ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)

ปริญญา

เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ — **สาขา**

เศรษฐศาสตร์ — **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง

A Financial and Economic Feasibility Study of Biomass Power Plant Using Giant Leucaena as Fuel

นามผู้วิจัย นางสาวพัสตราภรณ์ วรรณอาภา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์โสมสกาว เพชรานนท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง

A Financial and Economic Feasibility Study of Biomass Power Plant Using Giant Leucaena as Fuel

โดย

นางสาวพัสตราภรณ์ วรรณอาภา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัสตราภรณ์ วรรณอาภา 2553: การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, Ph.D. 107 หน้า

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของชีวมวลและการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น 2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง 3) เพื่อทำการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ 2 ด้าน คือ การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนและการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ ทำการศึกษาภายใต้อายุโครงการ 20 ปี เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573 โดยการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าทางด้านการเงินของโครงการทางด้านมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 7.74

ผลการศึกษาทางการเงิน พบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 41.154 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 17.49 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 1.25 และจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ พบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทั้งด้านต้นทุนและผลประโยชน์มีความเสี่ยงในระดับค่อนข้างสูง และผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ พบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างมาก โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 124.318 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 35.95 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.00 และจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ พบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทั้งด้านต้นทุนและผลประโยชน์มีความเสี่ยงในระดับต่ำ สำหรับผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจโดยรวมถึงผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าด้วย พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างมาก

จากการศึกษาพบว่า การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย แต่ยังมีความคุ้มค่าทางการเงินค่อนข้างน้อย จึงไม่เป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้ลงทุนภาคเอกชน ดังนั้นรัฐบาลจึงควรมีการสนับสนุนในการศึกษาวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้ลงทุนเอกชนเพื่อเป็นการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนด้วยเทคโนโลยีที่สะอาดอย่างยั่งยืน

/ /

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pattraporn Wannaarpha 2010: A Financial and Economic Feasibility Study of Biomass Power Plant Using Giant Leucaena as Fuel. Master of Economics (Business Economics), Major Field: Business Economics, Department of Economics. Thesis Advisor:
Associate Professor Chucheep Piputsitee, Ph.D. 107 pages.

Main objective of this study are 1) to study condition of Giant Leucaena and power generation from biomass by Gasification Technology. 2) to study the financial and economic feasibility of Biomass Power Plant Using Giant Leucaena as fuel. 3) to examine the switching value test of Project's cost and benefit. The project life is set for 20 years, during 2010 to 2030. The study was analyzed by using net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and benefit-cost ratio (BCR) using a 7.74 percent discount rate.

The results from the financial study show that the project is acceptable for investment. Net present value (NPV) is 41.154 million baht, internal rate of return (IRR) is 17.49 percent and benefit-cost ratio (BCR) is 1.25. The result of the switching value test implying that the project still be in the high risk level. The results from the economic study show that the project is highly acceptable for investment. Net present value (NPV) is 124.318 million baht, internal rate of return (IRR) is 35.95 percent and benefit-cost ratio (BCR) is 2.00. And the switching value test also show that the project still be in the low risk level. Besides, the results from the economic study when include benefit from using oil as fuel substitute show that the projects is very acceptable for investment.

The study found that Biomass power plant with Gasification technology is the green power with clean technologies and has less environmental impact. But, it has the low profit for investment so that it is not interesting for private investors. Thus, the government should have supported the research and development in renewable energy. As well as, financial support to private investors for promoting power generation from renewable energy with clean technology and sustainable power.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วง ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากอาจารย์หลายท่าน โดยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร . ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร . โสมสกาว เพชรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร .วุฒิยา สาหร่ายทอง ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์ ดร . อ้อทิพย์ ราษฎร์นิยม ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกท่าน คุณจักรพันธ์ อริยะวงศ์ ที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ ในการ จัดทำวิทยานิพนธ์ แก่ผู้ศึกษา และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่โครงการปริญญาโทเศรษฐศาสตร์ธุรกิจทุกท่านที่ช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานในเรื่องต่าง ๆ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่กรุณาให้การดูแลและการสนับสนุนทั้งกำลังใจมาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนกระทั่งการศึกษาและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พัสตราภรณ์ วรรณอาภา

เมษายน 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (6)

บทที่ 1 บทนำ 1
- ความสำคัญของปัญหา 1
- วัตถุประสงค์ของการศึกษา 4
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
- ขอบเขตของการศึกษา 5
- นิยามศัพท์ 5
- วิธีการศึกษา 7
- ข้อสมมติในการศึกษา 10

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 11
- ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา 11
- ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24

บทที่ 3 สภาพทั่วไปของกระถินยักษ์และการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น 28
- สภาพทั่วไปของกระถินยักษ์ 28
- การผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น 32
- ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า 48

บทที่ 4 ผลการศึกษา 52
- การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล 52
- การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล 54
- การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการด้านการเงิน 64
- การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล 66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านเศรษฐกิจ 77
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 79
สรุปผลการศึกษา 79
ข้อเสนอแนะ 82

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 84

ภาคผนวก 87
ภาคผนวก ก ลักษณะทั่วไปของกระถินยักษ์ 88
ภาคผนวก ข การคำนวณรายได้และค่าใช้จ่ายของโครงการ 93
ภาคผนวก ค ตารางรายได้และค่าใช้จ่ายของโครงการ 98

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 107

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณการใช้ไฟรายสาขาของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2550	1
2	การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2550	2
3	ราคาเฉลี่ยพลังงานนำเข้าของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2547 - 2551	3
4	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของกระถินยักษ์ คิดเป็นน้ำหนักสด ต่อไร่ ต่อปี โดยจำแนกตามปริมาณน้ำฝนและระยะปลูก	31
5	แก๊สไอเสียที่ปลดปล่อยจากชุดเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวล	50
6	รายได้ของโครงการทางด้านการเงินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	55
7	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล	59
8	ค่าใช้จ่ายของโครงการทางด้านการเงินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2573	60
9	ต้นทุนและผลประโยชน์ทางการเงินของโครงการ	63
10	การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านการเงิน	65
11	ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 1 ไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 2 โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	69
13	ต้นทุนทางเศรษฐกิจของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2573	73
14	ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 1 ไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	75
15	ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 2 โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	76
16	การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านเศรษฐกิจกรณีที่ 1 โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	78
17	การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านเศรษฐกิจกรณีที่ 2 โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	78

ตารางผนวกที่

1	การพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 1 ทุกปี และค่าไฟฟ้าผันแปรมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 5 ทุกปี	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
2	รายได้จากพลังงานไฟฟ้าของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	100
3	รายได้จากการขายเถ้าของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	101
4	ค่าใช้จ่ายไม้กระถินยักษ์ของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	102
5	ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	103
6	ค่าไฟฟ้าเดินระบบของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	104
7	ค่าน้ำประปาที่ใช้ในระบบของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	105
8	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573	106

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier)	39
2	เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลลง (Downdraft Gasifier)	40
3	เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลตามขวาง (Crossdraft Gasifier)	41
4	เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed Gasifier)	42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้านับเป็นพลังงานที่มีความสำคัญสำหรับทุกภาคส่วน ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชนและเป็นปัจจัยการผลิตที่จำเป็นสำหรับธุรกิจและอุตสาหกรรมต่างๆ จากปริมาณการใช้ไฟรายสาขาของประเทศไทย ดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศในแต่ละสาขามีสัดส่วนการใช้ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี โดยเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของประเทศคือเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นพลังงานเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ลิกไนต์/ถ่านหิน และน้ำมัน ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้ล้วนเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้ไฟรายสาขาของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2550

(หน่วย : กิกะวัตต์ต่อชั่วโมง)

สาขา	ปี พ.ศ.				
	2546	**2547**	**2548**	**2549**	**2550**
บ้านและที่อยู่อาศัย	23,330	24,538	25,514	26,915	28,255
ธุรกิจ	25,337	28,687	30,164	31,702	32,962
อุตสาหกรรม	48,294	50,811	53,894	56,995	59,622
เกษตรกรรมและอื่นๆ	7,298	10,290	11,065	11,625	12,263
รวม	106,208	114,326	120,637	127,237	133,102
อัตราการเปลี่ยนแปลง	**(ร้อยละ)**				
บ้านและที่อยู่อาศัย	NA	5.18	3.98	5.50	4.98
ธุรกิจ	NA	13.22	5.15	5.10	3.97
อุตสาหกรรม	NA	5.21	6.07	5.75	4.61
เกษตรกรรมและอื่นๆ	NA	41.00	7.53	5.06	5.49
รวม	NA	7.64	5.52	5.47	4.61

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2551) และจากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และจากปริมาณการใช้ การผลิต และการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นของประเทศ ดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2546 – 2550) ประเทศมีความต้องการใช้พลังงานเกินกว่าปริมาณที่ผลิตได้ จึงต้องมีการนำเข้าทุกปี ประกอบกับในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ราคาพลังงานในตลาดโลกมีความผันผวนเป็นอย่างมาก จากตารางที่ 3 พบว่าราคาเฉลี่ยพลังงานนำเข้าของประเทศสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเป็นสาเหตุให้ต้นทุนการผลิตของธุรกิจและอุตสาหกรรมต่างๆ สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะเศรษฐกิจของประเทศได้

ตารางที่ 2 การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2550

(หน่วย : เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน)

สาขา	ปี พ.ศ.				
	2546	**2547**	**2548**	**2549**	**2550**
การใช้	1,346	1,469	1,520	1,547	1,605
การผลิต	666	676	743	765	794
การนำเข้า (สุทธิ)	868	988	980	978	1,004
อัตราการเปลี่ยนแปลง	**(ร้อยละ)**				
การใช้	5.0	9.1	3.5	1.8	3.8
การผลิต	5.5	1.5	9.9	3.0	3.8
การนำเข้า (สุทธิ)	8.9	13.8	-0.9	-0.2	2.7

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2551)

ดังนั้นการจัดหาพลังงานทดแทนเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้านับเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ไม่ว่าจะเป็นพลังงานทดแทนที่ได้จาก แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล ขยะ เป็นต้น เนื่องจากพลังงานทดแทนเหล่านี้เป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป (Renewable energy) สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ มีแหล่งพลังงานอยู่ในประเทศ เป็นการลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบเท่ากับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนต่างๆ และรัฐบาลได้มีมีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนโดยจากแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้เป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ ภายในปี พ.ศ. 2565 โดยในส่วนของพลังงานทดแทนที่นำมาผลิตไฟฟ้า ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังน้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะ และไฮโดรเจน เพื่อให้ประเทศไทยใช้พลังงานทดแทนเป็นพลังงานหลักของประเทศแทนการนำเข้าน้ำมัน

ตารางที่ 3 ราคาเฉลี่ยพลังงานนำเข้าของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2547 - 2551

(หน่วย : เหรียญสหรัฐ/บาร์เรล)

ประเภท	ปี พ.ศ.				
	2547	**2548**	**2549**	**2550**	**2551**
น้ำมันดิบ	37.86	52.89	65.41	70.71	105.57
ก๊าซธรรมชาติ	3.24	4.21	5.32	5.62	7.50
น้ำมันสำเร็จรูป	36.10	53.43	65.38	75.77	102.01
ถ่านหิน	40.05	44.49	44.13	53.18	67.12

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551) และจากการคำนวณ

ด้วยประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรแต่ละปีเป็นจำนวนมาก และมีภูมิประเทศเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชได้หลากหลายชนิด ดังนั้นพลังงานทดแทนที่จัดว่ามีความเหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย คือ ชีวมวล ซึ่งชีวมวลคือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ ได้แก่ ชีวมวลที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ซังข้าวโพด ฟางข้าว ทะลายปาล์ม และชีวมวลที่ปลูกเพื่อเป็นพืชพลังงานโดยตรง เช่น ไม้กระถินยักษ์ ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น แต่ชีวมวลที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้นมีปริมาณและราคาไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและความต้องการของตลาด ดังนั้นชีวมวลที่ได้จากการปลูกเพื่อเป็นพืชพลังงานนั้นมีความยั่งยืนในการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้ามากกว่า อีกทั้งยังเป็นการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร เพิ่มพื้นที่ป่าไม้ในประเทศและช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย

และเนื่องด้วย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจด้านสาธารณูปโภคที่มีวัตถุประสงค์ในการผลิต จัดให้ได้มา จัดส่งและจัดจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ประชาชน ได้มีแผนงานจัดทำโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลขึ้น เพื่อเป็นการสนับสนุนนโยบายส่งเสริมการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของรัฐบาล ลดความสูญเสียจากการเกิดปัญหาด้านกระแสไฟฟ้า เพิ่มความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ทั้งยังเป็นการสร้างรายได้ให้แก่เกษตร

ในการศึกษาครั้งนี้ จะเลือกใช้ชีวมวลคือ กระถินยักษ์ ซึ่งเป็นไม้โตเร็วที่เป็นพืชตระกูลถั่ว เหมาะสำหรับปลูกเพื่อบำรุงดินและช่วยปรับปรุงป่าที่เสื่อมโทรมให้กลับเป็นสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ได้ เพราะกระถินยักษ์เติบโตเร็ว มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (ชิงชัย วิริยะบัญชาและคณะ,2550) สำหรับเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่ใช้กันมากในปัจจุบันมี 2 รูปแบบคือ เทคโนโลยีระบบหม้อไอน้ำ (Boiler) และกังหันไอน้ำ(Steam Turbine) และเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) ซึ่งเทคโนโลยีที่น่าสนใจคือ เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น ซึ่งเป็นการนำชีวมวลมาเผาใน เครื่องแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier) โดยควบคุมอากาศไหลเข้าในปริมาณจำกัด เพื่อเปลี่ยนชีวมวลในรูปของแข็งให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงหรือก๊าซชีวมวลที่สามารถนำไปเข้าเครื่องยนต์แก๊สเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ เทคโนโลยีนี้เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นต้องใช้เงินลงทุนสูง ดังนั้นจึงต้องทำศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล เพื่อเป็นแนวทางการตัดสินใจลงทุนในโครงการต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของชีวมวลและการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น

2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง

3. เพื่อทำการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ 2 ด้าน คือ การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนและการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงสภาพทั่วไปของชีวมวลและการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นและความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง ว่าจะมีความเป็นไปได้ในการลงทุนหรือไม่เพื่อเป็นความรู้และข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนในโครงการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยจะคิดเฉพาะต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่อยู่ในรูปตัวเงินเท่านั้น และทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และกรณีที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

นิยามศัพท์

ชีวมวล (Biomass) ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ไม้กระถินยักษ์

พลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) หมายถึง กำลังการผลิตควบคู่กับระยะเวลาที่ทำการผลิต หรือในแง่การใช้ไฟฟ้า หมายถึง ผลของกำลังไฟฟ้าที่ทำงานไปเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งก็คือความสิ้นเปลืองไฟฟ้าใช้ควบคู่กับระยะเวลาในการทำงาน มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (Kilowatt-Hour: KWH) หรือเรียกกันทั่วไปว่าหน่วยหรือยูนิต

พลังงานไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า × จำนวนชั่วโมงที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้งาน

ดังนั้นกิโลวัตต์ชั่วโมง หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ไปในการทำงานได้ 1 กิโลวัตต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) หมายถึง การเผาชีวมวลที่ควบคุมอากาศไหลเข้าในปริมาณจำกัด ทำให้เกิดการเผาไม้ที่ไม่สมบูรณ์ จะได้ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นหลัก ก๊าซที่ได้เรียกว่า ก๊าซชีวมวล สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนและผลิตไฟฟ้าได้ (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2549)

น้ำมันดิน (Tar) หมายถึง สารที่มีลักษณะคล้ายน้ำมันมีความเหนียวข้นและมีสีดำ เป็นสารประกอบของคาร์บอนและไฮโดรเจน ได้จากการกลั่นสลายไม้หรือถ่านหิน

ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer :VSPP) หมายถึง ผู้ผลิตไฟฟ้า ทั้งภาคเอกชน รัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และ ประชาชนทั่วไปที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเอง ที่จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ในปริมาณพลัง ไฟฟ้าขายเข้าระบบไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ โดยมีลักษณะกระบวนการผลิตไฟฟ้า ดังนี้

(1) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำขนาดเล็ก (Micro Hydroeletricity) พลังงานคลื่นทะเลหรือมหาสมุทร พลังงานความร้อน ใต้พิภพ พลังงานชีวมวล พลังงานจากก๊าซชีวภาพ เป็นต้น หรือผลิตไฟฟ้าจากกากหรือเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากกากหรือเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร หรือจากผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือการเกษตร ขยะมูลฝอย ไม้จากการปลูกป่าเป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้สามารถใช้เชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์เป็นเชื้อเพลิง เสริมได้ แต่พลังงานความร้อนที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงเสริมในแต่ละรอบปีจะต้องไม่เกินร้อยละ 25 ของพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในรอบปีนั้นๆ

(2) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานที่ได้มาจากกระบวนการผลิต การใช้ หรือการขนส่งเชื้อเพลิงได้แก่ พลังงานเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือการเกษตร พลังงานสูญเสียจากไอเสียเครื่องยนต์ และพลังงานที่เป็นผลพลอยได้ เช่น พลังงานกลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการปรับลดความดันของก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้ ไม่รวมถึงการใช้พลังงานสิ้นเปลืองที่ใช้แล้วหมดไปมาผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการสัมภาษณ์ผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้า ประกอบด้วยระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงและระบบผลิตไฟฟ้า จากบริษัทซูพรีม รีนิวเอเบิล เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด

2. ข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากการรวบรวมจากหนังสือ บทความ วารสาร เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเว็บไซต์ต่างๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

2.1 สภาพทั่วไปของกระถินยักษ์ โดยรวบรวมข้อมูลจากกรมป่าไม้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย เป็นต้น

2.2 การผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น โดยรวบรวมข้อมูลจาก ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นต้น

2.3 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม โดยรวบรวมข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive analysis) เป็นการศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ในข้อที่ 1 โดยในการศึกษาเชิงพรรณนา จะแบ่งเนื้อหาที่จะทำการศึกษาประกอบไปด้วย

1.1 การศึกษาสภาพทั่วไปของกระถินยักษ์ โดยจะทำการศึกษาลักษณะทั่วไปของกระถินยักษ์ ศักยภาพในการใช้เป็นเชื้อเพลิง และต้นทุนในการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น ได้แก่ กระบวนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง ประเภทเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง การประยุกต์ใช้แก๊สเชื้อเพลิง และเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า

1.3 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ คุณภาพอากาศ เถ้า และน้ำเสีย

2. การศึกษาเพื่อการบรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 และ 3 เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและเศรษฐกิจของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง การวิเคราะห์ในส่วนนี้เพื่อที่จะพิจารณาความเหมาะสมในการลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าโดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบปรับค่าเวลาของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการให้เป็นค่าปัจจุบัน ที่เรียกว่า “Benefit-Cost Analysis” โดยเกณฑ์การตัดสินใจมีดังนี้

2.1 การพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method: NPV)

จากสูตร $$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{-t}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจที่ยอมรับโครงการทางด้านการเงินและเศรษฐกิจคือ ค่า NPV มีค่ามากกว่า 0 หรือมีค่าเป็นบวก

2.2 การพิจารณาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน(Benefit-Cost Ratio: BCR)

จากสูตร $$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^{n} C_t (1+r)^{-t}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ คือ ค่า BCR = 1 หรือมากกว่าหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การพิจารณาค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คืออัตราคิดลดทำให้มูลค่าผลตอบแทนและต้นทุนของโครงการเท่ากัน

จากสูตร $$\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{-t}} = 0$$

เกณฑ์การตัดสินใจที่จะยอมรับโครงการคือค่า IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะหรือค่าเสียโอกาสของทุน

2.4 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ (Switching Value Test)

เป็นการเปลี่ยนแปลงร้อยละของปัจจัยที่เชื่อว่ามีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของโครงการ ซึ่งทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนในโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการลงทุนและการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ในการลงทุน ซึ่งจะแบ่งการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ ออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน (SVT_C) เพื่อให้ทราบว่าต้นทุนของการลงทุนในโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นได้มากน้อยเพียงใด

2. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ (SVT_B) เพื่อให้ทราบว่าผลประโยชน์ของการลงทุนในโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถเปลี่ยนแปลงลดลงได้มากน้อยเพียงใด

ถ้า SVT_C หรือ SVT_B ที่คำนวณได้มีค่าสูง หมายความว่า ความเสี่ยงภัยในโครงการอยู่ในระดับต่ำ

ถ้า SVT_C หรือ SVT_B ที่คำนวณได้มีค่าต่ำ หมายความว่า ความเสี่ยงภัยในโครงการอยู่ในระดับสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อสมมติในการศึกษา

1. ศึกษาภายใต้กำลังการผลิตไฟฟ้า 600 กิโลวัตต์

2. ศึกษาภายใต้อายุโครงการ 20 ปี ตามอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยระยะเวลาก่อสร้าง 1 ปี (พ.ศ. 2553) และเริ่มดำเนินการผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

3. อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 7.74 จากหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งเป็นอัตราต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weight Average Cost of Capital : WACC) สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2552

4. กำหนดให้พื้นที่โครงการตั้งอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา

5. เงินลงทุนโครงการใช้เงินลงทุนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิงมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. รูปแบบของการวิเคราะห์โครงการ

การวิเคราะห์โครงการเป็นการคัดเลือกการลงทุนแบบกรณีไป โดยองค์ประกอบหลักของการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ คือการระบุรายการและการตีค่าต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการทั้งหมด แล้วนำมาวิเคราะห์ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจลงทุนแบบต่าง ๆ เพื่อบ่งชี้ว่า โครงการใดมีความเหมาะสมต่อการลงทุนต่อไป โดยโครงการที่ได้รับการคัดเลือกแล้วนั้นจะเป็นโครงการที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และก่อให้เกิดคุณค่าสูงสุดต่อวัตถุประสงค์ ทั้งนี้ความขาดแคลนหายากของทรัพยากรดังกล่าว จะถูกแสดงออกมาในรูปของราคาเงา (Shadow Prices) หรือค่าเสียโอกาส (Opportunity Costs) ของทรัพยากรนั้นๆ ถ้าหากทรัพยากรยิ่งขาดแคลนหายากมากเท่าใด ก็จะทำให้ราคาเงามีแนวโน้มสูงขึ้นมากเท่านั้น การวิเคราะห์โครงการจะประกอบด้วยการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544) คือ

1.1 การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค (Technical Analysis)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเทคนิคของโครงการ ควรจะพิจารณาถึงรูปแบบทางเทคนิคในทางเลือกต่างๆ ซึ่งจะบรรลุถึงวัตถุประสงค์โครงการ ณ ต้นทุนต่ำที่สุด รูปแบบที่ถูกเลือกมาควรมีเทคโนโลยีเหมาะสมที่สุด พร้อมกับวิธีการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด รูปแบบโครงการที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น และโครงการไม่ควรจะก่อให้เกิดผลทางลบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ควรทำการวิเคราะห์ด้วยว่าองค์ประกอบต่างๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ทั้งภายในโครงการและกับโครงการอื่นๆ ในพื้นที่เดียวกันและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุดท้ายรูปแบบโครงการที่ดีจะต้องรวมเอาความต้องการด้านการดำเนินการและบำรุงรักษาเมื่อโครงการจบสิ้นลงแล้วเข้าไว้ด้วย

1.2 การวิเคราะห์ทางด้านสังคม (Social Analysis)

การวิเคราะห์ทางด้านสังคมควรจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Expected Changes) จากโครงการ ซึ่งจะนำไปสู่สิ่งแวดล้อมของมนุษย์ (Human Environment) ในรูปขององค์กรทางสังคมและมาตรฐานการครองชีพ และการเข้าใจกระบวนการทางสังคมที่เกี่ยวข้อง โดยปกติวัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาคือการปรับปรุงความเป็นอยู่ของประชากร (Well Being of the Population) ให้ดีขึ้น หากโครงการใดสามารถดำเนินการให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาดังกล่าวจะพิจารณาได้ว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมทางสังคมสำหรับการลงทุน

1.3 การวิเคราะห์ทางด้านสถาบัน (Institutional Analysis)

ผลของโครงการพัฒนาขึ้นอยู่กับคุณภาพของสถาบันที่รับผิดชอบต่อโครงการนั้นๆ ซึ่งจะรวมถึงองค์กรที่ปฏิบัติการและดำเนินการโครงการ ยังรวมถึงสถาบันของรัฐบาลและสาขาเศรษฐกิจต่างๆ ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสำเร็จของโครงการอีกด้วย การพัฒนาทางด้านสถาบันคือการเพิ่มขีดความสามารถของสถาบันในการที่จะกำหนดวัตถุประสงค์การพัฒนาให้ชัดเจนและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกับทรัพยากรมนุษย์ ทรัพยากรการเงินและทรัพยากรอื่น ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จตามวัตถุประสงค์เหล่านั้น สถาบันที่เข้มแข็ง ประกอบกับมีกำลังคนเพียงพอแนวนโยบายและระเบียบการที่แน่นอนถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จของโครงการพัฒนา ถ้าหากสถาบันท้องถิ่นนั้นอ่อนแออาจส่งผลให้โครงการไม่สามารถสร้างผลประโยชน์ในระดับที่ตั้งใจไว้ได้

1.4 การวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Analysis)

สิ่งแวดล้อมเกี่ยวพันกับเรื่องต่างๆ มากมาย รวมถึงการสาธารณสุขและความปลอดภัยในการประกอบอาชีพ การควบคุมมลพิษทางอากาศ น้ำและที่ดิน การจัดการที่เหมาะสมกับทรัพยากร ธรรมชาติประเภทที่เกิดทดแทนใหม่ได้ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยวิธีการใช้ให้หลากหลาย การนำกลับมาใช้อีก และการป้องกันการพังทลาย การอนุรักษ์พืชและสัตว์พันธุ์หายาก และการทำนุบำรุงทางด้านวัฒนธรรม ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนามีความแตกต่างกันในเรื่องขนาดความรุนแรงมากกว่าเรื่องประเภทของปัญหาการวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อมจะมีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1.4.1 การระบุถึงทรัพยากรประเภทที่เกิดทดแทนใหม่ได้และประเภทที่ใช้แล้วหมดเปลืองว่าควรจะถูกนำมาใช้กับโครงการหรือไม่ และอย่างไร โดยหากมีการใช้ทรัพยากรเหล่านี้แล้วจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาอย่างไร

1.4.2 การระบุถึงจุดอ่อนไหว (Sensitive Points) ในระบบนิเวศน์วิทยาท้องถิ่นซึ่งอาจจะได้รับผลในทางลบจากโครงการ

1.4.3 การประเมินสถานการณ์ความเป็นไปได้ทางด้านมลพิษ อันเป็นผลเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ของโครงการ

1.4.4 การประเมินโดยทั่วไปเพื่อพิจารณาว่าการออกแบบองค์ประกอบหลักๆ ของโครงการจะมีความยั่งยืนในเชิงนิเวศน์วิทยามากน้อยเพียงใดในระยะยาว กล่าวคือ จะต้องไม่ใช้ปัจจัยในจำนวนเพิ่มขึ้นอีกเลย เพื่อที่จะคงไว้ในระดับผลผลิตที่กำหนดให้

1.5 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน (Economic and Financial Analysis)

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินจะช่วยให้กรอบงานที่ข้อเสนอโครงการ ทุกด้านจะได้รับการประเมินแบบประสานอย่างเป็นระบบผลการวิเคราะห์มีความสำคัญต่อผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานที่สนับสนุนทางการเงิน เพราะเป็นการบ่งชี้ถึงความสมเหตุสมผลสำหรับการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการเพื่อการลงทุนโครงการใดที่ประเทศเลือกที่จะนำไปปฏิบัตินั้นควรจะมีลำดับความสำคัญสูงในแผนงานการพัฒนาแห่งชาติ การคัดเลือกโครงการเหล่านี้ควรพิจารณาจากทางเลือกโครงการที่ดีที่สุดในรูปของความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน (Economic and Financial Worthiness) ความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการวิเคราะห์ทางด้านการเงินมีดังนี้ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5.1 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นั้น ค่าเสื่อมราคาจะไม่รวมเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการ เพราะเมื่อมีการซื้อเครื่องจักรเครื่องมือหรือสินทรัพย์ถาวรมาใช้กับโครงการในปีใดก็ให้ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายในปีนั้นไป จึงไม่จำเป็นต้องมีการหักค่าเสื่อมราคาของการใช้ในปีต่อไปอีก

1.5.2 ค่าชำระหนี้ (Debt Service) เป็นรายการโอนประเภทหนึ่งของโครงการ เมื่อโครงการได้รับเงินกู้มา จะเป็นผลให้โครงการมีทุนหมุนเวียนเพื่อใช้จ่ายในการลงทุนและเมื่อต้องมีการชำระหนี้คืนในรูปดอกเบี้ยและเงินต้น ก็จะทำให้เงินทุนหมุนเวียนของโครงการลดน้อยลง ในทางบัญชีการเงินถือว่าเงินกู้เป็นรายได้ ส่วนการชำระหนี้เป็นรายจ่าย แต่สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นั้น รายการเงินกู้และการชำระหนี้จะเป็นเพียงรายการโอนกันในรูปกระแสการเงินหรือในทางบัญชีการเงินเท่านั้น มิได้เกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรเพื่อใช้ในการผลิตสินค้าและบริการแต่อย่างใด

1.5.3 ค่าภาษี (Tax) ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นั้นจะไม่รวมภาษีทุกประเภทเป็นค่าใช้จ่ายในโครงการ เนื่องจากการคิดค่าใช้จ่ายในโครงการจะคิดเฉพาะค่าใช้จ่ายที่แท้จริงที่มีส่วนต่อการใช้ทรัพยากรจริงๆ ของโครงการเท่านั้น

1.5.4 ค่าสำรองราคา (Escalation) หรือค่าสำรองเงินเฟ้อ จะมีผลต่อการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และด้านการเงินที่แตกต่างกัน เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะไม่คำนึงถึงเงินเฟ้อ โดยมีสมมติฐานว่าราคาสัมพัทธ์ (Relative Price) ไม่เปลี่ยนแปลง หรืออีกนัยหนึ่งราคาทุกอย่างจะเพิ่มขึ้นโดยประมาณในร้อยละที่เท่ากัน จึงทำให้เงินเฟ้อไม่มีผลต่อโครงการ แต่ในทางการเงินนั้นจะต้องนำผลของเงินเฟ้อมาพิจารณาด้วยเพื่อพยากรณ์กระแสเงินสดได้ถูกต้องมากที่สุด

2. การกำหนดต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ

ต้นทุนประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง และการดำเนินงานโครงการ รายการที่รวมอยู่ในต้นทุนจึงได้แก่ ที่ดิน แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์การผลิตและวัตถุดิบ ส่วนผลตอบแทนนอกจากผลตอบแทนทางการเงินหรือรายรับ ยังอาจปรากฏในรูปของการประหยัดต้นทุนและการหลีกเลี่ยงหรือลดความสูญเสีย (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดต้นทุนและผลประโยชน์นั้นจะต้องคำนึงถึงคำถาม2 ประการ คือ ผู้ตัดสินใจคือใครและวัตถุประสงค์ของผู้ตัดสินใจเหล่านั้นคืออะไร ต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกี่ยวเนื่องกับการตัดสินใจเฉพาะจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าเป็นการพิจารณาจากแง่มุมของบุคคลโดยตรงหรือของสังคมโดยส่วนรวม หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการชี้ให้เห็นความแตกต่างที่จำเป็นระหว่างการวิเคราะห์ทางด้านการเงินและทางด้านเศรษฐกิจ นั่นคือการวิเคราะห์ทางด้านการเงินใช้ต้นทุนและผลประโยชน์ที่วัดหรือนับจากแง่มุมของบุคคล หน่วยงานหรือรัฐวิสาหกิจ ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจใช้ต้นทุนและผลประโยชน์ที่วัดหรือนับจากแง่มุมของสังคมโดยส่วนรวม (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544)

ต้นทุนและผลประโยชน์จะถูกกำหนดโดยวัตถุประสงค์ของโครงการที่ได้ตั้งไว้ กล่าวคือ ต้นทุนหมายถึงอะไรก็ได้ (Anything) ที่ลดหรือมีผลในทางกลับกันต่อวัตถุประสงค์ ส่วนผลประโยชน์ หมายถึงอะไรก็ได้ที่ส่งเสริมเพิ่มพูนวัตถุประสงค์ แต่ในความเป็นจริงแล้วการกำหนดว่าอะไรเป็นต้นทุนและผลประโยชน์ไม่ได้กำหนดได้ง่ายๆ เนื่องจากผู้ตัดสินใจมักจะมีวัตถุประสงค์หลายประการอยู่ในใจ และบางประการก็อาจจะขัดแย้งกันได้ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ยึดเอากำไรสูงที่สุดเป็นเพียงวัตถุประสงค์เดียวสำหรับบุคคลและกิจการธุรกิจของเอกชน ในทำนองเดียวกับรายได้หรือการบริโภคประชาชาติสูงที่สุดก็จัดว่าเป็นวัตถุประสงค์โดยทั่วไปสำหรับประเทศชาติโดยส่วนรวม ซึ่งนักเศรษฐศาสตร์อ้างว่าเป็นวัตถุประสงค์ประสิทธิภาพ ทั้งนี้นิยามของวัตถุประสงค์สำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจจะต้องอยู่ในรูปที่แท้จริง (Real Terms) หรือ คุณลักษณะทางกายภาพที่มีตัวตน สามารถจับต้องได้ของสินค้าและบริการ ส่วนนิยามของวัตถุประสงค์สำหรับการวิเคราะห์ทางด้านการเงินให้อยู่ในรูปเงินตรา หรือหน่วยของเงินตรา (Money Terms)

2.1 การกำหนดต้นทุนและผลประโยชน์

ต้นทุน ผลประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Costs, Benefits)

ต้นทุนในการก่อสร้างและดำเนินงานโครงการหนึ่งๆ จำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตหลายประเภท แต่ความต้องการปัจจัยเหล่านี้จะมีมากน้อยแค่ไหนนั้นสามารถกำหนดได้ด้วยการศึกษาทางด้านเทคนิคและวิชาการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้นทุนทางตรงของโครงการ (Direct Costs) สามารถแบ่งเป็นต้นทุนในการลงทุน (Investment Costs) และต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operating Costs) โดยต้นทุนในการลงทุนหมายถึงมูลค่าของการใช้สิ่งที่ใส่เข้าไปเพื่อการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหรือเป็นฐานของการผลิตผลผลิตออกมา จะประกอบด้วย สิ่งก่อสร้าง เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์การผลิตและการติดตั้ง ส่วนต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษา หมายถึงมูลค่าของการใช้สิ่งที่ใส่เข้าไปเพื่อการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น เป็นต้น (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542)

ต้นทุนทางอ้อมของโครงการ (Indirect Costs) หมายถึง ความเสียหายที่กลุ่มคนได้รับจากโครงการโดยปราศจากการจ่ายชดเชย (Compensation) สามารถกำหนดและวัดได้โดยการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ได้รับผลกระทบจากโครงการนั้นๆ นั่นเอง

ผลประโยชน์ทางตรงของโครงการ (Direct Benefits) หมายถึง อะไรก็ได้ที่โครงการตั้งใจที่จะให้บรรลุผล ถ้าหากโครงการประสงค์จะเพิ่มผลผลิตแล้ว ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีโครงการก็จะเป็นผลประโยชน์ทางตรงของโครงการนั้น ถ้าหากโครงการประสงค์จะลดหรือประหยัดต้นทุน(Cost Saving) แล้วต้นทุนที่สามารถประหยัดได้ก็จะจัดว่าเป็นผลประโยชน์ทางตรงของโครงการอีกเช่นเดียวกัน

ผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ (Indirect Benefits) หมายถึง ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นนอกเหนือไปจากกลุ่มเป้าหมาย

2.2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์จะต้องหามูลค่าที่แท้จริงของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ โดยทำการตัดรายการต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิตออก สำหรับมูลค่าที่แท้จริงถ้าเป็นระบบเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสมบูรณ์ ราคาตลาดจะเป็นราคาที่สะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริงของสินค้าและบริการนั้น แต่ในสภาพความเป็นจริงตลาดไม่ได้มีการแข่ง-ขันสมบูรณ์ ทำให้ราคาไม่สามารถสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงของสินค้าและบริการได้ จึงจำเป็นที่ต้องมีการคำนวณราคาที่แท้จริงออกมา โดยราคาที่แท้จริงที่ได้นี้เรียกว่าราคาเงา (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ราคาเงา หรือราคาทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Price) หมายถึงราคาที่ควรจะเป็นในระบบเศรษฐกิจที่มีดุลยภาพภายใต้เงื่อนไขของการแข่งขันที่สมบูรณ์ ราคาเงาจึงเป็นราคาที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ราคาของปัจจัยการผลิตนั้นเท่ากับมูลค่าที่แท้จริงและเท่ากับค่าเสียโอกาสของการใช้ปัจจัยผลิตนั้น หรือเป็นการหาราคาสะท้อนถึงค่าเสียโอกาสที่แท้จริงของการใช้ปัจจัยการผลิตหรือสินค้า สำหรับการประเมินมูลค่าที่แท้จริงของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการสามารถจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่สามารถซื้อขายกันได้ในตลาดโลก (Tradable Goods) จะต้องคำนวณในรูปของราคาตลาดโลก (border prices or international price) ซึ่งเป็นราคาที่ซื้อขายกันในตลาดโลก และเป็นราคาที่สะท้อนถึงค่าเสียโอกาสของ สินค้าในรูปของเงินตราต่างประเทศ โดย

สินค้าส่งออก ราคาเงา คือ ราคา F.O.B. (Free on Board)

สินค้านำเข้า ราคาเงา คือ ราคา C.I.F. (Cost Insurance Freight)

โดยที่ F.O.B. คือ ราคาที่ท่าเรือประเทศผู้ส่งออก + ค่าขนส่งสินค้าลงเรือพร้อมที่จะออกจากประเทศ

C.I.F. คือ ราคาที่ท่าเรือประเทศผู้ส่งออก + ค่าขนส่งสินค้าลงเรือพร้อมที่จะออกจากประเทศ + ค่าระวางเรือ + ค่าประกันภัยมาถึงท่าเรือและพร้อมที่ส่งไปยังผู้ใช้ปลายทางในประเทศ

Sadig Ahmed ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของธนาคารโลกได้ทำการคำนวณสัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับสินค้าที่สามารถซื้อขายได้ในตลาดโลก จากวิธีเทียบสัดส่วนมูลค่าสินค้า ณ ราคาตลาดโลกกับมูลค่าสินค้า ณ ราคาในประเทศที่รวมผลกระทบจากภาษีไว้ด้วย ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์ปรับค่า} = \frac{M + X}{M(1 + T_m) + X(1 - T_X)}$$

โดยที่ M = มูลค่าสินค้าเข้า

X = มูลค่าสินค้าออก

T_m = อัตราภาษีเฉลี่ยของสินค้าเข้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T_x = อัตราภาษีเฉลี่ยของสินค้าออก

2. กลุ่มที่ไม่สามารถซื้อขายกันได้ในตลาดโลก (Non-Tradable Goods) เป็นสินค้าที่มีลักษณะทางกายภาพซึ่งทำให้สินค้าเหล่านี้ไม่สามารถเข้าสู่ตลาดการค้าระหว่างประเทศได้ เช่น ไฟฟ้าและประปา ในการคำนวณราคาเงาของสินค้านี้สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสัมประสิทธิ์ปรับค่า หรือสัมประสิทธิ์ปรับค่ามาตรฐาน(Standard Conversion Factors) ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์ปรับค่า} = \frac{\text{ราคาเงา}}{\text{ราคาตลาด}}$$

โดยที่สัมประสิทธิ์ปรับค่า จะใช้เฉพาะสินค้าแต่ละกลุ่ม

สัมประสิทธิ์ปรับค่ามาตรฐานจะใช้สำหรับสินค้าที่ไม่อาจจัดได้ว่าเป็นกลุ่มใดโดย สัมประสิทธิ์ปรับค่ามาตรฐานของประเทศไทย ซึ่งได้คำนวณไว้สำหรับสินค้าต่างๆ ของประเทศไทย (Ahmed, 1983) มีดังนี้

1. Standard Conversion Factor (SCF)	0.92
2. Consumption Goods Conversion Factor (CGCF)	0.95
3. Intermediate Goods Conversion Factor (IGCF)	0.94
4. Capital Goods Conversion Factor (KGCF)	0.84
5. Construction Goods Conversion Factor (CCF)	0.88
6. Electricity Goods Conversion Factor (ECF)	0.90
7. Transportation Goods Conversion Factor (TCF)	0.87
8. Labor Goods Conversion Factor (LCF)	0.92
9. Machinery Goods Conversion Factor (MCF)	0.85
10.Vehicals and Parts Goods Conversion Factor (VPCF)	0.73

จากการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เพื่อหาค่าราคาเงาจะเห็นได้ว่า การผลิตของโครงการจัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถซื้อขายกันได้ในตลาดโลก (Non-Tradable Goods) โดยในการศึกษานี้จะใช้ตัวเลขสัมประสิทธิ์ปรับค่ามาตรฐานของประเทศไทย ซึ่งได้คำนวณไว้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อการลงทุน

การวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐกิจจะเน้นถึงผลประโยชน์ที่มีต่อเศรษฐกิจโดยรวม ทั้งนี้เพื่อบรรลุถึงประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ผลการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปของผลประโยชน์ที่ได้จะสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าใช้จ่ายที่เสียไป หลักเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบค่าของโครงการเหล่านี้แบ่งเป็น 2 ประเภท (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544) คือ

3.1 เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนแบบไม่ต้องปรับค่าของเวลา

เกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนแบบไม่ต้องปรับค่าของเวลาเป็นเกณฑ์การตัดสินใจแบบเก่าคือ นำผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการจะเกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆ กันมาคำนวณโดยไม่มีการปรับให้เป็นมูลค่าในปัจจุบัน(Present Value) มาเปรียบเทียบกัน ถ้าผลประโยชน์มากกว่าต้นทุนก็ถือว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า ถ้าโครงการลงทุนไม่มาก และระยะเวลาของโครงการสั้น เช่น 1 ปี หรือต้องการตรวจสอบอย่างคร่าวๆ สามารถใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบนี้ได้ จะมีอยู่ 5 หลักเกณฑ์ดังนี้ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542)

1. ความจำเป็นเร่งด่วน (Urgency) ตามหลักเกณฑ์นี้ โครงการใดมีความจำเป็นเร่งด่วนมาก ก็จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่าโครงการที่มีความจำเป็นเร่งด่วนน้อยกว่าความจำเป็นเร่งด่วนดังกล่าวเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่ถ้าไม่รีบดำเนินการแล้วอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อกิจการได้ หรือเป็นความจำเป็นเร่งด่วนเพื่อความอยู่รอดของหน่วยงาน ถ้าไม่รีบดำเนินการอาจมีผลทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับหน่วยงานอื่นได้ หรือมีความจำเป็นที่ต้องขยายสายผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อธุรกิจ

2. การตรวจสอบอย่างง่ายๆ (Ranking by Inspection) หลักเกณฑ์การประเมินชนิดนี้เป็นชนิดที่ง่ายและช่วยการตัดสินใจได้ในบางกรณี ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์โครงการเพียงแต่ทราบปริมาณการลงทุนและผลตอบแทน ก็สามารถบอกได้ทันทีว่าโครงการไหนจะดีกว่ากัน

3. ระยะคืนทุน (Payback Period) ระยะคืนทุนได้แก่ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ หลักเกณฑ์นี้พิจารณาจำนวนปีที่จะได้รับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนและใช้กันมากในวงธุรกิจ โดยเฉพาะในกรณีที่การลงทุนมีความเสี่ยงสูง

4. อัตราผลตอบแทนทางบัญชี (Accounting Rate of Return) อาจจะเรียกโดยทั่วไปว่า อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment) หรืออัตราผลตอบแทนจากทุนที่ลงไป (Return on Capital Employed) อัตรานี้สามารถคำนวณได้หลายทาง ทั้งนี้เพราะกำไรและทุนในทางบัญชีมีหลายตัว เช่น กำไรก่อนหักภาษี กำไรหลังหักภาษี เป็นต้นแต่โดยรูปแบบพื้นฐานแล้ว อัตราผลตอบแทนทางบัญชีสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนของกำไรทางบัญชีกับค่าลงทุนแล้วเสดงเป็นร้อยละ ซึ่งโดยปกติอาจเป็นอัตราส่วนของกำไรเฉลี่ยต่อค่าลงทุนทั้งหมดแล้วคิดเป็นร้อยละ

5. การให้คะแนน (Scoring) เกณฑ์การประเมินนี้ มักจะเน้นการตัดสินใจไปที่หลักเกณฑ์ใดหลักเกณฑ์หนึ่งเป็นการเฉพาะ เช่น กำไรทางการเงิน ดังนั้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาหลักเกณฑ์การประเมินแบบให้คะแนนที่ใช้หลายๆหลักเกณฑ์มาประเมินโครงการกล่าวคือตามหลักเกณฑ์นี้จะมีการกำหนดเงื่อนไขหรือปัจจัยขึ้นมาจำนวนหนึ่งเพื่อใช้ในการพิจารณาตัดสินใจว่าจะรับหรือปฏิเสธโครงการ

3.2 เกณฑ์การตัดสินใจแบบปรับค่าของเวลา

การวิเคราะห์แบบปรับค่าของเวลา (discounted measure of project worth) เป็นการนำต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมาทำการปรับค่าของเวลาเพื่อคำนวณหาตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ วิธีการนี้เป็นวิธีการร่วมสมัย (contemporary approach) และใช้กันอย่างแพร่หลาย มี 3 ประการ ได้แก่ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544)

3.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ จำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการซึ่งอาจจะมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ ขึ้นอยู่กับขนาด (magnitude) ของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม (PVB) หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (PVC) ของโครงการนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{-t}}$$

โดยกำหนดให้ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลด (Discount Rate)

t = ระยะเวลาของโครงการ (1,2, ., n)

หลักการตัดสินใจ (decision rule) ที่ว่าโครงการจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจและการเงินหรือไม่ ให้ดูที่ NPV คือ เมื่อ NPV > 0 หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการนั้นๆ มีความเหมาะสมที่จะลงทุนได้

3.2.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ คือ ผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการหรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ ณ จุดนี้ จำเป็นต้องอธิบายเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยกับขนาดของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการคิดลดแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก อัตราดอกเบี้ยระดับใหม่ที่สูงกว่าจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงและลดลงต่อไปตราบเท่าที่อัตราดอกเบี้ยยังคงเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ในท้ายที่สุดจะมีอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ซึ่งก็คือ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เมื่อกำหนดให้ R คือ IRR แล้วค่าของ R จะสามารถหาได้จากการแก้สมการข้างล่างนี้

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{-t}} = 0$$

หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าน่าลงทุน คือ เมื่อ IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะหรือค่าเสียโอกาสของทุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.3 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน(Benefit-Cost Ratio: BCR)

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ผลประโยชน์จะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ ถึงแม้ว่าเมื่อการลงทุนโครงการผ่านพ้นไปแล้ว ในขณะที่ต้นทุนในการก่อสร้างจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงการลงทุนเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซ่อมแซมบำรุงรักษาและลงทุนทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นตลอดช่วงอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ (economic life or useful life of the project) จากนั้น จึงนำเอากระแสผลประโยชน์และกระแสต้นทุนของโครงการที่ได้ปรับค่าไปตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ดังนี้

$$\text{BCR} = \frac{\sum_{t=1}^{n} B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^{n} C_t (1+r)^{-t}}$$

ขนาด BCR อาจจะเท่ากับหนึ่ง มากกว่าหนึ่ง หรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้ แต่หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ คือ เมื่อ BCR = 1 หรือมีค่ามากกว่าหนึ่ง

4. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test)

ค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ (Percentage Change) ของปัจจัยที่เชื่อว่ามีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของโครงการ ซึ่งทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากภายใต้ข้อสมมติที่เป็นไปได้มากที่สุด NPV มีค่าเป็นบวก ณ ระดับหนึ่ง โดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544)

1. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน (SVT_C) หมายความว่า ต้นทุนโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละเท่าไรก่อนที่จะทำให้ NPV เท่ากับศูนย์ และ BCR เท่ากับหนึ่ง คำนวณได้จากสูตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$SVT_C = \frac{NPV \times 100}{PVC}$$

โดยกำหนดให้

SVT_C = การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน
NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
PVC = มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

2. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ (SVT_B) หมายความว่า ผลประโยชน์โครงการสามารถลดลงได้ร้อยละเท่าไรก่อนที่จะทำให้ NPV เท่ากับศูนย์ และ BCR เท่ากับหนึ่ง คำนวณได้จากสูตร

$$SVT_B = \frac{NPV \times 100}{PVB}$$

โดยกำหนดให้

SVT_B = การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์
NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
PVB = มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์

ถ้า SVT_C หรือ SVT_B ที่คำนวณได้มีค่าสูง หมายความว่า ความเสี่ยงภัยในโครงการอยู่ในระดับต่ำ

และถ้า SVT_C หรือ SVT_B ที่คำนวณได้มีค่าต่ำ หมายความว่า ความเสี่ยงภัยในโครงการอยู่ในระดับสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยิ่งลักษณ์ กาญจนฤกษ์ (2545) ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเหง้ามันสำปะหลังของโรงไฟฟ้า 3 ขนาด คือ 3, 10 และ 30 เมกกะวัตต์ โดยพิจารณา 2 กรณี คือ กรณีเกษตรกรไถกลบเหง้ามันสำปะหลังเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน และกรณีเกษตรกรเผาเหง้ามันสำปะหลัง

ผลการวิเคราะห์กรณีแรก คือ เกษตรกรไถกลบเหง้ามันสำปะหลังเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน (มีค่าเสียโอกาสของเหง้ามันสำปะหลัง) พบว่าโรงไฟฟ้าขนาด 3 เมกกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 17 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.06 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 9 โรงไฟฟ้าขนาด 10 เมกกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 344 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.58 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 17 และโรงไฟฟ้าขนาด 30 เมกกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 930 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.49 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 16

ผลการวิเคราะห์กรณีที่สอง คือ เกษตรกรเผาเหง้ามันสำปะหลัง (ไม่มีค่าเสียโอกาสของเหง้ามันสำปะหลัง) พบว่าโรงไฟฟ้าขนาด 3 เมกกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 33 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.12 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 10 โรงไฟฟ้าขนาด 10 เมกกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 396 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.73 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 18 และโรงไฟฟ้าขนาด 30 เมกกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 1,086 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.63 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 17

มนวรรณ ลิ้มประเสริฐ (2547) ศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาและขยายระบบไฟฟ้าที่เกาะสีชัง จ.ชลบุรี โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้เคเบิลใต้น้ำกับการปรับปรุงโรงไฟฟ้าดีเซล โดยศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิเคราะห์กรณีใช้เคเบิลใต้น้ำจะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ -109.44 ล้านบาท สัดส่วนระหว่างค่าประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 0.71 และอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ -3.84 ส่วนในกรณีโรงไฟฟ้าดีเซลจะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ -376.84 ล้านบาท สัดส่วนระหว่างค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 0.42 และอัตราผลตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับร้อยละ -192.54 ซึ่งทั้งสองกรณีไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อการลงทุน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองกรณี จะได้ว่าสายเคเบิ้ลใต้น้ำคุ้มค่าแก่การลงทุนมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามโครงการจำเป็นต้องดำเนินการเนื่องจากเหตุปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือสนองนโยบายของรัฐบาล

ศสิรส พิทักษ์รัตนโชติ (2548) ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงขนาด 22 เมกกะวัตต์ โดยกำหนดให้พื้นที่ศึกษาอยู่ในจังหวัดร้อยเอ็ด

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน พบว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 945,095,262 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.52 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 19 และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 5.76 ปี และจากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์โดยมีการวิเคราะห์ภายใต้ข้อสมมติ 4 แบบ พบว่าโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

สายวสันต์ วิชาดี (2548) ศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะเทศบาลนครเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากเทศบาลโดยใช้หลักการวิเคราะห์โครงการภายใต้สมมติฐานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำที่ใช้ขยะเทศบาลมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเพื่อป้อนเข้าสู่โรงไฟฟ้าซึ่งใช้ระบบการเผาไหม้แบบสโตกเกอร์

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะเทศบาลที่ขนาดกำลังการผลิต 1, 3, 6 และ 10 เมกะวัตต์ พบว่า ที่ขนาดกำลังผลิต 1 เมกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 151 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับร้อยละ 36.16 มีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 ปี ในส่วนของโรงไฟฟ้าขนาด 3, 6 และ 10 เมกะวัตต์ พบว่าไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน ส่วนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยการนำรายการต้นทุนและผลประโยชน์ทางการเงินมาปรับค่าให้สะท้อนถึงค่าเสียโอกาสที่แท้จริงของทรัพยากรด้วยการปรับค่า (Conversion factors) พบว่า ที่ขนาดกำลังผลิต 1 และ 3 เมกะวัตต์ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 163 และ 32 ล้าบาท ตามลำดับ อัตราผลตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับร้อยละ 38 และ 17 ตามลำดับ มีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6 ปี ตามลำดับ ส่วนโรงไฟฟ้าขนาดกำลังผลิต 6 และ 10 เมกะวัตต์ ไม่มีความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

รุ่งฤดี บุญสู่ (2551) ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเปรียบเทียบศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังจำนวน 3 แห่ง ภายใต้ 3 เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากโรงงานทั้ง 3 แห่ง

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ก่อนกู้เงินพบว่าโรงงาน C มีอัตราผลตอบแทนภายในมากที่สุด คือ ร้อยละ 59.4 ในขณะที่โรงงาน A และ B มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 32.1 และ 31.7 ตามลำดับ โรงงาน C มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด คือ 2.8 ปี โรงงาน A มีระยะเวลาคืนทุน 4.3 ปี และโรงงาน B มีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุด คือ 4.4 ปี หลังการกู้เงินเมื่อกำหนดให้ กู้เงินร้อยละ 70 ชำระหนี้ภายใน 7 ปี อัตราเงินเฟ้อ ร้อยละ 3 พบว่า โรงงาน C มีอัตราผลตอบแทนภายในมากที่สุดคือ ร้อยละ 140.1 ในขณะที่โรงงาน A และ B มีอัตราผลตอบแทนภายใน เท่ากับ ร้อยละ 57.8 และ 56.6 ตามลำดับ โรงงาน C มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด คือ 1.8 ปี โรงงาน A มีระยะเวลาคืนทุน 2.9 ปี และโรงงาน B มีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุด คือ 3.0 ปี

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ เมื่อรวมผลประโยชน์ทางคาร์บอนเครดิตก่อนกู้เงิน พบว่าโรงงาน C มีอัตราผลตอบแทนภายในมากที่สุด คือ 75.5 ในขณะที่โรงงาน A และ B มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 39.5 โรงงาน C มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด คือ 1.6 ปี โรงงาน A และB มีระยะเวลาคืนทุน 2.4 ปี หลังกู้เงิน พบว่าโรงงาน C มีอัตราผลตอบแทนภายในมากที่สุดคือ ร้อยละ 184.6 ในขณะที่โรงงาน A และ B มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 77.7 และ 77.6 ตามลำดับ โรงงาน C มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด คือ 1.6 ปี โรงงาน A และ B มีระยะเวลาคืนทุน 2.4 ปี

Anonymous (n.d.) ศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น โดยใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง ที่กำลังการผลิต 1 เมกะวัตต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินกรณีไม่ได้รับการสนับสนุนพบว่า มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 10.70 และมีระยะเวลาคืนทุน 7 ปี 4 เดือน ส่วนกรณีที่ไม่ได้รับการสนับสนุน พบว่า มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 21.62 และมีระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 8 เดือน

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบถึงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนชนิดต่างๆ ที่มีจำนวนมาก และมีความเป็นไปได้ในการลงทุน และมีแนวคิดในการศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลเพื่อเป็นการลดการนำเข้าเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า จากการศึกษางานวิจัยที่ได้กล่าวมานั้น ทำให้ทราบถึงวิธีการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน การระบุรายการและประเมินมูลค่าทางด้านต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการต่างๆ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางด้านการเงิน และวิธีการคำนวณผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิงนี้ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

สภาพทั่วไปของกระถินยักษ์และการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น

สภาพทั่วไปของกระถินยักษ์

ไม้กระถินยักษ์ เป็นไม้ตระกูลถั่วที่มีความสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้โดยปมของไรโซเบียม ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.5 มิลลิเมตร โดยในรากขนาดเล็กหรือรากฝอย จะมีเชื้อราไมโครไรซ่าอยู่รวมกับระบบราก ช่วยให้ต้นกระถินยักษ์ได้ฟอสฟอรัสและธาตุอาหารอื่น ๆ ที่จำเป็นได้มากขึ้น

โดยทั่วไปไม้กระถินยักษ์มีลักษณะดังนี้

ลำต้น ไม้กระถินยักษ์ เป็นไม้ขนาดกลาง มีลำต้นเรียบ เปลือกบางสีเทาปนน้ำตาลแดง เปลือกบางสีเทาปนน้ำตาลแดง

ใบ ใบประกอบและมีใบตลอดปี ใบย่อยแตกออกจากก้านใบ 3-10 คู่ ใบย่อย 5-20 คู่ ใบรูปขอบขนาน ปลายใบแหลมทำมุมกว้าง ไม่มีขน

ดอก ดอกมีสีขาว เกิดรวมเป็นจุก เมื่อแก่จะมีสีน้ำตาล ช่อดอกหนึ่ง ๆ จะมีฝักประมาณ 15-20 ฝัก ออกดอกในช่วงเดือนมกราคมและฝักจะแก่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงช่วงเดือนมีนาคม

เมล็ด ฝักเกิดเป็นกลุ่มๆ มีลักษณะบางๆ แบนและตรง มีสีเขียวเข้มและกลายเป็นสีแดงหรือสีน้ำตาลเมื่อแก่เต็มที่ ฝักมีความกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12-18 เซนติเมตร ในฝักแก่จะมีเมล็ดอยู่ประมาณ 15-30 เมล็ด เมล็ดสีน้ำตาลเมื่อแก่ รูปร่างแบนรี กว้างประมาณ 3-4 มิลลิเมตร มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร

ลักษณะเนื้อไม้ กระพี้มีสีจางกว่าส่วนที่เป็นแก่น เนื้อไม้มีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาลอ่อน เสี้ยนตรง เนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง ความถ่วงจำเพาะ 0.52 มีความชื้น 15%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถิ่นกำเนิด กระถินบางพันธุ์มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลาง บางพันธุ์ได้แพร่หลายกระจายอย่างกว้างขวางทั่วท้องที่นับเป็นพันปีมาแล้ว กระถินยักษ์ได้แพร่ไปถึงประเทศฟิลิปปินส์ โดยอาจนำไปในรูปอาหารสัตว์ ต่อมาประชาชนในท้องถิ่นได้เรียนรู้ว่าไม้สามารถใช้ทำฟืนได้ดี และชาวบ้านได้พบว่าต้นกาแฟ โกโก้ พริกไทย วนิลา และพืชอื่นๆที่ต้องการร่มเงาสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้ร่มเงาของกระถิน ซึ่งก็ได้ถูกแนะนำไปปลูกในสวนที่อินโดนีเซีย ปาปัวนิวกีนี มาเลเซีย และประเทศอื่นๆ ในประเทศไทยนำเข้ามาปลูกอย่างแพร่หลายในระยะ 20 กว่าปีที่ผ่านมา เพราะเห็นว่าเป็นไม้ที่เจริญเติบโตเร็ว

การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของกระถิน

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกระถินอยู่ที่ระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิกลางวัน) อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่านี้ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง เพราะฉะนั้นอุณหภูมิที่จะมีปัญหาต่อการเจริญเติบโตในเขตร้อนจะอยู่ในบริเวณที่สูงๆ 500 – 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ดังนั้นจะเห็นว่าพื้นที่เหมาะสมที่จะปลูกกระถินในประเทศไทยมีความเป็นไปได้ในเกือบทุกพื้นที่ยกเว้นในบริเวณที่สูงๆ

2. แสงแดด

แสงแดดในประเทศไทยไม่มีข้อจำกัดต่อการปลูกกระถินยักษ์ยกเว้นจะนำกระถินไปปลูกในสวนมะพร้าว หรือผสมกับไม้ยืนต้นอื่นๆ

3. ปริมาณฝน

กระถินสามารถเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีน้ำฝนตั้งแต่ 650 – 3,000 มิลลิเมตร ในขณะที่ประเทศไทยมีฝนตั้งแต่ 900 – 1,200 มิลลิเมตรต่อปี ยกเว้นในภาคใต้ ซึ่งมีปริมาณฝนสูงกว่าภาคอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การกระจายของฝนอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของกระถินบ้างในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีระยะเวลาเพียง 3-4 เดือน (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) แต่กระถินมีจุดเด่นตรงที่ทนแล้งแม้ในช่วงระยะปลูกสร้างเมื่อเทียบกับถั่วไม้ยืนต้นชนิดอื่น กระถินที่เจริญเติบโตเต็มที่อาจมีรากหยั่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลึกลงไปในดินได้ถึง 5 เมตร จึงสามารถทำน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปมาใช้ประโยชน์ได้ กระถินไม่ทนต่อน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่กระถินยังอยู่ในระยะต้นกล้า แต่ถ้ากระถินตั้งตัวได้แล้วอาจจะทนต่อน้ำท่วมขังได้ระยะหนึ่ง ดังนั้นบริเวณที่มีน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลายาวนานจึงไม่เหมาะที่จะปลูกกระถิน

4. ดิน

กระถินต้องการดินที่มีหน้าดินลึก ระบายน้ำดี มีpH ที่เป็นกลางจถึงด่างเล็กน้อยอย่างไรก็ตาม ในบริเวณที่เป็นกรดเล็กน้อย (pH >5.2) กระถินก้อสามารถขึ้นได้ แต่ผลผลิตที่ได้รับมักสู้ดินที่มี pH สูงๆ ไม่ได้ (pH > 8.5) กระถินปรับตัวได้ในดินเหนียว และต้องการดินที่มีฟอสฟอรัส และแคลเซียมสูง เพื่อการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์

การใช้ประโยชน์จากกระถินยักษ์

กระถินยักษ์จัดเป็นพืชที่มีประโยชน์ในหลายๆด้าน ประกอบด้วยประโยชน์ทางตรงและประโยชน์ทางอ้อม

ประโยชน์ทางตรง

1. ใช้ในการทำไม้แปรรูป ปาเก้ เสา

2. ใช้เป็นไม้พลังงาน ทำเป็นเชื้อเพลิงฟืนและถ่าน

ประโยชน์ทางอ้อม

1. ใช้เป็นอาหารสัตว์

2. ใช้เป็นแนวกันลมกันไฟ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ป้องกันการพังทลายของดิน

4. ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติดิน

ปริมาณผลผลิตกระถินยักษ์

ปริมาณผลผลิตกระถินยักษ์จะแตกต่างกันตามปริมาณน้ำฝนและระยะการปลูก ซึ่งกระถินยักษ์ที่ปลูกในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี ที่ระยะปลูก 1x1 เมตร มีปริมาณผลผลิตสดมากที่สุดคือ 6.144 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือกระถินยักษ์ที่ปลูกในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝน 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี และบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝน 800- 1,000 มิลลิเมตรต่อปี ตามระยะปลูกที่ห่างขึ้นตามลำดับ (ชิงชัยและคณะ, 2550) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของกระถินยักษ์ คิดเป็นน้ำหนักสด ต่อไร่ ต่อปี โดยจำแนกตามปริมาณน้ำฝน และระยะปลูก

ปริมาณน้ำฝน	ผลผลิตสด (ตันต่อไร่ต่อปี) แยกตามระยะปลูก				
(มิลลิเมตรต่อปี)	1x1 เมตร	1x2 เมตร	2x2 เมตร	2x3 เมตร	4x4 เมตร
800 – 1,000	3.589	2.050	1.910	1.428	0.944
1,000 –1,200	6.144	3.234	2.700	2.164	1.628
มากกว่า 1,200	7.213	4.405	3.488	2.965	2.442

ที่มา: วีรชัย อาจหาญ, ชิงชัย วิริยะบัญชาและสมิต บุญเสริมสุข (2550)

การประเมินพื้นที่ปลูกกระถินยักษ์

จากปริมาณผลผลิตยักษ์เฉลี่ยต่อไร่ตามที่ได้กล่าวมานั้น จะนำมาประเมินพื้นที่ปลูกกระถินยักษ์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโครงการ คำนวณได้จาก

พื้นที่ปลูก (ไร่) = กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (kW) x ชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมงต่อปี) x

น้ำหนักไม้สดต่อหน่วยไฟฟ้า(kg/kWh)/ผลผลิตไม้โตเร็ว (kg/ไร่/ปี)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่ กำลังไฟฟ้าติดตั้ง = 600 kW โดยมีประสิทธิภาพของระบบร้อยละ 90

ชั่วโมงการทำงาน = 8,040 ชั่วโมงต่อปี (ภาคผนวก ก)

น้ำหนักไม้สดต่อหน่วยไฟฟ้า = 2.75 kg/kWh (ชิงชัยและคณะ, 2550)

ผลผลิตไม้โตเร็ว = 6,150 kg/ไร่/ปี

จากการคำนวณจะได้พื้นที่ปลูกไม้กระถินยักษ์ของโครงการเท่ากับ 1,941.37 หรือประมาณ 1,942 ไร่ โดยกระถินยักษ์มีรอบตัดฟัน 2 ปี ดังนั้นพื้นที่หมุนเวียนสำหรับการปลูกไม้โตเร็วควรมีประมาณ 3,884 ไร่

ต้นทุนการผลิตกระถินยักษ์

ต้นทุนในการผลิตกระถินยักษ์ของเกษตรกรประกอบด้วย ค่าจ้างไถ ค่าจ้างผลิต ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี ค่ารถไถดายหญ้า ค่าแรงดายหญ้า/ถางหญ้า ค่าแรงฉีดยาฆ่าหญ้า และค่าวัสดุการเกษตร คิดเป็นต้นทุนเฉลี่ย 763 บาทต่อไร่ โดยมีค่าใช้จ่ายสำหรับการตัดโค่นเพื่อนำมาขายเป็นเชื้อเพลิงให้แก่โครงการเท่ากับ 150 บาทต่อตันไม้กระถินยักษ์ และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งไม้มาสำหรับขายเป็นเชื้อเพลิงให้กับโครงการเท่ากับ 100 บาทต่อตัน (ปรับปรุงข้อมูล บริษัท สหโคเจน กรีน จำกัด) ซึ่งคิดเป็นต้นทุนในการผลิตกระถินยักษ์ของเกษตรกรสำหรับโครงการประมาณปีละ 4,466,496 บาท

การผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น

การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลเป็นการนำพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบหนึ่ง เทคโนโลยีที่ใช้ผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่เป็นที่นิยมมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ เทคโนโลยีระบบหม้อไอน้ำ (Boiler) และกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) และเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) ซึ่งเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สะอาด ไม่ซับซ้อน มีความปลอดภัยและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) เป็นการนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาในเตาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier) หรือเตาผลิตก๊าซ โดยควบคุมอากาศไหลเข้าในปริมาณจำกัด เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลในรูปของแข็งให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงหรือเรียกว่า ก๊าซชีวมวล ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งยังคงคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงอยู่ และมีค่าพลังงานความร้อนสูงพอที่จะนำไปใช้งานได้ ก๊าซเชื้อเพลิงสามารถนำไปให้ความร้อนโดยตรง หรือนำไปเข้าเครื่องยนต์แก๊สเพื่อผลิตไฟฟ้าได้

หลักการของแก๊สซิฟิเคชั่น

ปฏิกิริยาความร้อนของการเกิดก๊าซชีวมวลในเตาผลิตก๊าซนั้น ถึงแม้ว่าบริเวณที่เกิดจะอยู่ติดกัน แต่สามารถแยกบริเวณต่างๆ ออกจากกันตามปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิที่ต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 บริเวณด้วยกัน (ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.) คือ

(1) บริเวณเผาไหม้ (Combustion Zone) อาจเรียกว่า “Oxidation Zone” หรือ “Hearth Zone” อากาศจะถูกส่งผ่านเข้าไปในบริเวณนี้ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เชื้อเพลิงกับอากาศสัมผัสกันเป็นจุดแรก ทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนในอากาศกับคาร์บอน และไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง (โดยถือว่าซัลเฟอร์มีน้อยมากตัดทิ้งได้) ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ตามสมการ

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad (1)$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \qquad (2)$$

ปฏิกิริยาในสมการที่ (1) และ (2) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน และความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้จะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาดูดความร้อนในบริเวณรีดักชัน และบริเวณการกลั่นสลาย อุณหภูมิบริเวณเผาไหม้อยู่ระหว่าง 1,000 – 1,500 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) บริเวณรีดัคชัน (Reduction Zone) เมื่ออากาศเข้าสู่บริเวณเผาไหม้ และทำปฏิกิริยากับคาร์บอน และไอโดรเจน ได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำแล้ว ก็จะไหลผ่านเข้าสู่บริเวณรีดัคชั่น ดังนั้นปฏิกิริยาหลักในบริเวณนี้เป็นแบบReduction reaction อุณหภูมิบริเวณนี้จะอยู่ระหว่าง 500 – 900 องศาเซลเซียส บริเวณนี้จะเปลี่ยนบางส่วนของก๊าซที่เผาไหม้ไม่ได้(คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ) ที่เกิดขึ้นในบริเวณเผาไหม้ให้มาเป็นก๊าซที่สามารถเผาไหม้ได้ โดยคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำที่เกิดขึ้น ไหลผ่านคาร์บอนที่กำลังลุกไหม้อยู่จะได้คาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน ดังสมการ

$$C + CO_2 \longrightarrow 2CO \quad (3)$$

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2 \quad (4)$$

$$C + 2H_2O \longrightarrow CO_2 + 2H_2 \quad (5)$$

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2 \quad (6)$$

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4 \quad (7)$$

ปฏิกิริยาในสมการที่ (3) เรียกว่า Boudouard reaction และปฏิกิริยาในสมการที่ (4) เรียกว่า Watergas reaction เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 600 – 900 องศาเซลเซียส และก๊าซที่ได้จาก 2 สมการนี้เป็นก๊าซที่เผาไหม้ได้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของก๊าซที่ได้จากเตาผลิตก๊าซ ก๊าซหลักคือ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ โดยหลักการแล้วควรทำให้มีปริมาณมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ปริมาณของคาร์บอนมอนนอกไซด์ในก๊าซชีวมวลนี้ขึ้นอยู่กับก๊าซาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ได้มากน้อยแค่ไหนในบริเวณรีดัคชัน การเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วระหว่างก๊าซกับเชื้อเพลิง และพื้นที่ที่ก๊าซสัมผัสกับผิวของเชื้อเพลิงแข็งในบริเวณรีดัคชัน และอุณหภูมิในบริเวณรีดัคชัน

จากสมการที่ (3) ถ้าอุณหภูมิในบริเวณรีดัคชันสูงกว่า 900 องศาเซลเซียสแล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 90 % จะเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียสแล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์หมด ดังนั้นประสิทธิภาพเตาผลิตก๊าซจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของบริเวณรีดัคชันในเตาผลิตก๊าซ

เมื่อก๊าซอุณหภูมิสูงจากบริเวณเผาไหม้ไหลเข้าสู่บริเวณนี้อุณหภูมิจะลดลงเนื่องจากเป็นปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนในสมการที่ (3) และ (4) ส่วนสมการที่ (5) เกิดขึ้นที่อุณหภุมิต่ำคือประมาณ 500 – 600 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยานี้มีความสำคัญเพราะทำให้ส่วนผสมของไฮโดรเจนใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก๊าซมีมากขึ้น มีผลทำให้ก๊าซมีค่าพลังงานความร้อนสูงขึ้น ถ้ามีไปน้ำมากเกินไป ไอน้ำจะทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน ดังสมการที่ (6) ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า Water shift reaction ทำให้ค่าความร้อนของก๊าซที่ได้ลดลง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับความชื้นของเชื้อเพลิงที่เข้าสู่เตาผลิตก๊าซ สมการที่ (7) เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน เกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส ได้ก๊าซมีเทนจำนวนเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเมธาเนชัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในบริเวณรีดัคชันนี้จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้

(3) บริเวณกลั่นสลาย (Pyrolysis Zone) ในบริเวณนี้จะได้รับความร้อนจากบริเวณรีดัคชันเพื่อที่สลายพวกสารอินทรีย์ (Organics) ในเชื้อเพลิงทำให้ได้เมธานอล กรดน้ำส้ม และน้ำมันดิน อุณหภูมิในบริเวณนี้จะเกิดประมาณ 200 – 300 องศาเซลเซียส ของแข็งที่เหลืออยู่หลังจากผ่านกระบวนการนี้แล้วคือ คาร์บอนในรูปของถ่าน ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยาต่อในบริเวณรีดัคชัน และบริเวณเผาไหม้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\text{เชื้อเพลิง} + \text{ความร้อน} \longrightarrow \text{ถ่าน} + CO + CO_2 + H_2O + CH_4 + C_2H_6 + \text{กรดน้ำส้ม} + \text{น้ำมันดิน} \qquad (8)$$

(4) บริเวณอบแห้ง (Drying Zone) บริเวณนี้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของพวกสารระเหย แต่ความชื้นในเชื้อเพลิงจะถูกความร้อนทำให้ระเหยออกมาในรูปของไอน้ำ บริเวณนี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 100 – 200 องศาเซลเซียส

$$\text{เชื้อเพลิงชื้น} + \text{ความร้อน} \longrightarrow \text{เชื้อเพลิงแห้ง} + \text{ไอน้ำ} \qquad (9)$$

ก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทั้งหมดเรียกว่า “ก๊าซชีวมวล” ซึ่งก๊าซที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในก๊าซชีวมวลคือ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และอาจมีไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ปนอยู่บ้างเล็กน้อย ซึ่งส่วนประกอบของก๊าซต่างๆ นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวลที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิดของกระบวนการผลิตก๊าซ

ในการออกแบบหรือสร้างเตาผลิตก๊าซจะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของ Oxidant อุณหภูมิ และอัตราความเร็วของการเผาไหม้ (Heating rate) กระบวนการผลิตก๊าซแบ่งออกเป็น 5 แบบ (สุรพงษ์ คล้ายมุข, 2545)คือ

1.1 กระบวนการผลิตก๊าซชีวมวลแบบใช้อากาศ (Air Gasification)

วิธีที่ง่ายที่สุดในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงคือ ขบวนการ Air Gasification สมการอย่างง่ายของปฏิกิริยานี้ได้แก่

$$CH_{1.4}O_{0.6} + 0.2\ O_2 + 0.8\ N_2 \longrightarrow CO + 0.7\ H_2 + 0.8\ N_2 \qquad (10)$$

ซึ่ง $CH_{1.4}O_{0.6}$ แทนสูตรของชีวมวล

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการดูดความร้อน และอากาศที่ใช้มีปริมาณน้อยกว่า Stoichiometric Ratio ในการทำปฏิกิริยาเผาไหม้ ดังนั้นก๊าซที่ผลิตได้ควรมีแต่ CO และ H_2 แต่ในทางปฏิบัติอากาศมีมากเกินความต้องการ ดังนั้นจะมีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และน้ำออกมาพร้อมกับเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ นอกจากนี้ไนโตรเจนที่เป็นก๊าซเฉื่อยจะทำให้ก๊าซที่ได้ เป็นก๊าซที่มีพลังงานต่ำ (Low Energy Gas) คือมีพลังงานประมาณ 120 – 200 Btu/SCF กระบวนการนี้ต้องการอากาศ 1.6 กรัมต่อชีวมวล 1 กรัม หรือมีค่า Equivalence Ratio ประมาณ 0.25 (Equivalence Ratio) คือ อัตราส่วนโดยน้ำหนักของปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้พอดีตามทฤษฎีที่น้ำหนักของเชื้อเพลิงแห้งเท่ากัน

1.2 Oxigen Gasification

ถ้าใช้ออกซิเจนในการสันดาปเพื่อผลิตก๊าซชีวมวลโดยตรง ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะเป็นพวกที่มีพลังงานปานกลาง (Medium Energy Gas) ซึ่งมีพลังงานในช่วง 300 – 400 Btu/SCF ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการส่งก๊าซไปตามท่อ หรือใช้ในการสังเคราะห์ทางเคมี เพื่อที่จะผลิตเมทานอล แอมโมเนีย Gasoline หรือมีเทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงกว่าและความเร็วของก๊าซที่ผลิตได้ต่ำกว่าการใช้อากาศ ดังนั้น ปริมาณฝุ่นที่ปะปนมากับก๊าซเชื้อเพลิงจึงมีน้อย ทำให้ง่ายต่อการทำความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะอาดก๊าซเชื้อเพลิง ในการผลิตก๊าซจากชีวมวล 1 ตัน จะต้องใช้ปริมาณออกซิเจน 1/3 ตัน ถ้าราคาของออกซิเจนอยู่ระหว่าง 540 – 1,620 บาทต่อตันแล้ว จะต้องเพิ่มราคาของการผลิตก๊าซขึ้นอีก 10-30 บาทต่อ Btu ของชีวมวล

ในปัจจุบันยังไม่มีเตาผลิตก๊าซขนาดเล็กนี้เพื่อใช้กับชีวมวลโดยเฉพาะ เนื่องจากก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์มีราคาแพง แต่ในระบบอุตสาหกรรมได้มีการนำมาใช้แล้ว เช่น กระบวนการ Union Carbide Purox ที่จะทำการขจัดขยะ (Solid Municipal Waste) 300 ตันต่อวัน

1.3 Pyrolysis Gasification

Air Gasification มีข้อเสีย ตรงที่เชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีพลังงานต่ำ ส่วน Oxygen Gasification ใช้ออกซิเจนซึ่งมีราคาแพงในการผลิตก๊าซที่มีพลังงานปานกลาง ชีวมวลมีองค์ประกอบที่เป็นสารระเหยสูงเมื่อเทียบกับถ่านหิน และสามารถกลั่นสลายไปเป็นก๊าซที่มีพลังงานปานกลาง ซึ่งประกอบด้วยมีเทนและ Light Hydrocarbon ในขณะเดียวกันยังได้ถ่าน และน้ำมันเป็นผลพลอยได้ ซึ่งสามารถนำไปแปรรูปต่อด้วย วิธีการ Pyrolysis Gasification วิธีการนี้อาจแบ่งได้เป็นสองชนิด คือ

1.3.1 Slow Pyrolysis Gasification เป็นขบวนการที่จะแปรรูปพลังงานที่สะสมอยู่ในถ่านและน้ำมันดิน ให้อยู่ในรูปของก๊าซเชื้อเพลิง การแปรรูปพลังงานนี้ประกอบด้วยขบวนการที่สลับซับซ้อน ก๊าซที่ได้จากขบวนการนี้มีพลังงานปานกลางและไม่มีผลิตภัณฑ์อื่นปนอยู่ด้วยพลังงานในถ่านสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานในก๊าซเชื้อเพลิง ในระบบได้หลายวิธี เช่น นำถ่านไปเผาใน Fluidized bed ของทราย

1.3.2 Fast Pyrolysis Gasification

มีการทดลองอยู่หลายการทดลองที่แสดงให้เห็นว่าการเกิดถ่านและน้ำมันระหว่างการกลั่นสลายจะขึ้นอยู่กับขนาดของเชื้อเพลิง เวลาในการเกิดปฏิกิริยา และปริมาณลิกนิน และในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นพบว่า ไอของโมเลกุลที่เกิดขึ้นระหว่างการกลั่นสลายนั้นสามารถที่จะแตกตัวที่อุณหภูมิสูงให้เป็นพวก Olefins (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Ethylene) และผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถที่จะคงอยู่ได้ถ้าได้รับความร้อนก่อนที่ปฏิกิริยาต่อไปจะเกิดขึ้น สารพวก Olefins เป็นสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นฐานที่สามารถนำไปสังเคราะห์เป็นสารเคมีอื่น เช่น สามารถที่จตะมาแปรสภาพอย่างง่ายให้เป็น Gasoline สารพวกไฮโดรเจนคาร์บอนหรือ Alcohols ซึ่งในระยะหลังนี้ได้มีผู้สนใจหันมาสนใจด้าน Fast Pyrolysis มาก

1.4 Hydrogen Gasification

เราสามารถที่จะนำไฮโดรเจนไปใช้ในที่ที่มีความดันสูง เพื่อที่จะเปลี่ยนองค์ประกอบภายในของชีวมวลได้ ผลลัพธ์นี้สามารถที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว หรือก๊าซ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะในการเกิดปฏิกิริยา วิธีการนี้จะเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับที่ที่มีไฮโดรเจนอย่างพร้อมมูล

1.5 Chemical and Electrochemical Gasification

มีการเปลี่ยนแปลงใหม่ๆ ของขบวนการ Gasification ที่จะนำเข้าไปสู่การสำรวจปฏิกิริยาเคมีเฉพาะที่จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เฉพาะขึ้น อย่างเช่น ปฏิกิริยาการรวมตัวของชีวมวลกับก๊าซ Br_2 เพื่อที่จะทำให้ได้ HBr และ CO แล้วนำ Hbr ไป electrolyzed เพื่อที่จะให้ได้ไฮโดรเจน

ประเภทของเตาแก๊สซิไฟเออร์หรือเตาผลิตก๊าซ

เตาแก๊สซิไฟเออร์แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ เตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดเบดหยุดนิ่ง (Fixed Bed Gasifier) และเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed Gasifier)

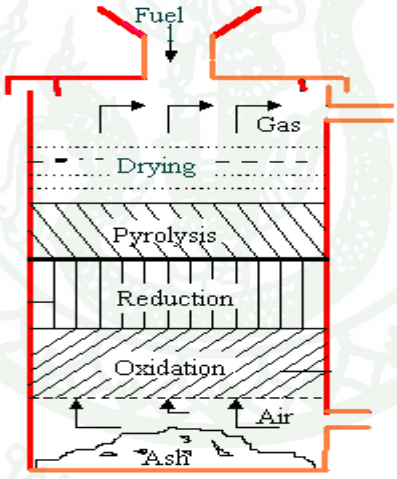
1. เตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดเบดหยุดนิ่ง (Fixed Bed Gasifier)

เตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดนี้ เชื้อเพลิงภายในเตาแก๊สซิไฟเออร์จะมีตัวรองรับ เช่น ตะแกรง จึงเปรียบเสมือนอยู่กับที่ตลอดเวลา โดยสามารถแบ่งประเภทตามทิศทางการไหลของอากาศเมื่อเปรียบเทียบกับการไหลของเชื้อเพลิง และการจัดเรียงตัวของปฏิกิริยาต่างๆ ในเตา ซึ่งแบ่งออกได้ 3 แบบ (สุรพงษ์ คล้ายมุข, 2545) คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 เตาผลิตก๊าซแบบก๊าซไหลขึ้น (Updraft gasifier)

เป็นเตาผลิตก๊าซที่ใช้ตั้งแต่แรกเริ่ม และเป็นแบบที่ง่ายที่สุด โดยเชื้อเพลิงถูกป้อนเข้าทางด้านบนของเตาและอากาศถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่างเหนือตะแกรงขึ้นไป จะมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงบริเวณนี้จะเรียกว่า บริเวณเผาไหม้ เมื่อมีอากาศผ่านเข้าไปบริเวณเผาไหม้ จะเกิดปฏิกิริยาขึ้น ได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ก๊าซที่ผ่านออกมาจากบริเวณเผาไหม้จะมีอุณหภูมิสูงและจะเข้าไปยังบริเวณรีดัคชัน ที่บริเวณนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ จะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนทำให้เกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์และไฮโดรเจน หลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าชั้นของชีวมวล และกลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200 – 500 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นก๊าซก็จะไหลเข้าสู่ชั้นของชีวมวลที่ชื้น เนื่องจากก๊าซยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงไประเหยน้ำที่อยู่ในชีวมวลเหล่านั้น ทำให้ก๊าซที่ออกจากเตาผลิตก๊าซมีอุณหภูมิต่ำลง (ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.)



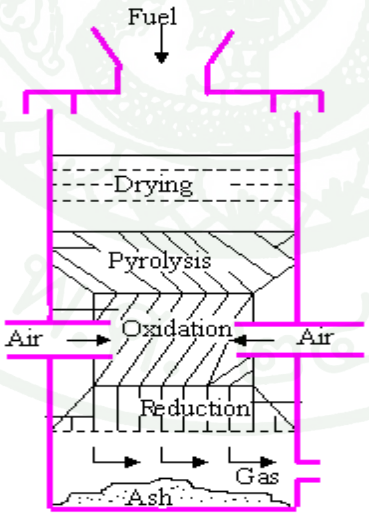
ภาพที่ 1 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier)

ที่มา: www.tripod.com (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 เตาผลิตก๊าซแบบก๊าซไหลลง (Downdraft gasifier)

เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบนี้เคยใช้ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 มาแล้ว และยังคงใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เตาผลิตก๊าซแบบไหลลงนี้ออกแบบมาเพื่อขจัดน้ำมันดินในเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ อากาศจะถูกดูดผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่างโดยผ่านกลุ่มของหัวฉีด (nozzle) ที่เรียกว่า tuyers บริเวณหัวฉีดจะเป็นบริเวณเผาไหม้จะถูกรีดิวซ์ (reduce) ในขณะที่ไหลลงสู่ด้านล่างผ่านชั้นของคาร์บอนที่อยู่เหนือตะแกรงเล็กน้อย ในขณะเดียวกันชั้นของชีวมวลที่อยู่ด้านบนบริเวณเผาไหม้ เนื่องจากมีปริมาณของออกซิเจนน้อยมากจะเกิดการกลั่นสลาย แต่ไอน้ำมันดินที่เกิดจากการกลั่นสลายก็จะไหลผ่านชั้นคาร์บอนร้อน จึงทำให้น้ำมันดินเกิดการแตกตัวเป็นก๊าซ ก๊าซที่ผ่านบริเวณเผาไหม้ในเตาแบบนี้ จะมีส่วนประกอบของน้ำมันดินลดลงเหลือน้อยกว่า 10 % ของน้ำมันดินที่ได้จากเตาแบบก๊าซไหลขึ้น และก๊าซที่ได้สะอาดกว่า เนื่องจากความเร็วก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีความเร็วต่ำ และเถ้าอยู่บริเวณตะแกรง ดังนั้นจึงมีปริมาณเถ้าน้อยมากที่ติดออกมาพร้อมกับก๊าซเชื้อเพลิง เตาผลิตก๊าซแบบก๊าซไหลลงจะใช้ได้ไม่ดีกับเชื้อเพลิงที่เถ้าอยู่มาก เพราะเถ้าจะเกิดสะสมและขวางการเผาไหม้ ทำให้อัตราการเผาไหม้ช้าลงและเกิดการสูญเสียความดันภายในเตามากขึ้น (ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)



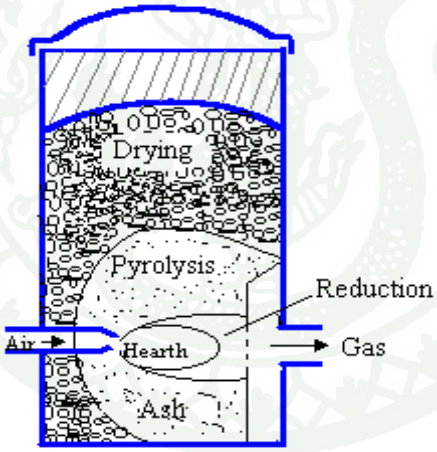
ภาพที่ 2 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลลง (Downdraft Gasifier)

ที่มา: www.tripod.com (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 เตาผลิตก๊าซแบบไหลขวาง (Crossdraft gasifier)

ลักษณะของเตาแบบนี้ อากาศจะถูกดูดผ่านหัวฉีดที่อยู่ในแนวราบ ส่วนบริเวณเผาไหม้จะอยู่ถัดไปจากหัวฉีดต่อไป และถัดออกไปอีกจะเป็นบริเวณ reduction ก๊าซที่ออกจากบริเวณรีดัคชันแล้วจะเป็นบริเวณสลายน้ำมัน และน้ำมันดินที่ได้จากบริเวณการกลั่นสลายนี้ จะผ่านบริเวณรีดัคชันก่อนที่จะออกสู่ภายนอก ทำให้น้ำมันดินเกิดการแตกตัวเป็นก๊าซก่อนที่จะออกสู่ภายนอก ทำให้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีปริมาณน้ำมันดินต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิภายในเตาแบบก๊าซไหลขวางสูงมาก รูอากาศเข้าเตาและตะแกรงต้องใช้วัสดุทนความร้อนได้ดี หรือมีการหล่อเย็นที่ดี เตาแบบนี้ได้รับการออกแบบให้ใช้กับยานพาหนะโดยเฉพาะ เนื่องจากมีผลตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของภาระ (Load) ที่ใช้อยู่ (ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)



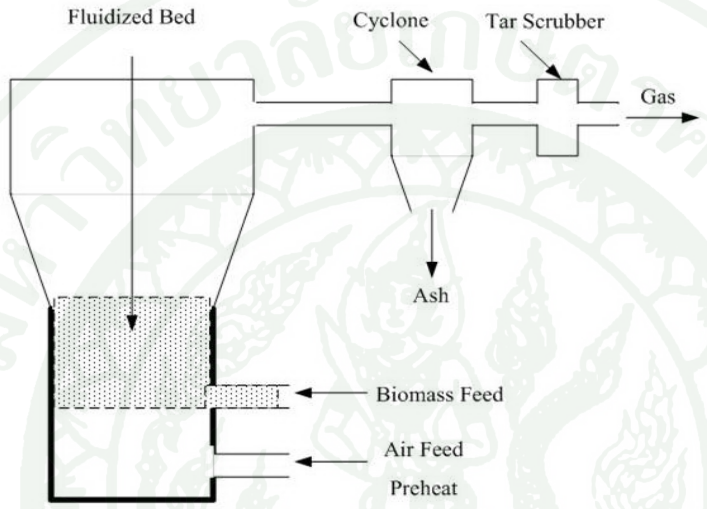
ภาพที่ 3 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลตามขวาง (Crossdraft Gasifier)
ที่มา: www.tripod.com (2553)

2. เตาผลิตก๊าซแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized bed gasifier)

จากเตาทั้ง 3 แบบที่ได้กล่าวมา การทำงานจะขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์ของเชื้อเพลิงเป็นอย่างมาก และปัญหาที่มักพบบ่อยๆ คือ สแลค และความดันตกมากเกินไปเมื่อก๊าซผ่านเตา เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวของเตาผลิตก๊าซแบบฟลูอิไดซ์เบดจึงได้รับการออกแบบขึ้นมา ในเตา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตก๊าซแบบนี้อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงแข็ง เมื่อเพิ่มความเร็วอากาศถึงขั้นหนึ่ง ชั้นเชื้อเพลิงที่วางอยู่จะเริ่มลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหลในตอนเริ่มติดเตา เบด (bed) จะได้รับความร้อนจากภายนอกจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดติดไฟของเชื้อเพลิง หลังจากนั้นเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ การเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นทั่วบริเวณเตา



ภาพที่ 4 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบฟลูอิไดซ์เบด (Fuidized Bed Gasifier)

ที่มา : www.teenet.chula.ac.th (2553)

การประยุกต์ใช้ก๊าซชีวมวล

ก๊าซชีวมวลสามารถนำไปใช้งานแทนก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซลีน หรือน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.)

1. เชื้อเพลิงเครื่องยนต์สันดาปภายใน พลังงานกลที่ได้จากเครื่องสันดาปภายในนี้ สามารถนำไปใช้ในด้านการผลิตต่างๆ เช่น ในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2. พลังงานความร้อน อุปกรณ์ที่ออกแบบมาสำหรับใช้เชื้อเพลิงประเภท fossil fuels ที่เป็นของเหลวหรือก๊าซ สามารถดัดแปลงมาใช้เชื้อเพลิงแข็งได้โดยการติดตั้งเตาผลิตก๊าซ โดยทั่วๆ ไปแล้ว gas burner ที่ใช้อยู่ก็สามารถนำมาใช้ได้ โดยทุกๆ 100 kcal ที่มีอยู่ในชีวมวลแข็ง ระบบผลิตก๊าซสามารถนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้มากกว่า 90 kcal ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าการนำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชีวมวลแข็งมาเผาไหม้โดยตรง และพลังงานความร้อนที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น อบแห้งผลผลิตทางการเกษตร

3. วัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเคมี โดยหลักการแล้วก๊าซชีวมวลสามารถนำมาสังเคราะห์เมธานอลได้ โดยที่ปฏิกิริยาจะเกิดที่อุณหภูมิสูง ความดันสูง และมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม คาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรเจนจะทำปฏิกิริยาได้เมธานอล ดังสมการ (11)

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH \qquad (11)$$

เชื้อเพลิงและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงสำหรับเตาผลิตก๊าซชีวมวล

1. เชื้อเพลิงสำหรับผลิตก๊าซชีวมวล

วัสดุที่มีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอน สามารถนำมาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงได้ ซึ่งโดยทั่วไปเชื้อเพลิงที่จะนำมาป้อนให้เตาผลิตก๊าซนั้นส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตนั้นๆ ทั้งสิ้น เช่น โรงสีข้าวนำแกลบมาเป็นเชื้อเพลิง โรงเลื่อยนำเศษไม้มาเป็นเชื้อเพลิง หรือการนำซังข้าวโพดมาเป็นเชื้อเพลิง

2. คุณสมบัติของเชื้อเพลิงสำหรับเตาผลิตก๊าซชีวมวล

(1) ความชื้นในเชื้อเพลิง ความชื้นที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงชีวมวลในการทำปฏิกิริยาจะเกิดไฮโดรเจน แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้สูญเสียความร้อนภายในเตา เพื่อใช้ในการระเหยของน้ำและปฏิกิริยาที่เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลง โดยทั่วไปเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตก๊าซในเตาควรมีความชื้นอยู่ประมาณ 5-10% โดยน้ำหนัก ถ้ามีมากเกินกว่านี้ ควรมีการนำมาตากแดดหรือนำมาอบแห้งก่อนนำมาใช้

(2) พลังงานของเชื้อเพลิงต่อหน่วยน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ดีต้องให้พลังงานออกมาต่อหน่วยน้ำหนักไม่ต่ำจนเกินไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(3) ขนาดและรูปทรงของเชื้อเพลิง โดยปกติแล้วขนาด ความกว้าง ยาว และสูงไม่แตกต่างกันมากคือ อาจเป็นลูกบาศก์ ทรงกลม ทรงกระบอก เป็นต้น เพื่อช่วยให้อัตราการเผาไหม้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้การผลิตเชื้อเพลิงได้มาก แต่ต้องไม่เล็กจนทำให้อัดแน่นเกินไปจนเกิดการสูญเสียความดันภายในเตาสูง

(4) ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง คือความหนาแน่นของเชื้อเพลิงโดยใช้เชื้อเพลิงที่มีขนาดและรูปทรงที่ใช้งานใส่ภาชนะ วัดหาปริมาตรรวมของภาชนะออกมาว่าเชื้อเพลิงหนักเท่าไหร่

ข้อดีและข้อเสียของระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

ข้อดี

1) เหมาะกับระบบการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 1 MW) จึงเหมาะสมกับบริเวณที่มีปริมาณเชื้อเพลิงจำกัด จึงเหมาะสมกับหมู่บ้านชนบทที่กระแสไฟฟ้าเข้าไม่ถึง

2) เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสีย

1) มีน้ำมันดิน ผสมในก๊าซเชื้อเพลิง ทำให้ต้องหาทางกำจัดหรือทำให้น้อยลงเพื่อไม่ให้มีปัญหาต่อการทำงานของ เครื่องยนต์ ยกเว้นในเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลลงที่ไม่มีปัญหาของน้ำมันดิน

2) ถ้าออกแบบระบบเผาไหม้ไม่ดี และมีคุณภาพเชื้อเพลิงที่ไม่สม่ำเสมอ จะส่งผลให้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีคุณภาพไม่แน่นอน และการผลิตไฟฟ้าจะไม่สม่ำเสมอ

3) ในกรณีที่นำก๊าซเชื้อเพลิงไปผลิตไฟฟ้าโดยเครื่องยนต์ จำเป็นต้องมีช่างเครื่องยนต์ประจำเพื่อให้มีการบำรุงดูแลรักษาที่ดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น พบว่าหากมีปริมาณน้ำมันดินผสมในก๊าซเชื้อเพลิงมากอาจทำให้มีปัญหาต่อการทำงานของเครื่องยนต์ได้ และในการศึกษาประเภทของเตาแก๊สซิไฟเออร์หรือเตาผลิตก๊าซมี 2 ประเภท ที่มีปริมาณน้ำมันดินต่ำ คือ เตาผลิตก๊าซแลลไหลลง (Downdraft gasifier) และเตาผลิตก๊าซแบบไหลขวาง (Crossdraft gasifier) แต่เนื่องจากเตาผลิตก๊าซแบบไหลขวางมีอุณหภูมิภายในเตาสูง จึงต้องใช้วัสดุที่ทนความร้อนได้ดี ซึ่งเป็นวัสดุที่มีราคาสูง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกใช้เตาผลิตก๊าซแบบไหลลง (Downdraft gasifier)

เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้า

ในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซสามารถทำได้โดยการป้อนเชื้อเพลิงให้กับห้องเผาไหม้ของเครื่องจักร แล้วทำให้เกิดการจุดระเบิด เชื้อเพลิงจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้ได้พลังงานความร้อน จากนั้นพลังงานความร้อนจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้เพลาซึ่งต่ออยู่กับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการหมุน แล้วจะได้กระแสไฟฟ้าออกมา โดยเครื่องจักรที่นิยมใช้จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. เครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine)

มีหลักการทำงานคืออากาศจากภายนอกถูกอัดโดย Compressor เข้าเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ แล้วขยายตัวผ่านกังหันก๊าซ จะได้พลังงานกลออกมา จากนั้นจะเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมากเครื่องจักรประเภทนี้นิยมใช้กับก๊าซธรรมชาติ

คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส

1) มีขนาดกำลังผลิตตั้งแต่ 1 MW -100 MW
2) ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า 25-30%
3) ระยะเวลาในการเริ่มระบบหรือหยุดระบบค่อนข้างเร็ว (ประมาณ 1 ชม.)
4) พลังงานความร้อนที่ออกมาจากไอเสียประมาณ 60 %
5) ใช้น้ำในการหล่อเย็นน้อยมาก
6) ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและการบำรุงรักษาต่ำ (ประมาณ 0.20 บาท/kWh)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7) ประสิทธิภาพจะตกลงมากหากเดินเครื่องไม่เต็มพิกัด

2. เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Gas Internal Combustion Engine)

มีลักษณะเหมือนกับเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ปัจจุบัน เพียงแต่มีการติดอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นก๊าซได้ การทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในจะทำโดยการป้อนเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ เพื่อให้เกิดการจุดระเบิด แล้วเกิดการถ่ายทอดกำลังผ่านลูกสูบและเพลาข้อเหวี่ยงทำให้เกิดการหมุนขึ้น แล้วเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องยนต์แก๊ส

1) มีขนาดกำลังผลิตตั้งแต่ 200 kW -10 MW
2) ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า 35-45%
3) ประสิทธิภาพจะตกลงน้อยหากเดินเครื่องไม่เต็มพิกัด
4) ระยะเวลาในการเริ่มระบบหรือหยุดระบบเร็ว (ประมาณ 5 นาที)
5) พลังงานความร้อนที่ออกมาจากไอเสียประมาณ 40 %
6) ใช้น้ำในการหล่อเย็นน้อย
7) ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและการบำรุงรักษาสูงกว่าเครื่องกังหันก๊าซ (0.30 บาท/kWh)

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวมวลนี้จะเลือกใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ปริมาณก๊าซที่ได้ไม่สูงมากพอที่จะผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกังหันก๊าซ

2. ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกังหันก๊าซต่ำกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากเดินเครื่องไม่เต็มพิกัด ประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซจะลดลงกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เครื่องกังหันก๊าซ ไม่เหมาะสำหรับการเดินเครื่องจักรแบบมีการหยุดเดินเครื่องบ่อยครั้ง เนื่องจากจะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องลดลงมาก

อุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยสำหรับป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากความผิดพลาดในระบบผลิตก๊าซ ประกอบด้วย

1. อุปกรณ์ป้องกันความดันเกิน (Pressure Release Valve)

ทำหน้าที่ป้องกันความดันของก๊าซในระบบสูงเกินไป ทำงานโดยการปล่อยก๊าซทิ้งเมื่อความดันในระบบสูงเกินค่าที่กำหนด และจะหยุดปล่อยก๊าซทิ้งโดยอัตโนมัติเมื่อความดันน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ โดยทั่วไปความดันในเส้นท่อจะควบคุมไว้ไม่ให้เกิน 0.1 บาร์ อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีการใช้ Compressor หรือ Blower ความดันในเส้นท่อสามารถสูงขึ้นไปได้ถึง 40 บาร์ ในขณะที่เครื่องยนต์ทั่วไปต้องการแรงดันก๊าซเพียง 0.8 บาร์เท่านั้น ทั้งนี้ความดันในเส้นท่อสูงสุดจะควบคุมโดยใช้ระบบวาล์วควบคุมความดัน (Pressure Relief Valve) หรือใช้อุปกรณ์สำหรับเผาก๊าซทิ้งเพื่อลดแรงดันในเส้นท่อ รวมทั้งอาจควบคุมความดันในเส้นท่อโดยอาศัยการเปิดและปิดการทำงานของ Blower

2. อุปกรณ์ป้องกันการย้อนของเปลวไฟ (Flame Arrester)

จะติดตั้งอยู่ในบริเวณท่อส่งก๊าซเพื่อป้องกันไม่ให้เปลวไฟย้อนกลับมาตามเส้นท่อและเกิดการระเบิดขึ้น มีลักษณะเป็นตะแกรงทำด้วยสแตนเลส

ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการปล่อยก๊าซทิ้ง เช่นในกรณีการหยุดซ่อมบำรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเวลานาน ซึ่งจะดีกว่าการปล่อยก๊าซธรรมชาติสู่บรรยากาศโดยตรงเนื่องจากจะเป็นการช่วยลดผลของปรากฏการณ์เรือนกระจก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อุปกรณ์เพิ่มความดันก๊าซ

เนื่องจากเครื่องยนต์ก๊าซส่วนใหญ่ต้องการความดันประมาณ 700-900 mBar จะต้องมีอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวบีบอัดก๊าซให้ความดันสูงขึ้นก่อนส่งป้อนให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการควบแน่นของไอน้ำเป็นสิ่งที่พบเสมอในการบีบอัดก๊าซโดย ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งจุดระบายน้ำไว้ทั้งก่อนและหลังชุดบีบอัดก๊าซ ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ทำความเย็นในเส้นท่อ เพื่อทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำที่มีอยู่ในระบบได้ดีขึ้น

4. Chiller และ Gas Cooler

หลังจากใช้ Blower เพิ่มความดันก๊าซ จะมีผลทำให้อุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้ความชื้นควบแน่นเป็นหยดน้ำได้ยาก ดังนั้นอาจมีการติดตั้ง Chiller และ Gas Cooler เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของก๊าซก่อนส่งเข้าเครื่องยนต์ก๊าซ และทำช่วยให้ไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำได้ดีขึ้น และลดความชื้นของก๊าซก่อนป้อนให้กับเครื่องยนต์

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า

ในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับของเสียและมลพิษที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ อย่างไรบ้าง

1. คุณภาพอากาศ

การผลิตไฟฟ้าของโครงการจะมีการปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์ในการผลิตไฟฟ้าเท่านั้นเนื่องจากเตาที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นเตาแบบปิดสำหรับการผลิตก๊าซเพื่อนำไปเข้าเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า โดยไอเสียที่ปล่อยออกมาประกอบด้วย

(1) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศ อันเนื่องมาจากการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง โดยธรรมชาติก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ได้เป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ แต่ถ้าร่างกายได้รับเข้าไปในปริมาณมากๆ อาจมีผลกระทบต่อระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางเดินหายใจได้ โดยคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้าไปรวมกับฮีโมลโกลบินในเลือด กลายเป็นคาร์บอนฮีโมลโกลบินทำให้ออกซิเจนในสมองลดลง

(2) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศอันเนื่องมาจากการใช้ชีวมวลก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ โดยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับฮีโมลโกลบินในเลือด ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสมองได้เนื่องจากขาดออกซิเจน แต่ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จะไม่ค่อยมีผลกระทบต่อพืช ผลกระทบต่อแหล่งน้ำก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในน้ำจะอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะก่อผลกระทบก็ต่อเมื่อมีปริมาณสูงเกินไป

(3) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) เป็นสารประกอบที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี แต่มีรสเมื่อเผาไหม้จะรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เมื่อหายใจเข้าไปทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และยังเป็นสาเหตุเบื้องต้นที่ทำลายพืช รวมทั้งเมื่อฝนตกทำให้ฝนมีสภาพเป็นกรดก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพดินซึ่งมีผลต่อการการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ชีวมวลจะขึ้นอยู่กับปริมาณซัลเฟอร์ในชีวมวลเป็นสำคัญ ซึ่งโดยทั่วไปเชื้อเพลิงชีวมวลจะมีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำมาก เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน

(4) ไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) หรือออกไซด์ของไนโตรเจนที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศอันเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลมีหลายรูปแบบ เช่น ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งเกิดจากการที่ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ถูกออกซิไดซ์ (Oxidized) เมื่อหายใจเข้าไปจะเป็นอันตรายต่อเยื่อบุจมูกและระคายเคืองตา ปิดกั้นแสงอาทิตย์ มีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชน้อยลง

จะเห็นได้ว่าก๊าซชนิดต่างๆ จากไอเสียที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้านั้น หากมีปริมาณสูงจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสภาวะแวดล้อมได้ โดยจากการศึกษาดังตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณแก๊สไอเสียแต่ละชนิดที่วัดได้จากโรงไฟฟ้าชีวมวลนั้นมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด มีเฉพาะคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ที่มีปริมาณการปล่อยในระดับที่ใกล้เคียงกับปริมาณที่กำหนดมาก แต่ก็จัดได้ว่าการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เคชั่น มีการปล่อยมลภาวะอยู่ในระดับมาตรฐาน อย่างไรก็ตามโรงไฟฟ้าควรมีการตรวจวัดการทำงานของเครื่องยนต์อย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมปริมาณไอเสียไม่ให้เกินกว่าที่กฎหมายกำหนดหรือให้มีการปล่อยไอเสียในปริมาณและความเข้มข้นให้น้อยลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์หรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 5 แก๊สไอเสียที่ปลดปล่อยจากชุดเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวล

ชนิดของแก๊ส	**ปริมาณที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล (ส่วนในล้านส่วน : ppm)[1]**	**ปริมาณการปล่อยแก๊สตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด (ส่วนในล้านส่วน : ppm)[2]**
CO_2	3.983	ไม่ระบุ
CO	583.176	690
SO_2	ไม่ระบุ	60
NO	1.194	200
NO_2	62.381	200
NO_X	63.581	200

ที่มา: [1] วีรชัย อาจหาญ, ชิงชัย วิริยะบัญชาและสมิต บุญเสริมสุข (2550)

[2] กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2552)

2. เถ้า

ในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น จะมีของเสียคือเถ้าเกิดขึ้นเสมอ และมีปริมาณและคุณสมบัติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของเชื้อเพลิงชีวมวลและความสมบูรณ์การเกิดกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น กล่าวคือ ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter) ของเชื้อเพลิงชีวมวลจะกลายเป็นแก๊สองค์ประกอบต่างๆ จะถูกความร้อนเปลี่ยนรูปกลายเป็นไอ และคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) ที่มีอยู่จำทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เปลี่ยนรูปไปเป็นแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ ทั้งนี้การเปลี่ยนรูปจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของเตาผลิตแก๊สชีวมวล ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีบางส่วนที่เหลือติดมากับเถ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการศึกษาปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่า เถ้าที่ได้มีคุณสมบัติเป็นถ่านและปริมาณที่ผลิตได้มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาสมบัติแบบประมาณ พบว่าเถ้าที่ได้ มีค่าความร้อน และสัดส่วนคาร์บอนคงตัวสูงเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อได้อีก เช่น นำไปใช้เป็นถ่านเชื้อเพลิง ใช้เป็นสารดูดซับ หรือนำไปใช้ผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินต่อไป

3. น้ำเสีย

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น จะมีน้ำเสียเกิดขึ้นจากระบบทำความสะอาดแก๊ส (Wet Scrubber) ซึ่งมีทั้งมลสารที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำ มลสารในรูปที่ละลายน้ำ เช่น Acetic Acid, phenol, Oxygenerated Organic Compounds สำหรับบางส่วนที่ไม่ละลายน้ำส่วนใหญ่คือ องค์ประกอบของน้ำมันดินหรือทาร์ (Tar) ไฮโดรคาร์บอน ที่เกิดจากการควบแน่นจากระบบทำความเย็นของแก๊ส ซึ่งน้ำเสียดังกล่าวมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และต้องทำการบำบัดอย่างถูกวิธีก่อนที่จะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

และโรงไฟฟ้าชีวมวลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ทิพย์สุภินทร์ หินซุย, ปภัสชนะโรค และวีรชัย อาจหาญ, 2550) ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น ที่มีระบบจัดการบำบัดน้ำเสียแบบปิด (Close-loop System) ซึ่งเป็นระบบน้ำหมุนเวียนที่มีระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี (Chemical Treatment) โดยใช้สารเร่งการรวมตัวตะกอน (Coacgulant) โดยน้ำเสียที่มาจาก scrubber 1 และ scrubber 2 จะถูกดึงกลับมาที่ถังรวบรวมน้ำเสีย (Water Tank 1) และใช้ PACL (Polymer Aluminium Chloride) ซึ่งเป็นสารเร่งการรวมตัวของตะกอนมลสารที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย น้ำใสภายหลังการบำบัด จะผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ด้วยการกรองด้วยถ่านคาร์บอน (Active Carbon) ก่อนที่จะรวบรวมกลับมายังถังรวบรวมน้ำเสีย (Water Tank 2) เพื่อนำกลับไปใช้ในระบบทำความสะอาดแก๊สต่อไป สำหรับน้ำเสียส่วนที่ตกตะกอน จะบำบัดผ่านระบบกรอง (Filter) อีกครั้งก่อนที่จะรวบรวมไปเก็บไว้ในถังรวบรวมน้ำเสีย (Water Tank 1) เพื่อนำกลับไปบำบัดอีกครั้ง ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะผ่านระบบบำบัดแบบปิด จึงไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับกากตะกอนน้ำเสียที่เกิดขึ้น จะนำมาตากแห้ง และนำไปบำบัดด้วยการเผาด้วยกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น ซึ่งจะได้พลังงานหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการพิจารณาต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการว่าจะก่อให้เกิดผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่

โดยมีข้อสมมติดังนี้

ข้อสมมติในการผลิตไฟฟ้า

ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้การดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าของโครงการใช้ระยะเวลา 1 ปี คือก่อสร้างในปี พ.ศ. 2553 และจะดำเนินการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าระบบจำหน่ายได้ในปี พ.ศ. 2554

1. กำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้ง 600 กิโลวัตต์

2. กำลังการผลิตจริง 540 กิโลวัตต์ โดยมีประสิทธิภาพการทำงานของระบบคิดเป็นร้อยละ 90 ของกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้ง

3. จำนวนวันเดินเครื่องยนต์ของโรงไฟฟ้า 335 วันต่อปี

   - จำนวนวันทำงาน 228 วันต่อปี

   - จำนวนวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ 107 วันต่อปี

โดยคิดจำนวนวันเดินเครื่องยนต์ของโรงไฟฟ้าเท่ากันทุกปีตลอดอายุโครงการ

4. จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องยนต์ของโรงไฟฟ้า 24 ชั่วโมงต่อวัน

- วันจันทร์-วันศุกร์ และวันพืชมงคล คิดการเดินเครื่องยนต์ช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak)หรือเวลา 09.00-22.00 น. คิดเป็น 13 ชั่วโมงต่อวัน

- วันจันทร์-วันศุกร์ และวันพืชมงคล คิดการเดินเครื่องยนต์ช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด (Off Peak) หรือเวลา 22.00-09.00 น. คิดเป็น 11 ชั่วโมงต่อวัน

- วันเสาร์-อาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการปกติ (ไม่รวมนับวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย) คิดการเดินเครื่องยนต์ช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด (Off Peak) เวลา 00.00-24.00 น. คิดเป็น 24 ชั่วโมงต่อวัน

5. รายได้ค่าพลังงานไฟฟ้า จะคิดราคาค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับราคารับซื้อไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจ่ายให้กับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (VSPP) ขนาดไม่เกิน 10 เมกกะวัตต์ที่ขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยจะคิดในอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use Rate : TOU) ที่ระดับแรงดัน 11-33 กิโลโวลต์ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ซึ่งเป็นไปตามประกาศเรื่องการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก พ.ศ.2549 โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Change) แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak) คิดในอัตรา 2.9278 บาทต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด (Off Peak) คิดในอัตรา 1.1154 บาทต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) โดยคิดอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 1 ทุก ปี

5.2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (Fuel Adjustment Charge, Ft) เป็นค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ ในการศึกษานี้จะใช้ค่าไฟฟ้าผันแปรขายส่งเฉลี่ยในอัตรา 0.9177 บาทต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) (เดือนกรกฎาคม 2552)โดยคิดอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 5 ทุกปี

6. อายุโครงการ 20 ปี

การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

ข้อสมมติและประมาณการทางการเงิน

ข้อสมมติด้านรายได้

รายได้ของโครงการประกอบด้วยรายได้ 2 ส่วนคือ รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า และรายได้จากการขายเถ้าที่ได้จากเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งมีปริมาณการขายพลังงานไฟฟ้าและเถ้าคงที่ตลอดอายุโครงการ โดยการเปลี่ยนแปลงของรายได้ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของราคาค่าไฟฟ้า (ค่าไฟฟ้าฐานและค่าไฟฟ้าผันแปร (FT) และราคาเถ้า โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า

รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้าของโครงการประกอยด้วยรายได้ 2 ส่วนคือ รายได้จากค่าพลังงานไฟฟ้าและรายได้จากค่าไฟฟ้าผันแปร โดยโครงการจะได้รับรายได้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2573

2. รายได้จากการขายเถ้า

การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีจะมีผลผลิตที่เกิดขึ้นอย่างหนึ่งคือเถ้าที่ได้จากกระบวนการเผาจากเตาแก๊สซิไฟเออร์ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยทางการเกษตรได้ โดยมีปริมาณเถ้าที่ได้ร้อยละ 5 ของปริมาณเชื้อเพลิงกระถินยักษ์ที่ใช้ ราคาขายเถ้ากิโลกรัมละ 7 บาท โดยในการศึกษาจะกำหนดให้ราคาเถ้ามีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี ตามอัตราเงินเฟ้อโดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2552 ของธนาคารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 6 รายได้ของโครงการทางด้านการเงินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2573

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	รายได้จากพลังงานไฟฟ้า	รายได้จากการขายเถ้า	รายได้รวม
2554	11.728	4.179	15.907
2555	12.004	4.388	16.392
2556	12.291	4.607	16.899
2557	12.590	4.837	17.423
2558	12.901	5.079	17.980
2559	13.223	5.333	18.557
2560	13.559	5.600	19.159
2561	13.908	5.880	19.788
2562	14.271	6.174	20.446
2563	14.650	6.483	21.133
2564	15.044	6.807	21.850
2565	15.454	7.147	22.601
2566	15.881	7.505	23.385
2567	16.326	7.880	24.205
2568	16.790	8.274	25.063
2569	17.273	8.687	25.960
2570	17.777	9.122	26.899
2571	18.303	9.578	27.881
2572	18.851	10.057	28.908
2573	19.423	10.560	29.983

ที่มา : จากการคำนวณ

ข้อสมมติด้านรายจ่าย

ค่าใช้จ่ายของโครงการประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการผลิต และค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการประมาณ 45,403,000 ล้านบาท โดยเป็นค่าใช้จ่ายในปี พ.ศ. 2553 ประกอบด้วย

1.1 ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน จำนวน 2,000,000 บาท

1.2 ระบบไฟฟ้าในโรงงาน จำนวน 4,200,000 บาท

1.3 ค่าที่ดิน ในการจัดตั้งโครงการจะใช้พื้นที่ประมาณ 2 ไร่ ไร่ละ 120,000 บาท รวมเป็นราคาค่าที่ดินทั้งหมด 240,000 บาท

1.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 35,313,000 บาท ได้แก่ เครื่องผลิตก๊าซความร้อนและอุปกรณ์ต่อเชื่อม ถังกรองฝุ่นและน้ำมันโดยใช้ตัวกรองชีวมวล ระบบท่อน้ำสำหรับการผลิตและปั๊มน้ำทั้งหมด เครื่องวัดความชื้น ระบบแยกถ่านและขี้เถ้าจากการเผาไหม้ ระบบระบายและลดความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิง ระบบป้อนเชื้อเพลิงอัตโนมัติ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบ่อน้ำดักถ่านและลดอุณหภูมิ

1.5 งานโยธา จำนวน 3,000,000 บาท ได้แก่ อาคารโรงไฟฟ้าและอาคารสำนักงาน

2. ค่าใช้จ่ายในการผลิต

ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังนี้

2.1 ค่าใช้จ่ายไม้กระถินยักษ์

เชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าของโครงการคือกระถินยักษ์ ซึ่งต้องมีการรับซื้อจากเกษตรกร โดยคิดราคารับซื้อกระถินยักษ์ ณ จุดรับซื้อหน้าโรงไฟฟ้าเท่ากับ 500 บาทต่อตัน ตามราคากลางเฉลี่ยของกรมป่าไม้ โดยมีอัตราการใช้ไม้กระถินยักษ์ (น้ำหนักไม้สด) เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโครงการเท่ากับ 2.75 กิโลกรัมต่อการผลิตไฟฟ้าหนึ่งหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) คิดเป็นความต้องการใช้ไม้กระถินยักษ์ 11,939 ตันต่อปี

2.2 ค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน

การดำเนินการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วยแรงงาน 2 ส่วน คือ ช่างยนต์สำหรับดูแลและควบคุมการทำงานของระบบผลิตก๊าซและระบบผลิตไฟฟ้า และคนงานสำหรับจัดการภายในโรงไฟฟ้า โดยค่าแรงงานของโครงการ ประกอบด้วย

ช่างยนต์ 3 อัตรา อัตราละ 10,000 บาทต่อเดือน

คนงาน 6 คน คนละ 7,000 บาทต่อเดือน

โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายด้านแรงงานร้อยละ 5 ต่อปี ตามอัตราเงินเฟ้อโดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2552 ของธนาคารแห่งประเทศไทย

2.3 ค่าไฟฟ้าเดินระบบ

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในโรงไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 10 ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานคือพลังงานไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และคิดราคารับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเท่ากับ 2.4 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) โดยคิดอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทุกปี

2.4 ค่าน้ำประปาที่ใช้ในระบบ

การผลิตไฟฟ้าของโครงการมีใช้น้ำประปาสำหรับระบบทำความสะอาดแก๊ส โดยมีปริมาณการใช้น้ำจำนวน 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดอัตราค่าน้ำประปาแบบอัตราก้าวหน้าของการประปาส่วนภูมิภาคปี พ.ศ. 2551 สำหรับรัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และธุรกิจขนาดใหญ่ โดยกำหนดราคาน้ำประปาคงที่ตลอดอายุโครงการ

2.5 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับโครงการ มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในทุกๆ ปี โดยคิดเป็นจำนวน 120,000 บาทต่อปี

3. ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในสำนักงานโดยคิดอัตราค่าใช้จ่ายสำนักงานในอัตราคงที่จำนวน 10,000 บาทต่อปี

ข้อสมมติอื่นๆ

1. อัตราคิดลดของโครงการจะใช้ต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปี พ.ศ. 2552 เท่ากับร้อยละ 7.74

2. เงินลงทุนของโครงการใช้เงินลงทุนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในอัตราดอกเบี้ยและอัตราภาษี

ตารางที่ 7 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล

(หน่วย : บาท)

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	2,000,000
ระบบไฟฟ้าในโรงงาน	4,200,000
ค่าที่ดิน	240,000
เครื่องจักรและอุปกรณ์	
เครื่องผลิตก๊าซความร้อนและอุปกรณ์ต่อเชื่อม	16,800,000
ถังกรองฝุ่นและน้ำมันโดยใช้ตัวกรองชีวมวล	950,000
ระบบท่อน้ำสำหรับการผลิตและปั๊มน้ำทั้งหมด	63,000
เครื่องวัดความชื้น	10,000
ระบบแยกถ่านและขี้เถ้าจากการเผาไหม้	720,000
ระบบระบายและลดความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิง	540,000
ระบบป้อนเชื้อเพลิงอัตโนมัติ	610,000
เครื่องทำน้ำเย็น	620,000
บ่อน้ำดักถ่านและอุณหภูมิ	650,000
เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	15,000,000
งานโยธา	3,000,000
รวม	**45,403,000**

ที่มา: บริษัทซูพรีม รีนิวเอเบิล เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด และจากการประมาณการ

ตารางที่ 8 ค่าใช้จ่ายของโครงการทางด้านการเงินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2573

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าไม้กระถิน	ค่าแรงงาน	ค่าไฟฟ้า	ค่าน้ำ	ค่าบำรุงรักษา	รวม
2553	45.403	-	-	-	-	-	45.403
2554	-	5.970	0.864	1.042	0.379	0.120	8.384
2555	-	6.268	0.907	1.052	0.379	0.120	8.736
2556	-	6.581	0.953	1.062	0.379	0.120	9.106
2557	-	6.911	1.000	1.074	0.379	0.120	9.493
2558	-	7.256	1.050	1.084	0.379	0.120	9.899
2559	-	7.619	1.103	1.095	0.379	0.120	10.325
2560	-	7.800	1.158	1.106	0.379	0.120	10.772
2561	-	8.400	1.216	1.117	0.379	0.120	11.241
2562	-	8.820	1.277	1.128	0.379	0.120	11.733
2563	-	9.261	1.340	1.139	0.379	0.120	12.249
2564	-	9.724	1.407	1.151	0.379	0.120	12.791
2565	-	10.210	1.478	1.163	0.379	0.120	13.359
2566	-	10.721	1.552	1.174	0.379	0.120	13.955
2567	-	11.257	1.629	1.186	0.379	0.120	14.580
2568	-	11.820	1.711	1.198	0.379	0.120	15.237
2569	-	12.411	1.796	1.209	0.379	0.120	15.925
2570	-	13.031	1.886	1.222	0.379	0.120	16.647
2571	-	13.683	1.980	1.234	0.379	0.120	17.406
2572	-	14.367	2.079	1.246	0.379	0.120	18.201
2573	-	15.085	2.183	1.259	0.379	0.120	19.036

ที่มา : จากการคำนวณ

การประเมินโครงการทางด้านการเงิน

1. การพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method: NPV)

จากสูตร $NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{-t}}$

โดยกำหนดให้ B_t = มูลค่าผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการในปีที่ t

C_t = มูลค่าต้นทุนของโครงการในปีที่ t

i = อัตราคิดลดร้อยละ 7.74 จากหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปี 2552

t = ปีของโครงการคือ ปีที่ 0, 1, 2, …., 20

n = อายุของโครงการ 20 ปีตามอายุการใช้งานของเครื่องจักรหลัก

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจที่จะยอมรับโครงการ คือ ค่า NPV มีค่ามากกว่า 0

จากการคำนวณค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการนี้คือ 41.154 ล้านบาท ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

2. การพิจารณาค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ(Internal Rate of Return: IRR)

จากสูตร $\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{-t}} = 0$

เกณฑ์การตัดสินใจที่จะยอมรับโครงการคือค่า IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะหรือค่าเสียโอกาสของทุน

จากการคำนวณ อัตราผลตอบแทนของโครงการเท่ากับร้อยละ 17.49 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเสียโอกาสของทุนสำหรับโครงการซึ่งเท่ากับร้อยละ 7.74 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

3. การพิจารณาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR)

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^{n} C_t (1+r)^{-t}}$$

จากการคำนวณ ได้ ค่า BCR เป็นดังนี้

ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์	=	203.278	ล้านบาท
ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	=	162.124	ล้านบาท
BCR	=	1.25	

แสดงว่าโครงการนี้มีกำไร ได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าต่อเงินลงทุน 1.25 เท่า ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

ตารางที่ 9 ต้นทุนและผลประโยชน์ทางการเงินของโครงการ

ปี	ต้นทุน (Cost) (ล้านบาท)	ผลประโยชน์ (Benefit) (ล้านบาท)	Discount Factor (7.74%)	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (PVC) (ล้านบาท)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB) (ล้านบาท)
2553	45.403	-	1.000	45.403	-
2554	8.384	15.907	0.9282	7.782	14.764
2555	8.736	16.392	0.8615	7.526	14.122
2556	9.106	16.899	0.7996	7.281	13.512
2557	9.493	17.428	0.7422	7.045	12.934
2558	9.899	17.980	0.6888	6.819	12.385
2559	10.325	18.557	0.6393	6.602	11.864
2560	10.772	19.159	0.5984	6.393	11.369
2561	11.241	19.788	0.5508	6.192	10.899
2562	11.733	20.466	0.5112	5.998	10.452
2563	12.249	21.133	0.4745	5.812	10.027
2564	12.791	21.850	0.4404	5.633	9.623
2565	13.359	22.601	0.4088	5.461	9.238
2566	13.955	23.385	0.3794	5.295	8.872
2567	14.580	24.205	0.3521	5.134	8.524
2568	15.237	25.063	0.3268	4.980	8.192
2569	15.925	25.960	0.3034	4.831	7.876
2570	16.647	26.899	0.2816	4.687	7.574
2571	17.406	27.881	0.2613	4.549	7.286
2572	18.201	28.908	0.2426	4.415	7.012
2573	19.036	29.983	0.2251	4.286	6.750
			รวม (ล้านบาท)	162.124	203.278
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)					41.154
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)					1.25
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR)					17.49%

ที่มา: จากการคำนวณ

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ ด้านการเงิน

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ เป็นการเปลี่ยนแปลงร้อยละของปัจจัยที่เชื่อว่ามีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของโครงการ ซึ่งทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนในโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าจะสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการลงทุน และการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ในการลงทุน เมื่อพิจารณาทางด้านการเงิน ซึ่งจะแบ่งการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการออกเป็น 2 ด้านดังนี้

1. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน (SVT_C)

จากสูตร

$$SVT_C = \frac{NPV \times 100}{PVC}$$

จากการคำนวณได้ค่า SVT_C ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV)	=	41.154 ล้านบาท
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (PVC)	=	162.124 ล้านบาท
SVT_C	=	ร้อยละ 25.38

จากการคำนวณพบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน (SVT_C) สามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 25.38 แสดงว่าโครงมีความเสี่ยงภัยในระดับค่อนข้างสูง เนื่องจากค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนที่คำนวณได้มีมูลค่าค่อนข้างน้อย

2. การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ (SVT_B)

จากสูตร

$$SVT_B = \frac{NPV}{PVB} \times 100$$

จากการคำนวณได้ค่า SVT_B ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) = 41.154 ล้านบาท
มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB) = 203.278 ล้านบาท
SVT_B = ร้อยละ 20.25

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ (SVT_B) สามารถลดลงได้ร้อยละ20.25 แสดงว่าโครงการยังมีความเสี่ยงในระดับค่อนข้างสูง เนื่องจากค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ที่คำนวณได้มีมูลค่าค่อนข้างน้อย

ตารางที่ 10 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านการเงิน

รายการทดสอบ	**มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)**	**ค่าความแปรเปลี่ยน**	**(ร้อยละ)**
ทางด้านต้นทุน (PVC)	162.124	ทางด้านต้นทุน (SVT_C)	25.38
ทางด้านผลประโยชน์ (PVB)	203.278	ทางด้านผลประโยชน์ (SVT_B)	20.25
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	41.154		

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการนั้น จะทำการวิเคราะห์ 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ

1. ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้นโดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าดังกรณีที่ 1 ประกอบด้วย

1.1 ผลประโยชน์จากการก่อให้เกิดพลังงานไฟฟ้า

การจัดทำโครงการก่อให้เกิดพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมาสำหรับการอุปโภคในประเทศ ซึ่งเป็นผลประโยชน์เช่นเดียวกับผลประโยชน์ทางการเงิน โดยทำการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยการนำมูลค่าทางการเงินปรับด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.90 (Electricity Goods Conversion Factor : ECF)

1.2 ผลประโยชน์จากการก่อให้เกิดเถ้า

การผลิตไฟฟ้าของโครงการจะมีผลพลอยได้คือเถ้าเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลประโยชน์เช่นเดียวกับผลประโยชน์ ทางการเงิน โดยทำการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยการนำมูลค่าทางการเงินปรับด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

1.3 ผลประโยชน์จากการเพิ่มรายได้ของเกษตรกร

จากการปลูกไม้กระถินยักษ์ของเกษตรกร ก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกร 2 ส่วน คือ รายได้จากการขายไม้กระถินยักษ์สำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโครงการและรายได้จากการขายใบกระถินยักษ์สำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยเมื่อทำการหักต้นทุนการปลูก การตัดและการขนส่งแล้ว เกษตรกรจะมีรายได้สุทธิจากการปลูกกระถินยักษ์ ปีละ 4,371,923 บาท โดยกำหนดให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ทุกปี ตามอัตราการเพิ่มของราคาไม้กระถินยักษ์ที่คำนวณไว้ทางการเงิน โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

2. ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าดังกรณีที่ 2 ประกอบด้วยผลประโยชน์รายการเดียวกับข้อสมมติที่ 1 โดยจะมีผลประโยชน์เพิ่มจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าคือ

การผลิตไฟฟ้าของโครงการโดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นการลดการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยในการศึกษาครั้งนี้ทำการคำนวณผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการลดการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตไฟฟ้า จากข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พบว่าใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 0.322 ลิตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง คิด ณ ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาทต่อลิตร โดยให้มีการเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันดีเซลในอัตราร้อยละ 5 ทุกปี โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

ตารางที่ 11 ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 1 ไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ผลประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้า	ผลประโยชน์จากการขายเถ้า	ผลประโยชน์จากการเพิ่มรายได้เกษตกร	รวม
2554	10.555	3.844	4.371	18.771
2555	10.804	4.037	4.591	19.431
2556	11.062	4.239	4.820	20.121
2557	11.331	4.450	5.061	20.843
2558	11.611	4.673	5.314	21.598
2559	11.901	4.907	5.580	22.388
2560	12.203	5.152	5.859	23.214
2561	12.518	5.410	6.152	24.089
2562	12.845	5.680	6.459	24.984
2563	13.185	5.964	6.782	25.931
2564	13.539	6.262	7.121	26.923
2565	13.908	6.575	7.477	27.961
2566	14.293	6.904	7.851	29.048
2567	14.693	7.249	8.244	30.186
2568	15.110	7.612	8.656	31.379
2569	15.546	7.992	9.089	32.627
2570	15.999	8.392	9.543	33.935
2571	16.472	8.811	10.021	35.305
2572	16.966	9.252	10.522	36.740
2573	17.481	9.715	11.048	38.243

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 12 ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 2 โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ผลประโยชน์จากการมีโครงการเกิดขึ้น	ผลประโยชน์จากการทดแทนการใช้น้ำมัน	รวม
2554	18.771	38.585	57.356
2555	19.431	40.514	59.945
2556	20.121	42.540	62.661
2557	20.843	44.667	65.509
2558	21.598	46.900	68.498
2559	22.388	49.245	71.633
2560	23.214	51.707	74.921
2561	24.089	54.293	78.371
2562	24.984	57.007	81.991
2563	25.931	59.857	95.789
2564	26.923	62.850	89.773
2565	27.961	65.993	93.954
2566	29.048	69.292	98.341
2567	30.186	72.757	102.944
2568	31.379	76.395	107.774
2569	32.627	80.215	112.842
2570	33.935	84.225	118.160
2571	35.305	88.437	123.741
2572	36.740	92.859	129.598
2573	38.243	97.502	135.745

ที่มา : จากการคำนวณ

ข้อสมมติด้านต้นทุนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนทางเศรษฐกิจของโครงการสำหรับข้อสมมติทั้งสองด้าน มีต้นทุนเช่นเดียวกัน ประกอบด้วย

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ประกอบด้วย

1.1 ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน จำนวน 2 ล้านบาท เป็นรายการเดียวกับต้นทุนทางด้านการเงิน โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

1.2 ระบบไฟฟ้าในโรงงาน จำนวน 4,200,000 บาทโดยเป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน ทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.84 (Capital Goods Conversion Factor : KGCF)

1.3 ค่าที่ดิน จำนวน 240,000 บาท โดยเป็นรายการเดียวกับต้นทุนทางด้านการเงิน โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

1.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 35,313,000 บาท โดยเป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน ทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.84 (Capital Goods Conversion Factor : KGCF)

1.5 งานโยธา จำนวน 3,000,000 บาท โดยเป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน ทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.88 (Construction Goods Conversion Factor : CCF)

2. ค่าใช้จ่ายในการผลิต

ประกอบด้วย

2.1 ค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ประกอบด้วยช่างยนต์และคนงาน โดยเป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน ทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

2.2 ค่าไฟฟ้าเดินระบบ สำหรับใช้ในโครงการ เป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.90 (Electricity Goods Conversion Factor : ECF)

2.3 ค่าน้ำที่ใช้ในระบบ สำหรับใช้ในโครงการ เป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

2.4 ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน ทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

3. ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระถินยักษ์

ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระถินยักษ์จัดเป็นค่าใช้จ่ายหนึ่งทางเศรษฐกิจของโครงการสำหรับผลิตเชื้อเพลิงให้กับการผลิตไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยต้นทุนในการปลูก การตัด และการขนส่ง คิดเป็นค่าใช้จ่ายปีละ 4,466,496 บาท ซึ่งเป็นมูลค่าทางการเงิน โดยทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าดังนี้

ต้นทุนการปลูกปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

ค่าใช้จ่ายในการตัดปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Labor Conversion Factor : LCF)

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.87 (Transportation Conversion Factor : TCF)

4. ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน เป็นรายการเดียวกันกับต้นทุนทางด้านการเงิน ทำการปรับเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่าเท่ากับ 0.92 (Standard Conversion Factor : SCF)

ข้อสมมติอื่นๆ

1. อัตราคิดลดของโครงการจะใช้ต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปี พ.ศ. 2552 เท่ากับร้อยละ 7.74

2. เงินลงทุนของโครงการใช้เงินลงทุนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในอัตราดอกเบี้ยและอัตราภาษี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ต้นทุนทางเศรษฐกิจของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2573

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายลงทุน	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	ต้นทุนการผลิตกระถินยักษ์	ต้นทุนการบริหาร	รวม
2553	38.318	-	-	-	38.318
2554	-	2.172	4.049	0.009	6.231
2555	-	2.222	4.252	0.009	6.483
2556	-	2.273	4.465	0.009	6.747
2557	-	2.327	4.688	0.009	7.024
2558	-	2.383	4.922	0.009	7.314
2559	-	2.441	5.168	0.009	7.618
2560	-	2.502	5.427	0.009	7.937
2561	-	2.565	53698	0.009	8.272
2562	-	2.631	5.983	0.009	8.623
2563	-	2.700	6.282	0.009	8.992
2564	-	2.772	6.596	0.009	9.378
2565	-	2.848	6.926	0.009	9.783
2566	-	2.926	7.272	0.009	10.208
2567	-	3.009	7.636	0.009	10.654
2568	-	3.094	8.018	0.009	11.121
2569	-	3.184	8.419	0.009	11.612
2570	-	3.278	8.840	0.009	12.127
2571	-	3.376	9.281	0.009	12.667
2572	-	3.478	9.746	0.009	13.233
2573	-	3.586	10.233	0.009	13.828

ที่มา : จากการคำนวณ

การประเมินโครงการทางด้านเศรษฐกิจ

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการเท่ากับ 124.318 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 35.95 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.00 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการเท่ากับ 691.295 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนของโครงการ(IRR) เท่ากับร้อยละ 138.01 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 6.57

ตารางที่ 14 ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 1 ไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ปี	ต้นทุน (Cost) (ล้านบาท)	ผลประโยชน์ (Benefit) (ล้านบาท)	Discount Factor (7.74%)	มูลค่าปัจจุบันของต้น (PVC) (ล้านบาท)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB) (ล้านบาท)
2553	38.318	-	1.000	38.318	-
2554	6.231	18.771	0.9282	5.783	17.423
2555	6.483	19.431	0.8615	5.585	16.740
2556	6.747	20.121	0.7996	5.395	16.089
2557	7.024	20.843	0.7422	5.213	15.469
2558	7.314	21.598	0.6888	5.038	14.877
2559	7.618	22.388	0.6393	4.871	14.314
2560	7.937	23.214	0.5984	4.710	13.776
2561	8.272	24.089	0.5508	4.556	13.262
2562	8.623	24.984	0.5112	4.408	12.772
2563	8.992	25.931	0.4745	4.266	12.304
2564	9.378	26.923	0.4404	4.130	11.857
2565	9.783	27.961	0.4088	3.999	11.430
2566	10.208	29.048	0.3794	3.873	11.021
2567	10.654	30.186	0.3521	3.752	10.630
2568	11.121	31.379	0.3268	3.635	10.256
2569	11.612	32.627	0.3034	3.523	9.898
2570	12.127	33.935	0.2816	3.415	9.555
2571	12.667	35.305	0.2613	3.310	9.227
2572	13.233	36.740	0.2426	3.210	8.912
2573	13.828	38.243	0.2251	3.113	8.610
			รวม (ล้านบาท)	124.103	248.421
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)					124.318
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)					2.00
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR)					35.95%

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 15 ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการกรณีที่ 2โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ปี	ต้นทุน (Cost) (ล้านบาท)	ผลประโยชน์ (Benefit) (ล้านบาท)	Discount Factor (7.74%)	มูลค่าปัจจุบันของต้น (PVC) (ล้านบาท)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB) (ล้านบาท)
2553	38.318	-	1.000	38.318	-
2554	6.231	57.356	0.9282	5.783	53.236
2555	6.483	59.945	0.8615	5.585	51.642
2556	6.747	62.661	0.7996	5.395	50.103
2557	7.024	65.509	0.7422	5.213	48.618
2558	7.314	68.498	0.6888	5.038	47.184
2559	7.618	71.633	0.6393	4.871	45.798
2560	7.937	74.921	0.5984	4.710	44.460
2561	8.272	78.371	0.5508	4.556	43.166
2562	8.623	81.991	0.5112	4.408	41.915
2563	8.992	95.789	0.4745	4.266	40.706
2564	9.378	89.773	0.4404	4.130	39.537
2565	9.783	93.954	0.4088	3.999	38.405
2566	10.208	98.341	0.3794	3.873	37.311
2567	10.654	102.944	0.3521	3.752	36.251
2568	11.121	107.774	0.3268	3.635	35.226
2569	11.612	112.842	0.3034	3.523	34.232
2570	12.127	118.160	0.2816	3.415	33.271
2571	12.667	123.741	0.2613	3.310	32.339
2572	13.233	129.598	0.2426	3.210	31.437
2573	13.828	135.745	0.2251	3.113	30.562
			รวม (ล้านบาท)	124.103	815.398
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)					691.295
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)					6.57
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR)					138.01%

ที่มา: จากการคำนวณ

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการด้านเศรษฐกิจ

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ เป็นการเปลี่ยนแปลงร้อยละของปัจจัยที่เชื่อว่ามีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของโครงการ ซึ่งทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนทางเศรษฐกิจในโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าจะสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการลงทุน และการใช้ปัจจัยต่างๆ ในการลงทุน เมื่อพิจารณาทางด้านเศรษฐกิจ

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

จากการคำนวณพบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน (SVT_C) เท่ากับร้อยละ 100.17 หมายถึงต้นทุนโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 100.17 แสดงว่าโครงมีความเสี่ยงภัยอยู่ในระดับต่ำมากเนื่องจากค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนที่คำนวณได้มีมูลค่าสูง และ ค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ (SVT_B) เท่ากับ 50.04 หมายถึงผลประโยชน์โครงการสามารถลดลงได้ร้อยละ 50.04 แสดงว่าโครงการยังมีความเสี่ยงในระดับต่ำ เนื่องจากค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ที่คำนวณได้มีมูลค่าค่อนข้างสูง

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

จากการคำนวณพบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุน (SVT_C) เท่ากับร้อยละ 557.04 หมายถึงต้นทุนโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 557.04 แสดงว่าโครงไม่มีความเสี่ยงภัย เนื่องจากค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนที่คำนวณได้มีมูลค่าสูงมาก และ ค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ (SVT_B) เท่ากับ 84.78 หมายถึงผลประโยชน์โครงการสามารถลดลงได้ร้อยละ 84.78 แสดงว่าโครงการยังมีความเสี่ยงในระดับต่ำ เนื่องจากค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ที่คำนวณได้มีมูลค่าค่อนข้างสูง

ตารางที่ 16 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านเศรษฐกิจกรณีที่ 1 โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

รายการทดสอบ	**มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)**	**ค่าความแปรเปลี่ยน**	**(ร้อยละ)**
ทางด้านต้นทุน (PVC)	124.103	ทางด้านต้นทุน (SVT_C)	100.17
ทางด้านผลประโยชน์ (PVB)	248.421	ทางด้านผลประโยชน์ (SVT_B)	50.04
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	124.318		

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 17 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านเศรษฐกิจกรณีที่ 2 โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

รายการทดสอบ	**มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)**	**ค่าความแปรเปลี่ยน**	**(ร้อยละ)**
ทางด้านต้นทุน (PVC)	124.103	ทางด้านต้นทุน (SVT_C)	557.04
ทางด้านผลประโยชน์ (PVB)	815.398	ทางด้านผลประโยชน์ (SVT_B)	84.78
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	691.295		

ที่มา: การคำนวณ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลทางการเงินและเศรษฐกิจ รวมทั้งทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการในด้านต้นทุนและผลประโยชน์ ว่าต้นทุนและผลประโยชน์จะสามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้มากน้อยเพียงใด เพื่อพิจารณาว่าจะสามารถยอมรับโครงการนี้ได้หรือไม่ โดยทำการศึกษาภายใต้อายุโครงการ 20 ปี เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573 ซึ่งใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลทุติยภูมิจากการรวบรวมเอกสารจากหน่วยงานต่างๆ และนำมาวิเคราะห์หาดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) รวมทั้งทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ สามารถสรุปได้ดังนี้

ลักษณะทั่วไปของกระถินยักษ์

การศึกษาสภาพทั่วไปของกระถินยักษ์ พบว่า กระถินยักษ์จัดอยู่ในพืชตระกูลถั่วที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว และทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายทาง ประโยชน์ทางตรงของกระถินยักษ์คือ ใช้ในการทำไม้แปรรูปและไม้พลังงาน และมีประโยชน์ทางอ้อมคือ ใช้เป็นอาหารสัตว์ ใช้เป็นแนวกันลมกันไฟ ป้องกันการพังทลายของดิน และช่วยปรับปรุงคุณสมบัติดิน

การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น

ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น เป็นการนำเชื้อเพลิงชีวมวลหรือไม้กระถินยักษ์มาเผาในเตาแก๊สซิไฟเออร์หรือเตาผลิตก๊าซ โดยควบคุมอากาศไหลเข้าในปริมาณจำกัด เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในรูปของแข็งให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงหรือเรียกว่า ก๊าซชีวมวล ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งยังคงคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงอยู่ และมีค่าพลังงานความร้อนสูงพอที่จะนำไปเข้าเครื่องยนต์แก๊สเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ เตาที่ใช้ผลิตก๊าซมีหลายรูปแบบ จากการศึกษาพบว่าเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดเบดหยุดนิ่งแบบก๊าซไหลลงมีความเหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันดินน้อย ซึ่งปริมาณน้ำมันดินนั้นหากมีมากเกินไปจะส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าได้

ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

ในการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น มีของเสียและมลพิษ ประกอบด้วย ไอเสีย เถ้า และน้ำเสีย ไอเสียที่ปล่อยจากเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้านั้น มีปริมาณไอเสียที่ออกมาไม่เกินกว่าปริมาณที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด และเถ้าที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า มีคุณสมบัติเพียงพอในการนำไปทำปุ๋ยหรือวัสดุบำรุงดินได้ ในส่วนน้ำเสียของโครงการที่เกิดจากระบบทำความสะอาดแก๊สนั้น ยังมีปริมาณสิ่งเจือปนมาก จึงควรมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบปิด เพื่อเป็นการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว กลับมาหมุนเวียนใช้ในโรงไฟฟ้าได้ต่อไป

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน กำหนดให้อัตราคิดลดของโครงการเท่ากับร้อยละ 7.74 โดยมีต้นทุนหลักของโครงการคือ ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ และงานโยธา คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 45.403 ล้านบาท และมีผลประโยชน์ของโครงการ 2 ส่วน คือ รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้าและรายได้จากการขายเถ้าที่ได้จากกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโครงการ

ผลการศึกษาทางการเงิน พบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 41.154 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับ 17.49 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 1.25 และจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ พบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 25.38 และค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ของโครงการสามารถลดลงได้ร้อยละ 20.25 จะเห็นได้ว่าค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทั้งด้านต้นทุนและผลประโยชน์มีความเสี่ยงในระดับค่อนข้างสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ กำหนดให้อัตราคิดลดของโครงการเท่ากับร้อยละ 7.74 โดยต้นทุนทางเศรษฐกิจของโครงการเป็นรายการเดียวกับต้นทุนทางการเงิน และผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ โดยต้นทุนและผลประโยชน์นั้นทำการปรับค่าให้เป็นต้นทุนทางเศรษฐกิจด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่า (Conversion Factor) ให้เป็นราคาเงา และทำการวิเคราะห์ 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และกรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจกรณีที่ 1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยไม่รวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าพบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 124.318 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 35.95 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.00 และจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ พบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 100.17 และค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ของโครงการสามารถลดลงได้ร้อยละ 50.04 จะเห็นได้ว่าค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทั้งด้านต้นทุนและผลประโยชน์มีความเสี่ยงในระดับต่ำ

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจกรณีที่ 2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจากการมีโครงการเกิดขึ้น โดยรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าพบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างมาก โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 691.295 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 138.01 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 6.57 และจากการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ พบว่า ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 557.04 และค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ของโครงการสามารถลดลงได้ร้อยละ 84.78 จะเห็นได้ว่าค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทั้งด้านต้นทุนและผลประโยชน์มีความเสี่ยงในระดับต่ำมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้

1. ค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการทางด้านการเงินแม้จะมีความเสี่ยงในระดับปานกลาง ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงได้ค่อนข้างมาก แต่การจัดทำโครงการนั้นอาจจะเกิดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและผลประโยชน์โครงการ โดยทางด้านต้นทุนนั้น ปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนเปลี่ยนแปลงได้มากคือ ราคาไม้กระถินยักษ์และค่าใช้จ่ายในการลงทุน สำหรับทางด้านผลประโยชน์ ปัจจัยที่ทำให้ผลประโยชน์เปลี่ยนแปลงได้มากคือ ราคาค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าผันแปร

2. การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย แต่ยังมีความคุ้มค่าทางการเงินไม่สูงพอที่จะน่าสนใจสำหรับผู้ลงทุนภาคเอกชน ดังนั้นรัฐบาลจึงควรมีการสนับสนุนในการศึกษาวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้ลงทุนเอกชนเพื่อเป็นการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนด้วยเทคโนโลยีที่สะอาดอย่างยั่งยืน

3. การใช้เชื้อเพลิงกระถินยักษ์หรือเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับโครงการเพียงชนิดเดียว อาจทำให้มีความเสี่ยงจากการขาดแคลนเชื้อเพลิงได้ ควรใช้เชื้อเพลิงชีวมวลมากกว่า 1 ชนิด เช่น เศษไม้ยูคาลิปตัส ซังข้าวโพด เปลือกมันสำปะหลัง เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องเลือกพื้นที่ตั้งโครงการในบริเวณที่มีเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่นๆ อยู่ด้วย เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงทางด้านเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

4. เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น ควรพิจารณาถึงน้ำมันดินซึ่งอาจปนเปื้อนมากับแก๊สเชื้อเพลิงที่นำเข้าสู่เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า อันเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ให้เหมาะสมและควบคุมปริมาณน้ำมันดินได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาที่ขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 600 กิโลวัตต์ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาที่กำลังผลิตหลายขนาดเพื่อทำการพิจารณาความเหมาะสมในการลงทุนสำหรับโรงไฟฟ้าในขนาดที่เหมาะสมที่สุด

2. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวลคือกระถินยักษ์เพียงชนิดเดียว เนื่องจากเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นสามารถใช้เชื้อเพลิงชีวมวลได้หลายชนิด ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไป จึงควรศึกษาการใช้ชีวมวลชนิดต่างๆ ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลชนิดต่างๆ ต่อไป

3. การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลของโครงการสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งสามารถที่ดำเนินการกลไกการพัฒนาที่สะอาด โดยก่อให้เกิดรายได้ส่วนเพิ่มให้แก่โครงการได้ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาและพิจารณาถึงต้นทุนและผลประโยชน์จากการดำเนินกลไกการพัฒนาที่สะอาด ว่าจะทำให้โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนหรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2548. **ไฟฟ้าน่ารู้** (Online). www.pea.co.th, 4 มีนาคม 2553.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2549. **ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน)** (Online). www.pea.co.th, 24 กุมภาพันธ์ 2553.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. **รายงานพลังงานของประเทศไทย 2551/2008 (เบื้องต้น/preliminary)** (Online). www.dede.go.th, 18 กุมภาพันธ์ 2553.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2552. **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2548** (Online). www.diw.go.th, 11 กุมภาพันธ์ 2553.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. 2544. **เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์ แอนท์เจอนัลพับลิเคชั่น จำกัด.

ชิงชัย วิริยะบัญชา, สมิต บุญเสริมสุข, วีรชัย อาจหาญ, สาวิตรี คำหอม, ณัฐพงษ์ ประภาการ, ทิพย์สุภิณฑ์ หินซุย และจิราวัฒน์ วงษ์มาศจันทร์. 2550. **การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย "โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร"จัดโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.** กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามลดา.

ทิพย์สุภินทร์ หินซุย, ปภัส ชนะโรค และวีรชัย อาจหาญ. 2550. **การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย "โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร"จัดโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.** กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามลดา.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. 2542. **การวิเคราะห์และประเมินโครงการ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

พรทิพย์ สุภาวิมล. 2541. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์โครงการโรงไฟฟ้าทับสะแก.** วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2549. **ชีวมวล Biomass**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทคิว พริ้นท์ แมเนจเม้นท์ จำกัด.

มนวรรณ ลิ้มประเสริฐ. 2547. **การศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาและขยายระบบไฟฟ้าที่เกาะสีชัง โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้เคเบิลใต้น้ำกับการปรับปรุงโรงไฟฟ้าดีเซล**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพิน ประจวบเหมาะ. 2537. **การจัดทำและประเมินโครงการ.** กรุงเทพมหานคร: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยิ่งลักษณ์ กาญจนฤกษ์. 2545. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเหง้ามันสำปะหลัง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุ่งฤดี บุญสู่. 2551. **การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วีรชัย อาจหาญ, ชิงชัย วิริยะบัญชาและสมิต บุญเสริมสุข. 2551. **ร่วมแก้วิกฤติพลังงานชาติ ด้วยงานวิจัย วช. จัดโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศสิรส พิทักษ์รัตนโชติ. 2548. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม บางเขน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ม.ป.ป. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและสาธิตระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลระดับชุมชน (80 kW).** ม.ป.ท.

สายวสันต์ วิชาดี. 2548. **การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะเทศบาลนครเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สายัณห์ ทัดศรีและคณะ. 2551. **ร่วมแก้วิกฤติพลังงานชาติ ด้วยงานวิจัย วช. จัดโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามลดา.

สุรพงษ์ คล้ายมุข. 2545. **การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สแบบไหลขึ้นและไหลลงโดยใช้ผักตบชวาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2551. **สถานการณ์พลังงานในปี 2550 และแนวโน้มปี 2551** (Online). www.eppo.go.th, 20 มกราคม 2553.

Ahmed, S. 1983. **Shadow Price for Economic Appraisal of Projects : An Application to Thailand. World Bank Staff Working Paper No. 609.** Washington, D.C.: The World Bank.

Anonymous. n.d. Assem energy development agency. **Overview on Biomass Gasification**.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ลักษณะทั่วไปของกระถินยักษ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะทั่วไปของกระถินยักษ์

ไม้กระถินยักษ์ เป็นไม้ตระกูลถั่วที่มีความสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้โดยปมของไรโซเบียม ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.5 มิลลิเมตร โดยในรากขนาดเล็กหรือรากฝอย จะมีเชื้อราไมโครไรซ่าอยู่รวมกับระบบราก ช่วยให้ต้นกระถินยักษ์ได้ฟอสฟอรัสและธาตุอาหารอื่น ๆ ที่จำเป็นได้มากขึ้น

ไม้กระถินยักษ์ มีมากกว่า 100 สายพันธุ์ บางสายพันธุ์เป็นไม้ยืนต้น บางสายพันธุ์เป็นไม้พุ่ม เนื่องจากกระถินยักษ์สามารถกระจายพันธุ์ได้กว้างขวาง จึงมีความแตกต่างกันอย่างมากมายในเรื่องขนาดและรูปร่าง อาจจำแนกพันธุ์กระถินยักษ์ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ

1. พันธุ์ฮาวาย เป็นพันธุ์ไม้พุ่มเตี้ย สูงประมาณ 5 เมตร ออกดอกขณะที่ต้นยังอ่อน ออกดอกตลอดปีมากกว่าจะออกเป็นฤดู

2. พันธุ์ซัลวาเดอร์ เป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 20 เมตร มีใบ ฝักและเมล็ดใหญ่ ดก ลำต้นเดียว ไม่มีกิ่งก้าน ออกดอกไม่สม่ำเสมอและฤดูที่แน่นอน โดยจะให้ดอกนาน ๆ ครั้ง อาจเรียกว่าพันธุ์กัวเตมาลาหรือกระถินยักษ์ฮาวาย

3. พันธุ์เปรู เป็นต้นไม้สูง 15 เมตร คล้ายพันธุ์ซัลวาเดอร์ แต่มีกิ่งก้านใหญ่ตรงส่วนล่างของลำต้น ลำต้นขนาดเล็กและให้ปริมาณใบตามกิ่งก้านสูงมาก การออกดอกจะให้ดอกนาน ๆ ครั้ง

ถิ่นกำเนิด กระถินบางพันธ์มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลาง บางพันธ์ได้แพร่หลายกระจายอย่างกว้างขวางทั่วท้องที่นับเป็นพันปีมาแล้ว กระถินยักษ์ได้แพร่ไปถึงประเทศฟิลิปปินส์ โดยอาจนำไปในรูปอาหารสัตว์ ต่อมาประชาชนในท้องถิ่นได้เรียนรู้ว่าไม้สามารถใช้ทำฟืนได้ดี และชาวบ้านได้พบว่าต้นกาแฟ โกโก้ พริกไทย วนิลา และพืชอื่น ๆที่ต้องการร่มเงาสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้ร่มเงาของกระถิน ซึ่งก็ได้ถูกแนะนำไปปลูกในสวนที่อินโดนีเซีย ปาปัวนิวกีนี มาเลเซีย และประเทศอื่น ๆ ในประเทศไทยนำเข้ามาปลูกอย่างแพร่หลายในระยะ 20 กว่าปีที่ผ่านมา เพราะเห็นว่าเป็นไม้ที่เจริญเติบโตเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การขยายพันธุ์

การสืบพันธุ์ของกระถินยักษ์ สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้ง 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ซึ่งนิยมมากที่สุดและใช้กันอย่างแพร่หลายในการปลูกสร้างสวนป่า เนื่องจากขยายพันธุ์ได้ง่าย เหมาะสมแก่การปฏิบัติ ราคาไม่แพง พืชที่เกิดจากเมล็ดมีอายุยืนนาน เมล็ดที่เก็บในสถานที่เหมาะสมจะเก็บไว้ได้หลายปี นำไปเพาะปลูกได้ในฤดูกาลต่อไปได้ เมล็ดที่สมบูรณ์จะไม่มีการงอกเมื่อได้รับปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการงอกก็สามารถงอกได้ภายใน 5-7 วัน แต่การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดมีข้อจำกัดบ้าง เช่น มีความผันแปรกับลักษณะภายนอกมาก ทั้งในด้านความสูง ความโตถึงแม้จะเก็บจากต้นเดียวกัน เนื่องจากกระถินยักษ์มักจะผสมพันธุ์กันภายในต้นเดียวกัน แต่ถ้าผสมแบบเปิด ความผันแปรจะมีมากขึ้น จากการทดลองการงอกของเมล็ดที่ศูนย์วิจัยและจัดการเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น โดยตัดขอบของเมล็ดเล็กน้อยจากเมล็ดที่เก็บจากฝักที่เปิดอ้า ฝักสีน้ำตาลและฝักที่ยังมีสีเขียว พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอก 81.25, 65.75 และ 64.25 ตามลำดับ แต่วิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุดคือการแช่ในน้ำเดือด 10-20 นาที ก่อนนำไปเพาะ

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การโน้มกิ่ง การตอน การต่อกิ่ง การติดตา การปักชำ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การแตกหน่อ เป็นต้น จากการทดลองในประเทศจีน โดยใช้กิ่งจากหน่ออ่อนติดใบ อายุยังน้อย ปักชำ โดยฉีดสเปรย์น้ำเป็นเวลา จะให้เปอร์เซ็นต์การติดรากสูง เช่น ใช้กิ่งหรือแขนงจากหน่ออ่อนที่มีใบติด อายุ 1 ปี ปักชำ เปอร์เซ็นต์การติดราก 100% ใช้กิ่งหรือแขนงที่มีใบติดไม่ใช่ส่วนของหน่ออ่อน เปอร์เซ็นต์การติดราก 97% และใช้กิ่งที่ไม่มีใบติด ไม่ใช่ส่วนของหน่ออ่อน เปอร์เซ็นต์การติดราก 52% แต่ถ้าใช้กิ่งหรือแขนงอายุ 3 ปีแล้ว เปอร์เซ็นต์การติดรากจะลดลง คือ ใช้กิ่งหรือแขนงจากหน่ออ่อนที่มีใบติด อายุ 3 ปี เปอร์เซ็นต์ติดราก 50% ใช้กิ่งหรือแขนงที่มีใบติด แต่ไม่ใช่ส่วนของหน่ออ่อน ติดราก 37% และใช้กิ่งไม่มีใบติด ไม่ติดราก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเตรียมกล้าไม้สำหรับปลูก

การเตรียมกล้าไม้กระถินยักษ์โดยการเพาะเมล็ด นิยมปฏิบัติโดยการนำเมล็ดเพาะในแปลงเพาะ แล้วย้ายลงในถุงชำขนาด 4"x 6" ที่บรรจุดินร่วนไว้หรือใช้เมล็ดที่แช่ในน้ำร้อน 10-20 นาที แล้วหยอดลงในถุงพลาสติก โดยใช้เมล็ดถุงละ 2 เมล็ด เมื่อเมล็ดงอกแล้วถุงใดมีเมล็ดงอก 2 ต้น ก็ถอนออก 1 ต้นไปชำในถุงที่ไม่ขึ้น กระถินยักษ์จะงอกภายใน 3-7 วัน เลี้ยงกล้าไว้ในถุงพลาสติกประมาณ 3-4 เดือนจึงย้ายปลูก ปัจจุบันสวนป่ามีการปลูกแบบเปลือยรากกันมากขึ้น เนื่องจากทุ่นค่าใช้จ่ายและง่ายต่อการนำไปปลูก มีวิธีการโดยเพาะเมล็ดในแปลงเพาะที่เตรียมดินไว้แล้ว เมื่อเมล็ดงอกก็บำรุงรักษา รดน้ำ ใส่ปุ๋ย โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ละลายน้ำรดทิ้งไว้ 6 เดือน กล้าจากแปลงก็สามารถถอนเปลือยราก ใช้มีดตัดลำต้น ส่วนยอดออกให้เหลือความยาวของรากและลำต้นประมาณ 10-12 นิ้ว เมื่อนำไปปลูกติดแล้ว กระถินยักษ์จะแตกยอดใหม่และมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว

การเตรียมพื้นที่ปลูก

กระถินยักษ์สามารถขึ้นได้ดีในดินที่เป็นกลางหรือดินที่มีหินปูน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำกว่า 500 เมตรลงมา การเลือกพื้นที่ปลูกควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้เป็นลำดับแรก สำหรับการเตรียมพื้นที่ปลูกนั้น ต้องทำการเก็บริบ เผาริบ ให้พื้นที่เหมาะและสะดวกการปลูก อาจใช้แทรกเตอร์เตรียมพื้นที่ปลูกโดยไถกลบ จากนั้นก็วางแนวระยะปลูกตามวัตถุประสงค์ โดยใช้หลักไม้ไผ่ขนาดยาว 0.60-1 เมตร ปักเป็นระยะตามความต้องการ หลักนี้ใช้ยึดกับต้นกระถินยักษ์เพื่อกันลมได้ด้วย

การบำรุงรักษา

กระถินยักษ์ เป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย ดังนั้น ในระยะแรกควรดูแลไม่ให้สัตว์เลี้ยงเข้าไป นอกจากนี้ หนูยังเป็นศัตรูที่สำคัญในการกัดต้นกล้า จึงควรดูแลรักษาพื้นที่ปลูกให้โล่งเตียน และดายวัชพืชสม่ำเสมอ ปลูกซ่อมต้นที่ตายทันที เพื่อให้เติบโตทันกัน ควรใส่ปุ๋ยบ้างตามความจำเป็น หากพื้นที่นั้นไม่อุดมสมบูรณ์ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อายุ 1 ปี ใช้ปุ๋ยประมาณ 100 กรัม/ต้น เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ก็ต้องตัดสางขยายระยะออกบ้างตามวัตถุประสงค์หลักที่ปลูก ส่วนปัญหาโรคแมลงของกระถินยักษ์ในประเทศไทยยังไม่พบมากนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อควรระวังในการปลูก

เนื่องจากใบกระถินมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่มีมิโมซินเป็นสารที่มีพิษตกค้างในสัตว์ ถ้าให้กระถินมากกว่าครึ่งของอาหารและให้สัตว์กินติดต่อกันมากกว่า 6 เดือนแล้ว ผลที่เกิดขึ้นสัตว์อาจมีอาการไม่สบาย มีการเจริญเติบโตช้า ตามปกติมักจะพบในวัว ควาย ที่กินกระถินยักษ์เป็นอาหาร ใบของกระถินยักษ์ที่แตกออกมาจากการแตกหน่อใหม่ ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์มิโมซินสูงกว่าใบที่เกิดแก่ตามปกติ แต่มิโมซินในใบจะลดลง 50% เมื่อนำไปตากแดดหลังจากเก็บมาทันที และลดลง 2-9% โดยการล้าง การแช่น้ำ การต้ม และหมักกระถินยักษ์ มีการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติได้รวดเร็ว และมีระบบรากลึก หากปลูกโดยไม่ใช้ประโยชน์ ปล่อยทิ้งไว้ จะกลายเป็นวัชพืชที่กำจัดยาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

การคำนวณรายได้และค่าใช้จ่ายของโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ในการผลิตไฟฟ้า

จำนวนวันเดินเครื่องยนต์ของโรงไฟฟ้าทั้งหมด 335 วันต่อปี
จำนวนวันทำงานจันทร์-ศุกร์ 228 วันต่อปี
จำนวนวันหยุดเสาอาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์ 107 วันต่อปี

วันจันทร์-วันศุกร์ และวันพืชมงคล คิดการเดินเครื่องยนต์ช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak)หรือเวลา 09.00-22.00 น. คิดเป็น 13 ชั่วโมงต่อวัน

วันจันทร์-วันศุกร์ และวันพืชมงคล คิดการเดินเครื่องยนต์ช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด (Off Peak) หรือเวลา 22.00-09.00 น. คิดเป็น 11 ชั่วโมงต่อวัน

วันเสาร์-อาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการปกติ (ไม่รวมนับวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย) คิดการเดินเครื่องยนต์ช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด (Off Peak) เวลา 00.00-24.00 น. คิดเป็น 24 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้น

การเดินเครื่องยนต์ช่วง Peak	228 x 13	=	2,964	ชั่วโมงต่อปี
การเดินเครื่องยนต์ช่วง Off Peak	228 x 11	=	2,508	ชั่วโมงต่อปี
การเดินเครื่องยนต์ช่วง วันหยุด (Off Peak)	107 x 24	=	2,568	ชั่วโมงต่อปี

รวมจำนวนชั่วโมงการเดินเครื่องยนต์ 8,040 ชั่วโมงต่อปี

ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโครงการ

กำลังการผลิตติดตั้ง 600 กิโลวัตต์
คิดประสิทธิภาพการทำงานของระบบร้อยละ 90 ของกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้ง
ดังนั้นกำลังการผลิตจริง 600 x 0.90 = 540 กิโลวัตต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิต = จำนวนวันเดินเครื่องยนต์ x ชั่วโมงความต้องการไฟฟ้า x กำลังการผลิต

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตในช่วง Peak 228 x 13 x 540 = 1,600,560 kWh ต่อปี
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตในช่วง Off Peak 228 x 11 x 540 = 1,354,320 kWh ต่อปี
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตในช่วง0 Off Peak (วันหยุด) 107 x 24 x 540 = 1,386,720 kWh ต่อปี

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด 4,341,600 kWh ต่อปี

รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าในปี 2554 (ปีแรกในการขายพลังงานไฟฟ้าของโครงการ)

ค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง Peak	2.9278	บาทต่อ kWh
ค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง Off Peak	1.1154	บาทต่อ kWh
ค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงวันหยุด	1.1154	บาทต่อ kWh
ค่าไฟฟ้าผันแปร	0.9177	บาทต่อ kWh

รายได้จากพลังงานไฟฟ้า = ปริมาณพลังงานไฟฟ้า x (ค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้า + ค่าไฟฟ้าผันแปร)

ปี 2554

รายได้จากพลังงานไฟฟ้าช่วง Peak	1,600,560 x (2.9278 + 0.9177)	= 6,154,953 บาท
รายได้จากพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak	1,354,320 x (1.1154+ 0.9177)	= 2,753,468 บาท
รายได้จากพลังงานไฟฟ้าช่วงวันหยุด	1,386,720 x (1.1154+ 0.9177)	= 2,819,340 บาท

รวมรายได้จากพลังงานไฟฟ้าในปี 2554 เท่ากับ 11,727,761 บาท

รายได้จากการขายเถ้า

ปริมาณเชื้อเพลิงกระถินยักษ์ที่ใช้ 11,939 ตันต่อปี
ปริมาณเถ้าที่ได้เท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณเชื้อเพลิงกระถินยักษ์ที่ใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้น ปริมาณเถ้าที่ได้ 11,939 x 0.05 = 596.95 ตันต่อปี

ในปี 2554 ราคาขายเถ้า 7,000 บาทต่อตัน
ดังนั้น รายได้จากการขายเถ้าในปี 2554 เท่ากับ 596.95 x 7,000 = 4,178,650 บาท

ค่าใช้จ่ายไม้กระถินยักษ์

ปริมาณเชื้อเพลิงกระถินยักษ์ที่ใช้ 11,939 ตันต่อปี
ในปี 2554 ราคาซื้อไม้กระถินยักษ์ 500 บาทต่อตัน

ดังนั้นค่าใช้จ่ายไม้กระถินยักษ์ในปี 2554 เท่ากับ 11,939 x 500 = 5,969,500 บาท

ค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน

ในปี 2554 ช่างยนต์ 3 อัตรา 10,000 บาทต่อเดือน = 3 x 10,000 x 12
= 360,000 บาท
ในปี 2554 คนงาน 6 อัตรา 7,000 บาทต่อเดือน = 6 x 7,000 x 12
= 504,000 บาท

รวมค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ปี 2554 เท่ากับ 864,000 บาท

ค่าไฟฟ้าเดินระบบ

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของโครงการเท่ากับ 4,341,600 kWhต่อปี
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 10 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงไฟฟ้า 4,341,600 x 0.10 = 434,160 kWhต่อปี

ปี 2554 คิดราคาพลังงานไฟฟ้า 2.4 บาทต่อkWh
ค่าไฟฟ้าเดินระบบของโครงการเท่ากับ 434,160 x 2.4 = 1,041,984 บาท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้นทุนการผลิตกระถินยักษ์

ปริมาณผลผลิตที่ใช้ในโครงการ 11,939 ต่นต่อปี
พื้นที่ในการปลูกกระถินยักษ์ของโครงการ 1,942 ไร่

ต้นทุนการปลูกเท่ากับ 763 บาทต่อไร่
ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดในการปลูกกระถินยักษ์ 763 x 1,942 = 1,481,746 บาทต่อปี

ต้นทุนการตัดเท่ากับ 150 บาทต่อตัน
ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดในการตัดกระถินยักษ์ 150 x 11,939 = 1,790,850 บาทต่อปี

ต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 100 บาทต่อตัน
ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดในการขนส่งกระถินยักษ์ 100 x 11,939 = 1,193,900 บาทต่อปี

ดังนั้นต้นทุนในการผลิตกระถินยักษ์ 1,481,746 + 1,790,850 + 1,193,900 = 4,466,496 บาทต่อปี

ผลประโยชน์จากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

น้ำมันดีเซลในการผลิตไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 0.322 ลิตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
คิด ณ ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาทต่อลิตร
ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโครงการ 4,341,600 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ดังนั้นผลประโยชน์จากการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ
0.322 x 30 x 4,341,600 = 41,939,856 บาทต่อปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตารางรายได้และค่าใช้จ่ายของโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 การพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 1 ทุกปี และค่าไฟฟ้าผันแปรมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 5 ทุกปี

หน่วย : บาทต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	ช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าสูงสุด(Peak)	ช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด(Off Peak)	ค่าไฟฟ้าผันแปร (FT)
2554	2.9278	1.1154	0.9177
2555	2.9571	1.1266	0.9636
2556	2.9866	1.1378	1.0118
2557	3.0165	1.1492	1.0624
2558	3.0467	1.1607	1.1155
2559	3.0771	1.1723	1.1712
2560	3.1079	1.1840	1.2298
2561	3.1390	1.1959	1.2913
2562	3.1704	1.2078	1.3559
2563	3.2021	1.2199	1.4237
2564	3.2341	1.2321	1.4948
2565	3.2665	1.2444	1.5696
2566	3.2991	1.2569	1.6481
2567	3.3321	1.2694	1.7305
2568	3.3654	1.2821	1.8170
2569	3.3991	1.2949	1.9078
2570	3.4331	1.3079	2.0032
2571	3.4674	1.3210	2.1034
2572	3.5021	1.3342	2.2086
2573	3.5371	1.3475	2.3190

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 รายได้จากพลังงานไฟฟ้าของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	ช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด	ช่วงเวลาวันหยุด	รวม
2554	6.155	2.753	2.819	11.728
2555	6.275	2.831	2.898	12.004
2556	6.400	2.911	2.980	12.292
2557	6.528	2.995	3.067	12.590
2558	6.662	3.083	3.156	12.901
2559	6.800	3.174	3.250	13.224
2560	6.942	3.269	3.347	13.559
2561	7.091	3.368	3.449	13.908
2562	7.245	3.472	3.555	14.272
2563	7.404	3.580	3.666	14.650
2564	7.569	3.693	3.781	15.044
2565	7.740	3.811	3.902	15.454
2566	7.918	3.934	4.028	15.881
2567	8.103	4.063	4.160	16.326
2568	8.295	4.197	4.298	16.790
2569	8.494	4.338	4.441	17.273
2570	8.701	4.484	4.592	17.777
2571	8.916	4.638	4.749	18.303
2572	9.140	4.798	4.913	18.851
2573	9.373	4.966	5.084	19.423

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 รายได้จากการขายเถ้าของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

ปี พ.ศ.	ราคาเถ้า (บาท/ตัน)	รายได้จากเถ้า (ล้านบาท/ปี)
2554	7,000	4.179
2555	7,350	4.388
2556	7,718	4.607
2557	8,103	4.837
2558	8,509	5.079
2559	8,934	5.333
2560	9,381	5.600
2561	9,850	5.880
2562	10,342	6.174
2563	10,859	6.483
2564	11,402	6.807
2565	11,972	7.147
2566	12,571	7.505
2567	13,200	7.880
2568	13,860	8.274
2569	14,552	8.687
2570	15,280	9.122
2571	16,044	9.578
2572	16,846	10.057
2573	17,689	10.560

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ค่าใช้จ่ายไม้กระถินยักษ์ของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

ปี พ.ศ.	ราคาไม้กระถินยักษ์ (บาท/ตัน)	ค่าใช้จ่ายไม้กระถินยักษ์ (ล้านบาท/ปี)
2554	500	5.970
2555	525	6.268
2556	551	6.582
2557	579	6.911
2558	608	7.256
2559	638	7.619
2560	670	8.000
2561	704	8.400
2562	739	8.820
2563	776	9.261
2564	814	9.724
2565	855	10.210
2566	898	10.721
2567	943	11.257
2568	990	11.820
2569	1,039	12.411
2570	1,091	13.031
2571	1,146	13.683
2572	1,203	14.367
2573	1,263	15.085

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ช่างยนต์	คนงาน	ค่าใช้จ่ายรวม
2554	0.360	0.504	0.864
2555	0.378	0.529	0.907
2556	0.397	0.556	0.953
2557	0.417	0.583	1.000
2558	0.438	0.613	1.050
2559	0.459	0.643	1.103
2560	0.482	0.675	1.158
2561	0.506	0.709	1.216
2562	0.532	0.745	1.277
2563	0.558	0.782	1.340
2564	0.586	0.821	1.407
2565	0.616	0.862	1.478
2566	0.647	0.905	1.552
2567	0.679	0.950	1.629
2568	0.713	0.998	1.711
2569	0.748	1.048	1.796
2570	0.786	1.100	1.886
2571	0.825	1.155	1.980
2572	0.866	1.213	2.079
2573	0.910	1.274	2.183

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ค่าไฟฟ้าเดินระบบของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

ปี พ.ศ.	ราคาค่าไฟฟ้าเดินระบบ (บาท/หน่วยไฟฟ้า)	ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเดินระบบ (ล้านบาท/ปี)
2554	2.40	1.042
2555	2.42	10.52
2556	2.45	1.063
2557	2.47	1.074
2558	2.50	1.084
2559	2.52	1.095
2560	2.55	1.106
2561	2.57	1.117
2562	2.60	1.128
2563	2.62	1.140
2564	2.65	1.151
2565	2.68	1.163
2566	2.70	1.174
2567	2.73	1.186
2568	2.76	1.198
2569	2.79	1.210
2570	2.81	1.222
2571	2.84	1.234
2572	2.87	1.246
2573	2.90	1.259

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ค่าน้ำประปาที่ใช้ระบบของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

(ล้านบาท/ปี)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายน้ำประปา
2554	0.379
2555	0.379
2556	0.379
2557	0.379
2558	0.379
2559	0.379
2560	0.379
2561	0.379
2562	0.379
2563	0.379
2564	0.379
2565	0.379
2566	0.379
2567	0.379
2568	0.379
2569	0.379
2570	0.379
2571	0.379
2572	0.379
2573	0.379

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์
2554	0.120
2555	0.120
2556	0.120
2557	0.120
2558	0.120
2559	0.120
2560	0.120
2561	0.120
2562	0.120
2563	0.120
2564	0.120
2565	0.120
2566	0.120
2567	0.120
2568	0.120
2569	0.120
2570	0.120
2571	0.120
2572	0.120
2573	0.120

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวพัสตราภรณ์ วรรณอาภา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 10 เดือนเมษายน พ.ศ.2527
สถานที่เกิด	จังหวัดอุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 200 ถ. งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์