

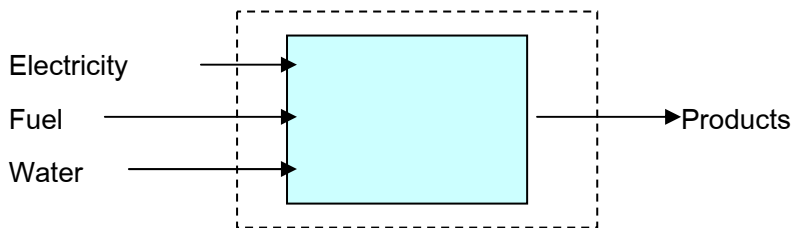
## บทที่ 4

### เกณฑ์การใช้พลังงานและแนวทางในการประเมิน

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงเกณฑ์การใช้พลังงานที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมกระดาษ คำนิยาม ผลที่ได้จากการศึกษา และค่าเกณฑ์ที่นำเสนอตลอดจนแนวทางในการนำไปใช้

#### 4.1 แนวทางการวิเคราะห์เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษ

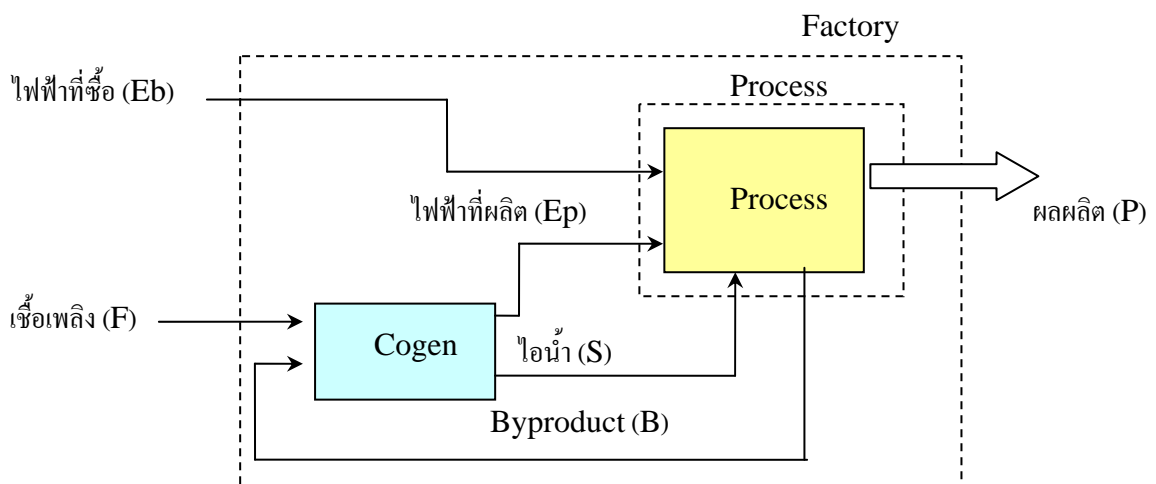
ในเกณฑ์การใช้พลังงานเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานอุตสาหกรรมกระดาษ มหาวิทยาลัย ได้วัดการใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน เชื้อเพลิง และน้ำต่อหน่วยของผลผลิต โดยเลือกข้อมูลเป็นรายเดือน เพื่อความสะดวกกับโรงงานในการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การใช้พลังงานของโรงงาน

โรงงานในกลุ่มกระดาษสามารถพิจารณาเกณฑ์การใช้พลังงานได้ 2 กลุ่ม คือ โรงงานที่ผลิตไฟฟ้าเอง และโรงงานที่ไม่ผลิตไฟฟ้า

#### 1. โรงงานที่ผลิตไฟฟ้าเอง



รูปที่ 4.2 การใช้พลังงานของโรงงานที่ผลิตไฟฟ้าเอง

ประเภทโรงงาน

โรงงานประเภทนี้ได้แก่ โรงงานผลิตเยื่อกระดาษทุกโรง และโรงงานผลิตกระดาษขนาดใหญ่  
บางแห่ง

เกณฑ์การใช้พลังงานที่เหมาะสมระดับโรงงาน

$$SEC_{EF} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในโรงงาน (EP + EB)}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}} \quad \text{kWh / ton}$$

$$SEC_{FF} = \frac{\text{พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ ไม่รวม Byproduct (F)}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}} \quad \text{MJ / ton}$$

$$\text{การใช้พลังงานรวม (SEC}_F) = SEC_{EF} \times 3.6 + SEC_{FF} \quad \text{MJ / ton}$$

$$SEC_W = \frac{\text{ปริมาณน้ำดิบที่ใช้ต่อเดือน}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}} \quad \text{m}^3 / \text{ตัน}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และพลังงานไอน้ำที่ใช้ในหน่วย MJ(EP+S)}}{\text{พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ (F)}}$$

ระดับกระบวนการผลิต

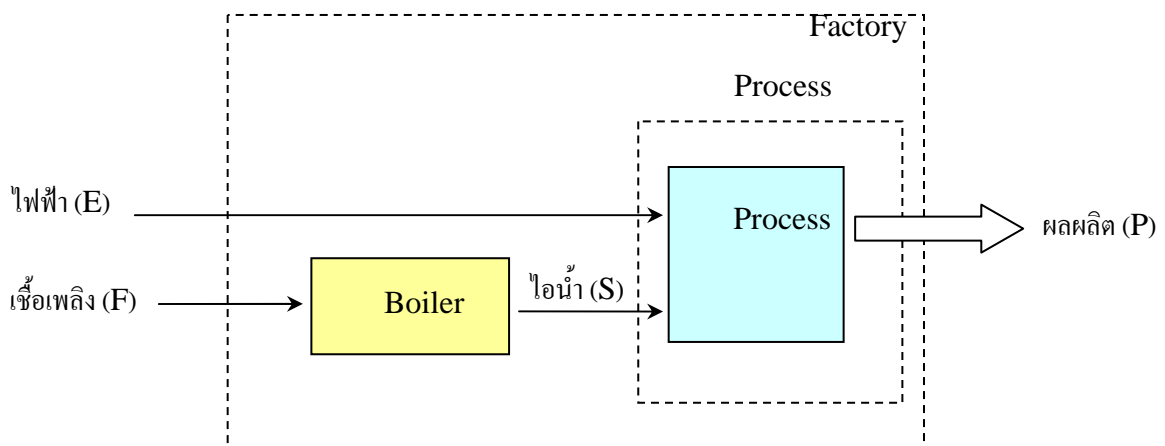
$$SEC_{EP} = \frac{\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉพาะกระบวนการผลิต}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}}$$

$$SEC_{HP} = \frac{\text{พลังงานความร้อนของไอน้ำที่ใช้ (S)}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}}$$

$$\text{การใช้พลังงานรวม (SEC}_P) = SEC_{EP} \times 3.6 + SEC_{HP} \quad \text{MJ / ton}$$

$$\text{อัตราส่วนการใช้ไอน้ำต่อเยื่อ} = \frac{\text{ตันไอน้ำที่ใช้ (S)}}{\text{ตันผลผลิต (P)}}$$

## 2. โรงงานที่ไม่ผลิตไฟฟ้า



รูปที่ 4.3 การใช้พลังงานของโรงงานที่ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า

### ประเภทโรงงาน

โรงงานกลุ่มนี้ได้แก่โรงงานผลิตกระดาษส่วนใหญ่ และโรงงานผลิตกระดาษลูกฟูก

### เกณฑ์การใช้พลังงานที่เหมาะสม

$$SEC_E = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน (E)}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}} \quad \text{kWh / ton}$$

$$SEC_F = \frac{\text{พลังงานความร้อนเชื้อเพลิงที่ใช้ (F)}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}}$$

$$SEC_H = \frac{\text{พลังงานความร้อนของไอน้ำที่ใช้ (S)}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อเดือน (P)}}$$

$$\text{ระดับโรงงาน} \quad SEC_{FAC} = SEC_E \times 3.6 + SEC_F$$

$$\text{ระดับกระบวนการผลิต} \quad SEC_P = SEC_E \times 3.6 + SEC_H$$

$$\text{อัตราส่วนการใช้ไอน้ำต่อตันกระดาษ} = \frac{\text{ตันไอน้ำที่ใช้ (S)}}{\text{ตันผลผลิต (P)}}$$

และโรงงานผลิตกระดาษ

$$SEC_W = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อเดือน}}{\text{ปริมาณผลผลิต}} \quad m^3 / \text{ตัน}$$

โดยที่ พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง =  $\sum$  ปริมาณเชื้อเพลิง x ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง  
 และ พลังงานความร้อนของไอน้ำ = ปริมาณตันไอน้ำ x เอนทาลปีของไอน้ำ ( $h_{fg}$ )

โดยสรุปเกณฑ์ที่ควรพิจารณาของโรงงานในอุตสาหกรรมกระดาษแต่ละประเภท มีดังนี้

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การใช้พลังงานที่ควรพิจารณา

โรงงานผลิตเยื่อ	โรงงานผลิตกระดาษ	โรงงานผลิตกระดาษลูกฟูก
1 SEC <sub>EF</sub>	1 SEC <sub>EF</sub> (ถ้าผลิตไฟฟ้า)	1 SEC <sub>E</sub>
2 SEC <sub>FF</sub>	2 SEC <sub>FF</sub> (ถ้าผลิตไฟฟ้า)	2 SEC <sub>H</sub>
3 SEC <sub>FAC</sub>	3 SEC <sub>FAC</sub> (ถ้าผลิตไฟฟ้า)	3 SEC <sub>FAC</sub>
4 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า	4 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า	4 SEC <sub>P</sub>
5 SEC <sub>EP</sub>	(ถ้าผลิตไฟฟ้า)	5 อัตราส่วนการใช้ไอน้ำต่อตัน
6 SEC <sub>HP</sub>	5 SEC <sub>EP</sub>	กระดาษ
7 SEC <sub>P</sub>	6 SEC <sub>HP</sub>	
8 อัตราส่วนการใช้ไอน้ำต่อ	7 SEC <sub>P</sub>	
ผลผลิต	8 อัตราส่วนการใช้ไอน้ำต่อ	
9 SEC <sub>W</sub>	ตันกระดาษ	
	9 SEC <sub>W</sub>	

#### 4.2 การกำหนดค่าเกณฑ์การใช้พลังงาน

ที่ปรึกษาได้คัดกลุ่มโรงงานกระดาษออกเป็น 7 กลุ่มย่อย ตามลักษณะผลผลิต ดังได้กล่าวถึงในบทที่ 3 และมีขั้นตอนในการกำหนดค่าเกณฑ์ ดังนี้

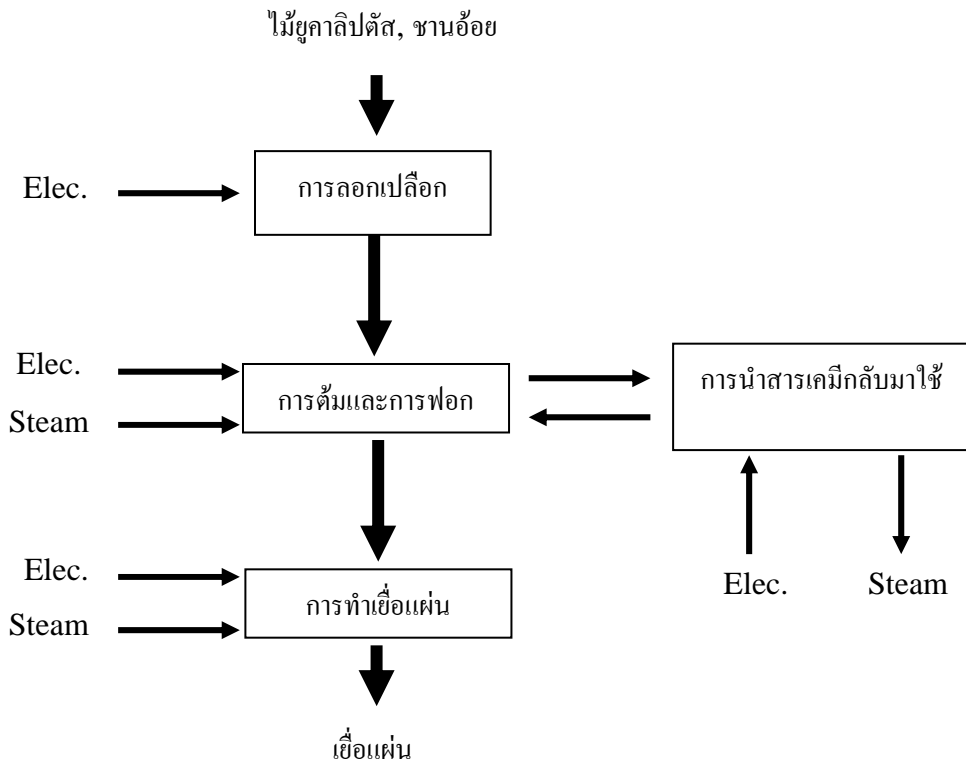
1. ในเบื้องต้นจะนำข้อมูลการผลิต และการใช้พลังงานจากแบบบันทึกข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงาน (บพร.1) ของ โรงงานกระดาษในแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ เพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน
2. ตรวจสอบหรือตรวจวัดการใช้พลังงาน และการผลิตของโรงงานตัวอย่างจำนวน 33 แห่ง
3. วิเคราะห์ SEC ในระดับกระบวนการผลิต
4. ในข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน วิเคราะห์หาสาเหตุของความแตกต่างกัน
5. กำหนดค่าเกณฑ์การใช้พลังงาน จะพิจารณาจากข้อมูล โดยดูค่าด้านต่ำที่มีโรงงานทำได้

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละกลุ่มพร้อมค่าเกณฑ์ที่กำหนดแสดงได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 กลุ่มอุตสาหกรรมกระดาษขั้นต้น

ในกลุ่มนี้จะประกอบด้วยอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษเพียงอย่างเดียว ซึ่งที่ปรึกษาได้มีการเข้าสำรวจโรงงานรวมทั้งสิ้น 4 แห่งดังแสดงในตารางที่ 4.2

สำหรับกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.4 พร้อมกับแสดงประเภทของพลังที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนด้วย



รูปที่ 4.4 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ และประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

- ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Pulping Plant			
	A	B	C	D
1. Production (Ton/Month)	5,924	7,140	4,695	18,665
2. Pressure (Bar: HP, LP)	13, 6	10, 3	12, 4.5	13, 5
3. Steam Consumption (Tst/T)	6.55	5.09	7.8	5.3
4. Steam Supply	Cogen	Cogen	Cogen	Cogen
5. Boiler Fuel	BL+Coal	BL+Coal	BL+Coal+Oil	BL+Bark+Oil

หมายเหตุ: A หมายถึง บริษัท ปัญจพล พัลป์ อินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

B หมายถึง บริษัท สยามเซลลูโลส

C หมายถึง บริษัท เอนไวรอนเม้นท์ พัลป์ แอนด์ เปเปอร์ จำกัด

D หมายถึง บริษัท ฟินิกซ์ พัลป์ แอนด์ เปเปอร์ จำกัด

● เกณฑ์การใช้พลังงาน

SEC	Unit	Pulping Plant				ค่าเฉลี่ย
		A	B	C	D	
1.Production	Ton/Month	5,924	7,140	4,695	18,665	
2.Debark. & Chip.	kWh/Ton	23.91	28.97	88.3	23.4	25.4
3.Puping						
3.1 Elec.	kWh/Ton	215.18	157.29	497.8	128.3	166.9
3.2 Thermal	MJ/Ton	4,645.7	3,027.8	4,260.6	2,472.9	3,382
3.Bleaching& Wash						
3.1 Elec.	kWh/Ton	Incl in Pulp.	127.2	567	143.4	135.2
3.2 Thermal	MJ/Ton	Incl in Pulp.	1,028.3	1,130.8	1,546.2	1,287
4.Sheeting	kWh/Ton	-	-	397.7	100	100
5. Recovery plant	MJ/Ton					
5.1 Elec.	kWh/Ton	111.2	233.7	400	161	169
5.2 Thermal	MJ/Ton	3,324.7	6,832.6	5,030.3	6,779	5,645
6. Water	m3/Ton	28	35.7	85	47	30
7.Sec ทั้งโรง						
7.1 Elec.	kWh/Ton	445.2	547	-	579	523.7
7.2 Thermal	MJ/Ton	10,436	16,158	-	13,982	13,525.6

หมายเหตุ โรงงาน C อยู่ระหว่างการปรับปรุงเครื่องเนื่องจากซื้อเครื่องใหม่ การผลิตไม่แน่นอน การคิดดัชนีจึงไม่นำมาคิด

● เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมเยื่อเกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
Wood Preparation	-	-	25.4	-	23.4-28.9	-	23.4	-
Pulping	147	2,216*	166.9	3,381	128.3-157.3	2,472.9-3,027.8	128.3	2,472.9
Bleaching and Wash	88*	2,110*	135.2	1,287	127.2-143.4	1,028.3-1,546.2	127.2	1,028.3
Recovery Plant	91*	8,156*	168.6	5,645	111.2-161	3,324.7-6,779	111.2	3,324
รวมดัชนีการใช้พลังงานใน กระบวนการผลิต	326*	12,482*	496	10,314	366.7-461.7	6,815.9-11,353	366.7	6,815.9
ดัชนีการใช้พลังงานทั้งโรงงาน	-	-	523.7	13,525.6	445.2-547	10,436-13,982	445.2	10,436

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษานในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy Industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

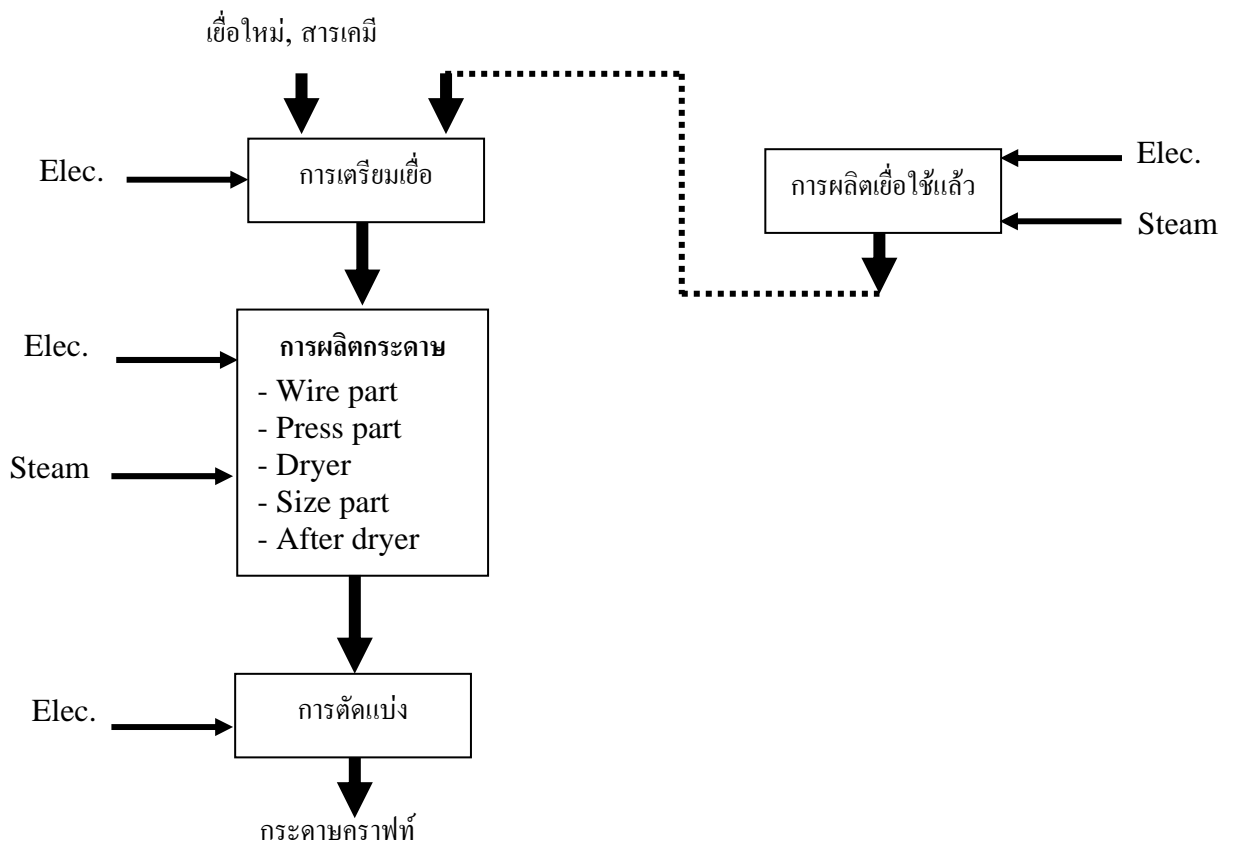
\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"

#### 4.2.2 กลุ่มอุตสาหกรรมกระดาษชั้นกลาง

สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมกระดาษชั้นกลางจะประกอบด้วยอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษประเภทต่าง ๆ ซึ่งในกลุ่มนี้มีการเข้าสำรวจเก็บข้อมูลรวมทั้งสิ้น 20 แห่ง แบ่งเป็นการผลิตกระดาษคราฟท์ 6 แห่ง การผลิตกระดาษ Duplex 4 แห่ง การผลิตกระดาษพิมพ์เขียน 6 แห่ง การผลิตกระดาษอนามัย 3 แห่ง และการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ 1 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 3.2

##### 4.2.2.1 กระดาษคราฟท์

กระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์ที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.5 พร้อมกับแสดงประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 4.5 กระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์ และประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน



● ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Kraft Paper Plant					
	A	B	C	D	E	F
1. Production (T/Month)	53,366	15,215	7,807	14,136	18,815	2,746
2. Pressure (Bar)	6	6	6	7	12	6
3. Steam Consumption (Tst/T)	1.8	2	2.6	2.1	2.5	-
4. Steam Supply	Cogen	Cogen	Cogen	Cogen	Boiler	Boiler
5. Dryer	Semi	Close	Close	Close	Semi+Close	Semi
6. Boiler Fuel	Coal	Coal	Coal	Coal	Coal+C	ไม้, ขี้เลื่อย

หมายเหตุ: A หมายถึง บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด

B หมายถึง บริษัท ปัญจพล เปเปอร์ อินดัสตรี จำกัด

C หมายถึง บริษัท ยูไนเต็ด เปเปอร์ จำกัด (มหาชน)

D หมายถึง บริษัท ไทยเคน เปเปอร์ จำกัด (มหาชน)

E หมายถึง บริษัท เอเชียคราฟท์ เปเปอร์ จำกัด

F หมายถึง บริษัท กฤษณะมงคล จำกัด

● การใช้พลังงาน

SEC	Kraft Paper Plant						ค่าเฉลี่ย
	A	B	C	D	E	F	
1. Production (T/Month)	53,366	15,215	7,807	14,136	18,815	2,746	
2. Waste Plant							
- Elec (kWh/ton)	153.80	190.40	185.20	222.80	156.50	-	181.7
- Thermal (MJ/Ton)	350	349.10	518.70	297	370.20	-	376.8
3. Stock Prep (kWh/Ton)	163.80	193.50	166.80	193.70	136.20	166.50	170.8
4. Paper Machine							
- Elec. (kWh/ton)	245.80	289.70	227	290.80	204.30	274.80	255.2
- Thermal (MJ/Ton)	3,313	4,109.20	5,045	3,917.40	4,884.30	-	4,253
5. Cutting (kWh/ton)	-	52.20	20	48.40	1.90	9.12	26.3
6. Water (M <sup>3</sup> /Ton)	11.50	8.90	8.20	7.50	10.20	-	9.3
7. SEC ของโรงงาน							
- Elec. (kWh/Ton)	567.60	725.2	633.80	777.66	496.90	451	609
- Thermal (MJ/Ton)	4,693	5,960.80	6,825	5,185.90	6,123.80	-	5,759

● เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์เกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษพบว่าปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษ

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
รวมดัชนีการใช้พลังงาน ในกระบวนการผลิต	530*	4,220*	607	4,631	545.9-777.7	3,693-4,518	545.9	3,963
ดัชนีการใช้พลังงานทั้ง โรงงาน	-	-	609	5,759	651-829	6,071.6-8,397	651	4,693

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy Industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"

#### 4.2.2.2 กระดาษ Duplex

สำหรับกระบวนการผลิตกระดาษ Duplex จะเหมือนกับการผลิตกระดาษกราฟท์ ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.5 (ขั้นตอนการผลิตจะเหมือนของกระดาษกราฟท์)

- ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Duplex Paper Plants			
	A	B	C	D
1. Production (T/Month)	2,249	1,950	3,947	1,262
2. Pressure (Bar)	6	6	7	6
3. Steam Consumption (Tst/T)	3.30	2.20	3.90	2.10
4. Steam Supply	Boiler	Cogen	Cogen	Boiler
5. Boiler Fuel	Oil	Coal	Coal	Saw dust

หมายเหตุ: A หมายถึง โรงงานกระดาษเทนมา (ประเทศไทย) จำกัด

B หมายถึง บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน) (สมุทรปราการ)

C หมายถึง บริษัท กระดาษสหไทยอุตสาหกรรม จำกัด (กาญจนบุรี)

D หมายถึง บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด

- การใช้พลังงาน

SEC	Duplex Paper Plants				ค่าเฉลี่ย
	A	B	C	D	
1. Production (T/Month)	2,249	1,950	3,947	1,262	
2. Stock Prep (kWh/ton)	322.60	429.50	413	446.50	402.9
3. Paper Machine					
- Elec. (kWh/ton)	364.7	465.30	371	223.30	356.1
- Thermal (MJ/Ton)	6,717.4	4,518	6,839	3,963	5,510
4. Cutting (kWh/ton)	-	-	59	52	55.2
5. Water (M <sup>3</sup> /Ton)	-	56.50	38.2	56.90	50.5
6. SEC ของโรงงาน					
- Elec. (kWh/Ton)	651	897.30	829	744.20	780
- Thermal (MJ/Ton)	8,397	6,071.60	8,549	4,953	6,992

- เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษ Duplex เกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม Duplex

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
รวมดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	677.3*	5,064*	759	5,510	519.7-608.4	3,610-5,234.3	519.7	3,610
ดัชนีการใช้พลังงานทั้งโรงงาน	-	-	780	6,992	520-633.8	4,693-5,186.9	520	4,693

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

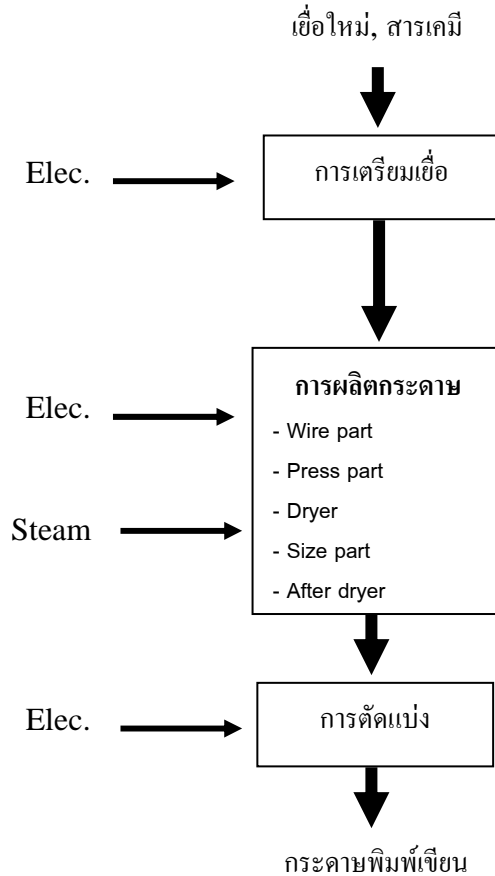
**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy Industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"

4.2.2.3 กระดาษพิมพ์เขียน

กระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียนที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ 3 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.6 พร้อมกับแสดงประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 4.6 กระบวนการผลิตกระดาษพิมพ์เขียน และประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

- ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Printing Paper Plants				
	A	B	C	D	E
1. Production (T/Month)	44,163	4,267	1,638	2,337	29
2. Pressure (Bar)	3.50	5	5	3.50	5
3. Steam Consumption (Tst/T)	1.60	2.40	2.80	2.70	-
4. Steam Supply	Cogen	Cogen	Cogen	Boiler Plant	Boiler Plant
5. Dryer	Close	Semi open	Semi open	Semi	Semi
6. Boiler Fuel	Wood	Wood	Coal	Oil	Saw dust

หมายเหตุ: A หมายถึง บริษัท แอ็ดวานซ์อะโกร จำกัด (มหาชน)

B หมายถึง บริษัท ไฮ-เทค เปเปอร์ จำกัด

C หมายถึง บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน)

D หมายถึง โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษบางปะอิน

E หมายถึง บริษัท อุตสาหกรรมกรุงไทย จำกัด

- การใช้พลังงาน

SEC	Printing Paper Plants					ค่าเฉลี่ย
	A	B	C	D	E	
1. Production (T/Month)	44,163	4,267	1,638	2,337	29	
2. Stock Prep (kWh/ton)	191.80	162.50	280.90	212.40	181.70	205.9
3. Paper Machine						
- Elec. (kWh/ton)	279.60	312.20	448.30	386.20	272.60	341.8
- Thermal (MJ/Ton)	3,412.15	4,929	5,892.50	5,569.80	-	4,951
4. Cutting (kWh/ton)	-	-	18.80	9	5.20	11
5. Water (M <sup>3</sup> /Ton)	7.30	13.90	24.80	-	-	15.3
6. SEC ของโรงงาน						
- Elec. (kWh/Ton)	471.40	484.60	821.10	671	678	625.2
- Thermal (MJ/Ton)	4,416.70	6,538.90	8,887.3	6,908.80	-	6,688

- เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษพิมพ์เขียน เกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมพิมพ์เขียน

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
ดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	557*	5,275*	546	4,951	442.1-598.6	3,412.2-4,929	442.1	3,412.2
ดัชนีการใช้พลังงานทั้งโรงงาน	-	-	625.2	6,688	471.4-678	4,416.7-6,538.9	471.4	4,416.7

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

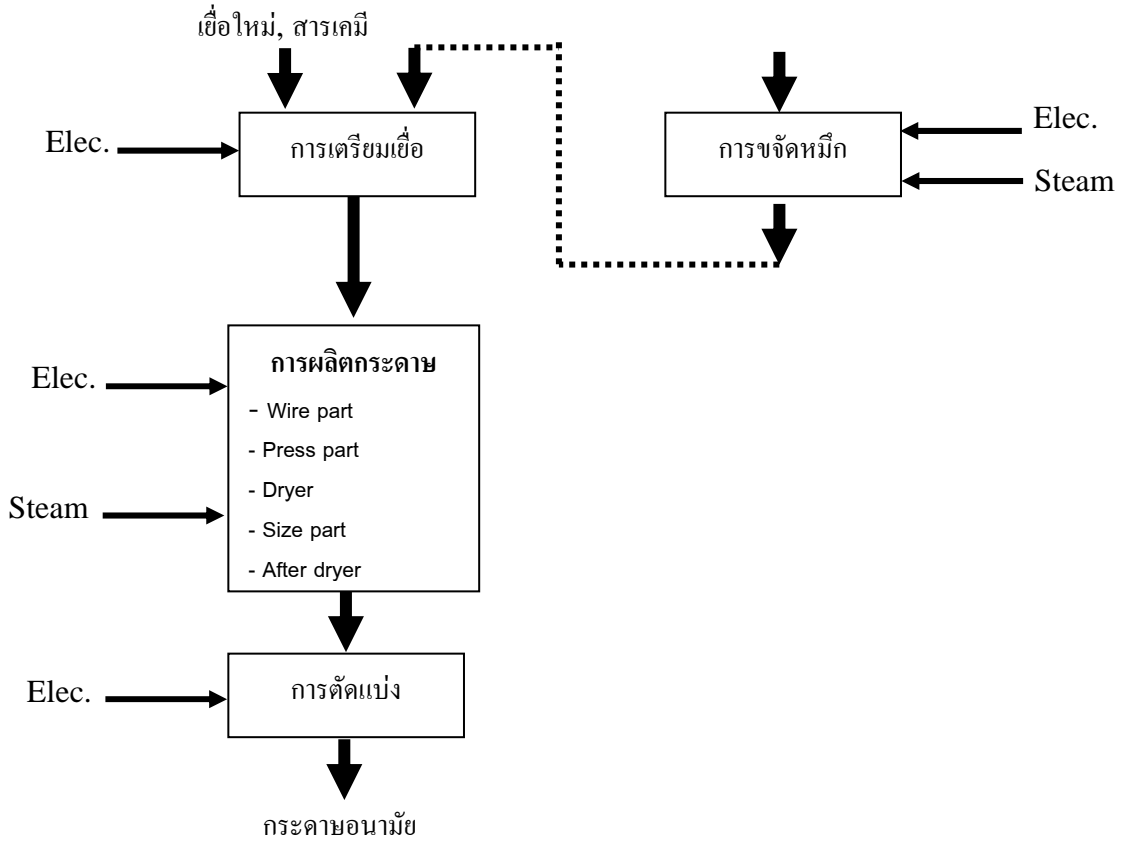
**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy Industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"

4.2.2.4 กระดาษอนามัย

กระบวนการผลิตกระดาษอนามัยที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆได้ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.7 พร้อมกับแสดงประเภทของพลังที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 4.7 กระบวนการผลิตกระดาษอนามัย และประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

- ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Tissue Paper Plants		
	A	B	C
1. Production (Ton/Month)	1,549.7	1,618	130
2. Pressure (Bar: HP, LP)	15	11	5
3. Steam Consumption (Tst/T)	1.50*	3.90	3.81
4. Steam Supply	Boiler	Boiler	Boiler
5. Boiler Fuel	Oil	Oil	Coal
6. Hot Air	LPG	Steam	Steam

หมายเหตุ: A หมายถึง บริษัทเบอร์ลีเยคเกอร์เซลลูล็อกซ์ จำกัด

B หมายถึง บริษัท คิมเบอร์ลี-คลีลัด (ประเทศไทย) จำกัด

C หมายถึง บริษัท ไทย-วิตตอรีเปเปอร์ จำกัด

\* คัดเฉพาะไอน้ำ เนื่องจากมีการใช้พลังงานความร้อนจาก 2 แหล่งคือ ไอน้ำ และ LPG



- การใช้พลังงาน

SEC	Tissue Paper Plants			ค่าเฉลี่ย
	A	B	C	
1. Production (T/Month)	1,549.70	1,618	130	
2. De-inking Plant				
- Elec. (kWh/ton)	529.20	519	356.60	468.2
- Thermal (MJ/Ton)	1,650.70	2,040.40	2,294.40	1,995.2
3. Stock Prep (kWh/ton)	502.30	402.50	356.60	420.3
4. Paper Machine				
- Elec. (kWh/ton)	435.40	505.60	534.90	492
- Thermal (MJ/Ton)	5,420.10	5,789.20	8,754	6,654.4
4. Cutting (kWh/ton)	17.20	-	-	-
5. Water (M <sup>3</sup> /Ton)	10.90	65 <sup>1</sup>	2.3 <sup>2</sup>	-
6. SEC ของโรงงาน				
- Elec. (kWh/Ton)	1,916.50	1,730	892	1,512.8
- Thermal (MJ/Ton)	8,253.70	10,202	10,943	9,780

หมายเหตุ: <sup>1</sup> ใช้น้ำใหม่อย่างเดียว

<sup>2</sup> มีการนำน้ำในกระบวนการผลิตกลับมาใช้เป็นจำนวนมาก

- เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษอนามัย เกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษขนานมัย

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
รวมดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	911*	7,913*	1,380.5	8,649.6	792-908.1	5,420.1-5,789.2	792	5,420.1
ดัชนีการใช้พลังงานทั้งโรงงาน	-	-	1,512.8	9,780	892-1,730	8,253.7-10,202	892	8,253.7

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

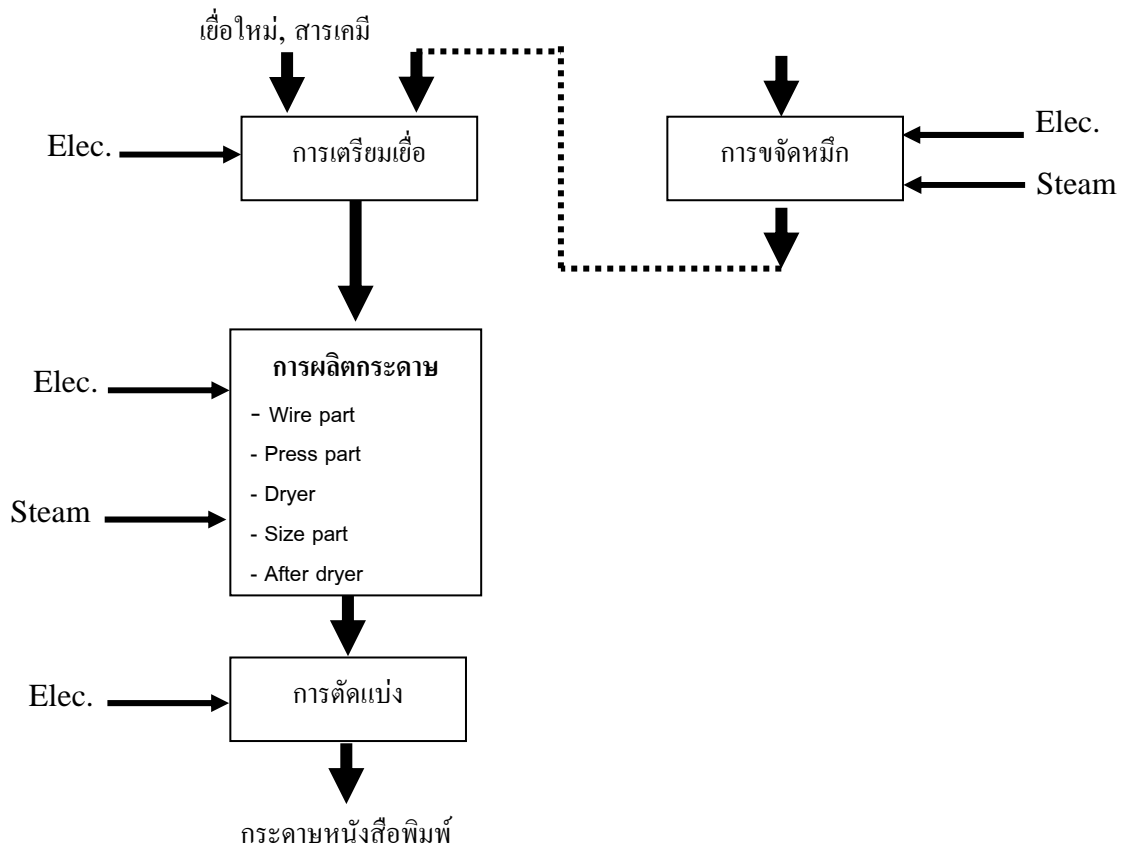
**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy Industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"

#### 4.2.2.5 การผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์

กระบวนการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.8 พร้อมกับแสดงประเภทของพลังที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 4.8 กระบวนการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์ และประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

- ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Newspaper Plant	
	A	
1. Production (T/Month)	11,231.60	
2. Pressure (Bar)	8	
3. Steam Consumption (Tst/T)	-	
4. Steam Supply	Boiler	
5. Boiler Fuel	Oil	

หมายเหตุ: A หมายถึงบริษัท นอร์สเค้ สคู้ด (ประเทศไทย) จำกัด

- การใช้พลังงาน

SEC	Unit	Newspaper Plant
		A
1. Production	T/Month	11,231.60
2. Stock Prep.	kWh/Ton	375
3. Paper Machine		
- Elec.	(kWh/Ton)	442
- Thermal	(MJ/Ton)	3,972
4. Cutting	(kWh/Ton)	25
5. Water	(M <sup>3</sup> /Ton)	30
6. SEC ของโรงงาน		
- Elec.	(kWh/Ton)	844.80
- Thermal	(MJ/Ton)	4,593.70

- เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษหนังสือพิมพ์ เกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษหนังสือพิมพ์

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
รวมดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต	697*	4,294*	817	3,972	-	-	-	-
ดัชนีการใช้พลังงานทั้งโรงงาน	-	-	844.8	4,593.70	-	-	892	-

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

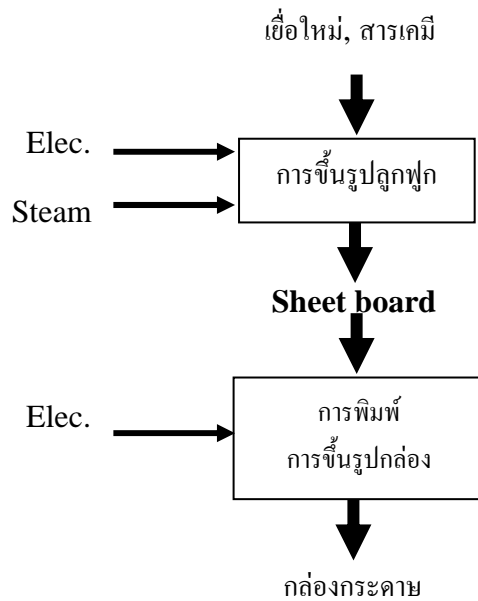
\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy Industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"

### 4.2.3 อุตสาหกรรมกระดาษชั้นปลาย

อุตสาหกรรมกระดาษชั้นปลายจะเป็นการผลิตบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นการนำผลผลิตจากอุตสาหกรรมกระดาษชั้นกลางมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งวัตถุดิบที่สำคัญ ได้แก่ กระดาษกราฟท์

กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่สำคัญ สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลัก ๆ ได้ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป 4.9 พร้อมกับแสดงประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 4.9 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ และประเภทของพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

- ลักษณะโดยทั่วไปของแต่ละโรงงาน

Process/Product	Corrugating Plant							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1. Production (T/Month)	1,429	81	784	476	5,490	240	5,545	1,389
2. Pressure (Bar)	10	10	12	6.50	13	13	12	13
3. Steam Consumption (Tst/T)	0.56	0.50	0.43	0.670	0.33	0.36	0.54	0.54
4. Steam Supply	Boiler	Boiler	Boiler	Boiler	Boiler	Boiler	Boiler	Boiler
5. Boiler Fuel	Oil	Oil	Oil	Oil	Oil	Oil	Oil	Oil
6. Fuel (L/T)	36.80	31.30	26.70	36.10	20.34	17.50	26.60	34.80
7. Condensate (%)	80	50	60	70	75	90	90	0

หมายเหตุ: A หมายถึง บริษัท อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนลเปเปอร์ บรรจุกาษา (ประเทศไทย) จำกัด

B หมายถึง บริษัท สยามทบพื้นแพคเกจจิ้ง จำกัด

C หมายถึง บริษัท นิปปอน ไฮ-แพค (ประเทศไทย) จำกัด

D หมายถึง บริษัท กล่องกระดาษกรุงเทพอุตสาหกรรม จำกัด

E หมายถึง บริษัท สยามบรรจุกาษา ชลบุรี (1995) จำกัด

F หมายถึง บริษัท เอเอสเอ บ็อกซ์ คอนเทนเนอร์ จำกัด

G หมายถึง บริษัท สยามบรรจุกาษา ราชบุรี (1989) จำกัด

H หมายถึง บริษัท บางไทรอุตสาหกรรม จำกัด

- การใช้พลังงาน

SEC	Corrugating Plant								เฉลี่ย
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1. Production (T/Month)	1,429	81	784	475.60	5,490	240	5,545	1,839	
2. Corrugator									
- Elec. (kWh/ton)	46.10	-	40.40	49.60	46.60	36.60	26.50	49.7	42.2
- Thermal (MJ/Ton)	1,172.30	1,017	1,063.40	1,945.80	647.20	699.70	818.30	1,062	1,053
4. Printing (kWh/ton)	42.1	-	44.2	20.80	28.30	25.60	25.50	9.70	28.6
5. SEC ของโรงงาน									
- Elec. (kWh/Ton)	88.7	431.90	111.40	70.70	74.80	66.70	114	90.90	131.14
- Thermal (MJ/Ton)	1,435.40	1,271	1,063	2,432.30	809.10	934.20	1,060	1,327.60	1,291

- เกณฑ์การใช้พลังงาน

ในอุตสาหกรรมกระดาษบรรจุภัณฑ์ เกณฑ์การใช้พลังงานของโรงงาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการผลิตไม่มีผลต่อการใช้พลังงาน และเมื่อนำค่าดัชนีการใช้พลังงานนำมาเปรียบกับดัชนีการใช้พลังงานจากข้อมูลในต่างประเทศแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษบรรจุภัณฑ์

กระบวนการผลิต	ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>1</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>2</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>3</sup>		ดัชนีการใช้พลังงาน <sup>4</sup>	
	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)	ไฟฟ้า (kWh/Ton)	ความร้อน (MJ/Ton)
Corugater	-	-	42.2	1,053.2	24.5-36.6	647.2-1,017	26.5	647.2
ดัชนีการใช้พลังงานทั้งโรงงาน	-	-	131.14	1,291	66.7-88.7	809.1-1,060	66.7	809.1

**หมายเหตุ**

<sup>1</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานโดยอ้างอิงจากต่างประเทศ

<sup>2</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในประเทศไทย

<sup>3</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษา

<sup>4</sup> คือดัชนีการใช้พลังงานที่แนะนำ

**ข้อมูลต่างประเทศที่ใช้เปรียบเทียบ**

\* U.S Department of energy office of energy efficiency and renewable energy industry technology program "Energy and environment profile of the U.S. Pulp and paper Industry December 2005"

\*\* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory "Opportunities to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the U.S. Pulp and paper Industry July 2000"



