวู้ด

- ศึกษาการควบคุมงานการติดตั้งเตาเผาขยะ และควบคุมงานการปรับแก้เตาเผาขยะ

2.2.2 บริษัท มายโกลด์ จำกัด

- ควบคุมงานการซ่อมแซมมอร์เตอร์กวนซ้ำ

2.2.3 บริษัท คอมมิวเวลเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด

- ควบคุมงานการซ่อมแซมปั๊มสูบตะกอน

2.2.4 บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

- ควบคุมงานการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี

2.3 งานเก็บตัวอย่าง และเก็บข้อมูล เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ สำหรับจัดทำรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการออกแบบระบบบำบัด

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ เพื่อใช้จัดทำรายงานการติดตามผลกระทบสิ่งแวดล้อม และงานเก็บข้อมูลการจัดการขยะของสถานประกอบการ เพื่อจัดส่งให้แก่กรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่

2.3.1 บริษัท ดั๊กคิง จำกัด

- เก็บตัวอย่างน้ำประปาและน้ำเสีย เพื่อทำการตรวจวัด

2.3.2 บริษัท โกลด์ไมน์ การ์เม้นท์ จำกัด

- เก็บตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อทำการตรวจวัด (ดูรูปตัวอย่างในภาคผนวก จ)

2.3.3 บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

- เก็บตัวอย่างน้ำประปาและน้ำเสีย เพื่อทำการตรวจวัด (ดูรูปตัวอย่างในภาคผนวก จ)

2.3.3 บริษัท เซฟรอน ประเทศไทย จำกัด

- เก็บข้อมูลการจัดการขยะภายในโรงงาน เพื่อจัดทำรายงานเสนอ

2.4 งานสำรวจสถานที่ และเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาและปรับปรุงระบบบำบัด

ทำการสำรวจสถานที่และรวบรวมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาการปรับปรุงและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และอากาศ ต่อไป เช่น

2.4.1 ส่วนที่พัก กองทัพเรือ

- สำรวจสถานที่และเก็บข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อทำการปรับปรุงระบบ (ดูรูปตัวอย่างในภาคผนวก จ)

2.4.2 บริษัท กิ้มกี่กิจเจริญ จำกัด

- สำรวจสถานที่และเก็บข้อมูลระบบบำบัดอากาศ สำหรับการออกแบบระบบบำบัดอากาศของโรงงาน (ดูรูปตัวอย่างในภาคผนวก จ)

2.4.3 บริษัท กุหลาบฟู้ด จำกัด

- สำรวจสถานที่และเก็บข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อปรับปรุงระบบ

2.5 งานจัดทำเอกสารคู่มือระบบบำบัดน้ำเสียและระบบประปา และเอกสารรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม ให้แก่สถานประกอบการต่างๆ

จัดทำเอกสารคู่มือสำหรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ให้แก่สถานประกอบการ เมื่อทำการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ซึ่งได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเดินระบบ และเป็นแนวทางในการแก้ไขระบบเมื่อมีปัญหาในเบื้องต้น ได้แก่ บริษัท และช่วยนักวิชาการสิ่งแวดล้อมหาข้อมูล และช่วยจัดทำเอกสารรายงานการติดตามผลกระทบสิ่งแวดล้อม แก่สถานประกอบการต่างๆ เช่น

2.5.1 บริษัท โกลด์ไมน์ การ์เม้นท์ จำกัด

- จัดทำเอกสารคู่มือระบบบำบัดน้ำเสีย

2.5.2 บริษัท คอมมิวเวลเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด

- จัดทำเอกสารคู่มือระบบบำบัดน้ำเสีย

2.5.3 บริษัท ดั๊กคิง จำกัด

- จัดทำเอกสารรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.5.4 บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

- จัดทำเอกสารรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.5.5 บริษัท เบอร์กโซ่ เมตัลส์ จำกัด

- จัดทำเอกสารรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.5.6 บริษัท ไทย ไซน่า นันเฟอร์รัช เมทัล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

- จัดทำเอกสารรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3
โครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี
บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

3.1 ความเป็นมาของโครงการ

บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 12/1หมู่ 9 ถนนบางคูวัด อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000 เป็นผู้ผลิตเนมเพลทโลโก้ ให้กับโรงงานอุตสาหกรรมชั้นนำ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า น้ำเสียเกิดจากกระบวนการผลิตเนมเพลทในส่วนการผลิตเนมเพลทโลหะ คือ Aluminium และ Stainless Steel โดยการกัดด้วยกรด (H_2SO_4) มีปริมาณน้ำเสียโดยประมาณ 9 ลบ.ม.ต่อวัน ซึ่งมี pH ค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณโลหะเจือปนจากกระบวนการผลิตมาก โดยกระบวนการการใช้น้ำของโรงงานมีขั้นตอนการใช้น้ำเป็นดังนี้

- ใช้ในการล้างทำความสะอาดแผ่นโลหะหลังการตัดตามแบบ ประมาณ 1 ลบ.ม.ต่อวัน
- ใช้ในการล้างอุปกรณ์ในกระบวนการกัดกรด ประมาณ 1 ลบ.ม.ต่อวัน
- ใช้ในการล้างทำความสะอาดแผ่นโลหะเนมเพลทหลังกัดกรด ประมาณ 7 ลบ.ม.ต่อวัน

ซึ่งทาง บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด ได้ทำการว่าจ้างให้บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ให้ดำเนินการออกแบบและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งเป็นส่วนของหน่วยการผลิตใหม่และยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับจากกระบวนการผลิต โดยให้สามารถรองรับปริมาณน้ำเสีย และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมสำหรับการใช้งานของทางบริษัท และหาแนวทางอื่นๆ ที่เหมาะสม ในการช่วยจัดการใช้น้ำของกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาข้อมูลและฝึกทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี ของบริษัทไทยเทคโนเพลท จำกัด
2. เพื่อศึกษาการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี ของบริษัทไทยเทคโนเพลท จำกัด ให้เป็นไปตามแบบแปลนที่ได้ออกแบบไว้
3. เพื่อศึกษา การ Start up ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี ของบริษัทไทยเทคโนเพลท จำกัด
4. เพื่อศึกษาและหาแนวทางในการจัดการการใช้น้ำ ของบริษัทไทยเทคโนเพลท จำกัด

3.3 ขอบเขตการศึกษาโครงงาน

การศึกษาโครงงานการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด ได้ทำการศึกษาข้อมูลลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการเลือกออกแบบระบบบำบัดที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียดังกล่าว ศึกษากระบวนการก่อสร้างระบบตามที่ออกแบบไว้ และศึกษาการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบว่าบำบัดสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบหรือไม่ และฝึกการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมีที่ได้ออกแบบไว้ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจัดหาแนวทางการจัดการการใช้น้ำที่เหมาะสม

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีเหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1) มีกรดหรือด่างสูงเกินไป (พีเอชต่ำหรือสูงเกินไป)

2) มีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น สังกะสี ดีบุก ฯลฯ

3) มีสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ยาก

4) มีสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ซัลไฟด์

5) มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ

กระบวนการทางเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสีย ได้แก่ กระบวนการโคแอกกูเลชั่น (Coagulation) การตกตะกอนผลึก (Precipitation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) และ ออกซิเดชั่น-รีดักชั่น (Oxidation-Reduction)

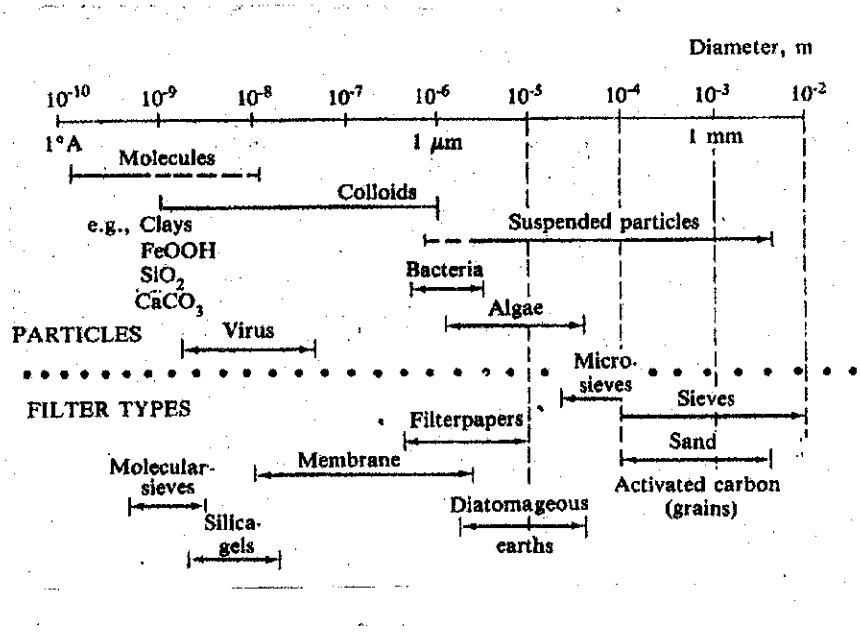
3.4.1 กระบวนการโคแอกกูเลชั่น (Coagulation) และฟล็อคคูเลชั่น (Flocculation)

อนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่าอนุภาคคอลลอยด์ โดยทั่วไปมีขนาดของอนุภาคอยู่ในช่วง 10^{-6} จนถึง 10^{-3} มม.(รูปที่ 3.1) เนื่องจากมีขนาดเล็กจึงไม่สามารถตกตะกอนได้ด้วยน้ำหนักของตัวเองในเวลาจำกัด นอกจากนี้อนุภาคคอลลอยด์เมื่ออยู่ในน้ำจะมีประจุประจำตัว โดยพวกที่ชอบน้ำ(Hydrophilic) จะมีประจุบวก เช่น สารอินทรีย์,สบู่ หรือสารจำพวก Detergent ส่วนพวกที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) มักจะมีประจุเป็นลบ เช่น อนุภาคของดินเหนียว และเนื่องจากอนุภาคดังกล่าวมีประจุทำให้อนุภาคที่มีประจุชนิดเดียวกันเกิดแรงผลักกันระหว่างอนุภาค ทำให้อนุภาคเหล่านั้นมีเสถียรภาพสูง ดังนั้นการทำให้อนุภาคต่างๆรวมตัวกันและจับกันเป็นก้อนจะมีขั้นตอน 2 ขั้นตอนคือ(มั่นสิน,2537)

1) ทำลายเสถียรภาพ (Destabilization) ของอนุภาคคอลลอยด์ โดยกลไกวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

1.1) กลไกลดความหนาของชั้นกระจาย (Diffuse Layer) โดยการเพิ่มประจุตรงกันข้ามกับ คอลลอยด์ในชั้นกระจายให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่าศักย์ไฟฟ้า (Zeta Potential) ที่ผิวนอกสุดของน้ำลดตามไปด้วย (รูปที่ 3.2) การทำลายเสถียรภาพโดยการลดความหนาของชั้นกระจายด้วยการเติมสารละลายของเกลือต่างๆมีข้อที่น่าสนใจดังนี้

1.1.1) ปริมาณสารตัวนำไฟฟ้า (ที่มีอิออนประจุบวก) ที่เติมเพื่อทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ด้วยวิธีลดความหนาของชั้นกระจาย ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของคอลลอยด์



รูปที่ 3.1 การจำแนกขนาดของสารต่างๆในน้ำ (มั่นสิน, 2537)

1.1.2) ไม่ว่าจะเติมอิออนบวกมากเพียงใด จะไม่สามารถทำให้คอลลอยด์เปลี่ยนประจุไฟฟ้าจากลบเป็นบวก (Charge Reversal) (รูปที่ 3.4)

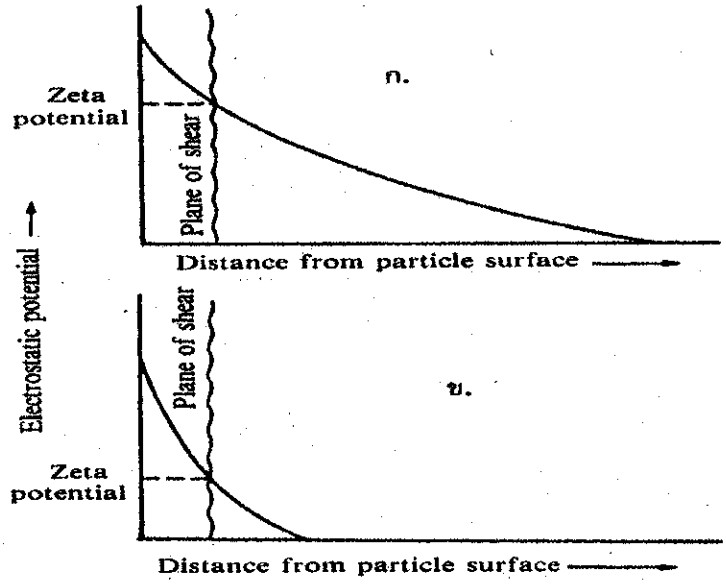
1.2) กลไกดูดติดผิวและทำลายประจุของอนุภาคคอลลอยด์ (Adsorption and Charge Neutralization) โดยใส่สารเคมีบางหมู่ที่มีความสามารถให้ประจุตรงกันข้ามกับอนุภาคคอลลอยด์และดูดติดผิวได้ ซึ่งจะมีผลในการลดศักย์ไฟฟ้าของคอลลอยด์ ซึ่งเป็นการทำลายเสถียรภาพนั้นเอง

1.3) กลไกการสร้างผลึกขึ้นมาเพื่อให้อนุภาคคอลลอยด์มาเกาะจับ (Sweep Coagulation) เช่น การใส่สารส้มให้เกิดผลึก $Al(OH)_3$ เหมือนวุ้นสีขาว เพื่อให้อนุภาคมาเกาะแล้วรวมกันเป็นฟล็อคได้ กลไกการใช้ผลึกสารอินทรีย์ในการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์มีลักษณะที่แตกต่างจากกลไก 2 แบบแรกคือ ปริมาณโคแอกกูแลนท์ที่เหมาะสม(Optimum Dosage) แปรผกผันกับความเข้มข้นของคอลลอยด์ กล่าวคือ น้ำที่มีความขุ่นน้อยต้องใช้โคแอกกูแลนท์จำนวนมากจึงจะเกิดโคแอกกูเลชั่นได้ดี ในทางตรงกันข้ามน้ำที่มีความขุ่นสูงอาจใช้โคแอกกูแลนท์น้อยกว่า เหตุผลคือน้ำที่มีความขุ่นต่ำจะมีโอกาสสัมผัสระหว่างอนุภาคน้อย ดังนั้นแม้ว่าการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์จะเกิดขึ้นแล้วก็ตาม โคแอกกูเลชั่นอาจไม่เกิดได้ดีเท่าที่ควร การใช้โคแอกกูแลนท์ปริมาณสูงก็เพื่อสร้างผลึกจำนวนมากๆสำหรับเป็นสารเป้าสัมผัสให้กับอนุภาคคอลลอยด์ แต่ในกรณีที่น้ำมีความขุ่นสูง โอกาสสัมผัสย่อมมีมาก จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยเป้าสัมผัสจากภายนอกมากเท่ากับกรณีแรก

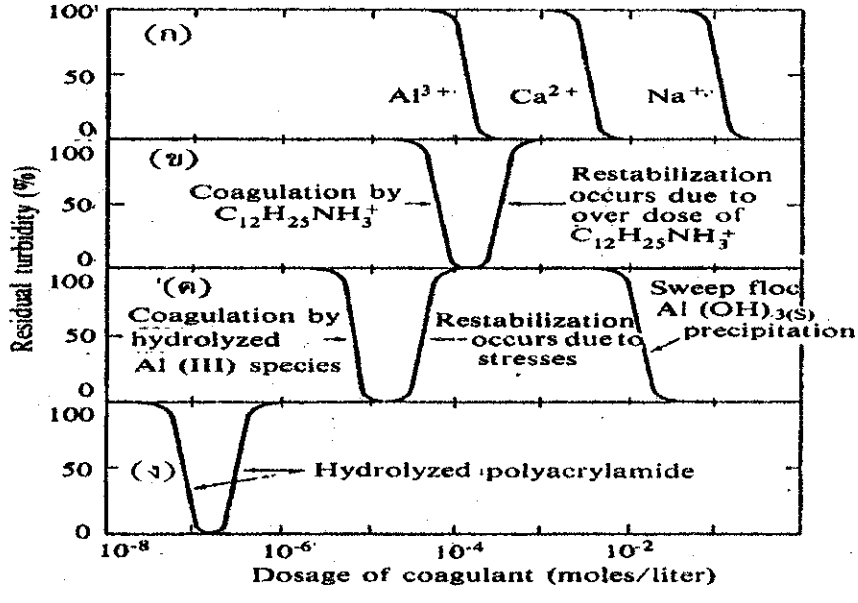
1.4) กลไกสร้างสะพานเชื่อมต่ออนุภาคคอลลอยด์ โดยใช้สารโพลีเมอร์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เมื่อใส่ลงในน้ำจะให้อิออนเป็นจำนวนมากเพื่อเกาะจับกับอนุภาคคอลลอยด์และยังมีแขนเชื่อมติดกับอนุภาคคอลลอยด์ตัวอื่นๆเพื่อทำให้เกิดฟล็อค

2) ทำให้อนุภาคคอลลอยด์ที่หมดเสถียรภาพ แล้วเคลื่อนที่มาสัมผัสและเกาะจับกันเป็นกลุ่มก้อนหรือฟล็อคคูเลชั่น(Flocculation) วิธีการสร้างสัมผัสให้อนุภาคมีหลายวิธี(รูปที่ 3.4) ดังนี้

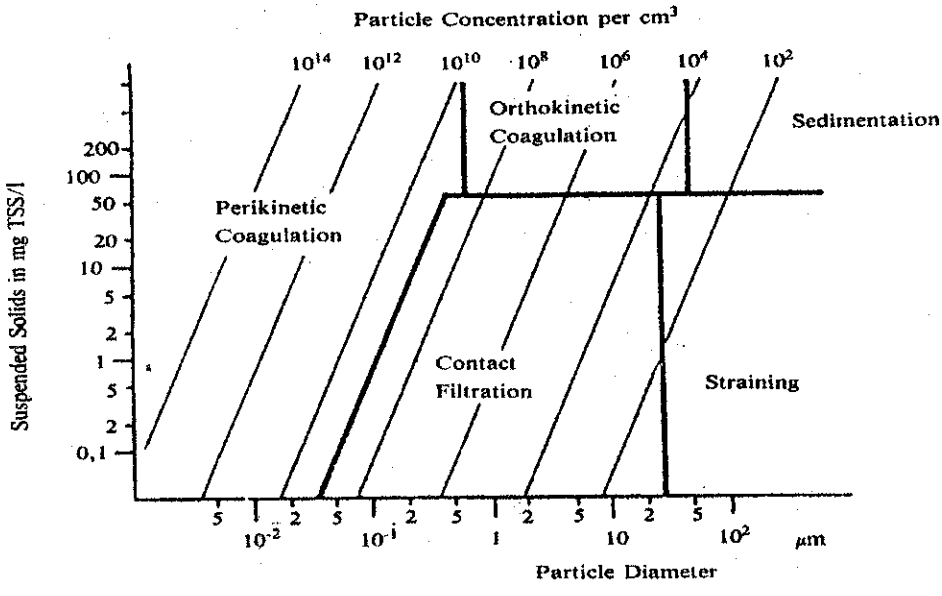
2.1) ทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนที่ไปมาในน้ำจนกว่าจะมีการสร้างสัมผัสเกิดขึ้น วิธีปฏิบัตินี้เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ กวนน้ำให้เคลื่อนที่ในลักษณะที่ส่วนต่างๆของน้ำมีอัตราเร็วในการไหลแตกต่างกัน เป็นเหตุให้อนุภาคต่างๆมีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ไม่เท่ากันจึงมีการสัมผัสเกิดขึ้น การเคลื่อนที่ของน้ำต้องไม่รวดเร็วจนเกินไป มิฉะนั้นแล้วฟล็อคที่เกิดขึ้นอาจแตกหรือหลุดออกจากกันได้วิธีนี้เป็นวิธีธรรมดาที่นิยมใช้กันทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์ในการสร้างสัมผัสหรือสร้างฟล็อคคูเลชั่นเรียกว่า ถังกวนช้า และวิธีการสร้างสัมผัสแบบนี้มีชื่อเทคนิคว่า Orthokinetic Flocculation อนุภาคคอลลอยด์ที่มีฟล็อคคูเลชั่นแบบนี้ควรมีขนาดใหญ่กว่า 0.1 – 1 ไมครอนและมีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 50 มก./ล.



รูปที่ 3.2 ผลของการเติมอิออนที่มีประจุตรงกันข้ามให้กับคอลลอยด์ (ก) ก่อนเติมอิออน (ข) หลังจากการเติมอิออนแล้ว



รูปที่ 3.3 การเปรียบเทียบปริมาณโคแอกกูแลนท์ ที่ใช้ในการทำลายเสถียรภาพของคอลลลอยด์ด้วยกลไกแบบต่างๆ



รูปที่ 3.4 เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสัมผัสระหว่างอนุภาคต่างๆทั้ง 5 ประเภท (มั่นสิน, 2537)

2.2) การสัมผัสของอนุภาคคอลลอยด์ อาจเกิดขึ้นได้เองโดยอาศัยการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคคอลลอยด์กระทบกันเองหรือถูกชนโดยโมเลกุลของน้ำ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การสัมผัสแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าการเคลื่อนที่แบบบราวเนียนเรียกว่า per kinetic Flocculation

2.3) การสัมผัสระหว่างอนุภาคเกิดขึ้น เนื่องจากการตกตะกอนที่มีอัตราไม่เท่ากันของอนุภาคต่างๆ ฟล็อคคูเลชั่นด้วยวิธีนี้เกิดขึ้นพร้อมๆกับการตกตะกอน ทำให้สามารถกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ออกจากน้ำได้เลย อนุภาคที่สามารถสร้างฟล็อคคูเลชั่นแบบนี้ได้ต้องมีขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน และมีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 50 มก./ล. ในทางปฏิบัติอนุภาคที่มีขนาดดังกล่าวอาจเกิดฟล็อคคูเลชั่นมาก่อนแล้วครั้งหนึ่ง เมื่อมาถึงการตกตะกอนจึงเกิดฟล็อคคูเลชั่นอีกในขณะที่มีการตกตะกอน

2.4) ในกรณีที่อนุภาคคอลลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า 0.1 –1 ไมครอน แต่เล็กกว่า 5 ไมครอนและมีความเข้มข้นน้อยกว่า 50 มก./ล. ฟล็อคคูเลชั่นอาจเกิดขึ้นโดยการสร้างสัมผัสแบบ Orthokinetic Flocculation แต่อาจเกิดขึ้นช้าเนื่องจากโอกาสสัมผัสน้อย วิธีแก้ไขอาจกระทำดังนี้

2.4.1) ใช้ถังกรองทรายแบบกรองเร็วหรือถังกรองแบบ 2 ชั้น ชั้นกรองช่วยเพิ่มอัตราสัมผัสให้และยังบังคับให้อนุภาคต่างๆเคลื่อนที่เข้ามาชิดกันด้วย การใช้ถังกรองช่วยสร้างฟล็อคคูเลชั่นเช่นนี้เรียกว่ากรองสัมผัส (Contact Filtration) แต่เนื่องจากช่องว่างในชั้นกรองมี

จำกัด วิธีนี้จึงใช้ได้กับอนุภาคที่มีความเข้มข้นไม่เกิน 50 มก./ล. การใช้กรวดขนาดเล็กแทนทรายอาจเพิ่มปริมาตรช่องว่างได้แต่เป็นการลดพื้นที่สัมผัส ดังนั้นจึงอาจได้ผลในทางฟล็อคคูเลชั่นไม่ดีเท่าชั้นทราย

2.4.2) ใช้อนุภาคที่จับตัวกันเป็นฟล็อคแล้วเป็นเป้าสัมผัสให้กับอนุภาคใหม่ ในทางปฏิบัติสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ ทำให้ฟล็อคจับตัวกันเป็นชั้นสลัดจ์ (Sludge Blanket) และบังคับให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนที่ผ่านชั้นสลัดจ์ อีกวิธีหนึ่งคือนำเอาฟล็อคกลับคืนมาผสมกับอนุภาคคอลลอยด์จากนั้นจึงสร้างสัมผัสตามแบบ Orthokinetic Flocculation ไปตามปกติ การใช้ถังตกตะกอนแบบ Solids Contact Clarifier ก็ใช้หลักนี้

2.5) ในกรณีที่อนุภาคคอลลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า 3 ไมครอนแต่มีความเข้มข้นต่ำ การสร้างสัมผัสอาจใช้วิธีกรองได้เช่นกัน แต่สารกรองที่ใช้ควรมีขนาดใหญ่กว่าทราย

3.4.2 กลไกโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้ม

สารส้มเป็นโคแอกกูแลนท์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในประเทศไทย เนื่องจากสามารถใช้ได้ดีกับน้ำดิบจากแหล่งต่างๆและหาซื้อได้ง่ายในราคาที่ไม่แพงมากนัก สารส้ม(อลูมิเนียมซัลเฟต) มีสูตรโมเลกุล $Al_2(SO_4)_3{}^*H_2O$ ซึ่งโดยปกติ * มีค่าเท่ากับ 14.3 หรือ 18 เมื่อเติมสารส้มลงในน้ำจะแตกตัวให้อิออนบวกและลบ ดังปฏิกิริยา

$$Al_2(SO_4)_3 \longrightarrow 2Al^{+3} + 3SO_4^{-2} \qquad (1)$$

เมื่อเติมสารส้มในน้ำ อลูมิเนียมไอออนจาก $Al_2(SO_4)_3$ จะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำได้ $Al(H_2O)_6^{+3}$ หรือ Al^{+3} ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ของ Al^{+3} จะเกิดขึ้นทันทีโดยไลแกนด์ (Ligands) ชนิดต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง OH^- จะเข้าแทนที่โมเลกุลของน้ำเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน(Complex substance) ระหว่างอลูมิเนียมกับไฮดรอกไซด์ไอออน(Hannah และคณะ,1967) ดังสมการต่อไปนี้

$$Al^{+3} + H_2O \longrightarrow Al(OH)^{+2} + H^+ \qquad (2)$$

$$Al^{+3} + 2H_2O \longrightarrow Al(OH)_2^{+} + 2H^+ \qquad (3)$$

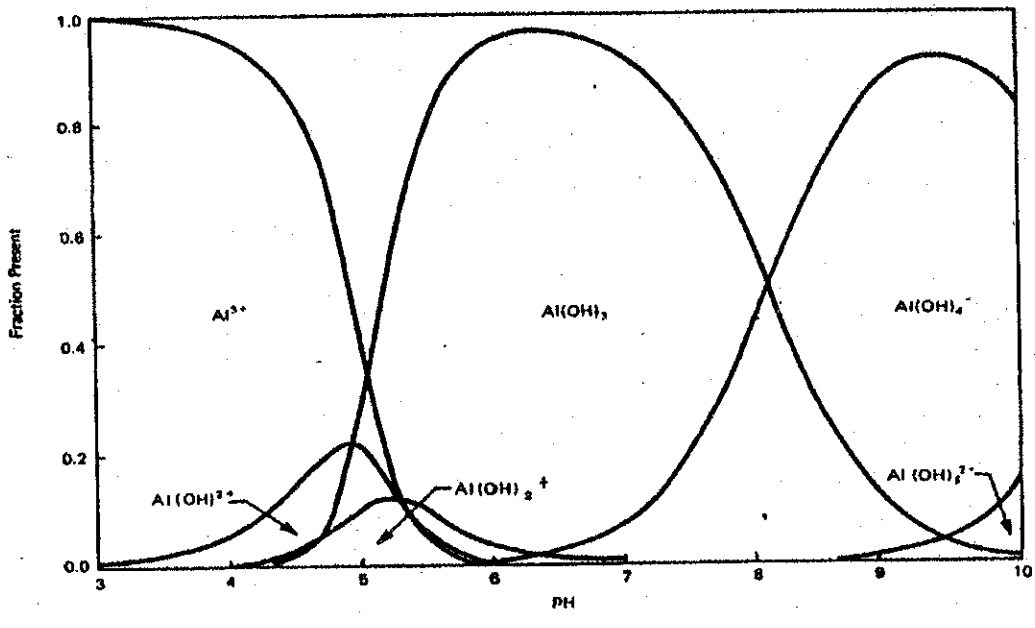
$$7Al^{+3} + 17H_2O \longrightarrow Al_7(OH)_{17}^{+4} + 17H^+ \qquad (4)$$

ในกรณีที่ความเข้มข้นของสารส้มสูงกว่าความเข้มข้นที่จุดอิ่มตัว (Saturation Point) ไฮโดรไลซีสจะดำเนินต่อไปจนได้ผลของปฏิกิริยาสุดท้ายเป็นผลึก $Al(OH)_3$

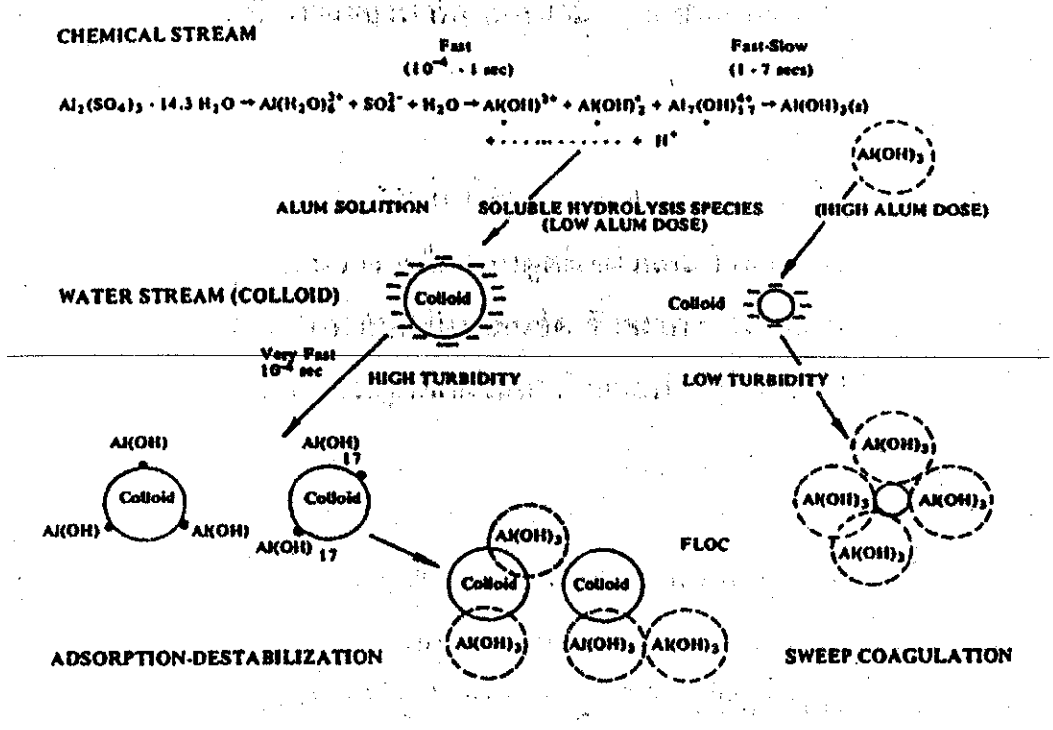
$$Al^{+3} + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3(s) + 3H^+ \qquad (5)$$

ผลของปฏิกิริยาที่จะเกิดการดูดติดผิวอนุภาคคอลลอยด์คือสารคอมเพล็กซ์ ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างไฮโดรไลซีสจาก Al^{+3} ถึง $Al(OH)_3$ สารคอมเพล็กซ์อาจมีประจุลบหรือบวกก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำ กล่าวคือ ถ้าพีเอชของน้ำสูงกว่าจุดสะเทินทางไฟฟ้า(Zero Point of Charge) ของ $Al(OH)_3(s)$ จะเกิดสารคอมเพล็กซ์ประจุลบ เช่น $Al(OH)_4^-$,$Al(OH)_5^{-2}$ ถ้าพีเอชของน้ำต่ำกว่าจะสะเทินทางไฟฟ้าของ $Al(OH)_3(s)$ ซึ่งเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปในกระบวนการโคแอกกูเลชั่นจะเกิดสารคอมเพล็กซ์ประจุบวกเช่น $Al(OH)^{+2}$, $Al(OH)^+_2$,$Al_7(OH)_{17}^{+4}$,$Al_{13}(OH)_{34}^{+5}$ (รูปที่ 3.5)

สารส้มที่เติมลงในน้ำจะเกิดการทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ ด้วยกลไกหลักดังนี้(รูปที่ 3.6)(Amirtharjah และ Mill, 1982)



รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนสารส้มและค่าพีเอช (Committee Report, 1971)



รูปที่ 3.6 กลไกในการสร้างโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้ม(Amirtharajah และ Mill,1982)

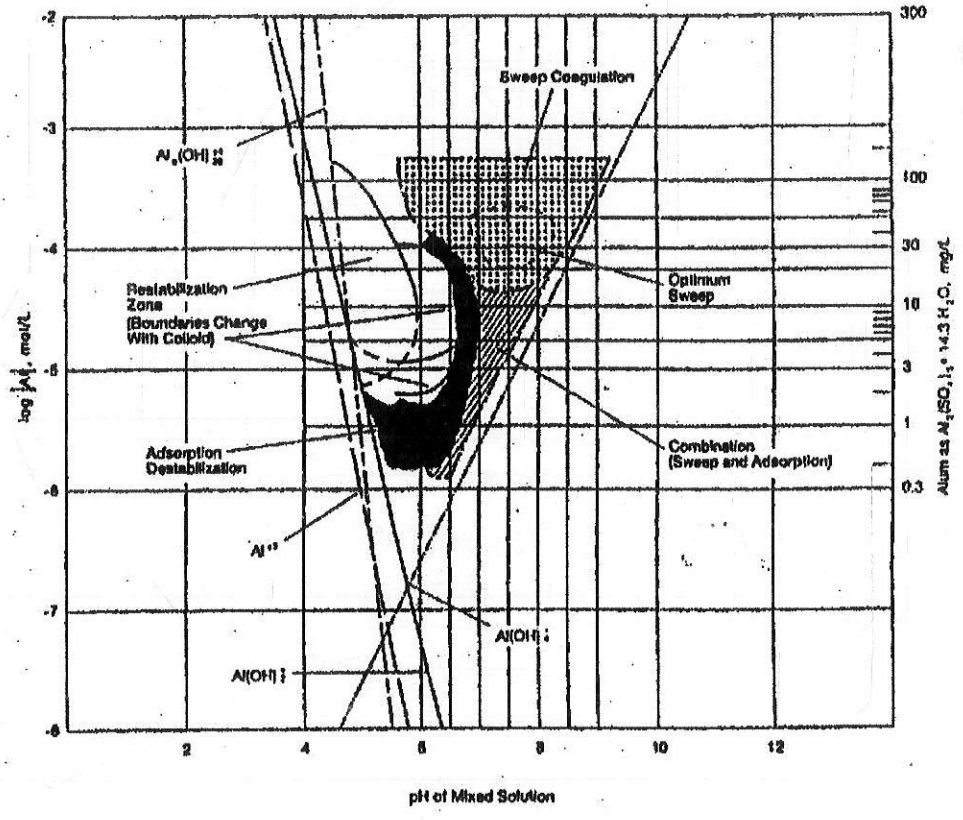
1) กลไกแบบดูดติดผิวและทำลายประจุ (Adsorption and Charge Neutralization) เกิดจากสารประกอบเชิงซ้อนสารส้มที่มีประจุบวก ทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ซึ่งมักมีประจุเป็นลบให้เป็นกลาง (Neutralization) เป็นการสร้างโอกาสสัมผัสให้อนุภาครวมตัวกันจนมีขนาดใหญ่และสามารถตกตะกอน ด้วยน้ำหนักของอนุภาคเพียงลำพัง กลไกนี้มีช่วงความเหมาะสมที่แคบ ซึ่งจะควบคุมการทำงานให้ดีนั้นยาก เพราะสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจะต้องพอเหมาะเท่านั้น ถ้าหากมีปริมาณต่ำเกินไป โคแอกกูเลชั่นจะไม่เกิด แต่ถ้าสูงเกินไปสารประกอบเชิงซ้อนจะดูดติดผิวอนุภาคมากทำให้อนุภาคเปลี่ยนเป็นประจุบวกและเกิดเสถียรภาพขึ้นอีกแต่ตะกอนที่เกิดจากกลไกนี้สามารถแยกออกจากน้ำได้ง่ายทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

2) กลไกแบบกวาด (Sweep Coagulation) ในกรณีความเข้มข้นของสารส้มเกินพอจนปฏิกิริยาดำเนินต่อไปจนได้ $Al(OH)_3$ ดังสมการที่ (4) การทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ด้วยกลไกนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเติมสารส้มเป็นจำนวนมากพอ จนมีความเข้มข้นเกินจุดอิ่มตัว ซึ่งทำให้ผลึกของ $Al(OH)_3$ ซึ่งมีลักษณะเหนียวสามารถห่อหุ้มอนุภาคและทำให้ผิวของ

อนุภาคมีความเหนียว ไม่แสดงอิทธิพลทางประจุไฟฟ้า จึงทำหน้าที่สร้างเป้าสัมผัสอนุภาคคอลลอยด์จนมีขนาดใหญ่และสามารถตกตะกอนได้เพียงลำพัง

3) กลไกโคแอกกูเลชั่นแบบร่วม (Combination Coagulation) เป็นการทำลายเสถียรภาพอนุภาค คอลลอยด์ร่วมกันระหว่างกลไกแบบดูดติดผิวและทำลายประจุและแบบกวาด โดยที่ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของกลไกทั้งสองมีไม่เด่นชัด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้ปริมาณสารส้มเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลไกการทำลายเสถียรภาพแบบดูดติดผิวและทำลายประจุ แต่จะใช้ปริมาณสารส้มต่ำกว่ากลไกแบบกวาด

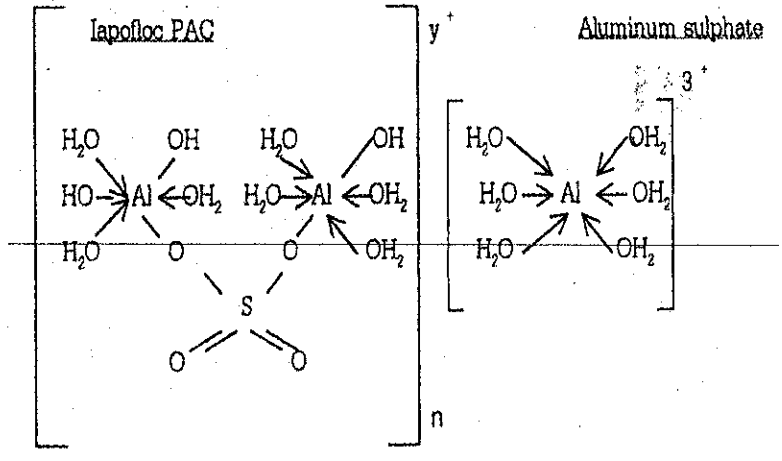
Amirtharajah และ Mill (1982) ได้รวบรวมผลการวิจัยเกี่ยวกับโคแอกกูเลชั่น ด้วยสารส้มและนำมาวิเคราะห์ จึงเสนอหลักการออกแบบและควบคุมโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้มดังแสดงในรูปที่ 3.7 ซึ่งจากภาพแสดงให้เห็นว่าโคแอกกูเลชั่นด้วยกลไกแบบกวาด จะได้ผลดีที่สุดที่พีเอช 6.8 ถึง 8.2



รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้ม (Amirtharajah และ Mills,1982)

3.4.3 กลไกโคแอกกูเลชั่นด้วยโพลีอลูมินัมคลอไรด์

โพลีอลูมินัมคลอไรด์(Polyaluminum chloride,PACl) เป็นสารสร้างตะกอนที่นิยมใช้กันตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา โดยเป็นที่นิยมใช้ในประเทศญี่ปุ่นและบางประเทศในทวีปยุโรป PACl ถูกเตรียมขึ้นโดยอลูมิเนียมที่เป็น Al_2O_3 นี้จะทำปฏิกิริยากับ HCl ที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้รวมตัวเป็น $AlCl_3$ หลังจากนั้นจะทำปฏิกิริยากับเบสที่อุณหภูมิและความดันสูง เพื่อให้รวมตัวเป็นอลูมิเนียมโพลีเมอร์ ซึ่งเมื่อเติมสารส้มลงไปในสารละลายนี้ สารส้มจะไปลดความเข้มข้นของ Al_2O_3 ให้เหลือ 10–11 % และเติมซัลเฟตลงไปเพื่อไปทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างอลูมิเนียม 2 อะตอม สูตรทั่วไปของ PACl คือ $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ ดังรูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างทางเคมีของ lapofloc PACl และ alum (Hundt และ O'Melia,1988 ;Viraraghavan และ Wimmer,1988)



รูปที่ 3.8 โครงสร้างทางเคมีของ lapofloc PACl และ Alum (Viraraghavan และ Wimmer,1988)

เมื่อ PACl ละลายน้ำจะไฮโดรไลซ์ทันทีเป็นอลูมิเนียมเชิงซ้อนมากมาย ซึ่งตัวที่ประสิทธิภาพมากที่สุดคือ $[Al_{13}O_4(OH)_{24}]^{+7}$ หรือ Al^{+13} ซึ่งการรวมตัวเป็นอลูมิเนียมตัวนี้ขึ้นอยู่กับระดับการรวมตัวของด่างกับกับสารละลายอลูมิเนียม,ชนิดและความเข้มข้นของด่าง, ความเข้มข้นของสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์,อุณหภูมิซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือปริมาณของด่างที่เติมลงไปและระดับของความเป็นกลาง(Kaeding,1992) เมื่อนำโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์มาใช้เป็นสารสร้างตะกอนแทนสารส้มนั้น พบว่า

- Dempsey (1985) ;Kaeding (1992) ; Packham และ Ratnayaka ; Povillot และ Suty (1992) ใช้ได้กับน้ำในช่วงพีเอชที่กว้างกว่าการใช้สารส้ม โดยเฉพาะที่พีเอชน้อยกว่า 5.5 หรือพีเอช มากกว่า 7

- Nilsson (1992) ; Packham และ Ratnayaka (1992) ทำให้เกิดการรวมตัวกับอนุภาคคอลลอยด์เกิดเป็นกลุ่มตะกอนได้เร็วและมีความแข็งแรงกว่าและตกตะกอนได้เร็วกว่าการใช้สารส้ม

- Packham และ Ratnayaka (1992) ; Povillot และ Suty (1992) เมื่อใช้ PACl เป็นสารสร้างตะกอน จะไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารช่วยสร้างตะกอน(Coagulat aid) เลย

- Simpson (1988) ภายหลังการบำบัดแล้วน้ำที่ได้จะมีค่าพีเอชไม่ต่ำมากเหมือนกับการใช้สารส้มเป็นสารสร้างตะกอน

- Kaeding (1992) การนำ PACl มาใช้เป็นสารสร้างตะกอนในกระบวนการผลิตน้ำประปานั้นไม่ทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆ (Viraraghavan และ Wimmer, 1988) รวมทั้งไม่ต้องเปลี่ยนแปลงจุดที่จะใส่สารสร้างตะกอนเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำเลย น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วจะมีความขุ่นอยู่ในระดับที่ต่ำ ซึ่งจะทำให้ head loss ของระบบการกรองอยู่ในระดับที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสารส้ม

- Simpson และคณะ (1988) ; Kaeding (1992) ; Povillot และ Suty (1992) ทำให้มีอลูมิเนียมตกค้างในน้ำ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารส้มแล้วพบว่า PACl จะทำให้อลูมิเนียมตกค้างในปริมาณที่น้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากอลูมิเนียมละลายกลับออกมาจาก PACl ในปริมาณที่น้อยกว่านั้นเอง ใช้ได้กับน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำได้

- Kawamura และ Trussel (1991) ทำให้มีปริมาตรของ Sludge ในปริมาณมากกว่าการใช้สารส้ม แต่เมื่อคิดในน้ำหนักแห้ง (Dry weight) แล้วจะมีน้ำหนักน้อยกว่าการใช้สารส้ม (Keading และคณะ,1992)และในประเทศญี่ปุ่นได้นำเอา Sludge ที่แห้งแล้วนำไปถมที่ (land fill) หรือใช้เป็นตัวช่วยบำรุงดิน(Soil conditioner) และอาจนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ สามารถนำมาใช้กับน้ำที่มความเป็นด่างต่ำและความขุ่นสูงได้ อีกทั้งยังใช้ PACl ในปริมาณที่น้อยกว่าสารส้ม

- Dempsey และคณะ (1985) ทำการทดลองและรายงานว่าที่ความเข้มข้นของสารแขวนลอยต่ำๆถึงปานกลางพบว่า PACl เป็นสารสร้างตะกอนที่ดีกว่าสารส้ม (โดยเฉพาะที่พีเอชน้อยกว่า 5 หรือมากกว่า 7)

- Viraraghavan และ Wimmer (1988) ได้ทำการทดลองหาปริมาณสารสร้างตะกอนที่เหมาะสมของสารส้มและ PACl ที่อุณหภูมิ 7,10 และ 20 °C พบว่าในการกำจัดความขุ่น

นั้น PACl มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นที่ 1/3 ถึง 2/3 ของปริมาณสารส้มและ PACl สามารถกำจัดความขุ่นได้มากกว่าการใช้สารส้มร้อยละ 20 ในทุกๆอุณหภูมิที่ทดสอบซึ่งประสิทธิรูปที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่ได้มีการเพิ่มสารโพลีเมอร์เพื่อใช้เป็นสารช่วยในการตกตะกอนและสามารถใช้ PACl ได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่าการใช้สารส้ม นอกจากนี้คุณสมบัติของน้ำภายหลังการบำบัดยังมีพีเอชสูงกว่าการใช้สารส้มจึงทำให้ไม่จำเป็นต้องปรับพีเอชของน้ำภายหลังการบำบัดยังมีพีเอชสูงกว่าการใช้สารส้มจึงทำให้ไม่จำเป็นต้องปรับพีเอชของน้ำในภายหลังด้วย

- Hundt และ O'Melia (1988) ทำการทดลองพบว่า PACl สามารถกำจัด fulvic acid ที่มีความเข้มข้นและพีเอชต่ำได้ดีกว่าการใช้สารส้ม และ PACl มีความเหมาะสมที่จะใช้กับน้ำ ที่มีสารอินทรีย์และพีเอชต่ำ เพราะทำให้ใช้ PAC ในปริมาณที่น้อยกว่าสารสร้างตะกอนที่เป็นอลูมิเนียมอื่นๆ

- Viraraghavan และ Wimmer (1988) แม้ว่า PACl จะมีประสิทธิภาพในการเป็นสารสร้างตะกอน แต่ก็ยังมีราคาแพงกว่าสารส้มถึง 2.5 – 3 เท่า แม้ว่าจะช่วยประหยัดในเรื่องของการปรับพีเอชและโพลีเมอร์ที่จะต้องเติมลงไปก็ตาม

3.4.4 กลไกโคแอกกูเลชั่นด้วยเฟอริกคลอไรด์

เฟอริกคลอไรด์ (Ferric chloride) มีสูตรทางเคมีว่า $FeCl_3.6H_2O$ หรือ $FeCl_3$ anhydrous มีลักษณะผลึกสีน้ำตาลหรือเหลือง เป็นเม็ดสีเขียวหรือดำ และมีรูปสารละลายสีน้ำตาลแกมเหลือง ปกติจะละลายน้ำได้ดีและเติมน้ำดิบในรูปของสารละลาย สารละลายจะมีฤทธิ์เป็นกรดและกัดกร่อน ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะได้ตะกอนเฟอริคไฮดรอกไซด์ ($Fe(OH)_3$)

เฟอริกคลอไรด์เป็นสารเคมีที่แตกตัวในน้ำ รูปแบบของสารประกอบเหล็กเมื่อละลายน้ำนั้นจะมีประจุบวก สามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้ประจุลบที่เกิดจากของแข็งในน้ำตะกอนด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุของการรวมกลุ่มของตะกอนเฟอริกคลอไรด์จะทำปฏิกิริยากับ Bicarbonate alkalinity ในน้ำตะกอนและเปลี่ยนรูปเป็นเหล็กไฮดรอกไซด์กับ Bicarbonate alkalinity ดังนี้

$$2FeCl_3 + 3Ca(HCO_3)_2 + 3H_2O \rightleftharpoons 2Fe(OH)_{3(S)} + 3CaCl_2 + 3HCO_3^- + 3H^+$$

$$2FeCl_3 + 3Ca(OH)_2 \rightleftharpoons 2Fe(OH)_{3(S)} + 3CaCl_2$$

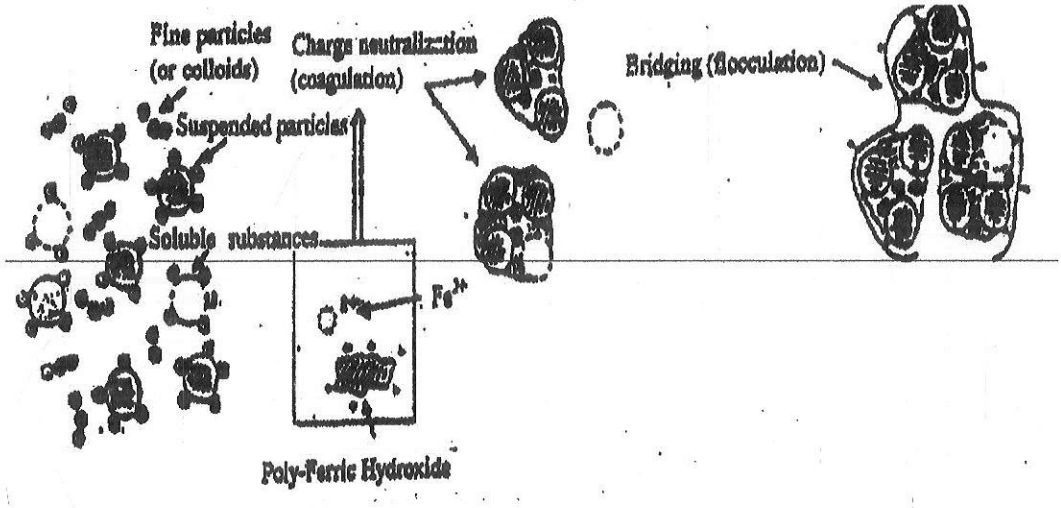
การสร้างโคแอกกูเลชั่นด้วยสารส้มไม่อาจได้ผลดีมากนักกับน้ำอ่อนที่มีสีเข้ม กรณีเช่นนี้ เฟอริกคลอไรด์ให้ผลดีกว่า เมื่อเติมเฟอริกคลอไรด์ให้กับน้ำ จะมีผลึกเฟอริคไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นดังนี้(มั่นสิน, 2537)

$$FeCl_3 + 3H_2O \longrightarrow Fe(OH)_{3(S)} + 3HCl$$

ข้อดีอีกประการหนึ่งของสารเคมีชนิดนี้ คือ สามารถสร้างโคแอกกูเลชั่นกับน้ำที่มี H_2S ได้ดี เฟอริคลอไรด์จะทำหน้าที่เป็นสารสร้างตะกอนในกระบวนการตกตะกอนได้ทั้ง 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 Coagulation เฟอริกคลอไรด์นี้จะทำหน้าที่สะเทินประจุบนผิวของอนุภาคต่างๆทั้งที่แขวนลอยและละลายอยู่ในน้ำให้กลายเป็นกลางโดยการดูดซับประจุ และทำปฏิกิริยากับประจุบนผิวของอนุภาคนั้นๆ ซึ่งเป็นผลให้แรงยึดเหนียวระหว่างอนุภาคอ่อนลง และอนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้นเกิดเป็นตะกอนเล็กๆขนาดระหว่าง $10^{-9} - 10^{-7}$ ม.

ขั้นตอนที่ 2 Flocculation เฟอริกคลอไรด์จะทำหน้าที่รวมตะกอนเล็กๆซึ่งเกิดขึ้นจากขั้นตอนที่ 1 ให้เป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดมากกว่า 10^{-7} ม.ซึ่งถือว่าเป็นขนาดของตะกอนที่ใหญ่และหยาบทำให้ง่ายต่อขบวนการแยกตะกอนออกจากน้ำในขบวนการต่อไป



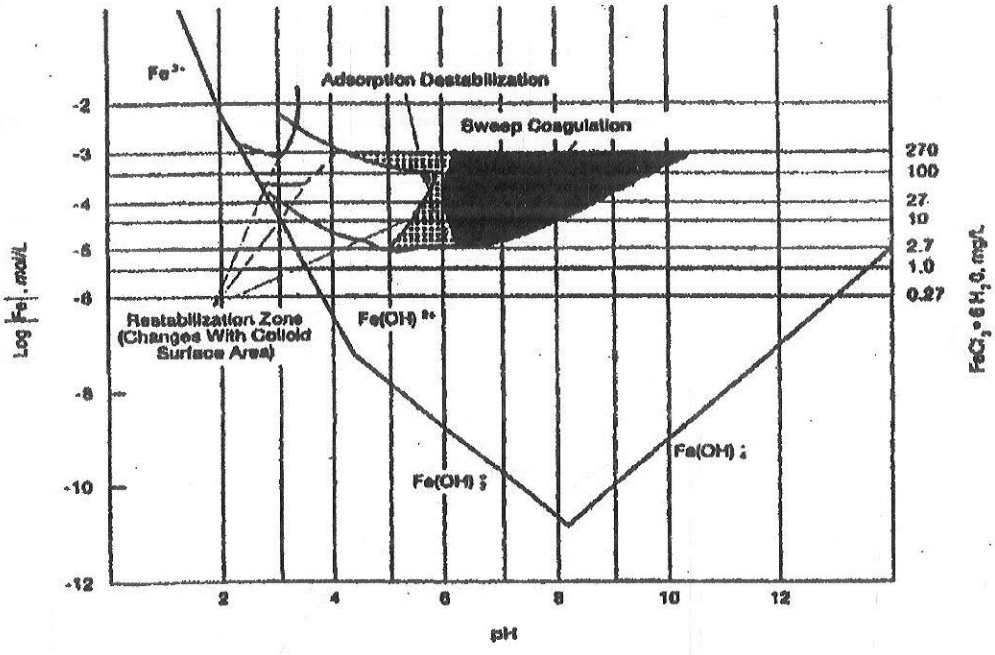
รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการ Coagulation และ Flocculation ของ $FeCl_3$

3.4.5 การใช้สารช่วยสร้างตะกอน (Coagulation aid)

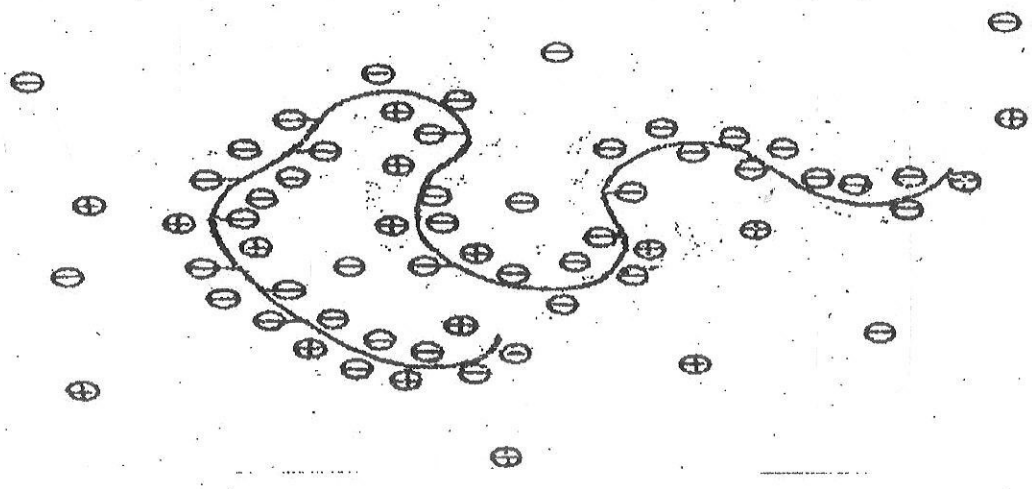
โพลีเมอร์สามารถแบ่งได้อย่างกว้างๆ 2 ชนิด คือ

1) โพลีเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีหลายชนิด เช่น เซลลูโลส (Cellulose), เจลาติน(Gelatin) และแป้ง(Starch)

2) โพลีเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ ในปี ค.ศ.1979 ได้มีการสังเคราะห์โพลีเมอร์ขึ้นอย่างสมบูรณ์ และนิยมใช้กันอย่างกว้าวขวาง Polyacrylamide ที่สร้างขึ้นจาก monomer ที่รวมกันเป็นสายโซ่จำนวนโมเลกุลประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณเป็นล้านหน่วย



รูปที่ 3.10 ไดอะแกรมที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมโคแอกกูเลชั่นด้วยเฟอริกคลอไรด์
(Johnson, P.N.& Amirtharajah,A,1983)



รูปที่ 3.11 แสดงรูปร่างโพลีเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย
(USEPA,1979)

องค์ประกอบและรูปแบบทางด้านกายภาพของโพลีเมอร์มีรูปร่างเป็นโซ่ยาว(long chain) เป็นสารเคมีชนิดพิเศษ สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จาก monomers หลายๆ อันรวมกันหรือสามารถทำได้จากการเพิ่มสารเคมีลงไปเพื่อเพิ่มหน้าที่ของ monomers ซึ่งเป็นตัวแบ่งประเภทของโพลีเมอร์ ที่เกิดขึ้น ดังนั้น monomer จึงเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ โพลีเมอร์ แขนนของ monomer ค่อนข้างกว้างจึงใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์โพลีเมอร์ เช่น acrylamide สารอินทรีย์สังเคราะห์โพลีเมอร์ สามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆคือ

Cationic Polymer มีประจุบวกบนส่วนของสารอินทรีย์ ระดับของประจุบนโพลีเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนอิออนของ nitrogen groups มีประสิทธิภาพสูงในการปรับสภาพตะกอนซึ่งมีประจุลบ ตัวอย่าง Cationic Polymer เช่น polydialyldimethyl ammonium(PDADMA,cat-floc) สารรวมตะกอน polyacrylamide ประเภท cationic เตรียมได้โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสารเคมีชนิด non-ionic-polyacrylamide หรือเป็นการรวม cationic monomer ด้วย acrylamide polymer ชนิด cationic polymer จะนิยมใช้ในงานปรับสภาพตะกอน เนื่องจากของแข็งในน้ำตะกอนสดนั้นมีประจุลบ

Anionic Polymer มีประจุลบบนส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มของ acrylamide ที่ละลายอยู่ใน acrylic acid ชนิดของ anionic polymer เช่น polyacrylamide acid(PAA), hydrolyzed polyacrylamide(HPAM) และ polystryene sulfate(PSS) สารรวมตะกอน polyacrylamide ประเภท anionic มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเมื่อละลายน้ำและทำให้เกิดกลุ่ม amide group (NH_2) หรือเกิดจากการรวมกลุ่มของ anionic monomer จนเป็น acrylamide polymer

Nonionic polymer ไม่ละลายน้ำแต่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมอนุภาคของตะกอนให้เกิดการรวมกลุ่มกันได้ดี ในทางปฏิบัติ nonionic polymer อาจจะเกิดจากการรวมกันของสารอนินทรีย์โพลีเมอร์ inoganic polymer และสารอินทรีย์โพลีเมอร์ (organic polymer) ซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงของ floc

โครงสร้างในรูปสารละลายของ สารอินทรีย์โพลีเมอร์เมื่อละลายน้ำจะเปลี่ยนเป็นสารละลาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามความหนืด ค่าความหนืด(Viscosity) ขึ้นอยู่น้ำหนักโมเลกุลและระดับของประจุไฟฟ้าที่การเจือจางมากๆโมเลกุลจะยืดแขนออก เพราะว่าผลของการผลักจึงทำให้เกิดการประชิดตามความยาวของสายโพลีเมอร์ ที่ความเข้มข้นปกติ สายโซ่ที่ยาวของโพลีเมอร์ประจุลบ สันนิษฐานว่ามีรูปร่างคล้ายไส้ไก่(ม้วนเป็นวง)แสดงดังรูปที่ 3.12 อย่างไรก็ตามเนื่องจากความยาวของสายโมเลกุลของโพลีเมอร์ค่อนข้างยาวดังนั้นจึงไม่สามารถบอกตัวเลขของสายโพลี

เมอร์ได้ทั้งหมดเมื่อโพลีเมอร์ละลายน้ำซึ่งประมาณโพลีเมอร์ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/ลิตรจะมีสายโพลีเมอร์ประมาณ 120 ล้านสายต่อน้ำ 1 ลิตร

Morrow และ Rausch (1974) รายงานว่าโพลีเมอร์ประจุบวก(Cationic Polymer) สามารถใช้เป็นสารสร้างตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์(inorganic coagulants) ให้แก่น้ำดิบที่มีความขุ่นสูงและต่ำได้เมื่อใช้ค่า G ในการกวนเร็วมากกว่า 400 วินาที$^{-1}$ ทำให้ได้ตะกอนที่มีปริมาตรต่ำจึงง่ายต่อการนำไปกำจัด นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นจะหนัก และมีความหนาแน่นมากกว่าตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารสร้างตะกอนที่เป็น สารอนินทรีย์จึงทำให้การตกตะกอนและการรวมตัวกันของตะกอนดีกว่า แต่ในการใช้โพลีเมอร์ในการกำจัดสีจะไม่ได้ผลที่ดีพอและค่าความเป็นด่าง ,ความกระด้าง,พีเอช และอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการทำงานของโพลีเมอร์

Kawamura (1976) รายงานว่าการที่นำโพลีเมอร์มาใช้เป็นสารสร้างตะกอนหรือสารช่วยเร่งให้ตกตะกอนกันอย่างมากเนื่องจาก การใช้โพลีเมอร์จะช่วยลดปริมาตรตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำได้ ทำให้ได้กลุ่มตะกอนที่มีขนาดเล็กและแน่น(dense floc) ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนที่เกิดจากการใช้สารส้มหรือเกลือเฟอริกคลอไรด์ ทำให้เกิดกลุ่มตะกอนที่รวดเร็วมากกว่าการใช้สารส้มหรือเกลือของเหล็กเป็นสารสร้างตะกอน สะดวกในการใช้งาน ไม่มีความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้ใช้ สามารถทำลายหรือลดสภาพความเป็นด่างน้อยกว่าการใช้สารส้มหรือเกลือของเหล็กในการสร้างตะกอน ทำให้สารเคมีบางชนิด เช่น ซัลเฟต ตกค้างในน้ำในปริมาณที่น้อย

3.4.6 การควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชั่น

ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชั่น จำเป็นต้องรู้ชนิดและปริมาณสารที่เหมาะสมตลอดจนสภาวะต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อกลไกโคแอกกูเลชั่นซึ่งได้แก่ ระดับพีเอชของน้ำ ความเร็วแกรเดียนท์ และระยะเวลาในการกวนน้ำ ความก้าวหน้าของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโคแอกกูเลชั่นยังไม่สามารถจะใช้กำหนดและควบคุมตัวแปรต่างๆดังกล่าวแล้วได้อย่างสมบูรณ์ จึงได้มีผู้พยายามพัฒนาวิธีควบคุมโคแอกกูเลชั่นนอกเหนือจากการทดลองจาร์เทสต์ ได้แก่วิธีการควบคุมโดยวัดศักย์ไฟฟ้า(Zeta Potential) การควบคุมโดยวิเคราะห์หาสารโคแอกกูแลนท์ที่เหลือ(Residual Coagulant Analysis) และการควบคุมโดยการหาความสามารถในการกรอง(Filterability) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดลองจาร์เทสต์และการหาความสามารถในการกรอง(มั่นสิน, 2537)

3.4.7 การกำจัดเหล็กและแมงกานีส

เหล็กและแมงกานีสเป็นแร่ธาตุที่พบได้โดยทั่วไปในธรรมชาติ เช่น ดิน, กรวด, ทราย, หิน โดยทั่วไปจะพบในปริมาณไม่มากนัก เหล็กและแมงกานีส ที่พบโดยทั่วไปจะอยู่ในรูป oxides,

carbonates sulphides และ complex organic combination เมื่อน้ำฝนซึมผ่านชั้นดินจะละลายเอาธาตุเหล็กและแมงกานีสลงไปสู่แหล่งน้ำด้วย โดยทั่วไปแล้วจะพบเหล็กในปริมาณที่มากกว่าและบ่อยกว่าแมงกานีส เนื่องจากเปลือกโลกมี ธาตุเหล็กมากกว่าแมงกานีสนั้นเอง เหล็กและแมงกานีสที่พบในแหล่งน้ำผิวดินมักจะพบในรูปของเหล็กไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นผลึกของแข็ง ส่วนในน้ำบาดาลมักจะพบอยู่ในรูปของสารละลาย ซึ่งหากมีการนำน้ำที่มีเหล็กในรูปของสารละลายมาผลิตเป็นน้ำประปาจะต้องมีขบวนการในการกำจัดเอาสารละลายเหล็กและแมงกานีส ออกก่อน เนื่องจากเหล็กและแมงกานีสในรูปสารละลายเมื่อสัมผัสอากาศจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งมีสีแดงสนิมและสีน้ำตาลดำ ทำให้ น้ำประปามีคุณภาพไม่ดี

ในอ่างเก็บน้ำเหล็กและแมงกานีสที่ตกตะกอนอยู่ก้นอ่างอาจจะละลายใหม่ได้เนื่องจากเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน และเมื่อมีการผลิกตัวของน้ำเนื่องจากความแตกต่างทางด้านอุณหภูมิ เหล็กและแมงกานีสที่ละลายเหล่านี้ก็จะลอยตัวขึ้นเหนือน้ำและเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนก็จะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นผลึกและตกตะกอนอยู่ก้นอ่าง ปรากฏการณ์นี้จะเวียนอยู่อย่างนี้ ดังนั้นการเลือกตำแหน่งของท่อน้ำดิบในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่จะต้องมีการพิจารณาปรากฏการณ์นี้ด้วย

การกำจัดเหล็กและแมงกานีส โดยทั่วไปที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาจะใช้หลักการเปลี่ยนประจุของเหล็กและแมงกานีสให้อยู่ในรูปที่เป็นของแข็งดังนี้

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$$

$$Mn^{2+} \longrightarrow Mn^{4+}$$

จะสังเกตได้ว่าในการออกซิไดซ์แมงกานีสจะทำได้ยากกว่าเหล็กเนื่องจากจะต้องเปลี่ยนประจุจาก +2 ไปเป็น +4 การออกซิไดซ์เหล็กและแมงกานีสสามารถกระทำได้โดยใช้ ออกซิไดซ์ซิงเอเจ่น หลายตัว เช่น ออกซิเจน, คลอรีน, คลอรีนไดออกไซด์, โปรตัสเซียมเปอร์มังกาเนส โดยจากทฤษฎีสามารถคำนวณหาอัตราการใช้สารเคมีได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราการใช้สารเคมีในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส

สารเคมี	ปริมาณสารเคมี (กรัม) ในการกำจัด 1 กรัม ของ	
	เหล็ก	แมงกานีส
Oxygen	0.14	0.29
Cl_2	0.64	1.29
$Ca(OCl_2)$	0.64	1.30
NaOCl	0.67	1.36

ตารางที่ 3.2 อัตราการใช้สารเคมีในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส (ต่อ)

สารเคมี	ปริมาณสารเคมี (กรัม) ในการกำจัด 1 กรัม ของ	
	เหล็ก	แมงกานีส
$KMnO_4$	0.94	1.92
ClO_2	1.21	2.50
O_3	0.43	0.87

ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้า นั้นมีปัจจัยที่สำคัญคือ pH โดย ค่า pH และระยะเวลากักเก็บที่ใช้ในการออกแบบถาดเติมอากาศจะเป็นดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่า pH และระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส

สาร	pH ที่เหมาะสม	ระยะเวลากักเก็บ (นาที)
เหล็ก	8.5	15
แมงกานีส	10	60

ซึ่งหากใช้ออกซิไดซ์ซิงเอเจ่น ต่างชนิดกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาก็จะต่างกัน ซึ่ง ทำให้ถังปฏิกิริยาจะมีขนาดใหญ่/เล็ก ต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม pH จะต้องไม่ต่ำกว่า ค่าที่แนะนำข้างต้น ข้อควรจำ การใช้ออกซิเจนเป็น ออกซิไดซ์ซิงเอเจ่นไม่สามารถกำจัดเหล็กและแมงกานีสในรูปของ organic combination ได้

การใช้ ถ่านเป็นตัวกลางในแต่ละชั้นของถาดเติมอากาศจะมีประโยชน์ช่วยทำให้ การแลกเปลี่ยนออกซิเจนเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการกำจัดเหล็กและแมงกานีส นอกจากนี้ ถ่านจะช่วยกำจัดกลิ่นได้ด้วย

3.4.8 การทดลองจาร์เทสต์ (ชัยฤทธิ์, 2530)

จาร์เทสต์เป็นวิธีที่ใช้มาตั้งแต่ดั้งเดิม และปัจจุบันยังใช้อยู่อย่างกว้างขวาง จาร์เทสต์เป็นวิธีทดสอบอย่างง่ายๆ โดยทำการทดลองในบีกเกอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับความเร็วรอบได้ ส่วนมากมักมีใบพัดกวนน้ำ 6 ใบ ในการทดลองแต่ละครั้งจะเลือกชนิดของสารโคแอกกูแลนท์และกำหนดหนดสภาวะต่างๆ ได้แก่ ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง ความเร็วรอบ ระยะเวลาการกวนน้ำและระยะเวลาในการตกตะกอนไว้ค่าหนึ่งจึงทำการทดลองโดยแปรเปลี่ยนเป็นปริมาณสารโคแอกกูแลนท์ ส่วนระดับพีเอชอาจแปรเปลี่ยนหรือคงที่ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์

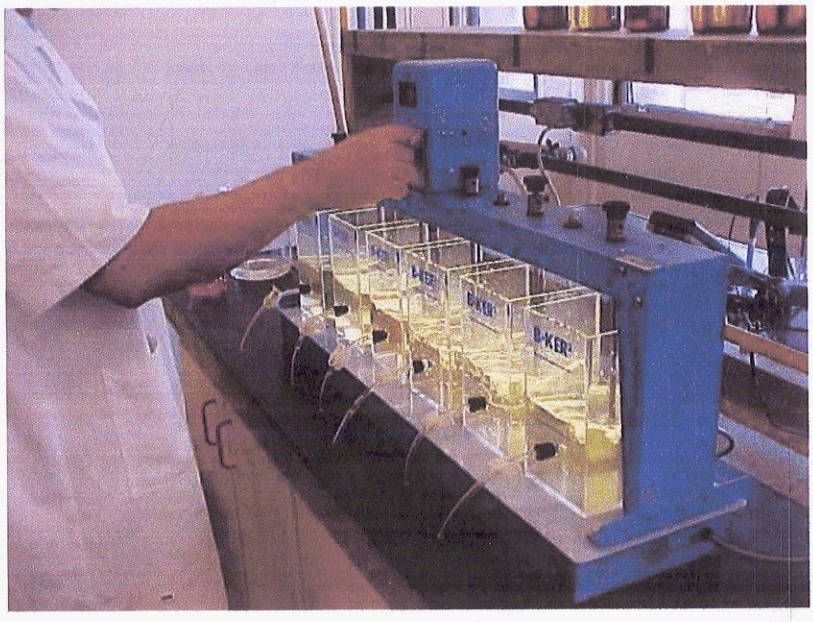
จากนั้นก็จะได้ค่าประมาณ ชนิดของสารโคแอกกูแลนท์และระดับพีเอชที่เหมาะสมต่อการเกิดโคแอกกูเลชั่น ในการทดลองควรทำหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

เสริมพลและไชยยุทธ (2524) เสนอแนะให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 100 รอบ/นาที นาน 3 นาทีแล้วเปลี่ยนมากวนช้า 30 รอบ/นาที นาน 12 นาทีแล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน 16

กรรณิการ์ (2525) แนะนำให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 100 รอบ/นาที นาน 1 นาที จากนั้นลดลงเหลือ ความเร็ว 30 – 40 รอบ/นาที นาน 20 นาทีแล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง

Cleasby (1990) แนะนำให้ใช้อัตรากวนเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 0.5 – 1 นาที แล้วเปลี่ยนมากวนช้า 25 ถึง 35 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 ถึง 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 ถึง 45 นาที

Degremont (1991) แนะนำเรื่องการทดสอบจาร์เทสต์โดยให้คำแนะนำไว้ว่าอัตราการกวนเร็วควรทำที่ 200 รอบ/วินาที นาน 1 นาที จากนั้นลดความเร็วรอบลงเป็นการกวนช้าที่ความเร็ว 40 รอบ/วินาที นาน 20 นาที แล้วตกตะกอน 10 นาที



รูปที่ 3.12 แสดงอุปกรณ์จาร์เทสต์

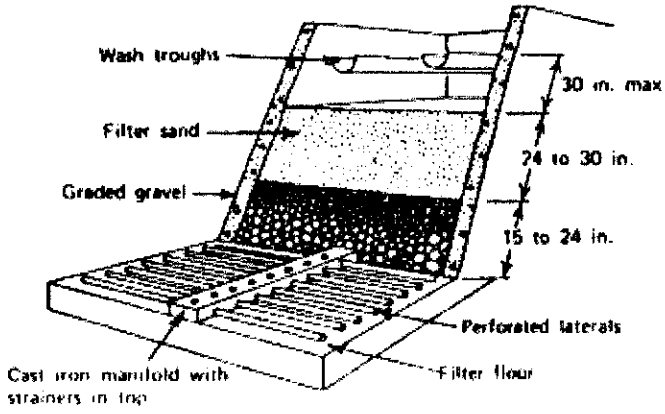
3.4.9 การกำจัดสลัดจ์ด้วยการรีดน้ำสลัดจ์ (Sludge Dewatering)

ในระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่ว่าจะเป็นระบบบำบัดทางเคมีหรือชีววิทยา ผลจากการบำบัดฯจะแยกน้ำเสียออกเป็นสองส่วนคือ น้ำทิ้งที่ได้รับการบำบัดแล้วส่วนหนึ่ง ซึ่งมีปริมาณประมาณ 80-90% ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมด กับอีกส่วนหนึ่งคือ น้ำตะกอนซึ่งมีปริมาณ

ประมาณ 10-20% ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมด โดยตะกอนจะแยกตัวจากน้ำทิ้งที่ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) และจมตัวลงสู่ด้านล่างของถัง ความเข้มข้นของเนื้อตะกอนภายในน้ำตะกอนจะมีค่าประมาณ 1% Solids ซึ่งเท่ากับ 10,000 mg/L หรือ 10 กก./ลบ.ม. โดยทั่วไปน้ำตะกอนนี้จะถูกถ่ายไปยังถังพักตะกอน (Sludge Thickener) ซึ่งตะกอนจะจมตัวลงอัดกันแน่นและเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเป็นประมาณ 4% Solid หรือ 40 กก./ลบ.ม.

วิธีแยกน้ำออกจากน้ำตะกอนหลังจากนี้ ทำได้หลายวิธีเช่น

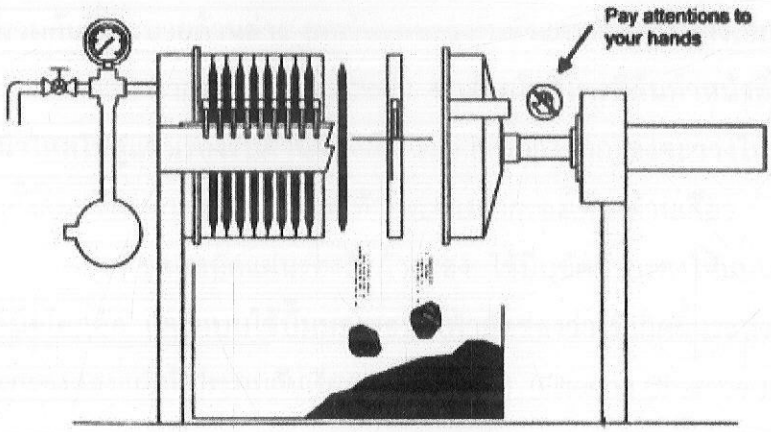
1) ใช้ลานตากตะกอน (รูปที่ 3.14) ซึ่งมีลักษณะเป็นลานกว้างภายในบรรจุด้วยทรายและกรวด เพื่อกรองตะกอนไว้บนหน้าทรายพักตากแดดให้แห้ง ที่ด้านล่างของลานตากตะกอนจะวางท่อเจาะรูเพื่อระบายน้ำออก หากแดดดีและมีเวลาตากถึง 5 วัน ตะกอนจะแห้งและมีเนื้อตะกอนเพิ่มขึ้นประมาณ 10-20 Solids (100-200 กก./ลบ.ม.) เทียบเท่ากับ 80-90% Moisture content วิธีการนี้ต้องใช้พื้นที่มาก ต้องใช้คนงานโกยตะกอนใส่ถุง และมักเกิดปัญหาเรื่องแมลงหรือไม่มีแดดหรือฝนตก ทำให้ตะกอนไม่แห้งตามต้องการ



รูปที่ 3.13 ลานตากตะกอน

2) ใช้วิธีดูดน้ำออกจากตะกอนด้วยสุญญากาศ (Vacuum Filtration)

3) ใช้วิธีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง สลัดให้ตะกอนแยกออกจากน้ำ (Sludge Centrifugation)



รูปที่ 3.14 Filter Press

4) ใช้วิธีกรองตะกอนด้วยการอัดความดันให้ผ้ากรองบีบน้ำออกจากตะกอนซึ่งแบ่งเป็นสองวิธีคือ

4.1) Belt Press เป็นวิธีแยกน้ำออกจากตะกอนโดยใช้ผ้ากรองทำเป็นสายพานหมุนรอบลูกกลิ้ง เมื่อปล่อยน้ำตะกอนลงบนสายพาน น้ำส่วนหนึ่งจะซึมผ่านผ้ากรองออกไปด้วยแรงดึงดูดของโลกหรือการใช้เครื่องดูดอากาศดูดทางด้านล่างของผ้ากรองเพื่อให้น้ำออกได้เร็วขึ้น จากนั้นจะใช้ลูกกลิ้งหรือสายพานอีกชุดหนึ่งบีบตะกอนให้อัดตัวแน่นขึ้นน้ำจะถูกบีบออกอีกครั้งหนึ่ง วิธีนี้สามารถบีบน้ำออกจากตะกอนได้อย่างต่อเนื่อง จึงเหมาะสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ หรือระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง

4.2) Filter Press เป็นวิธีแยกน้ำออกจากตะกอน โดยใช้ผ้ากรองวางเรียงระหว่างแผ่นรองรับ แล้วอัดตะกอนเข้าไประหว่างแผ่นรองรับ ตะกอนจะถูกกักอยู่ระหว่างผ้ากรอง ส่วนน้ำจะซึมผ่านผ้ากรองออกไป เหลือแต่กากตะกอนซึ่งค่อนข้างแห้ง วิธีนี้เป็นแบบ Batch เมื่อตะกอนเต็มแน่นจะหยุดอัดตะกอน ขยับแผ่นรองรับให้ห่างออกจากกัน กากตะกอนก็จะหลุดจากผ้ากรอง

หลักการทำงาน Filter Press ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

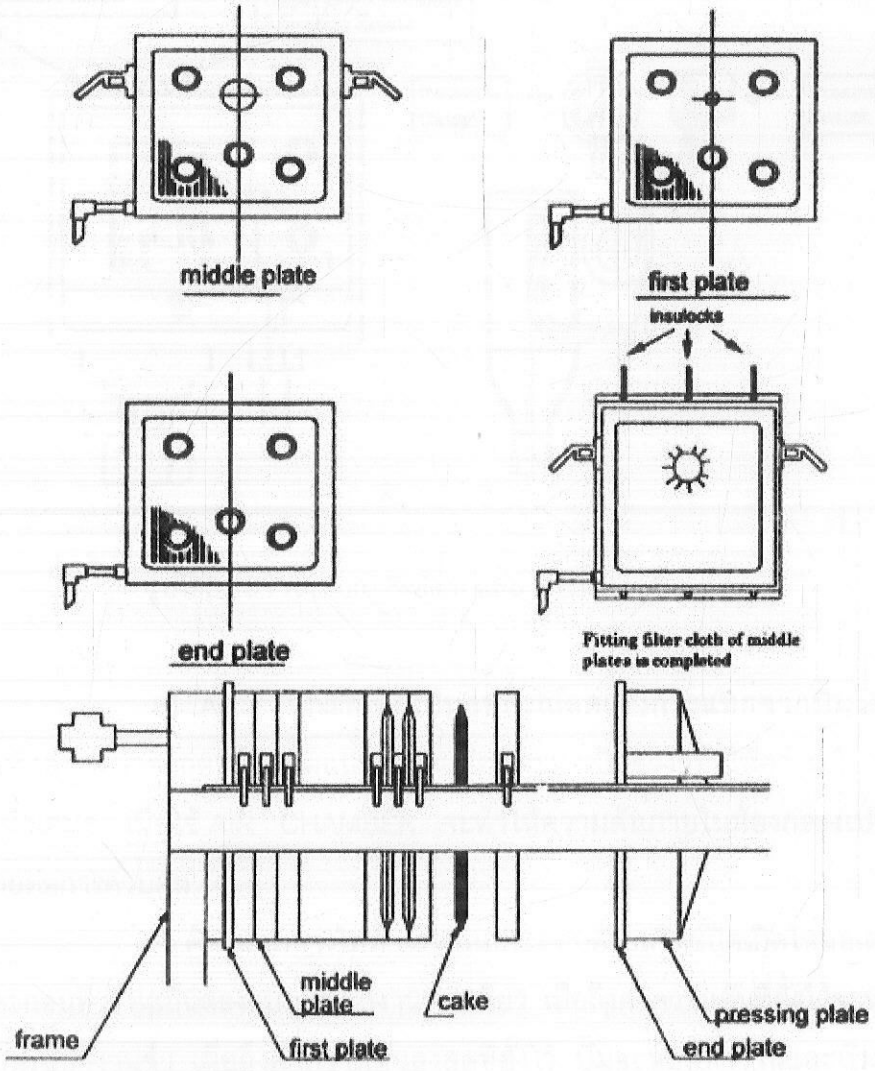
1) ปั๊มสูบส่งน้ำตะกอน ทำหน้าที่สูบส่งน้ำตะกอนเข้าสู่ Filter Press เป็นปั๊มแบบไดอะแฟรมขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถปรับตั้งอัตราการสูบส่งได้โดยการปรับระยะช่วงชักของแผ่นไดอะแฟรม

2) แผ่นรองรับผ้ากรอง (Filter Plate) ทำด้วยโพลิโพรพีลีนมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ที่ผนังทั้งสองด้านจะมีร่องเล็กๆพาดลงในแนวดิ่ง เพื่อระบายน้ำที่แยกออกจาก

ตะกอนไหลไปรวมกันที่รูระบายด้านล่าง ยกเว้นแผ่นรองรับหัวและท้ายจะมีร่องเพียงด้านเดียว

3) ผ้ากรอง (Filter Cloth) ทำด้วยโพลิโพรพีลีนทำหน้าที่กรองตะกอนไว้และปล่อยให้น้ำไหลไปสู่แผ่นรองรับด้านหลังผ้ากรอง การวางผ้ากรองจะวางให้คลุมครอบแผ่นรองรับผ้ากรองทั้งสองด้าน ยกเว้นแผ่นหัวและท้ายจะวางผ้ากรองเพียงด้านเดียว

4) ชุดกดอัดแผ่นรองรับผ้ากรอง ใช้บีบอัดผ้ากรองให้แนบสนิทเป็นปั๊มไฮดรอลิกแบบใช้มือโยกอัด และแบบใช้ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้าอัดช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างผ้ากรองของแผ่นรองรับการกรองสองแผ่นที่ประกบกันเรียกว่า ห้องกรอง (Filtering Chamber) (รูปที่ 3.16)

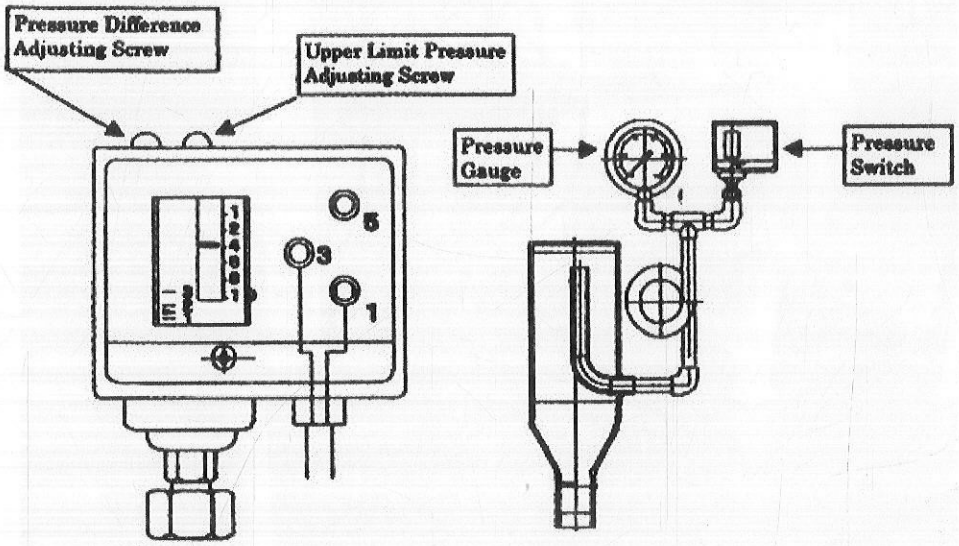


รูปที่ 3.15 ลักษณะของ Filter press

5) โครงเหล็กรับชุด Filter Press

6) ท่อและวาล์วต่างๆ เพื่อส่งน้ำตะกอนเข้าสู่ Filter Press และรับน้ำที่ถูกบีบออกจากตะกอน (Filtrate) ไปทิ้ง

7) Pressure Switch และ Pressure Gauge ทำหน้าที่วัดความดันในห้องกรอง เมื่อความดันสูงถึงค่าที่กำหนดไว้ Pressure Switch จะส่งสัญญาณให้ปั๊มสูบส่งน้ำตะกอนหยุดทำงาน จนกว่าความดันจะลดลงจนถึงค่าที่กำหนดไว้จึงส่งสัญญาณให้ปั๊มทำงานอีก (รูปที่ 3.17)



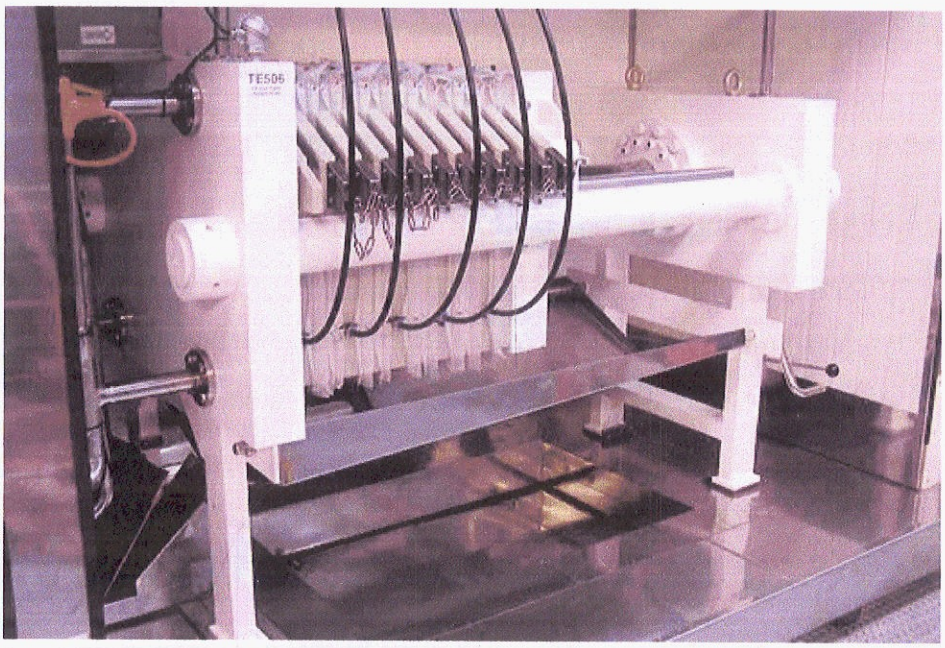
รูปที่ 3.16 Pressure Switch และ Pressure Gauge

8) Air Chamber เป็นอุปกรณ์ลดแรงกระแทกจากปั๊มไดอะแฟรม เนื่องจากการสูบส่งน้ำตะกอนด้วยปั๊มแบบไดอะแฟรม จะมาเป็นช่วงๆทำให้ความดันภายในห้องกรองไม่สม่ำเสมอ เมื่อใช้ AIR CHAMBER จะทำให้ความดันภายในห้องกรองเปลี่ยนแปลงน้อยลง ง่ายต่อการควบคุม

9) ตู้ควบคุมทางไฟฟ้า ภายในประกอบด้วยสวิทซ์ปิดเปิดให้มอเตอร์ของปั๊มสูบส่งน้ำตะกอนทำงานเป็นสองแบบคือ ทำงานรอบเดียว เมื่อถึงค่าความดันที่ตั้งไว้จะหยุดและไม่ทำงานอีกหรือทำงานซ้ำ เมื่อถึงค่าความดันสูงสุดที่ตั้งไว้ ปั๊มจะหยุดทำงานและเริ่มทำงานอีกเมื่อค่าความดันลดลงถึงค่าความดันค่าล่างที่ตั้งไว้ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนครบเวลาที่กำหนด

เมื่อปั๊มสูบส่งน้ำตะกอนเริ่มสูบน้ำตะกอนเข้าไปในห้องกรองในช่วงแรกตะกอนจะเริ่มเข้าไปอุดแทรกระหว่างช่องว่างของผืนผ้ากรองเมื่อตะกอนเคลือบจนทั่วผืนผ้ากรอง

จะสังเกตได้ว่าน้ำ Filtrate จะเริ่มใส และเริ่มมีความดันภายในห้องกรอง เมื่อน้ำตะกอนเข้าไปอัดเต็มภายในห้องกรองความดันภายในห้องกรองจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อปั๊มหยุด ความดันภายในห้องกรองจะยังคงทำหน้าที่บีบอัดน้ำให้แยกออกจากตะกอนซึมผ่านผ้ากรองออกมา หากมีการตั้งค่าต่ำของความดันไว้ เมื่อความดันลดลงถึงค่าที่กำหนดปั๊มสูบส่งตะกนอก็จะเติมน้ำตะกอนเข้ามาอีก การตั้งเวลาให้ปั๊มทำงานซ้ำจึงเพิ่มปริมาณตะกอนเข้าไปในห้องกรองได้มากกว่า



รูปที่ 3.17 ตัวอย่าง Filter press

3.4.10 การเริ่มเดินระบบทางกายภาพและทางเคมี

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

เนื่องจากประสิทธิภาพการบำบัดของกระบวนการดังกล่าวขึ้นอยู่กับรูปแบบและลักษณะของการออกแบบแต่ละหน่วยย่อย อุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ตลอดจนระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ถึงแม้จะมีการตรวจสอบเกณฑ์การใช้สารเคมีโดย

ผู้ออกแบบระบบแล้วก็ตาม ก่อนที่จะทำการเริ่มเดินระบบอาจจำเป็นต้องทดสอบในภาคสนาม โดยใช้น้ำสะอาดเพื่อตรวจสอบเส้นทางการไหลของน้ำ ระดับน้ำ รวมทั้งการทดสอบการทำงานของเครื่องจักร เครื่องสูบน้ำ เครื่องกวนช้า กวนเร็ว และเครื่องป้อนสารเคมี เป็นต้น

ในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการเติมสารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอนก่อนที่จะเริ่มเดินระบบ จำเป็นต้องทดสอบในห้องปฏิบัติการทดลองโดยวิธีการที่เรียกว่าจาร์เทส (Jar Test) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์เปรียบเทียบในกระบวนการสร้างตะกอน การสร้างฟล็อค และการตกตะกอน เพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมจากการคำนวณสารเคมี และปรับอัตราการป้อนสารเคมีในระบบจริงต่อไป

3.4.11 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

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

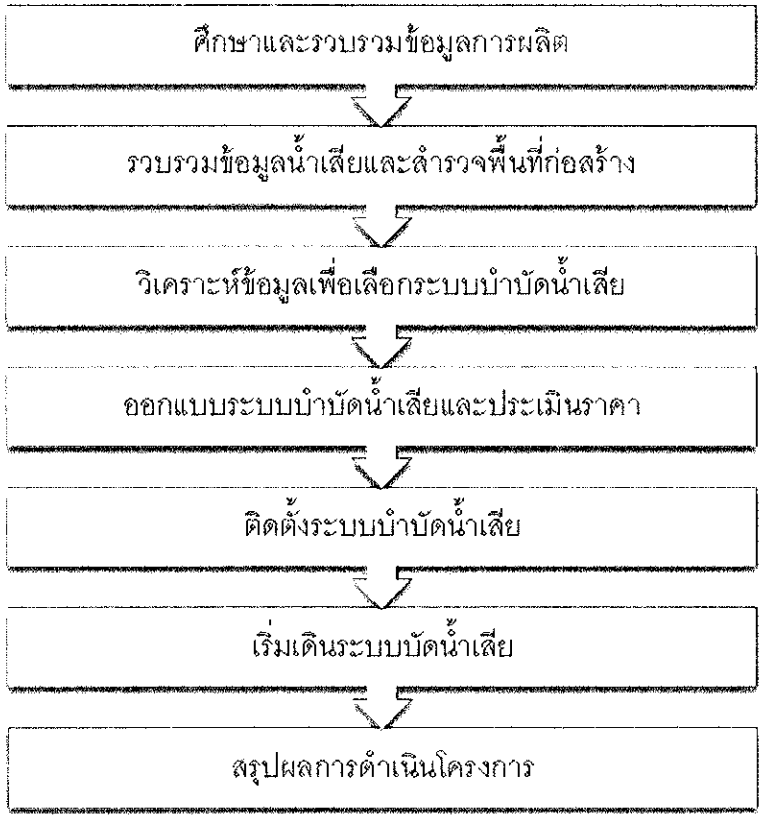
1) ค่า BOD, COD, pH, SS, TKN, TP ค่าโลหะหนักในน้ำเสียก่อนเข้าระบบและออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย

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

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

3.5 การดำเนินโครงการ

ในขั้นตอนการดำเนินโครงการนั้นได้มีแผนผังการดำเนินงานตามรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แผนผังการดำเนินงาน

3.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการผลิต

ทำการศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิต และการปล่อยน้ำเสียของโรงงานเพื่อให้แหล่งน้ำเสีย ปริมาณการปล่อยน้ำเสีย เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง

3.5.2 รวบรวมข้อมูลน้ำเสียและสำรวจพื้นที่ก่อสร้าง

ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำเสียที่เก็บตัวอย่าง โดยการเก็บตัวอย่าง ซึ่งเก็บแบบจ้วง เนื่องจากน้ำเสียในแต่ละช่วงเวลามีลักษณะต่างกันออกไปซึ่งในบางช่วงจะมีไขมันเจือปนมาด้วย โดยเก็บ 3 ตัวอย่าง ในช่วงที่เลิกงานแล้วเพื่อให้น้ำเสียผสมกันก่อนเก็บตัวอย่าง ที่บ่อรวบรวมน้ำเสีย แล้วนำตัวอย่างน้ำส่งแล็ปเอกชนเพื่อทำการตรวจวัด (ภาคผนวก ก) และทำการสำรวจพื้นที่ก่อสร้าง ณ สถานที่จริง ซึ่งเป็นบริเวณส่วนการผลิตแผ่นเพลท ส่วนใหม่ของบริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

3.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลน้ำเสียและการสำรวจสถานที่มาวิเคราะห์กระบวนการในการบำบัดน้ำเสียเพื่อความเหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียและสถานที่

3.6.4 ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและประเมินราคา

คำนวณขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละส่วนที่ได้ทำการเลือกไว้ แล้วทำการเขียนแบบด้วยโปรแกรม Auto CAD แล้วทำการประเมินราคาอุปกรณ์ต่างๆ ในเบื้องต้น

3.5.5 ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

ศึกษาและควบคุมงานติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ณ สถานที่จริง เพื่อให้การติดตั้งระบบเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และตรวจเช็คความสมบูรณ์ของระบบก่อนส่งมอบงาน

3.5.6 เริ่มเดินระบบบัดน้ำเสีย

ศึกษาการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย โดยการควบคุมระบบให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตรงตามมาตรฐาน และทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อทำการตรวจวัด

3.5.7 สรุปผลการดำเนินโครงการ

รวบรวมข้อมูลการดำเนินโครงการที่ผ่านมาและสรุปผลการดำเนินโครงการ

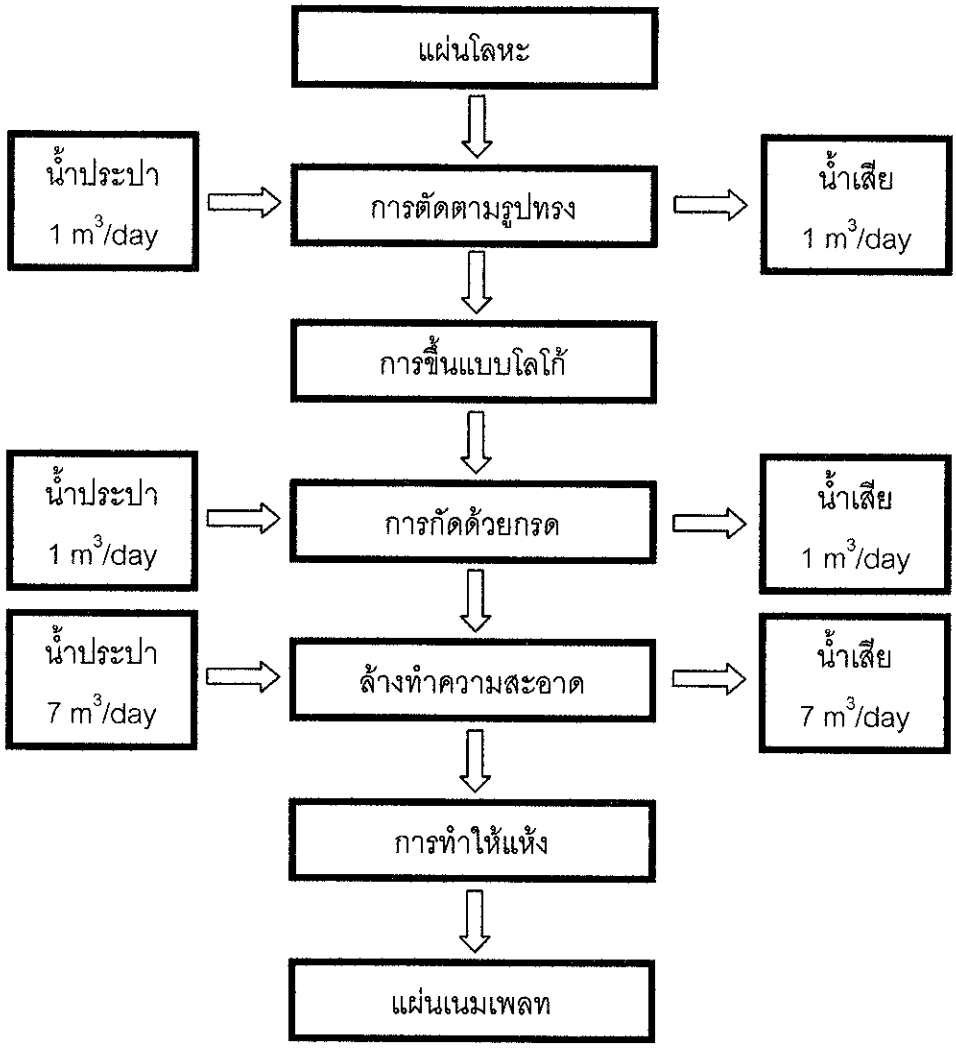
3.6 ผลการดำเนินโครงการ

3.6.1 ผลการศึกษากระบวนการการใช้น้ำ

พบว่าการใช้น้ำของโรงงานโดยส่วนมากเป็นการใช้น้ำในส่วนของการล้างแผ่นเนมเพลทที่ทำการกัดกรดแล้วจะมีการเจือปนของโหละหนัก และจากการสำรวจพบว่าโรงงานมีการปล่อยน้ำเสียเฉพาะช่วงเวลาที่มีการผลิตเท่านั้น ทำให้น้ำเสียมีการไหลที่ไม่ต่อเนื่อง และนอกจากนี้ในบางครั้งพบว่าน้ำเสียมีลักษณะต่างกันเพราะในการผลิตชิ้นงานบางครั้งมีการเคลือบน้ำมันมันที่ตัวโลหะด้วย โดยแสดงผังการใช้น้ำไว้ ที่รูปที่ 3.19

3.6.2 ผลการตรวจวัดน้ำเสีย

เนื่องด้วยน้ำเสียเป็นแบบไม่ต่อเนื่องและลักษณะน้ำเสียต่างกันในแต่ละช่วงเวลา จึงทำการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงในช่วงเลิกทำการผลิตแล้ว โดยเก็บทั้งหมด 3 ครั้ง ใน 1 วัน เพื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ คือ pH BOD COD SS และ FOG เพื่อตรวจสอบในเบื้องต้น โดยผลที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจะพบว่าค่าที่เกินกว่ามาตรฐานมีเพียง pH และ FOG แต่จะพบว่าน้ำเสียมีการปนเปื้อนของโลหะด้วยและอยู่ในรูปของสารละลาย จึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการเคมีเพื่อบำบัดแยกโลหะออกในรูปอื่น คือให้การบำบัดทางเคมีเพื่อตกตะกอน และนำตะกอนโลหะไปกำจัดต่อไป จึงได้นำน้ำเสียไปทำการจาร์เทสต่อไป



รูปที่ 3.19 แผนผังการใช้น้ำของโรงงาน

ตารางที่ 3.4 ผลการตรวจวัดน้ำเสียของ บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด

Item	Unit	Method of Analysis	Result	Standard
pH		WTM03	2.24	5.5-9.0
BOD 5 Days	mg/L	Azide Modification	6.6	20.0
COD	mg/L	WTM06	34.0	120.0
Suspended Solids	mg/L	WTM01	41.0	50.0
Fat, Oil & Grease	mg/L	Partition & Gravimetric	65.5	15.0

3.6.3 การจาร์เทสน้ำเสีย

ลักษณะทางกายภาพ : สีน้ำตาลเข้ม

pH : 3.0

สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน ได้แก่

1. NaOH 50%
2. Polymer Cat 0.1%

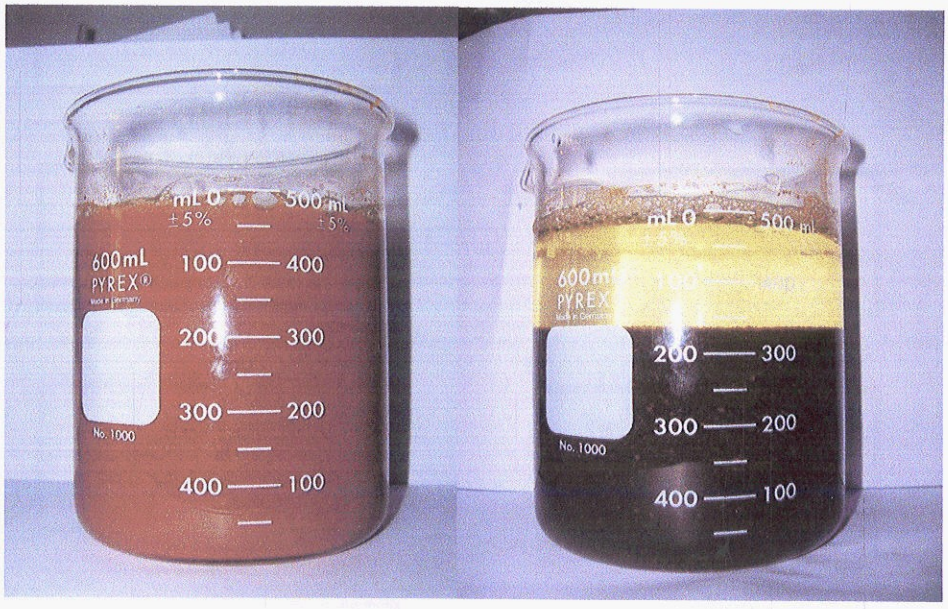
ปริมาณน้ำเสีย 500 ml ใช้ NaOH 50% 2.5 ml

ใช้ polymer 0.1 % 3 ml

จากการตกตะกอนน้ำเสีย พบว่า มีปริมาณตะกอน 200 ml, น้ำใส 300 ml

ถ้าปริมาณน้ำเสีย วันละ 9 ลบ.ม. ใช้ NaOH 50% 22.5 ลิตร

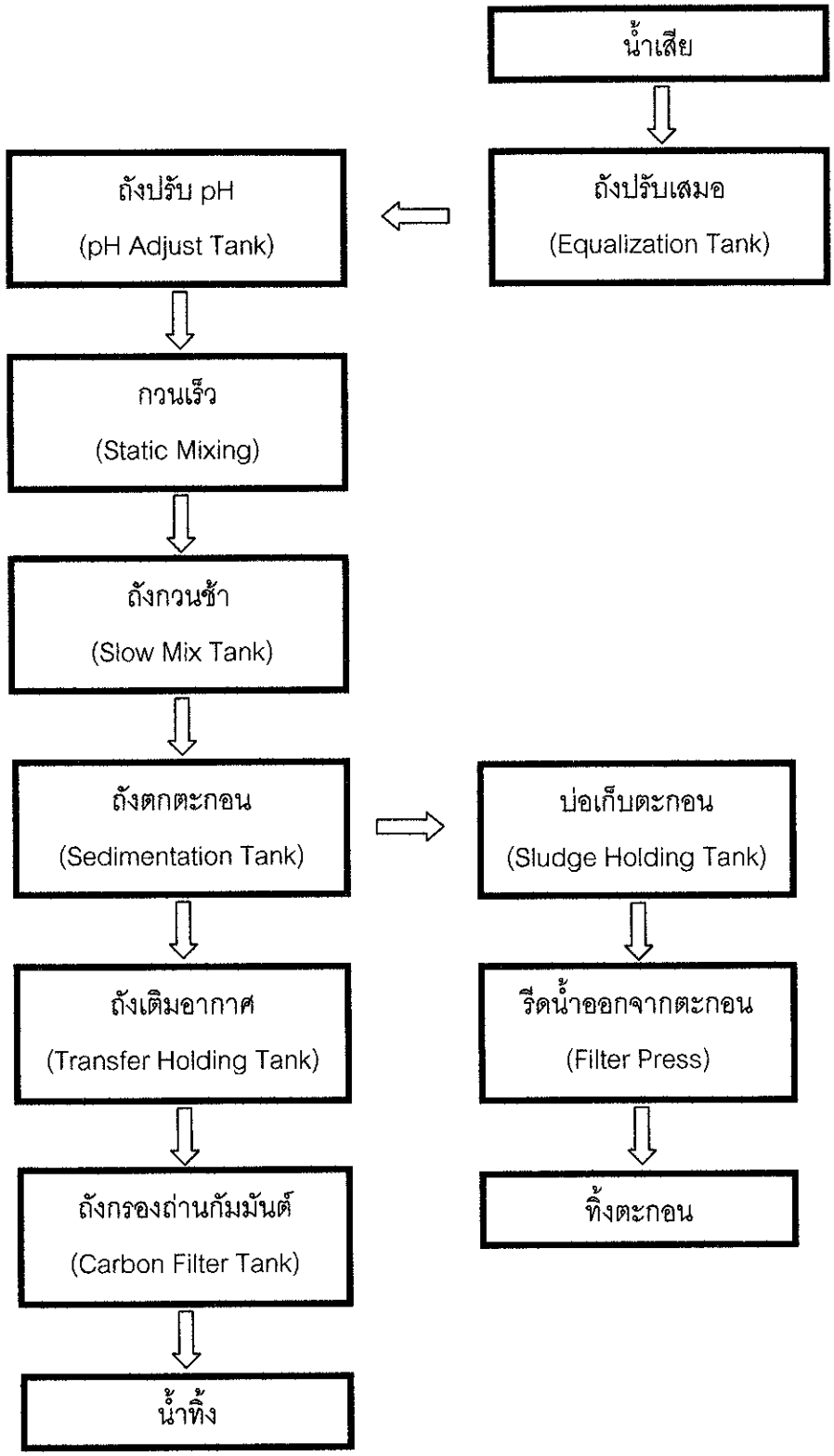
ใช้ polymer 0.1 % 27 ลิตร



รูปที่ 3.20 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังทำการจาร์เทส

เนื่องจากพบว่าเมื่อแยกน้ำทิ้งออกจากตะกอน น้ำทิ้งยังมีสีอยู่จึงได้เพิ่มการกรองด้วยถ่านกำมันต์อีกครั้งหนึ่ง และได้เสนอแนวคิดให้กับทางโรงงานในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากคุณภาพน้ำดีพอสำหรับการนำมาใช้ในการผลิตได้ ซึ่งจำเป็นต้องรอการยืนยันผลการตรวจวัดน้ำทิ้งอีกครั้ง

3.6.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 3.21 แผนผังกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

1) บ่อเก็บน้ำเสีย (Raw wastewater tank)

หน้าที่: เป็นบ่อที่รวบรวมน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

2) ถังปฏิกิริยา (Reactor Tank)

หน้าที่: ประกอบด้วย 4 ส่วน 1. กวนเร็ว (กระบวนการโคแอกกูเลชัน) 2. กวนช้า (กระบวนการฟล็อกกูเลชัน) 3. ตกตะกอน 4. ระบายน้ำใส

3) ถังส่งน้ำ (Transfer holding Tank)

หน้าที่: รับน้ำจากถังปฏิกิริยา เพื่อส่งไปยังถังกรองคาร์บอน

4) การดูดซับด้วยถ่านกำมันต์ (GAC Adsorption)

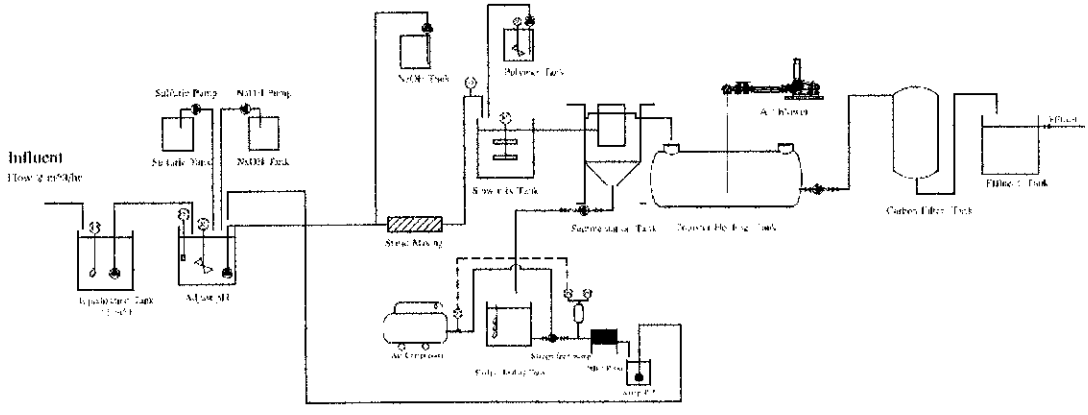
หน้าที่: ใช้ดูดซับสีและกลิ่นของน้ำ

5) ถังเก็บตะกอน (Sludge Holding Tank)

หน้าที่: เป็นถังรวมตะกอนที่ออกมาจากถังปฏิกิริยา (Reactor Tank)

6) การรีดน้ำออกจากตะกอน (Filter Press)

หน้าที่: ใช้สำหรับการกำจัดตะกอนที่มาจากถังเก็บตะกอน



รูปที่ 3.22 แผนภาพ Flow Diagram ของระบบ

3.6.5 ผลการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

1) ข้อมูลออกแบบ

1.1) Flow rate	9	m^3/d
1.2) pH	2.24	
1.3) BOD 5 Days	6.6	mg/L

1.4) COD 34.0 mg/L

1.5) Suspended Solids 41.0 mg/L

1.6) Fat, Oil & Grease 65.5 mg/L

2) รายการคำนวณการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

= Chemical treatment plant + Carbon filter

2.1) Raw water tank + raw water transfer pump (Existing)

2.2) Equalization tank

Flow rate	=	2.00	m^3/hr
Detention time	=	3.00	hr
Depth	=	2.50	m.
Length	=	3.50	m.
Width	=	2.50	m.
volume	=	21.87	m^3
Detention time	=	10.94	min

Provide Kawamoto Submersible Sewage Pump Capacity 2.00 m^3/min H 7.20 m. (2 Set)

2.3) Rapid Mixing

Static Mixing	=	2.00	in
NaOH			
dossing rate	=	10.00	l/hr
Installed	=	Chemical feed pump 20 l/hr at 10.0 bar	
	=	NaOH Tank 300 L	

2.4) Adjustment pH

flow rate	=	2.00	m^3/hr
size	=	1.0	mW×1.0 mL×1.0 mH
volume	=	1.00	m^3
Detention time	=	4.00	min
Installed	=	pH Controller	

Provide Kawamoto Submersible Sewage Pump Capacity 2.00 m^3/min H 7.20 m. (2 Set)

Ferric

dossing rate = 12.00 l/hr

Installed = Chemical feed pump 20 l/hr at 10.0 bar

= Ferric Tank 100 L

NaOH

dossing rate = 12.00 l/hr

Installed = Chemical feed pump 20 l/hr at 10.0 bar

= NaOH Tank 100 L

2.5) Slow mix tank

flow rate = 2.00 m^3/hr

size = 1.0 mW×1.0 mL×1.0 mH

volume = 1.00 m^3

Detention time = 30.00 min

Installed = Slow mixer speed 200 rpm

Polymer Cat

dossing rate = 12.00 l/hr

Installed = Chemical feed pump 20 l/hr at 10.0 bar

= Polymer Cat Tank 300 L

2.6) Sedimentation tank

flow rate = 2.00 m^3/hr

size = Ø 2.0 m. 3.0 m. H

volume = 6.00 m^3

Detention time = 3.00 hr.

Provide Auto Valve Ø 2" Capacity 2.0 m^3/hr. (1 Set)

2.7) Transfer holding tank

flow rate = 2.00 m^3/hr

size = Ø 2.0 m. 3.0 m. H

volume = 3.00 m^3

Detention time = 1.50 hr.

Provide STAC CP100 RC Capacity 5.0 m^3/hr. H18.0 m

2.8) Carbon filter

Used flow rate = 2.00 m^3/hr

size = 250mmD×1000mmH×3.00mmThk

Installed = Flow meter

Provide STAC CP100 RC Capacity 5.0 m^3/hr. H18.0 m

2.9) Effluent tank

flow rate = 2.00 m^3/hr

size = 2.0 mD×2.0mH×1.0mThk

volume = 4.00 m^3

Detention time = 2.00 hr

2.10) Sludge holding tank

size = 650mmD×750mmH×4.00mmThk

volume = 0.20 m^3

Installed = Sludge feed pump flow rate 0-5 m^3/hr at 7 bars

Provide Diapharm Pump Capacity 2.0 m^3/hr. H18.0 m.(1Set)

3) การประเมินราคาในเบื้องต้น

3.1) ราคาอุปกรณ์ระบบ = 871,500 บาท

3.2) ตู้ Control = 80,000 บาท

3.3) งานระบบสายไฟ = 50,000 บาท

3.4) งานระบบท่อ = 80,000 บาท

3.5) งานติดตั้งและทดสอบระบบ = 100,000 บาท

3.6) งานเริ่มเดินระบบและ Operate ระบบ = 100,000 บาท

รวมทั้งสิ้น = 1,281,500 บาท

3.6.6 การติดตั้งและเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

เริ่มดำเนินการติดตั้งระบบตามแผนงาน โดยใช้เวลา 4 สัปดาห์ตามแผนงานและแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และเริ่มเดินระบบเพื่อทดสอบการทำงาน ใช้เวลา 1 สัปดาห์ ภาพการติดตั้งระบบและการเริ่มเดินระบบ แนบไว้ในภาคผนวก

3.7 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากผลการดำเนินโครงการ ได้ทำการออกแบบระบบตามข้อมูลที่ได้คือ ปริมาณน้ำเสียจากการผลิตคือ วันละ 9 ลบ.ม. ผลจากการส่งแล็บตรวจวัด (pH, BOD 5 Days, COD, Suspended Solids และ Fat, Oil & Grease) และใช้สารเคมีตามปริมาณที่ได้จากการจาร์เทสต่อวัน คือ ใช้ NaOH 50% 22.5 ลิตร และ Polymer 0.1 % 27 ลิตร ได้นำข้อมูลดังกล่าว มาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี โดยทำการคำนวณและเขียนแบบ และเมื่อได้ดำเนินการก่อสร้างระบบ ได้ฝึกการควบคุมการติดตั้งระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งการดำเนินการก่อสร้างเสร็จทันเวลาดำเนินโครงการ และได้ฝึกทำการเริ่มเดินระบบบำบัด ซึ่งพบว่าระบบสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพและสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียได้ และใช้สารเคมีในปริมาณที่ใกล้เคียงกับการจาร์เทสน้ำเสีย

3.8 ข้อเสนอแนะ

1) ในการเดินระบบ จะพบว่าตู้ควบคุมมีอุปกรณ์ค่อนข้างมาก ซึ่งในการฝึกอบรมผู้เดินระบบ อาจทำให้ผู้ที่ศึกษาการเดินระบบเข้าใจในกระบวนการได้ยาก จึงควรทำคู่มือการเดินระบบให้ละเอียดมากขึ้น

2) ควรสอนการจาร์เทสเพื่อปรับอัตราการเติมสารเคมี เพื่อให้สามารถตกตะกอนได้ดี และมีปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากพบว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตมีลักษณะที่ต่างกันในบางครั้ง

3) จัดทำ Check List เพื่อให้ผู้ควบคุมระบบ จดบันทึกการทำงานอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาเมื่อเกิดปัญหากับระบบได้ทัน และให้ผู้ควบคุมตรวจเช็คการทำงานของอุปกรณ์อยู่เสมอ

4) เนื่องด้วยคุณภาพน้ำทิ้งที่ออกมามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อประเมินด้วยตา จึงมีแนวคิดว่า น่าจะสามารถนำน้ำทิ้งมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนให้แก่โรงงานด้วย ซึ่งหากพบว่าน้ำทิ้งที่ตรวจวัดมีคุณภาพดี ควรแนะนำโรงงานให้นำน้ำกลับมาใช้ใหม่เป็นอย่างยิ่ง

5) ควรมีการตรวจวัดน้ำเสียก่อนการออกแบบให้มากกว่านี้ เพราะการตรวจวัดเพียงครั้งเดียว ตัวอย่างน้ำอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนน้ำเสียของระบบได้

6) หากในน้ำเสียมีการเจือปนเฉพาะเหล็กเท่านั้น สามารถทำการตกตะกอนเหล็กได้ด้วยการปรับ pH ให้อยู่ประมาณ 8.5 ซึ่งทำให้เหล็กตกตะกอนได้เอง โดยไม่ต้องในสารเคมีช่วยในการตกตะกอน

บทที่ 4
สรุปผลการปฏิบัติงาน ปัญหา และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนด์ จำกัด เป็นระยะเวลาประมาณ 16 สัปดาห์ เป็นการได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเล่าเรียนจากมหาวิทยาลัยมาประยุกต์ในการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ นอนกจากนี้ยังได้รับความรู้ใหม่ๆและประสบการณ์ จากการทำงานจริง ซึ่งจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ทำให้สถานประกอบการและผู้ออกสหกิจได้รับประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลต่อสถานประกอบการ

- สถานประกอบการจะมีนักศึกษาช่วยปฏิบัติงานตลอด
- ลดภาระการทำงานที่นอกเหนือจากหน้าที่ของพนักงานประจำในสถานประกอบการ ทำให้มีเวลาในการทำงานในหน้าที่ของตนเอง และงานสำคัญอื่นๆ ได้อย่างเต็มที่
- สถานประกอบการสามารถใช้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ช่วยในการคัดเลือกพนักงานเข้าทำงานในสถานประกอบการได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้นโดยดูจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของนักศึกษาที่ผ่านมา
- ในการเข้าร่วมของสถานประกอบการในโครงการสหกิจศึกษา จะช่วยสร้างภาพพจน์ที่ดีในด้านการส่งเสริมการศึกษากับสถานประกอบการ
- ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างงานของพนักงาน เนื่องจากมีนักศึกษามาสหกิจศึกษาตลอด

4.1.2 ผลต่อนักศึกษา

4.1.2.1 ด้านสังคม

- ได้เรียนรู้ ในเรื่องการทำงานร่วมกับผู้อื่น การทำงานเป็นทีม และการมีมนุษย์ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงานหรือหัวหน้างาน
- ได้ฝึกฝนความมีระเบียบวินัย และการปฏิบัติตามวัฒนธรรมองค์กร
- ได้ฝึกฝนคุณธรรมจริยธรรม ความซื่อสัตย์ สุจริต รู้จักเสียสละ และไม่เห็นแก่ตัว
- ได้ฝึกฝนความมีมานะอดทนในการทำงาน
- ได้เรียนรู้ การเข้าสังคม และการติดต่อประสานงานระหว่างองค์กร

4.1.2.2 ด้านทฤษฎี

- ได้รับความรู้ความสามารถทางวิชาการเพิ่มขึ้นนอกเหนือจากในบทเรียน
- ได้ฝึกการวางแผนงานในการทำงานของงานได้รับผิดชอบให้เสร็จสิ้นตามขั้นตอนและระยะเวลาที่กำหนด
- ได้นำความรู้ความสามารถที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง
- เกิดความรู้ความชำนาญในการเขียนแบบมากขึ้น

4.1.2.3 ด้านปฏิบัติ

- ได้ศึกษาการออกแบบระบบ และการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย
- ได้ศึกษาการจัดทำเอกสารติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม
- ได้ศึกษารายละเอียดการเลือกอุปกรณ์ระบบ และศึกษาการติดตั้งจริง
- ได้เรียนรู้ในการโดยการติดต่อกับแผนกต่าง ๆ เพื่อหาข้อมูลมาตรวจประเมินผลกระทบปัญหาสิ่งแวดล้อม
- ได้เรียนรู้การติดต่อและจัดซื้อจัดจ้างกับบริษัทคู่ค้า

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการปฏิบัติงานซึ่งได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรวิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด เป็นระยะเวลาประมาณ 16 สัปดาห์นั้น นอกจากจะเป็นการนำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการแล้ว ยังได้รับความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมอีกมากมายซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีที่จะนำไปปรับปรุงในการทำงานจริงในอนาคตต่อไป ซึ่งในระหว่างการปฏิบัติงานพบปัญหาและอุปสรรคบางประการ ได้แก่

1) ในช่วงแรกของการปฏิบัติงานยังไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ เนื่องจากเป็นการปฏิบัติงานครั้งแรก ซึ่งได้รับคำแนะนำจากที่ปรึกษา และพี่ๆ ในบริษัท จนสามารถทำงานได้ดีขึ้น

2) ในการศึกษาการติดตั้งระบบในบางช่วง ต้องไปกับช่าง ซึ่งไม่มีที่ปรึกษาไปด้วทำให้ การเก็บรายละเอียดงานยังไม่ดีเท่าที่ควร แต่เมื่อนำผลการศึกษามาปรับปรุงใช้ในภายหลังทำให้การปฏิบัติงานดีขึ้นเรื่อยๆ

3) ในการปฏิบัติงาน ณ บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนต์ จำกัด มีงานให้ทำการศึกษาหลากหลายประเภท แต่งานที่ได้ปฏิบัติส่วนใหญ่เป็นงานออกแบบ และเขียนแบบ ผู้ที่จะเลือกมาสหกิจศึกษาควรมีพื้นฐานการเขียนแบบดีพอสมควร และมีงานที่ต้องออกไปทำข้างนอกสถานที่ เช่น การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย และงานสำรวจเก็บข้อมูล ณ สถานประกอบการต่างๆ ซึ่งผู้ที่จะมาสหกิจศึกษา ควรจะสามารถทำงานนอกสถานที่ได้

บรรณานุกรม

1. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542, เทคโนโลยีและการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1, สำนักพิมพ์จุฬามหาวิทยาลัย กรุงเทพ
2. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน. 2548, ตำราระบบบำบัดมลพิษทางน้ำ, กรมโรงงานอุตสาหกรรม
3. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542, คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์จุฬามหาวิทยาลัย
4. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2548), ตำราระบบบำบัดน้ำเสีย
5. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, มิตรนราการพิมพ์, 2539
6. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, 2543
7. เว็บไซต์กรมโรงงานอุตหกรรม : http://www.diw.go.th/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารผลการตรวจวัดน้ำเสีย

Analysis Report

Report No: 070920013

Customer Name : บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

Address : 55/98 Moo 5 Pakkred,
Nonthaburi 11120

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

Sampling Source : บจก.ไทยเทคโนเพลท

Sampling Date : 19-Sep-07 Sampling Method : Grab

Received Date : 20-Sep-07 Sampling By : Customer

Testing Date : Sep 21-26,2007 Approved Date : 04-Oct-07

Item	Unit	Method of Analysis	Result
Sampling Name			น้ำเสียแผนกกัดกรด
Analysis No.			070920013
Sampling Time			10:30 AM
Physical Appearence			Orange
pH		WTM03	2.24*
BOD 5 Days	mg/L	Azide Modification	6.6
COD	mg/L	WTM06	34.0
Suspended Solids	mg/L	WTM01	41.0
Fat,Oil & Grease	mg/L	Partition & Gravimetric	65.5

Remark : WTM 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

WTM 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

WTM 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

* Permanent Laboratory

Environment & Laboratory Co.,Ltd.

Approved By :

(Alisa Songsawasd)
ว-029-ค-2407

FAD21V1-28 May,2007

Customer : The above results are valid only for the analyzed/tested samples as mentioned in this report.
No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the laboratory.

ภาคผนวก ข

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)
ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ที่ระบุว่า "ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงานเว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)" รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังนี้

ข้อ 1 คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ 2 น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

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

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

2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า ทีดีเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่า ทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

/ (3) สารแขวนลอย ...

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด 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 (Nickel)	ไม่มากกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9 ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10 สังกะสี (Zinc)	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 0.2 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 ...

(14) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

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

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

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

ข้อ 3 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

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

(3) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)

(4) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

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

/ 4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิค ...

4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิค และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่น สเปคโตร โฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์ เจนเนอเรชั่น (Hydride Generation) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตรสโคบี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)

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

(5) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท (Titrate)

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

(7) การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี (Spectrophotometry)

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

(9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริค (Iodometric Method)

(10) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ให้ใช้วิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas-Chromatography)

(11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(12) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

(13) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ

(14) การตรวจสอบค่าทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl)

(15) การตรวจสอบค่าซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโปตัสเซียม ไดโครเมต (Potassium Dichromate Digestion)

/ ข้อ 4 การตรวจสอบค่ามาตรฐาน ...

ข้อ 4 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association, American Water Work Association และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2539

ไชยวัฒน์ สินสุวงศ์
(นายไชยวัฒน์ สินสุวงศ์)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

สำเนาถูกต้อง

(นางสาววันเพ็ญ คุ้มสดวก)
เจ้าหน้าที่บริหารงานธุรการ 6

ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนที่ 52 ง วันที่ 27 มิถุนายน 2539

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจาก
ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ด้วยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ข้อ 2 (15).(16).(17) ได้ระบุให้กรมโรงงานอุตสาหกรรม ที่จะกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ซึ่งได้แก่ ค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ค่า ทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) และค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ให้แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศฉบับดังกล่าวได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

ฉะนั้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

1.1 ลำดับที่ 4(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำประเภทการฆ่าสัตว์

1.2 ลำดับที่ 9(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืช หรือหัวพืชประเภทการทำแป้ง

1.3 ลำดับที่ 10 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้ง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำขนมปัง หรือขนมเค็ก

(2) การทำขนมปังกรอบ หรือขนมอบแห้ง

(3) การทำผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้ง เป็นเส้น เม็ด หรือชิ้น

/ 1.4 ลำดับที่ 15 ...

1.4 ลำดับที่ 15 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

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

1.5 ลำดับที่ 22 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

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

(2) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายยืนสำหรับการทอ

(3) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(4) การพิมพ์สิ่งทอ

1.6 ลำดับที่ 29 โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ป่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่ง แต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

1.7 ลำดับที่ 38 โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

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

1.8 ลำดับที่ 42 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ย อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

(2) การเก็บรักษา ลำเลียง แยก คัดเลือก หรือแบ่งบรรจุเฉพาะเคมีภัณฑ์อันตราย

/ 1.9 ลำดับที่ 46 ...

1.9 ลำดับที่ 46 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยา อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การผลิตวัตถุที่รับรองไว้ในตำรายา ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ

(2) การผลิตวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ บำบัด บรรเทา รักษา หรือป้องกันโรค หรือความเจ็บป่วยของมนุษย์ หรือสัตว์

(3) การผลิตวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับให้เกิดผลแก่สุขภาพ โครงสร้าง หรือการกระทำหน้าที่ใด ๆ ของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ แต่วัตถุตาม (1) หรือ (2) ไม่รวมถึงวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นอาหาร เครื่องกีฬา เครื่องสำอาง เครื่องมือ ที่ใช้ในการประกอบโรคศิลปะ และส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในการนั้น

1.10 ลำดับที่ 92 โรงงานห้องเย็น

ข้อ 2 ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

2.1 ลำดับที่ 13(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รสหรือสีของอาหาร

2.2 ลำดับที่ 15(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

ข้อ 3 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตรสำหรับประเภททของโรงงานอุตสาหกรรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

3.1 ลำดับที่ 13(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร

3.2 ลำดับที่ 15(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

/ 3.3 ลำดับที่ 22 ...

3.3 ลำดับที่ 22 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย และเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

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

(2) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายยืนสำหรับการทอ

(3) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(4) การพิมพ์สิ่งทอ

3.4 ลำดับที่ 29 โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ป่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่ง สำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือแคลือบสีหนังสัตว์

3.5 ลำดับที่ 38 โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

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

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540

เทียร เมฆานนท์ชัย

(นายเทียร เมฆานนท์ชัย)

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

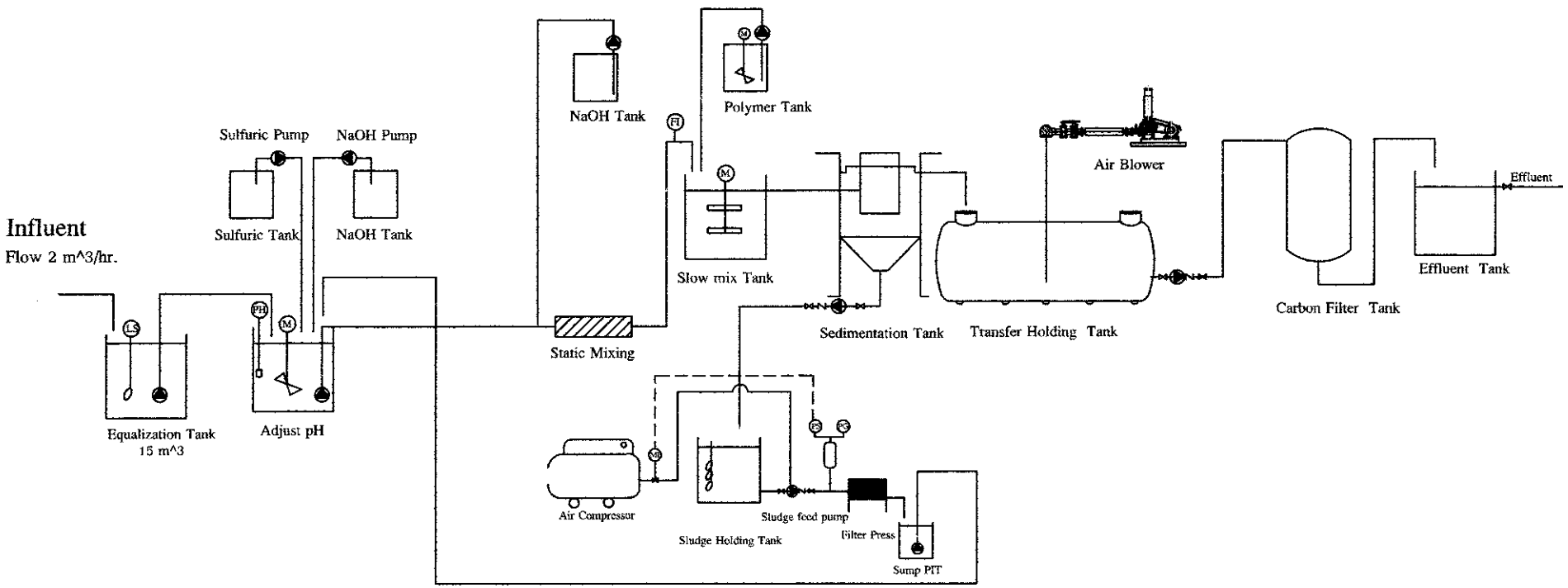
สำเนาถูกต้อง

(นางสาววันเพ็ญ คุ้มสดวก)

เจ้าหน้าที่บริหารงานธุรการ 6

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบระบบบำบัดน้ำเสีย



Wastewater Treatment Flowdiagram

CEC

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด
Clear Engineering & Consultant CO.,LTD
114/67 Moo 5 Phumvet Road, Pakkred
Nonthaburi 11120. THAILAND.
TEL. 0-2960-9016
FAX. 0-2960-9015

PROJECT NAME.

โครงการออกแบบ
ระบบบำบัดน้ำเสีย

CLIENT.

Thai techno plate co.,ltd

DRAWING TITLE.

FLOW DIAGRAM

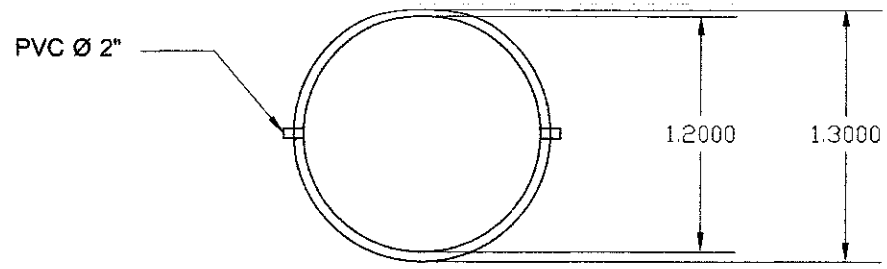
Environmental Engineering
นส.เจษฎากรณ์ มะลิรัมย์

Structural Engineering
นายวีระศักดิ์ ทรายสูนกต กย.32139

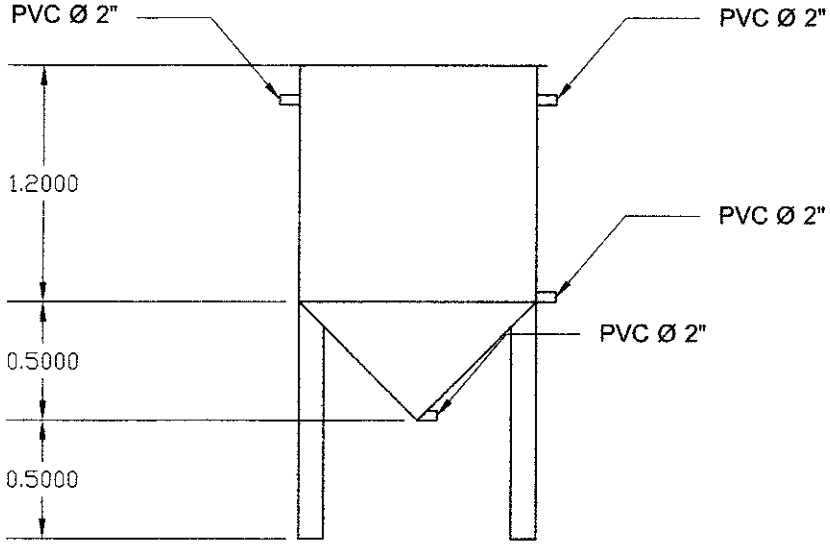
Owner Project

REV.	DESCRIPTION	DATE
SCALE. N.TS. A3		DATE. 22/12/50
DRAWN.		CHECKED.
C.N.	DWG.NO. CEC-NP-01	REVISION.

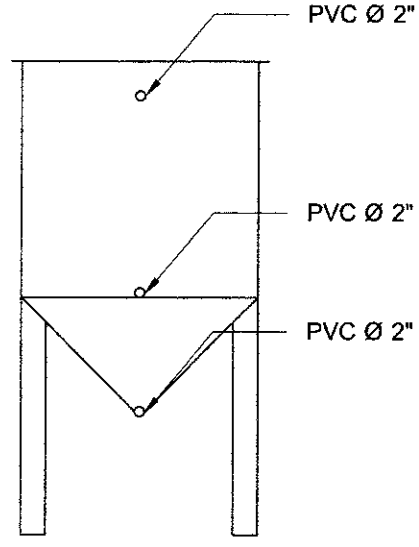
○ PRELIMINARY ○ FOR INFORMATION ○ FOR QUOTATION
APPROVED ○ FOR CONSTRUCTION
SHOP DRAWING
○ AS BUILT DRAWING



TOP VIEW



SECTION VIEW



SECTION VIEW

CEC
บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด
Clear Engineering & Consultant CO.,LTD
114/67 Moo 5 Phumvet Road, Pakkred
Nonthaburi 11120, THAILAND
TEL. 0-2960-9016
FAX. 0-2960-9015

PROJECT NAME.

โครงการออกแบบ
ระบบบำบัดน้ำเสีย

CLIENT.

Thai techno plate co.,ltd

DRAWING TITLE.

pH & Slow Mix Tank

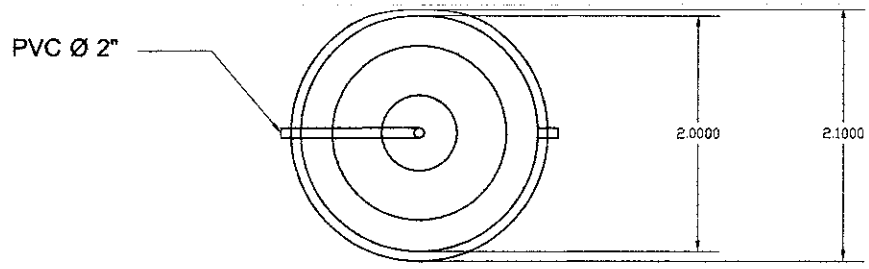
Environmental Engineering
นส.เจษฎาภรณ์ มะลิรัมย์

Structural Engineering
นายวีระศักดิ์ หร่าอุนทด กย.32139

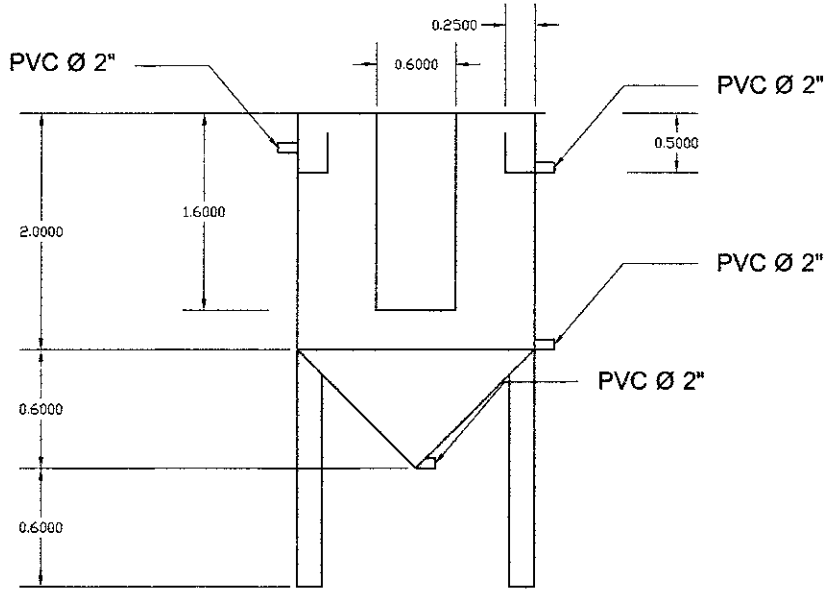
Owner Project

REV.	DESCRIPTION	DATE
SCALE N.T.S. A3	DATE 6/07/50	
DRAWN.	CHECKED.	
C.N.	DWG.NO. CEC-NP-01	REVISION.

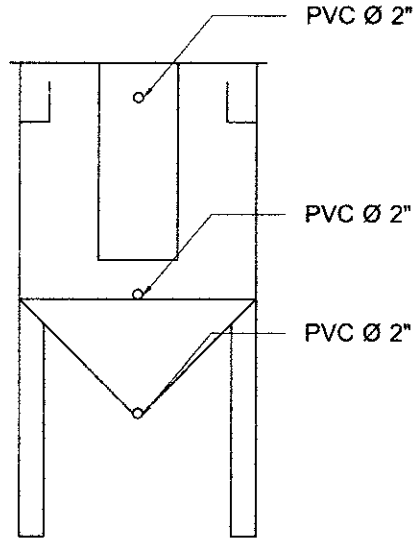
○ PRELIMINARY ○ FOR INFORMATION ○ FOR QUOTATION
APPROVED ○ FOR CONSTRUCTION
SHOP DRAWING ○ AS BUILT DRAWING



TOP VIEW



SECTION VIEW



SECTION VIEW

CEC

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด
Clear Engineering & Consultant CO.,LTD
114/67 Moo 5 Phumvet Road, Pakkred
Nontheburi 11120, THAILAND.
TEL. 0-2960-9016
FAX. 0-2960-9015

PROJECT NAME.

โครงการออกแบบ
ระบบบำบัดน้ำเสีย

CLIENT.

Thai techno plate co.,ltd

DRAWING TITLE.

Sedimentation Tank

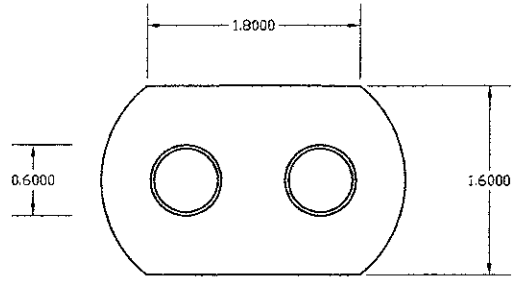
Environmental Engineering
นส.เจษฎากรณ์ มะลิลัย

Structural Engineering
นายวีระศักดิ์ ทรายอุนทด กอ.32139

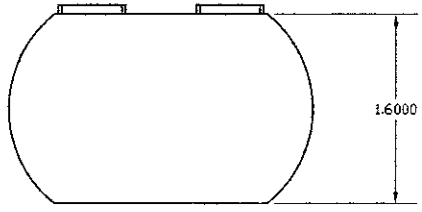
Owner Project

REV.	DESCRIPTION	DATE
SCALE. N.T.S. A3	DATE. 6/07/50	
DRAWN.	CHECKED.	
C.N.	DWG.NO. CEC-NP-01	REVISION.

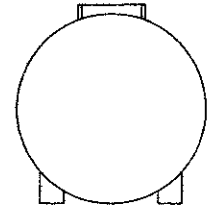
PRELIMINARY / FOR INFORMATION / FOR QUOTATION
APPROVED / FOR CONSTRUCTION
SHOP DRAWING
AS BUILT DRAWING



TOP VIEW



SECTION VIEW



SECTION VIEW

CEC
Clear Engineering & Consultant CO.,LTD

บริษัท เคลียร์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด
Clear Engineering & Consultant CO.,LTD
114/67 Moo 5 Phumvet Road, Pakkred
Nonthaburi 11120, THAILAND
TEL. 0-2960-9016
FAX. 0-2960-9015

PROJECT NAME.

โครงการออกแบบ
ระบบบำบัดน้ำเสีย

CLIENT.

Thai techno plate co.,ltd

DRAWING TITLE.

Tranfer Holding Tank

Environmental Engineering
นส.เจษฎากรณ์ มะลิรัมย์

Structural Engineering
นายวีระศักดิ์ หร่ายสุนทด กอ.32139

Owner Project

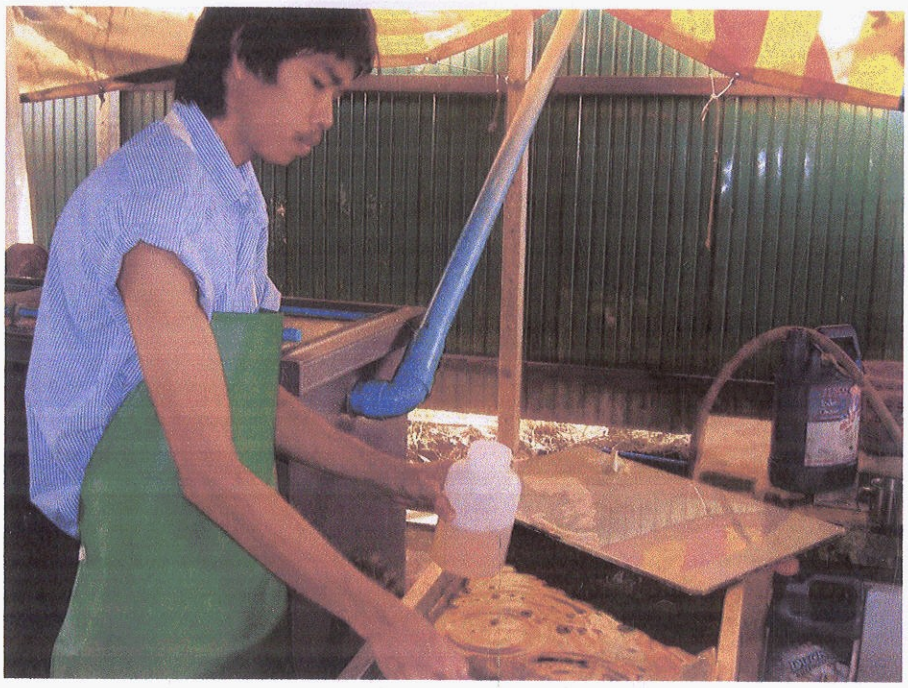
REV.	DESCRIPTION	DATE
SCALE. N.T.S. A3	DATE. 8/07/50	
DRAWN.	CHECKED.	
C.N	DWG.NO CEC-NP-01	REVISION.

- ○ PRELIMINARY
- ○ FOR INFORMATION
- ○ FOR QUOTATION
- APPROVED
  - ○ FOR CONSTRUCTION
  - ○ AS BUILT DRAWING
- ○ SHOP DRAWING

ภาคผนวก ง

รูปการดำเนินการโครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย แบบเคมี

บริษัท ไทยเทคโนเพลท จำกัด



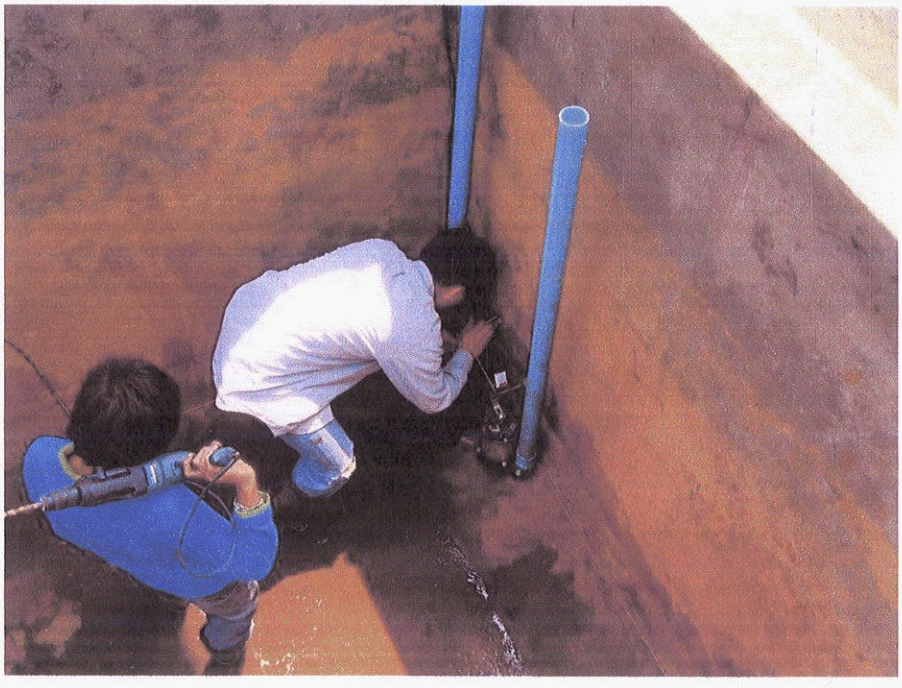
รูปที่ 1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

รูปที่ 2 การปรับพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

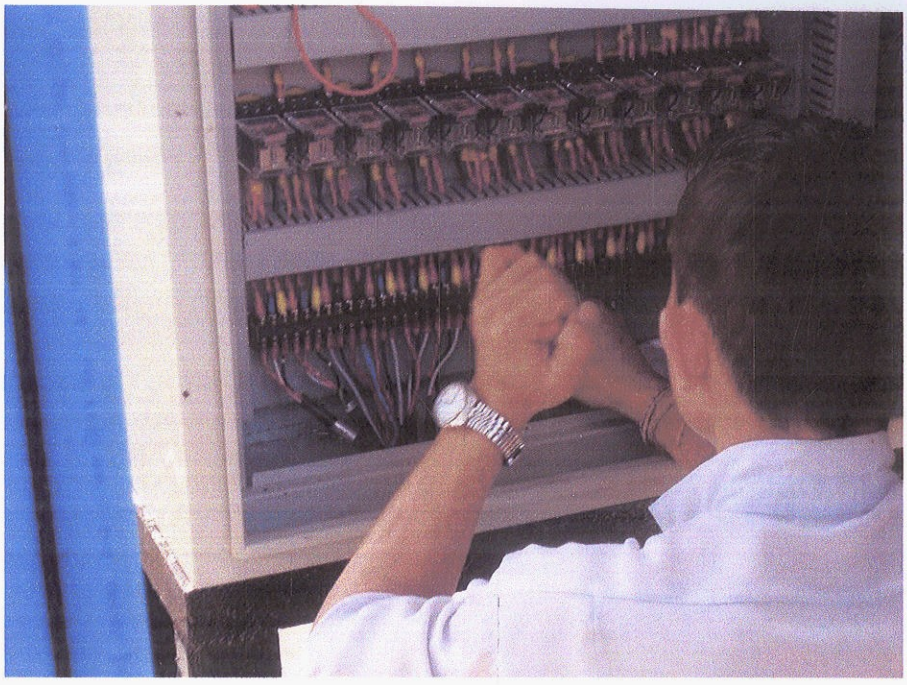
รูปที่ 3 การก่อสร้างอาคารระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 4 การทำถังไฟเบอร์กลาสสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย

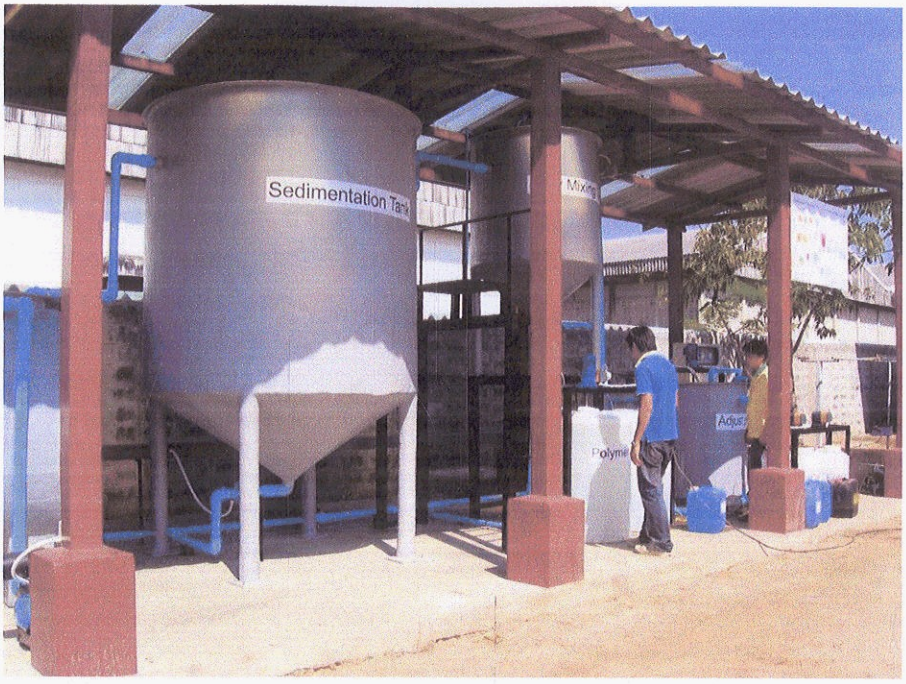


รูปที่ 6 การติดตั้งปั๊มสูบใน EQ Tank

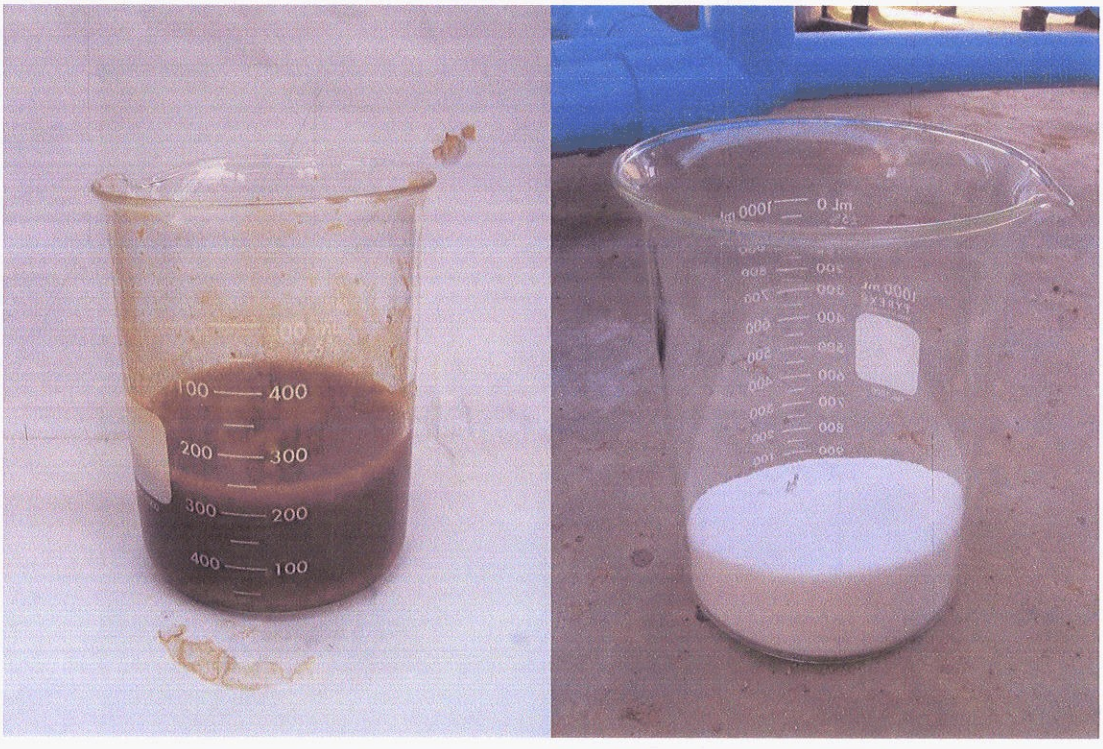


รูปที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ตู้ควบคุม

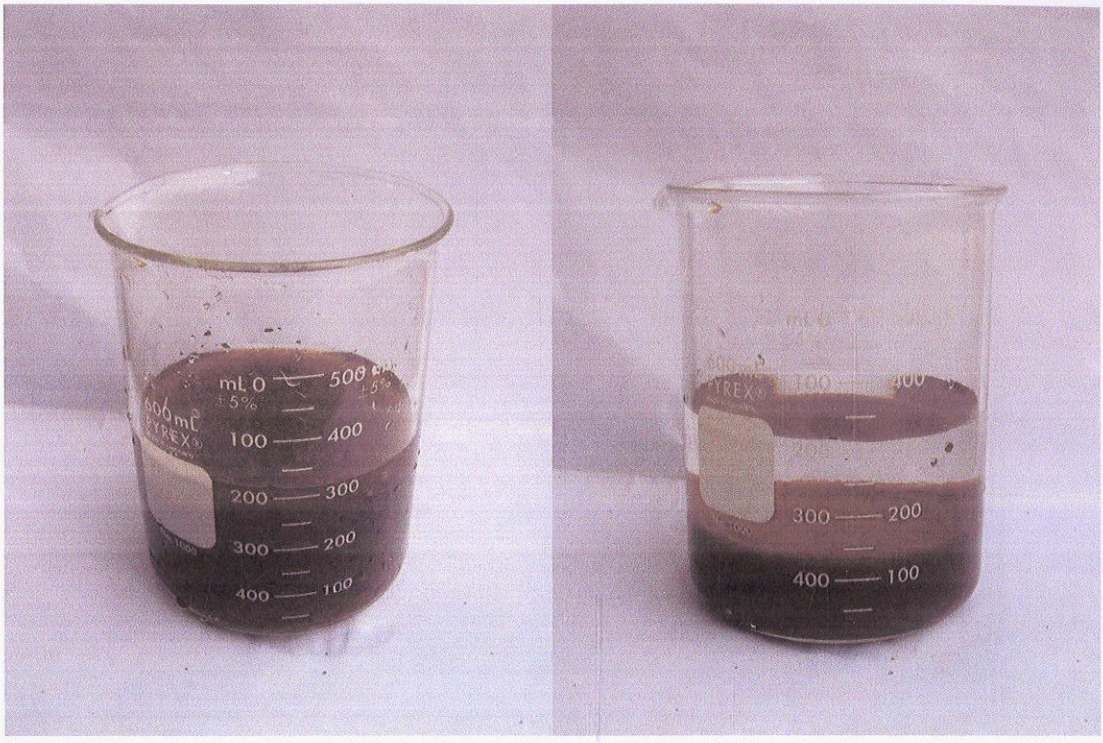
รูปที่ 8 การติดตั้งท่อระบบบำบัดน้ำเสีย



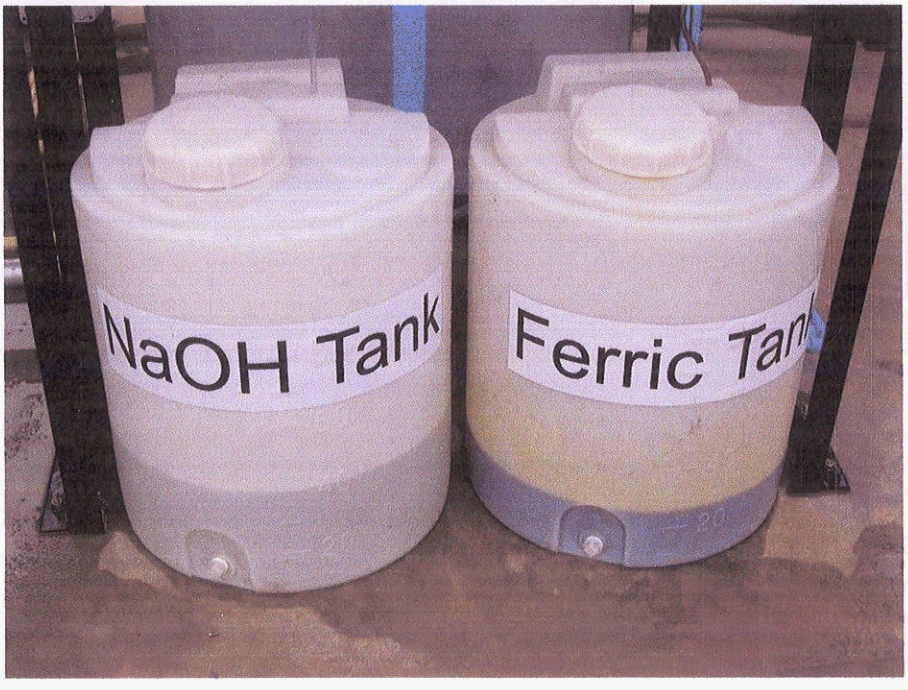
รูปที่ 9 ระบบบำบัดน้ำเสียที่ติดตั้งอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว



รูปที่ 10 ลักษณะน้ำเสียจาก EQ Tank และ สารเคมี Polymer ที่ใช้ในการเดินระบบ



รูปที่ 11 ลักษณะน้ำเสียในถังกวนช้า และ น้ำเสียจากถังกวนช้าเมื่อปล่อยให้ตกตะกอน 10 นาที

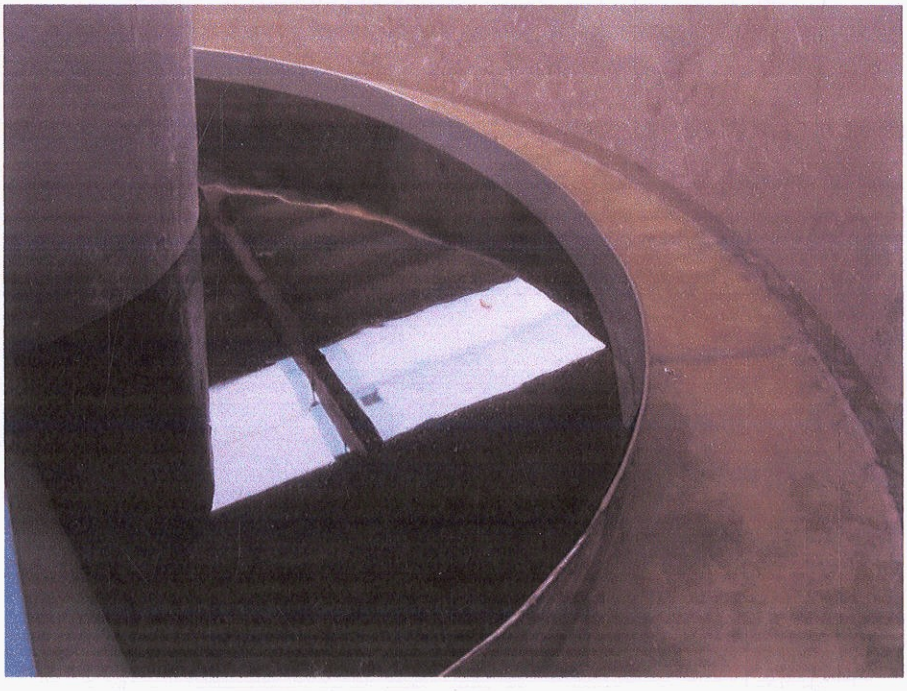


รูปที่ 12 ถังเก็บสารเคมี NaOH และ Ferric Cloride

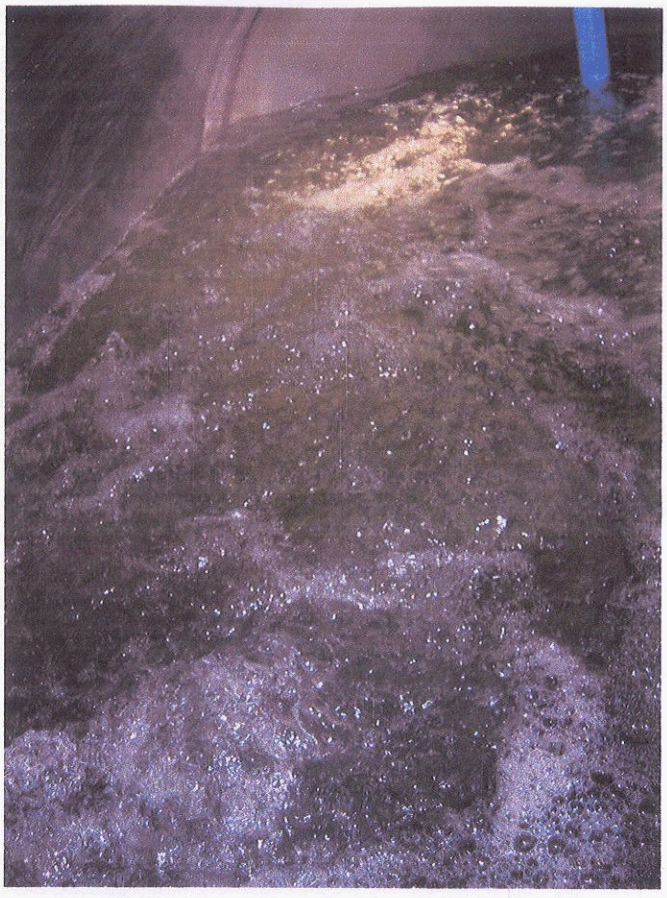
รูปที่ 13 น้ำเสียใน EQ Tank

รูปที่ 14 ลักษณะน้ำเสียในถังปรับ pH

รูปที่ 15 ลักษณะน้ำเสียในถังกวนช้า



รูปที่ 16 ลักษณะน้ำเสียที่ไหลออกในถังตกตะกอน



รูปที่ 17 ลักษณะน้ำเสียในถังเติมอากาศ

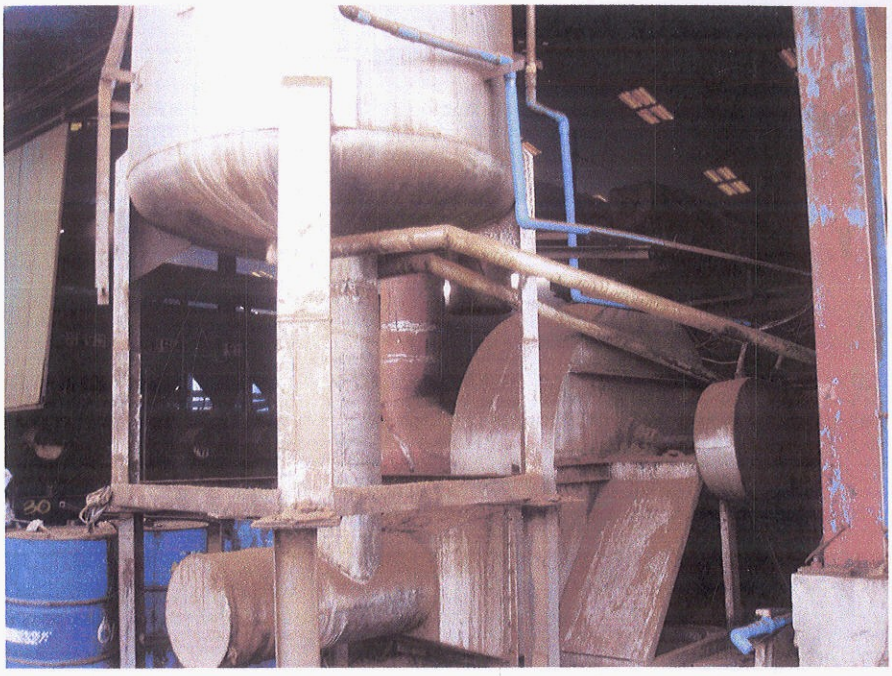
รูปที่ 18 ลักษณะน้ำทิ้งเมื่อผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์

รูปที่ 19 Carbon Filter Tank และ Filter Press

รูปที่ 20 ลักษณะตะกอนที่ผ่านการรีดน้ำแล้ว

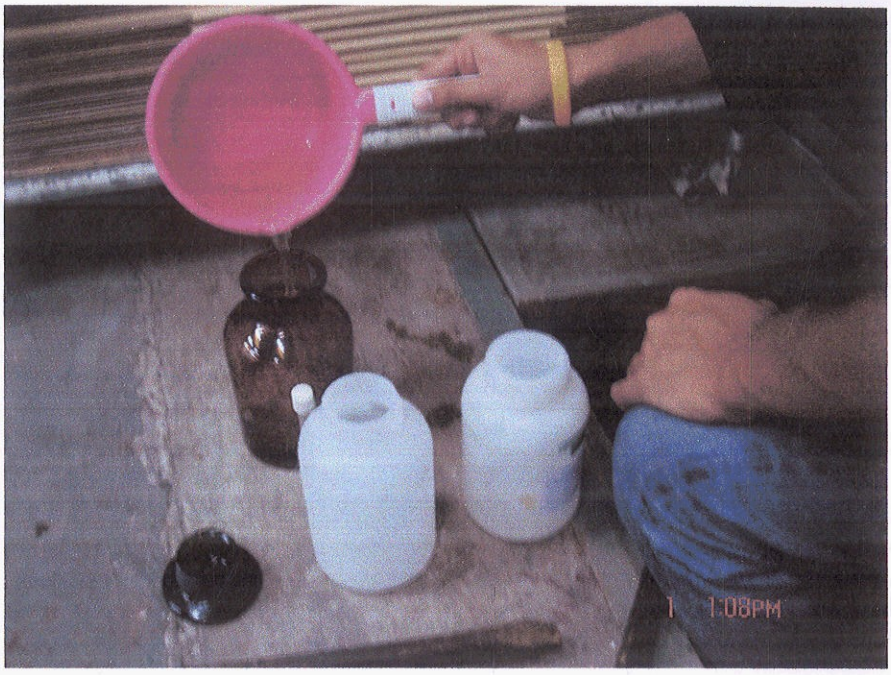
ภาคผนวก จ

รูปตัวอย่างการปฏิบัติงานประจำที่ได้รับมอบหมาย

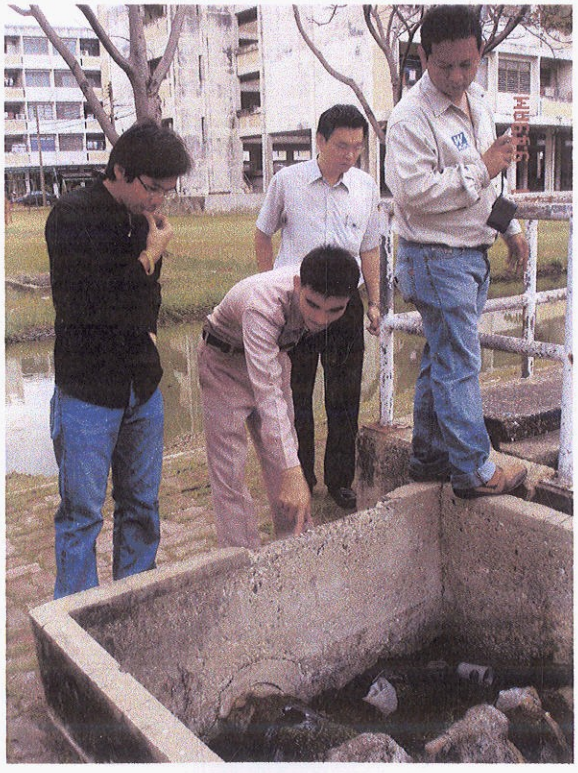


รูปที่ 21 รูปการสำรวจสถานที่และเก็บข้อมูลระบบบำบัดอากาศ บริษัท กิ้มกี่กิจเจริญ จำกัด

รูปที่ 22 รูปการตรวจเช็คระบบและเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง บริษัท โชคชัย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด



รูปที่ 23 รูปการตรวจเช็คระบบและเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง บริษัท โกลด์ไมน์ การ์เม้นท์ จำกัด



รูปที่ 24 รูปการสำรวจสถานที่และเก็บข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนที่พัก กองทัพเรือ