รายการอ้างอิง

1. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. รายงานการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัยอ้อย พ.ศ. 2518-2522. กองวิเคราะห์โครงการและประเมินผล, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2523.

2. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล. อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2522.

3. จันทนา จันทโร, ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การศึกษาความเป็นไปได้โครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

4. คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี. การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยระบบความร้อนร่วมในโรงงานอุตสาหกรรม. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2538.

5. ประกฤติ รันทกิจ. การตัดสินใจเชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายโดยโรงงานน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

6. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก. (เฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนอกรูปแบบ กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้เป็นเชื้อเพลิง และระบบ COGENERATION).. 2535.

7. วิศิษฐ์ ลิ้มสุวรรณ, กิตติ อินทรานนท์, ธนากร เกียรติบรรลือ. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (ฉบับพัฒนา). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

8. Kaplan, Seymour. Energy Economics. New York : McGraw-Hill, 1983.

9. Payne, John Howard. Cogeneration in the cane sugar industry. Amsterdam : Elsevier, 1991.

10. Chen, James C. P.; Chou, Chung-Chi. Chen-Chou Cane Sugar Handbook Volume I. New York : John Wiley & Sons, 1993.

11. Kinoshita, C.M. Bioresource Technology. "Cogeneration in the Hawaiian sugar industry." 1991:231-237.

12. Wibulswas, Prida; Tamnanthong, Niwat. RERIC International Energy Journal "Thermal energy analysis in a sugar mill." Dec, 1988:11-22.

13. Therdyothin, Apichit. Assessment of Cogeneration Potential of Thailand's Sugar Mills. Doctorial Dissertation, Asian Institute of Technology, 1992.

14. Maranhao, L.E.O. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol "Individual Bagasse Drying System." Vol. 17(3), 1983:2000-2011.

15. Pilgrim, A.C., and D.R. McGaw. Factory Engineering "Bagasse Drying with Flue Gas." 1995:766-778.

16. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล. รายงานผลวิเคราะห์การผลิตของโรงงานน้ำตาลฤดูการผลิตปี 2540/41. กระทรวงอุตสาหกรรม, 2541.

17. ฝ่ายเทคโนโลยีและประสานการควบคุม สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล. รายงานประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลทราย ฤดูการผลิตปี 2541/42. สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2542.

18. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. เกร็ดความรู้ทางวิศวกรรมเคมี. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (ม.ป.ป.)

19. ศุภกิจ ศรีวัฒรางกูร. การศึกษาการปรับปรุงการผลิตไอน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้าในโรงงานน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

20. กรมส่งเสริมการส่งออก. รายงานการศึกษาอุปทานสินค้าวัสดุก่อสร้าง. กองแนะนำการค้า กรมส่งเสริมการส่งออก, 2534.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โรงงานน้ำตาลที่เข้าไปศึกษา คัดเลือกจากหลักเกณฑ์ดังนี้

1. โรงงานอยู่ในพื้นที่ต่างๆ กัน
2. โรงงานหลายขนาด โดยแบ่งเป็น
   2.1 ขนาดใหญ่ กำลังการผลิตตั้งแต่ 18,000 ตันต่อวันขึ้นไป
   2.2 ขนาดกลาง กำลังการผลิตอยู่ระหว่าง 10,000 ถึง 18,000 ตันต่อวัน
   2.3 ขนาดเล็ก กำลังการผลิตต่ำกว่า 10,000 ตันต่อวัน

เมื่อพิจารณาจากโรงงานน้ำตาลทั้ง 46 โรงงาน จึงได้โรงงานที่คัดเลือกมา 6 โรงงาน ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานทั้ง 6 โรงงานมีดังนี้

ชื่อโรงงาน	โรงงาน ก	
ที่ตั้งโรงงาน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
ประเภทน้ำตาลที่ผลิต	1. น้ำตาลทรายดิบ	
	2. น้ำตาลทรายขาว	
	3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	
กำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต	กำลังการหีบอ้อย	15,165 ตันอ้อยต่อวัน
กำลังการผลิตจริง (ปี 2539-2540)	หีบอ้อยสูงสุด	18,000 ตันอ้อยต่อวัน
	หีบอ้อยเฉลี่ย	11,122 ตันอ้อยต่อวัน
	ปริมาณรวมหีบอ้อย	1,657,303.53 ตัน
เชื้อเพลิง (ปี 2539-2540)	ชานอ้อย	470,617 ตัน
ไฟฟ้า	ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคช่วงการปิดหีบอ้อย	
	ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองช่วงเปิดหีบอ้อย	
ราคาชานอ้อย	250 บาทต่อตัน	
ต้นทุนพลังงาน	55.58 บาทต่อตันอ้อย	
	513.14 บาทต่อตันน้ำตาล	
จำนวนคนงาน	869 คน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	515 คน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	

เวลาทำงาน	24	ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)
	9	ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงปิดหีบอ้อย)
ชื่อโรงงาน	โรงงาน ข	
ที่ตั้งโรงงาน	ภาคเหนือ	
ประเภทน้ำตาลที่ผลิต	1. น้ำตาลทรายดิบ	
	2. น้ำตาลทรายขาว	
	3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	
กำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต	กำลังการหีบอ้อย	18,000 ตันอ้อยต่อวัน
กำลังการผลิตจริง (ปี 2539-2540)	หีบอ้อยสูงสุด	17,255 ตันอ้อยต่อวัน
	หีบอ้อยเฉลี่ย	11,800 ตันอ้อยต่อวัน
	ปริมาณรวมหีบอ้อย	1,392,481.34 ตัน
เชื้อเพลิง (ปี 2539-2540)	ชานอ้อย	389,894.77 ตัน
ไฟฟ้า	ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคช่วงการปิดหีบอ้อย	
	ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองช่วงเปิดหีบอ้อย	
ราคาชานอ้อย	250 บาทต่อตัน	
ต้นทุนพลังงาน	53.58 บาทต่อตันอ้อย	
	523.72 บาทต่อตันน้ำตาล	
จำนวนคนงาน	795 คน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	509 คน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	9 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	
ชื่อโรงงาน	โรงงาน ค	
ที่ตั้งโรงงาน	ภาคตะวันออก	
ประเภทน้ำตาลที่ผลิต	1. น้ำตาลทรายดิบ	
	2. น้ำตาลทรายขาว	
	3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	
กำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต	กำลังการหีบอ้อย	6,479 ตันอ้อยต่อวัน
กำลังการผลิตจริง (ปี 2539-2540)	หีบอ้อยสูงสุด	7,500 ตันอ้อยต่อวัน
	หีบอ้อยเฉลี่ย	5,985 ตันอ้อยต่อวัน

	ปริมาณรวมหีบอ้อย	712,289.36 ตัน
เชื้อเพลิง (ปี 2539-2540)	ชานอ้อย	199,441.02 ตัน
ไฟฟ้า	ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคช่วงการปิดหีบอ้อย	
	ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองช่วงเปิดหีบอ้อย	
ราคาชานอ้อย	250 บาทต่อตัน	
ต้นทุนพลังงาน	55.11 บาทต่อตันอ้อย	
	551.16 บาทต่อตันน้ำตาล	
จำนวนคนงาน	520 คน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	260 คน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	9 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	

ชื่อโรงงาน	โรงงาน ง	
ที่ตั้งโรงงาน	ภาคตะวันตก	
ประเภทน้ำตาลที่ผลิต	1. น้ำตาลทรายดิบ	
	2. น้ำตาลทรายขาว	
	3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	
กำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต	กำลังการหีบอ้อย	9,131 ตันอ้อยต่อวัน
กำลังการผลิตจริง (ปี 2539-2540)	หีบอ้อยสูงสุด	13,500 ตันอ้อยต่อวัน
	หีบอ้อยเฉลี่ย	8,691 ตันอ้อยต่อวัน
	ปริมาณรวมหีบอ้อย	1,034,251.84 ตัน
เชื้อเพลิง (ปี 2539-2540)	ชานอ้อย	289,590 ตัน
ไฟฟ้า	ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคช่วงการปิดหีบอ้อย	
	ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองช่วงเปิดหีบอ้อย	
ราคาชานอ้อย	250 บาทต่อตัน	
ต้นทุนพลังงาน	70.64 บาทต่อตันอ้อย	
	646.77 บาทต่อตันน้ำตาล	
จำนวนคนงาน	800 คน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	336 คน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	9 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	

ชื่อโรงงาน	โรงงาน จ	
ที่ตั้งโรงงาน	ภาคกลาง	
ประเภทน้ำตาลที่ผลิต	1. น้ำตาลทรายดิบ	
	2. น้ำตาลทรายขาว	
	3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	
กำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต	กำลังการหีบอ้อย	11,990 ตันอ้อยต่อวัน
กำลังการผลิตจริง (ปี 2539-2540)	หีบอ้อยสูงสุด	15,000 ตันอ้อยต่อวัน
	หีบอ้อยเฉลี่ย	9,635 ตันอ้อยต่อวัน
	ปริมาณรวมหีบอ้อย	1,300,733.56 ตัน
เชื้อเพลิง (ปี 2539-2540)	ชานอ้อย	364,216.6 ตัน
ไฟฟ้า	ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคช่วงการปิดหีบอ้อย	
	ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองช่วงเปิดหีบอ้อย	
ราคาชานอ้อย	250 บาทต่อตัน	
ต้นทุนพลังงาน	61.80 บาทต่อตันอ้อย	
	512.58 บาทต่อตันน้ำตาล	
จำนวนคนงาน	1,056 คน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	333 คน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)	
	9 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงปิดหีบอ้อย)	

ชื่อโรงงาน	โรงงาน ฉ	
ที่ตั้งโรงงาน	ภาคกลาง	
ประเภทน้ำตาลที่ผลิต	1. น้ำตาลทรายดิบ	
	2. น้ำตาลทรายขาว	
	3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	
กำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต	กำลังการหีบอ้อย	40,000 ตันอ้อยต่อวัน
กำลังการผลิตจริง (ปี 2539-2540)	หีบอ้อยสูงสุด	45,260 ตันอ้อยต่อวัน
	หีบอ้อยเฉลี่ย	28,015 ตันอ้อยต่อวัน
	ปริมาณรวมหีบอ้อย	3,978,258.15 ตัน
เชื้อเพลิง (ปี 2539-2540)	ชานอ้อย	1,113,912.36 ตัน

ไฟฟ้า	ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคช่วงการปิดหีบอ้อย
	ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองช่วงเปิดหีบอ้อย
ราคาซานอ้อย	250 บาทต่อตัน
จำนวนคนงาน	1,778 คน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)
	1,315 คน (ช่วงปิดหีบอ้อย)
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเปิดหีบอ้อย)
	9 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงปิดหีบอ้อย)

สำหรับข้อมูลของหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และ กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า แสดงดังตาราง ก 1 ถึง ก 6 โดยที่ ตาราง ก 1 คือ ข้อมูลของโรงงาน ก จนถึง ตาราง ก 6 คือตารางข้อมูลของโรงงาน ฉ

ตาราง ก 1 แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ก

หม้อไอน้ำ				พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง		กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า		
หม้อไอน้ำ	กำลังการผลิต T/h	ความดัน kg/cm^2	อุณหภูมิ ^oC	กำลัง kW	จำนวน (ตัว)	แบบที่	กำลังการผลิต kW	จำนวน (ตัว)
1	55	20	360	200	1	1	2,500	1
2	55	20	360	200	1	2	2,500	1
3	55	20	360	200	1	3	12,000	1
4	55	20	360	200	1	4	10,000	1
5	250	30	380	1100	1			

ตาราง ก 2 แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ข

หม้อไอน้ำ				พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง		กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า		
หม้อไอน้ำ	กำลังการผลิต T/h	ความดัน kg/cm^2	อุณหภูมิ ^oC	กำลัง kW	จำนวน (ตัว)	แบบที่	กำลังการผลิต kW	จำนวน (ตัว)
1	72	24	350	270	1	1	3,200	1
2	72	24	350	300	1	2	3,355	3
3	60	24	350	300	1	3	3,100	1
4	60	24	350	300	1			
5	80	24	350	350	1			

ตาราง ก 3 แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ค

หม้อไอน้ำ				พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง		กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า		
หม้อไอน้ำ	กำลังการผลิต T/h	ความดัน kg/cm^2	อุณหภูมิ ^oC	กำลัง kW	จำนวน (ตัว)	แบบที่	กำลังการผลิต kW	จำนวน (ตัว)
1	10	7	250	37.28	1	1	2,500	1
2	20	15	320	160.304	1	2	3,000	1
3	30	15	320	160.304	1	3	4,500	1
4	80	25	320	350	1			

ตาราง ก 4 แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ง

หม้อไอน้ำ				พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง		กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า		
หม้อไอน้ำ	กำลังการผลิต T/h	ความดัน kg/cm^2	อุณหภูมิ ^oC	กำลัง kW	จำนวน (ตัว)	แบบที่	กำลังการผลิต kW	จำนวน (ตัว)
1	60	25	360	300	1	1	4,000	1
2	120	25	360	633.76	1	2	6,000	3
3	80	25	360	372.8	1			
4	80	25	360	372.8	1			

ตาราง ก 5 แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน จ

หม้อไอน้ำ				พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง		กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า		
หม้อไอน้ำ	กำลังการผลิต T/h	ความดัน kg/cm^2	อุณหภูมิ ^oC	กำลัง kW	จำนวน (ตัว)	แบบที่	กำลังการผลิต kW	จำนวน (ตัว)
1	120	20	350	521.92	1	1	5,000	1
2	120	20	350	671.04	1	2	2,500	1
3	60	20	350	300	1	3	2,500	1
4	60	20	350	300	1	4	2,500	1
5	120	20	350	700	1	5	5,000	1
						6	2,500	1

ตาราง ก 6 แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ฉ

หม้อไอน้ำ				พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง		กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า		
หม้อไอน้ำ	กำลังการผลิต T/h	ความดัน kg/cm^2	อุณหภูมิ ^oC	กำลัง kW	จำนวน (ตัว)	แบบที่	กำลังการผลิต kW	จำนวน (ตัว)
1	200	20	350	1,500	1	1	20,000	2
2	80	20	350	300	1	2	10,000	1
3	60	20	350	238.592	1			
4	200	20	350	1,500	1			
5	200	20	350	1,500	1			
6	200	20	350	1,500	1			
7	300	20	350	1,500	1			

ภาคผนวก ข

ในภาคผนวก ข จะแสดงข้อมูลที่เก็บมาแล้วคำนวณเป็นปริมาณชานอ้อยที่ใช้ ตามค่าที่แสดงในบทที่ 3 ซึ่งค่าที่แสดงในบทที่ 3 เป็นค่าเฉลี่ยจากการคำนวณทั้งหมด

สำหรับประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ} = \frac{\text{ค่าความร้อนของชานอ้อย - ความสูญเสียรวม}}{\text{ค่าความร้อนของชานอ้อย}}$$

จะได้ค่าดังตาราง ข 1 ถึง ข 6 เรียงตามลำดับของโรงงาน

ตารางที่ ข 1 *แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ก*

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 1	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	146,475.00	80,175.00	65,143.20	94,979.00	104,750.80	105,245.40	119,221.80	95,749.50	104,260.60	158,084.80
@620%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	36.42	20.34	16.69	23.93	26.30	26.42	29.81	24.12	26.18	39.24
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	54.00	30.00	24.00	34.00	38.00	39.00	43.00	35.00	38.00	58.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	47.17	47.16	47.15	47.16	47.16	47.16	47.17	47.16	47.16	47.17
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.48	1.48	1.44	1.42	1.44	1.48	1.44	1.45	1.45	1.48
Boiler 2	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	162,279.50	103,975.60	62,520.90	109,312.00	127,756.80	121,211.20	138,643.50	108,131.40	128,009.20	145,622.80
@350%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	31.51	20.46	12.60	21.47	24.96	23.72	27.03	21.24	25.01	28.35
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	59.00	38.00	23.00	40.00	48.00	44.00	51.00	39.00	47.00	53.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	60.36	60.35	60.34	60.35	60.35	60.35	60.36	60.35	60.35	60.36
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.87	1.86	1.83	1.86	1.92	1.85	1.89	1.84	1.88	1.87
Boiler 3	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	102,277.50	60,637.20	56,832.60	59,264.10	76,221.00	79,533.60	85,842.90	81,266.50	75,069.40	115,480.80
@520%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	21.68	13.15	12.37	12.87	16.34	17.02	18.31	17.38	16.11	24.38
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	39.00	23.00	22.00	23.00	30.00	31.00	33.00	31.00	29.00	43.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	55.88	55.86	55.86	55.86	55.87	55.87	55.87	55.87	55.87	55.88
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.80	1.75	1.78	1.79	1.84	1.82	1.80	1.78	1.80	1.76

ตารางที่ ข 1 (ต่อ) แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ก

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 4	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	176,979.00	96,606.00	64,399.20	118,078.40	131,614.00	128,808.00	150,612.00	123,712.40	131,501.30	150,281.60
@380%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	33.72	18.72	12.71	22.73	25.26	24.73	28.80	23.78	25.23	28.74
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	66.00	36.00	24.00	44.00	49.00	48.00	56.00	46.00	49.00	56.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	61.32	61.31	61.30	61.32	61.32	61.32	61.32	61.32	61.32	61.32
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.96	1.92	1.89	1.94	1.94	1.94	1.94	1.93	1.94	1.95
Boiler 5	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	627,762.00	629,085.90	541,399.40	609,817.60	568,235.70	736,145.70	639,020.80	465,000.30	678,429.50	635,192.80
@161%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	101.52	101.73	87.86	98.68	92.10	118.67	103.30	75.77	109.54	102.70
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	230.00	229.00	199.00	224.00	207.00	267.00	232.00	171.00	245.00	232.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	72.32	72.32	72.32	72.32	72.32	72.32	72.32	72.32	72.32	72.32
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.27	2.25	2.27	2.27	2.25	2.25	2.25	2.26	2.24	2.26
รวม 5 Boiler	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	224.85	174.40	142.23	179.68	184.97	210.57	207.26	162.29	202.07	223.41

ตารางที่ ข 2 แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ข

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 1	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	187,429.77	186,813.51	162,970.55	189,210.55	182,714.52	154,826.88	180,498.12	170,534.88	188,340.00	178,542.33
@210%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	37.03	36.91	32.30	37.37	36.11	30.72	35.69	33.76	37.20	35.31
MC=52%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	74.70	74.10	65.50	75.50	73.20	62.40	72.60	68.40	75.00	71.30
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	65.21	65.21	65.21	65.21	65.21	65.21	65.21	65.21	65.21	65.21
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.02	2.01	2.03	2.02	2.03	2.03	2.03	2.03	2.02	2.02
Boiler 2	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	203,513.31	176,573.43	177,027.73	162,590.04	166,646.55	171,017.61	162,232.89	165,318.27	191,897.91	178,384.71
@213%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	37.48	32.61	32.69	30.08	30.81	31.60	30.02	30.57	35.38	32.94
MC=52%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	75.30	64.90	64.90	61.20	61.50	63.30	60.70	61.10	70.30	65.90
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	69.73	69.73	69.73	69.73	69.73	69.73	69.73	69.73	69.73	69.73
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.01	1.99	1.99	2.03	2.00	2.00	2.02	2.00	1.99	2.00
Boiler 3	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	140,602.27	134,935.00	133,668.15	145,071.70	138,972.75	130,865.22	124,672.01	130,289.25	148,047.90	136,554.22
@214%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	27.94	26.84	26.59	28.81	27.62	26.05	24.85	25.94	29.39	27.16
MC=52%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	52.10	50.00	49.70	53.80	51.50	48.60	46.30	48.30	54.60	50.60
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	64.90	64.90	64.90	64.90	64.90	64.90	64.90	64.90	64.90	64.90
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.86	1.86	1.87	1.87	1.86	1.87	1.86	1.86	1.86	1.86

ตารางที่ ข 2 (ต่อ) แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ข

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 4	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	145,152.40	136,951.72	136,940.70	148,384.50	141,105.40	134,360.40	127,088.00	132,128.10	147,571.20	134,161.20
@307%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	33.07	31.25	31.25	33.79	32.17	30.67	29.05	30.17	33.61	30.63
MC=52%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	53.80	50.80	50.70	55.00	52.30	49.80	47.00	49.10	54.90	49.80
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	56.60	56.60	56.60	56.60	56.60	56.60	56.60	56.60	56.60	56.60
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.63	1.63	1.62	1.63	1.63	1.62	1.62	1.63	1.63	1.63
Boiler 5	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	234,688.95	251,158.35	197,574.01	232,387.74	217,396.08	225,740.67	215,200.16	216,689.10	225,192.09	219,592.00
@184%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	44.31	47.35	37.45	43.88	41.11	42.65	40.71	40.98	42.55	41.52
MC=52%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	85.50	91.50	71.90	84.60	79.20	82.30	78.40	79.00	82.10	80.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	68.17	68.17	68.17	68.17	68.17	68.17	68.17	68.17	68.17	68.17
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.93	1.93	1.92	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93
รวม 5 Boiler	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	179.83	174.96	160.27	173.94	167.84	161.70	160.31	161.43	178.13	167.54

ตารางที่ ข 3 แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ค

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 1	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	31,049.20	31,049.20	31,050.50	28,660.80	28,660.80	26,272.40	31,049.20	28,660.80	28,660.80	28,660.80
@193%Air	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	5.86	5.86	5.86	5.42	5.42	4.97	5.86	5.42	5.42	5.42
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	13.00	13.00	13.00	12.00	12.00	11.00	13.00	12.00	12.00	12.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.28	61.29	61.29	61.29	61.29
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.21	2.22	2.22	2.22	2.22
Boiler 2	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	60,062.20	59,994.00	57,288.00	54,560.00	54,582.00	57,332.10	57,288.00	57,376.20	57,311.10	51,871.90
@178%Air	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	11.09	11.07	10.58	10.09	10.09	10.59	10.58	10.60	10.59	9.60
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	22.00	22.00	21.00	20.00	20.00	21.00	21.00	21.00	21.00	19.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	62.76	62.76	62.76	62.76	62.76	62.76	62.76	62.76	62.76	62.76
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	1.98	1.99	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
Boiler 3	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	96,742.80	99,278.40	93,912.00	91,228.80	91,228.80	91,415.80	94,006.50	96,890.40	94,006.50	88,634.70
@172%Air	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	16.46	16.88	15.98	15.53	15.53	15.57	16.00	16.48	16.00	15.10
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	36.00	37.00	35.00	34.00	34.00	34.00	35.00	36.00	35.00	33.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	67.92	67.92	67.92	67.92	67.92	67.92	67.92	67.92	67.92	67.92
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.18	2.19	2.18	2.19	2.19

ตารางที่ ข 3 (ต่อ) แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ค

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 4	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	245,815.50	241,649.10	249,076.40	242,018.00	232,494.90	236,623.40	217,202.70	224,223.80	230,423.00	242,195.80
@201%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	41.74	41.04	42.28	41.11	39.52	40.21	36.98	38.15	39.18	41.14
MC=51%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	89.40	87.90	91.00	88.80	86.00	87.00	81.80	82.30	84.80	88.10
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	68.30	68.30	68.30	68.30	68.30	68.30	68.30	68.30	68.30	68.30
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.14	2.14	2.15	2.16	2.18	2.16	2.21	2.16	2.16	2.14
รวม 4 Boiler	ปริมาเณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	75.14	74.86	74.70	72.15	70.57	71.34	69.42	70.65	71.18	71.26

ตาราง ข 4 แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ง

หม้อไอน้ำ	ข้อมูล	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
Boiler 2 @284%Air MC=49%	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	50.75	54.56
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	97.50	105.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	61.35	61.35
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	1.92	1.92
Boiler 3 @290%Air MC=49%	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	35.17	36.48
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	70.50	73.20
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	64.10	64.10
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	2.00	2.01
Boiler 4 @380%Air MC=49%	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	38.59	31.68
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	76.50	62.50
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	63.21	63.21
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	1.98	1.97
รวม 3 Boiler	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	124.50	122.72

ตาราง ข 5 แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน จ

หม้อไอน้ำ	ข้อมูล	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
Boiler 1 @490%Air MC=49%	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	35.49	50.00	39.68
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	78.00	108.80	88.60
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	66.5176	65.3812	67.3739
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.19765	2.17619	2.23292
Boiler 2 @417%Air MC=49%	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	34.58	46.81	37.21
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	80.00	109.80	90.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	69.9111	70.4145	72.8908
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.31362	2.34587	2.41881
Boiler 4 @372%Air MC=49%	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	25.50	25.18	21.33
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	60.00	60.00	50.50
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	71.1956	72.0888	71.9771
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.35292	2.38243	2.36725
Boiler 5 @350%Air MC=49%	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	49.51	44.57	45.89
	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	119.20	107.10	112.50
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	72.1037	72.0967	73.4897
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	2.40762	2.40312	2.45161
รวม 4 Boiler	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	145.08	166.55	144.11

ตารางที่ ข 6 แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ฉ

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 1	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	424,756.80	407,205.00	380,212.00	355,769.80	411,746.80	483,216.60	400,839.60	444,468.40	499,004.40	475,265.00
@321%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	84.89	81.46	76.19	71.41	82.35	96.31	80.22	88.74	99.39	94.76
MC=53%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	156.00	150.00	140.00	131.00	151.00	178.00	147.00	163.00	183.00	175.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	64.05	64.05	64.05	64.05	64.05	64.05	64.05	64.05	64.05	64.05
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.84	1.84	1.84	1.83	1.83	1.85	1.83	1.84	1.84	1.85
Boiler 5	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	427,571.60	502,680.00	435,285.00	108,079.60	460,960.50	317,647.00	209,853.10	307,262.20	409,795.20	348,803.40
@363%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	90.73	106.36	92.34	24.26	97.68	67.86	45.44	65.70	87.04	74.35
MC=53%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	151.00	177.00	153.00	38.00	165.00	110.00	73.00	106.00	144.00	123.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	60.14	60.14	60.14	60.11	60.14	60.13	60.13	60.13	60.14	60.13
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.66	1.66	1.66	1.57	1.69	1.62	1.61	1.61	1.65	1.65
Boiler 6	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	403,746.20	473,860.80	576,479.40	106,696.40	351,640.80	449,847.40	335,496.70	306,050.40	294,715.20	399,124.80
@363%Air	ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	85.78	100.37	121.72	23.98	74.94	95.37	71.58	65.45	63.09	84.82
MC=53%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	143.00	168.00	203.00	38.00	126.00	163.00	121.00	108.00	104.00	144.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	60.14	60.14	60.14	60.11	60.13	60.14	60.13	60.13	60.13	60.14
	อัตราส่วนไอน้ำต่อขานอ้อย	1.67	1.67	1.67	1.58	1.68	1.71	1.69	1.65	1.65	1.70

ตารางที่ ข 6 (ต่อ) *แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ฉ*

หม้อไอน้ำ	เวลาที่วัด	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Boiler 7	พลังงานที่นำไปใช้ (MJ/hr)	484,452.50	655,079.50	566,895.60	622,748.40	588,943.20	448,803.60	441,358.40	576,710.00	539,141.40	702,030.60
@458%Air	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	108.73	145.99	126.73	138.93	131.55	100.94	99.32	128.88	120.67	156.24
MC=53%	ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (T/hr)	175.00	233.00	204.00	219.00	211.00	161.00	157.00	202.00	189.00	249.00
	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)	57.29	57.30	57.30	57.30	57.30	57.29	57.29	57.30	57.29	57.30
	อัตราส่วนไอน้ำต่อชานอ้อย	1.61	1.60	1.61	1.58	1.60	1.59	1.58	1.57	1.57	1.59
รวม 4 Boiler	ปริมาณชานอ้อยที่ใช้ (T/hr)	370.46	440.37	383.08	322.77	400.05	266.63	226.48	300.63	371.83	396.98

ภาคผนวก ค

เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. พัดลม เพื่อดูดก๊าซร้อนทิ้งมาอบแห้งชานอ้อย
2. ท่อลำเลียง เพื่อให้ก๊าซร้อนทิ้งเคลื่อนที่ไปพร้อมกับชานอ้อยขณะอบแห้ง
3. ส่วนดักชานอ้อย เพื่อแยกระหว่างชานอ้อยและก๊าซร้อนทิ้ง

ในการคำนวณการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม จะกำหนดปัจจัยต่างๆ โดยยึดหม้อไอน้ำ 5 ของโรงงาน ก เป็นตัวอย่าง ดังนี้

1. ความชื้นชานอ้อยเริ่มต้นเป็น 50% และ หลังจากอบแห้งเป็น 35%
2. อัตราการป้อนชานอ้อยเข้าเครื่องอบแห้งเป็น 97.82 ตันต่อชั่วโมง คิดเป็นน้ำหนักแห้ง 47,951 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
3. อุณหภูมิของก๊าซร้อนทิ้งเป็น 205^{o}C และอุณหภูมิที่ออกจากเครื่องอบแห้งเป็น 90^{o}C (เพื่อป้องกันน้ำในก๊าซกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิ 60-70^{o}C)
4. อุณหภูมิของชานอ้อยหลังจากหีบเท่ากับ 50^{o}C และค่าความจุความร้อนของชานอ้อยเท่ากับ 0.36 kcal/kg-dry mass ^{o}C หรือ เท่ากับ 1.5 kJ/kg-dry mass ^{o}C

จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

ก. ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการอบแห้ง

อัตราส่วนความชื้นก่อนและหลังการอบแห้งคือ w_1 = 0.5/0.5 = 1 และ w_2 = 0.35/0.65 = 0.54 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำที่ต้องกำจัดโดยการอบแห้งคือ

W = (47,951)(1-0.54) = 22,057.45 kg/hr

เนื่องจากความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำที่อุณหภูมิ 50 ^{o}C คือ 2,382.7 kJ/kg และความจุความร้อนของชานอ้อย = 1.5 kJ/kg-dry mass ^{o}C อุณหภูมิชานอ้อยเป็น 50 ^{o}C และอุณหภูมิบรรยากาศเป็น 35 ^{o}C จะได้ว่า ปริมาณความร้อนที่ใช้สำหรับอบแห้ง q เท่ากับ

q = [(22,057.45)(2,382.7)]+[(47,951)(1.5)(50-35)] = 56,177,786 kJ/hr

จากข้อมูลของโรงงาน ก ปริมาณก๊าซร้อนทิ้งที่ได้เท่ากับ 10.24 kg/kg-dry mass จะได้

ปริมาณความร้อนที่มี = (10.24)(47,951)(1.15)(205-90) = 64,937,162 kJ/hr

จากข้อมูลปริมาณความร้อนที่มีมากกว่าปริมาณความร้อนที่ใช้สำหรับอบแห้ง จึงถือว่าความร้อนที่มี เพียงพอต่อการอบแห้ง

ข. อัตราการไหลของลมร้อนและปริมาณความร้อนที่ต้องให้แก่ลมร้อน โดยกำหนดให้ความร้อนสูญเสียของลมร้อนผ่านผนังเป็น 15% จะได้

อัตราการไหลของก๊าซร้อนทิ้งที่ต้องใช้ = (53,635,186)*(1.15)/[(1.15)(205-90)]

= 466,393 kg/hr

ความชื้นของอากาศที่ระบายออก = 0.015 + (22,057.45/464,766) = 0.062

ค. ท่ออบแห้ง

ค่าเฉลี่ยเชิงล็อกการิทึมของผลต่างของอุณหภูมิระหว่างลมร้อนและวัสดุที่ทางเข้าของท่ออบแห้งเท่ากัน

$(\Delta t)_{lm}$ = [(205 - 35) - (90 - 50)]/ln[(205-35)/(90-50)] = 89.8 ^{o}C

ค่าสัมประสิทธิ์ถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตร = 4,185.85 kJ/hr ^{o}C m^3 จะได้

ปริมาตรของท่ออบแห้งที่ใช้ = (53,635,186)/(4,185.85)(89.8) = 142.62 m^3

อุณหภูมิเฉลี่ยในท่ออบแห้ง = (205 + 90)/2 = 147.5 ^{o}C

ความชื้นเฉลี่ยในท่ออบแห้ง = (0.015 + 0.062)/2 = 0.0385

อัตราการไหลเฉลี่ยของก๊าซร้อนทิ้งในท่อ = (466,393)[0.772+(1.24)(0.0385)] * [(273+147.5)/273] = 589,017.1 m3/hr = 164 m3/s

กำหนดให้ความเร็วเฉลี่ยของก๊าซร้อนทิ้งในท่อเป็น 25 m/s จะได้เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (d)

$\pi(d^2)(25)/4$ = 164

d = 2.887 m

ดังนั้นความยาวท่ออบแห้ง = 142.69/[$\pi(2.88^2)/4$] = 21.791 m

สรุปขนาดของท่ออบแห้ง คือ 288.7$\varnothing$ * 21,791L

ง. กำลังของพัดลมเป่าอากาศ กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องเป่าอากาศเท่ากับ 60% จะได้

ปริมาณอากาศทิ้งออก = (466,393)[0.772+(1.24)(0.062)][(273+90)/273]

= 526,658 m3/hr = 8,778 m3/min

กำลังของพัดลมเป่าอากาศ = $[(8,778)(0.059)(10^4)(0.0098)]/(60*0.6)$

= 1,409.8 kW = 1,890.5 Hp

จากการคำนวณดังกล่าวข้างต้นจะได้ผลขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าอากาศดังตาราง ค1 ถึง ค6

ตาราง ค 1 *แสดงขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่า ของเครื่องอบแห้งชานอ้อย ของโรงงาน ก*

หม้อไอน้ำ	อัตราการใช้ชานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	ความยาวท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	กำลังของพัดลมเป่า	
				kW	Hp
1	28.35	1,512	22,385	383.8	514.7
2	24.57	1,359	23,114	307.4	412.2
3	20.39	1,380	20,787	325.7	436.8
4	22.81	1,404	21,634	334.2	448.1
5	97.82	2,887	21,791	1,409.8	1,890.5

ตาราง ค 2 *แสดงขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่า ของเครื่องอบแห้งชานอ้อย ของโรงงาน ข*

หม้อไอน้ำ	อัตราการใช้ชานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	ความยาวท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	กำลังของพัดลมเป่า	
				kW	Hp
1	33.94	1,612	22,728	434.4	582.5
2	31.20	1,906	18,154	635.8	852.6
3	25.77	1,413	22,593	334.7	448.8
4	29.36	1,418	23,863	330.9	443.7
5	40.80	1,903	21,138	616.8	827.2

ตาราง ค 3 *แสดงขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่า ของเครื่องอบแห้งซานอ้อย ของโรงงาน ค*

หม้อไอน้ำ	อัตราการใช้ซานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	ความยาวท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	กำลังของพัดลมเป่า	
				kW	Hp
1	5.56	531	26,577	43.5	58.3
2	10.15	720	26,537	80.0	107.3
3	15.60	1,025	24,221	171.8	230.4
4	39.83	1,798	22,314	543.4	728.7

ตาราง ค 4 *แสดงขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่า ของเครื่องอบแห้งซานอ้อย ของโรงงาน ง*

หม้อไอน้ำ	อัตราการใช้ซานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	ความยาวท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	กำลังของพัดลมเป่า	
				kW	Hp
2	50.75	1,859	24,505	561.9	753.6
3	35.17	1,674	22,924	467.6	627.0
4	38.59	1,970	20,419	666.0	893.0

ตาราง ค 5 *แสดงขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่า ของเครื่องอบแห้งซานอ้อย ของโรงงาน จ*

หม้อไอน้ำ	อัตราการใช้ซานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	ความยาวท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	กำลังของพัดลมเป่า	
				kW	Hp
1	35.49	2,130	17,778	796.7	1,068.3
2	34.58	2,378	15,179	1,010.1	1,354.5
4	25.50	1,966	15,966	686.9	921.1
5	49.51	2,759	15,813	1,354.7	1,816.7

ตาราง ค 6 แสดงขนาดท่อ ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่า ของเครื่องอบแห้งชานอ้อย ของโรงงาน ฉ

หม้อไอน้ำ	อัตราการใช้ชานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	ความยาวท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	กำลังของพัดลมเป่า	
				kW	Hp
1	79.96	2,934	18,749	1,499.8	2,011.3
5	78.79	2,839	19,307	1,398.2	1,875.0
6	72.95	2,802	18,749	1,368.3	1,834.9
7	123.72	3,861	17,519	2,622.4	3,516.6

จากการสำรวจข้อมูลการก่อสร้างในการทำท่ออบแห้งดังกล่าว ต้องใช้โลหะแผ่นหนา 4 มิลลิเมตร นำมาเชื่อมเพื่อประกอบแนวเป็นท่ออบแห้งดังกล่าว พบว่าโลหะแผ่นความหนา 1 มิลลิเมตร หนัก 7.85 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ต้นทุนค่าเหล็กแผ่นเท่ากับ 16 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 10 บาทต่อกิโลกรัม ค่าโสหุ้ยการผลิต 15% ในที่นี้ประมาณ 4 บาท จากการคำนวณข้างต้น ค่าที่แสดงในตาราง ค 1 ถึง ค 6 จะจำแนกท่อที่ใช้อบแห้งตามอัตราการใช้ชานอ้อยโดยแบ่งเป็น 6 ระดับแสดงดังตาราง ค 7

ตาราง ค 7 แสดงต้นทุนท่ออบแห้งชานอ้อยจำแนกตามอัตราการใช้ชานอ้อย

แบบที่	อัตราการใช้ชานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	ขนาดของท่ออบแห้ง (มิลลิเมตร)	พื้นที่ผิว (ตารางเมตร)	ต้นทุนการผลิต (บาท)
1	น้อยกว่า 10	500∅*25000L	39.27	36,992.25
2	ระหว่าง 10 ถึง 20	1000∅*25000L	78.54	73,984.51
3	ระหว่าง 20 ถึง 35	1500∅*20000L	94.25	88,781.41
4	ระหว่าง 35 ถึง 50	2000∅*20000L	125.66	118,375.21
5	ระหว่าง 50 ถึง 100	3000∅*20000L	188.50	177,562.82
6	ระหว่าง 100 ถึง 130	4000∅*20000L	251.33	236,750.42

หลังจากชานอ้อยอบแห้งแล้วจะลอยผ่านความยาวท่อซึ่งตั้งเป็นแนวดิ่ง จะต้องแยกชานอ้อยออกจากก๊าซร้อนทิ้งที่มาอบแห้ง ทำได้โดยต่อท่อเป็นทางแยก 2 ทาง โดยให้ก๊าซซึ่งเบากว่า

ลอยขึ้นข้างบน ส่วนชานอ้อยจะตกลงทางด้านล่าง ความยาวประมาณ 20% ของท่ออบแห้ง จะได้ต้นทุนเครื่องอบแห้งโดยประมาณดังตาราง ค 8

ตาราง ค 8 *แสดงต้นทุนเครื่องอบแห้งชานอ้อยจำแนกตามอัตราการใช้ชานอ้อย*

แบบที่	อัตราการใช้ชานอ้อย (ตันต่อชั่วโมง)	ต้นทุนท่ออบแห้ง	ต้นทุนส่วนดักชานอ้อย	พัดลม	ต้นทุนรวม
1	น้อยกว่า 10	36,992.25	7,398.45	500,000	544,390.70
2	ระหว่าง 10 ถึง 20	73,984.51	14,796.90	1,000,000	1,088,781.41
3	ระหว่าง 20 ถึง 35	88,781.41	17,756.28	2,000,000	2,106,537.69
4	ระหว่าง 35 ถึง 50	118,375.21	23,675.04	4,000,000	4,142,050.25
5	ระหว่าง 50 ถึง 100	177,562.82	35,512.56	8,000,000	8,213,075.38
6	ระหว่าง 100 ถึง 130	236,750.42	47,350.08	15,000,000	15,284,100.50

ภาคผนวก ง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้มีนโยบายรับซื้อไฟฟ้าจากระบบพลังความร้อนร่วม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานซึ่งเป็นผลพลอยได้ในประเทศมาผลิตกระแสไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ลักษณะกระบวนการผลิตไฟฟ้าโดยใช้กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรหรืออุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากกากหรือเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรหรืออุตสาหกรรม ขยะมูลฝอย ไม้จากการปลูกป่าเป็นเชื้อเพลิง โดยที่สามารถใช้เชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเสริมได้ไม่เกิน 25% ของพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในรอบปีนั้นๆ

ผู้ที่ผลิตจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า ได้แก่
   - ค่าระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้าจากจุดเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าถึงแหล่งผลิต
   - ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบป้องกันไฟฟ้า มาตรวัดไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการส่วนที่เกิดเพิ่มขึ้นจากการรับซื้อไฟฟ้า
2. ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบอุปกรณ์
   - ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบอุปกรณ์การจ่ายไฟฟ้าของผู้ผลิตที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า
   - ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการที่เหมาะสมที่เกิดขึ้นเพิ่มจากปกติของการไฟฟ้า

สัญญารับซื้อไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Non-Firm จะไม่ได้รับค่าพลังไฟฟ้า อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า = 0.87 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยที่อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงเมื่อราคาน้ำมันเตาที่ กฟผ. ซื้อเปลี่ยนแปลงจากราคาฐาน (2.768 บาท/ลิตร) เกินกว่า 5 สตางค์ต่อลิตร ซึ่งปัจจุบันราคาเป็น 1.40 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

2. Firm อัตราค่าพลังไฟฟ้าจะเป็น

ระยะเวลาสัญญามากกว่า 5 ปีแต่ไม่เกิน 10 ปี = 164 บาท/กิโลวัตต์/เดือน

ระยะเวลาสัญญามากกว่า 10 ปีแต่ไม่เกิน 15 ปี = 204 บาท/กิโลวัตต์/เดือน

ระยะเวลาสัญญามากกว่า 15 ปีแต่ไม่เกิน 20 ปี = 227 บาท/กิโลวัตต์/เดือน

ระยะเวลาสัญญามากกว่า 20 ปีแต่ไม่เกิน 25 ปี = 302 บาท/กิโลวัตต์/เดือน

อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า = 0.85 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

เงื่อนไขประเภทสัญญา Firm คือ

- ต้องกำหนดพลังไฟฟ้าที่จะจ่ายให้การไฟฟ้า และการไฟฟ้าสามารถร้องขอได้
- อายุสัญญาตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป
- ต้องผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าในช่วงเดือนที่ระบบของการไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้าสูง คือ เดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน ตุลาคม
- มีชั่วโมงที่ผลิตไฟฟ้าขายรวมทั้งปีไม่น้อยกว่า 7,008 ชั่วโมง (ระบบพลังความร้อนร่วม) และ 4,672 ชั่วโมง (กาก หรือเศษวัสดุ)
- ในช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าต่ำ (21.30-08.00 น.) ต้องสามารถลดการจ่ายพลังไฟฟ้าลงให้เหลือไม่ต่ำกว่า 65% ของพลังไฟฟ้าตามสัญญา

อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่จำหน่ายให้การไฟฟ้าในรอบ 1 เดือนต่อผลคูณระหว่างพลังไฟฟ้าตามสัญญากับจำนวนชั่วโมงในรอบเดือนนั้นๆ มีค่าไม่น้อยกว่า 0.51 แต่ไม่เกิน 1.00

ประวัติผู้เขียน

นายอนันต์ จันทร์สคราญ เกิดวันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2517 ที่เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2538 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539