

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาด้านศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

1. โรงงาน A

โรงงาน A มีแผนงานที่จะผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยี UASB ผลการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ มีดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 แสดงข้อมูลด้านการผลิตของโรงงาน A

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
กำลังการผลิต	205	ตันแบ่ง/วัน
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	24	ชั่วโมง/วัน
ระยะเวลาทำงานต่อปี	330	วัน/ปี
ปริมาณน้ำเสีย	3,900	ลบ.ม./วัน
pH	4	-
COD	9,230	มก./ล
BOD	3,583	มก./ล
TDS	2,630	มก./ล
SS	2,205	มก./ล
TKN	255	มก./ล
TP	13	มก./ล

โรงงาน A ดำเนินธุรกิจในกลุ่มอุตสาหกรรมแป่งมันสำปะหลัง มีกำลังการผลิตแป่งมันสำปะหลัง 205 ตันต่อวัน โดยใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต คือ หัวมันสำปะหลัง ปริมาณ 560 ตัน/วัน ดำเนินการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน เวลา 330 วันต่อปี มีน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตประมาณ 3,900 ลบ.ม./วัน น้ำเสียมาจากการผลิต 2 สายการผลิต ได้แก่ น้ำเสียจากการผลิตแป่งมันสำปะหลังและแป่งมันสำปะหลังแปรรูปจะไหลมารวมกันที่บ่อกักน้ำเสียซึ่งอยู่ภายในโรงงาน จากนั้นน้ำเสียเหล่านี้จะถูกสูบไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบำบัด (Stabilization Pond)

ซึ่งมีพื้นที่ของระบบบำบัดน้ำเสียประมาณ 120 ไร่ โดยลักษณะน้ำเสียดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์ที่สูง และมีปริมาณของธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) ที่เพียงพอต่อแบคทีเรียไม่ใช้ออกาศ กล่าวคือ ค่า BOD : N : P เท่ากับ 3,583:255:13 และมีค่า SS สูงเท่ากับ 2,205 มก./ล. และค่า pH ต่ำกว่า 7

ในการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพเบื้องต้นนั้น ได้ทำการรวบรวมเกณฑ์การออกแบบจากเอกสารวิชาการ งานวิจัย รวมถึงการพิจารณาจากคู่มือการออกแบบ โดยพิจารณาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะน้ำเสียของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังและข้อกำหนดการออกแบบของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ค่าต่ำสุดในการออกแบบเพื่อเป็นการง่าย ต่อการเดินระบบ เช่น SS ในน้ำเสีก่อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ UASB ได้ไม่เกิน 500 มก./ล. ซึ่งเมื่อน้ำเสียมียค่า SS มากกว่า 500 มก./ล. จะต้องมีระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดปริมาณของ SS ให้ไม่เกิน 500 มก./ล. ดังตาราง 10

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ระบบ UASB

COD _b		COD removal	Acid	Methane Production		
(% of TCOD)		Efficiency	Phase			
ช่วงค่า	ค่าที่ใช้	%	HRT(day)	HRT(day)	OLR(kgCOD/m ³ -d)	Designed OLR
80-90	80	80	2	1	6 - 10	6

จากการศึกษาข้อมูลโรงงาน A สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 17,626 ลบ.ม./วัน ซึ่งแสดงในตาราง 21 (ภาคผนวก ก) และมีค่าพลังงานความร้อนเทียบเท่ากับพลังงานเชื้อเพลิงอื่นๆ ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงพลังงานก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้เทียบกับพลังงานอื่น ๆ

พลังงานทดแทน	ปริมาณต่อเดือน	หน่วย
ก๊าซหุงต้ม(LPG)	243,233	กิโลกรัมต่อเดือน
น้ำมันเบนซิน	354,275	ลิตรต่อเดือน
น้ำมันดีเซล	317,261	ลิตรต่อเดือน
น้ำมันเตา	290,822	ลิตรต่อเดือน
ฟืนไม้	793,152	กิโลกรัมต่อเดือน
ไฟฟ้า	1,057,536	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโรงงาน A สามารถนำก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมาผลิตไฟฟ้าได้ 1,057,536 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

2. โรงงาน B

โรงงาน B มีแผนงานที่จะผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยี AFFR ผลการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ มีดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 13 แสดงข้อมูลด้านการผลิตของโรงงาน B

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
กำลังการผลิต	250	ตันแบ่ง/วัน
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	24	ชั่วโมง/วัน
ระยะเวลาทำงานต่อปี	300	วัน/ปี
ปริมาณน้ำเสีย	4,000	ลบ.ม./วัน
pH	6	-
COD	10,875	มก./ล
BOD	3,688	มก./ล
TDS	2,710	มก./ล
SS	2,210	มก./ล
TKN	260	มก./ล
TP	14	มก./ล

โรงงาน B ดำเนินธุรกิจในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรงมันสำปะหลัง มีกำลังการผลิตแปรงมันสำปะหลัง 250 ตันต่อวัน โดยใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต คือ หัวมันสำปะหลัง ปริมาณ 600 ตัน/วัน ดำเนินการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน เวลา 300 วันต่อปี มีน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ประมาณ 4,000 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากกระบวนการผลิต มาจากน้ำเสียการล้างหัวมันและน้ำเสียการล้างแปรง ไหลมารวมกันที่บ่อพักน้ำเสียซึ่งอยู่ภายในโรงงาน จากนั้นน้ำเสียเหล่านี้จะถูกสูบไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบำบัด (Stabilization Pond) ซึ่งมีพื้นที่ของระบบบำบัดน้ำเสีย ประมาณ 60 ไร่ โดยลักษณะน้ำเสียดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์ที่สูง และมีปริมาณของธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) ที่เพียงพอต่อแบคทีเรียไม่ใช้ออกภาค กล่าวคือ ค่า BOD: N: P เท่ากับ 3,688:260:14 และมีค่า SS สูงเท่ากับ 2,210 มก./ล. และค่า pH ต่ำกว่า 7

ในการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพเบื้องต้นนั้น ได้ทำการรวบรวมเกณฑ์การออกแบบจากเอกสารวิชาการ งานวิจัย รวมถึงการพิจารณาจากคู่มือการออกแบบ โดยพิจารณาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะน้ำเสียของอุตสาหกรรมแปรงมันสำปะหลังและข้อกำหนดการออกแบบของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ค่าต่ำสุดในการออกแบบเพื่อเป็นการง่ายต่อการเดินระบบ เช่น SS ในน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ AFFR ได้ไม่เกิน 500 มก./ล. ซึ่งเมื่อน้ำเสียดิบมีค่า SS มากกว่า 500 มก./ล. จะต้องมีระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดปริมาณของ SS ให้ไม่เกิน 500 มก./ล. ดังตาราง 13

ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ระบบ AFFR

CODb (% of TCOD)		COD removal Efficiency	Acid Phase		Methane Production	
ช่วงค่า	ค่าที่ใช้	%	HRT(day)	HRT(day)	OLR(kgCOD/m ³ -d)	Designed OLR
80-90	80	80	2	1	6 - 10	6

จากการศึกษาข้อมูลโรงงาน B สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 18,356 ลบ.ม./วัน ซึ่งแสดงในตาราง 22 ภาคผนวก ก และมีพลังงานความร้อนเทียบเท่ากับพลังงานเชื้อเพลิงอื่นๆ ดังแสดง ในตาราง 15

ตาราง 15 แสดงพลังงานก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้เทียบกับพลังงานอื่นๆ

พลังงานทดแทน	ปริมาณต่อเดือน	หน่วย
ก๊าซหุงต้ม(LPG)	253,512	กิโลกรัมต่อเดือน
น้ำมันเบนซิน	368,955	ลิตรต่อเดือน
น้ำมันดีเซล	330,408	ลิตรต่อเดือน
น้ำมันเตา	302,874	ลิตรต่อเดือน
ฟืนไม้	826,020	กิโลกรัมต่อเดือน
ไฟฟ้า	1,101,360	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโรงงาน B สามารถนำก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมาผลิตไฟฟ้าได้ 1,101,360 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

1.3 โรงงาน C

โรงงาน C มีแผนงานที่จะผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยี MCL ผลการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ มีดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 16 แสดงข้อมูลด้านการผลิตของโรงงาน C

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
กำลังการผลิต	200	ตัน/วัน
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	24	ชั่วโมง/วัน
ระยะเวลาทำงานต่อปี	270	วัน/ปี
ปริมาณน้ำเสีย	1,500	ลบ.ม./วัน
pH	4.6	-
COD	32,440	มก./ล
BOD	12,675	มก./ล
TDS	12,230	มก./ล
SS	6,190	มก./ล
TKN	420	มก./ล
TP	39	มก./ล

โรงงาน C ดำเนินธุรกิจในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรงมันสำปะหลัง มีกำลังการผลิตแปรงมันสำปะหลัง 200 ตันต่อวัน โดยใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต คือ หัวมันสำปะหลัง ปริมาณ 700 ตันวัน ดำเนินการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน เวลา 270 วันต่อปี มีน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ประมาณ 1,500 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากกระบวนการผลิต มาจากน้ำเสียการล้างหัวมันและน้ำเสียการล้างแปรง ไหลมารวมกันที่บ่อพักน้ำเสียซึ่งอยู่ภายในโรงงาน จากนั้นน้ำเสียเหล่านี้จะถูกสูบไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย (Ponding System) ซึ่งมีพื้นที่ของระบบบำบัดน้ำเสียประมาณ 700 ไร่ โดยลักษณะน้ำเสียดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์ที่สูง และมีปริมาณของธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) ที่เพียงพอต่อแบคทีเรียไม่ใช้ออกาศ กล่าวคือ ค่า BOD:N:P เท่ากับ 12,675:420:39 และมีค่า SS สูงเท่ากับ 6,190 มก./ล. และค่า pH ต่ำกว่า 7

ในการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพเบื้องต้นนั้น ได้ทำการรวบรวมเกณฑ์การออกแบบจากเอกสารวิชาการ งานวิจัย รวมถึงการพิจารณาจากคู่มือการออกแบบ โดยพิจารณาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะน้ำเสียของอุตสาหกรรมแปรงมันสำปะหลังและข้อกำหนดการออกแบบของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ค่าต่ำสุดในการออกแบบเพื่อเป็นการง่ายต่อการเดินระบบ เช่น SS ในน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ MCL ได้ไม่เกิน 500 มก./ล. ซึ่งเมื่อน้ำเสียดิบมีค่า SS มากกว่า 500 มก./ล. จะต้องมีระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดปริมาณของ SS ให้ไม่เกิน 500 มก./ล. ดังตาราง 16

ตาราง 17 แสดงเกณฑ์การออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ระบบ MCL

CODb (% of TCOD)		COD removal Efficiency	Acid Phase	Methane Production		
ช่วงค่า	ค่าที่ใช้	%	HRT(day)	HRT(day)	OLR(kgCOD/m ³ -d)	Designed OLR
80-90	80	80	2	30	0.5 – 1.5	0.5

จากการศึกษาข้อมูลโรงงาน C สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 22,425 ลบ.ม./วัน ซึ่งแสดงในตาราง 23 ภาคผนวก ก และมีพลังงานความร้อนเทียบเท่ากับพลังงานเชื้อเพลิงอื่นๆ ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 แสดงพลังงานก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้เทียบกับพลังงานอื่นๆ

พลังงานทดแทน	ปริมาณต่อเดือน	หน่วย
ก๊าซหุงต้ม(LPG)	309,469	กิโลกรัมต่อเดือน
น้ำมันเบนซิน	405,748	ลิตรต่อเดือน
น้ำมันดีเซล	403,655	ลิตรต่อเดือน
น้ำมันเตา	370,017	ลิตรต่อเดือน
ฟืนไม้	1,009,138	กิโลกรัมต่อเดือน
ไฟฟ้า	1,345,518	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโรงงาน C สามารถนำก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมาผลิตไฟฟ้าได้ 1,345,518 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

ตาราง 19 แสดงกำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงงาน

รายการ	โรงงาน A	โรงงาน B	โรงงาน C
อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./กก.COD)	0.36	0.36	0.36
ก๊าซชีวภาพที่ผลิต (ลบ.ม./วัน)	17,626	18,356	22,425
กำลังการผลิตไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน)	35,252	36,712	44,850

ที่อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพเท่ากันทั้ง 3 โรงงาน คือ 0.36 ลบ.ม./กก.COD พบว่า โรงงาน C ให้กำลังการผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด

ผลการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

1. การวิเคราะห์ทางการเงิน

ข้อกำหนดเบื้องต้นที่จำเป็นในการวิเคราะห์ด้านการเงิน ได้แก่

1.1 ช่วงเวลาการวิเคราะห์โครงการ จำนวน 20 ปี

1.2 อัตราคิดลด ร้อยละ 9

1.3 อัตราเงินเฟ้อ ร้อยละ 3

1.4 เริ่มการวิเคราะห์ปี 2550 และเปิดดำเนินการปี 2551

1.5 กู้เงิน ร้อยละ 70 และการชำระหนี้ ภายใน 7 ปี

1.6 ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยเส้นตรง จำนวน 20 ปี

1.7 ภาษีเงินได้นิติบุคคล ร้อยละ 30

โรงงาน A

จากการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงงาน A ตามข้อกำหนดเบื้องต้น โดยทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ ดังตาราง 24 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 276.16, ค่า B/C เท่ากับ 2.38, ค่า IRR เท่ากับ 32.08 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 4.33 ปี และเมื่อพิจารณาหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 57.77 % และมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 2.92 ปี

โรงงาน B

จากการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงงาน B ตามข้อกำหนดเบื้องต้น โดยทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ดังตาราง 25 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 285.53, ค่า B/C เท่ากับ 2.38, ค่า IRR เท่ากับ 31.67 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 4.42 ปี และเมื่อพิจารณาหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 56.56 % และมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 3.0 ปี

โรงงาน C

จากการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงงาน C ตามข้อกำหนดเบื้องต้น โดยทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ดังตาราง 26 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 316.82, ค่า B/C เท่ากับ 4.84, ค่า IRR เท่ากับ 59.36 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 2.83 ปี และเมื่อพิจารณาหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 140.13 % และมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 1.75 ปี

ตาราง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ทางการเงินของโรงงาน

	รายการ	โรงงาน A	โรงงาน B	โรงงาน C
ก่อนกู้เงิน	- NPV	276.16	285.53	316.82
	- B/C	2.38	2.38	4.84
	- IRR (%)	32.08	31.67	59.36
	- ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	4.33	4.42	2.83
หลังกู้เงิน	- IRR (%)	57.77	56.56	140.13
	- ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	2.92	3.00	1.75

จากการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่า โรงงาน C มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุดและให้ผลตอบแทนมากที่สุดทั้งก่อนกู้เงินและหลังกู้เงิน

2. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

2.1 โรงงาน A

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 27 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 256.17, ค่า B/C เท่ากับ 2.17, ค่า IRR เท่ากับ 28.78 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 4.75 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 42.61 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.75 ปี

กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 27 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 228.56, ค่า B/C เท่ากับ 2.14, ค่า IRR เท่ากับ 28.45 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 4.75 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 41.38 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.83 ปี

กรณีที่ 3 ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 27 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 208.57, ค่า B/C เท่ากับ 1.95, ค่า IRR เท่ากับ 25.43 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 5.17 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 31.94 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 4.92 ปี

2.2 โรงงาน B

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 28 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 264.89, ค่า B/C เท่ากับ 2.17, ค่า IRR เท่ากับ 28.43 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 4.75 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 41.81 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.81 ปี

กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 28 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 236.34, ค่า B/C เท่ากับ 2.15, ค่า IRR เท่ากับ 28.11 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 4.83 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 40.61 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.93 ปี

กรณีที่ 3 ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 28 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 215.70, ค่า B/C เท่ากับ 1.95, ค่า IRR เท่ากับ 25.15 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 5.25 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 31.40 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 5.0 ปี

2.3 โรงงาน C

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 29 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 308.57, ค่า B/C เท่ากับ 4.40, ค่า IRR เท่ากับ 53.90 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 3.00 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 104.29 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 2.0 ปี

กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 29 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงินก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 276.88, ค่า B/C เท่ากับ 4.35, ค่า IRR เท่ากับ 53.36 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 3.0 ปี และหลังกู้เงิน มี ค่า IRR เท่ากับ 101.35 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 2.08 ปี

กรณีที่ 3 ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลประโยชน์ของโครงการลดลง ร้อยละ 10

จากผลการวิเคราะห์ดังตาราง 29 ในภาคผนวก ค พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 268.63, ค่า B/C เท่ากับ 3.96, ค่า IRR เท่ากับ 48.45 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 3.17 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 78.67 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 2.33 ปี

3. การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม

3.1 โรงงาน A

จากการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจก พบว่าการดำเนินการปกติ (Baseline emission) จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 68,092 ton CO₂e /yr สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ (Project emission) พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 20,223 ton CO₂e /yr ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 47,869 tonCO₂e /yr (ตาราง 30 ภาคผนวก ง)

ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิต พบว่าโรงงาน A มีค่าลงทุนด้านคาร์บอนเครดิต 1,815,000 บาท โดยมีค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา 8,070,022 บาท ซึ่งมีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตเป็น 10,722,656 บาท/ปี (ตาราง 33 ภาคผนวก จ)

การศึกษาค่าความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์รวมผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิตของโรงงาน A โดยทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ดังตาราง 34 ในภาคผนวก ฉ พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 383.07, ค่า B/C เท่ากับ 2.82, ค่า IRR เท่ากับ 39.54 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 3.67 ปี และเมื่อพิจารณาหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 77.74 % และมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 2.42 ปี

เมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ พบว่า

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 37 ในภาคผนวก ช พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 361.99, ค่า B/C เท่ากับ 2.56, ค่า IRR เท่ากับ 35.57 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 4.00 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 57.30 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 2.92 ปี

กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 37 ในภาคผนวก ช พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 323.68, ค่า B/C เท่ากับ 2.54, ค่า IRR เท่ากับ 35.18 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 4.08 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 55.63 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.00 ปี

กรณีที่ 3 ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลประโยชน์ของโครงการลดลง ร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 37 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 302.60, ค่า B/C เท่ากับ 2.30, ค่า IRR เท่ากับ 31.58 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 4.42 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 42.83 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.67 ปี

3.2 โรงงาน B

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจก พบว่าการดำเนินการปกติ (Baseline emission) จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 74,768 ton CO₂ e /yr สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ (Project emission) พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 22,097 ton CO₂ e /yr ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 52,671 ton CO₂ e /yr (ตาราง 31 ภาคผนวก ง)

ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิต พบว่าโรงงาน B มีค่าลงทุนด้านคาร์บอนเครดิต 1,815,000 บาท โดยมีค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา 8,112,564 บาท ซึ่งมีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตเป็น 11,786,208 บาท/ปี (ตาราง 33 ภาคผนวก จ)

การศึกษาคความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์รวมผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิตของโรงงาน B โดยทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ดังตาราง 35 ในภาคผนวก ฉ พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 403.63, ค่า B/C เท่ากับ 2.85, ค่า IRR เท่ากับ 39.54 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 3.67 ปี และเมื่อพิจารณาหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 77.59 % และมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 2.42 ปี

เมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ พบว่า

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 38 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 381.84, ค่า B/C เท่ากับ 2.59, ค่า IRR เท่ากับ 35.60 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 4.00 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 57.26 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 2.92 ปี

กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 38 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 341.48, ค่า B/C เท่ากับ 2.57, ค่า IRR เท่ากับ 35.20 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 4.08 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 55.60 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.00 ปี

กรณีที่ 3 ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลประโยชน์ของโครงการลดลง ร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 38 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 319.69, ค่า B/C เท่ากับ 2.33, ค่า IRR เท่ากับ 31.63 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 4.42 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 42.86 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 3.67 ปี

3.3 โรงงาน C

จากการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจก พบว่าการดำเนินการปกติ (Baseline emission) จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 77,971 ton CO₂e /yr สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ (Project emission) พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 22,206 ton CO₂e /yr ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 55,766 ton CO₂e /yr (ตาราง 32 ภาคผนวก ง)

จากผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิต พบว่าโรงงาน B มีค่าลงทุนด้านคาร์บอนเครดิต 1,815,000 บาท โดยมีค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา 2,987,163 บาท ซึ่งมีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตเป็น 12,491,584 บาท/ปี (ตาราง 33 ภาคผนวก จ)

การศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์รวมผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิตของโรงงาน C โดยทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ดังตาราง 36 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 442.34, ค่า B/C เท่ากับ 5.69, ค่า IRR เท่ากับ 75.48 %, ระยะเวลาการคืนทุนมีค่า 2.42 ปี และเมื่อพิจารณาหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 184.64 % และมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 1.58 ปี

เมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ พบว่า
กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 39 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 432.90, ค่า B/C เท่ากับ 5.17, ค่า IRR เท่ากับ 68.46 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 2.58 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 138.72 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 1.75 ปี

กรณีที่ 2 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 39 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 388.67, ค่า B/C เท่ากับ 5.12, ค่า IRR เท่ากับ 67.76 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 2.58 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 134.91 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 1.83 ปี

กรณีที่ 3 ค่าลงทุนโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ผลประโยชน์ของโครงการลดลงร้อยละ 10

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 39 ในภาคผนวก ข พบว่า ต้นทุนทางการเงิน ก่อนกู้เงิน มีค่า NPV เท่ากับ 379.23, ค่า B/C เท่ากับ 4.65, ค่า IRR เท่ากับ 61.44 %, ระยะเวลาการคืนทุน มีค่า 2.75 ปี และหลังกู้เงิน มีค่า IRR เท่ากับ 105.37 % และระยะเวลาการคืนทุนเป็น 2.00 ปี

