บทที่ 4

การปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงงานน้ำตาล

4.1 บทนำ

ในระหว่างการเก็บข้อมูลของโรงงานที่ได้เข้าไปทำการศึกษา พบว่าการทำงานของหม้อไอน้ำยังสามารถปรับปรุงได้อีก เนื่องจากการเผาไหม้ยังไม่มีประสิทธิภาพ การปรับปรุงจะมุ่งไปที่ 2 จุดหลักคือ การควบคุมปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ในการเผาไหม้ และการใช้ระบบอบแห้งชานอ้อย เข้ามาเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ ทำให้ประหยัดชานอ้อยได้มากขึ้น

4.2 การควบคุมอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เรียกว่า ปริมาณอากาศทางทฤษฎี (Theoretical Air) ถ้าปริมาณอากาศที่ใส่เข้าไปในห้องเผาไหม้เพียงแค่เท่ากับปริมาณอากาศทางทฤษฎี การเผาไหม้ก้อจะยังคงไม่สมบูรณ์เนื่องจากการที่เชื้อเพลิงและอากาศผสมกันได้ไม่ดี ในกรณีเช่นนี้เชื้อเพลิงบางส่วนจะเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และความสูญเสียที่เกิดจากเชื้อเพลิงเหล่านี้ก้อจะเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากปริมาณอากาศที่ใส่เข้าไปในห้องเผาไหม้มีมากเกินไป เชื้อเพลิงบางส่วนก็จะใช้เพื่อเผาไหม้กับอากาศส่วนเกินเหล่านี้ จึงต้องมีการคำนวณหาปริมาณอากาศที่พอดีที่จะใส่เข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และการเผาไหม้ที่ไม่จำเป็นน้อยที่สุด

John Howard Payne กล่าวไว้ว่าปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่เหมาะสมที่ใช้เพื่อเปลี่ยนคาร์บอนและไฮโดรเจน ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในชานอ้อยความชื้น 50% อยู่ที่ประมาณ 140-150%[6] ดังนั้นคำนวณเพื่อประเมินพลังงานที่ประหยัดได้ จะใช้ค่าปริมาณอากาศทางทฤษฎี 150% ยกเว้นโรงงาน ก จะใช้ 161% เนื่องจากเป็นค่าของหม้อไอน้ำ 5 ซึ่งเป็นหม้อไอน้ำที่โรงงานสามารถควบคุมได้ดีที่สุด ผลการคำนวณแสดงในตาราง 4.2.1ก ถึง ตาราง 4.2.1ฉ

ตาราง 4.2.1ก *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ก หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี*

หม้อไอน้ำ	1	2	3	4	5
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้จริง (%)	620	350	520	380	161
2. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้หลังปรับปรุง (%)	161	161	161	161	161
3. ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้งหลังปรับปรุง (kJ/kgขานอ้อย)	2,305.20	2,368.45	2,190.20	2,247.70	2,259.20
4. อัตราการใช้ขานอ้อยหลังปรับปรุง (T/hr)	18.62	20.86	15.59	19.31	97.82
5. อัตราการประหยัดขานอ้อย (T/hr)	9.73	3.71	4.80	3.50	0.00

ตาราง 4.2.1ข *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ข หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี*

หม้อไอน้ำ	1	2	3	4	5
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้จริง (%)	210	213	214	307	184
2. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้หลังปรับปรุง (%)	150	150	150	150	150
3. ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้งหลังปรับปรุง (kJ/kgขานว้อย)	2,325.15	2,030.78	2,328.90	2,444.88	2,231.31
4. อัตราการใช้ขานอ้อยหลังปรับปรุง (T/hr)	32.10	29.98	24.27	24.63	39.67
5. อัตราการประหยัดขานอ้อย (T/hr)	1.84	1.22	1.50	4.73	1.13

I18761100

ตาราง 4.2.1ค *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ค หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี*

หม้อไอน้ำ	1	2	3	4
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้จริง (%)	210	213	172	201
2. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้หลังปรับปรุง (%)	150	150	150	150
3. ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้งหลังปรับปรุง (kJ/kgขานอ้อย)	2,927.62	2,916.80	2,538.18	2,365.09
4. อัตราการใช้ขานอ้อยหลังปรับปรุง (T/hr)	5.23	9.77	15.26	38.13
5. อัตราการประหยัดขานอ้อย (T/hr)	0.33	0.38	0.34	1.70

ตาราง 4.2.1ง *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ง หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี*

หม้อไอน้ำ	2	3	4
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้จริง (%)	284	290	380
2. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้หลังปรับปรุง (%)	150	150	150
3. ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้งหลังปรับปรุง (kJ/kgขานอ้อย)	2,431.60	2,263.25	2,077.96
4. อัตราการใช้ขานอ้อยหลังปรับปรุง (T/hr)	44.21	31.18	32.80
5. อัตราการประหยัดขานอ้อย (T/hr)	6.54	3.99	5.79

ตาราง 4.2.1จ *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน จ หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี*

หม้อไอน้ำ	1	2	4	5
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้จริง (%)	490	417	372	350
2. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้หลังปรับปรุง (%)	150	150	150	150
3. ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้งหลังปรับปรุง (kJ/kgขานอ้อย)	1,858.31	1,816.75	1,821.70	1,811.18
4. อัตราการใช้ขานอ้อยหลังปรับปรุง (T/hr)	30.37	30.93	23.24	45.63
5. อัตราการประหยัดขานอ้อย (T/hr)	5.12	3.65	2.26	3.88

ตาราง 4.2.1ฉ *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ฉ หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี*

หม้อไอน้ำ	1	5	6	7
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้จริง (%)	321	363	363	458
2. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้หลังปรับปรุง (%)	150	150	150	150
3. ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้งหลังปรับปรุง (kJ/kgขานอ้อย)	2,085.05	2,162.15	2,133.93	2,092.97
4. อัตราการใช้ขานอ้อยหลังปรับปรุง (T/hr)	71.29	66.94	62.38	99.17
5. อัตราการประหยัดขานอ้อย (T/hr)	8.67	11.85	10.57	24.55

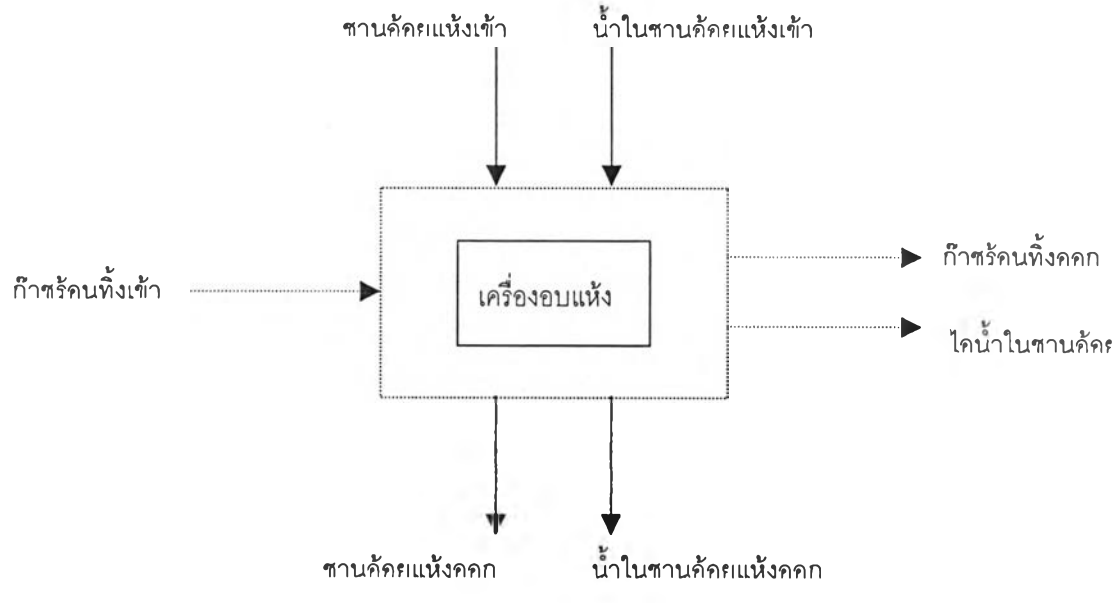
จากตาราง 4.2.1ก ถึง 4.2.1ฉ พบว่าทุกโรงงานสามารถประหยัดขานอ้อยได้เพิ่มขึ้นหากมีการควบคุมปริมาณอากาศทางทฤษฎีให้อยู่ที่ 150% ทำให้มีขานอ้อยเหลือมากขึ้นได้

4.3 ระบบอบแห้งชานอ้อย

ชานอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำของโรงงานน้ำตาลนั้นมีความชื้นสูงมาก ความชื้นที่มีอยู่เหล่านี้ก็คือน้ำที่ยังคงค้างอยู่ในชานอ้อย ซึ่งก่อนที่จะเผาชานอ้อยได้ ต้องใช้ความร้อนที่ทำให้น้ำเหล่านี้กลายเป็นไอก่อน ชานอ้อยเหล่านี้จึงจะไหม้ไฟได้ ความร้อนที่ใช้ทำให้น้ำในชานอ้อยเหล่านี้เป็นไอได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชานอ้อยโดยตรง

ค่าความร้อนของชานอ้อยจะสูงขึ้นหากความชื้นในชานอ้อยลดลง แสดงให้เห็นว่าหม้อไอน้ำจะสามารถผลิตไอน้ำได้มากขึ้น

เครื่องอบแห้งชานอ้อยที่ศึกษาเป็นเครื่องอบแห้งแบบสัมผัสโดยตรง กล่าวคือ เครื่องอบแห้งชนิดนี้จะนำเอาก๊าซร้อนทิ้ง (Stack Gas) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส มาเป่าชานอ้อยโดยตรง เพื่อนำความชื้นออกจากชานอ้อย ในรูปที่ 4.3.1 แสดงปริมาตรควบคุมของเครื่องอบแห้งชานอ้อย



รูปที่ 4.3.1 ปริมาตรควบคุมของเครื่องอบแห้งชานอ้อย

จากข้อมูลของโรงงาน ก พบว่า ก๊าซร้อนทิ้ง มีปริมาณ 1,024 กิโลกรัมต่อชานอ้อยแห้ง 100 กิโลกรัม มีค่าความร้อนแฝงเป็น 1.15 kJ/kg.K และอุณหภูมิเป็น 205 องศาเซลเซียสเนื่องจากชานอ้อยโรงงาน ก มีความชื้น 51% ดังนั้นในชานอ้อยแห้ง 100 กิโลกรัม จะมีน้ำอยู่ 104 กิโลกรัม หากกำหนดให้ก๊าซร้อนทิ้งออกจากเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ใช้อบแห้งได้ดังนี้

ปริมาณความร้อนที่ใช้อบแห้ง = 1,024 * 1.15 * (205 – 60) = 170,752 kJ/kg

ดังนั้นปริมาณความร้อนเหล่านี้ จะทำให้น้ำในชานอ้อยระเหยได้จำนวน

ปริมาณความร้อนที่ใช้อบแห้ง = $(104 * h_f) + (m * h_{fg})$

โดยที่ m คือ ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากชานอ้อย (kg)

h_f และ h_{fg} คือ เอนทาลปีจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C และเอนทาลปีที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C ตามลำดับ

จะได้ 170,752 = $(104 * 251.13) + (2,358.5 * m)$

m = $(170,752 - 26,117.52) / 2,358.5$ = 61 kg

ก๊าซร้อนทิ้งสามารถทำให้น้ำระเหยไปได้ 61 กิโลกรัม แสดงว่ามวลรวมของน้ำและชานอ้อยแห้ง 100 กิโลกรัม เป็น 143 กิโลกรัม ดังนั้นชานอ้อยที่เหลือมีความชื้นเปียกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ในทางความเป็นจริงอาจใช้เวลานานมากในการอบชานอ้อยให้เหลือความชื้น 30% ดังนั้นการคำนวณข้างต้นจึงใช้ค่าความชื้นที่ 40% และ 35%

ผลการคำนวณ เมื่อมีการอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35% แสดงดังตาราง 4.3.1ก ถึง 4.3.1ฉ

ตาราง 4.3.1ก *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ก หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35%*

หม้อไอน้ำ	1	2	3	4	5
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ (%)	161	161	161	161	161
2. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 40%					
2.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,201.69	2,274.52	2,069.28	2,135.48	2,148.72
2.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	17.26	19.31	14.48	17.92	90.75
2.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	11.09	5.26	5.91	4.89	7.07
3. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 35%					
3.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,154.64	2,231.83	2,014.31	2,084.47	2,098.51
3.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	16.84	18.83	14.14	17.48	88.56
3.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	11.51	5.74	6.25	5.33	9.26

ตาราง 4.3.1ข *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ข หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35%*

หม้อไอน้ำ	1	2	3	4	5
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ (%)	150	150	150	150	150
2. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 40%					
2.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,210.01	1,867.33	2,214.47	2,349.43	2,100.94
2.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	29.20	27.48	22.08	22.33	36.18
2.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	4.74	3.72	3.69	7.03	4.62
3. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 35%					
3.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,162.03	1,799.23	2,166.78	2,309.66	2,046.63
3.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	28.41	26.79	21.48	21.71	35.22
3.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	5.53	4.41	4.29	7.65	5.58

ตาราง 4.3.1ค *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ค หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35%*

หม้อไอน้ำ	1	2	3	4
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ (%)	150	150	150	150
2. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 40%				
2.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,911.34	2,898.94	2,464.72	2,266.22
2.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	4.78	8.93	14.08	35.31
2.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	0.78	1.22	1.52	4.52
3. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 35%				
3.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,903.95	2,890.82	2,431.33	2,221.28
3.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	4.65	8.68	13.71	34.43
3.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	0.91	1.47	1.89	5.40

ตาราง 4.3.1ง แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ง หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35%

หม้อไอน้ำ	2	3	4
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ (%)	150	150	150
2. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 40%			
2.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,362.86	2,174.40	1,966.97
2.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	35.22	24.91	26.28
2.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	15.53	10.26	12.31
3. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 35%			
3.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	2,324.67	2,125.04	1,905.31
3.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	31.64	22.41	23.67
3.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	19.11	12.71	14.92

ตาราง 4.3.1จ แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน จ หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35%

หม้อไอน้ำ	1	2	4	5
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ (%)	150	150	150	150
2. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 40%				
2.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	1,716.82	1,670.56	1,676.07	1,664.36
2.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	24.48	24.94	18.74	36.80
2.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	11.01	9.64	6.76	12.71
3. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 35%				
3.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	1,638.22	1,589.35	1,595.16	1,582.79
3.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	22.10	22.51	16.92	33.22
3.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	13.39	12.07	8.58	16.29

ตาราง 4.3.1ฉ *แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ฉ หลังปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40% และ 35%*

หม้อไอน้ำ	1	5	6	7
1. ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ (%)	150	150	150	150
2. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 40%				
2.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	1,919.27	2,010.97	1,977.53	1,929.11
2.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	66.77	62.59	58.36	92.87
2.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	13.19	16.20	14.59	30.85
3. เมื่อชานอ้อยมีความชื้น 35%				
3.1 ความร้อนสูญเสียในก๊าซร้อนทิ้ง (kJ/kgชานอ้อย)	1,855.52	1,952.82	1,917.38	1,866.09
3.2 อัตราการใช้ชานอ้อย(T/hr)	65.14	61.04	56.92	90.60
3.3 อัตราการประหยัดชานอ้อย (T/hr)	14.82	17.75	16.03	33.12

4.4 ปริมาณชานอ้อยเหลือใช้รายปี

จากตารางที่ 4.2.1ก ถึง 4.2.1ฉ และตารางที่ 4.3.1ก ถึง 4.3.1ฉ ทำให้ทราบถึงจำนวนชานอ้อยที่ประหยัดได้ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเวลา จากข้อมูลจำนวนวันที่เปิดหีบในตารางที่ 3.4.1 ทำให้สามารถคำนวณปริมาณชานอ้อยที่ประหยัดได้ใน 1 ปี ปริมาณชานอ้อยที่ประหยัดได้ใน 1 ปี แสดงดังตาราง 4.4.1

ตาราง 4.4.1 แสดงปริมาณชานอ้อยที่ประหยัดได้ (ตัน) จำแนกตามวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพ

โรงงาน	ปรับปรุง % อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้เพียงอย่างเดียว	ปรับปรุง % อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้และอบแห้งชานอ้อยเหลือความชื้น 40%	ปรับปรุง % อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้และอบแห้งชานอ้อยเหลือความชื้น 35%
ก	63,654.72	100,196.16	111,527.52
ข	25,008.00	57,120.00	65,904.00
ค	5,412.00	15,822.72	19,030.56
ง	37,601.28	87,782.40	107,688.96
จ	32,921.28	88,584.96	111,128.64
ฉ	132,200.64	177,796.08	194,166.72

จากตารางที่ 4.4.1 จะเห็นได้ว่าหากสามารถควบคุมการเผาไหม้ และการอบแห้งให้เป็นไปตามการคำนวณข้างต้นแล้ว โรงงานทั้ง 6 โรงงานประหยัดชานอ้อยได้รวม 608,446.4 ตัน ซึ่งโรงงานทั้ง 6 โรงงานมีอ้อยเข้าหีบทั้งสิ้น 7,320,282.46 ตัน[16] คิดเป็นชานอ้อยที่สามารถประหยัดได้ 27.7% และชานอ้อยดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีกมากดังจะกล่าวในบทต่อไป เมื่อคิดเป็นภาพรวมของประเทศแล้ว ปี 2540/41 อ้อยเข้าหีบทั้งสิ้น 42,200,978[17] ตัน จะสามารถประหยัดชานอ้อยได้ 3,418,279 ตันต่อปี แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงควบคู่ไปกับการปรับปรุงประสิทธิภาพคือ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุง ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.5 ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้ง 3 กรณีข้างต้น เห็นได้ว่าการปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ในการเผาไหม้ เป็นกรณีเดียวที่ไม่มีต้นทุนเพิ่มเติม ดังนั้นการปรับปรุงปริมาณอากาศทางทฤษฎีสามารถทำได้ทันที เพื่อเป็นการประหยัดชานอ้อย โดยที่ต้องระวังในเรื่องการควบคุมหม้อไอน้ำให้ใกล้ชิดยิ่งขึ้น เพื่อปรับปรุงปริมาณอากาศที่ใช้ในห้องเผาไหม้ให้อยู่ในค่าที่กำหนด

ส่วนกรณีเครื่องอบแห้งนั้น จะต้องมีต้นทุนในการสร้างเครื่องอบแห้ง ดังนั้นโรงงานที่ต้องการลงทุนติดตั้งเครื่องอบแห้ง จะต้องคำนึงถึงต้นทุนสูงที่สุดที่เป็นไปได้ของเครื่องอบแห้งจะได้ทราบถึงระยะคืนทุนว่าจะคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่

การคำนวณจะทดลองกับโรงงาน ก โดยที่เลือกอบขานอ้อยให้มีความชื้นเหลือ 35% สามารถประหยัดขานอ้อยได้เพิ่มปีละ 111,527.52 – 63,654.72 = 47,872.80 ตัน

ราคาขายขานอ้อยในปัจจุบัน = 250 บาทต่อตัน

กำไรจากการประหยัดขานอ้อย = 47,872.80 * 250 = 11,968,200 บาท

ให้ต้นทุนสูงที่สุดที่จะเป็นไปได้ของเครื่องอบแห้ง = C บาทต่อปี
ปัจจัยคืนทุน (Capital Recovery Factor) ที่อัตราดอกเบี้ย 15% ในช่วงระยะเวลา 2 ปี = 0.615

จะได้ ต้นทุนรายปีของเครื่องอบแห้ง = 0.615C

ค่าพลังงานที่ใช้คำนวณได้จากพัดลมที่ใช้โดยกำหนดให้พัดลมที่ใช้มีกำลังเป็น 20 % ของพัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้งออก ซึ่งมีกำลังเป็น 200 kW จำนวน 4 หม้อไอน้ำ และ 1,100 kW จำนวน 1 หม้อไอน้ำ โดยให้โรงงาน ก ทำงานปีละ 122 วันวันละ 24 ชั่วโมง จะได้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปกับพัดลม = 0.20 * [(4 * 200) + 1,100] * 122 * 24
= 1,112,640 kWh

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงงานน้ำตาลต่อ kWh = 0.576 บาท[12]
จะได้ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ปี = 1,112,640 * 0.576
= 640,880.64 บาท

ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรายปีเป็น 250,000 บาท โดยวิธีต้นทุนรายปี จะได้

ต้นทุนรายปีทั้งหมด = ผลตอบแทนรายปีทั้งหมด

0.615C + 640,880.64 + 250,000 = 11,568,200

C = 18,011,901 บาท

จากการคำนวณดังกล่าวข้างต้น จะได้ต้นทุนสูงสุดที่เป็นไปได้ของเครื่องอบแห้งที่ระยะเวลาคืนทุน 2 ปี และ 5 ปีดังตาราง 4.5.1 หากการลงทุนเครื่องอบแห้งไม่คุ้มค่ากับขานอ้อยที่ได้เพิ่มมา ในระยะเวลาคืนทุนที่กำหนด ก็ไม่ควรลงทุน

ตาราง 4.5.1 แสดงต้นทุนสูงสุดที่เป็นไปได้ของเครื่องอบแห้ง

โรงงาน	ต้นทุนสูงสุดที่เป็นไปได้ที่ระยะเวลาคืนทุน 2 ปี (บาท)	ต้นทุนสูงสุดที่เป็นไปได้ที่ระยะเวลาคืนทุน 5 ปี (บาท)
ก	18,011,901	37,134,829
ข	14,675,500	32,027,323
ค	4,868,540	10,037,386
ง	16,826,279	56,406,916
จ	30,354,011	62,580,378
ฉ	22,112,567	45,589,101

จากตารางที่ 4.5.1 เมื่อเทียบกับประมาณการต้นทุนเครื่องอบแห้งในภาคผนวก ค แล้วจะได้ต้นทุนค่าเครื่องอบแห้งของแต่ละโรงงานเป็นดังตารางที่ 4.5.2

ตาราง 4.5.2 แสดงประมาณการต้นทุนของเครื่องอบแห้ง

โรงงาน	แบบที่ใช้ (เรียงตามลำดับหม้อไอน้ำ)	ต้นทุนรวม
ก	3,3,3,3,5	16,639,226.15
ข	3,4,3,3,4	14,603,713.58
ค	1,2,2,4	6,864,003.78
ง	4,3,4	10,390,638.20
จ	4,4,4,5	20,639,226.14
ฉ	5,5,5,6	39,923,326.66

เมื่อเปรียบเทียบตารางที่ 4.5.1 กับ 4.5.2 พบว่า โรงงาน ค และ ฉ ไม่คุ้มค่าการลงทุนที่ระยะเวลาคืนทุน 2 ปี แต่คุ้มทุนที่ระยะเวลาคืนทุน 5 ปี ส่วนโรงงานอื่นๆ คุ้มค่าการลงทุนทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจาก ปริมาณชานอ้อยที่ประหยัดได้ของโรงงาน ค มีจำนวนน้อยกว่าโรงงานอื่นๆ ส่วนโรงงาน ฉ เป็นเครื่องอบแห้งขนาดใหญ่จึงลงทุนสูง ดังนั้น การลงทุนสร้างเครื่องอบแห้ง มีความเป็นไปได้โดยขึ้นอยู่กับปริมาณชานอ้อยที่โรงงานสามารถประหยัดได้ และระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้

จากข้อมูลปริมาณชานอ้อยที่ประหยัดได้ในตารางที่ 4.4.1 และประมาณการต้นทุนเครื่องอบแห้งในตารางที่ 4.5.2 สามารถหาค่าอัตราผลตอบแทนภายในได้โดย คำนวณผลตอบแทนที่ได้รับจากการอบแห้งชานอ้อยโดยคิดที่การขายชานอ้อยตันละ 250 บาท ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเป็น

ไปดังต้นทุนเครื่องอบแห้งในตารางที่ 4.5.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องอบแห้งเป็น 50,000 บาทต่อเครื่องต่อปี โดยจะคำนวณที่อัตราดอกเบี้ย 15% ระยะเวลาโครงการ 2 ปี ยกเว้นโรงงาน ค และ ฉ คำนวณที่ระยะเวลาโครงการ 5 ปี ตัวอย่างการคำนวณอัตราผลตอบแทนของโรงงาน ก มีดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV)

NPV = -16,639,226.15 + [(47,872.8 * 250) - 250,000] * (1.6257)

= 2,411,051.59 บาท

คาบจ่ายคืน

NPV_2 = 2,411,051.59 NPV_1 = -6,449,079.43

คาบจ่ายคืน = 1 + (6,449,079.43/8,860,131.02) = 1.728 ปี

อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

อัตราดอกเบี้ย 30% NPV = -690,755.95

อัตราดอกเบี้ย 25% NPV = 234,981.85

IRR = 25 + (234,891.85/925,737.80) * 5 = 26.27%

อัตราผลตอบแทนของโรงงาน ก ถึง ฉ แสดงดังตาราง 4.5.3

ตาราง 4.5.3 แสดงอัตราผลตอบแทนในการลงทุนเครื่องอบแห้งของโรงงาน ก ถึง ฉ

โรงงาน	NPV (บาท)	คาบจ่ายคืน (ปี)	IRR (%)
ก	2,411,051.59	1.728	26.27
ข	1,611,018.22	1.786	23.62
ค	3,878,590.43	2.785	37.33
ง	17,850,892.15	0.688	64.65
จ	10,821,060.15	1.260	53.94
ฉ	11,336,906.69	3.573	26.55

จากตาราง 4.5.3 พบว่าอัตราผลตอบแทนภายในของทุกโรงงานมีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้มาก ดังนั้นการลงทุนเครื่องอบแห้งของทุกโรงงานจึงมีความน่าลงทุนสูง