บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

หลังจากกระบวนการเก็บข้อมูลระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมในโรงงานน้ำตาลรวมผล ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลรวมผลในฤดูกาลผลิต 2546-2547 จากข้อมูลดังกล่าวใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้แบบจำลองดังที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 3

4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิค

ในการศึกษาระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม โดยจะพิจารณาหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ และหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด โดยหม้อไอน้ำทั้ง 2 ชนิดใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงซึ่งการวิเคราะห์เชิงเทคนิคของหม้อไอน้ำทั้ง 2 แบบจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบเมื่อใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้ข้อมูลจริงที่เก็บในโรงงานน้ำตาลรวมผลมาแทนในแบบจำลอง สำหรับผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคของการนำกากอ้อยมาใช้เป็นเชื้อเพลิง สามารถแบ่งผลการวิเคราะห์ได้เป็น 4 กรณีคือ

กรณีที่ 1 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.1

กรณีที่ 2 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.2

กรณีที่ 3 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.3

กรณีที่ 4 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและมีการลดความชื้นกากอ้อย ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 1 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

	อากาศส่วนเกิน						
ตัวแปร	0%	10%	20%	30%	40%	50%	หน่วย
อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง	7.15	7.86	8.58	9.29	10.01	10.72	
ความชื้นของกากอ้อย	50	50	50	50	50	50	%
ค่าความร้อนของกากอ้อย	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	kJ/kg
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	69.48	69.55	69.54	69.48	69.35	69.16	%
ค่าความร้อนที่สูญเสีย							
- q_{bs1}	12.67	14.21	15.80	17.44	19.12	20.85	%
- q_{bs2}	10.07	8.94	7.81	6.67	5.54	4.40	%
- q_{bs3}	6.10	5.62	5.17	4.73	4.31	3.91	%
- q_{bs4}	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	%
อัตราการป้อนกากอ้อย	22.18	22.15	22.16	22.18	22.22	22.28	ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

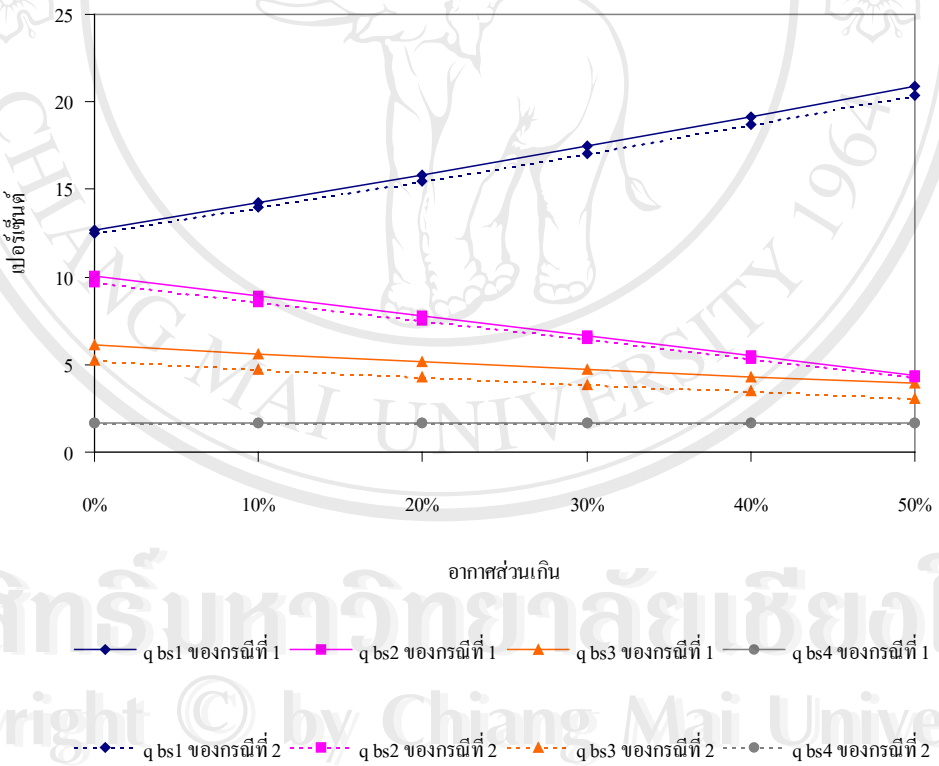
ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 2 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย

	อากาศส่วนเกิน						
ตัวแปร	0%	10%	20%	30%	40%	50%	หน่วย
อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง	7.15	7.86	8.58	9.29	10.01	10.72	
อุณหภูมิก๊าซไอเสีย	203.19	205.67	208.15	210.62	213.10	215.57	^{o}C
ความชื้นของกากอ้อย							
- ก่อนเข้าห้องอบ	50	50	50	50	50	50	%
- หลังผ่านห้องอบ	43.37	42.74	42.09	41.42	40.73	40.01	%
ค่าความร้อนของกากอ้อย							
- ก่อนเข้าห้องอบ	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	kJ/kg
- หลังผ่านห้องอบ	8,205.14	9,392.50	9,528.97	9,667.97	9,943.39	10,100.28	kJ/kg
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	70.90	71.02	71.00	70.92	70.78	70.63	%
ค่าความร้อนที่สูญเสีย							
- q_{bs1}	12.48	13.99	15.49	17.06	18.69	20.33	%
- q_{bs2}	9.73	8.58	7.54	6.47	5.37	4.26	%
- q_{bs3}	5.21	4.73	4.29	3.87	3.48	3.10	%
- q_{bs4}	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	%
อัตราการป้อนกากอ้อย	18.58	18.28	18.01	17.76	17.56	17.32	ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.1 และตาราง 4.2 พบว่าการเพิ่มปริมาณอากาศส่วนเกินทำให้ความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณอากาศส่วนเกินเมื่อเข้าไปในห้องเผาไหม้กากอ้อยจะไหลผ่านออกไปโดยไม่ทำปฏิกริยาเผาไหม้กับกากอ้อย อีกทั้งยังพัดนำเอาความร้อนออกจากห้องเผาไหม้ก่อนเวลาอันควร ในส่วนของความร้อนที่สูญเสียไปกับการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และความร้อนที่สูญเสียไปกับเถ้ามีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณอากาศส่วนเกิน เนื่องจากอากาศส่วนเกินจะไปช่วยให้ปฏิกริยาความร้อนของกากอ้อยกับออกซิเจนเกิดได้มากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนที่สูญเสียในแบบต่างๆระหว่างระบบที่ไม่มีการลดความชื้นของกากอ้อยกับระบบที่มีการลดความชื้นของกากอ้อย พบว่าค่าความร้อนที่สูญเสียไปกับการนำพาความร้อนแบบต่างๆซึ่งจะมีค่าคงที่ แต่ในส่วนของความร้อนที่สูญเสียในแบบอื่นๆมีค่าลดลง เนื่องจากการปริมาณน้ำในกากอ้อยลดลงจะทำให้ค่าความร้อนของกากอ้อยเพิ่มขึ้น เพราะความชื้นที่ลดลงทำให้ค่าความร้อนที่สูญเสียไปกับค่าความร้อนแฝงการระเหยเป็นไอน้ำในกากอ้อยมีค่าลดลง ทำให้ปฏิกริยาความร้อนต่างๆเกิดได้มากขึ้น ดังรูป 4.1



รูป 4.1 เปรียบเทียบความร้อนที่สูญเสียแบบต่างๆของหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 3 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

	อากาศส่วนเกิน				
ตัวแปร	5%	10%	15%	20%	หน่วย
อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง	6.39	6.70	7.01	7.31	
ความชื้นของกากอ้อย	50	50	50	50	%
ค่าความร้อนของกากอ้อย	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	kJ/kg
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	86.48	85.94	84.98	83.99	%
ค่าความร้อนที่สูญเสีย					
- q_{bf1}	0.58	0.61	0.65	1.10	%
- q_{bf2}	0.09	0.16	0.22	0.30	%
- q_{bf3}	10.72	11.16	12.02	12.48	%
- q_{bf4}	2.13	2.13	2.13	2.13	%
อัตราการป้อนกากอ้อย	17.72	17.83	18.03	18.24	ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

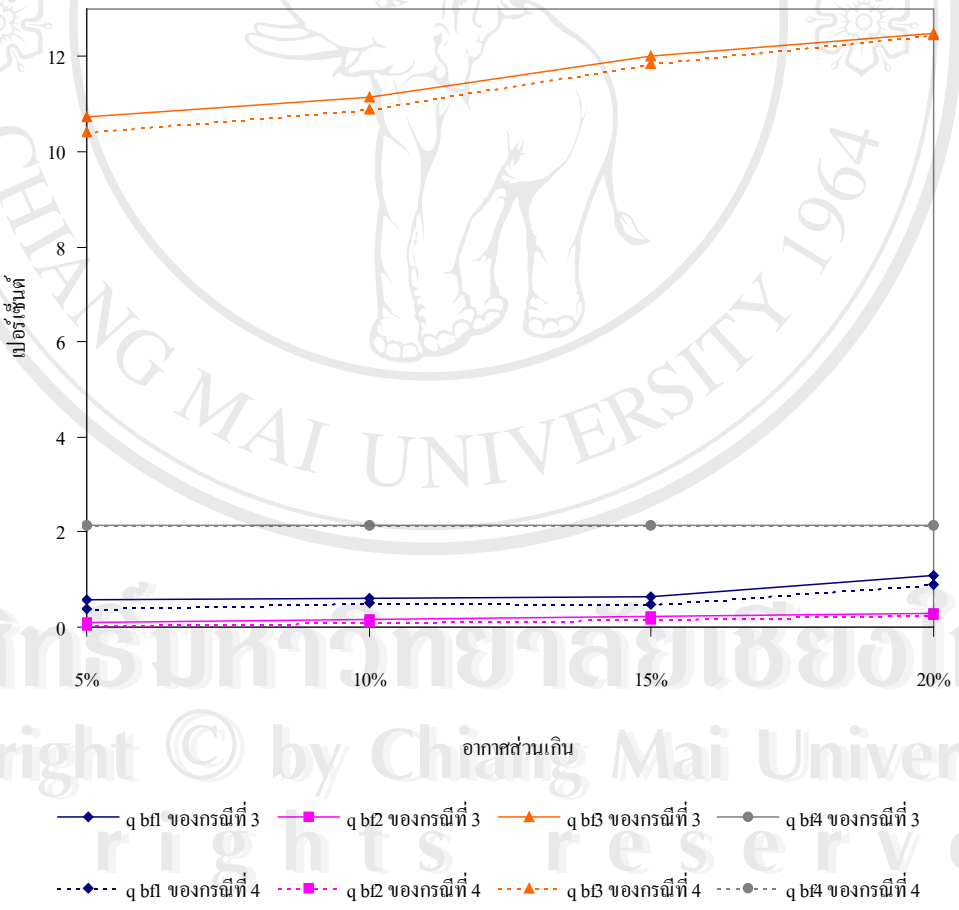
ตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 4 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและมีการลดความชื้นกากอ้อย

	อากาศส่วนเกิน				
ตัวแปร	5%	10%	15%	20%	หน่วย
อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง	6.39	6.70	7.01	7.31	
อุณหภูมิก๊าซไอเสีย	230	235	240	245	°C
ความชื้นของกากอ้อย					
- ก่อนเข้าห้องอบ	50	50	50	50	%
- หลังผ่านห้องอบ	40.68	40.01	39.32	38.32	%
ค่าความร้อนของกากอ้อย					
- ก่อนเข้าห้องอบ	8,019.25	8,019.25	8,019.25	8,019.25	kJ/kg
- หลังผ่านห้องอบ	9,959.42	10,101.36	10,253.94	10,401.49	kJ/kg
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	87.02	86.37	85.36	84.56	%
ค่าความร้อนที่สูญเสีย					
- q_{bf1}	0.39	0.51	0.48	0.89	%
- q_{bf2}	0.04	0.10	0.17	0.26	%
- q_{bf3}	10.42	10.89	11.86	12.46	%
- q_{bf4}	2.13	2.13	2.13	2.13	%
อัตราการป้อนกากอ้อย	14.18	14.08	14.04	13.94	ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.3 และตาราง 4.4 พบว่าการเพิ่มปริมาณอากาศส่วนเกินทำให้ความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสียมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณอากาศส่วนเกินเมื่อเข้าไปในห้องเผาไหม้กากอ้อยจะไหลผ่านออกไปโดยไม่ทำปฏิกริยาเผาไหม้กับกากอ้อย อีกทั้งยังพัดนำเอาความร้อนออกจากห้องเผาไหม้ก่อนเวลาอันควร ในส่วนของความร้อนที่สูญเสียไปกับคาร์บอนในเถ้าและความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซ CO มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มปริมาณอากาศส่วนเกิน เนื่องจากอากาศส่วนเกินที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดปริมาณก๊าซ CO เพิ่มขึ้นและทำให้ปริมาณเถ้าที่ออกจากปล่องควันเพิ่มขึ้น

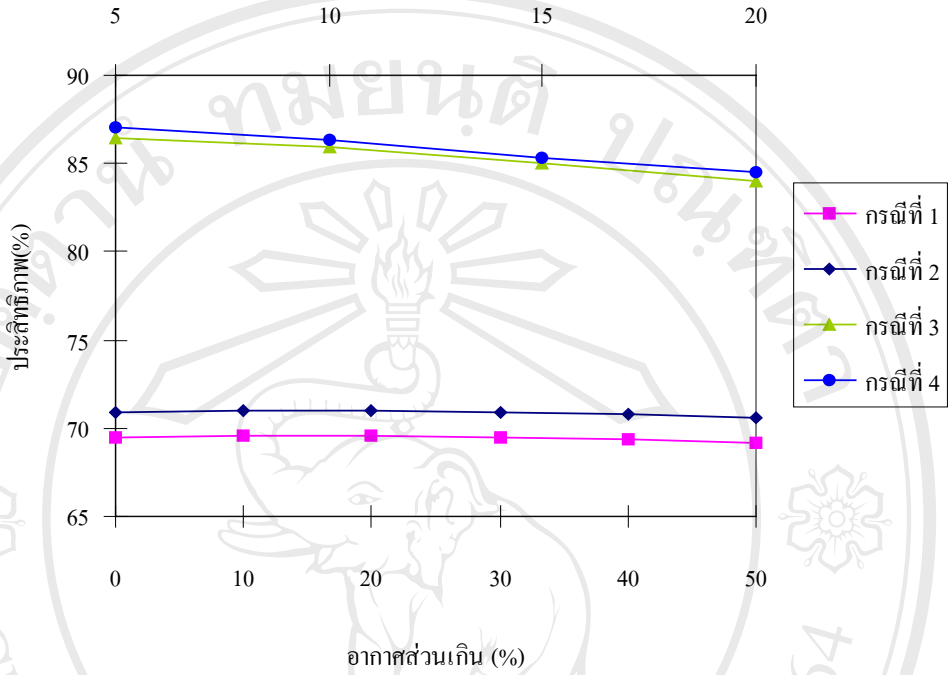
เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนที่สูญเสียในแบบต่างๆระหว่างระบบที่ไม่มีการลดความชื้นของกากอ้อยกับระบบที่มีการลดความชื้นของกากอ้อย พบว่าค่าความร้อนที่สูญเสียไปกับการนำพาความร้อนแบบต่างๆซึ่งจะมีค่าคงที่ แต่ในส่วนของความร้อนที่สูญเสียในแบบอื่นๆมีค่าลดลง เนื่องจากการปริมาณน้ำในกากอ้อยลดลงจะทำให้ค่าความร้อนของกากอ้อยเพิ่มขึ้น เพราะความชื้นที่ลดลงทำให้ค่าความร้อนที่สูญเสียไปกับค่าความร้อนแฝงการระเหยเป็นไอน้ำในกากอ้อยมีค่าลดลง ทำให้ปฏิกริยาความร้อนต่างๆเกิดได้มากขึ้น ดังรูป 4.2



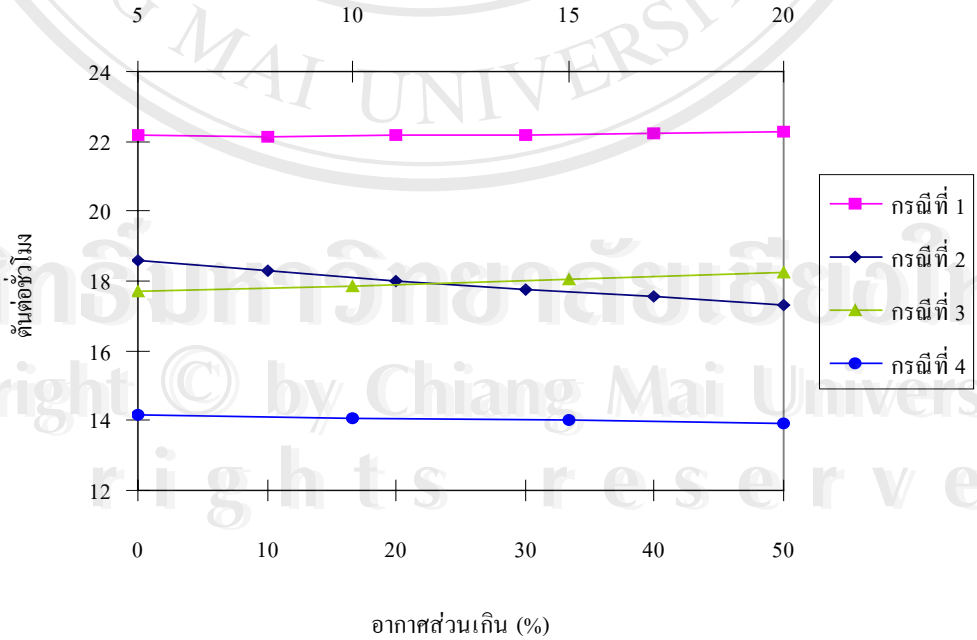
รูป 4.2 เปรียบเทียบความร้อนที่สูญเสียแบบต่างๆของหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.1 ถึง 4.4 สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้กรณีต่างๆดังรูป 4.3 และการเปรียบเทียบอัตราป้อนกากอ้อยเข้าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้กรณีต่างๆดังรูป 4.4



รูป 4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้กรณีต่างๆ



รูป 4.4 เปรียบเทียบอัตราป้อนกากอ้อยเข้าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้กรณีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าหม้อไอน้ำโดยใช้ความร้อนของก๊าซไอเสียมาใช้ลดความชื้นในกากอ้อย ซึ่งกากอ้อยเมื่อผ่านการลดความชื้นแล้วจะมีค่าความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำที่ใช้กากอ้อยผ่านการลดความชื้นมาเป็นเชื้อเพลิงมีค่ามากกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้กากอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตซึ่งมีความชื้นสูงมาเป็นเชื้อเพลิงดังรูป 4.3 เมื่อกากอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงมีค่าความชื้นลดลงทำให้ได้ค่าความร้อนของกากอ้อยเพิ่มมากขึ้นจากจุดนี้เองทำให้ใช้ปริมาณกากอ้อยมาเป็นเชื้อเพลิงในปริมาณที่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กากอ้อยที่ไม่ผ่านการลดความชื้นดังรูป 4.4

จากรูป 4.3 และ 4.4 พบว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดจะมีประสิทธิภาพมากกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ อีกทั้งหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดยังใช้ปริมาณกากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงน้อยกว่าห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ เพราะห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดมีการสูญเสียความร้อนในกรณีต่างๆน้อยกว่าห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ อีกทั้งห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดยังมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีกว่าห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์เนื่องจากภายในห้องเผาใหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดจะมีเบดหมุนอยู่ภายในห้องเผาไหม้ทำให้มีการคลุกเคล้าระหว่างอากาศกับกากอ้อยทำได้อย่างทั่วถึง ส่งผลให้ปฏิกริยาการเผาไหม้กากอ้อยเกิดได้ดีและสม่ำเสมอ

ในการวิเคราะห์เชิงเทคนิคของหม้อไอน้ำชนิดต่างๆดังที่กล่าวมาจะสามารถหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำชนิดนั้นๆได้ ในกระบวนการผลิตน้ำตาลในโรงงานน้ำตาลรวมผลจะนำไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำไปเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อต้มเคี่ยวน้ำตาลซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการนำความร้อนที่เหลือใช้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าไปผลิตเป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงาน จากที่กล่าวมาประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมกรณีหม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์แสดงในตาราง 4.5 และประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมกรณีหม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดแสดงในตาราง 4.6

จากตาราง 4.5 และ 4.6 จะเห็นได้ว่าระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมจะสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานที่เราผลิตได้อย่างคุ้มค่าในที่นี้พลังงานที่ผลิตได้จากกากอ้อยจะถูกนำไปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าและพลังงานที่เหลือจากการผลิตไฟฟ้าจะถูกนำไปเข้ากระบวนการผลิตน้ำตาลซึ่งระบบพลังงานความร้อนร่วมยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวมอีกด้วย อีกทั้งค่า Heat to power ratio ยังแสดงให้เห็นถึงการผลิตพลังงานความร้อนร่วมของระบบหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดยังต่ำกว่าระบบหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ เนื่องจากระบบหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าและการนำเอาพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ไปใช้ผลิตไฟฟ้าและใช้ในกระบวนการผลิตได้ดีกว่านั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 ประสิทธิภาพของระบบพลังงานความร้อนร่วมในกรณีหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์

รายการ	ค่าความร้อนจากการเผาไหม้กากอ้อย (kJ/s)	พลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (kJ/s)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kJ/s)	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาล (kJ/s)	ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (%)	ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (%)	ประสิทธิภาพระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม (%)	Heat to power ratio
อากาศส่วนเกิน				กรณีที่ 1				
0 %	49123.03	34130.68	12600	2768.8	69.48	25.65	31.29	3.1963
10 %	49073.59	34130.68	12600	2769.8	69.55	25.68	31.32	3.1929
20 %	49073.59	34130.68	12600	2770.8	69.55	25.68	31.32	3.1927
30 %	49123.03	34130.68	12600	2771.8	69.48	25.65	31.29	3.1957
40 %	49215.11	34130.68	12600	2772.8	69.35	25.60	31.24	3.2014
50 %	49357.46	34130.68	12600	2773.8	69.15	25.53	31.15	3.2105
อากาศส่วนเกิน				กรณีที่ 2				
0 %	48200.37	34130.68	12600	2775.8	70.81	26.14	31.90	3.1348
10 %	48125.61	34130.68	12600	2776.8	70.92	26.18	31.95	3.1298
20 %	48098.48	34130.68	12600	2777.8	70.96	26.20	31.97	3.1278
30 %	48125.61	34130.68	12600	2778.8	70.92	26.18	31.96	3.1293
40 %	48213.99	34130.68	12600	2779.8	70.79	26.13	31.90	3.1349
50 %	48323.21	34130.68	12600	2780.8	70.63	26.07	31.83	3.1418

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ประสิทธิภาพของระบบพลังงานความร้อนร่วมในกรณีหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด

รายการ	ค่าความร้อนจากการเผาไหม้กากอ้อย (kJ/s)	พลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (kJ/s)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kJ/s)	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาล (kJ/s)	ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (%)	ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (%)	ประสิทธิภาพระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม (%)	Heat to power ratio
อากาศส่วนเกิน				กรณีที่ 3				
5 %	39686.84	34130.68	12600	2782.8	86.00	31.75	38.76	2.5799
10 %	40617.26	34130.68	12600	2783.8	84.03	31.02	37.88	2.6403
15 %	40111.27	34130.68	12600	2784.8	85.09	31.41	38.36	2.6072
20 %	40262.69	34130.68	12600	2785.8	84.77	31.29	38.21	2.6169
อากาศส่วนเกิน				กรณีที่ 4				
5 %	39448.31	34130.68	12600	2787.8	86.52	31.94	39.01	2.5636
10 %	40463.17	34130.68	12600	2788.8	84.35	31.14	38.03	2.6294
15 %	39975.03	34130.68	12600	2789.8	85.38	31.52	38.50	2.5975
20 %	40003.14	34130.68	12600	2790.8	85.32	31.50	38.47	2.5992

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ทางเทคนิคที่เน้นการศึกษาถึงภาวะที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมมากที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งในหลายๆปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่มีประสิทธิภาพสูงสุดอาจไม่ใช่ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่เหมาะสมที่สุดทางด้านเศรษฐศาสตร์เสมอไป การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงเทคนิคในกรณีต่างๆมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงจะพิจารณาจาก

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) คือมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิที่บ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน(BCR) คืออัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุน
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ(IRR) คืออัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์

อีกทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นของการใช้ระบบห้องเผาไหม้แบบต่างๆ โดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 แบ่งตามประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าผ่ายผลิตคือ

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี

กรณีที่ 2 แบ่งตามอัตราส่วนการลงทุนคือ

- ไม่ทำสัญญาเงินกู้
- ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตโดยใช้ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.7

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.8

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.9

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 1

หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	20	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	202.07	ล้านบาท	มูลค่าซาก	20.20	ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	13.63	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	12.12	ล้านบาท/ปี
รายได้			อัตราเงินเฟ้อ	4	%
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน	ภาษีเงินได้	30	%
รายได้จากการขายไฟฟ้า			ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 10 ปี	47.48	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 20 ปี	50.56	ล้านบาท/ปี			

	อากาศส่วนเกิน						
ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	0%	10%	20%	30%	40%	50%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อยเข้าสู่หม้อไอน้ำ	22.18	22.15	22.16	22.18	22.22	22.28	ตัน/ชม.
สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงานไฟฟ้า							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,132	1,132	1,132	1,132	1,131	1,131	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.4979	2.4982	2.4981	2.4979	2.4973	2.4965	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	25.75	25.76	25.76	25.75	25.74	25.73	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,216	1,216	1,216	1,216	1,215	1,214	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.5358	2.5362	2.5360	2.5358	2.5353	2.5346	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	27.22	27.22	27.22	27.22	27.21	27.19	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,282	1,282	1,282	1,282	1,281	1,281	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.5634	2.5637	2.5636	2.5634	2.5629	2.5622	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	28.36	28.37	28.37	28.36	28.35	28.34	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 2

หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	20	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	202.07	ล้านบาท	มูลค่าซาก	20.20	ล้านบาท
- อุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อย	486,000	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	12.12	ล้านบาท/ปี
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	17.11	บาท/ตัน	อัตราเงินเฟ้อ	4	%
			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้			ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน			
รายได้จากการขายไฟฟ้า					
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 10 ปี	47.48	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 20 ปี	50.65	ล้านบาท/ปี			

	อากาศส่วนเกิน						
ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	0%	10%	20%	30%	40%	50%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	18.58	18.28	18.01	17.76	17.56	17.32	ตัน/ชม.
สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงานไฟฟ้า							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,156	1,159	1,162	1,165	1,167	1,170	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.4856	2.4887	2.4913	2.4937	2.4954	2.4976	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	25.31	25.30	25.29	25.27	25.24	25.23	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,240	1,243	1,246	1,249	1,251	1,254	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.5230	2.5259	2.5284	2.5307	2.5323	2.5344	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	26.72	26.70	26.69	26.67	26.63	26.62	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,306	1,309	1,312	1,315	1,317	1,320	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.5502	2.5531	2.5555	2.5577	2.5591	2.5612	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	27.82	27.80	27.78	27.76	27.72	27.70	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 3

หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	15	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	325.55	ล้านบาท	มูลค่าซาก	32.55	ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	13.63	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	12.12	ล้านบาท/ปี
			อัตราเงินเฟ้อ	4	%
รายได้			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน	ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี
รายได้จากการขายไฟฟ้า					
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 10 ปี	47.48	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 20 ปี	50.56	ล้านบาท/ปี			

	อากาศส่วนเกิน				
ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	5%	10%	15%	20%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	17.72	17.82	18.03	18.24	ตัน/ชม.
สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงานไฟฟ้า					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	689	688	687	685	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1130	2.1118	2.1094	2.1070	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	17.06	17.04	17.01	16.98	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	746	745	743	741	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1589	2.1578	2.1554	2.1531	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	18.15	18.13	18.10	18.07	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	790	789	787	786	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1926	2.1916	2.1893	2.1871	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	18.99	18.98	18.94	18.91	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 4

หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและมีการลดความชื้นกากอ้อย

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	15	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	325.55	ล้านบาท	มูลค่าซาก	32.55	ล้านบาท
- อุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อย	486,000	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	29.30	ล้านบาท/ปี
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	17.11	บาท/ตัน	อัตราเงินเฟ้อ	4	%
			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้			ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน			
รายได้จากการขายไฟฟ้า					
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 10 ปี	47.48	ล้านบาท/ปี			
- สัญญาแบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 20 ปี	50.56	ล้านบาท/ปี			

	อากาศส่วนเกิน				
ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	5%	10%	15%	20%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	14.18	14.08	14.04	13.94	ตัน/ชม.
สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงานไฟฟ้า					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	706	707	707	708	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1160	2.1167	2.1166	2.1173	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	16.70	16.70	16.69	16.69	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	763	763	764	764	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1608	2.1615	2.1613	2.1620	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	17.76	17.77	17.75	17.76	%
สัญญาแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	807	808	808	809	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1938	2.1945	2.1943	2.1950	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	18.59	18.59	18.58	18.58	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.7 – 4.10 จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบต่างๆที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิง พบว่าสัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานไฟฟ้าระยะเวลาของสัญญา 20 ปี ให้ผลประโยชน์ด้านการเงินสูงสุด โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการของห้องเผาไหม้ที่มีสัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้าดังกล่าวมีค่ามากกว่าห้องเผาไหม้ที่มีสัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลาสัญญา 10 ปีและสัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงานตามลำดับ

จากการนำผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคมาวิเคราะห์หาผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของวิธีการดังกล่าวพบว่า หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์จะมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมากกว่าหม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด ทั้งที่ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคพบว่าห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดมีประสิทธิภาพสูงกว่าและใช้ปริมาณกากอ้อยในการผลิตพลังงานความร้อนร่วมต่ำกว่าก็ตาม แต่เนื่องด้วยราคาค่าก่อสร้างที่สูงและอายุการใช้งานที่สั้นของห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด ทำให้ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์มีความน่าลงทุนก่อสร้างมากกว่า

สำหรับระบบที่มีการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าห้องเผาไหม้จะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการต่ำกว่าระบบห้องเผาไหม้ที่ไม่มีการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าห้องเผาไหม้ ทั้งที่ระบบที่มีการลดความชื้นในกากอ้อยทำให้มีปริมาณกากอ้อยเหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงและด้วยปริมาณกากอ้อยที่ลดน้อยลงนี้ส่งผลให้ค่าบำรุงรักษาระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่มีการลดความชื้นของกากอ้อยมีค่าน้อยกว่าระบบที่ไม่มีการลดความชื้นของกากอ้อย แต่เนื่องจากการลงทุนในระบบการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนนำมาเป็นเชื้อเพลิงจะใช้ปริมาณเงินทุนก่อสร้างสูงและกากอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้จากกระบวนการผลิตซึ่งไม่คิดมูลค่า ทำให้ระบบลดความชื้นของกากอ้อยไม่มีความน่าสนใจลงทุนสำหรับระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาล

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุน

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนโดยใช้ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนสามารถแบ่งได้เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ไม่ทำสัญญาเงินกู้
- ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.11

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนสามารถแบ่งได้เป็น

- ไม่ทำสัญญาเงินกู้
- ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.12

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนสามารถแบ่งได้เป็น

- ไม่ทำสัญญาเงินกู้
- ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.13

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนสามารถแบ่งได้เป็น

- ไม่ทำสัญญาเงินกู้
- ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตาราง 4.14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 1

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	20	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	202.07	ล้านบาท	มูลค่าซาก	20.20	ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	13.63	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	12.12	ล้านบาท/ปี
			อัตราเงินเฟ้อ	4	%
รายได้			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	15	%
รายได้จากการขายไฟฟ้า			ระยะเวลากู้ยืม	5	ปี
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี	ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี

	อากาศส่วนเกิน						
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	0%	10%	20%	30%	40%	50%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	22.18	22.15	22.16	22.18	22.22	22.28	ตัน/ชม.
ไม่ทำสัญญาเงินกู้							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1131	1132	1131	1131	1131	1130	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.498	2.498	2.498	2.498	2.497	2.497	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	25.75	25.76	25.76	25.75	25.74	25.73	%
ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1115	1116	1116	1115	1115	1114	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.548	2.548	2.548	2.548	2.547	2.546	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	27.67	27.68	27.68	27.67	27.66	27.65	%
ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1099	1100	1100	1099	1099	1098	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.599	2.599	2.599	2.599	2.598	2.597	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	30.47	30.48	30.48	30.47	30.46	30.44	%
ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1084	1084	1084	1084	1083	1082	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.651	2.651	2.651	2.651	2.650	2.649	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	35.27	35.28	35.27	35.27	35.25	35.22	%
ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1068	1068	1068	1068	1067	1066	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.704	2.704	2.704	2.704	2.703	2.702	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	48.67	48.71	48.69	48.67	48.62	48.55	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 2

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	20	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	202.07	ล้านบาท	มูลค่าซาก	20.20	ล้านบาท
- อุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อย	486,000	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	12.12	ล้านบาท/ปี
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	17.11	บาท/ตัน	อัตราเงินเฟ้อ	4	%
รายได้			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	15	%
รายได้จากการขายไฟฟ้า			ระยะเวลากู้ยืม	5	ปี
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี	ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี

	อากาศส่วนเกิน						
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	0%	10%	20%	30%	40%	50%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	18.58	18.28	18.01	17.76	17.56	17.32	ตัน/ชม.
ไม่ทำสัญญาเงินกู้							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1156	1159	1162	1165	1167	1170	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.486	2.489	2.491	2.494	2.495	2.498	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	25.31	25.30	25.29	25.27	25.24	25.23	%
ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1139	1143	1146	1148	1150	1153	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.535	2.538	2.541	2.544	2.545	2.548	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	27.16	27.15	27.13	27.11	27.08	27.07	%
ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1122	1126	1128	1131	1133	1135	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.586	2.589	2.592	2.594	2.596	2.599	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	29.82	29.81	29.79	29.77	29.73	29.71	%
ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1106	1109	1112	1115	1117	1119	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.638	2.641	2.644	2.646	2.648	2.650	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	34.36	34.35	34.33	34.30	34.24	34.22	%
ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง							
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1089	1092	1095	1097	1099	1102	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.690	2.694	2.697	2.699	2.701	2.703	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	46.44	46.43	46.39	46.34	46.22	46.17	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.13 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 3

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	15	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	325.55	ล้านบาท	มูลค่าซาก	32.55	ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	13.63	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	29.30	ล้านบาท/ปี
			อัตราเงินเฟ้อ	4	%
รายได้			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	15	%
รายได้จากการขายไฟฟ้า			ระยะเวลากู้ยืม	5	ปี
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี	ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี

	อากาศส่วนเกิน				
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	5%	10%	15%	20%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	17.72	17.82	18.03	18.24	ตัน/ชม.
ไม่ทำสัญญาเงินกู้					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	689	688	687	685	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1130	2.1118	2.1094	2.1070	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	17.06	17.04	17.01	16.98	%
ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	663	663	661	659	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1552	2.1541	2.1516	2.1491	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	17.85	17.83	17.80	17.76	%
ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	638	637	635	634	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1983	2.1971	2.1946	2.1921	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	18.92	18.89	18.85	18.80	%
ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	612	611	610	608	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.2423	2.2411	2.2385	2.2360	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	20.46	20.43	20.38	20.32	%
ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	587	586	584	582	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.2872	2.2859	2.2833	2.2807	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	23.07	23.03	22.95	22.88	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นกับอัตราส่วนการลงทุนของผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกรณีที่ 4

ค่าใช้จ่าย			**ตัวแปรอื่นๆ**		
ค่าลงทุนก่อสร้าง			อายุการใช้งาน	15	ปี
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม	325.55	ล้านบาท	มูลค่าซาก	32.55	ล้านบาท
- อุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อย	486,000	บาท/ตัน	ค่าเสื่อมราคา	29.30	ล้านบาท/ปี
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	17.11	บาท/ตัน	อัตราเงินเฟ้อ	4	%
รายได้			ภาษีเงินได้	30	%
รายได้จากการขายกากอ้อย	50	บาท/ตัน	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	15	%
รายได้จากการขายไฟฟ้า			ระยะเวลากู้ยืม	5	ปี
- สัญญาแบบไม่กำหนดพลังงาน	43.46	ล้านบาท/ปี	ปริมาณกากอ้อย	592,740	ตัน/ปี

	อากาศส่วนเกิน				
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	5%	10%	15%	20%	หน่วย
อัตราการป้อนกากอ้อย	14.18	14.08	14.04	13.94	ตัน/ชม.
ไม่ทำสัญญาเงินกู้					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	706	707	707	708	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1160	2.1167	2.1166	2.1173	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	16.70	16.70	16.69	16.69	%
ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	680	681	681	682	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.1583	2.1590	2.1589	2.1596	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	17.50	17.50	17.49	17.49	%
ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	654	655	655	655	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.2015	2.2022	2.2021	2.2028	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	18.57	18.57	18.56	18.56	%
ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	628	628	628	629	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.2455	2.2463	2.2461	2.2469	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	20.12	20.13	20.11	20.11	%
ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง					
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	602	602	602	603	ล้านบาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.2904	2.2912	2.2910	2.2918	
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	22.76	22.77	22.74	22.75	%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การลงทุนก่อสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมจำเป็นต้องใช้เงินทุนเป็นจำนวนมาก การกู้ยืมเงินจากธนาคารในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้การลงทุนก่อสร้างมีความน่าสนใจเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์กรณีอัตราส่วนการลงทุนแบบต่างๆพบว่า การลงทุนแบบกู้ยืมจากธนาคารทั้งหมดของค่าลงทุนก่อสร้างจะมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการและอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนมากที่สุดสำหรับระบบห้องเผาไหม้แบบต่างๆแต่มีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิน้อยกว่าการลงทุนที่ต้องใช้เงินทุนของตนเอง เนื่องจากการกู้ยืมเงินทุนจากธนาคารจะทำให้ปริมาณเงินที่ต้องเสียภาษีที่มีค่าลดลง เนื่องจากมีส่วนลดในการคิดภาษีมีเพิ่มขึ้นทำให้จ่ายภาษีในปริมาณที่ลดลง ซึ่งสำหรับกรณีการลงทุนด้วยเงินทุนของตนเองจะมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าก็จริงแต่ก็ต้องเสียภาษีในปริมาณที่มากกว่าจึงทำให้ค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าลดลง

จากการนำผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคมาวิเคราะห์หาผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของวิธีการดังกล่าวพบว่า หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์จะมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมากกว่าหม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด ทั้งที่ผลการวิเคราะห์ทางเทคนิคพบว่าห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดมีประสิทธิภาพสูงกว่าและใช้ปริมาณกากอ้อยในการผลิตพลังงานความร้อนร่วมต่ำกว่าก็ตาม แต่เนื่องด้วยราคาค่าก่อสร้างที่สูงและอายุการใช้งานที่สั้นของห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด ทำให้ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมหม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์มีความน่าลงทุนก่อสร้างมากกว่า

สำหรับระบบที่มีการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าห้องเผาไหม้จะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการต่ำกว่าระบบห้องเผาไหม้ที่ไม่มีการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าห้องเผาไหม้ ทั้งที่ระบบที่มีการลดความชื้นในกากอ้อยทำให้มีปริมาณกากอ้อยเหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงและด้วยปริมาณกากอ้อยที่ลดน้อยลงนี้ส่งผลให้ค่าบำรุงรักษาระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่มีการลดความชื้นของกากอ้อยมีค่าน้อยกว่าระบบที่ไม่มีการลดความชื้นของกากอ้อย แต่เนื่องจากการลงทุนในระบบการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนนำมาเป็นเชื้อเพลิงจะใช้ปริมาณเงินทุนก่อสร้างสูงและกากอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้จากกระบวนการผลิตซึ่งไม่คิดมูลค่า ทำให้ระบบลดความชื้นของกากอ้อยไม่มีความน่าสนใจลงทุนสำหรับระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 วิจารณ์ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์สามารถเปรียบเทียบหาระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่เหมาะสมกับโรงงานน้ำตาลรวมผล โดยพิจารณาเป็น 2 กรณีได้แก่กรณีหม้อไอน้ำใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และกรณีหม้อไอน้ำใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด

4.3.1 กรณีปรับปรุงระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมโรงงานน้ำตาลรวมผล

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นในกรณีต่างๆ ตัวแปรส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าสูงขึ้น คือประเภทของสัญญาซื้อขายไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานไฟฟ้า ระยะเวลาของสัญญา 20 ปี และอัตราส่วนการลงทุนแบบใช้เงินกู้ยืมจากธนาคารทั้งหมดของค่าลงทุนก่อสร้าง จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคพบว่าระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงไม่จำเป็นต้องใช้ระบบลดความชื้นของกากอ้อยก่อนป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ เนื่องจากราคาค่าลงทุนก่อสร้างระบบลดความชื้นในกากอ้อยมีราคาสูงในขณะที่กากอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่มีมูลค่า เนื่องจากกากอ้อยดังกล่าวเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตซึ่งไม่มีมูลค่า เมื่อลองเปรียบเทียบระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมกรณีหม้อไอน้ำใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และกรณีหม้อไอน้ำใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด โดยนำตัวแปรที่ส่งผลเชิงเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ดีที่สุดกับระบบทั้ง 2 มาวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของทั้ง 2 ระบบ ดังตาราง 4.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.15 การเปรียบเทียบระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่เหมาะสมกับโรงงานน้ำตาลรวมผล

รายการ	ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม		หน่วย
	ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์	ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด	
อากาศส่วนเกิน	20	5	%
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	69.55	86.00	%
ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า	25.65	31.75	%
ประสิทธิภาพระบบผลิตพลังงานร่วม	31.29	38.76	%
Heat to power ratio	3.1963	2.5799	
ระบบการลดความชื้น	ไม่มี	ไม่มี	
ความชื้นของกากอ้อย	50	50	%
ค่าความร้อนของกากอ้อย	8,019.25	8,019.25	kJ/kg
อัตราการป้อนกากอ้อย	22.15	17.72	ตัน/ชม.
ค่าใช้จ่าย			
ค่าลงทุนก่อสร้าง	202.07	325.55	ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	2.64	2.11	ล้านบาท/ปี
รายรับ			
สัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้า	แบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 20 ปี	แบบกำหนดพลังงาน ระยะเวลา 20 ปี	
รายรับจากการขายไฟฟ้า	50.56	50.56	ล้านบาท/ปี
รายรับจากการขายกากอ้อย	19.93	21.87	ล้านบาท/ปี
อัตราส่วนการลงทุน	ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง	ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง	
ดอกเบี้ย	15	15	%
ระยะเวลาใช้คืน	5	5	ปี
อายุการใช้งาน	20	15	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,218	687	ล้านบาท
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.6519	2.3485	
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	65.72	27.85	%
ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	0.12	0.09	บาท/kWh

จากตาราง 4.15 ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์สามารถเปรียบเทียบระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่เหมาะสมกับโรงงานน้ำตาลรวมผล โดยแบ่งเป็น 2 กรณีได้แก่ กรณีหม้อไอน้ำใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และกรณีหม้อไอน้ำใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด ซึ่งผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของระบบทั้ง 2 พบว่าระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่เหมาะสมกับโรงงานน้ำตาลรวมผลคือหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ เนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ชี้ให้เห็นถึงค่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่สูงกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด ทั้งที่ผลการวิเคราะห์เชิงเทคนิคแสดงว่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดมีค่าสูงกว่าก็ตาม โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์คือเงินลงทุนก่อสร้างที่มีค่าน้อยและอายุการใช้งานที่นานกว่า จึงส่งผลให้หม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบสโตกเกอร์มีความน่าสนใจลงทุนก่อสร้างมากกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบฟลูอิดไดซ์เบด

เนื่องด้วยโรงงานน้ำตาลรวมผลมีระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมติดตั้งอยู่แล้วซึ่งระบบดังกล่าวใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีอุปกรณ์ลดความชื้นกากอ้อยก่อนป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ ซึ่งระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมกับโรงงานน้ำตาลรวมผลแล้วเพียงแต่ลดปริมาณการป้อนกากอ้อยก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำลงจากเดิม 24.07 ตันต่อชั่วโมงลงเหลือ 22.15 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถประหยัดมีปริมาณกากอ้อยได้ถึง 16,819 ตันต่อปีซึ่งจะมีรายได้เพิ่มจากการขายปริมาณกากอ้อยดังกล่าวถึง 840,960 บาทต่อปี

4.3.2 กรณีระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า

ศักยภาพการผลิตต้นอ้อยของประเทศไทยมีปริมาณสูงมากขึ้นในแต่ละปีเนื่องจากอุตสาหกรรมน้ำตาลมีภาครัฐบาลยังให้การสนับสนุนทั้งพันธุ์ต้นอ้อยและวิชาการเกษตรเพื่อให้อุตสาหกรรมน้ำตาลสามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ทำให้ประเทศมีแนวโน้มจะผลิตต้นอ้อยเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เมื่อปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลมีแนวโน้มจะผลิตได้เพิ่มขึ้น กากอ้อยซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำตาลจึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มปริมาณขึ้นในแต่ละปี อีกทั้งยังพบว่าการใช้กากอ้อยมาเป็นเชื้อเพลิงแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลยังไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเหมือนเชื้อเพลิงพอสซิลอีกด้วย เนื่องจากก๊าซที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้จะถูกต้นอ้อยที่ปลูกขึ้นในฤดูกาลถัดไปนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงต่อไป

จากการสอบถามและการเก็บข้อมูลพบว่าโรงงานน้ำตาลรวมผลในฤดูกาลผลิต 2546-2547 เริ่มทำการหีบอ้อยเป็นเวลา 130 วัน โดยเริ่มจากวันที่ 3 มกราคม2547 ไปสิ้นสุดในวันที่ 12 พฤษภาคม 2547 มีจำนวนต้นอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตในโรงงานน้ำตาลรวมผลทั้งสิ้น 1,481,852.110 ตันต้นอ้อย ซึ่งโรงงานน้ำตาลรวมผลมีกำลังการผลิตประมาณ 11,000 ตันต้นอ้อยต่อวัน โดยเมื่อต้นอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลแล้วจะได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง 1,067 ตันต่อวัน(9.7%ของตันต้นอ้อยต่อวัน) ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายคือกากอ้อยซึ่งมีปริมาณ 592,730 ตันต่อฤดูการผลิตหรือเท่ากับ 4,400 ตันต่อวัน(40%ของตันต้นอ้อยต่อวัน) โดยกากอ้อยที่ได้ส่วนหนึ่งจะถูกนำเข้าสู่หม้อไอน้ำเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อไปและกากอ้อยที่เหลืออีกส่วนหนึ่งจะมีโรงงานกระดาษมารับซื้อกากอ้อยในราคาตันละ 50 บาท

การประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ที่ได้กล่าวมาจะกล่าวถึงแต่ในกรณีที่ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผล ผลิตปริมาณกระแสไฟฟ้าขนาด 3 MW เท่านั้นซึ่งถ้าหากพิจารณาถึงปริมาณกากอ้อยที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงจะเห็นได้ว่ายังมีปริมาณกากอ้อยเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก จากที่กล่าวมาถ้าหากประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผลโดยใช้หม้อไอน้ำแบบสโตกเกอร์ไม่ใช้ระบบลดความชื้นของกากอ้อยก่อนป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำและใช้อากาศส่วนเกิน 20% ซึ่งปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าและอัตราการป้อนกากอ้อยแสดงในตาราง 4.16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.16 ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าและอัตราการป้อนกากอ้อย

ปริมาณกระแสไฟฟ้า	อัตราป้อนกากอ้อย		ค่าก่อสร้าง	รายรับจากการขายกระแสไฟฟ้า	รายรับจากการขายกากอ้อย	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา
(MW)	(ton/hr)	(ton/yr)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท/ปี)	(ล้านบาท/ปี)	(ล้านบาท/ปี)
1	10.61	92,944	67.36	11.55	24.99	0.92
2	16.38	143,489	134.71	31.36	22.46	1.78
3	22.15	194,034	202.07	50.56	19.93	2.64
4	27.92	244,579	269.42	70.97	17.41	3.51
5	33.69	295,124	336.78	90.77	14.88	4.37
6	39.46	345,670	404.14	110.58	12.35	5.24
7	45.23	396,215	471.49	130.39	9.83	6.10
8	51.00	446,760	538.85	150.19	7.30	6.97
9	56.77	497,305	606.20	170.00	4.77	7.83
10	62.54	547,850	673.56	189.80	2.24	8.70
11	68.31	598,396	740.92	209.61	-0.28	9.56
12	74.08	648,941	808.27	229.41	-2.81	10.43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในฤดูการผลิต 2547 มีปริมาณกากอ้อยที่ได้จากการกระบวนการผลิตน้ำตาลทั้งสิ้นจำนวน 592,730 ตัน ซึ่งเมื่อพิจารณากระบวนการผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผลที่มีขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า 3 MW แล้วพบว่าระบบดังกล่าวยังมีกากอ้อยที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงอยู่เป็นจำนวนมาก ถ้าหากพิจารณาระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งระบบดังกล่าวจะใช้ปริมาณกากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นเช่นกันดังตาราง 4.16 จะเห็นว่าศักยภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้กากอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานน้ำตาลรวมผลจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากถึง 10 MW

เมื่อวิเคราะห์เชิงเทคนิคของการเพิ่มกำลังการผลิตโดยใช้ที่ตัวแปรส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าสูงขึ้น คือ ประเภทของสัญญาซื้อขายไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานไฟฟ้า ระยะเวลาของสัญญา 20 ปี และอัตราส่วนการลงทุนแบบใช้เงินกู้ยืมจากธนาคารทั้งหมดของค่าลงทุนก่อสร้าง ซึ่งระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่พิจารณาคือหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ชี้ให้เห็นถึงค่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่สูงกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด จากที่กล่าวมาถ้าหากประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผลโดยใช้หม้อไอน้ำแบบสโตกเกอร์ไม่ใช้ระบบลดความชื้นของกากอ้อยก่อนป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำและใช้อากาศส่วนเกิน 20% ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของกรณีเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็น 10 MW ดังตาราง 4.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.17 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์กรณีเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็น 10 MW

รายการ	ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์	หน่วย
อากาศส่วนเกิน	20	%
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	69.55	%
ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า	25.65	%
ประสิทธิภาพระบบผลิตพลังงานร่วม	31.29	%
Heat to power ratio	3.1963	
ระบบการลดความชื้น	ไม่มี	
ความชื้นของกากอ้อย	50	%
ค่าความร้อนของกากอ้อย	8,019.25	kJ/kg
อัตราการป้อนกากอ้อย	62.54	ตัน/ชม.
ค่าใช้จ่าย		
ค่าลงทุนก่อสร้าง	673.56	ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ	8.70	ล้านบาท/ปี
รายรับ		
สัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้า	แบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี	
กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า	10	MW
รายรับจากการขายไฟฟ้า	189.80	ล้านบาท/ปี
รายรับจากการขายกากอ้อย	2.24	ล้านบาท/ปี
อัตราส่วนการลงทุน	ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง	
ดอกเบี้ย	15	%
ระยะเวลาใช้คืน	5	ปี
อายุการใช้งาน	20	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	3,147	ล้านบาท
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	2.5359	
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ	39.14	%
ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	0.39	บาท/kWh

จากตาราง 4.17 จะเห็นว่าศักยภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้กากอ้อยที่ได้จากขบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานน้ำตาลรวมผลจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากถึง 10 MW โดยที่ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่น่าสนใจในการลงทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved