

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีสาเหตุมากมายหลายประการด้วยกัน โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวขึ้น ดังนั้น เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจนแก้ไขไม่ได้ จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ขึ้น ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวจะต้องทำการศึกษาลำรวจข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย และของเสียจากขั้นตอนการผลิตแต่ละส่วน และน้ำเสียรวมจากการผลิตทั้งโรงงานเพื่อจะได้ทราบจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขหรือหาทางจัดการลดปริมาณของเสียให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization) รวมทั้งหาทางหมุนเวียนใช้ประโยชน์จากน้ำเสียและของเสีย ซึ่งการจัดการสิ่งแวดล้อมนั้นจะเป็นการช่วยป้องกันปัญหามลพิษ (Pollution Prevention) ที่แหล่งกำเนิดและช่วยลดค่าใช้จ่ายของการบำบัดปลายทาง (End of Pipe) ขณะเดียวกันยังช่วยรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างสูง หากขาดการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้อง เนื่องจากอุตสาหกรรมนี้จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษในหลาย ๆ ด้าน อาทิเช่น ในด้านมลภาวะทางน้ำอุตสาหกรรมนี้จะปล่อยน้ำทิ้งปริมาณมากและมีปริมาณค่าสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง ในด้านมลพิษอากาศจะก่อให้เกิดก๊าซต่าง ๆ เช่น ก๊าซ  $SO_2$ ,  $NO_x$  และอนุภาคฝุ่น เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัญหามลพิษ อันเนื่องมาจากกาก และของเสีย (Solid Waste) อีกด้วย ดังนั้นสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรมร่วมมือกับองค์การความร่วมมือทางวิชาการแห่งรัฐบาลสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน (GTZ) จึงได้มอบหมายให้บริษัทซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด ทำการศึกษาและจัดทำเอกสารคู่มือทางวิชาการในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ เพื่อจะได้เป็นการเผยแพร่ให้แก่โรงงานใช้เป็นแนวทางปฏิบัติและให้เจ้าหน้าที่ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องใช้สำหรับกำกับดูแลโรงงานประเภทนี้ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

วัตถุประสงค์ของคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ คือ

เพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิต, มาตรการควบคุมป้องกันมลภาวะ, การลดมลภาวะและการหมุนเวียนใช้ประโยชน์จากของเสีย น้ำเสีย ตลอดจนการบำบัดของเสีย น้ำเสียและอากาศเสีย นอกจากนี้คู่มือการจัดการฯ ยังช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องได้รับข้อกำหนดทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมและทราบถึงแนวทางลดภาวะมลพิษ อย่างไรก็ตามทางโรงงานจึงควรจะต้องเลือกเทคโนโลยีในการควบคุมและป้องกันมลพิษเพื่อนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานภาพของโรงงานและข้อจำกัดที่มีอยู่

## 1.3 ขอบเขตของคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

คู่มือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้คำแนะนำข้อเสนอแนะ และข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับประเด็นหลัก ดังนี้

- รายละเอียดกระบวนการผลิตต่าง ๆ ในแต่ละส่วน รวมทั้งแผนผังขั้นตอนการผลิตในภาพรวม
- รายละเอียดของแหล่งกำเนิดน้ำเสียและของเสียต่าง ๆ
- รายละเอียดของทางเลือกและวิธีประหยัดวัตถุดิบ (รวมทั้งน้ำใช้) และการลดปริมาณของเสียในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิต รวมถึงกรณีศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วย
- รายละเอียดทางเลือกวิธีการบำบัดของเสีย
- รายละเอียดของมาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ และการลดปริมาณของเสีย
- เสนอแนะมาตรฐานน้ำทิ้งที่เหมาะสมใช้เฉพาะอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

ตารางที่ 1-1 จำนวนโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละกลุ่มประเภท

ประเภท	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงาน (แห่ง)	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)
เยื่อกระดาษ	วัตถุดิบทางการเกษตร - ไม้ไผ่, ยูคาลิปตัส, ปอแก้ว,  - ชานอ้อย - เศษกระดาษ	เยื่อใยสั้น		
		- ขนาดใหญ่	2	> 200
		- ขนาดกลาง	2	50-200
		- ขนาดเล็ก	-	<50
		- ขนาดใหญ่	1	> 200
	เยื่อจากเศษกระดาษ	1	20	
<b>รวม</b>			<b>6</b>	
เยื่อและกระดาษ	วัตถุดิบทางการเกษตร - ฟางข้าว  - ยูคาลิปตัส  - ไม้ไผ่ - ปอสา	เยื่อใยสั้นและ กระดาษพิมพ์เขียน	1	10 45
		เยื่อใยสั้นและ กระดาษพิมพ์เขียน	1	560 1,370
		กระดาษให้ว้เจ้า	8	0.21-8.33
		กระดาษสา	17	0.015-26.67
		<b>รวม</b>		
กระดาษ	เศษกระดาษและเยื่อกระดาษ	กระดาษพิมพ์เขียน	1	25
		กระดาษคราฟท์		
		- ขนาดใหญ่	3	> 300
		- ขนาดกลาง	5	100-300
		- ขนาดเล็ก	12	< 100
		กระดาษแข็ง		
		- ขนาดใหญ่	-	>300
		- ขนาดกลาง	2	100-300
		- ขนาดเล็ก	10	< 100
		กระดาษอนามัย		
		- ขนาดใหญ่	1	> 50
		- ขนาดกลาง	3	10-50
		- ขนาดเล็ก	4	< 10
กระดาษหนังสือพิมพ์	1	> 300		
กระดาษหลายชนิด				
- ขนาดใหญ่	1	> 300		
- ขนาดกลาง	4	100-300		
- ขนาดเล็ก	6	< 100		
เยื่อใยสั้นและเยื่อใยยาว	กระดาษพิมพ์เขียน			
- ขนาดใหญ่	1	> 300		
- ขนาดกลาง	1	100-300		
- ขนาดเล็ก	3	< 100		
	กระดาษไส้กรอง	1	9	
<b>รวม</b>			<b>59</b>	
<b>รวมทั้งหมด</b>			<b>92</b>	

ตารางที่ 1-2 การกระจายของแบบสอบถามโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่ตอบกลับ

ประเภท	วัตถุประสงค์	ผลิตภัณฑ์	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	จำนวนแบบสอบถามที่ส่งไป (ชุด)	จำนวนแบบสอบถามที่ได้รับกลับ (ชุด)	โรงงานที่เลิกกิจการ	
เยื่อกระดาษ	วัตถุประสงค์ทางการเกษตร	เยื่อใยสั้น					
		- ไม้ไผ่, ยูคาลิปตัส, ปอแก้ว,	- ขนาดใหญ่	> 200	2	1	1 *
			- ขนาดกลาง	50-200	2	2	
			- ขนาดเล็ก	< 50	-	-	
		- ชานอ้อย	- ขนาดใหญ่	> 200	1	1	
	- เศษกระดาษ	เยื่อจากเศษกระดาษ	> 20	1	-	1	
รวม				6	4	1,1 *	
เยื่อและกระดาษ	วัตถุประสงค์ทางการเกษตร	เยื่อใยสั้นและกระดาษพิมพ์เขียน					
		- ฟางข้าว	เยื่อใยสั้นและกระดาษพิมพ์เขียน	10	1	1	
			กระดาษพิมพ์เขียน	45			
		- ยูคาลิปตัส	เยื่อใยสั้นและกระดาษพิมพ์เขียน	560	1	1	-
			กระดาษพิมพ์เขียน	1,370			
- ไม้ไผ่	กระดาษไหว้เจ้า	0.21-8.33	8	3	1		
- ปอสา	กระดาษสา	0.015-26.67	17	5	1		
รวม				27	10	-	
กระดาษ	เศษกระดาษและเยื่อกระดาษ	กระดาษพิมพ์เขียน	25	1	1	-	
		กระดาษคราฟท์					
		- ขนาดใหญ่	> 300	3	3	-	
		- ขนาดกลาง	100-300	5	4	-	
		- ขนาดเล็ก	< 100	12	4	-	
		กระดาษแข็ง					
		- ขนาดใหญ่	> 300	-	-	-	
		- ขนาดกลาง	100-300	2	1	-	
		- ขนาดเล็ก	< 100	10	2	-	
		กระดาษอนามัย					
		- ขนาดใหญ่	> 50	1	1	-	
		- ขนาดกลาง	10-50	3	3	-	
		- ขนาดเล็ก	< 10	4	1	-	
		กระดาษหนังสือพิมพ์	> 300	1	1	-	
กระดาษหลายชนิด							
- ขนาดใหญ่	> 300	1	1	-			
- ขนาดกลาง	100-300	4	2	-			
- ขนาดเล็ก	< 100	6	3	1			
เยื่อใยสั้นและเยื่อใยยาว	กระดาษพิมพ์เขียน						
- ขนาดใหญ่	> 300	1	1	-			
- ขนาดกลาง	100-300	1	-	-			
- ขนาดเล็ก	< 100	3	1	-			
	กระดาษได้กรอง	9	1	1	-		
รวม				59	30	3	
รวมทั้งหมด				92	44	4,1 *	

หมายเหตุ \* ยังไม่เปิดดำเนินการ

## 1.4 วิธีการศึกษาโครงการ

วิธีการศึกษาโครงการศึกษาและจัดทำคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

### 1.4.1 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์สถานการณ์ของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทย ข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ จำนวนและประเภทของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ กระบวนการผลิต ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด รวมทั้งเทคโนโลยีในการจัดการวัสดุเศษเหลือและการนำวัสดุเศษเหลือจากการผลิตไปใช้ประโยชน์

สำหรับจำนวนและประเภทของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีจำนวน 92 แห่งนั้น สามารถแบ่งประเภทของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษออกเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 1-1 นอกจากการแบ่งโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษออกเป็น 3 ประเภทหลักตามประเภทของผลิตภัณฑ์แล้ว บริษัทฯ ยังได้แบ่งโรงงานในแต่ละประเภทเป็นกลุ่มย่อยตามชนิดของผลิตภัณฑ์ด้วย

### 1.4.2 การสำรวจโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษด้วยแบบสอบถาม

เพื่อให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาต่อไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลทั่วไปของโรงงาน เช่น กำลังการผลิตหรือวัตถุดิบที่ใช้ จำนวนคนงานและผลิตภัณฑ์ที่ได้ นั้นมีความทันสมัยมากที่สุด รวมทั้งเพื่อให้ทราบถึงลักษณะการผลิต ปริมาณวัสดุเศษเหลือที่เกิดขึ้น การจัดการวัสดุเศษเหลือในปัจจุบัน ตลอดจนความคิดเห็นของผู้ประกอบการในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มผลผลิต อันจะทำให้ทราบภาพรวมของโรงงานในปัจจุบันในทุก ๆ ด้าน บริษัทที่ปรึกษาจึงได้จัดส่งแบบสอบถามสำหรับผู้ประกอบการโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษทุกแห่ง ซึ่งมีจำนวน 92 แห่ง (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงไว้ในภาคผนวก ก.) และทางโรงงานได้ตอบแบบสอบถามกลับมาประมาณ 40% จากแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด ซึ่งการกระจายของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่ตอบแบบสอบถามกลับแสดงดังตารางที่ 1-2 ส่วนผลการสำรวจจากแบบสอบถามแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 1-3 จำนวนโรงงานที่คัดเลือกเพื่อเข้าสำรวจเบื้องต้นและสำรวจละเอียด

กลุ่มที่	ประเภท	จำนวนกลุ่มตามชนิดของ วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	จำนวนโรงงาน ในกลุ่ม (แห่ง)	จำนวนโรงงานที่ เข้าสำรวจเบื้องต้น	จำนวนโรงงานที่ เข้าสำรวจละเอียด
1	เยื่อกระดาษ	- ไม้ไผ่, ยูคาลิปตัส, ปอแก้ว,				
		- ขนาดใหญ่	> 200	1	1	1
		- ขนาดกลาง	50-200	2	2	1
		- ขนาดเล็ก	< 50	-	-	-
		- ซานอ้อย	> 200	1	1	1
<b>รวม</b>				<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
2	เยื่อและกระดาษ	- ฟางข้าว	10	1	1	1
			45			
		- ยูคาลิปตัส	560	1	1	1
			1,370			
		กระดาษหิ้วเจ้า	0.21-8.33	7	1	1
	กระดาษสา	0.015-26.67	16	2	2	
<b>รวม</b>				<b>25</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
3	โรงงานผลิต กระดาษโดยใช้ เศษกระดาษและ เยื่อกระดาษ เป็นวัตถุดิบ	กระดาษพิมพ์เขียน	25	1	1	-
		กระดาษคราฟท์				
		- ขนาดใหญ่	> 300	3	3	-
		- ขนาดกลาง	100-300	5	2	1
		- ขนาดเล็ก	< 100	12	1	1
		กระดาษแข็ง				
		- ขนาดใหญ่	> 300	-	-	-
		- ขนาดกลาง	100-300	2	1	1
		- ขนาดเล็ก	< 100	10	1	1
		กระดาษอนามัย				
		- ขนาดใหญ่	> 50	1	-	-
		- ขนาดกลาง	10-50	3	2	1
- ขนาดเล็ก	< 10	4	1	1		
กระดาษหนังสือพิมพ์	> 300	1	1	1		
กระดาษหลายชนิด						
- ขนาดใหญ่	> 300	1	-	-		
- ขนาดกลาง	100-300	4	2	-		
- ขนาดเล็ก	< 100	5	3	-		
4	โรงงานผลิต กระดาษโดยใช้ เยื่อกระดาษ เป็นวัตถุดิบ	กระดาษพิมพ์เขียน				
		- ขนาดใหญ่	> 300	1	-	-
		- ขนาดกลาง	100-300	1	-	-
		- ขนาดเล็ก	< 100	3	1	1
	กระดาษใส่กรอง	9	1	1	1	
<b>รวม</b>				<b>58</b>	<b>20</b>	<b>9</b>
<b>รวมทั้งหมด</b>				<b>87</b>	<b>29</b>	<b>17</b>

### 1.4.3 การสำรวจโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

เพื่อให้ทราบข้อมูลด้านกระบวนการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนแหล่งกำเนิดวัสดุเศษเหลือ ชนิดและปริมาณวัสดุเศษเหลือและการจัดการวัสดุเศษเหลือที่เป็นจริง อีกทั้งครอบคลุมโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่มีอยู่ในประเทศไทย บริษัทที่ปรึกษาจึงได้เข้าสำรวจโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่คัดเลือกให้เป็นตัวแทนของกลุ่มโรงงานทั้ง 3 ประเภท โดยแบ่งการสำรวจโรงงานเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1.4.3.1 การสำรวจครั้งที่ 1

เป็นการสำรวจโรงงานเพื่อเก็บรายละเอียดด้านกระบวนการผลิต แหล่งกำเนิดของเสีย วิธีการจัดการของเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย

จากจำนวนโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษทั้งหมดในประเทศไทยได้ถูกแบ่งให้เป็นกลุ่มย่อยที่ทำให้โรงงานที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยเฉพาะในประเด็นที่ส่งผลการศึกษา นั่นคือ ขั้นตอนแรกแบ่งโดยใช้ประเภทของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 3 ประเภท คือ ผลิตเยื่อกระดาษ ผลิตกระดาษ และผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ ขั้นตอนที่สองเป็นการแบ่งแยกในแต่ละประเภทให้เป็นโรงงานกลุ่มย่อยที่โรงงานในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะใกล้เคียงกันมากยิ่งขึ้น โดยประเภทที่ผลิตเยื่อกระดาษ แบ่งโดยใช้ชนิดของวัตถุดิบส่วนประเภทที่ผลิตเฉพาะกระดาษ และประเภทที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษแบ่งโดยใช้ชนิดของผลิตภัณฑ์ เพราะฉะนั้นภายหลังจากแบ่งในขั้นตอนที่สองแล้วความแปรปรวนของโรงงานในแต่ละกลุ่ม (σ) จึงมีค่าต่ำมาก ส่งผลให้จำนวนตัวอย่าง (n) ที่สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มมีจำนวนน้อยลง ประกอบกับความแปรปรวนของโรงงานในกลุ่มที่มีความสำคัญต่อการศึกษาคือ ประเด็นในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงานที่สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานที่ดี และกลุ่มที่ยังไม่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน ซึ่งในกรณีนี้ บริษัทฯ เห็นว่า ขนาดของโรงงานหรือกำลังการผลิตของโรงงานน่าจะมีผลอย่างยิ่งต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน ดังนั้นในกลุ่มที่มีจำนวนโรงงานมากและกำลังการผลิตแตกต่างกันมาก บริษัทฯ จึงได้แบ่งโรงงานในกลุ่มเหล่านี้ให้แยกย่อยลงไปตามขนาดโรงงานด้วย ภายหลังจากจัดแบ่งกลุ่มโรงงานตามลำดับขั้นตอนที่กล่าวมา สรุปได้ว่ามีจำนวนโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่ต้องเข้าสำรวจครั้งที่ 1 ทั้งสิ้น 29 โรงงาน โดยแบ่งเป็นโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ 4 แห่ง โรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อกระดาษและกระดาษ 5 แห่ง และโรงงานที่ผลิตกระดาษ 20 แห่ง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1-3

### 1.4.3.2 การสำรวจครั้งที่ 2

ภายหลังจากการเข้าสำรวจเบื้องต้นโรงงานที่เป็นตัวแทนของกลุ่มแล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคัดเลือกโรงงานที่จะเข้าสำรวจละเอียด ซึ่งมีจำนวนโรงงานที่ต้องเข้าสำรวจครั้งที่ 2 ทั้งสิ้น 17 แห่ง ดังตารางที่ 1-3 ในการสำรวจครั้งที่ 2 นี้จะตรวจวัดปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิดจากทุกขั้นตอนการผลิต รวมทั้งการจัดการของเสียและวัสดุเศษเหลือในปัจจุบันของโรงงานที่สามารถจะทำการตรวจวัดได้ แต่เนื่องจากเมื่อบริษัทฯ ได้ทำการสำรวจโรงงานในเบื้องต้นแล้วพบว่า โรงงานบางแห่งไม่สามารถทำการสำรวจปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ซึ่งกรณีนี้ผลการศึกษาค่าจะเสนอเฉพาะปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมเท่านั้น สำหรับการสำรวจโรงงานครั้งที่ 2 ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

#### 1) การสำรวจกระบวนการผลิต/การใช้น้ำและแหล่งกำเนิดของเสีย

เป็นการสำรวจกระบวนการผลิตโดยเฉพาะในขั้นตอนที่มีการใช้น้ำปริมาณการใช้น้ำ และขั้นตอนที่กำเนิดวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิต เพื่อนำผลการสำรวจมาจัดทำเป็นแผนผังแสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ดังแสดงในบทที่ 3 และ 4

#### 2) สำรวจปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย

เนื่องจากแหล่งกำเนิดของน้ำเสียหลักภายในโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษมาจากขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต และน้ำเสียเหล่านี้จะไหลรวมกันเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน บริษัทฯ จึงทำการสำรวจปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสียเหล่านี้จากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่ม โดยที่ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ในแต่ละกลุ่มประเภทโรงงานแสดงในภาคผนวก ข.

#### 3) การสำรวจชนิดและปริมาณของเสียที่เป็นของแข็ง

ในการสำรวจชนิดและปริมาณของเสียที่เป็นของแข็งนี้ บริษัทฯ จะทำการสำรวจไปพร้อมกับการเข้าสำรวจกระบวนการผลิตของโรงงาน โดยสำรวจชนิดของเสียที่เป็นของแข็งที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งประเมินปริมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต และในแต่ละวัน ผลการสำรวจได้เสนอในแผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตที่ระบุแหล่งที่กำเนิดวัสดุเศษเหลือ ชนิดและปริมาณวัสดุเศษเหลือที่เกิดขึ้นดังแสดงในบทที่ 3 และ 4

#### 4) การสำรวจประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียและการกำจัดกากตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสีย

โดยการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของโรงงาน เพื่อนำผลวิเคราะห์มาคำนวณประสิทธิภาพการบำบัดความสกปรกประเภทต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับดัชนีวิเคราะห์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของโรงงานแต่ละประเภทแสดงอยู่ในภาคผนวก ข.



5) การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

โดยทำการติดตามเส้นทางการไหลของของเสียที่มีจุดกำเนิดมาจากกระบวนการผลิตไปจนของเสียนั้นเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งพิจารณาตั้งแต่การแยกประเภทของเสียที่เกิดขึ้น การกำจัดของเสียเหล่านั้นหรือการนำเอาของเสียเหล่านั้นกลับไปใช้ประโยชน์แทนการกำจัด

สำหรับผลการสำรวจละเอียดแสดงอยู่ในภาคผนวก ค.

**1.4.4 การจัดทำคู่มือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมฉบับร่างสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ**

ผลที่ได้จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ ผลการสำรวจภาคสนามรวมถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังกล่าว พร้อมทั้งประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำคู่มือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมฉบับร่างสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษและเพื่อให้ร่างคู่มือฉบับนี้ครอบคลุมรายละเอียดของวิธีการผลิตที่ใช้ในงานในปัจจุบันและข้อเสนอแนะในการป้องกันและควบคุมมลภาวะของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในประเทศไทย จึงได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเยื่อกระดาษและส่วนของกระดาษดังในบทที่ 3 และ บทที่ 4 สำหรับขั้นตอนที่จะดำเนินการต่อไปได้แก่

- การปรับปรุงแก้ไขร่างคู่มือฯ ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการของกรมโรงงานและนำเสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการพิจารณาข้อกำหนดแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่แต่งตั้งโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม
- การปรับปรุงแก้ไขร่างคู่มือฯ ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการพิจารณาข้อกำหนดฯ
- การนำเสนอผลการศึกษาในการสัมมนาของกลุ่มของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเผยแพร่คู่มือฯ
- การจัดทำคู่มือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขจากผลการประชุมของคณะกรรมการฯ และผลจากการจัดสัมมนา

## อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษของไทยเริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2466 จากการก่อตั้งโรงงานผลิตกระดาษแห่งแรก คือ โรงงานกระดาษสามเสน ของกรมแผนที่ทหารบก กระทรวงกลาโหม โดยใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ และสามารถผลิตกระดาษได้วันละ 1 ตัน ต่อมารัฐบาลได้ก่อตั้งโรงงานกระดาษกาญจนบุรีในปี พ.ศ. 2478 ซึ่งโรงงานนี้ใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบ ทำการผลิตทั้งเยื่อและกระดาษพิมพ์เขียน กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ต่อมาได้โอนกิจการโรงงานทั้งสองมาขึ้นกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อมีการจัดตั้งกระทรวงอุตสาหกรรมขึ้นในปี พ.ศ. 2485

ภายหลังจากนั้นจึงได้มีการจัดตั้งโรงงานกระดาษบางปะอินในปี พ.ศ. 2488 โดยใช้ฟางข้าวและหญ้าขจรจบเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ มีกำลังการผลิตประมาณปีละ 9000 ตัน และผลิตกระดาษพิมพ์เขียนได้ประมาณปีละ 12,000 ตัน สำหรับภาคเอกชนได้เริ่มเข้ามาจับตลาดในช่วงปี 2490 เป็นต้นมา โดยที่รัฐบาลได้เริ่มให้มีการส่งเสริมการลงทุนแก่อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 ทั้งนี้โรงงานที่ตั้งขึ้นในระยะแรกเป็นการผลิตกระดาษประเภทต่าง ๆ ส่วนการผลิตเยื่อกระดาษเพิ่งเริ่มขึ้นอย่างจริงจังในปลายปี พ.ศ. 2525 ซึ่งผลิตเยื่อใยสั้นเท่านั้น ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งออกเยื่อกระดาษบางส่วนไปจำหน่ายต่างประเทศได้ แต่ในขณะที่เดียวกันก็ยังคงต้องพึ่งพาการนำเข้าเช่นกัน โดยเฉพาะการนำเข้าเยื่อใยยาวที่ไม่สามารถผลิตได้ในประเทศ แหล่งนำเข้าเยื่อกระดาษที่สำคัญ ได้แก่ แคนาดา สหรัฐอเมริกา นิวซีแลนด์ ชิลี ส่วนเยื่อกระดาษที่ส่งออกนั้นจะเป็นเยื่อใยสั้น แหล่งส่งออกที่สำคัญ คือ เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และกลุ่มสหภาพยุโรป

### 2.1 สถานภาพทางเศรษฐกิจและอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP) ในประเทศไทยได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535, 2536, 2537 และ 2538 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.1%, 8.3%, 8.7% และ 8.6% ตามลำดับ และได้ลดลงเป็น 6.4% ในปี พ.ศ. 2539 เนื่องจากนโยบายรัฐบาลที่มุ่งหวังให้ชะลออัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP) ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม และด้วยการลดแรงกดดันทั้งจาก

ภาวะเงินเฟ้อและการสูญเสียบัญชีเดินสะพัด ดังนั้นนโยบายทางการเงินจึงเข้มงวดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 จนถึงปี พ.ศ. 2539

ในปี พ.ศ. 2540 นั้น อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP) ในประเทศไทย ประมาณว่ามีอัตราการเติบโตเป็นศูนย์ซึ่งจะน้อยลงจากปี พ.ศ. 2539 เนื่องจากว่าวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจที่ทำให้การบริโภคภายในประเทศ และการลงทุนของเอกชนน้อยลง จากตารางที่ 2-1 พบว่า อัตราการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมจะลดลงจาก 7.3% ในปี พ.ศ. 2539 เหลือเพียง 0.6% ในปี พ.ศ. 2540 ในขณะที่อัตราการเติบโตของการส่งออกจะเพิ่มขึ้นจาก -1.9% ในปี พ.ศ. 2539 เป็น 3.2% ในปี พ.ศ. 2540

**ตารางที่ 2-1** อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2535 – พ.ศ. 2540

Growth Sector	Average Growth Rate (%) 2530-2534	Actual Growth rate (%) <sup>2)</sup>					EST.2540 <sup>3)</sup>
		พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	
GDP	10.8	8.1	8.3	8.7	8.6	6.4	0.6
Agriculture	3.4	6.0	-1.9	5.5	3.0	3.0	2.2
Manufacturing	13.9	11.3	11.1	9.3	11.0	7.3	0.6
Export	24.6	13.2	13.0	21.3	23.6	-1.9	3.2
Pulp&Paper Industry	15.5	12.4	16.3	16.1	7.2	13.5	5.0

**หมายเหตุ :** 1) = 6 th National Economic Plan  
 2) = 7 th National Economic Plan  
 3) = Bank of Thailand

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษจะลดลงจาก 13.5% ในปี พ.ศ. 2539 เหลือเพียง 5% ในปี พ.ศ. 2540 จะเห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงราคาเยื่อและกระดาษในตลาดโลก รวมทั้งภาวะเศรษฐกิจตกต่ำในประเทศในปี พ.ศ. 2540

## 2.2 ความต้องการใช้เยื่อและกระดาษชนิดต่าง ๆ ภายในประเทศ

### 2.2.1 ความต้องการใช้เยื่อกระดาษภายในประเทศ

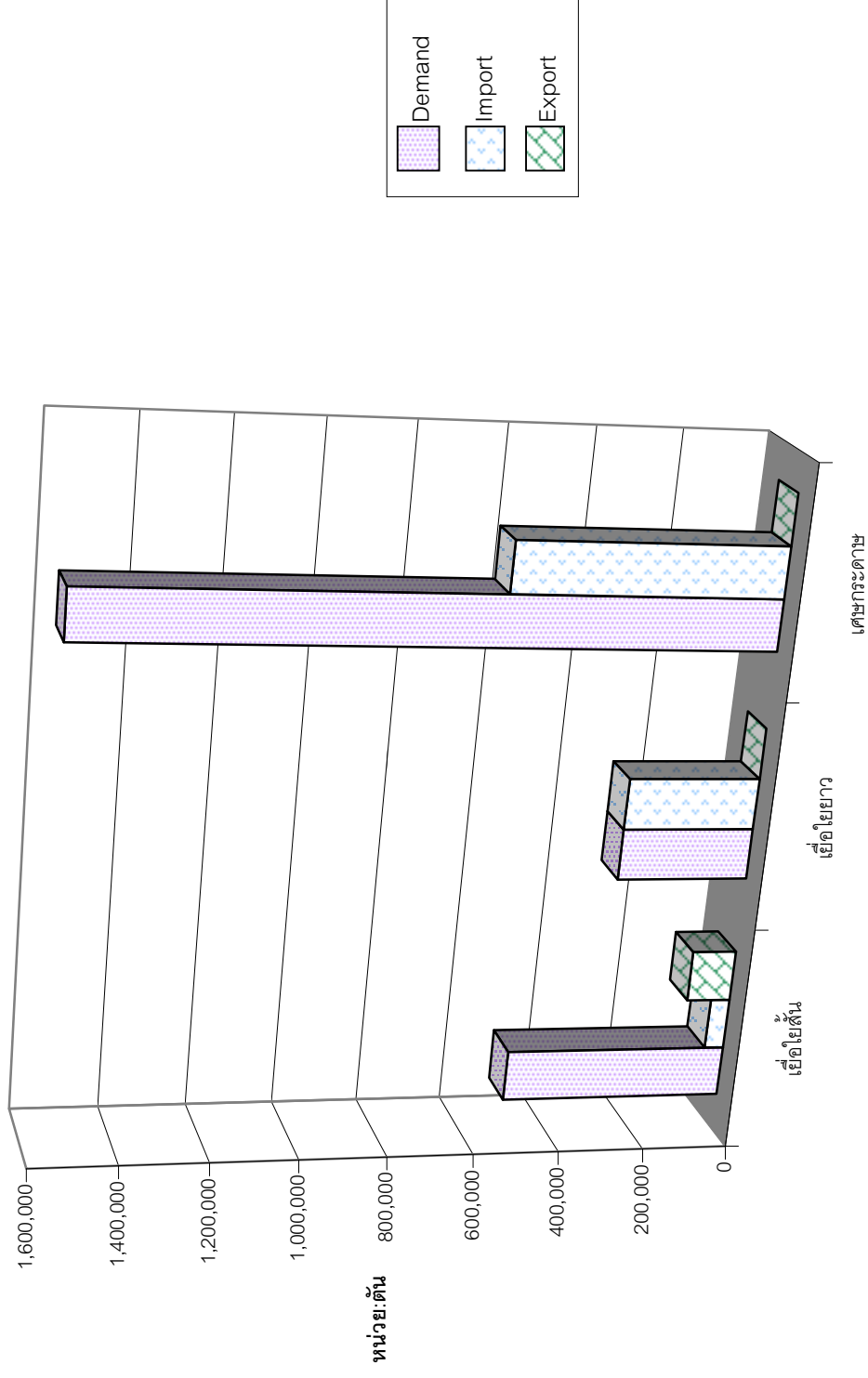
กำลังการผลิตเยื่อกระดาษภายในประเทศในปี พ.ศ. 2540 มีผู้ผลิตเยื่อกระดาษจำนวน 6 รายได้แก่

1. บริษัทพีนิคซ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด ผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ และ ปอแก้ว มีกำลังการผลิต 210,000 ตัน/ปี
2. บริษัทแอ็ดวานซ์ อะโกร จำกัด ผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัสมีกำลังการผลิต 175,000 ตัน/ปี
3. บริษัทปัญญาพล พัลพ อินดัสตรี จำกัด ผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ไผ่และยูคาลิปตัส มีกำลังการผลิต 110,000 ตัน/ปี
4. บริษัทเยื่อกระดาษสยาม จำกัด ผลิตเยื่อกระดาษจากชานอ้อยและยูคาลิปตัส มีกำลังการผลิต 68,000 ตัน/ปี
5. บริษัทสยามเซลลูโลส จำกัด ผลิตเยื่อกระดาษจากยูคาลิปตัส มีกำลังการผลิต 60,000 ตัน/ปี
6. โรงงานกระดาษบางปะอิน ผลิตเยื่อกระดาษจากฟางข้าวมีกำลังการผลิต 3,000 ตัน/ปี

รวมทั้ง 6 ราย มีความสามารถในการผลิต 626,000 ตัน/ปี

ในปี พ.ศ. 2540 ความต้องการใช้เยื่อกระดาษภายในประเทศมีประมาณ 2,383,000 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2539 ร้อยละ 4.7 โดยแบ่งเป็นความต้องการเยื่อใยยาวร้อยละ 13 หรือเท่ากับ 304,000 ตัน ซึ่งต่ำกว่าความต้องการเยื่อใยสั้น ซึ่งมีความต้องการถึงร้อยละ 22 แสดงว่าการใช้เยื่อใยยาวน้อยลง เนื่องจากการทดแทนด้วยการใช้เยื่อใยสั้นมากขึ้น ซึ่งเป็นเพราะนโยบายการคุ้มครองผู้ผลิตเยื่อกระดาษในประเทศรวมทั้งสามารถผลิตเยื่อใยสั้นได้ภายในประเทศมากขึ้น ส่วนที่เหลือเป็นความต้องการเยื่อจากเศษกระดาษ 1,565,000 ตัน หรือร้อยละ 65 แสดงดังรูปที่ 2-1

อย่างไรก็ตามการบริโภคเยื่อกระดาษ ยังคงต้องพึ่งพาการนำเข้าอยู่มาก ซึ่งจะเห็นได้จากตารางที่ 2-2 และรูปที่ 2-1 พบว่าในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยนำเข้าเยื่อกระดาษชนิดใยสั้นและใยยาวปริมาณ 349,00 ตัน จากประเทศสหรัฐอเมริกา, แคนาดา, ชิลี, บราซิล, นิวซีแลนด์, สวีเดน และอินโดนีเซีย นอกจากนี้ยังนำเข้าเศษกระดาษปริมาณ 622,000 ตัน จากประเทศสหรัฐอเมริกา,



**รูปที่ 2-1** ความต้องการ การนำเข้า และการส่งออก เยื่อกระดาษในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540

ที่มา : The Thai Pulp and Paper Industries Association

เยอรมัน, เนเธอร์แลนด์, สิงคโปร์, นิวซีแลนด์ และฮ่องกง ซึ่งเศษกระดาษที่นำเข้าส่วนใหญ่จะเป็น  
กล่องกระดาษลูกฟูกเก่า

**ตารางที่ 2-2** ความต้องการใช้เยื่อกระดาษในประเทศไทยปี พ.ศ. 2539-2540

หน่วย : ตัน

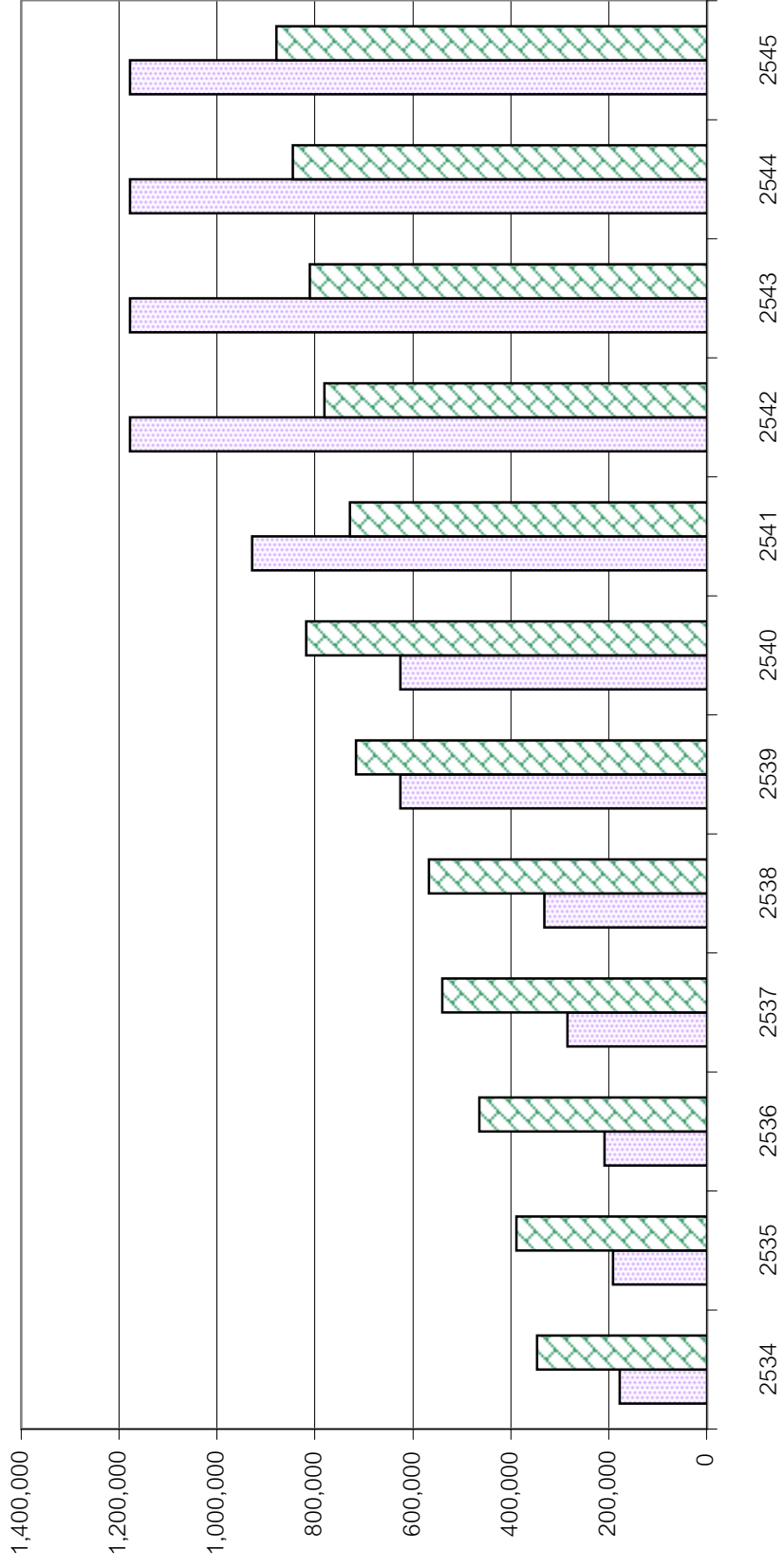
รายละเอียด	ปี พ.ศ.	
	2539	2540
1. ความต้องการใช้	2,276,000	2,383,000
1.1 เยื่อใยสั้น	475,000	514,000
1.2 เยื่อใยยาว	241,000	304,000
1.3 เศษกระดาษ	1,560,000	1,565,000
2. ปริมาณการนำเข้า	927,000	971,000
2.1 เยื่อใยสั้น	104,000	45,000
2.2 เยื่อใยยาว	241,000	304,000
2.3 เศษกระดาษ	582,000	622,000
3. ปริมาณการส่งออก	131,000	103,000
3.1 เยื่อใยสั้น	131,000	103,000
3.2 เยื่อใยยาว	-	-
3.3 เศษกระดาษ	-	-

**ที่มา** สมาคมอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษแห่งประเทศไทย, 2540

ในขณะเดียวกันประเทศไทยมีการส่งออกเยื่อกระดาษปริมาณ 103,000 ตัน ไปยัง  
ประเทศต่าง ๆ อาทิเช่น อินเดีย จีน เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย

**2.2.2 แนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในประเทศไทย**

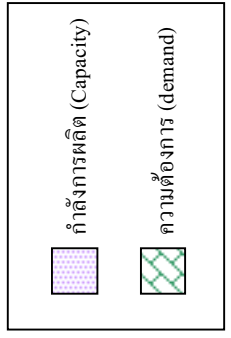
สำหรับการประเมินปริมาณความต้องการเยื่อกระดาษแสดงดังรูปที่ 2-2 และตารางที่  
2-3 พบว่าปริมาณความต้องการใช้เยื่อกระดาษจะลดลง จากปริมาณ 818,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2540  
เหลือ 729,000 ตันในปี 2541 และจะเพิ่มขึ้นไปถึง 879,000 ตันในปี 2545 ซึ่งมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย  
5% ต่อปี ส่วนความต้องการใช้เยื่อใยสั้นจะลดลงจาก 514,000 ตันในปี 2540 เป็น 464,000 ตันในปี



ประเทศไทย

จบ

**รูปที่ 2-2** แนวโน้มกำลังการผลิตและความต้องการใช้เยื่อกระดาษในประเทศไทย  
**ที่มา :** The Thai Pulp and Paper Industries Association



พ.ศ. 2541 และกำลังการผลิตจะเพิ่มขึ้นจาก 626,000 ตัน ในปี พ.ศ.2540 เป็น 928,000 ตันในปี พ.ศ. 2541 และ 1,178,000 ตันในปี 2542 ตามลำดับ กำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2541 จะมาจากการเพิ่มกำลังการผลิตของบริษัทแอ็ดวานซ์อะโกร ซึ่งคาดว่าจะเพิ่มขึ้นถึง 252,000 ตันต่อปี นอกจากนี้ยังคาดหวังว่าบริษัทเอเชียเทค พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จะเปิดดำเนินการโดยมีกำลังการผลิตปีละ 150,000 ตัน ซึ่งจะเป็นเหตุผลที่ทำให้มีเยื่อใยสั้นเหลือเพื่อส่งออก

**ตารางที่ 2-3** แนวโน้มกำลังการผลิตและความต้องการใช้เยื่อกระดาษในประเทศไทย

ปี พ.ศ. 2540-2545

หน่วย : 10<sup>3</sup> ตัน

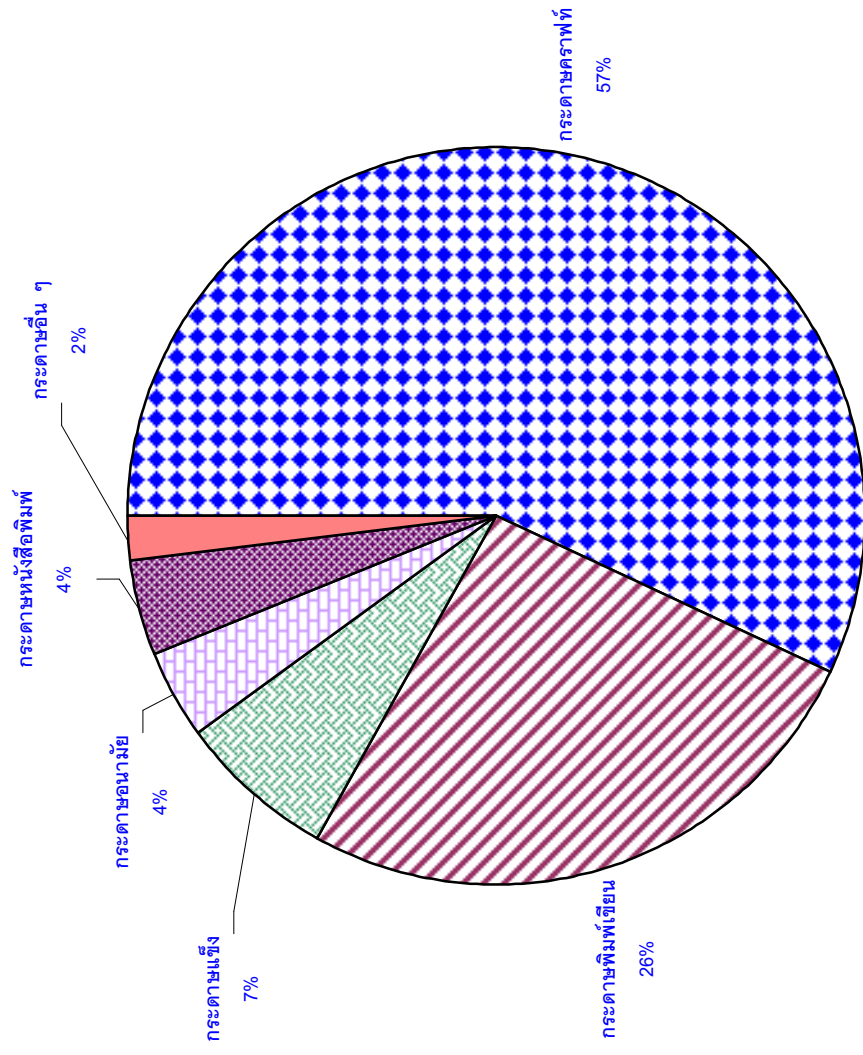
รายละเอียด	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545
ความต้องการใช้						
- เยื่อใยสั้น	514	464	503	523	545	567
- เยื่อใยยาว	304	265	278	288	300	312
กำลังการผลิต						
- เยื่อใยสั้น	626	928	1,178	1,178	1,178	1,178
- เยื่อใยยาว	-	-	-	-	-	-
จำนวนที่เกิน (Surplus)						
- เยื่อใยสั้น	112	464	675	655	633	611
- เยื่อใยยาว	-	-	-	-	-	-

ที่มา : สมาคมอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

**2.2.3 ความต้องการใช้กระดาษภายในประเทศ**

ในปี พ.ศ. 2540 โรงงานผลิตกระดาษในประเทศมีกำลังการผลิตประมาณ 3,297,000 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตในปี พ.ศ. 2539 และสามารถแยกตามชนิดของกระดาษที่ผลิตได้ดังรูปที่ 2-3 โดยมีสัดส่วนการผลิตกระดาษแต่ละชนิด คือ กระดาษคราฟท์ที่มีกำลังการผลิตสูงสุดคือร้อยละ 57 ของการผลิตกระดาษทั้งหมด รองลงมาคือกระดาษพิมพ์เขียน ร้อยละ 26 กระดาษแข็งร้อยละ 7 กระดาษอนามัยร้อยละ 4 กระดาษหนังสือพิมพ์ร้อยละ 4 และกระดาษพิเศษชนิดอื่น ๆ อีกร้อยละ 2



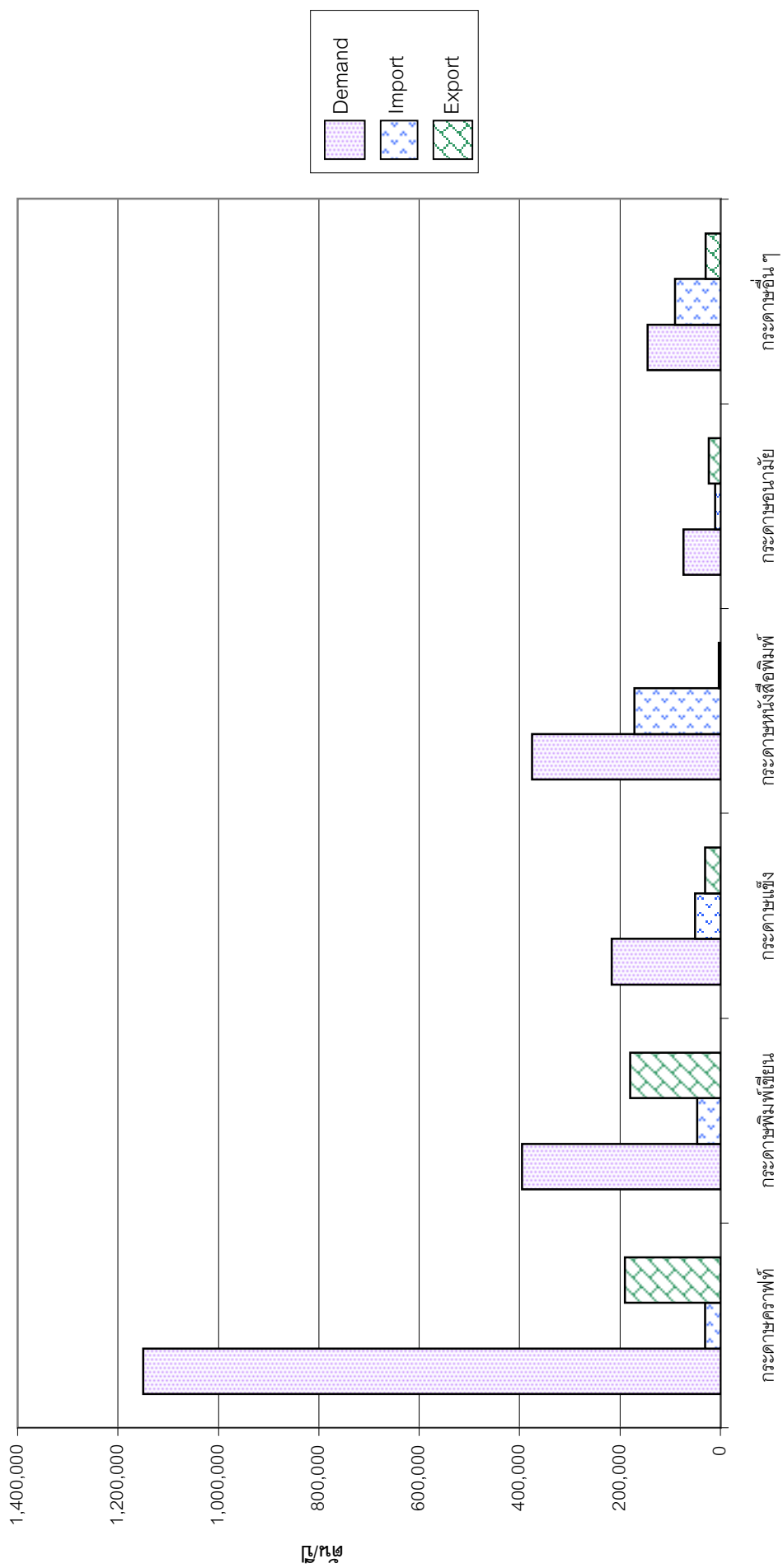


**รูปที่ 2-3** สัดส่วนของกำลังการผลิตกระดาษต่าง ๆ ในประเทศไทยปี พ.ศ.2540  
**ที่มา :** The Thai Pulp and Paper Industries Association

ในปี พ.ศ. 2540 ความต้องการกระดาษประมาณ 2,355,000 ตันหรือลดลงร้อยละ 3.6 จากปริมาณความต้องการกระดาษ 2,440,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2539 โดยที่สามารถจำแนกความต้องการใช้กระดาษในแต่ละประเภทได้ ดังนี้

- กระดาษกราฟท์ ร้อยละ 49
- กระดาษพิมพ์เขียน ร้อยละ 17
- กระดาษหนังสือพิมพ์ ร้อยละ 16
- กระดาษแข็ง ร้อยละ 9
- กระดาษอนามัย ร้อยละ 3
- กระดาษอื่น ๆ ร้อยละ 6

ในปี พ.ศ. 2540 มีการนำเข้ากระดาษทั้งสิ้น 399,000 ตัน หรือประมาณร้อยละ 17 ของความต้องการใช้กระดาษภายในประเทศ โดยแบ่งเป็นกระดาษหนังสือพิมพ์ร้อยละ 43, กระดาษแข็งร้อยละ 13, กระดาษพิมพ์เขียนร้อยละ 12, กระดาษกราฟท์ร้อยละ 8 กระดาษอนามัยร้อยละ 3 และกระดาษอื่น ๆ ร้อยละ 21 และมีการส่งออกกระดาษ 455,000 ตัน ซึ่งเป็นการส่งออกกระดาษกราฟท์ ร้อยละ 42 กระดาษพิมพ์เขียน ร้อยละ 40 กระดาษแข็ง ร้อยละ 7 กระดาษอนามัย ร้อยละ 5 กระดาษหนังสือพิมพ์ ร้อยละ 1 และกระดาษอื่น ๆ ร้อยละ 5 (ดังตารางที่ 2-4 และรูปที่ 2-4)



**รูปที่ 2-4** ความต้องการ การนำเข้า และการส่งออกกระดาษชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540  
**ที่มา :** The Thai Pulp and Paper Industries Association

**ตารางที่ 2-4** ความต้องการใช้กระดาษ การนำเข้าและส่งออกกระดาษในประเทศไทย  
ปี พ.ศ. 2539-2540

หน่วย : ตัน

ชนิดของกระดาษ	ปริมาณความต้องการ		ปริมาณการนำเข้า		ปริมาณการส่งออก	
	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540
กระดาษคราฟท์	1,118,000	1,150,000	31,000	31,000	70,000	190,000
กระดาษพิมพ์เขียน	425,000	395,000	70,000	46,000	47,000	180,000
กระดาษแข็ง	267,000	216,000	67,000	50,000	41,000	30,000
กระดาษหนังสือพิมพ์	357,600	375,000	206,000	171,000	14,000	3,000
กระดาษอนามัย	76,000	74,000	11,000	11,000	17,000	23,000
กระดาษอื่น ๆ	197,000	145,000	85,000	90,000	16,000	29,000
<b>รวม</b>	<b>2,440,600</b>	<b>2,355,000</b>	<b>470,000</b>	<b>399,000</b>	<b>205,000</b>	<b>455,000</b>

ที่มา : สมาคมอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษแห่งประเทศไทย, 2540

## 2.2.4 แนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมกระดาษในประเทศไทย

การคาดการณ์ความต้องการใช้กระดาษทั้งหมดภายในประเทศในตารางที่ 2-5 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2541 ความต้องการใช้กระดาษจะลดลงจาก 2,355,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2540 เหลือเพียง 2,144,000 ตัน และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็น 2,476,000 ตันในปี 2545 ซึ่งมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 3% ต่อปี ดังนั้นจากการคาดการณ์พบว่า ประเทศไทยจะมีกระดาษเหลือใช้ในปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2545 ในระหว่างช่วง 5 ปี ถัดไปความต้องการใช้กระดาษชนิดต่าง ๆ สามารถจำแนกได้ดังนี้ คือ กระดาษคราฟท์ ร้อยละ 50 กระดาษหนังสือพิมพ์ร้อยละ 18, กระดาษพิมพ์เขียน ร้อยละ 13, กระดาษแข็ง ร้อยละ 7, กระดาษอนามัย ร้อยละ 4 และกระดาษอื่น ๆ ร้อยละ 8 ของความต้องการใช้กระดาษทั้งหมด

กราฟแสดงแนวโน้มของกำลังการผลิตและความต้องการใช้กระดาษแต่ละชนิดแสดงดังรูปที่ 2-5 ถึง 2-9

สำหรับอัตราการบริโภคกระดาษของประเทศไทยในระยะที่ผ่านมาขึ้นอยู่กับระดับต่ำคือประมาณ 25 กิโลกรัม/คน/ปี ในปี 2535 และประมาณ 38.9 กิโลกรัม/คน/ปี ในปี 2540 เมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 2-6

**ตารางที่ 2-5** การคาดการณ์ความต้องการใช้กระดาษต่าง ๆ ในประเทศไทย พ.ศ. 2540-2545

หน่วย : 10<sup>3</sup> ตัน/ปี

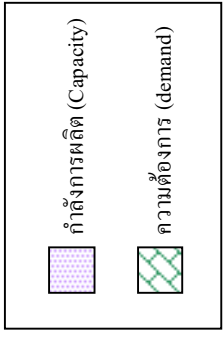
รายละเอียด	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545
Kraft Paper						
- Demand	1,150	1,010	1,040	1,212	1,248	1,103
- Capacity	1,844	1,927	2,020	2,124	2,142	2,142
Surplus (Shortage)	694	917	980	912	894	1,039
Printing & Writing Paper						
- Demand	395	295	295	304	313	329
- Capacity	857	970	997	1,009	1,029	1,049
Surplus (Shortage)	462	675	702	705	716	720
Paperboard						
- Demand	216	214	233	240	247	260
- Capacity	264	254	264	264	264	264
Surplus (Shortage)	48	40	31	24	17	4
Household & Sanitary Paper						
- Demand	74	85	95	101	108	114
- Capacity	132	155	155	170	170	170
Surplus (Shortage)	58	70	60	69	62	56
Newsprint Paper						
- Demand	375	380	400	420	440	460
- Capacity	120	120	120	120	120	120
Surplus (Shortage)	(255)	(260)	(280)	(300)	(320)	(340)
Others						
- Demand	145	160	171	183	196	210
- Capacity	80	80	80	80	80	80
Surplus (Shortage)	(65)	(80)	(91)	(103)	(116)	(130)
Total						
- Demand	2,355	2,144	2,234	2,460	2,552	2,476
- Capacity	3,297	3,506	2,636	3,767	3,805	3,825
Surplus (Shortage)	942	1,362	1,402	1,307	1,253	1,349
Population (000,000 man)	60.6	61.2	61.8	62.4	62.9	63.4
Per Capita Consumption (Kg/Head)	38.9	35.0	36.1	39.4	40.6	39.1

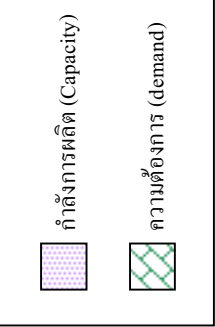
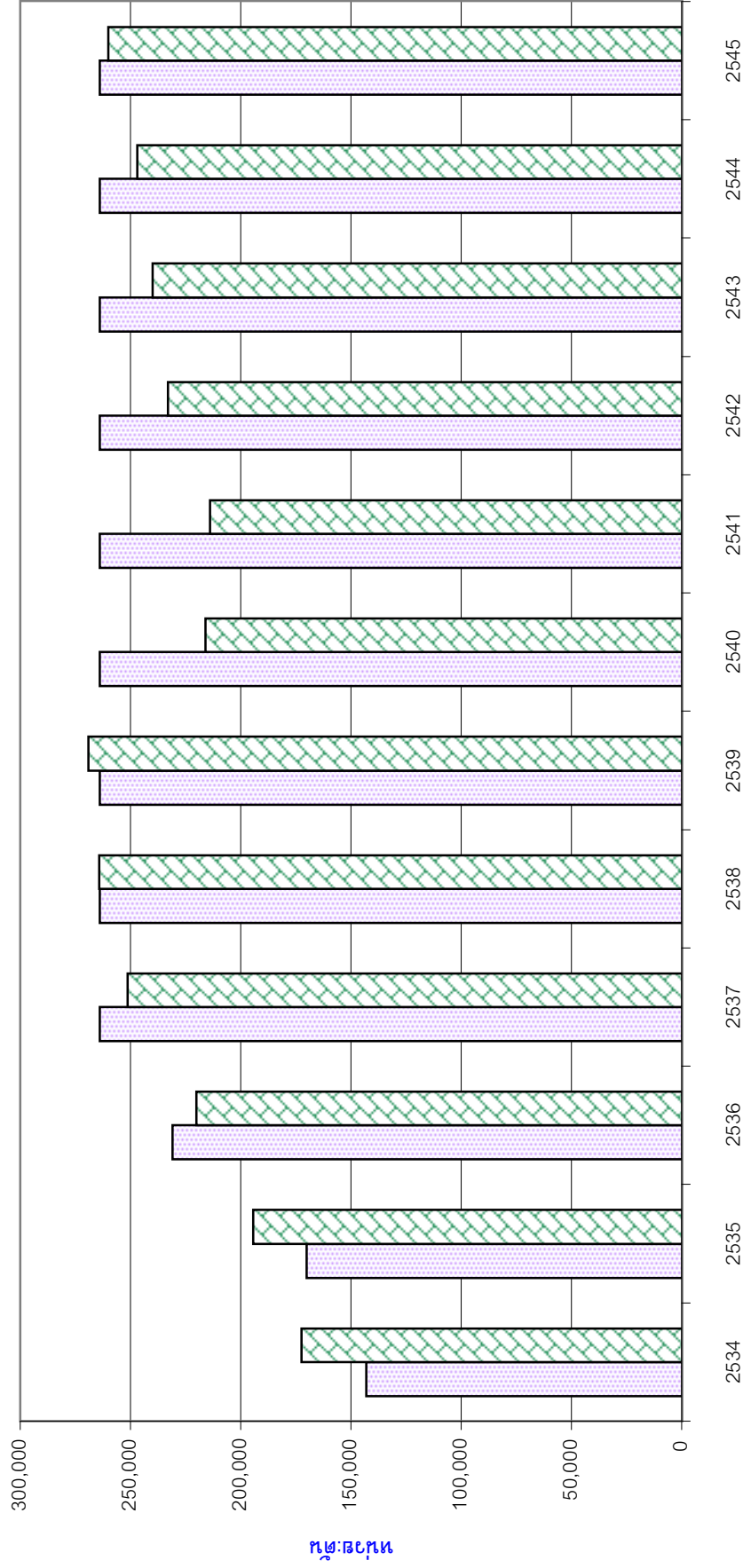


ปี

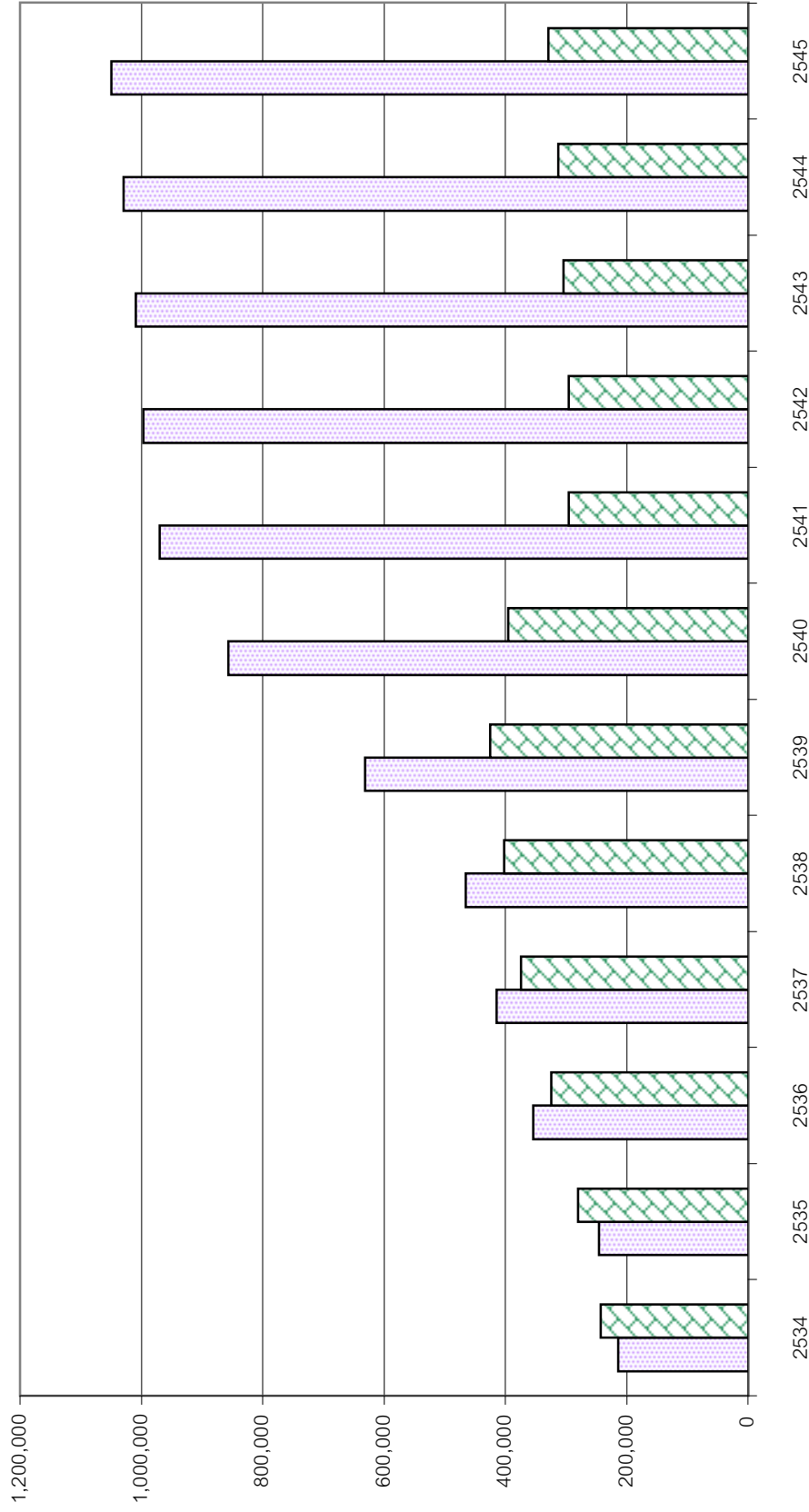
รูปที่ 2-5 แนวโน้มของกำลังการผลิตและความต้องการใช้กระดาษคราฟท์ในประเทศไทย

ที่มา : The Thai Pulp and Paper Industries Association



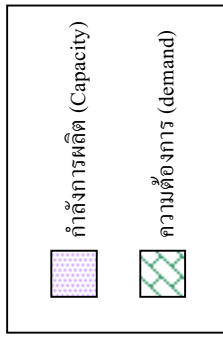


**รูปที่ 2-6** แนวโน้มของกำลังการผลิตและความต้องการใช้กระดาษแข็งในประเทศไทย  
**ที่มา :** The Thai Pulp and Paper Industries Association



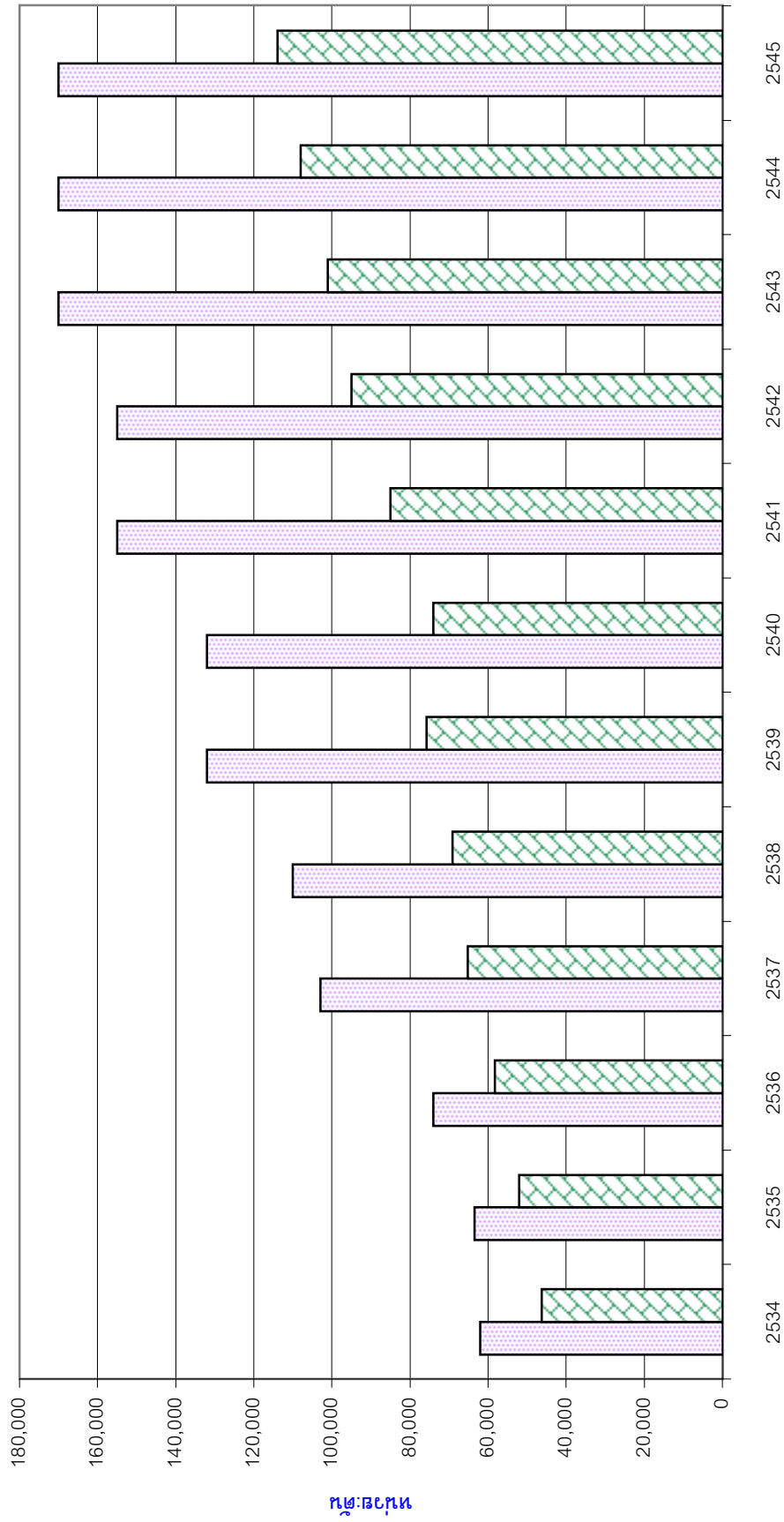
หน่วย:ตัน

ปี

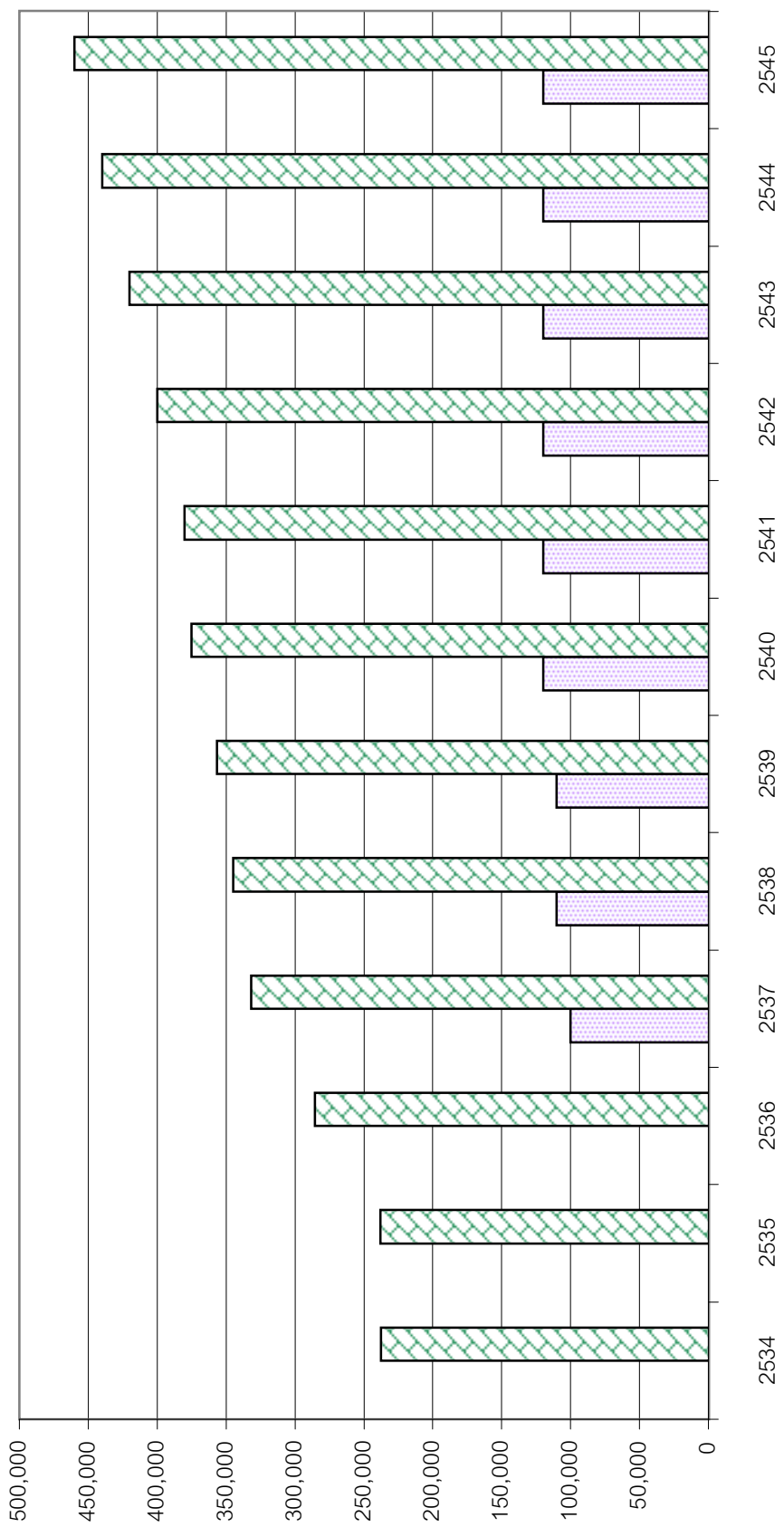


**รูปที่ 2-7** แนวโน้มของกำลังการผลิต และความต้องการใช้กระดาษพิมพ์เขียนในประเทศไทย  
**ที่มา :** The Thai Pulp and Paper Industries Association



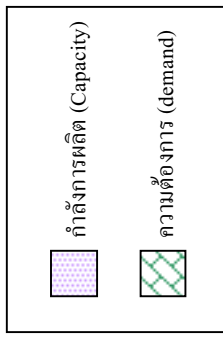


รูปที่ 2-8 แนวโน้มกำลังการผลิต และความต้องการใช้กระดาษอนามัยในประเทศไทย  
ที่มา : The Thai Pulp and Paper Industries Association



คู่:ผลิต

ปี



รูปที่ 2-9 แนวโน้มของกำลังการผลิต และความต้องการใช้กระดาษหนึ่งดีปิมพ์ในประเทศไทย  
ที่มา : The Thai Pulp and Paper Industries Association

ตารางที่ 2-6 การบริโภคกระดาษเฉลี่ยต่อประชากรของประเทศต่าง ๆ (กิโลกรัม/คน/ปี)

ประเทศ	ปี 2535	ปี 2540	อัตราการเจริญเติบโตปี
สหรัฐอเมริกา	306	306	0%
ญี่ปุ่น	234	270	3%
สิงคโปร์	208	230	4%
ไต้หวัน	183	234	6%
เกาหลี	135	213	10.5%
มาเลเซีย	56	82	11%
ไทย	25	38.9	12%
ฟิลิปปินส์	10	12	5%
อินโดนีเซีย	8.4	11	8%

ที่มา : สมาคมอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

## 2.3 โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

จากการรวบรวมข้อมูลรายชื่อ ที่ตั้ง ประเภทของวัตถุดิบ ประเภทของผลิตภัณฑ์ และกำลังการผลิตของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทยที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม และผลการสำรวจจากแบบสอบถามพบว่าในปี พ.ศ. 2540 มีโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษทั้งสิ้น 87 แห่ง ใน 28 จังหวัด (ดังแสดงในตารางที่ 2-7 และรูปที่ 2-10) โดยโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในภาคกลางมีจำนวน 9 จังหวัด ภาคตะวันออกมีจำนวน 4 จังหวัด ภาคตะวันตกมีจำนวน 2 จังหวัด ภาคเหนือมีจำนวน 9 จังหวัด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวน 2 จังหวัด จังหวัดกรุงเทพฯ และปทุมธานีมีโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษมากที่สุด ซึ่งมีจำนวนโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษรวมทุกประเภท 9 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 10.3 ของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษทั่วประเทศ รองลงมาได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการมีจำนวน 8 โรงงาน (ร้อยละ 9.2) จังหวัดนครปฐมมี จำนวน 7 โรงงาน (ร้อยละ 8.1) และจังหวัดกาญจนบุรีมีจำนวน 6 โรงงาน (ร้อยละ 6.9) โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษสามารถจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ตามประเภทของผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 2-11 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 2-7 จำนวนโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทย

ลำดับ	จังหวัด	จำนวนโรงงาน				ร้อยละ
		เยื่อกระดาษ	เยื่อและกระดาษ	กระดาษ	รวมทุกประเภท	
<b>ภาคกลาง</b>						
1.	กรุงเทพ			9	9	10.3
2.	ปทุมธานี			9	9	10.3
3.	สมุทรปราการ			8	8	9.20
4.	นครปฐม			7	7	8.1
5.	สมุทรสาคร		1	5	6	6.9
6.	อยุธยา	1	1		2	2.3
7.	นนทบุรี			1	1	1.15
8.	สุพรรณบุรี		1		1	1.15
9.	สิงห์บุรี			1	1	1.15
<b>ภาคตะวันตก</b>						
10.	กาญจนบุรี	1		5	6	6.9
11.	ราชบุรี	1		2	3	3.45
<b>ภาคตะวันออก</b>						
12.	ปราจีนบุรี		2	3	5	5.75
13.	ฉะเชิงเทรา			5	5	5.75
14.	ระยอง			2	2	2.3
15.	ชลบุรี			1	1	1.15
<b>ภาคอีสาน</b>						
16.	นครราชสีมา		1		1	1.15
17.	ขอนแก่น	1			1	1.15
<b>ภาคเหนือ</b>						
18.	น่าน		5		5	5.75
19.	แพร่		3		3	3.45
20.	เชียงใหม่		3		3	3.45
21.	พะเยา		2		2	2.3
22.	สุโขทัย		2		2	2.3
23.	อุตรดิตถ์		1		1	1.15
24.	พิษณุโลก		1		1	1.15
25.	ลำปาง		1		1	1.15
26.	เชียงใหม่		1		1	1.15
<b>รวม</b>		<b>4</b>	<b>25</b>	<b>58</b>	<b>87</b>	<b>100</b>

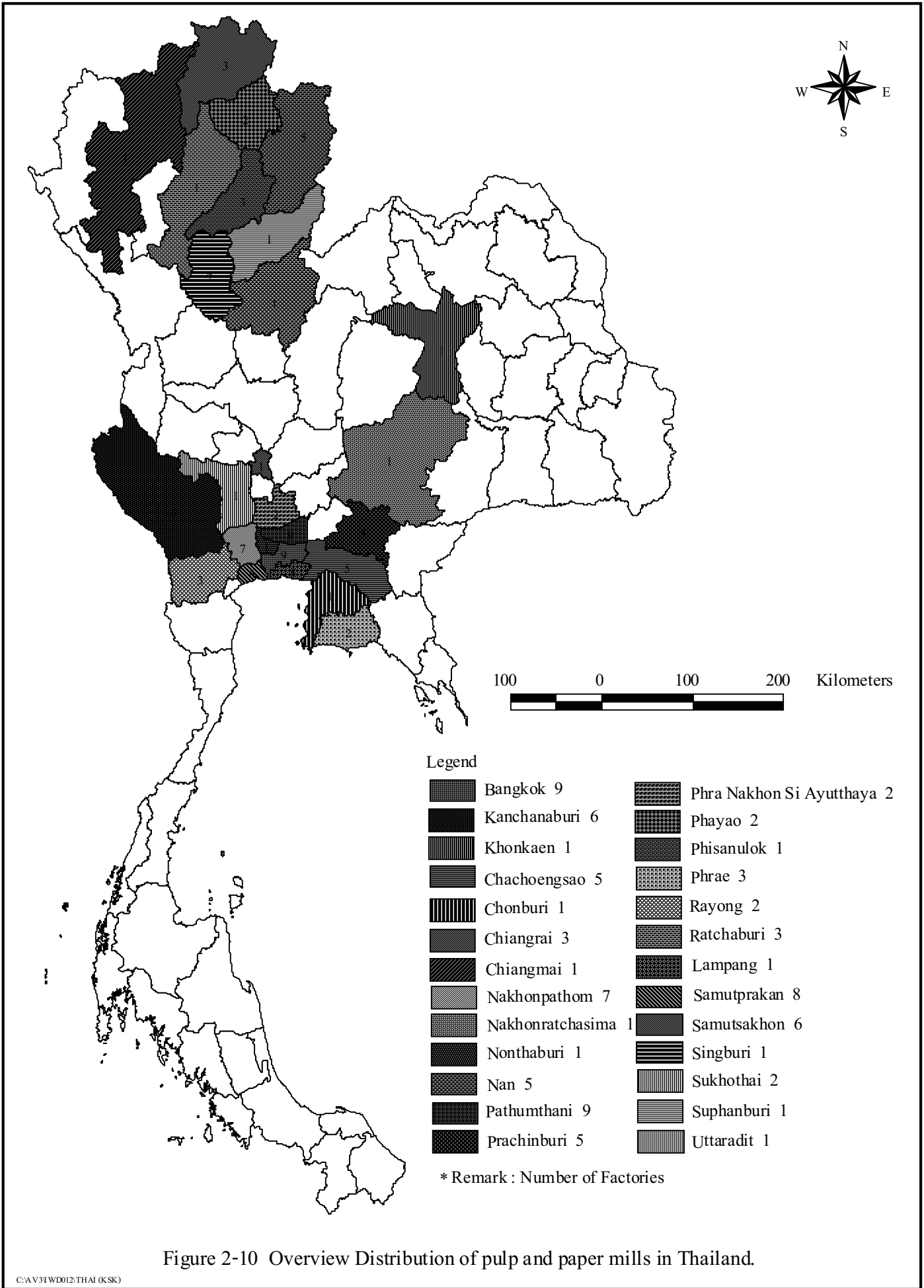
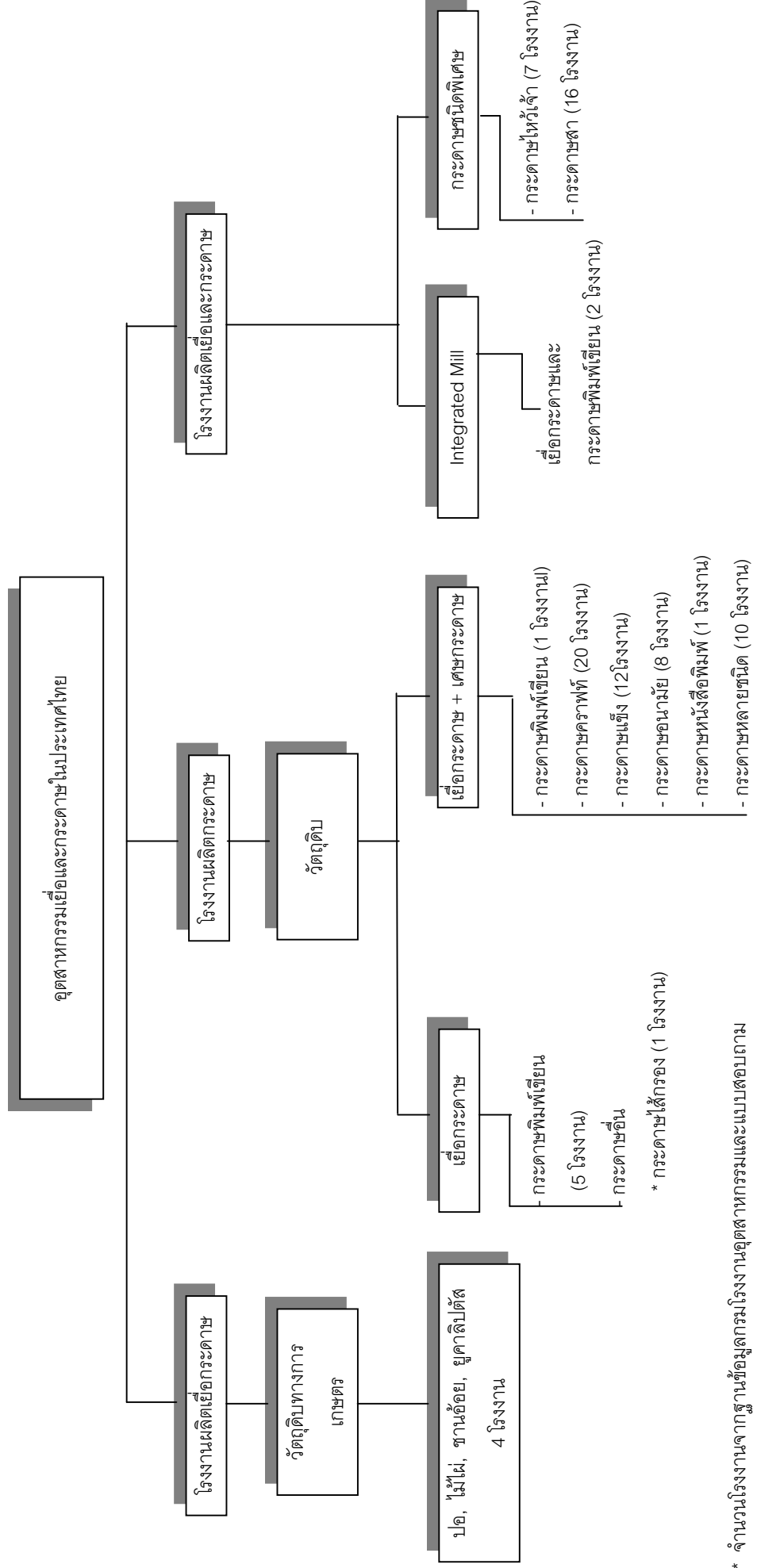


Figure 2-10 Overview Distribution of pulp and paper mills in Thailand.



Note \* จำนวนโรงงานจากฐานข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรมและแบบสอบถาม

รูปที่ 2-11 การจำแนกประเภทโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

1) โรงงานที่ผลิตเฉพาะเยื่อกระดาษเพียงอย่างเดียว มีจำนวน 4 แห่ง โรงงานในประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเริ่มดำเนินการผลิตจากวัสดุที่มาจากการเกษตร เช่น ไม้ไผ่ ชานอ้อย ยูคาลิปตัส ผลผลิตที่ได้จะเป็นเยื่อกระดาษใยสั้น โรงงานผลิตเยื่อกระดาษนี้จะตั้งอยู่ที่จังหวัดกาญจนบุรี, ราชบุรี, ขอนแก่น และอยุธยา ดังแสดงในรูปที่ 2-12

2) โรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษมีจำนวน 25 แห่ง โรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษที่จัดเป็น Integrated Mill มีอยู่ 2 โรงงาน แต่โรงงานที่จัดเป็นโรงงาน Integrated Mill ที่สมบูรณ์มีเพียงโรงงานเดียวคือ บริษัท แอ็ดวานซ์ อะโกร จำกัด ซึ่งจะใช้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเยื่อ และจะใช้เยื่อที่ผลิตขึ้นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน ซึ่งโรงงานนี้จะตั้งอยู่ที่จังหวัดปราจีนบุรี ส่วนโรงงานกระดาษบางปะอินจะผลิตเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และผลิตกระดาษพิมพ์เขียน แต่ในปัจจุบันทางโรงงานหยุดทำการผลิตเยื่อ เนื่องจากกำลังอยู่ในระหว่างการปรับปรุงเครื่องจักร จึงมีแต่การผลิตกระดาษพิมพ์เขียนเท่านั้นซึ่งใช้เยื่อใยสั้นที่ซื้อจากบริษัทอื่นเป็นวัตถุดิบ โรงงานนี้ตั้งอยู่ที่จังหวัดอยุธยา ส่วนโรงงานประเภทนี้ที่เหลือจะเป็นโรงงานที่ผลิตกระดาษชนิดพิเศษคือ กระดาษสาและกระดาษไหว้เจ้าซึ่งจะใช้วัสดุที่มาจากการเกษตรเป็นวัตถุดิบ เช่น โรงงานผลิตกระดาษสาจะใช้ปอสาเป็นวัตถุดิบ และโรงงานผลิตกระดาษไหว้เจ้าจะใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบ โรงงานผลิตกระดาษสาส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ทางภาคเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 2-13

3) โรงงานที่ผลิตกระดาษมีจำนวน 58 แห่ง โรงงานประเภทนี้ส่วนใหญ่จะใช้เยื่อกระดาษและเศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ โรงงานผลิตกระดาษจะตั้งอยู่รวมทั้งสิ้น 13 จังหวัด (ดังแสดงในรูปที่ 2-14) ซึ่งจังหวัดกรุงเทพฯ และปทุมธานี จะมีจำนวนโรงงานผลิตกระดาษมากที่สุดจังหวัดละ 9 โรงงาน

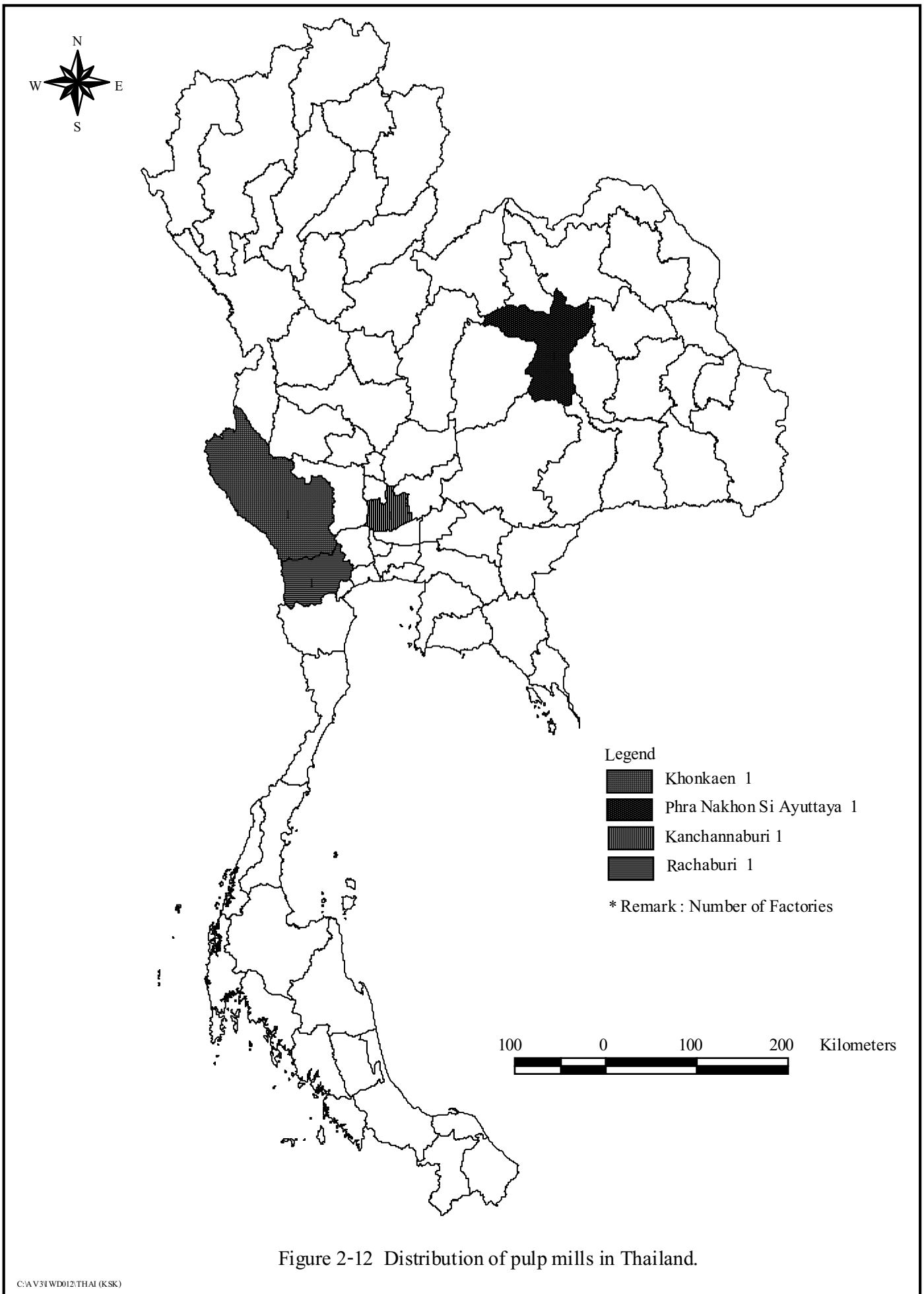


Figure 2-12 Distribution of pulp mills in Thailand.



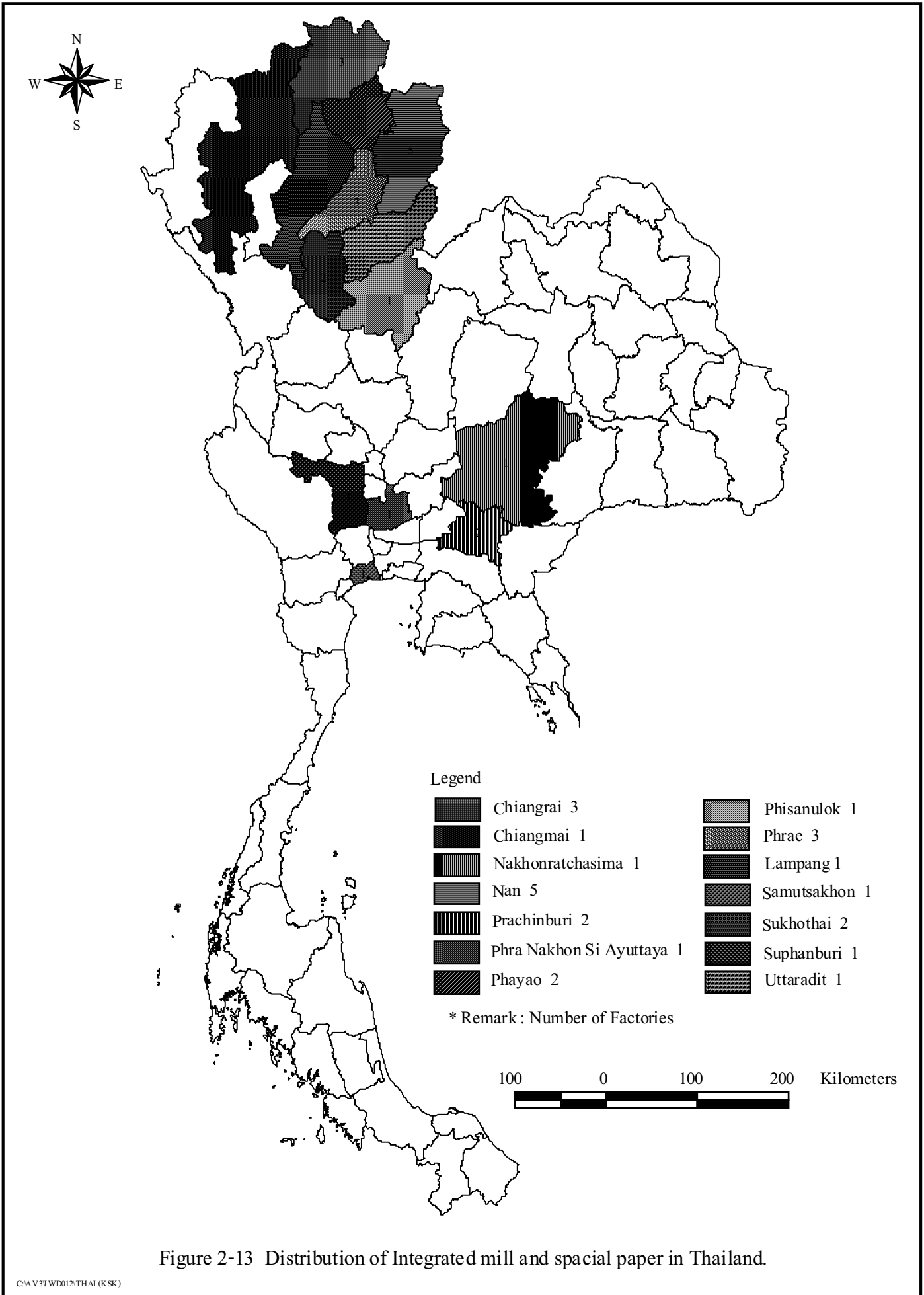


Figure 2-13 Distribution of Integrated mill and special paper in Thailand.

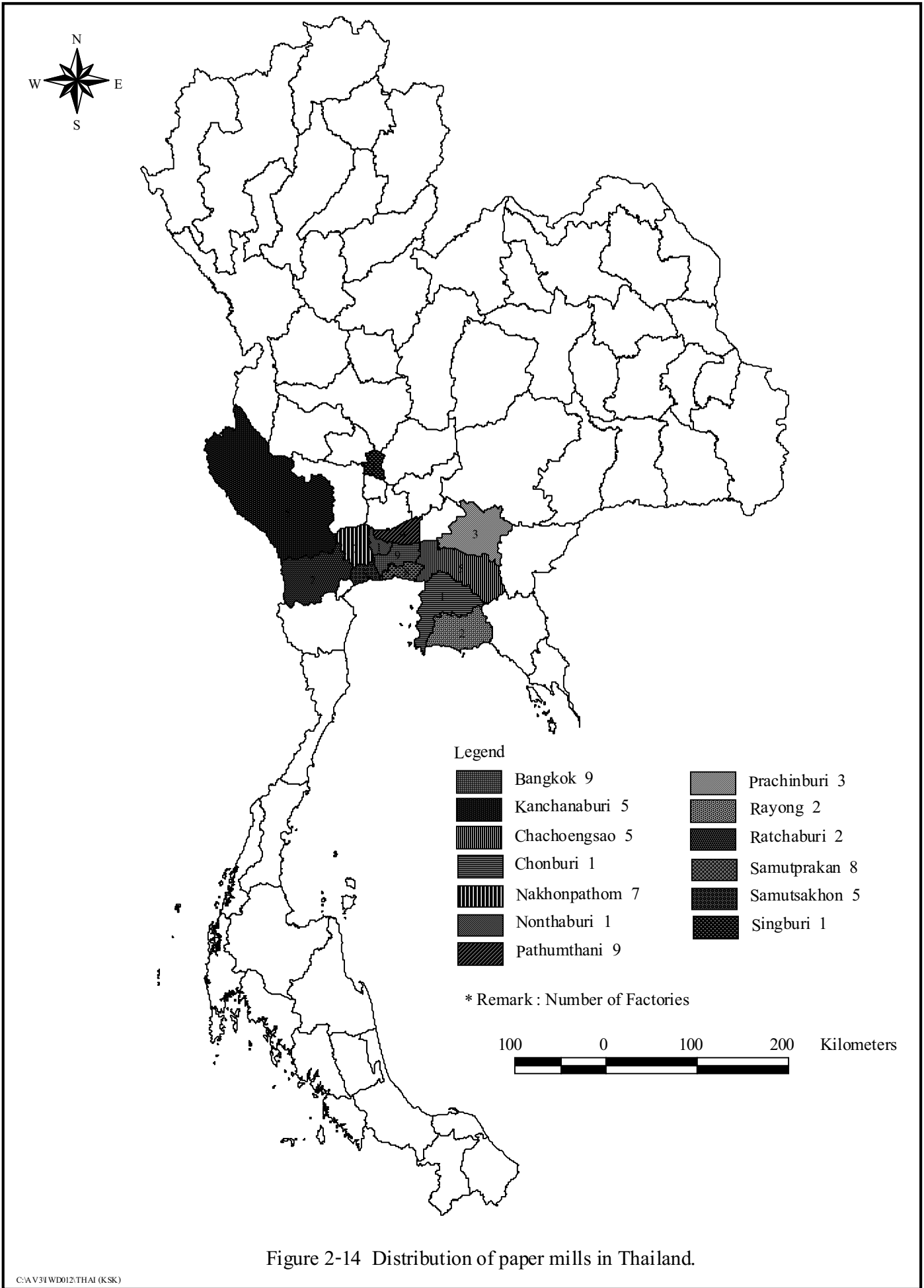


Figure 2-14 Distribution of paper mills in Thailand.

## การผลิตเยื่อกระดาษ

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเยื่อกระดาษทั้งในด้านวัตถุดิบ กระบวนการผลิต แหล่งกำเนิดมลพิษ รวมถึงวิธีการบำบัดมลพิษ และแนวทางในการจัดการป้องกันและควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ โดยมีรายละเอียดดังนี้

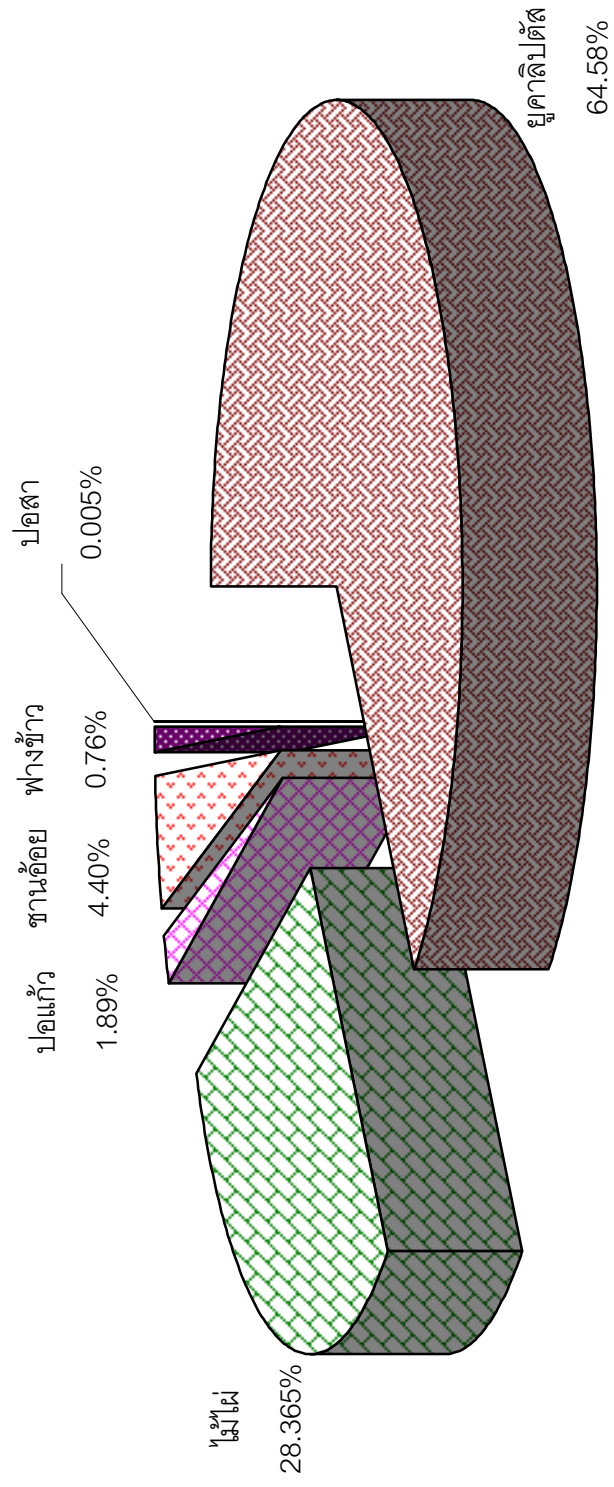
### 3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด ซึ่งแบ่งเป็นประเภทหลัก ๆ คือ วัตถุดิบประเภทไม้ (wood) และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-Wood) สำหรับวัตถุดิบที่นิยมใช้ผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทยที่เป็นไม้ คือ ยูคาลิปตัส ส่วนวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ คือ ชานอ้อย ปอแก้ว ฟางข้าว ไม้ไผ่ เยื่อกระดาษที่ผลิตได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นเยื่อใยสั้นถึงเยื่อใยปานกลาง ยกเว้นเฉพาะเยื่อกระดาษที่ผลิตจากต้นปอสาเท่านั้นที่จัดเป็นเยื่อใยยาว ในด้านปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดพบว่า มีการใช้ยูคาลิปตัสมากที่สุด คือประมาณ 64.58% ของปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ไม้ไผ่ 28.365% ชานอ้อย 4.40% ฟางข้าว 0.76% และปอสา 0.005% (รูปที่ 3-1)

อย่างไรก็ตาม จากผลการสำรวจโรงงานผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่า ยูคาลิปตัสยังคงเป็นวัตถุดิบที่มีการใช้งานมากที่สุด แต่วัตถุดิบที่มีปริมาณการใช้งานรองลงมาคือ ชานอ้อย เนื่องจากไม้ไผ่มีปริมาณไม่คงที่โดยจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสูงมาก อีกทั้งราคายูคาลิปตัสต่ำลงและมีปริมาณมาก ในปัจจุบันปอแก้วและฟางข้าวไม่ได้ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ เนื่องจากไม่มีกลุ่มลูกค้าที่ต้องการเยื่อที่ทำจากปอแก้ว ส่วนเยื่อที่ทำจากฟางข้าวนั้นไม่สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบทำให้ไม่คุ้มทุนในการผลิต

นอกจากวัตถุดิบหลักที่กล่าวถึงแล้ว ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษจะต้องใช้น้ำและพลังงานในกระบวนการผลิตอีกด้วย

สำหรับรายละเอียดของวัตถุดิบแต่ละชนิด มีดังนี้



**รูปที่ 3-1** ส่วนของวัสดุประเภทต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทย

**ที่มา :** Department of industrial Work and Questionnaire

### 3.1.1 วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-Wood)

- **ชานอ้อย (Bagasse)**

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ปลูกอ้อยมากประเทศหนึ่ง ชานอ้อยเป็นผลพลอยได้จากการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล ซึ่งจะใช้ชานอ้อยส่วนหนึ่งเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไอน้ำของโรงงาน ดังนั้นปริมาณของชานอ้อยที่จะนำมาทำเป็นวัตถุดิบเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษจึงเป็นส่วนที่เหลือจากการใช้ของโรงงานน้ำตาล และปริมาณชานอ้อยที่เหลือจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนการผลิตน้ำตาลทรายขาวกับน้ำตาลทรายดิบ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำตาลทรายขาวจะใช้ไอน้ำมากกว่าน้ำตาลทรายดิบ และขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไอน้ำของโรงงานน้ำตาลและราคาพลังงานอื่น ๆ ที่ใช้ทดแทนกันได้ ชานอ้อยจะมีเส้นใยยาวประมาณ 0.8-2.8 มิลลิเมตร เฉลี่ย 1.6 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-34 ไมโครเมตร เฉลี่ย 20 ไมโครเมตร (แสดงดังตารางที่ 3-1) และมีส่วนประกอบทางเคมี ดังนี้คือ เซลลูโลส 26-39% ลิกนิน 19-22% Hot water soluble 3-11% Alcohol benzene soluble 3-11% และ Ash 1-5% สำหรับผลผลิตเยื่อฟอกขาวที่ใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบ จะมีค่าอยู่ในช่วง 40-45% ปัจจุบันโรงงานที่ใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษมีเพียงแห่งเดียว คือ บริษัทเยื่อกระดาษสยาม จำกัด ที่อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี โดยมีความต้องการใช้ชานอ้อยประมาณปีละ 300,000 ตัน

- **ฟางข้าว (Rice Straw)**

ลักษณะเส้นใยของฟางข้าวมีความยาวประมาณ 0.7-3.5 มิลลิเมตร เฉลี่ยประมาณ 1.5 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-15 ไมโครเมตร เฉลี่ย 9 ไมโครเมตร สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากฟางข้าวจะประกอบด้วยเซลลูโลส 28-41% ลิกนิน 10-17% Hot water soluble 13-17% Alcohol benzene soluble 1-7% และ Ash 14-22% (ดังตารางที่ 3-1 และ 3-2) และเมื่อเปรียบเทียบขนาด (Dimension) ของเส้นใยฟางข้าวพบว่าจะมีเส้นใยสั้นกว่าวัตถุดิบชนิดอื่น ในกรณีที่ใช้ฟางข้าวในกระบวนการผลิตเยื่อแบบเคมี หรือแบบกึ่งเคมี จะให้ผลผลิตเยื่ออยู่ในช่วงระหว่าง 30-45%

**ตารางที่ 3-1** ขนาดเส้นใยของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษ

ชนิดของวัตถุดิบ	ความยาว, มม.		เส้นผ่านศูนย์กลาง, ไมโครเมตร	
	ต่ำ - สูง	เฉลี่ย	ต่ำ - สูง	เฉลี่ย
ฟางข้าว	0.7 - 3.5	1.5	5 - 15	9
ปอแก้ว	0.6 - 6.0	1.5	14 - 40	25
ชานอ้อย	0.8 - 2.8	1.6	10 - 34	20
ไม้ไผ่	1.5 - 4.4	2.3	7 - 27	18
ยูคาลิปตัส	0.6 - 1.4	1.0	14 - 20	18

**ที่มา** : Environmental Management in the Pulp and Paper Industry, UNEP IE/PAC Manual 1, Moscow 1981.

**ตารางที่ 3-2** ส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใยวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทย

ชนิดของวัตถุดิบ	เซลลูโลส (%)	ลิกนิน (%)	Hot water Soluble (%)	Alcohol benzene soluble (%)	เถ้า (%)
ฟางข้าว	28 - 41	10 - 17	13 - 17	1 - 7	14 - 22
ปอแก้ว	64	11 - 21	1.1	1.2	0.5
ชานอ้อย	26 - 39	19 - 22	3 - 11	3 - 11	1 - 5
ไม้ไผ่	35 - 47	22 - 30	16 - 21	3 - 6	1 - 5
ยูคาลิปตัส	47	20	2.4	1.5	0.4

**ที่มา** : Environmental Management in the Pulp and Paper Industry, UNEP 1996

สำหรับประเทศไทย ปริมาณการใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษนั้นนับว่ายังน้อยมากโดยมีปริมาณเพียงปีละ 20,000 ตันเท่านั้น โรงงานที่ผลิตเยื่อกระดาษจากฟางข้าวมีเพียงแห่งเดียว คือ โรงงานกระดาษบางปะอิน แต่ในปัจจุบันโรงงานได้หยุดการผลิตเยื่อกระดาษจากฟางข้าวแล้ว ด้วยสาเหตุที่ปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอและโรงงานไม่สามารถควบคุมได้

- ปอแก้ว (Kenaf)

ปอเป็นพืชเส้นใยอีกชนิดหนึ่งที่เคยเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเยื่อกระดาษแต่ปัญหาหลัก ได้แก่ ความผันผวนของราคาปอจากตลาดโลก นอกจากนี้ ปอยังเป็นวัตถุดิบที่เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมอื่น เช่น การทำกระดาษ ผู้ผลิตเยื่อกระดาษจากปอจึงมักประสบปัญหาขาดแคลนปอเนื่องจากปอเป็นพืชทนต่อความแห้งแล้งและโรคแมลงได้ดี จึงมักปลูกทางแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน) ตั้งอยู่ที่จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นบริษัทเดียวที่ใช้ปอแก้วผลิตเยื่อกระดาษ แต่ในปัจจุบันไม่ได้ผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วแล้วด้วยสาเหตุที่ปริมาณวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอ

ปอแก้วมีเส้นใยยาวเฉลี่ยประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 25 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบของเซลลูโลสประมาณ 64% ลิกนิน 11-21% Hot water soluble 1.1% Alcohol benzene soluble 1.2% และ Ash 0.5%

- ไม้ไผ่ (Bamboo)

ไม้ไผ่มีมากทางภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปัญหาของไม้ไผ่ คือ ปริมาณสำรองของป่าไผ่ตามธรรมชาติเทียบกับอัตราการตัด และการขึ้นทดแทนไม่สมดุลกัน บริษัทที่นำไม้ไผ่มาผลิตเยื่อกระดาษบางส่วน ได้แก่ บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน) และบริษัทปัญญาพล พัลพ อินดัสตรี จำกัด ลักษณะเส้นใยของไม้ไผ่มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเฉลี่ยประมาณ 18 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบของเซลลูโลส 35-47% ลิกนิน 22-30% Hot water soluble 16-21% Alcohol benzene soluble 3-6% และ Ash 1-5%

- ปอสา (Mulberry)

เป็นพืชเส้นใยชนิดหนึ่งที่ทำให้เส้นใยจากเปลือกของลำต้น อยู่ในตระกูล Moraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Broussonetia papyrifera* Vent. จัดเป็นไม้ยืนต้น มักเกิดขึ้นตามพื้นที่ชุ่มชื้น สำหรับประเทศไทยจะพบปอสาขึ้นกระจัดกระจายอยู่ทั่วประเทศ ปอสาเป็นพืชพื้นเมืองของไทย เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ลำต้นมีลักษณะกลม สีน้ำตาลคล้ำ พันธุ์ที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ ชนิดต้นม่วง จะมีกิ่งและก้านใบเป็นสีม่วงหรือสีน้ำตาลคล้ำ และชนิดสีเขียว จะมีกิ่งและก้านใบเป็นสีเขียว แต่ที่พบโดยทั่วไป คือ ชนิดต้นม่วง ขนาดของลำต้นปอสาที่พอจะตัดเอาเปลือกมาใช้ทำกระดาษได้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 7 ซม. ขึ้นไป จนถึง 20 ซม. มีอายุ 3-5 ปี ต้นสาที่มีอายุอ่อนกว่า 3 ปีจะมีปริมาณ

เปลือกน้อย เยื่อปอสาประกอบด้วยเส้นใย 2 ชนิด คือ เส้นใยสั้นเป็นเยื่อที่มาจากเนื้อไม้ และเส้นใยยาวมาจากส่วนเปลือก มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 8 มม. แต่มีปริมาณน้อยเพียงร้อยละ 7 ของน้ำหนักทั้งต้น

### 3.1.2 วัตถุดิบประเภทไม้ (Wood)

- ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)

ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยใช้เวลาปลูกเพียง 4-5 ปี และได้ผลผลิตเฉลี่ย 10-15 ตัน/ไร่ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น พาร์ทิเคิลบอร์ด ปาร์เก้ ถ่าน เยื่อกระดาษและเยื่อเรยอง ยูคาลิปตัสสามารถนำมาใช้ทำเยื่อกระดาษได้ดี เพราะให้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับผลิตเป็นเยื่อใยสั้น และยังสามารถส่งออกไปในรูปแบบไม้สับไปต่างประเทศได้อีกด้วย

เส้นใยของยูคาลิปตัสจะมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 18 ไมโครเมตร ส่วนองค์ประกอบทางเคมีจะมีเซลลูโลส ประมาณ 47% ลิกนิน ประมาณ 20% เฮมิเซลลูโลสประมาณ 23% Hot water Soluble 2.4% Alcohol benzene soluble 1.5% Ash 0.4% ที่เหลือเป็นส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์ และสารประกอบอนินทรีย์อื่น ๆ ตัวอย่างเช่นโลหะ

### 3.1.3 น้ำใช้

ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ มีการใช้น้ำในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ อาทิ เช่น ขั้นตอนการตัดเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนการทำความสะอาดเยื่อ ขั้นตอนการฟอกเยื่อ เป็นต้น ปริมาณน้ำใช้ในแต่ละโรงงานก็จะมีค่าที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับการจัดการในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณน้ำใช้ของแต่ละโรงงาน ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนการปอกเปลือกไม้แบบเปียก (Wet debarking) มาเป็นแบบแห้ง (Dry debarking), การใช้อุปกรณ์การล้างที่มีประสิทธิภาพ, การใช้น้ำคอนเดนเสทจากหน่วยทำระเหยมาใช้ในหน่วย Screen

แหล่งน้ำใช้ได้มาจากน้ำบาดาล, น้ำประปา และน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ

สำหรับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากการสำรวจโรงงานผลิตเยื่อในประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 3-3 ส่วนข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของโรงงานผลิตเยื่อเคมีของประเทศในแถบยุโรปจะมีปริมาณการใช้น้ำอยู่ในช่วง 10-100 ลบ.ม./ตันเยื่อ



**ตารางที่ 3-3** ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของโรงงานผลิตเยื่อในประเทศไทยที่ได้ทำการสำรวจ

กระบวนการผลิต	วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ตันเยื่อ)
1. กระบวนการผลิตเยื่อเคมี ฟอกขาวแบบซัลเฟต (Kraft)	ยูคาลิปตัส	50
2. กระบวนการผลิตเยื่อเคมี ฟอกขาวแบบโซดา (Soda)	ยูคาลิปตัส	40
3. กระบวนการผลิตเยื่อเคมี ฟอกขาวแบบโซดา (Soda) และเยื่อกึ่งเคมี (CTMP)	ชานอ้อย, ยูคาลิปตัส	22
4. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีฟอก- และผลิตกระดาษพิมพ์เขียน (Integrated Mill)	ยูคาลิปตัส	22
5. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีแบบ ไม่ฟอก	ยูคาลิปตัส	50
6. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีที่ใช้ ทำกระดาษสา	ปอสา	225-1000
7. กระบวนการผลิตเยื่อเชิงกลที่ใช้ ทำกระดาษไหว้เจ้า	ไม้ไผ่	30-47

**ที่มา :** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

### 3.1.4 พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ ได้แก่ พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตนั้น ผลิตมาจากหม้อไอน้ำซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้กับหม้อไอน้ำมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันเตา เศษเปลือกไม้ ถ่านหิน เป็นต้น พลังงานความร้อนส่วนหลัก ๆ ใช้สำหรับระเหยน้ำ สำหรับพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้เพื่อขนส่งวัตถุดิบ และใช้ในเครื่องจักรผลิตกระดาษ (สำหรับ Integrated Mill) ผลสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 3-4 และสำหรับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับโรงงานผลิตเยื่อเคมีของประเทศในแถบยุโรปจะมีค่าอยู่ในช่วง 600-800 kW-hr/ตันเยื่อ

**ตารางที่ 3-4** ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตเยื่อในประเทศไทยที่ได้ทำการสำรวจ

กระบวนการผลิต	วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kW-hr/ตันเยื่อ)
1. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีฟอกขาวแบบ ซัลเฟต (Kraft)	ยูคาลิปตัส	690
2. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีฟอกขาว แบบโซดา (Soda)	ยูคาลิปตัส	-
3. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีฟอกขาวแบบ โซดา (Soda) และเยื่อกึ่งเคมี (CTMP)	ชานอ้อย, ยูคาลิปตัส	410
4. การผลิตเยื่อเคมีฟอกขาวแบบ Soda และ ผลิตกระดาษพิมพ์เขียน (Integrated Mill)	ยูคาลิปตัส	690
5. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีแบบไม่ฟอก	ยูคาลิปตัส	690
6. กระบวนการผลิตเยื่อเคมีที่ใช้ทำกระดาษ สา	ปอสา	-
7. กระบวนการผลิตเยื่อเชิงกลที่ใช้ทำ กระดาษหิ้วเจ้า	ไม้ไผ่	600

**หมายเหตุ:** - หมายถึงไม่มีข้อมูล

**ที่มา:** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

## 3.2 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

### 3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material Preparation)

การจัดเตรียมวัตถุดิบมีจุดประสงค์ เพื่อที่จะเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมสำหรับที่จะใช้ในการดำเนินการผลิตเยื่อขั้นต่อไป โดยมีหลักการ คือ การแยกกำจัดสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการออก และแปรรูปให้มีขนาดพอเหมาะ ขั้นตอนที่สำคัญในการจัดเตรียมวัตถุดิบที่จะกล่าวถึงจะแบ่งตามประเภทวัตถุดิบดังนี้

#### • การเตรียมวัตถุดิบที่เป็นไม้ (Wood)

##### 1. การปอกเปลือก (Debarking)

เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากเปลือกไม้เป็นส่วนที่ไม่มีประโยชน์ต่อการผลิตเยื่อกระดาษ และยังมีผลเสียอีกด้วยเนื่องจากเปลือกไม้เป็นส่วนที่มีเส้นใยน้อย และมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนมาก หากเข้าไปสู่กระบวนการผลิตอื่น ๆ เช่นการต้มเยื่อ จึงเป็นการเปลืองสารเคมีและไอน้ำมากขณะที่ได้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่า รวมทั้งเยื่อกระดาษที่ได้ยังมีคุณภาพต่ำอีกด้วย

โรงงานในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้เครื่องปอกเปลือก (Debarking) แบบ Debarking drum (รูปที่ ง-1 ในภาคผนวก ง) ซึ่งจะอาศัยหลักการหมุน เปลือกไม้จะหลุดออกเนื่องจากแรงเสียดทาน และการกระทบกันของไม้ ไม้จะถูกลำเลียงทางสายพานเข้าไปสู่ Drum ประมาณครึ่งหนึ่งของ Drum เมื่อ Drum หมุน เปลือกจะถูกแยกออกมาจากช่อง (Slot) ซึ่งอยู่ด้านข้างของ Drum และจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องตีเปลือก (Bark crusher) แล้วส่งไปยังที่เก็บเปลือก (Bark Storage) ปริมาณเปลือกไม้ที่เกิดขึ้นภายในโรงงานจะมีประมาณ 10-12% ของวัตถุดิบ ซึ่งส่วนใหญ่โรงงานจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ (Boiler) ส่วนไม้ท่อนที่ปอกเปลือกแล้วจะล้างด้วยน้ำก่อนเข้าเครื่องสับ (Chipper)

##### 2. การสับชิ้นไม้ (Chipping)

หลังจากการปอกเปลือก ไม้ท่อนจะถูกสับให้มีขนาดเล็กลงเพื่อความเหมาะสมในการต้มเยื่อ การสับไม้จะใช้เครื่องสับไม้ (chipper) (รูปที่ ง-2 ในภาคผนวก ง.) ไม้ท่อนเมื่อผ่านเครื่องสับไม้แล้ว จะได้เป็นชิ้นไม้สับ (chip) ขนาดชิ้นไม้สับที่ได้จะมีความสำคัญต่อการผลิตเยื่อ ขนาดควรจะมี ความสม่ำเสมอ ความยาวและความหนาจะสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือความกว้าง โดยควรมีความยาว และความกว้างประมาณ 20-30 มม. หนาประมาณ 6-10 มม. ชิ้นไม้สับจะถูกส่งโดยสายพานลำเลียงจาก Chipper มากองไว้บนลานกลางแจ้ง โดยจะกองเป็นวงกลมหรือเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

### 3. การคัดขนาด (Screening)

ชิ้นไม้สับที่ได้ขนาดจะถูกแยกออกจากพวกเสี้ยนไม้ ฝุ่น (fines) และชิ้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ (oversized) ด้วยเครื่องคัดขนาด ชิ้นไม้สับที่มีขนาดใหญ่จะถูกทำให้มีขนาดเล็กลง ส่วนเสี้ยนไม้ และฝุ่นจะถูกรวมกับเปลือกเพื่อนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ (Boiler) สำหรับชิ้นไม้สับที่ได้ขนาดจะถูกส่งไปยังหม้อต้มเยื่อต่อไป เครื่องคัดขนาดชิ้นไม้แสดงในภาคผนวก ง. รูปที่ ง-3

- การเตรียมวัตถุดิบจากพืชที่ไม่ใช่ไม้ (Non-Wood)

วัตถุดิบในการผลิตเยื่อจากพืชที่ไม่ใช่ไม้ ได้แก่ ฟางข้าว ชานอ้อย และไม้ไผ่ซึ่งจะมีการเตรียมวัตถุดิบในแต่ละประเภท ดังนี้

#### 1. ชานอ้อย (Bagasse)

เริ่มด้วยการนำเอากากอ้อยจากกองเก็บกากอ้อยในบริเวณโรงงานมาทำการขจัดขุยอ้อยออกที่เครื่องแยกขุยอ้อย (Depithier) ขุยอ้อยจะถูกแยกออกไปประมาณ 30% โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนที่เป็นเส้นใยประมาณ 70% เรียกว่า ชานอ้อย จากนั้นจะส่งชานอ้อยเข้าเครื่องล้างชานอ้อย (Float washer) เพื่อล้างเอาสิ่งสกปรกหรือของหนักที่ไม่ต้องการออกจากชานอ้อย เช่น ทราย, หิน น้ำเสียที่เกิดจากการล้างชานอ้อยจะมีปริมาณประมาณ 6-10 ลบ.ม./ตันเยื่อ เศษทรายหรือสิ่งสกปรกที่แยกออกจะมีปริมาณน้อยมากคือประมาณ 0.005 กก./ตันเยื่อ

#### 2. ฟางข้าว (Rice Straw)

ก่อนที่จะนำฟางข้าวผ่านเข้าหม้อต้มเยื่อ (Digester) จะต้องนำฟางข้าวไปเข้าเครื่องตัดให้ได้ความยาวตามขนาดที่เหมาะสม คือประมาณ 4-5 เซนติเมตร และจะต้องมีการกำจัดฝุ่นออกจากฟางข้าวเพื่อให้ได้กระดาษที่มีคุณภาพดี โดยนำฟางข้าวมาผ่านเข้าเครื่องไซโคลน (cyclone) ฝุ่นที่ถูกกำจัดออกไปมีประมาณ 5% ของวัตถุดิบ

#### 3. ไม้ไผ่ (Bamboo)

ก่อนนำไม้ไผ่มาผ่านเข้าเครื่องสับชิ้นไม้ (Chipper) และเครื่องคัดขนาด (Screening) จะต้องทำการกำจัดฝุ่นเหมือนกับขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบประเภทไม้ยูคาลิปตัส ยกเว้นจะไม่มีการปอกเปลือก (Debarking)

#### 4. ปอสา (Mulberry)

ปอสาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อนั้นจะเป็นส่วนเปลือกของปอสา ก่อนที่จะนำมาทำเป็นเยื่อกระดาษนั้นควรจะคัดเลือกเปลือกที่อ่อน-แก่แยกจากกัน และจะนำเปลือกปอสา มาตัดตาที่ติดอยู่ตรงเปลือกออกก่อนโดยใช้คนตัด เศษตาของปอที่ตัดออกจะมีประมาณ 15% ของ วัตถุดิบ

### 3.2.2 การแยกเส้นใย (Pulp Disintegration)

ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษนั้น ภายหลังจากที่จัดเตรียมวัตถุดิบเรียบร้อยแล้ว จะนำ วัตถุดิบเหล่านั้นมาผ่านขั้นตอนการย่อยแยกเส้นใย ซึ่งกระบวนการย่อยแยกเส้นใยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กระบวนการกล (Mechanical Process), กระบวนการกึ่งเคมี (Semicheical Process) และ กระบวนการเคมี (Chemical Pulping Process)

#### 3.2.2.1 กระบวนการกล (Mechanical Process)

เนื่องจากกระบวนการนี้ยังมีลักษณะเป็นไม้แท่ง ๆ อยู่มากจนบางแห่งเรียกว่า Groundwood หรือเยื่อไม้บด คุณสมบัติด้านความเหนียวของเยื่อที่ผลิตได้ไม่ดีนัก เพราะไม่ใช่เยื่อ เซลลูโลสบริสุทธิ์ ยังมีสิ่งเจือปน เช่น ลิกนิน เกลือแร่ และยางไม้ เป็นต้น หลักการที่สำคัญของ กระบวนการนี้คือ การบด (Grinding) เพื่อกระจายเส้นใยออกจากกัน วัตถุดิบที่ใช้จะผ่านไปบดในลูกโม่ หิน จึงเรียกว่า Stone Groundwood ส่วนพวกชิ้นไม้จะผ่านไปบดในเครื่องบด (Refiner) ซึ่งให้เยื่อที่มี คุณภาพและสม่ำเสมอกว่า Stone Groundwood กระบวนการกลนี้ได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นโดยใช้ สารเคมีหรือความร้อนเข้าช่วย เรียกว่า กระบวนการเคมีเมคานิคัล (Chemimechanical Process (CMP) หรือกระบวนการเทอร์โมเมคานิคัล (Thermomechanical process – TMP) เพื่อผลิตเยื่อที่มี คุณภาพดีขึ้น เยื่อที่ผลิตโดยใช้กระบวนการกลส่วนใหญ่จะใช้ในการทำกระดาษหนังสือพิมพ์ และผสม ทำกระดาษพิมพ์เขียนเพราะมีความทึบแสงสูง กระบวนการกลนี้ให้ปริมาณผลผลิตเยื่อสูงตั้งแต่ร้อยละ 85 ของปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ เพราะยังคงมีลิกนินค้างอยู่ในเยื่อ

สำหรับในประเทศไทยมีการผลิตเยื่อจากกระบวนการเคมีเมคานิคัล เพื่อใช้ สำหรับผลิตกระดาษให้เจ้าเท่านั้น โดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบ เริ่มจากการนำไม้ไผ่มาแช่ด้วยโซดาไฟเพื่อให้ไม้เปื่อย ต่อจากนั้นจึงนำเข้าสู่เครื่องบด และนำไปเข้าเครื่องเดินแผ่นกระดาษ

#### 3.2.2.2 กระบวนการกึ่งเคมี (Semicheical Process)

เป็นการแยกโดยใช้กระบวนการเคมีและกระบวนการกลรวมกัน เยื่อที่ได้จาก การเตรียมวิธีนี้มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเยื่อไม้บดและเยื่อเคมี วิธีการแยกเส้นใยโดยวิธีกระบวนการกึ่งเคมี

เป็นการนำชิ้นไม้สับมาต้มกับน้ำยาต้มเยื่อในหม้อต้มเยื่อภายใต้เวลา อุณหภูมิ และปริมาณน้ำยาเคมีต่อปริมาณไม้ที่กำหนด เมื่อต้มได้สภาวะหนึ่งแล้วก็นำไปผ่านกระบวนการกลเพื่อแยกเส้นใยออกมา เรียกว่าเยื่อที่ได้ว่าเยื่อกึ่งเคมี

สำหรับประเทศไทย จะมีการผลิตเยื่อกึ่งเคมีหรือเยื่อ CTMP จากชานอ้อยและยูคาลิปตัส กระบวนการผลิตประกอบด้วยกระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางกล ซึ่งจะมีขั้นตอนหลัก ๆ คือ การแช่น้ำยา (Impregnation) การต้มเยื่อ (Cooking) และการบดเยื่อ

### ● การแช่น้ำยา (Impregnation)

วัตถุดิบจากระบบการจัดเตรียมวัตถุดิบจะถูกทำให้เปลี่ยนสภาพเป็นเยื่อเส้นใย (Fiber) ในวัตถุดิบจะถูกแยกให้เป็นเส้นใยอิสระ โดยจะเริ่มจากการแช่ให้ชุ่มด้วยโซดาไฟ (NaOH) และโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ที่ใช้ในการต้มเยื่อ วัตถุดิบที่เป็นไม้จะถูกไล่อากาศที่แทรกอยู่ในเนื้อไม้ด้วยความร้อนจากไอน้ำ ก่อนจะนำไปแช่ในน้ำยาที่อุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งจะทำให้วัตถุดิบอมน้ำยาได้มากขึ้น สำหรับชานอ้อยนั้นจะทำให้ชุ่มน้ำยาด้วยการพ่นน้ำยาไปที่ชานอ้อยโดยตรง

### ● การต้มเยื่อ (Cooking)

ในขั้นตอนการต้มเยื่อ จะต้มในหม้อต้มเยื่อ (Digester) ซึ่งใช้ไอน้ำความดัน 10 barg และควบคุมให้มีอุณหภูมิประมาณ  $180^\circ\text{C}$  หลังจากการต้ม 25% ของวัตถุดิบจะถูกละลายออกมา และเหลืออีก 75% ที่จะกลายเป็นเยื่อ การต้มด้วยเวลาที่นานขึ้นและใช้น้ำยามากขึ้น จะได้ปริมาณเยื่อน้อยลง แต่เยื่อที่ได้จะมีความแข็งแรงขึ้น เวลาที่ใช้ในการต้มเยื่อประมาณ 20 นาที

### ● การบดเยื่อ

เป็นกระบวนการแยกเส้นใยต่อจากกระบวนการทางเคมีเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับเยื่อที่ได้ โดยเยื่อจะถูกบดในช่องแคบ ๆ ระหว่างจานหมุน 2 จานของเครื่องบด ความมากน้อยของการบดจะวัดจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อตันเยื่อ การบดจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

การบดแยกเส้นใย (Defibration), การบดเยื่อความเข้มข้นสูง (High Consistency Refining) และการบดเยื่อที่ความเข้มข้นต่ำ (Low Consistency Refining)

ในขั้นตอนการบดแยกเส้นใย วัตถุดิบที่มาจากกระบวนการต้มจะถูกบดให้เส้นใยมีขนาดเล็กกลง ในขั้นตอนนี้จะใช้ไฟฟ้า 55 KWh ต่อตันเยื่อ

การบดเยื่อความเข้มข้นสูง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการบดแยกเส้นใย หลังจากขั้นตอนนี้ ค่า Freeness ของเยื่อจะลดลงต่ำกว่า 500 ml CSF ไฟฟ้าที่ใช้ประมาณ 280-330 KWh ต่อตันเยื่อ

การบดเยื่อความเข้มข้นต่ำ มีจุดประสงค์หลักเพื่อกำจัดเสี้ยน (Shives) ในเยื่อแต่จะมีการบดแยกเส้นใยเกิดขึ้นบ้าง ขั้นตอนนี้จะใช้ไฟฟ้าประมาณ 85 KWh ต่อตันเยื่อ

จากนั้นเยื่อจะผ่านเข้าสู่กระบวนการล้าง (Washing) ต่อไป

### 3.2.2.3 กระบวนการทางเคมี (Chemical Pulping Process)

กระบวนการทางเคมีเป็นกรรมวิธีการผลิตเยื่อที่ใช้สารเคมีละลายสารในเนื้อไม้ที่เป็นตัวยึดให้เส้นใยกับเส้นใยที่จับตัวกันไว้ออกมา วิธีการนี้เป็นวิธีการนำวัตถุดิบมาต้มกับสารเคมี ความเข้มข้นสูงในหม้อต้มเยื่อ (Digester) เยื่อจากกระบวนการนี้จะมีปริมาณเซลลูโลสสูง มีลิกนินและสารอินทรีย์อื่น ๆ ปนอยู่น้อยมาก มีความเหนียวสูง ใช้ผลิตกระดาษที่มีคุณภาพดี กระบวนการนี้แบ่งออกตามประเภทสารเคมีที่ใช้ได้ดังนี้คือ

#### 1. กระบวนการโซดา (Soda Process)

เป็นกระบวนการที่ใช้โซดาไฟ (NaOH) เป็นน้ำยาต้มเยื่อ เยื่อโซดาไฟพอกขาวนี้ส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษพิมพ์เขียน นอกจากนี้การผลิตกระดาษชนิดพิเศษ เช่น กระดาษสาก็จะใช้โซดาไฟในการต้มเยื่อเช่นกัน

#### 2. กระบวนการซัลเฟตหรือคราฟท์ (Sulphate or Kraft Process)

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้ คือ โซเดียมซัลไฟด์ แต่เรียกชื่อกระบวนการซัลเฟตเพราะใช้สารเคมีโซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulphate) เป็น Make up Chemical ในการทำน้ำยาเคมีกลบคั้น เยื่อซัลเฟตส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษห่อของ กระดาษเหนียว (Kraft paper) กระดาษผิวกล่อง (Kraft Linerboard) และเยื่อซัลเฟตพอกขาวใช้ทำกระดาษได้หลายชนิดตั้งแต่กระดาษพิมพ์เขียนจนถึงกระดาษอนามัย

โรงงานผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทยที่ใช้กระบวนการผลิตทางเคมีนั้น มีทั้งแบบโซดา (Soda Process) และแบบซัลเฟต (Kraft Process) ซึ่งกระบวนการผลิตทั้งสองแบบจะต่างกัน เฉพาะสารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อดังกล่าวแล้วข้างต้น แต่ในขั้นตอนอื่น ๆ จะคล้ายกัน

สำหรับขั้นตอนการผลิตเยื่อโดยใช้กระบวนการทางเคมีโดยทั่วไปจะเริ่มจากการนำวัตถุดิบจากหน่วยเตรียมวัตถุดิบเข้าสู่หม้อต้มเยื่อ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อแยกเส้นใยในวัตถุดิบออกจากกันขณะเดียวกันก็ให้เยื่อที่มีคุณภาพตามที่กำหนด สารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อเรียกว่า ของเหลวขาว (White liquor) หรือน้ำยาต้มเยื่อ ซึ่งก็คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซัลไฟด์ ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) หม้อต้มเยื่อมี 2 แบบ คือ

### 1) หม้อต้มเยื่อแบบทีละถัง (Batch digester)

เป็นถังขนาดใหญ่ที่ควบคุมความดันได้ โดยหลังจากเติมชิ้นไม้สับและน้ำยาต้มเยื่อลงไปในถังแล้ว จะให้ความร้อนแก่ถังภายใต้ความดัน โดยควบคุมอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการต้ม เมื่อต้มเยื่อตามกำหนดแล้ว จะหยุดให้ความร้อนและลดความดันเพื่อปล่อยเยื่อออกจากถังก่อนที่จะเริ่มการต้มครั้งใหม่ จึงเรียกว่า การต้มเยื่อแบบทีละถัง การต้มเยื่อแบบทีละถังที่มีจำนวนหม้อต้มเยื่อ 8-10 ถัง และมีขั้นตอนการต้มเยื่อสลับกันในแต่ละถังจะเรียกว่า การต้มเยื่อแบบซูเปอร์แบตช์ (Superbatch Cooking) หม้อต้มเยื่อแบบทีละถัง แสดงอยู่ในภาคผนวก ง. (รูปที่ ง-4)

### 2) หม้อต้มเยื่อแบบต่อเนื่อง (Continuous digester)

ชิ้นไม้สับและน้ำยาต้มเยื่อจะถูกผสมกันแล้วส่งเข้าด้านบนของหม้อต้มเยื่อ หม้อต้มเยื่อมีลักษณะเป็นท่อในแนวตั้ง ภายในมีความดัน ขณะที่ชิ้นไม้ (Chip) ไหลลงในถังจะมีการให้ความร้อนด้วย เยื่อที่ผ่านการต้มและล้างแล้วจะถูกส่งออกมาทางด้านล่างของหม้อต้มเยื่อหม้อต้มเยื่อแบบนี้จำนวน 1 ถัง จะมีความสามารถในการผลิตเทียบเท่ากับการต้มเยื่อในหม้อต้มเยื่อแบบทีละถังหลาย ๆ ครั้ง แต่หม้อต้มเยื่อทั้งสองแบบจะมีขบวนการผลิตคล้ายคลึงกัน หม้อต้มเยื่อแบบต่อเนื่องแสดงอยู่ในรูปที่ ง-5

กระบวนการต้มเยื่อแบบทีละถังและแบบต่อเนื่องจะไม่มี ความแตกต่างกันในด้านประเด็นทางสิ่งแวดล้อม ถ้าหากมีการนำเอา Extended Modified Cooking มาปรับใช้ วิธีการต้มเยื่อแบบ Extended Cooking นี้ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษมาหลายปีแล้ว โดยมีเป้าหมายหลักในการลดปริมาณลิกนินในเยื่อก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการฟอก จึงเป็นการช่วยลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ฟอกเยื่อ และลดปริมาณความสกปรกในน้ำเสียจากขั้นตอนการฟอกเยื่อด้วย ขณะที่ปริมาณลิกนินที่แยกออกมาจากเยื่อไม้จะถูกนำเข้าสู่หม้อไอน้ำนำสารกลับคืน (Recovery Boiler)

การปรับปรุงกระบวนการต้มเยื่อแบบซูเปอร์แบตช์ (Superbatch) สามารถทำได้โดยการแช่วัตถุดิบด้วยของเหลวดำ (Black liquor) ร้อน ก่อนจะนำเข้าสู่หม้อต้มเยื่อ วิธีการนี้นอกจากจะช่วยลดปริมาณพลังงานความร้อนที่จำเป็นต้องใช้ในหม้อต้มเยื่อแล้ว ยังจะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของซัลไฟด์เพื่อนำเข้าสู่การสกัดลิกนิน (Delignification) อีกด้วย

อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มเยื่อประมาณ 155-180°C และใช้ระยะเวลาในการต้มเยื่อประมาณ 2-3 ชั่วโมง

กระบวนการต้มเยื่อมีจุดประสงค์ เพื่อละลายลิกนินออกมาจากเส้นใย แต่ถ้าลิกนินละลายออกมามาก % ผลผลิต (Yield) ที่ได้ยิ่งต่ำ เพราะไม่ใช่ลิกนินเท่านั้นที่ถูกแยกออกมาด้วย ถ้าต้มเยื่อนานเกินไป % ผลผลิต (Yield) จะลดลงอย่างรวดเร็ว ความแข็งแรงเยื่อก็จะลดลงตามไปด้วย ดังนั้นจึงมีการตรวจสอบระดับของการต้มเยื่อ โดยการตรวจวัดปริมาณสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับ



ลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อ ซึ่งเรียกว่าค่า Kappa number และค่า Kappa Number นี้มีความสัมพันธ์กับ % ลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อ คือ ค่า Kappa Number จะเท่ากับ % ลิกนินคูณ 7 ตัวอย่างเช่น ค่า Kappa Number เท่ากับ 14 จะมีปริมาณลิกนิน 2% เยื่อที่ได้จากการต้มเยื่อควรจะมีค่า Kappa Number = 14 หรือมีลิกนิน 2% และหากค่า Kappa Number จากการต้มเยื่อลดต่ำลง 1 หน่วย จะเท่ากับค่า COD ของน้ำเสียที่เกิดจากการฟอกเยื่อลดลง 2-3 กก./ตันเยื่อ

โดยทั่วไป ภายหลังจากการต้มเยื่อค่า Kappa Number จะมีค่า ประมาณ 12-15 (ในกรณีที่ใช้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบ) เยื่อที่ต้มแล้วจะถูกถ่ายออกจากถังต้มอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 90°C ซึ่งทำให้เกิดการระเหยของ Mercaptans ออกจากเยื่อทำให้มีกลิ่น

### 3.2.3 การคัดขนาด (Screening)

เส้นใยที่แยกออกจากกันแล้วไม่ว่าจากระบวนการผลิตเยื่อแบบ CTMP และแบบเคมี จะนำมาผ่านขั้นตอนการคัดขนาดของเยื่อเพื่อแยกเยื่อออกจากสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ต้องการออกไป ซึ่งสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ได้แก่ ตาไม้ (Knot), ชิ้นไม้สับที่ผ่านการต้มยังไม่สมบูรณ์, เส้นใยที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการคัดขนาด ได้แก่ เครื่องแยกตาไม้ (Disc Knotter), ตะแกรงหยาบ (Vibrating Knotter Screen), เครื่องร่อนแยกเยื่อ (Delta Screen), Pressure Screen และเซนตริคคิลเลอร์ (Centricleaner) แสดงอยู่ในรูปที่ ง-6 ถึง ง-9 (ภาคผนวก ง.)

สำหรับกระบวนการผลิตเยื่อแบบ CTMP ซึ่งใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบนั้น เยื่อที่ไม่สามารถผ่านระบบการแยกเยื่อได้จะถูกทำให้เข้มข้นขึ้นเป็น 20% โดยเครื่อง Reject Thickener จากนั้นจะส่งเข้าเครื่องบดเยื่อ (Reject Refiner) อีกครั้งซึ่งจะเป็นการบดเยื่อที่ความดันบรรยากาศ เยื่อที่ผ่านการบดแล้วจะส่งเข้าถังกักเก็บเพื่อผสมกับเยื่อที่ผ่านการบดในครั้งแรก แล้วนำเข้าสู่ขั้นตอนการล้างเยื่อต่อไป

### 3.2.4 การล้างเยื่อ (Washing)

เยื่อที่ได้จากระบวนการทั้งแบบกึ่งเคมีและแบบเคมี เมื่อผ่านการคัดขนาดแล้วจะต้องนำไปผ่านขั้นตอนการล้างซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับเยื่อกึ่งเคมี (CTMP) ใน ขั้นตอนนี้ของเหลวจากการต้มเยื่อจะถูกล้างแยกออกจากเยื่อ ของเหลวนั้นประกอบด้วย สารเคมี ลิกนิน และส่วนประกอบอื่นของเส้นใย ของเหลวที่ได้นี้เรียกว่าของเหลวดำ (Black Liquor) ซึ่งจุดประสงค์ในการล้างเยื่อ คือ ล้างของเหลวดำออกจากเยื่อ ลดการใช้สารเคมีในขั้นตอนการผลิตถัดไป และนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ในขั้นตอนการต้มเยื่ออีกครั้งสำหรับการผลิตเยื่อกระดาษในโรงงานขนาดใหญ่ที่มีระบบนำสารเคมีกลับมาคืน (Chemical Recovery) จำนวนครั้งในการล้างเยื่อขึ้นอยู่กับกระบวนการต้มเยื่อ โดยการต้มเยื่อแบบ

ต่อเนื่องจะมีการล้างเยื่อเป็นขั้นตอนสุดท้าย และการล้างเยื่อที่มีประสิทธิภาพจะทำประมาณ 3-4 ขั้นตอน ส่วนการต้มเยื่อแบบที่ละถัง โดยปกติจะมีขั้นตอนการล้างเยื่อประมาณ 4-5 ขั้นตอน การล้างเยื่อจะทำในถังล้าง (Drum Washer) และใช้หลักการล้างเยื่อแบบ Counter Current คือ จะใช้น้ำดีเฉพาะขั้นตอนการล้างขั้นสุดท้ายแล้วนำน้ำนั้นวนกลับมาล้างเยื่อในขั้นตอนแรก ๆ การล้างเยื่อแบบ Counter Current แสดงดังรูปที่ 3-2

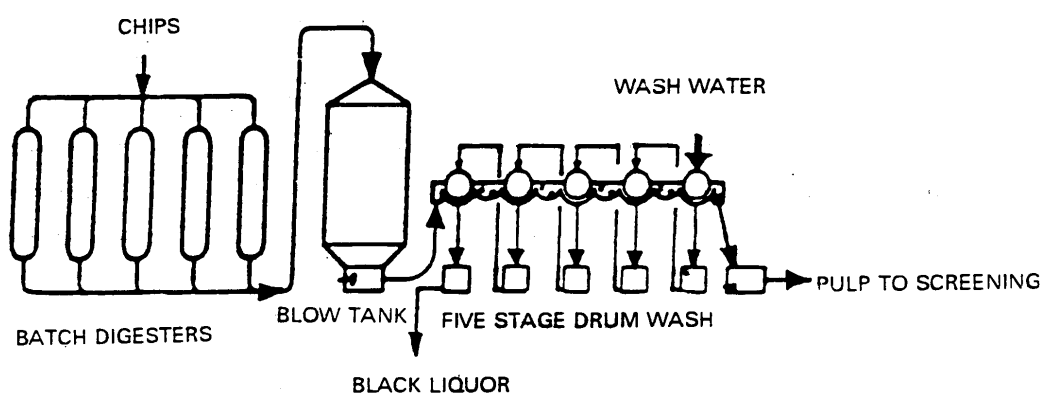
ข้อดีของการล้างแบบ Counter Current คือ ทำให้มีอัตราการนำสารเคมีกลับไปใช้ใหม่ได้มากขึ้น และใช้สารเคมีในการฟอกน้อยลง นอกจากนี้ยังส่งผลให้ลดส่วนประกอบที่เป็นมลพิษลงด้วย ขณะเดียวกันก็มีข้อเสีย คือ ต้องใช้พลังงานสูงสำหรับการปั้มน้ำเพื่อนำน้ำย้อนกลับไปล้าง

สำหรับการผลิตเยื่อปอสา ในขั้นตอนการล้างนี้มีขั้นตอนการล้าง 2 ครั้ง ซึ่งในการล้างครั้งแรกจะนำปอที่ต้มเสร็จแล้วมาล้างโดยแช่ไว้ในบ่อล้างประมาณ 24 ชม. จากนั้นจึงนำมาล้างครั้งที่ 2 เพื่อไล่ฝ้าโดยแช่ไว้ในบ่อ ใช้เวลาประมาณ 24 ชม. เช่นกัน จากนั้นจึงนำปอเข้าสู่ขั้นตอนการฟอก

### 3.2.5 การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน ( $O_2$ delignification)

ในการผลิตเยื่อเคมีซึ่งใช้ยูคาลิปตัส หรือไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบเมื่อเยื่อผ่านขั้นตอนการล้างแล้วจะนำเข้าสู่ขั้นตอนการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน ( $O_2$  - delignification) ซึ่งจะเป็นการฟอกเยื่อขั้นตอนแรกโดยใช้ออกซิเจน ( $O_2$ ) ทำปฏิกิริยากับลิกนินให้ลิกนินหลุดออกจากเยื่อเพิ่มมากขึ้นเป็นผลทำให้ค่า Kappa Number ลดลง ค่า Kappa Number ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการต้มและการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน มีค่าประมาณ 25-28 และหลังจากทำปฏิกิริยาในถังปฏิกิริยาที่เติมออกซิเจนแล้วจะได้เยื่อที่ออกมามีค่า Kappa Number เพียง 10-12 ซึ่งหมายถึง ปริมาณลิกนินจะเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ใช้ในการต้ม เป็นผลทำให้การใช้สารเคมีในขั้นตอนการฟอกลดน้อยลง รวมทั้งลดปริมาณน้ำเสียจากการฟอกเยื่อด้วยสารเคมี

การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจนจะต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ก๊าซออกซิเจนและไอน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในปฏิกิริยาจับลิกนินนี้ ประมาณ 20 กิโลกรัมออกซิเจนต่อตันเยื่อที่ผลิต (หรือประมาณ 2% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง) การฟอกจะเกิดจากการที่โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนไปสกัดลิกนินในเยื่อโดยมีไอน้ำ เพื่อรักษาอุณหภูมิการเกิดปฏิกิริยาที่ระหว่าง  $90-110^{\circ}C$  ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้ประมาณ 20-60 นาที เยื่อที่ผ่านการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วจะส่งเข้าล้างในเครื่องล้างแบบ Wash press โดยปกติภายหลังจากการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจนแล้วจะทำการล้าง 1 ครั้งหรือ 2 ครั้ง แล้วส่งไปเก็บในถังเก็บเยื่อความเข้มข้นปานกลางถึงสูง (High Density Towers) ก่อนส่งเข้าหน่วยฟอกขาวสำหรับการผลิตเยื่อฟอก



รูปที่ 3-2 การล้างเยื่อแบบ Counter current

### 3.2.6 การฟอกเยื่อ (Bleaching)

ขั้นตอนการฟอกเยื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพเยื่อในด้านความขาว (Brightness) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นในการผลิตกระดาษบางชนิด เช่น กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษทิชชู กระดาษสา ฯลฯ กระบวนการฟอกเยื่อแบ่งเป็นแบบหลายขั้นตอน และขั้นตอนเดียวกันนี้ขึ้นกับความขาวของเยื่อที่ต้องการ เช่น กระดาษพิมพ์เขียนและกระดาษทิชชู ต้องการความขาวของเยื่อมากจะใช้วิธีการฟอกหลายขั้นตอน ส่วนกระดาษสาความขาวของเยื่อที่ต้องการเพื่อให้สามารถใช้ย้อมสีได้เท่านั้น จึงใช้การฟอกแบบขั้นตอนเดียว สารเคมีที่ใช้ในการฟอกเยื่อมีหลายชนิด ได้แก่ ไฮโปคลอไรท์ คลอรีน ไฮเดียม-ไฮดรอกไซด์ คลอรีนไดออกไซด์ ออกซิเจน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

#### ● การฟอกเยื่อแบบหลายขั้นตอน

ระบบการฟอกเยื่อด้วยสารเคมี แบบหลายขั้นตอนสามารถแบ่งได้ 3 แบบคือ

1) ระบบดั้งเดิม (Conventional) เป็นระบบการฟอกที่ใช้ก๊าซคลอรีนในการฟอกเยื่อ ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อม

2) Elementary Chlorine Free (ECF) เป็นระบบการฟอกที่ใช้สารประกอบของคลอรีน เช่น คลอรีนไดออกไซด์ และมีการฟอกหลายขั้นตอน เช่น CEDED CEHD OCEDED \*

3) Totally Chlorine Free (TCF) เป็นระบบการฟอกที่ไม่ใช้คลอรีน เช่น ออกซิเจน ( $O_2$ ), โอโซน ( $O_3$ ), ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) และมีการฟอกหลายขั้นตอน เช่น OQPZP OZQEP OZQP \*

#### \* หมายเหตุ

C	=	ขั้นคลอรีนขั้นใช้คลอรีนในการฟอก
E	=	ขั้นสกัดใช้ไฮเดียมไฮดรอกไซด์ในการฟอก
H	=	ขั้นไฮโปคลอไรท์ใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในการฟอก
D	=	ขั้นคลอรีนไดออกไซด์ใช้คลอรีนไดออกไซด์ในการฟอก
P	=	ขั้นสกัดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอก
O	=	ขั้นออกซิเจนใช้ออกซิเจนในการฟอก
Z	=	ขั้นโอโซนใช้ออกซิเจนในการฟอก
Q	=	Chelating agent stage

สำหรับการฟอกเยื่อในโรงงานผลิตเยื่อในประเทศไทยนั้นจะมีการฟอกเยื่อทั้งแบบระบบทั่วไป (Conventional) และระบบการฟอกเยื่อแบบ Elementary Chlorine Free (ECF) แต่ส่วนใหญ่ได้ปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบการฟอกเยื่อแบบ Elementary Chlorine Free กันเกือบหมดแล้ว เหลือเพียงบางโรงงานเท่านั้นที่ยังคงใช้ระบบการฟอกเยื่อแบบระบบทั่วไป (Conventional) อยู่ การฟอกเยื่อแบบ Elementary Chlorine Free (ECF) ที่ใช้ในโรงงานผลิตเยื่อในประเทศไทยนั้นจะมีขั้นตอนการฟอกเยื่อแบบ  $D_0$ -EOP- $D_1$ - $D_2$ ,  $D_0$ -EOP- $D_1$

D	=	การฟอกด้วยคลอรีนไดออกไซด์
EOP	=	การฟอกด้วยโซดาไฟผสมออกซิเจน
H	=	ฟอกด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (Calcium Hypochlorite) หรือโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium Hypochlorite)

เยื่อที่ฟอกแล้วในแต่ละขั้นตอนจะผ่านการล้างในทุก ๆ ขั้นตอนการฟอก แต่สำหรับในกรณีที่ใช้เปอร์ออกไซด์ในการฟอกนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สารเคมีอีกกลุ่มหนึ่งร่วมด้วย ได้แก่ EDTA (Ethylene-diamino-tetracetic acid) หรือ DTPA (Diethylene-triamino-pentaacetic acid) สารประกอบเหล่านี้จะเป็นสารที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ และเมื่อสารเหล่านี้ถูกปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำก็จะไปจับกับโลหะหนัก และสามารถซึมผ่านไปสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้ ดังนั้นจึงควรที่จะหลีกเลี่ยงการใช้สารประกอบเหล่านี้

เยื่อที่ผ่านการฟอกแล้วจะมีลิกนินเหลืออยู่ประมาณ 1% และความขาวสว่างของเยื่อที่ฟอกแล้วจะมีค่า 80-85% ISO-International Standard Organization เมื่อฟอกเสร็จแล้วเยื่อที่ได้จะเรียกว่า Bleached pulp ซึ่งจะส่งไปเก็บในถัง (discharge tank) เพื่อส่งต่อไปยังขั้นตอนเดินแผ่น (Sheet Forming) หรือส่งไปยังโรงงานผลิตกระดาษในกรณีที่เป็นโรงงานผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ (Integrated Mill)

ในส่วนของกระบวนการฟอกเยื่อแบบระบบทั่วไป (Conventional) ที่ยังคงใช้ในโรงงานผลิตเยื่อกระดาษของประเทศไทยซึ่งใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบ จะมีขั้นตอนในการฟอกเยื่อ 4 ขั้นตอนโดยขั้นตอนแรกจะใช้ก๊าซคลอรีนในการฟอก จากนั้นจะนำเยื่อไปล้างในเครื่องล้างเยื่อ แล้วจึงนำเยื่อไปผ่านเข้าเครื่องเพิ่มอุณหภูมิเยื่อให้มีอุณหภูมิ 45 °C แล้วนำไปฟอกต่อในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งใช้โซดาไฟในการฟอก ขั้นตอนที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ฟอก และขั้นตอนที่ 4 ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการฟอก เมื่อทำการฟอกเยื่อเสร็จในแต่ละขั้นตอนก็จะนำมาผ่านการล้างเยื่อทุกครั้ง ซึ่งจะเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย เยื่อที่ผ่านการล้างในขั้นตอนสุดท้ายแล้วจะส่งไปกักเก็บไว้ในถังพักเยื่อเพื่อนำไปใช้ในการผลิตกระดาษต่อไป ซึ่งในโรงงานนี้จะมีหน่วยผลิตกระดาษอยู่ในโรงงาน

- **การฟอกชั้นตอนเดียว**

สำหรับการผลิตกระดาษเยื่อที่ผ่านการล้างแล้วจะนำมาฟอกขาวโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ โดยมีอุณหภูมิประมาณ 40°C ใช้เวลาประมาณ 3-5 ชั่วโมง จากนั้นจะทำการล้างเยื่อที่ฟอกอีกครั้งหนึ่ง และในกรณีที่ต้องการเยื่อสีขาวต่าง ๆ ก็จะไปย้อมสี จากนั้นจึงนำเยื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตกระดาษต่อไป

### 3.2.7 หน่วยทำความสะอาดเยื่อหลังการฟอก (Bleached Stock screening)

เยื่อที่ฟอกแล้วจะผ่านเข้าสู่หน่วยร่อนทำความสะอาดเยื่อขั้นสุดท้ายก่อนทำแผ่นเยื่อเพื่อป้องกันไม่ให้มีสิ่งสกปรก (Dirt Material) ปะปนไปกับผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ เซนติคัลลินเนอร์

### 3.2.8 ขั้นตอนการเดินแผ่น (Sheet Forming) และอบแห้ง (Drying)

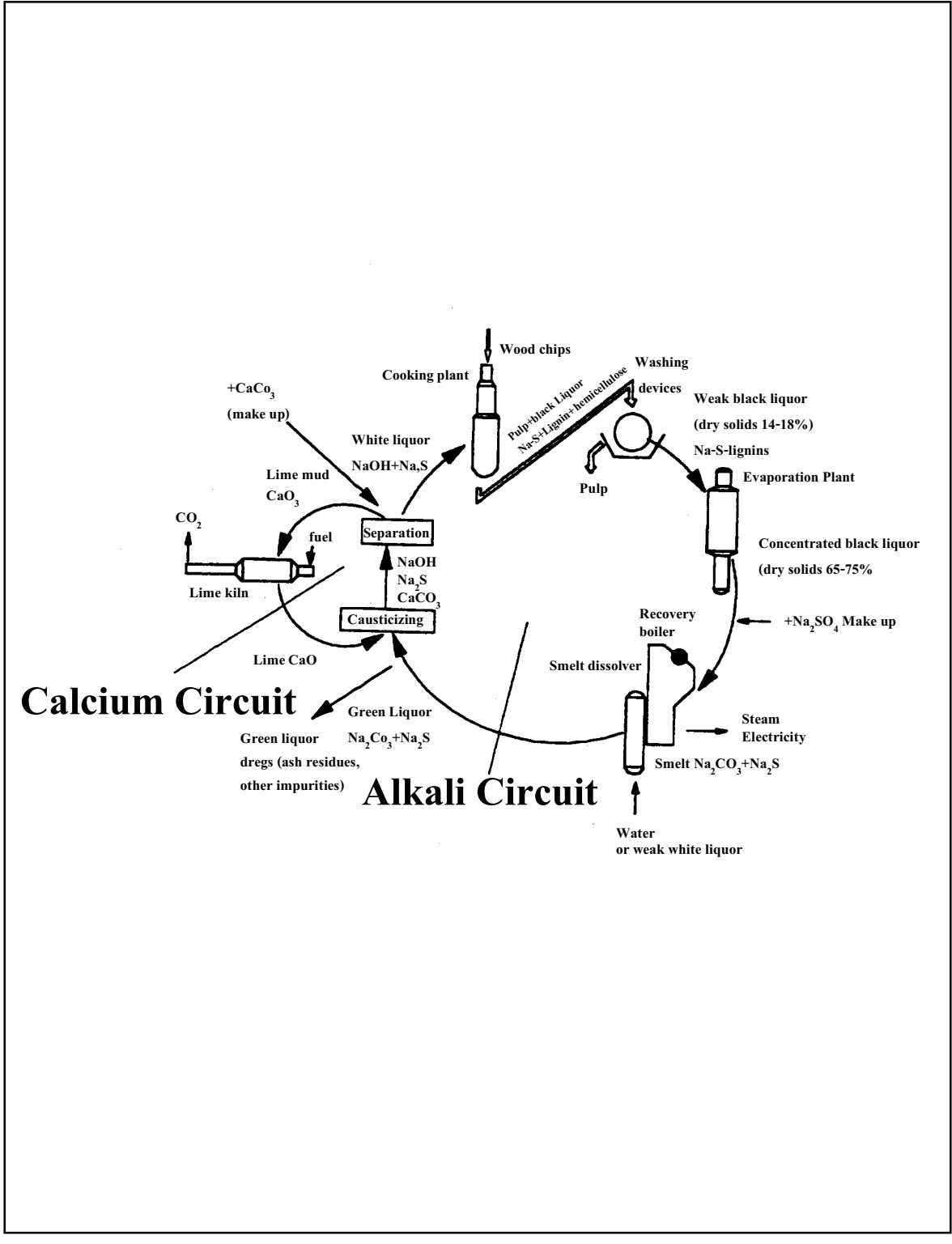
เยื่อจากหน่วยร่อนทำความสะอาดขั้นสุดท้ายจะเข้าสู่เครื่องเดินแผ่น (Sheet forming machines) โรงงานที่ผลิตเยื่อกระดาษส่วนใหญ่จะมีระบบน้ำวงจรปิด (closed water system) ซึ่งจะนำน้ำได้ลวดเดินแผ่นวนกลับเข้าไปเจือจางเยื่อที่เฮดบ็อกซ์ (Head box) และน้ำล้นส่วนที่เหลือ (Overflow) จะนำกลับเข้าไปใช้ในขั้นตอนการล้างเยื่อ และเมื่อเยื่อผ่านกระบวนการเดินแผ่นแล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนการอบแห้ง (Drying) เพื่อให้เหลือความชื้นประมาณ 10% ก่อนส่งขายลูกค้า

เวลาที่ใช้ในการผลิตเยื่อทั้งหมดจะใช้เวลาประมาณ 18 ชั่วโมง

### 3.2.9 ระบบการนำสารเคมีกลับคืน (Chemical Recovery)

ระบบการนำสารเคมีกลับคืนจะมีเฉพาะสำหรับการผลิตเยื่อเคมี เนื่องจากการผลิตเยื่อเคมีจะใช้สารเคมีในปริมาณมาก ถ้าหากไม่มีการนำสารเคมีกลับมาใช้ก็ทำให้เยื่อกระดาษมีราคาแพงมากขึ้น เนื่องจากสารเคมีมีราคาแพง อีกทั้งยังทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

วัตถุประสงค์หลักของกระบวนการนำสารเคมีกลับคืน คือ เพื่อนำสารเคมีจากการต้มเยื่อกลับมาใช้ใหม่ และการนำพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้สารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์ ระบบนำสารเคมีกลับคืนประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ หน่วยทำระเหย (Evaporation Plant) หม้อไอน้ำนำสารกลับคืน (Recovery Boiler) และหน่วยทำด่างและเตาเผาปูน (Causticizing Plant & Lime Kiln) วงจรนำสารเคมีกลับคืนแสดงในรูปที่ 3-3



**Calcium Circuit**

**Alkali Circuit**

รูปที่ 3-3 วงจรนำสารเคมีกลับคืน

## 1) หน่วยทำระเหย (Evaporation Plant)

หน่วยทำระเหยมีหน้าที่ระเหยน้ำออกจากของเหลวดำเจือจาง (Weak black liquor) ให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น หรือที่เรียกว่า ของเหลวดำเข้มข้นก่อนที่จะส่งไปเป็นเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน รูปแบบของเครื่องระเหย (Evaporator) แสดงอยู่ในภาคผนวก ง. รูปที่ ง-10

ของเหลวดำเจือจางที่เกิดจากการล้างเยื่อที่ผ่านการต้มแล้ว มีความเข้มข้นประมาณ 15-20% จะถูกส่งเข้าเครื่องทำระเหย (Evaporator) เครื่องทำระเหยนี้จะมีหลายตัวต่อกันเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของของเหลวดำ และภายในเครื่องจะมีสภาพเป็นสุญญากาศเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ เครื่องทำระเหยทุกแบบจะใช้ไอน้ำความดันต่ำเป็นตัวให้ความร้อน เมื่อน้ำระเหยออกจากของเหลวดำจะมีพลังงานความร้อนอยู่ในไอน้ำนั้น ซึ่งสามารถส่งไประเหยน้ำจากของเหลวดำในเครื่องระเหยตัวอื่น ๆ ได้อีก เพื่อประหยัดไอน้ำและพลังงาน และของเหลวดำที่ออกมาจากหน่วยทำระเหยจะมีความเข้มข้นประมาณ 65-70%

ในหน่วยทำระเหยนี้บางโรงงานจะมีระบบ Steam Stripper เพื่อบำบัดน้ำคอนเดนเสทสกปรกให้สะอาด แล้วส่งไปใช้ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ต่อไป

## 2) หม้อไอน้ำนำสารกลับคืน (Recovery Boiler)

หน้าที่ของหม้อไอน้ำนำสารกลับคืน คือ การเผาของเหลวดำ (Black liquor) ที่ส่งมาจากหน่วยทำระเหยเพื่อให้สารเคมีในของเหลวดำเปลี่ยนมาอยู่ในรูปที่เหมาะสม สำหรับการทำของเหลวขาว (White liquor) ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้ให้พลังงานความร้อนและนำความร้อนที่ได้ไปต้มน้ำเพื่อนำไอน้ำไปใช้ ส่วนสารอนินทรีย์ที่อยู่ในรูปของเกลืออนินทรีย์โซเดียมก็จะกลายเป็นของแข็งหลอมเหลว (Smelt) ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมซัลไฟด์ ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) และโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ของแข็งหลอมเหลวจะถูกระบายออกจากทางด้านล่างของเตาลงมาที่ถังทำละลาย (Dissolving tank) ภายในถังทำละลายจะมีน้ำที่มาจาก 3 ส่วน คือน้ำเจือจางจากหน่วยทำต่าง น้ำที่ได้จากการล้างโคลนปูน (lime mud) และน้ำจากการล้างกากของเหลวเขียว (dreg) เมื่อของแข็งหลอมเหลวผสมกับของเหลวในถังทำละลายจะถูกเปลี่ยนเป็นของเหลวเขียว (green liquor) และ green liquor ที่เกิดขึ้นจะถูกส่งต่อไปยังหน่วยทำต่างต่อไป และเนื่องจากในการเผาไหม้จะเกิดอนุภาคฝุ่นและควัน ดังนั้นที่หม้อไอน้ำนำสารกลับคืนจึงต้องติดตั้งอุปกรณ์ดักฝุ่นก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ

หม้อไอน้ำนำสารกลับคืนส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบคือ แบบ แบบค็อก วิลค็อก (Babcock & Wilcox Co., B&W) และแบบคอมบัสชัน เอ็นจีเนียริง (Combustion Engineering Inc., CE) ซึ่งในหม้อไอน้ำนำสารกลับคืนแบบ B&W นั้น อากาศทุติยภูมิจะป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำในบริเวณที่อยู่เหนือจากตำแหน่งที่ป้อนอากาศปฐมภูมิประมาณ 2 เมตร และอากาศปฐมภูมิ (Primary air) ใน Char bed จะควบคุมความสูงของเบด สำหรับ CE Boiler อากาศที่ป้อนเข้าไปจะทำ



ให้เกิดการเคลื่อนไหวของก๊าซภายในเตาเผา สำหรับหลักการของอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด แสดงดังภาคผนวก ง. รูปที่ ง-11 ถึง ง-12 และ ง-13

### 3) หน่วยทำด่าง (Causticizing plant & Lime Kiln)

หน่วยทำด่างมีหน้าที่ผลิตของเหลวขาว (White liquor) จากของเหลวเขียว (Green Liquor) โดยการเติมปูนขาว และผลิตปูนขาวเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง

ของเหลวเขียวจากเตาเผาของหม้อไอน้ำนำสารกลับคืน (Recovery Boiler) จะถูกนำมาแยกเอาสิ่งเจือปนที่ไม่ละลายน้ำออกที่ถัง green liquor clarifier จากนั้นส่วนที่เป็นของเหลวเขียวจะถูกส่งต่อไปผสมกับปูนขาวที่ Slaker (รูปที่ ง-14) เกิดเป็นของเหลวขาว (White liquor) แต่ก่อนที่จะส่งของเหลวขาวไปยังหม้อต้ม จะทำการแยก Lime mud หรือแคลเซียมคาร์บอเนตออกก่อน ส่วนวิธีการที่ใช้แยก Lime mud นั้นสามารถทำได้ทั้งแบบการตกตะกอน และการกรอง หลังจากนั้นจึงล้าง lime mud และกำจัดน้ำออกก่อนที่จะส่งไปเผาที่เตาเผาปูน (Lime Kiln) เพื่อผลิตปูนขาวกลับมาใช้ที่ Slaker อีกครั้ง คุณหมุมิใน Burning Zone ในเตา Lime Kiln อยู่ในช่วง  $1100 - 1300^{\circ}\text{C}$  เตาเผาปูนแบบหมุน (Rotary Lime Kiln) แสดงในภาคผนวก ง. รูปที่ ง-15

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม้ผุและขาน้อยเป็นวัตถุดิบที่มีซิลิกาอยู่ในเนื้อไม้ในปริมาณสูง หากนำ Lime mud ที่เกิดขึ้นในหน่วยทำด่าง (Causticizing Plant) ไปเผาต่อในเตาเผาเพื่อผลิตปูนขาวนั้น ซิลิกาจะทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนทำให้การเผาไม้สมบูรณ์ ดังนั้น เมื่อใช้ไม้ผุและขาน้อยเป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษโรงงานจะนำ Lime mud ที่เกิดขึ้นไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบเลย

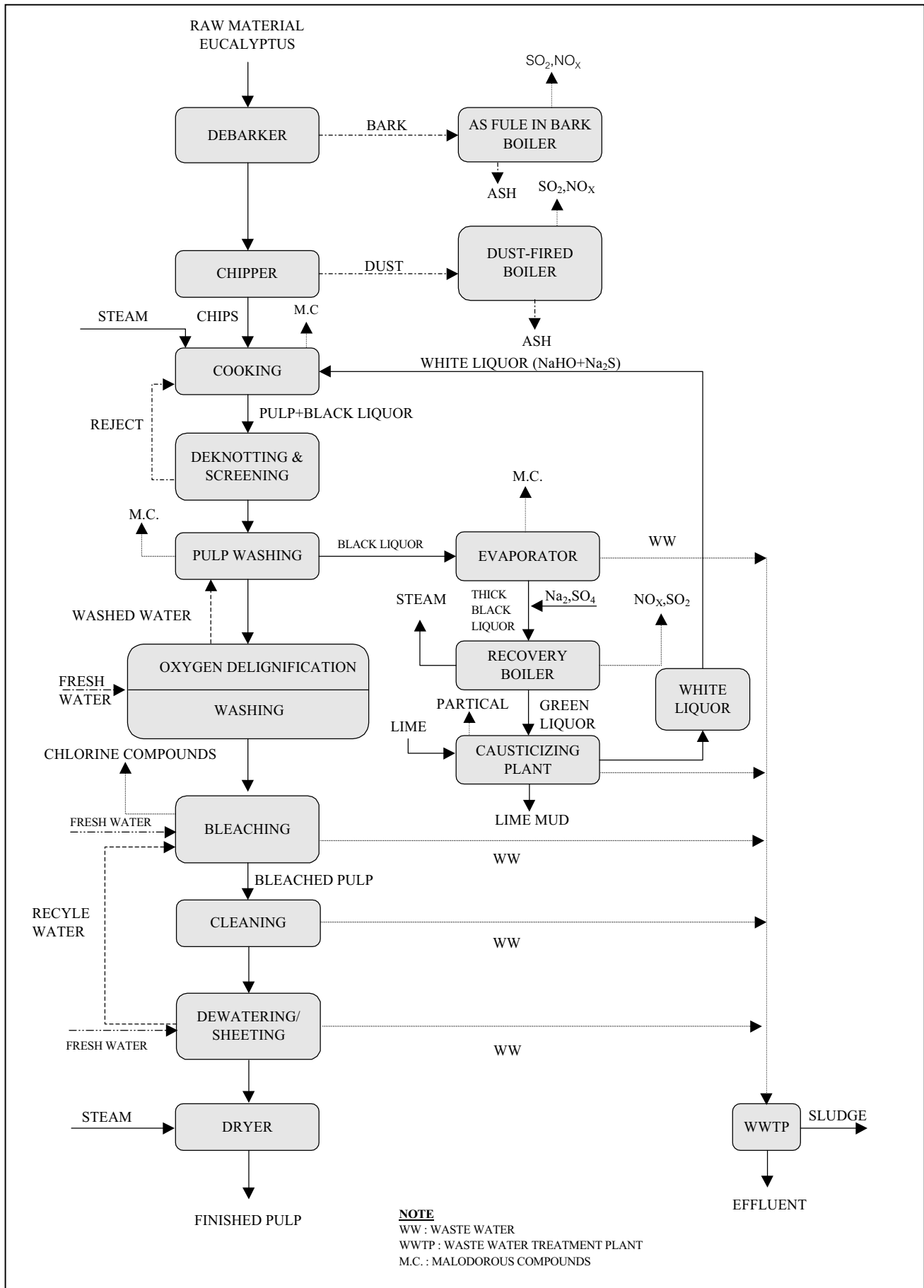
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ และผลจากการสำรวจโรงงาน พบว่ากระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ และวัตถุดิบที่ต่างกัน จะให้ผลผลิต (Yield) ที่ต่างกันด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3-5 และกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษแบบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3-4 ถึง 3-10

**ตารางที่ 3-5** ประสิทธิภาพการผลิต (Yield) เยื่อกระดาษของกระบวนการผลิตเยื่อแบบต่าง ๆ

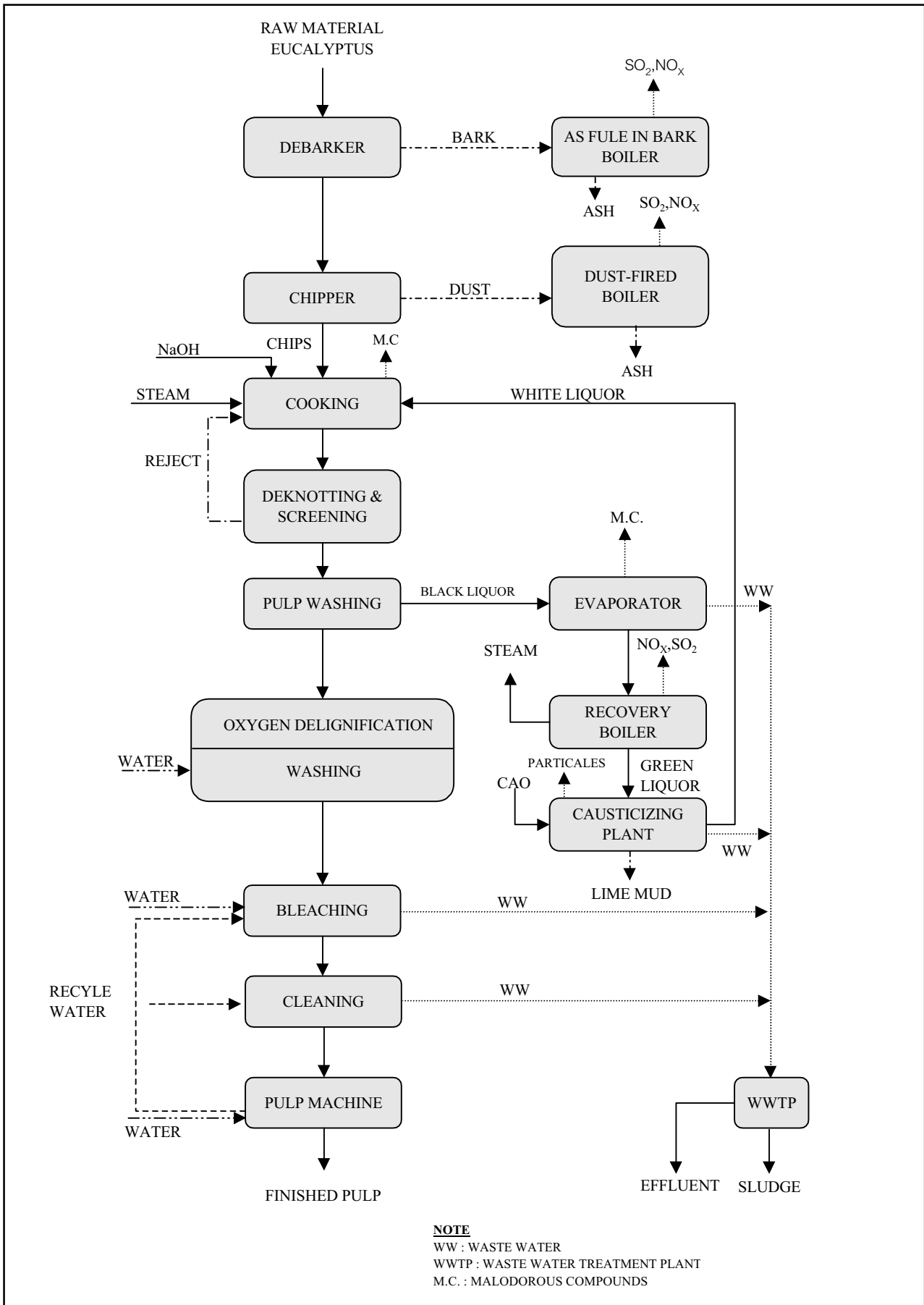
กระบวนการผลิต/วัตถุดิบ	ประสิทธิภาพการผลิต (Yield)%
<u>ยูคาลิปตัส</u>	
Unbleached Kraft	50-55
Bleached Kraft	43-48
CTMP	80-90
Bleached Soda	40-45
<u>ชานอ้อย (เมื่อแยกชูยอ้อยออกแล้ว)</u>	
CTMP	75-85
Bleached Soda	75 - 80
<u>ไม้ไฟ</u>	
Kraft Pulp	38-46

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด, 2541.

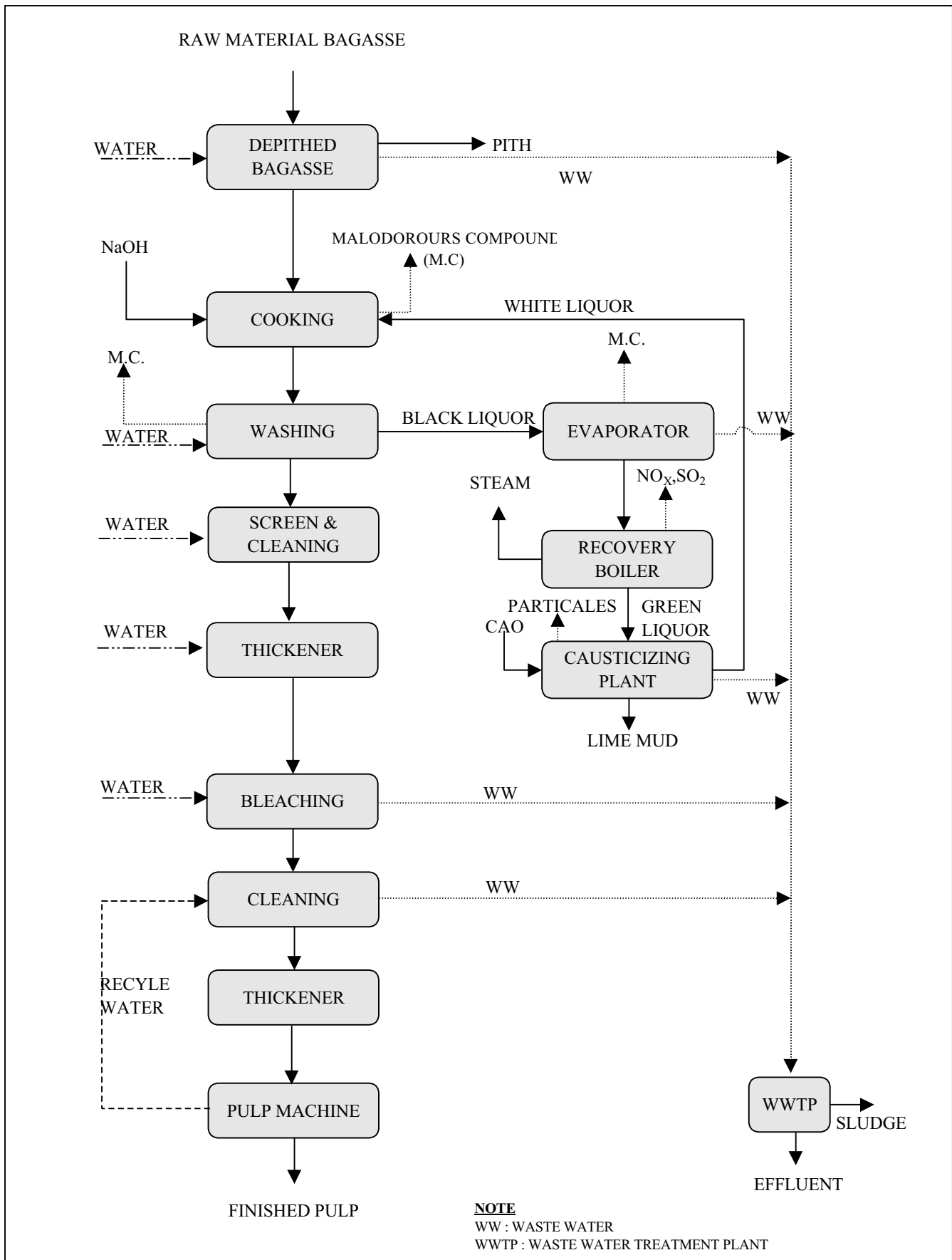
และ Environmental Management in the Pulp and Paper Industry, NIEM, 1997.



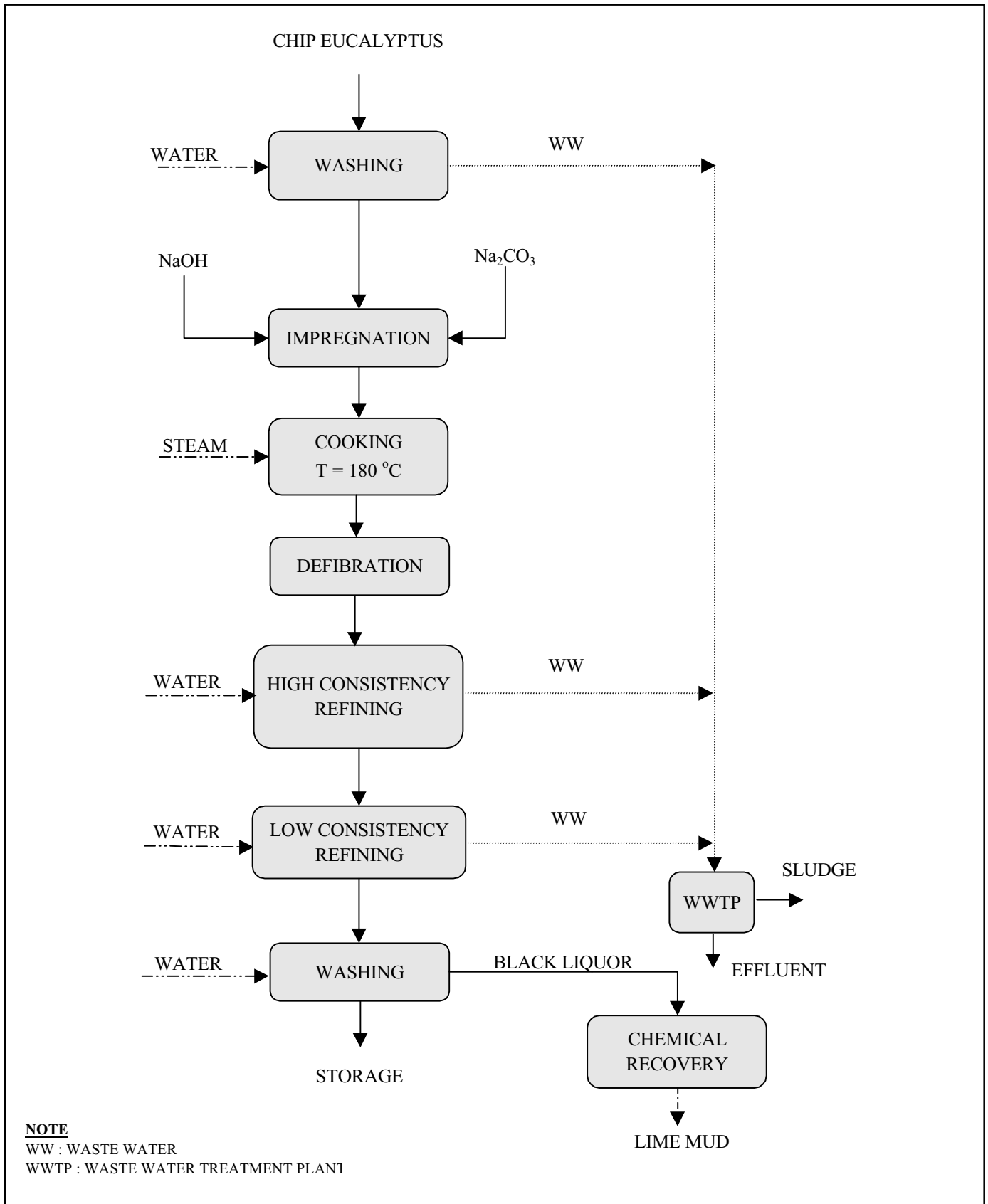
รูปที่ 3-4 กระบวนการผลิตเยื่อฟอกขาวโดยกระบวนการซัลเฟต (คราฟท์)



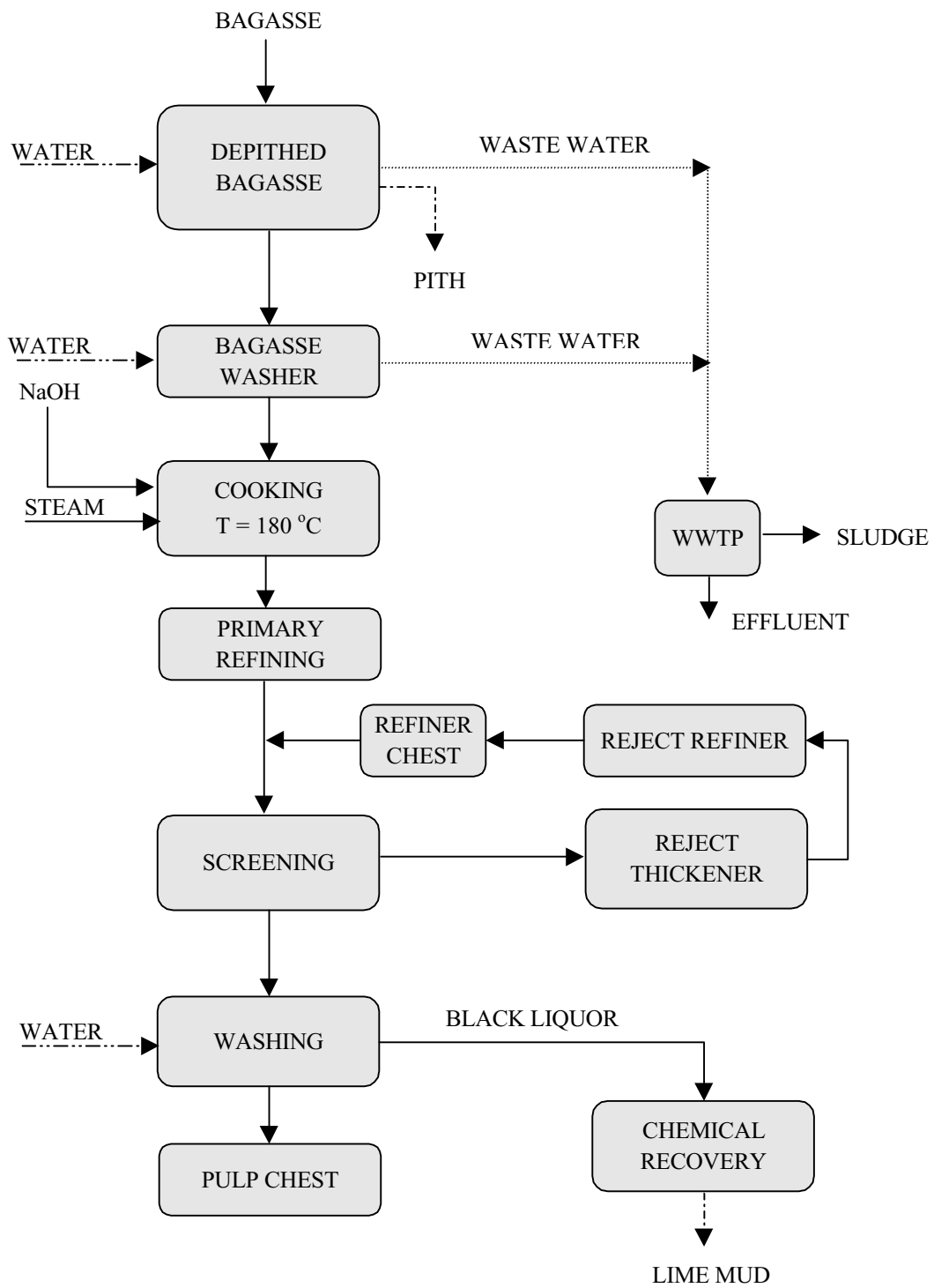
รูปที่ 3-5 กระบวนการผลิตเยื่อฟอกขาวจากยูคาลิปตัส โดยกระบวนการโซดา



รูปที่ 3-6 กระบวนการผลิตเยื่อฟอกขาวจากชานอ้อย โดยกระบวนการโซดา

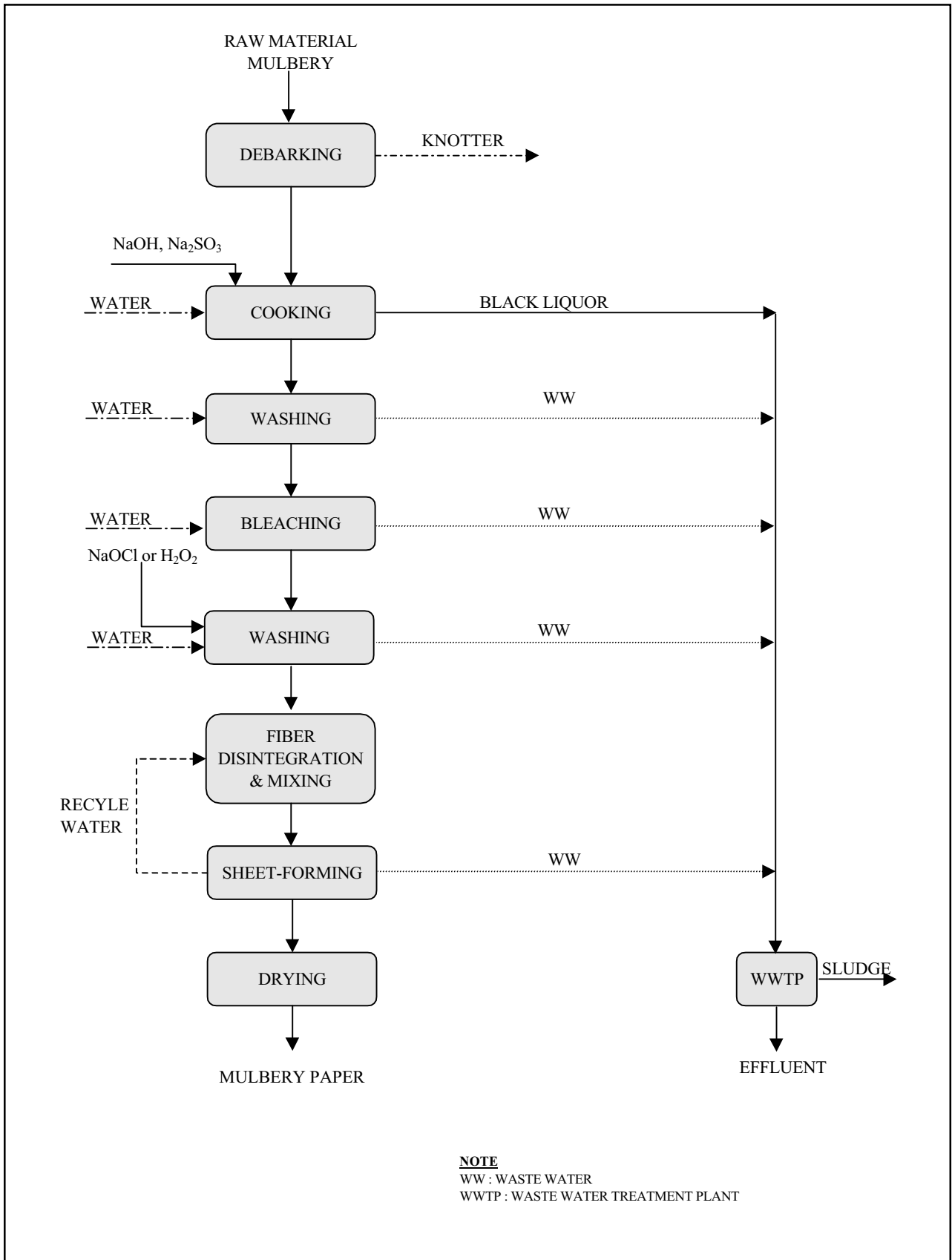


**รูปที่ 3-7** กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษจากยูคาลิปตัส



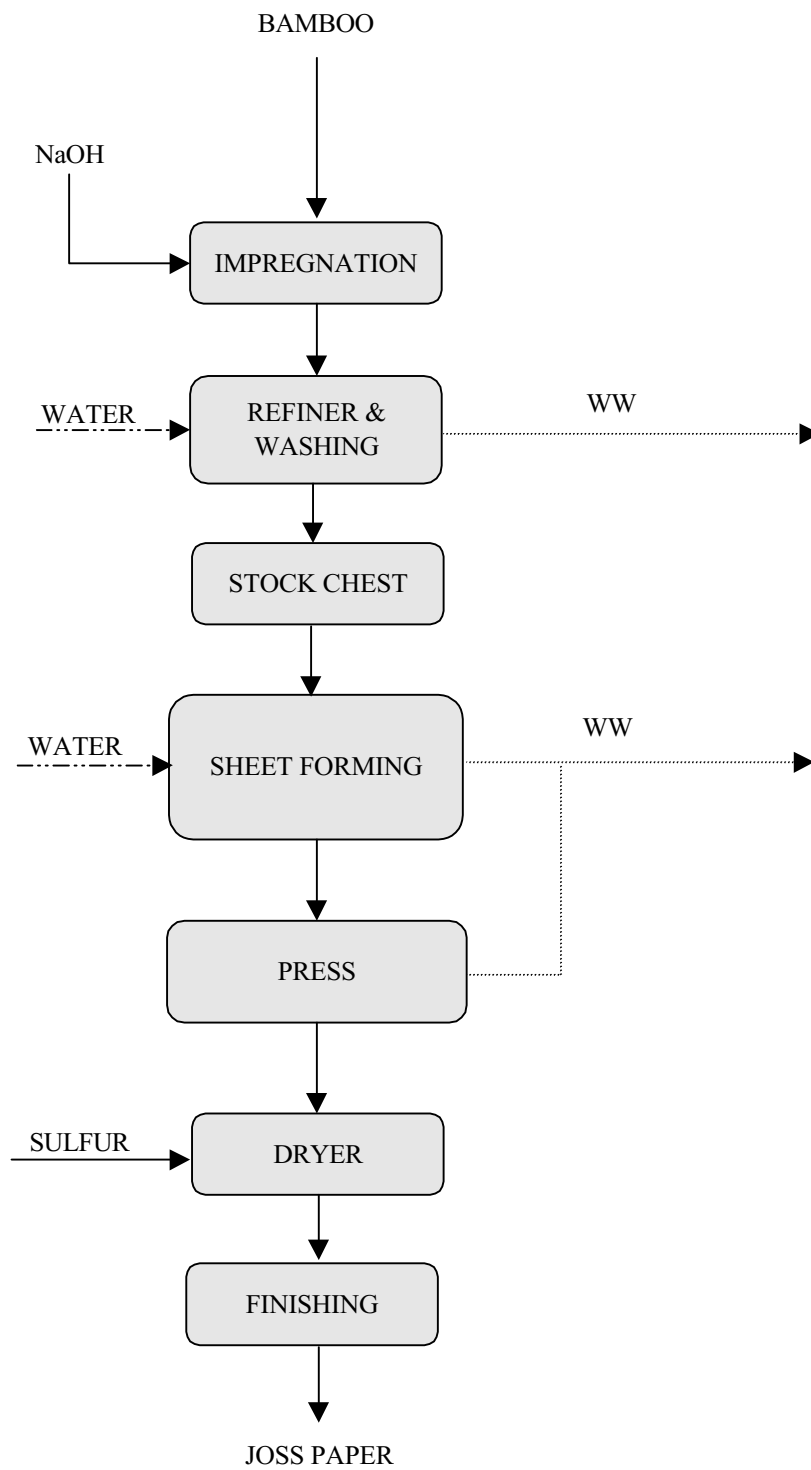
**NOTE** WWTP : WASTE WATER TREATMENT PLAN1

รูปที่ 3-8 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษจากชานอ้อย



รูปที่ 3-9 กระบวนการผลิตกระดาษสา





**NOTE**

WW : WASTE WATER

**รูปที่ 3-10** กระบวนการผลิตกระดาษไหว้เจ้า

### 3.3 แหล่งกำเนิดมลพิษในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

แหล่งกำเนิดของเสียของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษแสดงไว้ในตารางที่ 3-6 ตามขั้นตอนกระบวนการผลิต ซึ่งของเสียของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจะอยู่ในรูปของน้ำทิ้ง กากของเสีย และมลพิษอากาศ รวมทั้งกลิ่น นอกจากนี้ยังมีมลพิษที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้คือ มลพิษทางเสียงแต่มลพิษนี้ค่อนข้างจะมีปัญหาน้อย แหล่งกำเนิดมลพิษในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ แสดงดังรูปที่ 3-11

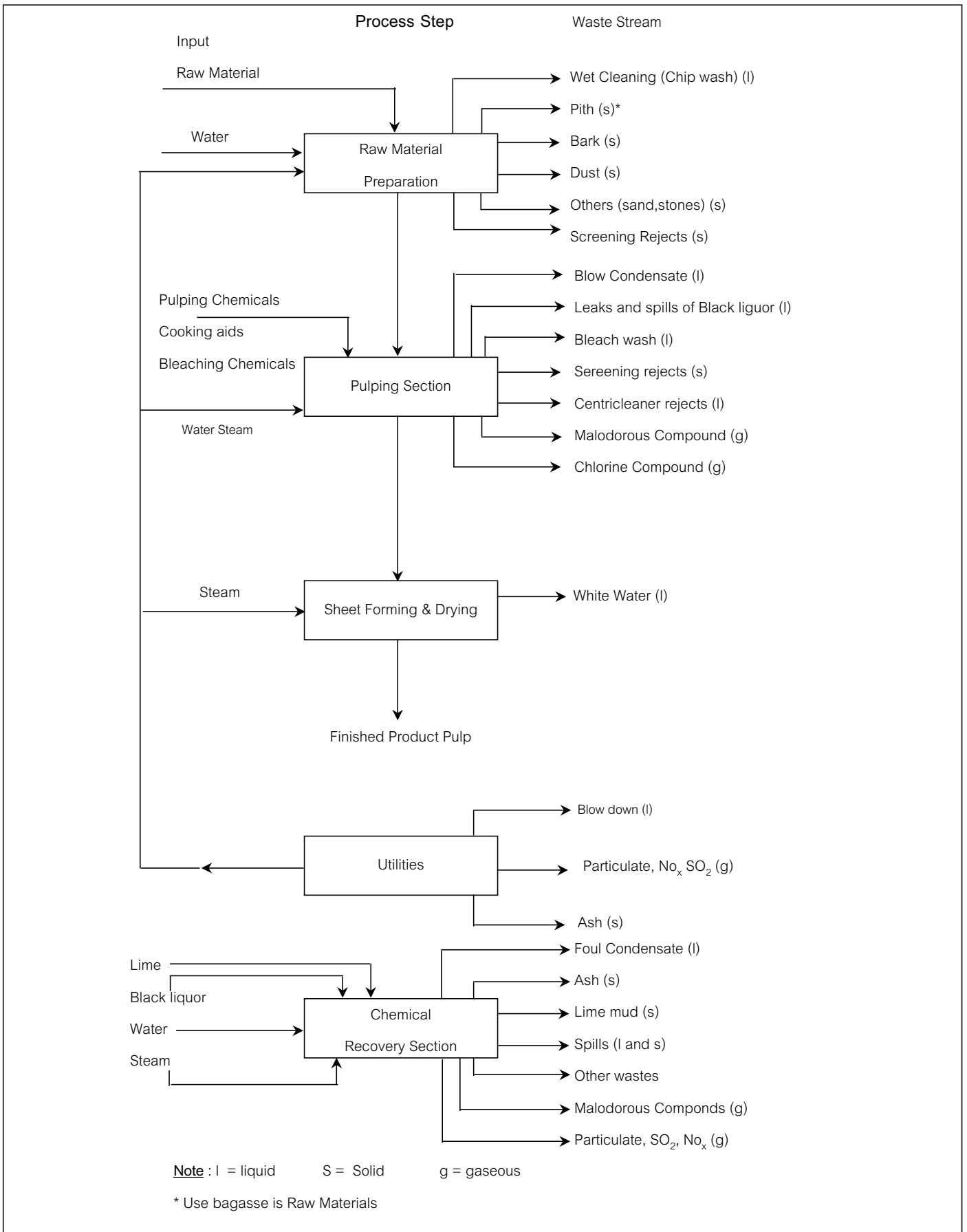
ตารางที่ 3-6 แหล่งกำเนิดของเสียในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

แหล่งกำเนิดของเสีย	ประเภทของมลพิษ/ของเสีย
<p>1. หน่วยจัดเตรียมวัตถุดิบ</p> <p><u>กรณีที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ (Wood)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การปอกเปลือกไม้โดยวิธีเปียก (Wet debarking)</li> <li>● การปอกเปลือกไม้โดยวิธีแห้ง (Dry debarking)</li> <li>● การล้างชิ้นไม้ (Chip wash water)</li> </ul> <p><u>กรณีที่ใช้วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-Wood)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การแยกขุยย่อยโดยวิธีเปียก (Wet depithing of bagasse)</li> <li>● การทำความสะอาดฟางข้าวโดยวิธีเปียก (Wet cleaning of rice straw)</li> <li>● การทำความสะอาดฟางข้าวโดยวิธีแห้ง (Dry cleaning of rice straw)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เปลือกไม้</li> <li>● ฝุ่นไม้</li> <li>● น้ำเสีย</li> <li>● เสียงดัง</li> <li>● เปลือกไม้</li> <li>● ฝุ่นไม้</li> <li>● เสียงดัง</li> <li>● น้ำเสีย</li> <li>● ขุยย่อย</li> <li>● น้ำเสีย</li> <li>● น้ำเสีย</li> <li>● เศษดินทราย</li> <li>● ฝุ่น</li> </ul>

## ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

แหล่งกำเนิดของเสีย	ประเภทของมลพิษ/ของเสีย
<ul style="list-style-type: none"> <li>● การตัดตาปอสา</li> </ul> <p>2. หน่วยผลิตเยื่อ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● หม้อต้มเยื่อ</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ส่วนล้างเยื่อ</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ส่วนทำความสะอาดเยื่อ</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ส่วนฟอกเยื่อ</li> </ul> <p>3. หน่วยเดินแผ่น</p> <p>4. หน่วยสาธารณูปโภค</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● หม้อไอน้ำ (Boiler)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เศษตาปอสา</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● คอนเดนเสทจากการลดความดันไอน้ำ</li> <li>● อากาศเสีย ได้แก่ ก๊าซ Malodorous เช่น Hydrogen Sulphide, Methyl Mercaptan, Dimethyl Sulphide และ Dimethyldisulphide สารเหล่านี้รวมกันเรียกว่า Total Reduced Sulphur Groups (TRS)</li> <li>● การรั่วและล้นของน้ำดำ</li> <li>● น้ำล้างเยื่อไม่ฟอก</li> <li>● อากาศเสียซึ่งมี Malodorous Compounds เป็นองค์ประกอบ</li> <li>● เศษหินดินทรายต่าง ๆ และเยื่อหยาบ, เศษตาไม้ที่ต้มไม่สุก</li> <li>● น้ำเสีย</li> <li>● น้ำล้างเยื่อฟอกมี Chlorolignin, Color, Toxic Compounds, Fibres</li> <li>● อากาศเสียมี Chlorine compounds เป็นองค์ประกอบ</li> <li>● น้ำ White water จากเครื่องเดินแผ่น</li> <li>● น้ำ Blow down</li> <li>● อากาศเสียมีอนุภาคฝุ่น, SO<sub>2</sub> และ NO<sub>x</sub> เป็นองค์ประกอบ</li> <li>● เถ้าจากหม้อไอน้ำ</li> </ul>





**FIGURE 3-11** PROCESS FLOW DIAGRAM INDICATING WASTE STREAMS IN PULP PRODUCTION

### 3.4 สมดุลมวลสารเข้า-ออก

สมดุลมวลสารเข้า-ออกของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษที่จะเสนอนี้เป็นเพียงสมดุลมวลสารที่เป็นตัวอย่างของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษที่ใช้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบ และมีกระบวนการผลิตแบบ Kraft process ในกรณีที่มีกระบวนการนำสารเคมีกลับมาได้ใหม่ แสดงดังรูปที่ 3-12 ซึ่งข้อมูลสมดุลมวลสารนี้จะพิจารณาเฉพาะส่วนที่สัมพันธ์กับการเกิดน้ำเสีย และส่วนที่เป็นเส้นใย (Fiber) ในขั้นตอนการผลิตเท่านั้น

### 3.5 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเยื่อกระดาษ

#### 3.5.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวโดยใช้กระบวนการซัลเฟต

##### มวลสารที่นำเข้า

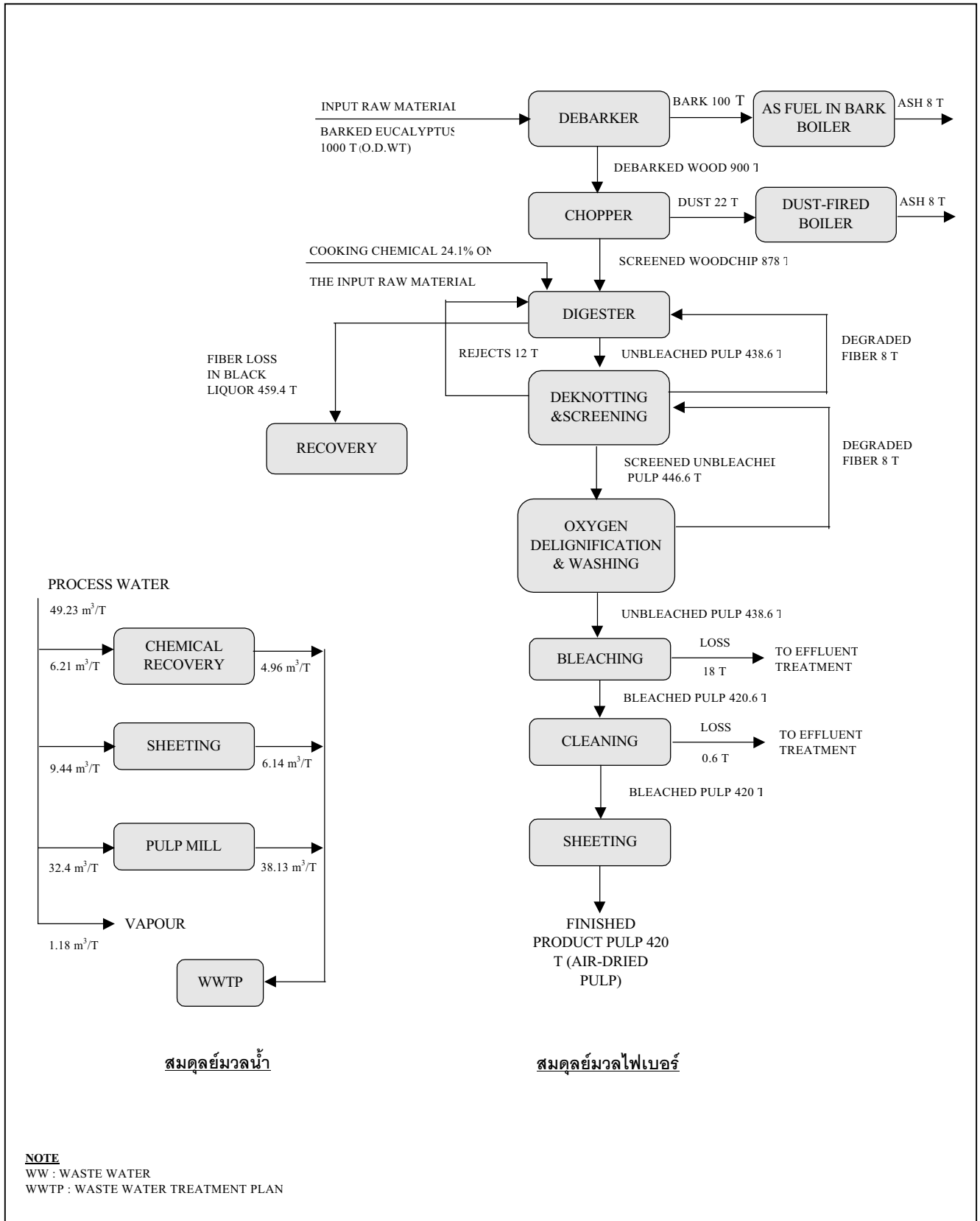
- ไม้ไผ่, ยูคาลิปตัส
- สารเคมีต่าง ๆ เช่น โซเดียมซัลเฟต, ปูนขาว (Lime), คลอรีนไดออกไซด์, ซัลเฟอร์, Caustic Soda, Oxygen และ Chlorine gas

##### มวลสารที่เกิดขึ้น

- น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
- เยื่อกระดาษฟอกขาว
- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
- เศษเปลือกไม้
- เศษ Rejects (ตาไม้)
- Black Liquor
- เถ้าและตะกอนจากหม้อไอน้ำ
- Lime mud
- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวโดยใช้กระบวนการซัลเฟต รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 3-7 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub>  
และ COD
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- ทีเคเอ็น
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS
- สี



รูปที่ 3-12 สมดุลงมวลงของไฟเบอร์และน้ำจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษแบบซัลเฟต (Kraft)



**ตารางที่ 3-7 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวโดยกระบวนการ Kraft**

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ตันเยื่อ)		บีโอดี		ซีโอดี		ของแข็งแขวนลอย		ฟอสฟอรัส		ทีเคเอ็น		ของแข็งที่ละลาย		Colour Pt-Co
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	
- Sealing Water for pulp mill	5	0.0176	10	0.0353	5	0.1765	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Acid Wastewater from bleaching	500	7.85	1831	28.75	72	1.13	13	0.20	5	0.0785	-	-	-	-	458
- Alkaline Wastewater from bleaching	510	2.07	5114	20.88	66	0.26	2	0.008	4	0.016	-	-	-	-	1100
- Dewatering & Drying	6	0.029	40	0.196	400	1.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Stripped Condensate from evaporator	100	0.155	1000	1.55	20	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	150
- Lime Kiln and Recausticize*	30	0.073	500	1.21	300	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Blow Down from boilers	150	0.04	200	0.054	500	0.135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- อื่น ๆ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำเสียรวม	460	18.4	2058	82.32	340	13.6	8	0.32	6.7	0.268	3500	140	958		
น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	7	0.28	387	15.48	65	2.6	21	0.84	4.67	0.19	2800	112	789		

**หมายเหตุ** \* ข้อมูลลักษณะน้ำเสียได้จากข้อมูลของโรงงาน

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

### 3.5.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเยื่อชานอ้อยฟอกขาว, เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก, เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี และเยื่อคาลิปต์สกึ่งเคมี

<u>มวลสารที่นำเข้า</u>	- ยูคาลิปต์ส, ชานอ้อย
	- สารเคมีต่าง ๆ เช่น Caustic Soda 100%
	Chlorine (Liquid)
	Sodium Hypochlorite
	Hydrogen Peroxide
	Sodium Chloride
	Quick Lime
	Hydrochloric Acid
	- น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
<u>มวลสารที่เกิดขึ้น</u>	- เยื่อชานอ้อยฟอกขาว
	- เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก
	- เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี
	- เยื่อคาลิปต์สกึ่งเคมี
	- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
	- Black Liquor
	- ชุ่ยอ้อย
	- Lime Mud
	- ฝุ่นจาก Boiler
	- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเยื่อชานอ้อยฟอกขาว, เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก, เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี และเยื่อคาลิปต์สกึ่งเคมี รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 3-8 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 3-8 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากการผลิตเยื่อชานอ้อยฟอกขาว เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี และเยื่อคุณภาพดีกึ่งเคมี**

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ตันเยื่อ)		บีโอดี		ซีโอดี		ของแข็งแขวนลอย		ของแข็งแขวนลอย		ฟอสฟอรัสทั้งหมด		ทีเคเอ็น		สี (Pt-Co Unit)
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	
น้ำล้างชานอ้อย	6.2	11 x 10 <sup>3</sup>	68.2	24 x 10 <sup>3</sup>	148.8	12 x 10 <sup>3</sup>	74.4	2.4 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
น้ำจากการผลิตเยื่อกึ่งเคมี	2.65	0.4 x 10 <sup>3</sup>	1.06	0.8 x 10 <sup>3</sup>	2.12	0.3 x 10 <sup>3</sup>	0.795	0.36 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Recovery Boiler	3.6	0.25 x 10 <sup>3</sup>	0.9	0.3 x 10 <sup>3</sup>	1.08	0.34 x 10 <sup>3</sup>	1.224	2.3 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Unbleach Plant	60	0.76 x 10 <sup>3</sup>	45.6	2.5 x 10 <sup>3</sup>	150	1.8 x 10 <sup>3</sup>	108	0.68 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Bleaching Plant	40	0.77 x 10 <sup>3</sup>	30.8	2.85 x 10 <sup>3</sup>	114	0.23 x 10 <sup>3</sup>	9.2	2.4 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
น้ำเสียรวม*	27.37	2.06 x 10 <sup>3</sup>	56.38	5.18 x 10 <sup>3</sup>	5.18	2.19 x 10 <sup>3</sup>	59.9	1.88 x 10 <sup>3</sup>	5	0.14	15.2	0.4	456		
น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด*	27.37	11	0.30	0.18 x 10 <sup>3</sup>	0.18	23	0.63	0.9 x 10 <sup>3</sup>	4.8	0.13	11	0.3	225.4		

**หมายเหตุ** ข้อมูลปริมาณน้ำเสียรวม และน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดเป็นค่าเฉลี่ยต่อปริมาณเยื่อกระดาษผลิตก้อนที่ผลิตได้

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

### 3.5.3 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวโดยใช้กระบวนการ Soda

<u>มวลสารที่นำเข้า</u>	-	ยูคาลิปตัส
	-	โซดาไฟ
	-	น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
<u>มวลสารที่เกิดขึ้น</u>	-	เยื่อกระดาษฟอก
	-	น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
	-	เศษ Rejects (ตาไม้)
	-	เศษเปลือกไม้
	-	Black Liquor
	-	Lime Mud
	-	เถ้าและตะกอนจากหม้อไอน้ำ
	-	ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอก รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 3-9 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- ทีเคเอ็น
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS
- สี

**ตารางที่ 3-9** ลักษณะสมบัติของน้ำเสี้ยวรวมจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากยูคาลิปตัส โดยใช้กระบวนการ Soda

ลักษณะสมบัติของน้ำเสี้ยว	น้ำเสี้ยวรวม (53.9 ลบ.ม./ตันเยื่อ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (53.9 ลบ.ม./ตันเยื่อ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	$0.4 \times 10^3$	21.56	$0.022 \times 10^3$	1.18
ซีโอดี	$1.3 \times 10^3$	70.07	168	9.05
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	6	0.32	$0.06 \times 10^{-3}$	0.003
ทีเคเอ็น	5.2	0.28	1	0.054
ของแข็งแขวนลอย	$0.4 \times 10^3$	21.56	17	0.92
ของแข็งที่ละลายได้	$1.995 \times 10^3$	107.53	$1.502 \times 10^3$	80.95
สี (Pt-Co Unit)	535		140	

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

### 3.5.4 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเยื่อเคมีซัลเฟตกระดาษฟอกขาวและผลิตกระดาษพิมพ์เขียน (Integrated Mill)

<b>มวลสารที่นำเข้า</b>	-	ยูคาลิปตัส
	-	เยื่อใยยาว
	-	เยื่อใยสั้น (ผลิตเอง)
	-	สารเคมีต่าง ๆ เช่น โซดาไฟ (NaOH), O <sub>2</sub> , ClO <sub>2</sub> , Fillers, ซัลเฟอร์
	-	น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
	-	เยื่อใยสั้นฟอกขาว
<b>มวลสารที่เกิดขึ้น</b>	-	กระดาษพิมพ์เขียน
	-	น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
	-	เศษเปลือกไม้
	-	เศษ Rejects (ตาไม้)
	-	Black Liquor

- เถ้าและตะกอนจากหม้อไอน้ำ
- Lime mud
- เศษกระดาษจากการ Finishing
- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวและกระดาษพิมพ์เขียน รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 3-10 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- ทีเคเอ็น
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS
- สี

**ตารางที่ 3-10** ลักษณะสมบัติของน้ำเสี้ยวรวมจากกระบวนการผลิตเยื่อเคมีซัลเฟตฟอกขาวและผลิตกระดาษพิมพ์เขียน (Integrated Mill)

ลักษณะสมบัติของน้ำเสี้ยว	น้ำเสี้ยวรวม (18 ลบ.ม./ตันผลิตภัณฑ์)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (18 ลบ.ม./ตันผลิตภัณฑ์)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	$0.415 \times 10^3$	7.47	8.4	0.15
ซีโอดี	$1.001 \times 10^3$	18.02	84	1.51
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	4.75	0.086	0.80	0.014
ทีเคเอ็น	19.04	0.34	3	0.054
ของแข็งแขวนลอย	$0.276 \times 10^3$	4.97	19	0.342
ของแข็งที่ละลายได้	$1.408 \times 10^3$	25.35	880	15.84
สี (Pt-Co Unit)	204		60.21	

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

### 3.5.5 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษสา

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <u>มวลสารที่นำเข้า</u>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปอสา (เปลือกแห้ง)</li> <li>- เยื่อใยสั้น</li> <li>- เศษกระดาษปอนด์</li> <li>- เศษวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร เช่น กาบกล้วย, ใบไม้, ฟางข้าว</li> <li>- สารเคมีต่าง ๆ เช่น คลอรีน, โซเดียมซัลเฟต, โซดาไฟ, สารส้ม, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, ไฮโปร และซันไลท์</li> <li>- น้ำใช้ในกระบวนการผลิต</li> </ul> |
| <u>มวลสารที่เกิดขึ้น</u> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระดาษสา</li> <li>- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต</li> <li>- Black Liquor</li> <li>- เศษเปลือก และตาปอ</li> <li>- เศษเยื่อ</li> <li>- เศษกระดาษจากการ Finishing</li> <li>- ถ้ำตะกอนจากหม้อไอน้ำ</li> <li>- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย</li> </ul>  |

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษสา รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 3-11 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- ทีเคเอ็น
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- สี

ตารางที่ 3-11 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษสา

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ต้นกระดาษ)		บีโอดี		ซีโอดี		ของแข็งแขวนลอย		ทีเคเอ็น		ฟอสฟอรัสทั้งหมด		สี (Pt-Co Unit)
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน	
1. น้ำเสียจากการต้มเยื่อ (Black Liquor)	20	11.01 x 10 <sup>3</sup>	220.2	592	29.6 x 10 <sup>3</sup>	592	1.99 x 10 <sup>3</sup>	39.8	0.56 x 10 <sup>3</sup>	11.2	-	-	8,310
2. น้ำเสียจากการล้างเยื่อ หลังจากต้ม	200	1.125 x 10 <sup>3</sup>	225	526.8	2.634 x 10 <sup>3</sup>	526.8	0.382 x 10 <sup>3</sup>	76.4	0.056 x 10 <sup>3</sup>	11.2	16	3.2	880
3. น้ำเสียจากการฟอกเยื่อ	120	0.215 x 10 <sup>3</sup>	25.8	63.96	0.533 x 10 <sup>3</sup>	63.96	0.48 x 10 <sup>3</sup>	57.6	0.01 x 10 <sup>3</sup>	1.2	1.64	0.196	32.04
4. น้ำเสียจากการล้างเยื่อ หลังจากฟอก	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. น้ำเสียจากการเดินแผ่น	80	0.012 x 10 <sup>3</sup>	0.96	6.56	0.082 x 10 <sup>3</sup>	6.56	0.022 x 10 <sup>3</sup>	1.76	14	1.12	15	1.2	45.4
6. น้ำเสียรวม	500	0.077 x 10 <sup>3</sup>	38.5	133.5	0.267 x 10 <sup>3</sup>	133.5	0.098 x 10 <sup>3</sup>	49	9	4.5	3.7	1.85	64.0
7. น้ำทิ้งหลังการบำบัด	500	4.8	2.4	24.5	0.049 x 10 <sup>3</sup>	24.5	0.02 x 10 <sup>3</sup>	10	3	1.5	1.4	0.7	27.82

หมายเหตุ โรงงานได้แยกน้ำเสียจากการต้มเยื่อ (Black Liquor) ไปเก็บไว้หมักไม่ได้ผ่านเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.



### 3.5.6 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษให้เว้า

- มวลสารที่นำเข้า**
- ไม้ไผ่
  - สารเคมี เช่น โซดาไฟ, ไขมันปาล์ม, กำมะถัน
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
- มวลสารที่เกิดขึ้น**
- กระดาษให้เว้า
  - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษเยื่อ
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษให้เว้า รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 3-12 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- ทีเคเอ็น
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS
- สี

ตารางที่ 3-12 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษให้เว้า

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (14 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (14 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	302	4.228	64	0.896
ซีโอดี	733	10.262	120	1.68
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	6.54	0.091	2.3	0.032
ทีเคเอ็น	8.4	0.117	1.68	0.0235
ของแข็งแขวนลอย	67	0.938	23	0.322
ของแข็งที่ละลายได้	$1.836 \times 10^3$	25.7	728	10.19
สี (Pt-Co Unit)	687		43.66	

ที่มา การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541

### 3.6 ปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโรงงานเยื่อและกระดาษประเด็นหลักได้แก่น้ำเสีย อากาศเสีย ของเสีย ซึ่งปัญหาเหล่านี้โรงงานที่มีขนาดต่าง ๆ กันนั้น จะมีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ต่างกัน ซึ่งได้สรุปไว้ในตารางที่ 3-13

### 3.7 มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษจากระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

หลักการของมาตรการป้องกัน และควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิต หรือ Process Integrated Pollution Prevention and Control Strategy (IPPCS) คือ เพื่อจัดการกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการ ดังนี้

- ประหยัดวัตถุดิบในการผลิต ได้แก่ พลังงาน น้ำใช้ สารเคมี และวัตถุดิบ เป็นต้น
- ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์
- ควบคุมผลพลอยได้ (by-product) และวัสดุเศษเหลือ (residues) จากการผลิต และนำไปใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด

● ลดปริมาณของวัสดุเศษเหลือที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ และหาทางกำจัดอย่างเหมาะสม ดังนั้น มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษในกระบวนการผลิต (IPPCS) จึงช่วยป้องกันทรัพยากรธรรมชาติ ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต การลดพลังงานที่ใช้ในการผลิต และการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสีย

ข้อเสนอในการจัดการควบคุมมลพิษในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษต่อไปนี้เป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการนำมาใช้แล้วในต่างประเทศ และในบางส่วนก็มีการนำมาใช้แล้วในประเทศไทยด้วย

#### 3.7.1 การเตรียมวัตถุดิบ (Raw material preparation)

ชั้นวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่มากเกินไปที่ปนเปื้อนเข้าสู่กระบวนการต้มเยื่อ จะเป็นการสิ้นเปลืองสารเคมี และพลังงานโดยเปล่าประโยชน์เพราะชั้นส่วนเหล่านี้จะไม่เกิดเป็นเส้นใย (fiber) ในขณะเดียวกันสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ และผ่านอุปกรณ์ทำความสะอาดเส้นใย เช่น เซนติคูลินเนอร์ นอกจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์กระดาษมีจุดดำ และทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดความเสียหาย เช่น เครื่องสูบน้ำ อุปกรณ์ทำความสะอาดเส้นใย เป็นต้นแล้ว สิ่งสกปรกเหล่านี้ยังทำให้ลวดเดินแผ่น (machine wire) อุดตันจนเกิดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ในที่สุด

ตารางที่ 3-4 ปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ

ลักษณะปัญหา	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1.1 น้ำใช้/น้ำทิ้ง	<p>- น้ำใช้ : น้ำบาดาล นำประปา ปริมาณน้ำใช้ต่อต้นมาก</p> <p>- น้ำทิ้ง : ไม่มี Chemical Recovery ระบบบำบัดไม่เหมาะสม ไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้ง</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรตั้งอยู่รวมกันให้มีขนาด ~ 300 ต้น/วัน จัดให้มีระบบ Chemical Recovery ระบบบำบัดรวม และแหล่งรองรับน้ำทิ้ง</p>	<p>- น้ำใช้ : น้ำบาดาล นำแม่น้ำ ปริมาณน้ำใช้ต่อต้นค่อนข้างมาก</p> <p>- น้ำทิ้ง : มีระบบบำบัด แต่บางโรงงาน ไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่เหมาะสม</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ และนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์</p>	<p>- น้ำใช้ : นำแม่น้ำ แหล่งน้ำของโรงงาน ปริมาณน้ำใช้ต่อต้นต่ำ</p> <p>- น้ำทิ้ง : มีระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ แต่บางโรงงานไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่เหมาะสม</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรมีแหล่งน้ำใช้ของโรงงานเองและน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วควรนำกลับมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด</p>
1.2 อากาศเสีย	<p>- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ฝุ่นจากกองเก็บวัสดุดิบ</p> <p>การแก้ปัญหา นำมันเตาที่ใช้ควรเป็นน้ำมันเตา กัมมะถันต่ำ</p>	<p>- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาหรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ฝุ่นจากการเก็บวัสดุดิบ กลิ่นจากระบบการผลิต</p> <p>การแก้ปัญหา นำมันเตาและถ่านหินที่ใช้ควรเป็น น้ำมันเตากัมมะถันต่ำ ต้องมีระบบการกำจัดฝุ่น จากปล่องที่มีประสิทธิภาพ เช่น Electrostatic Precipitator มีระบบรวมก๊าซซิมมิลินเพื่อนำไปเผากำจัด</p>	<p>- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตา เปลือกไม้ และของเหลวดำจากการต้มเยื่อเป็นเชื้อเพลิง</p> <p>ฝุ่นจากกองเก็บวัสดุดิบ กลิ่นจากระบบการผลิต</p> <p>การแก้ปัญหา นำมันเตาที่ใช้ควรเป็นน้ำมันเตา กัมมะถันต่ำ ต้องมีระบบการกำจัดฝุ่นจากปล่องที่มีประสิทธิภาพ เช่น Electrostatic Precipitator มีระบบรวมก๊าซซิมมิลินเพื่อนำไปเผากำจัด มีระบบการตรวจติดตามคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง (CEMS)</p>

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ลักษณะปัญหา	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
<p>1.3 Solid waste</p>	<p>- เศษวัสดุที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ : เปลือกไม้ เศษไม้</p> <p>เศษวัสดุติดิบททางการเกษตร</p> <p>การแก้ปัญหา ถ้าโรงงานไปตั้งอยู่รวมกันสามารถจัดให้มีการนำเศษวัสดุไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับ Boiler เป็นต้น</p>	<p>- เศษวัสดุที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ : เปลือกไม้ เศษไม้</p> <p>เศษวัสดุติดิบททางการเกษตร กากเยื่อ ตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งถ้าจากหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิง ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรมี Clean Technology มาใช้ในการนำเศษวัสดุที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์กลับมาใช้ใหม่</p>	<p>- เศษวัสดุที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ : เปลือกไม้ เศษไม้</p> <p>เศษวัสดุติดิบททางการเกษตร กากเยื่อ ตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งถ้าจากหม้อไอน้ำที่ใช้เปลือกไม้เป็นเชื้อเพลิง กากปูนจากเตาเผาปูน</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานจะต้องมีกระบวนการนำเศษวัสดุที่ได้ใช้ประโยชน์กลับมาใช้ใหม่ เช่น เผาเป็นเชื้อเพลิงทำปุ๋ยหมัก หรือใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน</p>
<p>1.4 Hazardous waste</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานควรไปตั้งอยู่รวมกันและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง หรือลงทุนระบบกำจัดอย่างถูกต้องโดยโรงงานเอง</p>

ในการเตรียมวัตถุดิบก่อนที่จะส่งเข้าสู่การผลิตขั้นต่อไปสิ่งที่ควรคำนึงถึง ได้แก่

- การเก็บวัตถุดิบไว้ในที่แห้ง (ยกเว้นชานอ้อย)

ควรเก็บวัตถุดิบไว้ในบริเวณที่แห้งหรือเก็บในที่ร่ม และแบ่งส่วนเพื่อสะดวกในการนำเข้าสู่การผลิตตามลำดับเวลาที่วัตถุดิบมาถึงโรงงาน

- ผลดี :
- ลดปริมาณน้ำใช้
  - ลดปริมาณมลพิษ
  - ลดการปนเปื้อนที่มาจากทรายและหิน

- การกำจัดฝุ่นจากฟางข้าวด้วยวิธีแห้ง

ใช้วิธีแห้งในการกำจัดฝุ่น หรือสิ่งสกปรกที่ติดมากับฟางข้าว เช่น Vibratory/rotary screen

- ผลดี :
- ลดปริมาณไอน้ำและสารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อ
  - ลดปริมาณของเสียจากการคัดแยกขนาด
  - เพิ่มความสามารถในการผลิตเยื่อ
  - ชยะและฝุ่นสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง
  - ช่วยลดปริมาณซิลิกาในเยื่อลง ทำให้การนำเอาของเหลวดำกลับมาใช้ใหม่ได้ดีขึ้น
  - ลดการสึกหรอของบ่ม และอุปกรณ์ทำความสะอาดเส้นใย

- เปลี่ยนวิธีการลอกเปลือกไม้เป็นแบบแห้ง

กรณีใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบใช้วิธีการลอกเปลือกแบบแห้ง เช่นใช้ Dry Debarking Drums

- ผลดี :
- ลดปริมาณน้ำใช้
  - ลดปริมาณมลพิษ

- การเก็บรักษาชานอ้อยโดยวิธีเปียก

การเก็บรักษาชานอ้อยโดยวิธีแห้งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงาน และเสี่ยงต่อการลุกไหม้ของไฟจึงควรเก็บรักษาโดยวิธีสเปรย์น้ำต่อเนื่อง และน้ำเสียจากขั้นตอนนี้ต้องรวบรวมนำไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียด้วย ส่วนน้ำใช้ควรใช้น้ำทิ้งจากขั้นตอนการล้างเยื่อที่ผ่านการกรองแยกสิ่งสกปรกก่อนแล้ว (Brownstock washing filtrate)

- การคัดแยกขนาดของชิ้นไม้  
คัดแยกขนาดของชิ้นไม้ที่ไม่ได้ขนาด (คือใหญ่หรือเล็กเกินไป) โดยใช้ Vibratory

Screen

ผลดี : ลดปริมาณสารเคมีและไอน้ำที่ใช้ในการต้มเยื่อ

- ระบบควบคุม และกำจัดฝุ่นที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ  
รวบรวมฝุ่นที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการกำจัดฝุ่นในวัตถุดิบด้วยวิธีแห้ง เช่น Bag

filters

ผลดี : ลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในบรรยากาศ

- การกำจัดขุยย่อย

การกำจัดขุยย่อยออกจากขานย่อยสามารถทำได้ 2 วิธี คือ โดยวิธีเปียก (Wet depithing) และวิธีแห้ง (Dry depithing)

ผลดี : - ช่วยลดปริมาณการใช้ไอน้ำได้ 10 – 15%  
- ช่วยเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการผลิตเยื่อ  
- ช่วยให้เครื่องจักรผลิตกระดาษทำงานได้ดีขึ้น

หมายเหตุ : - การกำจัดขุยย่อยด้วยวิธีแห้ง (Dry depithing) จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการกำจัดขุยย่อยด้วยวิธีเปียก รวมทั้งยังยากต่อการกักเก็บ  
- การกำจัดขุยย่อยด้วยวิธีเปียก (Wet depithing) จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า, สูญเสียผลผลิต (yield) มากกว่า, น้ำทิ้งต้องนำเข้าบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดขุยย่อยดีกว่าและง่ายต่อการกักเก็บ

### 3.7.2 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

#### 3.7.2.1 กระบวนการทางเคมี

เทคโนโลยีการต้มเยื่อที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ จะมุ่งเน้นการเพิ่มความสามารถในการกำจัดลิกนิน ที่ปนมากับเยื่อ ก่อนที่จะส่งเยื่อเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ต่อไป โรงงานหลายแห่งมีขั้นตอนเพิ่มขึ้นหลังจากการต้มเยื่อ เรียกขั้นตอนนี้ว่าการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน (oxygen delignification) สำหรับวิธีการที่นำมาใช้ได้แก่

- |                    |   |
|--------------------|---|
| การต้มแบบต่อเนื่อง | - Modified Continuous Cook (MCC)          |
|                    | - Extended Modified Continuous Cook (EMC) |
| การต้มแบบทีละถัง   | - Super Batch                             |

ผลจากการปรับปรุงวิธีการต้มเยื่อ พบว่า kappa number ของเยื่อไม้ที่ผ่านการต้มแล้วจะมีค่าลดลง โดยจะมีค่าเท่ากับ 18-22 สำหรับไม้เนื้ออ่อน และ 14-16 สำหรับไม้เนื้อแข็ง ในขณะที่วิธีการต้มเยื่อแบบเดิม kappa number จะมีค่าเท่ากับ 30-32 สำหรับไม้เนื้ออ่อน และ 18-20 สำหรับไม้เนื้อแข็ง

อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการต้มเยื่อมีข้อควรคำนึงถึงเพื่อควบคุม และป้องกันมลภาวะจากกระบวนการผลิตดังนี้

- สภาพที่เหมาะสมสำหรับการต้มเยื่อ

สำหรับกระบวนการต้มเยื่อแบบคราฟท์ ควรควบคุมให้ปริมาณซัลไฟด์ ปริมาณต่าง ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ต้มให้เหมาะสม เพื่อให้มีปริมาณลิกนินในเยื่อที่ผ่านการต้มเหลือน้อยลง

- ผลดี :
- เพื่อให้เยื่อมีคุณภาพดีขึ้น และเพิ่มผลผลิต (Yield)
  - ลดของเสียจากการต้มไม้สูง และลดของเสียจากการคัดแยกขนาด
  - ลดปริมาณสารเคมีที่ใช้
  - ลดปริมาณไอน้ำที่ใช้
  - ลดค่า BOD<sub>5</sub>, TSS และ AOX จากน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการฟอก

- ใช้สารแอนทราควิโนน เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการกำจัดลิกนินในการต้มเยื่อจากวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร

- ผลดี :
- ทำให้ได้ผลผลิต (Yield) สูงขึ้น และทำให้เยื่อมีคุณภาพสูงขึ้น
  - ช่วยทำการให้การสกัดลิกนินมีประสิทธิภาพดีขึ้น
  - ลดสารประกอบซัลไฟด์ในของเหลวจากการต้มเยื่อ

- ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออกจากกระบวนการฟอก

- Extended cooking

ในกรณีที่เป็นการต้มเยื่อแบบที่ละถึงนั้นภายหลังจากการต้มครั้งแรก ของเหลวจากการต้มจะถูกแทนที่ด้วยของเหลวจากการล้าง และในกรณีที่เป็นการต้มเยื่อแบบต่อเนื่องนั้นสามารถที่จะนำ Counter-Current มาใช้ได้ทั้งในส่วนของ การล้าง และส่วนของ การต้มเยื่อ โดยการเติมของเหลวที่สะอาด (Fresh liquor) ลงไป จะสามารถลดตัวเลข kappa ในไม้เนื้ออ่อนได้ 8-10 และ 4-5 ในไม้เนื้อแข็ง ดังนั้น จะลดปริมาณคลอรีนที่ใช้ได้ถึง 25%

ผลดี : วิธีนี้จะลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออกจากกระบวนการฟอก เช่น BOD<sub>5</sub>, AOX และ TSS

- การนำคอนเดนเสทที่ปล่อยออกจากถังต้มเยื่อ (Digester relief) และ Blow condensate ไปใช้ใหม่

น้ำคอนเดนเสทโดยทั่วไปจะถูกปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ เช่น เมทานอล, TRS และสารระเหย อื่น ๆ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด ตัวอย่างเช่นนำมาใช้ที่ถังละลาย salt cake อย่างไรก็ดี หากแยกเอาสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในคอนเดนเสทออกแล้ว จะสามารถนำน้ำคอนเดนเสทนั้นกลับมาใช้ในกระบวนการล้างเยื่อที่ผ่านการต้มแล้วได้อีก ส่วนสารอินทรีย์ที่ถูกแยกออกมาจากคอนเดนเสทจะต้องนำไปกำจัดโดยการเผาใน Lime Kiln

ผลดี : ลดปริมาณน้ำเสียที่ต้องกำจัด , ค่า BOD<sub>5</sub> ในน้ำเสียจะลดลง 0.9 – 3.0 กิโลกรัม (ในกรณีที่แยกสารอินทรีย์ออกจากคอนเดนเสท) (EPA,1982)

- การแยกสารอินทรีย์ออกจากคอนเดนเสท (stripping) และการนำคอนเดนเสทจากหน่วยทำระเหย (Evaporators) ไปใช้ใหม่

ผลดี : ลด BOD<sub>5</sub> ได้ถึง 7.5 กก./ตัน : ลดปริมาณการระบายออก (flow)

- การจัดให้มีระบบป้องกันสารเคมีหกฉ่น (Spill recovery/prevention) มาใช้

การรั่ว, การหกฉ่น และการล้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ขัดข้อง, การซ่อมบำรุง, การหยุดเดินเครื่องจักร และการเริ่มต้นเดินเครื่องจักรเป็นแหล่งกำเนิดหลักของน้ำเสียที่มีค่า BOD<sub>5</sub> และ TSS สูง (30 – 50% ในกระบวนการต้มเยื่อแบบกราฟท์) ระบบ Spill Recovery หรือระบบเก็บรวบรวมส่วนที่หกฉ่นประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับเก็บรวบรวมในหลาย ๆ พื้นที่ของโรงงาน เช่น พื้นที่ในส่วนหม้อไอน้ำนำสารกลับคืน (Recovery Boiler) , ถังต้มเยื่อ, ถังเก็บเยื่อ, ส่วนเก็บรวบรวมของ



เหลว (liquor), เครื่องทำระเหย และหน่วยทำด่าง และกรณีที่มีการหกเลอะจากพื้นที่เหล่านี้ควรจะรวบรวม ส่วนที่หกเลอะส่งเข้าสู่บ่อเก็บรวบรวม (Spill lagoons) อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ควบคุมที่ทันสมัยจะช่วย ป้องกันการเกิดการรั่วไหลได้

**ผลดี** : ช่วยลดปริมาณ BOD<sub>5</sub> และ TSS ที่ปนเปื้อนในน้ำเสียได้ มาก (30 - 35% ในกระบวนการต้มเยื่อแบบคราฟท์) (Springer, 1986)

- การนำระบบการคัดแยกขนาดแบบปิด (Closed screening) มาใช้ ควนำน้ำทิ้งที่เกิดจากการคัดแยกขนาดกลับมาใช้อีกครั้ง เพื่อให้เป็นระบบปิด

**ผลดี**

- มีส่วนสำคัญในการช่วยลดค่า BOD<sub>5</sub> ในน้ำเสีย (ประมาณ 3 ส่วนของปริมาณภาระบรรทุกอินทรีย์ทั้งหมดที่เกิดจากกระบวนการผลิตเยื่อแบบคราฟท์)
- มีส่วนสำคัญในการช่วยลด TSS
- ลดปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด

### 3.7.2.2 กระบวนการกึ่งเคมี

- ควรใช้กระบวนการผลิตที่ไม่ใช้ซัลเฟอร์ ของเหลวที่ใช้ในการต้มเยื่อนั้นควรใช้แต่ โซเดียมคาร์บอเนต

**ผลดี** : ลดปริมาณของ TRS ลงได้มาก

- ติดตั้งระบบการป้องกันไม่ให้สารเคมีหกเลอะและนำสารเคมีที่หกเลอะกลับมา ใช้ใหม่

**ผลดี** : มีส่วนสำคัญในการช่วยลดปริมาณ BOD<sub>5</sub>, TSS

### 3.7.2.3 กระบวนการเชิงกล

- ระบบการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่

ไอน้ำที่ได้กลับคืนจากการบดในขั้นแรก และขั้นที่สองนั้น โดยทั่วไปแล้วไอน้ำที่ได้ในขั้นแรกจะใช้สำหรับให้ความร้อนกับชิ้นไม้ และให้ความร้อนแก่น้ำร้อนที่จะเข้าสู่เครื่องจักรผลิต กระดาษ ส่วนไอน้ำที่ได้ในขั้นที่สองนั้นจะถูกส่งไปยังหน่วยนำความร้อนกลับคืน (Heat Recovery Unit)

**ผลดี** : ลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้มาก

- ระบบการนำส่วนที่หกเลอะกลับมาใช้ใหม่ (Spill recovery system)

**ผลดี** : ลดปริมาณ BOD<sub>5</sub>, TSS

### 3.7.3 การล้าง และการคัดแยกขนาด

- ใช้ระบบปิดในการล้างและคัดแยกขนาด

โรงงานในทวีปยุโรปส่วนใหญ่ใช้ระบบล้างเยื่อเป็นระบบปิด และด้วยความทันสมัยของการจัดการวัตถุดิบ (Wood handling) และการต้มเยื่อ ทำให้มีปริมาณตาไม้ (Knots) ส่วนที่ต้มไม่สุก น้อยกว่า 0.5% ในเยื่อภายหลังจากการต้มเยื่อ ระบบปิดจะช่วยลดปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสีย

*ผลดี* : ระบบปิดจะช่วยลดปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสีย

- การใช้ Screw press เพื่อกำจัด black liquor ที่มีความเข้มข้นสูงออกจากเยื่อ

*ผลดี* : - เพื่อช่วยให้กระบวนการนำ black liquor กลับมาใช้ใหม่มีประสิทธิภาพดีขึ้น

- สามารถนำของเหลวดำ (black liquor) กลับมาใช้ได้อีก

- การนำ hot black liquor กลับมาใช้จะช่วยลดปริมาณการใช้ไอน้ำ

- ลดเวลาในขั้นตอนการล้าง และประหยัดน้ำในขั้นตอนการล้าง

- ลดพลังงานที่ใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

- ปรับปรุงการล้างเยื่อโดยใช้ Vacuum filter washers และ washer press

*ผลดี* : - ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการนำของเหลวดำ (black liquor) กลับมาใช้

- ช่วยลดเวลา และประหยัดน้ำในขั้นตอนการล้าง

- ช่วยเพิ่มความเข้มข้น (Consistency) ให้กับเยื่อ

- ลดปริมาณความสกปรกในน้ำเสีย และลดสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการฟอก

### 3.7.4 การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน (Oxygen delignification)

หลังจากเยื่อผ่านกระบวนการต้มแล้วเส้นใยยังคงมีลิกนินบางส่วนหลงเหลืออยู่ ซึ่งจะต้องทำการกำจัดก่อนที่จะทำการฟอกครั้งสุดท้ายเพื่อรักษาความแข็งแรงของเยื่อ ลิกนินประมาณครึ่งหนึ่งที่ยังเหลืออยู่ในเยื่อ สามารถกำจัดออก และนำกลับคืนได้โดยการเติมออกซิเจนลงไปในสารแขวนลอย Alkaline fibre ในระบบการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจนนั้น (Oxygen delignification) white liquor และแมกนีเซียมซัลเฟตที่ถูกล้างออกซิไดซ์ จะถูกนำมาผสมกับเยื่อที่ความเข้มข้นสูง (25 – 30%) หรือที่ความเข้มข้นปานกลาง (10 – 15%) ในถังปฏิกรณ์ในขั้นตอนนี้จะเรียกว่าการฟอกด้วยออกซิเจน

(การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจนสามารถที่จะใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อแบบไม่ฟอก) เพื่อที่จะรักษา สมดุลย์ของโซเดียมในกระบวนการผลิต ขั้นที่ใช้ออกซิเจนโดยทั่วไปจะใช้ในการออกซิไดซ์ของเหลวจากการต้ม ขณะที่โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารอัลคาไลน์หลัก และโซเดียมซัลไฟด์จะถูกออกซิไดซ์เป็น ไธโอซัลเฟต ถึงปฏิกิริยาที่ใช้สำหรับการสกัดลิกนินจะถูกควบคุมความดันและควบคุมอุณหภูมิให้มีค่า ประมาณ 100 °C การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน (Oxygen delignification) จะทำ 1 หรือ 2 ขั้นตอนภาย หลังจากการต้มเยื่อ และก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการฟอก ประสิทธิภาพของการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน จะมีค่าประมาณ 40-60% โดยปกติแล้ว ถ้าต้องการประสิทธิภาพที่มากกว่า 40% จะต้องทำการสกัด ลิกนินแบบ 2 ขั้นตอนของเหลวที่เป็นของเสียจะถูกส่งแบบไหลสวนทางไปยังระบบการนำสารเคมีกลับคืน รูป 3-13 และรูป 3-14 เป็นตัวอย่างแผนผังของกระบวนการสกัดลิกนินแบบ 1 ขั้นตอน และ 2 ขั้นตอน

- ผลดี** :
- ลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการฟอกครั้งสุดท้าย
  - ลดปริมาณมลพิษจากกระบวนการฟอก (COD และสารประกอบ Chlorinated organic จากกระบวนการฟอกครั้งสุดท้าย ในกรณีที่เป็นการฟอกแบบ ECF)

### 3.7.5 กระบวนการฟอกเยื่อ (Bleaching)

- กระบวนการฟอกแบบไหลสวนทาง (counter current)

น้ำที่ปล่อยออกจากกระบวนการฟอกแต่ละขั้นตอน จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการล้าง กระบวนการล้างชนิดหลัก ได้แก่ กระบวนการล้างแบบ Counter current

**ผลดี** : ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออก, ลดภาวะ BOD<sub>5</sub> ได้ถึง 25%

**หมายเหตุ** : การล้างแบบ Counter Current จะทำให้เกิดน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นสูง

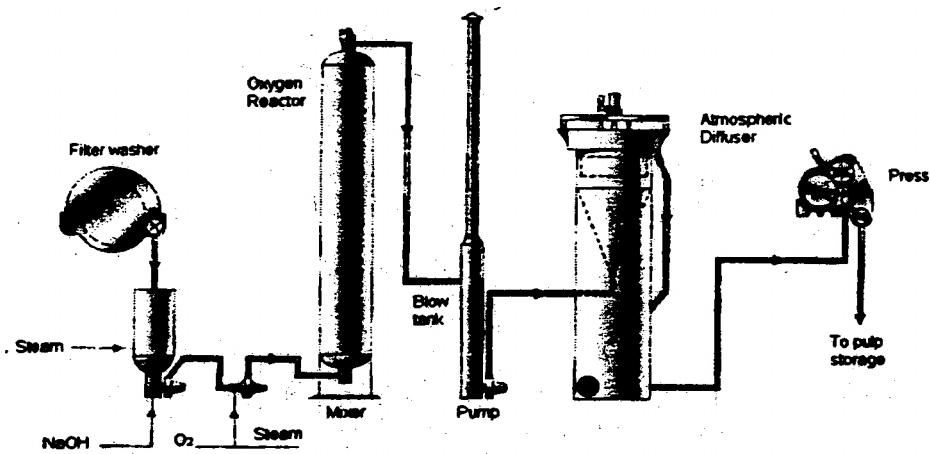
- การใช้น้ำขาว (White water)

ในโรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ Integrated Mill จะนำน้ำ White water จากโรงงานกระดาษไปใช้ในการเจือจางเยื่อที่จะเข้าและออกจากกระบวนการฟอก

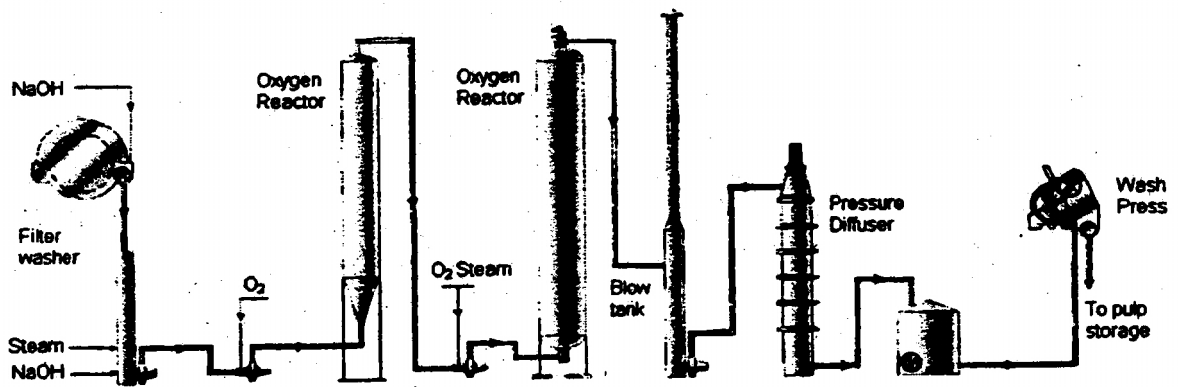
**ผลดี** : ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออก

- การใช้คลอรีนไดออกไซด์ (40-60%) แทนคลอรีนในการฟอก

**ผลดี** : ลด BOD<sub>5</sub>, COD, AOX, คลอโรฟีนอล, และสี ถ้าใช้แทนในปริมาณที่ต่ำกว่า 40% พบว่าจะไม่ช่วยลดคลอโรฟีนอล



รูปที่ 3-12 One stage oxygen delignification



รูปที่ 3-13 Two stage oxygen delignification

- การเติมออกซิเจน และ/หรือ เปอร์ออกไซด์ในขั้น caustic stages (EO, EOP)  
ในกระบวนการผลิตเยื่อแบบกราฟท์ การใช้ออกซิเจนและเปอร์ออกไซด์ ในการสกัด  
ขั้นแรกจะทำให้ใช้คลอรีนน้อยลงในการฟอกขั้นต่อไป นอกจากนั้นเปอร์ออกไซด์จะช่วยลดสีด้วย  
*ผลดี* : ช่วยลด AOX ได้เล็กน้อย, ลดปริมาณสี
- การฟอกโดยใช้โอโซน  
โอโซนเป็นสารที่มีสมรรถภาพสูงมาก และเป็นสาร non-selective oxidizing ซึ่ง  
ทำให้ควบคุมกระบวนการได้ยาก ได้มีการศึกษาการใช้โอโซนในการฟอกเป็นเวลาหลายปี แต่การพัฒนา  
เป็นไปอย่างช้า การใช้อโอโซนจะเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้คลอรีน  
*ผลดี* : สามารถนำน้ำทิ้งจากขั้นตอนการฟอกกลับไปใช้ใหม่ในระบบ  
Recovery ซึ่งเป็นผลให้ลดมลพิษจากการฟอก

### 3.7.6 หน่วยการนำสารเคมีกลับคืน (Chemical Recovery Unit)

จุดมุ่งหมายแรกของการนำสารเคมีกลับคืน คือ เพื่อนำสารเคมีกลับมาใช้ในกระบวนการ  
การผลิตเยื่อซึ่งสามารถทำได้โดยทำของเหลวดำ (black liquor) ให้เข้มข้นขึ้น และนำไปเผาในหม้อไอน้ำ  
นำสารกลับคืน

ในโรงงานที่ใช้กระบวนการต้มเยื่อแบบกราฟท์นั้น การเผาสารประกอบโซเดียม-  
คาร์บอเนต และโซเดียมซัลไฟด์จะทำให้เกิดของแข็งหลอมเหลว (Smelt) ขึ้น ซึ่งของแข็งหลอมเหลวจะ  
ถูกเจือจางเพื่อผลิตของเหลวเขียว (green liquor) และจะถูกทำให้เป็นด่างด้วยปูนขาว (slaked lime)  
เพื่อผลิตของเหลวขาว (White liquor) สำหรับใช้ในถังต้มเยื่อ ตะกอนโคลนหินปูน (Lime mud) ที่เกิดขึ้น  
จากหน่วยทำด่างจะถูกล้างและส่งกลับไปยัง Rotary kiln บางโรงงานที่ใช้วัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของซึ  
ลิกาจะไม่สามารถนำตะกอนโคลนหินปูนกลับคืนได้จะต้องนำไปกำจัดโดยการฝังกลบแทน

- ควบคุมสภาวะการทำงานของ Recovery furnace ให้เหมาะสม  
ได้แก่
  - การทำงานของเตาเผาต้องไม่เกินค่าที่กำหนด  
(ระดับวิกฤต)
  - อากาศที่เข้าใหม่ต้องไม่เกิน 65% ของอากาศทั้งหมดที่เข้า  
เตาเผา (คือ อย่างน้อย 35% ของ secondary และ  
tertiary air)

- ควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในช่วง 2.0-2.5% การปล่อย TRS ต่ำกว่า 2.0% ในขณะที่ถ้ามีมากกว่า 2.5% จะทำให้เกิดปัญหาการเกิด SO<sub>3</sub> และเกิดฝุ่นเหนียว (Sticky particulates)
  - ต้องมีปริมาณของแข็งใน liquor สำหรับการจุดไฟอย่างน้อย 62%
  - หัวสเปรย์ สำหรับฉีดของเหลวดำ (black liquor) ต้องมีการกระจายที่ดี
  - ในส่วนของ secondary air ถ้ามีความดันป้อนสูงจะมีประโยชน์มาก โดยทั่วไปการเกิด H<sub>2</sub>S ใน fuel gas มีสาเหตุมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในส่วนบนของเตา นอกจากนี้ที่ด้านบนของเตาเผายังต้องการออกซิเจนที่พอเพียงสำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และต้องการสัดส่วนของการผสมที่เหมาะสม
- เปลี่ยนกระบวนการในถังต้มเยื่อแบบที่ละถัง (batch digester) ให้เป็น cold blow process จะช่วยลดการแพร่กระจายของ TRS และประหยัดพลังงาน วิธีนี้ประกอบด้วย การแทนที่ของเหลวดำ (black liquor) ที่ส่วนท้ายของถังต้มเยื่อแบบที่ละถัง ด้วย cooler liquor ที่มาจากถังกรอง จากนั้นทำการเป่าถังต้มเยื่อด้วยอากาศ (compressed air)
  - นำคอนเดนเสท (จากถังต้มเยื่อ และ multi-effect-evaporators) ที่ถูกปนเปื้อนมาทำการ stripping และนำกลับมาใช้ใหม่ พบว่าจะช่วยลดการปลดปล่อยของ TRS (และ BOD<sub>5</sub>)
  - ใช้แอนทราควิโนนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการสกัดลิกนิน (delignification) ในกระบวนการต้มเยื่อ ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยของ TRS

สำหรับข้อสรุปของมาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษในแต่ละขั้นตอนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 สรุปมาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<p>● การเตรียมวัตถุดิบที่เป็นไม้</p>	<p>+ การเก็บวัตถุดิบไว้ในที่แห้ง ควรเก็บวัตถุดิบไว้ในบริเวณที่แห้งหรือเก็บในที่ร่มและแบ่งส่วนเพื่อสะดวกในการนำเข้าสู่การผลิตตามลำดับเวลาที่วัตถุดิบมาถึงโรงงาน</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณน้ำใช้ - ลดปริมาณมลพิษ - ลดการปนเปื้อนที่มาจากทรายและหิน</p> <p>+ การคัดแยกขนาดของชิ้นไม้ คัดแยกขนาดของชิ้นไม้ที่ไม่ได้ขนาดโดยใช้</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณสารเคมีและไอน้ำที่ใช้ในการต้มเยื่อ</p> <p>+ เปลี่ยนวิธีการปอกเปลือกไม้เป็นแบบแห้ง กรณีใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบใช้วิธีการปอกเปลือกแบบแห้ง เช่น ใช้ Dry Debarking Drums</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณน้ำใช้ - ลดปริมาณมลพิษ</p> <p>+ จัดให้มีระบบควบคุมและกำจัดฝุ่นที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ รวบรวมฝุ่นที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการกำจัดฝุ่นในวัตถุดิบด้วยวิธีแห้ง เช่น Bag filters</p>
<p>● การเตรียมวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้</p>	<p>+ การกำจัดฝุ่นจากฟางข้าวด้วยวิธีแห้ง ใช้วิธีแห้งในการกำจัดฝุ่น หรือสิ่งสกปรกที่ติดมากับฟางข้าว เช่น Vibratory/rotary screen</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณไอน้ำและสารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อ - ลดปริมาณของเสียจากการคัดแยกขนาด - เพิ่มความสามารถในการผลิตเยื่อ - ขยะและฝุ่นสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง - ช่วยลดปริมาณซิลิกาในเยื่อลง ทำให้การนำเอาของเหลวต่างกลับมาใช้ใหม่ได้ดีขึ้น - ลดการสึกหรอของบ่ม และอุปกรณ์ทำความสะอาดเส้นใย</p>

ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<ul style="list-style-type: none"> <li>● การเตรียมวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (ต่อ)</li> </ul>	<p>+ การเก็บรักษาขานอ้อยโดยวิธีเปียก</p> <p>วิธีนี้จะใช้น้ำสเปรย์บนขานอ้อยอย่างต่อเนื่อง และน้ำเสียจากขั้นตอนนี้ต้องรวบรวมนำไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำใช้ควรใช้น้ำทิ้งจากขั้นตอนการล้างเยื่อที่ผ่านการกรองแยกสิ่งสกปรกก่อนแล้ว</p> <p>+ การกำจัดขุยอ้อย</p> <p>การกำจัดขุยอ้อยออกจากขานอ้อยสามารถทำได้ 2 วิธี คือ โดยวิธีเปียก (Wet depithing) และวิธีแห้ง (Dry depithing)</p> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำได้ 10-15%</li> <li>- ช่วยเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการผลิตเยื่อ</li> <li>- ช่วยใช้เครื่องจักรผลิตกระดาษทำงานได้ดีขึ้น</li> </ul> <p><b>หมายเหตุ</b> - การกำจัดขุยอ้อยด้วยวิธีแห้งจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการกำจัดขุยอ้อยด้วยวิธีเปียก รวมทั้งยังยากต่อการกักเก็บ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การกำจัดขุยอ้อยด้วยวิธีเปียกจะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า, สูญเสียผลผลิตมากกว่า, น้ำทิ้งต้องนำเข้าบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดขุยอ้อยดีกว่าและง่ายต่อการกักเก็บ</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● การต้มเยื่อ               <ul style="list-style-type: none"> <li>■ กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษทางเคมี</li> </ul> </li> </ul>	<p>+ สภาพที่เหมาะสมสำหรับการต้มเยื่อ</p> <p>สำหรับกระบวนการต้มเยื่อแบบคราฟท์ควรควบคุมให้ปริมาณซัลไฟด์ ปริมาณต่าง ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ต้มให้เหมาะสม เพื่อให้มีปริมาณลิกนินในเยื่อที่ผ่านการต้มเหลือน้อยลง</p> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพื่อให้เยื่อมีคุณภาพดีขึ้น และเพิ่มผลผลิต (Yield)</li> <li>- ลดของเสียจากการต้มไม่สุก และลดของเสียจากการคัดแยกขนาด</li> <li>- ลดปริมาณสารเคมีที่ใช้</li> <li>- ลดปริมาณไอน้ำที่ใช้</li> <li>- ลดค่า BOD<sub>5</sub>, TSS และ AOX จากน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการฟอก</li> </ul>



ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<p>■ กระบวนการผลิตเยื่อทางเคมี</p>	<p>+ ใช้สารแอนทราควิโนน เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการกำจัดลิกนินในการต้มเยื่อจากวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร</p> <p><u>ผลดี</u> - เพื่อให้ได้ผลผลิต (Yield) สูงขึ้น และทำให้เยื่อมีคุณภาพสูงขึ้น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยทำการให้การสกัดลิกนินมีประสิทธิภาพดีขึ้น</li> <li>- ลดสารประกอบซัลไฟด์ในของเหลวจากการต้มเยื่อ</li> <li>- ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออกจากกระบวนการฟอก</li> </ul> <p>+ Extended Cooking</p> <p>ในกรณีที่เป็นการต้มแบบที่ละถังนั้นภายหลังจากการต้มครั้งแรกของเหลวจากการต้มจะถูกแทนที่ด้วยของเหลวจากการล้าง และในกรณีที่เป็นการต้มเยื่อแบบต่อเนื่องนั้น สามารถที่จะใช้การล้างแบบ Counter Current มาใช้และส่วนของการต้มเยื่อโดยการเติมของเหลวที่สะอาด (Fresh liquor) ลงไปจะสามารถลดตัวเลข Kappa ในไม้เนื้ออ่อนได้ 8-10 และ 4-5 ในไม้เนื้อแข็ง ดังนั้นจะลดปริมาณคลอรีนที่ใช้ได้ถึง 25%</p> <p><u>ผลดี</u> วิธีนี้จะลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออกจากกระบวนการฟอก เช่น BOD<sub>5</sub>, AOX และ TSS</p> <p>+ การนำคอนเดนเสทที่ปล่อยออกจากถังต้มเยื่อ (Digester relief) และ Blow condensate ไปใช้ใหม่</p> <p>น้ำคอนเดนเสทโดยทั่วไปจะถูกปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ เช่น เมธานอล, TRS และสารระเหย อื่น ๆ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด ตัวอย่างเช่นนำมาใช้ที่ถังละลาย salt cake อย่างไรก็ตามหากแยกเอาสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในคอนเดนเสทออกแล้ว จะสามารถนำน้ำคอนเดนเสทนั้นกลับมาใช้ในกระบวนการล้างเยื่อที่ผ่านการต้มแล้วได้อีก ส่วนสารอินทรีย์ที่ถูกแยกออกมาจากคอนเดนเสทจะต้องนำไปกำจัดโดยการเผาใน Lime Kiln</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณน้ำเสียที่ต้องกำจัด , ค่า BOD ในน้ำเสียจะลดลง 0.9 – 3.0 กิโลกรัม (ในกรณีที่แยกสารอินทรีย์ออกจากคอนเดนเสท) (EPA, 1982)</p>

ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<p>■ กระบวนการกึ่งเคมี</p>	<p>+ การแยกสารอินทรีย์ออกจากคอนเดนเสท (stripping) และการนำคอนเดนเสทจากหน่วยทำระเหย (Evaporators) ไปใช้ใหม่</p> <p><b>ผลดี</b> - ลด BOD<sub>5</sub> ได้ถึง 7.5 กก./ตัน : ลดปริมาณการระบายออก (flow)</p> <p>+ การจัดให้มีระบบป้องกันสารเคมีหกหล่น (Spill recovery/prevention) มาใช้</p> <p>การรั่ว, การหกหล่น และการล้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ขัดข้อง, การซ่อมบำรุง, การหยุดเดินเครื่องจักร และการเริ่มเดินเครื่องจักร เป็นแหล่งกำเนิดหลักของน้ำเสียที่มีค่า BOD<sub>5</sub> และ TSS สูง (30-50% ในกระบวนการต้มเยื่อแบบกราฟท์) ระบบ Spill Recovery หรือระบบเก็บรวบรวมส่วนที่หกหล่นประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับเก็บรวบรวมในหลาย ๆ พื้นที่ของโรงงาน เช่น พื้นที่ในส่วนหม้อไอน้ำนำสารกลับคืน (Recovery Boiler), ถังต้มเยื่อ, ถังเก็บเยื่อ, ส่วนเก็บรวบรวมของเหลว (liquor), เครื่องทำระเหย และหน่วยทำต่าง และกรณีที่มีการหกหล่นจากพื้นที่เหล่านี้ควรจะรวบรวมส่วนที่หกหล่นส่งเข้าสู่บ่อเก็บรวบรวม (Spill lagoons) อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ควบคุมที่ทันสมัยจะช่วยป้องกันการเกิดการรั่วไหลได้</p> <p><b>ผลดี</b> - ช่วยลดปริมาณ BOD<sub>5</sub> และ TSS ที่ปนเปื้อนในน้ำเสียได้มาก (30-35% ในกระบวนการต้มเยื่อแบบกราฟท์) (Springer, 1986)</p> <p>+ การนำระบบการคัดแยกขนาดแบบปิด (Closed screening) มาใช้ควรนำน้ำทิ้งที่เกิดจากการคัดแยกขนาดกลับมาวนใช้อีกครั้ง เพื่อให้เป็นระบบปิด</p> <p><b>ผลดี</b> - มีส่วนสำคัญในการช่วยลดปริมาณ BOD<sub>5</sub> ในน้ำเสีย (ประมาณ 3 ส่วนของปริมาณการระบรทุกอินทรีย์ทั้งหมดที่เกิดจากระบวนการผลิตเยื่อแบบกราฟท์)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีส่วนสำคัญในการช่วยลด TSS</li> <li>- ลดปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด</li> </ul> <p>+ ควรใช้กระบวนการผลิตที่ไม่ใช้ซัลเฟอร์ของเหลวที่ใช้ในการต้มเยื่อนั้นควรใช้แต่ โซเดียมคาร์บอเนต</p> <p><b>ผลดี</b> - ลดปริมาณของ TRS ลงได้มาก</p>

ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<p>■ กระบวนการเชิงกล</p> <p>● การล้าง และการคัดแยกขนาด</p>	<p>+ ติดตั้งระบบการป้องกันไม่ให้สารเคมีหกหล่นและนำสารเคมีที่หกหล่นกลับมาใช้ใหม่</p> <p><u>ผลดี</u> - มีส่วนสำคัญในการช่วยลดปริมาณ BOD<sub>5</sub> TSS</p> <p>+ ระบบการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่</p> <p>ไอน้ำที่ได้กลับคืนจากการบดในชั้นแรก และชั้นที่สองนั้น โดยทั่วไปแล้วไอน้ำที่ได้ในชั้นแรกจะใช้สำหรับให้ความร้อนกับชั้นไม้ และให้ความร้อนแก่น้ำร้อนที่จะเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษ ส่วนไอน้ำที่ได้ในชั้นที่สองนั้นจะถูกส่งไปยังหน่วยนำความร้อนกลับคืน (Heat Recovery Unit)</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้มาก</p> <p>+ ระบบการนำส่วนที่หกหล่นกลับมาใช้ใหม่ (Spill recovery system)</p> <p><u>ผลดี</u> - ลดปริมาณ BOD<sub>5</sub>, TSS</p> <p>+ ใช้ระบบปิดในการล้างและคัดแยกขนาด</p> <p>โรงงานในทวีปยุโรปส่วนใหญ่ใช้ระบบล้างเยื่อเป็นระบบปิด และด้วยความทันสมัยของการจัดการวัตถุดิบ (Wood handling) และการต้มเยื่อ ทำให้มีปริมาณตาไม้ (Knots) ส่วนที่ต้มไม้สุกน้อยกว่า 0.5% ในเยื่อ ภายหลังจากการต้มเยื่อ ระบบปิดจะช่วยลดปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสีย</p> <p><u>ผลดี</u> - ระบบปิดจะช่วยลดปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสีย</p> <p>+ การใช้ Screw press เพื่อกำจัด black liquor ที่มีความเข้มข้นสูงออกจากเยื่อ</p> <p><u>ผลดี</u> - เพื่อช่วยให้กระบวนการนำ black liquor กลับมาใช้ใหม่มีประสิทธิภาพดีขึ้น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถนำของเหลวดำ (black liquor) กลับมาใช้ได้อีก</li> <li>- ลดเวลาในขั้นตอนการล้าง และประหยัดน้ำในขั้นตอนการล้าง</li> </ul> <p>+ ปรับปรุงการล้างเยื่อโดยใช้ Vacuum filter washers และ washer press</p> <p><u>ผลดี</u> - ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการนำของเหลวดำ (black liquor) กลับมาใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยลดเวลา และประหยัดน้ำในขั้นตอนการล้าง</li> <li>- ช่วยเพิ่มความเข้มข้น (Consistency) ให้กับเยื่อ</li> </ul>

ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน</li>   <li>● กระบวนการฟอกเยื่อ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปริมาณความสกปรกในน้ำเสีย และลดสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการฟอก</li> </ul> <p><u>ผลดี</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการฟอกครั้งสุดท้าย</li> <li>- ลดปริมาณมลพิษจากกระบวนการฟอก (COD และสารประกอบ Chlorinated organic จากกระบวนการฟอกครั้งสุดท้าย ในกรณีที่เป็นการฟอกแบบ ECF)</li> </ul> <p>+ กระบวนการฟอกแบบไหลสวนทาง (counter current) น้ำที่ปล่อยออกจากกระบวนการฟอกแต่ละขั้นตอน จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการล้าง กระบวนการล้างชนิดหลัก ได้แก่ กระบวนการล้างแบบ Counter current</p> <p><u>ผลดี</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออก, ลดภาวะ BOD<sub>5</sub> ได้ถึง 25%</li> <li>- การล้างแบบ Counter Current จะทำให้เกิดน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นสูง</li> </ul> <p>+ การใช้น้ำขาว (White water) ในโรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ Integrated Mill จะนำน้ำ White water จากโรงงานกระดาษไปใช้ในการเจือจางเยื่อที่จะเข้าและออกจากกระบวนการฟอก</p> <p><u>ผลดี</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออก</li> </ul> <p>+ การใช้คลอรีนไดออกไซด์ (40-60%) แทนคลอรีนในการฟอก</p> <p><u>ผลดี</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลด BOD<sub>5</sub>, COD, AOX, คลอโรฟีนอล, และสี</li> <li>ถ้าใช้แทนในปริมาณที่ต่ำกว่า 40% พบว่าจะไม่ช่วยลดคลอโรฟีนอล</li> </ul> <p>+ การเติมออกซิเจน และ/หรือ เปอร์ออกไซด์ในขั้น caustic stages (EO, EOP)</p> <p>ในกระบวนการผลิตเยื่อแบบคราฟท์ การใช้ออกซิเจนและเปอร์ออกไซด์ในการสกัดขั้นแรกจะทำให้ใช้คลอรีนน้อยลงในการฟอกขั้นต่อไป นอกจากนั้นเปอร์ออกไซด์จะช่วยลดสีด้วย</p> <p><u>ผลดี</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยลด AOX ได้เล็กน้อย, ลดปริมาณสี</li> </ul>

ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
<p>●หน่วยการนำสารเคมีกลับคืน</p>	<p>+ การฟอกโดยใช้โอโซน</p> <p>โอโซนเป็นสารที่มีสมรรถภาพสูงมาก และเป็นสาร non-selective oxidizing ซึ่งทำให้ควบคุมกระบวนการได้ยาก ได้มีการศึกษาการใช้โอโซนในการฟอกเป็นเวลาหลายปี แต่การพัฒนาเป็นไปอย่างช้า การใช้อุณหภูมิจะเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้คลอรีน</p> <p>ผลดี - สามารถนำน้ำทิ้งจากขั้นตอนการฟอกกลับไปใช้ใหม่ในระบบ Recovery ซึ่งเป็นผลให้ลดมลภาวะจากการฟอก</p> <p>+ ควบคุมสภาวะการทำงานของ Recovery furnace ให้เหมาะสม</p> <p>ได้แก่ - การทำงานของเตาเผาต้องไม่เกินค่าที่กำหนด (ระดับวิกฤต)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อากาศที่เข้าใหม่ต้องไม่เกิน 65% ของอากาศทั้งหมดที่เข้าเตาเผา (คือ อย่างน้อย 35% ของ secondary และ tertiary air)</li> <li>- ควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในช่วง 2.0-2.5% การปล่อย TRS ต่ำกว่า 2.0% ในขณะที่ถ้ามีมากกว่า 2.5% จะทำให้เกิดปัญหาการเกิด SO<sub>2</sub> และเกิดฝุ่นเหนียว (Sticky particulates)</li> <li>- ต้องมีปริมาณของแข็งใน liquor สำหรับการจุดไฟ อย่างน้อย 62%</li> <li>- หัวสเปร์ย์ สำหรับฉีกของเหลวดำ (black liquor) ต้องมีการกระจายที่ดี</li> <li>- ในส่วนของ secondary air ถ้ามีความปั่นป่วนสูงจะมีประโยชน์มาก โดยทั่วไปการเกิด H<sub>2</sub>S ใน fuel gas มีสาเหตุมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในส่วนบนของเตา นอกจากนี้ที่ด้านบนของเตาเผายังต้องการออกซิเจนที่พอเพียงสำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และต้องการสัดส่วนของการผสมที่เหมาะสม</li> </ul> <p>+ เปลี่ยนกระบวนการในถังต้มเยื่อแบบทีละถัง (batch digester) ให้เป็น cold blow process จะช่วยลดการแพร่กระจายของ TRS และประหยัดพลังงาน วิธีนี้ประกอบด้วย การแทนที่ของเหลวดำ (black liquor) ที่ส่วนท้ายของถังต้มเยื่อแบบทีละถังด้วย cooler liquor ที่มาจากถังกรอง จากนั้นทำการเป่าถังต้มเยื่อด้วยอากาศ (Compressed air)</p>

**ตารางที่ 3-14** (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษ
	<ul style="list-style-type: none"><li>+ นำคอนเดนเสท (จากถังต้มเยื่อ และ multi-effect-evaporators) ที่ถูกปนเปื้อนมาทำการ stripping และนำกลับมาใช้ใหม่ พบว่าจะช่วยลดการปลดปล่อยของ TRS (และ BOD)</li><li>+ ใช้แอนทราควิโนนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการสกัดลิกนิน (delignification) ในกระบวนการต้มเยื่อ ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยของ TRS</li></ul>

## 4.1 ชนิดของกระดาษ

อุตสาหกรรมกระดาษในประเทศไทยผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ ได้มากมายหลายชนิด ซึ่งชนิดของกระดาษสามารถจำแนกออกตามวัตถุประสงค์การใช้งานได้ดังนี้

1. กระดาษหนังสือพิมพ์ (Newsprint) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อเชิงกล ไม่มีการเติมสารกันซึม น้ำหนักมาตรฐานต่ำ ความทึบแสงสูง ดูดซึมน้ำได้ดี อายุการใช้งานสั้นและเปลี่ยนสิ่งย่ำใช้พิมพ์หนังสือพิมพ์หรือวารสารที่มีราคาถูกทั่วไปหรือใบปลิวโฆษณา กระดาษหนังสือพิมพ์จะมีคุณภาพต่าง ๆ กันหลายชนิดตามคุณภาพของเยื่อ วิธีการผลิต บางชนิดมีสีคล้ำมาก บางชนิดมีสีค่อนข้างขาวและมีความเรียบต่างกัน

2. กระดาษพิมพ์เขียน (Printing & Writing) เป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อเคมีเป็นส่วนใหญ่ มีความเรียบสูง สมบัติพื้นผิวเหมาะสมกับการนำไปพิมพ์และเขียน กระดาษพิมพ์เขียนสามารถแบ่งออกเป็นกระดาษเคลือบ (Coated Paper) กระดาษไม่เคลือบ (Uncoated paper) และกระดาษสี (Color paper)

3. กระดาษบรรจุภัณฑ์ (Packaging) เป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นเพื่อทำเป็นบรรจุภัณฑ์ เช่น กระดาษคราฟท์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกระดาษเหนียวห่อของ (Wrapping Kraft) กระดาษคราฟท์ผิวกล่อ (Kraft liner board) กระดาษลูกฟูก (Corrugating medium) และแกนกระดาษ (Core paper) ซึ่งกระดาษกลุ่มนี้มีความแข็งแรงสูง และความต้านทานสูง

4. กระดาษแข็ง (Board) ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ กล่อง โปสเตอร์ ปกแฟ้ม ฯลฯ มักผลิตจากเครื่องจักรแบบตะแกรงกลม (Cylinder Mould) กระดาษแข็ง อาทิ เช่น แผ่นดูเพล็กซ์ กระดาษแข็งสีเทา และกระดาษแข็งสีขาว กระดาษแข็งจะมีความทรงรูปสูง ความต้านทานแรงดันทะลุสูง สมบัติการพิมพ์ดีพอสมควร

5. กระดาษอนามัย (Sanitary paper) ได้แก่ กระดาษเช็ดหน้า (Facial Tissues) กระดาษเช็ดปาก (Table napkins) และกระดาษชำระ (Toilet tissues) กระดาษชนิดนี้เป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับดูดซับของเหลวมีคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ มีความต้านทานน้ำต่ำ น้ำหนักมาตรฐานต่ำ ความสามารถในการดูดซับของเหลวสูง

6. กระดาษชนิดอื่น ๆ (Special Paper) เช่น กระดาษกรอง (Filter) กระดาษสา (Sa paper) กระดาษไหว้เจ้า (Joss Paper) ฯลฯ

## 4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ วัตถุดิบที่เป็นเส้นใยและวัตถุดิบที่ไม่ใช่เส้นใย นอกจากนั้นยังต้องใช้น้ำและพลังงานในการผลิตกระดาษด้วย

### 4.2.1 วัตถุดิบที่เป็นเส้นใย

วัตถุดิบที่เป็นเส้นใย ได้แก่ เยื่อชนิดต่าง ๆ เช่น เยื่อเคมี เยื่อเชิงกล เยื่อกึ่งเคมี และเศษกระดาษ ซึ่งกระดาษแต่ละชนิดต้องการวัตถุดิบต่างกัน เช่น

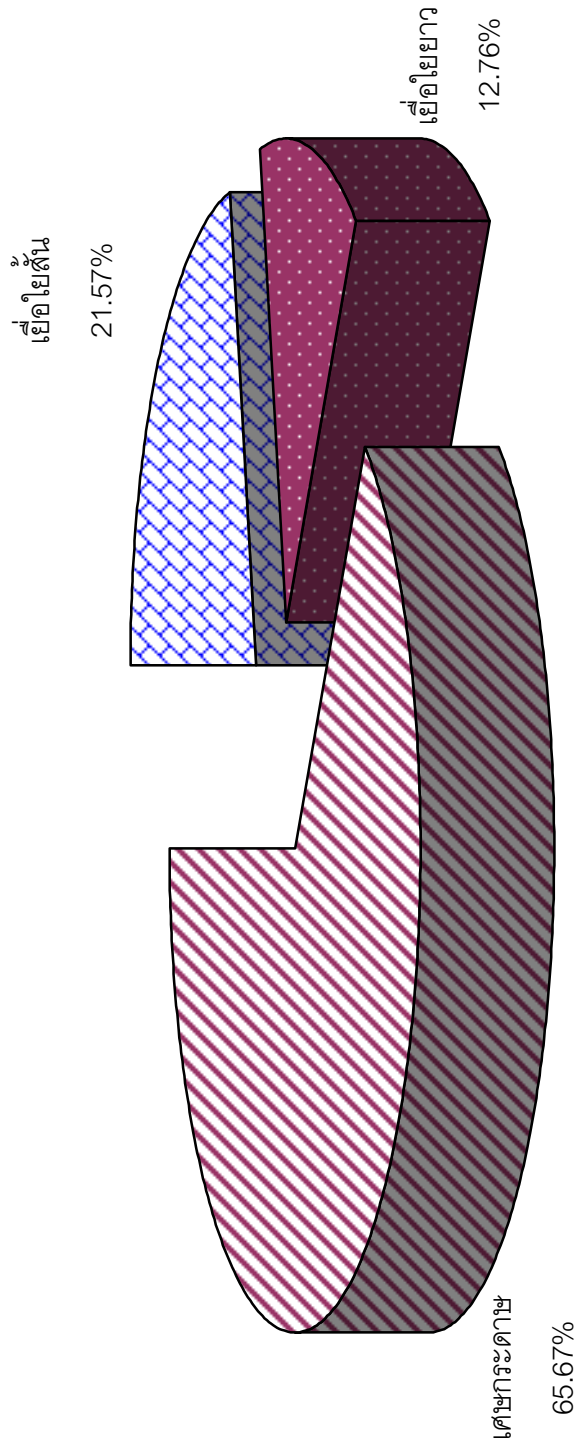
- กระดาษหนังสือพิมพ์จะใช้เยื่อเชิงกลหรือเยื่อจากเศษกระดาษที่ผ่านกระบวนการกำจัดหมึก (Deinking)
- กระดาษพิมพ์เขียนต้องการเยื่อเคมีฟอก และเศษกระดาษที่ไม่พิมพ์
- กระดาษแข็งและกระดาษคราฟท์ต้องการเศษกระดาษเป็นวัตถุดิบหลัก

วัตถุดิบที่เป็นเส้นใยสามารถแบ่งตามลักษณะเส้นใยได้ 3 ชนิด คือ

- 1) เยื่อใยยาว (Long Fiber Pulp) ทำจากไม้เนื้ออ่อน (Soft Wood) เช่น สนสองใบ สนสามใบ จะให้เส้นใยที่มีขนาดยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร เส้นใยจะมีความเหนียวแข็งแรงมาก
- 2) เยื่อใยสั้น (Short Fiber Pulp) ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ชานอ้อย จะให้เส้นใยที่มีขนาดยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร มีความเหนียวและความแข็งแรงต่ำกว่าเยื่อใยยาว
- 3) เยื่อเศษกระดาษ (Waste paper pulp) ทำจากเศษกระดาษที่ใช้แล้วจะประกอบด้วยเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้นผสมกัน ความแข็งแรงจะต่ำลงเนื่องจากผ่านกระบวนการผลิตมาหลายครั้ง และค่อนข้างสกปรก เยื่อจากเศษกระดาษนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษแข็งและกระดาษทำลอนลูกฟูก แต่หากจะนำไปใช้ผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษทิชชูต้องนำไปผ่านขั้นตอนกำจัดหมึก (Deinking) ก่อน

สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตกระดาษในประเทศไทยจะประกอบด้วยเยื่อใยสั้นร้อยละ 21.57 เยื่อใยยาวร้อยละ 12.76 และเศษกระดาษร้อยละ 65.67 แสดงดังรูปที่ 4-1





รูปที่ 4-1 วัสดุุดิบที่ใช้ผลิตกระดาษในประเทศไทย

ที่มา : The Thai Pulp and Paper Industries Association, 2540

## 4.2.2 วัตถุดิบที่ไม่ใช่เส้นใย

วัตถุดิบที่ไม่ใช่เส้นใยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นสารเติมแต่งหลักและสารเติมแต่งเสริม

### 4.2.2.1 สารเติมแต่งหลัก (Functional additive)

เป็นสารที่ทำให้กระดาษมีสมบัติเฉพาะอย่างตามต้องการ สารเติมแต่งหลัก ได้แก่

#### 1. สารต้านการขีมน้ำ (Sizing agent)

เป็นสารเคมีที่ทำให้กระดาษมีความต้านทานน้ำ ทำให้กระดาษเปียกน้ำได้ยากขึ้น ดูดซับน้ำน้อยลง กระดาษพิมพ์เขียนจะเติมสารต้านทานการขีมน้ำเพื่อป้องกันการซึมทะลุของหมึกเมื่อนำไปพิมพ์ กระดาษเหนียว (Kraft) สำหรับทำกล่องลูกฟูกจะเติมสารต้านการขีมน้ำเพื่อให้ไอน้ำซึมผ่านกระดาษได้น้อยลง และดูดความชื้นลดลงด้วย ส่วนกระดาษบางชนิดที่ต้องการความต้านการขีมน้ำต่ำมาก เช่น กระดาษชำระ เนื่องจากในการใช้งานต้องนำไปซับของเหลว จึงไม่มีการเติมสารต้านการขีมน้ำในกระดาษเหล่านี้

สารที่ใช้เป็นสารต้านการขีมน้ำมีหลายตัวด้วยกัน เช่น ชันสน (Rosin) ไขผึ้ง (Wax), AKD (Alkyl ketene Dimer), ASA (Alkenyl Succinic Anhydride) เป็นต้น

#### 2. ตัวเติม (Filler)

เป็นสารอนินทรีย์ มีลักษณะเป็นผงสีขาวขนาดประมาณ 1-10 ไมครอน เป็นสารเคมีที่เติมเข้าไปในเนื้อกระดาษ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มเนื้อกระดาษและอุดตามช่องว่างต่าง ๆ ทำให้กระดาษมีเนื้อแน่นมากขึ้น มีความทึบแสงมากขึ้น มีความขาวสว่าง การรับหมึกพิมพ์ได้ดี ความเรียบมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันตัวเติมจะทำให้ความแข็งแรงของกระดาษลดลง และถ้าเติมมากเกินไป จะทำให้เกิดฝุ่นขณะใช้งานโดยเฉพาะขณะพิมพ์ ทำให้เกิดปัญหาในการพิมพ์ได้

ตัวเติมที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ ดินขาว (Kaolin, Clay) แคลเซียมคาร์บอเนตหรือหินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) ซึ่งมีทั้งที่นำหินปูนจากธรรมชาติมาบด (Ground  $\text{CaCO}_3$ ) และที่นำหินปูนจากธรรมชาติมาสังเคราะห์เรียกว่า PCC (Precipitated  $\text{CaCO}_3$ ) นอกจากนี้ยังมีตัวเติมบางอย่างที่มีราคาสูง เช่น ไททาเนียมไดออกไซด์ ( $\text{TiO}_2$ ) ซึ่งมีสมบัติพิเศษคือให้ความทึบแสงสูงมาก ใช้ใส่ในการผลิตกระดาษบาง ๆ

#### 3. สารเพิ่มความแข็งแรงเมื่อแห้ง (Dry Strength agent)

สารเพิ่มความแข็งแรงเมื่อแห้งเป็นสารเคมีที่ช่วยทำให้กระดาษมีความแข็งแรงสูงขึ้น ช่วยเพิ่มแรงพันธะระหว่างเส้นใย ทำให้เส้นใยยึดกันแข็งแรงขึ้น สามารถเติมลงไปผสมกับน้ำเยื่อโดยตรง หรืออาจพ่นลงไประหว่างชั้นของกระดาษ สารเพิ่มความแข็งแรงเมื่อแห้งที่ใช้ทั่วไปมีทั้งที่เป็นสารธรรมชาติ เช่น แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถนำไปแปรรูปเป็นแป้งแปรรูปชนิดต่าง ๆ ให้

เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้นได้ เช่น แป้งแปรรูปบรรจุขวด และสารที่สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ โพลีอะคริลาไมด์ (Polyacrylamides) เป็นต้น

#### 4. สารเพิ่มความแข็งแรงเมื่อเปียก (Wet Strength agent)

เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยให้กระดาษที่เปียกน้ำมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของความแข็งแรงเดิม กระดาษทั่ว ๆ ไปจะใช้งานในขณะที่แห้งจึงไม่เติมสารนี้ ยกเว้นกระดาษบางชนิดที่ต้องเปียกน้ำเมื่อใช้งาน หรือมีโอกาสเปียกน้ำง่าย เช่น กระดาษทำธนบัตร กระดาษทำแผนที่ กระดาษเช็ดหน้า เป็นต้น สารเพิ่มความแข็งแรงเมื่อเปียกที่ใช้ทั่วไปได้แก่ ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea-formaldehyde) เมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ (Melamine formaldehyde) โพลีอะไมด์ (Polyamide) และโพลีอะมีน (Polyamine)

#### 5. สีย้อม (Dyes)

สีย้อมที่เติมลงในกระดาษมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. ต้องการทำการกระดาษสี เช่น กระดาษเหนียว มีการเติมน้ำตาลลงไปหรือ กระดาษทึบสีต่าง ๆ ก็เติมนั้น ๆ ลงไปโดยตรง
2. เพื่อแต่งโทนสี ให้กระดาษมีโทนสีหรือเฉดตามต้องการ เช่น การผลิตกระดาษสีขาวจะมีการเติมน้ำเงินลงไปเพื่อให้กระดาษดูขาวขึ้น และการเติมสีแดงเพื่อให้การสะท้อนแสงสม่ำเสมอขึ้น

#### 6. สารฟอกขาว (Optical Brightening Agent : OBA หรือ Fluorescent dye)

เป็นสารที่เติมให้กับเนื้อกระดาษและช่วยให้เนื้อกระดาษมีความขาวสว่าง (Brightness) มากขึ้น สารชนิดนี้มีสมบัติพิเศษคือ สามารถดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ต (UV) ซึ่งเป็นรังสีที่สายตามองไม่เห็นแล้วปล่อยออกมาในช่วงที่สายตาสสามารถมองเห็นได้ คือช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินทำให้กระดาษมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น กระดาษพิมพ์เขียนทุกชนิดจะมีสารฟอกขาวผสมอยู่

สารฟอกขาวจะใช้คู่กับสีย้อมเพื่อลดปริมาณการใช้สารฟอกขาวให้น้อยที่สุดเนื่องจากสารฟอกขาวมีราคาสูง โดยปกติการเติมสารฟอกขาวจะทำที่ถังผสมเยื่อ

#### 4.2.2.2 สารเติมแต่งเสริม (Chemical Processing Aids)

สารกลุ่มนี้จะช่วยให้การทำงานของเครื่องจักรดีขึ้น สภาพคล่องของการผลิตดีขึ้นและยังช่วยให้เครื่องจักรสะอาดขึ้นอีกด้วย สารเติมแต่งเสริม ได้แก่

##### 1. สารเพิ่มการตกค้าง (Retention Aids : R/A)

เป็นสารที่เติมเพื่อช่วยให้สารต่าง ๆ ที่เติมลงไปโดยเฉพาะตัวเติมและเศษเส้นใยตกค้างบนเส้นใยได้ดีขึ้น สารเพิ่มการตกค้างจะทำให้ตัวเติม และเส้นใยมีประจุไฟฟ้าลดลงสามารถเคลื่อนที่เข้าใกล้และจับกันได้ ทำให้น้ำหมุนเวียนสะอาดขึ้น การตกค้างดีขึ้น

##### 2. สารต้านการเกิดฟอง (Defoamer)

เป็นสารที่ช่วยลดและป้องกันการเกิดฟองในกระดาษทำให้เนื้อกระดาษมีความสม่ำเสมอมากขึ้น สารต้านการเกิดฟองจะทำให้น้ำเยื่อมีแรงตึงผิวลดลง ฟองอากาศแยกตัวออกมาได้ง่าย การใช้สารต้านการเกิดฟองมากเกินไปอาจทำให้เกิดผลเสียบางประการ เช่น กระดาษมีความแข็งแรงลดลง หรือความต้านการซึมน้ำลดลง เป็นต้น

##### 3. สารควบคุมจุลชีวะ (Biocide)

เป็นสารที่ช่วยควบคุมการเติบโตของจุลชีวะในระบบเพื่อป้องกันการเกิดเมือกจุลินทรีย์ (Slime) ซึ่งเป็นสาเหตุของความสกปรก ทำให้เกิดจุดสกปรกในกระดาษและทำให้กระดาษขาด

##### 4. สารช่วยกระจายตัว (Formation aids)

สารนี้จะช่วยให้เส้นใยกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอขึ้น ลดการจับตัวกันของเส้นใยเป็นกลุ่มก้อน

#### 4.2.3 น้ำ

ในกระบวนการผลิตกระดาษจะใช้น้ำในปริมาณมาก แต่ปัจจุบันโรงงานผลิตกระดาษส่วนใหญ่จะมีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต ทำให้ปริมาณน้ำใช้ลดลง นอกจากปริมาณการใช้น้ำจะขึ้นอยู่กับการจัดการน้ำภายในกระบวนการผลิตของโรงงานแต่ละแห่งแล้ว ยังขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ และชนิดของกระดาษที่ผลิตอีกด้วย

ขั้นตอนการผลิตกระดาษที่มีการใช้น้ำ (Fresh water) จำนวนมาก ได้แก่

- ใช้น้ำ shower ในเครื่องจักรผลิตกระดาษ
- ใช้น้ำ sealing ในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรผลิตกระดาษ เช่น Stuff boxes, Suction boxes
- ใช้เป็นตัวทำละลายให้กับสารเติมแต่งต่าง ๆ
- ใช้น้ำหล่อเย็นในอุปกรณ์เครื่องจักรต่าง ๆ

- ใช้เป็นน้ำเติมในส่วนเตรียมน้ำเยื่อสำหรับกระดาษบางชนิด
- ใช้ใน Power plant

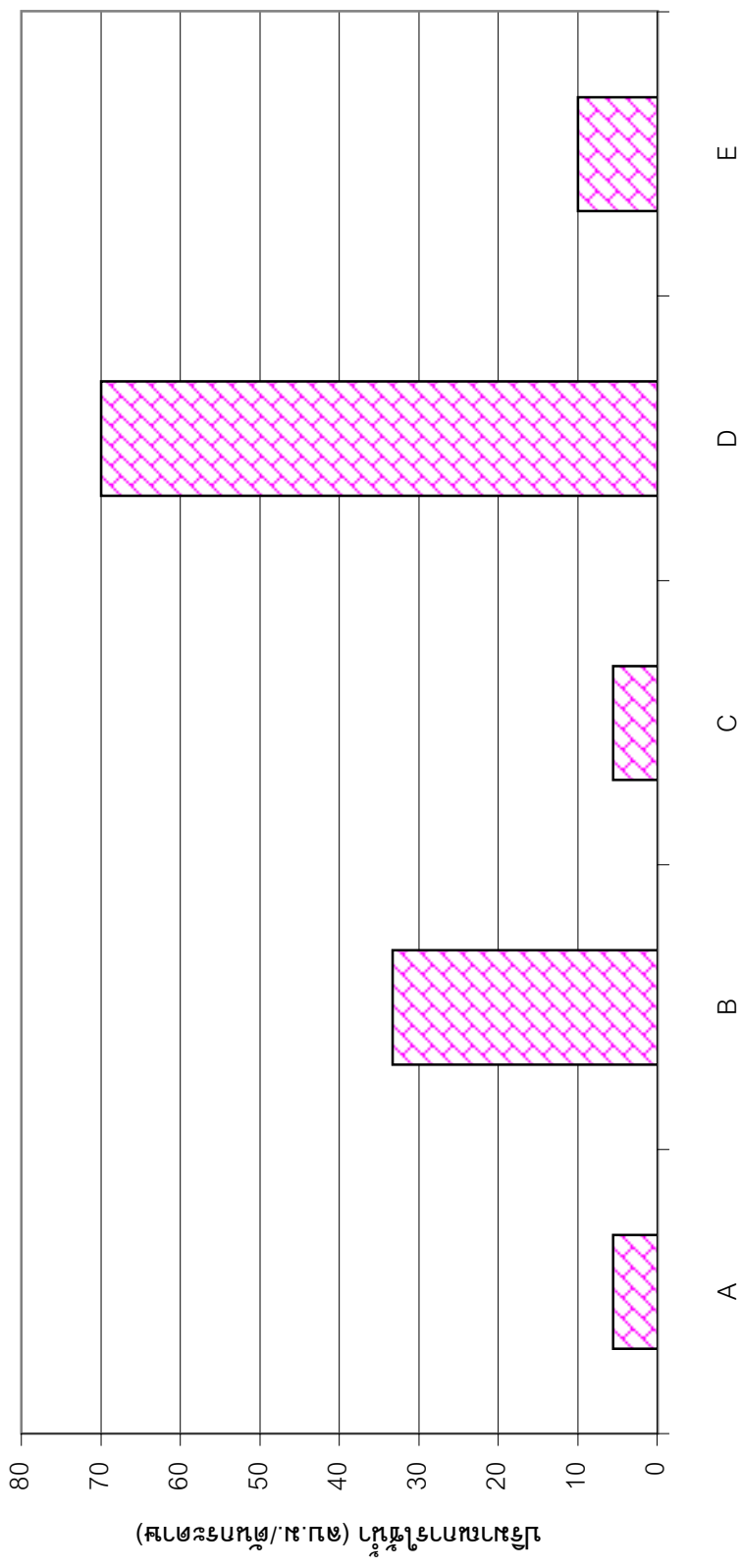
แหล่งน้ำใช้ได้มาจากน้ำบาดาล, น้ำประปา และน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ สำหรับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของกระบวนการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ ที่เข้าสำรวจ แสดงอยู่ในตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-2, 4-3, 4-4, 4-5 และ 4-6

จากรูปที่ 4-2 แสดงผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ FRESH WATER ในการผลิตกระดาษอนามัย พบว่า ปริมาณการใช้น้ำจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5-70 ลบ.ม./ตันกระดาษ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกันนี้เนื่องมาจาก เทคโนโลยี และการจัดการในกระบวนการผลิต ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์เครื่องจักร - ต่างๆ ตลอดจนเทคนิคการวนน้ำกลับมาใช้ใหม่ภายในกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน สำหรับโรงงานที่มีการใช้น้ำปริมาณสูงถึง 70 ลบ.ม./ตันกระดาษ นั้นตัวอย่างของสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้ของโรงงานนี้สูง ได้แก่ โรงงานนี้ยังไม่ได้ติดตั้งระบบการนำเสียน้ำกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ เช่น DAF หรือ Disc filter จึงทำให้ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตมีปริมาณน้อย นอกจากนั้นกระบวนการผลิตในโรงงานนี้ยังแตกต่างจากโรงงานอื่นคือ มีกระบวนการ deinking ส่วนโรงงานที่มีการใช้น้ำในปริมาณ 5.5 ลบ.ม./ตันกระดาษ เนื่องมาจากโรงงานจะมีการรีไซเคิลน้ำทั้งจากระบบ DAF และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4-3 แสดงผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ FRESH WATER ในการผลิตกระดาษคราฟท์ พบว่า ปริมาณการใช้น้ำจะมีค่าอยู่ในช่วง 8-81 ลบ.ม./ตันกระดาษ แต่ส่วนใหญ่โรงงานจะมีค่าปริมาณการใช้น้ำจะมีค่าอยู่ในช่วง 8-18.3 ลบ.ม./ตันกระดาษ มีเพียงบางโรงงานที่มีปริมาณน้ำใช้สูงถึง 81 ลบ.ม./ตันกระดาษ ซึ่งตัวอย่างของสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้ของโรงงานนี้สูงกว่าโรงงานอื่น ได้แก่ โรงงานยังไม่มีระบบการนำเสียน้ำกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพจึงทำให้ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตมีปริมาณน้อย เพราะน้ำที่ผ่านระบบการนำเสียน้ำกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพไม่ดีพอจะให้น้ำนำกลับมาใช้ได้เพียงเฉพาะจุดในขั้นตอนการผลิตเท่านั้น

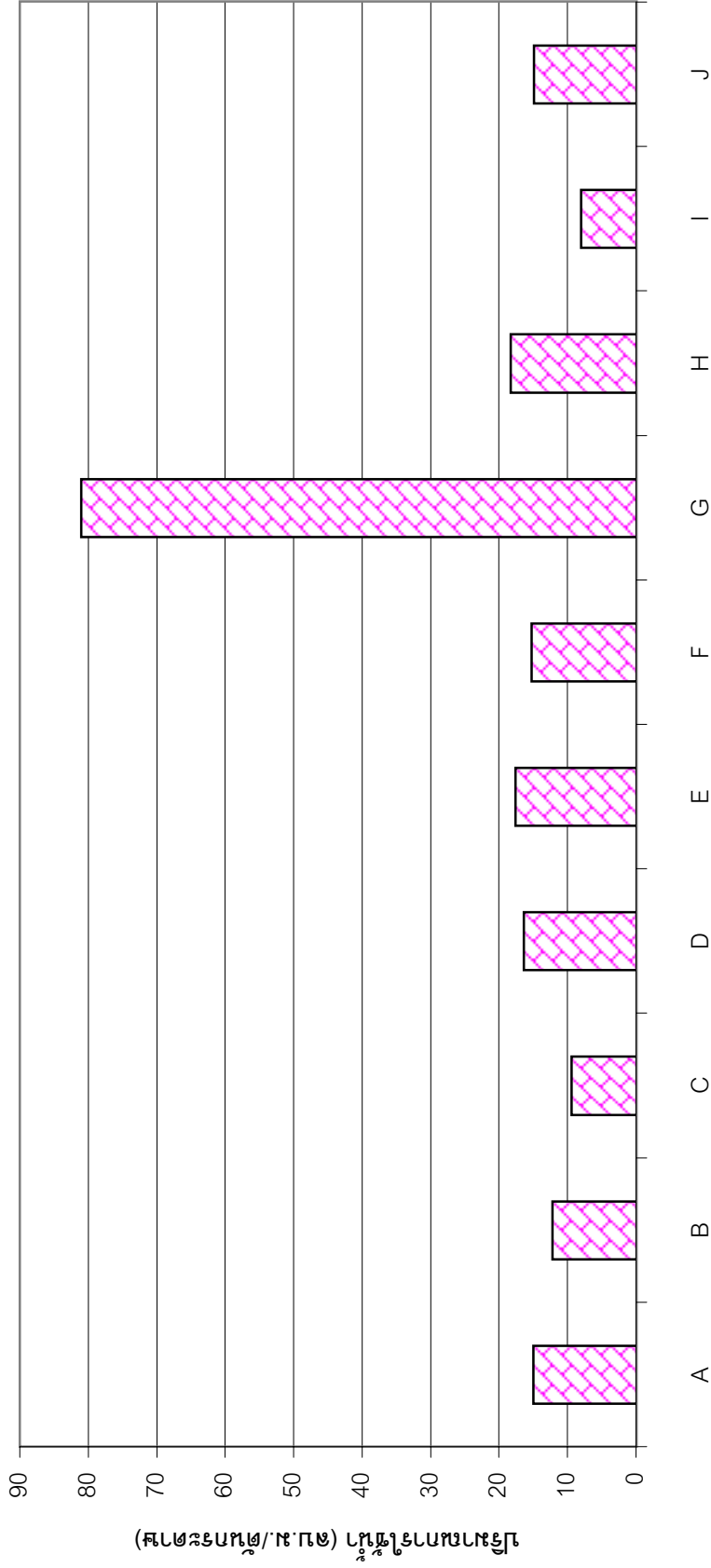
จากรูปที่ 4-4 แสดงผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ FRESH WATER ในการผลิตกระดาษแข็งพบว่า ปริมาณการใช้น้ำจะมีค่าอยู่ในช่วง 7-25 ลบ.ม./ตันกระดาษ ซึ่งความแตกต่างของปริมาณน้ำใช้จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี และการจัดการในกระบวนการผลิต ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ตลอดจนจนเทคนิคการวนน้ำกลับมาใช้ใหม่ภายในกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน สำหรับสาเหตุหนึ่งที่มีการใช้น้ำในปริมาณต่ำ เช่น มีการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4-5 แสดงผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ FRESH WATER ในการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกันนี้เนื่องมาจาก เทคโนโลยี และการจัดการใน



**รูปที่ 4-2** ผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ Fresh water ในกระบวนการผลิตกระดาษขนาดม้วน

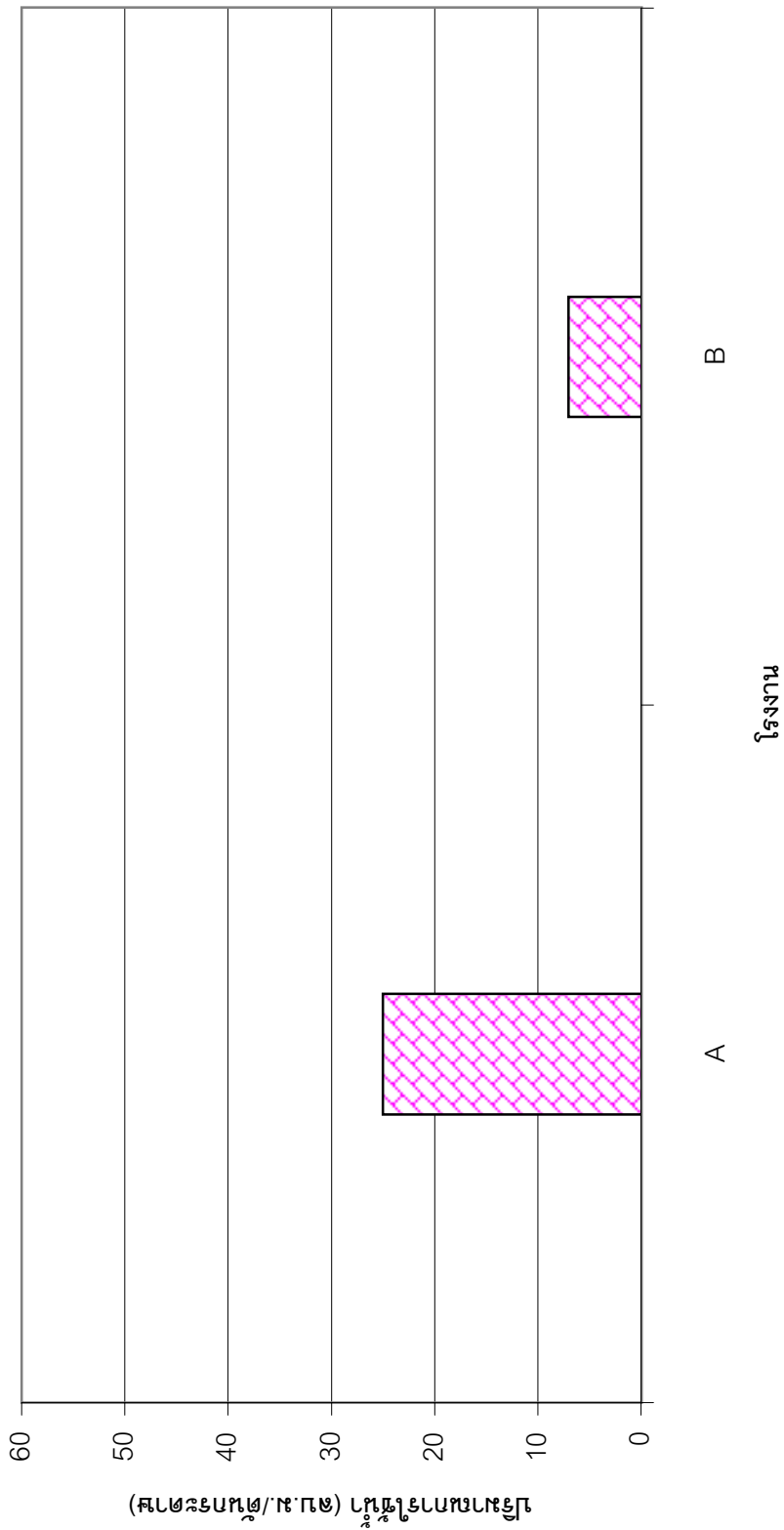
ที่มา : การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด, 2541



โรงงาน

รูปที่ 4-3 ผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ Fresh water ในกระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์

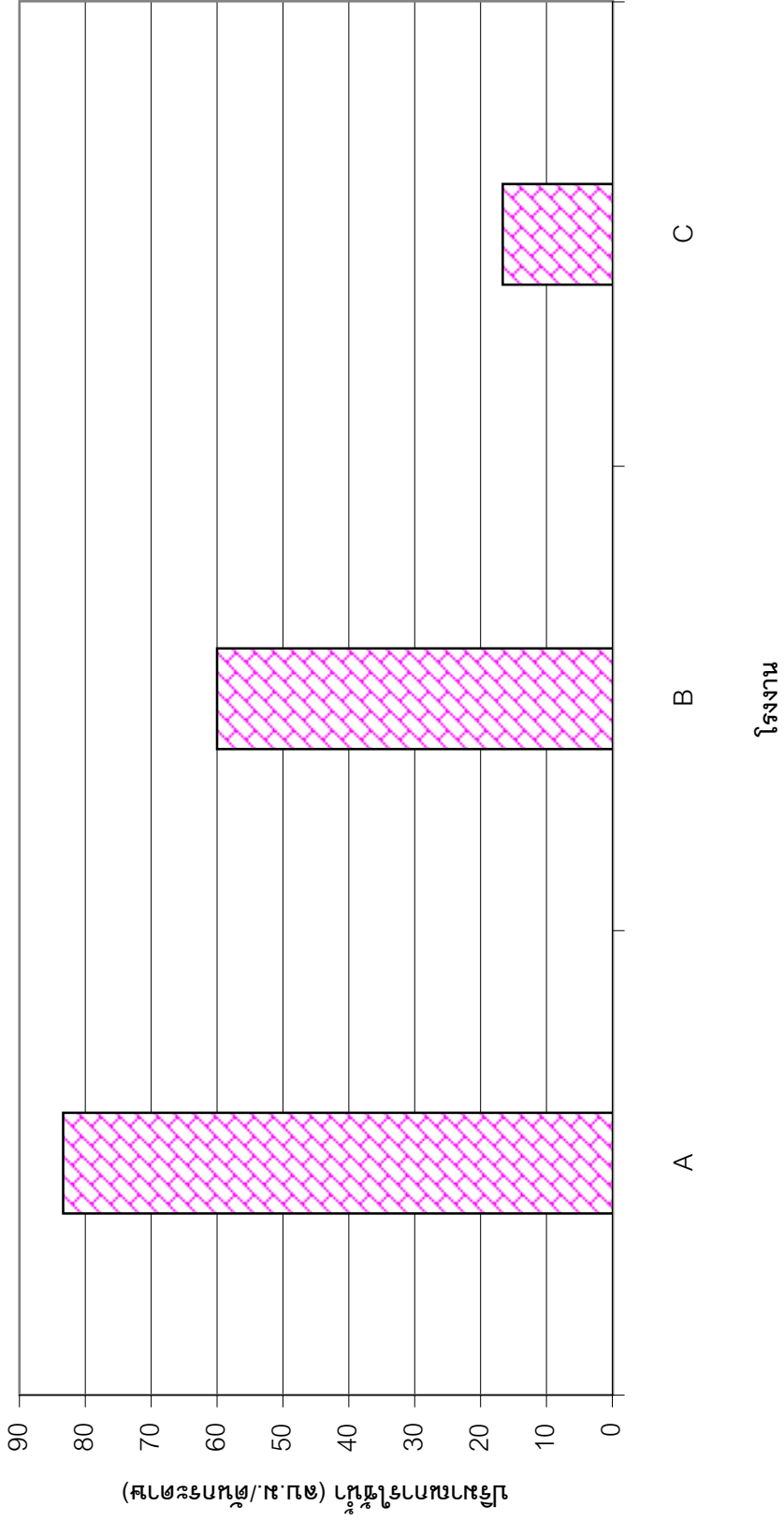
ที่มา : การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด,



**รูปที่ 4-4** ผลการสำรวจปริมาณการใช้ Fresh water ในกระบวนการผลิตกระดาษแข็ง

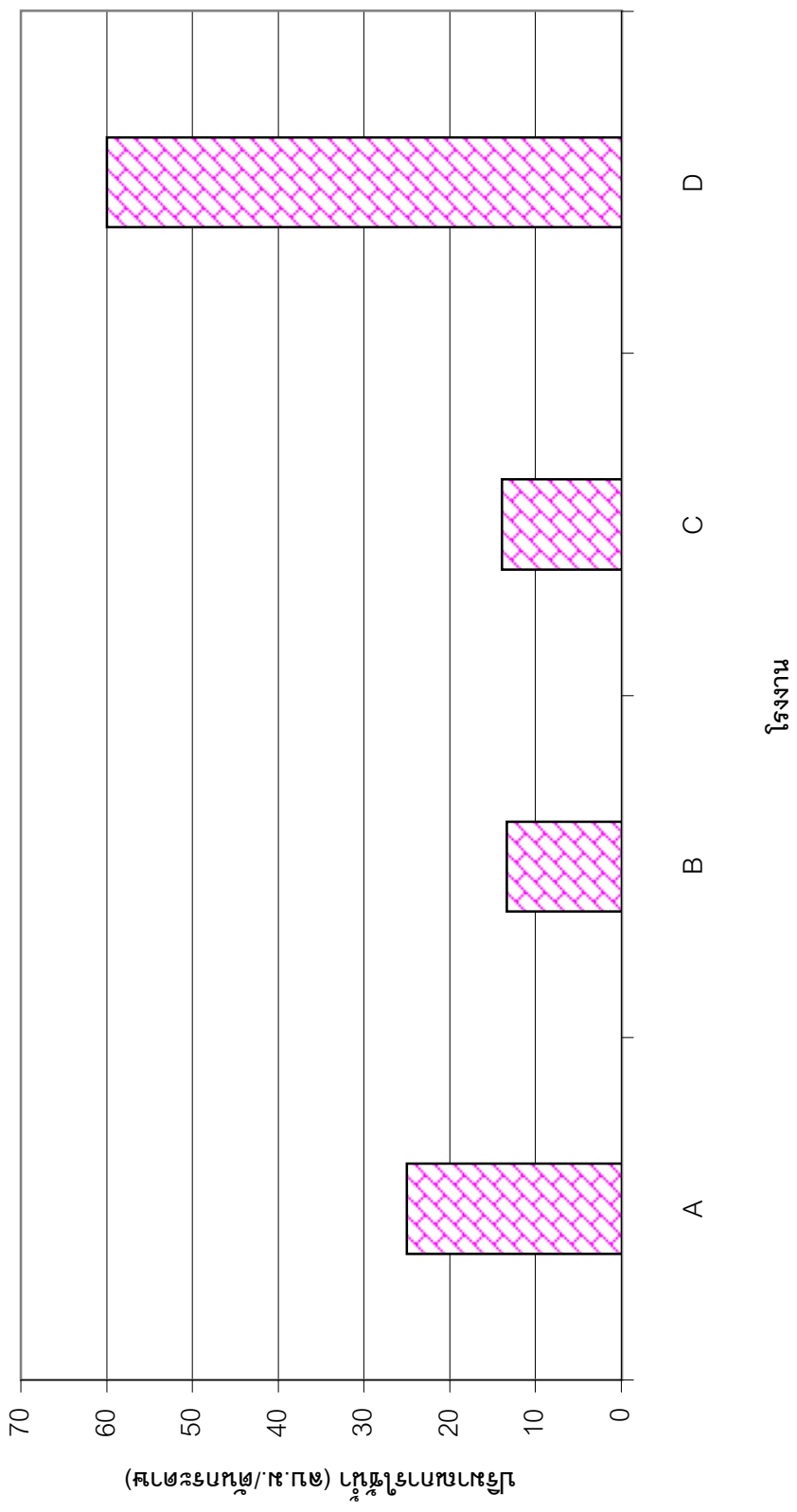
**ที่มา :** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด, 2541





**รูปที่ 4-5** ผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ Fresh water ในกระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน

ที่มา : การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เทคโนโลยีเนยริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541



**รูปที่ 4-6** ผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ Fresh water ในกระบวนการผลิตกระดาษหลายชนิดรวมกัน  
**ที่มา :** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอต เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541

กระบวนการผลิต รวมถึงอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ตลอดจนเทคนิคการวนน้ำกลับมาใช้ใหม่ภายในกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน สำหรับโรงงานที่มีการใช้น้ำปริมาณสูงถึง 83 ลบ.ม./ตันกระดาษ นั้น ตัวอย่างของสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้ของโรงงานนี้สูง ได้แก่ ในส่วนของผ้า Felt ที่ใช้ในเครื่องจักรผลิตกระดาษทำด้วยผ้าสักหลาด ดังนั้นน้ำที่เกิดจากส่วนกคกระดาษในขั้นตอนการผลิตจึงปนเปื้อนไปด้วยขนของผ้า Felt ซึ่งน้ำในส่วนนี้ไม่สามารถนำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตใหม่ได้ จึงต้องระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ในกรณีของโรงงานอื่นใช้ผ้า felt ที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์ที่ไม่ใช่ผ้าสักหลาด น้ำส่วนนี้ก็สามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตได้เป็นผลให้ปริมาณการใช้น้ำลดต่ำลงกว่านี้

จากรูปที่ 4-6 แสดงผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ FRESH WATER ในการผลิตกระดาษหลายชนิดพบว่าปริมาณการใช้น้ำอยู่ในช่วง 13- 60 ลบ.ม./ตันกระดาษ ซึ่งส่วนใหญ่ปริมาณการใช้น้ำจะอยู่ในช่วง 13-25 ลบ.ม./ตันกระดาษ สำหรับโรงงานที่ใช้น้ำในปริมาณสูงถึง 60 ลบ.ม./ตันกระดาษ ซึ่งจะแตกต่างจากโรงงานอื่นนั้น เนื่องจาก เทคโนโลยี และการจัดการในกระบวนการผลิต รวมถึงอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ตลอดจนเทคนิคการวนน้ำกลับมาใช้ใหม่ภายในกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้ของโรงงานนี้สูง เช่น ยังไม่มีการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิต

**ตารางที่ 4-1** ผลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ Fresh water ในกระบวนการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ

ชนิดของกระดาษ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	ผลสำรวจ	เอกสารงานวิจัย *
1. กระดาษอนามัย	5.5 – 70	5 -30
2. กระดาษหนังสือพิมพ์	15 - 18	10 - 20
3. กระดาษกราฟท์	8 – 81	10 - 20
4. กระดาษแข็ง	7 – 25	15 - 30
5. กระดาษพิมพ์เขียน	16.6 – 83	7 - 20
6. กระดาษใส่กรอง	232	-
7. กระดาษหลายชนิดรวมกัน	13 – 60	-

**ที่มา :** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

\* Document on best available techniques in the pulp and paper industry, Institute for Prospective Technologies Studies, 1998.

#### 4.2.4 พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ จะอยู่ทั้งในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า สำหรับพลังงานความร้อนที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้จากหม้อไอน้ำ โดยที่แหล่งเชื้อเพลิงที่สำคัญ คือ น้ำมันเตา ถ่านหิน

ขั้นตอนการผลิตที่มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อน ได้แก่

- การเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ น้ำ, เยื่อ, อากาศและสารเคมี ให้เหมาะสมกับการผลิต
- การระเหยน้ำในส่วนการอบแห้งผลิตกระดาษ

ส่วนแหล่งที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการผลิตกระดาษ คือ ใช้สำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ของ บี้ม, คอมเพรสเซอร์, ไบโกวน, เครื่องบดเยื่อ, เครื่องจักรผลิตกระดาษและสายพานต่าง ๆ เป็นต้น

ผลการสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 4-2 และสำหรับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการผลิตกระดาษในต่างประเทศมีค่าอยู่ในช่วง 500- 1200 kW-hr/T

**ตารางที่ 4-2** ผลการสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ

ชนิดของกระดาษ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kW-hr/ตันกระดาษ)
1. กระดาษอนามัย	907.25 - 1504.04
2. กระดาษหนังสือพิมพ์	903.97
3. กระดาษคราฟท์	465 -816.95
4. กระดาษแข็ง	554.16
5. กระดาษพิมพ์เขียน	622.22 - 1000
6. กระดาษใส่กรอง	-
7. กระดาษหลายชนิดรวมกัน	833.33 - 1392.03

**หมายเหตุ :** - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

**ที่มา :** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

### 4.3 กระบวนการผลิตกระดาษ

ถึงแม้ว่ากระดาษแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันทั้งในด้านชนิดของวัตถุดิบ และสารเคมีเติมแต่งต่าง ๆ แต่กระบวนการผลิตกระดาษทุกประเภทจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน นั่นคือ

- 1) การเตรียมน้ำเยื่อ (Stock Preparation)
- 2) การทำแผ่นกระดาษ (Sheet Forming)

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

#### 4.3.1 การเตรียมน้ำเยื่อ (Stock Preparation)

ในขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ เพื่อพัฒนาศักยภาพของเส้นใย โดยการนำเยื่อไปบด และเพื่อปรับปรุงสมบัติของกระดาษให้ตรงตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานโดยการผสมหรือใส่สารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ ตามอัตราส่วนที่กำหนด

ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามชนิดของเยื่อที่นำมาใช้คือ

- 1) การเตรียมเยื่อที่ใช้วัตถุดิบเป็นเยื่อบริสุทธิ์ (Virgin Pulp)
- 2) การเตรียมเยื่อจากเศษกระดาษ

เยื่อที่บริสุทธิ์จะผ่านการบดขนาดเส้นใยก่อนเพื่อให้เส้นใยแตกแขนงออกมีพื้นที่จะยึดเกาะกันมากขึ้น ส่วนเยื่อจากเศษกระดาษ เส้นใยผ่านการบดมาแล้วแต่มีสิ่งสกปรกอยู่มาก ดังนั้นจะต้องผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดหลายขั้นตอน ขั้นตอนที่สำคัญในการเตรียมน้ำเยื่อมีดังนี้

##### 4.3.1.1 การกระจายเส้นใย (Defibering)

เยื่อที่ส่งเข้าในโรงงานถ้าเป็นเยื่อบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปก้อนหรือแผ่น ยกเว้นในโรงงานที่ทำการผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ เยื่อที่จะนำมาผลิตกระดาษจะอยู่ในรูปของน้ำเยื่อ ส่วนเยื่อจากเศษกระดาษจะอยู่ในรูปของมัดเศษกระดาษ ซึ่งบางโรงงานก็จะซื้อเศษกระดาษที่ทำการตัดแยกไว้แล้ว เช่น เศษกล่องกระดาษ (Old Corrugating carton, OCC) เศษกระดาษหนังสือพิมพ์ เศษกระดาษ CPO (Computer Print Out) แต่บางโรงงานจะใช้เศษกระดาษที่มีหลายชนิดปนกัน ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้จะต้องนำมาแปรรูปให้เป็นเส้นใยอิสระ กระจายตัวเป็นน้ำเยื่อ โดยการนำเยื่อแห้งหรือเศษกระดาษดังกล่าวตีผสมกับน้ำในถังตีเยื่อ (Hydrapulper) ซึ่งเยื่อเดิมจะอยู่ในรูปของเยื่อแผ่นแห้งหรือเศษกระดาษมีความชื้นอยู่ระหว่าง 5-50% เพื่อให้เยื่อกระจายตัวในน้ำจนมีความชื้นถึง 95% (Consistency 5%) ในตัวถังตีเยื่อนี้จะมีใบกวนอยู่ที่ก้นถัง ขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูงเมื่อใส่เยื่อลงไปถังแล้วจะปล่อยน้ำมาผสมด้านบน และตีกวนจนทำให้เส้นใยกระจายตัวออกเป็นเส้นอิสระ บางโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็น

วัตถุติด ถึงตีเยื่อ (Hydrapulper) จะมีอุปกรณ์ที่ช่วยกำจัดเศษเชือก พลาสติก ลวด ออกจากเยื่อเรียกว่า Ragger

#### 4.3.1.2 การทำความสะอาดเยื่อ (Stock Cleaning)

เยื่อที่ผ่านการกระจายเยื่อแล้ว จำเป็นจะต้องผ่านขั้นตอนการกำจัดสิ่งเจือปน แปรกลปปลอมที่อยู่ในเยื่อออกก่อน เช่น กววด ทวาย ลวดเย็บกระดาษ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เยื่อจากเศษกระดาษจะมีความสกปรกมาก นอกจากสิ่งเจือปนดังกล่าวแล้วอาจมีเศษพลาสติก หมึก กาว ปนอยู่ด้วย ดังนั้นจึงต้องอาศัยอุปกรณ์ในการกำจัดสิ่งสกปรกหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการทำความสะอาดน้ำเยื่อมีอยู่หลายชนิด ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะที่นิยมใช้ในโรงงานกระดาษของประเทศไทยเท่านั้น

##### 1. High density Cleaner หรือ H.C. Cleaner

เป็นเครื่องมือใช้แยกสิ่งแปรกลปปลอมที่หนักและมีขนาดใหญ่ออกโดยอาศัยแรงเหวี่ยงรอบกรวย ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cyclone สิ่งแปรกลปปลอมที่หนักจะถูกเหวี่ยงลงมาสู่ด้านล่างของกรวย ส่วนน้ำเยื่อที่มีขนาดเล็กกว่าจะหมุนลอยขึ้นสู่ด้านบน การควบคุมการทำความสะอาดของ H.C. Cleaner จะต้องใช้แรงเหวี่ยงพอเหมาะที่จะทำให้มีการทำความสะอาดโดยที่ไม่สูญเสียเยื่อไปมาก ถ้าหากแรงเหวี่ยงที่ใช้สูงเกินไปเยื่อที่ได้จะไม่สะอาด แต่ถ้าแรงเหวี่ยงต่ำเกินไปก็จะมี การสูญเสียเยื่อมาก

##### 2. ตะแกรงร่อน (Vibration Screen)

เป็นตะแกรงเอียงที่อาศัยแรงสั่นสะเทือนเขย่าน้ำเยื่อ และแยกเอาสิ่งแปรกลปปลอมที่มีขนาดใหญ่ออก รวมทั้งเยื่อที่ยังไม่กระจายตัว โดยสิ่งแปรกลปปลอมจะค้างอยู่บนตะแกรง ส่วนน้ำเยื่อที่มีการกระจายตัวดีแล้วจะลอดผ่านรูตะแกรงร่อน ขนาดของสิ่งที่ค้างบนตะแกรงจะขึ้นอยู่กับขนาดของรูตะแกรงที่ใช้

##### 3. Pressure Screen

เป็นอุปกรณ์ทำความสะอาดน้ำเยื่อโดยอาศัยความดันดันน้ำเยื่อลอดผ่านรูตะแกรง ซึ่งจะมี 2 แบบ คือ แบบช่อง (Slot type) และแบบรูกลม (Hole Type)

##### 4. Low density cleaner หรือ L.C. Cleaner

เป็นเครื่องมือแยกสิ่งแปรกลปปลอมที่เบาขนาดเล็ก เช่น ทวายละเอียด การทำงานจะอาศัยแรงเหวี่ยงของน้ำเยื่อในกรวยคล้ายกับ H.C.Cleaner การควบคุมจำเป็นต้องปรับความดันให้พอเหมาะกับความเหวี่ยง เพื่อให้การทำความสะอาดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและไม่สูญเสียเยื่อ

## 5. Hot Dispersion System

เป็นเครื่องมือที่ใช้แยกพวกพลาสติก กาว ที่ติดอยู่กับเศษกระดาษที่ใช้เป็นวัตถุดิบออก ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือนี้ในการทำทำความสะอาดเศษกระดาษที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษคราฟท์ Hot Dispersion System ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ 3 อย่าง คือ ชุด Extractor ทำหน้าที่บีบน้ำออกจากน้ำเยื่อจนมีความเข้มข้นประมาณ 10-12% ชุด Screw Press ทำหน้าที่บีบน้ำเยื่อที่ออกจากชุด Extractor ให้แห้งขึ้นจนมีความเข้มข้นประมาณ 30-35% ทั้งชุด Extractor และ Screw Press อาศัยหลักการบีบน้ำออกโดยแรงอัดของเกลียวขนาดใหญ่ เยื่อที่ออกจากชุด Screw Press จะเข้าสู่ชุด Dispenser ทำหน้าที่กระจายเอาพวกพลาสติก กาว ยางมะตอย ที่เกาะอยู่กับเยื่อออก โดยอาศัยการกระจายเยื่อเคล้ากับไอน้ำ (Steam) ประมาณ 1-1.5 กก./ตร.ซ.ม. จนมีอุณหภูมิประมาณ 85-90 °C

## 6. Centrifugal Cleaner

ทำหน้าที่แยกสิ่งสกปรกต่าง ๆ เช่น โฟม พลาสติก กววดทราย ที่ปนอยู่ในเยื่อหลังจากผ่านชุด Hot dispersion System หลักการทำงานคล้ายกับ High Consistency Cleaner คือ เยื่อที่เข้ามาจะถูกเหวี่ยงในภาชนะทรงกรวย ส่วนที่เบา เช่น เส้นใยและ Filler จะลอยขึ้นสู่ด้านบน ส่วนที่หนักจะตกลงมาข้างล่างเป็น Reject หลักการทำงานของ Centrifugal Cleaner แสดงดังรูปที่ 4-7

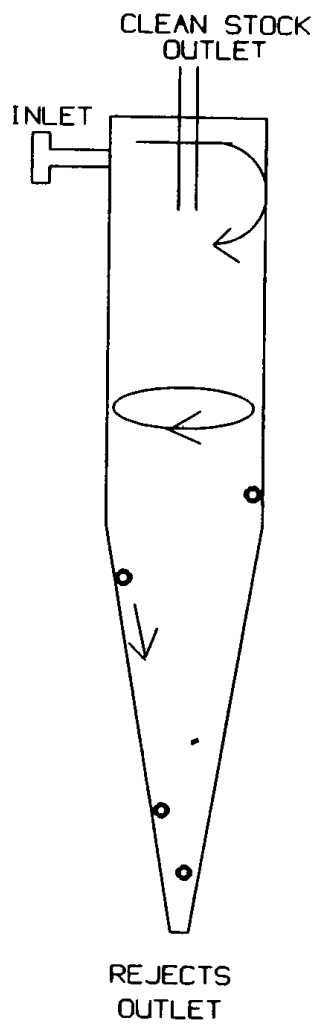
### 4.3.1.3 การกำจัดหมึก (Deinking)

ในกรณีที่ใช้เศษกระดาษในการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษทิชชู หรือกระดาษพิมพ์เขียนจะต้องนำเยื่อเศษกระดาษที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดเยื่อในขั้นแรกแล้ว (Primary Cleaning) มาผ่านกระบวนการกำจัดหมึก (Deinking) ซึ่งจะมีการเติมสารเคมีลงไปเยื่อเพื่อไปทำปฏิกิริยาให้อนุภาคของหมึกแยกตัวออกมาจากเยื่อเศษกระดาษ สำหรับสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดหมึกได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), โซเดียมซัลไฟด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สบู่ หรือกรดไขมัน และ Chelating agent

การกำจัดหมึกนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเพิ่มความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อเศษกระดาษและกำจัดกาวหรือยางสนที่เจือปนอยู่ในเศษกระดาษ กรรมวิธีในการ Deinking แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

### 1. วิธี Flotation

หลักการทำงาน คือ เป่าอากาศเข้าไปในน้ำเยื่อ ทำให้เกิดฟองอากาศ และฟองอากาศนี้จะเป็นตัวพาจุดหมึกที่มีขนาด 5-100 ไมครอน ผสมอยู่ในส่วนผสมของเยื่อกับน้ำที่มีความเข้มข้นต่ำ (1.0-1.4%) ให้ลอยขึ้นบนผิวของเครื่องแยกหมึก (Primary Flotation Cell มีไม่เกิน 5 ชุด) จุดหมึกที่ลอยขึ้นจะถูกกวาดออกจาก Primary Cell เรียกว่า Reject และจะถูกรวบรวมส่งไปยัง



รูปที่ 4-2 หลักการทำงานของ Centrifugal Cleaner



ระบบ Flotation จะใช้น้ำไม่มากนัก เนื่องจากสามารถหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ในกรณีที่โรงงานใช้ระบบ DAF (Dissolved Air Flotation System) ซึ่งมีหลักการทำงานเดียวกับระบบ Flotation ประสิทธิภาพการผลิต (Yield) จะอยู่ระหว่าง 80-85% (รายละเอียดของระบบ DAF อยู่ในหัวข้อ 4.7.4)

#### 1. วิธีล้าง (Washing)

วิธีนี้จะให้ผลดีสำหรับจุดหมึกเล็กกว่า 15 ไมครอนลงมา โดยฉีดเยื่อผสมน้ำที่มีจุดหมึกผสมอยู่ ผ่านบนตะแกรงเอียงหรือตะแกรงโค้ง หรือเครื่อง Deasher ซึ่งลวดพลาสติกเป็นตัวพาเยื่อจากหัวฉีด (Headbox) เหมือนเครื่องเดินกระดาษ น้ำ จุดหมึกและ Filler จะถูกแยกทะลุแผ่นลวดพลาสติกออกไป วิธีนี้จะให้เยื่อที่สะอาดกว่าวิธีแรก แต่ Yield จะต่ำเหลือประมาณ 70-80% นอกจากนี้วิธีนี้จะใช้น้ำและใช้พลังงานสูงกว่าวิธีแรก เยื่อที่ผ่านการกำจัดหมึกด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้ผลิตกระดาษอนามัย

#### 2. วิธี Flotation ร่วมกับ Washing

จะได้เยื่อที่สะอาดกว่า 2 วิธีข้างต้นเยื่อที่ได้มาหลังจากผ่านระบบ Deinking แล้วยังอาจจะมีจุดหมึกจากหมึกบางประเภทปะปนมา เช่น Laser Ink, Toner, UV-Cured Ink ซึ่งยากต่อการแยกโดยทั้ง 3 วิธี จำเป็นต้องทำให้แตกสลายให้เป็นจุดเล็ก ๆ ต่ำกว่า 40 ไมครอนด้วยเครื่องจักรที่เรียกว่า Disperser ก่อนการ Dispersion ปริมาณ Dry solid ของเยื่อจะถูกทำให้เพิ่มขึ้นจาก 5% เป็น 25-30% อุณหภูมิในเครื่อง Disperser ประมาณ 95 °C เยื่อที่ผ่าน Disperser จะถูกส่งไปเก็บในถังเก็บ

#### 4.3.1.4 การปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อ

อุปกรณ์ปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อที่มีการใช้ในโรงงานผลิตกระดาษ มีดังนี้

1. Decker เป็นอุปกรณ์ปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อให้เข้มข้นโดยการเอาน้ำออกจากน้ำเยื่อ น้ำจะลอดผ่านตะแกรงออกไปทำให้เยื่อที่ได้มีความเข้มข้นมากขึ้น

2. Consistency Recorder Control เป็นอุปกรณ์ปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อ โดยอาศัยการเติมน้ำลงไปเยื่อ ซึ่งจะมีอุปกรณ์ทางไฟฟ้าตรวจสอบความเข้มข้นของเยื่อที่ไหลผ่านท่อ โดยใช้หลักการตรวจสอบความต้านทานของน้ำเยื่อที่ไหลผ่านส่วนอุปกรณ์ ถ้าเยื่อมีความเข้มข้นสูงจะมีการเติมน้ำลงไปปริมาณที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นที่วัดได้เพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่กำหนดไว้ ถ้าเยื่อเหลวไปหรือมีความเข้มข้นต่ำกว่าที่กำหนดก็จะหยุดการเติมน้ำ

3. Stuff Box หรือ Distribution Box เป็นอุปกรณ์ปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อ โดยอาศัยการเติมน้ำลงไปเยื่อเพื่อให้อาจจะได้ความเข้มข้นที่กำหนด มักใช้อุปกรณ์นี้ปรับความเข้มข้นของเยื่อก่อนเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษ

สูงจะมีการเติมน้ำลงไปปริมาณที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นที่วัดได้เพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่กำหนดไว้ ถ้าเยื่อเหลวไปหรือมีความเข้มข้นต่ำกว่าที่กำหนดก็จะหยุดการเติมน้ำ

3. **Stuff Box หรือ Distribution Box** เป็นอุปกรณ์ปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อ โดยอาศัยการเติมน้ำลงไปเยื่อเพื่อเจือจางให้ได้ความเข้มข้นที่กำหนด มักใช้อุปกรณ์นี้ปรับความเข้มข้นของเยื่อก่อนเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษ

#### 4.3.1.5 การบดเยื่อ (Refining)

เป็นกระบวนการบดเยื่อเพื่อให้เยื่อแตกตัวออกมาเป็นเส้นใยย่อย ๆ จนมีสมบัติเหมาะสมกับการผลิตกระดาษ เครื่องบดเยื่อที่ใช้เรียกว่า Refiner การทำงานอาศัยหลักความเสียดทานของเส้นใยกับผิวของ Refiner plate บดให้เส้นใยแตกออกเป็นฝอย ๆ เส้นใยที่ผ่านการบดแล้วจะมีความอ่อนนุ่ม มีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น ขนาดเล็กลง เส้นใยอุ้มน้ำได้ดีขึ้นและเกิดพันธะระหว่างกันได้ง่ายขึ้น เครื่องบดเยื่อที่ใช้มีหลายแบบทั้งแบบกรวย (Conical Refiner) แบบจาน (Disc Refiner) หรือ Jordan ซึ่งเป็นชื่อเรียกเครื่องบดเยื่อแบบทรงกรวยประเภทหนึ่ง

#### 4.3.1.6 การผสม (Proportioning)

ในกรณีการผลิตกระดาษที่ต้องใช้วัตถุดิบทั้งเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเยื่อทั้ง 2 ชนิดมาผสมกันในถังผสม (Mixing Chest) ที่มีวาล์วควบคุมอัตราการไหลและควบคุมสัดส่วนผสม นอกจากการผสมกันของเยื่อทั้งสองชนิดแล้วยังมีการเติมสารเคมีที่ใช้ปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษที่ต้องการ และ Recovered fiber ซึ่งเป็นเยื่อจากเศษกระดาษจากการตัดริม (Trim) และเศษกระดาษอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต ในถังผสม (Mixing Chest) นี้ น้ำเยื่อจะมีความเข้มข้นประมาณ 3-3.5% และมีคุณสมบัติพร้อมที่จะนำไปทำแผ่น

ในการผลิตกระดาษบางชนิด เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษกราฟท์ จะมีขั้นตอนทำความสะอาดส่วนผสมของน้ำเยื่ออีกครั้งก่อนส่งเข้าเครื่องผลิตกระดาษ โดยใช้อุปกรณ์ในการทำความสะอาด เช่น Pressure Screen และ Centrifugal Cleaner ซึ่งมีรายละเอียดดังกล่าวไว้ในหัวข้อ 4.3.1.2 หลังจากการทำความสะอาดส่วนผสมของน้ำเยื่อแล้วจะส่งน้ำเยื่อเข้าสู่เฮดบ็อกซ์ เพื่อปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อ (Consistency) อีกครั้งโดยให้มีค่าประมาณ 0.5-1.0%

### 4.3.2 เครื่องจักรผลิตกระดาษ (Paper Machine)

น้ำเยื่อจากเฮดบ็อกซ์ ที่มีความเข้มข้น (Consistency) ประมาณ 0.5-1.0% จะถูกส่งเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษเพื่อทำเป็นแผ่นกระดาษที่ยาวต่อเนื่องกัน เครื่องจักรที่ใช้ผลิตกระดาษมีหลายแบบ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบโฟร์ดรีนีย์ร์ (Fourdrinier) สำหรับโรงงานผลิตกระดาษขนาดใหญ่ ส่วนโรงงานขนาดกลางและเล็กจะใช้เครื่องจักรผลิตกระดาษแบบ Cylinder Mould

การผลิตกระดาษสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 1) การทำแผ่นและการเอาน้ำออก (Sheet Forming Part)  
น้ำเยื่อจะถูกแผ่เป็นแผ่นและระบายน้ำออก โดยน้ำจะไหลลอดผ่านตะแกรง  
ลวดเดินแผ่น (Wire) ทำให้เยื่อก่อตัวเป็นแผ่นเปียก
- 2) การเอาน้ำออกจากแผ่นด้วยลูกกด (Pressing Part)  
แผ่นกระดาษจะถูกบีบรีดน้ำออกจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ 50%
- 3) การทำให้แห้ง (Dryer Part)  
แผ่นกระดาษจะถูกอบให้แห้งเพื่อไล่น้ำออกจนกระดาษแห้งเหลือความชื้น  
ประมาณร้อยละ 5-10

นอกจากการผลิตกระดาษจะประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ ทั้ง 3 ส่วนแล้ว จะมีส่วนอื่น ๆ  
เพิ่มเติมเข้ามาด้วย เช่น เครื่องจักรผลิตกระดาษพิมพ์เขียนจะมีเครื่องฉาบแป้ง (Size press) และส่วน  
รีดเรียบ (Calender) เครื่องจักรผลิตกระดาษแข็งชนิดเคลือบ (Coated duplex board) จะมีเครื่อง  
เคลือบผิว (On machine Coater) อยู่ในเครื่องจักรผลิตกระดาษด้วย

#### 4.3.2.1 การทำแผ่นและการเอาน้ำออก (Sheet Forming Part)

ในที่นี้จะกล่าวถึงการทำแผ่นกระดาษของเครื่องจักรผลิตกระดาษที่นิยมใช้กัน  
ทั่วไป 2 ชนิด คือ

##### 1. เครื่องจักรผลิตกระดาษแบบ Fourdrinier

เป็นการทำแผ่นโดยให้เยื่อสานตัวเป็นแผ่นอยู่บนแผ่นลวด มีลักษณะ  
การทำงานดังนี้

น้ำเยื่อที่เตรียมไว้จะส่งผ่านมายังถังปล่อยเยื่อ หรือเฮดบ็อกซ์ ซึ่งมีอยู่  
2 แบบ คือ แบบเปิดและแบบอัดอากาศ เมื่อเยื่อถูกปล่อยออกมาจากถังปล่อยเยื่อแล้วจะตกลงบน  
Forming Board ซึ่งอยู่บน Breast Roll แรงขับเคลื่อนของลวดเดินแผ่นมีผลทำให้เส้นใยเรียงตัวตาม  
ทิศทางการเคลื่อนของลวดเดินแผ่น เครื่องจักรผลิตกระดาษแบบ Fourdrinier แสดงดังรูปที่ ๑-1 ภาค  
ผนวก ๑.

อุปกรณ์สำคัญในเครื่องจักรผลิตกระดาษแบบนี้ได้แก่

- **Head Box** มีหน้าที่กระจายองค์ประกอบของน้ำเยื่ออย่าง  
ทั่วถึง ทำลายกลุ่มเส้นใย (Floc) ในน้ำเยื่อ และปล่อยน้ำเยื่อลงบนตะแกรงลวดเดินแผ่น ซึ่งหมุนที่  
ความเร็วสัมพันธ์กับความเร็วของการปล่อยเยื่อจาก Slice ภายในตัวถังปล่อยเยื่อจะมีแผ่นกั้น และ  
ลูกกลิ้งขยายเยื่อ เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้เยื่อจับตัวเป็นก้อน น้ำเยื่อที่ปล่อยออกมาจากถังเยื่อจะมีน้ำ  
ผสมมาด้วยประมาณ 95-99%

- **Slice** มีหน้าที่ปล่อยให้ น้ำเยื่อลงไปในหลอดเดินแผ่นอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้กระดาษมีความหนาเท่ากัน Slice จะมีหลายตัวเพื่อปรับแต่งการปล่อยเยื่อให้ปล่อยได้อย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ที่น้ำเริ่มระบายออกจากหลอดเดินแผ่นกระดาษจะเริ่มสานตัวเข้าหากันอย่างหลวม ๆ ต่อจากส่วน Breast Roll หลอดเดินแผ่นจะพาเยื่อที่เริ่มสานตัวกันนี้มายังบริเวณ Table Roll ซึ่งจะมีจำนวนตั้งแต่ 11 ลูกถึง 24 ลูก

- **ฟอร์มมิงบอร์ด (Forming board)** เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากต่อความสม่ำเสมอของเส้นใยในเนื้อกระดาษ น้ำเยื่อจากเฮดบ็อกซ์จะตกกระทบตะแกรงหลอดเดินแผ่นที่ฟอร์มมิงบอร์ด ความเร็วของลำน้ำเยื่อจะสูงหรือต่ำกว่าความเร็วของตะแกรงหลอดเดินแผ่นเล็กน้อยเพื่อให้ได้ความแข็งแรงและความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษดี ความแตกต่างของความเร็วลำน้ำเยื่อและตะแกรงหลอดเดินแผ่นร่วมกับตำแหน่งที่น้ำเยื่อตกบนฟอร์มมิงบอร์ด เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของกระดาษอย่างมาก

- **Table Roll** มีหน้าที่เป็นตัวค้ำหลอดเดินแผ่นและช่วยระบายน้ำออกจากแผ่นกระดาษเปียกด้วย ต่อจาก Table Roll จะมีรางลมดูด (Suction Box) ประมาณ 3-7 ตัวอยู่ใต้หลอดเดินแผ่น โดยใช้สูญญากาศเป็นตัวดึงน้ำส่วนเกินออกจากแผ่น กระดาษเริ่มเป็นแผ่นบริเวณนี้และการใช้สูญญากาศในรางลมดูดต้องไม่ทำอย่างรุนแรงจนกระทบกระเทือนโครงสร้างของเส้นใย ตอนปลายหลอดเดินแผ่นจะมี Dandy Roll อยู่ตอนบน ซึ่งจะมีหน้าที่กดลงบนแผ่นกระดาษ และทำให้เกิดลายน้ำ (Water Mark) ในแผ่นกระดาษตามที่ต้องการ

- **Couch roll** เป็นตัวที่อยู่ใต้หลอดเดินแผ่น Couch roll จะช่วยให้กระดาษแห้งและเนื้อแน่นขึ้น ที่ผิวของ Couch roll จะมีรูเล็ก ๆ เต็มไปหมด ใน Couch roll จะเป็นสูญญากาศ นอกจากน้ำจะถูกระบายจากแผ่นกระดาษแล้วยังช่วยระบายน้ำออกจากหลอดเดินแผ่นก่อนที่จะหมุนกลับไปถึงปล่อยเยื่ออีกครั้งหนึ่ง

น้ำที่ขจัดออกจากแผ่นกระดาษบริเวณหลอดเดินแผ่นนี้ จะมีพวกสารเคมี เส้นใยเล็ก ๆ ปนออกมาด้วย ซึ่งเรียกน้ำใต้หลอดเดินแผ่นนี้ว่าน้ำขาว (White Water) ซึ่งสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้ โดยใช้ผสมกับเยื่อที่ผ่านการบดครั้งสุดท้ายให้มีความเข้มข้นของเยื่อพอเหมาะสำหรับการเดินแผ่นกระดาษ น้ำขาวนี้จะมีส่วนที่เป็นสารเคมี และเส้นใยปะปนมาด้วยประมาณ 0.1%

เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะได้แผ่นกระดาษเปียก ซึ่งจะมีแผ่นล็กหลาดเป็นตัวพาเข้าสู่เครื่องกดกระดาษ จะใช้ลมเป่าช่วยยกกระดาษจากหลอดเดินแผ่นมายังแผ่นล็กหลาด แผ่นกระดาษเปียกจากขั้นตอนนี้จะมีค่าความเข้มข้น (Consistency) ประมาณ 18-23%

การหมุนเวียนของน้ำในเครื่องจักรผลิตกระดาษประกอบด้วย ระบบการหมุนเวียนน้ำ 3 ระบบ คือ การหมุนเวียนขั้นต้น ขั้นที่สอง และขั้นที่สาม โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของเส้นใยในน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละจุดของเครื่องจักรผลิตกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 4-8

## 2. เครื่องจักรผลิตกระดาษแบบ Cylinder Mould

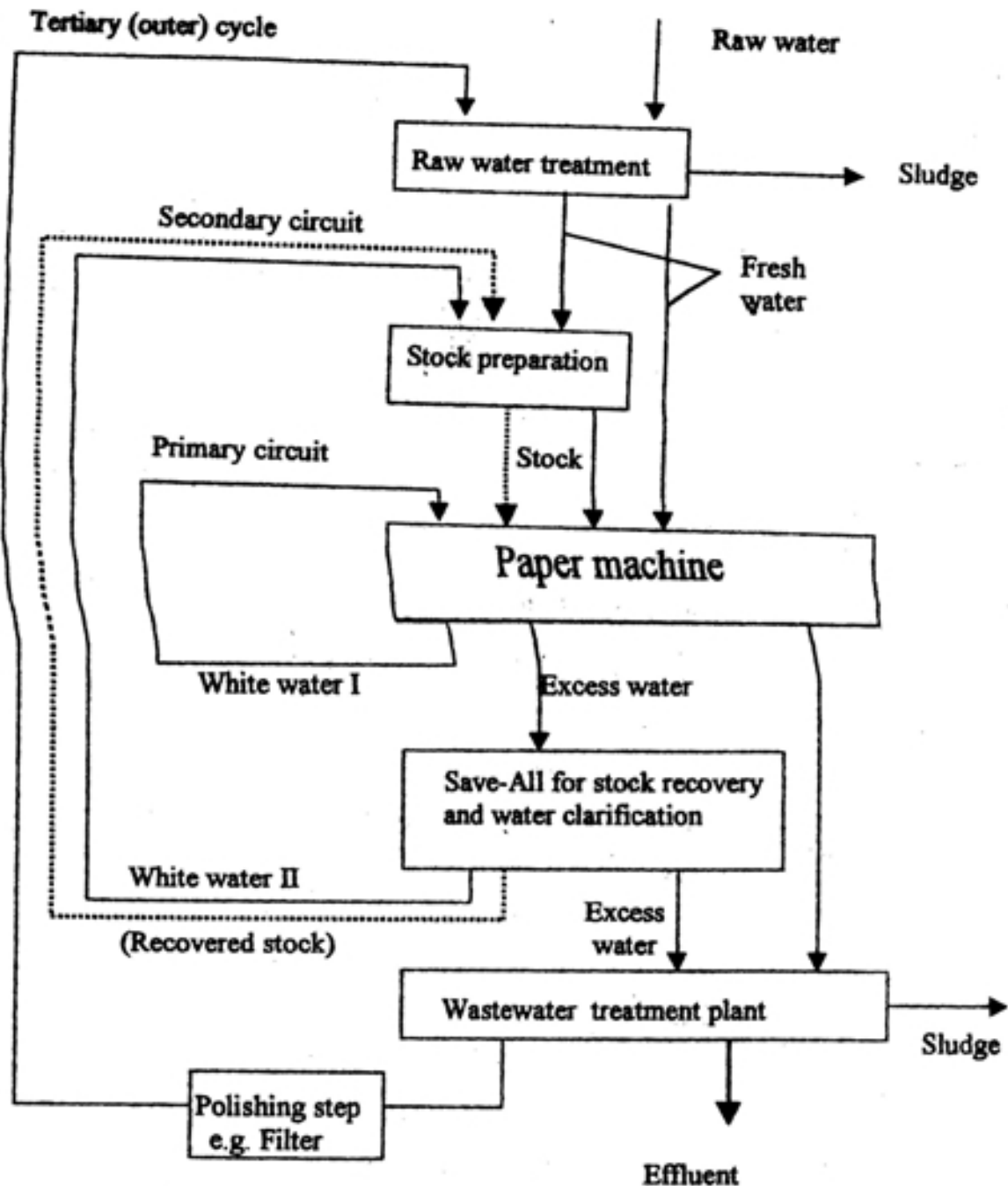
เป็นการทำแผ่นโดยให้เยื่อเกาะสานตัวบนตะแกรงทรงกระบอก และพาไปติดกับแผ่นสักรดาษที่หมุน ในการทำกระดาษแข็งหลาย ๆ ชั้นก็จะใช้ตะแกรงกลมเรียงกันหลาย ๆ ลูก ตามจำนวนชั้นที่ต้องการ ส่วนประกอบหลักของ Cylinder Mould คือ Vat และลูกกลิ้งตะแกรง (Wire Cylinder) เครื่องจักรชนิดนี้แสดงในรูปที่ ๑-2 (ภาคผนวก ๑.)

Vat มีหน้าที่ปล่อยน้ำเยื่อที่เตรียมไว้แล้วให้กระจายตัวบนตะแกรง โดยลูกกลิ้งตะแกรงจะหมุนพาเยื่อให้เกาะตัวกันเป็นแผ่นบนตะแกรง ซึ่งตัวตะแกรงจะประกอบด้วยโครงสแตนเลส และมีตะแกรงหุ้ม 2 ชั้น ชั้นในมีความถี่ 8 Mesh ส่วนชั้นนอกมีความถี่ 40 Mesh สำหรับเยื่อน้ำตาล และ 55 mesh สำหรับเยื่อขาว ด้านหลังตะแกรงจะถูกกดทับด้วยลูกกลิ้งยางที่เรียกว่า Couch Roll ทำด้วยโลหะหุ้มยางที่นิ่ม เยื่อจะติดไปบนตะแกรง ส่วนน้ำจะไหลลอดตกลงมาด้านล่าง และจะมีผ้าใบผืนยาววิ่งผ่านตะแกรงทุก ๆ ลูก โดยเยื่อจะซ้อนติดกันขึ้นไปเป็นชั้น ๆ เครื่องจักรผลิตกระดาษชนิดนี้มักใช้ในการทำกระดาษแข็ง

### 4.3.2.2 การบีบเอาน้ำออกจากแผ่นด้วยชุดลูกกลิ้ง (Pressing Part)

หลังจากที่เยื่อประสานตัวกันเป็นแผ่นเปียกในช่วงทำแผ่นแล้วจะเข้าสู่ช่วงกดกระดาษด้วยลูกกลิ้ง โดยทั่วไปลูกกลิ้งรีดน้ำแต่ละชุดจะประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดใหญ่ 2 ลูกตั้งซ้อนกัน ลูกบนจะทำด้วยเหล็กแล้วหุ้มไว้ด้วยยางหรือหินแกรนิตขึ้นอยู่กับความต้องการ ส่วนลูกล่างจะเป็นโลหะหุ้มยาง วัสดุที่ทำหรือลักษณะของลูกกลิ้งจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่อง เมื่อกระดาษผ่านลูกกลิ้งรีดน้ำ ลูกกลิ้งลูกบนจะกดกระดาษให้น้ำออกจากกระดาษ โดยน้ำส่วนหนึ่งนั้นผ้าสักรดาษ (Felt) ของชุดรีดน้ำจะซับไว้ และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านรูลมุดของลูกกลิ้งลูกล่าง ซึ่งมีการเจาะรูพุนตลอดทั้งลูก ภายในมีสูญญากาศดูดน้ำออกทำให้กระดาษที่ผ่านการรีดน้ำออกแห้งลง ชุดลูกกลิ้งรีดน้ำอาจมี 2-4 ชุด ตามการออกแบบให้เหมาะสมกับเครื่องจักร และมีการจัดเรียงหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ผลิต อุปกรณ์ในการกดรีดน้ำจากกระดาษ (Pressing) แสดงดังรูปที่ ๑-3 (ภาคผนวก ๑.)

แผ่นกระดาษเปียกจะเข้าสู่ส่วนกดกระดาษโดยมีความเข้มข้นของเยื่อ 20% และภายหลังออกจากส่วนนี้จะมีความเข้มข้นของเยื่อ 50% หรือมีความชื้นประมาณ 50% เช่นกัน น้ำทั้งหมดที่ถูกกำจัดออกจากแผ่นเปียกมีค่าประมาณ 1.9 ลบ.ม.ต่อตันกระดาษที่ผลิตขึ้น และถ้าคิด



รูปที่ 4-8 แผนผังของน้ำที่หมุนเวียนใช้ในเครื่องจักรผลิตกระดาษ

ปริมาณน้ำที่ใช้สเปรย์ทำความสะอาดผ้าสักหลาดและน้ำ Sealing ของ Vacuum Pump ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกมาจากส่วนนี้จะประมาณ 3 ลบ.ม. ต่อตันกระดาษ น้ำส่วนนี้จะปนเปื้อนขนของผ้าสักหลาดซึ่งยากต่อการกำจัด ดังนั้นน้ำเสียทั้งหมดในส่วนนี้จะส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

#### 4.3.2.3 การทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากลูกอบ (Drying Part)

แผ่นกระดาษที่ผ่านการกดแล้ว จะมีความชื้นเหลืออยู่ประมาณ 50% จะถูกนำเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้แห้งเพื่อให้เหลือความชื้นในแผ่นกระดาษเพียง 5-10% ด้วยความร้อนจากไอน้ำ โดยที่ไอน้ำอิมิตัวความดันต่ำจะถูกจ่ายเข้าไปข้างในลูกอบแห้ง จากนั้นไอน้ำจะถ่ายเทความร้อนให้กับลูกอบแห้งทำให้ผิวลูกอบแห้งร้อนขึ้นแล้วกลั่นตัวเป็นคอนเดนเสท (Condensate) คอนเดนเสทจะฟอร์มตัวเป็นฟิล์มอยู่ที่ผิวด้านในของลูกอบแห้ง ฟิล์มนี้ต้องไม่หนาจนเกินไปเพราะจะทำให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างไอน้ำและผิวลูกอบแห้งไม่ดี การระบายคอนเดนเสทออกจากลูกอบแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการอบแห้งกระดาษ การอบแห้งนี้จะใช้ไอน้ำ 1.2-1.5 กก. สำหรับการกำจัดน้ำจำนวน 1 กก. ออกจากแผ่นกระดาษ (Web) ตัวอย่างส่วนการอบแห้งในการผลิตกระดาษพิมพ์เขียนแสดงดังรูป ๑-4 (ภาคผนวก จ.)

ลูกอบที่ใช้กับเครื่องจักรผลิตกระดาษ โดยทั่วไปจะมี 2 ชนิด คือ

##### 1) ลูกอบแบบ Yankee

มีลักษณะเป็นลูกอบทรงกระบอกขนาดใหญ่มีเพียงลูกเดียว เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4-7 เมตร รูปลูกอบ Yankee แสดงอยู่ในรูป ๑-5 (ภาคผนวก จ.) ใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนแก่ผิวลูกอบ ลูกอบชนิดนี้จะใช้สำหรับการผลิตกระดาษทึบ

##### 2) ลูกอบแบบ Multi-Dryer

ลูกอบชนิดนี้ ประกอบด้วย ลูกอบทรงกระบอกขนาดเล็กหลาย ๆ ลูก เรียงต่อเนื่องกัน ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละลูกประมาณ 1.5-1.8 เมตร

#### 4.3.2.4 การฉาบผิวกระดาษ (Surface Sizing)

ในกรณีที่ผลิตกระดาษบางชนิด เช่น กระดาษพิมพ์เขียนจะมีการฉาบแป้ง โดยใช้เครื่องฉาบผิวกระดาษ (Size press) ด้วย กระดาษที่ผ่านส่วนอบแห้งชุดแรกจะถูกฉาบด้วยน้ำแป้งที่ต้มสุก โดยน้ำแป้งจะฉาบอยู่ที่ผิวกระดาษทั้ง 2 ข้าง ทำให้ผิวกระดาษแข็งแรงขึ้นและทำให้กระดาษมีความต้านทานน้ำเพิ่มขึ้นด้วยเพราะน้ำแป้งจะไปอุดรูที่ผิวกระดาษ ถัดจากเครื่องฉาบผิวจะเป็นส่วนที่ให้ความร้อนแบบลมร้อน (Air Foil) และส่วนอบแห้งชุดหลังเพื่อให้กระดาษแห้ง อาจมีการเติมสารเติมแต่งบางอย่างลงไปใต้น้ำแป้งด้วย เช่น สารฟอกขาว

#### 4.3.2.5 การขัดผิวหน้ากระดาษ (Calender)

กระดาษบางชนิด เช่น กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษกล่อง ซึ่งต้องการความเรียบที่ผิวหน้าของกระดาษจะต้องนำแผ่นกระดาษที่แห้งแล้วออกจากลูกอบตัวสุดท้ายมาเข้าสู่เครื่องขัดผิวหน้ากระดาษเพื่อขัดผิวหน้าให้เรียบขึ้น เครื่องนี้จะประกอบด้วยลูกรีดทรงกระบอกที่ทำจากโลหะวางซ้อนกัน ผิวของลูกรีดจะแข็งและเรียบมาก กระดาษจะถูกดึงผ่านไประหว่างลูกรีดทำให้กระดาษบางลงเรียบขึ้น และมีความหนาสม่ำเสมอขึ้นด้วย ลูกรีดเรียบลูกล่างสุดเรียกว่า King Roll มีขนาดใหญ่และมี Crown เพื่อให้ความดันสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างของกระดาษ

#### 4.3.2.6 การเคลือบกระดาษ (Coating)

การผลิตกระดาษบางชนิด เช่น กระดาษแข็งชนิดเคลือบ (Coated Duplex board) และกระดาษอาร์ต (Coated Paper) จะต้องมีขั้นตอนการเคลือบกระดาษเพื่อให้กระดาษมีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น การเคลือบจะช่วยให้กระดาษมีความขาวขึ้น, ความทึบแสงสูงขึ้น, สะท้อนแสงดีขึ้น, ทำให้พิมพ์ได้คมชัดขึ้น และช่วยให้กระดาษมีความต้านทานน้ำมากขึ้น

ในการเคลือบกระดาษจะต้องใช้น้ำยาเคลือบ (Coating Colour) ซึ่งประกอบด้วยผงสี (Pigments), กาว (Binder) และตัวเติมแต่ง (Additives) ส่วนที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ผงสี ส่วนกาวเป็นตัวช่วยประสานในการเคลือบ และตัวเติมแต่งเป็นตัวช่วยในการเคลือบให้ได้คุณภาพดียิ่งขึ้น การผสมส่วนประกอบเหล่านี้เข้าด้วยกันนั้นส่วนประกอบแต่ละตัวจะต้องสามารถเข้ากันได้และช่วยส่งเสริมคุณสมบัติซึ่งกันและกันด้วย

เครื่องที่ใช้ในการเคลือบกระดาษมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. Dip Coater เป็นวิธีการเคลือบที่เก่าแก่ที่สุด วิธีการเคลือบแบบนี้ทำให้สามารถเคลือบชั้นของน้ำยาเคลือบที่บางและมีความสม่ำเสมอ กระบวนการเคลือบขึ้นกับปัจจัยดังนี้

- ความลึกของกระดาษที่จุ่มลงไป在水ยาเคลือบจะเป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำยาเคลือบบนกระดาษ

- ความหนืด (Viscosity) และเนื้อสาร (Solid) ของน้ำยาเคลือบ
- ความเร็วของกระดาษซึ่งผ่านหัวเคลือบ

2. Air knife Coater เป็นวิธีการเคลือบน้ำยาไปบนผิวหน้ากระดาษให้เกินพอแล้วปาดส่วนที่เกินออกโดยลมเป่า (Air Knife) ประสิทธิภาพการปาดน้ำยาออกจากผิวหน้ากระดาษ ขึ้นอยู่กับ

- พลังงานของลมที่พุ่งออกมา
- มุมของลมที่สัมผัสกับผิวหน้ากระดาษที่เคลือบ

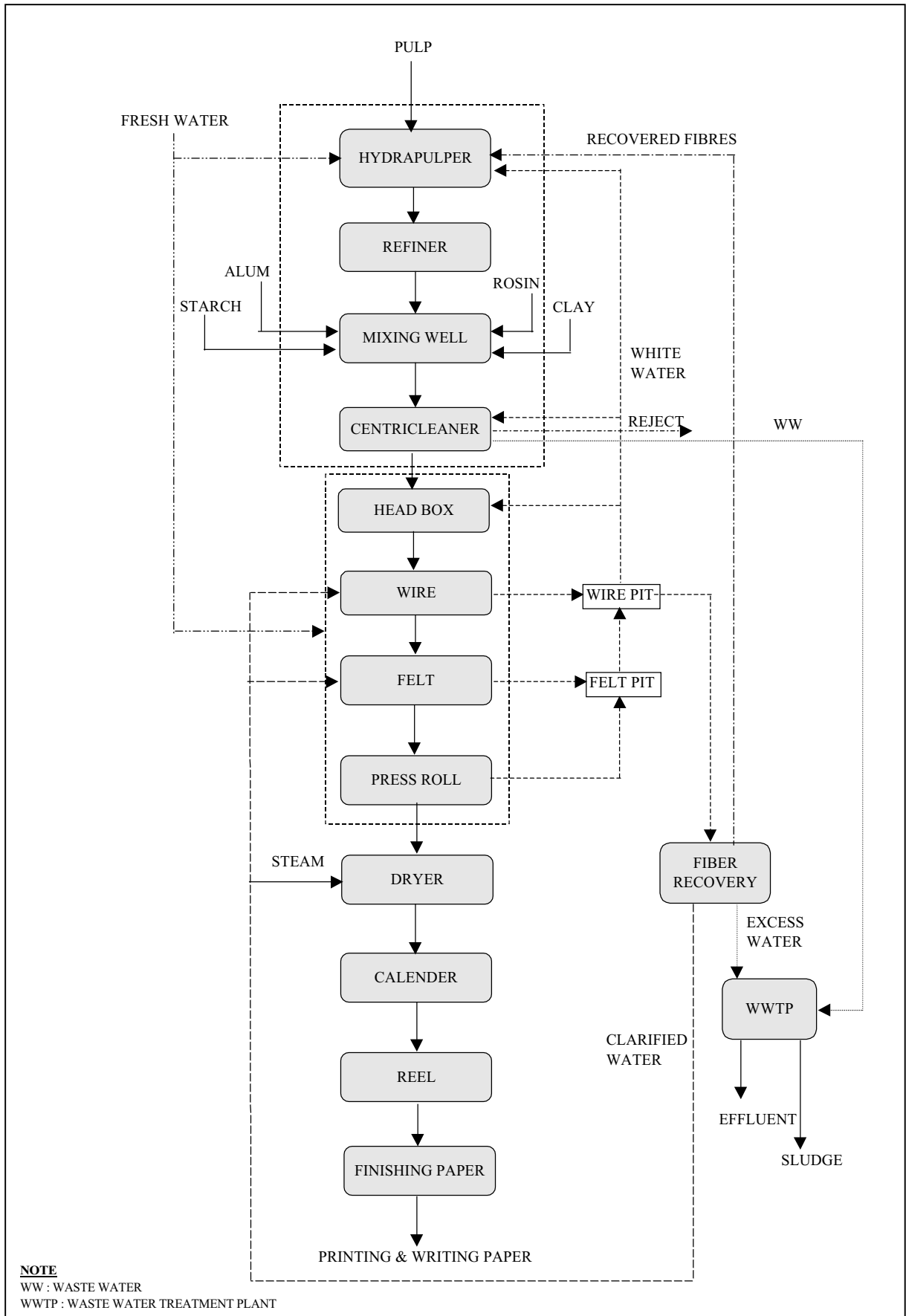


● ระยะทางระหว่างจุดที่เริ่มเคลือบ จนถึงจุดที่ถูกปาดออกไป  
ซึ่งจะเป็นตัวแสดงว่าน้ำยาบนผิวหน้ากระดาษซึมเข้ากระดาษมากน้อยเพียงใด

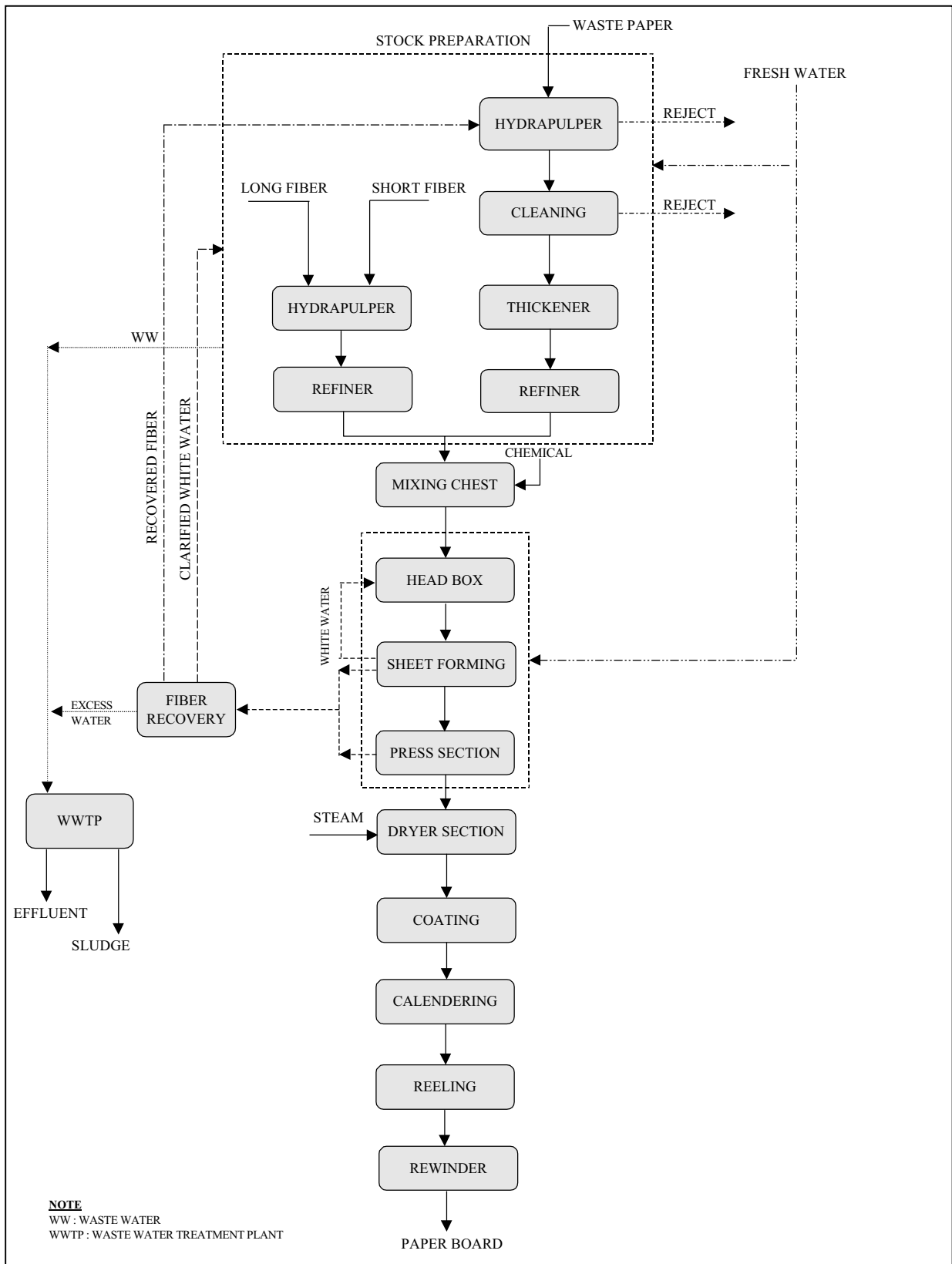
- ความเร็วเครื่อง
- เนื้อสารของน้ำยาเคลือบ (Solid)

3. **Blade Coater** เป็นวิธีการเคลือบผิวหน้ากระดาษที่คล้ายกับการเคลือบแบบ Air knife แต่การปาดน้ำยาเคลือบส่วนเกินออกจะเป็นการใช้แผ่นใบมีด (Blade) ปาดแทนการใช้ลม ทำให้ผิวกระดาษเรียบยิ่งขึ้น สามารถใช้กับน้ำยาเคลือบที่มีความหนืดสูงและความเข้มข้นสูง ความหนาของการเคลือบขึ้นอยู่กับมุมของใบมีดปาดน้ำยา ความเร็วของการเคลือบและระยะเวลาที่น้ำยาเคลือบบนกระดาษก่อนถูกปาดออก

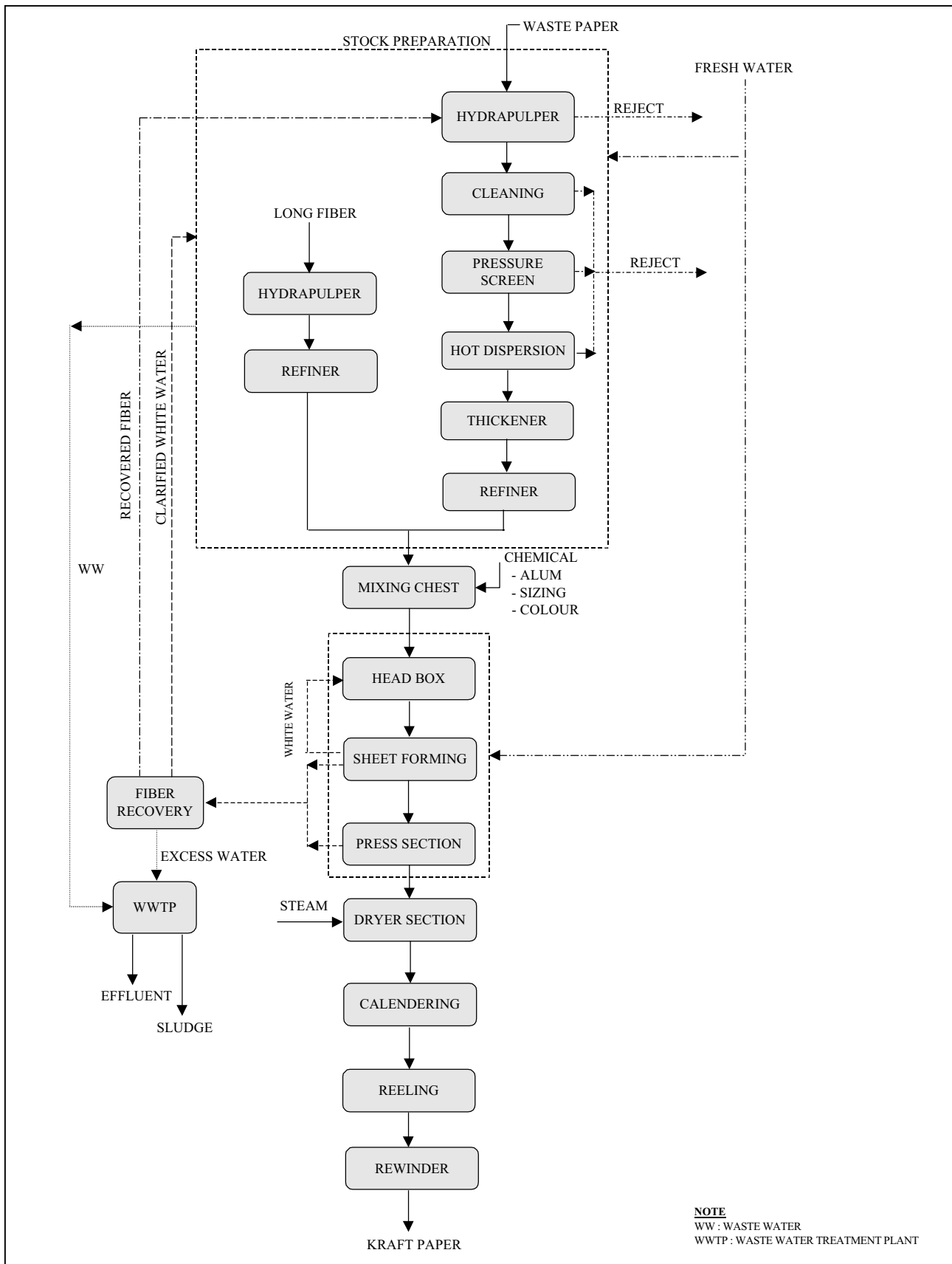
สำหรับแผนผังกระบวนการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4-9 ถึง 4-13



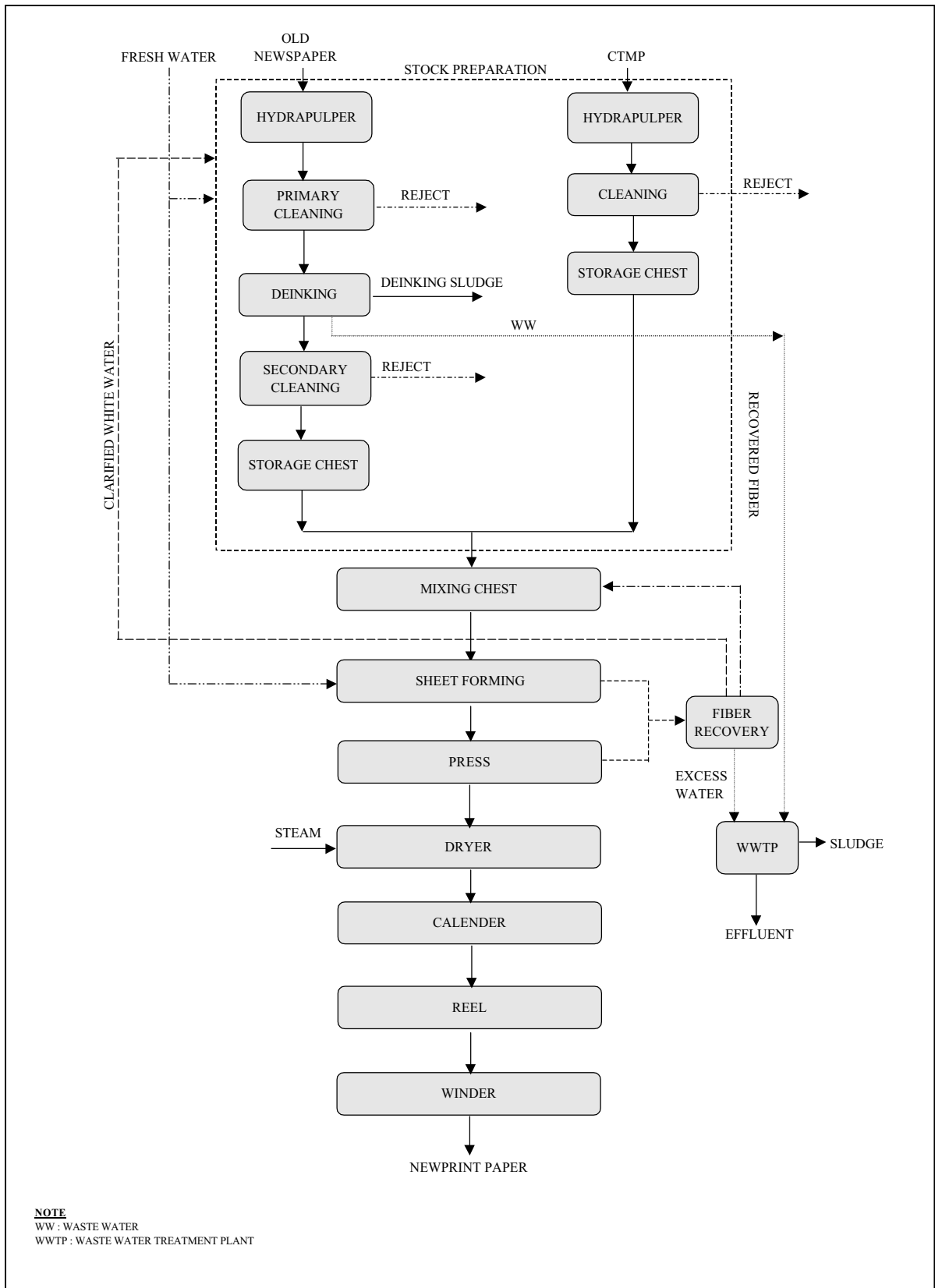
รูปที่ 4-3 กระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน



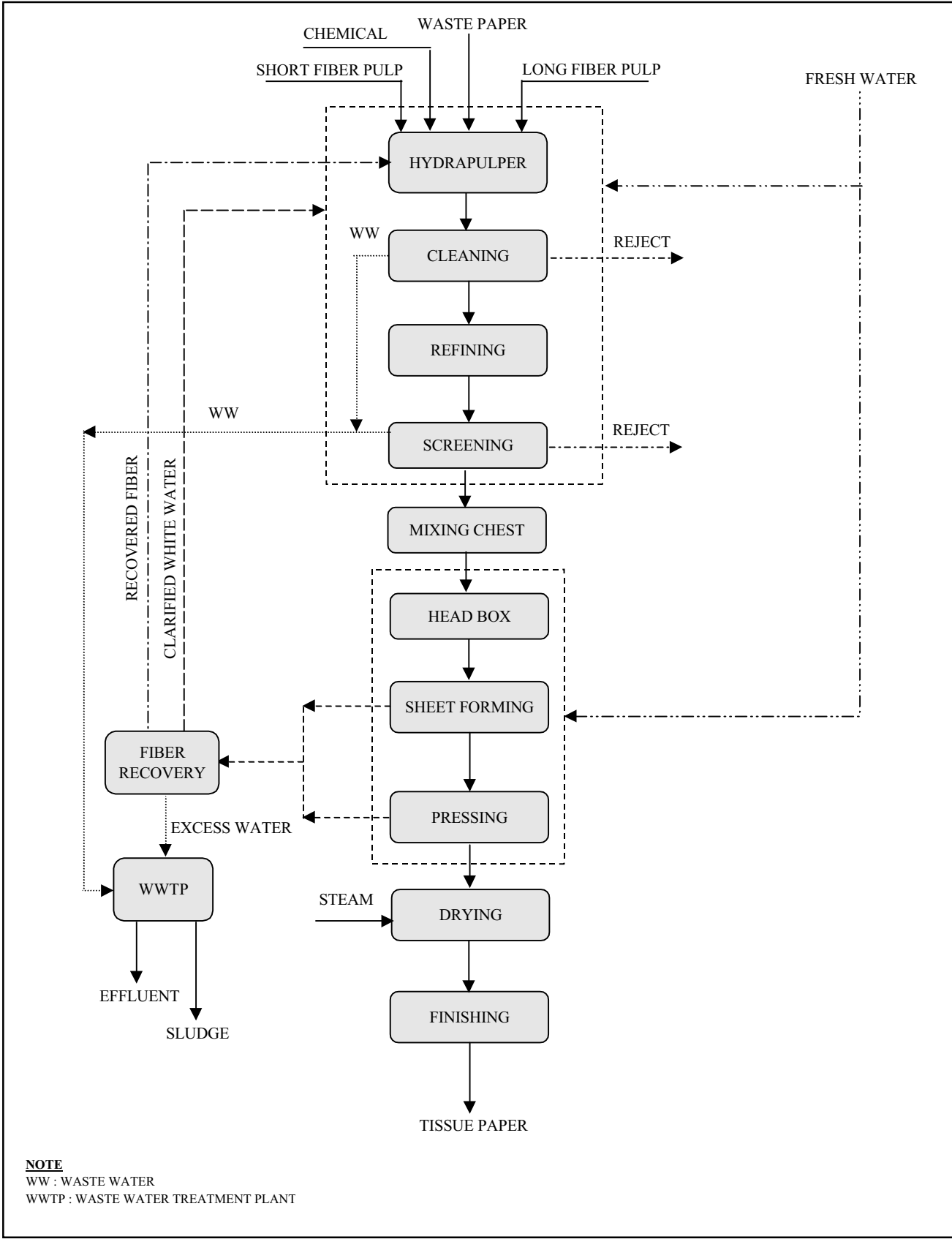
รูปที่ 4-5 กระบวนการผลิตกระดาษแข็ง



รูปที่ 4-6 กระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์



รูปที่ 4-7 กระบวนการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์



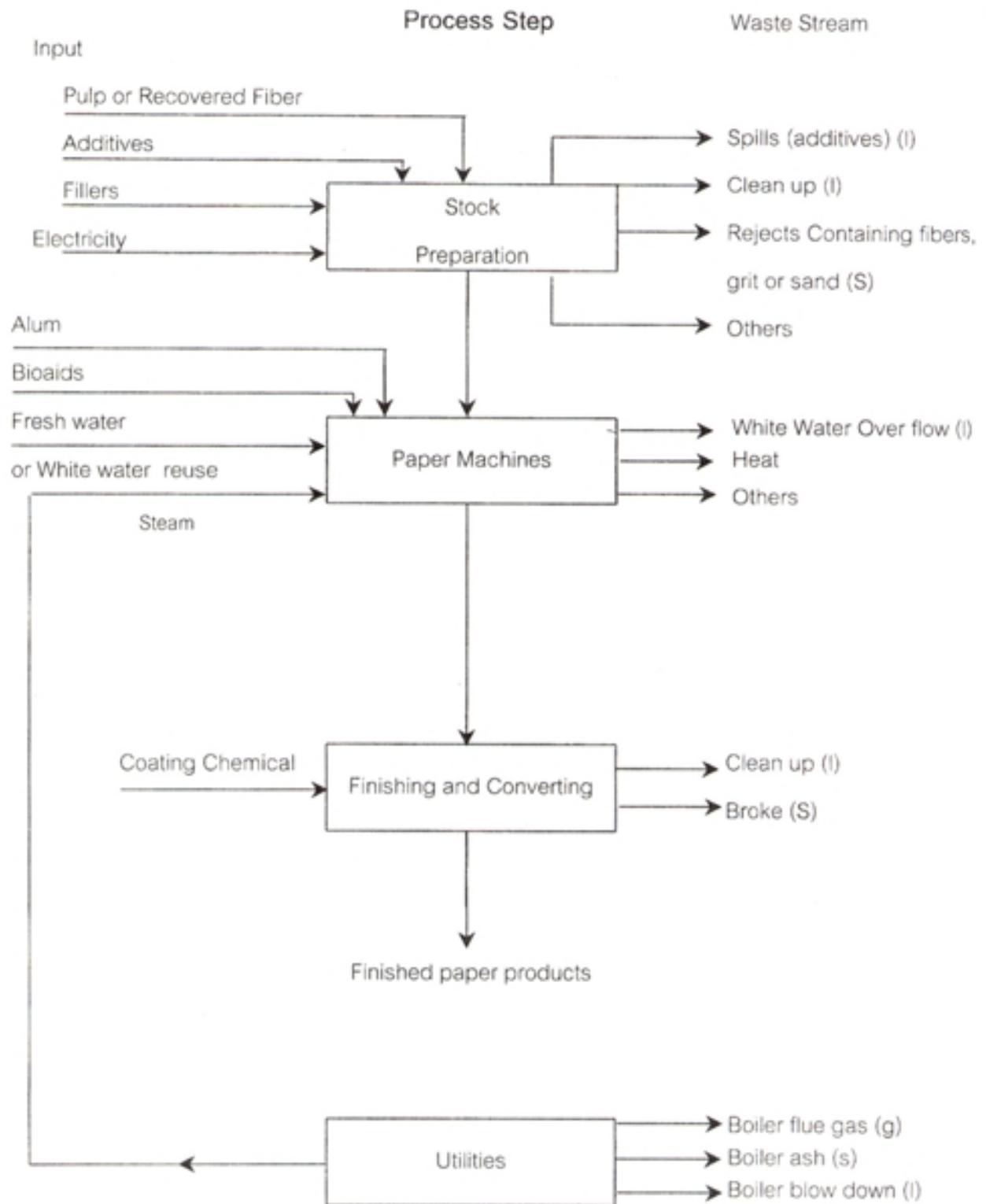
รูปที่ 4-6 กระบวนการผลิตกระดาษอนามัย

#### 4.4 แหล่งกำเนิดมลพิษในกระบวนการผลิตกระดาษ

แหล่งกำเนิดมลพิษของโรงงานผลิตกระดาษตามขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงไว้ในตารางที่ 4-3 และรูปที่ 4-14 ซึ่งมลพิษของโรงงานผลิตกระดาษจะอยู่ในรูปของน้ำเสีย กากของเสีย และอากาศเสีย

**ตารางที่ 4-3** แหล่งกำเนิดมลพิษของโรงงานผลิตกระดาษ

แหล่งกำเนิดมลพิษในกระบวนการผลิต	ประเภทมลพิษ/ของเสีย
<p>1. ส่วนการเตรียมเยื่อ (Stock Preparation)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>การร่วไหลและการหกหล่นของสารเคมี</li> <li>การทำความสะอาดอุปกรณ์ในการผลิต</li> <li>การทำความสะอาดเยื่อ</li> </ul> <p>● การกำจัดหมึก (ขั้นตอนนี้จะมีเฉพาะบางโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>น้ำเสีย</li> <li>น้ำเสีย</li> <li>น้ำเสีย</li> <li>ของเสียได้แก่เศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ เช่น เศษพลาสติก, เศษทราย, เศษเยื่อหยาบ, เศษลวด</li> <li>น้ำเสีย</li> <li>ของเสียได้แก่ Sludge จากการ Deinking</li> </ul>
<p>2. เครื่องผลิตกระดาษ (Paper Machine)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ส่วนลวดเดินแผ่น</li> <li>ส่วนกดกระดาษ</li> <li>ส่วน Finishing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>น้ำ White Water ส่วนที่หกหล่น</li> <li>น้ำ White Water ที่ปนเปื้อนขนจากผ้าสักหลาด</li> <li>ของเสีย เช่น เศษกระดาษที่ตัดริม และบางครั้งอาจมีเศษกระดาษที่ขาดในระหว่างการผลิต (Broke)</li> <li>เสียงดัง</li> </ul>
<p>3. หน่วยสาธารณูปโภค (Utilities)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Boiler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>น้ำ Blow down</li> <li>Boiler flue gas ซึ่งมี <math>SO_2</math>, <math>NO_x</math> และอนุภาคฝุ่นเป็นองค์ประกอบ</li> <li>ของเสีย ได้แก่ ถังจากหม้อไอน้ำ (Boiler Bottom ash)</li> </ul>
<p>4. ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Plant)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ของเสีย ได้แก่ Sludge จากระบบบำบัดน้ำเสีย</li> </ul>
<p>5. ระบบบำบัดอากาศเสีย</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ของเสีย ได้แก่ ฝุ่น และตะกอนจากระบบบำบัดอากาศ</li> </ul>



Note l = liquid    S = Solid    g = gaseous

รูปที่ 4-14 แหล่งกำเนิดมลพิษจากกระบวนการผลิตกระดาษ



## 4.5 สมดุลมวลสาร

แผนผังขั้นตอนการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ และข้อมูลสมดุลมวลสารแสดงดังรูปที่ 4-15 ถึง 4-18 สมดุลมวลสารนี้จะพิจารณาเฉพาะส่วนที่สัมพันธ์กับการเกิดน้ำเสียและส่วนที่เป็นเส้นใย (Fiber) ในขั้นตอนการผลิตเท่านั้น

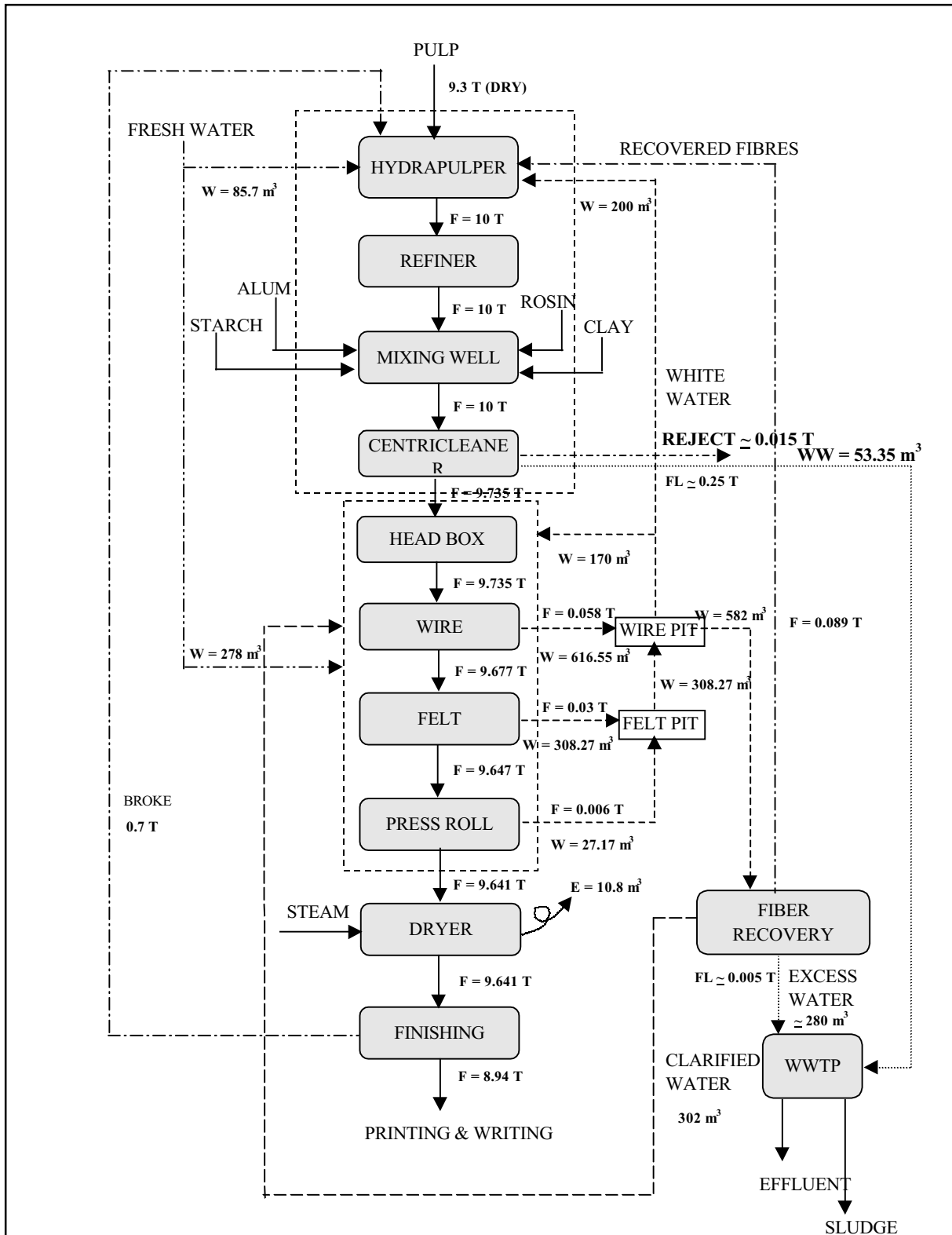
## 4.6 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษ

### 4.6.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน ในโรงงานขนาดกำลังการผลิตระหว่าง 30-50 ตัน/วัน

- มวลสารที่นำเข้า**
- เยื่อใยยาว
  - เยื่อใยสั้น
  - สารเคมีต่าง ๆ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ดินขาว ชันสน สารล้มน้ำมัน ฯลฯ
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
- มวลสารที่เกิดขึ้น**
- กระดาษพิมพ์เขียน
  - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษ Rejects เช่น เศษทราย
  - เศษกระดาษจากการ Finishing
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

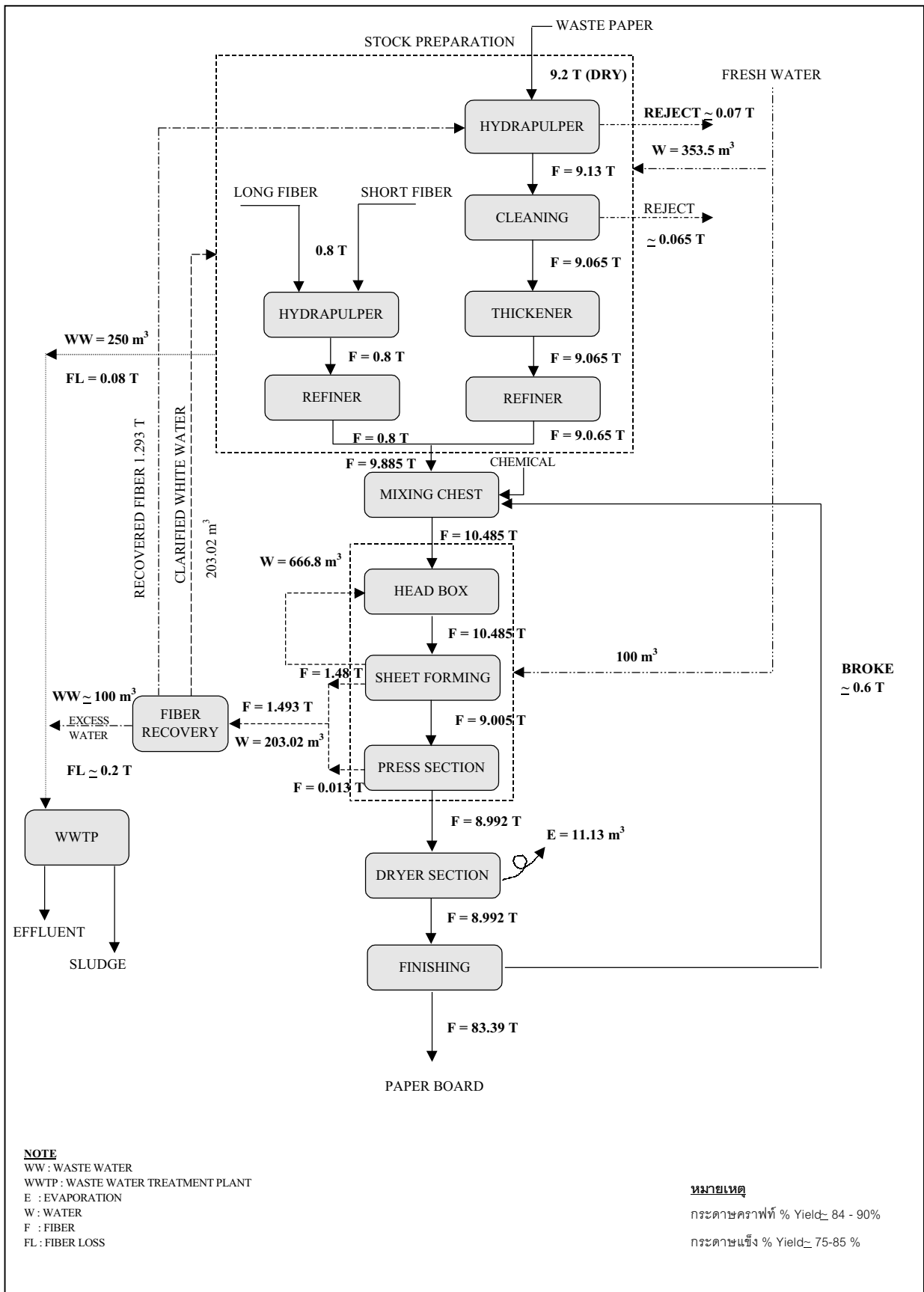
สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียนรวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-4 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

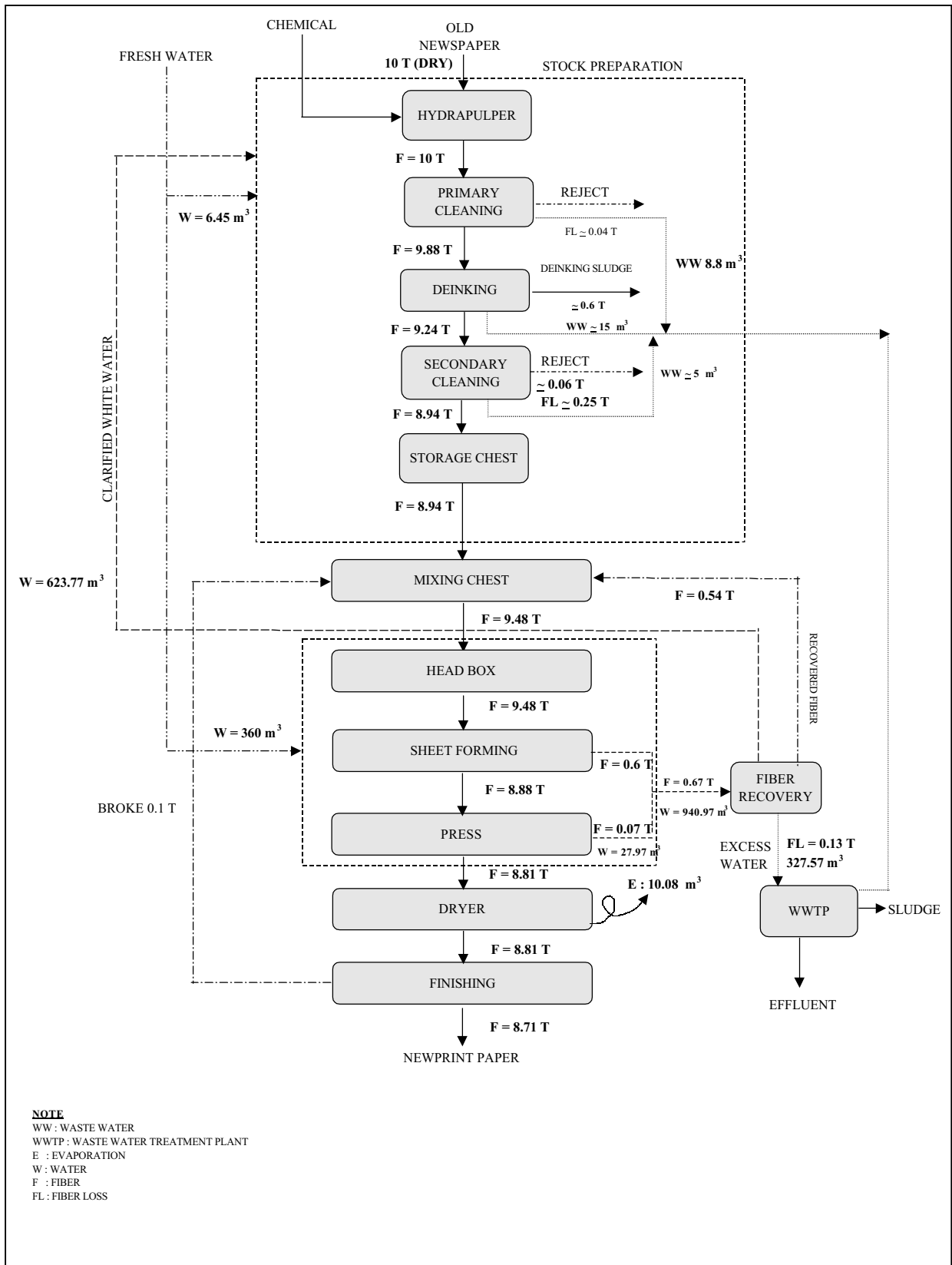


**NOTE**  
 WW : WASTE WATER  
 WWTP : WASTE WATER TREATMENT PLANT  
 E : EVAPORATION  
 W : WATER  
 F : FIBER  
 FL : FIBER LOSS

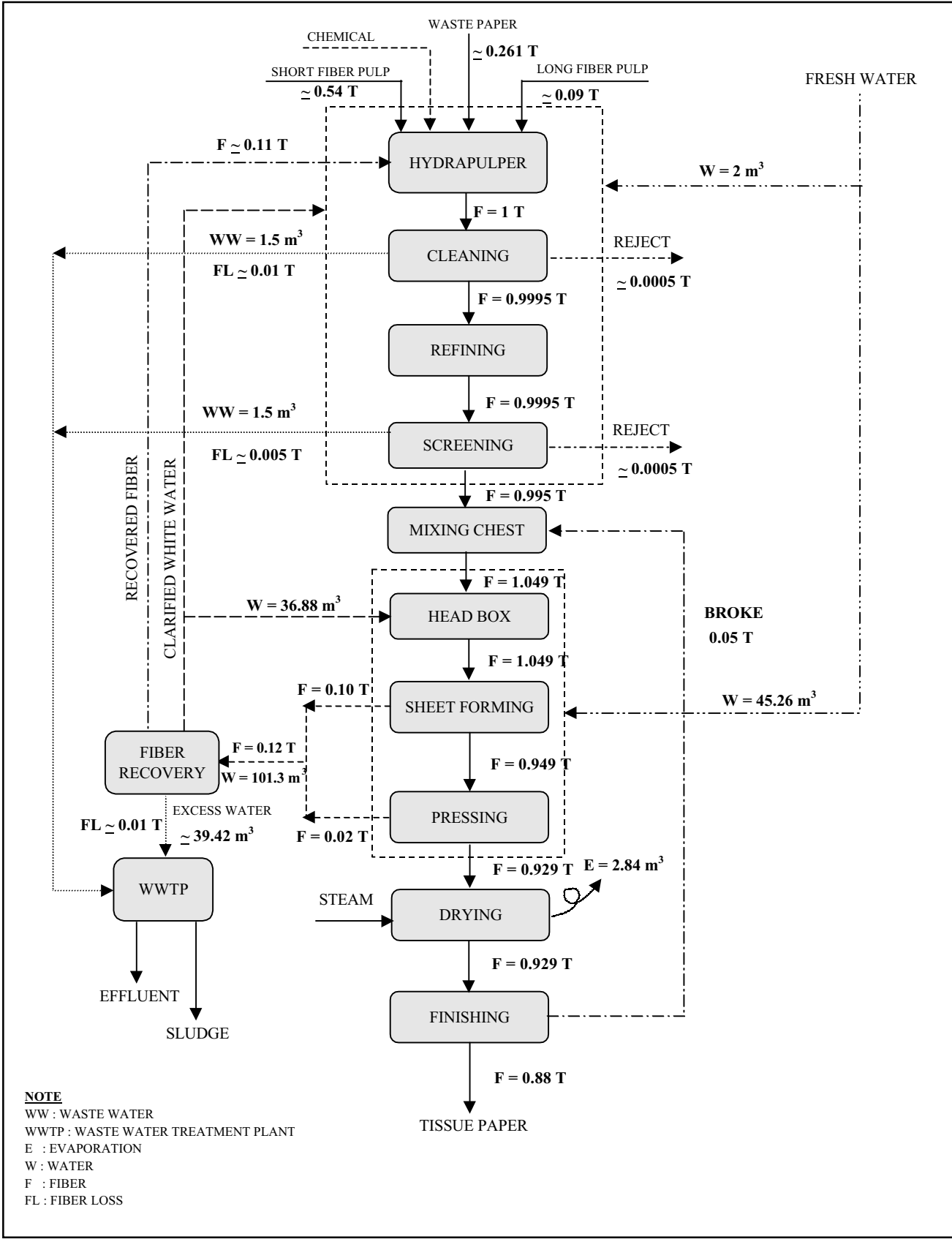
รูปที่ 4-10 สมดุลย์มวลไฟเบอร์ และน้ำของกระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน



รูปที่ 4-11 สมดุลย์มวลไฟเบอร์และน้ำของกระบวนการผลิตกระดาษแข็ง และกระดาษคราฟท์



รูปที่ 4-12 สมดุลย์มวลไฟเบอร์ และน้ำของกระบวนการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์



รูปที่ 4-13 สมดุลย์มวลไฟเบอร์และน้ำของกระบวนการผลิตกระดาษอนามัย

**ตารางที่ 4-4** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน  
ในโรงงานขนาดกำลังการผลิต 30-50 ตัน/วัน

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (92-133 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (92-133 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	86-136	11.44-12.51	5-30	0.46-2.7
ซีโอดี	192-235	21.62-25.54	41-114	5.45-10.48
ของแข็งแขวนลอย	213-405	28.33-37.26	14-53	1.86-4.87
ของแข็งที่ละลายได้	448-819	59.58-75.35	419-825	55.72-75.9

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษแข็งใน โรงงานขนาดเล็ก (กำลังการผลิตต่ำกว่า 30 ตัน/วัน)

- มวลสารที่นำเข้า**
- เศษกระดาษ
  - เยื่อใยสั้น
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต
  - สารเคมี เช่น ดินขาว, แคลเซียม, กาวลาเท็กซ์, สารส้ม ฯลฯ

- มวลสารที่เกิดขึ้น**
- กระดาษแข็ง
  - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษเยื่อ
  - เศษ Rejects เช่น เศษลวด เศษพลาสติก
  - เศษกระดาษจากการ Finishing
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย
- สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษ

แข็งรวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-5 ลักษณะสมบัติของวัสดุ  
เศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 4-5** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษแข็งในโรงงานขนาดเล็ก

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (29.4 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (29.4 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	$0.51 \times 10^3$	15	$0.17 \times 10^3$	5
ซีโอดี	$1.04 \times 10^3$	30.6	$0.28 \times 10^3$	8.23
ของแข็งแขวนลอย	.825	24.25	0.086	2.53
ของแข็งที่ละลายได้	$2.19 \times 10^3$	64.38	$1.85 \times 10^3$	54.39

**\*หมายเหตุ** โรงงานมีเงื่อนไขใบอนุญาต ห้ามระบายน้ำทิ้งออกนอกโรงงาน ดังนั้นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจึงนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.3 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษแข็งในโรงงานขนาดกำลังการผลิต 200 ตัน/วัน

**มวลสารที่นำเข้า** - เศษกระดาษ  
- เยื่อใยยาว  
- เยื่อใยสั้น  
- น้ำใช้ในกระบวนการผลิต  
- สารเคมี เช่น Alum, Size, Starch, Clay, Defoamer และ Wet Strength

**มวลสารที่เกิดขึ้น** - กระดาษแข็ง  
- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต  
- เศษเยื่อ  
- เศษ Rejects เช่น เศษลวด เศษพลาสติก  
- เศษกระดาษจากการ Finishing  
- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตกระดาษกล่องเคลือบผิวสีขาว รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-6 ลักษณะสมบัติของของน้ำทิ้งที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD

- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 4-6** ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษแข็ง  
ในโรงงานขนาดกำลังการผลิต 200 ตัน/วัน

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ตัน กระดาษ)	BOD		COD		SS		DS	
		มก./ล	กก./ตัน	มก./ล	กก./ตัน	มก./ล	กก./ตัน	มก./ล	กก./ตัน
ส่วนการเตรียมเยื่อ	25	795	19.875	$3.54 \times 10^3$	88.5	336	8.4	$2.116 \times 10^3$	52.9
ส่วนลดเดินแผ่น	10	975	9.75	$4.115 \times 10^3$	41.15	$2.340 \times 10^3$	23.4	$2.112 \times 10^3$	21.12
น้ำเสียรวม	35	850	29.75	$3.70 \times 10^3$	129.5	$0.91 \times 10^3$	31.85	$2.114 \times 10^3$	73.99
น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	35	13	0.455	62	2.17	16	0.56	$1.155 \times 10^3$	40.43

ที่มา การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.4 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษคราฟท์ ในโรงงานขนาดกลาง

- มวลสารที่นำเข้า**
- เศษกระดาษ AOCC, EOCC และ LOCC
  - เยื่อใยยาว
  - สารเคมี เช่น Starch , Rosin, Alum (Liquid), Dye Stuff
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต

- มวลสารที่เกิดขึ้น**
- กระดาษคราฟท์ และกระดาษลูกฟูก
  - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษ Rejects เช่น เศษลด เศษพลาสติก
  - เศษกระดาษจากการ Finishing
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย
- สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษ

คราฟท์รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-7 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS



**ตารางที่ 4-7** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์ในโรงงาน  
ขนาดกลาง

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (17 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (17 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	$0.756 \times 10^3$	12.85	31	0.527
ซีโอดี	$1.273 \times 10^3$	21.64	285	4.85
ของแข็งแขวนลอย	$0.165 \times 10^3$	2.805	105	1.785
ของแข็งที่ละลายได้	$3.076 \times 10^3$	52.3	$2.67 \times 10^3$	45.39

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.5 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษคราฟท์ ในโรงงานขนาดเล็ก

**มวลสารที่นำเข้า** - เศษกระดาษสีน้ำตาล เช่น กระดาษกล่อง OCC  
- สารเคมี เช่น ALUM, ยางสน  
- น้ำใช้ในกระบวนการผลิต

**มวลสารที่เกิดขึ้น** - กระดาษคราฟท์  
- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต  
- เศษ Rejects เช่น เศษทราย เศษพลาสติก และเศษลวด  
- เศษเยื่อจาก Side hill Screen  
- เศษกระดาษจากการ Finishing  
- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต  
กระดาษคราฟท์ รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-8 ลักษณะ  
สมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 4-8** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์ใน  
โรงงานขนาดเล็ก

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (45 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (45 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	295	13.27	48	2.16
ซีโอดี	508	22.86	120	5.4
ของแข็งแขวนลอย	398	17.91	150	6.75
ของแข็งที่ละลายได้	$2.34 \times 10^3$	105.3	$2.53 \times 10^3$	113.85

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.6 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์

- มวลสารที่นำเข้า**
- เศษกระดาษหนังสือพิมพ์เก่า
  - เยื่อ CTMP
  - สารเคมีต่าง ๆ เช่น Talc Power, โซดาไฟ (50%), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50%), De-inking agent, Silicate 38 BE
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต

- มวลสารที่เกิดขึ้น**
- กระดาษหนังสือพิมพ์
  - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษ Rejects เช่น กากกระดาษ, เศษพลาสติก
  - สลัดจ์จากกระบวนการ De-inking
  - เศษกระดาษจากการ Finishing
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-9 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

ส่วนลักษณะสมบัติของสลัดจ์จากการ De-inking แสดงดังตารางที่ 4-10

**ตารางที่ 4-9** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (34.54 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (34.54 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	$0.8 \times 10^3$	27.63	23	0.80
ซีโอดี	$3.0 \times 10^3$	103.62	210	7.25
ของแข็งแขวนลอย	$3.5 \times 10^3$	120.90	011	0.38
ของแข็งที่ละลายได้	$2.7 \times 10^3$	93.26	$2.3 \times 10^3$	79.44

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

**ตารางที่ 4-10** ลักษณะสมบัติของสลัดจ์จากกระบวนการ De-inking

ลักษณะสมบัติของสลัดจ์จากการ De-inking	ปริมาณ ppm
แคดเมียม	< 0.2
โครเมียม	16-118
ทองแดง	31-400
ตะกั่ว	3-210
แมงกานีส	31-880
นิกเกิล	1-25
สังกะสี	36-1,200

**ที่มา** Hockstra, P.L., Amer Papermak, 1991.

#### 4.6.7 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษอนามัยใน โรงงานขนาดกลางที่มีกำลังการผลิต 33 ตัน/วัน

- มวลสารที่นำเข้า**
- เยื่อใยยาว
  - เยื่อใยสั้น
  - สารเคมีต่าง ๆ เช่น Talc, Alum, Wet Strength Resin, Softening Agent
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต

- มวลสารที่เกิดขึ้น**
- กระดาษอนามัย
  - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษ Rejects เช่น เศษทราย, เศษเยื่อแข็ง
  - เศษกระดาษจากการ Finishing
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษอนามัยรวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-12 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 4-11** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษอนามัยในโรงงานขนาดกลาง

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (42.4 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด (42.4 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	$0.63 \times 10^3$	26.71	9	0.382
ซีโอดี	$2.6 \times 10^3$	110.24	130	5.51
ของแข็งแขวนลอย	$2.4 \times 10^3$	101.76	19	0.81
ของแข็งที่ละลายได้	$2.4 \times 10^3$	101.76	$2.6 \times 10^3$	110.24

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.8 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษอนามัยในโรงงานขนาดเล็กที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 10 ตัน/วัน

- มวลสารที่นำเข้า** - เยื่อใยสั้น
- เศษกระดาษ
  - สารเคมีต่าง ๆ เช่น Dispersing Agent, Wet-Strength Resin, NaOH และ Silicone Emulsion
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต

- มวลสารที่เกิดขึ้น** - กระดาษอนามัย
- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษเยื่อ (Fine Fiber) ที่ตกได้จากตะแกรงก่อนที่จะเข้าระบบบำบัด
  - เศษกระดาษจากการ Finishing
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษอนามัย รวมถึงลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด แสดงดังตารางที่ 4-12 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- สารที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 4-12** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษอนามัยในโรงงานขนาดเล็ก

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม ( 85.7 ลบ.ม./ตันกระดาษ)		น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด ( 85.7 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน	มก./ล	กก./ตัน
บีโอดี	$0.24 \times 10^3$	20.57	36	0.308
ซีโอดี	$475 \times 10^3$	40.70	$0.01 \times 10^3$	0.857
ของแข็งแขวนลอย	$1.416 \times 10^3$	121.35	15	1.285
ของแข็งที่ละลายได้	$1.35 \times 10^3$	115.7	760	65.13

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2541.

#### 4.6.9 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการผลิตกระดาษใส่กรอง

- มวลสารที่นำเข้า** - เยื่อฝ้าย
- สารเคมีต่าง ๆ เช่น Alum
  - น้ำใช้ในกระบวนการผลิต

- มวลสารที่เกิดขึ้น** - กระดาษใส่กรอง
- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต
  - เศษเยื่อ
  - เศษกระดาษจากการ Finishing

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษ

ใส่กรอง แสดงดังตารางที่ 4-13 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูปของ BOD<sub>5</sub> และ COD
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- ของแข็งที่ละลายได้ในรูปของ DS

**ตารางที่ 4-13** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษใส่กรอง

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม (185.7 ลบ.ม./ตันกระดาษ)	
	มก./ล.	กก./ตัน
บีโอดี	36	6.68
ซีโอดี	390	72.42
ของแข็งแขวนลอย	276	51.25
ของแข็งที่ละลายได้	540	100.27

**หมายเหตุ** โรงงานนี้ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตนิคมอุตสาหกรรมจึงนำน้ำเสียผ่านเข้าบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของนิคมอุตสาหกรรม

**ที่มา** การสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด, 2541.

## 4.7 ปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับโรงงานผลิตกระดาษ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโรงงานผลิตกระดาษมีประเด็นหลัก ๆ ได้แก่ ปัญหาน้ำเสีย อากาศเสีย และของเสีย ซึ่งในโรงงานแต่ละขนาดก็จะมีปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาเหล่านี้สรุปได้ดังตารางที่ 4-14

## 4.8 มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษจากกระบวนการผลิตกระดาษ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการในการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตกระดาษเพื่อลดปริมาณของเสีย และลดปริมาณการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตแล้วยังช่วยลดมลพิษ และช่วยอนุรักษ์พลังงานอีกด้วย

### 4.8.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ

(Stock preparation)

- ใช้โพลีลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารด้านการชิมน้ำแทนการใช้ Alum

- ผลดี
- ปรับปรุงคุณสมบัติของเยื่อในการให้น้ำไหลผ่านไปได้ดีขึ้น
  - เพิ่ม filter retention
  - ทำให้สามารถผลิตกระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานสูง ๆ ได้
  - ลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง

- หมายเหตุ
- ทางเลือกนี้ยังไม่ถูกทดลองใช้ในโรงงานที่ใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเป็นวัตถุดิบ (Agro residue based Mill)
  - การด้านการชิมน้ำจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้โพลีลูมิเนียมซัลเฟตร่วมกับ Cationic Starch

- การใช้อุปกรณ์เพื่อตรวจวัดค่า Consistency

เทคนิคที่ใช้ - อุปกรณ์ที่ใช้ : Consistency indicator

- ผลดี
- ทำให้การควบคุมค่า Consistency ง่ายขึ้น
  - หลีกเลี่ยงการผลิตกระดาษที่ได้น้ำหนักมาตรฐานไม่แน่นอน
  - ลดปริมาณกระดาษที่ฉีกขาดในกระบวนการผลิต
  - ทำให้กระดาษแห้งทั่วแผ่นอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 4-14 ปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับโรงงานผลิตกระดาษ

ลักษณะปัญหา	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1. โรงงานกระดาษพิมพ์เขียน บรรจุภัณฑ์ หนังสือพิมพ์ 1.1 น้ำใช้น้ำทิ้ง	- น้ำใช้ : นำบาดาล น้ำประปา ปริมาณน้ำใช้ค่อนข้างมาก - น้ำทิ้ง : บางโรงงานระบบบำบัดไม่เหมาะสม ไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้ง การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ จัดให้มีระบบบำบัด ที่เหมาะสมและนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับมา ใช้ประโยชน์	- น้ำใช้ : นำบาดาล น้ำประปา ปริมาณน้ำใช้ค่อนข้างมาก - น้ำทิ้ง : มีระบบบำบัด แต่บางโรงงานไม่มี แหล่งรองรับน้ำทิ้ง การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ ปรับปรุงระบบบำบัด ให้เหมาะสมและนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับมา ใช้ประโยชน์	- น้ำใช้ : นำบาดาล น้ำประปา ปริมาณน้ำใช้ค่อนข้างมาก - น้ำทิ้ง : มีระบบบำบัดแต่บางโรงงานไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้ง ที่เหมาะสม การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ และนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับ มาใช้ประโยชน์
1.2 อากาศเสีย	- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำ ที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง การแก้ปัญหา น้ำมันเตาที่สมควรเป็นน้ำมันเตา กำมะถันต่ำ	- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตา หรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง การแก้ปัญหา น้ำมันเตา หรือ ถ่านหินที่สมควรเป็น ชนิดที่มีกำมะถันต่ำ	- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตา หรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง การแก้ปัญหา น้ำมันเตา หรือ ถ่านหินที่สมควรเป็นชนิดที่ มีกำมะถันต่ำ



ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

ลักษณะปัญหา	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1.3 Solid waste	<p>- ตะกอนเยือกกระดาษ</p> <p>- ตะกอนจากระบบบำบัด</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรรนำ Clean technology มาใช้ในการแยกตะกอนเยือกกระดาษในน้ำทิ้ง อย่างง่าย ๆ เช่นระบบตะแกรงแยก นำตะกอนเยือกกระดาษที่แยกได้กลับมากำจัดทิ้งที่โรงโม่หิน ตะกอนจากระบบบำบัด ควรนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ตะกอนจากโรงงานที่มี Deinking ต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ</p>	<p>- ตะกอนเยือกกระดาษ</p> <p>- ตะกอนจากระบบบำบัด</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรรนำ Clean technology มาใช้ในการแยกตะกอนเยือกกระดาษในน้ำทิ้ง อย่างง่าย ๆ เช่นระบบตะแกรงแยก ระบบ Dissolve Air Floatation (DAF) เพื่อนำตะกอนเยือกกระดาษที่แยกได้กลับเข้ากระบวนการผลิต ตะกอนจากระบบบำบัด ควรนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ตะกอนจากโรงงานที่มี Deinking ต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ</p>	<p>- ตะกอนเยือกกระดาษ</p> <p>- ตะกอนจากระบบบำบัด</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรรนำ Clean technology มาใช้ในการแยกตะกอนเยือกกระดาษในน้ำทิ้ง ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ เช่นระบบตะแกรง Dissolve Air Floatation (DAF) หรือระบบ Disc filter เพื่อนำตะกอนเยือกกระดาษที่แยกได้กลับเข้ากระบวนการผลิต ตะกอนจากระบบบำบัด ควรนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ตะกอนจากโรงงานที่มี Deinking ต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ</p>
1.4 Hazardous waste	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง หรือลงทุนระบบกำจัด อย่างถูกต้องโดยโรงงานเอง</p>

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

ลักษณะปัญหา	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
<p>2. โรงงานกระดาษอนามัย</p> <p>2.1 น้ำใช้ น้ำทิ้ง</p>	<p>- น้ำใช้ : น้ำบาดาล น้ำประปา</p> <p>ปริมาณน้ำใช้ต่อต้นมาก</p> <p>- น้ำทิ้ง : บางโรงงานระบบบำบัดไม่เหมาะสม ไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้ง</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ จัดให้มีระบบบำบัดที่เหมาะสมและน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์</p>	<p>- น้ำใช้ : น้ำบาดาล น้ำประปา</p> <p>ปริมาณน้ำใช้ต่อต้นค่อนข้างมาก</p> <p>- น้ำทิ้ง : มีระบบบำบัด แต่บางโรงงานไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่เหมาะสม</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ ปรับปรุงระบบบำบัดให้เหมาะสมและน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับมาใช้โดยมีความเป็นไปได้ที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด</p>	<p>- น้ำใช้ : น้ำบาดาล น้ำประปา</p> <p>ปริมาณน้ำใช้ต่อต้นค่อนข้างต่ำ</p> <p>- น้ำทิ้ง : มีระบบบำบัด บางโรงงานไม่มีแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่เหมาะสม</p> <p>การแก้ปัญหา โรงงานควรนำ Clean Technology มาใช้ในการลดปริมาณน้ำใช้ และนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วกลับมาใช้โดยมีความเป็นไปได้ที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด</p>
<p>2.2 อากาศเสีย</p>	<p>- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง</p> <p>การแก้ปัญหา นำมันเตาที่ใช้ควรเป็นน้ำมันเตา กัมมะถันต่ำ</p>	<p>- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตา หรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง</p> <p>การแก้ปัญหา นำมันเตา หรือ ถ่านหินที่ใช้ควรเป็นชนิดที่มีกัมมะถันต่ำ</p>	<p>- แหล่งของอากาศเสียจะมาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตา หรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง</p> <p>การแก้ปัญหา นำมันเตา หรือ ถ่านหินที่ใช้ควรเป็นชนิดที่มีกัมมะถันต่ำ</p>

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

ลักษณะปัญหา	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
<p>2.3 Solid waste</p>	<p>- ตะกอนเยือกกระดาษ - ตะกอนจากระบบบำบัด การแก้ปัญหา โรงงานควรรนำ Clean technology มาใช้ในการแยกตะกอนเยือกกระดาษในน้ำทิ้ง อย่างง่าย ๆ เช่นระบบตะแกรงแยก นำตะกอนเยือกกระดาษที่แยกได้กลับมากำใช้ประโยชน์ ตะกอนจากระบบบำบัด ควรนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมัก ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ตะกอนจากโรงงานที่มี Deinking ต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ</p>	<p>- ตะกอนเยือกกระดาษ - ตะกอนจากระบบบำบัด การแก้ปัญหา โรงงานควรรนำ Clean technology มาใช้ในการแยกตะกอนเยือกกระดาษในน้ำทิ้ง อย่างง่าย ๆ เช่นระบบตะแกรงแยก ระบบ Dissolve Air Floatation (DAF) เพื่อนำตะกอนเยือกกระดาษที่แยกได้กลับเข้ากระบวนการผลิต ตะกอนจากระบบบำบัด ควรนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ตะกอนจากโรงงานที่มี Deinking ต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ</p>	<p>- ตะกอนเยือกกระดาษ - ตะกอนจากระบบบำบัด การแก้ปัญหา โรงงานควรรนำ Clean technology มาใช้ในการแยกตะกอนเยือกกระดาษในน้ำทิ้ง ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ เช่น ระบบตะระบบ Dissolve Air Floatation (DAF) หรือระบบ Disc filter เพื่อนำตะกอนเยือกกระดาษที่แยกได้กลับเข้ากระบวนการผลิต ตะกอนจากระบบบำบัด ควรนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ตะกอนจากโรงงานที่มี Deinking ต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ</p>
<p>1.4 Hazardous waste</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>	<p>การแก้ปัญหา โรงงานต้องมีระบบแยกและรวบรวม Hazardous waste เพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง</p>

- ช่วยลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง
  - หมายเหตุ*

    - อุปกรณ์มีราคาแพง จึงอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับโรงงานขนาดเล็ก แต่เหมาะสำหรับนำเอาไปใช้กับโรงงานขนาดใหญ่
- การใช้ Dye fixing agents

การใช้ Dye fixing agents จะช่วยทำให้สีย้อมติดอยู่บนเส้นใยกระดาษได้ดีขึ้นซึ่งจะส่งผลดีหลายประการ

*ผลดี*

  - ลดปริมาณการใช้สีย้อม
  - ลดความเป็นพิษในน้ำทิ้ง

*หมายเหตุ*

  - วิธีการนี้ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ แต่ใช้ได้เฉพาะหน่วยผลิตที่ใช้สีย้อม
- การติดตั้งตัวควบคุมระดับ และแผ่นกั้นสำหรับถังผสม (Intermediate Chests.)

*เทคนิคที่ใช้*

  - อุปกรณ์ : - Level controller
  - Retaining walls
  - Alarm

*ผลดี*

  - ช่วยลดมลพิษในน้ำทิ้ง

*หมายเหตุ*

  - วิธีการนี้ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ
- การป้องกัน Over refining

*เทคนิคที่ใช้*

  - อุปกรณ์ : - อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์เส้นใย

*ผลดี*

  - ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
  - ช่วยปรับปรุงคุณภาพกระดาษให้ดีขึ้น
  - ลดความสกปรก (BOD<sub>5</sub>/COD/TSS) ในน้ำเสีย

*หมายเหตุ*

  - ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ
- ป้องกันเชื้อหกลันจากเฮดบ็อกซ์ โดยวางแผ่นกั้นไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมบริเวณส่วนปลายของตะแกรง

*ผลดี*

  - ช่วยเพิ่มปริมาณเส้นใยให้นำกลับมาใช้ได้มากขึ้น
  - ทำให้สภาพในบริเวณที่ทำงานดีขึ้น

*หมายเหตุ*

  - ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ

- **การกำจัดเศษทรายจากน้ำเสียที่ออกมาจากเครื่อง Centricleaner**
  - เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ : รางดักทราย (Riffer)
  - ผลดี
    - ป้องกันไม่ให้เศษทรายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
    - ลดการสึกหรอของปั๊มที่ระบบบำบัดน้ำเสียป้องกันการอุดตัน
  - หมายเหตุ
    - ทำให้ความถี่ในการทำความสะอาดระบบระบายน้ำทิ้งลดลง
    - ต้องการหน่วยควบคุมคุณภาพวัตถุดิบเพิ่มขึ้น

#### 4.8.2 เครื่องจักรผลิตกระดาษ (Paper Machine)

- **จัดหา High Consistency pump ในถังคูช (Couch pit)**
  - เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; High consistency pump.
  - ผลดี
    - ลดการสูญเสียเส้นใยอันเนื่องมาจากการหกหล่นที่ถังคูช (Couch pit) ในระหว่างที่เกิดการฉีกขาดของกระดาษ (Paper breakage)
    - ลดปริมาณการใช้น้ำในถังคูช (Couch pit)
    - ลดการสูญเสียเส้นใยใน Couch decker filtrate
    - ช่วยลดค่าของแข็งแขวนลอย และค่าซีไอดี
  - หมายเหตุ
    - ลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการหกหล่นที่ถังคูช วิธีการนี้สามารถนำไปปรับใช้ได้กับโรงงานที่มีการออกแบบไม่ดี
- **การควบคุมแรงดันน้ำที่ใช้ตัดริมขอบแผ่นกระดาษเปียก**
  - เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; ถังแยกน้ำ  
ปั๊มความดันสูง
  - ผลดี
    - ลดปริมาณกระดาษฉีกขาด
    - ลดปริมาณของแข็งแขวนลอย
  - หมายเหตุ
    - ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ

- **การนำเอาน้ำที่กรองออกจาก Couch decker ไปใช้ในการล้างเยื่อ**
  - เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; ระบบท่อน้ำและปั๊ม
  - ผลดี
    - สามารถนำเอาเส้นใยกลับไปใช้ใหม่ได้
    - ลดปริมาณการใช้น้ำ
    - ลดค่าของแข็งแขวนลอย และค่าซีโอดีในน้ำทิ้งได้ 2-5%
  - หมายเหตุ - ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ และวิธีนี้จะใช้ในโรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ (Integrated Mill)
  
- **ใช้หัวฉีดสเปรย์แรงดันสูงในระบบการล้าง**
  - เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; - การใช้หัวฉีดชนิดอื่นที่เหมาะสมแทนการใช้หัวฉีดแบบธรรมดา
  - ผลดี
    - ปั๊มแรงดันสูง
    - ลดปริมาณการใช้น้ำ
    - เพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและทำให้เครื่องจักรทำงานได้ดีขึ้น
    - ลดปริมาณน้ำทิ้ง
  - หมายเหตุ ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ
  
- **การปรับเปลี่ยนความกว้างของกระดาษโดยใช้ edge-cutting nozzles**
  - ผลดี
    - ลดการสูญเสียขอบกระดาษตัดริม
    - ลดปริมาณขอบกระดาษตัดริมที่จะต้องนำมาเข้ากระบวนการผลิตใหม่
    - ลดปริมาณการใช้น้ำในส่วนของการอบแห้ง
    - ลดปริมาณของแข็งแขวนลอย
  - หมายเหตุ - ความกว้างของกระดาษขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด การปฏิบัติโดยทั่วไปคือตัดกระดาษให้มีขนาดตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะทำให้ความกว้างของกระดาษลดลง

- **หลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการหกฉ่นบริเวณ Fan pump pit โดยควบคุมระดับน้ำใน Fan pump pit หรือ การนำเอาส่วนที่หกฉ่นกลับไปถังคูช (Couch pit)**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; - แนวท่อน้ำขนาดเล็ก  
 - การไหลจะเกิดขึ้นตามแรงโน้มถ่วง  
 กระบวนการผลิต ; ตัวควบคุมระดับจะทำงาน และควบคุมการให้น้ำ  
ผลดี - ลดการสูญเสียเส้นใย  
 - ลดการเจือจางในถังคูช (Couch pit)  
 - ลดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและซีไอดี  
หมายเหตุ วิธีการนี้ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ
- **การนำน้ำจากบ่อตะแกรงใต้ลวดเดินแผ่น (Wire pit) ไปใช้เป็นน้ำ Shower**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; - หน่วยกรองต่าง ๆ  
 - ปั๊มแรงดันสูง (High-pressure pump)  
ผลดี - ลดปริมาณการใช้น้ำ fresh water ในระบบ Shower  
 - ลดปริมาณน้ำทิ้ง  
หมายเหตุ - เพื่อป้องกันการอุดตันของเส้นใยในระบบ Shower จึงควรกรองน้ำจากบ่อตะแกรงใต้ลวดเดินแผ่นด้วยระบบ poly-disc save all.  
 - เส้นใยที่แยกได้จะนำกลับเข้าสู่ Machine chest ส่วนน้ำที่กรองได้ จะนำไปใช้เป็นน้ำ Shower
- **ใช้ Double felting เพื่อลดการถอนผิวกระดาษจากการกด (press picking)**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; เพิ่ม Felt rolls  
ผลดี - ลดปริมาณกระดาษที่ฉีกขาด  
 - สามารถใช้ได้กับเยื่อที่มีความละเอียดสูงได้  
 - ลดปริมาณการใช้น้ำมัน Kerosene  
 - ลดปริมาณการใช้ Alum ที่เครื่องจักรผลิตกระดาษ  
 - ลดไอน้ำที่จะใช้ในส่วนอบแห้ง เนื่องจากการถ่ายน้ำออกจากเยื่อทางเชิงกลดีขึ้น  
 - ลด VOC ในน้ำเสีย

- หมายเหตุ วิธีการนี้จะเพิ่มความสามารถในการอบแห้งกระดาษ และสามารถนำไปใช้ได้กับโรงงานที่ใช้เยื่อใยสั้นเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ
- **การเปลี่ยน Press roll ส่วนบนในเวลาที่เหมาะสมเพื่อลด Press picking**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; Chilled SS rolls และ MS rolls จะทำงานได้ดีกว่า Conventional rolls.
- ผลดี
- ลดปริมาณกระดาษที่ฉีกขาด
  - ลดปริมาณการใช้ Kerosene และสารด้านการ Picking
  - เพิ่มความสามารถในการผลิตได้ 3-4%
  - ลดปริมาณมลพิษ
- หมายเหตุ วิธีการนี้ต้องทำการติดตามตรวจสอบ Press roll เพื่อที่จะเปลี่ยนอันใหม่ทันทีเมื่อมี Press picking เพิ่มขึ้น
- **เปลี่ยน Conventional gland seal เป็น Mechanical seal**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; Mechanical seal
- ผลดี
- ลดการใช้น้ำ
- หมายเหตุ Mechanical seal ต้องการน้ำด้วยอัตราการไหลต่ำมากอยู่ในช่วง 0.5-1 ลิตร/นาที
- **ปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนอบแห้ง**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; Hood ที่มีอัตราความเร็วสูง
- ผลดี
- เพิ่มความสามารถในการผลิตกระดาษ
  - เพิ่มประสิทธิภาพในส่วนอบแห้ง
  - ช่วยลดมลพิษอากาศ
- หมายเหตุ
- วิธีการนี้จะเสียค่าใช้จ่ายสูงสำหรับโรงงานขนาดเล็ก
  - ในการที่จะติดตั้งระบบนี้จะต้องทำการ Shut-down
  - วิธีการนี้จะใช้ในขั้นตอนการอบแห้งขั้นสุดท้าย



- การติดตั้งเครื่องตีเศษกระดาษจากการผลิตในบริเวณเครื่องจักรผลิตกระดาษ

เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; - Broke pulper  
- ท่อลำเลียงเยื่อ  
- บี้ม  
กรรมวิธี ; ต้องการพื้นที่ว่าง 10 ตารางเมตรในบริเวณ  
ส่วนของเครื่องจักรผลิตกระดาษ

ผลดี - ลดการผลิตซ้ำ (Reprocess)  
- ลดปริมาณการใช้ฟิลเลอร์ และสารเคมี  
- ลดมลพิษ

หมายเหตุ วิธีการนี้จะช่วยประหยัดได้มากขึ้นสำหรับโรงงานผลิต  
กระดาษพิมพ์เขียน เนื่องจากทำให้ลดการใช้ฟิลเลอร์ และ  
สารเคมีต่าง ๆ น้อยลง

- การติดตั้งระบบควบคุมคุณภาพแบบ On-line

เทคนิคที่ใช้ ฮาร์ดแวร์ ; ต้องทำการศึกษาอย่างละเอียด

ผลดี - ช่วยทำให้การผลิตดีขึ้น  
- ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น  
- ช่วยทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น  
- ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำและพลังงาน

#### 4.8.3 หน่วยสาธารณูปโภค

หน่วยสาธารณูปโภคในโรงงานผลิตกระดาษประกอบด้วยหม้อไอน้ำ ซึ่งหม้อไอน้ำ (Boiler) เป็นแหล่งกำเนิดหลักที่ก่อให้เกิดมลภาวะทั้งทางอากาศ, น้ำ และของแข็ง ดังนั้น จึงควรมีมาตรการดูแลรักษาหม้อไอน้ำเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มาตรการดังกล่าวมีดังนี้

- การหุ้มฉนวนที่ Feed Water Tank และ Condensate Recovery Tank

เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; วัสดุที่ใช้เป็นฉนวน

ผลดี - ทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงลง  
- ลดมลพิษทางอากาศ

หมายเหตุ ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ

- **การหุ้มฉนวนที่เหมาะสมบริเวณท่อไอน้ำ**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; วัสดุที่ใช้เป็นฉนวน  
ผลดี - ช่วยลดการเกิดความดัน และอุณหภูมิไอน้ำตกคร่อม  
- ช่วยลดการสูญเสียความร้อนจากแนวท่อไอน้ำ  
- ช่วยลดมลพิษทางอากาศ  
หมายเหตุ ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ
- **การหุ้มฉนวนบริเวณท่อที่นำคอนเดนเสทกลับมาใช้**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; วัสดุที่ใช้เป็นฉนวน  
ผลดี - ลดการสูญเสียความร้อน  
- ทำให้น้ำที่ป้อนเข้าหม้อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น  
หมายเหตุ ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ
- **หลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการรั่วไหลของคอนเดนเสทและไอน้ำ**  
ผลดี - ช่วยลดการสูญเสียความร้อน  
- ลดปริมาณน้ำที่ต้องใช้เข้าสู่หม้อน้ำ (Make up water)  
หมายเหตุ มาตรการนี้ต้องการการซ่อมบำรุงให้ทันเวลาเมื่อเกิดการรั่วไหลของคอนเดนเสทและไอน้ำ
- **จัดเส้นท่อของไอน้ำและคอนเดนเสทให้ถูกต้องตามหลักที่เหมาะสม**  
เทคนิคที่ใช้ : อุปกรณ์ ; แนวท่อ (pipeline)  
ผลดี - ลดการเกิดความดันและอุณหภูมิไอน้ำตกคร่อม  
(Temperature & Pressure Drop)  
หมายเหตุ ต้องมีการดูแลเป็นพิเศษเพื่อหลีกเลี่ยงบริเวณส่วนโค้งงอที่ไม่จำเป็น

#### 4.8.4 การติดตั้งระบบการนำเส้นใยกลับคืน (Save-all for fiber Recovery)

การจัดการของเสียในรูปของการนำเอาเส้นใยกลับคืนภายในการผลิตกระดาษจะมีความสำคัญมาก เพราะโดยทั่วไปเยื่อมากกว่า 98% จะถูกป้อนเข้าสู่ส่วนเตรียมเยื่อ และเครื่องจักรผลิตกระดาษ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ ในเครื่องจักรผลิตกระดาษนั้นการจัดการของเสียทั้งหมดจะประกอบด้วย

- การทำความสะอาดในส่วนของการเตรียมเยื่อ
- Wet end save-alls
- การจัดการ Wet broke และ Dry broke

ในขณะที่น้ำเยื่อถูกปล่อยเข้าสู่ Head Box เพื่อไปสู่ขั้นตอนลดดินแผ่น และขั้นตอนขึ้นรูปแผ่นกระดาษนั้น น้ำที่ลอดผ่านตะแกรงลดดินแผ่นซึ่งจะมีเศษเยื่อและสารเคมีต่าง ๆ ผสมอยู่ จะถูกระบายลงสู่บ่อกักเก็บที่อยู่ใต้เครื่องจักร และจะถูกนำมาผ่านระบบ Save-all ซึ่งระบบที่นิยมใช้โดยทั่วไป ได้แก่ ระบบตกตะกอน (Sedimentation) Disc Filter, Dissolve Air Flotation (DAF) ระบบ Save-all เหล่านี้จะแยกของแข็ง เช่นเศษเยื่อออกจากน้ำ ของแข็งหรือเศษเยื่อที่แยกได้จะถูกเก็บรวบรวมเข้าสู่ถัง Chest และนำกลับไปป้อนเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษ ส่วนน้ำใสที่ได้จากระบบ Save all จะนำกลับเข้าไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องผลิตกระดาษ อาทิเช่น ใช้ในการเจือจางเยื่อที่ส่วนเตรียมเยื่อ, ใช้เจือจาง Broke และใช้เป็นน้ำ Showers และสำหรับโรงงาน Integrated Mills น้ำ White water ส่วนเกินจะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อ แต่สำหรับโรงงานที่ไม่ได้เป็นโรงงาน Integrated Mills น้ำ White water ส่วนเกินนี้จะระบายลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย

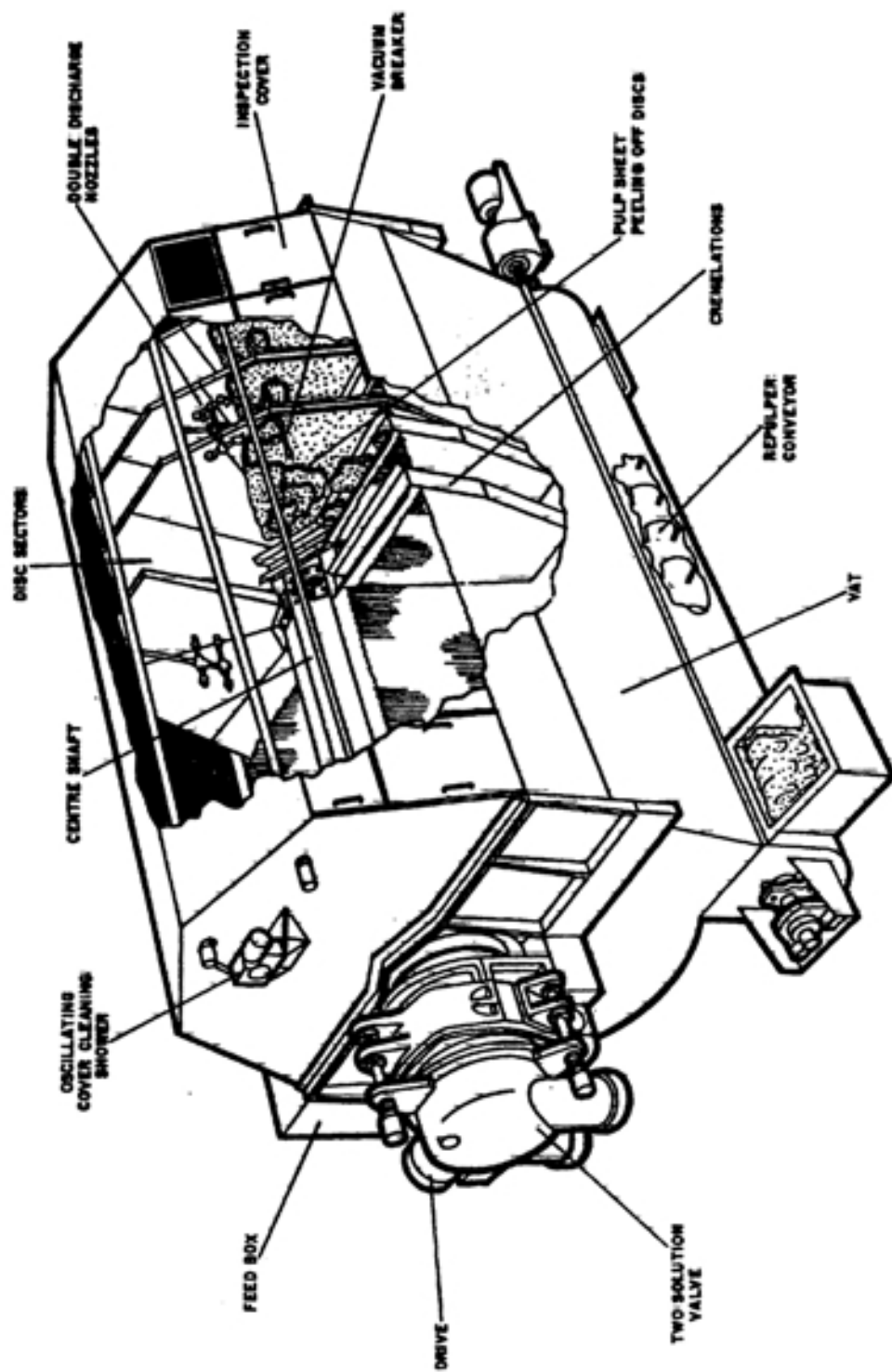
- **Disc filter**

สำหรับในหน่วยการนำเส้นใยกลับคืนนี้ Disc filter เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการนำเส้นใยกลับคืน

เมื่อน้ำ White water ผ่านเข้าเครื่อง Disc filter จะได้น้ำออกมา 3 ประเภทด้วยกัน คือ น้ำ Superclear น้ำ Clear และน้ำ Coudy ซึ่งในโรงงานที่มีระบบน้ำวงจรปิดจะใช้น้ำ Superclear ในบริเวณส่วนเฉพาะจุดในกระบวนการผลิต น้ำ Super Clear ที่กรองได้จาก Disc filter จะมีค่าของแข็งแขวนลอยประมาณ 10-20 มก./ล. น้ำ Clear จะมีค่าของแข็งแขวนลอยประมาณ 20-50 มก./ล. น้ำ Clear สามารถใช้ได้หลาย ๆ ส่วนของเครื่องผลิตกระดาษ เช่น นำไปใช้เป็นน้ำ shower ตรงช่วง Wet-end. ส่วนน้ำ Coudy สามารถนำไปใช้ในการเจือจางเยื่อเพื่อเตรียมเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษหรือใช้ในการเจือจาง broke และในโรงงาน Integrated Mill จะใช้น้ำส่วนนี้ในกระบวนการผลิตเยื่อระบบ Disc filter แสดงดังรูปที่ 4-19

- **Dissolved Air Flotation (DAF)**

ในระบบ DAF จะมีการเติมสารเคมีที่เป็นสารก่อตะกอน เช่น สารโพลิเมอร์ หรือ สารอิลคโตรไลต์ ลงไปในระบบเพื่อทำให้เศษเส้นใยละเอียด (Fine) และเศษขยะ (Trash) รวมตัวเป็นกลุ่มตะกอน ซึ่งจะทำให้ได้โครงสร้างที่สามารถเกาะติดกับฟองอากาศได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกตะกอน จากนั้นตะกอนเหล่านี้จะถูกทำให้ลอยขึ้น โดยการอัดอากาศเข้าไปในน้ำที่อยู่ภายใต้ความกดดันสูงกว่าบรรยากาศ เพราะต้องการให้อากาศละลายน้ำได้มากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นจึงลดความดันของน้ำลง ทำให้อากาศละลายน้ำได้น้อยลง อากาศส่วนเกินจะหนีออกจากน้ำเป็นฟองอากาศเล็ก ๆ ฟองอากาศนี้จะเป็นตัวพาตะกอนต่าง ๆ ในน้ำให้ลอยขึ้นมาบนผิวน้ำ หลังจากนั้นตะกอน



ပုံ ၅ 4-19 DISC FILTER SAVEALL (Dorr Oliver)

ရင်းမြစ် : State-of-the-art of the pulp and paper industry, Neil McCubbin Eng. 1984

เหล่านี้จะถูกรวบรวมและป้อนกลับเข้าสู่ส่วนเตรียมเยื่อ ส่วนน้ำ White water ที่ใสจะถูกนำออกมาทาง ส่วนล่าง ระบบ DAF แสดงดังรูปที่ 4-20

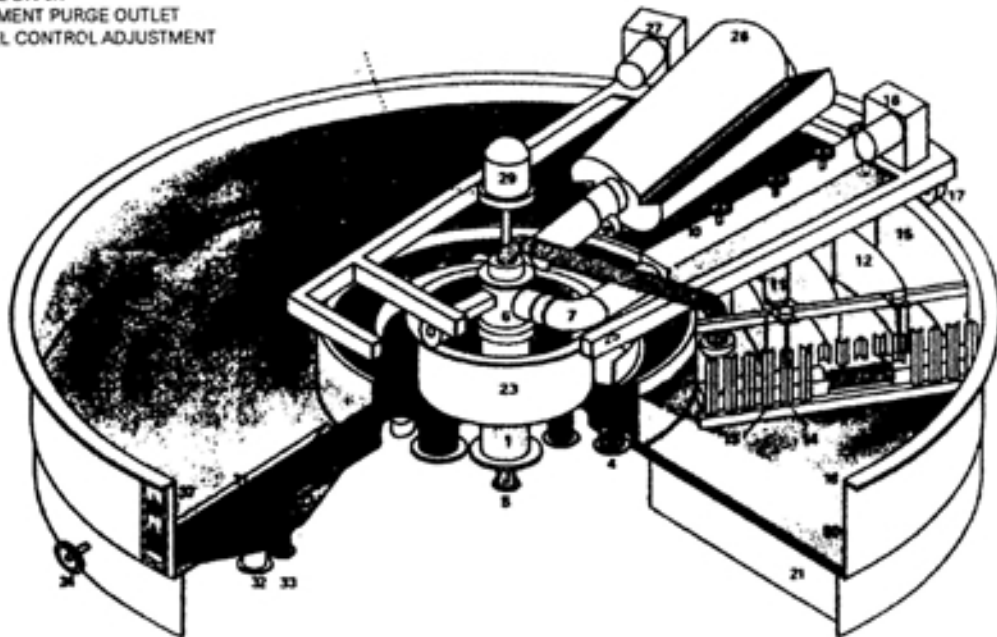
ข้อดีของระบบ flotation คือ สามารถกำจัดอนุภาคแขวนลอยขนาดเล็กได้ จึงเป็นประโยชน์อย่างมากในโรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษที่ต้องมีขั้นตอนกำจัดหมึก (Deinking) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ของแข็งในน้ำจากกระบวนการผลิตจะเป็นอนุภาคคอลลอยด์ การใช้ระบบ flotation ในการกำจัดหมึกจะทำให้ได้น้ำใส ซึ่งสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ ส่วนสลัดจ์ที่ลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนจะถูกปั๊มเข้าสู่ส่วน Sludge dewatering เพื่อรีดน้ำออกจากตะกอน แทนที่จะนำกลับมาใช้เคลือบในกระบวนการผลิต เหมือนกับโรงงานกระดาษที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์ (Virgin fiber) การใช้ระบบ DAF ในโรงงานผลิตกระดาษทิชชูซึ่งใช้เยื่อบริสุทธิ์ เป็นวัตถุดิบ สามารถลดการสูญเสียเส้นใย และลดปริมาณการใช้น้ำ Fresh water โดยมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1.3 ปี ซึ่งตัวอย่างการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์แสดงอยู่ในภาคผนวก ฉ.

ระบบ flotation โดยทั่วไปจะได้น้ำใสมาก แต่ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ซึ่งควรจะมีการติดตามตรวจสอบ และควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น พีเอช, อัตราการไหล ขนาดอนุภาคของฟองอากาศ และค่าความเข้มข้น (Consistency) อย่างไรก็ตาม ภายใต้การดำเนินงานในสถานะที่เหมาะสม ระบบนี้จะให้ประสิทธิภาพสูงมาก ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของวิธีการ Flotation คือ ทำให้น้ำอิมิตัวด้วยออกซิเจน ซึ่งจะช่วยป้องกันการก่อตัวของแบคทีเรีย

สำหรับข้อเปรียบเทียบของระบบ Disc filter และระบบ DAF แสดงดังตารางที่ 4-15

- |                 |   |
|-----------------|---|
| <u>ผลดี</u>     | - ช่วยเพิ่มปริมาณเส้นใยที่นำกลับคืน   |
|                 | - ช่วยลดมลพิษ   |
|                 | - ลดปริมาณน้ำทิ้ง   |
|                 | - น้ำที่กรองออกจากระบบ Save-all สามารถนำมาใช้แทนน้ำ fresh water ได้เป็นผลให้ปริมาณการใช้น้ำ Fresh water ลดลง  |
| <u>หมายเหตุ</u> | - ทั้งระบบ Disc filter และระบบ DAF สามารถจะนำมาใช้ได้ทั้งในโรงงานเก่าหรือโรงงานที่ต้งใหม่ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีโรงงานเก่าซึ่งมีพื้นที่บริเวณเครื่องจักรผลิตกระดาษจำกัดนั้น มีข้อจำกัดมากกว่า เนื่องจากมีปัญหาในด้านพื้นที่ว่างหรือผังโรงงาน |
|                 | - Disc filter เป็นระบบ Save all ที่เด่นที่สุดที่นำมาใช้ในโรงงานผลิตกระดาษทุกเกรด  |

1. RAW WATER INLET
2. CLARIFIED WATER OUTLET
3. FLOATED SLUDGE OUTLET
4. CLARIFIED WATER RECVCLE OUTLET
5. PRESSURIZED WATER INLET
6. ROTARY JOINT
7. RUBBER PIPE CONNECTION
8. PRESSURIZED WATER PIPING
9. PRESSURIZED WATER DISTRIBUTION HEADER
10. RAW WATER DISTRIBUTION HEADER
11. DISTRIBUTION HEADER OUTLET PIPES
12. FLOW CONTROL CHANNELS
13. TURBULENCE REDUCTION BAFFLES
14. ADJUSTABLE HEIGHT BAFFLE ATTACHMENT
15. FLOW CONTROL CHANNEL OUTER WALL
16. ROTATING CARRIAGE GERMOTOR DRIVE
17. CARRIAGE DRIVE WHEEL
18. WHEEL SUPPORT RIM
20. TANK WALL
21. TANK FLOOR SUPPORT STRUCTURE
22. ROTATING CLARIFIED WATER CONTAINMENT WALL
23. SLUDGE WELL
24. LEVEL CONTROL OVERFLOW WEIR
25. ROTATING CARRIAGE STRUCTURE
26. REVOLVING SPIRAL SCOOP
27. SPIRAL SCOOP GERMOTOR DRIVE
28. CLARIFIED WATER EXTRACTION PIPES
29. ELECTRICAL SLIP RING
30. TANK WINDOW
31. SEDIMENT REMOVAL SUMP
32. FINAL DRAIN
33. SEDIMENT PURGE OUTLET
34. LEVEL CONTROL ADJUSTMENT



**รูปที่ 4-20** Dissolved air flotation deinking effluent clarification.

**ที่มา :** Essential of Pulping and Papermaking, Chistopher J.Biermann, 1993

**ตารางที่ 4-15** ข้อเปรียบเทียบของระบบ Disc filter และระบบ Dissolved air flotation (DAF)

ระบบ Disc filter	ระบบ DAF
1. ไม่ต้องใช้สารเคมี	1. ใช้สารเคมี
2. ค่าใช้จ่ายในการ Operate ต่ำกว่าระบบ DAF	2. ค่าใช้จ่ายในการ Operate สูงกว่าระบบ Disc filter
3. การ Operate ง่ายกว่าระบบ DAF	3. การ Operate ค่อนข้างยากกว่า Disc filter
4. มีราคาแพงกว่าระบบ DAF	4. มีราคาต่ำกว่าระบบ Disc filter
5. สามารถรับ Shock load ได้ดี	5. ไม่สามารถรับ Shock load ได้

#### 4.8.5 การควบคุมข้อเสียของการใช้ระบบน้ำวงจรปิดในโรงงานผลิตกระดาษ

##### (Control of potential disadvantage of closing up the water systems)

ในการเพิ่มปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตกระดาษนั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้เพิ่มความเข้มข้นของอนุภาค สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในน้ำ ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของเยื่อ และสารเคมีที่ใช้ในการผลิตกระดาษด้วย และการใช้ระบบน้ำวงจรปิดจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักร คุณภาพของผลิตภัณฑ์กระดาษ และต้นทุนการผลิตอันเนื่องมาจากจะต้องเพิ่มปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้ ผลกระทบในด้านลบที่กล่าวถึงเหล่านี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหามาตรการควบคุม

มาตรการในการควบคุมผลเสียอันเนื่องมาจากระบบน้ำวงจรปิด ได้แก่

- การนำน้ำหล่อเย็น หรือน้ำ Sealing และน้ำ White Water กลับไปใช้เป็นน้ำ Shower ในเครื่องผลิตกระดาษนั้น น้ำเหล่านี้ควรจะนำมาบำบัดด้วยเครื่องกรองที่เหมาะสมก่อนเพื่อป้องกันการอุดตัน และการสึกหรอของอุปกรณ์ในเครื่องจักรผลิตกระดาษ

- น้ำ Sealing ที่นำกลับมาใช้ใหม่จะต้องนำมาผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanging equipment) หรือนำมาผสมกับน้ำ Make up เพื่อทำให้น้ำเย็นลง

- ในกรณีของโรงงาน Integrated Mill นั้น เยื่อควรจะถูกล้างอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนที่จะป้อนเยื่อกระดาษเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษจำเป็นต้องล้างเยื่ออย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดปริมาณสารแขวนลอยหรือสารที่ละลายได้ที่ปนมากับเยื่อ

- ควรพิจารณาความเหมาะสมของชนิดสารเคมีและสารเติมแต่งในการผลิตกระดาษอย่างรอบคอบ เมื่อนำเอาหลักการของระบบน้ำวงจรปิดมาปรับใช้ เนื่องจากสารเคมีบางชนิดจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปมากเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป







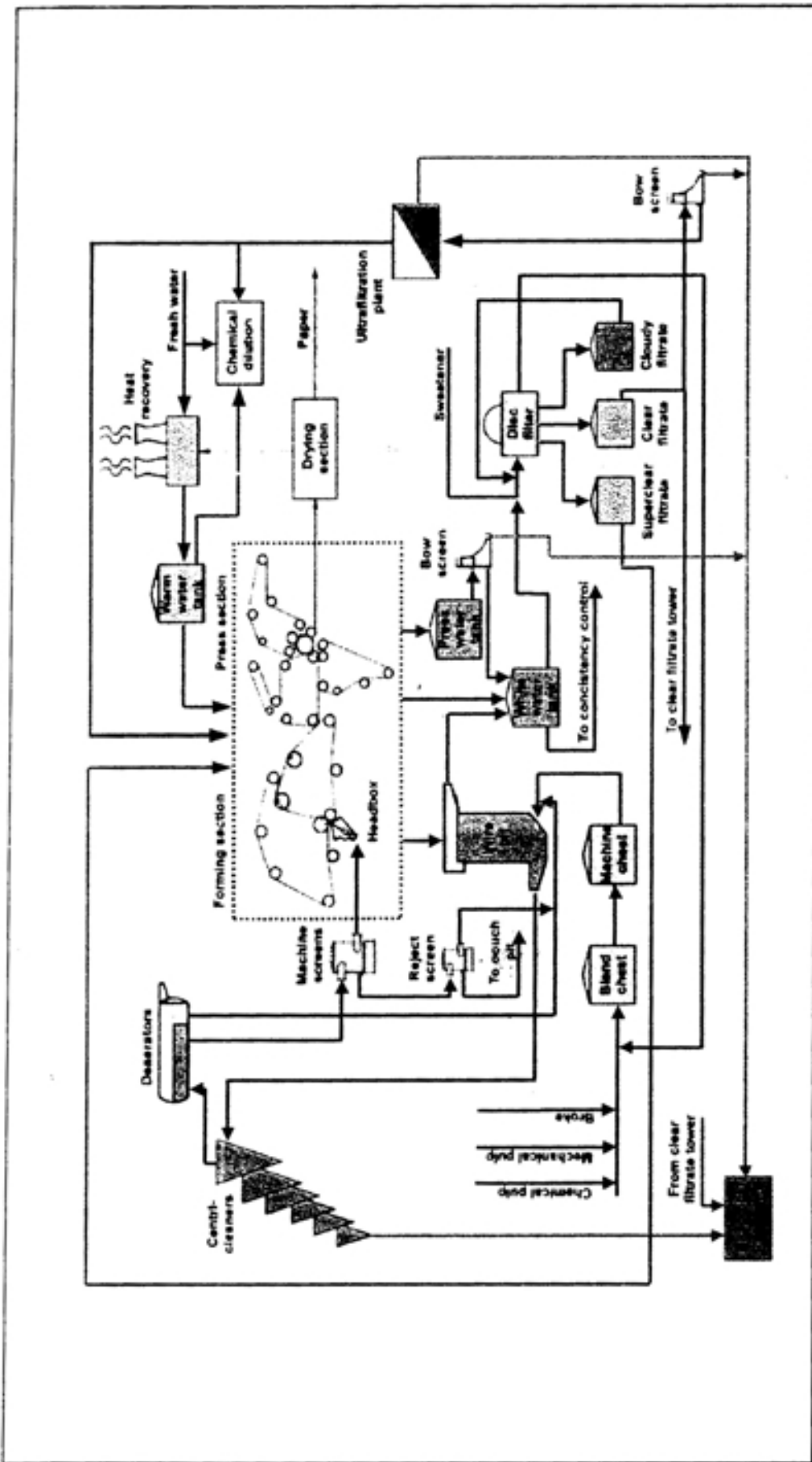
ประเด็นหลักที่ใช้ในการคัดเลือกเทคโนโลยีเมมเบรน สำหรับโรงงานผลิตกระดาษมีดังนี้

- ปริมาณน้ำสะอาด และคุณภาพน้ำที่ต้องการนำไปใช้ในสภาวะการดำเนินงานต่าง ๆ ตลอดจนผลกระทบต่อคุณภาพของเยื่อและกระดาษ
  - วิธีการกรองด้วยแรงดันสูง จะผลิตน้ำที่มีคุณภาพสะอาด แต่วิธีการนี้จะใช้ไฟฟ้ามากกว่า และต้องใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ และต้องการอุปกรณ์ในการบำบัดขั้นต้นที่มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการอุดตัน
  - ข้อกำหนดในการบำรุงรักษา (โครงสร้างเมมเบรนแบบ Symmetric หรือแบบ Asymmetric, การล้างด้วยกรดหรืออัลคาไลน์, การทำความสะอาดแบบอัตโนมัติหรือแบบต่อเนื่อง) เมมเบรนแบบ Symmetric จะมีแนวโน้มที่จะเกิดการอุดตันสูงกว่าชนิดอื่น การอุดตันนี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยรักษาสภาพความแปรปรวน (turbulent) บริเวณผนังเมมเบรนไว้แต่จะต้องใช้พลังงานมาก
  - การบำบัดขั้นสุดท้าย และการกำจัดความเข้มข้นสัจหรือของเสียที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีเมมเบรน ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นของเหลว และมีความเข้มข้นเพียงพอที่จะก่อให้เกิดความเป็นพิษกับระบบบำบัดน้ำเสียภายนอกได้ (External effluent treatment) นอกจากนี้เกลืออนินทรีย์บางชนิดที่อยู่ในของเสียนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นสารกัดกร่อน ดังนั้นจึงควรคัดเลือกอุปกรณ์และวัสดุที่นำมาใช้ทำท่อ

Ultrafiltration สามารถที่จะนำมาใช้เป็นระบบไต (kidney system) เพื่อจัดการสสารต่าง ๆ ที่อยู่ใน White water และระบบน้ำวงจรปิด สำหรับการบำบัด White water ภายในกระบวนการผลิตนั้น ระบบไตอาจประกอบด้วย Disc filter, Bow screen และระบบ Ultrafiltration น้ำ White water ที่ผ่านการกรองขั้นต้น แล้วจะถูกส่งเข้าสู่ feed tank ของระบบ Ultrafiltration และป้อนเข้าสู่หน่วย Ultrafiltration ต่อไป ระดับความดันจะคงไว้ในระดับต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้ที่ค่าประมาณ 0.7-0.8 บาร์ น้ำที่กรองได้จากระบบ Ultrafiltration จะมีคุณภาพเพียงพอที่ใช้สำหรับเป็นน้ำ shower, น้ำ sealing และน้ำที่ใช้สำหรับเจือจางสารเคมี ส่วนความเข้มข้นจากไส้กรองจะถูกส่งไปยังหน่วยบำบัดน้ำทิ้งหลัก แผนผังสำหรับโรงงานกระดาษที่ใช้ Ultrafiltration ในการทำน้ำ White water ให้บริสุทธิ์ แสดงดังรูปที่ 4-22

- ผลดี*
- ระบบ Ultrafiltration จะลดค่าบีโอดีได้ประมาณ 30%, ลดค่าซีโอดีได้ประมาณ 50% และลดค่าของแข็งแขวนลอยได้ถึง 100%
  - ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำ

*หมายเหตุ* มาตรการนี้มีผลเล็กน้อยต่อการนำเอาเส้นใย และฟิลเลอร์กลับมาใช้ใหม่ ส่วนน้ำที่ผ่านระบบ Ultrafiltration แล้วสามารถที่จะนำกลับมาใช้ในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรผลิตกระดาษได้ และสำหรับโรงงานที่ผลิตกระดาษชนิดกระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ไม่ต้องการคุณภาพสูง



รูปที่ 4-22 ตัวอย่างแผนผังโรงงานกระดาษที่ใช้ระบบ Ultrafiltration สำหรับกำจัดน้ำ White water ให้บริสุทธิ์  
 Source Document on best available techniques in the Pulp and Paper industry, Institute for prospective Technological Studies, 1998.

สามารถนำน้ำนี้มาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตโดยนำไปผสมรวมกับน้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียภายนอก

สำหรับของเสียที่เกิดจากการกรองด้วยเมมเบรนโดยปกติแล้วจะนำเข้าไปบำบัดในระบบบำบัดทางชีวภาพ หรือนำไปกำจัดโดยการเผา

ส่วนข้อจำกัดของไส้กรองจะถูกกำหนดโดยวัสดุที่ใช้ทำเมมเบรน ซึ่งไส้กรองจะไวต่อการอุดตันวันเสียแต่ว่าหน่วยนี้จะติดตั้งร่วมกับระบบกำจัดของแข็งขั้นต้น หรือติดตั้งระบบทำความสะอาดเมมเบรน โดยปกติแล้วจะต้องมีการล้างไส้กรองด้วยสารละลายกรด หรืออัลคาไลน์ ซึ่งจะทำให้เกิดปริมาณของเสียที่เป็นของเหลวขึ้นปริมาณเล็กน้อย นอกจากนี้ เมมเบรนจะต้องทำการเปลี่ยนเมื่อหมดอายุการใช้งาน

#### 4.8.7 การนำเอาสารเคลือบ และสีที่อยู่ในน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่

โรงงานกระดาษที่ผลิตกระดาษชนิดเคลือบจะมีอัตราการไหลของน้ำเสียจากส่วนเคลือบกระดาษประมาณ 2-5% ของอัตราการไหลของน้ำเสียรวมทั้งหมด ซึ่งน้ำเสียจากส่วนขั้นตอนเคลือบกระดาษจะประกอบด้วย Pigment และ กาว, ถ้าปล่อยน้ำเสียส่วนนี้ลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียภายนอกโดยไม่ได้ทำการบำบัดขั้นต้นก่อน จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบบำบัด ในอีกด้านหนึ่ง Pigment มีราคาแพง ดังนั้น การนำเอาสีเคลือบกลับมาใช้ใหม่นั้น จะมีผลต่อการลดต้นทุนในการผลิตด้วย

การจัดการของเสียที่เกิดจากการเคลือบผิวกระดาษประกอบด้วย

- การระบายสารเคลือบลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียให้มีปริมาณน้อยที่สุด โดยทำการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดเตรียมสารเคลือบอย่างเหมาะสม ปัจจัยที่สำคัญคือการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการดูแลรักษาที่ดี (Good Housekeeping)
- การออกแบบห้องผสมสารเคลือบที่เหมาะสม
- การนำเอาสารเคมีที่ใช้เคลือบกลับมาใช้ใหม่โดยใช้ระบบ Ultrafiltration

Ultrafiltration เป็นวิธีที่แยกสารเคมีและน้ำออกจากกันโดยใช้ Semipermeable membrane รูของเมมเบรนมีขนาดเล็ก ซึ่งยอมให้โมเลกุลของน้ำ, metallic ions, เกลือ และแบ่งผ่านไป ได้ ขณะที่ส่วนประกอบของสารเคลือบ เช่น Pigment และ binders ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ไม่สามารถผ่านได้ ระบบ Ultrafiltration ที่สมบูรณ์ประกอบด้วยตัวกรอง (filter) ถัง (tanks) ระบบท่อ (piping) อุปกรณ์ต่าง ๆ และระบบควบคุมตัวอย่างของระบบ Ultrafiltration สำหรับนำเอาสารเคลือบกลับมาใช้ใหม่แสดงดังรูปที่ 4-23



- ผลดี
- ช่วยลดปริมาณน้ำทิ้ง และของเสีย
  - ช่วยลดปริมาณน้ำใช้
  - ช่วยลดต้นทุน และประหยัดสารเคมีที่ใช้เคลือบ

หมายเหตุ Ultrafiltration เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับโรงงานที่ผลิตกระดาษชนิดเคลือบ แต่ไม่เหมาะสมสำหรับกระดาษบางชนิด

#### 4.8.8 มาตรการในการลดความถี่ และผลกระทบจากการระบายของเสียอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุ

เป้าหมายหลักของเครื่องจักรผลิตกระดาษ คือ จะต้องสามารถผลิตกระดาษได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดข้อขัดข้องจนกว่าจะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย การบำรุงรักษา ซึ่งไม่สามารถจะทำได้ในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน ดังนั้นจึงต้องทำการหยุดเครื่องชั่วคราว และทำการเดินเครื่องใหม่เมื่อทำการซ่อมบำรุงเสร็จแล้ว

โดยทั่วไปการระบายของเสียที่เกิดเนื่องจากอุบัติเหตุ มีสาเหตุมาจาก

- ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของเครื่องผลิตกระดาษ
- แผนการหยุดเดินเครื่องเพื่อซ่อมบำรุง และการเริ่มเดินเครื่องใหม่ (Start-ups)
- การจัดการที่ไม่ดีกับถัง White water หรือ Machine Broke Chest หรือการหยุดเครื่องเคลือบกระดาษ

โดยการปรับปรุงเครื่องจักรผลิตกระดาษให้เป็นแบบอัตโนมัติ และมีการตรวจสอบแผ่นกระดาษ และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องจักรซึ่งจะทำให้มีความรวดเร็ว และถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ การปล่อยน้ำเยื่อจากเฮดบ็อกซ์, ความเร็วของลูกกลิ้ง, ปุ่มปรับความเร็วต่าง ๆ และปริมาณไอน้ำที่ใช้ในส่วนการอบแห้ง จะต้องมีความสมดุลและมีปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้กระดาษมีคุณภาพดีขึ้น และเมื่อมีการควบคุมที่เหมาะสมจะช่วยลดจำนวนครั้งที่หยุดเดินเครื่องจักร นอกจากนี้ สำหรับกระบวนการผลิตกระดาษที่มีคุณภาพสูงนั้น การบด (Refining) และการทำความสะอาด (screening) จะต้องเป็นกระบวนการที่ตรงตามมาตรฐาน

สิ่งสำคัญที่สุดในการควบคุมให้เกิดอุบัติเหตุให้น้อยที่สุด คือ การมีถัง White water และถัง Broke ที่มีขนาดเหมาะสม ถัง broke (เศษกระดาษที่ฉีกขาดในระหว่างการผลิต) ควรจะมีปริมาตรเพียงพอที่จะเก็บรวบรวมเยื่อได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง ความสามารถในการเก็บรวบรวมน้ำ White water จะต้องได้สัดส่วนกับการกักเก็บ Broke ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้น้ำ Fresh water ในการตี Broke เพื่อนำกลับเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษใหม่ ในกรณีของเครื่องจักรผลิตกระดาษชนิดเคลือบผิว Broke ที่เก็บรวบรวมได้จากการเปิดหรือปิดเครื่องเคลือบเพื่อนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิต ต้องทำการควบคุม

อย่างระมัดระวัง เนื่องจากว่าสัดส่วนของ Coated Broke นั้น จะถูกจำกัดให้มีค่าต่ำเพื่อที่จะนำไปผสมกับเยื่อบริสุทธิ์ และ Broke ส่วนอื่น ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นบริเวณ Wet end ของเครื่องผลิตกระดาษ

การควบคุมระดับของ White water ในถังให้สัมพันธ์กับ Broke, เยื่อและแผนการผลิตเพื่อป้องกันการหกฉ่ำ (spillage)

ในโรงงานที่มีการเปลี่ยนชนิดกระดาษที่ผลิตบ่อย ๆ การควบคุมระดับน้ำในถัง white water จะทำได้ยากขึ้น เพราะปริมาณที่มีอยู่จะถูกควบคุมให้มีปริมาณต่ำ เพื่อให้เกิดการสูญเสียจากการทำความสะอาดน้อยที่สุดเมื่อเปลี่ยนชนิดกระดาษที่ผลิต ด้วยเหตุผลนี้จึงต้องมีการควบคุมลักษณะการป้อนเยื่อเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษให้มีความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ Broke มีปริมาณต่ำ

- ผลดี
- ช่วยลดการระบายของเสียทั้งของแข็ง และของเหลวจากเครื่องผลิตกระดาษ
  - ช่วยป้องกันความเสียหายอันเกิดเนื่องจากการระบายของเสียปริมาณมากลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

หมายเหตุ การควบคุมการระบายของเสียอันเกิดเนื่องมาจากอุบัติเหตุ นั้น มีความสำคัญเป็นลำดับแรก สำหรับเครื่องจักรผลิตกระดาษ และสามารถนำไปปรับใช้ได้ทั้งในโรงงานที่ตั้งอยู่แล้ว และในโรงงานที่ตั้งขึ้นใหม่ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับโรงงานเก่า ก็คือไม่มีที่วางพอเพื่อจะขยายถึงกักเก็บน้ำและเยื่อ

สำหรับข้อสรุปของมาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษในกระบวนการผลิตกระดาษในแต่ละขั้นตอนการผลิตแสดงดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษจากระบวนการผลิตกระดาษ

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษฯ
<p>ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ (Stock preparation)</p>	<p><b>+ ใช้โพลีลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารด้านการขีมน้ำแทนการใช้ ALUM</b></p> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรับปรุงคุณสมบัติของเยื่อในการให้น้ำไหลผ่านไปได้ดีขึ้น</li> <li>- เพิ่ม filter retention</li> <li>- ทำให้สามารถผลิตกระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานสูงๆได้</li> <li>- ลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง</li> </ul> <p><b>หมายเหตุ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทางเลือกนี้ยังไม่ถูกทดลองใช้ในโรงงานที่ใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเป็นวัตถุดิบ</li> <li>- การด้านการขีมน้ำจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้โพลีลูมิเนียมซัลเฟตร่วมกับ Cationic Starch</li> </ul> <p><b>+ การใช้อุปกรณ์เพื่อตรวจวัดค่า Consistency</b></p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อุปกรณ์ที่ใช้ : Consistency indicator</li> </ul> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำให้การควบคุมค่า Consistency ง่ายขึ้น</li> <li>- หลีกเลี่ยงการผลิตกระดาษที่ได้น้ำหนักมาตรฐานไม่แน่นอน</li> <li>- ลดปริมาณกระดาษที่ฉีกขาดในกระบวนการผลิต</li> <li>- ทำให้กระดาษแห้งทั่วแผ่นอย่างสม่ำเสมอ</li> <li>- ช่วยลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง</li> </ul> <p><b>หมายเหตุ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อุปกรณ์มีราคาแพง จึงอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับโรงงานขนาดเล็ก แต่เหมาะสำหรับนำไปใช้กับโรงงานขนาดใหญ่</li> </ul> <p><b>+ การติดตั้งตัวควบคุมระดับ และแผ่นกั้นสำหรับถังผสม</b></p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อุปกรณ์ที่ใช้ : Level controller</li> <li style="padding-left: 40px;">Retaining walls</li> <li style="padding-left: 40px;">Alarm</li> </ul> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยลดมลพิษในน้ำทิ้ง</li> </ul> <p><b>+ การป้องกัน Over refining</b></p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อุปกรณ์ที่ใช้ : อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์เส้นใย</li> </ul> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า</li> <li>- ช่วยปรับปรุงคุณภาพกระดาษให้ดีขึ้น</li> <li>- ลดความสกปรกในน้ำเสีย</li> </ul> <p><b>+ ป้องกันเยื่อหกหล่นจากเฮดบ็อกซ์ โดยวางแผ่นกั้นไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม บริเวณส่วนปลายของตะแกรง</b></p> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยเพิ่มปริมาณเส้นใยนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากขึ้น</li> <li>- ทำให้สภาพในบริเวณทำงานดีขึ้น</li> </ul>





ตารางที่ 4-16 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษฯ
<p>เครื่องจักรผลิตกระดาษ (Paper Machine)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดการเจือจางในถังคูช</li> <li>- ลดปริมาณของแข็งแขวนลอย และซีไอดี</li> </ul> <p>+ การนำน้ำจากบ่อตะแกรงใต้ลวดเดินแผ่นไปใช้เป็นน้ำ Shower</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b> - อุปกรณ์ที่ใช้ : หน่วยกรองต่างๆ ปั๊มแรงดันสูง</p> <p><b>ผลดี</b> - ลดปริมาณการใช้น้ำ - ลดปริมาณน้ำทิ้ง</p> <p><b>หมายเหตุ</b> - เพื่อป้องกันการอุดตันของเส้นใยในระบบ Shower จึงควรกรองน้ำจากบ่อตะแกรงใต้ลวดเดินแผ่นด้วยระบบ poly disc save all</p> <p>+ ใช้ Double felting เพื่อลดการถอนผิวกระดาษจากการกด</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b> - อุปกรณ์ที่ใช้ : เพิ่ม Felt rolls</p> <p><b>ผลดี</b> - ลดปริมาณกระดาษที่ฉีกขาด - ลด VOC ในน้ำเสีย</p> <p>+ เปลี่ยน Conventional gland seal เป็น Mechanical seal</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b> - อุปกรณ์ที่ใช้ : Mechanical seal</p> <p><b>ผลดี</b> - ลดการใช้น้ำ</p> <p>+ ปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนอบแห้ง</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b> - อุปกรณ์ที่ใช้ : Hood ที่มีอัตราความเร็วสูง</p> <p><b>ผลดี</b> - เพิ่มความสามารถในการผลิตกระดาษ - เพิ่มประสิทธิภาพในส่วนอบแห้ง - ช่วยลดมลพิษทางอากาศ</p> <p><b>หมายเหตุ</b> - วิธีการนี้จะเสียค่าใช้จ่ายสูงสำหรับโรงงานขนาดเล็ก - ในการที่จะติดตั้งระบบนี้จะต้องทำการ Shut down - วิธีการนี้จะใช้ในขั้นตอนการอบแห้งขั้นสุดท้าย</p> <p>+ การติดตั้งเครื่องตีเศษกระดาษจากการผลิตในบริเวณเครื่องจักรผลิตกระดาษ</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b> - อุปกรณ์ที่ใช้ : Broke pulper, ท่อลำเลียงเยื่อ และปั๊ม</p> <p><b>ผลดี</b> - ลดการผลิตซ้ำ - ลดปริมาณการใช้ฟิลเลอร์และสารเคมี - ลดมลพิษ</p>

ตารางที่ 4-16 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษฯ
	<p>+ การติดตั้งระบบควบคุมคุณภาพแบบ On-line</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ฮาร์ดแวร์ : ต้องทำการศึกษาย่างละเอียด</li> <li>- ช่วยทำให้การผลิตดีขึ้น</li> <li>- ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น</li> <li>- ช่วยทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น</li> <li>- ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำและพลังงาน</li> </ul> <p>+ การติดตั้งระบบนำเส้้นใยกลับคืน</p> <p><b>เทคนิคที่ใช้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อุปกรณ์ที่ใช้ : เช่น DAF , Disc filter , Sedimentation เป็นต้น</li> </ul> <p><b>ผลดี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยเพิ่มปริมาณเส้้นใยกลับคืน</li> <li>- ช่วยลดมลพิษ</li> <li>- ลดปริมาณน้ำทิ้ง</li> </ul> <p>+ ปรับปรุงเครื่องจักรผลิตกระดาษให้เป็นแบบอัตโนมัติ และมีการตรวจสอบแผ่นกระดาษ และพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่องจักร</p> <p>+ การจัดให้มีถัง White water และ ถัง broke ที่ขนาดเหมาะสม</p> <p>+ ควบคุมระดับของ White water ในถังให้สัมพันธ์กับ Broke เยื่อ และแผนการผลิต เพื่อป้องกันการหกหล่น</p>
<p>หน่วยสาธารณูปโภค ได้แก่ หม้อไอน้ำ</p>	<p>+ ปฏิบัติตามมาตรการดูแลรักษาหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การหุ้มฉนวนที่ Feed Water Tank และ Condensate Recovery Tank</li> <li>- การหุ้มฉนวนที่เหมาะสมบริเวณท่อไอน้ำ</li> <li>- การหุ้มฉนวนบริเวณท่อที่นำคอนเดนเสทกลับมาใช้</li> <li>- จัดเส้นท่อไอน้ำและคอนเดนเสทให้ถูกต้องตามหลักที่เหมาะสม</li> </ul>

## การบำบัดของเสีย

ของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ แบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ น้ำเสีย (Wastewater) กากของเสีย (Solid Waste) และอากาศเสีย (Air Pollution) ในการจัดการของเสียให้ประสบความสำเร็จนั้น จำเป็นต้องมีระบบควบคุมที่ดี มีโปรแกรมการติดตามตรวจสอบที่เชื่อถือได้ และมีวิธีการจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งแนวทางในการจัดการของเสียแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 5.1 การบำบัดน้ำเสีย

## 5.1.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษและโรงงานกระดาษมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตและกระบวนการผลิต จากผลการสำรวจศึกษาเมื่อพิจารณาจากพารามิเตอร์ที่สำคัญ 4 ตัว ของลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย (Influent) สามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 5-1

## 5.1.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้การบำบัดน้ำเสียมักจะมุ่งเน้นไปในทางที่จะปรับ pH ของน้ำเสีย ลดปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids; SS) เช่น เส้นใย การลดสารที่จะช่วยเพิ่มค่า BOD และ COD ในน้ำ ซึ่งได้แก่ ลิกนิน และ Saccharine จากเปลือกไม้ รวมทั้งการลดเรซินและสารไดออกซิน นอกจากนี้ในกรณีที่ใช้เศษกระดาษเก่าเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อ จะมีน้ำเสียที่เกิดจากการล้างหมึกของเศษกระดาษเดิม (De-inking Process) ซึ่งน้ำเสียในส่วนนี้มีค่าของสารแขวนลอย (SS) ความสกปรกในรูป BOD และ COD สูง

น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเยื่อ และผลิตกระดาษ ส่วนหนึ่งได้มีการนำกลับไปใช้ใหม่ ตามลำดับความสะอาด อย่างไรก็ตาม ยังคงมีน้ำเสียที่ไม่สามารถนำกลับไปใช้ได้ จำเป็นต้องทำการบำบัดเพื่อลดความสกปรกก่อนปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำภายนอก จากการสำรวจของบริษัท (ตารางที่ 5-2) พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงเป็นระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) มากที่สุด ทั้งโรงผลิตเยื่อ โรงผลิตกระดาษ และโรงผลิตเยื่อและกระดาษ น้ำที่ผ่าน

การบำบัดแล้ว (Effluent) ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของทางราชการ ซึ่งวิธีบำบัดน้ำเสียจากโรงผลิตเยื่อ และโรงผลิตกระดาษในปัจจุบัน มีขั้นตอนดังนี้

### ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น

การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment) ที่สำคัญ ได้แก่ การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสีย และการลดของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid) โดยการบำบัดขั้นต้น ได้แก่

#### 1) การกำจัดของแข็งแขวนลอยด้วยตะแกรง

ตะกอนแขวนลอยขนาดใหญ่ อาจทำความเสียหายให้กับเครื่องสูบน้ำและทำให้ระบบบำบัดในขั้นทุติยภูมิได้ผลไม่เต็มที่ การกำจัดของแข็งแขวนลอยเหล่านี้ส่วนใหญ่จะใช้ตะแกรง (Screen) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ ตะแกรงหยาบ และตะแกรงละเอียด

ตารางที่ 5-1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่สำคัญของโรงงานเยื่อกระดาษและโรงงานกระดาษ

ประเภทผลิตภัณฑ์	น้ำเสียเข้าระบบบำบัด (Influent)			
	pH	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
<u>1. ประเภทผลิตเยื่อกระดาษ</u>				
1.1 โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ, กระดาษแข็ง และกระดาษคราฟท์	7.3	914	2,452	1,157
1.2 โรงงานเยื่อกระดาษ โรงที่ 1	7.5	460	2,058	340
1.3 โรงงานเยื่อกระดาษ โรงที่ 2	7.2	2,060	5,180	2,190
1.4 โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ	6.7	415	1,001	276
<u>2. ประเภทผลิตกระดาษคราฟท์</u>				
2.1 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 1	6.8	191	176	605
2.2 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 2	9.0	1,500	2,000	1,000
2.3 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 3	5.8	575	1,000	1,000
2.4 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 4	6.5	1,000	2,500	1,474
2.5 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 5	7.4	295	508	398
2.6 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 6	6.0	1,000	1,750	1,500
2.7 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 7	6.8	756	1,273	165
2.8 โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 8	7.0	1,500	3,000	1,100

## ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ประเภทผลิตภัณฑ์	น้ำเสียเข้าระบบบำบัด (Influent)			
	pH	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
3. ประเภทผลิตภัณฑ์อื่น ๆ				
3.1 โรงงานกระดาษสา โรงที่ 1	6.5	77	267	98
3.2 โรงงานกระดาษสา โรงที่ 2	8	360	1,335	950
3.3 โรงงานกระดาษสา โรงที่ 3	7.8	200	-	850
3.4 โรงงานกระดาษไหว้เจ้า โรงที่ 1	7.5	302	733	67
3.5 โรงงานกระดาษไหว้เจ้า โรงที่ 2	9.0	800	1,500	600
3.6 โรงงานกระดาษขอนามัย โรงที่ 1	8.1	637	2,936	2,940
3.7 โรงงานกระดาษขอนามัย โรงที่ 2	7.6	240	475	1,416
3.8 โรงงานกระดาษขอนามัย โรงที่ 3	7.2	630	2,600	2,400
3.9 โรงงานกระดาษขอนามัย โรงที่ 4	6.8	125	-	130
3.10 โรงงานกระดาษแข็ง	7.8	510	1,040	825
3.11 โรงงานกระดาษพิมพ์เขียน โรงที่ 1	7.1	136	235	405
3.12 โรงงานกระดาษพิมพ์เขียน โรงที่ 2	7.6	198	560	505
3.13 โรงงานกระดาษพิมพ์เขียน โรงที่ 3	7.5	99	439	211
3.15 โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 2	7.2	150	400	500
3.16 โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 3	7.3	1,200	1,300	500
3.17 โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 4	6.4	1,450	2,740	725
3.18 โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 5	6.8	150	300	90
3.19 โรงงานกระดาษใส่กรอง	6.7	36	390	276
3.20 โรงงานกระดาษหนังสือพิมพ์	6.9	800	3,000	3,500

**ที่มา :** จากการสำรวจโดยบริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด (พ.ศ. 2541)

ก) ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) จะประกอบด้วยแท่งซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ และอาจมีรูปร่างได้หลายลักษณะ เช่น แท่งสี่เหลี่ยม หรือแท่งกลม ฯลฯ สำหรับตะแกรงหยาบ

มีช่องว่างระหว่างแท่งตั้งแต่ 10 มม. ขึ้นไป วางขวางทิศทางการไหลของน้ำ ทำหน้าที่ดักเศษขยะขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ในระบบบำบัด เช่น เครื่องสูบน้ำ ท่อวาล์ว

ข) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) จะมีช่องเปิดเล็กมากอยู่ในช่วง 2-6 มม. เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับดักเศษวัสดุที่มีขนาดเล็กที่ปนมากับน้ำเสียเพื่อมิให้ตกตะกอนในบ่อบำบัด

## 2) การปรับสภาพสมดุล

ในขั้นตอนกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีน้ำเสียออกมา จะมีลักษณะสมบัติและการใช้น้ำที่แตกต่างกัน โดยทั่วไประบบบำบัดน้ำเสียจะทำงานได้ดีในสภาวะที่มีอัตราการผลิตของน้ำเสียและความเข้มข้นของน้ำเสีย (BOD, COD ฯลฯ) ที่สม่ำเสมอ เพราะฉะนั้นการปรับสภาพสมดุลของระบบเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้อัตราการผลิตและความเข้มข้นของน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบมีอย่างสม่ำเสมอ ป้องกันการเกิดภาวะ Shock load ซึ่งส่งผลให้ระบบทุติยภูมิที่เป็นระบบบำบัดทางชีววิทยามีประสิทธิภาพการทำงานลดลง

### ตารางที่ 5-2 ผลการสำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเยื่อและกระดาษ

ผลิตภัณฑ์	ประเภทระบบบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)
1. เยื่อกระดาษฟอกจากยูคาลิปตัส	ระบบตะกอนเร่ง	94.5	9,000
2. เยื่อกระดาษฟอกขาวโดยใช้กระบวนการซัลเฟต	ระบบตะกอนเร่ง	98.47	24,000
3. เยื่อชานอ้อยฟอกขาว เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี เยื่อยูคาลิปตัสกึ่งเคมี	Primary treatment + ระบบตะกอนเร่ง	99.4	8,850
4. กระดาษพิมพ์เขียนกำลังการผลิตมากกว่า 30 ตัน/วัน	ระบบบ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อผึ่ง	67	4,000
5. กระดาษพิมพ์เขียนกำลังการผลิต 30 ตัน/วัน	ระบบตะกอนเร่ง	93.4	4,000

ตารางที่ 5-2 ผลการสำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเยื่อและกระดาษ

ผลิตภัณฑ์	ประเภทระบบบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)
6. กระดาษคราฟท์ขนาดเล็ก	บ่อบำบัด + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝู้ง	83.72	900
7. กระดาษแข็งเคลือบแป้ง	บ่อบำบัด + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝู้ง	66.66	1,175
8. กระดาษคราฟท์ + กระดาษลูกฟูก	ถังไร้อากาศ + ระบบตะกอนเร่ง	95.9	3,500
9. กระดาษกล่องเคลือบผิวสีขาว + GYMSUM LINER BOARD	ระบบตะกอนเร่ง	98.48	7,000
10. กระดาษอนามัยขนาดกลาง	ระบบตะกอนเร่ง + SAND FILTER	98.57	1,400
11. กระดาษอนามัย เช่น กระดาษชำระ กระดาษเช็ดปาก	บ่อบำบัด + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝู้ง	98.5	1,200
12. กระดาษหนังสือพิมพ์	ระบบตะกอนเร่ง + บ่อฝู้ง	97.12	10,500
เยื่อใยสั้น ฟอกขาว และกระดาษพิมพ์ เขียนชนิดไม่เคลือบผิว กระดาษพิมพ์เขียน ชนิดเคลือบผิว	ระบบตะกอนเร่ง	98	23,000

ที่มา : จากการสำรวจ โดย บริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (พ.ศ. 2541)



### 3) การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ในกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษจะมีการใช้สารเคมีที่เป็นกรดหรือด่างเพื่อปรับสภาพการทำงาน ซึ่งสารเคมีเหล่านี้ยังคงติดไปกับน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัด ค่าความเป็นกรดหรือด่างจะมีผลต่อการบำบัดน้ำเสียในระบบชีวภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับความเป็นกรดหรือด่างของน้ำเสียให้มีสภาวะเป็นกลางซึ่งมีความเหมาะสมในการบำบัดทางชีวภาพ การปรับสภาพความเป็นกรดหรือด่าง น้ำเสียจะถูกส่งไปยังถังปรับ pH ซึ่งจะมีปั๊มสารเคมีจำพวกกรดหรือด่างทำหน้าที่ปรับ pH ของน้ำเสียให้เป็นกลาง โดยมี pH คอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมปั๊มสารเคมี

#### ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ

การบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ (Secondary Treatment) หรือการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 โดยมากเป็นการบำบัดทางชีววิทยา เพื่อลดความสกปรกของสารอินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนในน้ำให้น้ำเสียลดความสกปรกจนอยู่ในเกณฑ์ที่จะระบายทิ้งได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้สำหรับโรงผลิตเยื่อ และโรงผลิตกระดาษเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Method) การบำบัดขึ้นอยู่กับการให้ออกซิเจน และภาวะบรรทุกละลายสารอินทรีย์ การให้ออกซิเจนของบ่อกึ่งไร้อากาศ (facultative ponds), บ่อแบบธรรมชาติ และบ่อพัก ได้มาจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและพืช และจากการดูดซับจากอากาศ ในระบบบ่อเติมอากาศนั้นจะมีการใช้เครื่องเติมอากาศ สภาวะที่บ่อมีอุณหภูมิสูงจะช่วยให้ปฏิกิริยาทางจุลชีวศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย แต่ค่าการละลายของออกซิเจนจะมีค่าต่ำ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนที่นิยมมี 3 ระบบ ได้แก่ ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) และระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) โดยมีหลักการทำงานดังนี้

#### 1) ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

เป็นกระบวนการที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยจุลินทรีย์จำนวนมากที่แขวนลอยอยู่ในน้ำตะกอนของถังเติมอากาศ และต้องควบคุมความเข้มข้นของจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยการย้อนกลับจุลินทรีย์บางส่วนที่ตกตะกอนในถังตกตะกอน ในขณะที่ตะกอนส่วนเกิน (Excess Sludge) จะถูกนำไปกำจัด เช่น ผ่านการย่อยสลายหรือนำไปตากแห้ง น้ำใสส่วนบนที่ไหลล้นออกจากถังตกตะกอนจะได้มาตรฐานสามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ ระบบตะกอนเร่งจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพได้ ก็ต่อเมื่อสภาวะแวดล้อมในถังเติมอากาศเหมาะสมต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) กล่าวคือ

- ปริมาณออกซิเจนในน้ำตะกอนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 มก./ลิตร
- ถ้าต่ำกว่านี้ แบคทีเรียชนิดเส้นใยจะเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้ตะกอนเกาะกันได้ยาก น้ำทิ้งจะขุ่น
- ต้องมีอาหารเสริมเพียงพอ ที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตราส่วน BOD : N : P = 100 : 5 : 1 ถ้าอาหารเสริมไม่เพียงพอ จะมีผลกระทบต่อระบบ

นิเวศน์ในถังเติมอากาศ เช่น การขาดไนโตรเจน ว่าจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์จมตัวได้ยาก เป็นต้น

- ค่า pH จะต้องอยู่ในช่วง 6.5-9.0 ถ้า pH ต่ำกว่า 6.5 จะมีวาเกิดขึ้นมาก แต่ถ้า pH สูงเกินไป จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ช้า

- อุณหภูมิไม่ควรเกิน 40 °C

การเลือกระบบตะกอนเร่งที่ดีจะต้องสร้างง่าย ควบคุมง่าย และมีค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายต่ำ โดยทั่วไประบบบำบัดที่ใช้การเติมอากาศจะมีหลักการเดียวกัน การวางแผนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย อาจพิจารณาทำเป็นลำดับดังนี้

(1) บ่อปรับเสถียร (Stabilization Ponds)

(2) สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

(3) เลี้ยงตะกอนเร่งแบบธรรมดาหรือแบบยืดเวลา

(Conventional Activated Sludge or Extended Aeration)

(4) เลี้ยงตะกอนเร่งแบบ 2 ชั้น (Two Stage Activated Sludge)

การที่จะเลือกใช้ระบบบำบัดประเภทใดนั้น มีปัจจัยที่สำคัญ

อยู่ 5 ปัจจัย คือ

(1) ค่าลงทุนก่อสร้าง

(2) ขนาดพื้นที่ในการก่อสร้าง

(3) ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัด

(4) ความยากง่ายในการเดินระบบ

(5) ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่ต้องนำไปกำจัด และความ

ยากง่ายในการกำจัดตะกอน

## 2) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ โดยทั่วไปบ่อมีความลึกประมาณ 2.5-4.0 เมตร ระบบบ่อเติมอากาศมีความต้องการใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบบ่อตามธรรมชาติมาก ระบบบ่อเติมอากาศแบ่งเป็น 2 แบบ แบบแรกเป็นแบบที่มีการผสมอย่างสมบูรณ์ เครื่องเติมอากาศในบ่อนี้จะมีกำลังเพียงพอให้ตะกอนทั้งหมดแขวนลอยอยู่ได้ จึงไม่มีการตกตะกอนจมนั่นบ่อ และมีก๊าซออกซิเจนทั่วถึงตลอดความลึก ส่วนแบบที่สองเป็นแบบผสม เครื่องเติมอากาศในบ่อนี้จะให้ออกซิเจนพอเพียงกับน้ำในบ่อ แต่ไม่มากพอที่จะให้ตะกอนแขวนลอยอยู่ได้ทั้งหมด

ตะกอนบางส่วนจะจมลงและเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ ดังนั้นส่วนล่างของบ่อจะอยู่ในสภาวะไร้อากาศ ส่วนด้านบนซึ่งมีออกซิเจนเพียงพอจะอยู่ในสภาวะใช้อากาศ

ออกซิเจนในบ่อได้จากการเติมอากาศโดยใช้พลังงานไฟฟ้า ระบบบ่อเติมอากาศมีการใช้พื้นที่น้อยกว่าบ่อแบบอื่น และมีระยะเวลาที่เก็บสั้น (1-10 วัน) ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเสีย

### 3) ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond)

เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียแบบอาศัยธรรมชาติ โดยใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน จุลินทรีย์ในบ่อจะมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน ระบบบ่อผึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ บ่อแบบมีออกซิเจน (Aerobic pond) บ่อแบบไม่มีออกซิเจน (Anaerobic pond) และบ่อแบบกึ่งมี/ไม่มีออกซิเจน (Facultative pond)

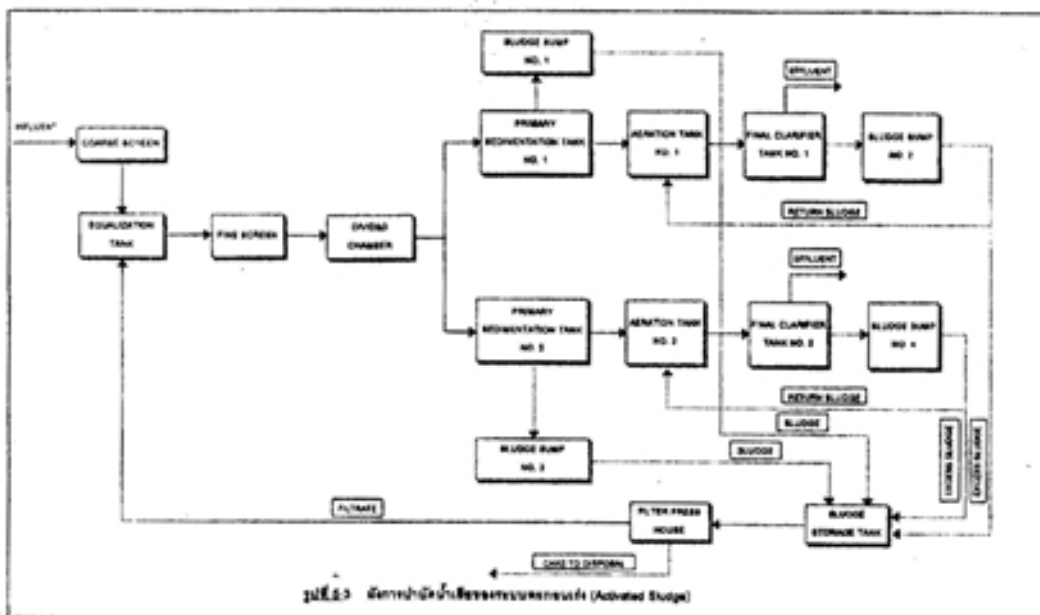
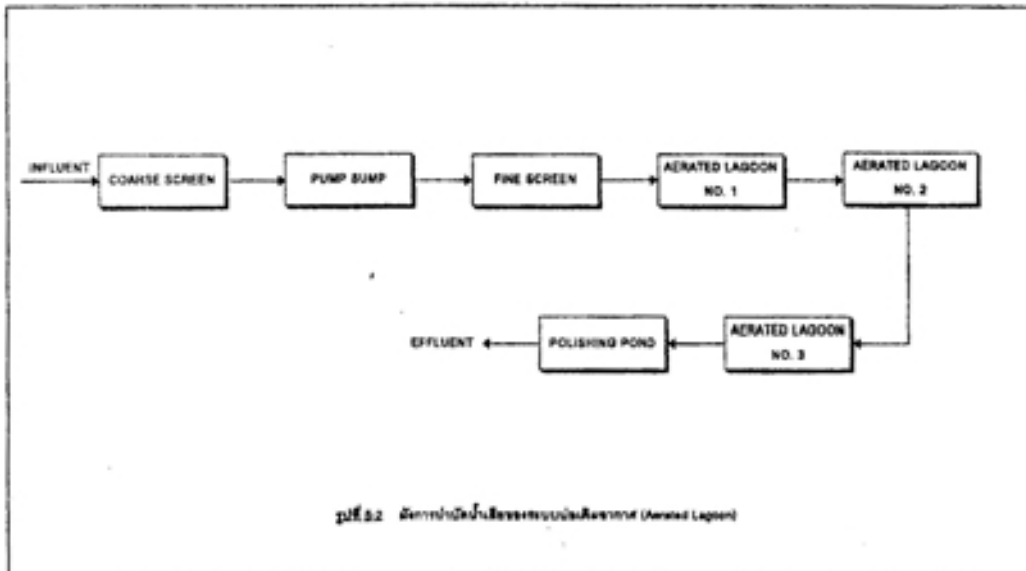
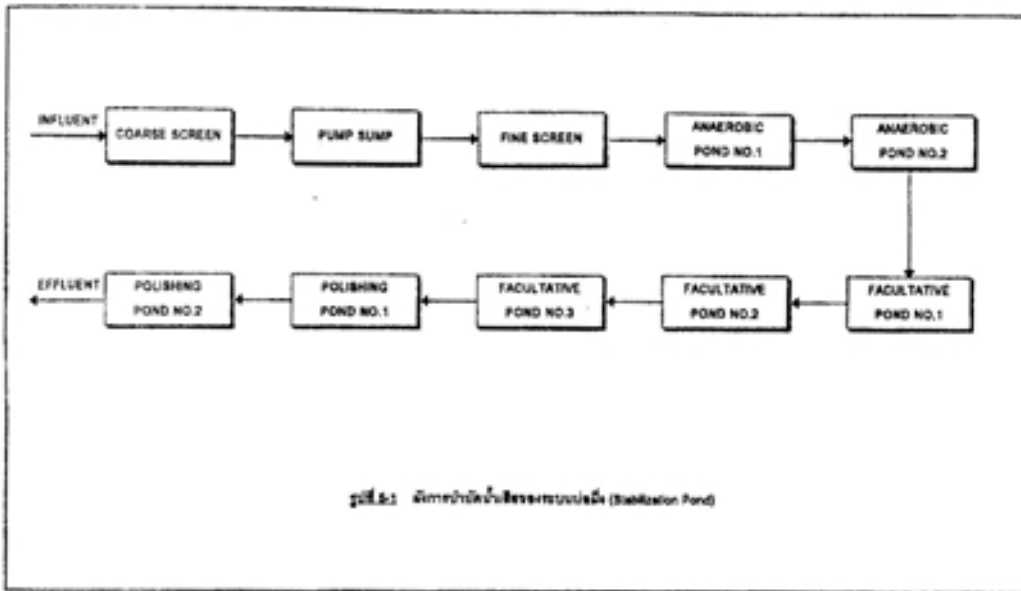
แนวทางการบำบัดน้ำเสียของแต่ละระบบดังแสดงในผังการบำบัดรูปที่ 5-1 ถึง

5-3

### การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพต่าง ๆ ที่กล่าวถึง ได้แก่ ระบบบ่อผึ่ง ระบบบ่อเติมอากาศ และระบบตะกอนเร่ง เป็นระบบบำบัดที่สามารถบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเยื่อ และกระดาษให้ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของทางราชการได้ แต่ระบบใดจะมีความเหมาะสมมากที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พื้นที่ เงินลงทุน บุคลากร คุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ เป็นต้น ดังนั้นได้แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดทั้งสามดังตารางที่ 5-3 เพื่อประกอบการพิจารณาในเบื้องต้นในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมของโรงงานในแต่ละแห่ง

ในการ operate ระบบบำบัดน้ำเสีย นอกจากต้องดูแลการทำงานของระบบให้เป็นไปตามที่ออกแบบแล้ว ยังมีการใส่สารเคมีภายนอก เพื่อช่วยในการบำบัดน้ำเสีย อาทิ Urea (46%) และ  $H_3PO_4$  (85%) สำหรับใช้เป็นอาหารเสริม  $Ca(OH)_2$  สำหรับปรับค่า pH และ PE  $\approx 10$  ppm เพื่อช่วยให้ตะกอน Sludge จับตัวได้ดี นอกจากนี้ ยังอาจใช้วิธีฟล็อกคูเลชัน (Flocculation Treatment) ซึ่งเป็นวิธีการลดสารแขวนลอยพวก Colloidal Particle โดยใช้สารอนินทรีย์เป็น Flocculants ได้แก่ อลูมิเนียมซัลเฟต (Aluminium Sulphate) หรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide) วิธีการนี้จะช่วยลดค่า COD และ BOD ในน้ำเสียได้ระดับหนึ่ง



ตารางที่ 5-3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบบ่อฝัง ระบบบ่อเติมอากาศและระบบตะกอนเร่ง

ประเภทของระบบ บำบัดน้ำเสีย	ระบบบ่อฝัง (Stabilization Pond)	ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)
ข้อดี	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไม่ต้องใช้ควบคุมความสูง (น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ)</li> <li>2. ต้นเบ็ดเสร็จงานน้อยกว่าระบบอื่น ๆ</li> <li>3. ต้นเบ็ดเสร็จค่าก่อสร้างน้อย</li> <li>4. ค่าดำเนินการต่ำที่สุด</li> <li>5. ง่ายต่อการปรับปรุงความเข้มข้นของบีโอดีได้สูง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไม่ต้องใช้ควบคุมความสูง เพราะไม่ต้องควบคุมตะกอนจุลินทรีย์</li> <li>2. ต้นเบ็ดเสร็จงานน้อยกว่าระบบบำบัดอื่นที่ใช้เครื่องจักรกล</li> <li>3. ก่อสร้างง่ายไม่ต้องสูงตะกอนกลับ</li> <li>4. มีตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดน้อย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบมีประสิทธิภาพสูงมากกว่า 90%</li> <li>2. ใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบตะกอนเร่ง</li> <li>3. ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่น</li> <li>4. คุณภาพน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐาน</li> </ol>
ข้อเสีย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้พื้นที่มากกว่าระบบอื่น ๆ</li> <li>2. ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำกว่า</li> <li>3. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ยากกว่าระบบอื่น</li> <li>4. สภาพดินฟ้าอากาศมีผลต่อการทำงาน ของระบบ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีตะกอนหลุดออกไปกับน้ำทิ้ง</li> <li>2. ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำ</li> <li>3. ใช้พื้นที่มาก</li> <li>4. การบำบัดไม่เท่ากันทุกจุดเพราะ ออกซิเจนกระจายไม่ทั่วถึง</li> <li>5. อาจเกิดฟองจากการทำงานของเครื่องเติมอากาศ</li> <li>6. ขอบบ่อและกันบ่อชำรุดง่ายหากเป็นบ่อดิน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เป็นระบบที่ใช้พลังงานสูงกว่าระบบบ่อเติมอากาศ</li> <li>2. มีตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดเป็นประจำ</li> <li>3. ต้องใช้ผู้ควบคุมระบบที่มีความรู้ ความชำนาญ</li> <li>4. มักมีปัญหारेื่องการตกตะกอนในถัง ตกตะกอนสุดท้าย</li> <li>5. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินการ สูงกว่าระบบบ่อเติมอากาศ</li> </ol>

### 5.1.3 ปัญหาการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

เนื่องจากโรงงานเยื่อและกระดาษจำนวนมากมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge, AS) ซึ่งในการเดินระบบมักจะมีปัญหาที่คล้ายคลึงกัน สรุปได้ดังนี้

ปัญหาสำคัญที่พบในการเดินระบบ Activated Sludge คือ ปัญหาตะกอนไม่จมตัว (Sludge Bulking) เนื่องจาก

- ในน้ำทิ้งของการผลิตเยื่อที่มักประกอบด้วยสารโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น อะซีเตตรต

- การมี Filamentous Bacteria เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในถังเติมอากาศ
- การมีสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากขึ้นกระทันหัน (Shock Load)
- การขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ

การแก้ปัญหากระทำได้ด้วย

- การสร้างถังปรับสมดุล (Equalizing Tank) ป้องกัน Shock Load
- การพยายามรักษา DO ให้ไม่ต่ำกว่า 2 มก./ลิตร
- ค่า pH ไม่ให้ต่ำกว่า 6
- รักษาธาตุอาหารที่จำเป็น โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

### 5.1.4 การพิจารณาการบำบัดน้ำเสียในด้านการเงิน

ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียเมื่อไม่รวมค่าที่ดิน แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

- 1) ค่าก่อสร้าง ได้แก่
  - หน่วยบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ
  - อุปกรณ์ เครื่องจักรกล
  - ระบบไฟฟ้า ระบบท่อ
- 2) ค่าดำเนินการ ได้แก่
  - ค่าไฟฟ้า
  - ค่าสารเคมี
  - ค่าจ้างบุคลากร
  - ค่าบำรุงรักษา

ค่าก่อสร้าง เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการลงทุนเริ่มต้น ซึ่งมักเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจนว่าระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าลงทุนเท่าไร และทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้พื้นที่ในบริเวณ

โรงงานด้วย จากการเปรียบเทียบทั้ง 3 ระบบ คือ ระบบบ่อผึ่ง ระบบบ่อเติมอากาศ และ ระบบตะกอนเร่ง พบว่า เมื่อไม่พิจารณาราคาที่ดินซึ่งมีค่าแปรผันมากนั้น ระบบตะกอนเร่ง จะเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างสูงสุด รองลงมาคือระบบบ่อเติมอากาศ และระบบบ่อผึ่ง จะมีค่าก่อสร้างต่ำสุด อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถแสดงได้ชัดเจนในเริ่มต้น แต่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียระยะยาว ได้แก่ ค่าดำเนินการ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่

### ค่าใช้จ่ายในเรื่องกระแสไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายในเรื่องกระแสไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงม้าที่เครื่องจักรกลแต่ละชุดใช้ แต่อุปกรณ์เครื่องจักรกลในแต่ละเครื่องอาจไม่ได้ใช้ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นการคิดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ จะต้องคิดเปรียบเทียบแรงม้าที่อุปกรณ์เครื่องจักรกลใช้ไปจริงในแต่ละวัน จากนั้นจึงนำไปคำนวณเป็นค่าพลังงานที่ใช้ไปทั้งหมดใน 1 วัน

### ค่าใช้จ่ายของสารเคมี

ค่าใช้จ่ายของสารเคมีส่วนใหญ่ เกิดจากการเติมปูนขาว  $\text{Ca(OH)}_2$  เพื่อปรับค่า pH และการเติม PE เพื่อให้ตะกอนที่เข้า Filter Press จับตัวได้ดี

### ค่าใช้จ่ายในส่วนบุคลากร

ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ เป็นค่าจ้างบุคลากรสำหรับดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ และพนักงานเดินระบบบำบัด

### ค่าบำรุงรักษา

ค่าบำรุงรักษาหรือค่า O&M ได้แก่ ค่าบำรุงรักษาตามปกติ และการซ่อมแซมเปลี่ยนอุปกรณ์ตามวาระ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย และอายุการใช้งาน ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ อุปกรณ์ เครื่องจักรกลมาก มักมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงตามไปด้วย

ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย นอกจากจะขึ้นอยู่กับประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว ยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะสมบัติและปริมาณของน้ำเสีย ซึ่งจะแปรผันตามวัตถุดิบและกระบวนการผลิต ที่ใช้ในการผลิตเยื่อและกระดาษ

จากผลการสำรวจศึกษาโรงงานที่มีการบันทึกข้อมูล และยอมให้ทราบข้อมูลในเรื่องค่าบำบัดน้ำเสียพบว่าค่าบำบัดน้ำเสียมีค่าแปรผันมาก คือ อยู่ในช่วง 0.5- 16.7 บาท/ลบ.ม. รายละเอียดดังตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 ลักษณะระบบบำบัดน้ำเสีย และค่าดำเนินการ

ลำดับที่	ประเภทโรงงาน	ประเภทระบบบำบัด	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ค่าดำเนินการ (บาท/เดือน)					รวมค่าดำเนินการ	ค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)
				ค่าไฟฟ้า	ค่าสารเคมี	ค่าแรงงาน	ค่าอื่น ๆ	ค่าอื่น ๆ		
1	โรงงานผลิตเอี๊ยะกระดาษ, กระดาษแข็ง และกระดาษคราฟท์	AS	32,500	1,490,000	781,000	200,000	880,000	3,351,000	3.4	
2	โรงงานเอี๊ยะกระดาษ	AS	24,000	1,300,000	500,000	150,000	100,000	2,050,000	2.8	
3	โรงงานเอี๊ยะกระดาษ, กระดาษพิมพ์เขียน และกระดาษคราฟท์	AS	40,000	1,500,000	4,000,000	300,000	0	5,800,000	4.8	
4	โรงงานกระดาษให้เจ้า	SP	72	10,000	20,000	6,000	0	36,000	16.7	
5	โรงงานกระดาษ	AnP + AL + SP	120	2,000	500	4,000	18,000	24,500	6.8	
6	โรงงานกระดาษพิมพ์เขียน	AS	4,000	28,000	4,200	80,000	0	112,200	0.9	
7	โรงงานกระดาษอนามัย โรงที่ 1	AS	5,500	390,000	180,000	59,000	450,000	1,079,000	6.5	
8	โรงงานกระดาษอนามัย โรงที่ 2	AnP + AL + SP	1,200	10,000	30,000	20,000	0	60,000	1.7	
9	โรงงานกระดาษอนามัย โรงที่ 3	AS	1,400	110,000	97,000	50,000	0	257,000	6.1	
10	โรงงานกระดาษอนามัย โรงที่ 4	AS	650	40,000	40,000	15,000	5,000	100,000	5.1	
11	โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 1	AS	4,000	36,000	48,250	38,500	15,000	137,750	1.1	
12	โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 4	AnF + AS	3,500	400,900	175,000	55,000	0	630,900	6.0	
13	โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 5	AnP + AL + SP	900	600	1,200	10,000	3,000	14,800	0.5	
14	โรงงานกระดาษคราฟท์ โรงที่ 7	AnF + AS + An/o	3,500	428,000	388,400	62,538	0	878,938	8.4	
15	โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 1	AS	11,000	868,000	479,570	200,000	0	1,547,570	4.7	
16	โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 2	AL + SP	3,000	70,000	20,000	25,000	27,000	142,000	1.6	
17	โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 3	AS	3,000	220,000	400,000	100,000	0	720,000	8.0	
18	โรงงานกระดาษหลายชนิด โรงที่ 5	AnF + AS	9,000	450,000	250,000	120,000	30,000	850,000	3.1	
19	โรงงานกระดาษหนังสือพิมพ์	AS	10,500	830,000	2,055,700	191,000	335,500	3,412,200	10.8	

หมายเหตุ : ค่าอื่น ๆ หมายถึง ค่าดำเนินการที่นอกเหนือจาก ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี และค่าแรงงาน เช่น ค่าซ่อมบำรุง ค่าวิเคราะห์น้ำ ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น ซึ่งบางโรงงานสามารถแยกประเภทค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้

: AS หมายถึง ระบบ Activated Sludge

: AL หมายถึง ระบบ Aerated Lagoon

: SP หมายถึง ระบบ Stabilization Pond



## 5.2 การกำจัดกากของเสีย

กากของเสียที่เกิดจากระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ มีดังนี้

- เศษเหลือจากวัตถุดิบ (เศษไม้ เปลือกไม้ กวาดทราย และอื่น ๆ)
- เศษเส้นใย (Fibers) และสิ่งคัดทิ้ง (Reject) จากกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ
- กากของเสียจากระบบ Recovery ของโรงงาน (กากปูนขาว กากตะกอน กวาดทราย)
- เถ้า และตะกอนจากหม้อไอน้ำ
- สลัดจ์จากระบบบำบัดน้ำเสีย (ทั้งทางชีววิทยา และทางเคมี)
- ของเสียอุตสาหกรรมโดยทั่วไป (เศษโลหะ วัสดุจากการก่อสร้าง เศษวัสดุหีบห่อ)
- ของเสียอันตราย (Hazardous Waste)

การกำจัดกากของเสียนั้นสามารถทำได้หลายวิธีการ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ และการนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จะช่วยลดปริมาณของเสียที่จะนำไปกำจัดได้ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลงไปด้วย แนวทางการจัดการกากของเสียจากกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ ดังแสดงในตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 การจัดการกากของเสียประเภทต่าง ๆ

วัสดุกากของเสีย	การจัดการขั้นต้น	การจัดการขั้นที่สอง
1. เศษกระดาษ	นำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle)	เผาในเตาเผา
2. วัสดุ Rejects เส้นใยสลัดจ์	นำกลับไปใช้ใหม่หลังจากทำความสะอาด	เผาในเตาเผา
3. พลาสติก	นำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle)	เผาในเตาเผา
4. โลหะ	นำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle)	-
5. วัสดุอื่นที่นำกลับไปใช้ใหม่ไม่ได้	นำไปฝังกลบ (Landfill)	-
6. กากของเสียอันตราย	กำจัดอย่างปลอดภัยตามระเบียบข้อกำหนด	-

จากการสรุปดังตารางดังกล่าวจำแนกได้ว่า เศษวัสดุในข้อ 1 และ 2 บางส่วนสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตโดยตรง อย่างไรก็ตาม การนำวัสดุกลับคืนจากระบบบำบัดน้ำเสียอาจจะไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ซ้ำในบางกรณี ซึ่งการกำจัดขั้นต่อไปคือการเผา

ในส่วนของพลาสติก เช่น Polypropylene ควรแยกออกจากกากของเสียต่าง ๆ เพื่อนำไปขายสำหรับการนำไปใช้ใหม่ในกิจกรรมอื่นต่อไป พลาสติกประเภทอื่นที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกแล้ว กำจัดได้โดยการเผาพร้อมกับตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ตะกอนสารเคมี ไม้ และเปลือกไม้

เศษวัสดุจากการขนส่ง การหีบห่อ บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ควรส่งกลับไปยังผู้ผลิต หรือผู้แทนจำหน่าย เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่

โลหะ ควรแยกออกเพื่อนำไปขาย โดยเฉพาะอะลูมิเนียมและเหล็กทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของสภาพท้องถิ่นด้วย

สลัดจ์ สามารถเผาในเตาเผา ถ้าจากการเผากำจัดโดยการฝังกลบ (Landfill)

ของเสียอันตราย (Hazardous Waste) ต้องกำจัดอย่างปลอดภัยตามระเบียบข้อกำหนดสำหรับในประเทศไทยให้ดำเนินการตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ประกาศในราชกิจจานุเบกษาวันที่ 13 พฤศจิกายน 2540

นอกจากนี้ กากของเสียที่เข้าข่ายเป็นของเสียไม่เป็นอันตราย (Non Hazardous Waste) ให้ดำเนินการตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ประกาศในราชกิจจานุเบกษาวันที่ 5 มิถุนายน 2541

### 5.2.1 การเผากากของเสีย

ปัจจุบันการใช้เตาเผาเป็นการจัดการกากของเสียที่มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากการกำจัดโดยการฝังกลบเริ่มมีราคาแพง และการหาสถานที่สำหรับฝังกลบ มีแนวโน้มจะยากขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับโรงผลิตเยื่อและกระดาษที่มีการใช้หม้อน้ำอยู่แล้วนั้น ขั้นตอนแรกควรประเมินว่าหม้อไอน้ำนั้นสามารถนำมาใช้ในการเผาของเสียได้หรือไม่ (หลังจากที่ได้ทำตามโปรแกรมการลดของเสียได้แก่ การใช้เทคโนโลยีสะอาดและการนำกลับมาใช้ใหม่แล้ว) การเผากากของเสียพร้อมกับการนำความร้อนมาใช้งานจึงเป็นการจัดการในขั้นตอนต่อไป อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของก๊าซหลังการเผาไหม้ (flue gases) จากการเผาของเสียด้วย ซึ่งจะต้องมีระบบบำบัดอากาศที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ

## 5.2.2 วิธีการกำจัดกากของเสีย

การกำจัดกากของเสียของโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายวิธีการขึ้นอยู่กับลักษณะของกากของเสีย ในการกำจัดกากของเสีย นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วยังมีการกำจัดวิธีอื่นอีก ได้แก่

- 1) ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)
- 2) ระบบหมักทำปุ๋ย (Composting)
- 3) ระบบเผาในเตาเผา (Incineration)

### 1. ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

การกำจัดกากของเสียหรือมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบนี้ เป็นการนำกากของเสียหรือมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ ซึ่งจัดเตรียมไว้ใช้เครื่องจักรกลเคลื่อนให้เป็นชั้นบาง ๆ และบดอัดมูลฝอยยุบตัวลงทำเป็นชั้น ๆ เมื่อได้ความสูงตามที่กำหนดแล้วใช้ดินกลบทับและอัดให้แน่นอีกครั้ง หลังจากนั้นนำกากของเสียหรือมูลฝอยอันใหม่มาเคลื่อนและบดอัดเป็นชั้น ๆ สลับด้วยชั้นดิน เพื่อป้องกันปัญหาในด้านกลิ่น แอมลง น้ำฝนชะล้างและเหตุรำคาญอื่น ๆ อินทรีย์สารที่เป็นองค์ประกอบของกากของเสียหรือมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติในกระบวนการย่อยสลายตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศ (Anaerobic Bacteria) และเกิดก๊าซมีเทน รวมทั้งน้ำเสียในชั้นของการฝังกลบ การดำเนินการฝังกลบจะต้องมีมาตรการระบายน้ำออกจากพื้นที่ฝังกลบ และมีการป้องกันหรือบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น เพื่อลดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นและลดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมด้านอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องวางแผนการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการดำเนินงาน รวมถึงการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินของบริเวณฝังกลบหลังจากเลิกใช้งานแล้ว เพื่อแปลงพื้นที่ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

อย่างไรก็ดี ในการกำจัดโดยการฝังกลบ (Landfill) ควรจะมีขอบเขตจำกัด และเป็นทางเลือกในลำดับท้าย ๆ ของการจัดการ ในแผนการจัดการของเสียของโรงงาน และโรงงานควรจะให้คำนิยามประเภทของเสียที่จะถูกส่งไปฝังกลบ พร้อมกับมีการบันทึกข้อมูลกากของเสียเหล่านี้ไว้ด้วย

ข้อควรคำนึงถึงในการฝังกลบกากของเสีย มีดังนี้

### ระบบป้องกันการปนเปื้อนมลพิษ

#### 1) การใช้วัสดุกันซึม

วัสดุกันซึมต้องสร้างจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทนต่อการกัดกร่อนที่จะทนความเสียหายจากการสัมผัสกับมูลฝอย ทนความดันชลศาสตร์ วัสดุกันซึมเหล่านี้อาจใช้ดินเหนียวบดอัด วัสดุสังเคราะห์ประเภทแผ่นโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) หรือใช้ดินเหนียวร่วมกับวัสดุสังเคราะห์

2) รวบรวมและสูบน้ำเสียในที่ฝังกลบ

การออกแบบหลุมฝังกลบที่มีชั้นวัสดุกันซึมเพื่อป้องกันการไหลซึมของน้ำเสียไปปนเปื้อนชั้นน้ำใต้ดินจำเป็นต้องมีระบบรวบรวมและสูบน้ำเสียต้องสร้างจากวัสดุที่มีความทนทานทางเคมี และแข็งแรงพอที่จะป้องกันการพังทลายภายใต้แรงดันที่เกิดจากการกองทับของกากของเสีย มูลฝอย วัสดุกลบทับและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการฝังกลบ ระบบรวบรวมน้ำเสียนี้อาจจะอยู่เหนือชั้นวัสดุกันซึม โดยจะประกอบด้วยท่อ PVC หรือ HDPE ไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว เจาะรู หุ้ม โดยด้วยแผ่นกรงใยสังเคราะห์ และวางในชั้นกรวดหรือทรายที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำต่ำ มีความหนาไม่น้อยกว่า 30 ซม. ระยะห่างและความลาดเอียงของท่อรวบรวมน้ำเสียนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าแรงดันน้ำเสียที่ยอมให้เกิดขึ้น แต่โดยทั่วไปแล้วจะไม่เกิน 30 ซม. นอกจากนี้การออกแบบท่อรวบรวมน้ำเสียจะต้องมีวิธีการทดสอบการอุดตันและวิธีทำความสะอาดท่อ

3) ระบบบำบัดน้ำเสีย

ก) การบำบัดน้ำเสียในสถานที่ฝังกลบ ระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งรับมาจากระบบรวบรวมและบ่อสูบน้ำเสียของหน่วยฝังกลบ อย่างไรก็ตาม สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียสามารถใช้ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานได้ ถ้าระยะทางไม่ไกลกันมากนัก โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

- กั้นพื้นที่บ่อใช้ดินที่มีอัตราการไหลซึมน้ำต่ำประมาณ  $1 \times 10^{-5}$  -  $1 \times 10^{-7}$  ซม./วินาที หนา 60 ซม. หรือใช้วัสดุกันซึมประเภทแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียวหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม.

- คุณภาพน้ำทิ้งระบายสู่ภายนอกพื้นที่ฝังกลบต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ข) การบำบัดน้ำเสียภายนอกพื้นที่ฝังกลบ ควรทำการออกแบบบ่อพักน้ำเสีย หรือถังเก็บน้ำเสีย ก่อนที่จะขนส่งไปบำบัดภายนอกสถานที่ฝังกลบ

4) ระบบควบคุมก๊าซ

พื้นที่ฝังกลบควรออกแบบและติดตั้งระบบตรวจสอบ และควบคุมก๊าซจากหลุมฝังกลบ ส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซมีเทนเพื่อป้องกันการระเบิดและไฟไหม้ และเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นรบกวนในหรือนอกอาณาเขตพื้นที่ฝังกลบ

5) พื้นที่กันชน (Buffer zone)

เป็นพื้นที่กันชนโดยรอบอาณาเขตของพื้นที่ฝังกลบ ควรกว้างอย่างน้อย 25 เมตร นับจากแนวเขตที่ดิน เพื่อใช้ประโยชน์พื้นที่สำหรับถนน คูระบายน้ำ สำหรับระบายน้ำผิวดิน การปลูกต้นไม้สลับแถวโดยเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมในท้องถิ่น เพื่อปิดกั้นทางสายตาและลดปัญหากลิ่นสู่ภายนอก

6) ประเภท เครื่องจักรกลที่ใช้ในการฝังกลบ

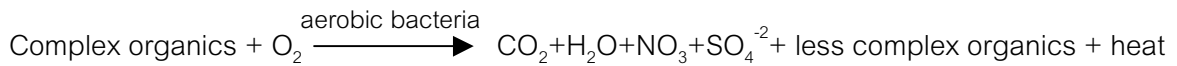
ขึ้นอยู่กับปริมาณกากของเสีย และมูลฝอยที่ต้องกำจัดในแต่ละวัน ประเภท เครื่องจักรกลที่จำเป็นต้องใช้งาน ได้แก่ รถดันดินตะขาบ (Bulldozer) ใช้ดันเกลี่ยมูลฝอยให้เป็นชั้นบาง ๆ และบดอัดมูลฝอย โดยอาจเช่าจากภายนอกมาดำเนินการ

ข้อกำหนดในการปฏิบัติงาน

- 1) จัดเตรียมแผนการปฏิบัติงาน เป็นเอกสารแนะนำสำหรับการปฏิบัติงานฝังกลบรายวันของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน
- 2) บันทึกการปฏิบัติงาน จะประกอบด้วย บันทึก รายงาน ผลการวิเคราะห์ การสาธิต ฯลฯ
- 3) บันทึกปริมาณกากของเสีย และขยะมูลฝอย ที่กำจัดในแต่ละวันใช้หน่วยตันต่อวัน
- 4) ควบคุมทางเข้าออก เพื่อป้องกันการกำจัดกากของเสีย และขยะมูลฝอยที่ไม่ได้รับอนุญาต การเข้าไปในสถานที่กำจัดและการรับกากของเสียและขยะมูลฝอยจะเกิดขึ้นได้เฉพาะเมื่อมีผู้ให้บริการประจำหน้าที่อยู่เท่านั้น
- 5) การบันทึกข้อมูล กากของเสีย และขยะมูลฝอยควรมีเก็บข้อมูลไว้อย่างน้อย 3 ปี
- 6) การจัดการระบบน้ำฝน จะต้องควบคุมดูแลน้ำฝนให้สัมผัสกับกากของเสียขยะมูลฝอยน้อยที่สุดเพื่อให้น้ำฝนที่ระบายออกนอกสถานที่ฝังกลบไม่มีลักษณะสมบัติซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนทำการควบคุมดูแลระบบระบายน้ำให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เป็นอย่างดีเสมอ
- 7) ลักษณะของเครื่องมืออุปกรณ์และการปฏิบัติงาน จะต้องมิใช่เพียงพอในการปฏิบัติงาน รวมทั้งสำรองในยามฉุกเฉินและมีการตรวจสอบเป็นประจำ นอกจากนี้ยังต้องมีอุปกรณ์ควบคุมอัคคีภัย เครื่องมือติดต่อสื่อสารยามฉุกเฉิน

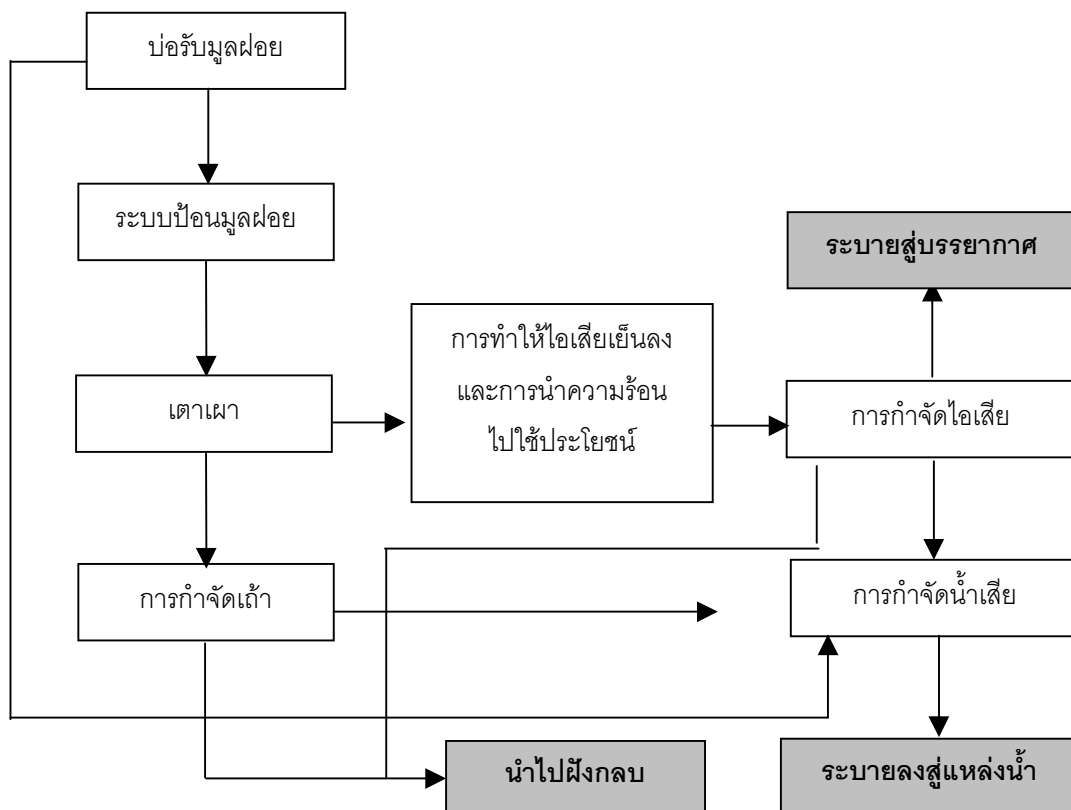
## 2. ระบบหมักทำปุ๋ย (Composting)

หลักการหมักทำปุ๋ย อาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria) ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ผลผลิตที่ได้เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วเป็นผงหรือก้อนเล็ก ๆ สีน้ำตาลสามารถนำไปใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน (Soil Conditioner) ดังปฏิกิริยาเคมีย่อยสลายต่อไปนี้



## 3. ระบบเผาในเตาเผา (Incineration)

หลักการกำจัดโดยใช้เตาเผาโดยทั่วไป (นอกเหนือจากการเผาในหม้อไอน้ำในโรงงาน) เป็นวิธีกำจัดมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพดีมากที่สุดวิธีหนึ่ง สามารถลดปริมาตรมูลฝอยลงได้ประมาณร้อยละ 80-90 อาศัยลักษณะสมบัติของมูลฝอยซึ่งสามารถติดไฟได้ในเตาเผา โดยมีอากาศหรือเชื้อเพลิงเสริมภายใต้อุณหภูมิความดันที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของเตาเผาแต่ละประเภท ผลที่ได้จากปฏิกิริยา เถ้าใหม่จะเกิดก๊าซชนิดต่าง ๆ ไอน้ำ ผุนและขี้เถ้า อุณหภูมิเถ้าใหม่ขั้นสุดท้ายภายในเตาโดยทั่วไปจะอยู่ทั่วไปช่วงระหว่าง 850-1,200 องศาเซลเซียส ในการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผา มีขั้นตอนที่สำคัญต่าง ๆ ดังรูปที่ 5-4



รูปที่ 5-4 ขั้นตอนโดยทั่วไปของการกำจัดโดยการเผา

ในการกำจัดโดยวิธีดังกล่าวข้างต้นสามารถใช้ได้ดีกับของเสียประเภทของแข็ง (Solid Waste) ซึ่งแต่ละวิธีการมีความเหมาะสมกับประเภทของเสียที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาทั้งในแง่ของทางเทคนิค และทางเศรษฐศาสตร์ สามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 5-6

ตัวอย่างการจัดการกากของเสียในโรงผลิตเยื่อและกระดาษ ดังแสดงในตารางที่ 5-7

**ตารางที่ 5-6** ข้อเปรียบเทียบระหว่างการกำจัดมูลฝอยด้วยระบบต่าง ๆ

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดมูลฝอย		
	การเผา	การหมักทำปุ๋ย	การฝังกลบ
<b>1. ด้านเทคนิค</b>			
1.1 ความยากง่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	- ใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูง การเดินทางเครื่องค่อนข้างยุ่งยาก - เจ้าหน้าที่ควบคุมต้องมีความรู้ความชำนาญสูง	- ใช้เทคโนโลยีพอสมควร - เจ้าหน้าที่ควบคุมมีระดับความรู้พอสมควร	- ใช้เทคโนโลยีไม่สูงนัก - เจ้าหน้าที่ทั่วไปมีความรู้ความชำนาญน้อยกว่าการเผา หรือหมักปุ๋ย
1.2 ประสิทธิภาพในการกำจัด	- ลดปริมาตรของมูลฝอยได้ 80-90% ส่วนที่เหลือต้องนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ	- ลดปริมาตรของมูลฝอยได้ 30-35% ส่วนที่เหลือต้องกำจัดต่อโดยการเผา/ฝังกลบ	- ฝังกลบได้ 100%
- ความสามารถในการฆ่าเชื้อโรค	- กำจัดได้ 100%	- กำจัดได้ 70%	- กำจัดได้เพียงเล็กน้อย
1.3 ความยืดหยุ่นของระบบ	- ต่ำ	- ต่ำ	- ต่ำ
1.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม			
- น้ำผิวดิน	- ไม่มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้สูง
- น้ำใต้ดิน	- ไม่มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้สูง
- อากาศ	- มี	- ไม่มี	- ไม่มี
- ปัญหากลิ่นเหม็น	- ไม่มี	- อาจมีปัญหากลิ่นและเหม็น	- มี

## ตารางที่ 5-6 (ต่อ)

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดมูลฝอย		
	การเผา	การหมักทำปุ๋ย	การฝังกลบ
1.5 ลักษณะสมบัติของ มูลฝอย	- เป็นสารที่เผาไหม้ได้มี ค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 4,500 kJ/kg และความ- ชื้นไม่มากกว่า 40 %	- เป็นสารอินทรีย์ที่ ย่อยสลายได้ มี ความชื้น 50-60%	- รับมูลฝอยได้ เกือบทุกประเภท (ยกเว้นมูลฝอย ติดเชื้อหรือสารพิษ)
1.6 ขนาดที่ดิน	- ใช้เนื้อที่น้อย	- ใช้เนื้อที่ปานกลาง	- ใช้เนื้อที่มาก
<b>2. ด้านเศรษฐศาสตร์</b>			
2.1 เงินลงทุนในการก่อสร้าง	- สูงมาก	- ค่อนข้างสูง	- ค่อนข้างต่ำ
2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และซ่อมบำรุง	- สูง	- ค่อนข้างสูง	- ต่ำ
2.3 ผลพลอยได้จากการจัด	- ได้พลังงานความร้อน จากการเผา	- ปุ๋ยอินทรีย์จากการ หมักและโลหะที่แยก ก่อนหมัก	- ทรัพย์สินที่เป็นสวน สาธารณะ - ได้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิง



ตารางที่ 5-7 ภูมิศึกษาของการจัดการของเสียในพื้นที่ต่าง ๆ ของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

พื้นที่	ของเสีย	สถานะ/ชนิด	การจัดการ
การจัดการกับไม้	ชิ้นส่วนไม้, หิน, กววด	สารติดไฟและสารเจือย	เผาไหม้หรือโอนำกำลัง เก็บกองสะสม
สายการผลิตเยื่อ	กววด, หิน, ปริมเยื่อ ส่วนที่คัดทิ้งจากตะแกรงชั้นที่ 3	เศษวัสดุ สารเจือย, สารติดไฟ สารติดไฟ	คัดเลือก, ขาย เก็บกองสะสม เผาไหม้หรือโอนำกำลัง
เครื่องจักรเดินเยื่อเปียก	กระดาษหรือลวด สำหรับรีด ก้อนเยื่อ	สารติดไฟ เศษวัสดุ	เผาไหม้หรือโอนำกำลัง ขาย
หน่วยสารเคมีฟอกเยื่อ	วัสดุหีบห่อสำหรับสารเคมี	สารติดไฟ ขยะ วัสดุหีบห่อใช้ใหม่ได้	เผาไหม้หรือโอนำกำลัง เก็บกอง ส่งกลับบริษัทผู้จำหน่ายสารเคมี
หน่วยทำค่าง	Dreg, กววด, หิน, กาก และสิ่งเจือปนที่ไม่ละลาย	Dreg : คาร์บอนและสารอื่น ๆ เช่น เหล็ก, แคลเซียม, อะลูมิเนียม, ซิลิกา, แมกนีเซียม และอื่น ๆ ค่า pH สูง ความแห้ง 70%	กองสะสมหรือใช้ถมที่และต้องจัดการ กับน้ำที่ออกจากพื้นที่ที่กองสาร เหล่านี้
หน่วยหรือโอนำน้ำสาร กลับคืน	เถ้า	เยื่อแห้ง เป็นผงฝุ่น Na 26-30% โดยน้ำหนัก	ถมที่, ฝังกลบ
หรือโอนำกำลัง	วัสดุและเถ้า	ก้อนและไม่เผาไหม้ ทวาย คาร์บอนที่ไม่เผาไหม้ เถ้าและทวายละเอียด	กองสะสม กองสะสม หรือใช้ทั้ง ระบบการทิ้งแบบแห้งและเปียก
หน่วยปรับสภาพน้ำ	วัสดุหีบห่อเปล่า	เผาไหม้ได้ ขยะ ใช้ได้	เผาไหม้หรือโอนำกำลัง กองสะสม ส่งกลับบริษัทผู้จำหน่าย
หน่วยเตรียมเยื่อ	วัสดุบรรจุสารเคมี - โคนะ - ทาสติก - โยสังเคราะห์ - กระดาษ	เผาไหม้ได้	ขาย ขาย ขาย เผา
เครื่องจักรทำกระดาษ	วัสดุบรรจุสารเคมี กล่องไม้สำหรับผ้าสักหลาด โยสังเคราะห์ สายรัดโคนะ ของแข็งจากสีเคลือบ ของแข็งจากน้ำผ่านการกรอง	สารเจือย กาก กาก	ขายหรือเผา ขาย

ตารางที่ 5-7 (ต่อ)

พื้นที่	ของเสีย	สถานะ/ชนิด	การจัดการ
เครื่องจักรทำกระดาษ	ลวดใช้แล้ว ผ้าสักหลาด หรือใยสังเคราะห์ เชือกใช้แล้ว ไบมัดใช้แล้ว	สารเฉื่อย สารเฉื่อย	ขาย ขาย
เครื่องมือ	แกนเก่า ปลายแกน	สารติดไฟ สารติดไฟ	เผาหรือขาย เผา
กากบ่มควัน	ด้านล่างของม้วน กระดาษ ห่อแทนไม้	สารติดไฟ สารติดไฟ สารติดไฟ	ขาย เผาหรือขาย
หน่วยน้ำเสีย	OUTER & INNER HEAD ของแข็งจากหน่วยน้ำเสีย	สารติดไฟ กาก	เผา เผา, ถมที่ หรือขาย สำหรับทางการเกษตร
ฝ่ายซ่อมบำรุง	ตัวกรองอากาศ ปะเก็น เหล็กต่าง ๆ กระป๋องสี (ที่ไม่เป็นของเสียอันตราย) ยาง พลาสติก	ขยะ โลหะ สี, โลหะ ยาง โพสิสเดอริน โพสิคาร์บอน	กองสะสมหรือถมที่ ขาย ขาย ถมที่ ถมที่ ถมที่

### 5.3 การบำบัดอากาศเสีย

#### 5.3.1 ลักษณะอากาศเสีย

อากาศเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษดังแสดงในตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-8 ลักษณะอากาศเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ

	Odorous Compounds	SO <sub>2</sub>	Cl Compounds	NO <sub>2</sub>	Particulates
Fibrous raw material Preparation	-	-	-	-	X
Sulphate and soda processes	X	X	-	X	X
Sulphite and NSSC processes	X	X	-	X	X
Semichemical pulping	X	X	-	X	X
Mechanical pulping	-	-	-	-	-
Bleaching	-	X	X	-	-
Pulp drying and paper making	-	-	-	-	-
Steam generation	-	X	-	X	X

**Note** : - nil or insignificant, X main emission

**ที่มา** : Environmental Management in the Pulp and Paper Industry, UNEP, 1996.

#### 5.3.2 วิธีการบำบัดอากาศเสีย

การบำบัดอากาศเสียโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การกำจัดก๊าซมลพิษ และการกำจัดอนุภาคฝุ่น ซึ่งมีแนวทางในการกำจัดดังนี้

##### 1. ก๊าซมลพิษ

หลักในการควบคุมก๊าซต่าง ๆ มีดังนี้

- 1) สามารถถูกดูดซับได้ด้วยวัสดุดูดซับที่เป็นของแข็ง
- 2) สามารถถูกดูดซึมได้โดยสารละลายบางชนิด
- 3) อาจเปลี่ยนรูปได้ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือเผาทำลายหรือเปลี่ยนรูป

เป็นสารตัวอื่นที่ไม่เป็นพิษ

4) ความเข้มข้นของสารมลพิษอาจลดลงได้ โดยการควบคุมที่ขบวนการผลิตหรือควบคุมสภาพแวดล้อมที่แหล่งกำเนิด

## 2. อนุภาคฝุ่น

กลไกในการจัดทำอนุภาคฝุ่น ในเครื่องมือกำจัดอนุภาคทุกชนิด จะต้องอาศัยกลไกหรือแรงในการแยกอนุภาคออกจากกระแสอากาศ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำจัดฝุ่นมีหลายชนิด ได้แก่ Cyclone Separator, Wet Scrubber, Bags Filter และ Electrostatic Precipitator (ESP) อย่างไรก็ดี สำหรับการกำจัดฝุ่นของโรงเยื่อสามารถกำจัดโดยใช้ ESP ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

วิธีการบำบัดอากาศเสียแบ่งได้เบื้องต้นเป็น 2 ประเภท คือ กระบวนการเปียก และ กระบวนการแห้ง ในกรณีของกระบวนการเปียก น้ำหรือสารละลายที่เหมาะสมจะถูกใช้ในการดักจับอนุภาคหรือดูดกลืนก๊าซอันตราย ในขณะที่กรณีของกระบวนการแห้งจะทำการบำบัดโดยไม่ใช้น้ำ ตัวอย่างทั่วไปของกระบวนการแห้ง ดังตารางที่ 5-9

### ตารางที่ 5-9 ตัวอย่างของกระบวนการแห้ง

มลสาร	อุปกรณ์/วิธีการกำจัด
1. สารอนุภาค	ไซโคลน ถูกรอง เครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิตย์
2. SO <sub>2</sub>	การดูดซับบนคาร์บอน
3. HF	การดูดซับด้วย CaO (หรือ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
4. NO <sub>x</sub>	การรีดิวซ์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา
5. กลิ่นเหม็น	การออกซิเดชัน

ทั้งนี้ในการกำจัดอนุภาคที่ค่อนข้างหยาบ จะนิยมใช้กระบวนการแห้งโดยใช้ไซโคลน อนุภาคละเอียดที่เหลือกำจัดได้โดยใช้เครื่องถูกรองหรือเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิตย์ การกำจัดก๊าซ เช่น SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S สามารถใช้กระบวนการเปียกได้แต่จะมีมลสารสะสมอยู่ในสารละลายที่ใช้กำจัดก๊าซ ทำให้มีความจำเป็นต้องบำบัดน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นอีกต่อหนึ่ง นอกจากนี้ กระบวนการเปียกไม่สามารถกำจัดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นที่เป็นสารประกอบอินทรีย์และก๊าซ NO<sub>x</sub> ได้ดีพอ ดังนั้นโดยส่วนใหญ่จึงใช้กระบวนการแห้งเพื่อทำลายก๊าซเหล่านี้ สำหรับแนวทางในการบำบัดอากาศเสียสำหรับโรงเยื่อและกระดาษ ทำได้ดังนี้

### ก๊าซที่มีกลิ่น

ก๊าซที่มีกลิ่น เช่น ก๊าซไข่เน่า ( $H_2S$ ), Methyl Mercaptan ( $CH_3SH$ ) กำจัดได้โดยการรวบรวมก๊าซไปเผาให้สลายตัวเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น

### อนุภาคฝุ่น

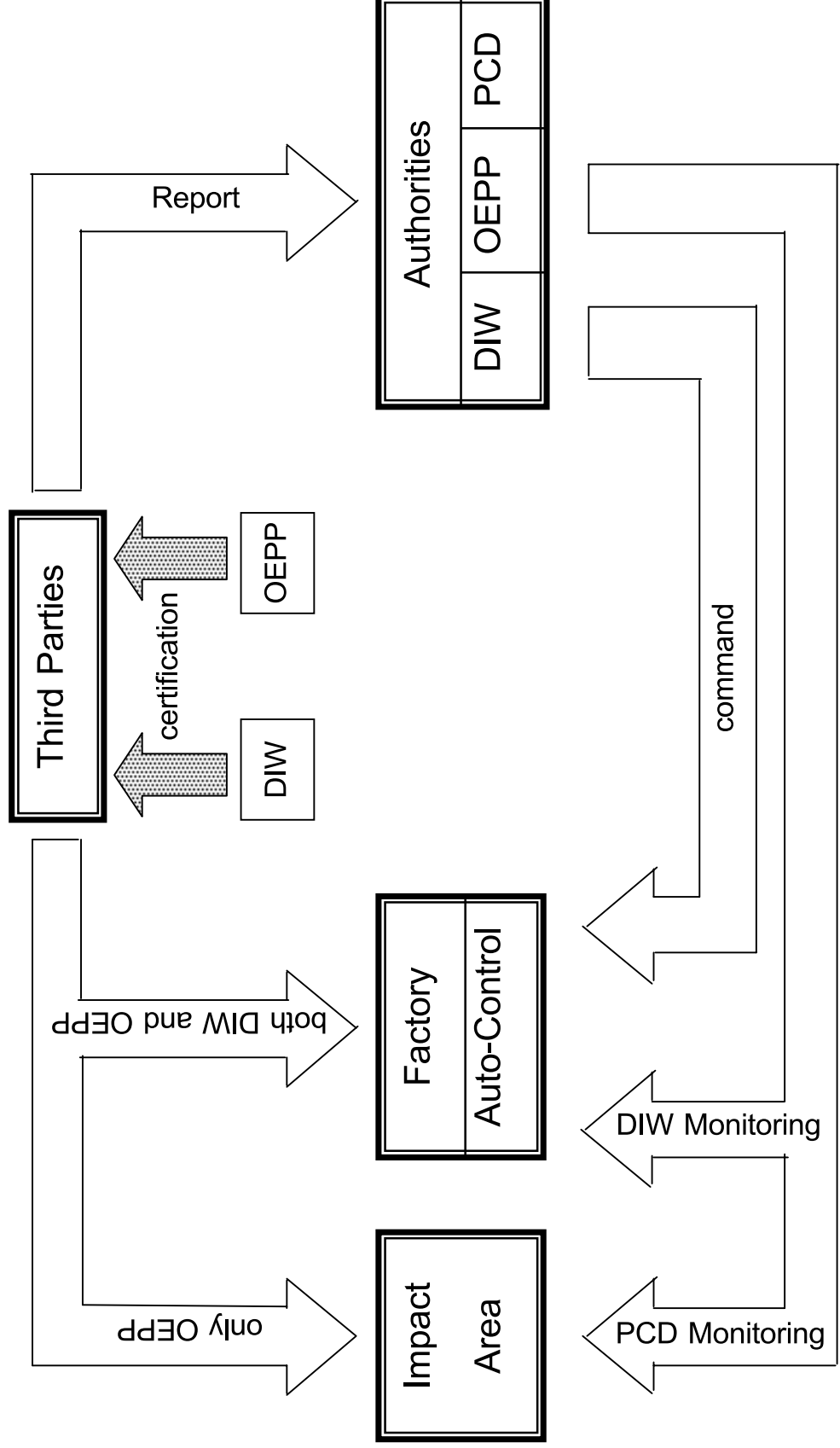
ฝุ่นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจาก Power Boiler, Recovery Boiler และ Lime kiln ของโรงเยื่อขนาดกลางและขนาดใหญ่สามารถนำไปกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบไฟฟ้าสถิตย์ (ESP)

ซึ่งมาตรฐานและแนวทางในการกำจัดอากาศเสียนั้นให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2536) และ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน และกรณีที่ใช้เตาเผามูลฝอย อากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ให้มีค่ามาตรฐานของมลสารที่ระบายออกจากปล่อง (Stack Emission Standard) เป็นไปตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ลงวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2540

## การติดตามตรวจสอบและควบคุม

ในปัจจุบันการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษกระทำโดย 3 กลุ่มบุคคล ได้แก่ โรงงานผลิตเยื่อกระดาษเอง (Auto-Control), หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง (Authorities) และกลุ่มบุคคลที่สาม (Third Parties) ซึ่งสถานภาพและปัญหาโดยรวมของการดำเนินงานโดยบุคคลแต่ละกลุ่ม มีดังนี้ (รูปที่ 6-1)

- **การติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยโรงงานเอง (Auto-Control)**
  - ไม่มีการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมการผลิต ซึ่งถือเป็นแหล่งกำเนิดของเสียกับหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดมลพิษ ทำให้การแก้ไขปัญหาเพื่อลดมลพิษของโรงงาน ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นที่การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดมลพิษเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจเสียค่าใช้จ่ายสูง และไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้
  - โรงงานไม่มีแผนงานหรือแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจน สำหรับการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษจากกระบวนการผลิต
- **การติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยหน่วยงานภาครัฐ (Authorities)**
  - เจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ในการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษยังไม่มีความเข้าใจที่ดีพอในกระบวนการผลิตของโรงงาน จึงไม่สามารถให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแก่โรงงานได้
  - มีหลายหน่วยงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษจากโรงงานที่สำคัญ ได้แก่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม (กรอ.) กรมควบคุมมลพิษ (คพ.) และสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สผ.) โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่เข้าตรวจสอบการดำเนินงานเพื่อลดปัญหามลพิษและควบคุมให้การระบายของเสียจากโรงงานเป็นไปตามมาตรฐานของทางราชการ ในขณะที่กรมควบคุมมลพิษจะทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากโรงงาน และควบคุมให้การระบายของเสียจากโรงงานเป็นไปตามมาตรฐานของทางราชการ ส่วนสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมจะทำหน้าที่ตรวจสอบมาตรการป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงงาน ทั้งในระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการของโรงงานเยื่อกระดาษเฉพาะที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 50 ตัน/วัน เท่านั้น แต่การดำเนินงานเหล่านี้ยังไม่มีการประสานงานกันในระดับปฏิบัติเท่าที่ควร ทำให้แนวทางควบคุม/กำกับโรงงานไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน



รูปที่ 6-1 แผนผังแสดงการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

- **การติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยบุคคลที่สาม**

ในปัจจุบันการติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยบุคคลที่สามอยู่ในวงจำกัด โดยมีเฉพาะสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สผ.) เท่านั้นที่กำหนดให้โรงงานผลิตเยื่อจากไม้และวัสดุอื่นต้องให้บุคคลที่สามซึ่งขึ้นทะเบียนกับสผ.เข้าไปติดตามตรวจสอบการดำเนินงานตามมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโรงงาน สำหรับในส่วนของกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีการกำหนดให้โรงงานต้องมีการรายงานผลประสิทธิภาพของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษของโรงงานต่อกรอ.ทุก 3 เดือน ซึ่งทำโดยให้บุคคลที่สามเข้าติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษในโรงงานหรือทำโดยบุคลากรของโรงงานที่ได้ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ควบคุมระบบป้องกันมลพิษกับโรงงานอุตสาหกรรม

ดังนั้น ในคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษนี้ จึงได้นำเสนอแนวทางการดำเนินงานสำหรับการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษของอุตสาหกรรมประเภทนี้ โดยแบ่งแยกตามกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง

## 6.1 การติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยโรงงานเอง (Auto-Control)

### 6.1.1 องค์กรที่รับผิดชอบ

หน่วยงานที่รับผิดชอบในการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษของโรงงาน อย่างน้อยควรประกอบด้วยบุคลากรทั้งจากฝ่ายบริหาร ฝ่ายการผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายซ่อมบำรุง และฝ่ายสิ่งแวดล้อม การดำเนินงานของหน่วยงานดังกล่าวจะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีการประชุมเพื่อรายงานผลการปฏิบัติงานและร่วมกันหาแนวทางแก้ไข ทั้งนี้ผลการดำเนินงานต้องรายงานตรงต่อผู้บริหารของโรงงาน

### 6.1.2 แผนงานการติดตามตรวจสอบและควบคุม

#### (Monitoring and controlling plan/program)

การติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษควรดำเนินการ ดังนี้

- 1) การควบคุมกระบวนการผลิต ได้แก่
  - เพิ่มประสิทธิภาพและทักษะของบุคลากรในฝ่ายผลิตเพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ พลังงานและน้ำใช้ ตลอดจนเพื่อลดปริมาณของเสียที่ต้องกำจัดหรือบำบัด



- ติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิต (% yield) ปริมาณการใช้สารเคมี น้ำใช้ และพลังงานในการผลิต และหาแนวทางในการปรับปรุงเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดการใช้สารเคมี น้ำใช้ และพลังงาน
  - ปรับปรุงคุณภาพเยื่อและกระดาษด้วยสารเคมีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
  - ใช้คลอรีนไดออกไซด์เป็นสารฟอกเยื่อ (bleaching agent) แทนการใช้ก๊าซคลอรีน เพื่อลดโอกาสเกิดสารไดออกซิน (dioxin)
  - ใช้สีย้อมที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในการย้อมสีเยื่อ
  - หลีกเลี่ยงการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ในการฟอกเยื่อ เพื่อลดโอกาสเกิด Chlorinated compounds
  - หลีกเลี่ยงหรือลดปริมาณการใช้ DTPA (Diethylene-triamino-pentaacetic acid) หรือ EDTA (Ethylene-diamino-tetracetic acid) เพื่อลดโอกาสการสะสมของโลหะหนักในแหล่งน้ำใต้ดิน
- 2) การติดตามตรวจสอบและควบคุมการบำบัดของเสียและอากาศเสีย ได้แก่
- แสวงหาแนวทางและวิธีการในการนำของเสียกลับไปใช้ประโยชน์ เช่น การนำกลับไป recycle หรือ reuse
  - ติดตามตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการบำบัดของเสีย เช่น
    - + ระบบบำบัดน้ำเสียและระบบการนำน้ำทิ้งไปใช้ในพื้นที่สีเขียว
    - + ระบบกำจัดของเสีย (ระบบฝังกลบ และเตาเผา)
    - + ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ
  - ติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบ (Impact area) ได้แก่
    - + คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งหลังการบำบัดจากโรงงาน ณ บริเวณเหนือและใต้จุดที่รองรับน้ำทิ้ง
    - + คุณภาพน้ำใต้ดิน ณ บริเวณเหนือและใต้ทิศทางการไหลผ่านพื้นที่โรงงานและพื้นที่สีเขียวที่ใช้น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดเพื่อการเพาะปลูก
    - + คุณภาพอากาศในบรรยากาศบริเวณเหนือและใต้ทิศทางการพัดผ่านโรงงาน

สำหรับรายละเอียดของการติดตามตรวจสอบกระบวนการผลิตและการบำบัดของเสียสำหรับโรงงาน แสดงดังตารางที่ 6-1 อย่างไรก็ตาม เพื่อป้องกันมลพิษที่เกิดขึ้นจากส่วนอื่น ๆ ภายในโรงงาน เนื่องจากขาดการดูแลรักษาอย่างเป็นระบบ และเกิดเหตุฉุกเฉิน โรงงานยังควรดำเนินงานเพิ่มเติมอย่างสม่ำเสมอ ดังนี้

- 3) การติดตามตรวจสอบและควบคุมการดูแลภายในโรงงาน ได้แก่
- จัดให้มีถังหรือภาชนะที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมเศษดินและไม่จากตะแกรงกรอง (Screening reject)
  - บำรุงรักษาอุปกรณ์ที่เป็นสายพาน (Conveyor) ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ
  - ปรับปรุงอุปกรณ์สำหรับเลี้ยงวัตถุดิบเข้าสู่ Digester เพื่อป้องกันการหกหล่นของวัตถุดิบ
  - ปกปิด Vibratory screen และถังสารเคมีด้วยฝาที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการหกหล่นของสารเคมี
  - เก็บรวบรวมวัตถุดิบเช่น กองเศษกระดาษไว้บนพื้นคอนกรีตหรือพื้นลาดยางเพื่อป้องกันการปนเปื้อน
  - ติดตั้งหัวฉีดน้ำแบบพ่นฝอย (Sprinkle) และวาล์ว ปิดน้ำที่ปลายท่อทุกแห่งเพื่อลดการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์
  - เก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดกากของเสียจากทุกขั้นตอนการผลิตด้วยวิธีการที่เหมาะสม
  - เก็บรักษา และขนส่งสารเคมีทุกชนิดด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการรั่วไหลและหกหล่น
  - หลีกเลี่ยงการรั่วไหลของน้ำตรงบริเวณอุปกรณ์สูบน้ำ (pump) ด้วยการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ
  - ตรวจสอบและซ่อมแซมท่อ, วาล์ว และแนวข้อต่อของท่อเพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารเคมีและน้ำ
  - ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดปริมาณของเสียที่ถูกระบายออก
  - ชนิดของภาชนะที่บรรจุสารเคมีและความถี่ที่ต้องตรวจสอบจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดสำหรับสารเคมีแต่ละชนิด

ตารางที่ 6-1 แผนงานการติดตามตรวจสอบกระบวนการผลิตและการบำบัดของเสียสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

กิจกรรม	ความถี่	ดัชนีบ่งชี้	ประเภทของโรงงาน
1. การตรวจสอบข้อมูลการผลิต	ทุกวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ชนิดและคุณภาพของวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อวัน</li> <li>ชนิดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อวัน</li> <li>ปริมาณการใช้น้ำและสารเคมีต่อวัน</li> <li>ปริมาณการใช้พลังงานต่อวัน</li> <li>ระยะเวลาการผลิตต่อวัน</li> </ul>	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ
2. การตรวจสอบการจัดการของเสีย	ทุกวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปริมาณของเสียรวม (Solid waste) ต่อวัน</li> <li>ปริมาณของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ต่อวัน</li> <li>ปริมาณของเสียที่นำไปกำจัดโดยการเผาหรือฝังกลบต่อวัน</li> </ul>	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ
3. การตรวจสอบการจัดการน้ำเสีย	ทุกวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปริมาณของน้ำเสียในแต่ละขั้นตอนการผลิตต่อวัน</li> <li>ปริมาณของน้ำเสียในแต่ละขั้นตอนที่นำกลับมาใช้ใหม่ต่อวัน</li> <li>ปริมาณของน้ำเสียในแต่ละขั้นตอนที่นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อวัน</li> </ul>	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ
4. การตรวจสอบการจัดการของเหลวดำ (Black Liquor)	ทุกวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปริมาณของของเหลวดำ (Black Liquor) ต่อวัน</li> <li>ลักษณะสมบัติของของเหลวดำ (Black Liquor) เช่น COD, SS, TDS, pH</li> <li>ปริมาณของของเหลวดำ (Black Liquor) ที่เข้าสู่ระบบการนำสารเคมีกลับคืนต่อวัน</li> <li>ปริมาณของของเหลวดำ (Black Liquor) ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อวัน</li> </ul>	โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ
5. การตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย	ทุกวัน สัปดาห์ละครั้ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปริมาณน้ำเสียรวมที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย</li> <li>ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดโดยมีดัชนีวิเคราะห์ เช่น BOD, COD, SS, pH, TDS</li> </ul>	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ
6. การปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน - ในกรณีของการใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการชลประทาน - ในกรณีที่โรงงานมีพื้นที่ฝังกลบของเสีย	สัปดาห์ละครั้ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>ลักษณะสมบัติของน้ำใต้ดินในบริเวณรอบ ๆ พื้นที่สีเขียว (เช่น สารประกอบคลอรีน และโลหะหนัก)</li> <li>ลักษณะสมบัติของน้ำใต้ดินในบริเวณพื้นที่ฝังกลบ (เช่น สารประกอบคลอรีนและโลหะหนัก)</li> </ul>	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ
7. การตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดอากาศเสีย	เดือนละครั้ง	ลักษณะของอากาศเสียจากหม้อไอน้ำก่อนเข้าและหลังผ่านระบบบำบัดอากาศเสีย เช่น CO, TSP, PM-10, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

- 4) จัดเตรียมมาตรการด้านความปลอดภัยในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- จัดเตรียมภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมสารเคมีที่เกิดขึ้นทุกชนิดในกรณีหยุดการผลิต เช่น Black liquor, Green liquor และ White liquor แล้วนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอีกครั้ง
  - ติดตั้งระบบควบคุมการระบายของเสียแบบต่อเนื่อง (On-line) ที่สามารถส่งสัญญาณเตือนภัยในกรณีที่ระดับของเสียมีปริมาณมากผิดปกติ
  - จัดเตรียมแผนปฏิบัติงานและฝึกอบรมพนักงานในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินเพื่อแก้ไขสถานการณ์
  - จัดเตรียม Emergency tank สำหรับเก็บรวบรวมสารเคมีเพื่อป้องกันการหกหล่นหรือรั่วไหล

## 6.2 การติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยหน่วยงานภาครัฐ (Authorities)

### 6.2.1 องค์กรที่รับผิดชอบ

หน่วยงานของภาครัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงในการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษของโรงงาน คือ กรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีบทบาททั้งด้านการเข้าตรวจสอบในโรงงาน และการให้โรงงานรายงานผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดมลพิษ และมีอำนาจในการสั่งให้โรงงานดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดมลพิษ ดังนั้น บุคลากรที่มีหน้าที่ดังกล่าวจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตและลักษณะการดำเนินงานของอุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ บุคลากรยังต้องหาประสบการณ์และรับทราบข่าวสารเทคโนโลยีการผลิตจากการฝึกอบรมหรือสัมมนาอย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตาม การประสานงานกันในระดับปฏิบัติระหว่างหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมประเภทนี้ยังเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็น ทั้งนี้เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ อันจะทำให้การแก้ไขปัญหาสำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 6.2.2 แผนงานการติดตามตรวจสอบและควบคุม

### (Monitoring and controlling plan/program)

เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องตั้งแต่แหล่งที่กำเนิดของเสียในกระบวนการผลิต ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน การจัดการของเสีย และวิธีการบำบัดหรือกำจัดของเสีย ตลอดจนประสิทธิภาพของระบบบำบัดมลพิษของโรงงาน และปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษที่ถูกระบายออกนอกโรงงานเพื่อประกอบการให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำในกรณีที่ต้องให้โรงงานดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้น โดยที่นอกเหนือจากการตรวจสอบรายงานผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่โรงงานจะต้องส่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมทุก ๆ 3 เดือนแล้ว เจ้าหน้าที่ยังต้องเข้าสำรวจการจัดการและวิธีการรวบรวมของเสียและการบำบัดของเสียภายในโรงงาน พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้งของโรงงานอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง สำหรับรายละเอียดของการติดตามตรวจสอบมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษโดยเจ้าหน้าที่ภาครัฐแสดงดังตารางที่ 6-2

**ตารางที่ 6-2** แบบฟอร์มสำหรับเจ้าหน้าที่ในการติดตามตรวจสอบมลพิษจาก  
โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

NO.	Description	Value	
1.	<b>General data</b>		
1.1	Type of factory : (pulp, paper, integrated or special paper)		
1.3	Factory location :		
1.4	Total employees :		
1.5	Worker : Pulp production Paper production Environmental department		
2	<b>Production data</b>	Type	Value
2.1	Type and quantity of raw materials Input (t/d)		
2.2	Type and quantity of product output (t/d)		

**ตารางที่ 6-2** (ต่อ)

NO.	Description	Value	
2.3	Production time : hour/day Day/week Day/year		
2.4	Machinery (Type and capacity) : : Digester in cooking step : Paper machine		
3	<b>Water Consumption</b>	Source of water	Value
3.1	Raw material preparation		
3.2	Pulping section <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cooking step</li> <li>● Bleaching step</li> <li>● Washing step</li> </ul>		

3.3	Stock preparation		
3.4	Paper machine		
3.5	Chemical recovery section		
3.6	Chemical preparation section		
4.	<b>Energy consumption</b>	<b>Type</b>	<b>Value</b>
4.1	Fuel		
4.2	Energy		
5	<b>Type and quantity of chemical usage</b>	<b>Type</b>	<b>Value</b>
5.1	Pulping chemicals		
5.2	Cooking aids		
5.3	Bleaching chemical		
5.4	Stock preparation		
5.5	Paper machine		
5.6	Chemical recovery section		

6. ของเสียที่เป็นของแข็งซึ่งเกิดจากแต่ละขั้นตอนการผลิต

ลำดับที่	รายละเอียด	ชนิดของเสีย	ปริมาณของเสียรวม (ตัน/วัน)	การนำไปใช้ประโยชน์		ปริมาณที่กำจัด โดยการฝังกลบ (ตัน/วัน)	ปริมาณที่กำจัด โดยการเผา (ตัน/วัน)
				ปริมาณ	วิธีการนำไปใช้		
6.1	ส่วนเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material Preparation)						
6.2	ส่วนการผลิตเยื่อ (Pulping section)						
6.3	ส่วนเตรียมเยื่อ (Stock Preparation)						
6.4	เครื่องจักรผลิตกระดาษ						
6.5	ส่วนหน่วยสารทรีบูนิภาค (เช่น สลัดจ์จากหม้อไอน้ำ)						
6.6	ส่วนระบบการนำสารเคมีกลับคืน (เช่น Lime mud, ถ้ำ เป็นต้น)						



7. ของเสียที่เป็นของเหลวจากแต่ละขั้นตอน

ลำดับที่	รายละเอียด	ประเภทของของเหลวที่เป็นของเสีย	ปริมาณน้ำเสียรวม (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ (ลบ.ม./วัน)	วิธีการบำบัดน้ำก่อนนำกลับมาใช้ใหม่	ขั้นตอนที่นำมา กลับมาใช้ใหม่	ปริมาณน้ำที่นำเข้าไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)
7.1	ส่วนขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบ						
7.2	ส่วนผลิตเยื่อกระดาษ						
7.3	ส่วนเตรียมน้ำเยื่อ						
7.4	ส่วนเครื่องจักรผลิตกระดาษ						
7.5	หน่วยสาธารณูปโภค						
7.6	ส่วนการนำสารเคมีกลับคืน						

8. ลักษณะของเสียที่เป็นของเหลว

ลำดับที่	รายละเอียด	ชนิดของเสียที่เป็นของเหลว	ลักษณะของของเสีย				
			pH	COD (มก./ล.)	BOD <sub>5</sub> (มก./ล.)	SS(มก./ล.)	TDS (มก./ล.)
8.1	ปริมาณน้ำเสียรวม						
8.1.1	น้ำเสียจากส่วนการผลิตเยื่อ						
8.1.2	น้ำเสียจากส่วนการผลิตกระดาษ						
8.2	ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัด						
8.2.1	ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากส่วนผลิตเยื่อกระดาษ						
8.2.2	ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากส่วนผลิตกระดาษ						

9. ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Plant (WWTP))

ลำดับที่		หัวข้อ	รายละเอียด		
9.1	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย				
9.2	ความสามารถในการออกแบบ - BOD Loading - COD Loading				
9.3	ส่วนประกอบของ WWTP		จำนวนชุด	ขนาด (m x m x m)	ปริมาตรทั้งหมด (m <sup>3</sup> )
					อุปกรณ์

10. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด (โดยการเก็บตัวอย่าง ณ วันที่ / / )

พารามิเตอร์	น้ำเข้า	น้ำออก	คุณภาพน้ำในแหล่งรองรับน้ำ	
			ต้นน้ำ (Up-stream)	ท้ายน้ำ (Down-stream)
pH				
SS (มก./ล.)				
COD (มก./ล.)				
BOD <sub>5</sub> (มก./ล.)				
TDS (มก./ล.)				

### 6.3 การติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยบุคคลที่สาม (Third Parties)

ข้อดีของการให้บุคคลที่สาม (Third parties) มีบทบาทในการติดตามตรวจสอบมลพิษจากโรงงานนั้น นอกจากจะเป็นการช่วยลดภาระของหน่วยงานภาครัฐ และสร้างภาพพจน์ที่ดีแก่โรงงานในด้านการตระหนักถึงผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการสร้างความเชื่อมั่นแก่ชุมชนที่อาศัยอยู่โดยรอบโรงงานถึงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่มีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง และประการสำคัญเป็นแรงผลักดันที่จะทำให้โรงงานเกิดการตื่นตัวที่จะเร่งแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการติดตามตรวจสอบและควบคุมโดยบุคคลที่สามยังอยู่ในวงจำกัด นั่นคือ เฉพาะโรงงานผลิตเยื่อจากไม้หรือวัสดุอื่นที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 50 ตัน/วัน หน่วยงานภาครัฐจึงควรส่งเสริมและผลักดันให้บุคคลที่สามมีบทบาทในการติดตามตรวจสอบมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษทุกขนาดเนื่องจากอุตสาหกรรมประเภทนี้จัดว่ามีกรใช้น้ำในปริมาณสูง และกำเนิดน้ำเสียในปริมาณมาก

#### 6.3.1 องค์กรที่รับผิดชอบ

หน่วยงานที่จะทำหน้าที่เป็นบุคคลที่สามในการติดตามตรวจสอบมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ นอกจากจะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดของทางราชการและขึ้นทะเบียนกับหน่วยงานของภาครัฐแล้ว ยังควรเป็นหน่วยงานที่มีประสบการณ์และความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตและลักษณะการประกอบกิจการของอุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นอย่างดี

#### 6.3.2 แผนงานการติดตามตรวจสอบ

การติดตามตรวจสอบมลพิษจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษสำหรับบุคคลที่สามแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ การตรวจสอบการจัดการของเสียในโรงงาน (ระบบรวบรวมและระบบบำบัดของเสีย) และการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบ อันเนื่องจากการดำเนินงานของโรงงาน สำหรับรายละเอียดของแผนงานการติดตามตรวจสอบในแต่ละส่วน มีดังนี้

- 1) การติดตามตรวจสอบการจัดการของเสียในโรงงาน ได้แก่
  - ชนิดและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต
  - วิธีการรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ประสิทธิภาพของระบบบำบัดที่ใช้ในงานในปัจจุบัน และลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด

- วิธีการกำจัดของเสียที่เป็นของแข็ง และคุณภาพน้ำใต้ดินในบ่อตรวจสอบกรณีที่ใช้วิธีฝังกลบหรือคุณภาพของอากาศที่ระบายออกจากเตาเผา
  - ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ ประสิทธิภาพของระบบบำบัดที่ใช้งานในปัจจุบันและคุณภาพของอากาศหลังผ่านการบำบัดแล้ว
- 2) การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบหรือชุมชนใกล้เคียง
- คุณภาพน้ำในแหล่งรองรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน ณ บริเวณเหนือและใต้จุดที่รองรับน้ำทิ้ง
  - คุณภาพน้ำใต้ดิน ณ บริเวณเหนือและใต้ทิศทางการไหลผ่านพื้นที่โรงงาน และพื้นที่สีเขียวที่ใช้น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดเพื่อการเพาะปลูก
  - คุณภาพอากาศในบรรยากาศบริเวณเหนือและใต้ทิศทางการพัดผ่านโรงงาน

สำหรับความถี่ของการติดตามตรวจสอบอย่างน้อย 2 ครั้ง/ปี และรายงานผลต่อหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบในการควบคุมมลพิษโรงงานอุตสาหกรรม

## มาตรฐานน้ำทิ้งที่เหมาะสมสำหรับ อุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทย

### 7.1 ลักษณะน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

ผลจากการสำรวจปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทยภายใต้โครงการนี้ พบว่า กระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตของโรงงานที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณและลักษณะของน้ำเสียมีความแตกต่างกันสูงมาก นอกจากนี้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานที่ดีจะทำให้น้ำเสียมีความสกปรกลดลงด้วย โดยสรุปภาพรวมของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมประเภทนี้ที่สำคัญ ได้แก่

- โรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ (Non-wood based mill) เช่น ชานอ้อย ฟางข้าวและปอสาจะกำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงกว่าโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ (Wood-based mill) ในขณะที่โรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบยกเว้นโรงงานที่มีกระบวนการกำจัดหมึก (De-inking) จะกำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกรองลงมา และโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์ (Virgin pulp) เป็นวัตถุดิบจะเกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกต่ำที่สุด

- ในกลุ่มโรงงานผลิตกระดาษที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบหลักแต่ไม่มีขั้นตอนการกำจัดหมึก (De-inking) ซึ่งแบ่งเป็นกระดาษอนามัย กระดาษกราฟท์ กระดาษแข็งและกระดาษหลายชนิดนั้นพบว่า โรงงานผลิตกระดาษอนามัยกำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปบีโอดีต่ำที่สุด รองลงมาคือกระดาษกราฟท์ กระดาษหลายชนิดรวมกันและกระดาษแข็ง ตามลำดับ

สำหรับรายละเอียดของลักษณะน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษแสดงดังตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 ลักษณะน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษที่ใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน

ชนิดของวัตถุดิบ	ประเภทโรงงาน/ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลของโรงงานในต่างประเทศ				ผลการสำรวจโรงงานในประเทศไทยในโครงการนี้								
		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ตัน)	บีโอดี (กก./ตัน)	ซีโอดี (กก./ตัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ตันผลิตภัณฑ์)		บีโอดี (กก./ตันผลิตภัณฑ์)		ซีโอดี (กก./ตันผลิตภัณฑ์)		สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	เฉลี่ย
					ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด				
วัสดุทางการเกษตร (Non-wood-based mill)	โรงงานที่มีการนำกลับ black liquor 85% (85% recovery)	40-70	10-20	30-50	-	-	27.37	-	-	71.88	-	-	-	141.78
	โรงงานที่มีการนำกลับ black liquor 60% (60% recovery)	80-100	30-60	80-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	โรงงานที่ไม่มีการนำกลับ black liquor (No recovery)	150-300	90-330	-	600	1,015	140	226.67	485.45	194.22	720.00	602.72		
ไม้ (Wood-based mill)	โรงงานสมัยใหม่ที่มีขนาดใหญ่ (Large modern mills)	40-70	10-20	30-50	40	47	18.40	21.60	70.20	20.00	82.32	76.26		
	โรงงานขนาดกลาง (Medium-sized mills)	80-100	30-60	80-200	-	-	-	-	-	-	-	-		
	โรงงานขนาดเล็กและเก่า (Small-old mills)	150-300	90-330	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
เศษกระดาษ (Waste paper based paper mill)	ผลิตกระดาษจากเศษกระดาษ	50-80	50-30	10-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	กระดาษขม้าย	-	-	-	42	64	7.50	26.81	21.01	18.29	110.64	57.45		
	กระดาษคราฟท์	-	-	-	10	22	10.41	25.74	10.56	16.91	63.32	36.96		
	กระดาษแข็ง	-	-	-	30	32	14.98	29.75	30.55	22.37	129.5	80.03		
	กระดาษหลายชนิดรวมกัน	-	-	-	14	57	11.16	34.00	22.32	19.46	48.00	31.81		
เยื่อบริสุทธิ์ (Virgin pulp based paper mill)	กระดาษที่มีกระบวนการ de-inking	-	-	-	35	72	27.7	70.06	103.86	48.88	322.96	213.41		
	กระดาษที่ทาสีจากเยื่อบริสุทธิ์	5-50	1-7	5-30	89	137	6.69	12.09	20.89	9.39	72.43	46.66		

ที่มา UNEP, 1997

## 7.2 มาตรฐานน้ำทิ้งในต่างประเทศ

### 7.2.1 มาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบทวีปยุโรป

มาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษของประเทศในแถบทวีปยุโรปมีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

- ควบคุมค่า AOX “Absorbable Halogenated Organic Compounds” ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการกำจัดลิกนิน (delignification) และการฟอกเยื่อ (bleaching) เป็นสารที่สามารถสะสมในสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตและก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้หากได้รับสารดังกล่าวในร่างกายวิธีการวิเคราะห์จะใช้ผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ดูดซับ และนำไปเผาที่อุณหภูมิสูงด้วยเครื่องมือพิเศษ ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผา จะไหลผ่าน electrolytic cell ซึ่งความเข้มข้นของสารประกอบเฮไลด์ (X) จะถูกวิเคราะห์ด้วยวิธี micro-coulometric methods สำหรับโรงงานที่ผลิตเยื่อกระดาษประมาณ 300 ตัน/วัน ที่มีการใช้คลอรีน และไฮโปคลอไรท์ในขั้นตอนการฟอกเยื่อ ปริมาณ AOX จะมากถึง 2 ตัน/วัน หรือประมาณ 6.7 กิโลกรัม/ตันเยื่อ ในขณะที่โรงงานมีการฟอกเยื่อแบบ ECF และ TCF ปริมาณ AOX จะต่ำกว่า 0.5 และ 0.1 กิโลกรัม/ตันเยื่อ ตามลำดับ

- มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดด้วยค่า production specific loads เนื่องจากต้องการจูงใจให้โรงงานอุตสาหกรรมลดการใช้ น้ำ ซึ่งในกรณีที่ปริมาณความสกปรกในน้ำทิ้งยังคงเท่าเดิม ปริมาณน้ำเสียที่ลดลงจะทำให้ความเข้มข้นของน้ำทิ้งสูงขึ้น แต่ในกรณีที่จำเป็นหน่วยงานท้องถิ่นอาจต้องจำกัดค่าความเข้มข้นของสารบางชนิดลงในใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานด้วย

- มาตรฐานน้ำทิ้งแบ่งเป็นอย่างน้อย 2 ประเภท ที่แตกต่างกัน คือ สำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ และโรงงานผลิตกระดาษ โดยมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษมีความเข้มงวดกว่าโรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษ (recycled fiber pulp) ในกรณีของค่าซีไอดี ส่วนกรณีค่าบีไอดีกำหนดให้เท่ากัน สำหรับตัวอย่างของมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อ และกระดาษในบางประเทศในทวีปยุโรป แสดงดังตารางที่ 7-2

### 7.2.2 มาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบทวีปเอเชียและเอเชีย

#### ตะวันออกเฉียงใต้

มาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษของประเทศในแถบทวีปเอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

- มาตรฐานน้ำทิ้งที่บังคับใช้สำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ และโรงงานผลิตกระดาษเป็นมาตรฐานเดียวกัน



- เป็นมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดขึ้นในรูปความเข้มข้นของสารที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้ง สำหรับตัวอย่างมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบทวีปเอเชีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แสดงดังตารางที่ 7-3

**ตารางที่ 7-2** มาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในประเทศแถบยุโรป (หน่วย กก./ตันผลิตภัณฑ์)

ประเภทผลิตภัณฑ์	ที่มา	AOX	COD	BOD <sub>5</sub>	TP	SS	TKN
Bleached Kraft pulp	1	0.2	15	-	0.02	-	0.15
	2	1	25-50 (upon process wood)	2-3	-	5	-
Unbleached Kraft pulp	1	-	8	-	0.01	-	0.15
Paper from recycled fiber pulp	1	-	5	-	0.005	-	0.01
	2	-	6-8	2	-	1.5	-
	3	0.012	5	c	a	-	b

หมายเหตุ

a = 2 mg/l

b = N-inorg 10 mg/l

c = 25 mg/l

1 = มาตรฐานของกลุ่มประเทศ Scandinavia

2 = มาตรฐานของประเทศฝรั่งเศส

3 = มาตรฐานของประเทศเยอรมัน

ตารางที่ 7-3 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ดัชนีวิเคราะห์	หน่วย	สิงคโปร์		อินเดีย			อินโดนีเซีย			มาเลเซีย		ฟิลิปปินส์		Korea
		Controlled water course	Water Course	Sewer	Large Mills	Small Mills	Pulp	Paper	Integrated	Water Catchment Area	Non Water Catchment Area	Class C Waters		
												New	Old	
flow	m <sup>3</sup> /ton product	-	-	-	200 paper 175 newsprint	200	100	80	170	-	-	-	-	-
temperature	°C	45	45	45	-	-	-	-	-	40	40	3 rise	3 rise	40
pH		6-9	6-9	6-9	7-8.5	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	5.5-9	6-5-8.5	6-9	5.8-8
SS	mg/l	30	50	400	100	100	200	125	150	50	100	30 rise	90	80
DS	mg/l	1,000	2,000	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	1 500	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l	20	50	400	30	50	150	125	150	20	50	7-10	80	80
COD	mg/l	60	100	600	350	-	350	250	350	50	100	-	150	90
colour	Pt-units	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	d
TP	mg/l	b	c	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-
TKN	mg/l	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-

หมายเหตุ a กำหนดเฉพาะไนโตรเจน-ไนโตรเจน ± 20 มก./ล.

b กำหนดเฉพาะฟอสเฟต ± 2 มก./ล.

c กำหนดเฉพาะฟอสเฟต ± 5 มก./ล.

d กำหนด 300 degree

### 7.3 มาตรฐานน้ำทิ้งปัจจุบัน

มาตรฐานน้ำทิ้งที่บังคับใช้สำหรับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในปัจจุบัน กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

- เป็นมาตรฐานน้ำทิ้งที่แตกต่างจากอุตสาหกรรมทั่วไป โดยได้รับการผ่อนผันค่าบีโอดี และซีโอดี และเป็นมาตรฐานที่บังคับใช้ค่าเดียวกัน ทั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ และโรงงานที่ผลิตกระดาษ
- เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นในรูปความเข้มข้นของสารที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งเช่นเดียวกับมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชีย

สำหรับมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทยในปัจจุบัน ที่แสดงเฉพาะดัชนีวิเคราะห์ที่สำคัญ ดังตารางที่ 7-4

**ตารางที่ 7-4** มาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมทั่วไป และอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษ กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (เฉพาะดัชนีวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อ และกระดาษ)

ดัชนีวิเคราะห์	หน่วย	มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	
		อุตสาหกรรมทั่วไป	อุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษ
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	≧ 40	≧ 40
พีเอช (pH)	-	5.5-9.0	5.5-9.0
ของแข็งแขวนลอย (SS)	มก./ล.	≧ 50	≧ 50
สารละลายทั้งหมด (DS)	มก./ล.	≧ 3,000	≧ 3,000
บีโอดี (BOD <sub>5</sub> )	มก./ล.	≧ 20	≧ 60
ซีโอดี (COD)	มก./ล.	≧ 120	≧ 400
Kjeldahl nitrogen	มก./ล.	≧ 100	≧ 100

**ที่มา :** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

## 7.4 เหตุผลและแนวคิดในการเสนอค่ามาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษใหม่

### 7.4.1 เหตุผลในการนำเสนอมาตรฐานน้ำทิ้ง

เมื่อพิจารณามาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่บังคับใช้ในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าเป็นมาตรฐานที่ผ่อนผันค่าบีโอดีและซีโอดีให้ต่างจากมาตรฐานน้ำทิ้งของอุตสาหกรรมทั่วไป แต่เป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับบังคับใช้ทั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ ในขณะที่ผลการสำรวจปริมาณและลักษณะน้ำเสียของอุตสาหกรรมประเภทนี้ พบว่า ความสกปรกของน้ำเสียมีความแตกต่างกันสูงมากโดยขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต กระบวนการผลิต เทคโนโลยีการผลิต ตลอดจนการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน (ดังรูปที่ 7-1)

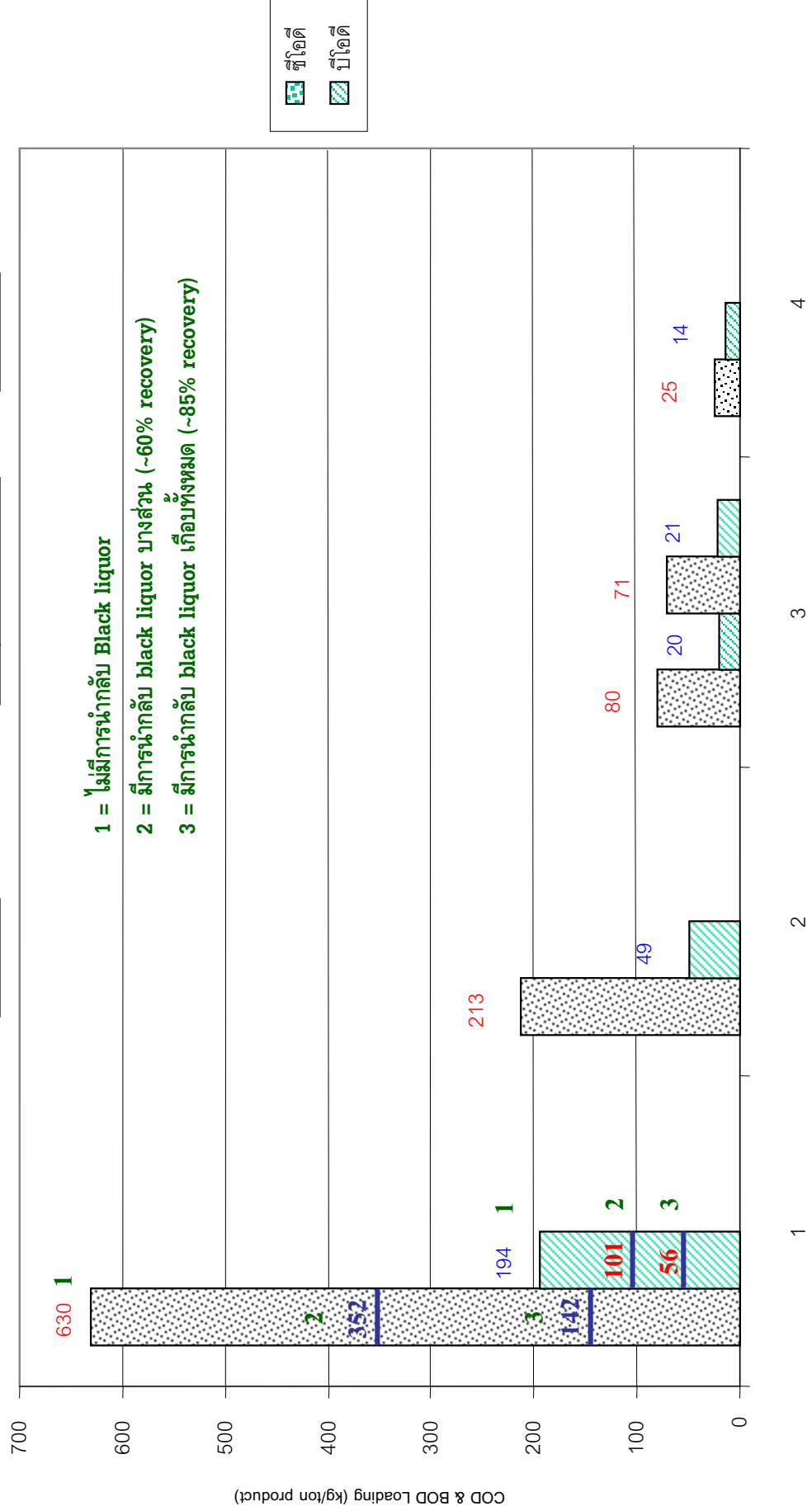
ดังนั้น จึงควรต้องมีการปรับปรุงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้ใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1) เพื่อให้มาตรฐานน้ำทิ้งมีความสอดคล้องกับปริมาณความสกปรกของน้ำเสียที่แตกต่างกันในแต่ละโรงงาน ซึ่งขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้และกระบวนการผลิตเป็นสำคัญ อันจะทำให้เกิดความเท่าเทียมกันสำหรับอุตสาหกรรมในกลุ่มนี้
- 2) เพื่อให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีการผลิตในปัจจุบัน ที่สามารถลดการเกิดของเสียซึ่งมีผลให้น้ำเสียที่จะต้องทำการบำบัดมีความสกปรกลดลง ขณะเดียวกันเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสูงขึ้นมาก
- 3) เพื่อกระตุ้นให้โรงงานมีการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานที่ดี ซึ่งจะทำให้ความสกปรกของน้ำเสียที่จะต้องบำบัดลดลง

### 7.4.2 แนวคิดในการนำเสนอมาตรฐานน้ำทิ้ง

ในการนำเสนอมาตรฐานน้ำทิ้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษได้ กำหนดแนวคิดที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เนื่องจากมาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้งานในประเทศต่าง ๆ สำหรับอุตสาหกรรมกลุ่มนี้มีทั้งในรูปแบบของความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง (Concentration) และรูปแบบปริมาณความสกปรกของน้ำเสียต่อผลิตภัณฑ์ (Production Specific Loads) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันสรุปได้ดังนี้



**รูปที่ 7-1** เปรียบเทียบปริมาณความสกปรกในรูปแบบไอดีและซีไอดีของน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทยจำแนกตามประเภทของวัสดุ

- รูปแบบความเข้มข้น
  - ข้อดี - สะดวกในการนำไปใช้ติดตามตรวจสอบโรงงาน
  - เป็นการป้องกันคุณภาพน้ำที่เป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งเสื่อมโทรม
  - ข้อเสีย - ไม่จูงใจให้โรงงานลดการใช้น้ำในกระบวนการผลิต
  - เนื่องจากจะทำให้ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในน้ำเสียมีค่าสูงขึ้น
- รูปแบบปริมาณความสกปรกของน้ำเสียต่อผลิตภัณฑ์
  - ข้อดี - จูงใจให้โรงงานลดการใช้น้ำในกระบวนการผลิต
  - ผลักดันให้โรงงานมีการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานที่ดี
  - เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด เช่น การหมุนเวียนน้ำกลับไปใช้ใหม่
  - ข้อเสีย - เจ้าหน้าที่ภาครัฐจะยุ่งยากในการนำไปปฏิบัติใช้ติดตามตรวจสอบโรงงาน

ดังนั้น มาตรฐานน้ำทิ้งที่จะปรับปรุงขึ้นใหม่นี้ จึงได้พิจารณาจัดทำขึ้นทั้ง 2 รูปแบบ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งในรูปแบบปริมาณความสกปรกของน้ำเสียต่อผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายด้าน ได้แก่ ปริมาณน้ำทิ้ง ลักษณะน้ำทิ้ง และกำลังการผลิตของโรงงาน ซึ่งข้อมูลกำลังการผลิตของโรงงานต้องเป็นข้อมูลการผลิตสูงสุดที่เป็นจริงที่โรงงานเคยทำได้ ส่วนข้อมูลปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งที่จะนำมาคำนวณปริมาณความสกปรกรวม ต้องได้จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้งอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน ดังนั้น หากจะมีการปรับเปลี่ยนค่ามาตรฐานน้ำทิ้งให้อยู่ในรูปแบบปริมาณความสกปรกของน้ำเสียต่อผลิตภัณฑ์ ทั้งหน่วยงานภาครัฐและโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านอุปกรณ์เครื่องมือ ความรู้ความเข้าใจของเจ้าหน้าที่ ตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องก่อนในระยะเวลาหนึ่ง

2) มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอใหม่นี้จะไม่กำหนดค่า AOX (Absorbable Halogenated Compounds) เนื่องจากในปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์ค่า AOX ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษยังไม่แพร่หลาย ทำให้ไม่เป็นที่แน่ชัดว่าค่า AOX ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทยมีแนวโน้มเช่นไร อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจโรงงานผลิตเยื่อกระดาษภายใต้โครงการนี้พบว่า โรงงานบางแห่งโดยเฉพาะโรงงานขนาดเล็กยังมีการใช้ก๊าซคลอรีนในการฟอกเยื่ออยู่ จึงมีแนวโน้มว่าค่า AOX ในน้ำทิ้งของโรงงานกลุ่มนี้จะมีค่าสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานที่ได้เปลี่ยนสารฟอกเยื่อเป็นชนิด ECF และ TCF ดังนั้น ในอนาคตอันใกล้นี้ควรต้องกำหนดค่ามาตรฐาน AOX สำหรับ

น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษเพื่อเป็นการผลักดันให้โรงงานปรับเปลี่ยนสารฟอกเยื่อเป็นชนิดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

สำหรับค่ามาตรฐาน AOX ในน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษในต่างประเทศกำหนดไม่เกิน 0.2 กก./ตันผลิตภัณฑ์ สำหรับกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย และไม่เกิน 1.0 กก./ตันผลิตภัณฑ์ สำหรับประเทศฝรั่งเศส ส่วนค่ามาตรฐาน AOX ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษในประเทศเยอรมันกำหนดไม่มากกว่า 0.012 กก./ตันผลิตภัณฑ์

3) เนื่องจากสีน้ำตาลในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษเกิดจากการย่อยสลายลิกนินและเซลลูโลสที่ปนเปื้อนในน้ำเสียด้วยกระบวนการชีวภาพ ซึ่งน้ำทิ้งที่มีสีเหล่านี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยกเว้นในด้านทัศนียภาพหรือความสวยงาม ดังนั้น มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอจึงไม่กำหนดปริมาณสีในน้ำทิ้งที่ยินยอมให้ระบายทิ้งได้ แต่ควรมีการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาเรื่องสีในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและกำหนดเป็นค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งต่อไป

4) มาตรฐานน้ำทิ้งที่นำเสนอแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเยื่อและกระดาษ เนื่องจากปริมาณความสกปรกของน้ำเสียแตกต่างกัน ได้แก่

- กลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ  
เป็นกลุ่มที่กำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง โดยในกรณีที่ไม่มีการนำ black liquor กลับมาใช้ใหม่ น้ำเสียจะมีค่าบีโอดีสูงถึง 194.22 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และซีโอดี 602.72 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งกรณีนี้จะเป็นโรงงานขนาดเล็ก ส่วนโรงงานขนาดใหญ่ที่มีการนำ black liquor กลับไปใช้ใหม่ น้ำเสียจะมีค่าบีโอดีและซีโอดีลดลงเหลือประมาณ 72 และ 142 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ถึงแม้ว่ามีแนวโน้มที่การใช้ชานอ้อยและฟางข้าวเป็นวัตถุดิบจะลดลงจนถึงไม่มีการใช้งาน แต่การผลิตกระดาษที่ใช้ปอสาเป็นวัตถุดิบมีแนวโน้มจะขยายตัวเพิ่มขึ้นในอนาคต

- กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและมีขั้นตอนกำจัดหมึก  
เป็นกลุ่มที่กำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงเป็นลำดับรองลงจากกลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ และน้ำเสียจะมีความสกปรกสูงกว่ากลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษ แต่ไม่มีการกำจัดหมึก โดยมีค่าบีโอดีประมาณ 49 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และซีโอดี 213 กก./ตันผลิตภัณฑ์

- กลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้ (Wood) เป็นวัตถุดิบและกลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่ไม่มีขั้นตอนกำจัดหมึก

กลุ่มโรงงานทั้ง 2 ประเภทนี้ กำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบจะกำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปบีโอดีและซีโอดีเท่ากับ 20 และ 80 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ในขณะที่กลุ่มที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ และไม่มีขั้นตอนกำจัดหมึก จะกำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปบีโอดีและซีโอดีเท่ากับ 21 และ 71 กก./ตันผลิตภัณฑ์

- กลุ่มโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์ (Virgin Pulp) เป็นวัตถุดิบ เป็นกลุ่มที่กำเนิดน้ำเสียที่มีความสกปรกน้อยที่สุด โดยมีความสกปรกในรูปบีโอดีและซีโอดี เท่ากับ 14 และ 25 กก./ตันผลิตภัณฑ์

### 7.4.3 มาตรฐานน้ำทิ้งที่นำเสนอในรูปแบบของความเข้มข้น

#### 7.4.3.1 ของแข็งแขวนลอย (SS)

ในปัจจุบันมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษยังคงเป็นมาตรฐานเดียวกับที่บังคับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กำหนดค่าไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับข้อมูลปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษที่ได้แบ่งแยกเป็น 5 กลุ่มดังกล่าวแล้ว และมีค่าบีโอดีในน้ำทิ้งไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่มีโอกาสยอมรับ 80% ของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 7-5) มีค่าดังนี้

- กลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ มีค่า  $\geq$  27 มิลลิกรัม/ลิตร
- กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและมีขั้นตอนการกำจัดหมึกมีค่า  $\geq$  13 มิลลิกรัม/ลิตร
- กลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบมีค่า  $\geq$  30 มิลลิกรัม/ลิตร
- กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและไม่มีการกำจัดหมึก มีค่า  $\geq$  49 มิลลิกรัม/ลิตร
- กลุ่มโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบ มีค่า  $\geq$  17 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น จึงกำหนดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งของโรงงานทั้ง 5 กลุ่มเท่ากัน คือไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร

#### 7.4.3.2 บีโอดี (BOD<sub>5</sub>)

ค่าบีโอดีที่กำหนดได้มาจาก

ค่าบีโอดีของสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ \*  $\geq$  10 มิลลิกรัม/ลิตร

ค่าบีโอดีของของแข็งแขวนลอย :  $0.3 \text{ ** [SS]} = 15$  มิลลิกรัม/ลิตร

รวมค่าบีโอดีทั้งหมด  $\geq$  25 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น จึงกำหนดค่าบีโอดี  $\geq$  30 มิลลิกรัม/ลิตร

\* เป็นค่าบีโอดีของน้ำทิ้งที่ผ่านการกรองแล้วของโรงงานทั้ง 5 กลุ่ม

\*\* เป็นค่าจากการย่อยสลายโดยกระบวนการชีวภาพ (Firk et al., 1991)

ในส่วนของการวิเคราะห์ทางสถิติข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานทั้ง 5 กลุ่มที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าค่าบีโอดีที่มีโอกาสยอมรับ 80% ของข้อมูลทั้งหมด มีดังนี้ (ตารางที่ 7-5)



- กลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 17 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษที่มีขั้นตอนการกำจัดหมึกเป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 26 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 15 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและไม่มีขั้นตอนกำจัดหมึก มีค่า ▶ 28 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 10 มิลลิกรัม/ลิตร
- ดังนั้น จึงกำหนดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งของโรงงานทั้ง 5 กลุ่มเท่ากัน คือไม่เกินมากกว่า 30 มิลลิกรัม/ลิตร

#### 7.4.3.3 ซีโอดี (COD)

ค่าซีโอดีคำนวณจากค่าบีโอดี ดังนี้

ค่าซีโอดีของสารละลาย *	▶	150 มก./ล. สำหรับโรงงานที่ใช้วัสดุเกษตรเป็นวัตถุดิบ และโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่มีการกำจัดหมึก
	▶	100 มก./ล. สำหรับโรงงานที่ใช้ไม่เยื่อบริสุทธิ์ และเศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่ไม่มีการกำจัดหมึก
ค่าซีโอดีของของแข็งแขวนลอย**	▶	80 มก./ล.
รวมค่าซีโอดีทั้งหมด	▶	230 มก./ล. สำหรับโรงงานที่ใช้การเกษตรเป็นวัตถุดิบและโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่มีการกำจัดหมึก
	▶	180 มก./ล. สำหรับโรงงานที่ใช้ไม่เยื่อบริสุทธิ์ และเศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่ไม่มีการกำจัดหมึก

\* ประเมินการจากอัตราส่วนของซีโอดีต่อบีโอดีของน้ำทิ้งที่ผ่านการกรองแล้ว

▶	15	สำหรับโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ และโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่มีการกำจัดหมึก
---	----	---

- ▶ 10 สำหรับโรงงานที่ใช้ไม้ เยื่อ  
บริสุทธิ์ และเศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ  
และมีกากจัดหมัก

\*\* ประมาณการซีไอดีของของแข็งแขวนลอย = 1.6 [SS]

(Firk et al., 1991 กำหนดของแข็งแขวนลอย 1 มิลลิกรัม/ลิตร = ซีไอดี 0.8-1.6 มิลลิกรัม/ลิตร)

ในส่วนของการวิเคราะห์ทางสถิติข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานทั้ง 5 กลุ่มที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าค่าซีไอดีที่มีโอกาสยอมรับ 80% ของข้อมูลทั้งหมด มีดังนี้ (ตารางที่ 7-5)

- กลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 220 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษที่มีชั้นตอนกำจัดหมักเป็นวัตถุดิบ มีค่า  
▶ 210 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 120 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ และไม่มีชั้นตอนกำจัดหมัก มีค่า  
▶ 112 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานผลิตกระดาษจากเยื่อบริสุทธิ์ มีค่า ▶ 120 มิลลิกรัม/ลิตร
- ดังนั้น จึงกำหนดค่าซีไอดีในน้ำทิ้งของโรงงานแต่ละกลุ่ม ดังนี้
- กลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 250 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและมีกากจัดหมัก มีค่า  
▶ 250 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ มีค่า ▶ 200 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่ไม่มีกากจัดหมัก มีค่า  
▶ 200 มิลลิกรัม/ลิตร
  - กลุ่มโรงงานผลิตกระดาษจากเยื่อบริสุทธิ์ มีค่า ▶ 200 มิลลิกรัม/ลิตร

#### 7.4.4 มาตรฐานน้ำทิ้งที่นำเสนอในรูปแบบ Production specific loads

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่จำแนกเป็น 5 กลุ่มตามระดับความสกปรกของน้ำเสีย กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบทวีปยุโรป สรุปได้ดังนี้

#### 7.4.4.1 กลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ

เนื่องจากมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับกลุ่มโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากกลุ่มประเทศยุโรปที่รวบรวมมาครอบคลุมเฉพาะโรงงานที่มีการใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ โดยกำหนดปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่มากกว่า 5 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซีไอดีอยู่ในช่วง 15-50 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และบีไอดีอยู่ในช่วง 2-3 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ในปัจจุบันน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของโรงงานในกลุ่มนี้มีปริมาณของแข็งแขวนลอยประมาณ 21.05 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซีไอดี 105.75 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และบีไอดี 10.34 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานของต่างประเทศมาก อย่างไรก็ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากต่างประเทศดังกล่าวไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ควบคุมกับโรงงานในประเทศไทยที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ

ดังนั้น มาตรฐานน้ำทิ้งที่น่าเสนอสำหรับโรงงานกลุ่มนี้ จึงพิจารณาจากลักษณะน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัด ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันถึงประมาณ 4.3 เท่า ในกลุ่มที่มีการนำ black liquor กลับไปใช้ใหม่และที่ไม่มีการนำ black liquor กลับไปใช้ โดยที่กลุ่มหลังนี้จะเป็นโรงงานขนาดเล็กที่ไม่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์หากต้องติดตั้งระบบ Chemical recovery อย่างไรก็ตาม โรงงานในกลุ่มหลังนี้ควรต้องแยก black liquor ออกจากน้ำเสียส่วนอื่น และเก็บรวบรวมไว้เพื่อส่งไปบำบัดยังศูนย์กำจัดกากของเสียอุตสาหกรรม เนื่องจากผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่เกิดจากแต่ละขั้นตอนในการผลิตของโรงงานกลุ่มนี้พบว่า black liquor มีค่าความเป็นกรดต่างสูงถึง 12.45 และมีค่าบีไอดีประมาณ 11,000 มก./ล. ส่วนค่าซีไอดีประมาณ 30,000 มก./ล. ข้อดีของการแยก black liquor ออกจากน้ำเสียส่วนอื่นจะทำให้ความสกปรกของน้ำเสียรวมลดลง โดยในปัจจุบันโรงงานที่แยก black liquor จะมีค่าซีไอดี และบีไอดีเท่ากับ 141.78 และ 71.88 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ในขณะที่ข้อมูลจากต่างประเทศระบุว่าโรงงานประเภทนี้มีการนำ black liquor กลับไปใช้ใหม่ 60% จะมีค่าซีไอดี และบีไอดีไม่มากกว่า 200 และ 60 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ จึงสรุปว่าหากโรงงานกลุ่มนี้มีการแยก black liquor ออกจากน้ำเสียส่วนอื่น ๆ ความสกปรกในน้ำเสียรวมที่จะต้องบำบัดจะมีค่าซีไอดีและบีไอดีไม่มากกว่า 200 และ 72 กก./ตันผลิตภัณฑ์ตามลำดับ และเมื่อประเมินว่าประสิทธิภาพการกำจัดค่าบีไอดีในน้ำเสียของระบบบำบัดไม่ควรต่ำกว่า 90%

ดังนั้น ในระยะแรกจึงกำหนดค่าบีไอดีในน้ำทิ้งของโรงงานกลุ่มนี้ไม่มากกว่า 8 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีไอดีในน้ำเสียของระบบบำบัดไม่ควรต่ำกว่า 80% ดังนั้นจึงกำหนดค่าซีไอดีในน้ำทิ้งของโรงงานกลุ่มนี้ไม่มากกว่า 40 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ส่วนปริมาณของแข็งแขวนลอยกำหนดไม่มากกว่า 5 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และในระยะหลังควรกำหนดมาตรฐานให้เข้มงวดขึ้น โดยให้ใช้มาตรฐานเดียวกันกับกลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ เพื่อผลักดันให้โรงงานมีการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานที่ดี

#### 7.4.4.2 กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและมีขั้นตอนกำจัดหมึก

จากภาพโดยรวมมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบยุโรปกำหนดปริมาณของแข็งแขวนลอย ซีไอดีและบีไอดีสำหรับโรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษไม่มากกว่า 1.5, 5-8 และ 2.0 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วในปัจจุบัน (ตารางที่ 7-5) จะพบว่าโรงงานที่อยู่ในกลุ่มผลิตกระดาษจากเศษกระดาษที่มีขั้นตอนกำจัดหมึกส่วนใหญ่สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานดังกล่าวแล้ว (จากการทดสอบทางสถิติค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80% สำหรับค่าของแข็งแขวนลอย บีไอดี และซีไอดี เท่ากับ 1.32, 0.86 และ 7.28 กก./ตันผลิตภัณฑ์ตามลำดับ)

ดังนั้น จึงกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับกลุ่มโรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษที่มีขั้นตอนกำจัดหมึก ดังนี้

ปริมาณของแข็งแขวนลอย	≧ 1.5	กก./ตันผลิตภัณฑ์
บีไอดี	≧ 2.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์
ซีไอดี	≧ 8.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์

#### 7.4.4.3 กลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ

จากภาพโดยรวมมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศในแถบยุโรป กำหนดปริมาณของแข็งแขวนลอยสำหรับโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบไม่มากกว่า 5.0 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ขณะที่ซีไอดีอยู่ในช่วง 8-50 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และบีไอดีอยู่ในช่วง 2-3 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วในปัจจุบัน (ตารางที่ 7-5) จะพบว่าโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ ส่วนใหญ่สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวแล้ว (จากการทดสอบทางสถิติค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80% สำหรับค่าของแข็งแขวนลอย บีไอดีและซีไอดีเท่ากับ 2.36, 0.8 และ 12.0 กก./ตันผลิตภัณฑ์ตามลำดับ)

ดังนั้น จึงกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับกลุ่มโรงงานที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ ดังนี้

ปริมาณของแข็งแขวนลอย	≧ 3.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์
บีไอดี	≧ 2.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์
ซีไอดี	≧ 15.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์

#### 7.4.4.4 กลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบและไม่มีขั้นตอนกำจัดหมึก

มาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ กำหนดปริมาณของแข็งแขวนลอยสำหรับโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบไม่มากกว่า 1.5 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซีไอดีกำหนดในช่วง 5-8 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และบีไอดีกำหนดไม่มากกว่า 2 กก./ตันผลิตภัณฑ์ และเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วในปัจจุบัน พบว่า โรงงานในกลุ่มนี้จะระบายน้ำทิ้งที่มีปริมาณของแข็ง

แขวนลอย ซีไอดีและบีไอดีเท่ากับ 1.59, 0.77 และ 3.96 กก./ตันผลิตภัณฑ์ (ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80% ของข้อมูลน้ำทิ้งจากโรงงานในกลุ่มนี้) ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของต่างประเทศ

ดังนั้น จึงกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบ และไม่มีขั้นตอนกำจัดหมึก ดังนี้

ปริมาณของแข็งแขวนลอย	▷ 1.5	กก./ตันผลิตภัณฑ์
บีไอดี	▷ 2.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์
ซีไอดี	▷ 5.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์

#### 7.4.4.5 กลุ่มโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบ

เนื่องจากมาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศที่รวบรวมมาได้นั้นไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานสำหรับกลุ่มโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบ ในขณะที่ลักษณะน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วในปัจจุบันของโรงงานในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ (ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80% ของข้อมูลน้ำทิ้งจากโรงงานในกลุ่มนี้) จะมีปริมาณของแข็งแขวนลอย บีไอดีและซีไอดีไม่มากกว่า 0.05, 4.5 และ 12.3 กก./ตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าความสกปรกทั้งในรูปบีไอดีและซีไอดีสูงมาก สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ โรงงานในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและยังไม่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี

ดังนั้น ในเบื้องต้นจึงกำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานในกลุ่มนี้ให้เท่ากับกลุ่มโรงงานที่ใช้เศษกระดาษเป็นวัตถุดิบแต่ไม่มีการกำจัดหมึก นั่นคือ

ปริมาณของแข็งแขวนลอย	▷ 1.5	กก./ตันผลิตภัณฑ์
บีไอดี	▷ 2.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์
ซีไอดี	▷ 5.0	กก./ตันผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7-5 สรุปลักษณะน้ำทิ้งจากกิจกรรมทางสถิติ และจากการคำนวณทางทฤษฎีของโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทย

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษจากไม้ และเศษกระดาษที่ไม่มี de-inking				โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษจากวัสดุการเกษตร				โรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษที่มีขึ้นตอน de-inking			
		ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	ค่าจากการคำนวณทางทฤษฎี	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	ค่าจากการคำนวณทางทฤษฎี	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	ค่าจากการคำนวณทางทฤษฎี	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	ค่าจากการคำนวณทางทฤษฎี	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	22.51	-	50	26.07	-	50	12.14	-	50	12.14	-	50
บีโอดี	มก./ล.	23.09	25	30	16.1	25	30	25.83	25	30	25.83	25	30
ซีโอดี	มก./ล.	109.3	170	200	195.56	230	250	237.59	180	250	237.59	180	250
AOX	กก./ตันผลิตภัณฑ์	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-
ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษจากไม้ และเศษกระดาษที่ไม่มี de-inking				โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษจากวัสดุการเกษตร				โรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษที่มีขึ้นตอน de-inking			
ของแข็งแขวนลอย	กก./ตันผลิตภัณฑ์	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	มาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ *	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	มาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ **	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	มาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ *	ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	มาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ *	ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะ	
บีโอดี	กก./ตันผลิตภัณฑ์	1.34	1.5	1.5	21.05	5	5.0	1.45	1.5	1.45	1.5	1.5	
ซีโอดี	กก./ตันผลิตภัณฑ์	0.55	2	2.0	10.34	2-3	8.0	0.86	2	0.86	2	2.0	
AOX	กก./ตันผลิตภัณฑ์	3.06	5-8	5.0	105.75	15-50	40.0	8.08	5-8	8.08	5-8	8.0	
	กก./ตันผลิตภัณฑ์	-	0.01-1.0	1.0	-	0.01-1.0	1.0	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ : \* เป็นมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษ

\*\* เป็นมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้

#### 7.4.5 สรุปมาตรฐานน้ำทิ้งที่นำเสนอสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

จากมาตรฐานน้ำทิ้งที่นำเสนอสำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่จัดทำขึ้นใน 2 รูปแบบ คือในรูปของความเข้มข้น และในรูป production specific load โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มประเภทนั้น แสดงได้ดังตารางที่ 7-6 และ 7-7 ทั้งนี้ การกำหนดมาตรฐานในรูปความเข้มข้น พบว่า ในปัจจุบันโรงงานในแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานนี้อยู่แล้ว ในขณะที่มาตรฐานที่กำหนดในรูปของ production specific loads นั้นเฉพาะโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์และวัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ จะยังไม่สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันโรงงานในกลุ่มนี้ที่มีขนาดเล็กส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานที่ดี โดยมักมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตสูงมาก และสำหรับกลุ่มโรงงานที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบ จะยังคงระบายทิ้ง black liquor ปนกับน้ำเสีย ส่วนกลุ่มโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์จะมีการสูญเสียเยื่อกระดาษและมีการหกหล่นของสารเคมีและน้ำเยื่อในบ่อยครั้ง ทำให้ปริมาณความสกปรกของน้ำเสียรวมสูง แต่หากโรงงานในกลุ่มที่ใช้วัสดุการเกษตรเป็นวัตถุดิบได้แยก black liquor ออกจากน้ำเสียส่วนอื่น ๆ และโรงงานที่ใช้เยื่อบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบมีการติดตั้งระบบนำกลับเยื่อกลับคืนและควบคุมป้องกันการหกหล่นของสาร รวมทั้งลดการใช้น้ำลงโดยหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ตามข้อเสนอแนะในบทที่ 3 และ 4 ความสกปรกของน้ำเสียจะลดลง และสามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานในที่สุด

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการป้องกันคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งโรงงานเยื่อไทม์ลง มาตรฐานน้ำทิ้งที่อยู่ในรูป production specific loads นั้น ควรกำหนดเฉพาะค่าซีโอดีและปริมาณของแข็งแขวนลอยเท่านั้น ส่วนค่าบีโอดีควรกำหนดในรูปความเข้มข้นเช่นเดิมโดยกำหนดไม่เกิน 30 มิลลิกรัม/ลิตร ในทุกกลุ่มประเภทโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

**ภาคผนวก ก.**

**ผลการสำรวจโรงงานผลิตเยื่อ  
และกระดาษด้วยแบบสอบถาม**



**ตารางที่ ก-1** โครงการผลิตเยื่อกระดาษ

สภาพทั่วไป	A1	A2	A3	A4
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	6,000	189,225	-	41,758
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	152	1065	-	75
3. จำนวนบุคลากร				
3.1 บุคลากรประจำดำเนินงาน (คน)	1	362	-	96
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	78	772	-	182
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	79	1,134	312	278
4. ระยะเวลาการทำงาน				
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต				
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร (ตัน/เดือน)	ยูคาลิปตัส 30,000	ไม้ไผ่ 16,600 ยูคาลิปตัส 66,660	ยูคาลิปตัส 1000	ทานอ้อย 13,000 ยูคาลิปตัส ไม้สับ 4,500
5.2 เคมีกระดาษ	-	-	-	-
5.3 เยื่อกระดาษ	-	-	-	-
5.4 อื่น ๆ ระบุ.....	-	-	-	-
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	ไฮดราไฟ 150	Sodium sulfate 620 Lime (ปูนขาว) 2700 Chlorinedioxide 36 Sulfur 11 Caustic soda 500 Oxygen 330 Chlorine gas 500	Aluminium Sulfate, Polymer, NaOH	Caustic Soda 100% ปริมาณ 500 Chlorine (Liquid) 120 Sodium Hypochlorite (10%) 500 Hydrogen Peroxide (50%) 25 Sodium Chloride 25 Quick Lime 1,300 Hydrochloric Acid 35
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)				
7.1 สำนักงาน	-	432,000	-	95,000
7.2 กระบวนการผลิต	300,000	12,463,479	810,000	4,000,000
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	520,000	-	SKIC เป็นผู้ดำเนินการ
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-	13,415,479	1,050,000	4,095,000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	A1	A2	A3	A4
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)				
8.1 สำนักราน	-	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	100,000	2,500	2,000,000	130,000
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-	2,500	-	-
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	-	-	-	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเนื่อง (ลบ.ม./เดือน)				
9.1 สำนักราน	-	-	-	-
9.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	-
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเนื่อง (ลบ.ม./เดือน)				
10.1 สำนักราน	-	-	-	2,000
10.2 กระบวนการผลิต	200,000-250,000	-	-	210,000
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	SKIC เป็นผู้ดำเนินการ
10.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	212,000
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./เดือน)				
11.1 สำนักราน	-	แม่น้ำพอง	แม่น้ำ	-
11.2 กระบวนการผลิต	-	188,850	-	-
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	900,000	824,340	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-	21,150	-	-
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)				
	ผลิตภัณฑ์ 5,000	ผลิตภัณฑ์ 18,000	Unbleach pulp 275	ผลิตภัณฑ์ 3,000
			กระดาษคราฟท์ 900	ผลิตภัณฑ์ 1,000
				ผลิตภัณฑ์ 1,800
				ผลิตภัณฑ์ 3,900
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	5,000	18,000	-	9,700
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	5,000	20,000	-	-

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	A1	A2	A3	A4
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต รวมทั้งการจัดการของเสีย				
15.1 เศษเปลือกไม้ (ตัน/วัน) จัดการโดย	170 นำเข้าไปเผาใน Power Boiler	230 นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler	140 นำเข้าเตาเผา	ขุยข้อย ปริมาณ 55-55 เผาเป็นเชื้อเพลิง
15.2 เศษเยื่อจากตะแกรงกรองที่ระบบบำบัดน้ำเสีย (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	40 เผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler	-	-
15.3 ฝุ่นไม้ (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	42 เผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler	-	-
15.4 เศษ knotter (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	25 ป้อนกลับเข้าถังต้มเยื่อ	-	-
15.5 น้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	24,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสียและนำไปใช้ในแปลงปลูกยูคาลิปตัส	-	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการล้างเยื่อและทำความสะอาดเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	1,500 นำทิ้งระบบบำบัดน้ำเสีย	1,500	-	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการฟอกเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	1,500 นำทิ้งระบบบำบัดน้ำเสีย		4,000	
- น้ำเสียในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด/การทำเยื่อแห้ง (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	500 นำทิ้งระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-
- น้ำเสียในขั้นตอน Chemical recovery (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	800 นำทิ้งระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	1,150
- น้ำเสียจาก Unbleach plant (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	2,000
- น้ำเสียจากการผลิตเยื่อ CTMP (ลบ.ม./วัน)	-	-	-	500
15.6 Lime Mud จากขั้นตอน Chemical Recovery (ตัน/วัน) จัดการโดย	80 นำไปถมที่ภายในโรงงาน	160	50	50 ทิ้งลงหลุมฝังกลบ

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	A1		A2		A3		A4	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
15.7 ผู้เฝ้าจาก Boiler (ต้น/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-	1	นำไปเผา
15.8 ฝ้าและตะกอนจากหม้อไอน้ำ (ต้น/วัน) จัดการโดย	-	-	27	นำไปฝังกลบ	-	-	-	-
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	9,000		24,000		23,365		8,850	
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตระแกรงดักขยะ, ปรับพีเอช, ตกตะกอน โดยถังแยกตะกอน		มี แบบตระแกรงดักขยะ, ปรับพีเอช, ตกตะกอน โดยถังแยกตะกอน		มี แบบตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน		-	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	ระบบตะกอนแข็ง		ระบบตะกอนแข็ง		A/O		-	
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	30		40		-		-	
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20.1 pH	6.42	7.77	5-10	6.5-8.0	-	-	-	-
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30-35	30-35	45-48	33-35	-	-	-	-
20.3 BOD (มก./ล.)	841	22	300-500	< 10	-	-	-	-
20.4 COD (มก./ล.)	2074	168	1000-1500	< 350	-	-	-	-
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	5	6-8	3-4	-	-	-	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	1	-	-	-	-	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	N.D.	N.D.	12-15	10-13	-	-	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	N.D.	N.D.	10	6-8	-	-	-	-
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	N.D.	N.D.	-	< 0.1	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	500-800	400-600	-	-	-	-
20.11 SS (มก./ล.)	966	17	300-600	< 30	-	-	-	-
20.12 DS (มก./ล.)	2105	1502	2200-2800	< 2500	-	-	-	-
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย (บาท/เดือน)								
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	1,490,000		1,300,000		-	-	-	-
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	200,000		150,000		-	-	-	-
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	781,000		500,000		-	-	-	-
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	880,000		100,000		-	-	-	-
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	3.27		2.25		-	-	-	-

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	A1	A2	A3	A4
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (กก./วัน)				
- จากตะกอน (กก./วัน)	30-50			
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	41,000	13000-17000	3000-5000	
- กำจัดโดยเครื่องรีดตะกอนและสังกะยอนเผาที่หม้อผลิตไอน้ำ		กรองด้วย filter press 2 เครื่อง	เผาใน Boiler	
23. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	นำกลับมาใช้ 5,000 โดยนำกลับมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์, การเกษตร, ทำความสะอาด, รดน้ำต้นไม้	นำกลับมาใช้ 24,000 นำกลับมาใช้ในแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ไม่เจดกรี้น)		
24 ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกจากรองงาน (ลบ.ม./วัน)	30,000-35,000			
25. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	แม่น้ำแม่กลอง, คลองส่งน้ำเพื่อการเกษตร		แม่น้ำน้อย	แม่น้ำแม่กลอง

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

**ตารางที่ ก-2** โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ

สภาพทั่วไป	B1	B2
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	17,434.17	124,938.95
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	400	540
3. จำนวนบุคลากร		
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	160	100
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	386	914
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	546	1,014
4. ระยะเวลาการทำงาน		
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต		
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร (ตัน/เดือน)	ฟางข้าว 800-1000	ยูคาลิปตัส 90,000
5.2 เศษกระดาษ	-	-
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	เยื่อใยยาว 150-200 เยื่อใยสั้น 1200-1300	เยื่อใยยาว 3,500 เยื่อใยสั้น 15,000 (ผลิตเอง)
5.4 อื่น ๆ ระบุ.....	-	สารเคมีและ Fillers ของการผลิตเยื่อ 1,500 ตัน/เดือน, สารเคมีและ Fillers ของการผลิตกระดาษ 4,500 ตัน/เดือน, สารเคมีและ Fillers ของการบำบัดน้ำ 16 ตัน/เดือน, วัตถุดิบในการผลิตไฟฟ้า (แกลบ เปลือกไม้ ฯลฯ), น้ำดิบ 30,000 ลบ.ม./วัน
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 85, NaOH ปริมาณ 30 , Cl <sub>2</sub> ปริมาณ 15, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ปริมาณ 3, Ca(OCl) <sub>2</sub> ปริมาณ 19	NaOH 700, O <sub>2</sub> 100, ClO <sub>2</sub> 500, NaClO <sub>3</sub> 800 ClO <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> OH 100, ClO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 500 ClO <sub>2</sub> , Deformer/Polymer/Urea fertilizer/Sulfuric-acid 16
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)		
7.1 สำนักงาน	-	-
7.2 กระบวนการผลิต	1,300	40,000,000
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	350,000
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-	40,350,000
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)		
8.1 สำนักงาน	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	-	-
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	560,000	3,300,000
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	-	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)		
9.1 สำนักงาน	-	40,000
9.2 กระบวนการผลิต	-	1,000,000
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	1,040,000

**ตารางที่ ก-2 (ต่อ)**

สภาพทั่วไป	B1	B2
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)		
10.1 สำนักงาน	-	-
10.2 กระบวนการผลิต	-	-
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./เดือน)	เจ้าพระยา	-
11.1 สำนักงาน	-	-
11.2 กระบวนการผลิต	-	-
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	280,000	-
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	ผลิตภัณฑ์พืชมัธยมศึกษา ถ่ายเอกสาร ไรเนียว 1200-1500	กระดาษพืชมัธยมศึกษาไม่เคลือบผิว 21,600 , กระดาษพืชมัธยมศึกษาเคลือบผิว 19,500 , เยื่อใยสั้นฟอกขาว 16,800
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน/เดือน)	1,300	กระดาษ 21,600, เยื่อกระดาษ 16,800
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน/เดือน)	2,000	-
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต รวมทั้งการจัดการของเสีย		
15.1 ฟูนทราย (ตัน/วัน) จัดการโดย	2 นำไปถมที่	56 นำไปฝังกลบ
15.2 เศษเปลือกไม้ (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	504 นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler
15.3 เศษเส้นใยจากขั้นตอนการล้างร้อนเยื่อ (ตัน/วัน) จัดการโดย	18 นำไปถมที่	-
15.4 เศษสิ่งสกปรกที่แยกทิ้ง (Reject) (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	20 นำไปฝังกลบ
15.5 น้ำเสียจากขั้นตอนการต้มเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	1,000 นำเข้าบำบัด	23,000 นำไปบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสีย
- น้ำเสียในขั้นตอนการล้างเยื่อและทำความสะอาดเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	500 นำไปเจือจางเยื่อที่ต้ม	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการฟอกเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	1,600 นำเข้าบำบัด	-
15.6 Lime Mud จากขั้นตอน Chemical Recovery (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	7.00 นำไปฝังกลบ
15.7 ถ้ำและตะกรันจากหม้อไอน้ำ (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	172.00 นำไปฝังกลบ
15.8 น้ำเสียจากขั้นตอนการเดินแผ่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	4,000.00 นำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	-
15.9 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	6.00 นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	-
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	3,000-4,000	23,000

**ตารางที่ ก-2 (ต่อ)**

สภาพทั่วไป	B1		B2	
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตะแกรงกรอง		มี แบบตะแกรงดักขยะ, ปรับพีเอช, ตกตะกอน โดยถังแยกตะกอน	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝั่่ง		ระบบตะกอนเร่ง	
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	200		10	
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20.1 pH	7.5	8	6.70	8.11
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	49	31
20.3 BOD (มก./ล.)	3000	< 100	415	8.40
20.4 COD (มก./ล.)	-	-	1001	84
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	19.04	2.80
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	4.75	0.80
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-	0.58	0.10
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	204	60.21
20.11 SS (มก./ล.)	2000	150	276	19
20.12 DS (มก./ล.)	-	-	1408	880
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย				
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	60,000		-	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	30,000		-	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	-		-	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-		-	
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	-		5	
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (กก./วัน)				
- จากตะแกรง (กก./วัน)	-		10,000	
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	-		10,000	
- กำจัดโดย	-		Sludge Dewatering	
23. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	-		นำกลับมาใช้ 23,000 โดยใช้ร่อนน้ำแปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัส	
24. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)	7,000		-	
25. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	แม่น้ำเจ้าพระยา		พื้นที่ชลประทานของบริษัท	

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล



ตารางที่ ก-3 โรงงานผลิตกระดาษชนิดพิเศษ

สภาพทั่วไป	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	245.00	526.74	7.50	858.13	5,102.20	3,559.50	1,947.11	197.00
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	14.5	50	3	51	20	30	20	120
3. จำนวนบุคลากร								
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	3	3	-	6	21	12	12	2
3.2 บุคลากรโรงงาน (คน)	3	32	19	53	326	182	250	27
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	32	35	19	59	347	194	262	29
4. ระยะเวลาดำเนินการ								
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	-	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	24 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์	24 ชม./วัน 6 วันสัปดาห์
5. วัสดุที่ใช้ในการผลิต								
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร (ตัน/เดือน)	ไม้ไผ่ 150	ไม้ไผ่ 250	ฟางข้าว, ปอสา 2-3	ปอสา 1.5-2	ฟางข้าว 200 ขาน้อย 1500 ปอสา 60 กลาบกัลย 1 ใบไม้ 0.1 ผักตบชวา 0.2	ปอสา 20	ปอสา 9 ปอ sa logo 10	ไม้ไผ่ 200
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	-	-	-	-	กระดาษปอสา 0.5	กระดาษสา 0.5	-	-
5.3 เชือกกระดาษ (ตัน/เดือน)	-	-	-	เยื่อใยต้น 1-2	เยื่อใยยาว เยื่อใยสั้น 0.1	เยื่อใยสั้น 3	เยื่อใยยาว NDKP 3 ยูคาลิปตัส uk2 เยื่อใยสั้น BP 10	-
5.4 อื่น ๆ ระบุ.....(ตัน/เดือน)	-	-	-	วัตถุดิบจากธรรมชาติ เช่น ก้านกล้วย ดอกไม้ต่าง ๆ และ ใบไม้ เป็นต้น 0.5-1	-	-	-	-
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	โซดาไฟ 13,000	NaOH 36 Sodium hydroxide	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.04 โซดาไฟ 0.24	โซเดียมคลอไรด์ 1-2 โพธิ์คาตามายด์ 0.02-0.05 สารกระจายเยื่อ 0.005-0.01 Hax Emulsor 0.02-0.05 Sundefix 0.07-0.10 สี Direct dye 0.3-0.7	คลอรีน 10% 8.8 เกลือเคมี 2.85 โซดาไฟ 50% 18.66 สารส้ม 10.02 ไฮโดรเจนเพอท 4.56 โซโปกร 0.0729 ซันไดท์ 0.66	โซดาไฟ 2.5 คลอรีน 18 โซโปกร 1 สารกระจายเยื่อ 0.2 เม็บบี 0.1	โซดาไฟ 32% 15 คลอรีน 10% 6	โซดาไฟน้ำ โซเดียมโบรไมด์ กำมะถัน

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (Kwh/เดือน)								
7.1 สำนักงาน	120,000	-	-	-	1,500	8,000 บาท/เดือน	20,000 บาท/เดือน	-
7.2 กระบวนการผลิต	-	-	700	-	125,000	90,000 บาท/เดือน	70,000 บาท/เดือน	-
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	60,000	2,000 บาท/เดือน	30,000 บาท/เดือน	-
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-	190,000	700	19,968-39,996	200,000	100,000 บาท/เดือน	120,000 บาท/เดือน	90,000 หน่วย/เดือน
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)								
8.1 สำนักงาน	20,000	-	-	-	-	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	-	60,000	-	-	650,000	30,000 บาท/เดือน	200,000 บาท/เดือน	50,000
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-	60,000	-	7500-12000	-	30,000 บาท/เดือน	200,000 บาท/เดือน	50,000
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....		ดีเซล และน้ำมันเครื่อง 500 ลิตร/เดือน	แก๊ส 1,056	-	เบสิค 3,045, โหลด 46,728 ลิตร	-	-	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)								
9.1 สำนักงาน	-	-	-	-	240	-	-	-
9.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-	45,000	-	-	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	-	452.40	-	-	-
10. ปริมาณขนาดการใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)								
10.1 สำนักงาน	-	100	-	-	-	600	90	-
10.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	2,400	4,160	-
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-	-	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	1,800	100	-	3,000-4,000	-	3,000	4,250	-
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./เดือน)	น้ำใช้แล้วนำกลับมาใช้ได้อีก	ลำห้วย	ประปาภูเขา	แม่น้ำ	-	น้ำจากบ่อน้ำดิน	-	น้ำจากห้วย
11.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-	-	-	-
11.2 กระบวนการผลิต	-	7,000	264	-	-	150	-	-
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-	-	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-	7,000	264	2,000-3,000	-	150	-	4,500
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษให้เจ้า 75	กระดาษจากเยื่อไม้ 150	สมุดโน้ต 300 เล่ม, กอปรูป 400 กอปร, กลองพิทุง 200 กลอง	กระดาษสามแฉกผลิตภัณฑ์ จากกระดาษ 12-16	กระดาษสา 30	กระดาษสา 6	กระดาษสา 3.5 กระดาษวาดเขียนจีน 15	กระดาษให้เจ้า 150
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	-	140-150	-	-	-	6	5	150
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	-	-	-	8,000-8,500	-	12	20	165

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
สภาพทั่วไป							
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเชื้อและกระดาษ รวมทั้งการจัดการของเสีย							
15.1 เศษเปลือกไม้ (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	0.03 นำไปผลิตกระดาษ	0.015 นำไปทำกระดาษตามกรรม ชาติ 0.013 dispose 0.002	-
15.2 เศษฟางข้าว (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	0.002 นำไปใส่ต้นไม้	-	-
15.3 เศษเยื่อ (ตัน/วัน) จัดการโดย	0.100	-	0.022-0.0385 นำไปทำผลิตภัณฑ์แปรรูป	0.295 นำไปผลิตกระดาษ	0.05 นำไปผลิตกระดาษ	คัดเลือก สป.ปรกออก 0.005 ทิ้งขยะ	0.015 จัดการโดยใช้ต้นไม้
15.4 เศษเปลือกและตาปลา (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	0.30 นำไปผลิตกระดาษ	-	0.015 เอาไปทำกระดาษตามกรรม ชาติ.และทิ้งขยะ	-
15.5 เศษสิ่งสกปรกที่แยกทิ้ง (Reject) (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	0.05 ทิ้งไปกับขยะ	0.01 นำไปฝังกลบ	0.005 ทิ้งขยะ	-
15.6 น้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	72 ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	20	192-209 บำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย	1,500 บำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	7 นำกลับมาใช้ใหม่, ใส่แห้ง
- น้ำเสียในขั้นตอนการต้มเชื้อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	20 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	6 นำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำ เสีย	-
- น้ำเสียจากขั้นตอนลดเค็นแผ่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	20 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (เยื่อ) (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	20 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการล้างเยื่อและทำความสะอาดเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	50 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	60 นำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำ เสีย	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการล้างเครื่องจักรอุปกรณ์เครื่องมือ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	2 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	40 นำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำ เสีย	-
- น้ำเสียในขั้นตอนการฟอกเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	30 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	40 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำ เสีย	-

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8		
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
- น้ำเสียในขั้นตอนอื่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	น้ำตกที่ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	
- เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.025	
15.7 เข้าและตกตะกอนจากหม้อไอน้ำ (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	ฝังกลบ	-	-	-	-	
15.8 อื่น ๆ ระบุ..... (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	เผา	-	-	-	-	
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	72	210	-	-	-	-	192-209	-	1,000-2,000	120	160-170	-	-	-	7	-	
17. ใช้งานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตระแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	มี แบบตระแกรงดักขยะ, SEDIMENTATION TANK	มี แบบตระแกรงดักขยะ	มี แบบตระแกรงกรอง	มี แบบตระแกรงกรอง	มี แบบตระแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	มี แบบตระแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	มี แบบตระแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	มี ตกตะกอนโดยบ่อแยกตะกอน
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ	ระบบตะกอนส่ง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง	บ่อฝังธรรมชาติ	บ่อฝังธรรมชาติ
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่ที่ (ไร่)	0.25	40	1	3	40	1	3	3	150	13	4	80	4	80	80	80	80
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	8-10	5-8	-	-	-	-	7.05	7.70	-	7.74	8	7.78	7.93	7.93	7.84	7.84	7.84
20.1 pH	-	-	-	-	-	-	26	25	-	30	30	25	-	-	-	-	-
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	800	80	-	-	-	-	-	-	-	3.1	360	40	200	5-7	302	64	64
20.3 BOD (มก./ล.)	1500	300	-	-	-	-	-	-	-	8	N/A	130	-	-	733	120	120
20.4 COD (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	8.4	1.68	1.68
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	6.54	0.23	0.23
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	2.38	-	N/A	N/A	-	-	-	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	-	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	-	-	-
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	1.2	0.10	0.10
20.11 SS (มก./ล.)	600	200	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A	N/A	-	-	687	43.66	43.66
20.12 DS (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	N/A	N/A	700-1000	7-10	67	23	23
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	298	N/A	N/A	910	1200	1836	728	728
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	10,000	5,000	-	-	-	-	-	-	60,000	2,000	20,000	-	-	-	-	-	-
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	6,000	8,000	-	-	-	-	8,000	-	10,000	4,000	6,500	-	-	-	-	-	-
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	20,000	-	-	-	-	-	100-150	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,000	-	-	-	-	-	-	-
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	-	-	-	-	-	-	-	-	35	8.2	215	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย - จากตะกอน (กก./วัน)					10	15	10-15	15
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)				28-40	-	25	2-5	70
- กำจัดโดย	ตากแห้ง	จะขอให้แจ้งใช้ในการเกษตร	-	คัดตะกอน, สูบตะกอนเก็บไปผ่าน SAND DYING BED	-	ตั้งซ้อนออก	ลอก และคัดออก	ใส่ต้นไม้
23. ปริมาณตะกอนจากชั้นตอน Deinking	-	-	-	-	ไม่มีการกำจัดตะกอน	ไม่มีการกำจัดตะกอน	-	-
24. ปริมาณการใช้น้ำทั้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	70 โดยนำกลับมาใช้ในส่วนของการผลิตกระดาษ	30-50 โดยนำกลับมาใช้ในส่วนของการบำบัดน้ำเสีย	-	นำกลับมาใช้ในแผนกพีซีใช้สูบน้ำรดดอกไม้ ต้นไม้ ในโรงงาน	600-1200 นำกลับมาใช้ในระบบ	นำกลับมาใช้ 40 โดยนำกลับมาใช้ในส่วนของการล้างฟอกเยื่อ	-	นำกลับมาใช้ 6 โดยนำกลับมาใช้รดน้ำต้นไม้, นำมาใช้ในการผลิตใหม่
25. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)	ไม่มี	210	-	ไม่มีน้ำทิ้ง, น้ำเสียระบายออกนอกโรงงาน	1000-2000	-	170	-
26. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัด	-	ระกักเก็บน้ำ	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	รดต้นไม้ในบริเวณ	คลองปากบ่อ	-

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ ก-4 โรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียน

สภาพทั่วไป	D1	D2	D3
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	114,691.00	32,314.25	11,326.91
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	30.94	56	69 ไร่ 2 งาน 34 ตารางวา
3. จำนวนบุคลากร			
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	113	27	8
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	648	307	90
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	655	334	98
4. ระยะเวลาการทำงาน			
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	6 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์ (3กะ)	8 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต			
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร	-	-	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	-	กระดาษสำเร็จที่มีตำหนิเมื่อถูกคัดเลือก แยกออกมา 140	เศษปอนด์ เอ 141.661, เศษซีพีโอ 17.096
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	เยื่อใยยาว 1,800 เยื่อใยสั้น 8,500 เยื่อขานอ้อย 1,260	เยื่อใยยาว 40 เยื่อใยสั้น 1,060	เยื่อใยยาว 128.871 เยื่อใยสั้น 524.750 เยื่อไม้ไผ่ 23.113
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	แคลเซียมคาร์บอเนต 2,200 แป้ง 1,000 ดินขาว 800 กาว 850 สารเคมีอื่น ๆ 184	ดินขาว ปริมาณ 180 ชันสน 20 สารส้ม 84 แป้งมัน 32	สารส้ม 18.450 ฟอกขาว 1.051 ดินขาว 113.875 กาวสน 8.6 สีม่วง 0.012 น้ำยาดับฟอง 0.686
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)			
7.1 สำนักงาน	340,000	15,500	-
7.2 กระบวนการผลิต	18,000,000	560,000	-
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	27,500	-
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-	603,000	169
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)			
8.1 สำนักงาน	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	-	130,000	124,659
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-	130,000	-
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	-	-	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)			
9.1 สำนักงาน	-	-	-
9.2 กระบวนการผลิต	-	-	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)			
10.1 สำนักงาน	-	9,000	-
10.2 กระบวนการผลิต	300,000	75,000	-
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	6,000	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	-	90,000	-

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	D1		D2		D3	
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลิตร/เดือน)	-		-		แม่น้ำแม่กลอง	
11.1 สำนักงาน	-		-		-	
11.2 กระบวนการผลิต	-		-		-	
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-		-		-	
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-		-		1500-2000	
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษพิมพ์และเขียน 18,000		กระดาษพิมพ์เขียน ปริมาณ 900		กระดาษพิมพ์เขียน 750	
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	18,000		900		700	
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	22,000		1,200		750	
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกระดาษ						
15.1 เศษ Reject เช่น เศษลวด, เศษทราย (ตัน/เดือน) จัดการโดย	2 ให้เอกชนรับไปกำจัด		0.04 ตกตะกอนที่ระบบบำบัด		-	
15.2 น้ำเสียในกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	9,000 นำไปบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ใหม่		-		800 บำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย	
15.3 น้ำเสียจากกระบวนการเตรียมเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-		200 ส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย		-	
15.4 น้ำเสียจากขั้นตอนลวดเดินแผ่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-		3,800 ส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย		-	
15.5 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	93 นำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตใหม่		4.6 นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตใหม่		1.50 นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	-		3000 - 4000		800-1,000	
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	-		มีแบบตะแกรงดักขยะ, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน		มี แบบ ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	-		ระบบตะกอนเร่ง		บ่อฝังธรรมชาติ	
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	-		2		10	
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20.1 pH	-	-	6.5-7.6	6.9-8.2	7.54	7.09
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	35	30-31	-	-
20.3 BOD (มก./ล.)	-	-	86-310	5-22	98.64	13.17
20.4 COD (มก./ล.)	-	-	192-1162	41-144	439.43	85.66
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ล.H <sub>2</sub> S)	-	-	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	-	-	-	-
20.11 SS (มก./ล.)	-	-	213-536	14-50	211.32	18.97
20.12 DS (มก./ล.)	-	-	448-1113	419-646	-	-
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย						
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	-		28,000		-	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	-		80,000		-	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	-		4,200		14,100	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-		-		32,000	
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	-		1.50		0.47	
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย						
- จากตะแกรง (กก./วัน)	-		0.5 - 2.0		-	
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	-		500 - 800		-	
- กำจัดโดย	-		ถมที่ในโรงงาน		สูบตะกอนขึ้นมาตากแห้งในลานตาก	

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	D1	D2	D3
24. ปริมาณตะกอนจากขั้นตอน Deinking	-	-	-
25. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	-	ปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่ 200 โดยการทำความสะอาดถังตกตะกอน	-
26. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)	-	3,000-3,500	800
27. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	-	แม่น้ำท่าจีน	แม่น้ำแม่กลอง

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล



ตารางที่ ก-5 โรงงานผลิตกระดาษอนามัย

สภาพทั่วไป	E1	E2	E3	E4	E5
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	23,337.47	15,324.00	2,425.44	9,722.55	5,245.50
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	21	34 ไร่ 3 งาน 62 ตร.ว.	47	41	5
3. จำนวนบุคลากร					
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	72	38	5	30	29
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	185	53	76	360	110
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	257	455	81	390	139
4. ระยะเวลาการทำงาน					
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	7 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต					
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร (ตัน/เดือน)	-	-	-	-	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	กระดาษคอมพิวเตอร์ ปริมาณ 50	CPO ปริมาณ 50	-	-	เศษปอนด์ขาว 20 เศษปอนด์ขาว-ดำ 100  เศษละ 180
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	เยื่อใยยาว 400 เยื่อใยสั้น 1,500	เยื่อใยยาว 25 เยื่อใยสั้น 640 เยื่อจากเศษกระดาษ เยื่อ CTMP 100	เยื่อใยสั้น 130 เยื่อจากเศษกระดาษ	เยื่อใยยาว 200 เยื่อใยสั้น 700 เยื่อจากเศษกระดาษ	เยื่อใยยาว 10 เยื่อใยสั้น 40
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	-	Sodium hypochlorite Sodiumsulphite 2 talcum 1.6 Metasol 550 ปริมาณ Wir ECCel 259 Release agent 2.5 Kymene 5.6	Dispersing Agent 200 Wet-Strength Rasin NaOH 100 Silicone Emulsion	Talcum 5.2 Alum 9.0 Wet strength resin 4.0 Softening agent 800	โซดาไฟ 0.5 O.B.A. 0.5 Defoamer 0.2 Wet Strength 0.8 Sizing agent 0.2 Surfactants 0.12
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)					
7.1 สำนักงาน	50,000	43,200	3,820	11,000	-
7.2 กระบวนการผลิต	2,700,000	2,237,400	181,450	1,489,000	375,270
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	80,000	216,600	5,730	54,000	19,730
7.4 รวมทั้งโรงงาน	2,830,000	2,497,200	191,000	1,554,000	395,000
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา					
8.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	400,000 ลิตร/เดือน	15,696 MMBTU	40,000 ลิตร/เดือน	210,000 ลิตร/เดือน	65,820.30 ลิตร/เดือน
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	400,000 ลิตร/เดือน	-	40,000 ลิตร/เดือน	210,000 ลิตร/เดือน	65,820.30 ลิตร/เดือน
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....		-	-	-	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.					
9.1 สำนักงาน	1,500	-	3,000	6,250	-
9.2 กระบวนการผลิต	9,000	-	-	5,170	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	1,800	-
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน					
10.1 สำนักงาน	-	1,500	-	6,250	6,000
10.2 กระบวนการผลิต	9,000	105,000	2,100	5,170	12,000
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	15,184	-	380	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	-	121,684	2,100	10,000	18,000

ตารางที่ ก-5 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	E1		E2		E3		E4		E5	
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./เดือน)	ระบบบำบัดน้ำเสีย		-		-		D.A.F. ระบบบำบัดน้ำ		-	
11.1 สำนักงาน	-		-		-		-		-	
11.2 กระบวนการผลิต	45,000		-		-		35,000		-	
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-		-		-		-		-	
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-		-		-		35,000		-	
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษอนามัย 1,800	กระดาษทิชชู (ยังไม่แปรรูป) 1,500	กระดาษชำระ toilet Tissue ปริมาณ 150-200	กระดาษเช็ดปาก Table Napkin 150-200	TOILET TISSUE 720, FACIAL TISSUE 100, NAPKIN TISSUE 70, KITCHEN + HAND TOWEL 100	กระดาษชำระ 120, กระดาษบาง, กระดาษห่อ 230				
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	1,800	1,500	200	990	350					
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	2,000	1,650	230	1,100	400					
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกระดาษ										
15.1 เศษเยื่อ (ตัน/วัน) จัดการโดย	12.00	0.05	0.25	-	-					
15.2 น้ำเสียจากขั้นตอนลวดเดินแผ่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	200	300	-	5,400	-					
15.3 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	3	0.15	3.30	0.40					
15.4 เศษเยื่อจากขั้นตอนลวดเดินแผ่น (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	0.49	-	-	-					
15.5 สลัดจ์จากขั้นตอน Deinking (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	15	-	-	-					
15.6 เศษ Rejects เช่นเศษทราย เศษเยื่อแบ่ง (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	4	0.2					
15.7 น้ำเสียรวมจากการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	1,200	5,900	1,200					
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม.)	-	5,500	1,200	1,400	600-700					
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	-	มีแบบตะแกรงดักขยะ	มีแบบตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรียพีเอส, ตกตะกอนโดยถัง	มีแบบปรับพีเอส, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	มีแบบตะแกรงดักขยะ, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน					
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	-	ระบบตะกอนเร่ง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝู	ตะกอนเร่ง+ sand filter	ระบบตะกอนเร่ง					
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	-	-	10	5	0.5					
20. ลักษณะของน้ำเสียบ่อยก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20.1 pH	-	-	8.1	7.3	7.60	7.81	7.22	7.53	6.8	7.2
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	43.3	41.3	-	-	-	-	-	-
20.3 BOD (มก./ล.)	-	-	636.9	2.9	2.7	3.1	630	9	125	4
20.4 COD (มก./ล.)	-	-	2936	14	-	-	2,600	130	-	-
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ก-5 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	E1		E2		E3		E4		E5	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	TURBID	CLEAR	-	-	-	-	-	-
20.11 SS (มก./ล.)	-	-	2940	12	442	11	2,400	19	130	27
20.12 DS (มก./ล.)	-	-	1759	1427	900	700	2,400	2,600	751	523
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย										
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	-	-	390,000		10,000		110,000		40,000	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	-	-	59,000		20,000		50,000		15,000	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	-	-	180,000		30,000		97,000		40,000	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-	-	450,000		-		-		5,000	
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	-	-	9.50		1.50-2.00		6.59		2.80	
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย										
- จากตะแกรง (กก./วัน)	-	-	-		-		-		5	
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	-	-	13,000		-		4,000		150	
- กำจัดโดย	-	-	landfill		กักเก็บไว้ถมที่		dewatering machine		ฝังกลบ	
23. ปริมาณตะกอนจากชั้นตอน Deinking	-	-	15,000 มีการกำจัดโดย De-watering		-		-		-	
24. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	-	-	ปริมาณการนำกลับมาใช้ 3,000 โดยนำกลับมาใช้ในการ deinking		ทั้งหมด 1,200		ปริมาณการนำกลับมาใช้ โดยนำกลับมาใช้ในส่วนของการผลิต		-	
25. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)	-	-	2,400		ไม่มี		-		1,200	
26. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	-	-	แม่น้ำเจ้าพระยา		-		-		คลองเปรมประชากร	

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ ก-6 โรงงานผลิตกระดาษแข็ง

สภาพทั่วไป	F1	F2	F3
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	537.00	23,819.30	2,921.25
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	1.5	ประมาณ 30	60
3. จำนวนบุคลากร			
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	-	14	5
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	-	88	66
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	8	102	71
4. ระยะเวลาการทำงาน			
4.1 ในสำนักงาน	-	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	24 ชม./วัน 7-10 วัน/เดือน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต			
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร	-	ยูคาลิปตัส	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	จับजू 40-60	หนังสือพิมพ์เก่า 3900 เศษกล่องกระดาษ 7500 เศษกล่องเก่า 1200	เศษหนังสือเล่ม 1120 เศษกระดาษปอนด์ขาวและคอมพิวเตอร์ 280
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	-	เยื่อใยยาว 250 เยื่อใยสั้น eucalyptus 50 เยื่อจากเศษกระดาษ ดูช่องเศษกระดาษ	เยื่อใยสั้น 130
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	-	ALUM 36 SIZE 9 แป้ง (STARCH) 9 CLAY 180 Defoamer 0.45 WET STRENGTH 0.018	ดินขาว 34 แคลเซียม (น้ำ) 35 กาวลาเทกซ์ 17 สารลื่นน้ำ 54 กาวสนน้ำ 6
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)			
7.1 สำนักงาน	-	-	7,000
7.2 กระบวนการผลิต	-	105	665,000
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	78,000
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	750,000
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)			
8.1 สำนักงาน	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	6,000	-	220,000
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	6,000	-	220,000
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	-	-	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.)			
9.1 สำนักงาน	-	-	-
9.2 กระบวนการผลิต	-	150,000.00	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.)			
10.1 สำนักงาน	-	-	100
10.2 กระบวนการผลิต	200	-	8,400
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	200	-	8,500
11. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษแข็ง 40-60	DUPLEX BOARD ปริมาณ 4,000 GYPSUM LINERBOARD 2,000	กระดาษแข็งเคลือบแป้ง 1,200
12. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	40	7,500	-
13. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	-	8,000	-

ตารางที่ ก-6 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	F1		F2				F3	
14. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกระดาษ 14.1 เศษเยื่อจากขั้นตอนการเตรียมเยื่อ เศษสิ่งสกปรกที่แยกทิ้ง (Reject) (ตัน/วัน) จัดการโดย	0.10 ให้รถขยะเก็บไป		4 ให้เอกชนรับไปกำจัด				-	
14.2 น้ำเสียจากขั้นตอนการเตรียมเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-		5,000 ส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย				1,250 นำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต 875 ส่งไประบบบำบัดน้ำเสีย 375	
14.3 น้ำเสียจากขั้นตอนลดดินแผ่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-		2,000 ส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย				16,000 นำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต 15200 ส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย 800	
14.4 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	-		13.50 นำกลับไปใช้ใหม่				0.60 นำกลับไปใช้ใหม่	
14.5 เศษเยื่อที่กรองได้จากตะแกรงก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย (ตัน/วัน) จัดการโดย	-		-				1.00 นำกลับมาใช้ใหม่	
14.6 เศษลวดและพลาสติก (ตัน/วัน) จัดการโดย	-		-				2.00 นำไปฝังที่ของตนเอง	
15. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.	-		30,000-35,000				1,175.00	
16. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่ จัดการโดย	ไม่มี		มี แบบตะแกรงดักขยะ, ปรับพีเอช, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน				มี แบบตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง	
17. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	-		ระบบตะกอนเร่ง				บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝิ่ง	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	-		30				34	
19. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
			ระบบ 1	ระบบ 2	ระบบ 1	ระบบ 2		
19.1 pH	-	-	6.98	6.42	7.74	7.77	6.9	7.7
19.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	30-35	30-35	30-35	30-35	32	-
19.3 BOD (มก./ล.)	-	-	1,428	841	13	22	304	32.6
19.4 COD (มก./ล.)	-	-	3,604	2,074	62	168	-	-
19.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	5	5	-	-
19.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	1	1	-	-
19.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-
19.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-
19.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-
19.10 สี	-	-	1,434	1,634	434	734	-	-
19.11 SS (มก./ล.)	-	-	1,914	966	16	17	1040	95
19.12 DS (มก./ล.)	-	-	2,716	2,105	1,155	1,502	1020	825
20. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย								
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	-		1,490,000				120,000	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	-		200,000				19,200	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	-		781,000				-	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-		880,000				-	
- เฉลี่ยค่าน้ำบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	-		3.27				4.93	
21. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (กก./วัน)								
- จากตะแกรง (กก./วัน)	-		30-50				1,000	
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	-		41,000				200-300	
- กำจัดโดย	-		เครื่องรีดตะกอนและส่งตะกอนเผาที่หม้อผลิตไอน้ำ				ขนไปทิ้งและฝังที่ของตนเอง	
22. ปริมาณตะกอนจากขั้นตอน Deinking	-		-				-	

ตารางที่ ก-6 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	F1	F2	F3
23. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้	-	นำกลับมาใช้ 5,000 โดยใช้ในส่วนของการผลิตเยื่อเศษกระดาษ, การเกษตร, ความสะอาด, รดน้ำต้นไม้	นำกลับมาใช้ 1,175 โดยใช้ในส่วนของระบบเตรียมเยื่อและจืดล้าง ตะแกรง
24. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./	-	30,000-35,000	-
25. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	-	แม่น้ำแม่กลอง, คลองส่งน้ำเพื่อการเกษตร	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ ก-7 โรงงานผลิตกระดาษคราฟท์

สภาพทั่วไป	G1	G2	G3	G4	G5	G6
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	810.00	21,025.10	1,597.00	4,612.00	1,578.34	6,703.63
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	4	34	20	100	95	15
3. จำนวนบุคลากร						
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	7	16	2	8	39	9
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	28	164	65	150	241	75
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	35	180	67	158	280	84
4. ระยะเวลาการทำงาน						
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/	8 ชม./วัน 6 วัน/	8 ชม./วัน 6 วัน/	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	24 ชม./วัน 6 วัน/	8 ชม./วัน 6 วัน/	8 ชม./วัน 7 วัน/	8 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต						
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร	-	-	-	-	-	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	กล่องกระดาษที่ใช้หนังสือพิมพ์ 50	เศษกระดาษ 1100 หนังสือพิมพ์เก่า	เศษกระดาษกล่องน้ำ 2,000.00	เศษกระดาษกล่องน้ำ 2,700.00	เศษกล่องที่ใช้แล้ว 7,000	เศษกระดาษสีน้ำตาล เช่น กล่องทุกชนิด 650
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	-	เยื่อใยยาว 80 เยื่อใยสั้น 320	-	-	เยื่อใยยาว 700 เยื่อใยสั้น 300	-
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต	-	กรดเกลือ 0.08 แอมโมเนีย 0.3	-	-	แป้งมันสำปะหลัง 120 ammonium - persulphate 25 สารกันซึม 15 สี (สี+เหลือง) 2.5 สารล้มน้ำ 45 น้ำยาดับฟอง 2.5	-
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)						
7.1 สำนักงาน	-	5,100	-	-	-	45,000
7.2 กระบวนการผลิต	-	1,633,900	-	-	3,570,000	182,000
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	16,000	-	-	230,000	
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-	1,655,000	2,000,000	3,930,000	3,800,000	
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)						
8.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-	
8.2 กระบวนการผลิต	-	58,000	-	-	1,200,000	
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-	58,000	400,000	2,600,000	1,200,000	
8.5 อื่น ๆ ระบุ..... (ตัน/เดือน)	-	-	ซีล้อย 25,000	ซีล้อย 750,000	-	
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน						
9.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-	200
9.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	600
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ก-7 โรงงานผลิตกระดาษค

สภาพทั่วไป	G7	G8	G9	G10	G11
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	88,313.66	187,095.71	22,077.49	34,423.30	140,875.04
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	415	724 ไร่ 2 งาน 16 ตา	61	400	125
3. จำนวนบุคลากร					
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	64	178	37	23	-
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	271	491	133	173	105
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	335	669	170	196	105
4. ระยะเวลาการทำงาน					
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	-
4.2 ในโรงงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิต					
5.1 วัตถุประสงค์ทางการเกษตร	-	-	-	-	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	เศษกระดาษกล่อง	เศษกระดาษ 16,500	AOCC, EOCC, LOCC 6,500.00	กล่องกระดาษเก่าและกระดาษเก่าโดยทั่วไป	เศษกระดาษกล่อง 18,000
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	เยื่อใยยาว 2,100 เยื่อใยสั้น 540	เยื่อใยยาว 200 เยื่อใยสั้น 900 เยื่อจากเศษกระดาษ เยื่อกิ่งเคมี 3,500	เยื่อใยยาว 750	เยื่อใยยาว 632 เยื่อใยสั้น 627	เยื่อใยยาว 700 เยื่อใยสั้น 350
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต	สารส้ม 220 ชันสน 30 แป้งมัน 260	แป้งมัน 400 EMULSION SIZE 18 ALUM 25	STARCH 101 ROSIN 26 ALUM (LIQUID) 397 DYE-STUFF 3.4	สารส้ม 310 แป้งมันล่าปะหลัง	สารส้ม 510 ชันสน 90 แป้งมัน 510
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)					
7.1 สำนักงาน	166,000	-	20,800	40,000	-
7.2 กระบวนการผลิต	13,605,000	10,999,805	3,000,000	4,580,000	11,160,000
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	990,000	-	252,000	60,000	-
7.4 รวมทั้งโรงงาน	14,761,000	-	3,272,800	4,680,000	11,160,000
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)					
8.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	-	115,740.00	1,020,000.00	-	-
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	1,020,000.00	-	-
8.5 อื่น ๆ ระบุ..... (ตัน/เดือน)	ไอน้ำ จากกระบวนการผลิต 223,000	Lignite+Coal 10,518 Biomass fuel 2,365	-	Lignite 7,000	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน					
9.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-
9.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	-	-



ตารางที่ ก-7 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	G1	G2	G3	G4	G5	G6
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อ						
10.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-	36,000
10.2 กระบวนการผลิต	-	132,000	-	-	-	-
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	-	132,000	-	-	52,000	-
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./	-	น้ำแม่น้ำ	แม่น้ำเจ้าพระยา	น้ำคลอง		น้ำหมุนเวียน
11.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-	-
11.2 กระบวนการผลิต	-	30,000	-	36,000	-	16,000
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-	30,000	33,000	-	-	-
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษลูกฟูก 200	กระดาษกล่องเคลือบแป้ง 1,800-2,000	กระดาษคราฟ 1,800	กระดาษคราฟ 2420	กระดาษทำลอนลูกฟูก 6,000, กระดาษเหนียวทำผิวกล่อง 1,000	กระดาษเหนียวสีน้ำตาล 600, กล่องกระดาษลูกฟูก 200
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	180-200	-	1,800	2,420	6,000	600
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน	200	-	1,800	2,420	7,000	750
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต รวมทั้ง						
15.1 ของเสียจากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ	-	-	-	-	-	-
15.2 เศษเส้นใย (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	0.25	-	10	0.20 นำไปถมที่	-
15.3 เศษสิ่งสกปรกที่แยกทิ้ง (Reject) (ตัน) จัดการโดย	-	-	0.30 นำไปถมในบ่อของ	2 นำไปฝังกลบภายในโรง	-	0.06 นำไปทิ้งขยะ
15.4 น้ำเสียในกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	30 นำเข้าสู่ระบบบำบัด	-	100 ผ่านระบบบำบัดน้ำ	1,200	-	900 เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
15.5 ถ้ำและตะกอนจากหม้อไอน้ำ (ลบ.ม./) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-
15.6 น้ำเสียจากขั้นตอนการเตรียมเยื่อ (ลบ.ม./) จัดการโดย	-	1,200 ผ่านระบบบำบัดน้ำ	-	-	3000 - 4000 เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
15.7 น้ำเสียจากขั้นตอนลวดเดินแผ่น (ลบ.ม./) จัดการโดย	-	2,800 ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-
15.8 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/) จัดการโดย	-	-	-	-	2.50 นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิต	0.20 นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตใหม่
15.9 น้ำเสียจากระบบกำจัด Reject (ลบ.ม./) จัดการโดย	-	-	-	-	-	-
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดใน	30	4,000	1,100	1,200	3000-4000	900
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ตกตะกอนโดยถัง	มี แบบ ตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ตกตะกอนโดยถัง	มี แบบตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตก	มี แบบ ตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตกตะกอนโดยถัง	มีแบบตะแกรงดักขยะ, ตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน	มี แบบตะแกรงดักขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	ตะแกรง, ตกตะกอน	ระบบตะกอนเร่ง	บ่อฝักรวมชาติ, ระบบตะกอนเร่ง	บ่อเติมอากาศ	ถังไร้อากาศ+ระบบตะกอนเร่ง	บ่อหมัก+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝักรวมชาติ
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่	0.25	3	5	40	20	5

ตารางที่ ก-7 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	G7	G8	G9	G10	G11
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อ					
10.1 สำนักงาน	200	-	-	-	-
10.2 กระบวนการผลิต	244,000	328,552	96,000	-	226,000
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	244,200	-	-	-	226,000
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./	-	-	-	แม่น้ำแม่กลอง	-
11.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-
11.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	150,000	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	-	-
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษคราฟท์ 20,000	กระดาษผิวกลอง 3,000 กระดาษทำลอน ลูกฟูก 17,000	กระดาษ CM 3,200 กระดาษคราฟท์ 3,083	กระดาษรอนลูกฟูก (CA) 8,500 , Corrugating medium	กระดาษคราฟท์ 24,000
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	20,000	20,000	6,284	8,000	24,000
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน	26,400	22,000	7,229	8,900	27,000
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต รวมทั้ง					
15.1 ของเสียจากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ	-	-	-	-	-
15.2 เศษเส้นใย (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	-	-
15.3 เศษสิ่งสกปรกที่แยกทิ้ง (Reject) (ตัน) จัดการโดย	47 ฝังกลบ	20 นำไปถมที่	7 นำไปถมที่	30	50 ฝังกลบ
15.4 น้ำเสียในกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	-	3,500 บำบัดที่ระบบบำบัดน้ำ	3,000 บำบัดที่ระบบบำบัด	-
15.5 เถ้าและตะกอนจากหม้อไอน้ำ (ลบ.ม./ จัดการโดย	40 นำไปฝังกลบ	-	-	40 นำไปถมที่	60 จัดการโดยนำไปฝังกลบ
15.6 น้ำเสียจากขั้นตอนการเตรียมเยื่อ (ลบ. จัดการโดย	4,800 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำ	10,000 ผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำ	2000-3500 กำจัด BIO-TREAT	-	4,200 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
15.7 น้ำเสียจากขั้นตอนลวดเดินแผ่น (ลบ.ม. จัดการโดย	6,000 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำ เสีย	-	2000-3500 นำไป WW เข้าไปที่ Hydra Pulper	-	3,300 นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
15.8 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/ จัดการโดย	20 นำเข้าสู่กระบวนการ ผลิต	-	6.50 นำกลับไปใช้ในกระบวนการ การผลิต	14 นำเข้าสู่กระบวนการ ผลิตใหม่	24 นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่
15.9 น้ำเสียจากระบบกำจัด Reject (ลบ.ม./ จัดการโดย	-	800-900 ผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำ	-	-	-
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดใน	30,000-35,000	40,000	2,300-4,000	3,000.00	30,000-35,000
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตะแกรงดักขยะ, ปรับพีเอช, ตกตะกอน โดยถังแยกตะกอน	มี แบบตะแกรงดัก ขยะ, ตะแกรงกรอง, ปรับพีเอช, ตกตะกอน	มี แบบตะแกรงกรอง, Dissolved Air Flotation System	มี แบบตะแกรงดัก ขยะ	มี แบบตะแกรงดักขยะ, ปรับพี เอช, ตกตะกอนโดยถังแยก ตะกอน
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	ระบบตะกอนเร่ง	ระบบตะกอนเร่ง	ถังไร้อากาศ+ระบบ ตะกอนเร่ง, Anaerobic Oxic Stage	บ่อหมัก+บ่อเติม อากาศ+บ่อฝิ่ง, ANAEROBIC+AERA TED LAGOON+POLISL	ระบบตะกอนเร่ง
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่	30	50	-	-	30

ตารางที่ ก-7 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
	ก่อน		ก่อน		ก่อน		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด												
20.1 pH	-	-	6.81		9.0-6		5.5-6	6.9-7	6.5	7.5	7.29	7.09
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	37		36	34	36	34-35	35-42	36	<35	-
20.3 BOD (มก./ล.)	-	-	191	<	1500		450-700		900-1100	14	420	52
20.4 COD (มก./ล.)	-	-	176		2000		810-1190		2000-3000	89	-	-
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	14.56	5.04	-	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29	0.13	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ล.H <sub>2</sub> S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.11 SS (มก./ล.)	-	-	605	<	1000	30	1000	30	1474	7	1535	116
20.12 DS (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	2240	1296	3320	3090
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย												
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	-		36,000		-		-		400,900		600	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	-		38,500		-		8,000		55,000		1,000	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	-		48,250		-		-		175,000		1,200	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-		15,000		-		-		630,900		3,000	
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	-		1.15		-		-		-		-	
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย												
- จากตะแกรง (กก./วัน)	2		-		-		500		30		-	
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	-		750-800		500-1000		1,000		1,500		-	
- กำจัดโดย	ฝัง		ฝังกลบ		วิธีฝังกลบในโรงงาน และที่ โรงงาน กระดาษปทุมธานี		โดยบ่อกักตะกอน ฝัง กลบภายในโรงงาน		ถมที่		-	
23. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับ (ลบ.ม./วัน)	30		นำกลับมาใช้ 800 นำกลับมาใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องจักรและพื้น		นำกลับมาใช้ 1100 ใช้ในการผลิต		1,200 โดยนำกลับมาใช้ในการผลิต		3,000 ใช้ในการเตรียมเยื่อ, process การผลิต, cleaning		900 ใช้ในกระบวนการผลิต เยื่อจากเศษกระดาษ และผลิตกระดาษ	
24. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน	-		ปริมาณที่ระบาย		ไม่มี		ไม่มี		-		ไม่มี	
25. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	-		แม่น้ำเจ้าพระยา		-		-		-		-	

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ ก-7 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	G7		G8		G9		G10		G11			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด												
20.1 pH	6.98-6.42		5.5-6.5		6-7	6.5-7.5	6.6-7.5			ระบบ1 6.98	ระบบ2 6.42	ระบบ1 7.74
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30-35 30-35	30-35	40	38	27-29 38-40		-	-	30-35	30-35	30-35	
20.3 BOD (มก./ล.)	1,428-841	13-22	800-1,200		1000-1500		1,500	10	1428	841	13	
20.4 COD (มก./ล.)	3,604-2,074		1,500-2,000		1800-2500		3,000	130	3604	2074	62	
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	5-5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	N.D.-N.D.		-	-	-	-	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	N.D.-N.D.		-	-	-	-	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	N.D.-N.D.		-	-	-	-	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	
20.10 สี	1,434-1,634		700-900		-	-	-	-	1434	1634	434	
20.11 SS (มก./ล.)	1,914-966	16-17	1,000-2,000		150-400	30-80	1,100	30	1914	966	16	
20.12 DS (มก./ล.)	2,716-2,105		1,500-2,000		-	-	2,500	550	2716	2105	1155	
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย												
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	1,490,000		1,500,000		428,000		91,000		1,490,000			
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	200,000		300,000		62,538		-		200,000			
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	781,000		4,000,000		388,400		22,000		781,000			
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	880,000		-		-		-		880,000			
- เฉลี่ยค่าน้ำบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	3.27		5		9		1.30		3.27			
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย												
- จากตะกอน (กก./วัน)	30-50		50		3,000-4,000		-		30-50			
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	41,000		40		2,700-3,000		-		41,000			
- กำจัดโดย	เครื่องรีดตะกอนและส่งตะกอนเฝ้าที่หม้อผลิตไอน้ำ		screw press และ sludge belt press แล้วนำไปเป็นเชื้อเพลิงใน		ผ่าน filter press ส่งให้ sub-contaetor เอาไป land fill		ทำปุ๋ยหมัก		เครื่องรีดตะกอน และส่งตะกอนเฝ้าที่หม้อผลิตไอน้ำ			
23. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับ (ลบ.ม./วัน)	นำกลับมาใช้ 5,000 โดยใช้ในส่วนของการผลิตเยื่อเศษกระดาษ, การเกษตร, ทำความสะอาด, รดน้ำต้นไม้		นำกลับมาใช้ 10,000 โดยใช้ในการผลิตกระดาษ		-		-		5,000 โดยนำกลับมาใช้ในการผลิตเยื่อเศษกระดาษ, การเกษตร, ทำความสะอาด, รดน้ำต้นไม้			
24. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน	30,000-35,000		30,000		2300-4000		3,000		30,000-35,000			
25. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	แม่น้ำแม่กลอง, คลองส่งน้ำเพื่อการเกษตร		แม่น้ำแม่กลอง		แม่น้ำท่าจีน		แม่น้ำแม่กลอง		แม่น้ำแม่กลอง, คลองส่งน้ำเพื่อการเกษตร			

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ ก-8 โรงงานผลิตกระดาษหลายชนิด

สภาพทั่วไป	H1	H2	H3	H4	H5	H6
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	128,651.90	6,172.00	6,767.50	8,125.18	14,948.30	45,731.76
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	-	110-3-66	56-2-4	-	-	52
3. จำนวนบุคลากร						
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	27	61	10	70	8	85
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	1,001	143	130	160	134	445
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	1,028	204	140	230	142	530
4. ระยะเวลาการทำงาน						
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 5 วัน/สัปดาห์	24 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต						
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร	-	-	-	-	-	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	เศษกระดาษ 25,000	เศษปอนด์ขาว+C.P.O เศษปรีฟ	เศษกระดาษเก่า จับजू 1,200	OCC, หนึ่งสล็อตพิมพ์, จับजू 4,700	เศษกระดาษกล่อง สีน้ำตาล 1,500	หนึ่งสล็อตพิมพ์+ปรีฟ กล่องลูกฟูก+กล่องสี 700
5.3 เชื้อกระดาษ (ตัน/เดือน)	เยื่อใยขาว 2,500 เยื่อใยสั้น 1,200	เยื่อใยสั้น 200	-	-	เยื่อใยลึกลับตัด 20	เยื่อใยยาว 800 เยื่อใยสั้น 2500
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	สารส้ม 500 แป้งมัน 450 ซันสน 90 สีย้อม 15 Cationic Starch 45	สารส้ม 40 ซันสน 7.5 น้ำยาดับฟอง 0.6 ดินขาว 7.0 แป้งมันตัดแปลง 0.5 สารฟลอกกวนล 0.3 สี 0.005	สีที่ใช้ย้อมกระดาษสีน้ำตาล ปริมาณน้อย	แคลเซียมคาร์บอเนต 150 กาบ 50 ดีตาเนียม 30	แป้งมัน 12 น้ำยากันซึมหน้า 3 น้ำยาเคลือบผิว 2 เคลือบผิวกระดาษ สารส้ม 10 สี 2.5 PVA 0.5	เคมีเคลือบ 800 ดินขาว และสารช่วยประสาน แป้งมัน 200 เคมีผสม 500

ตารางที่ ก-8 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	H1	H2	H3	H4	H5	H6
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)						
7.1 สำนักงาน	100	15,000	-	-	-	25,260
7.2 กระบวนการผลิต	19,750	750,000	-	-	-	5,053,100
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	420	35,000	-	-	-	130,590
7.4 รวมทั้งโรงงาน	20,270	800,000	120,000	6,000	550,000	5,210,950
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ลิตร/เดือน)						
8.1 สำนักงาน	-	-	-	-	-	-
8.2 กระบวนการผลิต	617,000	-	200,000.00	-	250,000	2,490
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	225,000	250,000	2,490
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	ถ่านหิน 12,000 ตัน	-	-	LPG 75 ตัน	-	ถังแก๊ส 100 ตัน
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)						
9.1 สำนักงาน	-	-	-	300	-	2,000
9.2 กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	300	-	2,000
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)						
10.1 สำนักงาน	3,000	12,000	-	-	-	-
10.2 กระบวนการผลิต	327,000	54,000	-	60,000	-	90,000
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	45,000	-	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	330,000	66,000	-	60,000	-	90,000
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./เดือน)						
11.1 สำนักงาน	-	-	น้ำคลองอตุลย์, น้ำ reverse osmosis	-	น้ำแม่เฒ่า	-
11.2 กระบวนการผลิต	-	-	3000 , 1800	-	-	-
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-	-	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ก-8 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	H1	H2	H3	H4	H5	H6
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ต้นเดือน)	กระดาษทำฉีกกล่อง 8,500 กระดาษทำดอมน 13,000 กระดาษทำถุงหลายชั้น 1,000 กระดาษพิมพ์เขียน 1,000	กระดาษกล่องขาวไม่เคลือบ แม่ียง 550 กระดาษพิมพ์เขียน 200 กระดาษปรู๊ฟคืนกระดาษ 150	กระดาษแข็ง 500 กระดาษสีน้ำตาล 500	กระดาษแข็ง 3,000 กระดาษครีฟ 1,500	กระดาษผิวกล่อง 200 กระดาษสูงทุก 900 กระดาษแข็งสีน้ำตาล 150	กระดาษพิมพ์เขียน 2,390 กระดาษกล่อง 1,240
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	23,500	900	1,000	-	1,250	3,500
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	25,000	1,100	1,200	-	2,000	5,650
15. ผลพลอยได้จากระบวนการผลิตกระดาษ						
15.1 เศษเยื่อจากขั้นตอนการเตรียมเยื่อ (ตัน/วัน) จัดการโดย	47 นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	-	-	3,000 ฝังกลบ	-	2,190 นำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่
15.2 นำเสียมจากกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	11,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	-	100 นำไปผ่านระบบ DAF แล้วนำกลับมาใช้ใหม่	3,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย และนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต	1,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	9,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว นำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต 6000 ลบ.ม./วัน
15.3 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	5 นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	1.5 ผลิตใหม่	1.2 นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	5 นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	1 นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	2,290
15.4 เศษ Rejects เช่นเศษลวด, เศษพลาสติก (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	0.05 ฝังกลบ	0.85 ฝังกลบ	3 ฝังกลบ	1 ฝังกลบ	-
15.5 นำเสียจากขั้นตอนการเตรียมเยื่อ (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	2,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-
15.6 นำเสียจากขั้นตอนลดดินแผ่น (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	-	1,000 นำไปผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	-
15.7 เศษเยื่อจาก DSM SCREEN (ตัน/วัน) จัดการโดย	-	-	-	4 นำกลับเข้าสู่การผลิตใหม่	-	-

ตารางที่ ก-8 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	H1		H2		H3		H4		H5		H6	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	11,000		3,000		100		3,000		10,000		9,000	
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มีแบบตะแกรงดักขยะระบบ dissolved air floatation		มีแบบ ตะแกรงดักขยะตกตะกอนโดยถังแยกตะกอน		มี แบบ ตะแกรงดักขยะ		มี แบบตะแกรงกรองระบบการแยกเยื่อกับน้ำ (ระบบ DAF)		มี แบบตะแกรงกรอง		มี แบบตะแกรงดักขยะตกตะกอนโดยเติมสารเคมีในถังตกตะกอน	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	ระบบตะกอนเร่ง		บ่อดักตะกอน+บ่อเติมอากาศ+บ่อฝัง		Air Flotation		ระบบตะกอนเร่ง		ระบบตะกอนเร่ง		ถังไร้อากาศ+ระบบตะกอนเร่ง	
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	30		11 ไร่ 3 งาน 37 ตร.วา		1		2		-		30	
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
20.1 pH	6-7	7.2	7.2	7.6	7.53	7.18	7.0-7.5	7.0-7.5	6.4	7.0	6.8	7.7
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	35-38	30-38	36	32	-	-	42	32	-	-	28	27
20.3 BOD (มก./ล.)	1044	14	150	10	550	240	1600-800	< 60	1450	499	150	7
20.4 COD (มก./ล.)	2200	173	400	50	3759	2215	1200-1400	< 400	2740	1222	300	64
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	0-2	-	-	-	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ล.H <sub>2</sub> S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10 สี	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลอ่อน	-	-	-	-
20.11 SS (มก./ล.)	349	44	500	15	2000	480	< 500	< 100	725	107	90	18
20.12 DS (มก./ล.)	2095	1587	1,000	950	3800	4000	3,000-3,500	1,500-2,000	-	-	-	1600
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	-		-		-		-		-		-	
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	868,000		70,000		180,000		220,000		80,000		450,000	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	200,000		25,000		40,000		100,000		-		120,000	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	479,570		20,000		200,000		400,000		-		250,000	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	-		27,000		-		-		-		30,000	



ตารางที่ ก-8 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	H1	H2	H3	H4	H5	H6
- ค่าใช้จ่ายบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	4.50	1.50	-	8.00		3.15
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย						
- จากตะกอน (กก./วัน)	1,000	300	น้อย	-	-	19,000
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	30,000	2,000	Sludge 200-300	500	150	1,000
- กำจัดโดย	dewatering+landfill	LAND FILL	-	ตากแห้ง	ฝังกลบ	บีบให้แห้งแล้วเผาใน Boiler
23. ปริมาณตะกอนจากขั้นตอน Deinking	-	-	-	-	-	-
24. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	3000 โดยการฉีดล้าง ทำความสะอาด ส้วมของน้ำดับเพลิง	นำกลับมาใช้ 1,500 โดยนำกลับมาใช้ในการเตรียมเยื่อ	นำกลับมาใช้ 90	นำกลับมาใช้ 1,000 โดยนำกลับมาใช้ในการเตรียมเยื่อ และภาคอื่นเช่น	นำกลับมาใช้ทั้งหมด โดยใช้ในกระบวนการเตรียมเยื่อ และผลิตกระดาษ	นำกลับมาใช้ 6,000 โดยใช้ในส่วนของการผลิตกระดาษ
25. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)	8,000-10,000	1,500.00	-	200-300	-	3,000
26. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	แม่น้ำท่าจีน	แม่น้ำเจ้าพระยา	-	คลอง	-	แม่น้ำเจ้าพระยา

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

**ตารางที่ ก-9** โรงงานผลิตกระดาษได้กรอง

สภาพทั่วไป	l1
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	38169.48
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	59.70
3. จำนวนบุคลากร	
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	8
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	49
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	57
4. ระยะเวลาการทำงาน	
4.1 ในสำนักงาน	8 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	24 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (ตัน/เดือน)	
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร	-
5.2 เศษกระดาษ	-
5.3 เยื่อกระดาษ	เยื่อไม้, เยื่อฝ้าย 210
5.4 อื่น ๆ ระบุ.....	-
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	Aluminium Sulfate สารส้มน้ำ Hopelon
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า	
7.1 สำนักงาน	-
7.2 กระบวนการผลิต	-
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
7.4 รวมทั้งโรงงาน	-
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา	
8.1 สำนักงาน	-
8.2 กระบวนการผลิต	-
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	-
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)	
9.1 สำนักงาน	-
9.2 กระบวนการผลิต	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-

ตารางที่ ก-9 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	l1	
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)		
10.1 สำนักงาน	-	
10.2 กระบวนการผลิต	-	
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	
10.4 รวมทั้งโรงงาน	187,200	
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ.....	-	
11.1 สำนักงาน	-	
11.2 กระบวนการผลิต	-	
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	
11.4 รวมทั้งโรงงาน	-	
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษใส่กรอง 168	
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน	-	
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน	-	
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต รวมทั้งการจัดการของเสีย		
15.1 น้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	185.70	นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของนิคมอุตสาหกรรม
15.2 เศษเยื่อ (ตัน/วัน) จัดการโดย	0.001	นำไปทิ้งขยะ
15.3 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	0.01	นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	1,040	
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตะแกรงกรอง	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	เข้าบำบัดที่ระบบบำบัดของนิคมอุตสาหกรรม	
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	-	
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง
20.1 pH	6.75	-
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-
20.3 BOD (มก./ล.)	36	-
20.4 COD (มก./ล.)	390	-
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	-	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	-	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	-

**ตารางที่ ก-9** (ต่อ)

สภาพทั่วไป	11	
	ก่อน	หลัง
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	-	-
20.10 สี	-	-
20.11 SS (มก./ล.)	276	-
20.12 DS (มก./ล.)	-	-
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย		
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)		-
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)		-
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)		-
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)		-
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)		3.70
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย		
- จากตะแกรง (กก./วัน)		1
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)		1,000
- กำจัดโดย		-
23. ปริมาณตะกอนจากชั้นตอน Deinking		-
24. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)		-
25 ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)		1,040
26. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด		-

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

**ตารางที่ ก-10** โรงงานผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์

สภาพทั่วไป	J1
1. กำลังเครื่องจักรรวม (แรงม้า)	63819.5
2. พื้นที่ประกอบการ (ไร่)	1,058
3. จำนวนบุคลากร	
3.1 บุคลากรประจำสำนักงาน (คน)	25
3.2 บุคลากรในโรงงาน (คน)	416
3.3 บุคลากรทั้งหมด (คน)	441
4. ระยะเวลาการทำงาน	
4.1 ในสำนักงาน	9 ชม./วัน 6 วัน/สัปดาห์
4.2 ในโรงงาน	24 ชม./วัน 7 วัน/สัปดาห์
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	
5.1 วัตถุดิบทางการเกษตร (ตัน/เดือน)	-
5.2 เศษกระดาษ (ตัน/เดือน)	กระดาษหนังสือพิมพ์เก่า 11500
5.3 เยื่อกระดาษ (ตัน/เดือน)	เยื่อใหม่ CTMP 1.6
6. ประเภทสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ตัน/เดือน)	แป้ง TALC POWDER 4.1 โซดาไฟ (50%) 400 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (50%) 260 DE-INKING AGENT 50 SILICATE 38 BE ALUMINIUM SULFATE (100%) 1,300 DTPA 40
7. ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (KWH/เดือน)	
7.1 สำนักงาน	-
7.2 กระบวนการผลิต	8,226,183
7.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	312,747
7.4 รวมทั้งโรงงาน	8,538,930
8. ปริมาณพลังงานจากน้ำมันเตา (ตัน/เดือน)	
8.1 สำนักงาน	-
8.2 กระบวนการผลิต	1,300.00
8.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
8.4 รวมทั้งโรงงาน	-
8.5 อื่น ๆ ระบุ.....	-

ตารางที่ ก-10 (ต่อ)

สภาพทั่วไป	J1
9. ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)	
9.1 สำนักงาน	-
9.2 กระบวนการผลิต	-
9.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
9.4 รวมทั้งโรงงาน	-
10. ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ตามพื้นที่งานต่อเดือน (ลบ.ม./เดือน)	
10.1 สำนักงาน	600
10.2 กระบวนการผลิต	-
10.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
10.4 รวมทั้งโรงงาน	600
11. ชนิดของแหล่งน้ำอื่น ๆ..... (ลบ.ม./เดือน)	แม่น้ำเจ้าพระยา
11.1 สำนักงาน	-
11.2 กระบวนการผลิต	136,000
11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	-
11.4 รวมทั้งโรงงาน	136,000
12. ชนิดของผลิตภัณฑ์ (ตัน/เดือน)	กระดาษหนังสือพิมพ์ 9,100
13. กำลังการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (ตัน)	9,100
14. ความสามารถสูงสุดของกำลังผลิตต่อเดือน (ตัน)	10,000
15. ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต รวมทั้งการจัดการของเสีย	
15.1 เศษ Reject เช่น กากกระดาษ, เศษพลาสติก (ตัน/วัน) จัดการโดย	8 นำไปฝังกลบในพื้นที่ตนเอง
15.2 น้ำเสียจากกระบวนการผลิตทั้งหมด (ลบ.ม./วัน) จัดการโดย	10,500 ส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย
15.3 เศษกระดาษจากการ Finishing (ตัน/วัน) จัดการโดย	3 นำกลับไปใช้ใหม่
15.4 สลัดจ์จากกระบวนการ De-inking (ตัน/วัน) จัดการโดย	21.64 นำไปฝังกลบในพื้นที่ตนเอง
15.5 ฝุ่นจากระบบกำจัดฝุ่นที่ Boiler (ตัน/วัน) จัดการโดย	0.08 นำไปฝังกลบในพื้นที่ตนเอง
16. ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในปัจจุบัน (ลบ.ม./วัน)	10,500
17. โรงงานมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนหรือไม่	มี แบบตระแกรงดักขยะ, ปร๊อบพีเอช, ตกตะกอน โดยถังแยกตะกอน

**ตารางที่ ก-10** (ต่อ)

สภาพทั่วไป	J1	
18. ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	ระบบตะกอนเร่ง	
19. ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นที่ (ไร่)	920	
20. ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัด	ก่อน	หลัง
20.1 pH	6.9	7.3
20.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	38	30
20.3 BOD (มก./ล.)	800	23
20.4 COD (มก./ล.)	3,000	210
20.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (มก./ล.)	8.4	-
20.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	0.18	-
20.7 ฟอสเฟต (มก./ล.)	-	-
20.8 ฟีนอล (มก./ล.)	-	< 0.01
20.9 ซัลไฟด์ (มก./ลH <sub>2</sub> S)	-	0.33
20.10 สี	-	79
20.11 SS (มก./ล.)	3,500	11
20.12 DS (มก./ล.)	2,700	2,300
21. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย		
- ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	830,000	
- ค่าแรงงาน (บาท/เดือน)	191,000	
- ค่าสารเคมี (บาท/เดือน)	2,055,700	
- อื่น ๆ (บาท/เดือน)	335,500	
- เฉลี่ยค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)	11	
22. ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย		
- จากตะแกรง (กก./วัน)	3,000.00	
- จากบ่อบำบัด (กก./วัน)	43,200.00	
- กำจัดโดย	กลบฝัง	
23. ปริมาณตะกอนจากชั้นตอน Deinking (กก./วัน)	21,640.00	
24. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ (ลบ.ม./วัน)	5,000.00	
25 ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน (ลบ.ม./วัน)	4,700.00	
26. แหล่งระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	บ่อกักเก็บของโรงงานขนาด 900 ไร่	

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ภาคผนวก ข.  
ดัชนีวิเคราะห์  
ลักษณะสมบัติน้ำเสีย



ตาราง ข. ดัชนีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มประเภทโรงงาน

กลุ่มที่	ประเภทโรงงาน	จำแนกกลุ่มตามชนิดของวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์	ดัชนีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสีย
1	โรงงานผลิตเยื่อกระดาษโดยใช้วัตถุดิบการเกษตร	ไม้ไผ่, ยูคาลิปตัส, ชานอ้อย, ปอ และหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง	pH, BOD, COD, SS, TKN, TP, DS Colour
2	โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษโดยใช้วัตถุดิบการเกษตร	ฟางข้าว, ยูคาลิปตัส  - กระดาษสา - กระดาษไหว้เจ้า	pH, BOD, COD, SS, TKN, TP, DS Colour  pH, BOD, COD, SS, DS
3	โรงงานผลิตกระดาษโดยใช้เศษกระดาษและเยื่อกระดาษเป็นวัตถุดิบ	- กระดาษพิมพ์เขียน - กระดาษคราฟท์ - กระดาษแข็ง - กระดาษอนามัย - กระดาษหนังสือพิมพ์	pH, BOD, COD, SS, DS
4	โรงงานผลิตกระดาษโดยใช้เยื่อกระดาษเป็นวัตถุดิบ	- กระดาษพิมพ์เขียน - กระดาษใส่กรอง	pH, BOD, COD, SS, DS

ภาคผนวก ค.

ผลการสำรวจภาคสนามโรงงานผลิตเยื่อ  
และกระดาษโดยละเอียด

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาว  
โดยใช้กระบวนการซัลเฟต**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน A		
2.	กำลังการผลิต	:	เยื่อกระดาษฟอกขาว	600	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	ยูคาลิปตัส	2,222	ตัน/วัน
			ไม้ไผ่	553	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	โซเดียมซัลเฟต	21	ตัน/วัน
			ปูนขาว (Lime)	90	ตัน/วัน
			คลอรีนไดออกไซด์	1.2	ตัน/วัน
			ซัลเฟอร์	0.36	ตัน/วัน
			Caustic Soda	17	ตัน/วัน
			Oxygen	11	ตัน/วัน
			Chlorine gas	17	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			30,000	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้		แม่น้ำพอง		
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			12,463,479	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา			2,500	ลบ.ม./เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษเปลือกไม้			230	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler		
	● ฝุ่นไม้			42	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler		
	● เศษ Knotter			2.5	ตัน/วัน
	จัดการโดย		ป้อนกลับเข้าถังต้มเยื่อ		
	● เศษเยื่อจากตะแกรงกรองที่ระบบบำบัดน้ำเสีย			40	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler		
	● Lime mud			160	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปฝังกลบ		

- ถ้ำและตะกอนจากหม้อไอน้ำ 27 ต้น/วัน  
จัดการโดย นำไปฝังกลบ
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย 13 – 17 ต้น/วัน  
จัดการโดย นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler
7. โรงงานมีระบบ Chemical Recovery และมี Lime Kiln
  8. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-1
  9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียและประสิทธิภาพของการบำบัด
    - ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ 40 ไร่
    - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบตะกอนเร่ง
    - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-2
  10. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 24,000 ลบ.ม./วัน โดยนำกลับมาใช้ในแปลงปลูกยูคาลิปตัส

ตารางที่ ๓-1 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวโดยใช้กระบวนการรีไซเคิลของโรงงาน A

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณ (ลบ.ม./วัน)	ลักษณะสมบัติน้ำเสีย							
		pH	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	DS (mg/l)	TKN (mg/l)	TP (mg/l)	Colour Pt-Co-Unit
Acid drain from bleaching	8,760	1.95	500	1,831	72	12,236	5.04	4.17	458
Alkaline drain from bleaching	2,280	11.72	510	5,144	66	3,332	3.92	2.13	1,100

**ตารางที่ ค-2** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาว โดยใช้  
กระบวนการซัลเฟตของโรงงาน A

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลัง ผ่านบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	24,000	24,000	-
พีเอช	11	7.7	-
บีโอดี (มก./ล.)	460	7.0	98.47
ซีโอดี (มก./ล.)	2,058	387	81.19
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	340	65	80.88
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	3,500	2,800	20
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	12	10	16.6
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	6.72	4.67	30.50
สี (Pt-Co Unit)	958	789	17.64

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตเยื่อชานอ้อยฟอกขาว  
เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี และเยื่อชานคาลิปตัสกึ่งเคมี**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน B		
2.	กำลังการผลิต	:	เยื่อชานอ้อยฟอกขาว	100	ตัน/วัน
			เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก	34	ตัน/วัน
			เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี	60	ตัน/วัน
			เยื่อชานคาลิปตัสกึ่งเคมี	130	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	ชานอ้อย	434	ตัน/วัน
			ชานคาลิปตัส	150	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	Caustic Soda 100%	17	ตัน/วัน
			Chlorine (Liquid)	4	ตัน/วัน
			Sodium Hypochlorite (10%)	17	ตัน/วัน
			Hydrogen Peroxide (50%)	0.84	ตัน/วัน
			Sodium chloride	0.84	ตัน/วัน
			Quick Lime	43.4	ตัน/วัน
			Hydrochloric Acid	1.16	ตัน/วัน
4.	ปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● ไฟฟ้า			4,000	Mwhr./เดือน
	● น้ำมันเตา			130	ตัน/เดือน
5.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			7,000	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้ น้ำบาดาล				
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● ขุยอ้อย			55.55	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler				
	● ฝุ่นจาก Boiler			1	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปเผา				
	● Lime Mud			50	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปฝังกลบ				

	● ตะกอน จากระบบบำบัดน้ำเสีย จัดการโดย นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler	25	ตัน/วัน
7.	โรงงานมีระบบ Chemical Recovery แต่ไม่มี Lime Kiln		
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-3		
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียและประสิทธิภาพของการบำบัด		
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ 50 ไร่		
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : Primary treatment + ระบบตะกอนเร่ง		
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-4		
10.	ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน แหล่งระบายน้ำทิ้ง แม่น้ำแม่กลอง	8,850	ลบ.ม./วัน



ตารางที่ ๓-3 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษเยื่อฟอกขาว เยื่อกระดาษเยื่อฟอกเยื่อกระดาษเยื่อฟอกเยื่อกระดาษเยื่อฟอก และเยื่อกระดาษเยื่อฟอก

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณ (ลบ.ม./วัน)	ลักษณะสมบัติน้ำเสีย (ยกเว้น pH หน่วยมิลลิกรัม/ลิตร)					
		pH	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	DS	
น้ำล้างขาน้อย	1,200	6.4	11,000	24,000	12,000	2,400	
CTMP	500	6.7	400	800	300	360	
RECOVERY BOILER	1,150	10.2	250	300	340	2,300	
UNBLEACH PLANT	2,000	7.0	760	2,500	1,800	680	
BLEACHING PLANT	4,000	5.1	770	2,850	230	2,400	

**ตารางที่ ค-4** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อชานอ้อยฟอกขาว  
เยื่อชานอ้อยไม่ฟอก เยื่อชานอ้อยกึ่งเคมี และเยื่อคาลิปต์สกึ่งเคมีของโรงงาน B

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลัง ผ่านบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	8,850	8,850	-
พีเอช	7.2	7.6	-
บีโอดี (มก./ล.)	2,060	11	99.4
ซีโอดี (มก./ล.)	5,180	180	96.52
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	2,190	23	98.94
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	1,883	900	52.20
สี (Pt-Co-Unit)	456	225.4	50.6

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาว  
จากยูคาลิปตัสโดยใช้กระบวนการโซดา**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน C		
2.	กำลังการผลิต	:	เยื่อกระดาษฟอก	167	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	ยูคาลิปตัส	1,000	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	โซดาไฟ	5	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			9,200	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้		น้ำบาดาล		
5.	ปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● ไฟฟ้า			300	MW-H/เดือน
	● น้ำมันเตา			100,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษเปลือกไม้			170	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Power Boiler		
	● เศษ Reject (ตาไม้)			0.7	ตัน/วัน
	จัดการโดย		ป้อนเข้าสู่ถังต้มเยื่อ		
	● Lime Mud			80	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปฝังกลบ		
	● ถ้ำและตะกอนจากหม้อไอน้ำ			2	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปฝังกลบ		
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ประมาณ			11	ตัน/วัน
	จัดการโดย		นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Power Boiler		
7.	โรงงานมีระบบ Chemical Recovery แต่ไม่มี Lime Kiln				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต				ดังตารางที่ ค-5
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่	:	30	ไร่	
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย	:	ระบบตะกอนเร่ง		
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย				แสดงดังตารางที่ ค-5

10. ปริมาณทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน 9,000 ลบ.ม./วัน  
แหล่งระบายน้ำทิ้ง แม่น้ำแม่กลอง

**ตารางที่ ค-5** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อชานอ้อยฟอกขาว โดยใช้  
กระบวนการไฮดาของโรงงาน C

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่านบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	9,000	9,000	-
พีเอช	7.5	7.77	-
บีโอดี (มก./ล.)	400	22	94.5
ซีโอดี (มก./ล.)	1,300	168	87.07
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	400	17	95.75
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	1,995	1,502	24.71
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	6	0.06	99
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	5.2	1	80.76
สี (Pt-Co Unit)	535	140	73.4

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาว  
และกระดาษพิมพ์เขียนโดยใช้กระบวนการโซดา**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน D		
2.	กำลังการผลิต	:	เยื่อใยสั้นฟอกขาว	560	ตัน/วัน
			กระดาษพิมพ์เขียนชนิดไม่เคลือบผิว	720	ตัน/วัน
			กระดาษพิมพ์เขียนชนิดเคลือบผิว	650	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	ยูคาลิปตัส	3,000	ตัน/วัน
			เยื่อใยยาว	117	ตัน/วัน
			เยื่อใยสั้น	500	ตัน/วัน (ผลิตเอง)
	สารเคมี	:	โซดาไฟ (NaOH)	23.4	ตัน/วัน
			O <sub>2</sub>	3.4	ตัน/วัน
			ClO <sub>2</sub>	17	ตัน/วัน
			สารเคมีและ Fillers ของการผลิตเยื่อ	50	ตัน/วัน
			สารเคมีและ Fillers ของการผลิตกระดาษ	150	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			30,000	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้		น้ำประปา		
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			40,000,000	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา			3,300,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษเปลือกไม้			504	ตัน/วัน
			จัดการโดย นำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler		
	● เศษดินทราย			56	ตัน/วัน
			จัดการโดย นำไปฝังกลบ		
	● Rejects เช่น เศษตาไม้			20	ตัน/วัน
			จัดการโดยนำไปฝังกลบ		
	● ถ้ำ และตะกอนจากหม้อไอน้ำ			172	ตัน/วัน
			จัดการโดย นำไปฝังกลบ		

- Lime Mud 7 ต้น/วัน  
จัดการโดย นำไปฝังกลบ
  - เศษกระดาษจากการ Finishing 40 ต้น/วัน  
จัดการโดย นำเข้าสู่กระบวนการผลิต
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ประมาณ 30 ต้น/วัน  
จัดการโดยนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงใน Boiler
7. โรงงานมีระบบ Chemical Recovery สำหรับการผลิตเยื่อ ส่วนการผลิตกระดาษใช้ Disc filter ในการ Recovery fiber และใช้ระบบ Ultra filtration ในการนำสารเคมีที่ใช้เคลือบกลับมาใช้ใหม่
8. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำที่รวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-6
9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ : 10 ไร่
  - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบตะกอนเร่ง
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-6
10. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 23,000 ลบ.ม./วัน  
โดยนำกลับมาใช้ในแปลงปลูกยูคาลิปตัส

**ตารางที่ ค-6** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวและ  
กระดาษพิมพ์เขียนโดยใช้กระบวนการโซดาของโรงงาน D

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลัง ผ่านบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	23,000	23,000	-
พีเอช	6.7	8.11	-
บีโอดี (มก./ล.)	415	8.40	98
ซีโอดี (มก./ล.)	1,001	84	91.60
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	276	19	93.12
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	1,408	880	37.5
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	4.75	0.80	83.16
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	19.04	2.80	85.3
สี (Pt-Co Unit)	204	60.21	70.48

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษสา**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน E <sub>1</sub>		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษสา	1	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	ปอสา	2	ตัน/วัน
			เศษกระดาษ	0.05	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	คลอรีน 10% (CL <sub>2</sub> )	0.29	ตัน/วัน
			Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0.095	ตัน/วัน
			NaOH 50%	0.622	ตัน/วัน
			สารส้ม	0.334	ตัน/วัน
			H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.15	ตัน/วัน
			ไฮโปร	0.002	ตัน/วัน
			ชันไลท์	0.022	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			1,500	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้		แม่น้ำยม		
5.	ปริมาณพลังงานที่ใช้				
	●		พลังงานไฟฟ้า		
	●		น้ำมันเตา	65	ลบ.ม./เดือน
	●		น้ำมันเบนซิน	3.04	ลบ.ม./เดือน
	●		น้ำมันโซล่า	46.73	ลบ.ม./เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	●		เศษเปลือกและตาปอ	0.3	ตัน/วัน
			จัดการโดย นำไปผลิตกระดาษ		
	●		เศษเยื่อ	0.295	ตัน/วัน
			จัดการโดย นำไปผลิตกระดาษ		
	●		เศษ Rejects	0.050	ตัน/วัน
			จัดการโดย นำไปทิ้งขยะ		
7.	โรงงานไม่มีระบบ Chemical Recovery				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต				ดังตารางที่ ค-7



ตารางที่ ข-7 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากการรวบรวมการผลิตกระดาษสาของโรงงาน E<sub>1</sub>

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณ (ลบ.ม./วัน)	ลักษณะสมบัติน้ำเสีย							
		pH	BOD <sub>5</sub> (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	SS (มก./ล.)	DS (มก./ล.)	TP (มก./ล.)	TKN (มก./ล.)	COLOUR (Pt.Co.Unit)
น้ำเสียจากการล้างเยื่อหุ้มกระดาษต้ม	300	7.02	1,125	2,634	382	3,742	16.23	56	880
ฟอกเยื่อ	150	10.8	215	533	480	1,336	1.64	10.08	32.04
น้ำจากการเดินแผ่น	870	6.5	12	82	22	212	1.15	14	45.42

9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพของระบบบำบัด
- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ : 150 ไร่
  - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : บ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝักรวมชาติ
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-8
10. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 600 – 1,200 ลบ.ม./วัน  
โดยนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

**ตารางที่ ค-8** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษสาของโรงงาน E<sub>1</sub>

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่านบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	1,450	1,450	-
พีเอช	6.47	7.20	-
บีโอดี (มก./ล.)	77	4.8	93.76
ซีโอดี (มก./ล.)	267	49	81.64
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	98	20	79.6
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	444	352	20.72
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	3.72	1.39	62.63
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	9.24	3.08	66.66
สี (Pt-Co Unit)	64.08	27.82	56.58

ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษสา

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน E <sub>2</sub>		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษสา	0.2	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	ปอสา (เปลือกแห้ง)	1	ตัน/วัน
			เศษกระดาษ	0.05	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	โซดาไฟ	0.08	ตัน/วัน
			คลอรีน	0.6	ตัน/วัน
			ไฮโปร	0.03	ตัน/วัน
			สารกระจายเยื่อ	0.007	ตัน/วัน
			แป้งเคมี	0.004	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต แหล่งน้ำใช้ น้ำบาดาล, น้ำบ่อน้ำตื้น			120	ลบ.ม./วัน
5.	ปริมาณพลังงานที่ใช้				
	● พลังงานไฟฟ้า				
	● น้ำมันเตา				
	● น้ำมันโซล่า				
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษเปลือก และตาปอ			0.030	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่				
	● เศษเยื่อ			0.050	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่				
	● เศษ Reject			0.010	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปฝังกลบ				
	● เศษกระดาษจากการ Finishing			0.020	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่				
	● ถ้ำและตะกอนจากหม้อไอน้ำ			0.001	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปฝังกลบ				
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย			0.04	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปฝังกลบ				

7. โรงงานไม่มีระบบ Chemical Recovery
8. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-9
9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพของระบบบำบัด
  - ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ : 13 ไร่
  - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : บ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝุ้ง
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-10
10. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 40 ลบ.ม./วัน  
โดยนำกลับมาใช้ในส่วนของการล้าง - ฟอกเยื่อ

ตารางที่ ๗-๑ ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษสาของโรงงาน E<sub>2</sub>

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณ (ล.บ.ม./วัน)	ลักษณะสมบัติน้ำเสีย							
		pH	BOD <sub>5</sub> (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	SS (มก./ล.)	DS (มก./ล.)	TP (มก./ล.)	TKN (มก./ล.)	COLOUR (Pt.Co.Unit)
BLACK LIQUOR	3.5	12.45	11,013	29,600	1,990	41,648	-	560	8,310
น้ำแช่ปอ	50	4.53	3,000	5,533	260	3,776	24.9	84	908

**ตารางที่ ค-10** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษสาโรงงาน E2

ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	120	120	-
พีเอช	8	8.05	-
บีโอดี (มก./ล.)	360	22	93.8
ซีโอดี (มก./ล.)	1,335	200	85
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	950	30	96.8
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	1,500	1,100	26.6
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	4.8	4.42	7.92
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	14.5	11.2	22.7
สี (Pt-Co Unit)	282	180	36.17

## ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษไหว้เจ้า

1.	ชื่อโรงงาน	: โรงงาน F		
2.	กำลังการผลิต	: กระดาษไหว้เจ้า	5	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	: ไม้ไผ่	6.6	ตัน/วัน
	สารเคมี	: โซดาไฟ ไฮนํ้ามันปาล์ม กำมะถัน		
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต		85	ลบ.ม./วัน
5.	แหล่งน้ำใช้ในกระบวนการผลิต	น้ำจากห้วยใกล้ ๆ โรงงาน		
6.	ปริมาณพลังงานที่ใช้			
	● พลังงานไฟฟ้า		90,000	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา		50	ลบ.ม./เดือน
7.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง			
	● เศษเยื่อ	จัดการโดย นำไปใส่ต้นไม้	15	กก./วัน
	● เศษกระดาษจากการ Finishing	จัดการโดย นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	0.025	ตัน/วัน
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย	จัดการโดย นำไปใส่ต้นไม้	0.07	ตัน/วัน
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต	แสดงดังตารางที่ ค-11		
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพของระบบบำบัด			
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่	: 80 ไร่		
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย	: บ่อฝึ๊งธรรมชาติ		
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย	แสดงดังตารางที่ ค-11		
10.	ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์	โดยนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต	60	ลบ.ม./วัน

**ตารางที่ ค-11** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษกระดาษให้ว้เจ้า  
โรงงาน F

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	70	70	-
พีเอช	7.52	7.84	-
บีโอดี (มก./ล.)	302	64	78.8
ซีโอดี (มก./ล.)	733	120	83.62
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	67	23	65.67
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	1,836	728	60.34
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	6.54	0.23	96.4
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	8.4	1.68	80
สี (Pt-Co Unit)	687	43.66	93.64



**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียนขนาด  
กำลังการผลิต > 30 ตัน/วัน**

1. ชื่อโรงงาน : โรงงาน G
2. กำลังการผลิต : กระดาษพิมพ์เขียน 40-50 ตัน/วัน
3. วัตถุดิบ :
  - เยื่อใยยาว 6 ตัน/วัน
  - เยื่อใยสั้น 27 ตัน/วัน
  - เยื่อฟางข้าว 10 ตัน/วัน
- สารเคมี :  $\text{CaCO}_3$  7 ตัน/วัน
4. ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต 4,000 ลบ.ม./วัน  
แหล่งน้ำใช้ คือ น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา
5. พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต
  - พลังงานไฟฟ้า 1,300 kw-hr/ตันกระดาษ
  - น้ำมันเตา 560,000 ลิตร/เดือน
6. ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง
  - เศษ Rejects เช่น เศษทราย 0.05 ตัน/วัน  
จัดการโดย นำไปตกตะกอนที่ระบบบำบัดน้ำเสีย
  - เศษกระดาษจากการ Finishing 6 ตัน/วัน  
จัดการโดย นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต
  - ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียประมาณ 1 ตัน/วัน  
จัดการโดย ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในบ่อ
7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ Dissolve Air Floatation (DAF)
8. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต แสดงดังตารางที่ ค-12
9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
  - ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ : 200 ไร่
  - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบบ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝุ้ง
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-12

10. ปริมาณการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์  
 ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน 4,000 ลบ.ม./วัน  
 แหล่งระบายน้ำทิ้ง แม่น้ำเจ้าพระยา

**หมายเหตุ** โรงงานนี้เป็นโรงงาน Integrated Mill แต่ในระหว่างการสำรวจ โรงงานไม่ได้ทำการผลิตเยื่อกระดาษเนื่องจากอยู่ในระหว่างการปรับปรุงเครื่องจักร

**ตารางที่ ค-12** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียนของโรงงาน G

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	4,000	4,000	-
พีเอช	7.10	7.2	-
บีโอดี (มก./ล.)	136	30	78
ซีโอดี (มก./ล.)	235	114	60
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	405	53	86.9
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	819	825	-

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียน  
ขนาดกำลังการผลิต = 30 ตัน/วัน**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน H		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษพิมพ์เขียน	30	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	เยื่อใยยาว	1.4	ตัน/วัน
			เยื่อใยสั้น	35.4	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	ดินขาว	6	ตัน/วัน
			ชั้นสน	0.7	ตัน/วัน
			สารส้ม	2.8	ตัน/วัน
			แป้งมัน	1.07	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			75,000	ลบ.ม./เดือน
	แหล่งน้ำใช้ คือ น้ำบาดาล				
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			560,000	kw-hr/ตันกระดาษ
	● น้ำมันเตา			130,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษ Rejects เช่น เศษทราย			0.04	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปตกตะกอนที่ระบบบำบัดน้ำเสีย				
	● เศษกระดาษจากการ Finishing			4.6	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต				
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย			0.5 - 0.8	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปถมที่ในบริเวณโรงงาน				
7.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ Dissolve Air Flootation (DAF)				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-13				
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่		2	ไร่	
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบตะกอนเร่ง				
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-13				

10. ● ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 200 ลบ.ม./วัน  
โดยนำมาใช้ในส่วนของ การทำความสะอาดถังตกตะกอน
- ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน 3,800 ลบ.ม./วัน  
แหล่งระบายน้ำทิ้ง แม่น้ำท่าจีน

**ตารางที่ ค-13** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียนของโรงงาน H

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	4,000	4,000	-
พีเอช	7.6	8.2	-
บีโอดี (มก./ล.)	86	5	94.18%
ซีโอดี (มก./ล.)	192	41	78.64%
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	213	14	93.42%
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	448	419	6.47%

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษแข็งขนาดเล็ก**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน I		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษแข็งเคลือบแป้ง	40	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	เศษหนังสือเล่ม	37	ตัน/วัน
			เศษกระดาษปอนด์ขาว	9	ตัน/วัน
			และคอมพิวเตอร์		
			เยื่อใยสั้น	4	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	Clay, Alum		
4.	ปริมาณน้ำใช้	:		280	ลบ.ม./วัน
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			665,000	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา			220,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษเยื่อ ปริมาณ			1	ตัน/วัน
	นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต				
	● เศษลวดและพลาสติก ปริมาณ			2	ตัน/วัน
	กำจัดโดยนำไปฝังในพื้นที่ของตนเอง				
	● เศษกระดาษจากการ Finishing ปริมาณ			0.6	ตัน/วัน
	นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต				
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณ			0.25	ตัน/วัน
	กำจัดโดยนำไปฝังในพื้นที่ของตนเอง				
7.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ คือ ใช้ตะแกรงกรองความถี่ 60 Mesh				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-14				
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่		34	ไร่	
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : บ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝัง				
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-15				
10.	ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์			1,175	ลบ.ม./วัน
	โดยนำกลับมาใช้ในส่วน of ระบบเตรียมเยื่อ และฉีดล้างตะแกรง				

ตารางที่ ๗-14 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษแข็ง ของโรงงาน I

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณ (ลบ.ม./วัน)	ลักษณะสมบัติน้ำเสีย (ยกเว้น pH หน่วยมิลลิกรัม/ลิตร)				
		pH	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	DS
- ส่วนเตรียมเยื่อ*	375	-	-	-	-	-
- ส่วนลวดเดินแผ่น	800	6.91	441	980	851	2,158

\*ไม่สามารถเก็บน้ำในจุดนี้ได้ เนื่องจากกระบวนการบรรรรมน้ำเสียในส่วนนี้เป็นระบบท่อปิด

**หมายเหตุ** โรงงานนี้มีเงื่อนไขในใบอนุญาตห้ามระบายน้ำทิ้งออกนอกโรงงาน ดังนั้นน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจะนำมาใช้ในโรงงาน

**ตารางที่ ค-15** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษแข็งขนาดเล็กของโรงงาน I

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	1,175	1,175	-
พีเอช	7.83	8.08	-
บีโอดี (มก./ล.)	510	170	66.66
ซีโอดี (มก./ล.)	1,040	280	73.07
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	825	86	89.58
สารที่ละลายได้ (มก./ล.)	2,190	1,850	15.52

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษแข็งขนาด  
กำลังการผลิต 200 ตัน/วัน**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน J		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษกล่องเคลือบผิวสีขาว (DUPLEX BOARD)	133.40	ตัน/วัน
			GYMSUM LINERBOARD	66.60	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	หนังสือพิมพ์เก่า	130	ตัน/วัน
			เศษกล่องเก่า (น้ำตาล)	250	ตัน/วัน
			เศษกล่องเก่า	40	ตัน/วัน
			เยื่อใยยาว	20	ตัน/วัน
			เยื่อใยสั้น	40	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	ALUM	1.2	ตัน/วัน
			SIZE	0.3	ตัน/วัน
			Starch	3	ตัน/วัน
			CLAY	6	ตัน/วัน
			DEFOAMER	0.015	ตัน/วัน
			WET STRENGTH	0.6	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้	:		5,000	ลบ.ม./วัน
			แหล่งน้ำ, น้ำประปา		
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	●		พลังงานไฟฟ้า	3.5	MW/วัน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง	:			
	●		เศษลวดและพลาสติก ปริมาณ ให้เอกชนรับไปกำจัด	4	ตัน/วัน
	●		เศษกระดาษจากการ Finishing ปริมาณ นำกลับไปใช้ใหม่	13.5	ตัน/วัน
	●		ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย นำไปเผาใน Boiler (ข้อมูลตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียรวมของ กลุ่มโรงงานนี้ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 โรงงาน)	41	ตัน/วัน



7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ Disc filter
8. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-16
9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
- ระบบบำบัดน้ำเสียนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียรวมในกลุ่มโรงงานนี้ ซึ่งมี 4 โรงงาน
- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ 30 ไร่
  - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบตะกอนเร่ง
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-17
10. ● ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 1,000 ลบ.ม./วัน  
โดยนำมาใช้ ในกระบวนการผลิต
- ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน 6,000 ลบ.ม./วัน  
แหล่งระบายน้ำทิ้ง แม่น้ำแม่กลอง

ตารางที่ ข-16 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษแข็ง ของโรงงาน J

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณ (ลบ.ม./วัน)	ลักษณะสมบัติน้ำเสีย (ยกเว้น pH หน่วยมิลลิกรัม/ลิตร)				
		pH	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	DS
- ส่วนเตรียมเยื่อ	5,000	7.08	795	3,540	336	2,116
- ส่วนลวดเดินแผ่น	2,000	6.63	975	4,115	2,340	2,112

**ตารางที่ ค-17** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษแข็งของโรงงาน J

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	7,000	-	-
พีเอช	6.8	-	-
บีโอดี (มก./ล.)	850	13	98.46
ซีโอดี (มก./ล.)	3,700	62	98.32
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	910	16	98.24
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	2,114	1,155	45.37

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษคราฟท์ขนาดกลาง**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน K		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษคราฟท์	103	ตัน/วัน
			กระดาษลูกฟูก	107	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	เศษกล่องกระดาษ เช่น AOCC, EOCC, LOCC	217	ตัน/วัน
			เยื่อใยยาว	25	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	STARCH	3.4	ตัน/วัน
			ROSIN	0.9	ตัน/วัน
			ALUM (LIQUID)	13.2	ตัน/วัน
			DYE – STUFF	0.12	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			3,200	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้, น้ำบาดาล				
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			3,000,000	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา			1,020,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษ Reject เช่น เศษลวด เศษพลาสติก			7	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปฝังกลบ				
	● เศษกระดาษจากการ Finishing			6.5	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่				
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย			7	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปฝังกลบ				
7.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ DAF และมีการติดตั้งอุปกรณ์ Disc filter เพื่อป้องกันไม่ให้เยื่อกระดาษรั่วไหลปะปนไปกับน้ำเสีย				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-18				
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่			2.5	ไร่

- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบบำบัดแบบถังไร้อากาศ + ระบบตะกอนเร่ง
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-18
10. ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน 3,500 ลบ.ม./วัน  
แหล่งระบายน้ำทิ้ง แม่น้ำท่าจีน

**ตารางที่ ค-18** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษคราฟท์ ของโรงงาน K

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	3,500	3,500	-
พีเอช	6.82	7.51	-
บีโอดี (มก./ล.)	756	31	95.9
ซีโอดี (มก./ล.)	1,273	285	77.61
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	165	105	36.4
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	3,076	2,672	13.13

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษกราฟท์ขนาดเล็ก**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน L		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษกราฟท์	20	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	เศษกระดาษ OCC	22	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	ALUM, ยางสน		
4.	ปริมาณน้ำใช้			1,200	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้, น้ำบาดาล				
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			182,000	kw-hr/เดือน
	● ไม้ฟืน			120	ตัน/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษ Reject เช่น เศษทราย เศษพลาสติก และเศษลวด			0.06	ตัน/วัน
	จัดการโดย ทิ้งไปกับขยะ				
	● เศษกระดาษจากการ Finishing			0.2	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตใหม่				
	● เศษเยื่อจาก Side hill Screen			0.2	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตใหม่				
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย			0.25	ตัน/วัน
	จัดการโดย ปล่อยให้ตกตะกอนในบ่อถ้ามีปริมาณมากจะชูดลอกบ่อแล้วนำตะกอนไปถมที่				
7.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ Side hill Screen				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำที่รวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-19				
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่		5	ไร่	
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย	:	บ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝู้ง		
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย		แสดงดังตารางที่ ค-19		
10.	● ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์			900	ลบ.ม./วัน
	โดยนำมาใช้ในการผลิตกระดาษ				

**ตารางที่ ค-19** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษคราฟท์ขนาดเล็ก

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	900	-	-
พีเอช	7.43	7.38	-
บีโอดี (มก./ล.)	295	48	83.72
ซีโอดี (มก./ล.)	508	120	76.37
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	398	150	62.31
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	2,340	2,530	-

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน M		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษหนังสือพิมพ์	304	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	กระดาษหนังสือพิมพ์เก่า	384	ตัน/วัน
			เยื่อ CTMP	0.06	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	TALC POWDER	0.14	ตัน/วัน
			โซดาไฟ (50%)	13.4	ตัน/วัน
			H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (50%)	8.7	ตัน/วัน
			DE-INKING AGENT	1.7	ตัน/วัน
			SILICATE 38 BE	17.4	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต แหล่งน้ำใช้, แม่น้ำเจ้าพระยา			5,500	ลบ.ม./วัน
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			8,226,183	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา			1,300	ตัน/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษ Reject เช่น กากกระดาษ, เศษพลาสติก จัดการโดย นำไปฝังกลบในพื้นที่ตนเอง			8	ตัน/วัน
	● สลัดจ์จากกระบวนการ De-inking จัดการโดย นำไปฝังกลบในพื้นที่ตนเอง			21.64	ตัน/วัน
	● เศษกระดาษจากการ Finishing จัดการโดย นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตใหม่			3	ตัน/วัน
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย จัดการโดย นำไปฝังกลบในพื้นที่ของตนเอง			46.20	ตัน/วัน
	● ฝุ่นจากระบบกำจัดฝุ่นที่ Boiler จัดการโดยนำไปฝังกลบ			0.075	ตัน/วัน
7.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ Disc filter				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-20				



9. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่ 920 ไร่
  - ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย : ระบบตะกอนเร่ง + บ่อฝุ้ง
  - ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-20
10. ● ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 5,000 ลบ.ม./วัน  
โดยนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต
- ปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงาน 4,700 ลบ.ม./วัน  
แหล่งระบายน้ำทิ้ง บ่อกักเก็บของโรงงานขนาด 900 ไร่

**ตารางที่ ค-20** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ของ  
โรงงาน M

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	10,500	10,500	-
พีเอช	6.9	7.3	-
บีโอดี (มก./ล.)	800	23	97.12
ซีโอดี (มก./ล.)	3,000	210	93
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	3,500	11	99.6
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	2,700	2,300	14.8

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษอนามัยขนาดเล็ก**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน N		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษอนามัย เช่น กระดาษชำระ และกระดาษเช็ดปาก	7	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	เยื่อใยสั้น	4.4	ตัน/วัน
			เศษกระดาษ	2.4	ตัน/วัน
	สารเคมี	:	Dispersing Agent	6.7	กก./วัน
			Wet-Strength Rasin	6.7	กก./วัน
			NaOH	3.4	กก./วัน
			Silicone Emulsion	6.7	กก./วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต			70	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้, น้ำบาดาล				
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	● พลังงานไฟฟ้า			181,450	kw-hr/เดือน
	● น้ำมันเตา			40,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	● เศษ Fine Fibre ปริมาณ			0.25	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำไปถมที่บริเวณโรงงาน				
	● เศษกระดาษจากการ Finishing ปริมาณ			0.15	ตัน/วัน
	จัดการโดย นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตใหม่				
	● ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย			0.4	ตัน/วัน
	จัดการโดย ปล่อยทิ้งไว้ในบ่อตกตะกอน				
7.	โรงงานไม่มีการใช้อุปกรณ์ที่นำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber)				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-21				
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	- ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่		10	ไร่	
	- ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย	:	บ่อหมัก + บ่อเติมอากาศ + บ่อฝั่่ง		
	- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย		แสดงดังตารางที่ ค-21		

10. ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 1,200 ลบ.ม./วัน  
โดยนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

**ตารางที่ ค-21** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษอนามัยของโรงงาน N

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	600	600	-
พีเอช	7.6	7.81	-
บีโอดี (มก./ล.)	240	3.6	98.5
ซีโอดี (มก./ล.)	475	10	97.9
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	1,416	15	98.94
สารที่ละลายได้ (มก./ล.)	1,350	760	43.70

**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษอนามัยขนาดกลาง**

1.	ชื่อโรงงาน	:	โรงงาน O		
2.	กำลังการผลิต	:	กระดาษอนามัย	33	ตัน/วัน
3.	วัตถุดิบ	:	เยื่อใยยาว	7	ตัน/วัน
			เยื่อใยสั้น	23	ตัน/วัน
			เศษกระดาษ	5	ตัน/วัน
			สารเคมี		
		:	TALCUM	0.17	ตัน/วัน
			ALUM	0.3	ตัน/วัน
			WET STRENGTH RESIN	0.13	ตัน/วัน
			SOFTENING AGENT	0.026	ตัน/วัน
4.	ปริมาณน้ำใช้			172.4	ลบ.ม./วัน
	แหล่งน้ำใช้, น้ำบาดาลและน้ำประปา				
5.	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต				
	●	พลังงานไฟฟ้า		1,489,000	KW-Hr/เดือน
	●	น้ำมันเตา		210,000	ลิตร/เดือน
6.	ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง				
	●	เศษ Rejects เช่น เศษทราย, เศษเยื่อแข็ง		0.020	ตัน/วัน
		จัดการโดย ให้บริษัทเอกชนรับไปกำจัด			
	●	เศษกระดาษจากการ Finishing		3.3	ตัน/วัน
		จัดการโดย นำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต			
	●	ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย		4	ตัน/วัน
		จัดการโดย ให้เอกชนรับไปกำจัด			
7.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเส้นใยกลับมาใช้ใหม่ (Recovery fiber) คือ DAF				
8.	ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งรวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-22				
9.	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย				
	-	ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บนพื้นที่	5	ไร่	
	-	ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย	:	ระบบตะกอนเร่ง + SAND FILTER	
	-	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ ค-22			

10. ปริมาณน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ 1,300 ลบ.ม./วัน  
โดยนำกลับมาใช้ในส่วนของการผลิต (SHOWER)

**ตารางที่ ค-22** ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตกระดาษขนาดกลาง

ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม	น้ำทิ้งหลังผ่าน การบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	1,400	1,400	-
พีเอช	7.22	7.53	-
บีโอดี (มก./ล.)	630	9	98.57
ซีโอดี (มก./ล.)	2,600	130	95
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	2,400	19	99.20
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	2,400	2,600	-

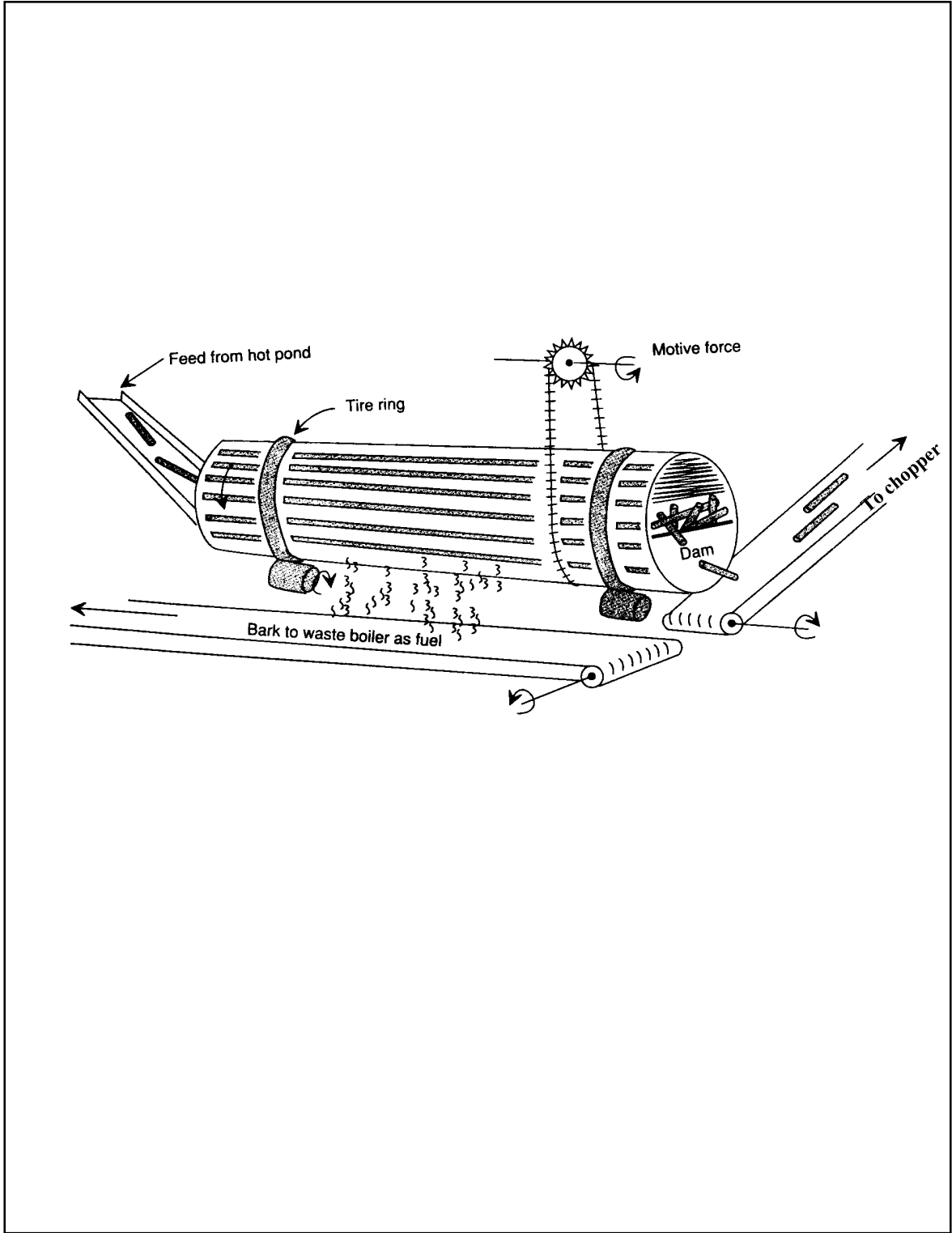
**ผลการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดของโรงงานผลิตกระดาษใส่กรอง**

1. ชื่อโรงงาน : โรงงาน P
2. กำลังการผลิต : กระดาษใส่กรอง 5.6 ตัน/วัน
3. วัตถุประสงค์ : เยื่อฝ้าย 7 ตัน/วัน
- สารเคมี : อลูมิเนียมซัลเฟต  
สารส้มน้ำ (ALUM)  
HOPELON
4. ปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต 1,300 ลบ.ม./วัน
5. แหล่งน้ำใช้ในกระบวนการผลิต น้ำบาดาล
6. ผลพลอยได้/ของเสียที่เป็นของแข็ง
  - เศษเยื่อ 1 กก./วัน  
จัดการโดย นำไปทิ้งขยะ
  - เศษกระดาษจากการ Finishing 0.10 ตัน/วัน  
จัดการโดย นำเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่
7. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำที่รวมจากกระบวนการผลิต ดังตารางที่ ค-23
8. ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และประสิทธิภาพของระบบบำบัด  
ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงงาน เนื่องจากจะส่งน้ำเสียไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย  
ของนิคมอุตสาหกรรม

**ตารางที่ ค-23** ลักษณะสมบัติของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกระดาษใส่กรอง

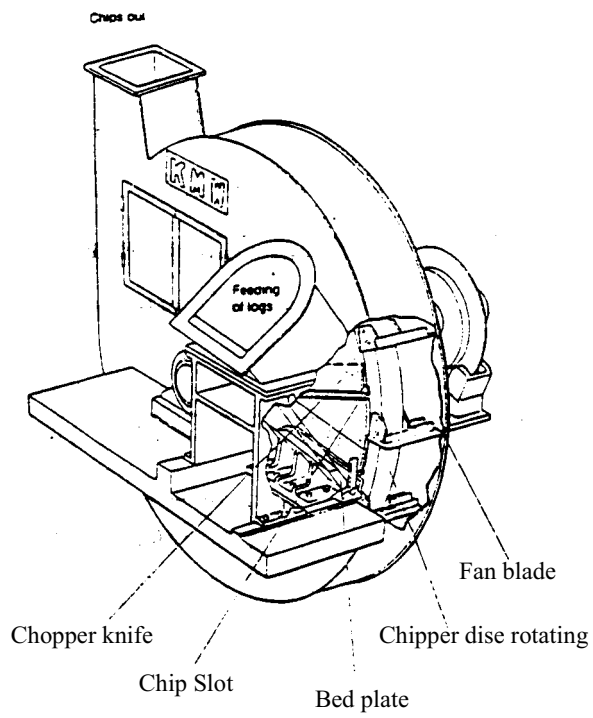
ลักษณะสมบัติ	น้ำเสียรวม
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	1,040
พีเอช	6.75
บีโอดี (มก./ล.)	36
ซีโอดี (มก./ล.)	390
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	276
ของแข็งที่ละลายได้ (มก./ล.)	540

ภาคผนวก ง.  
อุปกรณ์และเครื่องจักรในการ  
ผลิตเยื่อกระดาษ

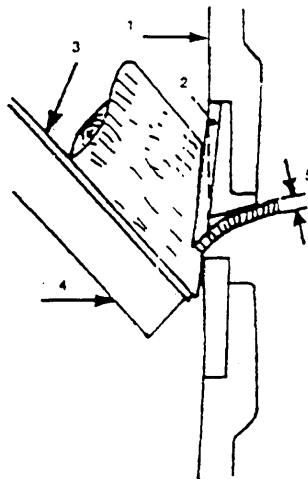


รูปที่ ง-1 เครื่องปอกเปลือกแบบ De-barking Drum

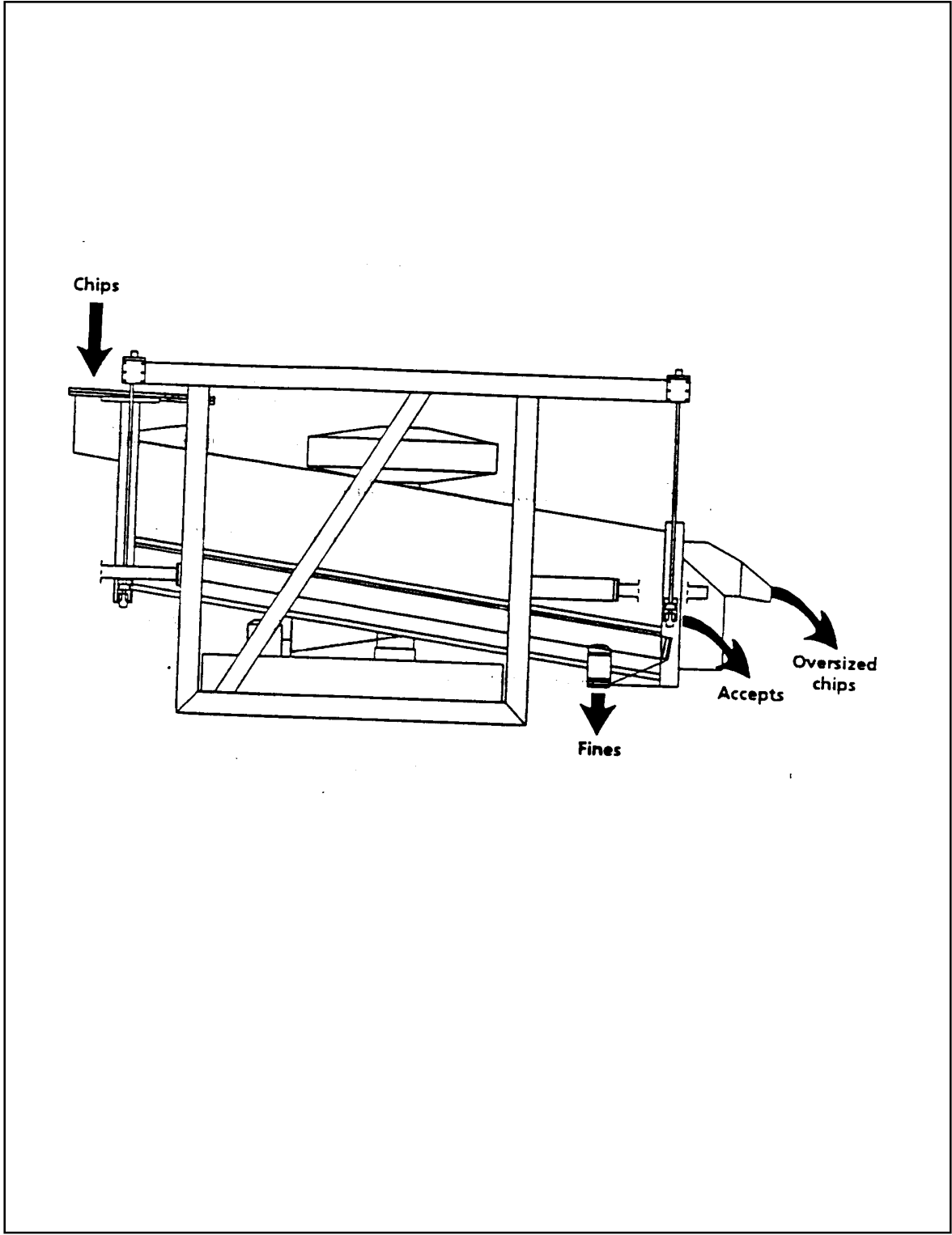




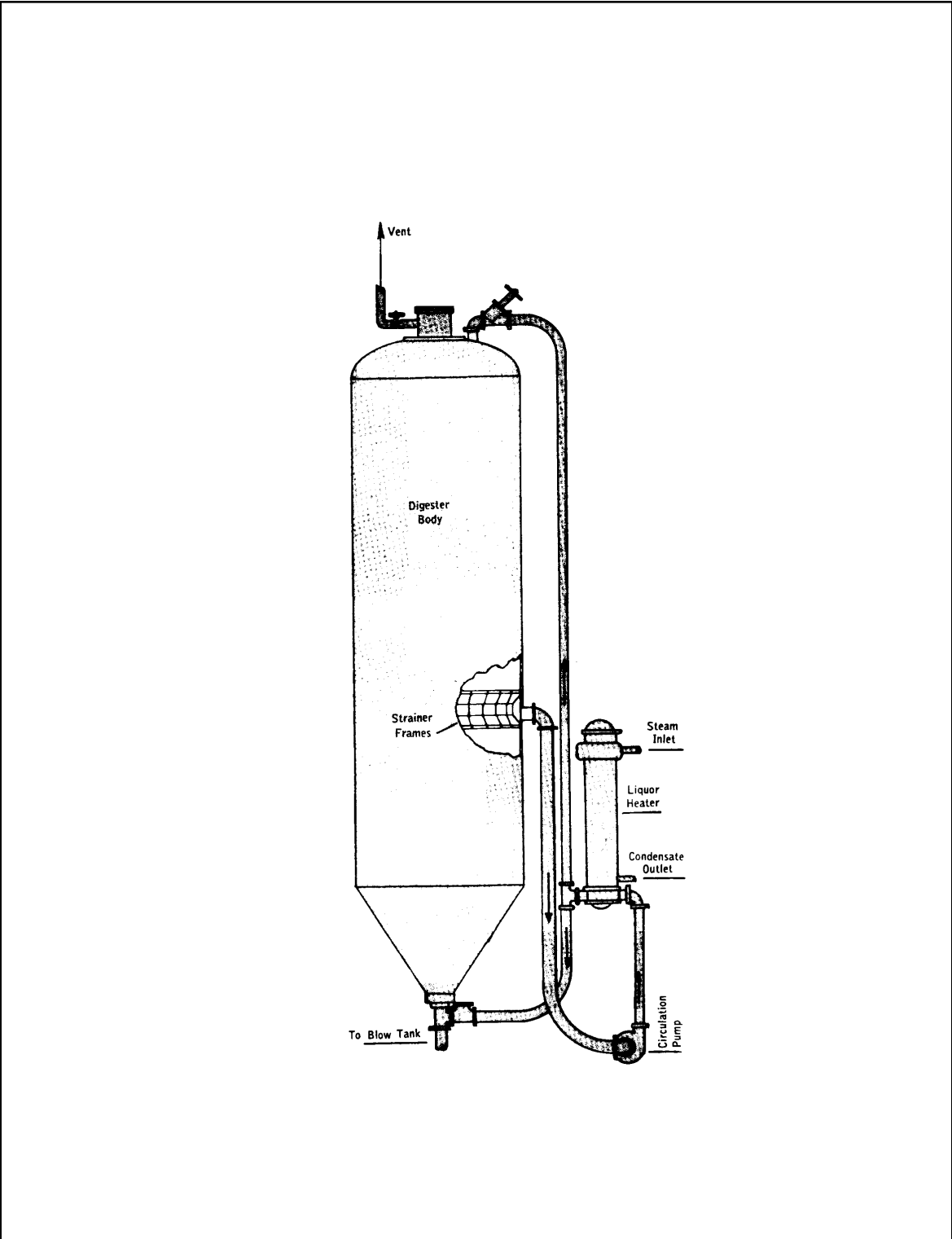
- 1. Chipper disc
- 2. Chipper knife
- 3. Bed plate
- 4. Chipper frame
- 5. Chip length



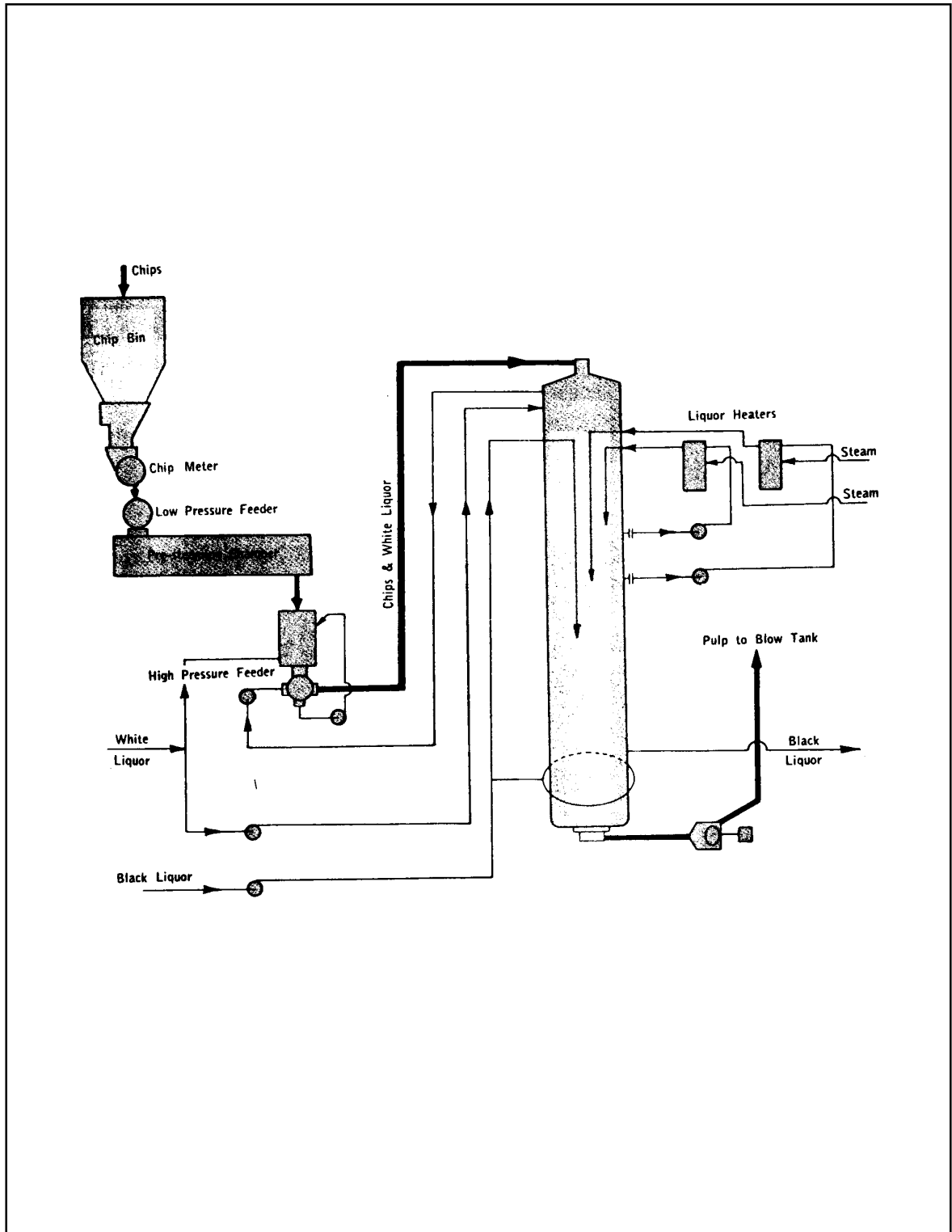
รูปที่ ง-2 เครื่องสับไม้



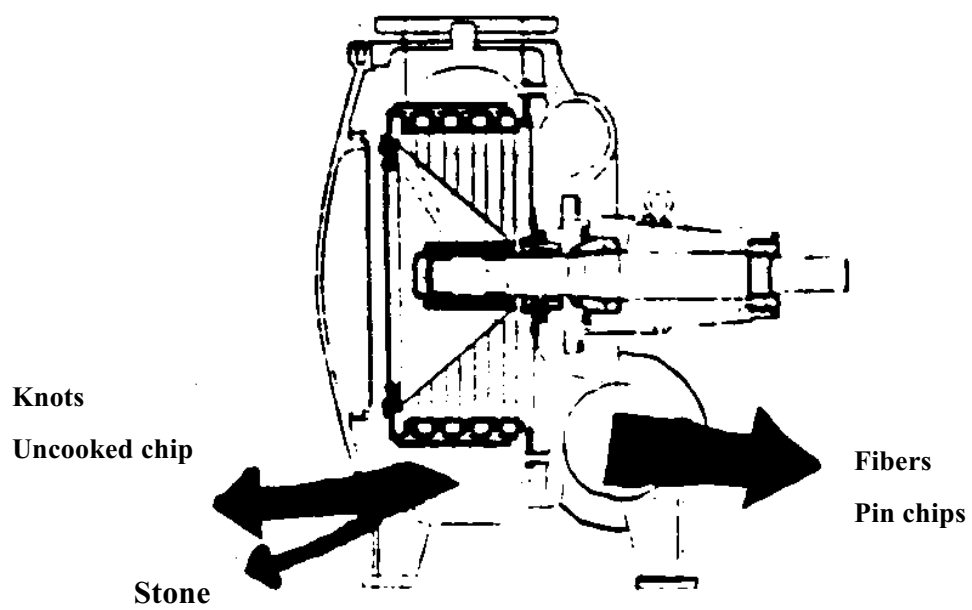
รูปที่ ง-3 เครื่องคัดขนาดชิ้นไม้



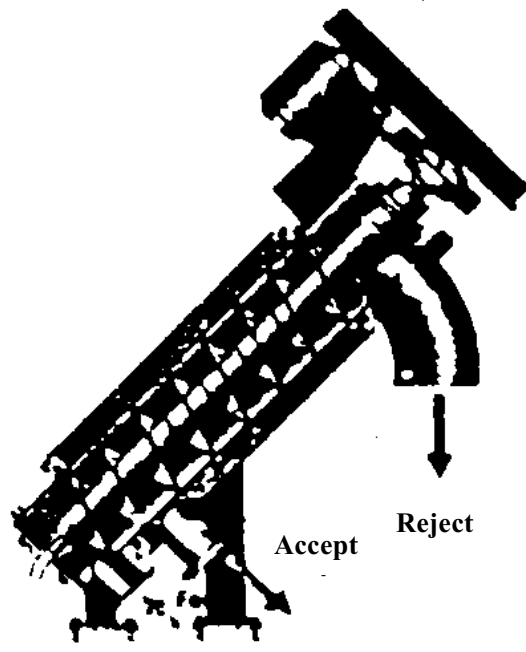
รูปที่ ง-4 หม้อต้มเยื่อแบบแบท



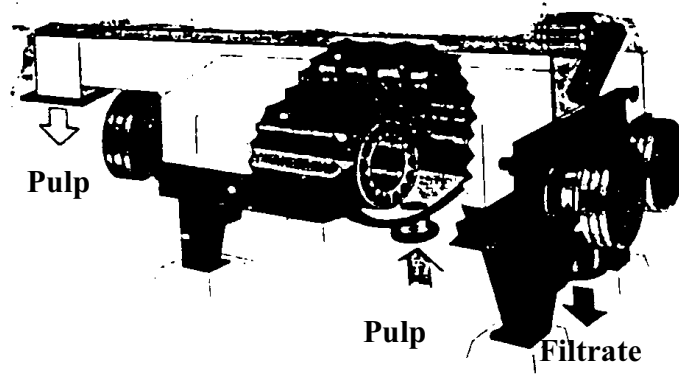
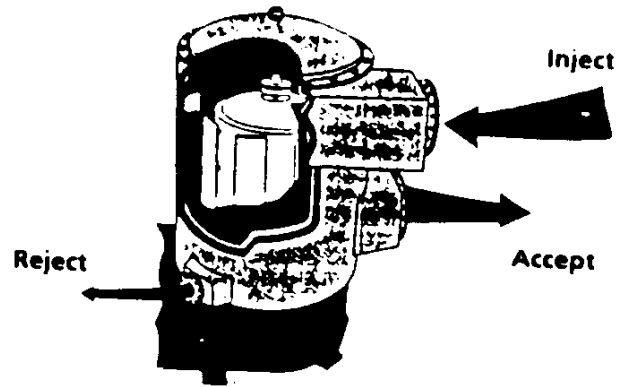
รูปที่ ๕-5 หม้อต้มเยื่อแบบต่อเนื่อง



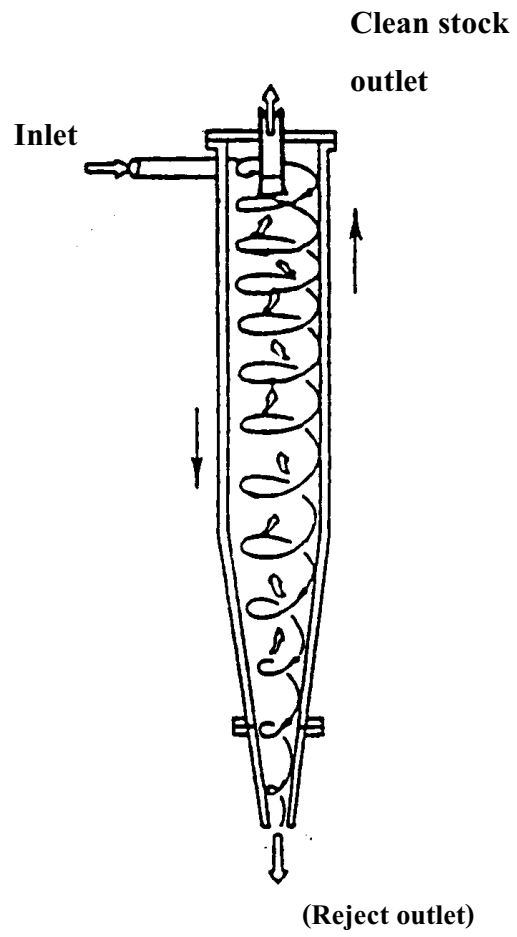
รูปที่ ง-6 Disc knotter



รูปที่ ๓-7 Coarse screen

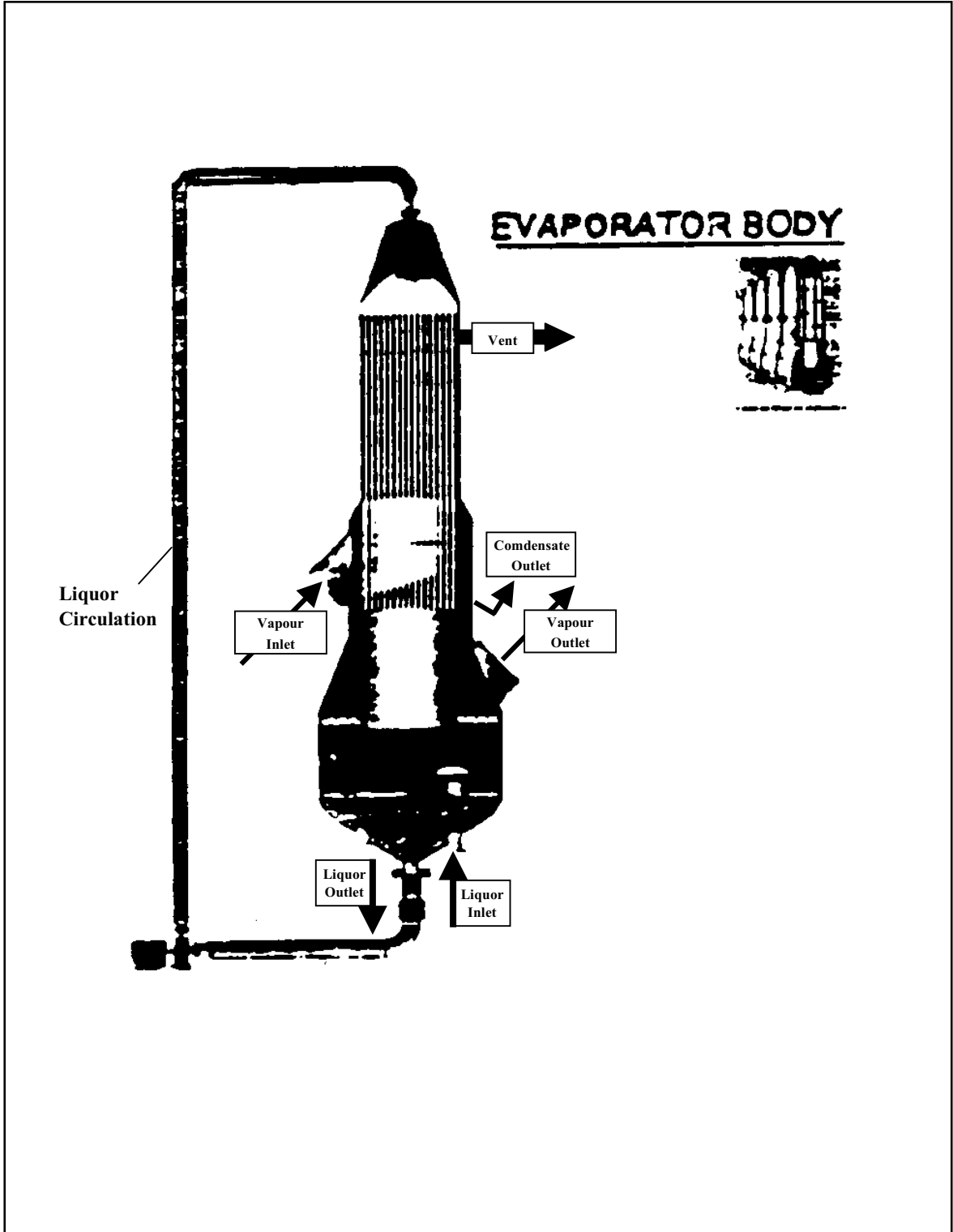


รูปที่ ๓-8 Delta screen and Dewatering press

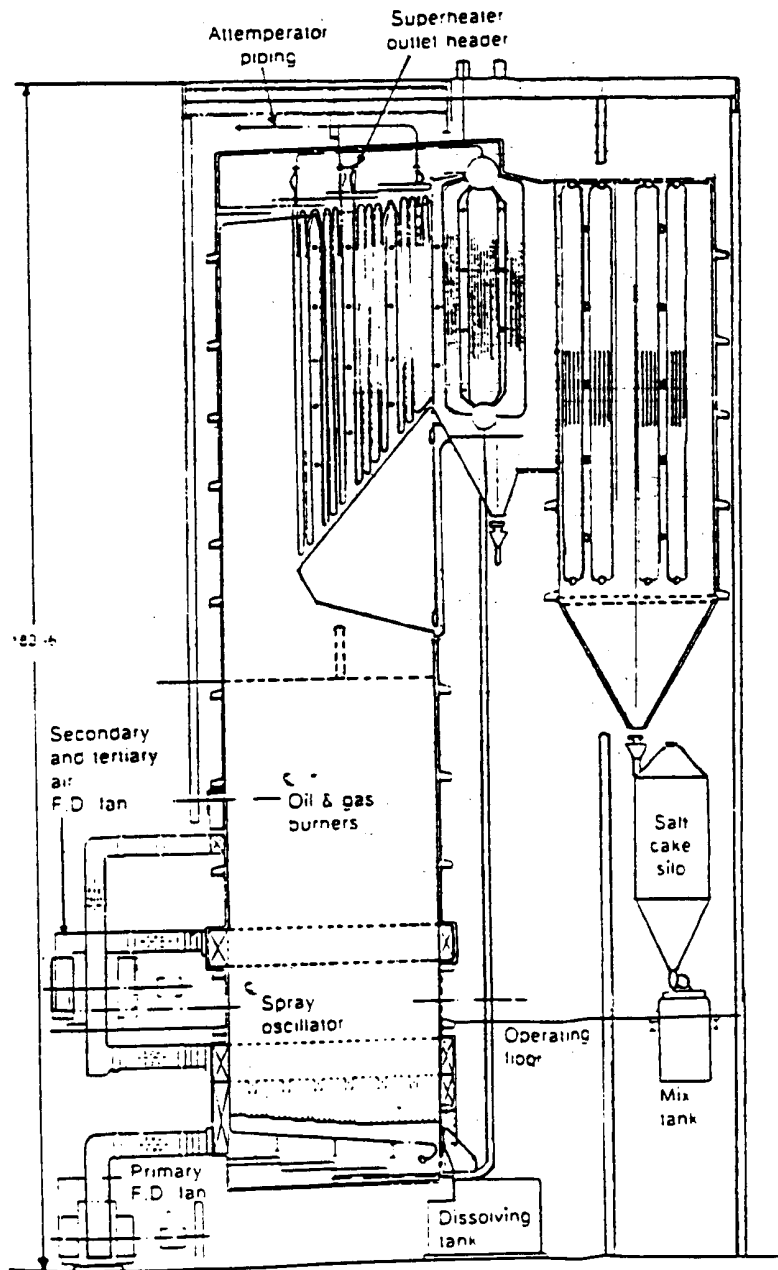


รูปที่ ๓-๑ Centricleaner

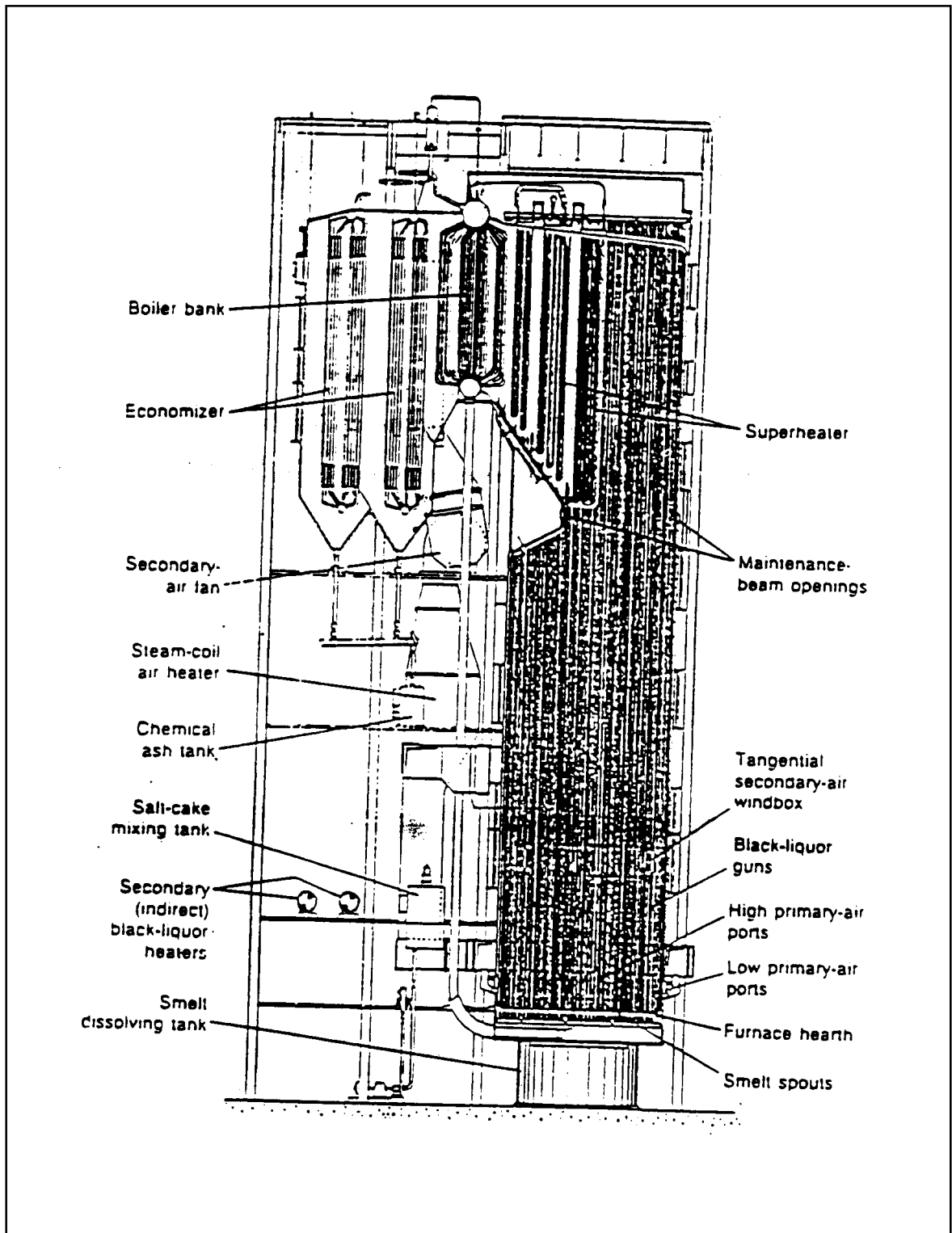




รูปที่ ๓-10 Evaporator



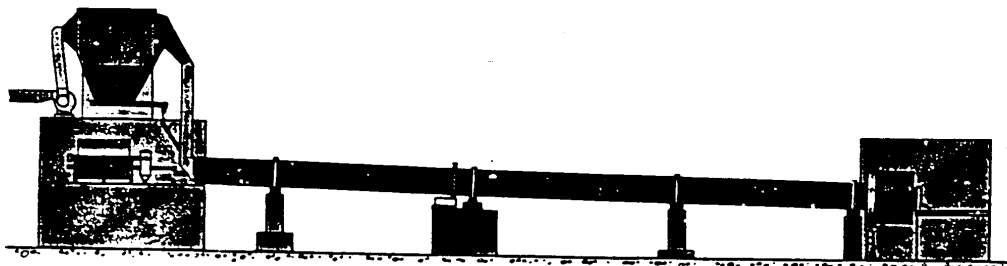
รูปที่ ง-11 อุปกรณ์หม้อน้ำนำสารกลับคืน B&W



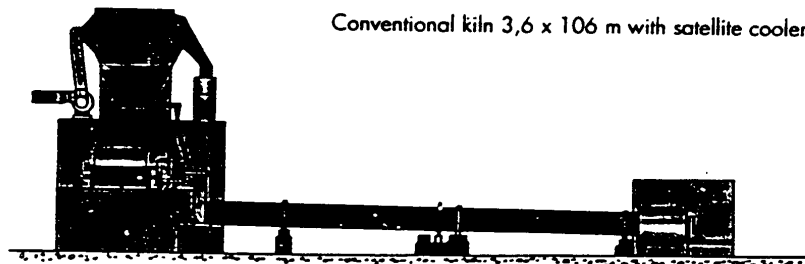
รูปที่ ๓-12 CE Recovery Boiler



รูปที่ ง-13 Slaker



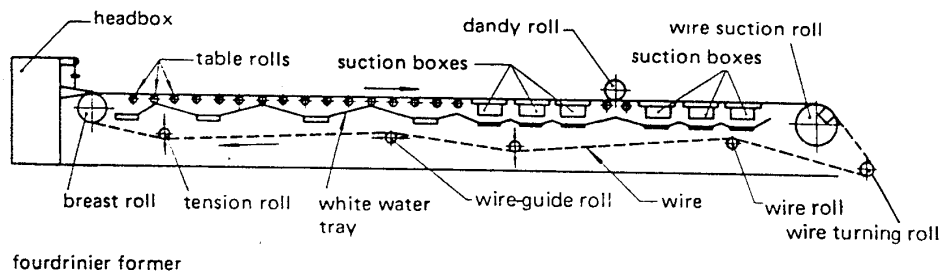
Conventional kiln 3,6 x 106 m with satellite coolers



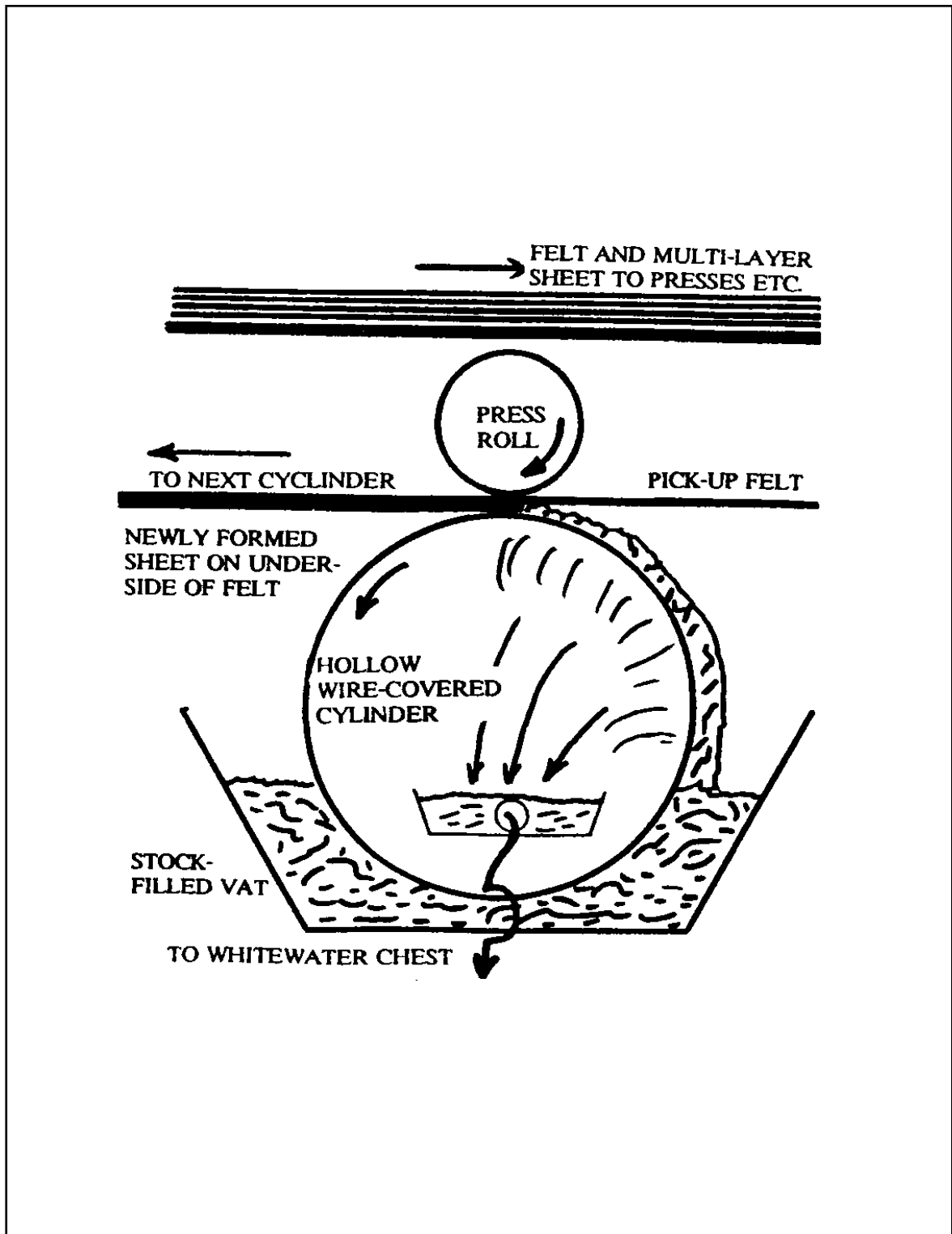
LMD kiln 3,4 x 70 m with sector cooler

รูปที่ ง-14 เตาเผาปูนแบบหมุน (Rotary Lime Kiln)

ภาคผนวก จ.  
อุปกรณ์และเครื่องจักรในการ  
ผลิตเยื่อกระดาษ

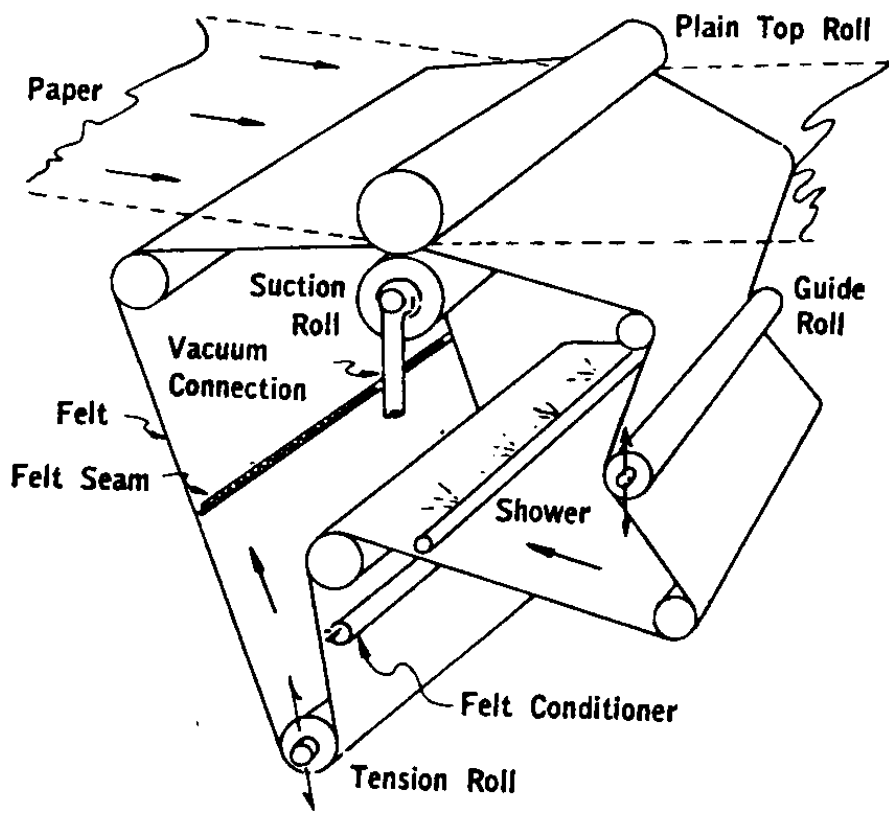


รูปที่ ๑-1 เครื่องจักรแบบ Fourdrinier



รูปที่ ๑-๒ เครื่องจักรแบบ Cylinder Mould

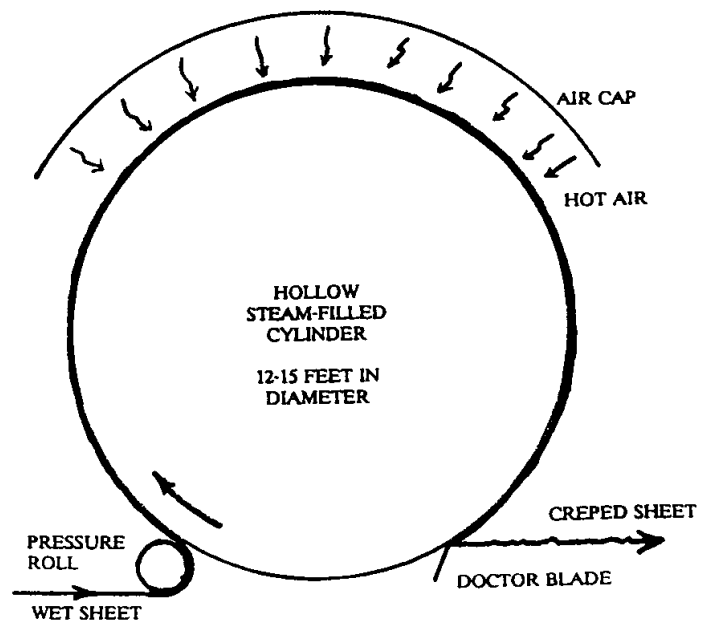




รูปที่ ๑-3 อุปกรณ์ในการกดรีดน้ำ (Pressing)



รูปที่ ๑-4 ส่วนของการอบแห้งในการผลิตกระดาษชาพิมพ์เขียน



รูปที่ ๑-5 ลูกอบ Yankee

**ภาคผนวก ฉ.**

**ตัวอย่างการคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์ใน  
การลดปริมาณการสูญเสียเสี้ยนใย  
และน้ำในกระบวนการผลิตกระดาษโดยใช้  
ระบบ DAF**

## ตัวอย่างการคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์ในการ ลดปริมาณการสูญเสียเส้นใยและน้ำในกระบวนการ ผลิตกระดาษโดยใช้ระบบ DAF

ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้งระบบ Dissolve Air Flotation (DAF) เพื่อนำเส้นใย (Fiber) จากน้ำ White Water กลับมาใช้ในกระบวนการผลิตสำหรับโรงงานผลิตกระดาษ อเนกประสงค์ที่ใช้ Virgin Pulp เป็นวัตถุดิบ ขนาดกำลังการผลิต  $\approx 30$  ตัน/วัน

- โรงงานผลิต 11.5 เดือน/ปี วันละ 24 ชั่วโมงทุกวัน
- โรงงานมี DAF 2 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีค่าอัตราการไหลเข้าสู่ระบบสูงสุด = 3,000 ลบ.ม./วัน แต่โรงงานมีน้ำ White Water ผ่านเข้าสู่ระบบ DAF แต่ละเครื่องประมาณ 1,950 ลบ.ม./วัน
- ความเข้มข้นของเส้นใยที่ผสมอยู่ในน้ำ White Water  $\approx 1,097$  มก./ล.
- ในกรณีที่ไม่มีระบบหน่วยนำเส้นใยกลับคืน (Recovery Fiber) และระบายน้ำ White Water ลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจะมีการสูญเสียเส้นใย
 
$$= 1,097 \times 1,950 \times 2 = 4.27 \text{ ตัน/วัน}$$

$$= 4.27 \text{ ตัน/วัน} \times 345 \text{ วัน} = 1,473 \text{ ตัน/ปี}$$
- เมื่อราคาขายเยื่อกระดาษ  $\approx 10,000$  บาท/ตัน
- มูลค่าเยื่อที่สูญหายไปกับน้ำ White Water ที่ระบายลงสู่ระบบบำบัด
 
$$= 1,473 \text{ ตัน/ปี} \times 10,000 \text{ บาท/ตัน}$$

$$= 14.73 \text{ ล้านบาท/ปี}$$
- มูลค่าเยื่อที่สามารถนำกลับมาใช้ได้  $= 14.73 \text{ ล้านบาท/ปี} \times 0.90$ 

$$= 13.25 \text{ ล้านบาท/ปี}$$

(เมื่อประสิทธิภาพของ DAF = 90%)
- ปริมาณน้ำจากระบบ DAF ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้  $= 3,705$  ลบ.ม./วัน  
(สูญเสียไปกับเยื่อ 5%)  $= 1,278,225$  ลบ.ม./ปี

**ภาคผนวก ช.**

**เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย**

- มูลค่าของน้ำทิ้งที่นำกลับมาใช้  $= 1,278,225 \times 10$   
 $= 12.78$  ล้านบาท/ปี

(เมื่อคิดราคาน้ำประปาที่ใช้ในโรงงาน ยูนิตละประมาณ 10 บาท)

- ค่าลงทุนระบบ DAF 2 เครื่อง  $\approx 15$  ล้านบาท  $\times 2 = 30$  ล้านบาท
- ค่าสารเคมีที่ใช้ในระบบ DAF รวม 2 เครื่อง  $= 1.5$  ล้านบาท/ปี
- ค่าไฟฟ้าสำหรับระบบ DAF 2 เครื่อง  $\approx 1.4256$  ล้านบาท/ปี
- ค่าซ่อมบำรุง  $\approx 0.18$  ล้านบาท/ปี

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้งระบบ DAF ในโรงงานผลิตกระดาษเพื่อลดการสูญเสีย  
เส้นใยและน้ำ

$$= \frac{30 \text{ ล้านบาท}}{(13.25 + 12.78) - (1.5 + 1.4265 + 0.18) \text{ ล้านบาท/ปี}}$$

$$= 1.31 \text{ ปี}$$

**ตารางที่ ช-1** เกณฑ์การออกแบบถังตกตะกอนขั้นต้น (PRIMARY SEDIMENTATION TANKS)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
<b>1. ข้อเสนอแนะทางศาสตร์</b>		
<b>1.1 ถังตกตะกอนขั้นต้นตามด้วยระบบบำบัดขั้นสอง</b>		
เวลาพัก (ชั่วโมง)	1 - 4	2
อัตราน้ำล้น (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)		
- อัตราไหลเฉลี่ย	30 - 50	40
- อัตราไหลสูงสุด	70 - 130	100
อัตราภาระฝาย (ลบ.ม./ม.-วัน)	125 - 500	250
<b>1.2 ถังตกตะกอนขั้นต้นสำหรับน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการสร้างตะกอน</b>		
อัตราน้ำล้นที่อัตราไหลเฉลี่ย (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)		
- สำหรับตะกอนสารส้มและสารประกอบเหล็ก	24 - 48	
- สำหรับตะกอนปูนขาว	30 - 60	
<b>1.3 ถังตกตะกอนขั้นต้นที่รับ Excess Sludge จากระบบ Activated Sludge</b>		
เวลาพัก (ชั่วโมง)	1.5 - 2.5	2
อัตราน้ำล้น (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)		
- อัตราไหลเฉลี่ย	25 - 35	30
- อัตราไหลสูงสุด	45 - 80	60
อัตราภาระฝาย (ลบ.ม./ม.-วัน)	125 - 500	250
<b>2. ข้อเสนอแนะทางกายภาพ</b>		
<b>2.1 ถังแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า</b>		
ความยาว (ม.)	15 - 90	25 - 40
ความกว้าง (ม.)	3 - 24	5 - 10
ความลึกของระดับน้ำที่ขอบถัง (ม.)	2.0 - 4.5	3.5
อัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง	1.0 - 7.5	4
อัตราส่วนของความยาวต่อความลึก	4 - 25	7 - 18



ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
ความชันของพื้นด้านล่างของถังตกตะกอน (%)		1
ความเร็วของใบกวาดสลัดจ์ (ม./นาที)	0.6 - 1.2	0.9
<b>2.2 ถังแบบกลม</b>		
ความลึกของระดับน้ำที่ขอบถัง (ม.)	2 - 6	4
เส้นผ่านศูนย์กลาง (ม.)	3 - 60	12 - 45
ความชันของพื้นด้านล่างของถังตกตะกอน (%)	6 - 17	8
อัตราเร็วที่ปลายสุดของใบกวาดสลัดจ์ (tip speed) (ม./นาที)	1.5 - 2.1	

ที่มา : ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ ข-2 เกณฑ์การออกแบบระบบตะกอนเร่ง (ACTIVATED SLUDGE PROCESSES)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
<b>1. สัมประสิทธิ์จลน์ (Kinetic Coefficients)</b>		
1.1 ( $K_e = \mu_m / Y.K_s$ ) (ล./มก.-ชั่วโมง) น้ำเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษ (ในรูปของบีโอดี <sub>5</sub> )		$4.17 \times 10^{-4}$
1.2 สัมประสิทธิ์การสลายตัวจำเพาะ ( $K_d$ ) > (วัน <sup>-1</sup> ) น้ำเสียจากโรงงานกระดาษและเยื่อ	0.036 - 0.2	
<b>2. ประเภทของกระบวนการ Activated Sludge</b>		
<b>2.1 แบบธรรมดาไหลตามกัน (Conventional Plug - Flow)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) (กก. บีโอดี 5/กก. MLVSS-วัน)	0.2 - 0.4	
อายุสลัดจ์ ( $\theta_c$ ) (วัน)	5 - 15	
อัตราภาระอินทรีย์ (OLR) (ก.ก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	0.3 - 0.6	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (MLSS) (มก./ล.)	1,500 - 3,000	
เวลากักพักชลศาสตร์ (HRT) (ชั่วโมง)	4 - 8	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ (Qr/Q)	0.25 - 1.0	
ความต้องการออกซิเจน (กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี <sub>5</sub> ที่ถูกกำจัด)	0.8 - 1.1	
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	85 - 95	
<b>2.2 แบบผสมสมบูรณ์ (Complete-Mix)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ (กก. บีโอดี <sub>5</sub> /กก. MLVSS-วัน)	0.2 - 0.6	
อายุสลัดจ์ (วัน)	5 - 15	
อัตราภาระอินทรีย์ (ก.ก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	0.8 - 1.9	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)	2,500 - 4,000	
เวลากักพักชลศาสตร์ (ชั่วโมง)	3 - 5	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25 - 1.0	
ความต้องการออกซิเจน	0.8 - 1.1	

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
(กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี <sub>5</sub> ที่ถูกกำจัด)		
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	85 - 95	
<b>2.3 แบบป้อนน้ำเสียแบบเป็นขั้น (Step-Feed)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์	0.2 - 0.5	
(กก. บีโอดี <sub>5</sub> /กก. MLVSS-วัน)		
อายุสลัดจ์ (วัน)	5 - 15	
อัตราภาระอินทรีย์ (ก.ก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	0.6 - 1.0	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)	2,000 - 3,500	
เวลากักพักชลศาสตร์ (ชั่วโมง)	3 - 5	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25 - 0.75	
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	85 - 95	
<b>2.4 แบบเติมอากาศแบบดัดแปร (Modified Aeration)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์	1.5 - 5.0	
(กก. บีโอดี <sub>5</sub> /กก. MLVSS-วัน)		
อายุสลัดจ์ (วัน)	0.2 - 0.5	
อัตราภาระอินทรีย์ (ก.ก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	1.2 - 2.4	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)	200 - 1,000	
เวลากักพักชลศาสตร์ (ชั่วโมง)	1.5 - 3.0	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.05 - 0.24	
ความต้องการออกซิเจน	0.4 - 0.6	
(กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี <sub>5</sub> ที่ถูกกำจัด)		
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	60 - 75	
<b>2.5 แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์	0.2 - 0.6	
(กก. บีโอดี <sub>5</sub> /กก. MLVSS-วัน)		
อายุสลัดจ์ (วัน)	5 - 15	

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
อัตราภาระอินทรีย์ (ก.ก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	0.9 - 1.2	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)		
- ในถังสัมผัส	1,000 - 3,000	
- ในถังปรับเสถียร	4,000 - 10,000	
เวลากักพักชลศาสตร์ (ชั่วโมง)		
- ในถังสัมผัส	0.5 - 1.0	
- ในถังปรับเสถียร	3 - 8	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25 - 1.50	
ความต้องการออกซิเจน		
(กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี <sub>5</sub> ที่ถูกกำจัด)		
- ในถังสัมผัส	0.4 - 0.6	
- ในถังปรับเสถียร	0.3 - 0.5	
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	80 - 90	
<b>2.6 แบบเติมอากาศยืดเวลา (Extended Aeration)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์	0.05 - 0.15	0.1
(กก. บีโอดี <sub>5</sub> /กก. MLVSS-วัน)		
อายุสลัดจ์ (วัน)	20 - 30	
อัตราภาระอินทรีย์ (ก.ก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	0.1 - 0.4	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)	3,000 - 6,000	
เวลากักพักชลศาสตร์ (ชั่วโมง)	18 - 36	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.5 - 1.5	
ความต้องการออกซิเจน	1.4 - 1.6	
(กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี <sub>5</sub> ที่ถูกกำจัด)		
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	75 - 95	

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
<b>2.7 แบบเติมอากาศด้วยอัตราเร็ว (High-Rate Aeration)</b>		
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ (กก. บีโอดี <sub>5</sub> /กก. MLVSS-วัน)	1.5 - 3.0	
อายุสลัดจ์ (วัน)	< 2	
อัตราภาระอินทรีย์ (กก. บีโอดี <sub>5</sub> /ลบ.ม.-วัน)	1.6 - 16	
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (มก./ล.)	4,000 - 10,000	
เวลากักพักชลศาสตร์ (ชั่วโมง)	0.5 - 2.0	
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	1.0 - 2.0	
ความต้องการออกซิเจน (กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี <sub>5</sub> ที่ถูกกำจัด)	0.7 - 0.9	
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (%)	75 - 90	

ที่มา : ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ ข-3 เกณฑ์การออกแบบเครื่องผสมและเครื่องเติมอากาศ (MIXERS AND AERATORS)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
<b>1. พลังงานในการผสม</b>		
<b>1.1 สำหรับเครื่องเติมอากาศแบบฟู่</b> (ลบ.ม./นาทื-1000 ลบ.ม. ของปริมาตรน้ำในถัง)		
สำหรับการเติมอากาศแบบหมุนควง (Spiral Roll Aeration)	20 - 30	
สำหรับการติดตั้งแบบสม่ำเสมอ (Uniform Aeration)	10 - 15	
<b>1.2 สำหรับเครื่องเติมอากาศแบบเครื่องกล</b> (แรงแม้/1000 ลบ.ม. ของปริมาตรน้ำในถัง)	15 - 25	
<b>2. สัมประสิทธิ์การปรับแก้ (Correction Factors)</b>		
สัมประสิทธิ์การปรับแก้อุณหภูมิ ( $\theta$ )	.015 - 1.04	1.024
สัมประสิทธิ์การปรับแก้การผสมและรูปร่างถัง ( $\alpha$ )		
- การเติมอากาศแบบฟู่	0.70 - 0.98	0.95
- การเติมอากาศแบบเครื่องกลความเร็วช้าที่ผิวหน้า สำหรับน้ำเสียจาก		
- โรงงานเยื่อและกระดาษ		0.68
- โรงงานผลิตกระดาษสีน้ำตาล (Kraft Paper)	0.48 - 0.68	
- โรงงานผลิตกระดาษฟอก (Bleached Paper)	0.83 - 1.98	
- สำหรับการเติมอากาศแบบเครื่องกลประเภทอื่น ๆ	0.6 - 1.2	
ค่าสัมประสิทธิ์การปรับแก้ลักษณะน้ำเสีย ( $\beta$ )	0.70 - 0.98	0.95
<b>3. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจนของเครื่องเติมอากาศ</b> (กก. ออกซิเจน/แรงแม้/ชั่วโมง)		
<b>3.1 เครื่องเติมอากาศแบบฟู่</b>		
แบบฟองอากาศหยาบ (coarse bubble)	0.6 - 1.0	
แบบฟองอากาศละเอียด (fine bubble)	1.0 - 2.6	
แบบยกด้วยลม (air-lift)	1.1 - 1.3	

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
<b>3.2 เครื่องเติมอากาศแบบเครื่องกล</b>		
แบบความเร็วต่ำ (low speed)	0.9 - 2.2	
แบบความเร็วสูง (high speed)	0.6 - 1.6	
แบบแกนในแนวนอน (horizontal shaft)	1.0 - 1.4	
แบบแกนจมน้ำ (submerged shaft)	0.8 - 1.2	
แบบหลอดดูดลากกลาง (downdraft tube)	0.9 - 1.5	
แบบจมน้ำ (submersible)	0.5 - 1.2	
แบบเครื่องอัดฟุ้ง (ejector)	0.5 - 1.7	
แบบดูดฟุ้ง (jet)	0.5 - 1.0	
แบบหลอดสถิต (static tube)	0.8 - 1.2	

ที่มา : ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ ซ-4 เกณฑ์การออกแบบถังตกตะกอนชั้นสอง (SECONDARY SEDIMENTATION TANKS)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
<b>1. ข้อเสนอแนะทางศาสตร์</b>		
<b>1.1 สำหรับกระบวนการแยกที่เวเต็ดสลัดจ์</b> (ยกเว้นแบบเติมอากาศยัดเวลา)		
อัตราน้ำล้น (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)		
- อัตราไหลเฉลี่ย	16 - 33	
- อัตราไหลสูงสุด	40 - 60	
อัตราภาระของแข็ง (กก./ตร.ม.-ชม.)		
- อัตราไหลเฉลี่ย	3 - 6	
- อัตราไหลสูงสุด	10	
ความลึก (ม.)	3 - 6	
อัตราภาระฝาย (ลบ.ม./ม.-วัน)	250	
<b>1.2 สำหรับกระบวนการแยกที่เวเต็ดสลัดจ์</b> แบบเติมอากาศยัดเวลา		
อัตราน้ำล้น (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)		
- อัตราไหลเฉลี่ย	8 - 16	
- อัตราไหลสูงสุด	24 - 32	
อัตราภาระของแข็ง (กก./ตร.ม.-ชม.)		
- อัตราไหลเฉลี่ย	1 - 5	
- อัตราไหลสูงสุด	7	
ความลึก (ม.)	3 - 6	
อัตราภาระฝาย (ลบ.ม./ม.-วัน)	250	
<b>2. ข้อเสนอแนะทางกายภาพ</b>		
<b>2.1 ถังแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า</b>		
ความยาว (ม.)		
ความกว้าง (ม.)		
ความลึก (ม.)	3.0 - 3.6	
อัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง	> 3	



ตารางที่ 5-9 (ต่อ)

รายการ	คำแนะนำ	
	ช่วง	ค่าทั่วไป
อัตราส่วนของความกว้างต่อความลึก	1 - 2.25	
ความชันของพื้นด้านล่างของถังตกตะกอน (%)		1
ความเร็วของใบกวาดสลัดจ์ (ม./นาที)	0.6 - 1.2	0.9
<b>2.2 ถังแบบกลม</b>		
ความสูงด้านข้าง (ม.)	3 - 4	
เส้นผ่านศูนย์กลาง (ม.)	3 - 60	12 - 45
ความชันของพื้นด้านล่างของถังตกตะกอน (%)	6 - 17	8
อัตราเร็วที่ปลายสุดของใบกวาดสลัดจ์ (tip speed) (ม./นาที)	0.6 - 1.2	

**ที่มา :** ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

**ภาคผนวก ซ.**

**แนวทางในการดำเนินการวิเคราะห์น้ำเสีย**

## แนวทางในการดำเนินการวิเคราะห์น้ำเสีย

ในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละโรงงาน ขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่ง คือ การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ อันหมายถึง การวิเคราะห์สมบัติของน้ำทั้งน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด (Influent) และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว (Effluent) โดยในบางโรงงานจะมีหน่วยงานดูแลอย่างครบวงจร มีห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์น้ำเอง มีการว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาควบคุมระบบ มีบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญในเรื่องน้ำเสีย อย่างไรก็ตาม ยังมีบางโรงงานที่ไม่มีระบบการจัดการดังกล่าวที่เพียงพอ ก่อให้เกิดผลเสียในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอาจจะนำไปถึงปัญหามวลชน ในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานที่ยังไม่มีความพร้อมในเรื่องดังกล่าว อาจทำได้โดยการว่าจ้างบริษัท ที่ปรึกษาที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของกรมโรงงานอุตสาหกรรมให้เป็นผู้ดูแล รวมถึงการส่งวิเคราะห์น้ำในห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ทั้งนี้ในขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำเสียนั้น มีขั้นตอนเบื้องต้นที่เจ้าหน้าที่ประจำระบบบำบัดสามารถทำได้เอง อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนดังกล่าว ควรทำด้วยความถูกต้อง และคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ซึ่งแนวทางในการดำเนินการดังกล่าว มีดังนี้

### อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำประกอบด้วย

1) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ มักเป็นชนิดขวดแก้วหรือโพลีเอทิลีน (polyethylene) ขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุน้ำไปทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ก่อนใช้ควรล้างให้สะอาด ในกรณีที่ใช้ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ ควรฆ่าเชื้อโรคก่อน การใช้ภาชนะอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวแล้วควรระมัดระวัง เพราะอาจเกิดปฏิกิริยากับกรดหรือด่างที่มีในตัวอย่างน้ำที่เก็บ

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่เป็นโพลีเอทิลีน เมื่อออกจากโรงงานผลิตใหม่ ๆ อาจจะมีปรอท (II) ซัลเฟต [mercury (II) sulphate] ติดหลงเหลืออยู่ ควรจะล้างขวดชนิดนี้ให้สะอาดหลาย ๆ ครั้งก่อนนำมาใช้

2) อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ภาชนะสำหรับตักตัวอย่างน้ำ กระบอกตวง ถังน้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ ดินสอ ฉลากสำหรับปิดขวด สารเคมีที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ ฯลฯ

ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างน้ำอาจจะใช้เครื่องเก็บแบบอัตโนมัติ (automatic samplers) ก็ได้

### จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

- 1) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ควรเก็บตัวอย่างน้ำจากหลายจุดที่มีการปล่อยน้ำเสียออกมา และ/หรือที่จุดรวมของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย และก่อนระบายออกนอกโรงงาน
- 2) ในการตรวจสอบ และควบคุมระบบบำบัด ให้เก็บตัวอย่างน้ำจากจุดที่ระบายออกจากระบบบำบัด ก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลอง หรือท่อระบายของเทศบาล
- 3) ในการตรวจสอบหาประสิทธิภาพและควบคุมการทำงานของระบบบำบัด ให้เก็บจากจุดต่าง ๆ ตามขั้นตอนของระบบบำบัด บริเวณที่จะเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าวจะต้องเป็นบริเวณที่ไม่มีการตกตะกอน และน้ำทิ้ง (effluent) ควรรวมตัวกันได้ดี

### วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำให้ได้ตัวแทนที่มีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับน้ำเสียทั้งหมดนั้น ต้องเลือกวิธีเก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1) การเก็บแบบจ้วง (grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเฉย ๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ ดังนั้น ตัวอย่างน้ำจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะสมบัติของน้ำ ณ จุดเก็บเฉพาะเวลานั้นเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำแบบนี้มีข้อดีในกรณีที่

ก. น้ำเสียไม่ได้ไหลแบบต่อเนื่อง เช่น ปล่อยทิ้งเป็นครั้งคราวเนื่องจากกระบวนการผลิตเดินเครื่องเป็นช่วง ๆ

ข. น้ำเสียมีลักษณะสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

ค. ต้องการศึกษากการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ตามกรรมวิธีการผลิต ในกรณีนี้ต้องจ้วงเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างมาเทียบกันในแต่ละช่วงเวลา

ง. ต้องการหาลักษณะสมบัติบางอย่างของน้ำเสีย ณ จุดที่เก็บเนื่องจากค่าเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น pH อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) ตะกอนหนัก (settleable solids)

2) การเก็บแบบผสมรวม (composite sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ครั้งต่อช่วงการผลิต โดยแบ่งแต่ละช่วงเวลาของการเก็บให้สม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำ แล้วนำมาผสมลงในถังเก็บใบเดียวกันซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ประมาณ 10<sup>o</sup>ซ. การเก็บวิธีนี้มีข้อดีตรงที่ลดจำนวนตัวอย่างน้ำที่ต้องวิเคราะห์ ลดค่าใช้จ่ายสารเคมีและเวลาลงได้มาก แต่ก็มีข้อเสีย คือ ต้องใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำนานกว่าวิธีแรก

ข้อบกพร่องในการเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวมอาจจะเกิดขึ้นได้ เป็นต้นว่า

- ก. การเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละครั้งที่จุดเดียวกัน ใช้วิธีไม่เหมือนกัน
  - ข. การถ่ายตัวอย่างน้ำจากจุดที่เก็บลงในถัง อาจทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ผิดพลาด
- ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลจากระบวนการผลิตอย่างสมบูรณ์ ต้องเก็บทั้งแบบจ้วงและแบบผสมรวม การเก็บไม่เพียงแต่จะเก็บจากท่อน้ำทิ้งรวมเท่านั้น แต่ควรเก็บเป็นครั้งคราวจากจุดในกระบวนการผลิตที่มีน้ำเสียออกมาด้วย

### การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ (preservation)

โดยทั่วไปผลการวิเคราะห์จะน่าเชื่อถือ และเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุดก็ต่อเมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทันทีภายหลังการเก็บตัวอย่างแล้ว ทั้งนี้เพราะเมื่อทิ้งตัวอย่างไว้นานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งทางด้านเคมีและชีววิทยาได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างน้ำแต่ละประเภท ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์และสภาพการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

เหตุผลที่ต้องทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ก็เพื่อป้องกันและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของตัวอย่างในช่วงเวลาหลังการเก็บและก่อนตรวจวิเคราะห์ ทั้งนี้เพื่อ

1. ชะลอปฏิกิริยาทางชีววิทยา
2. ชะลอการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ (compounds) และสารประกอบเชิงซ้อน (complex compounds) ในกระบวนการไฮโดรไลซิส
3. ลดการระเหยตัวขององค์ประกอบอินทรีย์

วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยทั่วไปทำได้โดย ควบคุมค่า pH, การเติมสารเคมี, การแช่เย็น และการแช่แข็ง รายละเอียดดังตารางที่ ช-1

**ตารางที่ ช-1** การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยการยับยั้งการเปลี่ยนแปลง

วิธีเก็บรักษา	กลไก	ใช้ได้กับ
HgCl <sub>2</sub>	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส
HNO <sub>3</sub>	ละลายโลหะ, ป้องกันการตกผลึก	โลหะ
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	สารอินทรีย์ (COD, น้ำมัน และไขมัน, อินทรีย์คาร์บอน ฯลฯ)
NaOH	สร้างเกลือโดยจับกับเบสในรูปสารอินทรีย์	แอมโมเนีย, อามีน
	สร้างเกลือโดยจับกับสารระเหยง่าย	ไซยาไนด์, กรดอินทรีย์
การแช่เย็น หรือ การแช่แข็ง	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	สภาพกรด, สภาพด่าง, สารอินทรีย์ BOD, กลิ่น, อินทรีย์ฟอสฟอรัส, สีนินทรีย์ไนโตรเจน, คาร์บอนโคลิฟอร์ม ฯลฯ

**การส่งตัวอย่างน้ำเข้าห้องปฏิบัติการ**

ตัวอย่างน้ำเมื่อเก็บมาแล้ว ควรรีบส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ทันที แต่ถ้ามีการล่าช้าด้วยประการใดก็ตาม ควรเก็บตัวอย่างเหล่านี้ไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4°C. เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเขียนฉลากติดไว้ที่ข้างขวด

1) การเขียนฉลาก : หลังจากเก็บตัวอย่างแล้วควรเขียนทันที ตัวอย่างการเขียนฉลากมีดังนี้

ตัวอย่างน้ำของ .....

จุดที่เก็บ .....

วิธีการเก็บ .....

อุณหภูมิ ..... pH ..... DO ..... (ถ้ามี)

วิธีการเก็บรักษา .....

เวลา ..... วันที่ .....

ผู้เก็บ .....

ภาคผนวก ณ.

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบ AOX  
ในน้ำทิ้งจากระบวนการฟอกเยื่อ

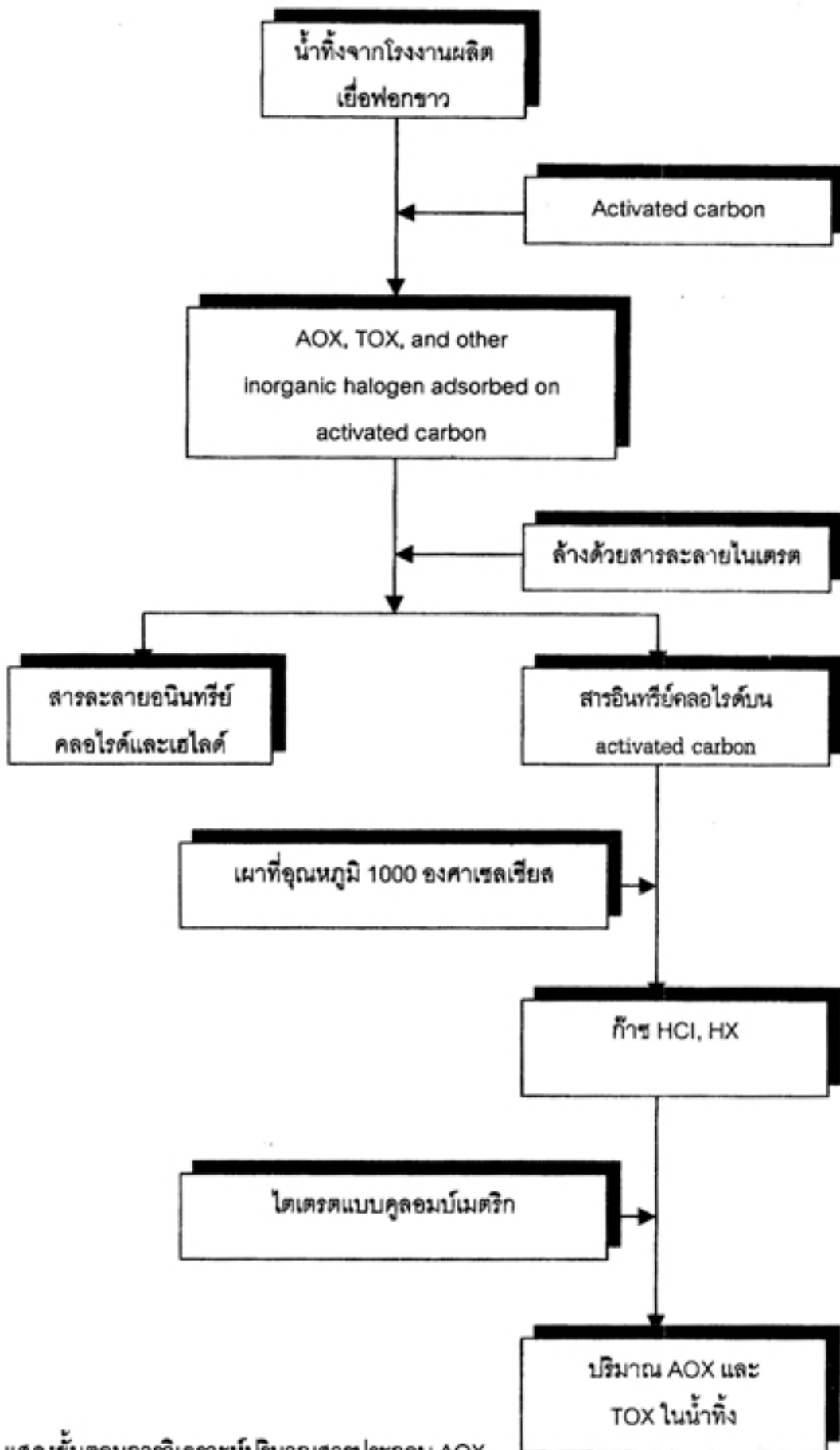
## การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบ AOX ในน้ำทิ้งจากกระบวนการฟอกเยื่อ

จุดเริ่มต้นของการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบ AOX ได้เริ่มขึ้นโดย The Swedish Forest Industry Research Laboratory ได้พัฒนาวิธีการหาสารประกอบคลอรีนเต็ด-ออร์แกนิกคลอไรด์ (Total Organic Chloride หรือ TOCI) ในน้ำทิ้งจากกระบวนการฟอกเยื่อ เรียกว่า TOCI-method on adsorption on a column of XAD-resin โดยสามารถแยกส่วนของสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและสูงออกจากกัน และในส่วนของสารประกอบที่มีโมเลกุลต่ำยังถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายในน้ำและไม่ละลายในน้ำอีกด้วยและประเทศสวีเดนได้ใช้วิธีนี้ในการควบคุมการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานในปี พ.ศ. 2530

อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2528 County of Vejle ในประเทศเดนมาร์กได้ประกาศใช้วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบ AOX โดยใช้วิธีการดูดซับแอกทิเวเต็ดคาร์บอน ซึ่งเป็นวิธีการที่พัฒนาจากการวิเคราะห์น้ำดื่ม เพื่อควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อฟอกขาวจากฟางข้าว และต่อมาวิธีวิเคราะห์นี้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น Din 38409 part 14, Standard Method 1989 และได้มีการเปรียบเทียบผลการทดลองจากสถาบันต่าง ๆ ทั้งในยุโรปและอเมริกา

หลักการของวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ AOX สามารถทำได้โดยการจับสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำโดยใช้แอกทิเวเต็ดคาร์บอน ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับสารได้เกือบทุกชนิด จากนั้นจึงล้างแอกทิเวเต็ดคาร์บอนด้วยสารละลายในเตรตเพื่อให้ในเตรตเข้าไปแทนที่คลอไรด์ในสารประกอบอินทรีย์ ดังนั้นบนพื้นผิวของแอกทิเวเต็ดคาร์บอนจะคงเหลือเพียงสารประกอบคลอไรด์หรือแฮโลเจนของสารอินทรีย์ (TOX, AOX) เท่านั้น หลังจากนั้นจึงนำแอกทิเวเต็ดคาร์บอนไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง สารอินทรีย์ทั้งหมดจะสลายไปและเหลือเพียงก๊าซไฮโดรคลอไรด์ และแฮโลเจนอื่น ๆ (HCl, HX) ก๊าซที่ได้จะถูกจับไว้ด้วยสารละลายกรดและสามารถหาปริมาณของคลอไรด์และแฮโลเจนทั้งหมดได้โดยการไทเทรตแบบคูลอมบ์เมตริก ทั้งนี้อาจแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณ AOX ได้ดังภาพที่ ฅ-1





รูปที่ ๑-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบ AOX