รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ
เพื่อลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย

โดย

นายประสบโชค ทวีเดช
B4605058

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
อาจารย์ ผศ.ดร.สุดจิต ครุจิต

ผู้ประสานงานและพนักงานที่ปรึกษาฝ่ายสถานประกอบการ
คุณชาญชัย เบ็จนิรัตน์
ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน
บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด
110/4 หมู่ 4 ถ.เศรษฐกิจ 1 ต.บ้านเกาะ
อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด
110/4 หมู่ 4 ถ.เศรษฐกิจ 1 ต.บ้านเกาะ
อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

วันที่ 6 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ตามที่ข้าพเจ้า นายประสบโชค ทวีเดช นักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปฏิบัติสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 17 เมษายน ถึง วันที่ 3 สิงหาคม 2550 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด และได้รับหมอบหมายให้ทำรายงานเรื่อง การศึกษาโครงสร้างการจัดการโรงงาน ระบบบำบัดน้ำเสีย กระบวนการผลิต และศึกษาการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ เพื่อลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย

บัดนี้ การปฏิบัติสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายประสบโชค ทวีเดช)
นักศึกษาสหกิจศึกษาสาขาวิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษา ณ บริษัทบัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด ในระหว่างวันที่ 17 เมษายนถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2550 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีคุณค่าสำหรับการทำรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณชาญชัย เบ็ญจนิรัตน์ (ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน) ซึ่งเป็น Job Supervisor ที่เห็นความสำคัญของ ระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา
2. คุณประสาน สูญสิ้นภัย (หัวหน้าแผนกวิเคราะห์น้ำ)
3. คุณสามารถ โถสกุล (เจ้าหน้าที่แผนกวิเคราะห์น้ำเสีย)
4. คุณธวัชชัย ชัยคงดี (เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์)
5. คุณสมยศ ชั่งปลื้ม (เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์)
6. คุณบุญเหลือ ปิ่นเวหา (เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์)
7. คุณสุรพล เกาะเต้น (เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์)
8. คุณเกษม ผิวอ่อน (เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์)
9. คุณวีรวรรณ ศรีถาวร (ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย)
10. คุณพลเทพ สุมโนธรรม (เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย)
11. คุณสาคร ทวีเขตกรณ์ (ผู้จัดการโรงกระดาษ 3)
12. คุณทองดี หนุนภักดี (หัวหน้าแผนกโรงกระดาษ 3)
13. คุณพงษ์สันต์ หงส์ทอง (หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงโรงไฟฟ้า)
14. คุณชาลี สว่างศรี (ช่างเทคนิคอาวุโส)
15. คุณประหยัด แย้มภักดิ์ (หัวหน้า Maintenance Power plant)
16. คุณพงษ์ศักดิ์ อรรคอุดม (เจ้าหน้าที่แผนกกลาง)
17. คุณวิสูตร อินทนะ (เจ้าหน้าที่แผนกกลาง)

และบุคคลทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ให้ได้ความรู้ความเอาใจใส่ ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน เกี่ยวกับการทำงานด้านต่างๆ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายประสบโชค ทวีเดช

ผู้จัดทำรายงาน

29 มิถุนายน 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด เป็นบริษัทผลิตกระดาษคราฟท์ จากการที่ได้เข้าไปปฏิบัติงาน ในบริษัท ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ฝ่ายสิ่งแวดล้อม ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ในขณะที่เข้าไปปฏิบัติงานได้ทำการศึกษาถึงกระบวนการผลิตกระดาษ ระบบบำบัดน้ำเสีย และได้ทำการประเมินสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นพบว่า ทางบริษัทได้เกิดปัญหาน้ำท่วม เลยเกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาในจุดนี้ ได้เลือกการนำน้ำมาใช้ซ้ำเพื่อลดภาระของระบบบำบัด โดยเลือกตำแหน่งที่ทำการแก้ไขเป็น 2 ตำแหน่งคือ บริเวณ Cooling TG4 หน้าโรงไฟฟ้า และบริเวณ RO – Plant จากเดิมน้ำเสียที่ปล่อยออกจาก Cooling TG4 ได้มีการปล่อยน้ำเสียลงรางน้ำเสีย เพื่อเข้าสู่ระบบบำบัด ตัวผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงได้มีความคิดให้ทำการกั้นบ่อในลักษณะบ่อ Sump ทำการติดตั้งปั๊มแล้วสูบน้ำเข้าไปในท่อของ Waste Demin1, 2 ซึ่งเป็นท่อ HDPE ขนาด 6 นิ้ว (มีอยู่แล้ว) เพื่อส่งน้ำไปยังบ่อ Reused เพื่อนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ ในส่วนของ RO- Plant ให้ทำการขุดบ่อ Sumpในลักษณะเดียวกันทำการ ติดตั้งปั๊มสูบน้ำเข้าเส้นท่อ Over Flow ของ Mill Pond2 (Over Flow ของ Mill pond2 ต่อท่อถึง Mill Pond1 อยู่แล้ว) เพื่อส่งน้ำไปยัง Mill Pond1 เพื่อนำน้ำไปใช้กับแผนก Stock ของ PM1 การดำเนินการตามโครงงานนี้สามารถลดน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดได้แล้วยังมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาน้ำท่วม และลดภาระของระบบบำบัด รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียในส่วนนี้อีกด้วย

นอกจากในส่วนของโครงงานแล้วยังได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่เป็น ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่วิเคราะห์น้ำเสีย ในแผนกวิเคราะห์น้ำเสีย เพื่อวิเคราะห์ค่า pH , SS , COD , BOD และ Jar Test แล้วยังมีส่วนช่วยในการเตรียมงานและเก็บข้อมูล ของการอบรมดับเพลิงประจำปี ของบริษัท อีกด้วย

สารบัญ
รายงานสหกิจศึกษา

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 แนะนำสถานประกอบการ	
1.1 ชื่อและที่ตั้ง	1
1.1.1 ประวัติบริษัท ปัญจพลไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด	1
1.1.2ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการ	2
1.1.3รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงาน	2
1.1.4ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม	3
1.2 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	5
1.3 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	5
1.4 พนักงานที่ปรึกษา	5
1.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	5
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน	5
บทที่ 2 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย	
2.1 ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่แผนกวิเคราะห์น้ำเสีย	6
2.1.1 ความเป็นมา	6
2.1.2 วัตถุประสงค์	6
2.1.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1.4 ลักษณะการปฏิบัติงาน	16
2.1.5 ช่วงเวลาของการปฏิบัติงาน	17
2.1.6 ผลการปฏิบัติงาน	17

บทที่3 โครงงานการนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ เพื่อลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1 ความเป็นมาของโครงงาน 21

3.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 21

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 21

3.3.1 วัตถุดิบในการผลิตกระดาษ 22

3.3.2 กระบวนการผลิตกระดาษ 24

3.3.3 การออกแบบบ่อสูบ (Sump) 32

3.3.4 การพิจารณาปริมาตรของบ่อสูบควรจะได้คำนึงถึง 33

3.3.5 Net Positive Suction Head (NPSH) 33

3.3.6 การใช้งานและการบำรุงรักษาปั๊ม 35

3.3.7 การกำหนดรายละเอียดเพื่อจัดซื้อปั๊ม 39

3.4 วิธีการดำเนินงานของโครงงาน 40

3.4.1 การตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย 42

3.5 ผลการดำเนินงานโครงงาน 43

3.5.1 ข้อมูลการใช้น้ำของแต่ละโรงผลิต 43

3.5.2 การนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ เพื่อลดภาระของระบบบำบัด 46

3.5.2.1 นำน้ำเสียมาใช้ซ้ำในส่วนของ Cooling TG4 46

3.5.2.2 การนำเสียน้ำมาใช้ซ้ำในส่วนของ RO – Plant 52

3.5.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ 59

3.5.4 สรุปค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย 61

3.6 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 61

3.7 ข้อเสนอสำหรับโครงงานในอนาคต 62

บทที่4 สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 63

4.1.1 ด้านการผลิตกระดาษคราฟท์ 63

4.1.2 ด้านระบบบำบัดน้ำเสีย 63

4.1.3 ด้านการนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำเพื่อลดภาระของระบบบำบัด 63

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 64

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ข.

ภาคผนวก ค.

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียจาก Activated Sludge (เดือนมิถุนายน) 17

ตารางที่ 2.2 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียจาก ระบบ Purgomat (เดือนมิถุนายน) 18

ตารางที่ 2.3 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียจาก บ่อดิน Lamella 18

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราการใช้เยื่อใยสั้นต่อเยื่อใยยาว ตามเกรดของกระดาษต่างๆ 22

ตารางที่ 3.2 แสดงการใช้น้ำรวม ในเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน 43

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำระบายทิ้งของ Cooling TG4 เปรียบเทียบกับน้ำก่อนเข้า Hydra (ปั่นเยื่อ) 46

ตารางที่ 3.4 แสดงรายการของที่ใช้ในการก่อสร้างตามโครงงาน ในการนำน้ำระบายทิ้งจาก Cooling TG4 ไปใช้งานในบ่อ Reused 51

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของปั๊มรุ่น XA 50/13 52

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำระบายทิ้งของ RO - Plant เปรียบเทียบกับน้ำภายในบ่อ Mill Pond1 53

ตารางที่ 3.7 แสดงรายการของที่ใช้ในการก่อสร้างตามโครงงานในการนำน้ำระบายทิ้งจาก RO – Plant ไปใช้งานในบ่อ Mill Pond1 58

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของปั๊มรุ่น XA 50/16 59

ตารางที่ 3.9 แสดงรายการต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียต่อวัน 61

บทที่1

แนะนำสถานประกอบการ

1.1 ชื่อและที่ตั้ง

บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ (Hiang Seng Fiber Container co. , LTD) สาขาบางปลา ตั้งอยู่ ณ 104/4 หมู่ 4 ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

1.1.1 ประวัติของบริษัท

ในปี พ.ศ. 2490 คุณเลี้ยง เตชะวิบูลย์ ได้ก่อตั้งบริษัท สยามคอนเทนเนอร์ (เฮี่ยงเซ้ง) จำกัด ขึ้นเพื่อทำลังไม้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ของบริษัท ลีเวอร์บราเธอร์ จำกัด ต่อมาบริษัท ลีเวอร์บราเธอร์ฯได้เปลี่ยนการบรรจุ โดยการใช้กล่องกระดาษลูกฟูกแทน จึงได้ช่วยเหลือคุณเลี้ยง เพื่อหาเครื่องจักรที่เหมาะสมในการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้กระดาษของบริษัทสูงขึ้นและประสบปัญหากับการนำเข้ากระดาษคราฟท์จากต่างประเทศ บริษัทฯ จึงได้ลงทุนซื้อเครื่องจักรผลิตกระดาษครั้งแรก ติดตั้ง ณ โรงานกระดาษ ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในปี พ.ศ. 2513 หลังจากนั้นบริษัทฯ ได้ขยายกิจการผลิตกระดาษคราฟท์ และกล่องกระดาษลูกฟูกในปัจจุบันจนถือได้ว่าบริษัทฯเป็นผู้นำในการผลิทั้งในด้านคุณภาพและการบริการมีกำลังการผลิตมากกว่า 1,000 ตันต่อวัน และกำลังการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก 700 ตันต่อวันโดยจำหน่ายให้ลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ

การขยายกิจการของบริษัทฯ โดยย่อ

ปี 2490 เริ่มก่อตั้งบริษัทและผลิตลังไม้

ปี 2506 ก่อตั้งโดรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก สาขาสำโรง 1

ปี 2513 ก่อตั้งโรงงานกระดาษ ที่ จ.สมุทรสาคร และติดตั้งเครื่องจักรผลิตกระดาษเครื่องที่ 1

ปี 2515 ติดตั้งเครื่องจักรผลิตกระดาษเครื่องที่ 2

ปี 2525 ก่อตั้งโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก สาขาสำโรง 2
ติดตั้งเครื่องจักรผลิตกระดาษเครื่องที่ 3

ปี 2534 ติดตั้งเครื่องจักรผลิตกระดาษเครื่องที่ 4

ปี 2535 ก่อตั้งโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก สาขาเอกชัย 1 (ผลิตเฉพาะกระดาษแผ่นลูกฟูก)

ปี 2539 ก่อตั้งโรงงานผลิตกระดาษลูกฟูก สาขาเอกชัย
ปรับปรุงเครื่องจักรผลิตกระดาษเครื่องที่ 3

1.1.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการ

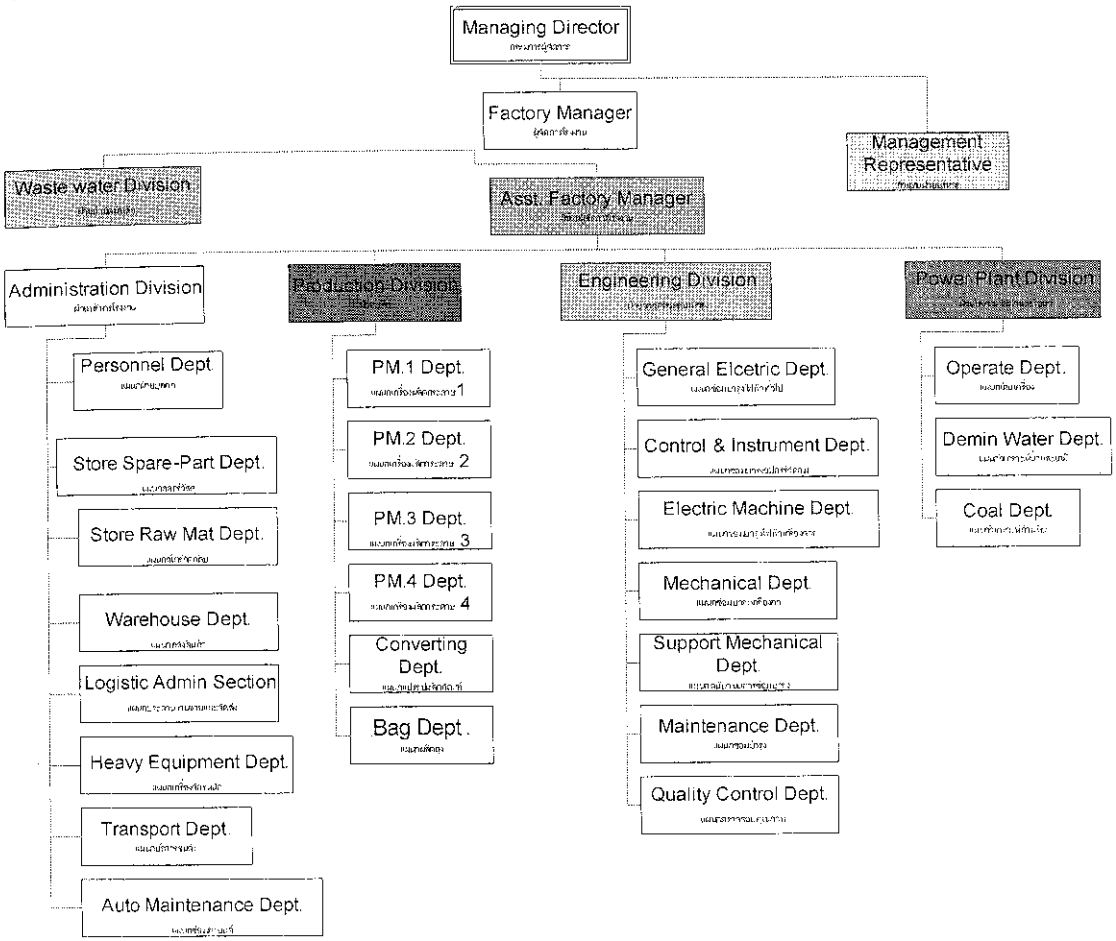
บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ เป็นบริษัทผลิตกระดาษคราฟท์ สำหรับโรงงานผลิตกระดาษสาขาบางปลา เป็นโรงงานผลิตกระดาษคราฟท์ ส่งให้กับโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปกระดาษเพื่อแปรรูปไปเป็น กระดาษสำหรับถุงปูนซีเมนต์ และอาหารสัตว์ กล่องหรือลัง เพื่อให้ในการ บรรจุสินค้าอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ และกระดาษทำลอนลูกฟูก มีพื้นที่โรงงานกว่า 2,000,000 ตารางเมตร และมีกำลังการผลิต 1,000 ตันต่อวัน ซึ่งถือว่าเป็นโรงงานที่ผลิตกระดาษอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สุดแห่งในประเทศ บริษัทฯได้ลงทุนติดตั้งเครื่องจักรที่ทันสมัยและใช้เทคโนโลยีการผลิตล่าสุดจากยุโรป ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำและได้คุณภาพสูง

1.1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงาน

การบริหารงานของ บริษัทปัญจพลไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ มีกรรมการผู้จัดการมีอำนาจสูงสุดโดยให้ตัวแทนฝ่ายบริหารทำหน้าที่ตรวจสอบการบริหารงาน ภายในโรงงานมีผู้จัดการใหญ่หนึ่งคน ทำหน้าที่ตรวจสอบดูแลทุกอย่างภายในโรงงาน และดูแลแผนกบำบัดน้ำเสียโดยตรง
มีผู้ช่วยผู้จัดการหนึ่งคนทำหน้าที่บริหารงานภายในโรงงาน โดยมี 4 หน่วยงานหลักที่อยู่ในความดูแลได้แก่

1) Administration Division ทำหน้าที่ บริหารโรงงาน ดูแลด้านฝ่ายบุคคล วัตถุดิบในการผลิต รวมไปถึงคลังสินค้า และการขนส่งสินค้า
2) Production Division ทำหน้าที่ ดูแลทุกเรื่องเกี่ยวกับการผลิตกระดาษ
3) Engineering Division ทำหน้าที่ ดูแลเกี่ยวกับงานเชิงวิศวกรรม และการซ่อมบำรุง
4) Power Plant Division ทำหน้าที่ ดูแลเรื่องการผลิตไฟฟ้าเพื่อป้อนให้กับโรงงาน

จาก 4 หน่วยงานที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นจัดเป็นสี่หน่วยงานหลักๆ ของโรงงาน แต่ภายในสี่หน่วยงานนี้ ยังแบ่งได้เป็นแผนกย่อยๆ ได้อีกหลายแผนก ดังที่ได้แสดงไว้กับ รูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 แสดงการจัดองค์กรและการบริหารงาน

1.1.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของ บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด

จากการที่ได้เข้ามาศึกษาในด้านต่างๆตามที่บริษัทได้มอบหมายได้พบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆที่ยังมีอยู่และยังไม่ได้ดำเนินการแก้ไข ซึ่งสามารถสรุปได้ 2 หัวข้อหลักดังนี้

1.ด้านทรัพยากรในโรงงาน

ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมโรงงานในที่นี้หมายถึงทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินกิจการของโรงงาน ซึ่งหมายถึง วัตถุดิบที่ใช้การผลิตกระดาษ เครื่องจักรอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และทรัพยากรมนุษย์ ทั้งสามอย่างนี้ต้องมีความเกี่ยวข้องกันเพื่อการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพแต่ ณ ปัจจุบันก็ยังมีปัญหาทั้งสามด้านดังนี้

- ด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษ ปัญหาที่พบคือการเก็บและการรักษายังไม่เป็นระเบียบ อีกทั้งยังขนย้ายไปกองในที่โล่ง เมื่อฝนตกลงมาทำให้น้ำขังและเน่าในที่สุด
- ด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ พบว่าการบำรุงรักษายังไม่เพียงพอมี และกากตะกอนที่ได้จาก Rotary screen ยังทำการขนย้ายไปเก็บในที่ที่ไม่เหมาะสม ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดยังมีเยื่อปนอยู่มาก และรางระบายน้ำมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าทีควร ส่วนเสียงที่เกิดจากเครื่องจักรก็เป็นปัญหากับพนักงานซึ่งทำให้เกิดผลกระทบในระยะยาว
- ด้านทรัพยากรมนุษย์ ที่พบคือการทิ้งขยะยังไม่เป็นที่ ความเอาใจใส่งานและยังไม่มีมาตรการในการจัดการขยะ

2.ด้านของเสียที่เกิดขึ้น

จากการประเมินสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นสามารถสรุปของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานตามลักษณะของของเสียได้ดังนี้

- ด้านอากาศ ปัญหาที่พบคือ การจัดการขี้เถ้ายังไม่ดีเท่าที่ควรเกิดการฟุ้งกระจายของขี้เถ้าเป็นจำนวนมาก และมลพิษที่เกิดจากการเผาถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
- ด้านน้ำ ปัญหาที่พบส่วนมากคือในกระบวนการผลิตกระดาษมีเยื่อที่หลุดมามีจำนวนมากเมื่อเข้าสู่ระบบบำบัดทำให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดลดลง การระบายน้ำที่ยังไม่ดีเมื่อเกิดฝนตกการระบายน้ำยังไม่เพียงพอทำให้เกิดการเน่าเสีย ส่วนในน้ำเสียยังมีน้ำมันที่ปนมาเนื่องจากที่บ่อแยกน้ำมันเกิดการระบายน้ำไม่เพียงพอทำให้ล้นมาปนกับน้ำเสีย ทั้งยังในปัจจุบันมีกำลังการผลิตสูงมากขึ้นกว่าเมื่อก่อนเมื่อมีกำลังการผลิตสูงปริมารน้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตย่อมสูงเช่นกัน ระบบบำบัดที่ได้มีการออกแบบไว้ก่อนนั้นจึงรับน้ำเสียจำนวนมากไม่ไหว จึงทำให้เกิดน้ำท่วมโรงงานซึ่งเป็นปัญหาที่ยังแก้ไม่ตก
- ด้านขยะปัญหาที่พบคือการระบายตะกอนจาก Screen ต่างๆในระบบยังไม่มีการจัดการในเรื่องการจัดเก็บในที่เหมาะสม การทิ้งขยะของคนงาน จำนวนถังขยะยังไม่เพียง และมาตรการที่เกี่ยวกับการจัดการขยะยังไม่เข้มงวดเท่าทีควรทำให้เกิดปัญหาที่ตามมาคือการเน่าเสีย และทำลายทัศนียภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. เพื่อศึกษาการทำงานภาย และทำความเข้าใจถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายใน ปัญจพลไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด
2. เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์การ และนำทฤษฎีที่ศึกษามาใช้กับการปฏิบัติงานจริง
3. เพื่อทำโครงงานการนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ เพื่อลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย

1.3 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

เมื่อเข้ามาสู่สถานประกอบการ ตำแหน่งที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน สหกิจศึกษาได้รับคือ ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร ลักษณะงานคือจะดูเรื่องระบบบำบัดน้ำเสีย และศึกษากระบวนการผลิต เพื่อหาจุดบกพร่องและวางแผนแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

1.4 พนักงานที่ปรึกษา

การปฏิบัติงาน สหกิจศึกษาครั้งนี้ มี คุณ ชาญชัย เบญจนิรัตน์ เป็นพนักงานที่ปรึกษาโครงการ โดยตำแหน่งในสถานประกอบการคือ ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน

1.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ตั้งแต่วันที่ 17 เมษายน 2550 ไปจนถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2550

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน

จากการที่ได้เข้าร่วมการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ทำให้มีความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ จากการปฏิบัติงานดังนี้

1) ทำให้มีความรู้ความเข้าใจถึงขั้นตอนการผลิตกระดาษคราฟท์

2) ทำให้มีความเข้าใจถึงระบบบำบัดน้ำเสีย แบบ Activated Sludge มากขึ้น

3) ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสหกิจได้รู้จักการปรับตัวเข้ากับสังคม และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4) สถานประกอบการณ์ได้นำโครงงานที่ได้ทำการศึกษา นำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้จริง

5) ทำให้มีความรู้จักตรงต่อเวลา และรับผิดชอบต่องานที่ทำ

บทที่2

งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

จากการที่ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด ตัวผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้รับมอบหมายงานจาก (Job Supervisor) ให้มีหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม และปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ช่วยเจ้าหน้าที่แผนกวิเคราะห์น้ำเสีย ซึ่งมีรายละเอียดในการปฏิบัติงานดังนี้

2.1 ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่แผนกวิเคราะห์น้ำเสีย

2.1.1 ความเป็นมา

จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ ผู้ช่วยแผนกวิเคราะห์น้ำเสีย ควบคู่ไปกับการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของทางบริษัท โดยทางบริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ นั้นได้ใช้ระบบ Purgomat (PU) หรือ Dissolved Air Flotation (DAF) ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียในตอนต้นก่อนส่งต่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบ Activated Sludge (AS) ก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่ แหล่งน้ำตามธรรมชาติต่อไป ในส่วนของการวิเคราะห์น้ำเสียเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพตามที่กฎหมายกำหนดนั้น ได้มีส่วนช่วยตั้งแต่การเก็บตัวอย่างน้ำ ไปจนถึงการ วิเคราะห์น้ำเสีย โดยค่าที่ทำการวิเคราะห์อยู่เป็นประจำได้แก่ค่า pH, SS, COD, BOD และ Jar test

2.1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการศึกษาการทำงานของระบบบำบัดแบบ Dissolved Air Flotation และ ระบบบำบัดแบบ Activated Sludge
2. เพื่อศึกษาการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย และการวิเคราะห์ค่า pH, SS, COD, BOD และ Jar test

2.1.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์น้ำเสีย

- **การเก็บ และรักษาตัวอย่างน้ำ**

น้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องเป็นตัวแทนของน้ำที่ต้องการจะศึกษา หรือวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพ ในกรณีนี้ต้องคำนึงถึงคุณภาพ ในการนี้ต้องคำนึงถึงคุณภาพน้ำที่จะเก็บ เวลา ชนิด และแหล่งของน้ำที่จะเก็บว่าเป็นน้ำดี หรือน้ำเสีย การบรรยายถึงวิธีการเก็บตัวอย่างอย่างละเอียดลออ เพื่อนำไ

ใช้กับตัวอย่างทุกชนิด และทุกที่นั้นเป็นไปได้ยาก เพราะความแตกต่างกันของวัตถุประสงค์ และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ จึงขอกล่าวโดย ทั่วๆไปเท่านั้น

ชนิดของตัวอย่าง

- ตัวอย่างแยก (Grab or catch sample) โดยทั่วไปหมายถึงตัวอย่างที่เก็บ ณ เวลา และสถานที่หนึ่งแล้วนำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างๆ ไป ตัวอย่างแยกนี้ จะเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้น เฉพาะเวลาและจุดที่เก็บเท่านั้น อย่างไรก็ดี ถ้าปรากฏว่าแหล่งน้ำนั้น มีคุณภาพที่ค่อนข้างจะคงที่ ณ เวลาและจุดต่างๆ เราก็อาจจะกล่าวได้อย่างนั้น เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำมากกว่า ณ เวลา และจุดที่เก็บ ในกรณีนี้ ตัวอย่างแยกเพียงตัวอย่างเดียว อาจใช้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำบางแห่งได้เลย
- ตัวอย่างรวมแบบ Composite (composite sample) หมายถึงส่วนผสมของตัวอย่างแยกที่ทำการเก็บ ณ จุดเดียวกัน แต่ต่างเวลา บางครั้งใช้คำว่า time composite samples มีประโยชน์สำหรับใช้กับงานที่ต้องการทราบความเข้มข้นเฉลี่ย
- ตัวอย่างรวมแบบ Integrated (integrated samples) หมายถึงส่วนผสมของตัวอย่างที่แยกเก็บตามจุดต่างๆกันในเวลาเดียวกันหรือเวลาที่ใกล้กันที่สุด

➢ **พีเอช (pH)**

เมื่อกล่าวถึงการละลายน้ำ (Aqueous Solution) ไม่ว่าจะเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือมักจะสนใจว่าสารละลายนั้น มีความเป็นกรด หรือเป็นเบสมากน้อยแค่ไหน สิ่งที่ชี้บอกความเป็นกรดคือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน $[H^+]$ และสิ่งที่ชี้บอกความเป็นเบสคือ ความเข้มข้นของไฮดรอกซีลอิออน $[OH^-]$ ความเข้มข้นของ H^+ และ OH^- ในน้ำนั้นน้อยมาก เช่น ในน้ำซึ่งเป็นกลางจะมี H^+ เท่ากับ 1 ส่วน 10,000,000 โมลต่อลิตร การที่จะกล่าวถึงความเข้มข้นของ H^+ ด้วยตัวเลขดังกล่าวเป็นการไม่สะดวก จึงมีวิธีบอกความเป็นกรดให้เข้าใจได้ง่ายด้วยหน่วยที่เรียกว่า pH (มาจากคำว่า Positive Potential of the Hydrogen ions)

- $[H^+]$ มีค่ามากกว่า 10^{-7} หรือ pH ต่ำกว่า 7 สารละลายเป็นกรด
- $[H^+]$ มีค่ามากกว่า 10^{-7} หรือ pH เท่ากับ 7 สารละลายสะเทิน
- $[H^+]$ มีค่ามากกว่า 10^{-7} หรือ pH สูงกว่า 7 สารละลายเบส

➢ BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จากขบวนการนี้แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และแบ่งตัวต่อไป ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิไดส์สารอาหารเหล่านี้อาจเป็นคาร์บอนไดออกไซน์ น้ำ หรือ แอมโมเนีย ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร

การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสารอินทรีย์แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการออกซิไดส์ของสารประกอบคาร์บอน ดังสมการ

$$\text{Carbohydrate} + O_2 \xrightarrow{\text{saprophytic bact.}} CO_2 + H_2O$$

$$\text{Protein} + O_2 \xrightarrow{\text{saprophytic bact.}} CO_2 + NH_3$$

ค่าของออกซิเจนในตัวอย่างที่ลดลงเนื่องจากถูกแบคทีเรียใช้ไป คือค่า BOD ที่หาได้

ระยะที่ 2 เป็นการออกซิไดส์ของ $NH_3 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$ ตามลำดับโดยพวก Autotrophic bacteria ซึ่งมีชื่อว่า nitrifying bacteria ซึ่งมีอยู่น้อยใน raw sewage การแบ่งตัวของมันที่ 20 C° ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการหาค่า BOD น้อยมาก ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียพวกนี้ใช้ในช่วงระยะ 5 วัน ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการหาค่า BOD ซึ่งน้อยมาก หลังจาก 10 วัน แบคทีเรียเหล่านี้จะมีจำนวนมากพอที่จะใช้ออกซิเจนในการออกซิไดส์สาร NH_3 ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณของไนเตรตในตัวอย่างที่จะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

การหา BOD เป็น bioassay procedure ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดค่าออกซิเจนซึ่งแบคทีเรียใช้เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้สภาวะที่เหมือนกับเกิดในธรรมชาติมากที่สุด เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์เป็นปริมาณการวิเคราะห์ จึงต้องทำให้แฟกเตอร์ต่างๆที่มีอิทธิพลต่ออัตราการย่อยสลายคงที่ นั่นคือ ค่า BOD มาตรฐานจะใช้ incubate ที่อุณหภูมิ 20 C° เป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับของน้ำทั่วไป และ nitrifying bacteria เจริญเติบโตช้าที่อุณภูมินี้ ส่วนการเลือกใช้เวลาที่ incubate 5 วันก็เพราะถ้าเวลาน้อยกว่านี้ ปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ก็จะน้อยมาก และเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ออกซิเจนในระยะที่ 2 ดังกล่าวข้างต้น ประการสุดท้ายถ้า incubate นานเกินไปไม่ทันกับการที่จะปล่อยน้ำเสียต่างๆ ลงสู่แม่น้ำลำคลอง มักเขียนสัญลักษณ์ของค่า BOD ที่ใช้ในเวลา incubate 5 วันว่า BOD_5

➢ COD (Chemical Oxygen Demand)

กำลังความสกปรกของน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน และโรงงานอาจบอกได้จากค่า COD ซึ่งเป็นปริมาณของออกซิเจน ทั้งหมดที่ต้องการ เพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยหลักที่ว่าสารอินทรีย์ทั้งหมด (มียกเว้นบางตัวเป็นส่วนน้อย) สามารถที่จะถูกออกซิไดส์โดยเติมออกซิเจนอย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด พวกอมิโนไนเตรทจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียไนโตรเจน และพวกสารอินทรีย์ไนโตรเจนก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรต ดังสมการ

$$C_nH_aO_bN_c + (n + a/4 - b/2 - 3/4c)\ O_2 \longrightarrow nCO_2 + (a/2 - 3/2c)\ H_2O + cNH_3$$

สมการข้างบนนี้เกิดขึ้นในปฏิกิริยาของ BOD และ COD ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหลักของการหา COD คล้ายกับ BOD คือสารอินทรีย์ในน้ำจะถูกออกซิไดส์จนได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ต่างกันที่ BOD ต้องใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายส่วน COD ใช้ตัวเติมออกซิเจน ดังสมการ

$$\text{Organic C} + \text{Chemical Oxidizing Agent} \xrightarrow[H^+]{\Delta} CO_2 + H2O + \text{Reduced Oxidizing Agent}$$

จากปริมาณตัวเติมออกซิเจนที่ใช้สามารถคำนวณหาออกซิเจนที่ต้องการได้

- **ความสัมพันธ์ระหว่าง COD และ BOD**

  โดยปกติแล้วค่า COD จะสูงกว่าค่า BOD ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอนถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยไม่ต้องอาศัยความสามารถดูดซึมทางชีวะ (biological assimilability) ของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคส และ ลิกนินจะถูกออกซิไดส์อย่างสมบูรณ์ ผลก็คือทำให้ค่า COD สูงกว่า BOD และจะสูงกว่ามากถ้ามีสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถถูกออกซิไดส์ทางชีวะอยู่ด้วย เช่น เซลลูโรส น้ำเสียจากโรงงานกระดาษมีสารลิกนินอยู่สูงมีค่า COD สูงกว่า BOD แต่ในบางกรณี ถ้าน้ำนั้นมีพวก aromatic hydrocarbon และ pyridine ซึ่งไม่ถูกออกซิไดส์ทางเคมี ค่า COD จะน้อยกว่าค่า BOD

➢ **ของแข็ง** (Solids)

ของแข็งในที่นี้หมายถึงสารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยด้วยไอน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 C° – 105 C° สิ่งที่กลายเป็นไอได้ก็จะสูญไป เหลือเพียงตะกอนของสารที่มีในน้ำ

ตัวอย่างเท่านั้น ตะกอนที่เกิดมีสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ในการวิเคราะห์หาค่าของแข็งใช้ gravimetric method ค่าที่ได้บอกในรูปของน้ำหนักของสารต่อปริมาตรของน้ำตัวอย่าง การหาค่าของแข็งนี้ทำทั้งในน้ำที่จะนำมาทำน้ำประปา ในน้ำเสียจากโรงงานบ้านเรือน ตลอดจนของกากตะกอน (sludge) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการนำค่าที่ได้ไปใช้ต่างๆ กัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าของของแข็งที่จะหาแล้วแต่วัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ แยกได้ดังนี้

- **ของแข็งที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำ** (Dissolved and undissolved solids)

ปริมาณ และชนิดของสารละลาย และไม่ละลายน้ำแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของของเหลว ในน้ำบริโภคส่วนใหญ่ของสารอยู่ในรูปของเกลืออนินทรีย์ซึ่งละลายน้ำเป็นส่วนมากมีจำนวนเพียงเล็กน้อยที่อยู่ในรูปอินทรีย์สาร และก๊าซที่ละลายน้ำ ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำบริโภคมักอยู่ระหว่าง 20 – 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าความกระด้างของน้ำจะสูงสำหรับของเหลวชนิดอื่น เช่น น้ำเสียน้ำโสโครกต่างๆ ปริมาณของสารที่ไม่ละลายน้ำไม่ว่าจะอยู่ในรูปคอลลอยด์หรือเป็นชิ้นใหญ่ๆ ที่ห้อยแขวนอยู่จะเพิ่มตามความสกปรกของน้ำนั้น ในกรณีของกากของตะกอนส่วนใหญ่ของสารจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย มีส่วนที่ละลายอยู่เพียงเล็กน้อย การหาค่าของแข็งที่ละลาย และไม่ละลายน้ำทำได้โดยหาค่าของแข็งของส่วนที่ผ่านการกรองกับส่วนที่ยังไม่ได้กรอง สารที่ไม่ละลายน้ำเรียกว่าของแข็งแขวนลอย (suspended solids หรือ suspended matter)

- **ของแข็งระเหย และของแข็งคงตัว** (Volatile and fixed solids)

วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการหาของแข็งในน้ำโสโครกจากโรงงาน บ้านเรือน และกากตะกอน คือหาปริมาณของสารอินทรีย์ในตัวอย่าง ทำได้โดยการเผา สารอนินทรีย์จะถูกเปลี่ยนไปเป็น CO_2 และ H_2O ในขณะอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถูกควบคุมไม่ให้สูงเกินเพื่อควบคุมสารอนินทรีย์จะได้ไม่เกิดการแยกสลาย น้ำหนักที่หายไป คือน้ำหนักของสารอนินทรีย์ในตัวอย่าง อุณหภูมิมาตรฐานในการเผา คือ 600 C° ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดของการที่สารอินทรีย์จะถูกออกซิไดส์

- **ของแข็งตกตะกอน** (settleable Solids)

คำนี้หมายถึงของแข็งใน Suspension (ของเหลวที่มีสิ่งแขวนลอยอยู่) ซึ่งจะนอนก้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงภายใต้สภาวะที่สงบนิ่ง เฉพาะสารแขวนลอยที่หยาบ และมีความถ่วงจำเพาะสูง กว่าของน้ำเท่านั้นที่จะนอนก้น กากตะกอนคือสิ่งที่เกิดจาการสะสมของของแข็งที่ตกตะกอนลงมา ค่านี้มีประโยชน์มากในการพิจารณาสร้างถังตกตะกอน

2.1.3.2 **ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย**

➢ **การบำบัดน้ำเสีย**

น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

➢ **ความจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดน้ำเสีย**

1. เพื่อทำลายตัวกลางที่ทำให้เกิดโรค
2. เพื่อเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในรูปที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ เช่น แก๊สมีเทนใช้เป็นเชื้อเพลิง
3. เพื่อไม่ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ โดยจุลินทรีย์ย่อยสารอินทรีย์ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นโดยเฉพาะซัลไฟด์
4. เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษ เช่น การทำลายสัตว์น้ำ และปัญหาการนำน้ำไปใช้

➢ **คุณลักษณะของน้ำเสีย** (Characteristics of Wastewater)

1. คุณลักษณะทางด้านกายภาพ ได้แก่ ปริมาณของแข็ง อุณหภูมิ สี และ กลิ่นของน้ำ (Musty odor) เป็นต้น
2. คุณลักษณะทางด้านเคมี

- พวกสารอินทรีย์ เช่น โปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน น้ำมัน และไขข้น, สารลดแรงตึงผิว, สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ และสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร และไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น
- สารอนินทรีย์ สารอนินทรีย์บางอย่างถ้ามีปริมาณไม่มากนักอาจเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก ทองแดง สังกะสี ฯลฯ แต่ถ้ามีปริมาณมากอาจเกิดโทษได้ สารอนินทรีย์บางอย่างมีปริมาณน้อยก็เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ไซยาไนด์ ปรอท ฯลฯ

3. คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ

- กลุ่มของจุลินทรีย์ที่พบในน้ำผิวดินและน้ำเสีย ส่วนใหญ่คือ พวกบัคเตรี นอกจากนี้พวก
- จุลินทรีย์อื่นๆ ในกลุ่ม Eukaryotic อันได้แก่ พวกพืช สัตว์ และโพรทิส เป็นต้น โพรติสตายังมีบทบาทที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ สาหร่าย รา โปรโตซัว และโรติเฟอร์ เป็นต้น
- กลุ่มของจุลินทรีย์ในน้ำเสียที่ทำให้เกิดโรค เช่น ไวรัส บัคเตรี โปรโตซัว และหนอนพยาธิ
- กลุ่มของจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเลี้ยงได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ต้องไม่เกิน 500 โคโลนี / น้ำ 1 ml. ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด เช่น กลุ่มบัคเตรีที่มีในลำไส้มนุษย์ และฟีคัลโคลิฟอร์ม (E.coli) เช่น E.coli

➢ **แหล่งและปริมาณน้ำเสีย**

- แหล่งน้ำเสียจากชุมชน
- แหล่งน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย (Residential District)
- สถานที่ทำการ (Institutional Districts)
- สถานที่ที่ใช้ในการสันทนาการ(Recreational Districts)
- สถานที่ประกอบธุรกิจการค้า(Commercial Districts)
- แหล่งน้ำเสียจากการอุตสาหกรรม (Industrial Districts) คุณลักษณะ และปริมาณของน้ำเสียขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของอุตสาหกรรม

2.1.3.3 **การบำบัดน้ำเสีย** (Wastewater Treatment)

➢ **การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางกายภาพหรือฟิสิกส์**

เป็นการใช้หลักการทางกายภาพโดยอาศัยแรงทางฟิสิกส์ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงเหวี่ยง แรงหนีศูนย์กลาง ฯลฯ เพื่อกำจัดหรือขจัดเอาสิ่งสกปรกออกจากน้ำเสีย โดยเฉพาะสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำ มีหลายวิธีได้แก่ มาตรวัดการไหล การกรองด้วยตะแกรง การทำให้ลอย การตัดย่อย รางดักกรวดทราย การปรับสภาพการไหล การแยกด้วยแรงเหวี่ยง การตกตะกอน และการกรอง เป็นต้น

➢ **การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี**

เป็นการใช้สารเคมี หรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอย
2) เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน (การตกตะกอนผลึก)
3) เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการ บำบัดอื่น ๆ ต่อไป
4) เพื่อทำลายเชื้อโรคก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในปัจจุบันวิธีที่นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่คือการตกตะกอนโดยใช้สารเคมี การทำให้เป็นกลาง และการทำลายเชื้อโรค

➢ **การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ**

เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพของ ของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหา เช่น พวกบัคเตรี โปรโตซัว สาหร่าย รา และโรติเฟอร์ ซึ่งจะเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายอยู่ในน้ำเสียในรูปคอลลอยด์และละลายให้อยู่ในรูปของแก๊ส น้ำ และเซลล์ใหม่ การย่อยสลายอาจทำในภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ดังนี้

- กระบวนการแอโรบิก (Aerobic Processes)
  - ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์
  - บ่อเติมอากาศ
  - กระบวนการย่อยแบบใช้อากาศ
  - ถังกรองจุลชีพ
  - ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ
- กระบวนการแอนแอโรบิก (Anaerobic Process)
  - การย่อยแบบแอนแอโรบิก
  - กระบวนสัมผัสแอนแอโรบิก
  - ระบบบำบัดแบบปฏิกรณ์ชั้นสลัดจ์แอนแอโรบิกแบบไหลขึ้น
  - ถังกรองไร้อากาศ
- กระบวนการแอน็อกซิก (Anoxic Process)
- กระบวนการบ่อบำบัดน้ำเสีย (Waste Stabilization Pond)
  - บ่อแอโรบิก
  - บ่อแฟคัลเททีฟ
  - บ่อแบบแอนแอโรบิก

2.1.3.4 ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัทปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ปัจจุบัน ประกอบด้วยระบบบำบัดด้วย 2 ระบบ ได้แก่ Purgomat (PU) หรือ Dissolved Air Flotation (DAF) เครื่องแยกพลาสติกและของแข็งออกจากเยื่อกระดาษ และโฟมออกจากการระบายน้ำที่เข้าระบบ และระบบ Activated Sludge โดยมี ถังปรับสภาพน้ำเสีย (ET – Equalization Tank) ก่อนส่งน้ำต่อไปยัง ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) ตามด้วยถังถังเติมอากาศ (Aeration Tank) ถังตกตะกอนขั้นสุดท้าย (Final Setting Tank) และการแยกน้ำออกจากตะกอนโดยใช้ระบบสายพานบีบน้ำ (Belt press)

➢ **ระบบ Purgomat (PU) หรือ Dissolved Air Flotation (DAF)**

เป็นกระบวนการนำเยื่อกระดาษกลับมาใช้ใหม่และลดปริมาณการใช้น้ำดิบ ระบบ Purgomat นี้จะช่วยนำเยื่อกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่หมด เพราะเป็นส่วนที่เกิดประโยชน์กับโรงงานสารเคมีที่ใช้ประกอบด้วย R-300 (Polymer, q^-) and Alum (q^+)

- ระบบ Screen
  - เครื่องแยกใยสั้น (Rotary Slot Screen Drum, RSSD)
  - เครื่องแยกพลาสติก และโฟมออกจากรางระบายน้ำ (Contra Shear)
  - เครื่องแยกพลาสติกและของแข็งออกจากเยื่อกระดาษ (Rotary Drum Screen, RDS)
- ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary sedimentation tank, PST) ทำหน้าที่ให้เยื่อกระดาษตกที่ก้นถังเพื่อหมุนเวียนนำกลับมาใช้อีก เยื่อกระดาษส่วนนี้เป็นเยื่อกระดาษยาวและกลาง ถัง PST มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 m. ลึก 3.45 m. ถังมีปริมาตร 1,550 m^3 ถังนี้มี scraper กวาดตะกอนล่าง ตะกอนเยื่อกระดาษนี้จะนำกลับไปใช้อีกที่ PM2 น้ำเสียส่วนใสที่ล้นออกมาก็จะเข้าสู่ถังเติมอากาศ ต่อไป
  - ถังเติมอากาศ (Aeration tank, AT_1) เป็นถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20m*40m*5m ปริมาตร 4,000 m^3 และมีSurface Aerator ขนาด 100 Hp 2 ตัว
  - ถังเติมอากาศ (Aeration tank, AT_2) เป็นถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปริมาตร 6,000 m^3

➢ **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ** Activated Sludge (AS)

โดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ของบริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ET-Equalization Tank

เป็นถังปรับสภาพน้ำเสียก่อนเข้า PST

ประโยชน์ 1) ทำให้ลักษณะน้ำเสียมีค่าสม่ำเสมอ
2) ทำให้อัตราการเตอมน้ำเสียเข้าระบบมีค่าคงที่
3) เป็นการ Pre-Oxygen ให้กับน้ำเสีย

- ใน ET จะมี Aerator หรือ Mixer ในการกวนผมน้ำเสีย

2. PST-Primary Sedimentation Tank

เป็นถังตกตะกอนน้ำเสีย เพื่อลดค่าสารแขวนลอยเข้าสู่ระบบ

ประโยชน์ 1) ลดค่าสารแขวนลอยในน้ำเสีย
2) ลดค่าความสกปรกในรูป COD, BOD
3) ทำให้น้ำเสียมีความขุ่นน้อย ก่อนเข้า AT

- อุปกรณ์ใน PST

  1) ใบกวาดตะกอน (Scraper)

  2) Pump ดูดตะกอน 2 ตัว

3. AT-Aeration Tank

ถังเติมอากาศเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge โดยเป็นตัวควบคุมสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ (Microorganisms) ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เช่น อากาศ (O_2-Transfer), pH, Temperature, Toxic, Nutrient, MLSS และ Detention Time ใน AT จะมี Aerator (เครื่องเติมอากาศ) มีอยู่ 2 ชนิดคือ

1) Surface Aerator เป็นเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำ มีอยู่ 2 ขนาด คือ

1.1) Fixed Surface Aerators 100 Hp 2 sets

1.2) Movable Surface Aerator 15 Hp 10 sets

เครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำ ทำการเติมอากาศที่ระดับผิวน้ำให้กระจายเป็นเม็ดเล็กๆขึ้นมาสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็เป็นการกวนผสมน้ำเพื่อกระจายออกซิเจนและ MLSS ให้ทั่วทั้งบ่อ เพื่อป้องกันการตกตะกอนของ Bio-Sludge ที่ AT ด้วย

2) Immersible Aerator เป็นเครื่องเติมอากาศใต้น้ำ ลักษณะจะมีท่อดูดอากาศจากด้านบนเหนือผิวน้ำและมีเครื่องเติมอากาศให้ผสมกับน้ำ (ใบพัด) มีการMixingที่ดีและให้ O_2-Transfer ได้สูงกว่า surface Aeration ไม่มีการฟุ้งกระจายของละอองน้ำ มี Immersible Aerator 30.5 kW 10 sets

- หน้าที่ของ AT

เป็นถังปฏิกิริยาในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดย Bacteria ที่ควบคุมไว้ในระบบ 6,000-7,000 mg/l โดยใช้ออกซิเจนจนขาดชกเครื่องเติมอากาศ (ต้องมีออกซิเจนละลายใน MLSS (DO) 1.0 mg/l) ตลอดเวลาดังนั้น Aerator จึงต้องทำงานตลอด 2 ชั่วโมง

กระบวนการย่อยสลายดังนี้

1. Bacteria + Organics ในน้ำเสีย $\xrightarrow{O_2+\text{Energy}}$ $H_2O + CO_2 + \text{Energy}$

2. Bacteria + Organics ในน้ำเสีย (เติม N, P) $\xrightarrow{O_2+\text{Energy}}$ New cell

โดยต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมใน AT

4. FST- Final Setting Tank

น้ำตะกอน (MLSS) จากถังเติมอากาศจะถูกส่งมายังถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอน Bacteria ออกสาจากน้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้ว โดยจะมีความเร็วในการไหลของน้ำต่ำกว่าที่ถัง PST มากเพื่อให้ตะกอน Bacteria ตกได้เองตามแรงดึงดูดของโลก ตะกอน MLSS จะตกได้ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างในการควบคุมระบบ ตะกอนที่ตกลงก้นถัง FST จะมีใบกวนตะกอนเพื่อรวบรวมตะกอนก้นถังและใช้ชนิดของ Pump ดูด เพื่อนำกลับมายังบ่อ SRT เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของตะกอนในถังเติมอากาศให้อยู่ในระดับควบคุม ส่วนที่เกินพอจะถูกเปิดลงถัง Thickener tank หลังจากตกตะกอนลงก้นถังแล้ว จะได้น้ำใสอยู่ผิวบนและไหลล้นถังเป็นน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำต่อไป

- FST มีขนาด diameter 18 m. จำนวน 6 units

5. การกำจัดตะกอน (Sludge Disposal)

ตะกอนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียมีอยู่ 2 จุดใหญ่ๆคือ

1. ตะกอนที่เกิดจาก PST: จะเป็นตะกอนที่แยกออกจากน้ำเสีย ที่รับมาจากรางส่งน้ำ (Raw wastewater) เรียกว่า Primary Sludge ส่วนใหญ่จะเป็นพวกเยื่อกระดาษ (Fiber) ที่ทิ้งจากระบวนการผลิตและพวกกรวดทราย ดินและอื่นๆ จะถูกสูบโดย pump จากก้นถัง PST ส่งไปยังถัง Thickener เพื่อเพิ่มความเข้มข้น
2. ตะกอนที่มาจากถัง PST (Bio-sludge): เป็นตะกอนจุลชีพ ที่ต้องการทิ้ง (Excess sludge) จะถูก pump ส่งไปรวมกับ Primary sludge ในถัง Thickener เพื่อเพิ่มความเข้มข้น โดยให้อัตราส่วนระหว่าง Primary sludge กับ Bio-sludge ไม่ต่ำกว่า 60:40 ตะกอนที่ถูกความเข้มข้นในถังเพิ่มความเข้มข้น (Thickener Tank) แล้วจะถูกปั๊มส่งเข้ารีดตะกอนใน Belt filter press โดยเติม Cationic polymer เพื่อช่วยในการรีดตะกอน เมื่อตะกอนถูกรีดแล้วจะได้ CAKE มีค่า Dryness ประมาณ 25 % แล้วใช้รถบรรทุกขนย้ายไปถมที่ต่อไป

2.1.4 ลักษณะการปฏิบัติงาน

สำหรับการปฏิบัติงานการวิเคราะห์น้ำเสียจากระบบบำบัดนั้น เริ่มจากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบริเวณต่างๆ ภายในโรงงาน และทำการตรวจวิเคราะห์ค่าน้ำเสียจากบริเวณต่างๆ มีค่าที่วิเคราะห์ต่างกันออกไป ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge มีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 9 ตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

1) ET-Equalization Tank 1 ตัวอย่าง

2) PST-Primary Sedimentation Tank 1,2 บ่อละหนึ่งตัวอย่างรวม 2 ตัวอย่าง

3) AT-Aeration Tank 1, 2, 2/1, 3, 3/1 บ่อละหนึ่งตัวอย่างรวม 5 ตัวอย่าง

4) FST- Final Setting Tank 1 ตัวอย่าง

โดยน้ำเสียจากระบบ Activated Sludge 9 ตัวอย่างนี้ จะต้องทำการวิเคราะห์ค่า pH, SS, COD และBOD (ส่วนในถัง AT จะไม่วิเคราะห์ค่า COD กับ BOD)

ข. ระบบ Purgomat มีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 10 ตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

1) น้ำเข้าสู่ระบบ Purgomat ของ PM (โรงผลิตกระดาษ) 1,2,3,4 และ Central รวม 5 ตัวอย่าง

2) น้ำออกจากระบบ Purgomat ของ PM (โรงผลิตกระดาษ) 1,2,3,4 และ Central รวม 5 ตัวอย่าง

โดยน้ำเสียที่เก็บจากระบบ Purgomat ทั้ง 10 ตัวอย่างนี้ จะต้องทำการวิเคราะห์ค่า pH กับ SS

ค. บ่อดิน Lamella มีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 1 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์อาทิตย์ละครั้ง ทำการวิเคราะห์ค่า pH กับ Jar test

2.1.5 ช่วงเวลาของการปฏิบัติงาน

ปฏิบัติงานในวันจันทร์ – ศุกร์ ตั้งแต่ เวลา 8.00 – 15.00 น.

2.1.6 ผลการปฏิบัติงาน

จากการปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ช่วยเจ้าหน้าที่แผนกวิเคราะห์น้ำเสีย ลักษณะผลของการปฏิบัติงานจะออกมาในรูป ผลจากการวิเคราะห์น้ำเสียใน Parameter ต่างๆ ดังต่อไปนี้ (เนื่องจากมีค่าจำนวนมากในขณะปฏิบัติงาน จึงขอนำเสนอผลการวิเคราะห์แบบสรุป ภายในเวลา 1 เดือน)

ตารางที่ 2.1 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียจาก Activated Sludge (เดือนมิถุนายน)

Parameter	ET	PST	AT	FST
pH	6.5 – 7.0	6.0 – 6.5	6.0 – 6.5	7.0 – 7.5
SS	2,000 – 2,500	250 – 500	3,500 – 5,000	10 – 30
COD	3,500 – 5,000	2,500 – 3,000	-	100 – 150
BOD	2,000 – 2,500	1,000 – 1,500	-	10 - 20

ตารางที่ 2.2 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียจาก ระบบ Purgomat (เดือนมิถุนายน)

Purgomat	IN		OUT	
	pH	SS	pH	SS
PM1	6.0 – 6.5	2,500 – 3,000	6.0 – 6.5	400 – 1,000
PM2	6.5 – 7.0	1,000 – 1,500	6.5 – 7.0	300 – 1,000
PM3	6.5 – 7.0	4,000 – 10,000	6.5 – 7.0	3,000 – 5,000
PM4	6.0 – 6.5	4,000 – 5,000	6.0 – 6.5	1,000 - 2,000
Central	6.5 – 7.0	2,500 – 3,000	6.5 – 7.0	2,000 – 2,500

ตารางที่ 2.3 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียจาก บ่อดิน Lamella

ALUM (ppm)	pH	Polymer (ppm)	Turbidity (NTU)
0	7.95	0	7.50
20	7.34	0.20	6.20
40	7.22	0.20	5.30
60	7.10	0.20	4.00
80	6.92	0.20	3.40
100	6.86	0.20	2.90
120	7.78	0.20	2.50

วันที่เก็บตัวอย่างน้ำ 26/07/50

จากการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถสรุป ข้อดี – ข้อเสีย ของระบบ Purgomat และ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ได้ดังนี้

➢ ระบบ Purgomat

ข้อดีของระบบ Purgomat

1) ข้อดีสำคัญของระบบ Purgomat คือสามารถนำเยื่อกระดาษ ที่ปล่อยออกมากับน้ำเสีย กลับไปใช้ใหม่ เพื่อประหยัดต้นทุนได้อย่างมหาศาล
2) เป็นระบบที่ช่วย Pre – Treatment ก่อนส่งน้ำเข้าสู่ระบบบำบัด
3) สามารถทำการควบคุมระบบได้ง่าย เนื่องจากไม่มีความซับซ้อนในการทำงานของระบบ

ข้อเสียของระบบ Purgomat

1) เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้สารเคมี และระบบไฟฟ้าควบคู่กันไป จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดค่อนข้างสูง
2) เป็นระบบเฉพาะซึ่งแตกต่างจากระบบทั่วไป ทำให้ผู้ทำการเดินระบบต้องทำการหาศึกษาเพิ่มเติมจาก บริษัทผู้ผลิต
3) มีขอบเขตในการทำงานค่อนข้างแคบ เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษ หรือ อุตสาหกรรมที่มีกากตะกอนสูง และต้องการนำกากตะกอนนั้นกลับไปใช้

➢ ระบบบำบัดแบบ Activated sludge

ข้อดีของระบบ Activated sludge

1) ข้อดีที่สำคัญของกระบวนการเอเอส ก็คือการผลิตน้ำออกที่มีคุณภาพสูง เมื่อเทียบกับกระบวนการบ่อเติมอากาศ สามารถลดความเข้มข้นของสารละลายในปริมาณเท่ากัน โดยใช้ถังปฏิกรณ์ที่มีปริมาตรเล็กกว่ามาก ขณะที่ผลิตน้ำออกที่เกือบไม่มีของแข็งแขวนลอย
2) การทำงานสามารถควบคุมได้ โดยปรับปริมาณการทิ้งของตะกอนก็สามารถปรับค่าเวลากักเก็บเซลล์ เพื่อให้ได้คุณภาพของน้ำออกที่ต้องการ
3) ระบบเอเอสค่อนข้างมีความต้านทานต่อภาระเฉียบพลัน และสามารถผลิตน้ำออกที่ยอมรับได้เมื่อกระแสเข้าแบบพลวัต แต่ถ้าอยู่ภายใต้สภาพคงตัวจะทำงานได้ดีกว่า
4) เนื่องจากมีปริมาตรน้อยกว่าบ่อเติมอากาศ ระบบเอเอสจะได้รับอิทธิพลของการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศน้อยกว่า จึงมีอุณหภูมิค่อนข้างสม่ำเสมอกว่า แต่ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนก็อาจชดเชยด้วยการปรับ MCRT

ข้อเสียของระบบ Activated Sludge

1) ข้อเสียที่สำคัญเกี่ยวกับการควบคุม ความซับซ้อนของกระบวนการทำให้ยุ่งยากต่อการควบคุมคุณภาพของกระแสออกให้ได้ตามต้องการ
2) การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงกะทันหันค่อนข้างช้า จึงจำกัดการใช้วิธีการควบคุมอัตโนมัติบางแบบ
3) ค่าลงทุนและดำเนินการอยู่ในกลุ่มสูงสุดของการดำเนินการชีวเคมี

บทที่3

โครงงานการนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ เพื่อลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1 ความเป็นมาของโครงงาน

จากการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำการผลิตกระดาษคราฟท์ ซึ่งได้ทำการเกี่ยวกับศึกษาการทำงานและศึกษาถึงสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในบริษัท ปัญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด พบว่าทางบริษัทมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้แก่ ปัญหาทางมลพิษอากาศที่เกิดจากการเผาถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ปัญหาทางด้านขยะมูลฝอยจากกระดาษที่รับซื้อมา ปัญหาทางด้านน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษที่ปล่อยออกมามากเกินกว่าที่ระบบบำบัดจะรับได้ ส่งผลทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมตามจุดต่างๆของโรงงาน ซึ่ง จากปัญหาที่กล่าวมา ทำให้ผู้ปฏิบัติการสหกิจศึกษามีความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาตรงจุดนี้ เพื่อลดภาระของระบบบำบัด ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัด และสามารถช่วยแก้ปัญหาน้ำท่วมได้ส่วนหนึ่ง

โครงงานนี้เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการนำน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกสู่ระบบบำบัด นำกลับไปใช้ซ้ำในกระบวนการผลิต ซึ่งโครงการนี้ได้มีการดำเนินการก่อสร้างจริง ตามที่ผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้ทำการวางแผนและออกแบบไว้ ในช่วงเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานสหกิจยังปฏิบัติงานอยู่

3.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาแนวทางการนำน้ำเสียที่ใช้แล้วจาก Cooling TG4 และ RO - Plant นำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ และลดค่าใช้จ่ายในการบำบัด
2. เพื่อศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาน้ำท่วมให้กับทางบริษัทฯ
3. เพื่อศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ ถึงการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของโครงงานการนำน้ำเสียไปใช้ซ้ำเพื่อลดภาระของระบบบำบัด นั้นได้ทำการดำเนินงานให้กับทางโรงงานโดย ออกแบบบ่อสูบ (Sump) ติดตั้งปั๊ม สูบน้ำ โดยนำน้ำเสียที่จะไปเพิ่มภาระให้กับระบบบำบัด นำกลับไปใช้ซ้ำให้เกิดประโยชน์

3.3.1 วัตถุดิบในการผลิตกระดาษ

วัตถุดิบหลักในการผลิตกระดาษได้แก่

1) เยื่อกระดาษ

2) สารเคมี

เยื่อกระดาษ (Pulp) เยื่อกระดาษเป็นเยื่อที่ผลิตจากเนื้อไม้ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ Cellulose Hemicelluloses ligninและสารประกอบอื่นๆ แต่ในการผลิตกระดาษพิมพ์เขียนเราจำเป็นต้องใช้สารเคมีฟอกโดยแบ่งเยื่อที่ใช้ในการผลิตกระดาษตามขนาดเป็นเยื่อใยยาว softwood) และเยื่อใยสั้น (hardwood)

ก) เยื่อใยยาว (Needle Bleached Kraft Pulp, softwood) ดังที่กล่าวมาเยื่อชนิดนี้ผลิตจากเนื้อไม้จำพวกสน โดยมีขนาดเส้นใย เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30-50 ไมโครเมตร ยาว 3.5-5 mm.ซึ่งจะทำให้มีความสามารถในการเกี่ยวพันสูง ส่งผลต่อให้กระดาษมีความแข็งแรง ทนต่อแรงดึง แรงฉีกขาด และทำให้เครื่องเดินขึ้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากใส่เป็นส่วนผสมในเนื้อกระดาษจำนวนมาก ทำให้ Formation ของกระดาษไม่ดีเกิด flocculation ในเนื้อกระดาษมาก และผิวกระดาษไม่เรียบ

ข) เยื่อใยสั้น (Leaf Bleached Kraft Pulp, hardwood) ผลิตจากไม้เนื้อแข็งเมืองร้อนเช่น ยูคาลิปตัส Birch ฯลฯ ซึ่งมีขนาดเส้นใย เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-30 ไมโครเมตร ยาว 1-1.5 mm. คุณสมบัติของเยื่อใยสั้นนี้ คือ จะส่งผลให้เนื้อกระดาษแน่นสม่ำเสมอ เรียบ และทึบแสง เนื่องจากเยื่อขนาดเล็ก สารถแทรกตัวตามร่องช่องว่างของเยื่อใยยาวได้ แต่ก็มีข้อเสียคือ ไม่สร้างความแข็งแรงแก่กระดาษ ทำให้กระดาษขาดง่าย อัตราการผสมในเยื่อใยสั้นและเยื่อใยยาว จะขึ้นกับคุณสมบัติที่ต้องการเช่นในกรณีกระดาษพิมพ์เขียว เราต้องการความเรียบ ความขาวสว่าง ความ
ทึบแสง และความต้านทานต่อแรงดึง จึงใช้อัตราส่วนเยื่อใยสั้นต่อเยื่อใยยาว(โดยประมาณ) ตามเกรดต่างๆ ดังตารางที่ 3.1นี้

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราการใช้เยื่อใยสั้นต่อเยื่อใยยาว ตามเกรดของกระดาษต่างๆ

Grade	%Long Fiber	% Short Fiber
40-50 gsm.	15	85
60 gsm.	10	90
70 gsm.	5	95
80-100 gsm.	0	100

สารเคมี (Chemicals) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษมีมากมายหลายชนิด ได้มีการพัฒนาสารเคมี เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เริ่มผลิตกระดาษในอดีต ในที่นี้จะกล่าวถึงสารเคมีที่มี

ผลต่อการปรับปรุงกระบวนการผลิต และคุณภาพที่สำคัญดังนี้

ก) filler เป็นชื่อเรียกสารเคมีที่เติมเข้าไปในเนื้อกระดาษ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มเนื้อกระดาษ และอุดตามช่องว่างต่างๆ ระหว่าเส้นใยเยื่อ ได้แก่ ปูนขาว ($CaCo_3$) ดินขาว (clay) talc และ titanium dioxide (TiO_2) ผลที่ได้คือกระดาษจะมีเนื้อแน่นมากขึ้น (bulky) ทึบแสง (opacity) มากขึ้นขาวสว่างมากขึ้น (brightness) และต้นทุนการผลิตต่ำลง เนื่องจากราคาของ filler ต่ำกว่าเยื่อกระดาษมาก เช่น $CaCo_3$ ราคา 2-2.5 บาท ในขณะที่ เยื่อกระดาษราคา 15-18 บาท (ราคาปี 2537)

ข) Retention Aid คือสารเคมีที่ช่วยให้เยื่อ และ filler จับตัวกันและคงอยู่ในเนื้อกระดาษมากที่สุดในช่วง dewatering zone บน wire part ส่วนใหญ่จะเป็น high molecular weight polymer ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายกาวช่วยยึดเหนี่ยวทั้งเยื่อ และอนุภาคเล็กๆ ของ filler เข้าด้วยกัน

ค) Sizing Agent เป็นสารคล้ายน้ำมัน ใช้สำหรับการลดการดูดซึมน้ำของเนื้อกระดาษปกติจะใช้ 2 แบบ คือใส่ลงในเนื้อกระดาษโดยตรง (internal sizing) และเคลือบที่ผิว (surface sizing) คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ จะต้องมีความสามารถในการต้านทานการดูซึมน้ำพอสมควร โดยเฉพาะการพิมพ์แบบออฟเซต (offset printing) ซึ่งต้องทาน้ำบริเวณที่ไม่มีหมึกลง ถ้าการดูดซึมน้ำของกระดาษมาก จะทำให้ Tensile strength ลดลงถึง 34 เท่าและจะทำให้ เกิดปัญหากระดาษขาด หรือพิมพ์เหลื่อมกันได้ ในไฮเทคเปเปอร์ ใช้สารกันซึมน้ำ 2 ชนิดด้วยกันคือ

-AKD (Alky Ketene Dimmer) ใส่ลงในเนื้อเยื่อกระดาษก่อนเข้า machine screen

-ASA (Alky Succinic Anhydride) ต้องฉีดเป็นฝอยผสมกับcationic starch ก่อนจึงนำไปผสมกับเยื่อก่อนเข้า machine screen

สารทั้ง 2 ชนิดนี้ใช้ได้ดีในสภาวะที่กระบวนการผลิตแบบด่าง (alkaline process) (ค่า pH 7-8) หรือถ้าต้องการทำ surface sizing ทำโดยการผสม AKD ในน้ำแป้งเคลือบผิว (size-press starch) ก่อนที่จะปั๊มขึ้นมาเคลือบผิวที่ size-press

ง) Wet-end Strength Agent เป็นแป้งชนิดพิเศษ เมื่อละลายน้ำมีประจุบวก จึงเรียกว่า cationic starch ใช้ผสมกับเยื่อกระดาษ เพื่อรักษาสมดุลประจุระหว่างเส้นใยเยื่อ ทำให้เส้นใยสามารถเกี่ยวพันกันมากขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลให้กระดาษแข็งแรงมากขึ้นลดอัตราการขาดของกระดาษในระบวนการการผลิตได้ โดยเฉพาะขณะที่กระดาษเปียกอยู่ จึงเรียกว่าเป็น wet-end strength agent เวลาใช้ต้องต้มให้สุกก่อนแล้วจึงปั๊มไปที่ machine chest นอกจากนี้ cationic starch ที่ต้มสุกแล้ว

ยังใช้ผสมกับละอองฝอยของ ASA เพื่อให้กลายเป็น emulsion ก่อนใช้เป็น internal sizing ของกระดาษอีกด้วย

จ) Size-press Starch เป็นน้ำแป้งสุกที่ใช้เคลือบผิวกระดาษ ทำให้ผิวกระดาษเรียบ ป้องกันฝุ่นของ $CaCO_3$ ออกมาจากเนื้อกระดาษเมื่อแห้งแล้ว และให้ความเงามันเมื่อกระดาษผ่านการกดรีด (calendaring) วัตถุดิบ คือแป้งมันสำปะหลัง ถูกต้มจนสุก จนกลายเป็นน้ำแป้งเปียกนำมาเคลือบผิวกระดาษทั้ง 2 ด้าน ที่ size-press rolls ถ้าหากต้องการให้กระดาษมีคุณสมบัติในด้านการต้านทานการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เราอาจเติม surface sizing agent เข้าไปกับน้ำแป้งสุกก่อนปั๊มมาเคลือบผิวได้

ฉ) Optical Brightening Agent (OBA) คือสารที่เติมให้กับเนื้อกระดาษแล้วช่วยให้เนื้อกระดาษมีความขาวสว่าง (brightness) มากขึ้น โดยมีสารสะท้อนแสงฟลูออเรสเซ็นต์หรือแสงสีขาว ออกมาจากผิวกระดาษ สู่ตาเราเป็นส่วนประกอบ โดยปกติจะเติมที่ machine chest หรือหน้า fan pump

ช) Dry ประกอบด้วยสีหลัก 2 สีคือ สีแดงและสีน้ำเงิน สาเหตุที่ต้องเติมสีในเนื้อกระดาษเพื่อรักษาโทนสีของกระดาษให้คงที่ และชดเชยกับสีของลินิน (เหลือง) โดยปกติถ้ากระดาษสัมผัสกับความร้อนหรือแสงอาทิตย์ ลินินที่เหลือในเนื้อกระดาษจะส่งสีตัวเองออกมาทำให้กระดาษเหลือง

ซ) Biocide ซึ่งก็คือยาฆ่าจุลินทรีย์ จำพวกเชื้อราหรือเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งอาจจะเกิดและสะสมในเครื่องจักร ท่อ หรือกระบวนการผลิต ส่งผลให้กระดาษสกปรก และทำให้ขาดในระหว่างการผลิต เชื้อจุลินทรีย์ที่เราต้องการควบคุมคือ ราเมือก (Slime) และแบคทีเรีย (Bacteria) อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้จะต้องพิจารณาว่าควรใช้ปริมาณเท่าไหร่ เพราะถ้าหากเกิด over dosage จะส่งผลต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียต้องตายหมดเช่นกัน

3.3.2 กระบวนการผลิตกระดาษ

1. การปั่นเยื่อ (Pulping) คือขั้นตอนแรกในการผลิตกระดาษ โดยการนำเยื่อกระดาษมาปั่นผสมรวมกับน้ำในถังปั่น (Pulper) เนื่องจากเยื่อเดิมจะอยู่ในรูปของแผ่นเยื่อแห้ง มีความชื้น 5-50% ให้เยื่อกระจายตัวในน้ำจนมีความชื้นถึง 95 % (consistency 5%)
2. การทำความสะอาดเยื่อ (Cleaning) เป็นขั้นตอนสำคัญในการทำความสะอาดเยื่อ กำจัดสิ่งสกปรกที่เป็นของหนัก เช่น เศษหิน กรวด ทราย ลวด หรือสิ่งแปลกปลอมขนาดเบา เช่น ฟองอากาศ หรือพลาสติกออกก่อนเยื่อเข้า Refiner เนื่องจากสิ่งสกปรกเหล่านี้จะทำให้ refiner มีอายุการใช้งานลดลง หลักการทำงานของ cleaner ชุดนี้ ใช้หลักการเคลื่อนที่เป็นเกลียว (helix) เยื่อที่มีน้ำหนักเบาจะลอยตัวขึ้นมา ในขณะที่สิ่งสกปรกน้ำหนักมากกว่าจะตกลงสู่กระเปาะข้าง

ล่าง อุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดเยื่อแบบนี้เรียกว่า Centrifugal cleaner หรือ high-consistency purifier

3. การบดเยื่อ (Refining & Deliberating) เป็นกระบวนการบดให้เยื่อแตกตัวออกมาเป็นเส้นๆ โดยใช้เครื่องบดที่เรียกว่า refiner
4. การผสม (Mixing) ในขั้นตอนเตรียมเยื่อ 3 ขั้นแรกนั้น ยังคงแยกเยื่อออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ แยกเป็นส่วนเยื่อยาว ปละเยื่อสั้น ในขั้นตอนการผสมนี้ เป็นดำนำเยื่อ 2 ชนิดมาผสมกันโดยมี control valve ควบคุมอันตรการไหล และควบคุมสัดส่วนผสมนอกจากนี้ยังมีส่วนผสมสำคัญอีก 2 ชนิดคือ broke[1] และ recovered fiber and ash ใน white water system ทั้งสี่ส่วนผสมนี้มารวมกันใน mixing chest (blend chest) และรักษาระดับใน machine chest โดยควบคุมสัดส่วนผสมให้คงที่ตลอดเวลา นอกจากนี้สารเคมีต่างๆก็สารมารถเติมสารเคมีได้ในช่วงนี้ เยื่อที่ได้นี้มีคุณสมบัติพร้อมที่นำไปเดินแผ่นกระดาษได้ consistency[2]~ 3% แต่ตั้งทำความสะอาดอีกครั้ง ในขั้นตอนถัดไป
5. การกรองเยื่อและป้อนเข้าสู่เครื่องผลิตกระดาษ (Screen & Stock Approach) ขั้นตอนนี้จะเป็นการทำความสะอาดส่วนผสมของเยื่อเป็นขั้นตอนสุดท้าย ก่อนเข้าเครื่องผลิตอุปกรณ์ ที่ใช้กรองและทำความสะอาดเยื่อ จะมี 2 แบบคือ machine screen (หรือเรียกว่า pressure screen / vertical screen)
    1) Machine Screen จะทำหน้าที่กรองสิ่งแปลกปลอมที่มาปนกับเยื่อ ไม่ว่าจะเป็นเศษไม้ เศษพลาสติก เศษปนเปื้อนเล็กๆ ให้แยกออกจากเยื่อ เยื่อและ filler ที่ผ่านตะแกรงกรองขนาด 0.35 mm ได้จะถูกปั๊มขึ้นสู่ Head box แต่ส่วนที่ reject ซึ่งมีเยื่อที่ดีปนไปด้วยบางส่วนจะถูกทำความสะอาดอีกครั้งด้วย vibration screen
    2) Centrifugal Cleaner หลักการทำงานคล้ายกับ hi-density purifier คือเมื่อเยื่อที่เข้ามาจะถูกเหวี่ยงในภาชนะทรงกรวย ส่วนที่เบา เช่น เยื่อที่ดีปนไปบางส่วนจะตกมาเบื้องล่างเป็น reject ไปในขั้นตอนนี้การไหลของเยื่อผ่าน cleaner จะเป็นแบบอนุกรมกล่าวคือ
        - เยื่อที่ผ่านจาก Centrifugal Cleaner #1 จะถูกส่งไปยังด้านดูดของ fan pump
        - เยื่อที่ reject จาก Centrifugal Cleaner #1จะถูกส่งไปแยกสิ่งสกปรกด้วย Centrifugal Cleaner #2
        - เยื่อที่ผ่านจาก Centrifugal Cleaner #2 จะไหลไปยังด้านเข้า Centrifugal Cleaner #1

- เยื่อที่ reject จาก Centrifugal Cleaner #2 จะถูกแยกสิ่งสกปรกออกด้วย Centrifugal Cleaner #3
- เยื่อที่ผ่านจาก Centrifugal Cleaner #3จะไหลไปยังด้านเข้าของ Centrifugal Cleaner #2
- เยื่อที่ reject จาก Centrifugal Cleaner #3 จะถูกระบายทิ้งโลงรางระบายน้ำ

ส่วนปริมาณการไหลของน้ำเยื่อ จะถูกควบคุมด้วย An pump และควบคุมความเข้มข้นของน้ำเยื่อด้วย Basin weight valve (Stock regulating valve) สำหรับความเข้มข้นของเยื่อ (consistency) ของเยื่อก่อนเข้าสู่ Head box จะมีค่าประมาณ 0.5-0.8 %

6. การจ่ายเยื่อด้วย Head box เริ่มจากเยื่อซึ่งถูกปั๊มด้วย fan pump ผ่าน machine screen เข้ามาถึงทางเข้าของ Head box ซึ่งเป็นท่อเรียว เพื่อรักษาความดันของเยื่อที่จะเข้าสู่ Head box ให้มีค่าคงที่สม่ำเสมอ เท่ากันทั้งหน้ากว้างเครื่องพร้อมกันนี้วาล์ว (Breathing valve) ไว้คอยปรับเยื่อเข้าอย่างสม่ำเสมอส่วนต่อไปคือ distribution pipe หรือ tube bank เป็นท่อขนาดหน้าตัดเล็กๆหลายๆท่อที่เชื่อมต่อระหว่าง tapered manifold distributor กับห้องพักเยื่อของ Head box (stilling chamber) ใช้เพื่อทำให้เกิดความปั่นป่วน และผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ภายในห้องพักเยื่อ (stilling chamber) จะมีลูกกลิ้งซึ่งเจาะเป็นรูกลมไว้ 2-3 ลูก เรียกว่า perforated roll หรือ rectifier roll ซึ่งจะหมุนด้วยความเร็วที่กำหนด มีหน้าที่ทำให้เยื่อคลุกเคล้ากันสม่ำเสมอกัน และทำให้เยื่อปั่นป่วนจนไม่สามารถเกาะเป็นกลุ่มก้อนเยื่อ (floc) ได้ปากทางออกของ Head box ซึ่งเรียกว่า slice lip นับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อคุณภาพกระดาษ slice ทำหน้าที่ปล่อยให้เยื่อกระจายเท่ากันตลอดหน้ากว้าง ควบคุมความหนาของกระดาษ และควบคุมมุมที่น้ำเยื่อพุ่งออกจาก Head box ชนิดของ wire ของกระดาษที่จะผลิต โดยที่ pressure forming จะทำให้อัตราการ drainage สูงและลดการเกาะกลุ่มของก้อนเยื่อ แต่จะเกิดรอยลวดบนกระดาษ (wire mark) และ retention ต่ำในขณะที่ velocity forming จะทำให้ retention สูงกว่าและลด wire mark นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุของ wire ให้มากขึ้นด้วย แต่ข้อเสียคือ formation อาจไม่ดี เนื่องจากเยื่อสามารถจับตัวกัน เป็นกลุ่มก้อน floc ได้ง่าย Head box ที่แสดงเป็นชนิด pressurized คือใช้อากาศอัดเหนือระดับน้ำเยื่อ เพื่อสร้างความดันให้เยื่อพุ่งออกจาก Slice ด้วยความเร็วเท่าที่ต้องการ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า air-cushion Head box ส่วน Head box แบบใหม่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเรียกว่า Hydraulic Head box ใช้ความดันซึ่งอัดจากปั๊มเป็นปัจจัยปรับความเร็วของน้ำเยื่อ และใน Head box จะไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่ (เช่น rectifier

roll) แต่ใช้การฉีดน้ำเยื่อผ่านช่องแคบๆเพื่อสร้างความปั่นป่วน ข้อดีของ Head box ประเภทนี้ คือ ให้ความเร็วสูง เนื้อที่น้อย บำรุงรักษาง่าย คุณภาพกระดาษสม่ำเสมอ formation ดี

7. การเดินแผ่นและระบายน้ำ (Forming & Dewatering) ส่วนนี้เรียกได้อีกว่า wire part ซึ่งเป็นส่วนที่รองรับน้ำเยื่อจาก Head box และ form ตัวเป็นแผ่นกระดาษ นอกจากนี้มีการดึงน้ำจากเยื่อ รวมไปถึงการปรับสภาพเยื่อ และการจัดเรียงตัวของเยื่อด้วย wire part ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เรียกว่า Fourdrinier forming ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ ส่วนที่ใช้ในการดึงน้ำออก (dewatering) เป็นแบบใช้แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) และใช้สุญญากาศ (vacuum) ส่วนประกอบหลักของ wire part ได้แก่

1) Breast Roll เป็นลูกกลิ้งลูกแรกสุดของ wire part ทำหน้าที่ในการค้ำจุนแผ่น ลวดเดินกระดาษ (Wire) และในบางครั้งก็ใช้ในการรองรับการตกกระแทกของน้ำเยื่อด้วย และในบางครั้งก็ใช้ในการรองรับการตกกระแทกของน้ำเยื่อด้วย
2) Forming Board แผ่นพลาสติกสังเคราะห์ ส่วนใหญ่เป็น HDPE ได้รับการออกแบบเพื่อรองรับ wire และควบคุมการระบายน้ำของเยื่อบน wire เนื่องจากเป็นบริเวณที่น้ำเยื่อส่วนใหญ่พุ่งตกลงกระทบ เนื่องจากเป็นบริเวณที่น้ำเยื่อส่วนใหญ่พุ่งตกกระทบ
3) Hydro-Foil หรือ Foil Boxเป็นแผ่นพลาสติกคล้าย forming board ใช้ในการรีดน้ำออกจากใต้ลวด ในขณะเดียวกันก็จะมีการดึงน้ำออก ด้วยสุญญากาศเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากการดึงแผ่นออกจากกันระหว่างลวดและ foil บางชนิดจะมีมุมกับแนวระดับ ตั้งแต่ 0.5° - 0.3° ใช้เพื่อเพิ่ม micro turbulence ให้ formation แก่กระดาษดีขึ้น
4) Vacuum Foil box ลักษณะของfoil จะเหมือนกับ Hydro-foil แต่แตกต่างกันตรงที่ vacuum foil box ใช้สุญญากาศช่วยในการดึงน้ำออกจากเยื่อบนลาด โดยมีน้ำที่ตกลงใน box เป็นตัวซีลให้เกิดสุญญากาศลอดเวลา จึงช่วย ให้อัตราการ drain น้ำสูงกว่า hydro-foil
5) Suction Box (Flat Box) เป็นกล่องสุญญากาศที่ใช้ดึงดูดน้ำออกจาเยื่อในอัตราที่สูงขึ้น โดยผ่าที่เปิดบนเรียกว่า suction box cover นี้จะถูกออกแบบให้เกิดการ drain อย่างเหมาะสม วัสดุที่ใช้ทำเดิมเป็น HDPE ปัจจุบันมีการออกแบบ โดยใช้วัสดุใหม่ๆเช่น HDPE ผสมกับเซรามิค เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานและล่อลื่นในตัว
6) Dandy Roll คือลูกกลิ้งที่หุ้มตะแกรงเพื่อใช้เกลี่ยเยื่อกระดาษบน wire ให้กระจายตัวเรียบสม่ำเสมอ ในเครื่อง PM 1 ของ Advance Agro จะใช้ Bell -Form Unit เป็นส่วนช่วย ในการเกลี่ยเยื่อ และ ปรับ formation โดยมีลักษณะคล้าย wire อีกผืนหนึ่งแตะที่ผิวด้านบน แทน

dandy roll และมีสุญญากาศช่วยดูดซับน้ำที่ผิวด้านบนช่วยให้กระดาษฟอร์มตัว และแห้งได้เร็ว

7) Suction Couch Roll เป็นส่วนที่ใช้ดูดน้ำออกจากเยื่อกระดาษเป็นจุดท้ายบน wire part โดยใช้สุญญากาศดูดผ่านโครงสร้างด้านในซึ่งคงอยู่กับที่ มีเพียงยางเจาะรูพรุนที่หุ้มด้านนอกเท่านั้นที่หมุนตาม wire กระดาษที่ออกจาก wire ในช่วงนี้มีความชื้นประมาณ 75-80 % และกระดาษจะผ่านเข้าสู่ press part ต่อไป

8) Wire rolls เป็นชุดลูกกลิ้งที่ใช้ในการขับเคลื่อน wire และรองรับ wire รวมไปถึงการควบคุมการตึงของ wire ประกอบด้วย
   - Wire drive roll ใช้ดึง wire ให้หมุนเคลื่อนที่บางครั้งเรียกว่า wire running roll
   - Wire stretch rollใช้ดึง wire ให้มีความตึงตลอดเวลา โดยใช้กระบอกลมดันแขนลูกกลิ้ง
   - Wire guide roll ใช้ปรับทิศทางการเคลื่อนที่ซ้ายขวาของ wire เพื่อป้องกันไม่ให้ Wire เคลื่อนที่ออกนอกเฟรมปกติจะทำงานควบคู่ไปกับ Auto-guide โดยมี air bellow เป็นตัวบังคับให้ปลายลูกกลิ้งเคลื่อนที่

9) การกดรีดน้ำ(Pressing) เป็นการกดรีดน้ำออกจากเนื้อกระดาษแล้วใช้ผ้าสักหลาด (felt) เป็นตัวดูดซับน้ำออกจากเนื้อกระดาษอีกครั้ง ผลที่ได้จาการรีดน้ำคือ กระดาษมีความเรียบและเนื้อแน่นขึ้น ทำให้มีความทนต่อแรงดึง และฉีกขาดได้ โดยปกติลูกกลิ้งที่ใช้ใน press part จะประกอบด้วย 2 ลูกคู่กันต่อ 1 nip ลูกที่สัมผัสกับกระดาษเป็นลูกกลิ้งผิวเรียบแข็ง ผิวหุ้มด้วยพอลิเมอร์พิเศษ แข็งเหมือนหินเรียกว่า stonite หรือ granite ส่วนอีกลูกหนึ่งตรงข้ามเป็นลูกที่ติดกับ felt จะเป็นลูกที่อ่อนกว่าหุ้มด้วยยางและเมื่อนำมาใช้งานในส่วนของ press part จะต้องมี load เป็นแรงกดปลายทั้งสองของลูกกลิ้ง(โดยปกติใช้กระบอกไฮดรอลิค) ผลคือจะเกิดการโก่งงอตัวของลูกกลิ้ง แก้ไขโดยการสร้าง crown ให้กับลูกกลิ้ง โดยการเจียรนัยให้ป่องตรงกลาง คอดตรงปลาย ซึ่งอัตราส่วนของ crown ลูกกลิ้งที่ เจียรมาจะขึ้นกับ load ที่กดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาวลูกกลิ้ง และวัสดุที่ทำลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งใน press part รวมไปถึง calendar สมัยใหม่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สะดวกต่อการทำงาน สามารถควบคุม crown ของลูกกลิ้งได้ 2 แบบหลักคือ swimming roll อีกประเภทหนึ่งคือ Nipco roll มีการแยกการจ่ายน้ำมันมาแบ่งผิวลูกกลิ้งแต่ละส่วนตามต้องการ

10) การอบกระดาษ (Drying) เป็นส่วนของการผลิตกระดาษต่อเนื่องจาก press part เป็นบริเวณที่ใช้ปรับความชื้นในกระดาษตามต้องการ กระดาษที่ออกจาก press part จะมีความชื้นประมาณ 50-60 % drying section จะทำหน้าที่ลดความชื้นลงจนเหลือประมาณ

3-5% ก่อนเข้า size press หรือ calendar อย่างไรก็ตามdrying section ถือได้ว่าเป็นส่วนที่แพงที่สุดในเครื่องผลิตกระดาษ ทั้งในด้านการลงทุน (capital cost) และการใช้งาน (operation cost) ดังนั้นการปรับปรุงอัตราความชื้นหรือ ลดอัตราการใช้ steam ในส่วนนี้ลงได้จะทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้มากเช่นกัน

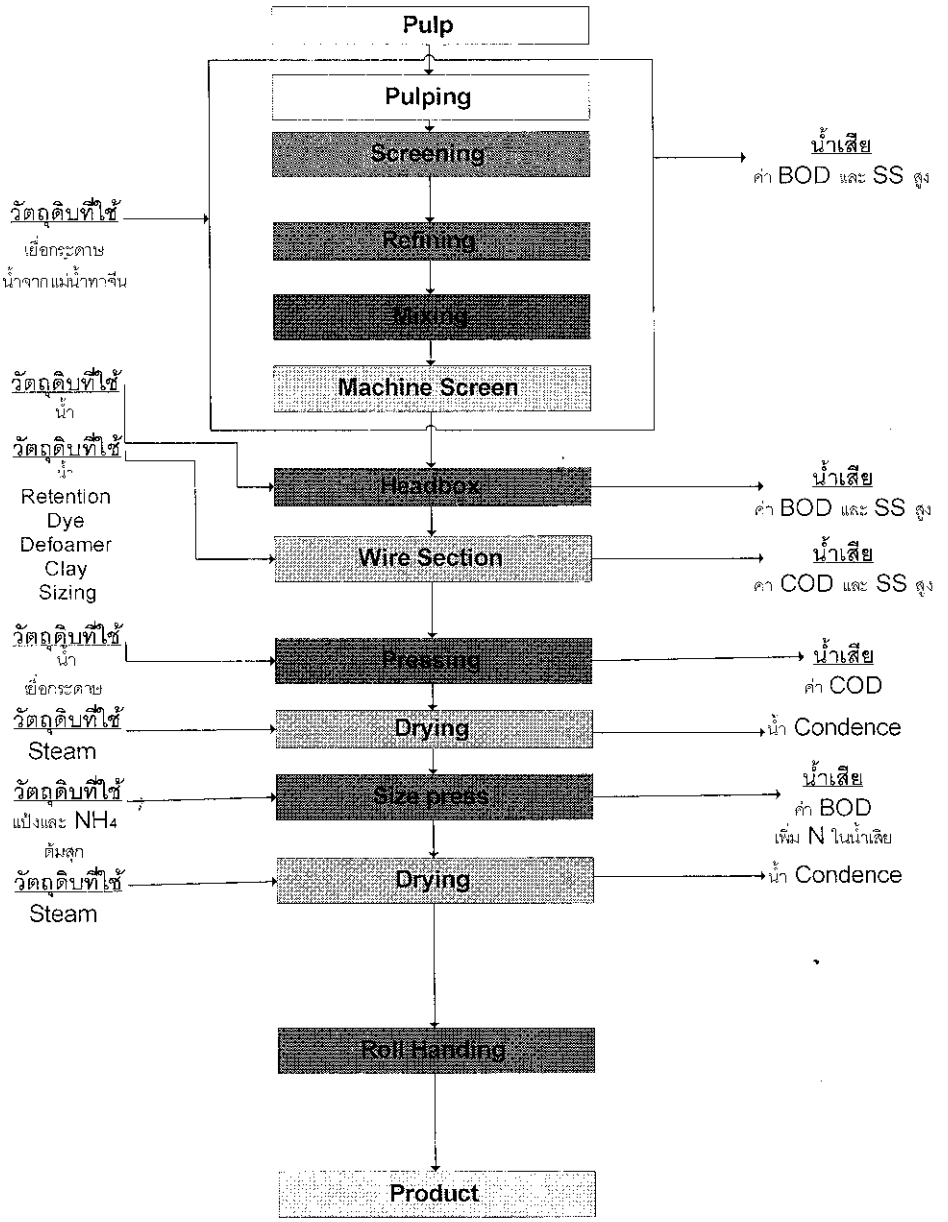
ปัจจัยที่ใช้ควบคุมประสิทธิภาพของ Drying section ได้แก่

- อัตราการระเหยของความชื้นในกระดาษ(Evaporation rate)
- ปริมาณการใช้ไอน้ำอย่างประหยัด (Steam economy)
- ความสม่ำเสมอของความชื้นตลอดหน้ากว้างกระดาษ (Uniformity of moisture profile)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบกระดาษให้แห้งเรียกว่า ลูกอบ (Dryer) ซึ่งจะได้รับความร้อนจากไอน้ำ และถ่ายเทความร้อนให้กับกระดาษโดยการสัมผัส น้ำที่มีอยู่ในเนื้อกระดาษ เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะระเหยกลายเป็นไอ และถูกดูดออกจากชิ่งลูกอบ (pocket) ได้โดยการใช้พัดลมดูดออก ใน Drying section จะมีผ้าใยสังเคราะห์ เรียกว่า drying fabric หรือ canvas เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยประคองกระดาษให้เคลื่อนที่ผ่านลูกอบ และแนบกับลูกอบได้ดี ในขณะเดียวกันจะต้องมี opening area มากเพื่อให้สามารถระบายความชื้น ออกจากผ้าได้ดีเช่นกัน ในการจ่ายไอน้ำเข้าสู่ลูกอบเมื่อความร้อนถูกถ่ายเทให้ครับ ไอน้ำจะระคายความร้อนแฝงออกมา ทำให้กลายเป็นหยดน้ำ (condensate) condensate ออกใช้หลักของกาลักน้ำ (Siphon) คือใช้ความดันของไอน้ำผลักดันให้น้ำผลักดันให้น้ำไหลออกไปยังภายนอกซึ่งมีความดันต่ำกว่า โดยใช้อุปกรณ์เรียกว่า rotating Siphon การจ่ายไอน้ำเข้าลูกอบแต่ละชุดจะไม่เท่ากันโดยเริ่มจ่ายไอน้ำจาความดันต่ำที่ลูกอบชุดแรกๆและจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในชุดถัดไป ดังนั้น condensate ที่ออกมาจากชุดหลังมักจะถูกเก็บไว้ใน flash tank ลดความดันลงแล้วจะได้เป็น flash steam มาใช้งานอีกในชุดก่อนกน้านั้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและใช้ประโยชน์จากไอน้ำให้คุ้มค่ามากที่สุด การออกแบบการจัดเรียงลูกอบได้มีการพัฒนาแล้ว 3 แบบได้แก่ แบบดั้งเดิม (conventional dryer) จะเป็นลักษณะการจัดเรียงลูกอบสลับกันบน-ล่าง ซึ่งจะทำให้กระดาษได้ผ่านการอบระบายความชื้นออกได้เท่ากันทั้ง 2 หน้าการเรียงแบบนี้พบได้ในเครื่อง PM-HTP ข้อเสียของการจัดเรียงลูกอบแบบนี้คือ กระดาษจะมีช่วง draw คือ เคลื่อนที่โดยไม่สัมผัสกับ drying fabric หรือลูกอบเป็นบริเวณกว้าง จุดนี้เป็นบริเวณการกระพือของริมกระดาษ (edge-fading) และทำให้กระดาษขาดที่ความเร็วสูงได้ แบบที่ 2 ได้ออกแบบมาเพื่อกระดาษได้เคลื่อนที่พร้อมๆกับผ้าลูกอบได้เกือบตลอดเวลาและอบผิวกระดาษทั้ง 2 ด้าน ทำให้ edge-fading ลดลงและสามารถเพิ่มความเร็วให้กับเครื่องผลิตกระดาษได้ เรียกว่าแบบ slalom dryer อย่างไรก็ตาม Beloit ได้ออกแบบให้ slalom dryer สามารถเพิ่มการระบายไอน้ำ และเพิ่ม

ความหนาแน่นของม้วนกระดาษให้คงที่ ส่วน primary arm ใช้เพื่อเปลี่ยนแกนใหม่เมื่อม้วนกระดาษได้ขนาดตามที่ต้องการแล้ว

ในการผลิตกระดาษคราฟท์จะใช้ทั้งเยื่อใหม่และเยื่อเก่าเป็นส่วนผสมในการผลิต ซึ่งขึ้นอยู่กับเกรดกระดาษที่จะทำการผลิต เป็นตัวกำหนดอัตราส่วนผสมของเยื่อ ซึ่งขั้นตอนการผลิตมีดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตกระดาษ

3.3.3 การออกแบบบ่อสูบ (Sump)

บ่อสูบ (Sump) หมายถึงบ่อที่ปลายท่อดูดของปั๊มจุ่มอยู่ การออกแบบบ่อสูบจะต้องให้มีความเหมาะสมทางชลศาสตร์ เพื่อให้ของเหลวไหลเข้าสู่ปลายท่อดูดได้ทันตามความต้องการโดยไม่เกิดความปั่นป่วนในการไหล หรือระดับของของเหลวในบ่อลดลงมากจนทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของปั๊มลดลง

วัตถุประสงค์หลักในการออกแบบบ่อสูบก็เพื่อให้ของเหลวไหลเข้าสู่ปลายท่อดูดอย่างสม่ำเสมอ และไม่มีฟองอากาศไหลปนเข้าไปกับของเหลว ถ้าของเหลวไหลเข้าสู่ปลายท่อดูดไม่สม่ำเสมอ เป็นต้นว่าบางแห่งไหลเร็ว บางแห่งไหลช้า ความแตกต่างของความเร็วนี้จะทำให้เกิดวังน้ำวน (Vortex) ขึ้น ซึ่งถ้าปลายของท่อดูดอยู่ต่ำกว่าระดับผิวของของเหลวไม่มากพอ วังน้ำวนก็จะพาอากาศเข้าไปในปั๊ม ทำให้อัตราการสูบ และประสิทธิภาพการทำงานลดลง สูบน้ำไม่ขึ้น เกิดเสียงดัง และอาจเร่งการสึกหรอในปั๊มให้สูงขึ้นอย่างรวดเร็วได้

ความแตกต่างของความเร็วในการไหลในบ่อสูบกับสถานที่และเวลาเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิด วังน้ำวนขึ้น ความแตกต่างดังกล่าวอาจจะมีสาเหตุมาจากรูปทรงของบ่อสูบและลักษณะที่ของเหลวจากแหล่งใหญ่ไหลเข้ามาสู่บ่อสูบ วังน้ำวนที่เกิดขึ้นอาจมองเห็นได้ชัดตลอดเวลาบนผิวของของเหลว หรืออาจจมหายไปเป็นครั้งคราว อาจจะอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ไปมาก็ได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าวังน้ำวนลึกพอที่จะนำกระดาษเข้าไปในปั๊มได้แล้วก็จะเป็นผลเสียต่อการทำงานของปั๊มทั้งสิ้น

การจำกัดความเร็วของของเหลวที่ไหลเข้ามาสู่บ่อสูบให้ต่ำกว่า 0.6 เมตรต่อวินาที และความเร็วในบ่อสูบให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 0.30 เมตรต่อวินาที จะช่วยลดโอกาสที่จะเกิดวังน้ำวนให้น้อยลง แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าบ่อสูบที่ของเหลวไหลช้าจะเป็นบ่อสูบที่ดีเสมอไป ทั้งนี้ เพราะว่าถ้าแต่ละจุดภายในบ่อสูบมีความเร็วแตกต่างกันมาก แต่ให้ความเร็วเฉลี่ยต่ำบ่อสูบดังกล่าวก็เกิดวังน้ำวนขึ้นได้ บ่อสูบที่ดีก็คือบ่อสูบที่มีลักษณะเป็นรางหรือทางน้ำเปิดในแนวตรง นำของเหลวจากแหล่งใหญ่ตรงมาสู่ที่ตั้งของท่อดูดโดยไม่ต้องไหลผ่านสิ่งกีดขวางใดๆเลย และไม่ไหลผ่านท่อดูดอื่นด้วยในกรณีที่มีท่อดูดหลายท่อในบ่อเดียวกัน การหักมุมของรางหรือทางน้ำเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงเพราะจะทำให้ความเร็วของการไหล ไม่สม่ำเสมอและทำให้เกิดวังน้ำวนได้ ถ้าจำเป็นต้องให้ของเหลวไหลผ่านท่อดูดซึ่งวางเรียงกันในแนวขนานกับทิศทางการไหลของของเหลวก็จำเป็นต้องติดตั้งแผงแบ่งน้ำในแนวดิ่งหรือในแนวราบใต้ท่อดูดเพื่อให้การไหลไปสู่ปลายท่อดูดแต่ละท่อไม่ขึ้นแก่กัน การทำให้ส่วนต่างๆของบ่อสูบเรียบสม่ำเสมอ มีการหักมุมน้อยจะช่วยให้สมบัติทางชลศาสตร์ของบ่อสูบดีขึ้น

3.3.4 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาตรของบ่อสูบ

1. อัตราการสูบออกจากบ่อที่ต้องการ และระยะเวลาที่ต้องการพักการทำงานของปั๊ม โดยปกติความถี่ในการทำงานของปั๊มเครื่องใดเครื่องหนึ่งไม่ควรเกิน 3-4 ครั้งต่อชั่วโมง
2. จำนวนปั๊มที่ต้องการและอัตราการสูบของปั๊มแต่ละเครื่อง
3. ระดับของของเหลวสูงสุดและต่ำสุดที่ต้องการให้ปั๊มเริ่มทำงานและหยุดทำงาน สำหรับระดับต่ำสุดของของเหลวในบ่อสูบนั้นจะต้องไม่ต่ำกว่าระดับที่ต้องการสำหรับความลึกต่ำสุดของปลายท่อดูดดังกล่าว

วิธีการคำนวณเพื่อหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อสูบอาจพิจารณาได้ดังต่อไปนี้ คือ

ให้ Qp เป็นอัตราการสูบออกจากบ่อสูบ

Qf เป็นอัตราการไหลเข้ามาในบ่อสูบ

V เป็นปริมาตรของบ่อสูบ

T เป็นระยะเวลาระหว่างการเปิดสวิทซ์เดินเครื่อง (ไม่ควรสั้นกว่า 15 ถึง 20 นาทีต่อครั้ง)

ดังนั้นอัตราการไหลเข้าบ่อขณะปั๊มหยุดทำงาน = Qf

อัตราการไหลออกจากบ่อ (สุทธิ) ขณะปั๊มทำงาน = Qp - Qf

หลังจากปั๊มหยุดทำงานแล้วบ่อจะเต็มโดยใช้เวลา = V/Qf

เวลาที่ใช้สูบออกจากบ่อสูบจากเต็มบ่อจนถึงระยะเวลาที่กำหนด = V/Qp –Qf

เพราะฉะนั้น ระยะเวลาระหว่างการเปิดสวิทซ์เดินเครื่องแต่ละครั้งเมื่ออัตราการไหลเข้าและสูบออกคงที่ คือ

$$T = V/Qf + V/Qp - Qf$$

จัดสมการข้างบนเสียใหม่จะได้สมการสำหรับคำนวณปริมาตรของบ่อสูบ คือ

$$V = (1.0 - Qf/Qp) . Qf . T$$

3.3.5 Net Positive Suction Head (NPSH)

ในชีวิตประจำวันเราพบว่าของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอถ้าอุณหภูมิสูงมากพอ แต่ความเป็นจริงแล้วของเหลวอาจเดือดกลายเป็นไอที่อุณหภูมิไม่สูงนักก็ได้ ถ้าหากความดันบนผิวของของเหลวลดลงมากพอ การทำงานของปั๊ม โดยทั่วๆ ไปจะเป็นการลดความดันในห้องสูบให้ต่ำกว่าความดันของ

บรรยากาศก่อนที่จะเพิ่มพลังงานให้กับของเหลว ดังนั้นถ้าของเหลวอยู่ในระดับเดียวกันกับศูนย์กลางของปั๊ม แรงที่ขับดันให้ของเหลวไหลเข้าสู่ห้องสูบก็จะมีแต่ความกดดันของบรรยากาศเพียงอย่างเดียว หรือถ้าระดับของของเหลวอยู่สูงกว่าก็จะมีแรงดดันจากของเหลวมาช่วยด้วย ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากของเหลวอยู่ต่ำกว่าปั๊มแรงขับดันก็จะลดลง เนื่องจากเราไม่ต้องการให้ของเหลวกลายเป็นไอ ความกดดันให้ของเหลวไหลเข้าไปในห้องสูบที่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริงก็คือ ความกดดันที่หน้าห้องสูบเฉพาะส่วนที่มากกว่าความดันไอของของเหลวนั้น

NPSH ก็คือความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure) ทั้งหมด โดยบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลว หรือเฮดที่หน้าห้องสูบที่ก่อให้เกิดการไหลของของเหลวเข้าไปในห้องสูบของปั๊ม ลบด้วยความดันไอของของเหลวนั้น

หลักการของ NPSH ใช้ได้กับปั๊มทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นแบบเซนตริฟูลกอล โรตารี่ หรือแบบลูกสูบชัก ค่า NPSH มีความสำคัญต่อการทำงานของปั๊มมากเพราะว่าถ้าค่านี้ไม่มากพอของเหลวในห้องสูบจะกลายเป็นไอซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงมาก ปั๊มจะเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง อาจเกิดการกัดกร่อนเนื้อโลหะของใบพัดหรือห้องสูบและทำความเสียหายให้แก่ปั๊มได้ การกัดกร่อนเนื้อโลหะเนื่องจากสาเหตุดังกล่าวนี้เรียกว่า
คาวิเตชั่น (Cavitations)

NPSH มีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ NPSH ที่ต้องการ (Required NPSH, $NPSH_r$) และ NPSH ที่มีอยู่ (Available NPSH, $NPSH_r$) สำหรับค่าแรกเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับการออกแบบปั๊มซึ่งจะเปลี่ยนไปตามลักษณะอัตราการสูบ ความเร็ว ฯลฯ ค่าดังกล่าวนี้บริษัทผู้ผลิตจะบอกมาพร้อมกับราบละเอียดอย่างอื่นของปั๊ม ส่วน $NPSH_a$ ขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานที่ปั๊มติดตั้งอยู่ กล่าวคือเป็นเฮดที่มีอยู่จริงตามลักษณะการติดตั้ง ถ้าหากจะให้ปั๊มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว NPSH ที่ทีอยู่จริงต้องไม่น้อยไปกว่าค่าที่ต้องการสำหรับปั๊มนั้น

การคำนวณเกี่ยวกับ NPSH อาจพิจารณาได้โดยถือความดันสูงสุดที่ก่อให้เกิดการไหลเข้าสู่ศูนย์กลางของใบพัดมีค่าไม่เกินความดันจริงบนผิวของของเหลว หรือความดันของบรรยากาศเมื่อผิวของของเหลวเปิดสู่บรรยากาศ (ประมาณ101.325 kN/m^2 หรือคิดเป็นความหรือคิดเป็นความสูงแท่งน้ำ 10.33 เมตร ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง) เมื่อมีการไหลในท่อดูดของปั๊มก็จะมีการสูญเสียพลังงานในท่อซึ่งจะต้องนำมาหักออก และเนื่องจากไม่ต้องการให้ของเหลวกลายเป็นไอ

3.3.6 การใช้งานและการบำรุงรักษาปั๊ม

- **การตรวจสอบหลังการติดตั้ง**

หลังจากที่ได้ติดตั้งปั๊มเข้ากับต้นกำลังและระบบท่อดูดและท่อส่งแล้ว ก่อนที่จะเดินเครื่องให้ปั๊มทำงาน เป็นครั้งแรกจำเป็นต้องมีการตรวจสอบให้เรียบร้อยเสียก่อน มีอยู่บ่อยครั้งที่พบว่าปั๊มชำรุดและเสียหายในทันทีที่ทดลองให้ทำงานโดยมีสาเหตุมาจากข้อบกพร่องในการติดตั้ง ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มเดินเครื่องควรจะตรวจสอบรายการดังต่อไปนี้เสียก่อน คือ

1. การหมุนของเพลา ตรวจสอบโดยการใช้มือหมุนเพลาว่าสามารถหมุนได้ง่ายพอสมควรหรือไม่ ถ้าฝืดมากหรือฝืดเป็นบางจุดก็แสดงให้เห็นว่าปั๊มและต้นกำลังยัง
2. ไม่ได้ศูนย์ซึ่งกันและกัน หรือมีการขันอัดกันรั่ว (Packing) แน่นเกินไป จำเป็นต้องแก้ไขให้ถูกต้อง
3. ทิศทางการหมุน ในกรณีที่ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าอาจมีการหมุนผิดทางได้เนื่องจากการต่อขั้วไฟฟ้าไม่ถูกต้อง ตรวจสอบโดยเปิดและปิดสวิทช์ทันทีก็ จะสังเกตทิศทางการหมุนได้
4. การหล่อลื่นของรองลื่น ในกรณีที่วัสดุรองลื่นเป็นน้ำมันก็อาจจำเป็นต้องเติมน้ำมันที่มี คุณภาพตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดให้เต็มตามระดับที่กำหนดไว้ และรักษาให้อยู่ในระดับดังกล่าวเสมอ
5. การทำงานของอุปกรณ์ล่อน้ำ ตรวจสอบว่าอุปกรณ์ล่อน้ำทำงานตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ เป็นต้นว่า ถ้าล่อน้ำโดยใช้ปั๊มสุญญากาศแล้วน้ำจะเข้ามาเต็มห้องสูบหรือไม่ ถ้ามีการรั่วจนน้ำไม่สามารถเข้ามาบรรจุห้องสูบได้ก็จะต้องแก้ไข ถ้าเป็นการเติมน้ำเข้าไปในห้องสูบโดยใช้แหล่งน้ำอื่นหรือปั๊มขนาดเล็ก ก็จะต้องตรวจสอบว่าสามารถไล่อากาศออกจากห้องสูบได้มากพอที่จะเดินเครื่องสูบน้ำหรือไม่

การตรวจสอบอย่างอื่นซึ่งควรจะทำในขณะติดตั้งท่อก็คือ ความสะอาดของท่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อดูด ทั้งนี้เพราะว่าขณะติดตั้งนั้นอาจมีเศษวัสดุหรือบางครั้งอาจจะเป็นเครื่องมือลืมทั้งอยู่ภายในท่อ สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้จะมีผลให้ใบพัดชำรุดหรือเสียหายอย่างร้ายแรงได้ง่ายมาก

- **การเดินเครื่อง**

ขั้นตอนในการเดินเครื่องให้ปั๊มทำงานนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของปั๊มและการติดตั้งให้ปั๊มทำงาน ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นขั้นตอนแนะนำสำหรับปั๊มเซนตริฟูกอลที่เพลาอยู่ในแนวนอน เมื่อจะเริ่มเดินเครื่องให้ปฏิบัติดังนี้ คือ

1. ปิดประตูจ่ายน้ำทางด้านท่อจ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเริ่มเดินเครื่องนั้นไม่มีน้ำอยู่ในท่อเลย ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้อัตราการสูบสูงมากจนมอเตอร์ทำงานเกินกำลังในขณะที่ท่อแห้งนั้นความฝืดจะน้อยมาก ถ้าไม่ปิดประตูน้ำด้านจ่ายไว้เสียก่อนก็จะทำให้อัตราการสูบสูงกว่าที่จุดให้ประสิทธิภาพสูงสุดมาก ทำให้มอเตอร์ทำงานเกินกำลัง เกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ในท่อขึ้น และเกิดคาวิเตชั่นขึ้นได้
2. ทำการล่อน้ำให้น้ำเข้ามาหล่อห้องสูบจนเต็ม ก่อนจะเดินเครื่องต้องแน่ใจว่ามีน้ำในห้องสูบทั้งนี้เพราะว่าปั๊มส่วนใหญ่ต้องการน้ำมาหล่อลื่นและระบายความร้อน ถ้าเดินเครื่องโดยไม่มีน้ำมาหล่อเลี้ยงเป็นเวลานาน แหวนกันสึก รองลื่น และกันรั่วก็จะสึกกร่อน ไหม้ หรือชำรุดได้
3. ในกรณีที่กันรั่ว (Packing) ออกแบบไว้ให้มีน้ำหรือของเหลวอื่นมาหล่อเลี้ยงก็จะเปิดก๊อกให้น้ำหรือวัสดุหล่อลื่นเข้ามาหล่อเลี้ยงไว้
4. เมื่อทุกอย่างพร้อมแล้วก็กดปุ่มเดินเครื่องสูบน้ำได้
5. หลังจากที่มอเตอร์หรือเครื่องยนต์หมุนได้รอบเต็มที่และเต็มความดันในห้องสูบหรือหน้าประตูน้ำขึ้นถึงระดับที่กำหนดแล้ว ก็ค่อยๆ เปิดประตูจ่ายน้ำทีละน้อยจนกระทั่งสุดได้อัตราที่ต้องการ

สำหรับปั๊มบางแบบ บริษัทผู้ผลิตจะยอมให้มีการรั่วรอบๆเพลาได้บ้างเล็กน้อยเพื่อให้แน่ใจว่ากันรั่วที่เพลานั้นมีน้ำหล่อลื่นอยู่เพียงพอในขณะที่ปั๊มทำงาน

- **การหยุดเดินเครื่อง**

ขั้นตอนในการหยุดเดินเครื่องปั๊มก็คล้ายกับการเริ่มเดินเครื่องแต่ย้อนขั้นตอนกัน กล่าวคือเมื่อต้องการจะหยุดสูบน้ำให้ปฏิบัติดังนี้

1. ปิดประตูจ่ายน้ำอย่างช้าๆ อย่าปิดอย่างรวดเร็ว หรือหยุดเดินเครื่องโดยไม่มีการปิดประตูน้ำอย่างช้าๆเสียก่อน ทั้งนี้เพราะว่าอาจเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ขึ้นได้ ในกรณีที่ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ก็อาจใช้ วิธีลดความเร็วลงทีละน้อยจนได้ความเร็วต่ำสุด แล้วจึงค่อยๆปิดประตูน้ำ
2. เมื่อปิดก๊อกน้ำสนิทแล้วจึงปิดสวิทช์หยุดเดินเครื่อง
3. ปิดก๊อกจ่ายน้ำหรือของเหลวไปหล่อเลี้ยงกันรั่ว

ในกรณีที่ปั๊มหยุดเดินเครื่องเองเนื่องจากเครื่องยนต์หรือกระแสไฟฟ้าขัดข้องให้รีบปิดสวิทช์และปิดประตูจ่ายน้ำทันทีเพื่อป้องกันมิให้น้ำไหลย้อนกลับมาทำความเสียหายแก่ปั๊ม ถ้ามีเชควาล์วอยู่ก็ไม่จำเป็นต้องปิดประตูจ่ายน้ำเพราะ เชควาล์วจะปิดเมื่อความเร็ว

ของน้ำเป็นศูนย์ ไม่ควรเปิดสวิทช์ค้างไว้เพราะเมื่อกะแสไฟฟ้ามีขึ้นมาใหม่ปั๊มจะทำงานโดยไม่มีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ในห้องสูบซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ปั๊มไหม้ได้ หรือถ้ามีน้ำอยู่ก็อาจจะเป็นสาเหตุให้มอเตอร์ทำงานเกินกำลัง เกิดคาวิเตชั่น และเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ขึ้นได้

- **ข้อควรระมัดระวังในการใช้งานปั๊ม**

นอกเหนือจากการเดินเครื่องสูบน้ำ การหยุดตามปกติ และการหยุดเนื่องจากกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและการสนใจเป็นพิเศษแล้ว ยังมีข้อที่ควรระมัดระวังในการใช้งานอีกด้วย ดังนี้

ก. โดยปกติแล้วผู้ออกแบบจะออกแบบให้ปั๊มทำงานที่จุดซึ่งจะให้ประสิทภาพสูงสุด แต่ในบางครั้งมีการเผื่อไว้มากเกินไปทั้งทางด้านอัตราการไหลและเฮด จึงมีผลทำให้เลือกปั๊มในขนาดที่โตกว่าจำเป็นมากจนจำเป็นต้องมีการปรับช่องเปิดของประตูน้ำให้เล็กลงจนกระทั่งได้อัตราการไหลที่ต้องการ การกระทำดังกล่าวนี้จะทำให้มีกี่สูญเสียเฮดขณะที่น้ำไหลผ่านประตูน้ำมาก และกราฟเฮดของระบบ (System Head Curve) ชันขึ้นและไปตัดกราฟ H-Q ของปั๊มที่จุดซึ่งมีอัตราการสูบใหม่ ในบางครั้งจุดที่ปั๊มทำงานใหม่นี้ต้องการแรงม้ามากกว่าแรงม้ามอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่ใช้ ซึ่งจะเป็นผลให้ต้นกำลังร้อนจัดเนื่องจาการทำงานเกินกำลังและอาจเกิดการเสียหายได้ ดังนั้น ถ้าจำเป็นต้องมีการปรับอัตราการไหลให้ลดลงเป็นระยะเวลานานๆติดต่อกัน ควรจะได้ตรวจสอบกับกราฟแสดงลักษณะการทำงานของปั๊ม (Pump characteristic Curve) หรือคำนวณดูเสียก่อนว่าจะไม่เกิดการทำงานเกินกำลัง อย่างไรก็ตาม การปรับอัตราการไหลจะต้องไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการไหลที่จุดซึ่งประสิทธิภาพสูงสุด ถ้าต้องการลดอัตราการไหลให้มากกว่านั้นเป็นระยะเวลานานควรเปลี่ยนไปใช้ปั๊มขนาดเล็กจะปลอดภัยและประหยัดมากกว่า

ข. การเดินเครื่องในขณะที่ประตูจ่ายน้ำปิดสนิท การเดินเครื่องในขณะที่ประตูจ่ายน้ำปิดสนิทนั้นจะเป็นผลให้พลังงานบางส่วนจากต้นกำลังแปรสภาพไปเป็นพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับน้ำและเรือนปั๊ม เมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้นขอบนอกบางส่วนของฝาประกับใบพัด (Shroud) กับเรือนปั๊มอาจขยายตัวมาชิดและเสียดสีกัน ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอีกและอาจทำความเสียหายอย่างร้ายแรงให้กับปั๊มได้ โดย ทั่วๆ ไป ถ้ามีความจำเป็นต้องปิดประตูน้ำขณะเดินเครื่องไม่ควรจะปิดไว้นานกว่า 10 นาที และในขณะที่ปิดประตูน้ำอยู่นั้นจะต้องคอยสังเกตอุณหภูมิของปั๊มตลอดเวลาด้วย สำหรับกรณีที่เป็นปั๊มแบบเซนตริฟูกอล แบบ Axial Flow ยิ่งไม่ควรปิดประตูจ่ายน้ำเลยเพราะจะเป็นสาเหตุให้เกิด

คาวิเตชั่นได้

ค. อาการผิดปกติขณะเดินเครื่อง ในขณะที่ใช้งานควรจะได้สังเกตด้วยว่าปั๊มแสดงอาการผิดปกติหรือไม่ ขณะที่ปั๊มทำงานระดับความดันของน้ำในท่อและกระแสไฟฟ้าแปรปรวน เกิดอาการสั่น หรือ มีเสียงดัง ก็ควรจะหยุดเดินเครื่องแล้วหาสาเหตุ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการเสียหายร้ายแรงขึ้นได้

- **การตรวจสอบและบำรุงรักษาปั๊ม**

เพื่อให้มีอายุการใช้งานยาวนาน และไม่ต้องหยุดทำงานเพื่อซ่อมแซมบ่อยครั้ง ปั๊มขนาดใหญ่ทุกเครื่องควรมีสมุดประวัติการทำงานและบำรุงรักษา ตลอดจนมีตารางสำหรับตรวจสอบและบำรุงรักษาที่แน่นอน การตรวจสอบและบำรุงรักษา ตลอดจนมีตารางสำหรับตรวจสอบและบำรุงรักษาที่แน่นอน การตรวจสอบและบำรุงรักษาอาจแบ่งออกเป็นการตรวจสอบประจำวัน การตรวจสอบทุก 6 เดือน และการตรวจสอบประจำปี
รายการตรวจสอบดังกล่าวนี้ควรจะขอจากบริษัทผู้ผลิตปั๊มเพราะว่าวิธีการอาจแตกต่างกันไปบ้างสำหรับปั๊มแต่ละแบบ

สำหรับ ปั๊มเซนตริฟูกอลชนิดเพลานอนในแนวราบ การตรวจสอบและการบำรุงรักษาต่างๆมีดังนี้ คือ

ก. การตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำวัน มีดังนี้

1. อุณหภูมิของรองลื่น
2. ความดันทางท่อดูดและท่อจ่าย
3. การรั่วจาการกันรั่ว (Packing)
4. การหล่อลื่นกันรั่วโดยดูจาการไหลของของเหลวที่มาหล่อเลี้ยง
5. โหลด (Load) ของมอเตอร์ไฟฟ้า
6. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือน
7. ระดับน้ำมันหล่อลื่นที่มาเลี้ยงรองลื่น

ข. การตรวจสอบและบำรุงรักษาทุก 6 เดือน มีดังนี้

1. การได้ศูนย์ระหว่างปั๊มและต้นกำลัง
2. การเติมน้ำมันละไขให้กับรองลื่น

ค. การตรวจสอบและการบำรุงรักษาประจำปี มีดังนี้

1. การรั่วตามเพลาและการซ่อมบำรุงกันรั่ว
2. การสึกหรอของปลอกเพลา

3. ช่องว่างระหว่างใบพัดและแหวนกันลึก
4. ทดสอบการปรับแก้เกจ์วัดต่างๆที่ใช้วัดน้ำลักระแสไฟฟ้า
5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและไขที่รองลื่น

เนื่องจากรายละเอียดของวิธีการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงจะแตกต่างกันไปจามชนิดของปั๊ม และบริษัทผู้ผลิต ดังนั้นขอให้ศึกษาจากคู่มือผู้ใช้สำหรับปั๊มนั้นโดยเฉพาะ

3.3.7 การกำหนดรายละเอียดเพื่อจัดซื้อปั๊ม

การที่จะซื้อปั๊มให้มีคุณภาพตามความต้องการและได้ปั๊มที่ดีคุ้มกับการลงทุนที่สุดนั้น มีขั้นตอนในการดำเนินการจัดซื้อที่สำคัญสองขั้นตอนด้วยกัน คือ

(1) มีการกำหนดรายละเอียด (Specification) ของปั๊มที่ต้องการอย่างเหมาะสม

(2) ผู้พิจารณาเปรียบเทียบและตัดสินใจมีความรู้และคุ้นเคยกับวิธีการพิจารณาเลือกปั๊มเป็นอย่างดี

ปั๊มที่ควรได้รับการพิจารณาเลือกซื้อไว้ใช้ ไม่จำเป็นต้องเป็นปั๊มที่มีราคาถูกที่สุดเสมอไป แต่ควรเป็นปั๊มที่มีความเหมาะสมในแง่ของการลงทุน กล่าวคือ ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการใช้งานตลอดอายุของมันน้อยที่สุด มีความเชื่อถือ ในแง่ของความทนทาน และความสะดวกในการจัดหาอะไหล่เมื่อจำเป็นต้องซ่อม

- การจัดซื้อปั๊ม

การจัดซื้อปั๊มที่ปฏิบัติกันอยู่ โดยทั่ว ๆไปอาจแบ่งออกได้เป็นสองลักษณะด้วยกันคือ วิธีแรกผู้ต้องการใช้ปั๊มแจ้งความประสงค์และสภาพการทำงานให้บริษัทผู้จำหน่ายทราบ และมอบหู้จำหน่ายเลือกซื้อปั๊มพร้องทั้งอุปกรณ์ต่างๆในระบบให้ ผู้ซื้อเป็นผู้ตัดสินใจเลือกโดยพิจารณาจากข้อเสนอแนะของผู้ขาย ส่วนอีกวิธีหนึ่ง ผู้ซื้อมีการออกแบบหรือกำหนดระบบไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และมอบให้ผู้ขายเสนอราคาปั๊มที่มีคุณสมบัติตามรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนด

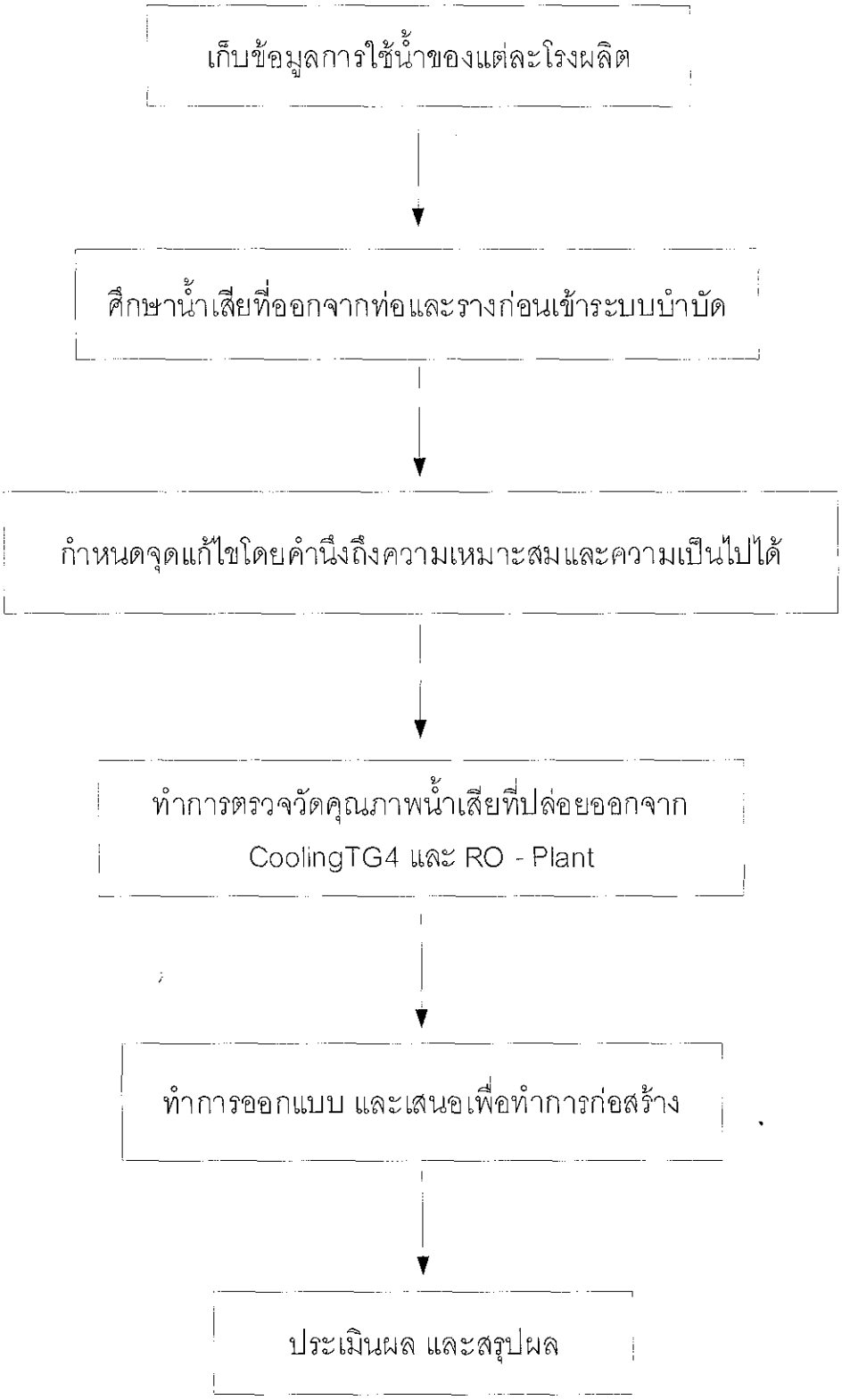
สำหรับวิธีแรกนั้นถ้าผู้ซื้อเสนอขายหลายบริษัท ขนาดของระบบและราคาที่เสนออาจจะแตกต่างกันได้หลายเท่าซึ่งทำให้ยากแก่การพิจารณา โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้จำหน่ายไม่มีความรู้ในการออกแบบที่ดีพอหรือผู้จำหน่ายอาจต้องการขายปั๊มที่มีอยู่ในสต๊อกมากกว่าที่จะเสนอให้ใช้ปั๊มที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกว่าแต่ต้องสั่งเข้ามาใหม่ ดังนั้น ถ้าเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างสูงและควรที่จะได้มีการออกแบบทั้งระบบ แล้วกำหนดรายละเอียดของปั๊มและอุปกรณ์ที่ต้องการก็จะได้ปั๊มและระบบที่ดีกว่า

- การกำหนดรายละเอียด

การกำหนดรายละเอียดนั้นเป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้จำหน่ายปั๊มเพื่อให้ผู้ขายสามารถเสนอสินค้าที่ตรงกับความต้องการใช้งานของผู้ซื้อมากที่สุด โดยการกำหนดรายละเอียดดังกล่าว ผู้ซื้อสามารถนำสินค้าของหลายบริษัทมาเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาเลือกซื้อปั๊มที่มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุด

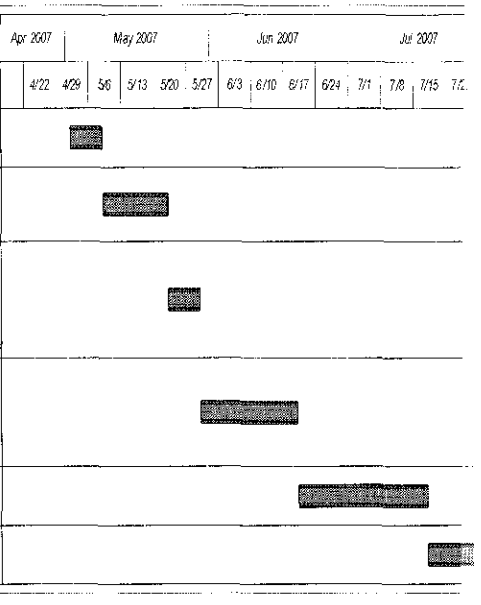
3.4 วิธีการดำเนินงานของโครงงาน

ในส่วนของการดำเนินงานนั้น ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้น้ำ และศึกษาการปล่อยน้ำเสียที่ออกจากท่อหรือราง ก่อนเข้าไปในระบบบำบัด ว่ามีการปล่อยน้ำเสีย ออกมาเท่าใด และ ผ่านขั้นตอนใดบ้าง เพื่อที่จะได้ทราบถึงปัญหา และสามารถแก้ไขป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยหลังจากทราบข้อมูลการใช้น้ำ และการปล่อยน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดแล้ว ได้ทำการกำหนดจุดแก้ไขปัญหา โดยตามโครงงานนี้ได้เสนอให้นำน้ำเสียระบายทิ้งไปใช้ประโยชน์จะทำการแก้ไขเป็น 2 จุด คือ น้ำเสียของ Cooling TG4 และน้ำเสียของ RO – Plant โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียของทั้งสองจุดมาทำการตรวจวัดค่า ว่ามีการปนเปื้อนของมลสารมากน้อยเพียงใด และสามารถน้ำน้ำเสียในส่วนดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในส่วนใดได้บ้าง ในการดำเนินการนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ทั้งสองจุดที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น เสนอให้ดำเนินการในลักษณะเดียวกัน คือ ขุดบ่อสูบ (Sump) ติดตั้งปั๊มเพื่อส่งน้ำกลับไปใช้ หลังจากนั้นก็ทำการเก็บข้อมูลเพื่อหาปริมาณน้ำที่ลดการปล่อยสู่ระบบบำบัดน้ำเสียได้ และสรุปผลในลักษณะทางเศรษฐศาสตร์ จากที่ได้กล่าวแสดงดังรูปที่ 3.2 และได้สรุปข้อมูลในลักษณะ Gantt Chart ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 แผนผังการดำเนินงาน

ID	Task Name	Start	Finish	Duration
1	เก็บข้อมูลการใช้น้ำของแต่ละโรงผลิต	5/2/2007	5/8/2007	1w
2	ศึกษาน้ำเสียที่ออกจากท่อและรางก่อนเข้าระบบบำบัด	5/9/2007	5/22/2007	2w
3	กำหนดจุดแก้ไขโดยคำนึงถึงความเหมาะสม และความเป็นไปได้	5/23/2007	5/29/2007	1w
4	ตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียที่ออกจาก CoolingTG4 และ RO - Plant	5/30/2007	6/19/2007	3w
5	ทำการออกแบบและเสนอเพื่อทำการก่อสร้าง	6/20/2007	7/17/2007	4w
6	ประเมินผล และสรุปผล	7/18/2007	7/31/2007	2w



รูปที่ 3.3 แผนการดำเนินงาน

3.4.1 การตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย

ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา การดำเนินงานตามโครงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ น้ำเสียที่ระบายออกจากตัว Cooling TG4 และ น้ำเสียที่ระบายทิ้งจากตัว RO – Plant

- การตรวจวัดคุณภาพน้ำ เพื่อดำเนินการตามโครงงานในส่วนของ Cooling TG4 นั้น ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสองตัวอย่าง ได้แก่ น้ำจากท่อระบายทิ้งของ Cooling TG4 กับ น้ำจากรางน้ำก่อนเข้าตัว Hydra เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในเชิงเปรียบเทียบ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยได้ทำเก็บตัวอย่างน้ำแบบ เก็บหนึ่งวัน เว้นสองวัน การเก็บในลักษณะนี้จะทำให้ได้ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมที่สุด เพราะหากเก็บตัวอย่างน้ำติดกันทุกวันค่าคุณภาพของน้ำแทบจะไม่แตกต่างกันเลยทำให้ไม่เหมาะเพื่อใช้ในการประกอบการพิจารณา ค่าที่ทำการตรวจวัดได้แก่ ค่า pH , Total Alkalinity , Total Hardness , Ca – Hardness และ Conductivity

- การตรวจวัดคุณภาพน้ำ เพื่อดำเนินการตามโครงงานในส่วนของ RO – Plant นั้น ได้ทำการเก็บน้ำตัวอย่างสองตัวอย่าง ได้แก่ น้ำระบายทิ้งจากตัว RO – Plant กับ น้ำจากบ่อ Mill Pond1 เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในเชิงเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกันกับตัวโครงงานแรก โดยค่าที่ทำการตรวจวัดได้แก่ pH, Total Alkalinity, Total Hardness, Ca – Hardness, Conductivity, Cl^- และ SO_4

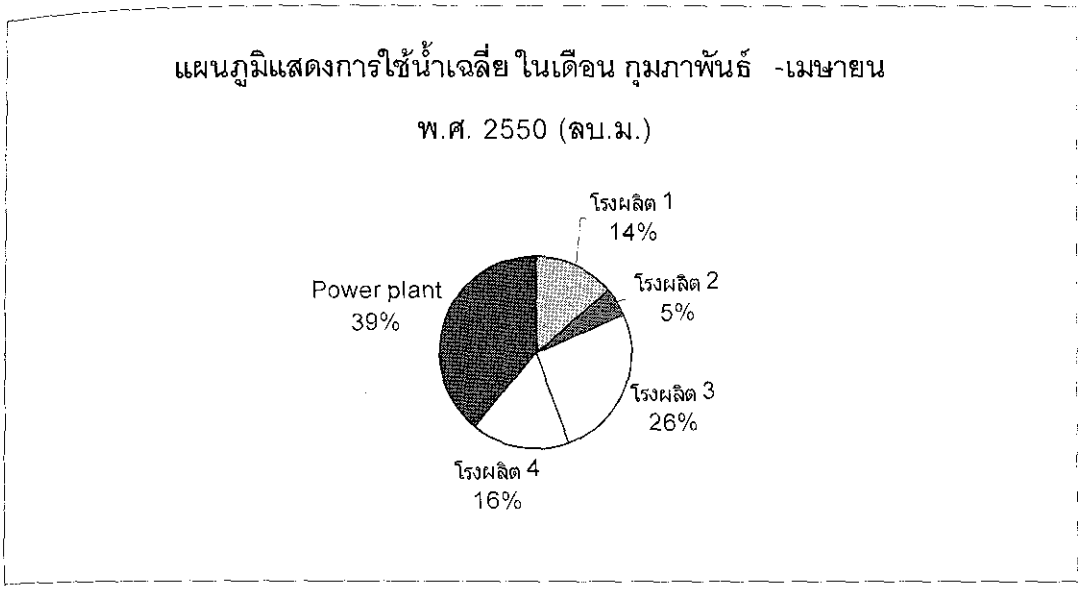
3.5 ผลการดำเนินงานโครงงาน

3.5.1 ข้อมูลการใช้น้ำของแต่ละโรงผลิต

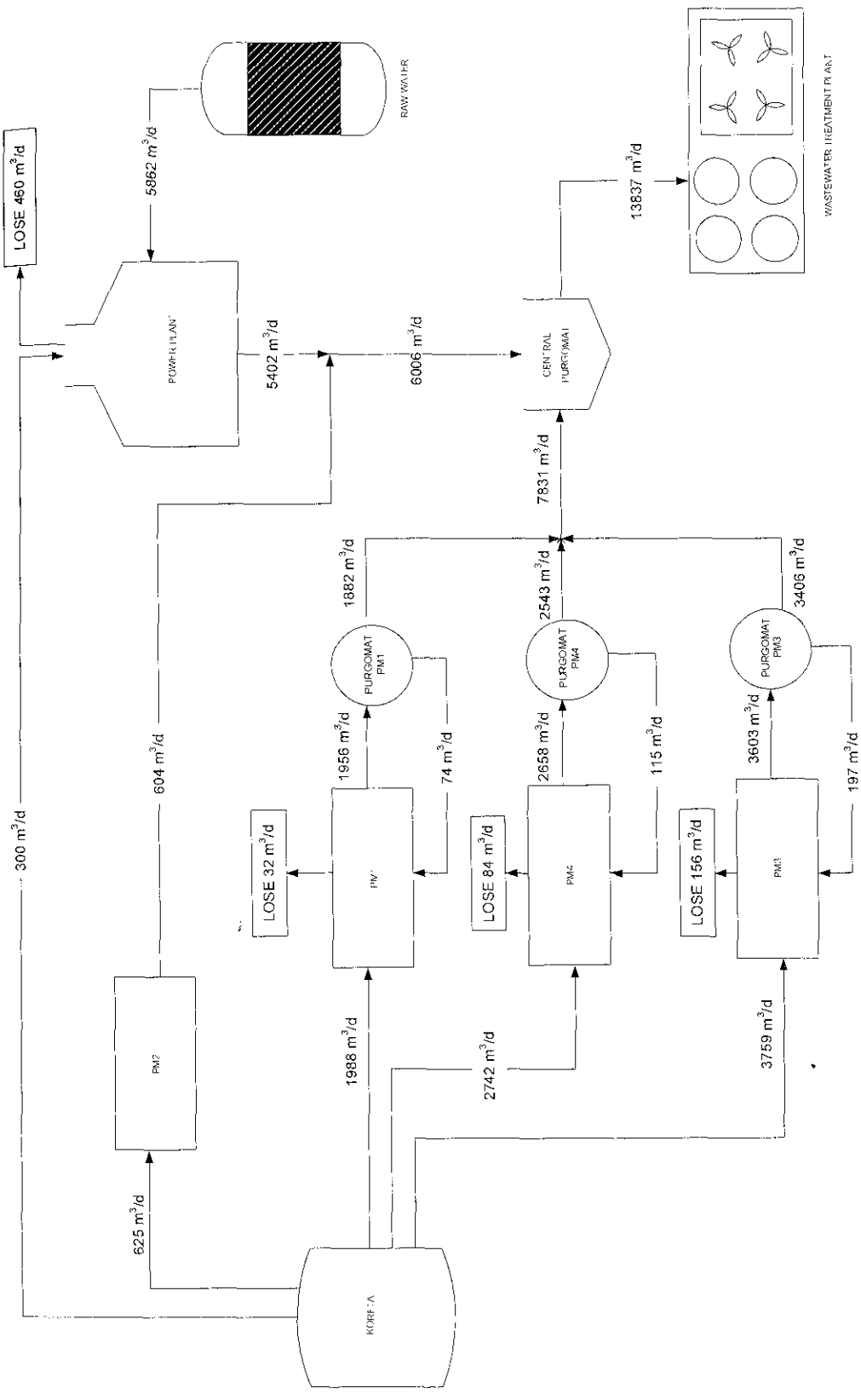
ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้น้ำของแต่ละโรงผลิต โดยได้ทำการขอข้อมูลจากผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน เป็นข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน และได้สรุปเป็นการใช้น้ำรวม เพื่อให้ง่ายต่อการดูปริมาณการใช้น้ำ ผู้ปฏิบัติงานสหกิจจึงได้นำเสนอข้อมูลการใช้น้ำแบบสรุป ตามตารางที่ 3.2, รูปที่ 3.4 และ รูปที่ 3.5 สมดุลการใช้น้ำ

ตารางที่3.2 การใช้น้ำรวม ในเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน พ.ศ. 2550

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำรวม (ลบ.ม.)				
	โรงผลิต1	โรงผลิต2	โรงผลิต3	โรงผลิต4	Power plant
กุมภาพันธ์	60466	8840	110948	56708	138195
มีนาคม	55966	37247	115663	78102	195945
เมษายน	57657	18763	107335	73015	162909
เฉลี่ย	58029.667	21616.67	111315.3	69275	165683



รูปที่ 3.4 แผนภูมิการใช้น้ำรวมในเดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน พ.ศ. 2550



รูปที่ 3.5 Water Balance ของโรงงานโญจพลไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด (มหาชน)

3.5.2 การนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ เพื่อลดภาระของระบบบำบัด

จากข้อมูลการใช้น้ำ และแผนภาพ Water Balance ของโรงงานจะเห็นได้ว่า Power Plant เป็นจุดที่มีการใช้น้ำ และมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดมากที่สุด จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานสหกิจเกิดความคิดว่า ควรจะลดการปล่อยน้ำเสีย หรือ การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำในส่วนดังกล่าว

ซึ่งในการทำโครงนี้ ผู้ปฏิบัติงานสหกิจได้ทำการเสนอให้ลดการใช้น้ำ 2 จุด คือ ส่วน Cooling TG4 กับ ส่วน RO – Plant จัดได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของ Power Plant มีส่วนในการใช้น้ำและปล่อยน้ำเสียออกสู่ระบบบำบัดทั้งสิ้น

3.5.2.1 นำน้ำเสียมาใช้ซ้ำในส่วนของ Cooling TG4

- **การตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย**

ในโครงงาน นำน้ำเสียของ Cooling TG4 มาใช้ซ้ำนั้น ได้มีการนำน้ำในส่วนนี้ไปเข้าบ่อReused โดยทางโรงงานได้นำน้ำ Reused นี้ไปใช้ดับเพลิง ล้างพื้น ไล่ขี้เยื่อตามรางระบายเยื่อ โดยตัวผู้ปฏิบัติงานสหกิจ มีความคิดว่าน้ำที่ออกมาจาก Cooling TG4 นั้นเป็นน้ำที่ค่อนข้างสะอาดมีสิ่งเจือปนน้อย เลยมีความคิดที่จะเสนอให้ทางโรงงานนำน้ำในส่วนนี้ไปใช้ในเครื่อง Hydra (ปั่นเยื่อ) จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ออกจาก Cooling TG4 และน้ำที่ทางโรงงานได้นำเข้าเครื่อง Hydra เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าค่าคุณภาพของน้ำในเชิงเปรียบเทียบ ว่าน้ำดังกล่าวมีคุณภาพพอสำหรับเข้าเครื่อง Hydra ได้หรือไม่ โดยค่าที่ทำการตรวจวัดได้แก่ค่า pH , T – Alkalinity , T – Hardness , Ca – Hardness และCOND ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำระบายทิ้งของ Cooling TG4 เปรียบเทียบกับน้ำก่อนเข้า Hydra (ปั่นเยื่อ)

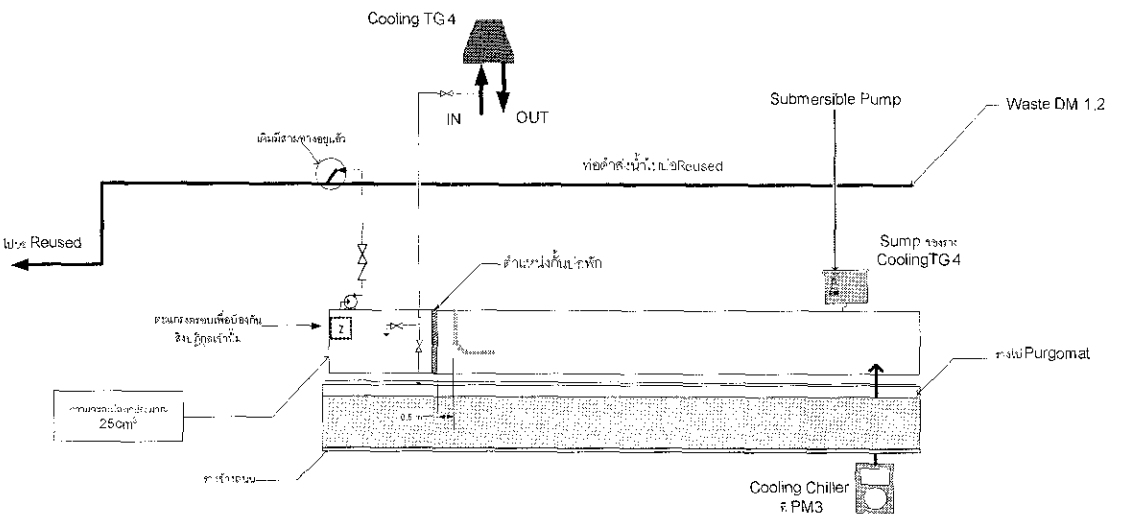
ค่าคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด	วันที่	Hydra	Cooling TG4
pH	9/5/50	6.78	8.79
	12/5/50	6.34	8.78
	15/5/50	6.56	8.73
	เฉลี่ย	6.56	8.77

ค่าคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด	วันที่	Hydra	Cooling TG4
T- Alkalinity	9/5/50	870	220
	12/5/50	965	235
	15/5/50	885	170
	เฉลี่ย	970	208
T-Hardness	9/5/50	1750	470
	12/5/50	1920	430
	15/5/50	1830	440
	เฉลี่ย	1833	447
Ca-Hardness	9/5/50	1240	240
	12/5/50	1330	230
	15/5/50	1260	230
	เฉลี่ย	1277	233
COND	9/5/50	3460	2790
	12/5/50	3510	2680
	15/5/50	3450	2433
	เฉลี่ย	3473	2634

จากข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำทิ้งของ Cooling TG4 และน้ำก่อนเข้า (Hydra) จะเห็นได้ว่าค่าของน้ำที่ปล่อยออกจาก Cooling TG4 นั้น มีค่าคุณภาพน้ำค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพน้ำเข้า Hydra ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การนำน้ำเสียที่ปล่อยออกจาก Cooling TG4 สามารถนำกับไปใช้ซ้ำในกระบวนการของ Hydra ของกระบวนการผลิตกระดาษได้เป็นอย่างดี

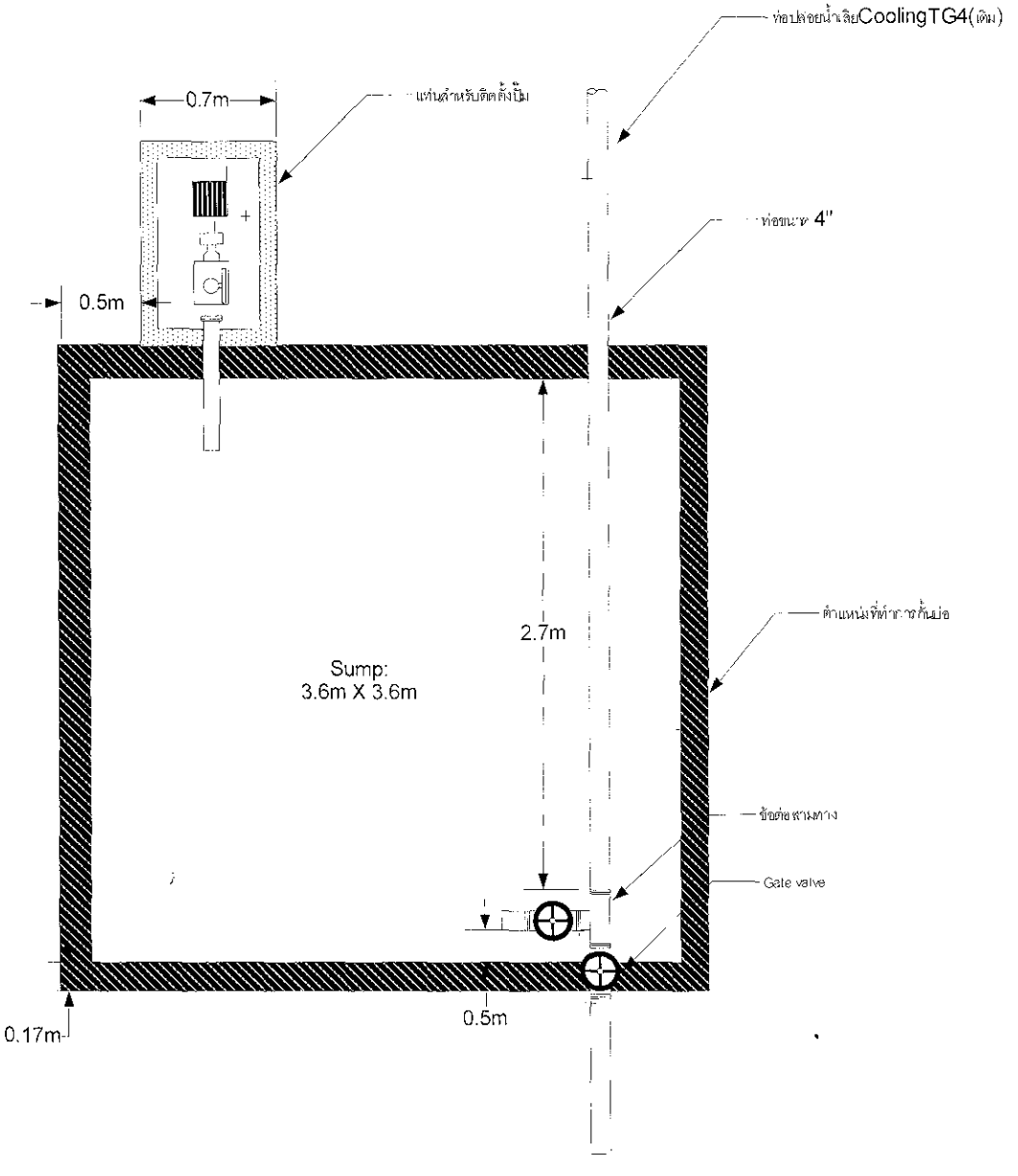
➢ **ระบุตำแหน่งการนำน้ำเสียไปใช้ซ้ำของ** Cooling TG4

ในตำแหน่งตรงจุดนี้เรียกว่าบริเวณ Cooling TG4 ผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้ทำการเขียนแบบที่สามารถบอกถึงตำแหน่งและระบุถึงข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ จนไปถึงใช้ต้นทุนที่ต่ำในการก่อสร้างและทำการติดตั้ง โดยตามแบบนั้นเสนอให้ทำการกั้นบ่อในบริเวณท้ายรางน้ำหน้าโรงไฟฟ้า แล้วทำการติดตั้งปั๊ม และสูบน้ำเข้าเส้นท่อของ Waste DM 1, 2 (ท่อดำซึ่งมีอยู่แล้ว) นำน้ำไปลงบ่อ Reused เพื่อใช้ประโยชน์ และลดภาระของระบบบำบัดตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

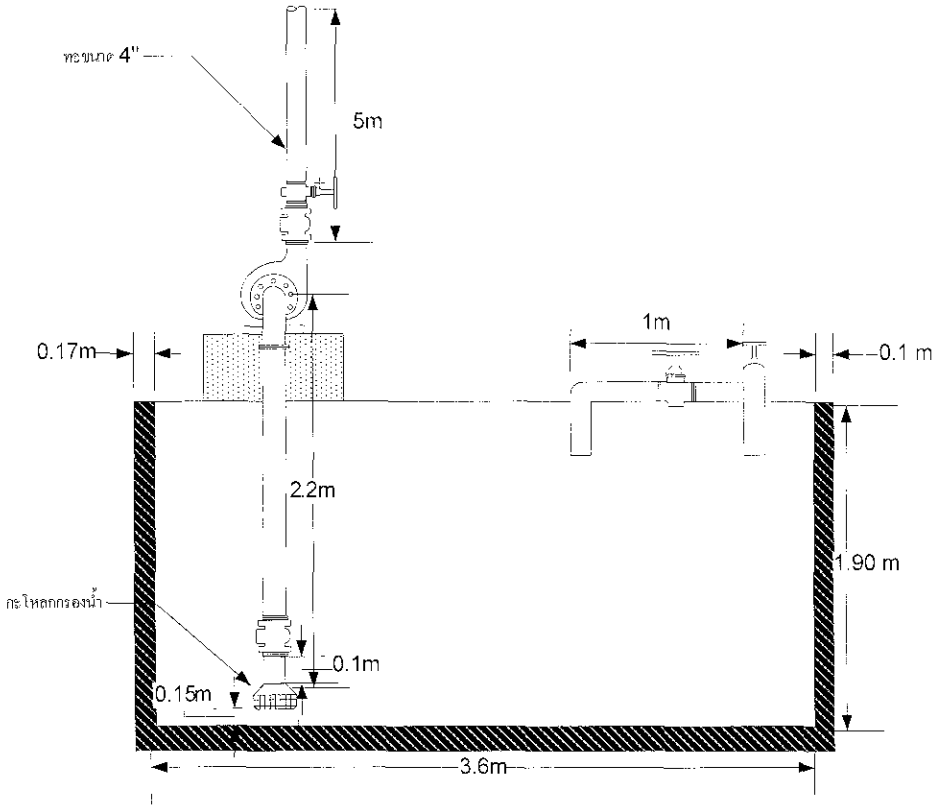


รูปที่ 3.6 แผนที่ระบุตำแหน่งลดการใช้น้ำของ Cooling TG4

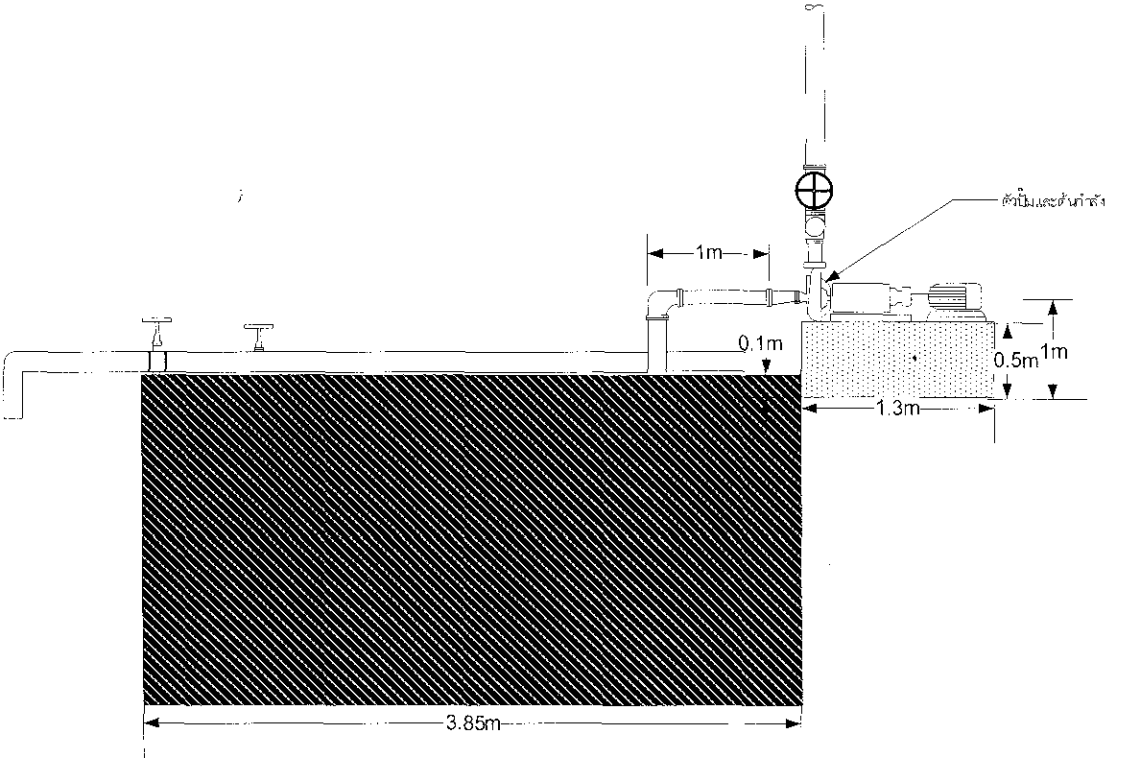
➢ **การออกแบบบ่อพัก (Sump) ของ Cooling TG4**



รูปที่ 3.7 แบบ Sump หน้า Cooling TG4 (ด้านบน)



รูปที่ 3.8 แบบ Sump หน้า Cooling TG4 (ด้านหน้า)



รูปที่ 3.9 แบบ Sump หน้า Cooling TG4 (ด้านข้าง)

➢ **วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง** Sump CoolingTG4

ผลจากการออกแบบ Sump Cooling TG4 สามารถกำหนดวัสดุ และตารางที่ใช้ในการก่อสร้าง ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงรายการของที่ใช้ในการก่อสร้างตามโครงงาน ในการนำน้ำระบายทิ้งจาก Cooling TG4 ไปใช้งานในบ่อ Reused

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	Pump ขนาด 1.1 kW	1 ตัว	เลือกจาก Pump performance
2	ข้องอ 90°	3 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
3	ท่อเหล็ก ยาว 9 เมตร	1 ท่อ	ขนาด 4 นิ้ว
4	Gate Valve	3 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
5	Check Valve	2 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
6	กะโหลกกรองน้ำ	1 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
7	Clamp ยึดท่อ	2 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
8	ข้อต่อสามทาง	1 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว

➢ **การหาขนาดและชนิดของปั๊ม** (Sump CoolingTG4)

ต้องการสูบน้ำด้วยอัตรา 24 m^3/h ที่เฮด 5.6 m ทำการเลือกโมเดลของปั๊มจาก Chart of Pump Performance Range และ Performance Table จากแคตตาล็อกของ Kentford Machinery co., LTD และจาก Performance Table

เลือกใช้ปั๊มแบบ Centrifugal เนื่องจาก เป็นปั๊มที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากปั๊มชนิดนี้ได้รับการออกแบบให้เหมาะสม กับการใช้งานเกือบทุกประเภท โดยรายละเอียดต่างๆ ของปั๊มได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของปั๊มรุ่น XA 50/13

เลือกใช้ปั๊มรุ่น XA 50/13	
ความเร็วของใบพัด	1450 (r/min)
Mating Motor	Y90S-4 1.1 kW
Efficiency	72%
Motor Power	0.75 kW หรือ ประมาณ 1 hp
NPSHr	2.4 m
Impeller dia.D^2	139 mm.
Dia. of Pump Inlet	65 mm.
Dia. of Pump Outlet	50 mm.
Weight	34 kg

3.5.2.2 การนำเสียน้ำมาใช้ซ้ำในส่วนของ RO – Plant

❖ **ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย**

ในโครงงานนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำของ RO – Plant ได้มีการนำเสนอให้นำน้ำในส่วนนี้ไปเข้าบ่อ Mill Pond1 โดยจากบ่อ Mill Pond1 ทำหน้าที่พักน้ำ และส่งน้ำเข้าไปใช้ใน แผนก Stock PM2 (แผนกเตรียมเยื่อโรงผลิตกระดาษ2) โดยไม่ได้ผ่านการบำบัดใดๆอีก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำออกจาก RO – Plant เสียก่อน เพื่อตรวจดูค่าว่ามีความเหมาะสมไปใช้กับแผนก Stock PM2 หรือไม่

โดยน้ำระบายทิ้งจาก RO – Plant มีปริมาณการระบายน้ำเสีย 500 ลบ.เมตรต่อวัน ขณะที่บ่อ Mill Pond1 มีปริมาณการนำน้ำไปใช้โดยเฉลี่ยประมาณ 2,500 ลบ.เมตรต่อวัน ในการดำเนินการตามโครงงานที่ได้เสนอนั้น น้ำระบายทิ้งจาก RO – Plant จะต้องไปรวมกับน้ำบาดาลที่เข้าสู่บ่อ Mill Pond1 จากข้อมูลการระบายน้ำ และการใช้น้ำในตอนต้น ทำให้ทราบได้ว่าต้องทำการ Dilute (เจือจาง) น้ำระบายทิ้งจาก RO – Plant กับ น้ำในบ่อ Mill Pond1 ในอัตราส่วน 1:5 ก่อน จึงจะสามารถทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำ เพื่อประกอบการพิจารณาการนำน้ำไปใช้ที่ได้เสนอไว้ในโครงงานได้อย่างเหมาะสม

โดยค่าที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจาก น้ำระบายทิ้งของ RO – Plant และน้ำของบ่อ Mill Pond ตรวจวัดได้แก่ ค่า pH, T – Alkalinity, T – Hardness, Ca – Hardness, COND, Cl^- และ SO_4 ในส่วนของการนำเสนอข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ เพื่อประกอบการพิจารณานั้น ได้นำเสนอในลักษณะเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำระบายทิ้งของ RO - Plant เปรียบเทียบกับน้ำภายในบ่อ Mill Pond1

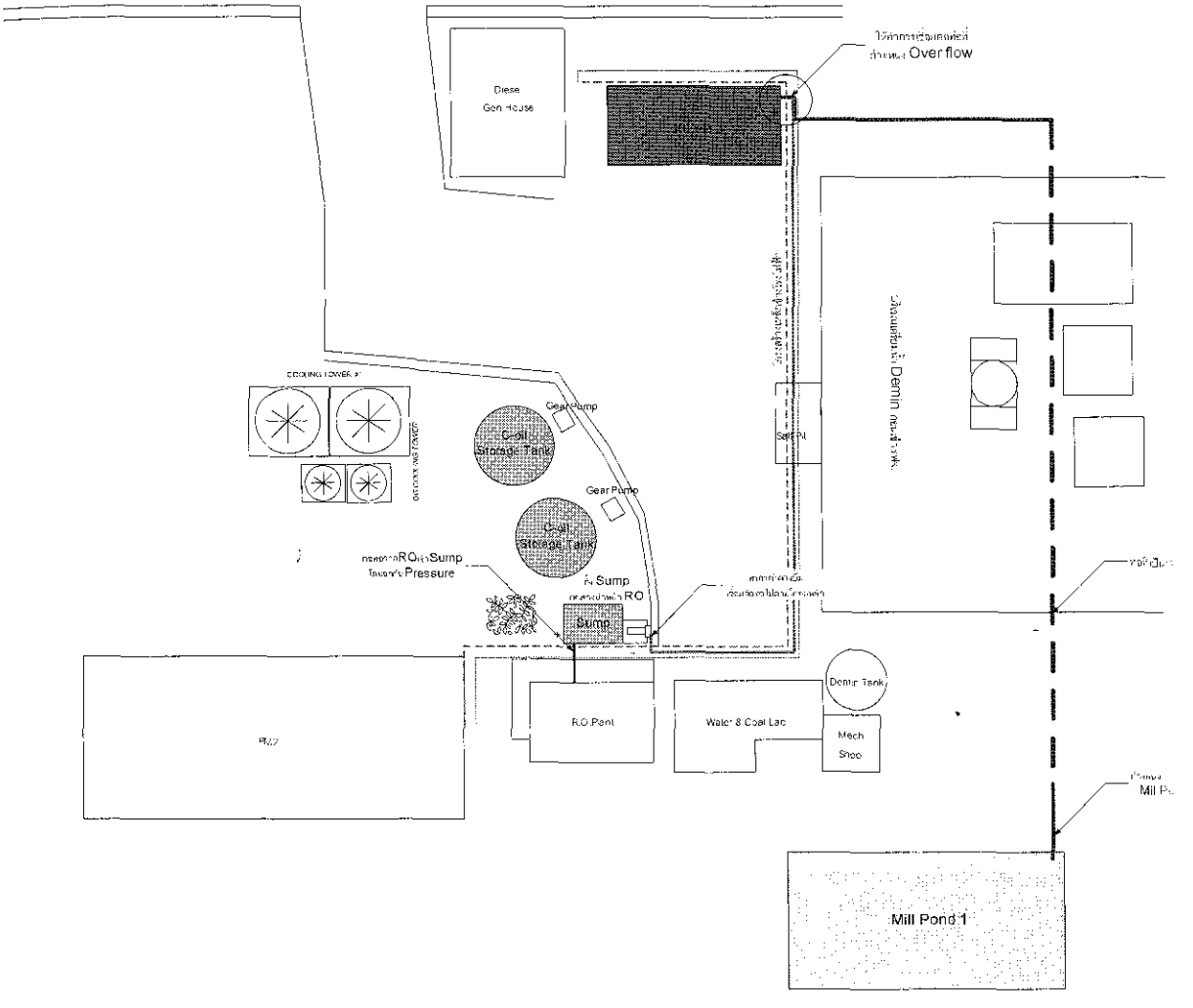
ค่าคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด	วันที่	Mill Pond1	RO – Plant	RO – Plant (Dilute 1:5)
pH	30/6/50	7.53	7.28	7.49
	4/7/50	7.63	7.48	7.58
	7/7/50	7.75	7.49	7.68
	เฉลี่ย	7.64	7.42	7.58
T- Alkalinity	30/6/50	350	810	410
	4/7/50	320	875	420
	7/7/50	360	925	400
	เฉลี่ย	343	870	410
T-Hardness	30/6/50	250	830	320
	4/7/50	240	840	310
	7/7/50	270	750	310
	เฉลี่ย	253	807	313
Ca-Hardness	30/6/50	140	510	220
	4/7/50	130	440	200
	7/7/50	160	450	230
	เฉลี่ย	143	467	217
COND	30/6/50	656	2,080	875
	4/7/50	662	1,836	886
	7/7/50	645	1,800	864
	เฉลี่ย	654	1,905	875

ค่าคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด	วันที่	Mill Pond1	RO – Plant	RO – Plant (Dilute 1:5)
Cl^-	30/6/50	37	150	50
	4/7/50	39	145	56
	7/7/50	36	150	50
	เฉลี่ย	37	148	53
SO_4	30/6/50	13.17	28.09	16.72
	4/7/50	14.23	30.54	17.53
	7/7/50	12.97	26.56	15.42
	เฉลี่ย	13.46	28.40	16.56

จากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำทิ้งของ RO – Plant จะเห็นได้ว่า น้ำทิ้งจาก RO – Plant สามารถนำไปใช้ใน แผนก Stock ของ PM2 ได้ ถึงแม้จะมีค่าคุณภาพน้ำของน้ำ Dilute RO – Plant จะมีค่าสูงไปซักหน่อย แต่ก็จัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ เนื่องจาก น้ำระบายทิ้งในส่วนของ RO – Plant ได้นำน้ำเข้าสู่บ่อ Mill Pond1 กับน้ำบาดาลที่ได้สูบมาสู่บ่ออยู่แล้ว ก่อนที่ แผนก Stock PM2 จะสูบน้ำจากบ่อ Mill Pond 1 ไปใช้ จึงทำให้น้ำระบายทิ้งในส่วนของ RO – Plant มีการเจือจางของมวลสารเนื่องจากบ่อ Mill Pond1 เป็นบ่อเปิดมีโอกาสในการรับน้ำฝนเพื่อช่วยเจือจางมลสาร มีพื้นที่ในการสัมผัสอากาศ และแสงแดด จึงทำให้ค่าคุณภาพของน้ำน่าจะมีคุณภาพดีกว่านี้ แล้วสามารถนำน้ำในส่วนนี้ไปใช้กับ แผนก Stock ของ PM2 ได้

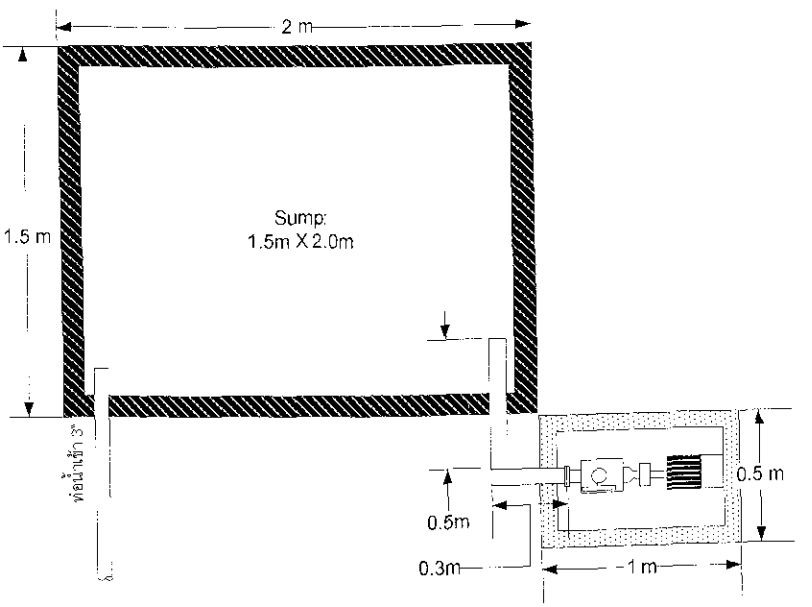
❖ ระบุตำแหน่งการนำน้ำเสียไปใช้ซ้ำของ RO – Plant

ในตำแหน่งตรงบริเวณนี้เป็นจุดที่ระบุถึง ตำแหน่งตั้ง Sump หน้า RO – plant โดยการนำน้ำเสียไปใช้ซ้ำ ในส่วนของน้ำระบายทิ้งของ RO – Plant นั้น ผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้เสนอให้มีการขุดบ่อ Sump ติดตั้งปั๊มอาศัยสวิทช์ทุ่นลอย โดยตัวปั๊มทำงาน 13.15 นาที (ได้จากการคำนวณ) ต่อท่อเสนอให้ใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว (ได้จาการคำนวณ) สูบส่งน้ำเข้าสู่ท่อ Over Flow ของ Mill Pond2 ซึ่งท่อ Over Flow ของ Mill Pond2 นั้นได้มีการต่อท่อถึงบ่อ Mill Pond1 อยู่แล้ว เพื่อนำน้ำลงสู่บ่อ Mill Pond1 และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

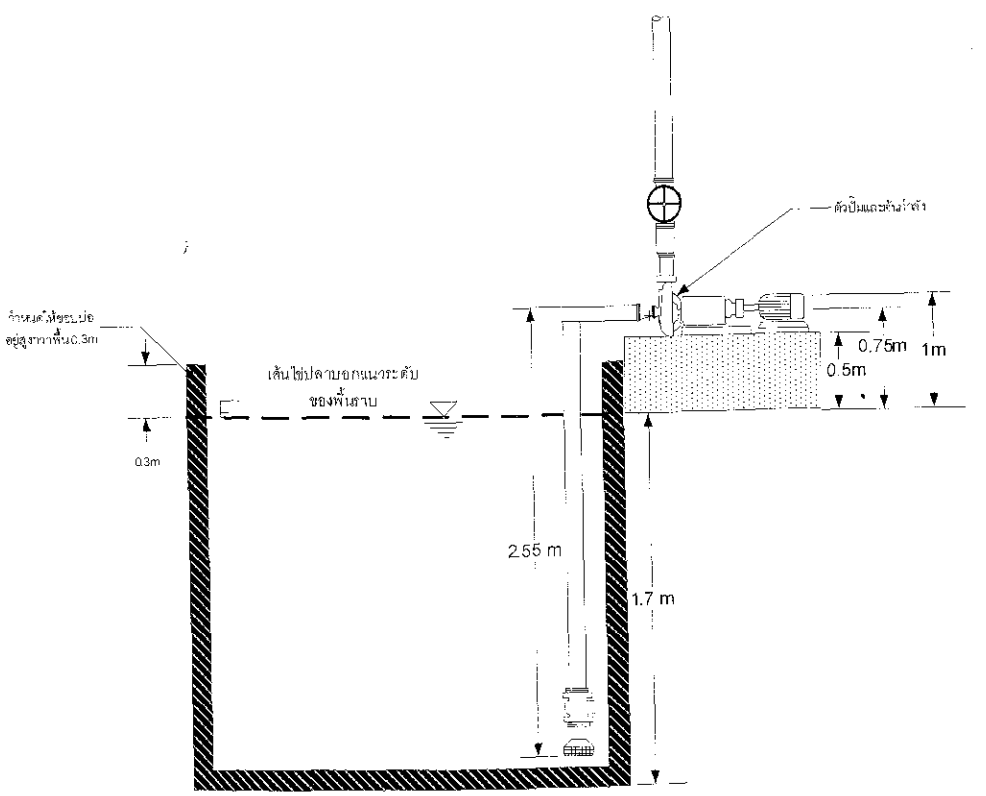


รูปที่ 3.10 แผนที่ระบุตำแหน่งการนำน้ำมาใช้ซ้ำในส่วนของ RO – Plant

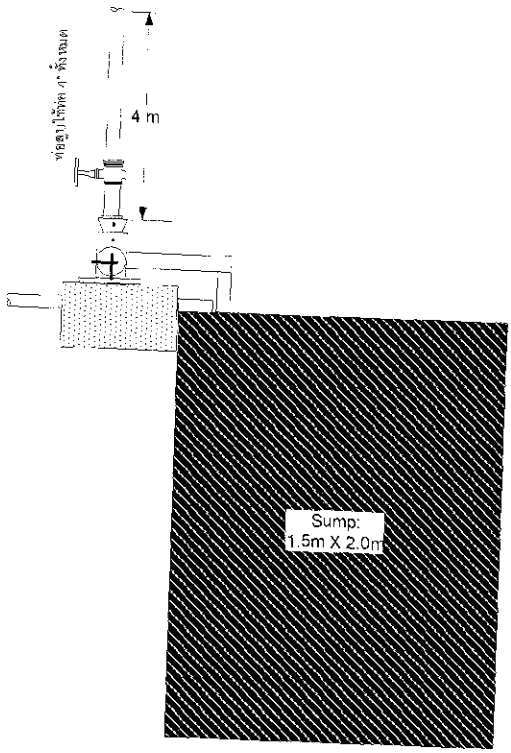
❖ การออกแบบบ่อพัก (Sump) ของ RO - Plant



รูปที่ 3.11 แบบ Sump หน้า RO – Plant (ด้านบน)



รูปที่ 3.12 แบบ Sump หน้า RO – Plant (ด้านหน้า)



รูปที่ 3.13 แบบ Sump หน้า RO – Plant (ด้านข้าง)

❖ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง Sump RO - Plant

ผลจากการออกแบบ Sump RO - Plant สามารถกำหนดวัสดุ และตารางที่ใช้ในการก่อสร้าง ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงรายการของที่ใช้ในการก่อสร้างตามโครงงานในการนำน้ำระบายทิ้งจาก RO – Plant ไปใช้งานในบ่อ Mill Pond1

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	Pump ขนาด 1.5 kW	1 ตัว	เลือกจาก Pump performance
2	ข้องอ 90°	5 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
3	ท่อเหล็กธรรมดา ยาว 9 เมตร	10 ท่อ	ขนาด 4 นิ้ว
4	Gate Valve	1 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
5	Check Valve	1 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
6	กะโหลกกรองน้ำ	1 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว
7	Clamp ยึดท่อ	20 ตัว	ขนาด 4 นิ้ว

❖ การหาขนาดและชนิดของปั๊ม

ต้องการสูบน้ำด้วยอัตรา 25 m^3/h ที่เฮด 8.60 m ทำการเลือกโมเดลของปั๊มจาก Chart of Pump Performance Range และ Performance Table จากแคตตาล็อกของ Kentford Machinery co., LTD และจาก Performance Table

เลือกใช้ปั๊มแบบ Centrifugal เนื่องจาก เป็นปั๊มที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากปั๊มชนิดนี้ได้รับการออกแบบให้เหมาะสม กับการใช้งานเกือบทุกประเภท โดยรายละเอียดต่างๆ ของปั๊มได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของปั๊มรุ่น XA 50/16

เลือกใช้ปั๊มรุ่น XA 50/16	
ความเร็วของใบพัด	1450 (r/min)
Mating Motor	Y90S-4 1.5 kW
Efficiency	70%
Motor Power	1.5 kW
NPSHr	2.4 m
Impeller dia.D^2	174 mm.
Dia. of Pump Inlet	65 mm.
Dia. of Pump Outlet	50 mm.
Weight	38 kg

3.5.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ถึงการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

เนื่องจากในการบำบัดน้ำเสียของทางบริษัทปัญจพล ไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ ได้ใช้ไฟฟ้า และสารเคมีต่างๆในการบำบัดน้ำเสีย สามารถคำนวณคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียได้ดังนี้

Polymer

ปริมาณการใช้ 6 เดือน/ตัน = 5.555 kg/d

Polymer 1 kg = 135 บาท

∴ คิดเป็นเงิน = 750 บาท/วัน (273,750 บาท/ปี)

H_3PO_4 (กรดฟอสโฟริก)

ปริมาณการใช้ = 140 kg/d

H_3PO_4 1 kg = 28 บาท

∴ คิดเป็นเงิน = 3,920 บาท/วัน (1,430,800 บาท/ปี)

ยูเรีย

ปริมาณการใช้ = 400 kg/d

ยูเรีย 1 kg = 14 บาท

∴ คิดเป็นเงิน = 5,600 บาท/วัน (2,044,000 บาท/ปี)

ไฟฟ้า

ใช้ไฟฟ้า = 18,000 kw/d

ค่าไฟฟ้า 1 kw = 3 บาท (ข้อมูลจาก Job Supervisor)

∴ คิดเป็นเงิน = 54,000 บาท/วัน (19,710,000 บาท/วัน)

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย = 750 + 3,920 + 5,600 + 54,000 = 64,270 บาท/วัน

ระบบบำบัดต้องรับน้ำเสีย = 17,000 m^3/d

น้ำ 17,000 ลบ.ม. ใช้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดเท่ากับ 64,270 บาท

∴ น้ำ 1 ลบ.ม. จะใช้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดเท่ากับ 3.78 บาท

น้ำเสียในส่วนของ Cooling TG4

น้ำเสียที่ปล่อยออกจาก CoolingTG4 = 24 m^3/hr = 576 m^3/d

∴ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย = 3.78 x 576

= 2,177 บาท/วัน (794,605 บาท/ปี)

น้ำเสียในส่วนของ RO – Plant

น้ำที่ปล่อยออกจาก RO - Plant = 25 m^3/hr

น้ำเสียปล่อยออกจาก RO - Plant มีระยะเวลาปล่อยออก 20 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้นน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกจาก RO – Plant = 500 m^3/d

∴ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย = 3.78 x 500

= 1,890 บาท/วัน (689,850 บาท/ปี)

∴ ในการนำน้ำเสียกลับไปใช้ซ้ำในส่วนของ Cooling TG4 และ RO – Plant จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

Cooling TG4	=	794,605	บาท/ปี
RO – Plant	=	689,850	บาท/ปี
รวม	=	1,484,455	บาท/ปี

3.5.4 สรุปค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

เนื่องในการบำบัดน้ำเสียของทางบริษัทปัญจพล ไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ ได้ใช้ไฟฟ้าและสารเคมีต่างๆในการบำบัด จึงได้ขอสรุปต้นทุนในการบำบัดน้ำเสีย ไว้ดังตารางที่ 3.9 เพื่อสามารถใช้ในการสรุปการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียต่อไป

ตารางที่ 3.9 แสดงรายการต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียต่อวัน

รายการต้นทุนที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อวัน)	
Polymer	750
H_3PO_4	3,920
ยูเรีย	5,600
ค่าไฟฟ้า	54,000
รวม	64,270

เนื่องจากโรงงานมีการปล่อยน้ำเสีย 17,000 ลบ.เมตร ต่อวัน ใช้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย 64,270 บาท ดังนั้นน้ำ 1 ลบ.เมตร จะใช้ค่าใช้จ่ายในการบำบัด 3.78 บาท
ถ้าทำการดำเนินงานตามโครงงานที่เสนอไว้จะสามารถลดการใช้น้ำที่เข้าสู่ระบบบำบัด ได้ 1,076 ลบ.เมตร ดังนั้นจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียได้ 4,067 บาทต่อวัน หรือ 1,484,455 บาทต่อปี

3.6 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการดำเนินงานโครงงาน ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้น้ำ ศึกษาการปล่อยน้ำเสียจากรางน้ำ และท่อน้ำก่อนลงสู่ระบบบำบัดพบว่า มีจุดที่ควรนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์ เพื่อลดการปล่อยน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดอยู่สองจุด คือ น้ำระบายทิ้งของ Cooling TG4 และ RO – Plant

Cooling TG4 เสนอให้มีการกั้นบ่อทำเป็น Sump ติดตั้งปั๊มสูบน้ำ นำน้ำระบายทิ้งของ Cooling TG4 ลงสู่บ่อ Reused และได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ระบายออก พบว่าคุณภาพน้ำระบายทิ้งจาก Cooling TG4 สามารถนำไปใช้ในกระบวนการ Hydra (การปั่นเยื่อ) ได้ โดยสามารถลดน้ำลดน้ำที่ระบายออกสู่ระบบบำบัดในส่วนนี้ได้ 576 ลบ.ต่อวัน

RO – Plant เสนอให้มีการขุดบ่อ Sump ติดตั้งปั๊ม สูบน้ำเข้าสู่เส้นท่อ Overflow ของ Mill Pond2 เพื่อนำน้ำลงสู่บ่อ Mill Pond1 ไปใช้ประโยชน์ โดยสามารถลดน้ำในส่วนนี้ที่ระบายลงสู่ระบบบำบัดได้ 500 ลบ.เมตรและ เสนอให้มีการนำน้ำในส่วนนี้ไปใช้กับ Stock ของ PM2 โดยได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ พบว่าคุณภาพน้ำระบายทิ้งของ RO – Plant สามารถนำไปใช้กับแผนก Stock ของ PM2 ได้

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียพบว่า ทางบริษัทเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย 3.78 บาทต่อลบ.เมตร จากการดำเนินโครงการนำน้ำเสียไปใช้ซ้ำในส่วนของ Cooling TG4 และ RO – Plant สามารถลดการใช้น้ำรวมได้ 1,076 ลบ.เมตร ดังนั้นลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดได้ 4,067 บาทต่อวัน (1,484,455 บาทต่อปี) และการดำเนินงานตามโครงงานนี้ยังสามารถแก้ปัญหาน้ำท่วมและลดภาระของระบบบำบัด ทำให้ระบบบำบัดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย

3.7 ข้อเสนอสำหรับโครงงานในอนาคต

1) ควรติดตั้ง Flow meter ตามจุดต่างๆ ภายในโรงผลิต เพื่อตรวจวัดและเก็บข้อมูลการใช้น้ำ
2) ควรให้ช่างประจำโรงผลิตแต่ละโรง ตรวจเช็คข้อต่อ ข้อวาล์วต่างๆ เพื่อดูว่ามีส่วนใดเสียหายชำรุดหรือเกิดการรั่วไหลหรือไม่ ถ้าหากพบว่ามีปัญหา ให้ทำการซ่อมแซมหรือหาทางจัดการเปลี่ยนต่อไป
3) ในส่วนของโรงเก็บสารเคมี ควรทำการก่อสร้างโรงเก็บสารเคมีใหม่ โดยมรทางเข้าออกของโรงเก็บสารเคมี 2 ทาง ในลักษณะ First in First out เพื่อแก้ปัญหาสารเคมีที่นำมาสู่โรงเก็บก่อนแล้วเก็บไว้ด้านในสุด ทำให้ไม่ได้ใช้ แล้วทำให้สารเคมีเกิดการหมดอายุ

บทที่ 4

สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การปฏิบัติงานในบริษัทปัญจพลไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทผลิตกระดาษคราฟท์ ที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ผลิตกล่องรังกระดาษ, บรรจุภัณฑ์ต่างๆที่ทำจากกระดาษ และถุงอาหารสัตว์ ได้รับผิดชอบในหน้าที่ผู้ช่วยวิศวกร ในการปฏิบัติงานครั้งนี้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสหกิจได้นำความรู้ที่ได้เรียนมานำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์กับสถานประกอบการ และช่วยเพิ่มประสบการณ์ให้มากขึ้น หลายๆด้าน ดังนี้

4.1.1 ด้านการผลิตกระดาษคราฟท์

ได้ทำการศึกษาตั้งแต่การนำวัตถุดิบเข้ามา ทำการศึกษากระบวนการผลิตจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจถึงกระบวนการผลิต และสามารถประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษคราฟท์

4.1.2 ด้านระบบบำบัดน้ำเสีย

ได้ทำการศึกษาระบบ Purgomat ซึ่งเป็นระบบที่ทำการนำเยื่อที่ออกมากับน้ำเสียกลับไปใช้ในกระบวนการผลิต และระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมระบบ และมีความสามารถ ในการตรวจวิเคราะห์ค่า pH, SS, COD, BOD และ Jar Test ที่มีความจำเป็นต่อการเดินระบบได้

4.1.3 ด้านการนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำเพื่อลดภาระของระบบบำบัด

จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเบื้องต้น พบว่าปัญหาที่ทางโรงงานมีมากที่สุด คือ ปัญหาด้านน้ำเสียที่ระบายออกมามากทำให้ระบบบำบัดรับไม่ไหว จนเกิดปัญหาน้ำท่วม จึงได้ทำการศึกษากระบวนการผลิต และระบบบำบัดน้ำเสีย เก็บข้อมูลการใช้น้ำ และจัดทำ Water Balance ของโรงงาน โดยได้ศึกษาแนวทางเพื่อนำน้ำเสียที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ และลดภาระให้กับระบบบำบัดน้ำเสียได้ทำการศึกษาใน 2 จุด คือ ที่ Cooling TG4 กับ RO – Plant เพื่อเสนอให้กับทางโรงงานเพื่อแก้ปัญหาด้านน้ำเสีย การศึกษาการนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำในสองจุดนี้การดำเนินการเป็นไปในลักษณะเดียวกันคือ ทำการสร้าง Sump ติดตั้งปั๊มเพื่อนำน้ำกลับไปใช้ การดำเนินการตามโครงงานนี้

สามารถ ลดการปล่อยน้ำออกสู่ระบบบำบัดน้ำเสียได้รวม 1,076 ลบ.เมตร และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดได้ 4,067 บาทต่อวัน (1,484,455 บาทต่อปี) โดยได้เสนอโครงงานนี้แก่ท่านผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน และได้ทำการอนุมัติเพื่อทำการก่อสร้าง โดยผู้ปฏิบัติงานสหกิจมีความหวังไว้อย่างยิ่งว่าสามารถเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาน้ำท่วม และลดภาระของระบบบำบัด ทำให้ระบบบำบัดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1) เนื่องด้วยการปฏิบัติงานในครั้งนี้เป็นการปฏิบัติงานครั้งแรก ทำให้ยังไม่มีประสบการณ์ ในการตรวจวัดค่าคุณภาพของน้ำต่างๆ อาจทำให้ค่าที่ทำการตรวจวิเคราะห์เกิดการคาดเคลื่อนได้

2) ทางโรงงานยังมีความไม่เป็นระเบียบ และการจัดการการจัดเก็บสารเคมี และเยื่อกระดาษที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยังไม่ดีพอยังไม่ดีพอ ควรจัดให้มีการทำโครงการ 5 ส

3) ควรปรับปรุงขั้นตอนในการสูบน้ำดิบ โดยใช้ตะแกรงหลายชั้น โดยไล่ขนาดจากความละเอียดหยาบ ไปถึงความละเอียดสูง ก่อนทำการสูบน้ำ เพื่อลดปริมาณปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติเข้าสู่ระบบ KORFTA (ระบบผลิตน้ำดี) ของโรงงาน เพื่อทำให้ระบบมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

เอกสารอ้างอิง

1. รศ.ดร. วิบูรณ์ บุญยธโรกุล. 2529, ปั๊มและระบบสูบน้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร. กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525, เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์, มหาวิทยาลัยมหิดล
3. A.E. Cibulas, J. Rawa., 1983, CALGON
4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2548, คู่มือสหกิจศึกษา,
5. Kentford Machinery. 1995, Chart of XA Pump Performance Range, Performance Table, Kentford Machinery co.,LTD

ภาคผนวก ก

แสดงการคำนวณ เฮดรวมของปั๊ม (Total Dynamic Head) **หรือ** Total Discharge Head (TDH) **ของ** Sump Cooling TG4

เฮดรวมของปั๊ม (TDH) = เฮดสถิตรวม (Total Static Head) + เฮดความฝืดรวม (Friction Head)

วิธีทำ

ใช้ท่อเหล็กหล่อธรรมดา $\in$ = 0.260 mm.

$\in$/D = 0.260/152.4 = 0.0017

ขนาดท่อที่ใช้ 6 นิ้ว (ซึ่งมีอยู่แล้ว) D=152.4 mm.

$A = \frac{\pi D^2}{4} = (3.14)/4 * (152.4/1000)^2 = 0.018\ m^2$

L = 5+1+67+27+1+34+3+21+3 = 163m

การเสียเฮด

1. ที่ปลายท่อดูด = $0.8\ V^2/2g$
2. ข้องอ 90° 3 แห่ง = $3 * 0.26\ V^2/2g = 0.78V^2/2g$
3. เช็ควาล์ว = $2.0V^2/2g$
4. Gate Valve = $0.08V^2/2g$
5. ทางออก = $V^2/2g$
6. ในเส้นท่อยาวรวม 163 m = $f * L/D * V^2/2g$

   $= f * 163/0.152 * V^2/2g$

   $= 1072 * f * V^2/2g$

การเสียเฮดความฝืดในระบบท่อรวม

$Hf = (0.8+0.78+2.0+0.08+1.0+1072f)\ V^2/2g$

$= (4.66 + 1072f)\ V^2/2g$

$$= (4.66 + 1072f) \left[\frac{Q}{0.018} \right]^2 * \frac{1}{2 * 9.81}$$

$Hf = 157.31\ (4.66 + 1072f)\ Q^2$ ---------- (1)

และ TDH = Hf + Hs = Hf + 5 ---------- (2)

Reynolds number, $Re = VD/\nu$

น้ำที่ 25 C° $\nu = 0.907 \times 10^{6}\ m^2/s$

ดังนั้น $Re = \left[\frac{Q}{0.018}\right] \times \left[\frac{0.152}{0.907 \times 10^{-6}}\right]$

$Re = 9.31 \times 10^{6} Q$ ---------- (3)

การคำนวณค่า Re เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด f และการสูญเสียพลังงานในระบบท่อรวมสำหรับค่า Q ขนาดต่างๆ ได้แสดงไว้ในตาราง

$Q\ (m^3/s)$	$Re = 9.31 \times 10^{6} Q$	f	$Hf = 157.31(4.66 + 1072f)Q^2$	TDH = Hf + 5 เมตร
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	0	-	0	5.00
0.02	1.862×10^{5}	0.0225	1.81	6.81
0.04	3.724×10^{5}	0.0219	7.08	12.08
0.06	5.586×10^{5}	0.0214	15.63	20.63
0.08	7.448×10^{5}	0.0210	27.63	32.36
0.10	9.31×10^{5}	0.0210	42.74	47.74
0.12	1.1172×10^{2}	0.0210	61.55	66.55

ต้องทำการ Interpulate ค่าในตารางเพื่อหา TDH

ค่า $Q = 0.0066\ m^3/s$

$(0.0066 - 0) / (0.02 - 0) = (x - 5) / (6.81 - 5)$

$= 5.60$ m

เพราะฉะนั้น ค่า TDH ที่ได้มีค่าเท่ากับ 5.60 เมตร

แสดงการคำนวณ เฮดรวมของปั๊ม (Total Dynamic Head) **หรือ** Total Discharge Head (TDH) **ของ** Sump RO - Plant

เฮดรวมของปั๊ม (TDH) = เฮดสถิตรวม (Total Static Head) + เฮดความฝืดรวม (Friction Head)

<u>วิธีทำ</u>

ใช้ท่อเหล็กหล่อธรรมดา $\in$ = 0.260 mm.

ขนาดท่อที่ใช้ 4 นิ้ว (ซึ่งมีอยู่แล้ว) D=101.6 mm.

$\in$/D = 0.260/101.6 = 0.0017

$A = \frac{\pi D^2}{4} = (3.14)/4 * (101.6/1000)^2 = 0.008\ m^2$

L = 95 m

<u>การเสียเฮด</u>

7. ที่ปลายท่อดูด = $0.8\ V^2/2g$
8. ข้องอ 90° 5 แห่ง = $5 * 0.26\ V^2/2g = 1.3\ V^2/2g$
9. เช็ควาล์ว = $2.0V^2/2g$
10. Gate Valve = $0.08V^2/2g$
11. ทางออก = $V^2/2g$
12. ในเส้นท่อยาวรวม 90 m = $f * L/D * V^2/2g$

$= f * 90/0.10 * V^2/2g$

$= 900 * f * V^2/2g$

การเสียเฮดความฝืดในระบบท่อรวม

$Hf = (0.8+1.3+2.0+0.08+1.0+900f)\ V^2/2g$

$= (5.18 + 900f)\ V^2/2g$

$$= (5.18 + 900f) \left[\frac{Q}{0.008}\right]^2 * \frac{1}{2 * 9.81}$$

$Hf = 769.38\ (5.18 + 900f\ )\ Q^2$ ---------- (1)

และ TDH = Hf + Hs = Hf + 6 ---------- (2)

Reynolds number, Re = VD/ν

น้ำที่ 30 C^{o} $\nu = 0.803 \times 10^{-6}\ m^2/s$

ดังนั้น $Re = \left[\frac{Q}{0.008}\right] \times \left[\frac{0.10}{0.803 \times 10^{-6}}\right]$

$Re = 1.55 \times 10^{7}\ Q$ ---------- (3)

การคำนวณค่า Re เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด f และการสูญเสียพลังงานในระบบท่อรวมสำหรับค่า Q ขนาดต่างๆ ได้แสดงไว้ในตาราง

$Q\ (m^3/s)$	$Re = 1.55 \times 10^{7} Q$	f	$Hf = 769.38(5.18 + 900f)Q^2$	TDH = Hf + 6 เมตร
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	0	-	0	6.00
0.02	3.1×10^{5}	0.0215	7.55	13.55
0.04	6.2×10^{5}	0.0210	29.64	35.64
0.06	9.3×10^{5}	0.0208	66.20	72.20
0.08	1.24×10^{6}	0.0206	116.80	122.80
0.10	1.55×10^{6}	0.0206	182.50	188.50
0.12	1.86×10^{6}	0.0206	262.80	268.80

ต้องทำการ Interpulate ค่าในตารางเพื่อหา TDH

ค่า $Q = 0.0069\ m^3/s$

$(0.0069 - 0) / (0.02 - 0) = (x - 6) / (13.55 - 6)$

$= 5.60$ m

เพราะฉะนั้น ค่า TDH ที่ได้มีค่าเท่ากับ 8.60 เมตร

แสดงการคำนวณหาขนาดท่อของ Sump หน้า RO – Plant

น้ำระบายจาก RO – Plant มีอัตราการไหล = 25 m^3/hr

$$\left[\frac{25\ m^3}{Hr}\right] \times \left[\frac{1000\ l}{1\ m^3}\right] \times \left[\frac{0.0353\ ft^3}{1\ l}\right] \times \left[\frac{1\ hr}{3{,}600\ sec}\right] = 0.245\ ft^3/sec$$

จากสมการ $D^5 = \frac{8\ fLQ^2}{\pi^2 g.hf}$

โดยให้มีการเสียเฮดได้ไม่เกิน 20 ฟุตต่อ 1000 ฟุต

สมมุติ f = 0.02 แล้วแทนค่าในสูตรข้างบนจะได้

$$D^5 = \frac{8 \times 0.02 \times 1.000 \times (0.0245)^2}{\pi^2 \times 32.2 \times 20}$$

D = 0.273 ft

$A = \pi/4 \times (0.273)^2 = 0.058\ ft^2$

V = 0.245/0.058 = 4.19 ft/sec

น้ำที่ระบายจาก RO มีอุณหภูมิ 30 C^o

$Re = VD/\nu$

$= 4.19 \times 0.273 / 0.864 \times 10^5$

$= 1.32 \times 10^5$

$\in/D = 0.00085/0.273 = 0.0031$

จาก Moody Diagram

f = 0.026 (ไม่ตรงกับค่าที่สมมุติไว้)

คำนวณใหม่โดยใช้ f = 0.026

$$D^5 = \frac{8 \times 0.026 \times 1000 \times 0.06}{\pi^2 \times 32.2 \times 20}$$

D = 0.287

$A = \pi/4\ (0.287)^2 = 0.065\ ft^2$

V = 0.245/0.065 = 3.775 ft/sec

$$Re = 3.775 \times 0.287/0.864 \times 10^{-5}$$

$$\in/D = 0.00085/0.287 = 2.96 \times 10^{-3} = 0.00296$$

จาก Moody Diagram จะได้

f = 0.026 (ใช้ได้)

ดังนั้นท่อที่ต้องการ = 0.287 x 12 = 3.444 นิ้ว

เลือกใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว

การออกแบบบ่อสูบของ RO – Plant

อัตราการสูบสูงสุดเข้ามาบ่อพักระบายน้ำเท่ากับ 25 ลบ.เมตรต่อชั่วโมง อัตราการสูบของปั๊มที่ใช้ระบายน้ำเท่ากับ 38 ลบ.เมตรต่อชั่วโมง ถ้าต้องการใช้ปั๊มทำงานชั่วโมงละไม่เกิน 3 ครั้ง ในการก่อสร้างบ่อพักของ RO – Plant เลือกใช้ปั๊มทำงานโดย อาศัยสวิทช์ทุ่นลอยลอย

วิธีทำ

จากสมการ

$$V = \left[1.0 - \frac{Qf}{Qp}\right] . Qf . T$$

$$= (1.0 - 25/38) \times 25 \times 1/3 = 2.85\ m^3$$

ดังนั้นปริมาตรเท่ากับ 2.85 m^3

ในขณะที่ปั๊มทำงาน อัตราการไหลออกสุทธิจากบ่อสูบ = Qp – Qf

$$= 38 - 25 = 13\ m^3/hr$$

ระยะเวลาที่ปั๊มทำงานแต่ละครั้ง $= \frac{V}{(Qp - Qf)}$

$$= 2.85/13 \times 60 = 13.15\ min$$

ดังนั้นระยะเวลาที่ปั๊มทำงาน = 13.15 นาที

หาความลึกต่ำสุดที่ปลายท่อดูด

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของปากแตร} = \frac{\pi}{4}\left[\frac{150}{1,000}\right] = 0.0177 \ m^2$$

ความเร็วของการไหลผ่านปากแตร = Q/A = 38/(0.0177 x 60 x 60) = 0.596 m/s

= 0.596 x 3.28 = 1.956 ft/s

ค่ามาตรฐานความลึกต่ำสุดของท่อดูด = 1 ฟุต = 0.3048 m

ความสูงจากปากดูดจากก้นบ่อสูบ (ต่ำสุด) = D/2 = 150/2

= 75 mm. หรือ 0.075 เมตร (ใช้ 0.09 เมตร)

ดังนั้น ความลึกต่ำสุดของพื้นบ่อสูบจากระดับน้ำต่ำสุด

= 0.31 + 0.09

= 0.4 เมตร

ปริมาตรของน้ำที่ต้องสูบออก = 2.85 m^3

สมมุติว่าใช้ท่อขนาดบ่อ = 1.5 x 2

ความลึกของน้ำที่ต้องสูบ = 2.85 / 3 = 0.95

= 0.95 เมตรใช้ 1 m

ดังนั้นบ่อสูบมีรายละเอียดดังนี้

1) ขนาดบ่อกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร
2) ระดับน้ำต่ำสุดอยู่สูงกว่าก้นบ่อ 0.4 เมตร
3) ระดับน้ำสูงสุดอยู่สูงกว่าก้นบ่อ 1.4 เมตร และอยู่ต่ำจากปากบ่อ 0.6

ปลายท่อดูดสูงกว่าก้นบ่อ 0.09 เมตร แต่ถ้าทำได้ควรให้สูงกว่านี้ โดยการลดระดับพื้นก้นบ่อลงอีก เพื่อป้องกันตะกอนที่พื้นไหลตามน้ำเข้าไปท่อดูดได้ง่าย (เลือกใช้ 0.15 เมตร)

ภาคผนวก ข

➢ วิธีการวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำ

▪ การวิเคราะห์หาค่า pH

ข้อที่ควรคำนึงในการใช้งาน มีดังนี้

1. Sample ที่ใช้อย่างน้อยที่สุดต้องไม่ต่ำกว่า 50 ml.
2. อุณหภูมิของ Sample ที่จะวัด ควรอยู่ระหว่าง 20 C° – 30 C°
3. ก่อนที่จะทำการวัด ควร Calibrated เครื่องด้วย pH Buffer Solution เสียก่อน ไม่ว่าจะเป็น pH Buffer 4.0, 7.0 หรือ 10.0 ภายหลังจากการวิเคราะห์ ต้องล้าง Electrode ด้วยน้ำกลั่นกลายๆครั้ง ข้อระวังข้อหนึ่ง ก็คือ ถ้าใช้ Electrode วัด Sample ที่เป็นกรดมากๆ (pH < 4.0) หรือที่ pH เป็นด่างมากๆ (pH>10) ควรยิ่งต้องล้าง electrode ด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่า electrode สะอาดดีแล้ว ต้องทดลองวัด electrode นั้นในน้ำกลั่นเสียก่อน ถ้า pH อ่านได้ < 5.5 หรือ > 7.5 แสดงว่า electrode นั้นยังไม่สะอาดพอ ต้องล้างด้วยน้ำกลั่นต่อไปอีก จนกระทั่งเมื่อนำมาวัด pH ของน้ำกลั่นแล้ว อ่านค่าได้ระหว่าง 5.5 – 7.5 จึงจะแสดงว่า electrode นั้นสะอาดดี เหมาะสำหรับจะใช้งานต่อไป
4. เมื่อใช้งานเสร็จแล้ว Switch จะต้องอยู่ที่ Standby เสมอ และ electrode จะต้องแช่อยู่ในน้ำกลั่นตลอดเวลาเมื่อหยุดใช้งาน
5. Standard Buffer ต้องเลือกใช้งานให้ใกล้เคียงกับ Sample ที่จะวัด

   Sample ที่มี pH 5.5 ควรปรับด้วย Standard Buffer 4

   Sample ที่มี pH 8.5 ควรปรับด้วย Standard Buffer 10

▪ การวิเคราะห์หาค่า Total Alkalinity

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 10 ml.ใส่ลงบีเกอร์ขนาด 50 ml.

2) เติม Phenolphthalein Indicator 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3) ถ้าน้ำตัวอย่างเกิดสีชมพู ให้นำมาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.01 N H_2SO_4 จนเปลี่ยนเป็นสีชมพู

4) เติม Brom – Cresol Green Methyl Red Indicator 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากันจะเกิดสีฟ้าขึ้น

5) นำมาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.01 N H_2SO_4 จนเปลี่ยนเป็นสีชมพู

6) จนปริมาณของสารละลายมาตรฐานในการไตเตรททั้งหมด

Total Alkalinity = ml. ของ 0.01 N. H_2SO_4 x 50

- **การวิเคราะห์หาค่า Ca – Hardness**

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 10 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.

2) เติม Ca – Hardness No1. จำนวน 5 ml.

3) เติม Ca – Hardness Indicator ประมาณ 5-6 เกล็ด เขย่าให้เข้ากันจะให้สีแดง จนถึงสีม่วงน้ำเงิน

4) นำมาไตเตรทด้วย Total Hardness No.2 Solution จนถึงจุดยุติให้สีน้ำเงินสด

5) จดปริมาณของ Total Hardness No.2 ที่ใช้ในการไตเตรท

ppm. ของ Ca – Hardness = 100 x ml. ของ Total Hardness No2

- **การวิเคราะห์ Total Hardness**

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 10 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml

2) เติม Solution Total Hardness No.1 จำนวน 5 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3) หยด Erichrome Black T indicator จำนวน 1 หยด เขย่าให้เข้ากัน

4) ถ้าเกิดเป็นสีชมพูให้นำมาไตเตรทด้วย Solution Total Hardness No.2 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

5) จดปริมาตรของสารละลาย Total Hardness No.2 ที่ใช้

ppm. ของ Total Hardness = 100 x ml. Solution Total Hardness No.2

- **การวิเคราะห์หาค่า COND**

1) เปิดเครื่องจากปุ่ม Start ของเครื่องวัดค่ากระแสไฟฟ้า

2) Sample ที่ใช้อย่างน้อยต้องไม่ต่ำกว่า 50 m

3) จุ่มหัววัดค่ากระแสไฟฟ้าลงใน Sample

4) รอให้ค่านิ่ง แล้วอ่านค่าที่ได้ตามต้องการ

- **การวิเคราะห์หาค่าซัลเฟต (SO_4) Range > 5 ppm**

Sample Treatment

1) ถ้าน้ำขุ่นให้กรองด้วยกระดาษเบอร์ 44

2) ถ้าหลังจากกรองน้ำยังมีสีขุ่นมัว (Cloudy) ให้ใช้น้ำตัวอย่างเป็น Blank โดยยกเว้นการเติม $BaCl_2$

3) ถ้าน้ำตัวอย่างเป็นกรด หรือเป็นด่างมากเกินไปให้ Neutralize ด้วย กรด หรือด่าง จนมี pH อยู่ระหว่าง 4 - 5

4) ถ้าน้ำตัวอย่างมี Polyphosphate > 1 ppm จะต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ Or – Phosphate เสียก่อนโดยทำดังนี้

4.1) ตวงน้ำ 100 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ และตวงน้ำกลั่น 100 ml ใส่ลงในบีกเกอร์อีก เพื่อทำ Blank

4.2) ต้มเป็นเวลา 30 นาที ปล่อยให้เย็นแล้ว Neutralize ด้วย NaOH จน pH ประมาณ 4 – 5

4.3) เทน้ำตัวอย่างลงในกระบอกตวงแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปใช้เป็นน้ำตัวอย่าง

Sample Analysis

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 100 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ และตวงน้ำกลั่น 100 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ อีกใบ เพื่อทำ Blank
2) เติม 5 ml ของ Conditioning Reagent
3) คนด้วยแท่งแก้ว และใส่ $BaCl_2$ ประมาณ 1 ช้อน (g.)
4) หลังจากเติมแบเรียมคลอไรด์ 1 นาที แล้วหยุดคน และตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
5) นำมาวัด Absorbance ที่ Wave length 420 mm. และใช้ Tube ใหญ่

(ก่อนการวัดต้องคนสารละลายก่อน)

ppm. of Sulfate = Abs. x ค่าคงที่ (จาก Standard Curve)

หมายเหตุ $BaSO_4$ ไม่ Stable ถ้ามีความเข้มข้นมากกว่า 40 ppm ดังนั้นถ้านำน้ำตัวอย่างที่มีซัลเฟตมากกว่า 40 ppm ต้องทำการ Dilute เสียก่อน

❖ การเตรียม Reagent ใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าน้ำ

• การเตรียม Reagent สำหรับวิเคราะห์ Ca – Hardness

Solution No.1 (10% NaOH Solution)

ชั่ง 100 กรัม ของ SODIUM HYDROXIDE (NaOH) AR.GRADE มาละลายใน DEMIN WATER ประมาณ 600 ml คนให้ละลายให้หมดแล้วนำมาปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ใน Volumetric Flask

Solution No.2

ใช้สารละลายเดียวกับ SOLUTION No.2 ของ Total – Hardness

Ca – Hardness Indicator

ชั่ง 1 กรัม ของ CALCONCARBOXYLIC ACID ; AR.GRADE และ 100 กรัม ของ SODIUM CHLORIDE (NaCl) AR.GRADE นำมาผสมและบดให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

- **การเตรียม** Reagent **สำหรับการวิเคราะห์ค่า** Total Alkalinity

P – Alkalinity Indicator (PHENOLPTHALEIN)

ชั่ง 0.5 กรัม ของ PHENOLPTHALEIN (AR.GRADE) นำมาละลายในส่วนผสม 50 ml ของ ISO – PROPYL ALCOHOL (AR.GRADE) และ 20 ml ของ DEMIN WATER

M – Alkalinity Indicator (BROMCRESOL GREEN METHYL RED)

ชั่ง 0.20 กรัม ของ BROMCRESOL GREEN และ 0.04 กรัม ของ METHYL RED นำมาละลายในส่วนผสมของ 80 ml ของ ISO – PROPYL ALCOHOL (AR.GRADE) และ 20 ml ของ DEMIN WATER

STANDARD SOLUTION (0.01 N. OF H_2SO_4)

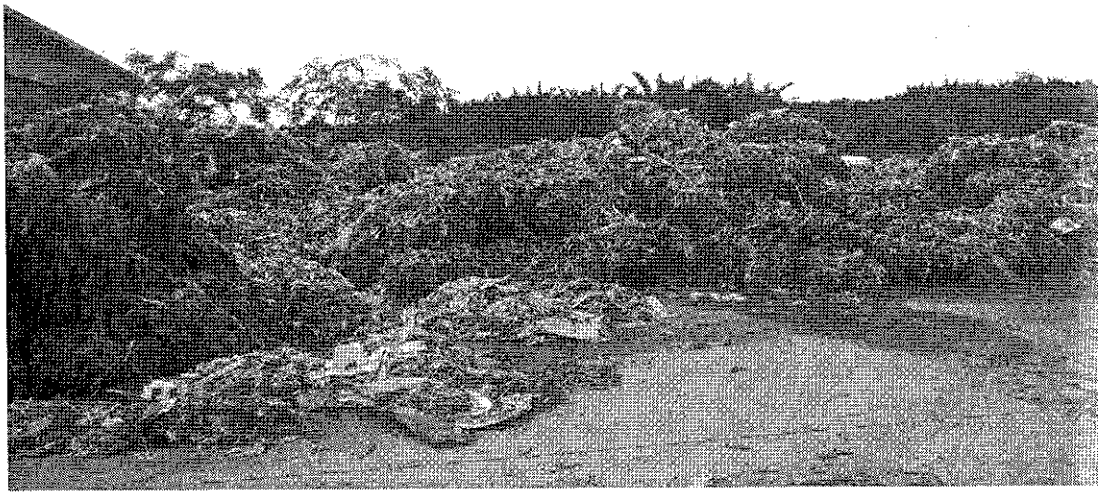
ปิเปต 2.67 ml ของ CONC.SULFURIC ACID (AR.GRADE) ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร ที่มี DEMIN WATER อยู่ประมาณ 600 ml แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้ SOLUTION 0.1 N ของ H_2SO_4 แล้วใช้ Volumetric Pipet ขนาด 100 ml ดูด SOLUTION 0.1 N ของ H_2SO_4 แล้วนำมา STANDARDIZE ด้วย 0.01 N ของ THAM

STANDARD 0.01 N of THAM (THISHYDROXY METHYLAMINOMETHANE)

ชั่ง 5 – 6 กรัม ของ THAM.(AR.GRADE) นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 – 110 C° นาน 1 – 2 ชม. แล้วปล่อยให้เย็นใน DESICATOR แล้วนำมาชั่งละเอียด 1.2114 กรัม แล้วนำมาละลายใน DEMIN WATER และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ใน Volumetric Flask สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกๆ 2 สัปดาห์

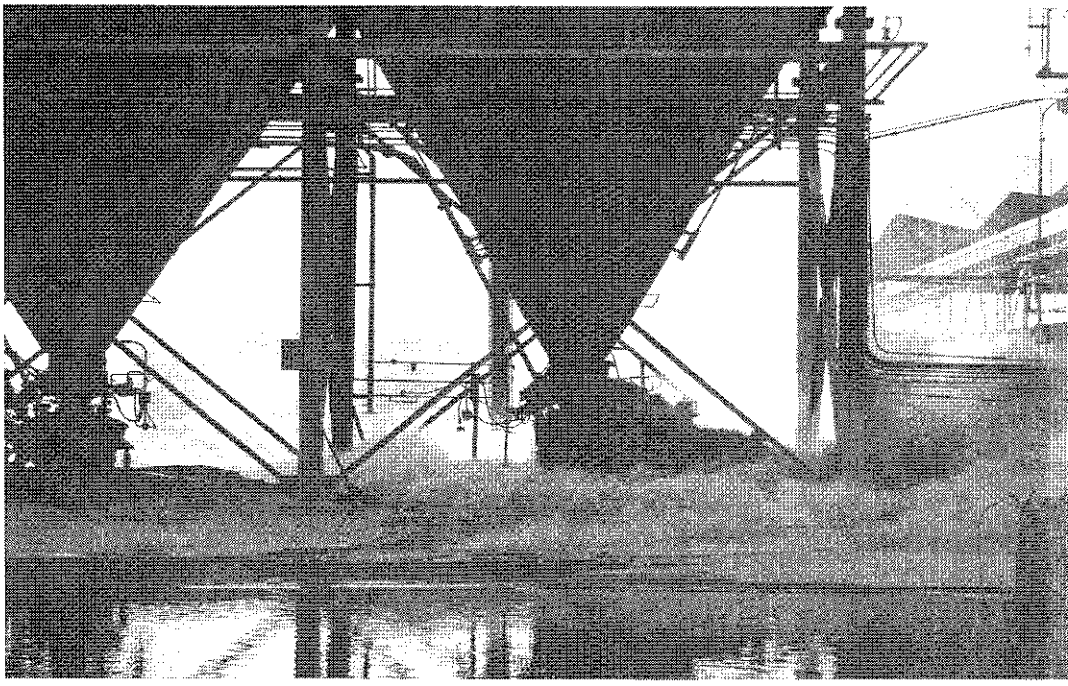
ผสม 0.2098 กรัม ของ NITRILOTRIS (METHYLEIN PHOSPHATE ACID) 50 % AQUEOUS SOLUTION $[(HO)_2(O)PCH_2]_3$ N ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตรแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น (สารละลายนี้อยู่ได้ 6 เดือน)

ภาคผนวก ค

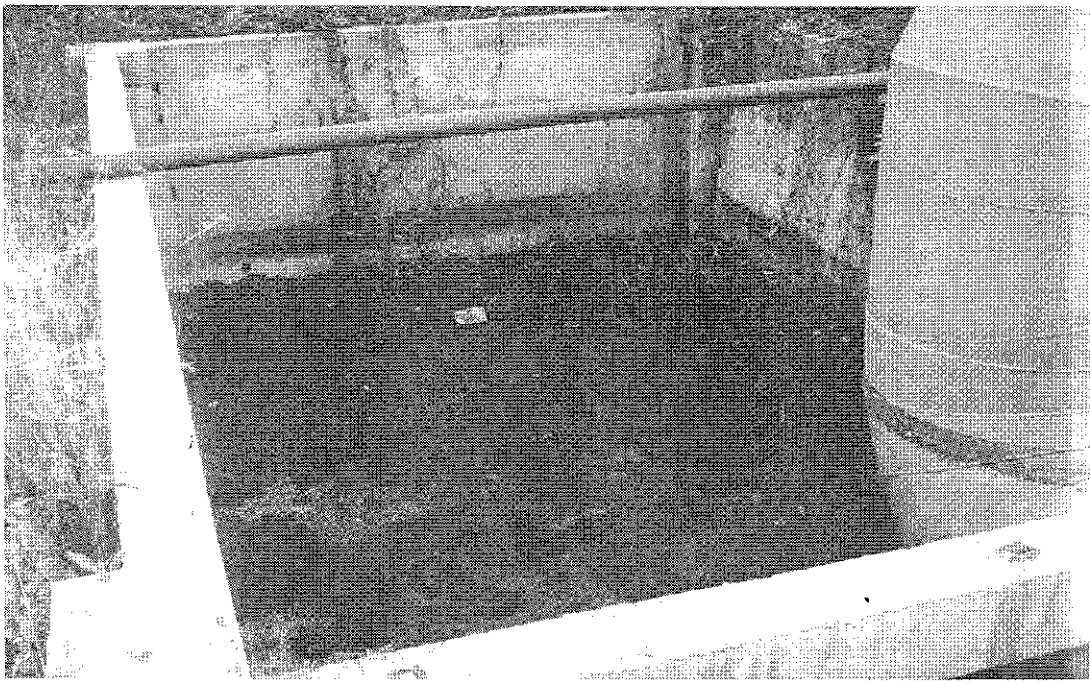


รูปที่ 1 ปัญหาด้านขยะของบริษัท ปัญจพล ไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด

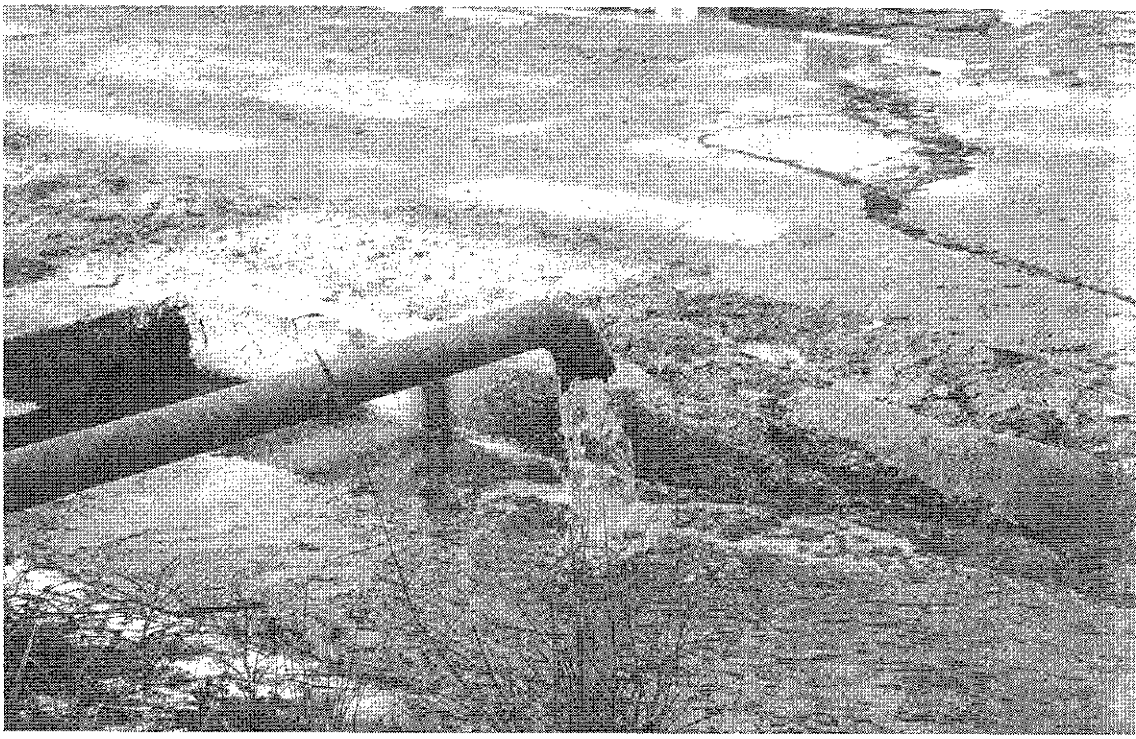
รูปที่ 2 ปัญหาด้านน้ำเสียของบริษัท ปัญจพล ไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด



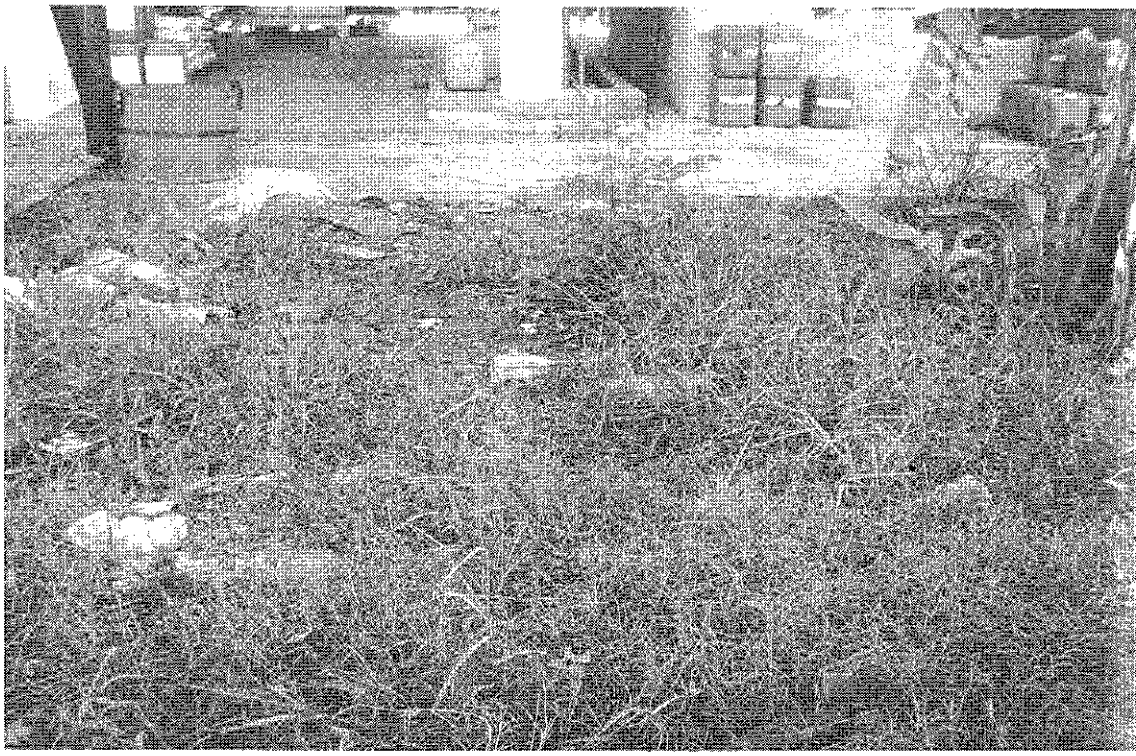
รูปที่ 3 ปัญหาด้านอากาศเสียของบริษัท ปัญจพล ไฟเบอร์คอนเทนเนอร์ จำกัด



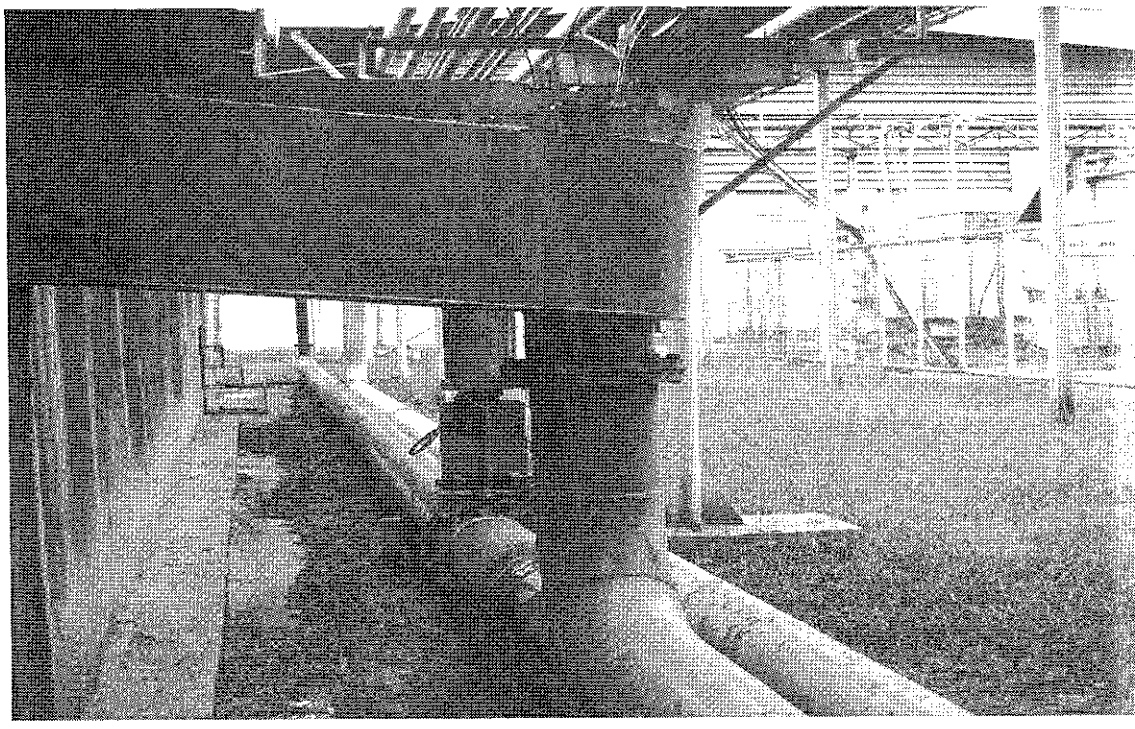
รูปที่ 4 พื้นที่บริเวณกั้นบ่อพัก น้ำระบายทิ้งของ Cooling TG4



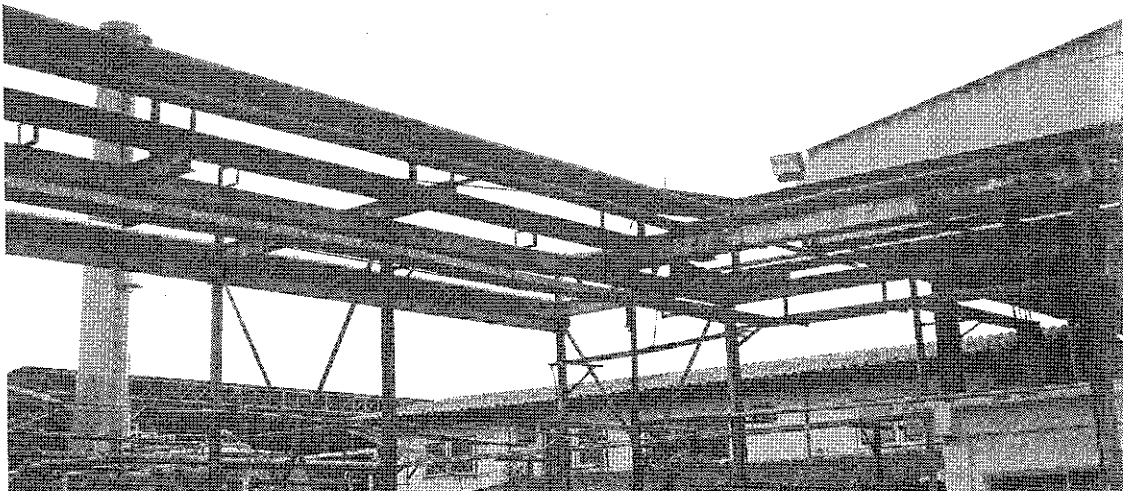
รูปที่ 5 ท่อที่ระบายน้ำทิ้งของ Cooling TG4 ไปตามรางเพื่อเข้าสู่ระบบบำบัด



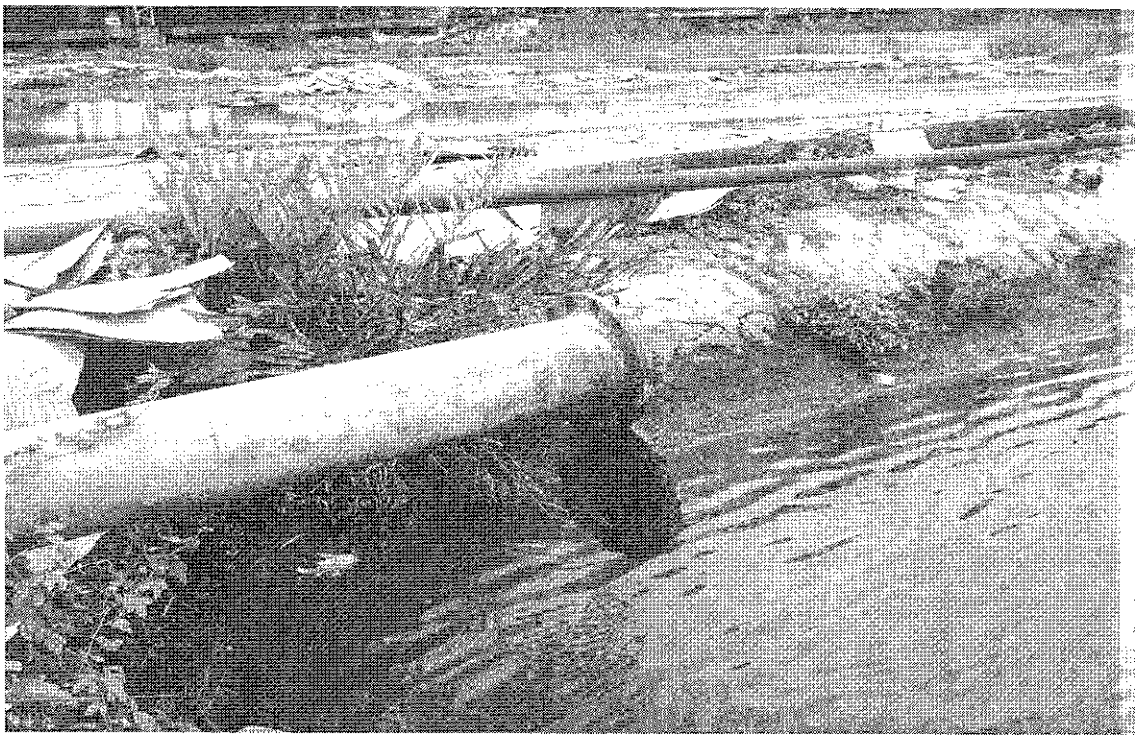
รูปที่ 6 พื้นที่บริเวณที่เสนอให้มีการขุดบ่อพัก น้ำระบายทิ้งของ RO – Plant



รูปที่ 7 บริเวณ Over Flow ของบ่อ Mill Pond2



รูปที่ 8 โครงเหล็กที่ใช้ในการเดินท่อจากบ่อพักน้ำระบายทิ้งของ RO - Plant เข้าสู่ Over Flow ของ Mill Pond2



รูปที่ 9 ท่อที่นำน้ำ Over Flow ของ Mill Pond2 ลงสู่ Mill Pond1