บทที่ ๕

การศึกษาด้านวิศวกรรม

การศึกษาด้านวิศวกรรมเป็นการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพ (Physical aspect) ของโครงการ ซึ่งเกี่ยวข้องในการผลิตโดยตรง เช่น วัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิต พิจารณาหาที่ตั้งโรงงาน แรงงาน ที่ดิน อาคาร แผนการก่อสร้างโรงงาน เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตที่ต้องการ พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น การศึกษาด้านวิศวกรรมนับว่ามีความสำคัญมากในการพิจารณาตัดสินใจลงทุน เพราะหากอุปสรรคทางปัจจัยการผลิตมีอยู่มาก ก็อาจจะทำให้เป็นไปไม่ได้ที่จะลงทุนในโครงการนี้

๕.๑ สถานที่ตั้งโรงงาน

ทำเลที่ตั้งโรงงานมีอิทธิพลต่อด้านการผลิต การตลาด และความคล่องตัวในการดำเนินงาน สถานที่นั้นควรจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินงานน้อยที่สุด จะเห็นว่าในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะเลือกทำเลที่ตั้งตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น อุตสาหกรรมหนักควรจะอยู่ใกล้ทางขนส่ง เป็นต้น

การพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในการจัดตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา ได้วางแนวทางการพิจารณาไว้ ๒ ประการ คือ

๑. ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้ง (Location factors) ที่สำคัญต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมนี้

๒. ทำเลที่ตั้งมีความเหมาะสมสอดคล้องกับปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานดังกล่าวมากน้อยเพียงไร

ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งที่สำคัญต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา

อุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีปัจจัยการเลือกทำเลต่างกัน เช่น อุตสาหกรรมที่วัตถุดิบเป็นของหนักหรือใหญ่มากเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ โรงงานควรจะอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ เช่น โรงงานผลิตกระดาษ โรงงานน้ำตาล หรือถ้าวัตถุดิบที่สำคัญต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ โรงงานควรอยู่ใกล้ท่าเรือ

เพื่อสะดวกในการขนส่ง สำหรับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารานี้ ปัจจัยสำคัญในการเลือกทำเลได้แก่ แหล่งวัตถุดิบ ซึ่งก็คือไม้ยางพารา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการ สามารถเรียงตามลำดับความสำคัญมากน้อยได้ดังนี้

๑. วัตถุดิบ

๒. แหล่งน้ำ

๓. การขนส่ง

๔. ที่ดิน

๕. สาธารณูปโภค

๖. แรงงาน

๗. ตลาดจำหน่าย

๘. สิ่งแวดล้อม

๑. วัตถุดิบ วัตถุดิบหลักที่ใช้ในโครงการนี้คือ ต้นไม้ยางพารา ซึ่งมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ดังนั้นโรงงานในโครงการควรจะตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณที่ปลูกไม้ยางพารามาก ๆ ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและมีความรวดเร็วในการจัดหาวัตถุดิบ

๒. แหล่งน้ำ ในการผลิตเยื่อกระดาษนี้ ปัจจัยที่สำคัญรองมาจากวัตถุดิบก็คือ น้ำ เพราะโรงงานจะต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ดังนั้นโรงงานควรจะตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี ถ้าโรงงานตั้งอยู่ไกลจากแหล่งน้ำแล้ว ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำมาใช้อีกเป็นจำนวนมาก

๓. การขนส่ง ปัจจัยนี้มีความสัมพันธ์กับความใกล้ของแหล่งวัตถุดิบ และความสะดวกในการขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังแหล่งตลาด ในโครงการนี้จะใช้รถบรรทุกขนส่งไม้ยางพารา และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจะขนส่งโดยทางรถไฟ ดังนั้นโรงงานควรจะตั้งอยู่ใกล้กับถนนใหญ่ และทางรถไฟจะประหยัดค่าขนส่งกว่า

๔. ที่ดิน ที่ดินแต่ละแห่งจะมีราคาแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมของที่ดินนั้น ที่ดินที่อยู่ใกล้ตัวเมืองย่อมแพงกว่าที่ดินในชานเมือง การเลือกที่ดินเป็นสถานที่ตั้งโรงงานจะต้องมีขนาดใหญ่พอ

สำหรับสร้างอาคารโรงงาน และที่ทำการอื่น ๆ ของโรงงาน และยังต้องมีที่ดินเหลือพอเพียงที่จะขยายโรงงานในอนาคต มีราคาถูก และค่าใช้จ่ายสำหรับการปรับปรุงสภาพที่ดินให้เหมาะสมสำหรับที่ตั้งโรงงานต่ำ

๕. สาธารณูปโภค ในการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารานี้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตจำนวนมาก ดังนั้นโรงงานควรจะอยู่ใกล้แหล่งจ่ายไฟฟ้า และถ้าเป็นไปได้ ก็ควรจะอยู่ใกล้กับแหล่งผลิตไฟฟ้าของการไฟฟ้าจะเหมาะสมกว่า เพราะโอกาสที่กำลังไฟฟ้าตกและดับจะมีน้อยกว่า

๖. แรงงาน การผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารานี้ จะต้องใช้แรงงานในระดับกรรมกรเป็นจำนวนมาก ดังนั้นโรงงานควรจะตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งที่จะหาแรงงานได้สะดวก นอกจากนี้แล้วจะต้องมีช่างระดับเทคนิคและวิศวกรไว้ควบคุมเครื่องจักร รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในด้านการผลิต

๗. ตลาดจำหน่าย ตลาดส่วนใหญ่ของโครงการนี้อยู่ที่กรุงเทพมหานคร ถ้าโรงงานอยู่ใกล้ตลาดจะเหมาะสมกว่า แต่ในโครงการนี้จะเป็นไปไม่ได้ เพราะเมื่อเปรียบเทียบความสะดวกในการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้ว การขนส่งวัตถุดิบจะลำบากกว่า เมื่อเป็นเช่นนี้โรงงานนี้ก็ควรจะตั้งอยู่ใกล้เส้นทางการขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังแหล่งตลาดจะเหมาะสมกว่า

๘. สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งได้แก่ สถานีตำรวจ สถานีตำรวจดับเพลิง โรงพยาบาล เป็นต้น โรงงานที่อยู่ใกล้สถานีตำรวจและตำรวจดับเพลิงนี้ ตำรวจก็สามารถปกป้องพนักงาน ทรัพย์สินของโรงงาน และอัคคีภัยที่เกิดกับโรงงานได้ ถ้าอยู่ใกล้โรงพยาบาลก็จะสะดวกเมื่อพนักงานเจ็บป่วยหรือเกิดอุบัติเหตุ แต่ถ้าอยู่ใกล้ย่านชุมนุมชนก็จะต้องระวังเรื่องมลภาวะและกฎหมายผังเมือง สำหรับโรงงานในโครงการนี้จะไม่มีปัญหาเรื่องมลภาวะ เพราะทางโรงงานมีระบบกำจัดน้ำเสีย เป็นต้น

การพิจารณาว่าทำเลที่เลือกมีความเหมาะสมสอดคล้องกับปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

ในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา จะพิจารณาเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระหว่างทำเล ๒ แห่ง ในจังหวัดสงขลา และยะลา ทำเลทั้ง ๒ แห่ง ได้แก่

ก. ทำเลที่ตั้งใกล้แม่น้ำอู่ตะเภา ช่วงระหว่างถนนเพชรเกษมกับทางรถไฟ ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ดังแสดงในภาคผนวกที่ จ. ๑

ข. ทำเลที่ตั้งใกล้แม่น้ำปัตตานี ช่วงระหว่างถนนเพชรเกษมกับทางรถไฟ ต.สะเต็ง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา ดังแสดงในภาคผนวกที่ จ. ๑

การพิจารณาเปรียบเทียบทำเลที่ตั้งทั้ง ๒ แห่งนี้ จะใช้วิธีกำหนดความสำคัญให้กับปัจจัยต่าง ๆ ด้วยคะแนนเต็มมากน้อยต่างกัน และในการพิจารณาแต่ละทำเลจะต้องให้คะแนนตามความเหมาะสมกับปัจจัยเหล่านั้น คะแนนแบ่งออกเป็น ๕ ระดับ คือ

๘๑ - ๑๐๐	คะแนน	ดีมาก
๖๑ - ๘๐	"	ดี
๔๑ - ๖๐	"	พอใช้
๒๑ - ๔๐	"	ผ่าน
๐ - ๒๐	"	เลว

จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าทำเล ก. มีความเหมาะสมต่อปัจจัยการเลือกทำเลที่สุด ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ จ. ๒ อย่างไรก็ตามในการพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโดยวิธีการให้คะแนนแก่ปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าว ถือเป็นเพียงแนวทางในขั้นแรกเท่านั้น แต่ในการตัดสินใจขั้นสุดท้ายจะทำการพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโดยใช้วิธีเปรียบเทียบความเหมาะสมในด้านเงินลงทุนและต้นทุนการผลิตของทำเลทั้งสองแห่ง

ตารางที่ ๕.๑

สรุปการเปรียบเทียบความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งโรงงาน

ปัจจัยการเลือกทำเล	คะแนน	ผลการวิเคราะห์	
		ทำเล ก	ทำเล ข
๑. วัตถุดิบ	๑๐๐	๙๐	๘๙
๒. แหล่งน้ำ	๑๐๐	๙๐	๙๘
๓. การขนส่ง	๑๐๐	๙๑	๘๗
๔. ที่ดิน	๘๐	๖๙	๗๓
๕. สาธารณูปโภค	๘๐	๗๔	๖๗
๖. แรงงาน	๘๐	๖๘	๖๔
๗. ตลาดจำหน่าย	๕๐	๔๕	๔๐
๘. สิ่งแวดล้อม	๕๐	๔๕	๔๒
รวม	๖๔๐	๕๗๒	๕๖๐

๕.๒ กรรมวิธีการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา

ในพืชต่าง ๆ นั้น มีโครงสร้างประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) ที่เป็นเส้นใย (fiber) ก่อตัวเป็นลำต้น มีลิกนิน (lignin) ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกาวประสานเส้นใยให้เกาะตัวกันอยู่ได้ ถ้าสามารถทำให้ลิกนินละลายได้ เส้นใยก็จะหลุดออกจากกันนำไปใช้ผลิตกระดาษได้ เส้นใยเหล่านี้ในทางอุตสาหกรรมกระดาษเรียกว่า เยื่อ (Pulp) ถ้าเป็นเยื่อจากไม้ยางพาราก็เรียกว่า Rubberwood Pulp

โดยทั่วไปกรรมวิธีการผลิตเยื่อกระดาษ สามารถแบ่งได้เป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ คือ [๑๐]

ก. ขบวนการเชิงกล

วิธีนี้ทำโดยการบังคับให้ท่อนไม้ถูกบีบอัดเข้าไปในหินโม่ซึ่งมีน้ำอยู่ ทำการบดไม้ให้ออกมาเป็นเยื่อ ท่อนไม้จะถูกจับให้ติดอยู่กับผนังที่หยาบของหินที่หมุนอยู่จนกระทั่งไม้ถูกบดออกมาเป็นเยื่อ น้ำที่อยู่ภายในจะคอยช่วยทำให้หินมีอุณหภูมิเย็นอยู่เสมอ อีกทั้งยังช่วยหล่อลื่นผิวสัมผัสและชะล้างเยื่อออกไป โดยทั่วไป เยื่อไม้บดจะแบ่งออกเป็นเกรด (grade) ต่าง ๆ ตามชนิดของกระดาษที่จะนำไปใช้ เช่นเกรดกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษแข็ง หรือกระดาษชำระ เป็นต้น

ขบวนการเชิงกลอีกวิธีหนึ่ง ทำโดยการลดขนาดของชิ้นไม้ให้มีขนาดเล็กกว่าแบบแรก แล้วจึงผ่านเข้าไปในจานหมุนเดี่ยวหรือจานหมุนคู่ ทำการบดให้เป็นเยื่อไม้ การใช้ชิ้นไม้หรือขี้เลื่อยแทนที่จะใช้ท่อนไม้ เป็นข้อได้เปรียบของวิธีนี้ และเป็นการประหยัดกว่าด้วย

ข. ขบวนการกึ่งเคมีหรือกึ่งกล

วิธีกึ่งเคมีนี้เป็นขบวนการ ๒ ขั้นตอน โดยขั้นแรกจะใช้วิธีเคมีอย่างอ่อนมาทำให้ชิ้นไม้อ่อนตัวลง จนทำให้แรงยึดเกาะระหว่างเซลน้อยลง เนื่องจากสารเคมีจะไปละลายสาร hemi - cellulose และ lignin ออก หลังจากนั้นจึงไปใช้วิธีกลแยกเยื่อต่อไป ส่วนวิธีกึ่งกลนั้น เป็นวิธีที่คล้ายกัน แต่จะใช้สารเคมีที่อ่อนกว่า แล้วจึงไปเน้นหนักในวิธีกลอีกขั้นตอนหนึ่ง

การผลิตเยื่อกระดาษทั้งสองวิธีนี้ จะทำให้เยื่อที่ได้ขาดหรือแตกเป็นบางส่วน เยื่อที่ได้โดยวิธีกึ่งเคมีจะมี yield อยู่ในช่วงร้อยละ ๖๐ - ๘๐ ส่วนวิธีกึ่งกลนั้นจะให้ yield อยู่ในช่วงร้อยละ ๘๕ - ๙๕ แต่การผลิตเยื่อโดยวิธีกึ่งกลนี้จะยังคงมีสาร lignin อยู่เกือบเท่าเดิม ในขณะที่วิธีกึ่งเคมีนั้นจะทำให้สาร lignin ลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ ๕๐ ของสาร lignin ที่พบในไม้เนื้อแข็ง

ในทางการค้า การผลิตเยื่อโดยวิธีกึ่งเคมี อาจทำการลดต้นทุนการผลิตลงได้ เช่น การลดระยะเวลาการต้มเยื่อ อุณหภูมิ หรือปริมาณสารเคมีที่ใช้ โดยนำวิธีการที่ทันสมัยเข้ามาใช้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่ม yiled ให้สูงขึ้น โดยเยื่อที่ได้เหมาะสำหรับทำกระดาษแข็ง และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติค่อนข้างเด่น

ค. ขบวนการทางเคมี

ขบวนการทางเคมีจะรวมวิธีการทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเยื่อ สารในไม้ซึ่งประกอบด้วยเส้นใย cellulose จะถูกนำมาต้มกับน้ำยาเคมี ขบวนการนี้จะสำคัญอยู่ที่การต้มไม้ซึ่งอยู่ในรูปชิ้นไม้เล็ก ๆ ในถังที่มีความดัน เรียกว่า Digester ในสภาวะที่ควบคุมทั้งอุณหภูมิ ความดัน และเวลา โดยมีสารละลายที่ประกอบด้วยสารเคมีเป็นส่วนใหญ่

จุดประสงค์ของการต้มและย่อยเยื่อก็เพื่อ ให้มีการละลายสารที่เป็นตัวยึดเกาะ cell ทำให้เหลือเยื่ออยู่ภายในเท่านั้น ขบวนการทางเคมีนี้ยังสามารถแบ่งย่อยออกไปตามวิธีการต้ม ดังนี้คือ

ค. ๑ Acid Process ซึ่งจะแบ่งย่อยออกไปเป็น

- Mineral Acid
- Sulphite

ค. ๒ Alkaline Process แบ่งย่อยเป็น

- Soda Process
- Sulphate Process

ค. ๑ Acid Process

- Mineral Acid ขบวนการนี้จะให้ผลน้อย และมีการใช้ที่จำกัด สารเคมีที่ใช้ต้มเยื่อ คือ Nitric acid และกรดอื่น ๆ เกรดของเยื่อที่ผลิตได้จะเป็นพวก dissolving grade ที่เหมาะสำหรับใช้ทำ rayon และเยื่ออื่น ๆ

- Sulphite Process โดยทั่ว ๆ ไป น้ำยาต้มเยื่อที่ใช้ในวิธีนี้ จะใช้สารละลายของ Calcium bisulphite โดยให้มี Sulphur dioxide ที่มากเกินพอ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่า Calcium base Sulphite ส่วนองค์ประกอบของสารอื่น ๆ ที่ต้องใช้คือ Magnesium, Ammonium และ Sodium base การเลือก base จะต้องดูจากลักษณะของวัตถุดิบที่จะนำมา

ผลิตเยื่อและเยื่อที่ต้องการผลิต และความจำเป็นในการดึงเอาสารเคมีกลับ คืนมาจากน้ำต้มเยื่อที่ใช้แล้ว วิธีนี้เหมาะกับพวกไม้เนื้ออ่อน แต่จะใช้ไม่ได้กับเศษไม้ทางการเกษตรหรือหญ้า ในวิธีนี้ชิ้นไม้จะถูกต้มในอุณหภูมิและความดันสูง โดยมี bisulphite cooking liguor ที่มี pH เป็นกรด

ตามปกติแล้ว ประโยชน์ของวิธีนี้คือ ให้เยื่อที่มีความขาวสูงกว่าเยื่อที่ผลิตโดยวิธีอื่นในบรรดาเยื่อไม่ฟอกด้วยกัน และให้ yield ที่สูงกว่าไม่ว่าจะใช้วิธี delignification แบบใด ส่วนข้อเสียก็คือ จะให้เยื่อที่มีความแข็งแรง (Strength) ต่ำกว่าเยื่อที่ได้จากวิธี Alkaline Sulphate process และมีปัญหามลภาวะ ซึ่งจะตามมาเนื่องจากการไม่สามารถดึงเอาสารเคมีที่ใช้กลับคืนมาได้

ค. ๒ Alkaline Process

ในวิธีนี้ ชิ้นไม้จะถูกต้มด้วยสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ในการต้มเยื่อโดยสารละลายที่เป็นด่างนี้ สารเคมีที่ใช้ต้มเยื่อจะถูกดึง (recover) กลับคืนมา และจะเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด ทั้งยังไม่ทำให้เกิดปัญหามลภาวะมากนัก วิธีนี้สามารถแบ่งย่อยออกเป็น ๒ แบบ คือ

-Soda Process วิธีนี้เป็นวิธีดั้งเดิมของ Alkaline process สารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อ คือ Sodium Hydroxide วิธีนี้เหมาะสำหรับต้มเยื่อไม้ที่มีขนาดไม่ยาวนัก เช่น สารเหลือจากการเกษตร หญ้า ฯลฯ ในวิธีนี้ ชิ้นไม้จะถูกต้มใน digestor ที่มีอุณหภูมิและความดันสูง และมี pH เป็นด่าง เยื่อที่ได้จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเยื่อที่ได้จาก alkaline sulphate process แต่สามารถฟอกขาวได้ง่าย และใช้ในการทำกระดาษพิมพ์-เขียน ที่มีคุณภาพดี สารเคมีที่ใช้ต้มเยื่อนี้ส่วนใหญ่สามารถดึงกลับมาใช้ใหม่ได้

-Sulphate Process ในกระบวนการ Sulphate หรือ Kraft นี้ จะใช้สารผสมของ Sulphide และ Sodium Hydroxide ในการต้มเยื่อ สาร Sulphide จะช่วยเร่งการย่อย lignin ออกมา ทำให้ชิ้นไม้สัมผัสถูกกับด่างที่ร้อน ซึ่งใช้เวลาในการต้มเยื่อน้อยกว่ากรรมวิธีแบบ Soda ทำให้ได้เยื่อที่มีความแข็งแรง (Strength) ดีกว่าแบบ Soda กรรมวิธีแบบ Sulphate เหมาะกับการผลิตเยื่อจากไม้ทุกประเภท หญ้า หรือ ของเหลือจากผลิตภัณฑ์การเกษตรอื่น ๆ สารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อก็สามารถดึงกลับมาใช้ใหม่ได้ ดังนั้นวิธีนี้จะช่วยให้มีการประหยัดอย่างมากในแง่ของสารเคมี เยื่อที่ผลิตได้จะแข็งแรงและฟอกขาวได้ง่าย เยื่อที่ยังไม่ฟอกจะสามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษ Kraft กระดาษห่อของ ฯลฯ ส่วนเยื่อที่ฟอกขาวแล้ว สามารถนำไป

ใช้ทำกระดาษได้หลายประเภท และกระดาษที่มีคุณภาพดีชนิดอื่น ๆ

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น โรงงานตามโครงการนี้จะใช้ขบวนการทางเคมีในการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา โดยเลือกกรรมวิธีการผลิตแบบ Sulphate Process (ดูภาพที่ ๓ และภาพที่ ๔ ประกอบ) ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. การตัดไม้ให้เป็นชิ้นย่อย และ ล้างไม้

๒. การต้ม ย่อย และละลายสารยึดเยื่อ

๓. การล้างเยื่อ

๔. การกรอง และการทำความสอาด

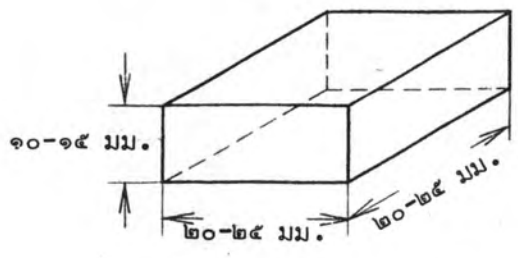
๕. การฟอกขาว

๖. การล้างเยื่อฟอกให้สอาดอีกครั้งหนึ่ง

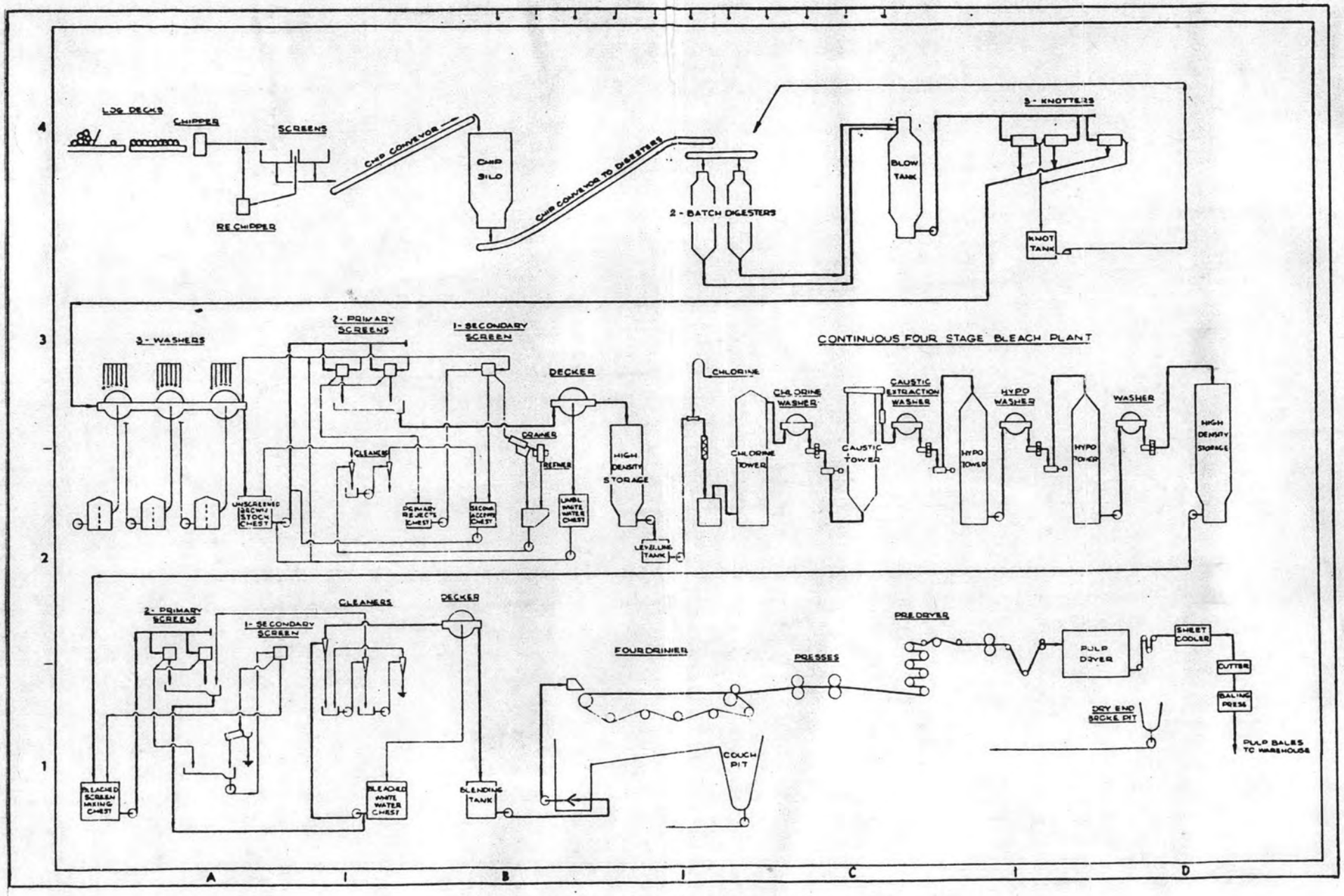
๗. การทำเยื่อให้แห้ง

ขั้นตอนที่ ๑ การตัดไม้ให้เป็นชิ้นย่อย และล้างไม้

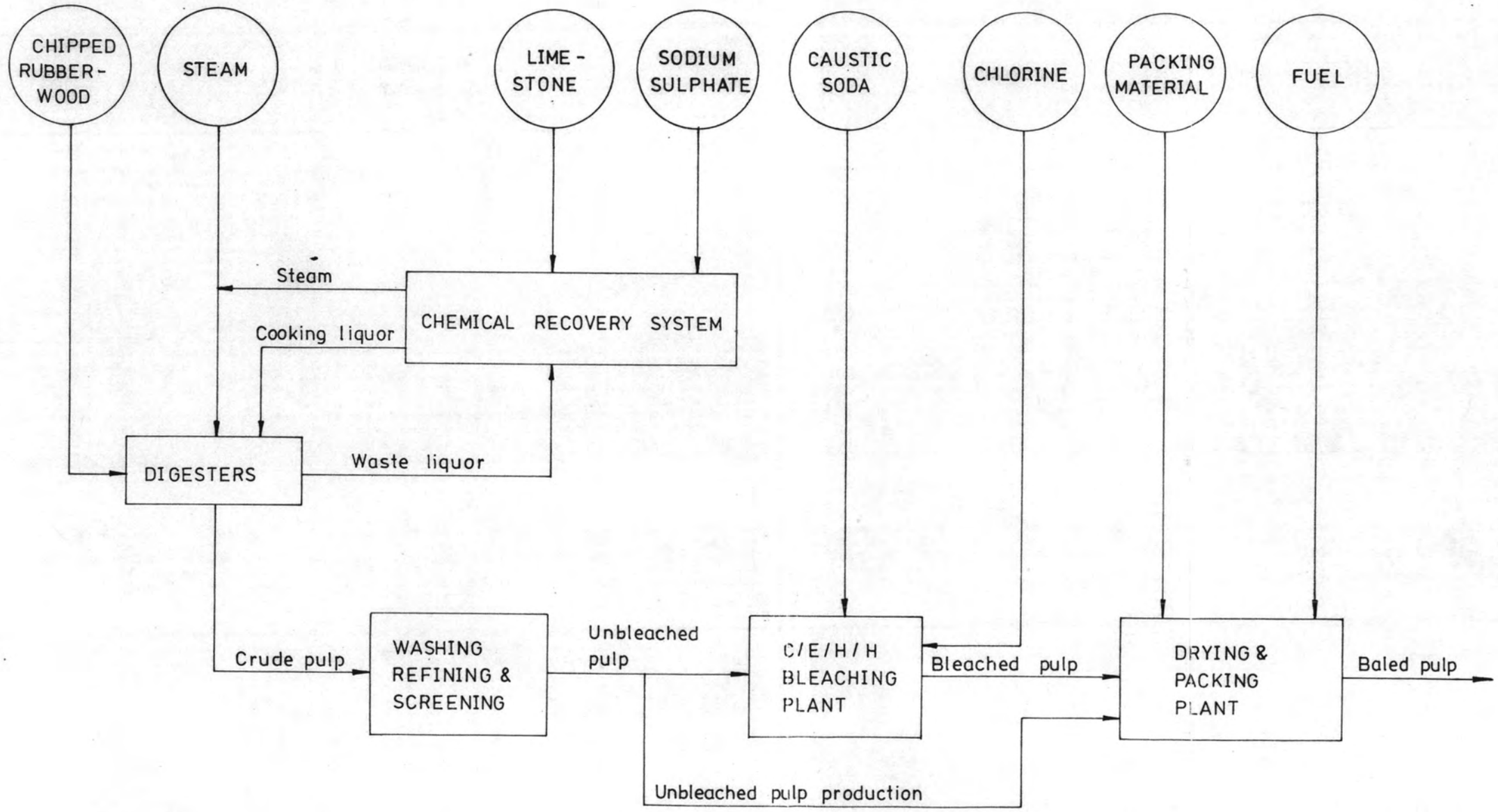
ในกระบวนการนี้ ไม้ที่ได้รับการขนส่งมาจะต้องผ่านการตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อน ทั้งนี้เพื่อให้ Cooking liguor ซึ่งเป็นสารละลายของ Sodium Hydroxide และ Sodium Sulfide และสารเคมีอื่น ๆ สามารถแทรกซึมเข้าไปถึงได้ วิธีการนี้จะช่วยให้การย่อยสลายสารยึดเกาะของเยื่อไม้ต่าง ๆ ละลายออกมา การตัดชิ้นไม้จะต้องตัดให้ได้ขนาดสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิด Overcook และ Undercook หลังจากที่ผ่านการต้มในหม้อต้มเยื่อ ขนาดของชิ้นไม้ที่เหมาะสมควรจะมีขนาด กว้าง ๒๐ - ๒๕ ม.ม. ยาว ๒๐ - ๒๕ ม.ม. และหนา ๑๐ - ๑๕ ม.ม. ดังภาพที่ ๕



ภาพที่ ๕ แสดงขนาดของชิ้นไม้ที่จะใช้ในการต้มเยื่อ



ภาพที่ ๓ แสดงขบวนการผลิตเยื่อเคมีฟอกขาวโดยกรรมวิธีซัลเฟต



ภาพที่ ๔ ผังงานแสดงขบวนการผลิตเยื่อเคมีฟอกขาวโดยกรรมวิธีซัลเฟต

ดังนั้น ชิ้นไม้ที่ได้จากเครื่องตัดไม้ (chipper) จะต้องนำไปผ่านตะแกรงเพื่อคัดขนาด ชิ้นไม้ที่มีขนาดใหญ่เกินไป ก็จะนำกลับไปตัดใหม่ให้ได้ขนาด (rechipper) ส่วนพวกที่เล็กเกินไป ก็จะเอาไปใช้เป็นเชื้อเพลิง การใช้ชิ้นไม้ที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน จะทำให้การต้มเยื่อได้ผลดี

ไม้ที่ตัดนี้ควรตัดที่บริเวณสวนยาง ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกแก่การขนส่ง แต่หากมีไม้ส่วนหนึ่งที่จะนำมาเก็บเป็นท่อนซุงแล้ว เครื่องตัดไม้ (chipper) ก็ควรจะมีไว้ในโรงงาน เพื่อทำการตัดไม้เพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องย่อยต่อไป

ชิ้นไม้ที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว จะต้องทำการล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรกออกก่อนที่จะป้อนเข้าสู่หม้อต้มเยื่อ หากไม่ล้างให้สะอาด สิ่งสกปรกเหล่านี้จะก่อปัญหาขึ้นในขั้นตอนต่อไป การล้างนี้เราทำโดยการใช้น้ำที่ไหลเวียน (Circulate) ไปเรื่อย ๆ ในขณะที่ชิ้นไม้ถูกลำเลียงไปยังหม้อต้มเยื่อ

ขั้นตอนที่ ๒ การต้ม ย่อย และละลายสารยึดเยื่อ

กรรมวิธี Sulphate หรือ Kraft Process ที่เราใช้ในการย่อยไม้ยางพาราจะใช้สารละลายของ Sodium Hydroxide และ Sodium Sulfide เพื่อย่อยสารยึดเกาะ สาร Sulfide จะช่วยในการเร่งย่อยสาร lignin และแล้วชิ้นไม้จะถูกสารละลายด่างร้อนย่อยสลายไปอีก เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ อันหนึ่ง ทำให้เยื่อที่ถูกย่อยไม่ถูกด่างนานเกินไป คุณภาพของเยื่อที่ได้จึงดีกว่าการผลิตเยื่อแบบอื่น ๆ อีกทั้งสามารถนำไปฟอกขาวได้ง่ายกว่า

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้ จะถูกนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ โดยวิธี Recovery ทำให้สามารถประหยัดเงินค่าสารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อ ตลอดจนช่วยลดปริมาณน้ำเสียจากโรงงานอีกด้วย

กระบวนการย่อยเยื่อนี้ ทำที่ภายใต้อุณหภูมิ และความดันสูง ในกระบวนการนี้เราใช้ที่สภาวะดังนี้ (๓)

Sulfidity	ร้อยละ	๒๕
Active alkali	ร้อยละ	๑๔ - ๑๖
Activity	ร้อยละ	๘๕
Wood : Liguor		๑ : ๔

อุณหภูมิ	๑๕๐ - ๑๖๐	°C
ความดัน	๑๐๐ - ๑๓๕	PSI
เวลา	๓ - ๕	ชั่วโมง

ผลการต้มเยื่อและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเยื่อไม้ยางพารา ที่ยังไม่ฟอกขาวและฟอกขาวแล้ว ได้แสดงในภาคผนวกที่ จ.๓ และ จ.๔

หม้อต้มเยื่อที่ใช้ต้มเยื่อจากไม้ยางพารา โดยกรรมวิธีซัลเฟต จะเป็นแบบ Batch digester ขนาด ๕๐ ตัน จำนวน ๒ ตัว เหตุผลที่เลือกใช้หม้อต้มเยื่อดังกล่าว มีดังนี้คือ

๑. กำลังการผลิตเยื่อของโรงงานในโครงการ ๕๐,๐๐๐ ตันต่อปี หรือคิดเป็น ๑๕๐ ตันต่อวัน ซึ่งเป็นขนาดการผลิตที่เหมาะกับแบบ Batch digester

๒. โดยพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการต้มเยื่อ

Charging Time	=	๑	ชั่วโมง
Cooking Time	=	๔	"
Blow off Time	=	๑	"
Total cooking cycle	=	๖	"
เผื่อ allowance ๒๐ %	=	๗	ชั่วโมง ๑๒ นาที

จะเห็นว่าในการต้มเยื่อ ๑ cooking period ต้องใช้เวลา ๗ ชั่วโมง ๑๒ นาที ใน ๑ วัน จึงสามารถ Operate ได้ ๓ cooking periods ซึ่งจะต้องให้ได้เยื่อ ๑๕๐ ตัน ดังนั้น ใน ๑ cooking period จะต้องผลิตเยื่อได้ ๕๐ ตัน

แต่เนื่องจากกำลังผลิตของหม้อต้มเยื่อโดยปกติจะมีประสิทธิภาพเพียง ร้อยละ ๗๐ ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุหลายประการ อาทิเช่น เยื่อที่ต้มได้อาจมีการ undercook หรือ overcook หรืออาจมีการ shut down เป็นต้น ดังนั้นการใช้หม้อต้มเยื่อขนาด ๕๐ ตัน จำนวน ๒ ตัว จะได้เยื่อเพียง ๗๐ ตันต่อหนึ่ง cooking period

๓. เพื่อขยายการผลิตในอนาคต

ขั้นตอนที่ ๓ การล้างเยื่อ

เยื่อที่ได้จากหม้อต้มเยื่อ จะเป็นเยื่อผสมกับสารละลายเคมีต่าง ๆ สารละลายเหล่านี้ต้องแยกออกโดยการใช้ตะแกรง เยื่อที่ได้จะต้องล้างด้วยน้ำสอาด เพื่อล้างพวก black liquor หรือสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว การล้างจะเป็นแบบ three-stage washer โดยมี washer ๓ ตัว น้ำที่ได้จาก washer ตัวที่ ๑ จะมีพวก black liquor ติดอยู่มาก จะเอาไปเข้า evaporator ทั้งหมด และน้ำที่ได้จาก washer ตัวที่ ๒ ส่วนหนึ่งจะเอาไปใช้ล้างเยื่อใน washer ตัวที่ ๑ น้ำส่วนที่เหลือก็จะเอาไปเข้า evaporator ส่วนน้ำที่ใช้ใน washer ตัวที่ ๓ จะมีพวก black liquor เจือจางมาก จะไม่เอามาเข้า evaporator ส่วนหนึ่งจะเอามาใช้ใน washer ตัวที่ ๒ และที่เหลือก็จะปล่อยเป็นน้ำทิ้งไป

ขั้นตอนที่ ๔ การกรอง และการทำความสอาดเยื่อ

เยื่อที่ได้จาก washer ตัวสุดท้าย จะนำมาผ่านการกรองเพื่อกำจัดสารเจือปนอื่น ๆ ที่มีอยู่ออกไป สารเหล่านี้อาจเป็นสารที่ไม่ใช่เยื่อ อาจเป็นสิ่งสกปรก หิน ทราย เปลือกไม้ ซึ่งมาพร้อมกับไม้ตอนที่ป้อนเข้าสู่ระบบครั้งแรก สิ่งที่ต้องกำจัดอีกสิ่งหนึ่งก็คือ เยื่อที่ใหญ่โตเกินขนาด และเยื่อที่ละเอียดเกินไป เครื่องมือที่ใช้จึงต้องให้มีขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดดีที่สุด เช่น Vibrating screen, rotary screen, centrifugal screen และ pressure screen

หลังจาก screen แล้ว ก็จะได้เยื่อที่ค่อนข้างดี เยื่อนี้ก็จะมาเข้า Decker ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้น้ำ Drain ออกอีกส่วนหนึ่ง แล้วจึงนำมาเก็บใน High density storage ทั้งนี้เพื่อต้องการเก็บเยื่อที่มีน้ำปนอยู่น้อย เพื่อความสะดวกในการทำงานขั้นต่อไป

ขั้นที่ ๕ การฟอกขาว

เยื่อที่ได้จากการต้มและผ่านการล้างแล้วจะยังคงมีสีน้ำตาลอยู่ อาจจะมีสีน้ำตาลเข้มหรืออ่อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ และคุณภาพของไม้ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ เนื่องจากเยื่อดังกล่าวยังไม่สามารถนำไปใช้ในการผลิตกระดาษขาวได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำจัดสีเหล่านี้

หลักการกำจัดสีนี้ทำได้โดยการ reduction ของสีต่าง ๆ โดยใช้วิธีการฟอกแบบ ๔ ขั้นตอน (Four-stage bleaching)(๖)

ขั้นแรก ฟอกด้วยคลอรีน

ขั้นที่สอง ฟอกด้วยโซดาไฟ

ขั้นที่สาม ฟอกด้วย Hypochlorite

ขั้นที่สี่ ฟอกด้วย Hypochlorite

การฟอกในแต่ละขั้นตอน จะต้องล้างด้วยน้ำสอาดทุกขั้นตอน เยื่อที่ฟอกแล้วจะมีความขาว ๘๕°GE (GE คือ หน่วยวัดความขาวของเยื่อกระดาษ)

ขั้นตอนที่ ๖ การล้างเยื่อฟอกให้สอาดอีกครั้งหนึ่ง

เยื่อที่ได้จากการฟอกขาวแล้ว จะต้องนำมาล้างทำความสอาดอีกครั้งหนึ่ง โดยผ่าน screen และ cleaner โดยทั่วไปมักจะใช้ Centrifugal cleaner สารที่หนักกว่าเยื่อจะถูกกำจัดออกไป จะได้เยื่อที่บริสุทธิ์ แล้วจึงนำมาเข้า Decker เพื่อทำให้น้ำเยื่อมีความเข้มข้นขึ้น แล้วจึงนำมาเก็บใน blending tank เพื่อเตรียมเข้าเครื่องเดินเป็นแผ่นเยื่อออกมา

ขั้นตอนที่ ๗ การทำเยื่อให้แห้ง

เยื่อที่จะขายในตลาดจะต้องทำให้แห้ง มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ ๑๐ ในการทำเยื่อที่ผลิตได้ให้เป็นแผ่น จะใช้เครื่องจักรซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเครื่องจักรผลิตกระดาษ คือมีทั้งส่วนที่เป็น press section และส่วน pulp dryer

จากกรรมวิธีการผลิตดังกล่าวข้างต้น เยื่อไม้ที่ได้จะให้ yield ออกมาต่ำสุดประมาณร้อยละ ๔๐

๕.๓ ระบบทำน้ำยากลับคืน (Chemical Recovery System)

เพื่อความประหยัดในแง่การใช้สารเคมี และลดมลภาวะ สารเคมีที่อยู่ในสารละลายต้มเยื่อจึงต้องได้รับการนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่โดยวิธี Recausticizing process หน้าที่พื้นฐานของระบบ recausticizing ก็คือเปลี่ยน Green liquor ซึ่งได้มาจากสารละลายของ Smelt

ที่ได้จาก recovery boiler ซึ่งประกอบไปด้วย Sodium Carbonate เป็นหลักให้กลายเป็น White liquor ซึ่งเป็นสารละลายของ Sodium Hydroxide และ Sodium Sulfide และใช้สำหรับขบวนการต้มเยื่อต่อไป

การเปลี่ยนจาก black liquor ไปเป็น white liquor นี้ต้องอาศัยขบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกันทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

๑. การแยก black liquor ออกจากเยื่อ หลังจากที่ออกจากหม้อต้มเยื่อ

๒. การระเหย black liquor ให้มีความเข้มข้น ๕๐ - ๖๐ % Solid

๓. การเผาไหม้ black liquor ที่มีความเข้มข้นนี้ ให้สารอินทรีย์แยกสลายไปจากเกลือ Sodium และทำให้ Sulfur เปลี่ยนเป็น Sodium sulfide และใช้ความร้อนที่ได้ในการผลิตไอน้ำที่ใช้ในขบวนการ

๔. การแยกเกลือ Sodium ที่อยู่ในสภาพหลอมเหลวออกจากเตาหลอมและละลายลงในน้ำ สารละลายที่ได้นี้เรียก green liquor ซึ่งประกอบด้วย Sodium carbonate เป็นหลัก

๕. การทำสารละลาย green liquor ให้กลายเป็นด่างโดยการใช้ปูนขาว (Quicklime) ปูนขาวที่จะนำมาใช้ในปฏิกิริยา Causticizing จะต้องนำมาทำปฏิกิริยากับน้ำเสียก่อน ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยา Slaking แล้วจึงทำปฏิกิริยากับ Carbonate เพื่อให้เกิด Caustic soda ปฏิกิริยาจะเป็นดังนี้ (๑๑)

ปฏิกิริยา Slaking : $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

ปฏิกิริยา Causticizing : $Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + 2NaOH$

อุณหภูมิของ green liquor ที่จะเข้าใน Slaker ต้องไม่ให้เกิน ๙๕°C เนื่องจาก Slaking operation เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการ boilover ใน slaker ได้ นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการใช้ excess lime เพราะจะก่อให้เกิดปัญหาในการตกตะกอนและการกรองจะทำได้ยาก ทำให้สารละลายที่ได้ขุ่น

๖. การแยกสารละลายของสารเคมีที่ใสออกมาโดยใช้ white liquor clarifier สารละลายเคมีที่ได้นี้เรียกว่า White liquor ในขั้นตอนนี้จะต้องพิจารณาถึง factor ที่สำคัญ ๒ ประการ คือ

ก. White liquor จะต้องมีความข่นน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ Cooking liquor ที่มีคุณภาพดี

ข. underflow lime mud จะต้องมีความเข้มข้นสูง ๆ เพื่อที่จะให้ปริมาณ Soda ที่ติดไปกับ sludge น้อยที่สุด โดยปกติจะต้องมี Solid ประมาณ ๓๕ % Solid (by weight)

การทำ White liquor ให้มีความข่นน้อยที่สุดเป็นสิ่งสำคัญมาก ทั้งนี้เนื่องจาก lime mud ที่ติดไปกับ white liquor เพื่อส่งไปยังหม้อต้มเยื่อนั้น จะทำให้เกิดปัญหาไปเกาะที่เส้นใยของเยื่อ ซึ่งจะทำให้การล้างเยื่อไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้มันจะไปเกาะที่ตะแกรงของ washer ซึ่งอาจจะทำให้ตันได้ และอาจจะผ่านไปยัง evaporator ทำให้เกิด Calcium Carbonate scale ในท่อได้ ซึ่งจะทำให้ต้องหยุด evaporator เพื่อทำ Chemical cleaning

ในขบวนการนำเอาสารเคมีกลับคืน จะมีการสูญเสียเกลือ Sodium ไปบางส่วน ดังนั้นในขบวนการจึงต้องมีการเติมสารเคมีพวก Sodium sulphate (Na_2SO_4) ลงไปใน black liquor ที่มีความเข้มข้นแล้วก่อนที่จะทำการเผา

ส่วนในช่วงเริ่มต้นขบวนการดังกล่าว จะยังไม่มี Sodium carbonate ใน recausticizing process เนื่องจากในช่วงเริ่มทำการต้มเยื่อ จะยังไม่มีพวก black liquor ออกมา จึงยังไม่มี green liquor ที่จะไปเตรียม cooking liquor เพื่อใช้ในการต้มเยื่อต่อไป ดังนั้น ในช่วงเริ่มต้นขบวนการ จึงต้องมีการเติม Sodium carbonate เข้าไปใน system จนกว่า recovery cycle จะเดินครบรอบของมัน และสามารถมี green liquor ซึ่งจะใช้ในการเตรียม Cooking liquor ได้อย่างต่อเนื่อง จึงเป็นการเพียงพอ

๕.๔ ปัจจัยที่จำเป็นในการผลิต (Auxiliary facilities) [๑๒]

ก. หม้อน้ำ

โรงงานจะต้องมีเครื่องกำเนิดไอน้ำความดันต่ำ ๓ kg/cm^2 เพื่อใช้ในขบวนการต่าง ๆ และใช้ในการทำเยื่อกระดาษให้แห้ง เพื่อความประหยัด โรงงานในโครงการควรจะมีโรงงานผลิตไฟฟ้าของตนเอง ซึ่งจะใช้เครื่องกำเนิดไอน้ำความดันสูง ประมาณ ๔๐ kg/cm^2

ทำการผลิตไฟฟ้าโดยผ่าน back pressure turbo-generator ดังนั้นจึงควรมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด ๕๐ ตันต่อชั่วโมง ความดัน ๔๐ kg/cm^2 สำหรับโครงการนี้ ๑ ตัว โดยใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง

ข. ระบบการผลิตน้ำใช้

ดังที่ได้เลือกมาแล้วข้างต้น สถานที่ตั้งโรงงานจะอยู่ที่จังหวัดสงขลา น้ำดิบที่จะใช้ในโรงงานจะได้จากแม่น้ำอู่ตระเภา ซึ่งมีน้ำไหลตลอดทั้งปี อีกทั้งคุณภาพของน้ำก็ดีสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม หากมีการขาดแคลนน้ำในบางฤดู ก็อาจมีการใช้น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำจืดสำรองอีกแหล่งหนึ่ง น้ำที่จะใช้ในโรงงานจะต้องผ่านการ treat ด้วยสารส้ม จากนั้นจึงนำไปกรองออกโดยการผ่านชั้นทราย เพื่อให้ได้น้ำที่ใสสอาด และเหมาะสำหรับใช้ในการทำเยื่อกระดาษ โรงงานจะต้องใช้น้ำประมาณ ๓๐,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งส่วนหนึ่งของน้ำนี้จะนำไปใช้ดื่มด้วย นอกจากนี้ ระบบป้องกันไฟของทางโรงงานจะเชื่อมโยงกับระบบน้ำนี้ โดยมีเครื่องสูบน้ำเป็นตัวเชื่อม เพื่อช่วยเพิ่มแรงดันน้ำให้สูงพอที่ใช้กับไฟในภาวะที่จำเป็นได้

ค. ระบบการกำจัดน้ำเสีย

น้ำที่ใช้แล้วจากขบวนการต้มเยื่อและล้างเยื่อ บางส่วนจะนำกลับไปใช้ใหม่ และบางส่วนก็จะปล่อยเป็นน้ำทิ้งไป แต่ก่อนที่จะปล่อยเป็นน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำ จะต้องนำไปผ่านขบวนการกำจัดน้ำเสียก่อน เพื่อให้ได้น้ำที่ใสสอาด ปราศจากมลภาวะ โดยในขั้นแรกจะกรองเอาอนุภาคที่ใหญ่ออก จากนั้นก็จะผ่านไปยังตัว Clarifier เพื่อทำให้สารแขวนลอยในน้ำทิ้งเกิดการรวมตัวกันและตกตะกอนอยู่ทางตอนล่างของ Clarifier และจะถูกแยกออกไปในรูปของ Sludge น้ำใสที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำจะต้องมีปริมาณของ suspended solid ไม่เกิน ๓๐ ppm. และมีค่า BOD อยู่ในระดับ ๒๐ ppm. ตามที่ทางกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดไว้

ง. แผนกประลองและวิจัย

โรงงานจะต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องทดลองที่จำเป็นทั้งหมด เพื่อควบคุมด้านการผลิตและการพัฒนาต่าง ๆ อีกทั้งเพื่อทดสอบทางเคมีและทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของเยื่อกระดาษที่ได้ เช่น ค่า freeness, tensile, tear, brightness ฯลฯ

จ. แผนกซ่อมบำรุง

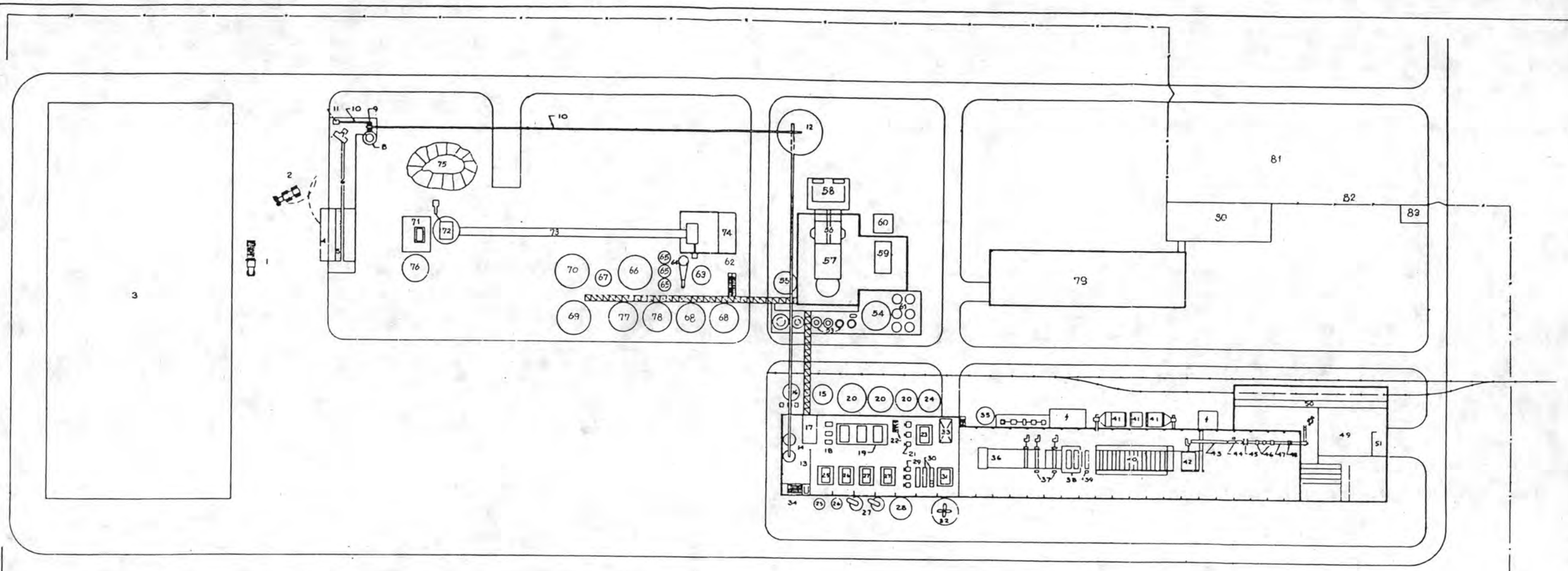
โรงงานจะต้องมีแผนกซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยจะต้องมีชิ้นส่วนอะไหล่และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการผลิต ที่จำเป็นเก็บไว้อยู่ในคลังตลอดเวลา

๕.๕ การวางผังโรงงาน และเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต

จากที่ได้กล่าวมาในหัวข้อ ๕.๒ โรงงานตามโครงการนี้จะใช้ขบวนการทางเคมี ในการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา โดยเลือกกรรมวิธีการผลิตแบบซัลเฟต ขนาดกำลังการผลิต ๕๐,๐๐๐ ตันต่อปี หรือประมาณ ๑๕๐ ตันต่อวัน ซึ่งแบบผังโรงงานที่เหมาะสมควรจะเป็นผังแบบขบวนการผลิต (Process Layout) ในการวางผังแบบขบวนการผลิตนั้น ได้ออกแบบให้การผลิตเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดนับตั้งแต่การเริ่มป้อนไม้ยางพาราเข้าสู่โรงงาน จนกระทั่งออกมาเป็นเยื่อฟอกขาวสำเร็จรูป เพื่อรอการส่งออกจำหน่าย โดยจัดแบ่งออกเป็นแผนกต่าง ๆ ดังนี้

๑. Logging and transportation
๒. Wood preparation
๓. Chemical pulping
๔. Stock preparation
๕. Bleaching plant
๖. Pulp drying machine
๗. Pulp finishing
๘. Chemical preparation
๙. Steam boiler
๑๐. Electric power distribution
๑๑. Water supply and treatment
๑๒. Waste water treatment
๑๓. Laboratory
๑๔. Workshop

รายละเอียดการวางผังโรงงานได้แสดงไว้ในภาพที่ ๖



1 LOG TRUCK
2 MOBILE LOG LOADER
3 LOG STORAGE
4 LOG DECK
5 LOG LOADER
6 LOG FEED CONVEYOR
7 CHIPPER
8 CYCLONE AND SURGE BIN
9 CHIP SCREEN
10 ACCEPTED CHIPS CONVEYOR
11 RECHIPPER AND BLOWING SYSTEM
12 CHIP SILO - 14 HOURS CAPACITY
13 DIGESTER BUILDING
14 DIGESTERS
15 BLOW TANK
16 BLOW HEAT RECOVERY
17 CONTROL ROOM
18 BROWN STOCK KNOTTERS
19 BROWN STOCK WASHERS
20 BLACK LIQUOR SEAL TANKS
21 BROWN STOCK SCREENS
22 REJECT CLEANERS
23 BROWN STOCK DECKER
24 BROWN STOCK HIGH DENSITY STORAGE
25 CHLORINE RETENTION TOWER AND WASHER
26 CAUSTIC RETENTION TOWER AND WASHER
27 SODIUM HYPO RETENTION TOWER AND WASHER
28 BLEACHED PULP HIGH DENSITY STORAGE
29 BLEACHED PULP SCREENS
30 BLEACHED PULP CLEANERS
31 BLEACHED STOCK DECKER
32 BLENDING TANK
33 EQUIPMENT HATCH
34 ELEVATOR
35 BROKE STORAGE TANK
36 PULP MACHINE HEADBOX AND FOURDRINIER
37 FIRST AND SECOND PRESS
38 PREDRYERS
39 THIRD PRESS
40 AIRBORNE PULP DRYER
41 HEAT RECOVERY
42 CUTTER AND LAYBOY
43 BALING CONVEYORS
44 BALE SCALE
45 BALING PRESS
46 TYING MACHINE
47 BALE STORAGE CONVEYORS
48 BALE STACKER
49 PULP WAREHOUSE
50 LOADING DOCK FOR RAILCARS
51 LOADING FOR PULP TRUCKS
53 EVAPORATORS
54 WEAK BLACK LIQUOR STORAGE
55 STRONG BLACK LIQUOR STORAGE
56 CASCADE EVAPORATOR
57 RECOVERY BOILER
58 ELECTROSTATIC PRECIPITATOR
59 POWER BOILER
60 AIR HEATERS
61 FEED WATER PREPARATION
62 RECAUSTICIZING AREA
63 BURNED LIME SILO
64 LIME SLAKER
65 CAUSTICIZERS
66 WHITE LIQUOR CLARIFIER
67 DREGS WASHER
68 WHITE LIQUOR STORAGE
69 GREEN LIQUOR CLARIFIER
70 MUD WASHER
71 FILTRATE WASHER
72 LIME ROCK BIN
73 ROTARY LIME KILN
74 CONTROL ROOM
75 LIME ROCK STORAGE PILE
76 LIME MUD STORAGE
77 GREEN LIQUOR STORAGE
78 WEAK WASH
79 SHOPS AND STORES
80 MAIN OFFICE
81 CAR PARK
82 MILL FENCE
83 GATE HOUSE

ภาพที่ ๖ แสดงการวางผังโรงงาน

รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในแผนกต่าง ๆ มีดังนี้

Department	Item No.	Deseription	Quantity
1. Logging & transportation	-01	Truck crane	5
	-02	Log loader	8
	-03	Towing tractor	5
	-04	Trailer	12
2. Wood preparation	-01	Live deck conveyor	1
	-02	Screw roller	1
	-03	Splitter	1
	-04	Slasher deck conveyor	1
	-05	Overhead Slasher	2
	-06	Drum barker	1
	-07	Ring barker	1
	-08	Band saw	2
	-09	Log crane	1
	-10	Chipper	2
	-11	Mobile chipper	4
	-12	Chip screening	2
	-13	Chip washing	1
	-14	Shredder	1
3. Chemical pulping	-01	Chip conveyor	1
	-02	Digester	2
	-03	Blow tank	1
	-04	High consistency pump	2
	-05	Washer	3

Department	Item No.	Deseription	Quantity
	-06	Vibrating screen	3
	-07	Thickener	1
	-08	Storage chest	1
4. Stock preparation	-01	Refiner	3
	-02	Disintegrator	1
	-03	Deflacker	1
	-04	Centi-cleaner	1
5. Bleaching plant	-01	Bleaching tower	4
	-02	Washer	4
	-03	High density storage	1
6. Pulp drying machine	-01	Head box	1
	-02	Wire section	1
	-03	Suction box	1
	-04	Press section	1
	-05	Dryer	1
	-06	Dryer hood	1
7. Pulp finishing	-01	Cutter	1
	-02	Packaging	1
8. Chemical preparation	-01	Cooking liquor preparation	1
	-02	Cooking liquor storage	2
	-03	Recovery system	1
	-04	Black liquor evaporate	1
	-05	Black liquor storate	3
	-06	Recovery boiler	1

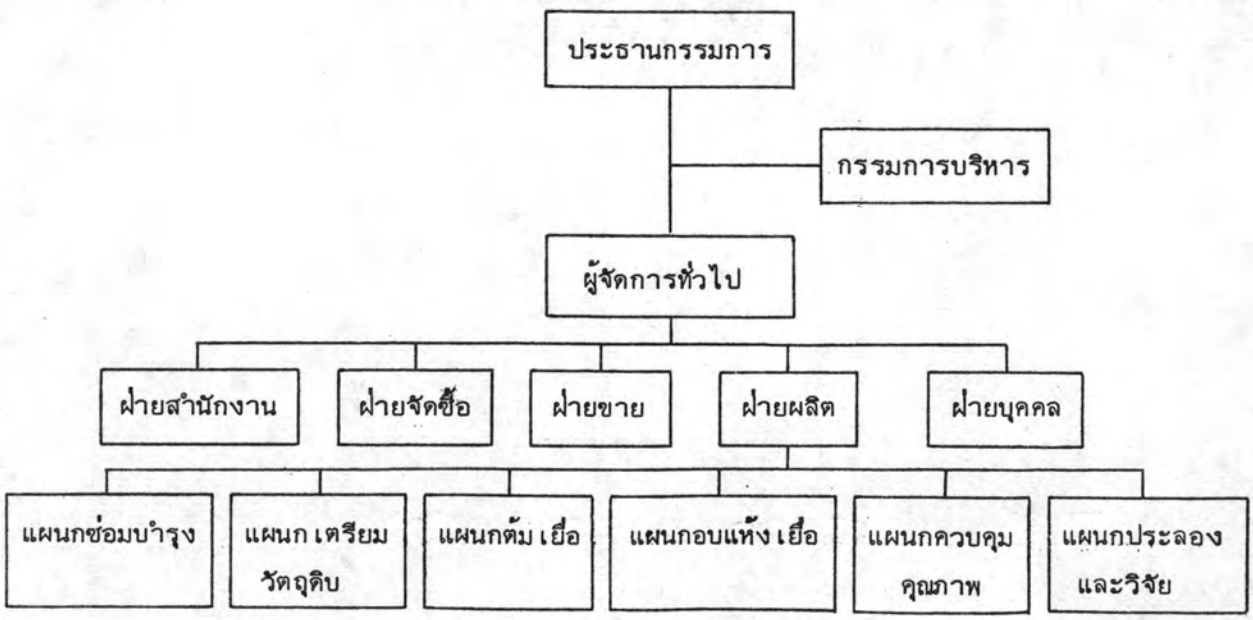
Department	Item No.	Deseription	Quantity
9. Steam boiler	-01	High pressure boiler- using fuel oil	1
10. Electric power distribution	-01	Transformer	1
	-02	High tension line	1
	-03	Rectifier	1
	-04	Electric equipment- for lighting	1
11. Water supply and treatment	-01	Row water pump	2
	-02	Process water pump	2
	-03	Booster pump	1
	-04	Water softener for- feed water boiler	1
	-05	Water softener for- process using	1
12. Waste water treatment	-01	Waste water pump	2
	-02	Chemical preparation - equipment	1
	-03	Accelerator	4
	-04	Sludge disposal	1
13. Laboratory	-01	Bursting tester	1
	-02	Tensile Strength tester	1
	-03	Tearing tester	1
	-04	Drying oven	1

Department	Item No.	Description	Quantity
	-05	Canadian freeness tester	1
	-06	Balance	1
	-07	Laboratory equipment	1
14. Workshop	-01	Workshop equipment	1
	-02	Chipper knife grinder	1
	-03	Roll grinder	2

๕.๖ การจัดองค์กร

องค์กร คือ โครงสร้างที่ได้จัดทำขึ้นตามกระบวนการสำหรับให้บุคคลฝ่ายต่าง ๆ เข้ามาร่วมมือกันปฏิบัติงาน เพื่อความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ได้

การจัดองค์กร คือ ความพยายามของผู้บริหารที่จะให้มีหนทางสำหรับการปฏิบัติงานให้สำเร็จผลตามแผนงานที่วางไว้ เช่น สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามเป้าหมาย เป็นต้น การจัดองค์กรของโรงงานในโครงการนี้ ดังแสดงในแผนภูมิภาพที่ ๗



ภาพที่ ๗ แสดงแผนภูมิการจัดองค์กร

๕.๗ แผนการดำเนินงานจัดกำหนดโครงการ

จากการศึกษากรรมวิธีผลิต และการจัดเตรียมแผนการวางแผนผังภายในโรงงานแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการวางแผนดำเนินงานเพื่อให้โครงการบรรลุและเกิดขึ้น โดยการวางแผนขั้นตอนการดำเนินการต่าง ๆ เช่น การติดต่อเงินทุน การสั่งซื้อเครื่องจักรและติดตั้ง การเตรียมกำหนดการที่จะสร้างอาคาร และการจัดเตรียมบุคคลากรฝ่ายต่าง ๆ ให้ได้ตามเป้าหมาย เป็นต้น แผนการดำเนินงานนี้ได้ตั้งเป้าหมายเพื่อให้โครงการนี้สำเร็จโดยจะใช้ระยะเวลาประมาณ ๒ ปี ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. ๒๕๒๖ ไปจนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. ๒๕๒๗ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนของแผนปฏิบัติงานตามโครงการ ดังนี้

ก. ติดต่อเงินทุน โดยหาแหล่งเงินกู้ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และเงินดำเนินการจากต่างประเทศ ติดต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ เตรียมหาสถานที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสม ปรึกษาสถาปนิกและวิศวกรเรื่องการก่อสร้างอาคารโรงงาน กำหนดจำนวนบุคคลากรที่จะเข้ารับหน้าที่เมื่อเริ่มโครงการ เพื่อควบคุมการก่อสร้างและติดตั้งชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ และเมื่อเริ่มดำเนินการผลิต ขั้นตอนนี้ใช้เวลาดำเนินการ ๖ เดือน

ข. จัดซื้อที่ดิน และดำเนินเรื่องอื่น ๆ เพื่อเตรียมงานก่อสร้าง เซ็นสัญญาซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ หาผู้รับเหมาก่อสร้าง ขั้นตอนนี้ใช้เวลาดำเนินการ ๒ เดือน (เริ่มเดือนที่ ๖ ถึงเดือนที่ ๘)

ค. ดำเนินการก่อสร้างโรงงานจนกระทั่งแล้วเสร็จ ใช้เวลาทั้งสิ้น ๑๕ เดือน โดยเริ่มต้นในเดือนที่ ๘ ถึงเดือนที่ ๒๒

ง. ติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยเริ่มทะยอยส่งมอบในเดือนที่ ๑๕ การติดตั้งจะดำเนินการเสร็จในเดือนที่ ๒๔

จ. เริ่มเตรียมงานผลิต ในเดือนที่ ๑๙

ฉ. อบรมวิศวกร ช่างเทคนิค ช่างฝีมือ และบุคคลากรอื่นที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการบริหาร โดยจัดอบรมทั้งในประเทศ และต่างประเทศ (เริ่มเดือนที่ ๑๓ ถึงเดือนที่ ๒๔)

ช. ทดลองเดินเครื่องจักร และตรวจสอบอุปกรณ์ทุกอย่าง รวมทั้งแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรให้เป็นที่เรียบร้อยก่อนลงมือผลิต เมื่อเป็นที่เรียบร้อยทุกอย่าง ก็ลงมือผลิตจริงได้ทันที โดยเริ่มเดือนที่ ๒๕ และจะสามารถผลิตจริงได้ไม่เกินเดือนที่ ๒๖

ซ. ในปีแรกที่ดำเนินการผลิตอาจผลิตไม่ได้เต็มตามปริมาณที่คาดหมายได้ คือปีละ ๕๐,๐๐๐ ตัน แต่จะไม่ต่ำกว่า ร้อยละ ๗๕

เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจ โปรดดูภาพแสดงแผนฎมิแกนท์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานที่ต้องดำเนินการกับเวลาที่ใช้ ในภาพที่ ๘

สรุป

จากการศึกษาด้านวิศวกรรม ซึ่งเป็นการศึกษาในด้านกายภาพของโรงงานตามโครงการแล้ว เช่น การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน การวางผังโรงงาน การเลือกกรรมวิธีการผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต ฯลฯ นั้น สรุปได้ว่าโรงงานในโครงการมีความเป็นไปได้ในด้านวิศวกรรม สามารถที่จะดำเนินการผลิตไปได้ด้วยดี และคาดว่าหากมีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้น ก็จะไม่กระทบกระเทือนการดำเนินงานตามโครงการมากนัก

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ ๘

แสดงแผนภูมิแกนท์ในการดำเนินโครงการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา