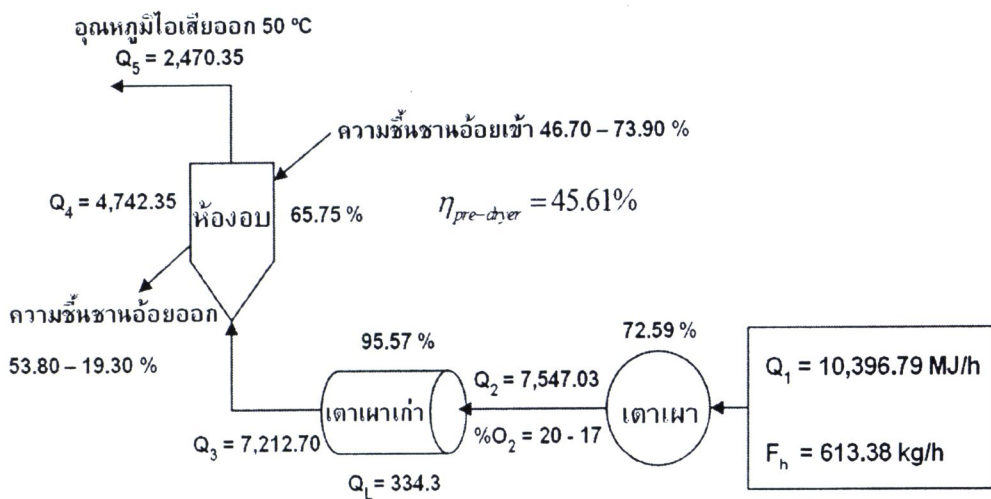


บทที่ 6

ผลการทดลอง

6.1 ประสิทธิภาพการอบแห้งก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลการควบคุมกระบวนการอบแห้งขานอ้อยขั้นต้น (Pre-drying) ในช่วงวันที่ 9 - 10 เมษายน 2553 โดยใช้สูตรและตารางการคำนวณหาประสิทธิภาพก่อนการปรับปรุงของเตาอบแห้งขานอ้อยขั้นต้น พบว่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยของเตาเผาชีวมวล (Furnace) เท่ากับ 72.59 % และประสิทธิภาพเฉลี่ยของการส่งผ่านความร้อนที่เตาเผาเก่า (Old burner) เท่ากับ 95.57 % ประสิทธิภาพทางความร้อนของช่วงการอบแห้ง (Drying process) เท่ากับ 65.75 % คิดเป็นประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) เท่ากับ 45.61 % โดยมีภาพสมมูลพลังงานแสดงไว้ดังภาพที่ 6.1 และตารางสรุปผลการคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการอบแห้งขานอ้อยขั้นต้น (Pre-drying) ก่อนการปรับปรุงจากข้อมูลวันที่ 9 - 10 เม.ย. 2553 ดังตารางที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 สมมูลพลังงานของระบบก่อนการปรับปรุง

ถ้าหาประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) ก่อนการปรับปรุงจาก

$$\eta_{pre-dryer} = \frac{Q_4}{Q_1} \times 100 = \frac{4742.35}{10396.79} \times 100 = 45.61\%$$

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหาประสิทธิภาพรวมของผู้วิจัยแล้วพบว่าไม่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงแทบไม่มีการสูญเสียความร้อนระหว่างทาง

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการอบขานอ้อยขั้นต้น (Pre-drying) ก่อนการปรับปรุงจากข้อมูลวันที่ 9 - 10 เม.ย. 2553

วัน	เวลา	อุณหภูมิ ภายนอก (°C)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (Kg / hr.)	ความร้อน เข้าเตาเผา (MJ/h)	ความร้อนที่ออก จากเตาเผา (MJ/h)	ประสิทธิภาพ ของเตาเผา (%)	ประสิทธิภาพ การส่งผ่าน ความร้อนของ เตาเผาเก่า (MJ/h)	ความร้อนของ ไอลีเยก่อนเข้า ขั้นตอนการ อบแห้ง (MJ/h)	ความชื้น ขานอ้อย ก่อนอบ %	ความชื้น ขานอ้อย หลังอบ %	ความร้อนที่ใช้ใน การระเหยน้ำออก จากขานอ้อย (MJ/hr)	ประสิทธิภาพ ของช่วงการ อบแห้งขั้นต้น (%)
			F_h	Q_1	Q_2	η_1	η_2	Q_3	m_{wet}	m_{dry}	Q_4	η_3
	9/4/53	32.90	511.15	8664.15	7045.85	81.32	96.73	6815.50	65.40	42.10	4683.58	68.72
	10.00 น.	33.00	511.15	8664.15	6797.66	78.46	97.24	6610.06	73.90	53.80	4147.71	62.75
	12.00 น.	38.50	511.15	8664.15	7073.42	81.64	96.77	6845.16	62.90	41.00	3928.53	57.39
	13.00 น.	38.30	511.15	8664.15	6811.45	78.62	96.67	6584.74	68.10	32.00	5554.89	84.36
	14.00 น.	39.00	511.15	8664.15	5915.20	68.27	97.90	5790.81	50.30	30.70	3806.26	65.73
	15.00 น.	37.00	511.15	8664.15	6000.39	69.26	97.36	5842.01	46.70	19.30	5171.13	88.52
	16.00 น.	35.50	511.15	8664.15	7772.32	89.71	96.55	7504.19	57.60	33.10	4696.59	65.59

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการอบขนย้อยขั้นต้น (Pre-drying) ก่อนการปรับปรุงจากข้อมูลวันที่ 9 - 10 เม.ย. 2553 (ต่อ)

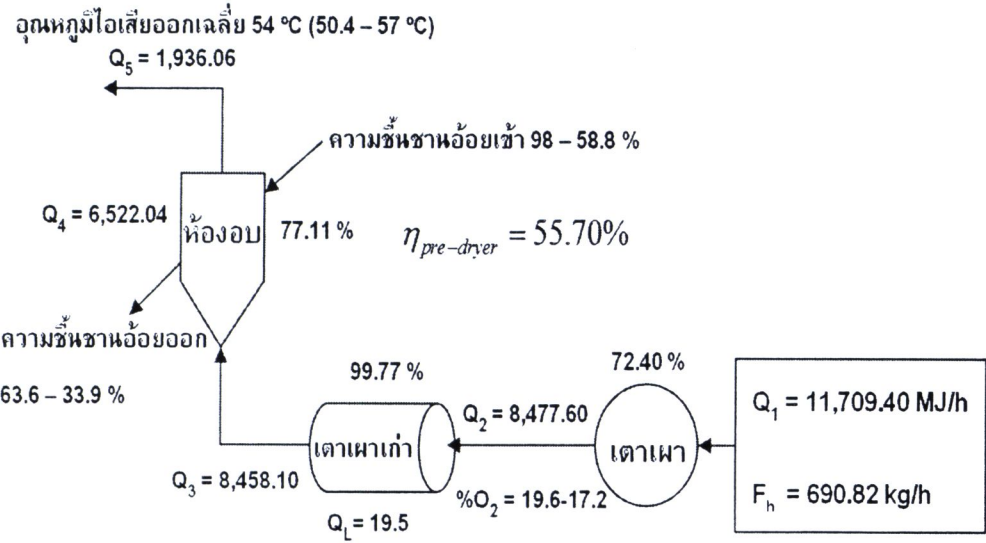
วัน	เวลา	อุณหภูมิ ภายนอก (°C)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (Kg / hr.)	ความร้อน เข้าเตาเผา (MJ/h)	ความร้อนที่ออก จากเตาเผา (MJ/h)	ประสิทธิภาพ ของเตาเผา (%)	ประสิทธิภาพ การส่งผ่าน เตาเผา (MJ/h)	ประสิทธิภาพ ของ เตาเผา (%)	ความร้อนของ ไอละเอียดก่อนเข้า ขั้นตอนการ อบแห้ง (MJ/h)	ความชื้น ชานอ้อย ก่อนอบ %	ความชื้น ชานอ้อย หลังอบ %	ความร้อนที่ใช้ใน การระเหยน้ำออก จากชานอ้อย (MJ/hr)	ประสิทธิภาพ ของช่วงการ อบแห้งขั้นต้น (%)
			F_h	Q_1	Q_2	η_1	η_2	η_3	Q_3	m_{wet}	m_{dry}	Q_4	η_3
	10/4/53	36.40	511.15	8664.15	6598.70	76.16	97.71		6447.75	65.40	42.10	4290.50	66.54
	11.00 น.	37.10	743.49	12602.40	7455.88	59.16	96.25		7175.98	73.90	53.80	3694.15	51.48
	12.00 น.	39.10	842.62	14282.72	8685.04	60.81	92.99		8076.50	66.50	29.50	5614.16	69.51
	13.00 น.	39.00	842.62	14282.72	8069.53	56.50	89.68		7236.50	62.90	41.00	3872.38	53.51
	14.00 น.	40.00	842.62	14282.72	10165.60	71.17	91.04		9254.86	68.10	32.00	5359.80	57.91
ค่าเฉลี่ย						72.59	95.57						65.75

หมายเหตุ : 1. ตารางบันทึกข้อมูลวันที่ 9 – 10 เมษายน 2553 อยู่ในภาคผนวก-ค.

2. ตารางแสดงการหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการอบขนย้อยขั้นต้น (Pre-drying) อยู่ในภาคผนวก-จ.

6.2 ประสิทธิภาพการอบแห้งหลังปรับปรุง

จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลการควบคุมกระบวนการอบแห้งชานอ้อยขั้นต้น (Pre-drying) หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการหุ้มฉนวนกันความร้อนในกระบวนการอบแห้งชานอ้อยและการพัฒนาระบบอัตโนมัติในการปรับความเร็วรอบของระบบลำเลียงฝุ่นชานอ้อยในช่วงวันที่ 3,4,5,15 ตุลาคม 2553 พบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเตาเผาชีวมวล (Furnace) เท่ากับ 72.40 % และประสิทธิภาพเฉลี่ยของการส่งผ่านความร้อนที่เตาเผาเก่า (Old burner) เท่ากับ 99.77 % ประสิทธิภาพทางความร้อนของช่วงการอบแห้ง (Drying process) เท่ากับ 77.11 % คิดเป็นประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) เท่ากับ 55.70 % โดยมีภาพสมมูลพลังงานแสดงไว้ดังภาพที่ 6.2 และตารางการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางความร้อนในกระบวนการอบแห้งชานอ้อยก่อนและหลังการปรับปรุง ไว้ดังตารางที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 สมมูลพลังงานของระบบหลังการปรับปรุง

ถ้าหาประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) หลังการปรับปรุงจาก

$$\eta_{pre-dryer} = \frac{Q_4}{Q_1} \times 100 = \frac{6522.04}{11709.40} \times 100 = 55.70 \%$$

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหาประสิทธิภาพรวมของผู้วิจัยแล้วพบว่ามีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงแทบไม่มีการสูญเสียความร้อนระหว่างทาง

ประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) สามารถแยกออกเป็นประสิทธิภาพรวมของระบบที่เพิ่มขึ้นจากการหุ้มฉนวนและประสิทธิภาพรวมของระบบที่เพิ่มขึ้นจากการพัฒนาระบบอัตโนมัติในการปรับรอบความเร็วของระบบลำเลียงฝุ่นชานอ้อยตามปริมาณความชื้นของชานอ้อยก่อนอบ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในข้อที่ 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางความร้อนในกระบวนการอบแห้งชานอ้อยก่อนและหลังการปรับปรุง

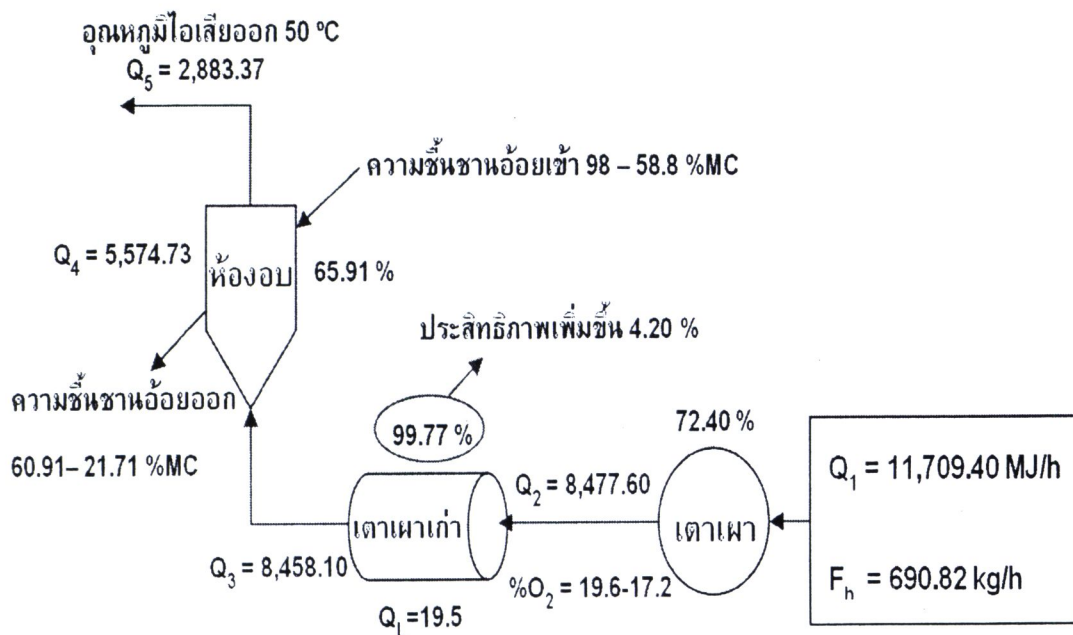
รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1.อัตราการใช้เชื้อเพลิงฟืนชานอ้อยเฉลี่ย	613.38 kg/h	690.82 kg/h
2.ความร้อนเข้าสู่ระบบ (Q_1)	10,396.79 MJ/h	11,709.40 MJ/h
3.ปริมาณออกซิเจนในไอก๊าซร้อนออกจากเตาเผา	20 – 17 %	19.6 – 17.2 %
4.ความร้อนของไอก๊าซร้อนออก (Q_2)	7,547.03 MJ/h	8,477.60 MJ/h
5.ความร้อนสูญเสียเฉลี่ยที่เตาเผาเก่า (Q_L)	334.33 MJ/h	19.5 MJ/h
6.ความร้อนที่จะนำไปใช้ในการอบแห้ง (Q_3)	7,212.70 MJ/h	8,458.10 MJ/h
7.ความชื้นชานอ้อยเข้าอบ (%)	46.70 - 73.90	58.8 – 98
8.ความชื้นชานอ้อยหลังอบ (%)	19.30 – 53.80	33.9 – 63.6
9.ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากชานอ้อย (Q_4)	4,742.35 MJ/h	6,522.04 MJ/h
10.อุณหภูมิก๊าซร้อนปล่อยทิ้ง (T_g)	50 °C	50.4 – 57 °C
11.ความร้อนของก๊าซร้อนทิ้ง (Q_5)	2,470.35 MJ/h	1,936.06 MJ/h
12.ประสิทธิภาพของเตาเผาชีวมวลจากฟืนชานอ้อย (η_1)	72.59 %	72.40 %
13.ประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนของเตาเก่า (η_2)	95.57 %	99.77 %
14.ประสิทธิภาพทางความร้อนของช่วงการอบแห้ง (η_3)	65.75 %	77.11 %
15.ประสิทธิภาพรวมของกระบวนการอบแห้งขั้นต้น ($\eta_{pre-dryer}$)	45.61 %	55.70 %

หมายเหตุ : 1. ตารางบันทึกข้อมูลวันที่ 3,4,5,15 ตุลาคม 2553 อยู่ในภาคผนวก-ง.

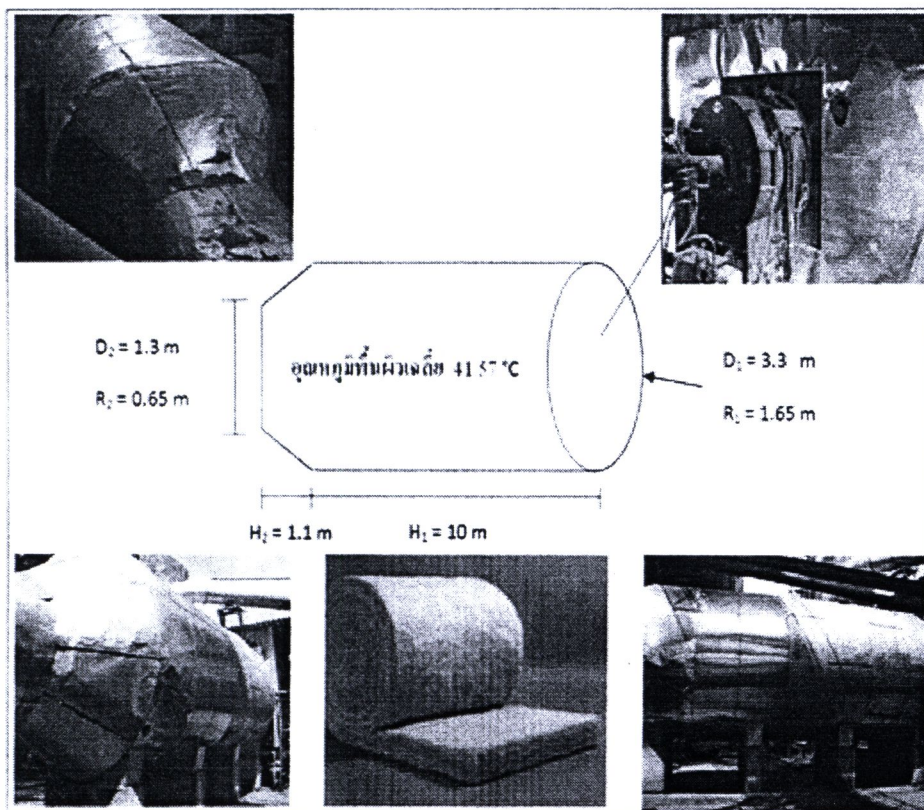
2. ตารางแสดงการหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของการอบขนอ้อยขั้นต้น (Pre-drying) อยู่ในภาคผนวก-จ.

6.3 ผลการหุ้มฉนวนกันความร้อนที่เตาเผาเก่า (Old furnace)

การศึกษาและออกแบบฉนวนพบว่าต้องใช้ฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 85 mm. แต่เนื่องจากขนาดความหนาของรุ่นฉนวนและความสิ้นเปลืองจึงเลือกใช้ฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 75 mm. เมื่อได้ขนาดฉนวนแล้วก็นำไปคำนวณย้อนกลับในข้อมูลวันที่ 9-10 เมษายน 2553 ก็จะสามารถคาดคะเน $\eta_2 = 99.81$ เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อทำการติดตั้งและวิเคราะห์ข้อมูลการควบคุมกระบวนการอบแห้งขั้นพื้นฐาน (pre-drying) ในวันที่ 3,4,5,15 ตุลาคม 2553 พบว่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยของเตาเผาชีวมวล (Furnace) เท่ากับ 72.40 % ประสิทธิภาพเฉลี่ยของการส่งผ่านความร้อนที่เตาเผาเก่า (Old burner) เท่ากับ 99.77 % และประสิทธิภาพทางความร้อนของช่วงการอบแห้ง (Drying process) เท่ากับ 65.91 % คิดเป็นประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) เท่ากับ 47.61 % โดยมีภาพสมดุลพลังงานหลังหุ้มฉนวนและภาพการหุ้มฉนวนแสดงไว้ดังรูปที่ 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ

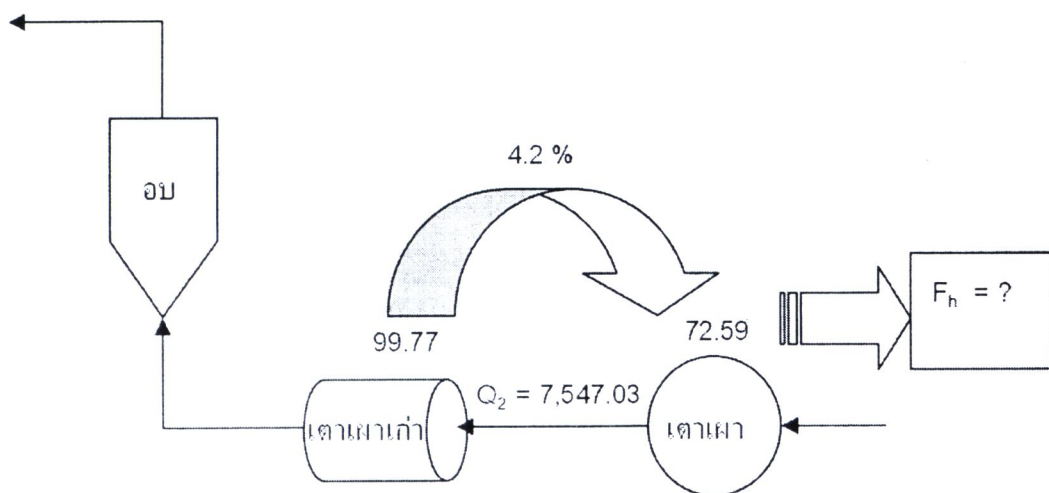


ภาพที่ 6.3 สมดุลพลังงานหลังหุ้มฉนวน



ภาพที่ 6.4 เตาเผาเก่าหลังการหุ้มฉนวน

การหาปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ประหยัดได้หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพ เทียบกับข้อมูลวันที่ 9 - 10 เมษายน 2553 สามารถหาได้จาก ประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนของเตาเผาเก่าหลังหุ้มฉนวนเพิ่ม $99.77 - 95.57 = 4.2\%$ สามารถคำนวณย้อนกลับ ได้ดังภาพที่ 6.5



ภาพที่ 6.5 การหาผลประหยัดเชื้อเพลิงฟอสซิลหลังการหุ้มฉนวน

เมื่อ $Q_2 = 7,547.03 \text{ MJ/h}$ ลดการสูญเสียความร้อน 4.2 % คิดเป็น 316.98 MJ/h

แต่เตามีประสิทธิภาพ 72.59 % ดังนั้นความร้อนเข้า จึงหาได้จาก

$$Q_1 = \frac{316.98 \times 100}{72.59} = 436.67 \text{ MJ/h}$$

ถ้าฝุ่นชานอ้อย 1 kg มีค่าความร้อนต่ำเท่ากับ 16.95 MJ/h คิดเป็นเชื้อเพลิงฝุ่นชานอ้อย

$$F_h = \frac{436.67}{16.95} = 25.76 \text{ kg/h}$$

เมื่อมีปริมาณเชื้อเพลิงฝุ่นชานอ้อยที่ใช้เฉลี่ย 613.38 kg/h จึงคิดเป็นปริมาณฝุ่นชานอ้อยที่ประหยัดได้

$$F_h = \left(\frac{25.76}{613.38} \right) \times 100 = 4.2 \%$$

คิดเป็นมูลค่าฝุ่นชานอ้อยที่ประหยัดได้ต่อปี เมื่อ 1 วันทำงาน 24 ชั่วโมง ทำงาน 300 วันใน 1 ปี จะได้

$$\text{Saving cost} = 25.76 \times 0.3 \times 300 \times 24 = 55,641.6 \text{ Bath/year}$$

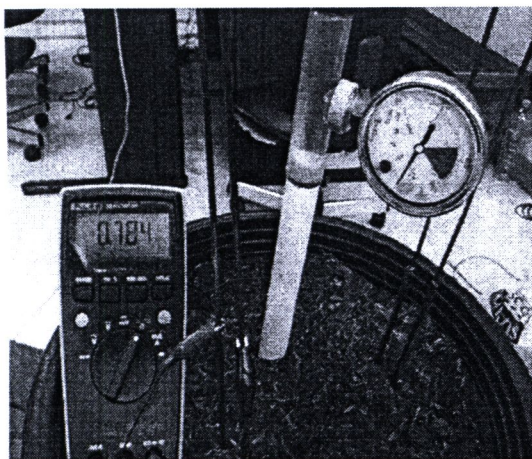
ประสิทธิภาพรวมของเตาอบแห้งขั้นต้น (Pre-dryer) จึงเพิ่มขึ้น 2 % จาก 45.61 % เป็น 47.61 % เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงวันที่ 9-10 เมษายน 2553 คิดเป็นปริมาณความร้อนที่ประหยัดได้เฉลี่ย 436.67 MJ/h หรือ 25.76 kg/h คิดเป็นร้อยละการประหยัดเชื้อเพลิง 4.20 % ของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 690.82 kg/h เมื่อราคาฝุ่นชานอ้อย 0.3 บาท/กิโลกรัม และเวลาการทำงาน 7,200 ชั่วโมง/ปี คิดเป็นมูลค่าประหยัด 55,641.6 บาท/ปี เมื่อต้นทุนในการหุ้มฉนวน 32,402 บาท คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน 0.58 ปี

6.4 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติในการปรับรอบความเร็วของระบบลำเลียงตามปริมาณ
ความชื้นของขานอ้อยก่อนอบ

จากการทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ส่งจากหัวโพรบวัดในห้องทดลอง พบว่า ค่าความชื้นที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความชื้นและอุณหภูมิห้องของไม้แบบเข็มเจาะค่าที่อ่านได้จากหัวโพรบวัดความชื้นมีค่าแตกต่างและไม่สัมพันธ์ อันน่าจะเนื่องมาจากการพรุน้ำของผู้ทดลองลงบนขานอ้อยไม่สม่ำเสมอและลักษณะของเครื่องมือวัดความชื้นแบบเข็มเจาะไม่เหมาะสมกับการวัดความชื้นขานอ้อยเพราะจำเป็นต้องเจาะลงไปให้เนื้อขานอ้อยที่มีลักษณะเป็นเส้นๆทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดขึ้นได้ ดังตารางผลการทดลองวงจรหัวโพรบวัดความชื้นเทียบกับเครื่องมือวัดความชื้นแบบเข็มเจาะที่ 6.3 และการวัดค่าความชื้นขานอ้อยในห้องทดลอง ไว้ดังภาพที่ 6.6

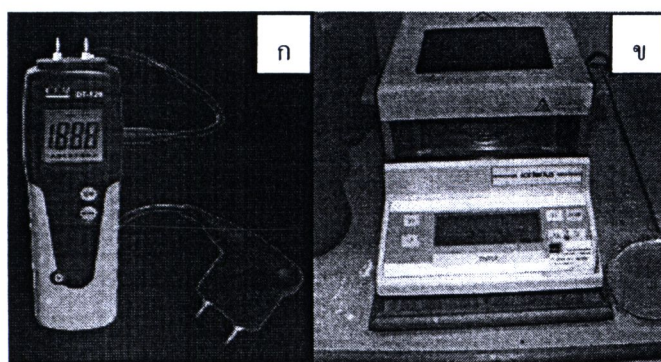
ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองวงจรหัวโพรบวัดความชื้นเทียบกับเครื่องมือวัดความชื้น โดยเครื่องมือวัดความชื้น
และอุณหภูมิของไม้แบบเข็มเจาะ

ตัวอย่าง ที่	นน.กากอ้อยก่อน พรมน้ำ	นน.กากอ้อยหลัง พรมน้ำ	ความชื้นจาก คำนวณ (%)	ความอ่านจาก มิเตอร์	ค่าที่อ่านจากหัว โพรบ
	546.05	657.92	20	38.1	3.62
		746.71	36.74	69.3	2.54
		832.2	52.4	89.1	1.46
	897.7	1116.35	24.35	88.4	3.92
		1312.76	46.23	89.1	2.16
		1499.3	67.01	87.6	1.78
	442.35	490.85	10.98	78	1.76
		514.95	16.41	70.5	0.97
		530.62	19.95	88.7	-
	247.1	263.54	6.65	19.6	3.68
		289.37	17.2	58.2	1.37
		300.2	21.48	88.8	-
	76.95	103.37	34.3	45.9	2.9
		120.27	56.29	89.3	1.42
		129.92	68.83	88.6	-

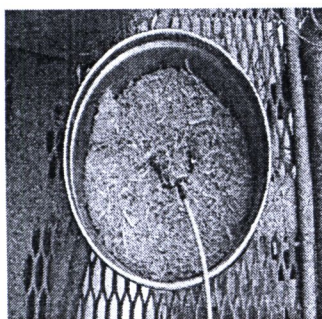


ภาพที่ 6.6 การวัดค่าความชื้นในห้องทดลอง

คังนั้นติดตั้งและวัดจริงที่โรงงานโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบอบวัดแทนเครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบเข็มเจาะ ได้ผลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าต่อความชื้น คังนี้



ภาพที่ 6.7 (ก) เครื่องวัดความชื้นไม้แบบเข็มเจาะและ
(ข) เครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบอบวัด

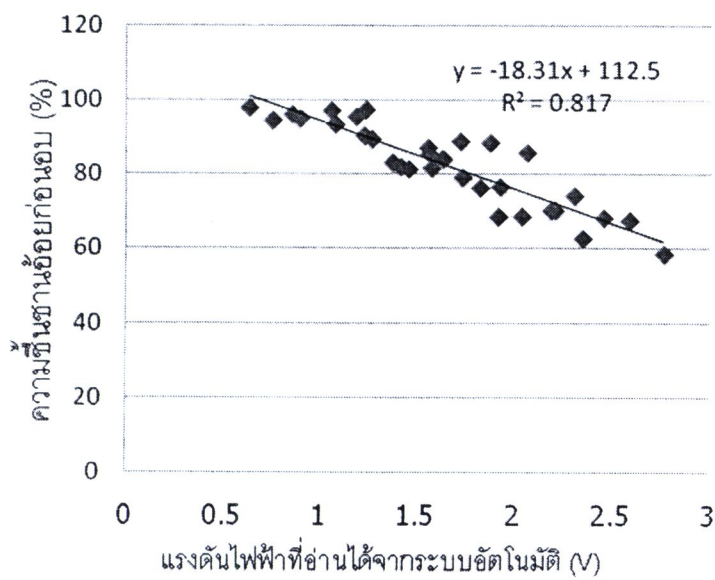


ภาพที่ 6.8 การวัดค่าความชื้นในการทดลองจริง

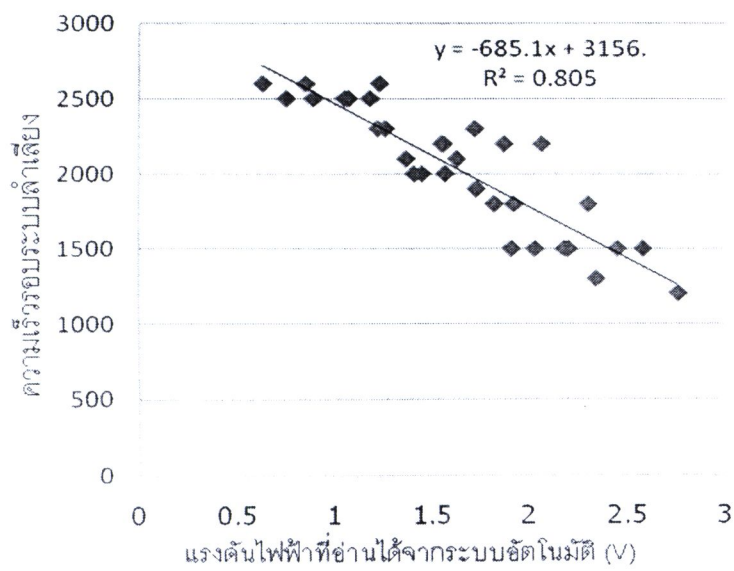
ตารางที่ 6.4 ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดวันที่ 3,4,5,15 ตุลาคม 2553 (ภาคผนวก-ง)

ความเร็วรอบระบบ ลำเลียง	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่หัวโพรบ วัดความชื้น (V)	เครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบอบของชานอ้อย	
		ความชื้นก่อนอบ	ความชื้นหลังอบ
2600	0.63	98	37.2
2500	0.75	94.6	42.3
2600	0.78	97.4	40.5
2600	0.85	96.2	43.8
2500	0.89	95.1	39.2
2500	1.05	97.2	38.9
2500	1.07	93.6	50.5
2500	1.18	95.6	48.1
2300	1.22	90.5	41.1
2300	1.26	89.7	40.7
2100	1.37	83.3	63.6
2000	1.41	82.1	50.4
2000	1.45	81.5	36.7
2200	1.55	87.3	48.1
2200	1.56	85.6	60.8
2000	1.57	81.8	53.5
2100	1.63	84.3	49.0
2300	1.72	89	48.0
1900	1.73	79.2	60.4
1800	1.82	76.4	41.2
2200	1.87	88.6	53.9
1500	1.91	68.7	53.2
1800	1.92	76.6	61.8
1500	2.03	68.9	40.7
2200	2.06	86	59.9
1500	2.18	70.5	55.0
1500	2.20	70.4	49.8
1800	2.30	74.3	33.9
1300	2.34	63	50.9
1500	2.45	68.5	45.3
1500	2.58	67.8	50.6
1200	2.76	58.8	50.7

จากตารางที่ 6.4 มาพล็อตกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากระบบอัตโนมัติกับความชื้นขานอ้อยก่อนอบและความเร็วรอบของระบบลำเลียง พบว่า ค่า R-Squared มีค่า 0.817 และ 0.805 ตามลำดับ ซึ่งค่า R-Squared นี้เป็นค่าสถิติที่แสดงถึงสัดส่วน หรือร้อยละของความผิดพลาด ที่แบบจำลองสามารถอธิบายได้จากสมการที่ประมาณการ ซึ่งค่า R-Squared ของการทดลองนี้มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือมีค่ามากกว่า 0.8 หมายความว่า สมการที่ประมาณได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด หรืออีกในหนึ่งคือ ระบบหัวโพรบและอุปกรณ์ต่อวัดความชื้นสามารถทำงานได้มีความน่าเชื่อถือ ดังภาพที่ 6.9 และ 6.10

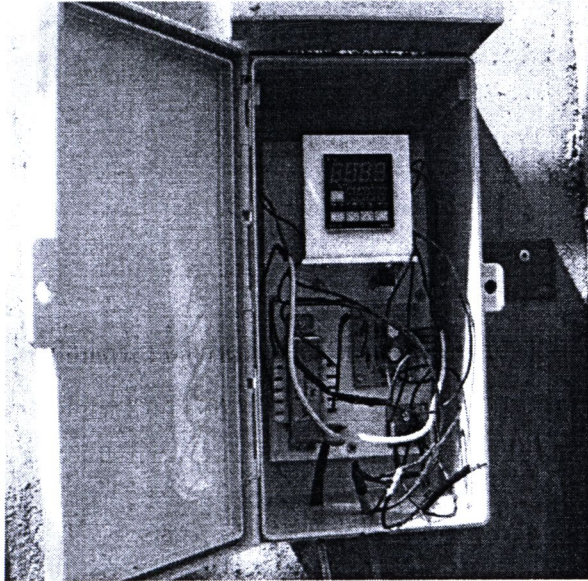


ภาพที่ 6.9 ความสัมพันธ์ของความชื้นขานอ้อยก่อนอบกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากระบบอัตโนมัติ

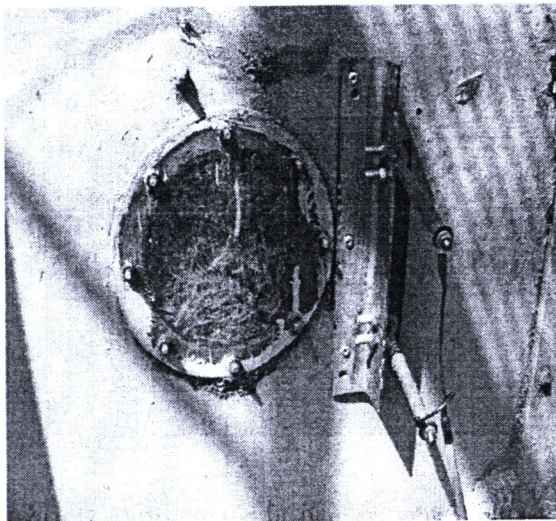


ภาพที่ที่ 6.10 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากระบบอัตโนมัติกับความเร็วรอบระบบลำเลียง

การติดตั้งอุปกรณ์ต่อเชื่อมเครื่องวัดความชื้นจะอยู่ที่บริเวณด้านข้างของถังเก็บขานอ้อยก่อนอบและมีสายไฟต่อเชื่อมไปยังอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Invertor) ของระบบลำเลียง ดังภาพที่ 6.11 และจุดที่สามารถทำการติดตั้งหัวโพรบวัดความชื้นของกากอ้อย คือ บริเวณข้างถังเก็บกากอ้อยก่อนเข้าสู่การอบเพราะมีความเร็วในการส่งกากอ้อยที่ช้าและใกล้กับอุปกรณ์ต่อเชื่อมเครื่องวัดความชื้น ดังภาพที่ 6.12



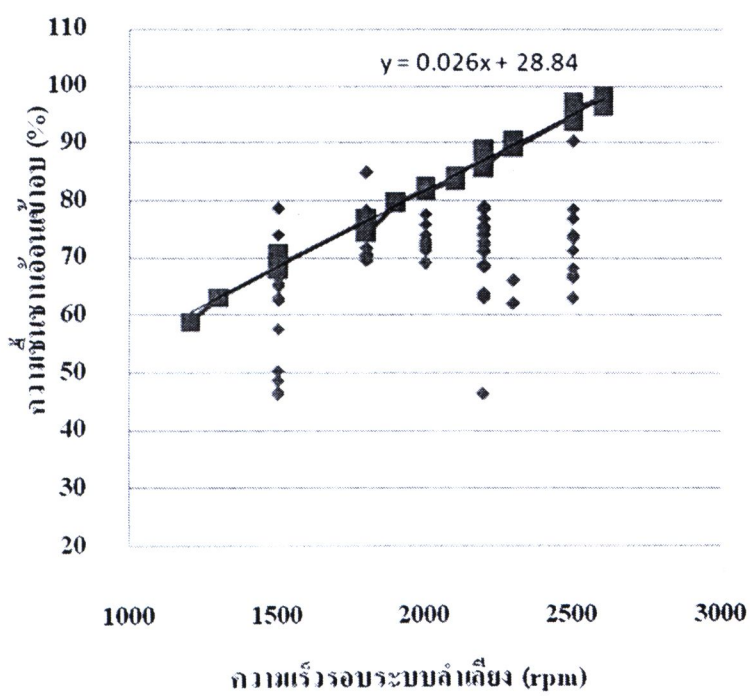
ภาพที่ 6.11 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ต่อเชื่อมเครื่องวัดความชื้น



ภาพที่ 6.12 ตำแหน่งติดตั้งหัวโพรบวัดความชื้นขานอ้อยก่อนอบ

จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลการควบคุมกระบวนการอบแห้งชานอ้อยขั้นต้น (Pre-drying) ในวันที่ 3,4,5,15 ตุลาคม 2553 พบว่า เมื่อดำเนินการทดสอบระบบอัตโนมัติที่ใช้ปรับความเร็วรอบของระบบลำเลียง (Y) กับความสัมพันธ์ของความชื้นชานอ้อยก่อนการอบแห้ง (X) ตามสมการ $y = 35.70x - 1005$ จะได้ผลการทดสอบ แสดงดังภาพที่ 6.13 และ 6.14

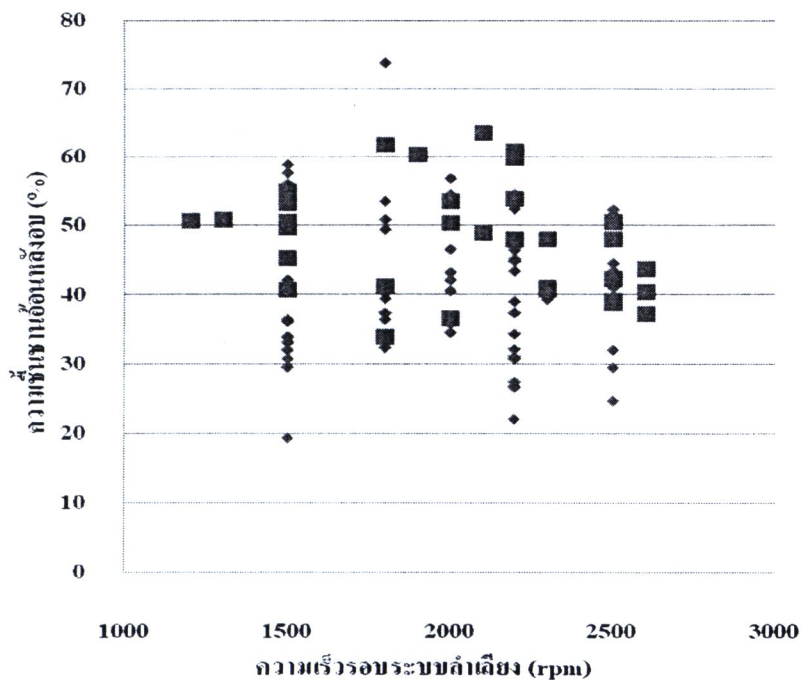
ภาพที่ 6.13 และ 6.14 เป็นรูปแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วรอบระบบลำเลียงกับความชื้นชานอ้อย โดยที่ จุดสีน้ำเงิน คือ ข้อมูลความเร็วรอบของระบบลำเลียงที่ใช้ในการอบก่อนการปรับปรุง และจุดสีแดง คือ ข้อมูลความเร็วรอบของระบบลำเลียงที่ใช้ในการอบหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 6.13 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความเร็วรอบระบบลำเลียงกับความชื้นชานอ้อยเข้าอบก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 6.13 จะเห็นได้ว่าหากปรับความเร็วรอบของระบบลำเลียงให้เหมาะสมกับความชื้นของชานอ้อยก่อนการอบแห้ง ตามความสัมพันธ์ $y = 35.70x - 1005$ จะสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงได้ ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 5.1.2 แล้ว และเมื่อพิจารณาความชื้นหลังอบ ณ. ความเร็วรอบต่างๆ จะพบว่ามีค่าความชื้นของชานอ้อยผ่านการอบแล้วจะมีค่าอยู่ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดไว้ที่ 50 %

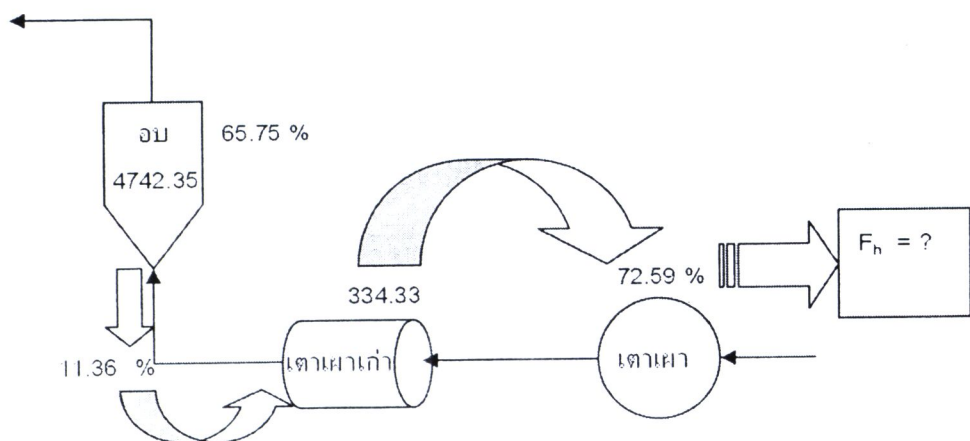
เมื่อนำสมการความสัมพันธ์ความเร็วรอบระบบลำเลียงกับความชื้นชานอ้อยเข้าอบหลังการปรับปรุง จากภาพที่ 6.13 มีค่า $y = 0.026x + 28.84$ แต่เนื่องด้วยแปรของสมการ y คือ ความชื้นของชานอ้อยเข้าอบ, x คือ ความเร็วรอบของระบบลำเลียง นำมาจัดรูปใหม่จะได้สมการความสัมพันธ์ของความเร็วรอบระบบลำเลียงกับความชื้นชานอ้อยเข้าอบหลังการปรับปรุง คือ $y = 37.51x - 1065.4$ เมื่อ x คือ ความชื้นของชานอ้อยเข้าอบ, y คือ ความเร็วรอบของระบบลำเลียง



ภาพที่ 6.14 ความสัมพันธ์ของปริมาณเชื้อเพลิงกับความขึ้นชันของอ้อยเข้าอบ

จากภาพที่ 6.14 จะเห็นว่าการกระจายตัวของความขึ้นชันของอ้อยหลังอบส่วนใหญ่อยู่ในค่าความขึ้นระหว่าง $50 \pm 5\%$ ซึ่งมีช่วงแคบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับความขึ้นชันของอ้อยออกก่อนการปรับปรุงระบบที่มีค่าระหว่าง $20 - 70\%$

การหาปริมาณเชื้อเพลิงฟุ้งขึ้นชันอ้อยที่ประหยัดได้หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพ เทียบกับข้อมูลวันที่ 9 - 10 เมษายน 2553 สามารถหาได้จาก ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับความเร็วรอบระบบลำเลียงเท่ากับ $77.11 - 65.75 = 11.36\%$ สามารถคำนวณย้อนกลับได้ดังภาพที่ 6.15



ภาพที่ 6.15 การหาผลประหยัดเชื้อเพลิงฟุ้งขึ้นชันอ้อยหลังการปรับความเร็วรอบระบบลำเลียง

เมื่อ $Q_4 = 4,742.35 \text{ MJ/h}$ ลดการสูญเสียความร้อน 11.36% จึงหาความร้อนของไอเสียก่อนเข้าช่วงการอบแห้งขึ้นต้นได้จาก

$$Q_3 = \frac{4,742.35 \times 11.36}{65.75} = 819.36$$

ฉะนั้นความร้อนก่อนเข้าเตาเผาแก้จึงหาได้จาก

$$Q_2 = 819.36 + 334.33 = 1,153.69 \text{ kg} / h$$

ถ้าเตามีประสิทธิภาพ 72.59% คิดเป็นความร้อนเข้า จาก

$$Q_1 = \frac{1,153.69 \times 100}{72.59} = 1,589.32 \text{ MJ} / h$$

ถ้าฝุ่นชานอ้อย 1 kg มีค่าความร้อนต่ำเท่ากับ 16.95 MJ/h คิดเป็นเชื้อเพลิงฝุ่นชานอ้อย จาก

$$F_h = \frac{1,589.32}{16.95} = 93.77 \text{ kg} / h$$

เมื่อมีปริมาณเชื้อเพลิงฝุ่นชานอ้อยที่ใช้เฉลี่ย 613.38 kg/h จึงคิดเป็น

$$F_h = \left(\frac{93.77}{613.38} \right) \times 100 = 15.29\%$$

คิดเป็นมูลค่าฝุ่นชานอ้อยที่ประหยัดได้ต่อปี เมื่อ 1 วันทำงาน 24 ชั่วโมง ทำงาน 300 วันใน 1 ปี จะได้

$$\text{Saving cost} = 93.77 \times 0.3 \times 24 \times 300 = 202,543.2 \text{ Bath} / \text{year}$$

ดังนั้นประสิทธิภาพรวมของระบบหลังการปรับปรุงที่เพิ่มขึ้นจากการการพัฒนาระบบอัตโนมัติในการปรับความเร็วรอบของระบบลำเลียงฝุ่นชานอ้อย เท่ากับ 53.70 % ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 8.09 % จากประสิทธิภาพเดิม 45.61 % เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงวันที่ 9-10 เมษายน 2553 คิดเป็นปริมาณความร้อนที่ประหยัดได้เฉลี่ย 1,589.32 MJ/h หรือ 93.77 kg/h เมื่อราคาฝุ่นชานอ้อย 0.3 บาท/กิโลกรัม และเวลาการทำงาน 7,200 ชั่วโมง/ปี คิดเป็นมูลค่าประหยัด 202,543.2 บาท/ปี เมื่อต้นทุนในการพัฒนาระบบอัตโนมัติ 60,000 บาท คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน 0.3 ปี หากคิดมูลค่าฝุ่นชานอ้อยที่ประหยัดในแต่ละความเร็วรอบของระบบลำเลียงจะได้ดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 การหามูลค่าประสิทธิภาพของแต่ละความเร็วยกของระบบลำเลียงฝุ่นจากห้องหลังการปรับปรุงให้สัมพันธ์กับค่าความชื้นเข้าของขาน้อยก่อนอบ

ความเร็ว รอบระบบ ลำเลียง	ปริมาณฝุ่น ขาน้อย เข้าเตาเผา kg/h	ประสิทธิภาพ ของเตาเผา (%)	ประสิทธิภาพ ช่วงการ อบแห้งที่ เพิ่มขึ้น %	ความร้อนที่ใช้ ในการระเหย น้ำออกจาก ขาน้อยเฉลี่ย (MJ/hr)	ความร้อน เข้าช่วง ของการ อบที่ ประหยัด ได้ (MJ/hr)	ความ ร้อน สูญเสียที่ เตาเผา ถ่ายเท (MJ/h)	ปริมาณความร้อน เข้าที่เหมาะสม สำหรับการอบ (MJ/h)	ปริมาณ ความ ร้อนเข้า เตาเผา (MJ/h)	ค่า ความ ร้อนค่า MJ/kg	ปริมาณ เชื้อเพลิง ที่ ประหยัด ได้ (kg/h)	มูลค่า เชื้อเพลิงที่ ประหยัดได้ (บาท/year)
		η_1	η_3	Q_4	Q_3	Q_L	$Q_2 = Q_L + Q_3$	Q_1	H_L		
1200	421.31	72.59	11.36	3610.81	623.86	350.58	974.44	1342.39	16.95	79.20	159657.28
1300	458.48	72.59	11.36	4043.55	698.63	350.58	1049.21	1445.39	16.95	85.27	171907.43
1500	520.44	72.59	11.36	4865.97	840.72	350.58	1191.30	1641.14	16.95	96.82	195189.07
1800	619.57	72.59	11.36	6403.00	1106.28	350.58	1456.86	2006.98	16.95	118.40	238700.10
1900	656.75	72.59	11.36	4583.06	791.84	350.58	1142.42	1573.80	16.95	92.85	187180.40
2000	681.53	72.59	11.36	6830.05	1180.07	350.58	1530.65	2108.62	16.95	124.40	250788.98
2100	718.70	72.59	11.36	5639.91	974.44	350.58	1325.02	1825.35	16.95	107.69	217097.95
2200	743.49	72.59	11.36	5942.72	1026.76	350.58	1377.34	1897.42	16.95	111.94	225670.05
2300	780.66	72.59	11.36	7320.27	1264.77	350.58	1615.35	2225.30	16.95	131.28	264666.59
2500	842.62	72.59	11.36	8034.12	1388.10	350.58	1738.68	2395.21	16.95	141.31	284874.39
2600	879.79	72.59	11.36	8570.10	1480.70	350.58	1831.28	2522.78	16.95	148.83	300047.19