

สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์เอ็นทัลปีและเอ็กเซอร์ยี  
ของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตยิบซัมบอร์ด

5.1 ผลสรุปของการวิเคราะห์พลังงานและเอ็กเซอร์ยีของเตาอบแบบหมุน

ในตารางที่ 5.1 แสดงการใช้พลังงานของเตาอบแบบหมุนและแสดงถึงเปอร์เซ็นต์  
ของการใช้พลังงานในหัวข้อย่อยต่าง ๆ นอกจากนี้ผลของการใช้พลังงานยังสามารถแสดง  
ในรูปของ Sankey diagram ได้ ดังในรูป 5.1

อนึ่ง ผลของการใช้เอ็กเซอร์ยีของเตาอบแบบหมุนยังได้แสดงไว้ในตาราง 5.2  
และรูป 5.2 ได้ในทำนองเดียวกัน

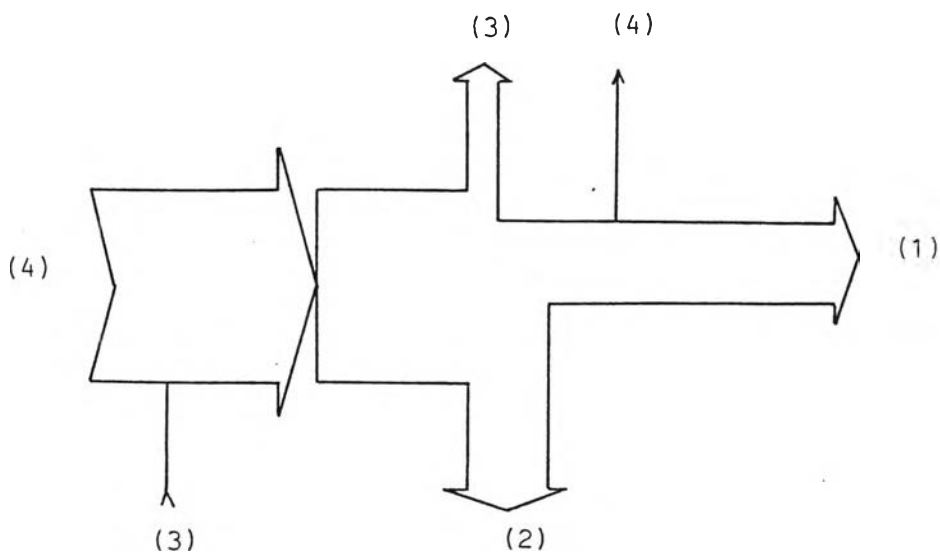


Fig 5.1 Sankey's Diagram of Energy Flow of Rotary Dryer  
(Refer to Table 5.1)

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์พลังงานของเตาอบแบบหมุน

พลังงานขาเข้า	kJ/h	%	พลังงานขาออก	kJ/h	%
1. พลังงานความร้อนนำเข้า โดยแร่ดิบซิม	-	-	1. พลังงานที่ต้องใช้ในการเผาไล่ ความชื้นจากแร่ดิบซิม	$5.0025 \times 10^5$	39.11
2. พลังงานความร้อนนำเข้า โดยอากาศ	-	-	2. พลังงานความร้อนสัมผัสของ แร่ดิบซิม	$5.4689 \times 10^5$	42.74
3. พลังงานความร้อนสัมผัส ของเชื้อเพลิง	$3.267 \times 10^3$	0.26	3. พลังงานความร้อนในก๊าซร้อนทิ้ง	$2.1999 \times 10^5$	17.20
4. พลังงานความร้อนที่เกิดจาก การสันดาปของเชื้อเพลิง	$1.2759 \times 10^6$	99.74	4. พลังงานความร้อนที่สูญหายไปจาก ตัวอุปกรณ์	$1.2164 \times 10^4$	0.95
5* พลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์	$1.3320 \times 10^5$	-			
พลังงานความร้อนขาเข้ารวม	$1.2782 \times 10^6$	100	พลังงานความร้อนขาออกรวม	$1.2792 \times 10^6$	100

\* พลังงานไฟฟ้าไม่ได้รวมในพลังงานความร้อนรวม

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีของเตาอบแบบหมุน

เอ็กเซอร์ยีขาเข้า	kJ/h	%	เอ็กเซอร์ยีขาออก	kJ/h	%
1. เอ็กเซอร์ยีเชิงเคมีของเชื้อเพลิง	$1.3047 \times 10^6$	99.98	1. เอ็กเซอร์ยีของแร็ยบิซึมแห้ง	$4.0702 \times 10^4$	3.12
2. เอ็กเซอร์ยีเชิงกายภาพของเชื้อเพลิง	243.1551	0.12	2. เอ็กเซอร์ยีของก๊าซทิ้งร้อน	$1.6373 \times 10^4$	1.25
3. เอ็กเซอร์ยีของอากาศ	-	-	3. เอ็กเซอร์ยีที่ต้องใช้ในการเผาไล่ความชื้นจากแร่	$8.8859 \times 10^4$	6.81
4. เอ็กเซอร์ยีของแร็ยบิซึม	-	-	4. เอ็กเซอร์ยีที่สูญหนีจากอุปกรณ์	388.626	0.03
5. เอ็กเซอร์ยีของพลังงานไฟฟ้าที่เข้าอุปกรณ์	$1.3320 \times 10^6$	-	5. เอ็กเซอร์ยีที่ถูกละลายเนื่องจาก Irreversibility	$1.1586 \times 10^6$	88.79
เอ็กเซอร์ยีขาเข้ารวมจากพลังงานความร้อน	$1.3049 \times 10^6$	100	เอ็กเซอร์ยีขาออกรวมจากพลังงานความร้อน	$1.3049 \times 10^6$	100

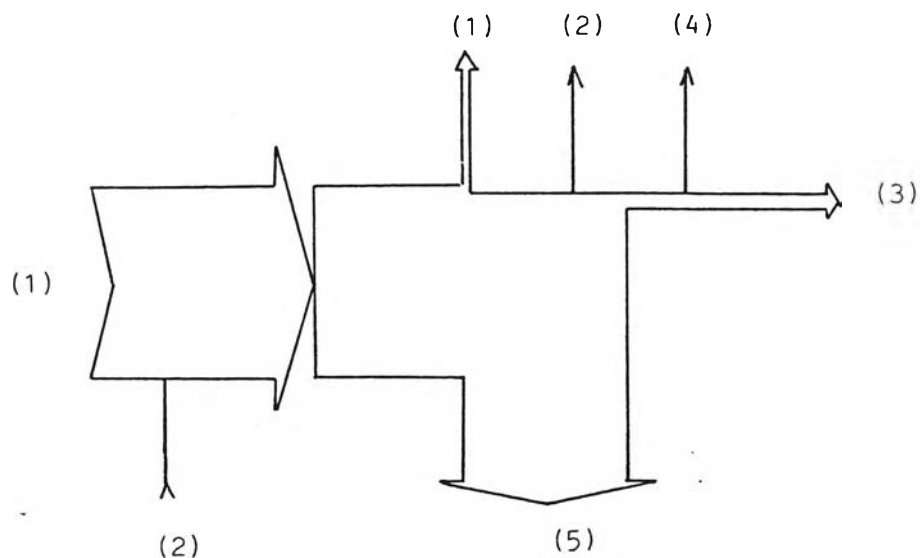


Fig 5.2 Sankey's Diagram of Exergy Flow of Rotary Dryer  
(Refer to Table 5.2)

## 5.2 ผลสรุปของการวิเคราะห์พลังงานและเอ็กเซอร์จียของ Imp. mill

จากตารางที่ 5.3 แสดงถึงการใช้พลังงานของ Imp. mill โดยพลังงานขาเข้า  
เนื่องมาจาก 3 หัวข้อย่อยดังนี้ คือ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการล้นดาปของเชื้อเพลิง  
94.64%, พลังงานความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง 0.34% และพลังงานความร้อนสัมผัสของ  
แรียบซึม 5.02% ส่วนพลังงานขาออกได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 ดังกล่าว นอกจากนี้  
ยังแสดงผลการใช้พลังงานในรูปแบบของ Sankey's diagram ดังในรูป 5.3 ด้วย อนึ่ง  
การใช้เอ็กเซอร์จียของ Imp. mill ก็ได้แสดงในตาราง 5.4 และรูป 5.4 ด้วย

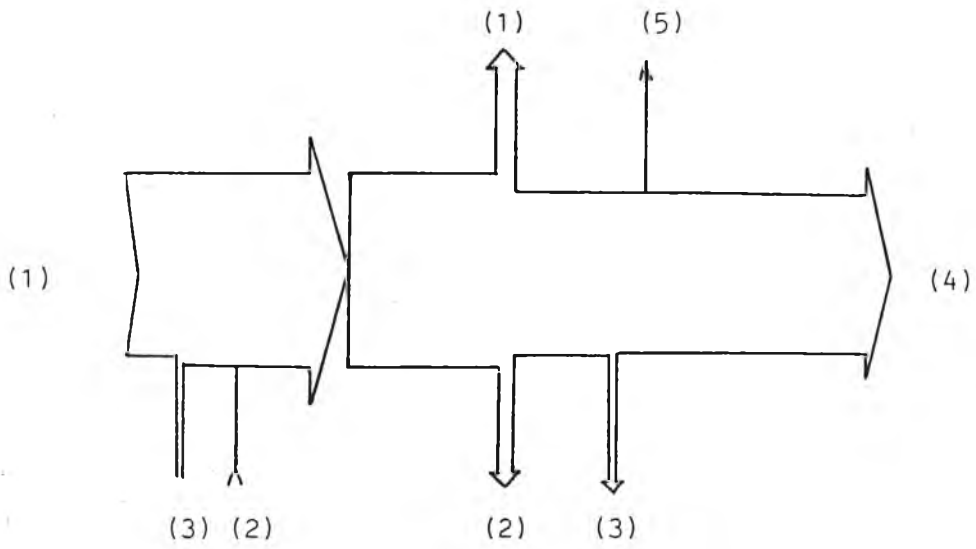


Fig 5.3 Sankey's Diagram of Energy Flow of Imp. Mill  
(Refer to Table 5.3)

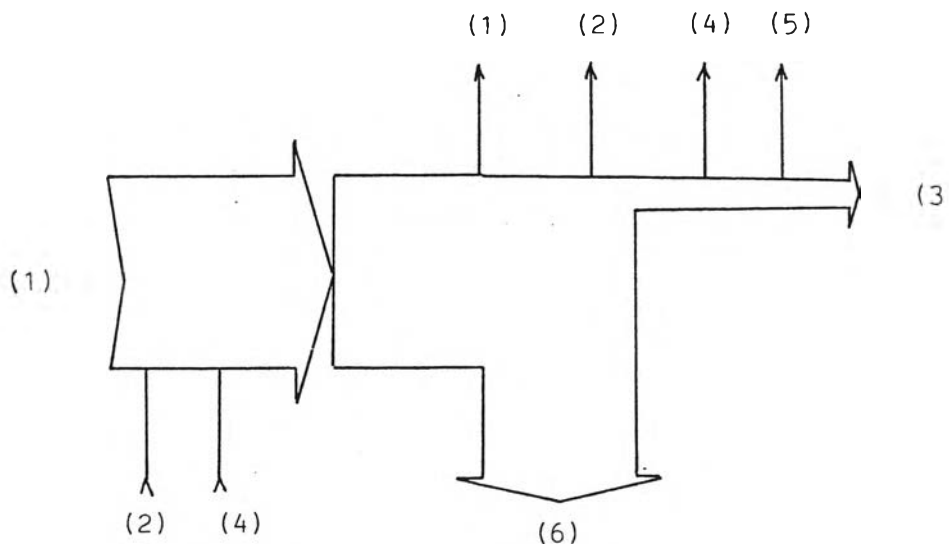


Fig 5.4 Sankey's Diagram of Exergy Flow of Imp. Mill  
(Refer to Table 5.4)

ตาราง 5.3 สรุปผลการวิเคราะห์พลังงานของ Imp. Mill

พลังงานขาเข้า	kJ/h	%	พลังงานขาออก	kJ/h	%
1. พลังงานความร้อนที่เกิดจากการลั่นดาปเชื้อเพลิง	$5.7714 \times 10^6$	94.64	1. พลังงานความร้อนสัมผัสของแร่ปลาสเตอร์	$6.4547 \times 10^6$	10.58
2. พลังงานความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง	$2.0689 \times 10^4$	0.34	2. พลังงานความร้อนของก๊าซร้อนทิ้ง	$5.5831 \times 10^6$	9.16
3. พลังงานความร้อนของแร่ยับขี้ม	$3.0626 \times 10^6$	5.02	3. พลังงานความร้อนของความชื้นในก๊าซร้อนทิ้ง	$2.1748 \times 10^6$	3.57
4. พลังงานความร้อนของอากาศ	-	-	4. พลังงานความร้อนที่ใช้ในการแคลไซน์	$4.6590 \times 10^6$	76.40
5. พลังงานไฟฟ้าที่ให้กับอุปกรณ์	$6.1560 \times 10^6$	-	5. พลังงานความร้อนที่สูญเสียจากตัวอุปกรณ์	$1.8040 \times 10^4$	0.29
พลังงานความร้อนขาเข้ารวม	$6.0983 \times 10^6$	100	พลังงานความร้อนขาออกรวม	$6.0983 \times 10^6$	100

ตารางที่ 5.4 สรุปผลการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีของ Imp. Mill

เอ็กเซอร์ยีขาเข้า	kJ/h	%	เอ็กเซอร์ยีขาออก	kJ/h	%
1. เอ็กเซอร์ยีเชิงเคมีของเชื้อเพลิง	$5.9015 \times 10^6$	99.74	1. เอ็กเซอร์ยีเชิงกายภาพของแร่พลาสติก	$6.4756 \times 10^4$	1.09
2. เอ็กเซอร์ยีเชิงกายภาพของเชื้อเพลิง	$2.0757 \times 10^3$	0.04	2. เอ็กเซอร์ยีของก๊าซร้อนทิ้ง	$5.6013 \times 10^4$	0.95
3. เอ็กเซอร์ยีของอากาศ	-	-	3. เอ็กเซอร์ยีที่ใช้ในการเกิดแคลไซน์	$9.5641 \times 10^5$	16.16
4. เอ็กเซอร์ยีเชิงกายภาพของแร่ยับซึม	$1.3335 \times 10^4$	0.22	4. เอ็กเซอร์ยีของความชื้นในก๊าซร้อนทิ้ง	$2.1819 \times 10^4$	0.37
5 <sup>a</sup> . เอ็กเซอร์ยีของพลังงานไฟฟ้าที่ให้กับอุปกรณ์	$6.1560 \times 10^5$	-	5. เอ็กเซอร์ยีสูญหนีจากตัวอุปกรณ์	$1.1693 \times 10^3$	0.02
			6. เอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility	$4.8167 \times 10^6$	81.41
เอ็กเซอร์ยีขาเข้ารวมจากพลังงานความร้อน	$5.9169 \times 10^6$	100	เอ็กเซอร์ยีขาออกรวมจากพลังงานความร้อน	$5.9169 \times 10^6$	100

### 5.3 ผลสรุปของการวิเคราะห์พลังงานและเอ็กเซอร์ยีของหม้อไอน้ำ

จากตารางที่ 5.5 และรูป 5.5 ได้แสดงถึงอัตราส่วนของการใช้พลังงานของหม้อไอน้ำ โดยมีพลังงานความร้อนของไอน้ำอิ่มตัว (17.5 bar) เป็น 90.90% ส่วนอัตราส่วนที่เหลือแสดงไว้ในตาราง 5.5 ดังกล่าวแล้ว และในทำนองเดียวกัน ในตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.6 ยังได้แสดงถึงอัตราส่วนของเอ็กเซอร์ยีที่เกี่ยวข้องของหม้อไอน้ำด้วย

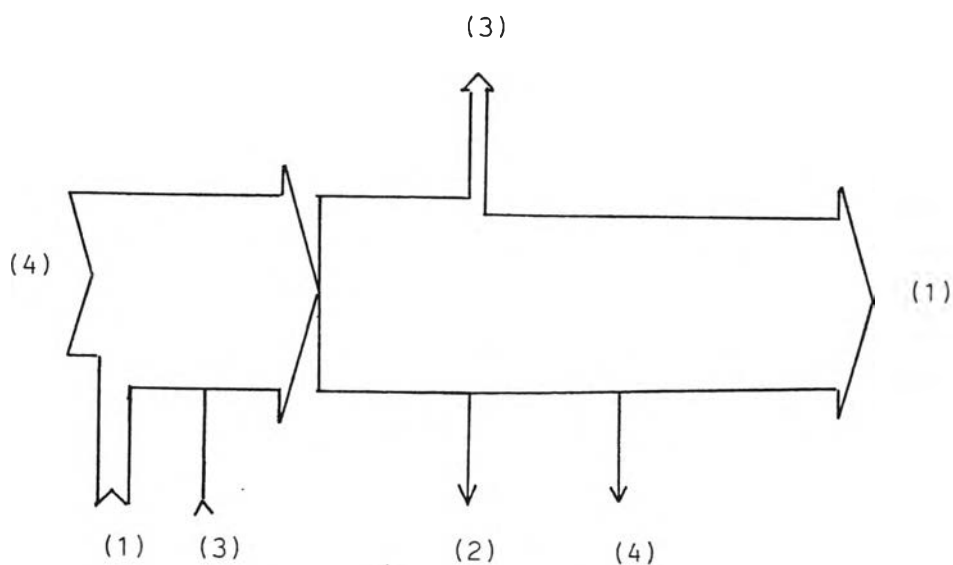


Fig 5.5 Sankey's Diagram of Energy Flow of Boiler  
(Refer to Table 5.5)



ตารางที่ 5.5 สรุปผลการวิเคราะห์พลังงานของหม้อไอน้ำ (ที่ Full Load)

พลังงานขาเข้า	%	kJ/h	พลังงานขาออก	kJ/h	%
1. พลังงานความร้อนของน้ำป้อน (คอนเดินเสทและน้ำเติม) (13 bar)	16.85	$4.9532 \times 10^5$	1. พลังงานความร้อนของไอน้ำอิ่มตัว (17.5 bar)	$2.6725 \times 10^7$	90.90
2. พลังงานความร้อนของอากาศ	-	-	2. พลังงานความร้อนที่หนีไปกับน้ำพ่นทิ้ง	$4.1455 \times 10^4$	0.14
3. พลังงานความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง	0.25	$7.4183 \times 10^7$	3. พลังงานความร้อนของก๊าซร้อนทิ้ง	$2.6037 \times 10^6$	8.86
4. พลังงานความร้อนที่เกิดจากการ สันดาปของเชื้อเพลิง	82.90	$2.4373 \times 10^7$	4. ความร้อนสูญเสียจากตัวอุปกรณ์	$2.9845 \times 10^4$	0.10
5. พลังงานไฟฟ้าที่ให้กับอุปกรณ์	-	$1.4580 \times 10^5$			
พลังงานความร้อนขาเข้ารวม	100	$2.9400 \times 10^7$	พลังงานความร้อนขาออกรวม	$2.9400 \times 10^4$	0.10

ตาราง 5.6 สรุปผลการวิเคราะห์เอนโทรปีของหม้อไอน้ำ

เอนโทรปีขาเข้า	%	kJ/h	เอนโทรปีขาออก	kJ/h	%
1. เอนโทรปีของน้ำป้อน	2.94	$7.5419 \times 10^5$	1. เอนโทรปีของไอน้ำอิ่มตัว	$8.7575 \times 10^5$	34.10
2. เอนโทรปีของอากาศ		-	2. เอนโทรปีของน้ำพ่นทิ้ง	9068.6412	0.04
3. เอนโทรปีเชิงกายภาพของเชื้อเพลิง	0.03	7163.1995	3. เอนโทรปีของก๊าซร้อนทิ้ง	$6.0435 \times 10^5$	2.35
4. เอนโทรปีเชิงเคมีของเชื้อเพลิง	97.03	$2.4922 \times 10^7$	4. เอนโทรปีที่สูญหายจากตัวอุปกรณ์	1407.830	0.01
5*. เอนโทรปีของพลังงานไฟฟ้า	-	$1.4580 \times 10^5$	5. เอนโทรปีที่ถูกทำลายเนื่องจาก irreversibility	$1.6311 \times 10^7$	63.51
เอนโทรปีขาเข้ารวมจากพลังงานความร้อน	100	$2.5683 \times 10^7$	เอนโทรปีขาออกรวมจากพลังงานความร้อน	$2.5683 \times 10^7$	100

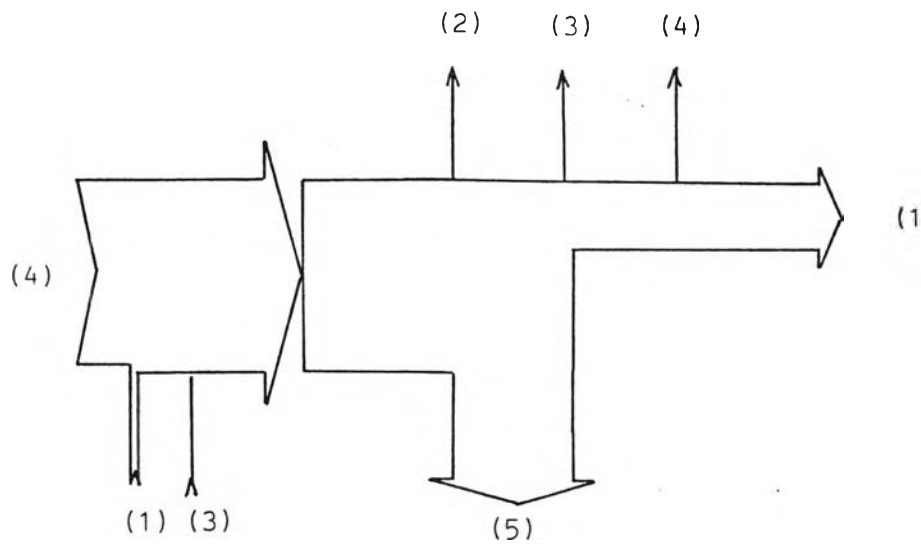


Fig 5.6 Sankey's Diagram of Exergy Flow of Boiler  
(Refer to Table 5.6)

#### 5.4 ผลสรุปของการวิเคราะห์พลังงานและเอ็กเซอร์ยีของเตาอบบอร์ด (Board Dryer)

ในตารางที่ 5.7 แสดงถึงการใช้นพลังงานของเตาอบบอร์ดในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ในแต่ละหัวข้อย่อย ซึ่งตารางดังกล่าวได้แสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนในแต่ละหัวข้อ ส่วนในรูป 5.7 เป็นผลเนื่องจากตารางที่ 5.7 โดยนำมาแสดงในรูปของไดอะแกรม อนึ่ง ตารางที่ 5.8 นั้น ได้แสดงถึงการใช้อีกเซอร์ยีของเตาอบบอร์ดและได้แสดงในรูปไดอะแกรม เช่นเดียวกันในรูปที่ 5.8

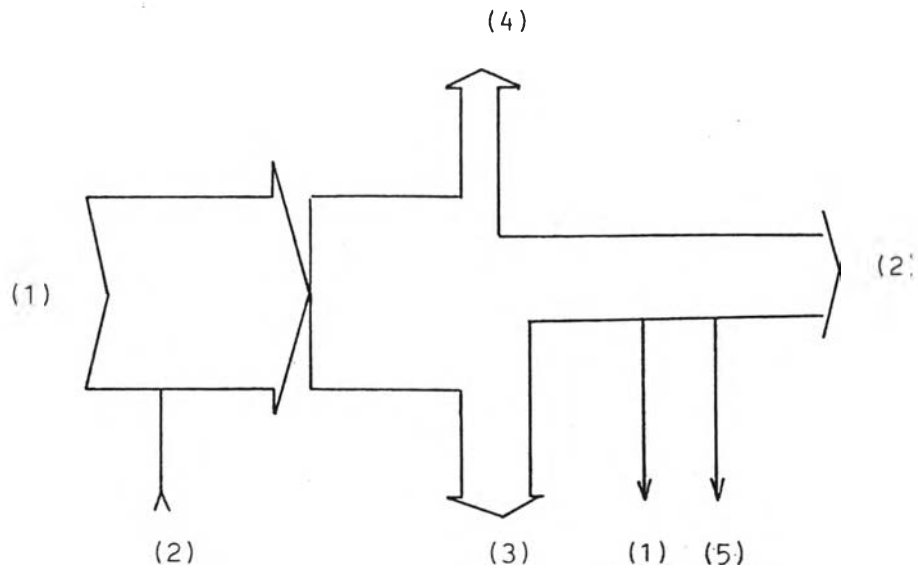


Fig 5.7 Sankey's Diagram of Energy Flow of Board Dryer  
(Refer to Table 5.7)

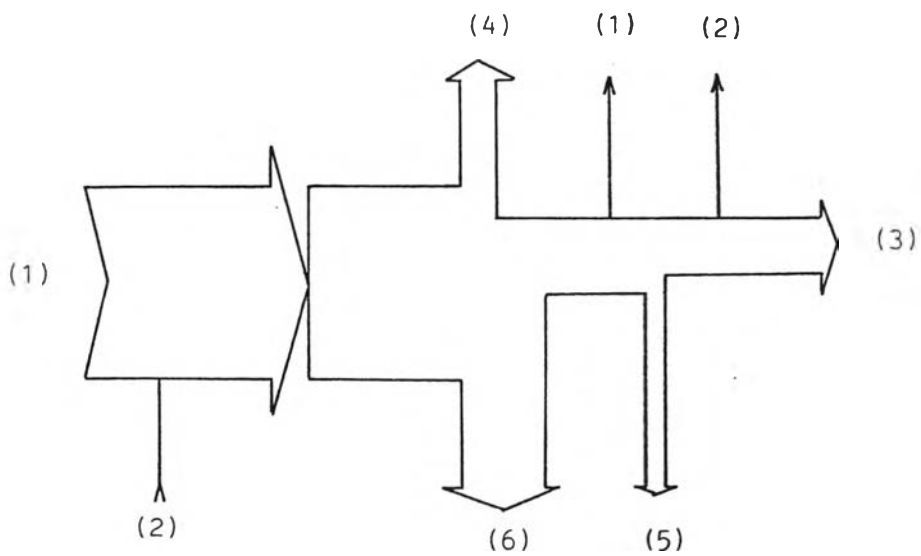


Fig 5.8 Sankey's Diagram of Exergy Flow of Board Dryer  
(Refer to Table 5.8)

ตารางที่ 5.7 สรุปผลการวิเคราะห์พลังงานของเครื่องอบบอร์ต

พลังงานขาเข้า	%	kJ/h	พลังงานขาออก	kJ/h	%
1. พลังงานความร้อนของไอน้ำอิ่มตัว	98.83	$2.6725 \times 10^7$	1. พลังงานความร้อนสัมผัสของบอร์ตแห้ง	$5.1847 \times 10^6$	1.92
2. พลังงานความร้อนสัมผัสของบอร์ตเปียก	1.17	$3.1654 \times 10^6$	2. พลังงานความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำจากบอร์ต	$1.2231 \times 10^7$	45.23
3. พลังงานความร้อนของอากาศ	-	-	3. พลังงานความร้อนของคอนกรีตแห้ง	$7.6770 \times 10^6$	28.39
4. พลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์	-	$4.320 \times 10^6$	4. พลังงานความร้อนของอากาศร้อนขึ้น	$6.2173 \times 10^6$	22.99
			5. พลังงานความร้อนที่สูญเสียจากตัวอุปกรณ์	$3.9823 \times 10^6$	1.47
พลังงานความร้อนขาเข้ารวม	100	$2.7042 \times 10^7$	พลังงานความร้อนขาออกรวม	$2.7042 \times 10^7$	100

ตารางที่ 5.8 สรุปผลการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีของเครื่องอบมอร์ต

เอ็กเซอร์ยีขาเข้า	%	kJ/h	เอ็กเซอร์ยีขาออก	kJ/h	%
1. เอ็กเซอร์ยีของไอน้ำอิ่มตัว	99.89	$8.7575 \times 10^6$	1. เอ็กเซอร์ยีของมอร์ตแห้ง	$3.8587 \times 10^4$	0.44
2. เอ็กเซอร์ยีของแผ่นมอร์ตเปียก	0.11	10,008.8036	2. เอ็กเซอร์ยีที่สูญหนีจากตัวอุปกรณ์	$1.8784 \times 10^4$	0.21
3. เอ็กเซอร์ยีของอากาศ	-	-	3. เอ็กเซอร์ยีที่ใช้ในการระเหยน้ำจากมอร์ตเปียก	$2.1725 \times 10^6$	24.78
4. เอ็กเซอร์ยีของไฟฟ้าที่ให้กับอุปกรณ์	-	$4.320 \times 10^6$	4. เอ็กเซอร์ยีของคอนเต็นเลท	$1.6794 \times 10^6$	19.16
			5. เอ็กเซอร์ยีของอากาศร้อนขึ้น	$9.0641 \times 10^5$	10.34
			6. เอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility	$3.9518 \times 10^6$	45.07
เอ็กเซอร์ยีขาเข้ารวมจากพลังงานความร้อน	100	$8.7675 \times 10^6$	เอ็กเซอร์ยีขาออกรวมจากพลังงานความร้อน	$8.7675 \times 10^6$	100

### 5.5 วิจารณ์ผลการวิเคราะห์เอ็นธัลปี

จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ซึ่งกล่าวถึงการใช้พลังงานในระบบย่อย 1 (Subprocess 1) พบว่าทั้งระบบย่อย 1 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) เป็น 72.96% มีการสูญเสียของพลังงานความร้อนจากตัวอุปกรณ์ (Individual radiation losses) รวมเป็น 0.55% และมีการสูญเสียในสายเชื่อมระหว่างตัวอุปกรณ์ที่คำนวณได้เป็น 0.61% และการสูญเสียที่ไม่ทราบสาเหตุอีก 2.79% อนึ่ง ในการวิเคราะห์เอ็นธัลปีของระบบย่อยที่ 2 (Subprocess 2) พบว่าทั้งระบบย่อย 2 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) เป็น 49.39% และมีการสูญเสียของพลังงานความร้อนจากตัวอุปกรณ์ (Individual radiation losses) เป็น 7.11% และการสูญเสียที่ไม่ทราบสาเหตุอีก 5.78% ซึ่งตัวเลขสุดท้ายนี้จะรวมถึงการสูญเสียของพลังงานความร้อนในระบบท่อ (pipe) ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการด้วย

ในกรณีของเตาอบแบบหมุน (Rotary dryer) พบว่ามีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับ 39.11% และมีการสูญเสียของพลังงานความร้อนไปกับก๊าซทิ้งร้อนเท่ากับ 17.20% ของพลังงานขาเข้า ทั้งนี้เนื่องจากตัวอุปกรณ์มีความยาวถึง 15 เมตรและพลังงานความร้อนเกิดจากเปลวไฟที่ได้จากการเผาน้ำมันเตาโดยตรง ดังนั้นจึงควรพิจารณาการควบคุมการสันดาปโดยใช้ปริมาณอากาศในจำนวนที่เหมาะสมที่สุด

ส่วนในกรณีของ Imp. mill ซึ่งใช้เผาแรียบซั่มให้เป็นปลาสเตอร์ (Plaster) นั้น มีการสูญเสียของความร้อนไปกับก๊าซทิ้งร้อนเป็น 9.16% ของพลังงานความร้อนขาเข้า ซึ่งมีค่าไม่สูงนัก อนึ่ง ประสิทธิภาพของ Imp. mill เท่ากับ 76.40% ซึ่งนับว่าเป็นที่น่าพอใจ

ในกรณีของหม้อไอน้ำก็เช่นเดียวกัน พบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างจะดี คือ ให้ประสิทธิภาพเป็น 90% ของพลังงานความร้อนขาเข้าทั้งหมด และการสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซทิ้งเป็น 8.86%

ในกรณีของเตาอบแผ่นบอร์ด (Board dryer) นั้น พบว่าประสิทธิภาพในการทำงานเป็น 45.23% โดยมีพลังงานสูญเสียไปกับก๊าซร้อนขึ้น 22.99% ซึ่งนับว่ามีค่าสูงพอสมควร ความร้อนจำนวนดังกล่าวนี้ถูกปล่อยทิ้งไปทางปล่องก๊าซทิ้ง ซึ่งมีความสูงประมาณ 15-18 เมตร ส่วนปริมาณความร้อนที่ถูกปล่อยทิ้งไปนี้ จะถูกหีบมาพิจารณาอีกครั้งหนึ่งในบทที่ 6 ซึ่งจะกล่าวถึงมาตรการในการปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิผลที่สุด

## 5.6 วิจารณ์ผลการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยี

จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ในกรณีของเตาอบแบบหมุน (Rotary dryer) พบว่ามีประสิทธิผล (Effectiveness :  $\epsilon$ ) เป็น 6.81% นั่นคือ แสดงถึงเอ็กเซอร์ยีที่ใช้ให้เป็นประโยชน์ ต่อ เอ็กเซอร์ยีขาเข้ารวมจากพลังงานความร้อน และมีเอ็กเซอร์ยีที่สูญเสียไปกับก๊าซทิ้งร้อน 1.25% และออกไปกับร่ายซึมที่แห้งประมาณ 3.12% นอกจากนี้ยังพบว่าที่เตาอบแบบหมุนนี้มีเอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility ประมาณ 88.79%

ในกรณีของ Imp. mill พบว่าให้ประสิทธิผลเป็น 16.16% มีเอ็กเซอร์ยีที่ไปกับก๊าซทิ้งร้อน 0.95% และยังพบว่าที่ Imp. mill นี้มีค่าเอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility ประมาณ 81.41% ซึ่งนับว่าเป็นค่าที่สูงพอสมควร ทั้งในกรณีของเตาอบแบบหมุนและของ Imp. mill

ในกรณีของหม้อไอน้ำ (Boiler) ซึ่งพบว่ามีประสิทธิผล (Effectiveness :  $\epsilon$ ) เป็น 31.16% และมีเอ็กเซอร์ยีสูญเสียไปกับก๊าซทิ้งร้อนเป็น 2.35% ส่วนเอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility เป็น 63.51%

ในกรณีของเตาอบบอร์ด มีประสิทธิผลเป็น 24.78% และมีเอ็กเซอร์ยีของคอนเต็นเลทเป็น 19.16% และมีเอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility เป็น 45.07%

จากผลการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีที่กล่าวมาแล้วนั้น สิ่งแรกที่จะทำให้มองเห็นความน่าจะเป็นไปได้ในการปรับปรุงกระบวนการคือ จะพิจารณาที่ค่าของการสูญเสียเนื่องจาก Irreversibility ที่มีค่ามากเป็นอันดับแรกและรองลงมาตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์เอ็นรัลปีและเอ็กเซอร์ยีของกระบวนการในโรงงานจำเป็นจะต้องพิจารณาควบคู่กันไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์เอ็นรัลปีอย่างเดียวไม่ได้บอกให้ทราบถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด ดังนั้น เหตุผลที่จำเป็นจะต้องมีการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีควบคู่ไปด้วยนั้น เป็นการเน้นชัดถึงการใช้พลังงานในกระบวนการว่ามีคุณค่าเพียงใด จากผลการวิเคราะห์ถ้าจะหยิบยกค่าของเอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility มาพิจารณาจะง่ายในการพิจารณา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.9



ตารางที่ 5.9 เอ็กเซอร์ยีที่ถูกทำลายเนื่องจาก Irreversibility ในกระบวนการ

กระบวนการ	Irreversibility, ( $\times 10^6$ kJ/h)
1. เตาอบแบบหมุน (Rotary dryer)	11.5860
2. Imp. mill	4.8167
3. หม้อไอน้ำ (Boiler)	163.110
4. เตาอบบอร์ด์	39.518

## 5.7 สรุปประเด็นที่ได้จากการวิเคราะห์เอ็นทัลปีและเอ็กเซอร์ยี

จากผลการวิเคราะห์ห่อจะสรุปได้ดังนี้ :-

กรณีหม้อไอน้ำ พบว่าประสิทธิภาพ (Effectiveness) เป็น 31.16% และมีค่าการสูญเสียเนื่องจาก Irreversibility เป็น 63.51% ในการพิจารณาอุปกรณ์ใดก็ตามว่ามีการทำงานที่ให้มีประสิทธิภาพดีมากขึ้นเท่าใดนั้น จะพิจารณาจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ควบคู่ไปกับ Irreversibility ด้วยเสมอ ซึ่งในกรณีของหม้อไอน้ำนี้ให้ประสิทธิภาพค่อนข้างสูง 31.16% ในขณะที่มีค่าสมบูรณ์ (Absolute value) ของ Irreversibility ค่อนข้างสูงด้วย คือ  $1.6311 \times 10^7$  kJ/h ทั้งนี้เพราะหม้อไอน้ำมีขนาดโต และมีอัตราการผลิตไอน้ำในกำลังที่สูงกว่าอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ จึงทำให้มีค่าการสูญเสียเนื่องจาก Irreversibility มาก ทั้ง ๆ ที่อุปกรณ์ตัวนี้ให้ค่าประสิทธิภาพดี อนึ่ง เหตุที่หม้อไอน้ำนี้มีค่าประสิทธิภาพสูงเนื่องจากหม้อไอน้ำนี้ผลิตไอน้ำความดันสูง (17.5 bar) ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งที่มีพลังงานคุณภาพสูงด้วย แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาทั้งค่าประสิทธิภาพกับการสูญเสีย Irreversibility ทั้งหมด ก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้น การที่จะปรับปรุงอุปกรณ์นี้จะไม่จำเป็น

ในกรณีเตาอบบอร์ด (Board dryer) ให้ประสิทธิภาพเป็น ๑.๓๓% โดยประสิทธิภาพ  
ให้นิยามว่า :

$$\text{ประสิทธิภาพ (Effectiveness)} = \frac{\text{Ex ของบอร์ดแห้ง} - \text{Ex ของบอร์ดเปียก}}{\text{Ex ขาเข้ารวม}}$$

ในขณะที่เตาอบบอร์ดนี้มี Irreversibility เป็น 45.๑7% หรือในแง่ค่าสมมูลของ  
ของเอนทัลปีเป็น  $3.95 \times 10^6$  kJ/h ดังนั้นที่อุปกรณ์ตัวนี้ตัวเลขที่แสดงทั้งประสิทธิภาพ  
และ Irreversibility นั้นบอกให้ทราบว่าน่าจะได้รับการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการ  
ทำงานกว่าปัจจุบัน ซึ่งประเด็นในการปรับปรุงจะถูกกล่าวถึงอีกครั้งหนึ่งในบทถัดไป

ในกรณีเตาอบแบบหมุน (Rotary dryer) ให้ค่าประสิทธิภาพเป็น 6.18% ในขณะที่  
ที่มีค่าการสูญเสียเนื่องจาก Irreversibility เป็น 88.79% หรือในแง่ค่าสมมูลของ  
Irreversibility เป็น  $1.1586 \times 10^6$  kJ/h และมีเอนทัลปีไปกับแรยิมชื้นเป็น  
3.12% ปริมาณเอนทัลปีดังกล่าวนี้จะสูญเสียไปจากกระบวนการในการทำงานปัจจุบันของ  
โรงงาน ข้อที่น่าสังเกตคือ น่าจะได้รับการปรับปรุงกระบวนการในช่วงต่อระหว่างของเตาอบ  
แบบหมุนนี้กับ Imp. mill ให้มีการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยข้อปรับปรุงได้กล่าว  
ไว้ในบทที่ 6

ในกรณีของ Imp. mill จากตารางที่ 5.9 พบว่าค่าเอนทัลปีที่ถูกทำลาย  
เนื่องจาก Irreversibility ค่อนข้างต่ำ คือ  $4.8167 \times 10^5$  kJ/h ในขณะที่มี  
ประสิทธิภาพเป็น 16.16% ซึ่งนับว่าสูงเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นที่ Imp. mill นี้การทำงานอยู่  
ในสภาพที่ค่อนข้างดี จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุง

อนึ่ง รูป 5.9 แสดงถึงปริมาณการใช้ประโยชน์พลังงานความร้อนรวมของทั้ง  
กระบวนการและปริมาณการสูญเสียความร้อนที่อุปกรณ์แต่ละชิ้นในกระบวนการว่าเป็นอัตราส่วน  
อย่างไรบ้าง เช่น เตาอบแบบหมุนตัวเลขที่แสดง 1.45/๑.๑4 นั้น หมายถึง เปรอ์เซ็นต์  
ของพลังงานความร้อนทั้งหมดของกระบวนการถูกใช้งานในอุปกรณ์เป็น 1.45% และที่อุปกรณ์  
นั้นมีพลังงานสูญห็นเป็น ๑.๑4% ของพลังงานความร้อนทั้งหมด รูป 5.9 ยังแสดงตัวเลข  
ของอุปกรณ์ชิ้นอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันด้วย

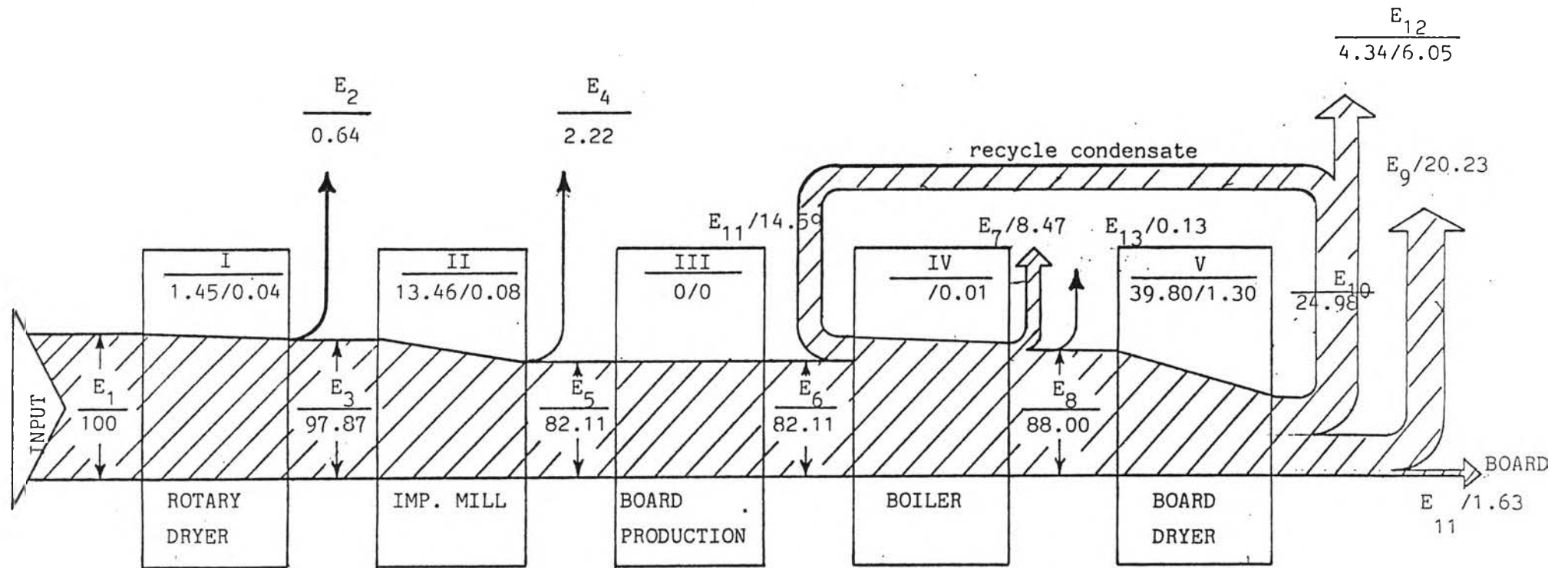


Fig. 5.9 Grassman's Diagram of Gypsum Board Process ( % of kJ/month )