

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
สิงหาคม 2559

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา



ปริญญานิพนธ์
ของ
พุดผินาถ พงศภาคเปโตร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

สิงหาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
สิงหาคม 2559

พุทธรักษา พงศภัคเปโตร. (2558). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา. ปริญญาโท วท.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ผศ.ดร.วิชชากร จารุศิริ.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงศักยภาพ เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าขนาด 5.1 เมกะวัตต์จากเศษไม้ยางพารา รวมถึงวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุน โดยจำลองภาพเหตุการณ์ 3 กรณี คือ 1. กรณีฐานเป็นการลงทุนจากผู้ประกอบการ 2. กรณีหาต้นทุนที่แท้จริง ($IRR=0$) 3. กรณีมีการสนับสนุนจากนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากชีวมวลของรัฐบาล วิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนโดยใช้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน รวมถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการลงทุนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราเงินเฟ้อตามสถานะเศรษฐกิจ และมาตรการสนับสนุนการรับซื้อไฟฟ้าจากชีวมวลของรัฐบาล ผลการศึกษาพบว่า การประเมินศักยภาพโดยประมาณการเศษไม้ยางพาราที่เหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารามีปริมาณเพียงพอที่จะป้อนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล และเมื่อพิจารณาจากเทคโนโลยีที่เหมาะสมพบว่าโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา ควรเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนชนิดกังหันไอน้ำ ขนาด 5.1 เมกะวัตต์ ซึ่งต้องการเศษไม้ยางพาราอย่างน้อย 120 ตันต่อวัน และมีการสำรองเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่า 15 วัน การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวล พบว่า เมื่อกำหนดให้ราคารับซื้อไฟฟ้าของการผลิตไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพารา เทียบเท่ากับราคารับซื้อไฟฟ้าของโครงการผลิตไฟฟ้าจากเศษทะลายและกะลาปาล์มจะไม่ให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คุ้มค่ากับการลงทุนตลอดอายุโครงการ 15 ปี ดังนั้นรัฐบาลจำเป็นต้องมีมาตรการส่งเสริมโครงการผลิตไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพาราขนาด 5.1 เมกะวัตต์ โดยกำหนดอัตราซื้อไฟฟ้าอย่างน้อยเทียบเท่ากับ 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์

A FEASIBILITY STUDY FOR SMALL POWER GENERATION FROM
RUBBER WOOD CHIP



AN ABSTRACT
BY
PUTTHINART PONGSAPAKPATRO

Presented in Partial Fulfillment of Requirements for the
Master of Engineering degree in Engineering Management
at Srinakharinwirot University

August 2016

Putthinart Pongsapakpatro. (2016). *A feasibility study for small power generation from rubber wood chip*. Master thesis. M.Eng. (Engineering Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof Dr.Witchakorn Charusiri.

This research aims to study the feasibility of biomass power generation from para wood chip, with the potential of the technology to electrify a generation sizing of 5.1 MW. Moreover, the cost benefit analysis also contained in this report in this study of three scenarios, including (1) base case (self-financing according to market condition electricity tariff of 3.8548 Baht/kWh) 2) the electric tariff of actual investment and operation cost whereas IRR=0 3) and the appropriate rate of electric tariff (IRR = 13.00%) according to the government subsidy policy. The cost benefit analysis consisted of net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and benefit cost ratio (BCR) under the sensitivity study of investment cost and a subsidized rate for the government policy. The results showed that the potential of para wood chip from the wood also have the requisite availability and effectiveness to supply the biomass power plants sizing of 5.1 MW which had a consumption of para wood residue at least 120 ton/day and a residual reserve of fifteen days. An investment of 5.1 MW power generation from para wood chip is not feasible under current market conditions due to 3.8395 Baht/kWh, following the launch of self-financing unless addition incentive at least of 6.4193 Baht/kWh (IRR = 13.00%) are provided by government subsidized programmed with the presence of tax incentives and more attractive financing options.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา
ของ
นายพุทธินาถ พงศภักเปโตร

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดุชนันท์ โยเหลา)

วันที่ เดือน พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษา ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชากร จารุศิริ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจรี ศุภสุธิกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชากร จารุศิริ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ)

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือทุกชั้นตอนจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชชากร จารุศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ ประธานในการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจรี ศุภสุธิกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำต่างๆ ในส่วนที่ต้องแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ ทำให้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณทวีศักดิ์ คงแย้ม ผู้อำนวยการส่งเสริมการสงเคราะห์ คุณประเวทย์ โภคสวัสดิ์ ผู้อำนวยการฝ่ายฝึกอบรม คุณจักรรัตน์ สายสนั่น ณ อยุธยา หัวหน้ากองควบคุม และพัฒนาระบบการสงเคราะห์ คุณนวรรตน์ ปิยะลิขิต นักวิชาการสงเคราะห์สวนยาง สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย ผู้บริหารของบริษัทผู้ผลิต ติดตั้ง และผู้แทนจำหน่ายเครื่องจักร สำหรับผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย รวมถึงผู้บริหาร พนักงาน และผู้ควบคุมของโรงไฟฟ้าประเภท เครื่องจักรกังหันไอน้ำ ที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ และเพื่อนร่วมคณะ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

พุดผินาถ พงศภักเปโตร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
สมมติฐานในการวิจัย	6
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
เศษไม้ยางพารา	9
แหล่งที่มาของชีวมวลเศษไม้ยางพารา	9
คุณสมบัติและมาตรฐานการวิเคราะห์คุณสมบัติของชีวมวล	12
การวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพของชีวมวล.....	13
การกระจายแหล่งเชื้อเพลิง.....	13
ขนาดของชีวมวล.....	13
ความชื้นของชีวมวล.....	14
สิ่งเจือปนในชีวมวล.....	15
ปริมาณขี้เถ้าในชีวมวล.....	15
การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของชีวมวล.....	15
การวิเคราะห์แบบประมาณ.....	15
ปริมาณความชื้นของชีวมวล.....	16
ขี้เถ้า.....	16
สารระเหย.....	16
คาร์บอนคงที่.....	17
ค่าความร้อน.....	17

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ค่าความร้อนสูง.....	17
ค่าความร้อนต่ำ.....	17
ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา	20
เทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานจากชีวมวล	25
เทคโนโลยีการแปรรูปด้วยวิธีกายภาพ.....	25
เทคโนโลยีการแปรรูปด้วยวิธีทางความร้อนและเคมี.....	25
การเผาไหม้โดยตรง.....	26
การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง.....	26
การผลิตเชื้อเพลิงเหลว การเผาไหม้ในสภาพไร้ออกซิเจน.....	26
เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลด้วยวิธีกายภาพ.....	26
ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน	28
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ.....	28
การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ.....	29
โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	30
โรงไฟฟ้าระบบพลังงานความร้อนร่วม	31
เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าพลังงานชีวมวล	36
ระบบการเผาไหม้โดยตรง.....	36
เทคโนโลยีการเผาไหม้.....	37
เตาเผาระบบใช้แรงงานคนป้อนเชื้อเพลิง.....	38
ระบบสโตกเกอร์.....	38
ระบบสโตกเกอร์ที่ป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาทางด้านล่าง.....	39
ระบบฟัลเวอร์ไรซ์.....	39
ระบบไซโคลน.....	40
ระบบฟลูอิดไทร์เบด.....	40
การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวลโดยใช้อากาศ.....	43
การผลิตพลังงานความร้อนร่วม	45
เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง.....	45
กระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การเตรียมเชื้อเพลิง.....	46
ระบบเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ	46
เครื่องจักรกังหันไอน้ำ.....	47
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า.....	48
ปัจจัยการประเมินความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยใช้เศษไม้ยางพารา เป็นเชื้อเพลิง	52
ปริมาณชีวมวล.....	53
เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า.....	53
แหล่งน้ำ	53
มวลสารที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา.....	54
เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน	54
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ.....	55
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ.....	56
อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน.....	56
นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในรูปแบบ Feed – in Tariff (FIT).	57
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
3 วิธีดำเนินการวิจัย	65
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	65
การประเมินศักยภาพของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานชีวมวล	65
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	67
เงินลงทุน	67
ต้นทุนการผลิต	67
ต้นทุนการบริหาร.....	68
รายได้ทางตรง	68
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	68
อัตราดอกเบี้ยเงินเฟ้อ	68
ค่าเสื่อมสภาพ	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
ระยะเวลาโครงการ	68
ระยะเวลาทำงาน.....	68
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	68
ภาพจำลองเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน	69
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ.....	70
4 ผลดำเนินงานวิจัย	71
ศักยภาพของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานชีวมวล	71
ปัจจัยในการเลือกสถานที่จัดตั้งโรงไฟฟ้า	77
การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก	
จากเศษไม้ยางพารา.....	79
กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก.....	79
สมมุติฐาน และตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ	84
กรณีฐาน	88
กรณีต้นทุนที่แท้จริง	90
กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ	92
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis)	94
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	103
สรุปผลการวิจัย	103
ข้อเสนอแนะ	104
บรรณานุกรม	105
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	109

บัญชีตาราง

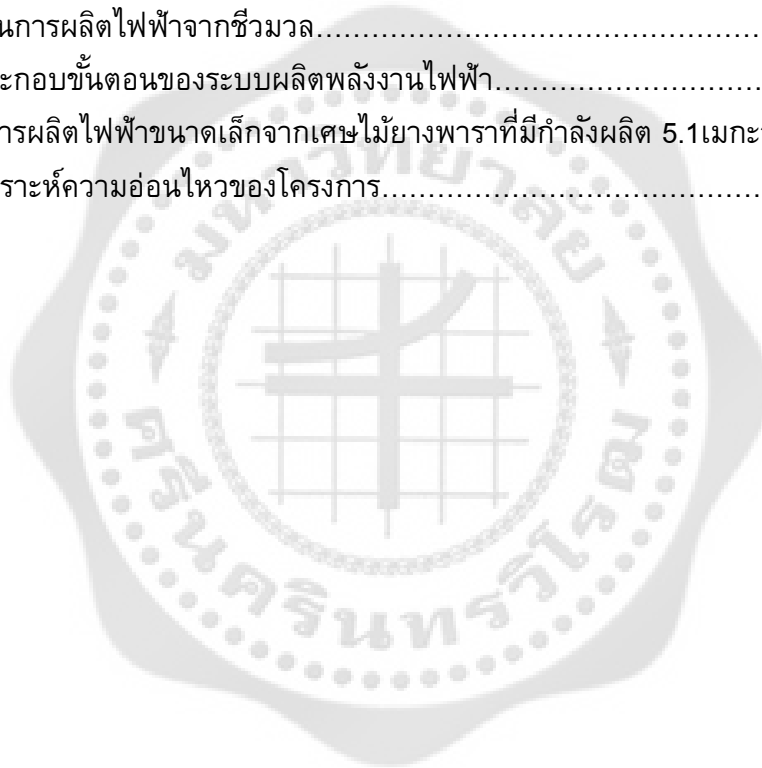
ตาราง	หน้า
1 การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานของประเทศไทย จากปี พ.ศ.2555 – ปี พ.ศ.2558.....	2
2 การลดปริมาณความชื้นไม้ยางพาราด้วยวิธีการผึ่งแห้งด้วยอากาศ.....	14
3 คุณสมบัติเบื้องต้น และค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากไม้ยางพารา.....	18
4 คุณสมบัติเบื้องต้น จากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวลมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม กับข้อมูลทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงกำลังผลิต.....	18
5 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณชีวมวล.....	22
6 เนื้อที่โค่นสวนยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2548 – 2558.....	23
7 เนื้อที่โค่นสวนยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2548 – 2558.....	24
8 การเปรียบเทียบสมรรถนะและสถิติกระบวนการแปลงสภาพของชีวมวล ในการผลิตเป็นพลังงาน.....	27
9 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ.....	33
10 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ.....	34
11 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม.....	35
12 ชนิดของการเผาไหม้และรูปแบบของชีวมวล.....	41
13 การเปรียบเทียบ ข้อดี ข้อจำกัดของเตาเผาไหม้แต่ละระบบ.....	42
14 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าชีวมวล.....	51
15 การเปรียบเทียบนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนระหว่างรูปแบบของ Adder กับ Feed – in Tariff (FIT).....	60
16 การประเมินศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราจังหวัดสุราษฎร์ธานี...	72
17 การประเมินศักยภาพชีวมวลของเศษไม้ยางพาราเป็นพลังงาน ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้.....	74
18 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้.....	76
19 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้า 5.1 เมกะวัตต์.....	80
20 บัญชีเครื่องจักรที่ใช้ตามลำดับขั้นตอนการผลิต.....	80
21 ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะขายเข้าระบบของการไฟฟ้า และผลิตไว้ใช้งาน.....	83
22 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณงบลงทุนของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิงที่มี ขนาดกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์.....	86

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
23	การคำนวณงบลงทุนของการลงทุนของโรงไฟฟ้า ชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราขนาดเล็กโดยผู้ประกอบการ.....	89
24	ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวล จากเศษไม้ยางพาราขนาดเล็กโดยผู้ประกอบการ.....	90
25	ข้อมูลของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก จากเศษไม้ยางพารา กรณีต้นทุนที่แท้จริง $IRR = 0$	91
26	ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดเล็ก กรณีต้นทุนที่แท้จริง $IRR = 0$	91
27	ข้อมูลของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ $IRR = 13\%$	92
28	ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ.....	93
29	เปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้าง โรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราขนาดเล็ก (5.1 เมกะวัตต์) ของทั้ง 3 กรณี.....	94
30	ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล ในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 5.4193 บาทต่อหน่วย.....	95
31	ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล ในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 6.4193 บาทต่อหน่วย.....	96
32	ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล ในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 7.4193 บาทต่อหน่วย.....	98
33	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก จากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล ในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 8.4193 บาทต่อหน่วย.....	99

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2 สัดส่วนพื้นที่ปลูกยางพาราในแต่ละจังหวัดของภาคใต้.....	10
3 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกไม้ยางพาราจำแนกตามพื้นที่ในประเทศไทย....	11
4 ขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ.....	29
5 การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ.....	30
6 การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม.....	32
7 กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล.....	48
8 ส่วนประกอบขั้นตอนของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า.....	49
9 ระบบการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราที่กำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์.....	50
10 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ.....	101



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่เจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ภาคการผลิต ภาคคมนาคมขนส่ง และแนวโน้มที่สูงขึ้นอยู่ตลอดเวลาของประชากร ย่อมส่งผลต่อการจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานทั้งในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ภาคคมนาคมขนส่ง และความต้องการใช้พลังงานสำหรับการใช้ชีวิตประจำวัน รวมถึงปัญหาของราคาพลังงานที่มีความผันผวนสืบเนื่องมาจากปริมาณสำรองของพลังงานฟอสซิลที่มีอยู่อย่างจำกัด และกำลังจะหมดไปในไม่ช้า ปัจจุบันทั่วโลกต่างนำพลังงานจากฟอสซิลมาใช้ในปริมาณที่สูงมาก โดยประมาณคิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้พลังงานรวมทั้งหมด ในขณะที่การใช้พลังงานจากชีวมวลมีกานำมาใช้เพียงประมาณร้อยละ 14 โดยเฉลี่ยประเทศอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานชีวมวลคิดเป็นร้อยละ 9 – 13 ของพลังงานรวมทั้งหมด สำหรับประเทศกำลังพัฒนามีสัดส่วนการใช้พลังงานประมาณร้อยละ 20 – 35 ของพลังงานรวมทั้งหมดที่มีการใช้งานในประเทศ โดยเฉพาะแถบภูมิภาคเอเชียใต้ มีสัดส่วนการใช้พลังงานชีวมวลมากถึงร้อยละ 50 – 90 แต่การใช้งานส่วนใหญ่ไม่ได้ถูกใช้ไปในเชิงกิจกรรมครัวเรือน ได้แก่ การปรุงอาหาร การให้ความอบอุ่น โดยเฉพาะกลุ่มประชากรค่อนข้างยากจน ซึ่งไม่ใช่งานเชิงพาณิชย์ (นคร ทิพย์วงศ์, 2552: 1) การใช้พลังงานจากฟอสซิลนับเป็นปัญหาที่ท้าทายของโลกที่กำลังจะเผชิญวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน อีกทั้งผลกระทบจากสภาวะภูมิอากาศของโลกเนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่กำลังได้รับความสนใจในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นมาตรการวิจัย การพัฒนาพลังงานทดแทน การลดการใช้พลังงาน รวมถึงการพัฒนารูปแบบใหม่สำหรับอนาคต (กระทรวงพลังงาน, 2550)

ประเทศไทยมีแนวโน้มของความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการใช้พลังงานสำหรับการอุปโภค และบริโภคภายในประเทศสูงที่ขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ในขณะที่การพัฒนาพลังงานภายในประเทศมีข้อจำกัดจากแหล่งทรัพยากรทางพลังงานจึงเป็นภาระของรัฐบาลในการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ โดยการนำเข้าน้ำมันดิบมีปริมาณมากที่สุดซึ่งคิดเป็นร้อยละ 65 ของมูลค่าการนำเข้าพลังงานทั้งหมด รวมถึงก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และพลังงานไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน (วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน, 2558) พบว่า การนำเข้าพลังงานจำพวกฟอสซิลของประเทศไทยจากปี พ.ศ.2555 – ปี พ.ศ.2558 เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 60 (กระทรวงพลังงาน, 2558) และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตาราง 1

ตาราง 1 การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานของประเทศไทยจากปี พ.ศ.2555 – ปี พ.ศ.2558

หน่วย:เทียบเท่าฟันทันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน

รายละเอียด	2555	2556	2557	2558
การใช้	1,982	2,002	2,052	2,080
การผลิต	1,082	1,078	1,073	1,026
การนำเข้า(สุทธิ)	1,085	1,131	1,171	1,252
การนำเข้า/การใช้(%)	55	56	57	60
อัตราการเปลี่ยนแปลง(%)				
การใช้	6.9	1.0	2.6	1.3
การผลิต	6.3	- 0.4	- 0.5	- 4.3
การนำเข้า(สุทธิ)	6.4	4.2	3.6	6.9
GDP(%)	7.3	2.8	0.9	2.8

ที่มา: (สถานการณ์พลังงานไทย 2558 :1, สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน , 2558)

ประเทศไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ในขณะที่ราคาพลังงานมีความผันผวนอย่างต่อเนื่องส่งผลโดยรวมต่อภาคเศรษฐกิจภายในประเทศ และความมั่นคงทางพลังงาน ด้วยเหตุนี้เองกระทรวงพลังงานจึงได้จัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 15 ปี (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับส่งเสริมการผลิต และพัฒนาพลังงานทดแทนรูปแบบต่างๆ ให้มีการใช้งานตามศักยภาพ และกำหนดเป้าหมายในการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้นทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ ให้ได้ร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ.2579

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรอุตสาหกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรทำให้เกิดชีวมวลมากมายที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์หลังการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดยในแต่ละปีจะมีเศษวัสดุเหลือใช้ทั้งจากการเกษตร และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร หรือ ชีวมวล ที่ยังมีศักยภาพในการแปรรูปเป็นพลังงาน หรือ นำกลับมาใช้ประโยชน์อื่นให้คุ้มค่าได้อีกมากมาย แต่มักไม่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรเท่าที่ควร เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมกำจัดโดยวิธีการเผาทิ้งในแปลงเพาะปลูกเพื่อเตรียมการสำหรับฤดูกาลเพาะปลูกต่อไป ในขณะที่โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมักจะกองทิ้งไว้ ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศทั้งกลิ่น ฝุ่นละออง หรือควันจากการเผาไหม้กองชีวมวลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (นคร ทิพย์าวงศ์, 2550) ด้วยเหตุนี้เองกระทรวงพลังงานจึงได้จัดทำ

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพยายามที่จะส่งเสริมให้มีการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นแหล่งพลังงานเพื่อใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร หรือผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถนำพลังงานส่วนที่เหลือจากการใช้งานของการผลิตนั้นจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่งของการไฟฟ้าตามมาตรการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชน อย่างไรก็ตามการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นพลังงานจำเป็นต้องพิจารณาให้รอบคอบในหลายประเด็นทั้งในส่วนของศักยภาพการนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานที่มีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้นซึ่งแปรผันตามปริมาณการเพาะปลูกพืชชนิดนั้นๆ ฤดูกาล ความต่อเนื่องของผลผลิตทางการเกษตร องค์ประกอบของชีวมวล เช่น ความชื้น ค่าความร้อน ปริมาณเถ้า ฯลฯ เป็นต้น ในขณะที่เทคโนโลยีของการแปรรูปชีวมวลไปเป็นแหล่งพลังงานมีด้วยกันหลากหลายวิธี เช่น กระบวนการเผาไหม้โดยตรง กระบวนการเคมีความร้อน อาทิ ไพโรไลซิส แกซิฟิเคชัน ลิควิแฟกชัน หรือ กระบวนการทางชีวภาพ (ประพันธ์ คูชลธารา , 2558) ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีการพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดของชีวมวล ลักษณะของการแปรรูปพลังงานไปใช้ประโยชน์ รวมถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน (วิชากร จารุศิริ, 2559)

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาการนำเศษไม้ยางพารา รวมถึงปึกไม้ ปลายไม้ และขี้เลื่อย ที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในเขตจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยที่มีโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ขนาดใหญ่หลายแห่ง และเพียงพอที่จะเป็นวัตถุดิบโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้สำหรับผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าตามมาตรการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชน พิจารณาค่าผลตอบแทนการลงทุนในกรณีที่ผู้ประกอบการเอกชนเป็นผู้ลงทุนก่อสร้าง และดำเนินกิจการผลิตไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพารา ทั้งในกรณีฐานเมื่อเทียบกับอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตไฟฟ้าของเอกชน กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปรและสมมติฐานจากกรณีฐานมาหาต้นทุนที่แท้จริงที่ให้อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละศูนย์ ($IRR = 0$) และในกรณีกำหนดมาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพารา เมื่อให้อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 13 เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เอกชนสามารถเข้ามาลงทุนผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้อย่างต่อเนื่อง และคุ้มค่าที่จะลงทุนในระยะยาวพอสมควร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาศักยภาพความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา โดยคำนึงถึงความเหมาะสมทางเทคนิค ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนของการเปลี่ยนชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเป็นพลังงานเชื้อเพลิง และต้นทุนที่แท้จริงของการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงจากเศษไม้ยางพารา

2. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการใช้ชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาแปรรูปเป็นไฟฟ้า

3. ความสำคัญของการวิจัย

ผลกระทบจากสภาวะภูมิอากาศของโลก เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในขณะที่ปริมาณสำรองของพลังงานฟอสซิลที่มีอยู่อย่างจำกัด และกำลังจะหมดไปในไม่ช้า เป็นเหตุผลของทุกประเทศกำลังให้ความสนใจในการแก้ไขปัญหา ไม่ว่าจะเป็นมาตรการวิจัย พัฒนาพลังงานทดแทน การลดการใช้พลังงาน รวมถึงการพัฒนารูปแบบใหม่สำหรับอนาคต

4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปเศษไม้ยางพาราเป็นพลังงานชีวมวล และศักยภาพของเศษไม้ที่เหลือเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานชีวมวลสำหรับโครงการจัดตั้งโรงไฟฟ้า รวมถึงการหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนที่แท้จริง และเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กโดยใช้ชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาทำการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้า

5. คำนิยามศัพท์เฉพาะ

การผลิตไฟฟ้าจากเศษไม้ หมายถึง การนำเศษไม้ที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา หรือจากแหล่งอื่น มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนใน 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเทคนิค หมายถึง การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตเกี่ยวกับกำลังการผลิตที่เหมาะสม ระบบการผลิตไฟฟ้า ระบบการผลิตไอน้ำ การใช้เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ทันสมัยมีประสิทธิภาพ รวมถึงจุดเชื่อมโยงเข้าระบบไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า แหล่งน้ำ การกำจัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น หาแนวทางการระบายออกจากโรงไฟฟ้า การกำจัดขี้เถ้า วิธีการเก็บ เคลื่อนย้าย และกำจัดจากบริเวณโครงการ โดยกรรมวิธีที่เหมาะสมไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (กระทรวงพลังงาน, 2554)

2. ด้านการเงิน หมายถึง การคำนวณหาผลการตอบแทนการลงทุนของโครงการว่าอยู่ในระดับดีหรือไม่ เปรียบเทียบ กับการลงทุนทางด้านอื่น โดยการประเมินรายได้จากการผลิตไฟฟ้าที่ขายให้แก่การไฟฟ้าท้องถิ่น และลูกค้าอื่น (กระทรวงพลังงาน, 2554)

3. ชีวมวล หมายถึง เศษวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร หรือจากการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ไม่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ และมีศักยภาพมากพอสามารถนำมาเป็นแหล่งพลังงานได้แก่ แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากปาล์ม กากมันสำปะหลัง ชังข้าวโพด กาบและกะลามะพร้าว (ไชยยา สติริยากร, 2550: 13)

4. โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา หมายถึง สถานประกอบการที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการผลิตสินค้าโดยใช้ไม้ยางพาราเป็นวัตถุดิบ

5. โรงไฟฟ้าชีวมวล หมายถึง โรงไฟฟ้าที่ใช้เศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดยนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า อาจจะเป็นเศษวัสดุชนิดเดียวกัน หรือหลายชนิดรวมกัน (ไชยยา สติยากร, 2550:13)

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีหลักแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านศักยภาพของชีวมวล ด้านเทคนิค และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

พลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นพลังงานจากฟอสซิล ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด และกำลังจะหมดไปในไม่ช้า อีกทั้งการใช้พลังงานจากฟอสซิลยังทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (กระทรวงพลังงาน , 2558) จึงมีแนวคิดที่จะนำชีวมวลในส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นพลังงาน เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปของพลังงานไฟฟ้าเพื่อทดแทนพลังงานจากฟอสซิล รวมถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม จากแนวคิดดังกล่าวสามารถเขียนกรอบแนวคิด ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

7. สมมติฐานในการวิจัย

1. มีความคุ้มค่าในการจัดทำโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพารา
2. โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กหากผู้ประกอบการเป็นผู้ลงทุนเองอาจไม่คุ้มค่ากับผลตอบแทนโครงการจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ

8. ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลในส่วนของพื้นที่เพาะปลูกจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ศูนย์สารสนเทศสำนักงานการยางแห่งประเทศไทย, 2559) ได้แก่ พื้นที่ปลูกไม้ยางพารา พื้นที่ตัดโค่นไม้ยางพารา โดยจำแนกเป็นข้อมูลของพื้นที่ปลูกไม้ยางพารา และโค่นไม้ยางพาราของพื้นที่ภาคใต้ โดยเริ่มจากปี พ.ศ.2548 – ปี พ.ศ.2558 เพื่อเป็นการประมาณการความเพียงพอของไม้ยางพารา (สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555) และ (บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์, บุญรอด สัจจุลณุกิจ และคณะ, 2555) ที่จะมีการป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา โดยทั่วไปการโค่นไม้ยางพาราเมื่ออายุการเพาะปลูกครบ 20 ปี และเพื่อหาปริมาณสำรองเชื้อเพลิงของชีวมวลเศษไม้ยางพาราป้อนให้กับโรงไฟฟ้า

2. ศึกษาศักยภาพของการนำเศษไม้ยางพาราไปเป็นเชื้อเพลิง ด้วยการประเมินเพื่อหาปริมาณและสัดส่วนของการแปรรูปไม้ยางพาราไปเป็นชีวมวล (surplus factor) และปริมาณที่มีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง (availability factor) โดยใช้ผลการวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) อ้างอิงผลการศึกษาของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555) รวมถึงการวิเคราะห์ค่าความร้อนของเศษไม้ยางพารา เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินศักยภาพของการนำเศษไม้ยางพาราไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า

3. ศึกษาข้อมูลด้านเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือทิ้งภายหลังการแปรรูปแล้ว นำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้า และประเมินความเหมาะสมของเทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยระบบเผาไหม้ และระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง

4. กำหนดสมมติฐาน และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

1. ความเป็นไปได้เชิงศักยภาพ เทคโนโลยี สำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมีกำลังผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์
2. งบประมาณ ที่ดินสิ่งก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างงานโยธา งานระบบ และงานติดตั้ง
3. งบดำเนินงาน ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง ค่าบำรุงรักษา ค่าประกันภัย และค่าเสื่อมราคา

4. ดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน (ธนาคารยูโอบี , 2556) และอัตราเงินเฟ้อสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย)

5. รายได้ทางตรง คือ ราคารับซื้อไฟฟ้าจากชีวมวลตามกำลังการผลิตติดตั้งที่จำหน่าย เข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

เพื่อใช้พิจารณาตัดสินใจผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน โดยสร้างภาพจำลองเหตุการณ์ใน 3 กรณี คือ

1. กรณีฐาน เป็นการลงทุนผู้ประกอบการเองทั้งหมด โดยเลือกใช้เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ สำหรับรายได้ทางตรงจากการจำหน่ายไฟฟ้าเทียบเท่าราคารับซื้อของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลของเอกชน

2. กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปรและสมมติฐานจากกรณีฐานมาหาต้นทุนที่แท้จริงที่ให้อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละศูนย์ ($IRR = 0$)

3. กรณีกำหนดนโยบายสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐโดยการนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีฐาน หาส่วนเพิ่มเพื่อสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ ภายใต้สมมติฐานจากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคารับซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน และเพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 13

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถคำนวณหาต้นทุนที่แท้จริงของการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราเพื่อวิเคราะห์หาผลตอบแทนเชิงพาณิชย์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการสำหรับการลงทุนของผู้ประกอบการ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการกำหนดนโยบายที่เกี่ยวกับพลังงานทดแทนจากการแปรรูปเศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ และสังคมมีความเจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องขณะเดียวกันจำนวนประชากรมีสูงเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด ทำให้เกิดความต้องการใช้พลังงานที่สูงขึ้นตามไปด้วย ที่ผ่านมามีทั่วโลกต่างพึ่งพาแหล่งพลังงานจากฟอสซิล ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมัน ซึ่งเป็นพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด และกำลังจะหมดไป การใช้พลังงานดังกล่าวเป็นการสร้างผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม และทวีความรุนแรงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ได้ให้ความสนใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม จึงหาพลังงานทดแทนอื่นเพื่อนำมาทดแทนแหล่งพลังงานจากฟอสซิล (กระทรวงพลังงาน, 2551)

ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าพลังงานฟอสซิลจากต่างประเทศมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2531 - ปี พ.ศ.2558 โดยมีสัดส่วนการนำเข้าเฉลี่ยถึงร้อยละ 61 ซึ่งมีแนวโน้มของการนำเข้าที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สาเหตุจากการผลิตพลังงานเพื่อใช้เองในประเทศยังมีน้อย และไม่เพียงพอกับความต้องการใช้พลังงานของประเทศ การใช้พลังงานหากยังดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ในที่สุดการนำเข้าพลังงานฟอสซิลจากต่างประเทศจะสูงขึ้นถึงร้อยละ 70 ในไม่ช้า ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงพลังงาน และเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ (วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน, 2558)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรอุตสาหกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรทำให้เกิดชีวมวลอย่างมากมาย ที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ และมีศักยภาพมากพอที่จะนำมาเป็นแหล่งพลังงาน ที่ผ่านมากเกษตรกรรมมักทำการกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรโดยวิธีฝังกลบ หรือปล่อยให้เน่าเพื่อคลุมหน้าดิน ซึ่งไม่เกิดประโยชน์เท่าใดนัก เกษตรกรบางรายทำการกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรโดยวิธีการเผาทิ้ง เป็นการสร้างปัญหามลพิษทางอากาศและสิ่งแวดล้อม และมีการศึกษา พบว่าเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมีจำนวนมาก และมีศักยภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนด้วยการนำชีวมวลดังกล่าวมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนเพื่อใช้สำหรับกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ การนำชีวมวลที่เกิดจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานสะอาดเพื่อนำมาทดแทนพลังงานจากฟอสซิล ปัจจุบันที่มีอยู่อย่างจำกัด และกำลังจะหมดลงไป การใช้ชีวมวลที่ได้จากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรถือเป็นการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศได้อย่างคุ้มค่า สามารถลดภาระการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศ เป็นการช่วยประเทศชาติประหยัดเงินตราต่างประเทศอย่างมหาศาล ทำให้เศรษฐกิจของประเทศมีความมั่นคงมากขึ้น เป็นการเสริมความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศอีกทางหนึ่ง การใช้ชีวมวลที่เป็นพลังงานสะอาดเพื่อทดแทน

แหล่งพลังงานจำพวกฟอสซิลยังเป็นการลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ที่เป็นต้นเหตุของการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมีผลต่ออุณหภูมิโลกที่กำลังเพิ่มในปริมาณที่สูงขึ้น เนื่องจากการปลูกพืชชีวมวลขึ้นมาทดแทนในปริมาณที่เท่ากันกับชีวมวลที่นำไปใช้งาน พืชเหล่านี้จะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศเพื่อการเจริญเติบโตของตนเอง ผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ชีวมวลยังมีปริมาณกักเก็บต่ำกว่าเมื่อเทียบกับแหล่งพลังงานจำพวกฟอสซิล (นคร ทิพย์วงศ์, 2550: 3)

2. เศษไม้ยางพารา

2.1 แหล่งที่มาของชีวมวลเศษไม้ยางพารา

ไม้ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศชนิดหนึ่ง โดยผลผลิตมีจำนวนมากเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศที่สามารถทำรายได้ให้กับประเทศมีมูลค่าหลายแสนล้านบาทต่อปี มีพื้นที่สำหรับปลูกไม้ยางพาราโดยรวมทั้งประเทศประมาณ 22.2 ล้านไร่ โดยพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ของภาคใต้ประมาณ 13.9 ล้านไร่ หรือ คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 62.8 ของประเทศ เนื่องจากพื้นที่ของภาคใต้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสำหรับการปลูกไม้ยางพารา เช่น สภาพภูมิอากาศ ดินที่ทำการเพาะปลูก ปริมาณน้ำฝน ความชื้น เป็นปัจจัยสนับสนุน โดยมีพื้นที่ของแหล่งเพาะปลูกไม้ยางพาราที่สำคัญประกอบด้วย 14 จังหวัด คือ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราช ภูเก็ต สงขลา พังงา พัทลุง สตูล ตรัง ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส

จากการสำรวจหาสัดส่วนพื้นที่ปลูกยางพาราในแต่ละจังหวัดของภาคใต้ซึ่งมีทั้งหมด 14 จังหวัด (สถาบันวิจัยยางศูนย์วิจัยกสิกรรม, 2557) พบว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการปลูกไม้ยางพาราจำนวนมากถึงร้อยละ 16.1 รองลงมาคือ จังหวัดสงขลา (13.2) นครศรีธรรมราช (12.5) ตรัง (11.6) ยะลา (9.2) นราธิวาส (8.5) พังงา (6.7) กระบี่ (5.2) พัทลุง (5.1) ชุมพร (4.1) สตูล (2.8) ปัตตานี (2.7) ระนอง (1.5) และภูเก็ต (0.7) ตามลำดับ ภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 สัดส่วนพื้นที่ปลูกยางพาราในแต่ละจังหวัดของภาคใต้

ที่มา: สถาบันวิจัยยางศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย , 2557

ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกไม้ยางพาราไปทั่วทุกภาคของประเทศ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราประมาณ 4.4 ล้านไร่ คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 19.8 โดยมีพื้นที่ของแหล่งเพาะปลูกไม้ยางพาราที่สำคัญประกอบด้วย 20 จังหวัด คือ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมาบุรีรัมย์ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย บึงกาฬ หนองบัวลำภู อำนาจเจริญ อุตรดิตถ์ และอุบลราชธานี ภาคกลางมีพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราประมาณ 2.6 ล้านไร่ คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 11.8 โดยมีพื้นที่ของแหล่งเพาะปลูกไม้ยางพาราที่สำคัญประกอบด้วย 10 จังหวัด คือ ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สุพรรณบุรี ปทุมธานี นครนายก สระบุรี ลพบุรี ชัยนาท และนครปฐม ภาคเหนือมีพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราประมาณ 1.2 ล้านไร่ คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 5.5 โดยมีพื้นที่ของแหล่งเพาะปลูกไม้ยางพาราที่สำคัญประกอบด้วย 17 จังหวัด คือ เชียงราย เพชรบูรณ์ น่าน พะเยา พิชญ์โลก อุทัยธานี ลำปาง ลำพูน เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก กำแพงเพชร สุโขทัยแพร่ อุตรดิตถ์ พิจิตร และนครสวรรค์ ภาคตะวันออกมีพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราทั้งสิ้นประมาณ 1.0 ล้านไร่ คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 1.0 ของประเทศ โดยมีพื้นที่ของแหล่งเพาะปลูกไม้ยางพาราที่สำคัญประกอบด้วย 7 จังหวัด คือ จันทบุรี ชลบุรี ตราดระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และสระแก้ว (กระทรวงเกษตร , 2557) สำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราโดยการจำแนกตามพื้นที่ในประเทศไทย

ภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกไม้ยางพาราจำแนกตามพื้นที่ในประเทศไทย

ที่มา: ยุทธศาสตร์พัฒนายางพารา 2552 – 2556 คณะกรรมการนโยบายยางธรรมชาติ
สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย ,สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
การเกษตร

สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ.2557 มีผลผลิตจากยางพาราประมาณ 4.60 ล้านตัน มีปริมาณส่งออกประมาณ 3.8 ล้านตัน มูลค่าการส่งออกทั้งสิ้น 193,749.21 ล้านบาท แต่สำหรับปี พ.ศ. 2558 ผลผลิตยางพาราของประเทศไทยลดลงมาอยู่ที่ระดับ 4.50 ล้านตัน โดยลดลงจากปีก่อนเท่ากับร้อยละ 2.2 โดยมีสาเหตุมาจากสภาพอากาศที่แห้งแล้งประกอบกับราคายางอยู่ในระดับตกต่ำ ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรชาวสวนยางและสภาพเศรษฐกิจไทยอย่างรุนแรง ราคายางในปี พ.ศ. 2558 ปรับตัวลดลงคิดเป็นเท่ากับร้อยละ 20.1 จากปีก่อน ทำให้รายได้จากการส่งออกในปี พ.ศ.2558 ลดลงไปประมาณ 52,000 ล้านบาท คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 21.4 ทำให้รายได้เกษตรกรชาวสวนยางในเขตพื้นที่ภาคใต้ในปี พ.ศ.2558 ลดลง 33,000 ล้านบาท คิดเป็นเท่ากับร้อยละ 17.7 จากปีก่อน (สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย , 2558) โดยภาครัฐบาลต้องรับภาระในการให้ความช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางด้วยการชดเชยด้านการเงิน และการพักชำระหนี้ของเกษตรกรชาวสวนยาง รวมถึงมาตรการกำหนดพื้นที่การเพาะปลูก และการลดปริมาณไม้ยางพาราโดยการตัดโค่น เพื่อปลูกพืชอื่นทดแทน สำหรับไม้ยางพาราที่ทำการตัดโค่นนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อแปรรูปและผลิตเป็นพลังงานได้อีกทางเลือกหนึ่ง

2.2 คุณสมบัติและมาตรฐานการวิเคราะห์คุณสมบัติของชีวมวล

เชื้อเพลิงชีวมวลมีคุณสมบัติ และความโดดเด่นในตัวเองที่แตกต่างกันซึ่งการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานจึงต้องใช้วิธีที่แตกต่างกันออกไป การพัฒนาเทคโนโลยีจึงให้ความสำคัญทางด้านการลดต้นทุนในการผลิต การผลิตพลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อต้องการลดการใช้พลังงานจากแหล่งฟอสซิลที่ก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศเป็นการประหยัดเงินตราของประเทศ (นคร ทิพย์วงศ์, 2550: 12) สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรอุตสาหกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรจะเกิดชีวมวลอย่างมากที่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ สามารถนำมาเป็นแหล่งพลังงานโดยการแปรรูปให้เกิดเป็นพลังงานสะอาดได้ ตลอดจนเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจทางการเกษตรและสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงการเสริมความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศ (คู่มือชีวมวลเอเชีย 2551: 2)

คุณสมบัติของชีวมวลเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการพิจารณาเลือกกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดในการนำชีวมวลมาแปรรูปเป็นพลังงาน เพราะชีวมวลมีคุณสมบัติที่มีความเด่น และด้อยที่แตกต่างกันออกไป การนำชีวมวลมาผลิตเป็นพลังงานจำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมของชีวมวล เทคโนโลยีในการผลิตพลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพ และการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของชีวมวลที่นำมาใช้ (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 10) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพของชีวมวล

ความเป็นไปได้ของการนำชีวมวลมาแปรรูปเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพเข้ามาประกอบการพิจารณา เพราะลักษณะของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันออกไปทั้งรูปร่าง ลักษณะ และคุณสมบัติรวมถึงสถานะของเชื้อเพลิงในแต่ละประเภท เช่น ถ่านหินจะมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำมันจะมีสถานะเป็นของเหลว และก๊าซธรรมชาติจะมีสถานะเป็นไอก๊าซ (กระทรวงพลังงาน, 2550) แต่สำหรับชีวมวลที่นำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงส่วนมากจะมีสถานะเป็นของแข็ง (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 11) ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพเพื่อความเป็นไปได้ของการนำชีวมวลมาแปรรูปเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน มีดังนี้

2.2.1.1 การกระจายของแหล่งเชื้อเพลิง

แหล่งของชีวมวลที่จะนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตเป็นพลังงาน มีที่มาจากการเก็บรวบรวมใน 2 ลักษณะ คือ ชีวมวลที่อยู่รวมกันในแต่ละลักษณะเป็นกลุ่ม ได้แก่ ชีวมวลที่เกิดจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรแล้วของสถานที่การแปรรูปต่างๆ เช่น โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาลทราย โรงงานแบริ่งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา สำหรับชีวมวลที่อยู่ในลักษณะของการจัดกระจายซึ่งจะเกิดขึ้นตามพื้นที่เพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรของเกษตรกรที่ยังไม่มีการรวบรวม เช่น การสีข้าวโพดโดยใช้เครื่องสีข้าวเคลื่อนที่เข้าไปในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร เศษไม้ยางพาราจากสวนของเกษตรกร เช่น กิ่งก้านใบเปลือกไม้ และเศษไม้ที่หลงเหลือหลังการตัดโค่นรวมถึงรากไม้ยางพารา ในการเก็บรวบรวมเชื้อเพลิงจากชีวมวลที่จัดกระจายเพื่อนำมาแปรรูปเพื่อผลิตเป็นพลังงานอาจมีข้อเสียเปรียบในส่วนของการใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการรวบรวม ดังนั้นสถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้าควรอยู่ใกล้แหล่งชีวมวลเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม และในการขนส่ง (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 11)

2.2.1.2 ขนาดของชีวมวล

ชีวมวลแต่ละประเภทจะมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป สำหรับชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราที่ได้จากการแปรรูปของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารานั้นจะมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป ชีวมวลส่วนมากจะมีขนาดใหญ่ซึ่งไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้า เนื่องจากจะทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ต่ำ ดังนั้นในการนำชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องนำไปผ่านกระบวนการย่อยละเอียดด้วยการนำมาผ่านเครื่องสับละเอียด เพื่อย่อยชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราให้มีขนาดที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งภายหลังจากการผ่านเครื่องสับละเอียดแล้วเชื้อเพลิงจะมีขนาดประมาณ 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว x 2 นิ้ว จากนั้นเชื้อเพลิงดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่โรงเก็บเชื้อเพลิงเพื่อรอการลำเลียงเข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ต่อไป (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 11)

2.2.1.3 ความชื้นของชีวมวล

ปริมาณความชื้นของชีวมวล คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชีวมวล ส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูงเนื่องจากชีวมวลเป็นผลผลิตทางการเกษตร ปริมาณความชื้นในชีวมวลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากสำหรับการพิจารณานำชีวมวลไปใช้เป็นเชื้อเพลิง หากชีวมวลที่นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงมีปริมาณความชื้นมากมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่ำ ดังนั้นในการนำชีวมวลไปใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยวิธีการเผาไหม้มีความจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นของชีวมวลประกอบ (นคร วรสุวรรณรักษ์, 2558) สำหรับไม้ยางพาราที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 55 (กระทรวงพลังงาน, 2554) หรือ ความชื้นไม้ยางพาราสดหลังการแปรรูป พบว่า ไม้ที่ได้จากต้นกรีดปกติมีความชื้นร้อยละ 58.3 (กฤษดา สังข์สิงห์ พันธ์ แพชนะ และวิทยา พรหมมี, 2552) อาจไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาการเผาไหม้เชื้อเพลิงดังกล่าวไม่สมบูรณ์ จึงจำเป็นต้องทำการลดปริมาณความชื้นของชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเสียก่อนด้วยวิธีการอบ หรือ การผึ่งแห้งด้วยอากาศจะทำให้ความชื้นลดลงเองตามธรรมชาติแต่ข้อเสียเปรียบคือต้องใช้พื้นที่มากของกระบวนการลดค่าความชื้น และหากเก็บชีวมวลไว้นานเกินไปอาจทำให้เกิดรา เน่าเปื่อย หรือ ทำให้เศษไม้ผุได้ (สันติ สิริสมบูรณ์ จิรสรณ์, 2552: 11) สำหรับการนำชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าค่าความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ (จามร วสุรัตน์มณี , 2553) สำหรับเวลาของการผึ่งแห้งด้วยอากาศของการลดปริมาณความชื้นไม้ยางพาราด้วยวิธีการผึ่งแห้งด้วยอากาศ ตาราง 2

ตาราง 2 การลดปริมาณความชื้นไม้ยางพาราด้วยวิธีการผึ่งแห้งด้วยอากาศ

จำนวนวันผึ่ง	ปริมาณความชื้นในไม้ (%)	อัตราการแห้งเฉลี่ย (% ต่อวัน)
0	60	-
1	52	8
2	46	6
3	42	6
6	30	2.7
11	21	1.8
15	18	0.72
25	16.5	0.15
32	16	0.07
39	15.5	0.07

ตาราง 2 (ต่อ)

จำนวนวันผึ่ง	ปริมาณความชื้นในไม้ (%)	อัตราการแห้งเฉลี่ย (% ต่อวัน)
54	15	0.03
67	15	0

ที่มา: จามร วสุรัตน์มณี , 2553

2.2.1.4. สิ่งเจือปนในชีวมวล

สิ่งเจือปนในชีวมวลมีหลายชนิด และมีลักษณะแตกต่างกันออกไปที่นอกเหนือจากคุณสมบัติทั่วไปของสารชีวมวล สิ่งปนเปื้อนที่เจือปนมากับชีวมวล ได้แก่ เศษดิน หิน กรวดทราย และคราบน้ำมัน (สันติสิริสมบูรณ์ จิรสรณ์ , 2552 : 11)

2.2.1.5 ปริมาณขี้เถ้าในชีวมวล

ขี้เถ้าจากชีวมวลเป็นเถ้าที่เหลือจากวัสดุทางการเกษตรที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าปริมาณขี้เถ้าในชีวมวลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการนำชีวมวลไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ถ้าชีวมวลมีปริมาณขี้เถ้ามากจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ลดลง ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้าประมาณร้อยละ 1 – 3 ยกเว้นแกลบและฟางข้าวที่มีสัดส่วนของขี้เถ้าประมาณร้อยละ 10 – 20 ซึ่งมีปัญหาในการเผาไหม้ ดังนั้นในการออกแบบห้องเผาไหม้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สิ่งที่มีความจำเป็นต้องนำมาพิจารณา คือ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมขี้เถ้าที่เหลือหลังจากการเผาไหม้ (สันติสิริสมบูรณ์ จิรสรณ์, 2552: 12)

2.3 การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของชีวมวล

การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของชีวมวลเมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการนำชีวมวลมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ให้เกิดประสิทธิภาพ ในการหาคุณลักษณะของเชื้อเพลิงแข็งส่วนมากนิยมใช้กัน คือ การวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) (นคร วรสุวรรณรักษ์, 2558: 17 - 20) มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis)

การวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate Analysis) ของชีวมวลประกอบด้วย ความชื้น (Moisture) ในชีวมวล ขี้เถ้า (Ash) สารระเหย (Volatile Matter) คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon) ไปตามสภาพของเชื้อเพลิงโดยแบ่งออกเป็นแบบพื้นฐานเปียก (Wet basic) หรือ แบบพื้นฐานที่รับมา

(As – Received Basic) และแบบพื้นฐานแห้ง (Dry Basic) ที่ได้จากการนำเชื้อเพลิงไปอบเพื่อให้ความร้อนไปทำการไล่ความชื้นออกให้มากที่สุด ในสถานะแบบปิดภายใต้บรรยากาศของก๊าซควบคุม (นคร วรสุวรรณรักษ์, 2558: 17 - 20) การวิเคราะห์แบบประมาณของชีวมวลมีดังนี้

2.3.1.1 ปริมาณความชื้นของชีวมวล

ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชีวมวล ส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูงเนื่องจากชีวมวลเป็นผลผลิตทางการเกษตร ปริมาณความชื้นในชีวมวลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากสำหรับการพิจารณา นำชีวมวลไปใช้เป็นเชื้อเพลิง หากชีวมวลที่นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงมีปริมาณความชื้นมากมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่ำ ดังนั้นในการนำชีวมวลไปใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยวิธีการเผาไหม้มีความจำเป็นหลักที่จะต้องพิจารณาปริมาณความชื้นของชีวมวล (นคร วรสุวรรณรักษ์, 2558) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมของการนำชีวมวลมาผลิตเป็นพลังงานโดยวิธีเผาไหม้ค่าความชื้นควรอยู่ในช่วงประมาณ 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 12) และในกรณีของการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงนั้นค่าความชื้นของเศษไม้ยางพาราควรมีค่าความชื้นอยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์จึงเหมาะสมในการเผาไหม้ได้สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพที่สุด (จามร วสุรัตน์มณี, 2553) สำหรับชีวมวลที่มีค่าความชื้นสูงอาจไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาการเผาไหม้เชื้อเพลิงดังกล่าวไม่สมบูรณ์ จึงจำเป็นต้องทำการลดปริมาณความชื้นของชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเสียก่อนด้วยวิธีการอบ หรือ การผึ่งแห้งด้วยอากาศจะทำให้ความชื้นลดลงเองตามธรรมชาติ (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 11)

2.3.1.2 ขี้เถ้า (Ash)

ขี้เถ้าจากชีวมวลเป็นเถ้าที่เหลือหลังการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลปริมาณขี้เถ้าของชีวมวลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการนำชีวมวลไปใช้เป็นเชื้อเพลิง หากชีวมวลที่มีปริมาณขี้เถ้ามากจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ลดลง ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้าอยู่ประมาณร้อยละ 1 – 3 โดยน้ำหนัก แต่สำหรับกลบ และฟางข้าวจะมีสัดส่วนของขี้เถ้าประมาณร้อยละ 10 – 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีจะปัญหาในการระบบของเผาไหม้เชื้อเพลิง (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 12)

2.3.1.3 สารระเหย (Volatile Matter)

ปริมาณสารระเหยจะเกิดขึ้นหลังจากการให้ความร้อนแก่ชีวมวลโดยการเผาไหม้ ที่มีอยู่ในชีวมวล จะเป็นตัวกลางซึ่งทำให้ชีวมวล เกิดการลุก และติดไฟก่อนจะเกิดเผาไหม้ สำหรับคาร์บอนที่มีอยู่ในชีวมวล และมีปริมาณสารระเหยอยู่สูงนั้นจะทำให้เกิดการติดไฟได้ง่ายจะลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็ว สำหรับชีวมวล ที่มีปริมาณสารระเหยอยู่ต่ำนั้นจะทำให้เกิดการติดไฟได้ยากจะลุกไหม้ได้ช้า (สันติสิริสมบุญ จิรสรณ์, 2552: 12)

2.3.1.4 คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon)

ส่วนที่เสถียรของโครงสร้างโมเลกุลของชีวมวลหลังจากการให้ความร้อนแก่ชีวมวล คาร์บอนคงที่ส่วนใหญ่ของชีวมวลที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่ต่ำ หรือน้อยจะเผาไหม้ได้ไม่ดี มี อุณหภูมิจุดติดไฟต่ำ ความเร็วในการติดไฟช้าเนื่องจากความชื้นมาก (นคร วรสุวรรณรักษ์, 2558)

2.3.1.5 ค่าความร้อน (Heating Value)

อุณหภูมิเป็นค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวลเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของชีวมวลแต่ละชนิดรวมถึงปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้าของชีวมวล (นคร วรสุวรรณรักษ์ , 2558) โดยทั่วไปค่าความร้อนมี 2 ประเภท คือค่าความร้อนสูง (High Heating Value) และค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value) เป็นค่าที่เกิดจากการเผาไหม้สาร (ชีวมวล) และให้ค่าความร้อนออกมาในระดับสูงและระดับต่ำ โดยปกติใช้ค่าความร้อนที่ระดับสูงในการออกแบบโรงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง หรือเป็นโรงไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ และใช้ค่าความร้อนต่ำในการออกแบบโรงไฟฟ้าที่มีค่าการเผาไหม้ต่ำ หรือเป็นโรงไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก จึงใช้ค่าความร้อนต่ำในการออกแบบ ค่าความร้อน (Heating Value) มี 2 ประเภทดังนี้

2.3.1.5.1 ค่าความร้อนสูง (High Heating Value)

เป็นค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล โดยภายหลังการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลจะคายความร้อนให้กับน้ำทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น และสามารถหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล โดยวิธีวัดอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการเผาไหม้ในสถานะของเหลว (นคร วรสุวรรณรักษ์ , 2558)

2.3.1.5.2 ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value)

เป็นค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลบางส่วนถูกใช้ไปกับการระเหยของของเหลวที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล และอยู่ในสถานะไอน้ำ (นคร วรสุวรรณรักษ์ , 2558)

สำหรับคุณลักษณะของชีวมวลประเภทไม้ยางพารา โดยคุณสมบัติเบื้องต้น จาก ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย ความชื้น (Moisture) ขี้เถ้า (Ash) ไอระเหย (Volatile Matter) และคาร์บอนคงที่ (Fixed carbon) ค่าความร้อน (Heating Value) โดยแยกเป็นค่าความร้อนสูง Higher Heating Value และค่าความร้อนต่ำ Lower Heating Value ตาราง 3

ตาราง 3 คุณสมบัติเบื้องต้น และค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากไม้ยางพารา (Parawood)

Moisture %	Ash %	Volatile Matter %	Fixed Carbon %	Higher Heating Value (kJ/kg)	Lower Heating Value (kJ/kg)
45.00	1.59	45.70	7.71	10,365	8,600

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม

จากคุณลักษณะของชีวมวลประเภทไม้ยางพารา โดยคุณสมบัติเบื้องต้น จากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม พบว่า ค่าความชื้น (Moisture) ได้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 45 ส่วนใหญ่การนำชีวมวลไปใช้เป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 50 ขี้เถ้า (Ash) ได้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 1.59 ซึ่งชีวมวลส่วนใหญ่จะมีปริมาณขี้เถ้าประมาณร้อยละ 1-3 ไอระเหย (Volatile Matter) ได้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 45.70 ซึ่งปริมาณไอระเหยจะเกิดขึ้นหลังจากการให้ความร้อนแก่ชีวมวล ดังนั้น ชีวมวลใดมีค่า Volatile Matter สูง จะติดไฟได้ง่าย คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon) ได้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 7.71 ชีวมวลเมื่อได้รับความร้อนแล้ว คาร์บอนคงที่ส่วนใหญ่ของชีวมวลที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่ต่ำ หรือน้อยจะเผาไหม้ได้ไม่ดี มีอุณหภูมิจุดติดไฟต่ำ ความเร็วในการติดไฟช้าเนื่องจากความชื้นมาก ค่าความร้อนสูง (Higher Heating Value) ได้กำหนดไว้ที่ 10,365 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ค่าความร้อนต่ำ (Lower Heating Value) ได้กำหนดไว้ที่ 8,600 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งข้อมูลที่ได้จากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ (ข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย) ตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบข้อมูลสำหรับคุณลักษณะของชีวมวลประเภทไม้ยางพาราเกี่ยวกับคุณสมบัติเบื้องต้น จากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมกับข้อมูลทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ (ข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย)

รายละเอียด	ข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม	ข้อมูลจากบริษัทผู้แทน จำหน่ายในประเทศไทย
ความชื้น (Moisture)	45 %	45 %
ขี้เถ้า (Ash)	1.59 %	2 %

ตาราง 4 (ต่อ)

รายละเอียด	ข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม	ข้อมูลจากบริษัทผู้แทน จำหน่ายในประเทศไทย
สารระเหย (Volatile Matter)	45.70 %	44 %
คาร์บอนคงที่(Fixed Carbon)	7.71 %	7 %
High Heating Value	10,365 kJ/kg	10,050 kJ/kg
Low Heating Value	8,600 kJ/kg	8,790 kJ/kg

จากการเปรียบเทียบข้อมูลสำหรับคุณลักษณะของชีวมวลประเภทไม้ยางพาราเกี่ยวกับคุณสมบัติเบื้องต้น จากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม กับข้อมูลทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ (ข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย) พบว่าคุณสมบัติเบื้องต้นมีค่าใกล้เคียงกันมีรายละเอียดดังนี้

1. ความชื้น (Moisture) พบว่าค่าความชื้นโดยข้อมูลจากทั้งสองแหล่งมีค่าตรงกันโดยข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม มีค่าเท่ากับร้อยละ 45 และข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเท่ากับร้อยละ 45 ซึ่งหมายถึงการรองรับเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราปริมาณความชื้นได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 45

2. ขี้เถ้า (Ash) พบว่าค่าของขี้เถ้า โดยข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.59 และข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเท่ากับร้อยละ 2

3. สารระเหย (Volatile Matter) พบว่าสารระเหย โดยข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมมีค่าเท่ากับร้อยละ 45.70 และข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเท่ากับร้อยละ 44

4. คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon) พบว่าคาร์บอนคงที่ โดยข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.71 สำหรับข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเท่ากับร้อยละ 7

5. ค่าความร้อน พบว่าค่า High Heating Value ข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 10,365 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 11,000 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เมื่อพูดถึงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของระบบ จะนำค่าความร้อนต่ำมาใช้ เนื่องจากไม่มีการกลั่นตัว ของไอน้ำในห้องเผาไหม้ของระบบ และค่า Low Heating Value ข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 8,600 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 8,790 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เมื่อนำมา

พิจารณา พบว่าข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีววมวลมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม และข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยมีความใกล้เคียงกัน

2.4 ศักยภาพพลังงานชีววมวลจากเศษไม้ยางพารา

สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มเกี่ยวกับการประสบปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคตสูง เนื่องจากพลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันต่างนำมาจากแหล่งพลังงานจำพวกฟอสซิล ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมัน โดยมีปริมาณของการใช้งานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพลังงานจำพวกฟอสซิลมีปริมาณที่จำกัด และกำลังจะหมดลงไป แต่ปัญหาที่สำคัญของการใช้พลังงานจำพวกฟอสซิลนั้น คือ การสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การมองเห็นถึงปัญหาดังกล่าวภาครัฐบาลจึงหาหนทางในการแก้ปัญหาโดยมีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้นเพื่อนำมาชดเชย หรือ ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล และเพื่อตอบสนองให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานของประชากรในประเทศ หากพิจารณาด้านความเหมาะสมของปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศ การนำเศษวัสดุที่เหลือจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจะเป็นทางเลือกของการใช้พลังงานทดแทนที่มีความเหมาะสมกับจุดเด่นของประเทศเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรอุตสาหกรรม จึงมีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก โดยผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมากนอกจากจะทำการแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศแล้ว ยังมีส่วนที่เป็นชีววมวลเหลือจากกระบวนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรอย่างมากมาย ที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ และสามารถเพิ่มศักยภาพเป็นแหล่งพลังงานได้ ชีววมวลที่ได้จากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมีความแตกต่างกันออกไปโดยจำแนกออกเป็น พืชผลทางการเกษตร เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ของเหลือจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร ของเสีย หรือของเหลือทิ้งจากแหล่งชุมชน สำหรับการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากแหล่งต่างๆมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปเป็นพลังงานนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ความเหมาะสมของชีววมวลแต่ละประเภทที่จะนำมาเป็นแหล่งพลังงาน และเทคโนโลยีในการแปรรูปชีววมวลเป็นแหล่งพลังงาน (บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจกุลนุกิจ และคณะ, 2555)

ที่ผ่านมาประชากรโลกมากกว่าร้อยละ 40 ต่างพึ่งพาชีววมวลในการดำรงชีวิต เช่น การนำชีววมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม และให้ความอบอุ่นโดยเฉพาะกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา มีการใช้พลังงานชีววมวลคิดเป็นร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่นำมาใช้ทั้งหมด และมีแนวโน้มการใช้ที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ล้วนเป็นการใช้พลังงานจากชีววมวลในภาคอุตสาหกรรม การผลิตใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง และนำมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการใช้พลังงานของประชากร (นคร ทิพย์าวงศ์, 2552: 8 - 11)

ศักยภาพชีววมวลส่วนที่เหลือจากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรสำหรับพืชหลักของประเทศ หากพิจารณาความเป็นไปได้ในการที่จะนำชีววมวลเหล่านี้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

พบว่า ประเทศไทยยังมีปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งจากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรโดยรวมเกิดขึ้นมากกว่า 79 ล้านตันต่อปี และหากพิจารณาด้านศักยภาพพลังงานโดยรวมของชีวมวลจะมีประมาณ 248,170.99 เทราจูลต่อปี หากแยกพิจารณาชีวมวลแต่ละประเภทซึ่งจะมีปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้นมาก แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังมีน้อย โดยเฉพาะชีวมวลจากเศษไม้ และรากไม้ ที่ได้จากการแปรรูปของไม้ยางพารา สำหรับการประเมินศักยภาพของชีวมวลต่างๆ ในประเทศไทยจะทำการประเมินโดยผลคูณของปริมาณผลผลิตที่ได้มาจากการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลต่างๆ นั้น กับสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณชีวมวล ตาราง 5



ตาราง 5 การประเมินศักยภาพชีวมวลปีพ.ศ.2552*

8

ประเภท	ผลผลิตต่อปี		ชีวมวล	อัตราส่วนชีวมวล		ปริมาณชีวมวลเกิดขึ้น	ค่าความร้อนต่ำ(MJ/kg)	ความชื้น (%)	ตัวประกอบวัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้(ล้านตัน)	ศักยภาพพลังงาน	
				ต่อผลผลิต	ตัน/ไร่	(ล้านตัน)					(เทราจูล) (Ktoe)	
ข้าว	32.026	ล้านตัน	แกลบ	0.21		6.73	13.52	12	0.0057	0.083	518.29	12.38
			ฟางข้าว	0.49		15.69	12.33	10	0.295	4.6294	57,079.99	1,363.27
อ้อยโรงงาน	73.502	ล้านตัน	ชานอ้อย	0.28		20.61	7.37	50.73	0	0	-	-
			ยอด,ใบ	0.17		12.51	15.48	9.2	0.55	6.8818	106,503.06	2,544.31
มันสำปะหลัง	5.156	ล้านตัน	ลำต้น	0.09		2.26	2.26	59.4	0.407	0.9215	143,56.63	343.1
			เหง้า	0.2		5.03	5.03	59.4	0.66	3.3206	18,203.05	435.4
ข้าวโพด	4.249	ล้านตัน	ชัง	0.24		1.02	1.02	40	0.67	0.6832	6,572.76	156.98
			ลำต้น	0.82		3.48	3.48	42	0.61	2.1253	20,892.19	494.98
			ทะลาย	0.32		2.97	2.97	58.6	0.38	2.1274	8,162.04	194.94
ปาล์มน้ำมัน	9.271	ล้านตัน	กากใย	0.19		1.76	1.76	38.5	0	0	-	-
			กะลา	0.04		0.37	0.37	12	0	0	-	-
			ขี้เลื่อย		3	0.75	0.75	55	0	0	-	-
ไม้ยางพารา	0.25**	ล้านไร่	เศษไม้		12	3	3	55	0.41	1.23	8,081.10	193
			รากไม้		5	1.25	1.25	55	0.95	1.1875	7,801.88	186.34
ยูคาลิปตัส	0.6**	ล้านไร่	เปลือกไม้		3	1.8	1.8	63	-	-	-	-

*ผลผลิตต่อปี :ปริมาณผลผลิตในปี พ.ศ.2552 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรศักยภาพพลังงานเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยอาศัย"ตัวประกอบวัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้"

** ผลผลิตต่อปีของไม้ยางพารา และ ยูคาลิปตัส เป็นข้อมูลพลังงานผลผลิตของปี พ.ศ.2550 มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม

ที่มา : คู่มือการพัฒนาการลงทุนพลังงานจากชีวมวล,สำนักวิจัยและค้นคว้าพลังงานกรมพัฒนาพลังงานและอนุรักษ์พลังงาน , 2552 : หน้า 13

สำหรับชีวมวลที่เหลือจากการแปรรูปไม้ยางพารา เช่น เศษไม้ ปีกไม้ ขี้เลื่อย ทั่วไปจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราเองแล้วยังสามารถเพิ่มศักยภาพสำหรับนำวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปไม้ยางพาราไปใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะพื้นที่ภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัด ซึ่งมีการปลูกไม้ยางพาราที่สุดของประเทศ โดยจากระบบสารสนเทศ สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2559) พบว่า การเพาะปลูกไม้ยางพาราของ 14 จังหวัดทางภาคใต้ของประเทศเริ่มต้นจากปี พ.ศ.2548 - ปี พ.ศ.2558 มีจำนวนการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยตลอดทุกปี และข้อมูลจากสำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2559) พบว่า การเพาะปลูกยางพารามีการตัดโค่นยางพารา (ไร่) และในแต่ละปีของการตัดโค่นจะมีการปลูกแทนด้วยยางพาราพันธุ์ดีในปีนั้นๆเลย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้พื้นที่ภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัดมีปริมาณยางพาราที่เหลือพอกับการนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ตาราง 6 เนื้อที่โค่นสวนยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2548 – 2558 และตาราง 7 เนื้อที่โค่นสวนยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2548 – 2558

ตาราง 6 เนื้อที่โค่นสวนยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2548 – 2558

จังหวัด	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ภูเก็ต	1,421.80	1,109.05	1,712.55	1,294.40	1,402.95	1,481.45	1,136.95	1,194.70	1,518.90	1,333.80	944.20
ระนอง	2,837.05	2,860.60	2,271.20	1,846.55	1,854.70	2,362.00	2,123.50	2,412.35	2,357.30	3,518.55	6,297.50
พังงา	21,280.40	19,019.40	16,116.15	15,113.10	12,914.90	16,148.00	14,331.35	13,513.30	15,184.85	19,386.75	23,892.30
นครศรีธรรมราช	30,895.75	26,936.30	19,443.95	26,138.05	24,080.40	31,830.10	23,340.80	25,645.85	25,755.35	28,541.65	40,194.50
สุราษฎร์ธานี	44,122.30	32,622.00	23,668.40	26,890.45	30,804.30	44,614.40	37,419.15	43,330.85	46,536.10	54,845.25	85,722.45
กระบี่	27,069.80	18,976.05	14,037.45	15,865.65	18,614.80	22,710.90	15,974.15	15,595.65	18,361.00	24,916.45	34,517.50
ชุมพร	3,856.65	3,928.25	4,625.80	4,372.50	5,678.05	7,364.50	4,893.95	4,724.85	8,044.10	9,161.15	20,318.60
ตรัง	38,885.95	30,037.30	27,274.60	28,313.70	26,833.50	32,206.35	23,963.60	25,373.75	28,826.50	33,342.15	38,113.70
สงขลา	38,302.95	33,086.25	33,532.95	30,794.85	25,012.15	32,287.00	24,640.45	24,821.10	29,014.10	33,523.40	36,732.00
สตูล	7,519.10	8,291.40	6,116.15	6,115.20	4,671.15	6,503.90	6,243.95	6,362.90	7,314.90	8,375.30	10,856.65
พัทลุง	13,711.75	10,830.15	9,795.50	10,240.40	10,314.80	15,325.35	22,103.40	19,332.25	10,594.35	11,129.85	12,160.10
ยะลา	23,174.55	16,985.15	12,014.90	14,681.45	17,101.65	16,252.85	11,672.25	15,617.80	17,389.15	18,661.90	26,617.55
ปัตตานี	6,652.65	6,064.80	5,781.10	5,050.00	5,605.75	5,736.60	4,206.25	3,791.85	4,878.70	5,856.65	4,946.05
นราธิวาส	19,741.75	17,106.55	11,068.50	12,852.95	12,573.30	10,081.35	8,521.20	10,655.55	13,431.05	13,328.25	22,573.65
รวม	279,472.45	227,853.25	187,459.20	199,569.25	197,462.40	244,904.75	200,570.95	212,372.75	229,206.35	265,921.10	363,886.55

ที่มา: ข้อมูลจากระบบสารสนเทศ สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2559)

ตาราง 7 เนื้อที่ปลูกสวนยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2548 – 2558

จังหวัด	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ภูเก็ต	1,748.45	1,128.25	1,346.80	1,709.25	1,187.30	1,485.30	730.25	1,159.30	1,011.60	794.20	630.25
ระนอง	2,139.80	2,235.35	2,072.60	1,199.75	1,400.40	1,554.95	2,037.15	1,971.15	1,885.20	2,101.35	1,335.05
พังงา	18,004.20	16,318.05	14,680.50	11,734.85	9,774.75	11,183.35	11,552.70	10,635.40	8,278.80	9,445.30	7,682.50
นครศรีธรรมราช	31,102.90	24,679.70	24,056.75	22,547.70	23,852.55	23,991.95	23,042.90	26,190.80	21,544.30	24,578.10	22,015.05
สุราษฎร์ธานี	46,898.65	32,960.90	23,662.90	20,638.35	21,711.75	32,189.80	32,611.85	39,606.05	38,037.05	39,274.35	35,761.80
กระบี่	18916.1	16,112.90	11,696.05	6,190.20	6,426.55	8,364.40	9,045.20	10,528.75	10,323.00	10,874.30	8,247.10
ชุมพร	1,343.60	2,136.90	3,285.75	2,674.35	2,028.85	3,511.65	3,474.40	3,308.40	4,448.30	4,547.15	2,604.10
ตรัง	39,479.30	30,448.85	28,209.55	24,183.15	21,043.00	24,879.00	20,830.80	21,588.70	22,834.85	27,152.35	19,466.70
สงขลา	40,210.05	33,479.55	37,736.55	34,534.70	25,970.30	28,927.80	24,256.05	26,911.30	28,228.75	32,529.30	31,498.75
สตูล	7,938.85	7,543.95	6,063.70	6,290.25	4,630.55	6,009.00	5,889.25	5,636.30	6,469.15	6,803.85	6,995.70
พัทลุง	15,274.80	12,970.90	11,690.10	10,271.45	9,071.50	11,239.70	13,771.45	28,688.35	11,144.00	10,557.50	8,031.70
ยะลา	24,392.55	20,577.40	15,935.15	13,973.75	18,961.70	15,947.55	12,526.80	14,745.90	17,478.85	18,304.80	19,203.95
ปัตตานี	7,713.05	6,859.95	5,926.20	5,379.00	5,833.55	4,971.85	5,235.85	3,945.20	4,603.15	5,046.55	4,566.05
นราธิวาส	18,228.45	18,102.95	13,804.70	17,523.00	13,472.60	9,953.65	7,259.25	10,589.95	13,846.70	11,992.70	15,758.85
รวม	273,390.70	252,436.50	221,913.40	200,700.00	186,636.90	212,194.35	199,526.65	235,274.15	217,337.25	238,401.85	220,731.30

ที่มา: ข้อมูลจากระบบสารสนเทศ สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2559)

สำหรับการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในจังหวัดทางภาคใต้มีอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นการสำรองปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปัจจุบันและรองรับการขยายตัวของความต้องการพลังงานที่จะมีเพิ่มสูงขึ้นสำหรับอนาคต รูปแบบของการลงทุนส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะโรงไฟฟ้าไบโอแก๊สและชีวมวล มีอยู่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดกระบี่ จังหวัดชุมพร และจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากทางภาคใต้นิยมใช้ปาล์มสำหรับการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงการผลิตพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากปัจจุบันพื้นที่ภาคใต้มีการปลูกปาล์มมากถึงร้อยละ 90 (ศูนย์เศรษฐกิจการลงทุนภาคที่ 6 จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2557) แต่สำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราทำการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงการผลิตพลังงานไฟฟ้ายังมีจำนวนน้อยมาก ซึ่งพื้นที่ภาคใต้มีปริมาณการปลูกไม้ยางพารามากที่สุดของประเทศคิดเป็นร้อยละ 62.8 ของพื้นที่การปลูกไม้ยางพาราทั้งประเทศประมาณ 22.2 ล้านไร่ (สถาบันวิจัยยางกสิกรไทย, 2557)

พื้นที่ภาคใต้มีปริมาณเศษไม้ยางพาราเป็นจำนวนมาก ที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้ อีกทั้งโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ ซึ่งการแปรรูปไม้ยางพาราจะเกิดชีวมวลมากมายที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ เช่น เศษไม้ ปีกไม้และขี้เลื่อย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีศักยภาพสูงในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานในรูปของไฟฟ้า และความร้อนที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าโดยการนำความร้อนเหลือทิ้งคือไอน้ำไปเข้ากระบวนการอบไม้ยางแปรรูปภายในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราได้อีกทางหนึ่ง งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา ที่มุ่งเน้นการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้า

ขนาดเล็กเพื่อผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าใช้เองภายในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา สำหรับพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เหลือจากการใช้งานยังสามารถจำหน่ายเข้าระบบให้การไฟฟ้าได้อีก ตามนโยบายรัฐบาลที่มีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่มีในประเทศอย่างคุ้มค่าเพื่อลดภาระการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศในการผลิตไฟฟ้า (ศูนย์เศรษฐกิจการลงทุนภาคที่ 6 จังหวัดสุราษฎร์ธานี , 2557)

3. เทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานจากชีวมวล

สิ่งที่ต้องคำนึงของการนำชีวมวลมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตเป็นพลังงาน คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับต้นทุนของการขนส่ง และการจัดเก็บชีวมวล คุณลักษณะของชีวมวลที่มีน้ำหนักเบา และมีขนาดที่หลากหลาย รวมถึงความชื้นที่มีอยู่ในชีวมวลเอง การเพิ่มประสิทธิภาพของการนำชีวมวลมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตเป็นพลังงาน คือการนำชีวมวลมาแปรสภาพก่อนจะนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป ปัจจุบันมีการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเพื่อการแปรรูปชีวมวลที่หลากหลาย ชีวมวลสามารถนำไปแปรสภาพได้เป็นก๊าซ ของเหลว และเชื้อเพลิงแข็ง โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจกุลนุกิจ และคณะ , 2555)

เทคโนโลยีการแปรรูปเชื้อเพลิงจากชีวมวลมีอยู่ด้วยกันมีหลายรูปแบบ และสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลด้วยวิธีทางกายภาพ (Physical Conversion Techniques) เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลด้วยวิธีทางความร้อน และทางเคมี (Thermochemical Conversion Techniques) และ เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological conversion techniques) (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจกุลนุกิจ และคณะ , 2555) การเลือกใช้เทคโนโลยีของการแปรรูปชีวมวล มีรายละเอียดดังนี้

3.1 เทคโนโลยีการแปรรูปด้วยวิธีทางกายภาพ (Physical Conversion Techniques)

การแปรรูปชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง เหมาะสำหรับชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงแต่คุณสมบัติบางอย่างอาจไม่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยตรง ได้แก่

1. ชีวมวลที่มีความหนาแน่นต่ำ ชีวมวลที่ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บจำนวนมาก ความยุ่งยากในการนำชีวมวลไปใช้งานเพราะต้องใช้ชีวมวลจำนวนมากให้ได้ค่าความร้อนเพียงพอต่อการใช้งาน
2. ชีวมวลที่มีค่าความชื้นสูง รวมถึงรูปร่างและขนาดของชีวมวลที่ใหญ่เกินไปโดยไม่แปรรูปก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิงทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำ

3.2 เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลด้วยวิธีทางความร้อน และทางเคมี (Thermochemical Conversion Techniques)

โดยทั่วไปการนำชีวมวลที่เหลือจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรไปใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นพลังงานโดยอาศัยกระบวนการแปรรูปทางความร้อน และทางเคมี คือ

กระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นเชื้อเพลิง และนำเข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ให้เกิดความร้อนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบ และวิธีการที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ การเผาไหม้โดยตรง การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง การผลิตเชื้อเพลิงเหลว (วรรณ ข้างสว่าง, 2551: 124) การแปรรูปเป็นก๊าซชีวมวลโดยในแต่ละรูปแบบมีดังนี้

3.2.1 การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion)

ชีวมวลเศษไม้ที่เหลือจากการแปรรูปไม้ยางพารา มีข้อจำกัดเกี่ยวกับองค์ประกอบทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี ที่ไม่เหมาะสมสำหรับกระบวนการแปรรูปพลังงานด้วยการใช้กระบวนการทางชีวภาพ และทางเคมี (สถาบันวิจัยยางศูนย์วิจัยกสิกรไทย , 2557) ดังนั้น การนำชีวมวลเศษไม้ยางพาราที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อเข้าสู่กระบวนการทางความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) เป็นการนำเชื้อเพลิงไปเผาไหม้โดยตรงให้กับน้ำในหม้อไอน้ำ (boiler) เมื่อน้ำได้รับความร้อนจากการเผาไหม้จะเกิดการแปรสภาพเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิ และความดันสูง โดยไอน้ำที่ผลิตได้นี้จะส่งต่อไปยังเครื่องกังหันไอน้ำเพื่อบั่นกังหันให้หมุนโดยมีแกนของกังหันต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า (กระทรวงพลังงาน , 2554)

3.2.2 การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification process)

การเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงด้วยปฏิกิริยาเคมีชนิดที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการอบแห้ง กระบวนการไพโรไลซิส กระบวนการเผาไหม้ กระบวนการรีดักชัน

3.2.3 การผลิตเชื้อเพลิงเหลว การเผาไหม้ในสภาพไร้ออกซิเจน (Pyrolysis)

กระบวนการของการให้ความร้อนสูงโดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 500 – 600 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจนของชีวมวล เพื่อให้เกิดการสลายตัวเป็นเชื้อเพลิงเหลว และก๊าซผสมกัน หรือไบโอออย

3.3 เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological conversion techniques)

กระบวนการทางชีวภาพ คือ กระบวนการหมัก หรือ การย่อย เป็นการสร้างสภาวะให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ประเภทแป้ง น้ำตาลและเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบชีวมวลหรือของเสียในสภาพไร้อากาศเพื่อให้เป็นเอทานอลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงเหลว สำหรับรายละเอียดของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวลแต่ละกระบวนการนำมาเปรียบเทียบสมรรถนะและสาธิตกระบวนการแปลงสภาพของชีวมวลในการผลิตเป็นพลังงาน ตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบสมรรถนะและสาธิตกระบวนการแปลงสภาพของชีวมวลในการผลิตพลังงาน

กระบวนการ	พลังงาน	ช่วงขนาด	ประสิทธิภาพ	การลงทุน(ยูโรต่อกิโลวัตต์)	สถานภาพการนำไปใช้
การเผาไหม้	ความร้อน	ครัวเรือน 5 - 50 kw/th	จากต่ำมากถึง 90%	100 - 200	1.ให้ความอบอุ่น และความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรม
		อุตสาหกรรม 1 - 5 MW/th	ขึ้นอยู่กับกระบวนการ	300 - 700	1.ระบบใหม่ที่ดีกว่า ใช้กันอย่างแพร่หลาย
	ไฟฟ้า	1 - 10 MWe	20 - 40% ไฟฟ้า	1,600 - 2,500	1.เป็นเทคโนโลยีที่มั่นคง ใช้กันอย่างแพร่หลายมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
					2.ใช้กันมากในแถบสแกนดิเนเวีย
					1.โดยทั่วไปขนาดที่ใหญ่ขึ้นจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
ก๊าซเชื้อเพลิง (Gassification process)	กำลังและ	0.1 - 1 MWe	60 - 90%	250 เพิ่มจากโรงไฟฟ้าเดิม	2.นิยมใช้กันมากในการดัดแปลงโรงไฟฟ้าเก่า เริ่มสนใจ
	ความร้อนร่วม	1 - 10 MWe	80 - 90% รวม		การใช้ชีวมวลมากขึ้น
	การเผาไหม้ร่วม	5 - 20 MWe	30 - 40% ไฟฟ้า		
	ความร้อน	< 500 kw/th	80 - 90%	300 - 500	1.พอหาได้ ยังไม่แพร่หลาย
	กำลังงานและ	0.1 - 1 MWe	15 - 30%	1,000 - 3,000	2.มีหลายระบบ มีใช้น้อยเนื่องจากมีราคาสูง
ไพโรไลซิส (pyrolysis)	ความร้อนร่วม	30 - 100 MWe	40 - 50% ไฟฟ้า	3,500 - 5,000	1.อยู่ในช่วงทดสอบเทคโนโลยี
	แก๊สซิไฟเออร์				2.พัฒนาความเร็ว ราคาสูง
	น้ำมันชีวภาพ	< 500 kw/th	60 - 70% พลังงานน้ำมัน		1.ไม่มีใช้ในเชิงพาณิชย์ ส่วนมากจัดเป็นพลังงานทางเลือก
กระบวนการทางชีวเคมี	ก๊าซชีวภาพ	< 5 MWe	10 - 15% ไฟฟ้า		1.เทคโนโลยีมีความมั่นคง นิยมใช้กับของเสียและน้ำเสีย
	ก๊าซจากการฝังกลบ	< 500 MWe	อยู่ที่เครื่องยนต์		2.นิยมใช้มากเป็นส่วนหนึ่งของนโยบายการกำจัดขยะ

ที่มา: เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวล , นคร ทิพย์วงศ์

4. ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนมีหลายประเภท มีหน้าที่ผลิตพลังงานรูปแบบต่าง ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้าดีเซล โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าชีวมวล (สมชาติ ฉันทศิริวรรณ, 2554: 4) โรงไฟฟ้าแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันออกไปตามความต้องการของการจัดตั้ง สำหรับปัจจัยต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้พิจารณาการจัดตั้งโรงไฟฟ้า ได้แก่ แหล่งสำรองของปริมาณเชื้อเพลิง แหล่งน้ำ สถานที่ตั้งโรงไฟฟ้ากับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าควรอยู่ใกล้ศูนย์กลางโหลดที่จ่ายไฟฟ้ามากที่สุดเพื่อลดค่าใช้จ่ายของระบบสายส่ง และลดการสูญเสียในระบบสายส่ง การบริหารจัดการด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณรอบโรงไฟฟ้าซึ่งอาจสร้างปัญหาให้กับชุมชนในบริเวณใกล้เคียง เช่น การปล่อยควัน ฝุ่นละออง กลิ่น เสียง และน้ำเสีย โรงไฟฟ้าพลังความร้อนมีหลายประเภท ดังนี้

4.1 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ (Stream Power Plant)

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ (Stream Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงมาผลิตไฟฟ้า ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้นำไปต้มน้ำในหม้อไอน้ำให้เดือด และเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิ และแรงดันสูงส่งไปขับใบกังหันภายในเครื่องกังหันไอน้ำซึ่งมีแกนต่อเชื่อมเป็นแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า สำหรับไอน้ำที่ออกจากเครื่องกังหันไอน้ำจะมีอุณหภูมิลดลงไหลไปสู่เครื่องควบแน่นเพื่อปรับสภาพน้ำ และลดอุณหภูมิลงเป็นหยดน้ำ จากน้ำที่ถูกปรับสภาพเรียบร้อยแล้วจะถูกปั๊มน้ำดูดส่งกลับไปยังหม้อไอน้ำเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ และความดันด้วยการรับความร้อนของการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้อีกครั้ง ในการเริ่มเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าจะใช้เวลาประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง จึงเหมาะสมเป็นโรงไฟฟ้าฐานโดยทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าตลอดเวลา (ชิต อินทะสี, 2554: 27) เชื้อเพลิงที่นำมาเผาไหม้มีหลายชนิดสามารถจำแนกได้ดังนี้

- เชื้อเพลิงเหลวมีแหล่งที่มาจากน้ำมันดิบซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดจากฟอสซิลโดยนำมาผ่านกระบวนการกลั่นทำให้ได้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในรูปแบบต่าง ๆ เชื้อเพลิงเหลวที่ใช้ในโรงไฟฟ้า ได้แก่ น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา (สมชาติ ฉันทศิริวรรณ, 2554: 31 - 47)

- เชื้อเพลิงก๊าซเป็นเชื้อเพลิงที่มีสภาพพร้อมใช้งานซึ่งได้เปรียบกว่าเชื้อเพลิงแข็งที่ต้องผ่านกระบวนการบดละเอียดก่อนทำการเผาไหม้ หรือ เชื้อเพลิงเหลวที่ต้องผ่านกระบวนการทำให้เป็นละออง รวมถึงก๊าซเชื้อเพลิงมีสิ่งเจือปนน้อยกว่าเชื้อเพลิงแข็ง และเชื้อเพลิงเหลว สำหรับเชื้อเพลิงก๊าซที่ใช้ในโรงไฟฟ้า ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซสังเคราะห์ และก๊าซชีวภาพ (สมชาติ ฉันทศิริวรรณ, 2554: 31 - 47)

- เชื้อเพลิงแข็งการใช้งานส่วนใหญ่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนซึ่งมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงเหลว และก๊าซ แต่ปัญหา คือระบบการเผาไหม้ค่อนข้างซับซ้อนรวมถึงการก่อให้เกิดมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน เชื้อเพลิงแข็งที่นำมาใช้

ได้แก่ ถ่านหิน ลิกไนต์ รวมถึงชีวมวลชนิดต่างๆ เช่น ฟืน แกลบ เศษไม้ ขี้เลื่อย ขยะ และของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (สมชาติ ฉันทศิริวรรณ, 2554: 31 - 47)

4.1.1 การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำมีอุปกรณ์หลักที่สำคัญของระบบคือ เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) หม้อไอน้ำ (Boiler) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) โดยเชื้อเพลิงถ่านหินถูกส่งผ่านกระบวนการบดละเอียด และส่งต่อไปยังห้องเผาไหม้ ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนำไปต้มน้ำในหม้อไอน้ำทำให้น้ำเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอน้ำที่มีความดัน และอุณหภูมิสูง ไอน้ำดังกล่าวถูกส่งผ่านไปยังกังหันของเครื่องกังหันไอน้ำที่มีแกนเพลลาต่อเชื่อมอยู่เป็นแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า สำหรับไอน้ำเมื่อผ่านตัวกังหันไอน้ำแล้วจะไหลออกจากเครื่องกังหันไอน้ำมีอุณหภูมิต่ำลง และมีความดันต่ำ ไหลไปยังเครื่องควบแน่นเพื่อเปลี่ยนสภาพ และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ จากน้ำที่ถูกปรับสภาพเรียบร้อยแล้ว จะถูกปั๊มน้ำดูดส่งกลับไปยังหม้อไอน้ำเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ และความดันด้วยการรับความร้อนของการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้อีกครั้ง การทำงานของระบบจะเวียนลักษณะนี้ไปตลอดขณะที่ระบบยังมีการทำงาน

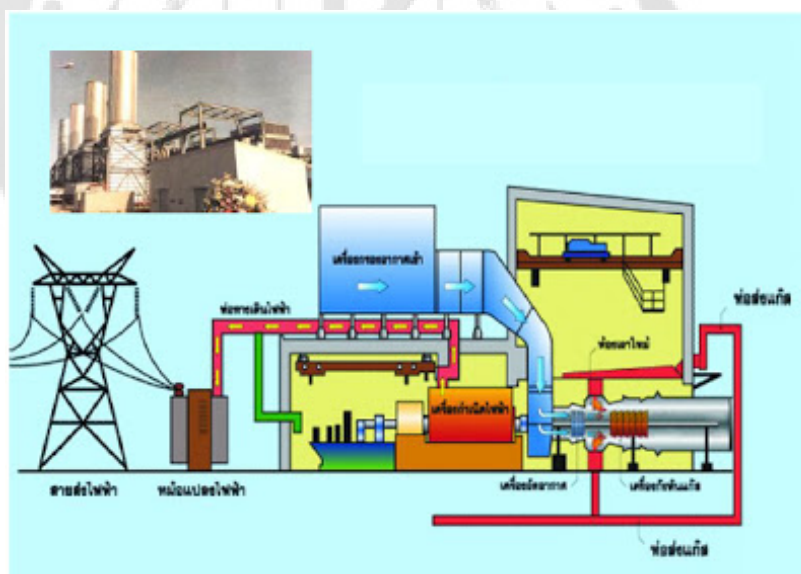
ผลจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดฝุ่นละออง และขี้เถ้าจับตัวรวมกันเป็นก้อน ตกลงสู่ก้นเตา สำหรับผงฝุ่นละอองบางส่วนจะถูกพาไปโดยก๊าซร้อน ผ่านไปตามส่วนต่างๆ ของหม้อไอน้ำ เข้าไปสู่เครื่องแยกฝุ่นละออง (Precipitator) ซึ่งจะทำการแยกฝุ่นละอองด้วยไฟฟ้าสถิตย์ ส่วนก๊าซร้อนที่แยกตัวออกจากฝุ่นละอองออกแล้วจะถูกพัดลมดูดอากาศดูดผ่านเข้าสู่ระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนปล่อยออกไปทางปล่องควัน (Stack) (กระทรวงพลังงาน, 2554: 16 - 43) สำหรับการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนกังหันไอน้ำ ภาพประกอบ 4

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

ที่มา: www.9engineer.com

4.1.2 โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ (Gas turbine Power Plant)

การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ มีลักษณะคล้ายกับโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ ต่างกันที่โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำใช้พลังงานจากไอน้ำเป็นตัวขับเคลื่อน อุปกรณ์หลักของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ประกอบด้วยเครื่องกังหันก๊าซ (Gas turbine) เครื่องอัดอากาศ(Compressor) ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator) เชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันเตา สำหรับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ เป็นโรงไฟฟ้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องอัดอากาศของเครื่องกังหันก๊าซ โดยการอัดอากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ชุดกรองอากาศของเครื่องอัดอากาศด้วยความดันสูง ส่งผ่านเข้าห้องเผาไหม้ โดยผ่านไประปะกับก๊าซเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้ามา จากนั้นทำการจุดระเบิดเกิดการเผาไหม้ทำให้ก๊าซร้อนในห้องเผาไหม้ขยายตัวมีอุณหภูมิสูง และแรงดันสูง รวมถึงความเร็วของก๊าซร้อนซึ่งไหลผ่านไปขับเคลื่อนของเครื่องกังหันก๊าซที่ต่อเป็นแกนเดียวกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดพลังงานไฟฟ้า โรงไฟฟ้าใช้เวลาในการเริ่มเดินเครื่องได้อย่างรวดเร็วจึงเหมาะเป็นโรงไฟฟ้าสำรองในกรณีฉุกเฉินหรือกรณีของช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ภาพประกอบ 5 (ชัต อินทะสี ,2554:29)



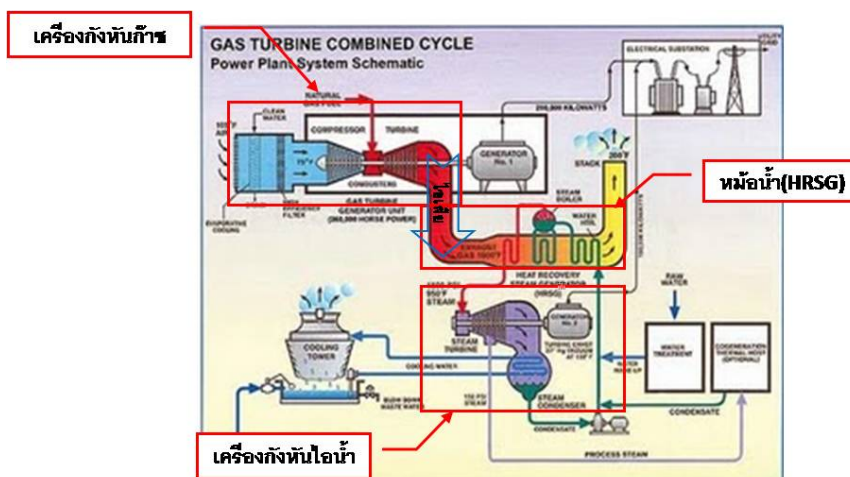
ภาพประกอบ 5 การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

ที่มา: www.9engineer.com

4.1.3 โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (Combined Heat and Power Plant)

กระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม เป็นการนำเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ คือ เทคโนโลยีของระบบโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ (Gas turbine Power Plant) และเทคโนโลยีของระบบโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam power plant) มาใช้งานเป็นระบบร่วมกันในโรงไฟฟ้าเดียว โดยอาศัยแหล่งเชื้อเพลิงชนิดเดียว โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมใช้ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยขึ้นอยู่กับกรอกแบบระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้ เครื่องกังหันก๊าซ (การติดตั้งใช้จำนวน 1 – 4 เครื่อง) เครื่องจักรกังหันไอน้ำ (การติดตั้งใช้จำนวน 1 เครื่อง) หม้อไอน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การทำงานของระบบเริ่มจากการอัดอากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ชุดกรองอากาศของเครื่องอัดอากาศด้วยความดันสูง ส่งผ่านเข้าห้องเผาไหม้โดยผ่านไประบายกับก๊าซเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้ามา จากนั้นทำการจุดระเบิดเกิดการเผาไหม้ทำให้ก๊าซร้อนในห้องเผาไหม้ขยายตัวมีอุณหภูมิสูงและแรงดันสูง รวมถึงความเร็วของก๊าซร้อนซึ่งไหลผ่านไปยังกังหันของเครื่องกังหันก๊าซที่ต่อเป็นแกนเดียวกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดพลังงานไฟฟ้า จากนั้นก๊าซร้อนที่เป็นไอเสียจะไหลออกจากเครื่องกังหันก๊าซซึ่งมีความร้อนสูงประมาณ 500 – 550 องศาเซลเซียส การนำก๊าซร้อนที่เป็นไอเสียมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งนำมาใช้แทนเชื้อเพลิงในระบบของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ ความร้อนจากก๊าซร้อนที่เป็นไอเสียดังกล่าวถูกส่งไปยังห้องเผาไหม้ในระบบของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำเพื่อต้มน้ำในหม้อไอน้ำ ทำให้น้ำเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอน้ำที่มีความดัน และอุณหภูมิสูง ไอน้ำดังกล่าวถูกส่งผ่านไปยังกังหันของเครื่องกังหันไอน้ำที่มีแกนเพลลาต่อเชื่อมอยู่เป็นแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง สำหรับการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมนั้นกำลังผลิตจากเครื่องกังหันไอน้ำจะเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของการผลิตรวมของกำลังผลิตจากเครื่องกังหันก๊าซที่ระบบมีการทำงานอยู่ การผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมจะทำการผลิตร่วมกันระหว่างโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ซึ่งกรณีเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องกังหันไอน้ำยังสามารถที่จะเดินระบบของเครื่องกังหันก๊าซได้ปกติโดยปล่อยไอเสียออกสู่อากาศได้โดยตรง และกรณีเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องกังหันก๊าซเครื่องใดเครื่องหนึ่งยังสามารถเดินระบบได้เพียงแต่กำลังผลิตจะลดลงไปตามส่วน แต่หากเกิดกรณีขัดข้องที่ต้องหยุดการเดินทั้งหมดของเครื่องกังหันก๊าซ โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำที่ใช้ร่วมกันจะหยุดเดินเครื่องด้วย (ชาติ อินทะสี, 2554: 30 - 32) การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม ภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม

ที่มา: www.9engineer.com

การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนกังหันไอน้ำ โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ และโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม ซึ่งโรงไฟฟ้าแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันออกไปตามความต้องการของการจัดตั้ง สำหรับปัจจัยต่างๆที่จะนำมาใช้พิจารณาการจัดตั้งโรงไฟฟ้า ได้แก่ แหล่งสำรองของปริมาณเชื้อเพลิง แหล่งน้ำ สถานที่ตั้งโรงไฟฟ้ากับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าควรอยู่ ใกล้ศูนย์กลางโหลดที่จ่ายไฟฟ้ามากที่สุดเพื่อลดค่าใช้จ่ายของระบบสายส่ง และลดการสูญเสียในระบบสายส่ง การบริหารจัดการด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณรอบโรงไฟฟ้าซึ่งอาจสร้างปัญหาให้กับชุมชนในบริเวณใกล้เคียง เช่น การปล่อยควัน ฝุ่นละออง กลิ่นเสียง และน้ำเสีย สำหรับโรงไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภทจะมีข้อดี และข้อจำกัด แสดงในตาราง 9 ตาราง 10 และตาราง 11

ตาราง 9 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Stream Power Plant)

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องใช้งานต่ำ	1. ใช้เวลาในการเริ่มเดินเครื่องนาน
2. กำลังการผลิตสูงสามารถจ่ายเสริมเข้าระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ	2. มลภาวะจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม
3. เชื้อเพลิงถ่านหินมีราคาถูกและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับโรงไฟฟ้า	3. ขี้เถ้าจากเชื้อเพลิงต้องการพื้นที่เก็บจำนวนมาก
4. ความเร็วรอบในการทำงานสูงสามารถต่อเครื่องกังหันได้โดยตรงกับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้	4. ความเร็วรอบของเครื่องกังหันสูงมากต้องขับเคลื่อนชุดเฟืองทดเสียก่อนทำให้สูญเสียกำลังงาน
5. ง่ายและสะดวก ขณะเดินเครื่องใช้งาน	
6. มีอัตราส่วนมวลน้ำหนักต่อต้นกำลังน้อยทำให้สร้างได้ขนาดกะทัดรัดใช้พื้นที่บริเวณติดตั้งเครื่องไม่มาก	

ตาราง 10 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ (Gas turbine Power Plant)

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าเสริมเข้าระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2. ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่นเนื่องจากโรงไฟฟ้าระบบกังหันก๊าซสำเร็จรูปทั้งชุดนำมาติดตั้งบนฐานรากที่เตรียมไว้ 3. สามารถนำไอเสียจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซไปผลิตไฟฟ้าในระบบโรงไฟฟ้าพลังกังหันไอน้ำได้ 4. เชื้อเพลิงสำรองก๊าซธรรมชาติมีอย่างเพียงพอทั้งแหล่งผลิตในประเทศและประเทศใกล้เคียง 5. ต้นทุนการสร้างต่ำ 6. มีน้ำหนักเบา 7. การเดินเครื่องรวดเร็วใช้เวลาเพียง 40 – 60 วินาทีเท่านั้น 8. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ มีน้อย และประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน 9. สามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งในที่ที่ต้องการได้สะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาเพียงไม่กี่สัปดาห์ ก็สามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้า แต่ถ้าเป็นโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำจะต้องใช้เวลาในการออกแบบสร้าง และทดลอง	1. ระบบกังหันก๊าซมีราคาสูง 2. การนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศทำให้เสียเงินตราของประเทศ 3. การส่งก๊าซจากแหล่งผลิตมายังโรงไฟฟ้ายังมีระยะทางไกล 4. ความร้อนสูงทำให้เกิดความเค้นต่อชิ้นส่วนภายในตัวกังหันสูงมากจึงต้องมีการตรวจซ่อมบ่อยครั้ง 5. ประสิทธิภาพต่ำเพราะกำลังที่ได้จ่ายเครื่องกังหันส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งจะต้องนำไปใช้ในการขับเครื่องอัดอากาศ 6. การควบคุมการทำงานได้ยาก ระบบซับซ้อน ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก 8. ปริมาณฝุ่นละออง และน้ำมันดินที่ปนเปื้อนมีปริมาณมากทำให้เกิดปัญหาต่อการเดินเครื่องยนต์ในการผลิตไฟฟ้า 9. เกิดการจับตัวของซีโลหะในเตาผลิตก๊าซชีวมวลทำให้ต้องหยุดเดินเครื่องเตาบ่อยเพื่อกำจัดซีโลหะที่จับตัวกัน 10. เตาผลิตก๊าซ เครื่องกรองและเครื่องลดอุณหภูมิของก๊าซชีวมวลเสื่อมเร็วเนื่องจากการกัดกร่อน 11. ต้องมีต้นกำลังในการเริ่มเดินเครื่อง มิฉะนั้นจะไม่สามารถทำงานได้

ตาราง 11 การเปรียบเทียบ ข้อดี – ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
(Combine Cycle Power Plant)

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ประหยัดค่าเชื้อเพลิงในหน่วยผลิตไฟฟ้า กิโลวัตต์ชั่วโมง	1. การใช้ น้ำมันดีเซลและก๊าซธรรมชาติทำให้ เสียเงินตราในการนำเข้าจากต่างประเทศ
2. ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างได้เร็วกว่า โรงไฟฟ้าประเภทอื่น	2. เป็นระบบที่ยุ่งยากซับซ้อนในการออกแบบ ติดตั้งและควบคุม
3. ความเหมาะสมในการเพิ่มกำลังผลิต ไฟฟ้า และเสริมความมั่นคงต่อระบบไฟฟ้า	4. ต้นทุนค่าติดตั้งและค่าบำรุงรักษาค่อนข้างสูง
4. สามารถออกแบบใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเตา	5. การติดตั้งระบบที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าหรือ ความร้อนเกินความต้องการอาจมีไอน้ำหรือ ไฟฟ้าเหลือ อาจเกิดความยุ่งยากในการจัดการ กับพลังงานส่วนเกิน
5. ประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ร่วมสูงถึงร้อยละ 50 เทียบกับโรงไฟฟ้าพลัง ความร้อนทั่วไปประมาณร้อยละ 40	
6. มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากเพราะ การผลิตไฟฟ้ากิโลวัตต์ชั่วโมงใช้ความร้อนจาก เครื่องกังหันก๊าซ	
7. ประหยัดพลังงานสามารถลดการใช้เชื้อเพลิง ลงการผลิตพลังงานด้วยระบบความร้อนร่วมมี ประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 50-90 สามารถ ประหยัดเชื้อเพลิงลงได้ร้อยละ 10-30 ซึ่งเมื่อ เทียบกับระบบแยกผลิตในการผลิตความร้อน โดยทั่วไป จะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 75 และถ้าเป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวมี ประสิทธิภาพเพียงร้อยละ 35	
8. เงินลงทุนเริ่มแรกของระบบความร้อนร่วมต่ำ กว่าเงินลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ มาก	

5. เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าพลังงานชีวมวล

การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่ผ่านมาต่างนำพลังงานจำพวกฟอสซิล ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าโดยเชื้อเพลิงจากแหล่งพลังงานดังกล่าวที่ผลิตในประเทศนั้นมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ จำเป็นต้องนำเข้าพลังงานดังกล่าวจากต่างประเทศซึ่งมีราคาผันผวนที่สูงขึ้นตามราคาของตลาดโลก ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมหาศาล เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงทางด้านพลังงาน และเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ (วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน, 2558) รวมถึงพลังงานจำพวกฟอสซิลมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ แต่ปัญหาหลักที่เกิดขึ้น คือ การใช้พลังงานจำพวกฟอสซิลเป็นการสร้างผลกระทบจากสภาวะภูมิอากาศของโลก เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจึงพัฒนาหาแหล่งพลังงานทดแทนขึ้น (ชัต อินทะสี, 2554: 34) และหนึ่งในพลังงานทดแทนเพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า คือ การผลิตไฟฟ้าพลังงานชีวมวล

เนื่องจากประเทศไทย เป็นประเทศเกษตรอุตสาหกรรมจึงมีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรทำให้เกิดชีวมวลมากมาย ที่ไม่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ และ มีศักยภาพที่จะนำมาเป็นแหล่งพลังงานได้ ซึ่งการนำชีวมวลเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์เพื่อทดแทนพลังงานจากฟอสซิล ที่ผ่านมาใช้เทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้าและผลิตความร้อนจากชีวมวลโดยอาศัยระบบกังหันไอน้ำซึ่งปัญหาที่พบคือ ประสิทธิภาพของกังหันไอน้ำมีประสิทธิภาพต่ำไม่เหมาะกับระบบการผลิตพลังงานที่มีขนาดใหญ่ ด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของกังหันไอน้ำให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีลักษณะการทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น กระบวนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน โดยทั่วไปอาศัยกระบวนการทางเคมี – ความร้อน แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ การเผาไหม้โดยตรง การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง และการผลิตพลังงานร่วม (กระทรวงพลังงาน, 2554: 16 - 43)

5.1 การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion)

การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เป็นการนำเชื้อเพลิงจากชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาไหม้ให้เกิดความร้อนเพื่อต้มน้ำในหม้อไอน้ำ ทำให้น้ำในหม้อไอน้ำเกิดการเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอน้ำที่มีความดัน และอุณหภูมิสูง ไอน้ำดังกล่าวถูกส่งผ่านไปยังกังหันของเครื่องกังหันไอน้ำที่มีแกนเพลลาต่อเชื่อมอยู่เป็นแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า สำหรับไอน้ำเมื่อผ่านตัวกังหันไอน้ำแล้วจะไหลออกจากเครื่องกังหันไอน้ำมีอุณหภูมิลดลงและความดันต่ำ ไหลไปยังเครื่องควบแน่นเพื่อเปลี่ยนสภาพ และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ จากน้ำที่ถูกปรับสภาพเรียบร้อยแล้วจะถูกปั๊มน้ำดูดส่งกลับไปยังหม้อไอน้ำเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ และความร้อนด้วยการรับความร้อนของการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้อีกครั้ง

ข้อจำกัดของระบบการเผาไหม้โดยตรง คือ โรงไฟฟ้าควรมีขนาดตั้งแต่ 5 เมกะวัตต์ขึ้นไป จึงเหมาะกับการลงทุนเพราะระบบการผลิตโดยกังหันไอน้ำซึ่งมีราคาสูง และยังต้องติดตั้งระบบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศในบริเวณโรงงาน สำหรับชีวมวลที่เหมาะสม เช่น เศษวัสดุทางการเกษตร และ เศษไม้ (กระทรวงพลังงาน, 2554: 16 - 43)

ระบบการเผาไหม้โดยตรง (Direct - combustion) เป็นปฏิกิริยาเคมีการรวมตัวกันระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการลุกไหม้ และการคายความร้อนออกมาโดยใช้ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 23 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 77 โดยน้ำหนักแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนที่ก๊าซออกซิเจนสัมผัสกับพื้นผิวเชื้อเพลิง
2. การเกิดปฏิกิริยาเผาไหม้ได้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
3. การปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาที่พื้นผิว
4. การเกิดปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์กับออกซิเจน เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

การเผาไหม้เชื้อเพลิงจะสมบูรณ์ที่สุดเป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว การเผาไหม้ส่วนใหญ่จะมีออกซิเจนอยู่ร้อยละ 21 โดยปริมาตร หรือร้อยละ 23 โดยน้ำหนัก และมีปัจจัยสนับสนุนที่ประกอบด้วย

1. เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ต้องนานพอ เพื่อให้เชื้อเพลิงที่เผาไหม้ได้ทั้งหมดโดยไม่ถูกอากาศส่วนเกินนำออกทางปล่องควันก่อนเผาไหม้
2. อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ต้องสูงพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
3. การผสมผสานระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศต้องอยู่ในลักษณะของการไหลผสมแบบปั่นป่วน
4. ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงจะต้องได้เพียงพอ แต่ในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะควบคุมสถานะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงให้สมบูรณ์ตามความต้องการได้ ดังนั้นเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์ จึงต้องเพิ่มปริมาณอากาศเข้าไปในระดับที่เพียงพอ ทำให้อากาศที่ใช้มากกว่าความต้องการทางทฤษฎี อากาศส่วนที่เกินนี้เรียกว่า ปริมาณอากาศเกิน (excess air) ซึ่งมักจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณอากาศทางทฤษฎี เช่น อากาศเกินในปริมาณร้อยละ 20 คือ ปริมาณอากาศที่มากกว่าปริมาณอากาศเชิงทฤษฎีร้อยละ 20 (สมชาติ ฉันทศิริวรรณ, 2554: 63 – 68)

5.2 เทคโนโลยีการเผาไหม้

การเผาไหม้โดยตรงเป็นการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีกังหันไอน้ำสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้า มีส่วนที่สำคัญ คือ เตาเผาไหม้ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ในการเปลี่ยนจากชีวมวลมาเป็น

พลังงานความร้อน เตาเผาไหม้จึงต้องมีประสิทธิภาพที่ดี และต้องให้เหมาะสมกับการใช้งานกับเชื้อเพลิงในแต่ละประเภท ซึ่งเตาเผาไหม้มีอยู่หลายประเภท ได้แก่ เตาเผาระบบตะกรับ (Stoker Firing) เตาเผาระบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed Combustion) และเตาเผาแบบลอยตัว (Suspension Firing) (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

สำหรับสิ่งที่ให้ความสนใจและมีความสำคัญของงานวิจัยนี้คือการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งจะต้องใช้ระบบเทคโนโลยีกังหันไอน้ำ มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงในหลายรูปแบบ ระบบการเผาไหม้ต้องมีความไม่ซับซ้อนมีดังนี้

5.2.1 เตาเผาแบบใช้แรงงานคนป้อนเชื้อเพลิง

เป็นระบบที่ต้องใช้คนงานที่มีความชำนาญในการกระจายเชื้อเพลิงให้ทั่วสม่ำเสมอบนตะกรับเตาไฟทำจากเหล็กหล่อมีลักษณะเป็นตอน ๆ อากาศสำหรับการเผาไหม้จะถูกส่งจากใต้เตาเหนือตะกรับเตาไฟ ปัจจุบันไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากประสิทธิภาพของการเผาไหม้ของระบบค่อนข้างต่ำ (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

5.2.2 ระบบสโตเกอร์ (Stoker)

การป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาเผาไหม้โดยใช้เครื่องกลแทนแรงงานคน มีราคาถูก และสามารถที่จะออกแบบให้ใช้งานได้กับเชื้อเพลิงแข็งหลายประเภทแต่ระบบผลิตไอน้ำได้ในระดับต่ำ (กระทรวงพลังงาน, 2554: 16 - 43) แบ่งตามลักษณะการป้อนเชื้อเพลิงได้ 2 ระบบ ดังนี้

- ระบบสโตเกอร์ โดยการป้อนเชื้อเพลิงเข้าเตาเผาไหม้ทางด้านบนบนตะแกรง หรือสูงกว่าตำแหน่งของอากาศเข้าส่วนแรกเพื่อช่วยในการเผาไหม้ ซึ่งอากาศส่วนแรกถูกส่งเข้าทางด้านล่างของตะแกรงผ่าน และไหลขึ้นมาเผาไหม้เชื้อเพลิงบนตะแกรง อากาศส่วนที่สองถูกส่งเข้าทางส่วนบนของตะแกรงเพื่อทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ สำหรับปัญหาของการเผาไหม้ คือการควบคุมปริมาณของอากาศที่ส่งเข้าใต้ตะแกรงทำได้ยาก เนื่องจากต้องขึ้นอยู่กับความสูง และความหนาแน่นของเชื้อเพลิงที่กองกันอยู่บนตะแกรง และเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากผนังเตาเพื่อทำให้การเผาไหม้คงที่ (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43) เตาเผาไหม้ที่ป้อนเชื้อเพลิงเข้าทางด้านบนของเตามี 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 ระบบสโตเกอร์แบบตะกรับเลื่อน (Traveling Grate Stoker) เชื้อเพลิงถูกลำเรียงโดยสายพานดินตะขาบเข้าสู่เตาเพื่อเผาไหม้ การลุกไหม้ของเชื้อเพลิงเริ่มจากด้านบนของชั้นเชื้อเพลิงลงสู่ด้านล่าง ขณะเดียวกันเชื้อเพลิงถูกพาให้เคลื่อนที่ไปอีกด้านของเตาเผาไหม้ เมื่อสายพานเคลื่อนที่ไปจนสุดทางอีกด้านหนึ่งเชื้อเพลิงจะถูกเผาไหม้หมดพอดี สำหรับส่วนของขี้เถ้าจะตกลงสู่ถาดรองรับทางด้านล่าง สำหรับข้อดีของระบบนี้ คือ การทำงานจะไม่ยุ่งยาก เนื่องจากมีอุปกรณ์น้อย และเชื้อเพลิงสามารถเผาไหม้ได้หมด เพราะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของสายพานได้ รวมถึงมีปริมาณควัน และเขม่าที่ปล่อยออกมาน้อย (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

แบบที่ 2 ระบบสโตกเกอร์แบบกระจาย (Spaeder Fired Stoker) โดยการป้อนเชื้อเพลิงในลักษณะกระจายทั่วภายในเตาเผาไหม้ด้วยเครื่องป้อนเชื้อเพลิงที่มีลักษณะคล้ายใบพัดหมุนวนเอาเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาเผาไหม้ เชื้อเพลิงที่เป็นผงขนาดเล็กจะเกิดการเผาไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ลอยตัวอยู่ในเตาเผาไหม้ สำหรับเชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่จะตกลง และเกิดการเผาไหม้อยู่บนตะแกรง โดยการสั่นของตะแกรงที่เป็นจังหวะเพื่อให้ขี้เถ้าร่วงลงสู่ด้านล่าง การเผาไหม้แบบนี้จำเป็นต้องมีอากาศอยู่เหนือไฟทางด้านหลัง และด้านข้างของเตาเผาไหม้ เป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพที่สุด ข้อดีของการเผาไหม้แบบนี้ คือ เชื้อเพลิงที่กองอยู่บาง ๆ บนตะแกรงทำให้ความดันอากาศไหลผ่านเชื้อเพลิงมีค่าน้อยกว่าสโตกเกอร์แบบตะแกรงเลื่อน ซึ่งอากาศที่ป้อนเข้าด้านใต้ตะแกรงสามารถควบคุมได้ง่ายกว่า สำหรับปัญหาของระบบนี้ คือ เขม่า และควันที่ออกทางปล่องระบายมีปริมาณมาก ดังนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ดักขี้เถ้าที่ปล่อยออกจากปล่องสู่บรรยากาศภายนอก (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

5.2.3 ระบบสโตกเกอร์ที่ป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาทางด้านล่าง

โดยการป้อนเชื้อเพลิงไปตามรางให้เคลื่อนตัวลึกเข้าทางด้านล่างของเตาเผาไหม้ตลอดเวลา ทำให้เกิดความดันขึ้นในเชื้อเพลิงส่วนล่าง มีผลทำให้เชื้อเพลิงส่วนบนขยับขึ้นด้านบนได้ ซึ่งทำให้สารระเหยที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงระเหยขึ้นด้านบนทำให้เชื้อเพลิงเกิดการติดไฟได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับเชื้อเพลิงที่ลุกไหม้จนเกิดเป็นขี้เถ้าที่อยู่ส่วนบนสุดจะถูกเชื้อเพลิงที่อยู่ด้านล่างดันกระจายลงสู่ถาดรองรับขี้เถ้า การเผาไหม้ของระบบนี้สามารถควบคุมโดยการเปลี่ยนแปลงระยะชัก หรือ อัตราเร็วของตัวดันเชื้อเพลิงสำหรับปริมาณอากาศที่ส่งเข้าเตาเผาไหม้สามารถทำการปรับให้เหมาะสมกับการเผาไหม้ที่ห้องอากาศเข้าเตา เพื่อช่วยการเผาไหม้ ข้อดีของระบบนี้ คือ การป้อนเชื้อเพลิงทางด้านล่างจะช่วยลดควันได้ เนื่องจากสารระเหยที่ออกจากเชื้อเพลิงจะไหลผ่านชั้นเชื้อเพลิงที่ร้อนทำให้เผาไหม้ได้หมด (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

5.2.4 ระบบพัลเวอร์ไรซ์ (Pulverised)

การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเตาเผาไหม้ระบบนี้เกิดขึ้นในลักษณะของเชื้อเพลิงแขวนลอยอยู่ในอากาศภายในเตาเผาไหม้ซึ่งเชื้อเพลิงจะมีขนาดเล็กมากอากาศที่ส่งเข้าสู่เตาเผาไหม้จะมี 2 ส่วน โดยอากาศส่วนแรกใช้ในการอุ่นเชื้อเพลิงก่อนที่จะส่งเข้าเตาเผาไหม้ และอากาศส่วนที่สองถูกส่งเข้าเตาเผาไหม้โดยตรงเพื่อช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะติดมากับก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ข้อดีของการเผาไหม้ระบบนี้ คือ ไม่ต้องมีตะแกรงที่ให้ความร้อนในการเผาไหม้สูง เนื่องจากเชื้อเพลิงเผาไหม้นั้นได้รับความร้อนที่สูงเพียงพอจากเชื้อเพลิงเก่าบนตะแกรงอยู่แล้ว ทำให้เตาเผาไหม้ระบบนี้จะมีขนาดเล็กซึ่งพอที่จะทำให้ความร้อน

ภายในเตาเผามีความร้อนสูงสำหรับเชื้อเพลิงที่จะเผาไหม้ต่อไป และจะให้ความร้อนในการเผาไหม้ได้สูงกว่า

สำหรับปัญหา คือ ระบบนี้มีต้นทุนของค่าใช้จ่ายสูง โดยมีหลายสาเหตุ ได้แก่ เชื้อเพลิงที่ใช้ของระบบนี้ต้องมีขนาดเล็กมากเพื่อสามารถแขวนลอยในอากาศภายในเตาเผาไหม้ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบดเชื้อเพลิงให้มีขนาดเล็กเพียงพอ การควบคุมชีถ่านนั้นทำได้ยาก จึงต้องมีระบบกำจัดชีถ่านที่ดีซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูงรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาทำได้ยาก เนื่องจากอุณหภูมิของการเผาไหม้หากสูงเกินไปจะมีผลทำให้เกิดการหลอมตัวของชีถ่านจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่ ทำให้เตาเผาไหม้เสียหายได้ และเชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องแห้งพอจึงต้องมีการอบแห้งก่อนการเผาไหม้ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการเพิ่มราคาต้นทุนและพลังงานที่ใช้ (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

5.2.5 ระบบไซโคลน (Cyclone)

การบดเชื้อเพลิงเตาเผาไหม้จะเหมือนกับระบบฟัลเวอร์ไรซ์ เพียงแต่ไม่จำเป็นต้องบดเชื้อเพลิงให้มีขนาดเล็กทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของบดเชื้อเพลิง การเผาไหม้ในระบบไซโคลนจะใช้หัวเผาแบบ Horizontal water-cooled ขนาดเล็กมากทำให้เตาเผาไหม้ของระบบไซโคลนมีขนาดเล็กกว่าเตาเผาไหม้ของเผาระบบฟัลเวอร์ไรซ์ โดยอากาศเข้าสู่เตาเผาไหม้ของระบบในแนวสัมผัสกับผนังของห้องเผาไหม้ทำให้เชื้อเพลิงเกิดการเคลื่อนที่แบบปั่นป่วนในห้องเผาไหม้เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ อุณหภูมิของการเผาไหม้ของระบบสูงถึง 1,650 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ชีถ่านที่ถูกเผาไหม้จะกลายเป็นชีโลหะเหลวประมาณร้อยละ 30 -50 ชีโลหะเหลวที่เกิดขึ้นจะตกลงด้านล่างของเตาเผาไหม้ (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

5.2.6 ระบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed)

การเพิ่มค่าความเร็วของอากาศถึงค่าหนึ่งเพื่อให้ไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงซึ่งวางอยู่และจะลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหล โดยตอนแรกเมื่อติดเตา เบดจะได้รับความร้อนจากภายนอกจนมีอุณหภูมิถึงจุดติดไฟของเชื้อเพลิง จากนั้นเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าเตาเผาไหม้จะเกิดการเผาไหม้ขึ้นทั่วบริเวณเตาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งปกติจะใส่สารเฉื่อย ได้แก่ ทรายเป็นเบด หรือตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งจะช่วยในด้านการถ่ายเทความร้อน และช่วยทำความสะอาดภายในเตา (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43) สำหรับชนิดของการเผาไหม้ และรูปแบบของชีวมวล ตาราง 12

ตาราง 12 ชนิดของการเผาไหม้และรูปแบบของชีวมวล

วิธีการเผาไหม้	ชนิดของการเผาไหม้	ลักษณะสำคัญ
การเผาไหม้แบบ Fixed bed	ตะกรับวางแนวนอน / เอียง ตะกรับที่มีน้ำหล่อเย็น ตะกรับที่มีการทิ้งขี้เถ้า	ตะกรับเป็นชั้น หรือเป็นแบบเอียงการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นการเผาไหม้ที่มีพื้นผิวใช้ในเตาเผาแบบ Batch ขนาดเล็กสำหรับเชื้อเพลิงที่มีขี้เถ้าน้อย
การเผาไหม้แบบ Moving bed	ตะกรับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ตะกรับเคลื่อนที่ไปข้างหลัง ตะกรับแบบเป็นชั้น ตะแกรงคล้ายบานเกล็ด	ตะกรับจะค่อยๆเคลื่อนที่ และถูกแบ่งเป็นโซนเผาไหม้กับโซนหลังการเผาไหม้เพราะการปล่อยขี้เถ้าอย่างต่อเนื่องทำให้ตะกรับมีขนาดใหญ่เพื่อลดการกรีดขวางของขี้เถ้าใช้ได้กับเชื้อเพลิงตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่เป็นบล็อก
การเผาไหม้แบบ Pulverised	การเผาไหม้เชื้อเพลิงต้องเป็นผงละเอียดเสมือนแป้ง ผุนระบบจึงต้องมีเครื่องบดให้ละเอียด	การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงลักษณะที่เชื้อเพลิงแขวนลอยอยู่ในเตาเผาเชื้อเพลิงจะต้องมีขนาดเล็กมากพอที่จะแขวนลอยอยู่ในอากาศภายในเตา
การเผาไหม้แบบ Cyclone	เชื้อเพลิงถูกบดเข้าเตาเผาโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงเช่นเดียวกับระบบพัลเวอร์ไรซ์แต่ไม่จำเป็นต้องบดเชื้อเพลิงให้มีขนาดเล็ก	เชื้อเพลิงถูกบดเข้าเตาเผาเหมือนกับระบบพัลเวอร์ไรซ์แต่ไม่จำเป็นต้องบดเชื้อเพลิงให้ค่าใช้จ่ายในเรื่องของการบดเชื้อเพลิง
การเผาไหม้แบบ Fluidized bed	การเผาไหม้ระบบฟลูอิดไดซ์ เบดแบบฟองอากาศ การเผาไหม้ระบบฟลูอิดไดซ์ เบดแบบหมุนเวียน	ใช้ทรายเป็นเบดโดยให้ทราย กับเชื้อเพลิงที่อยู่ในเตาหลอมนั้นอยู่ในสภาวะเดือดที่มีความดันของอากาศในการเผาไหม้สูงเกิดการเผาไหม้และส่งผ่านความร้อนไปยังทราย เหมาะกับเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูง

ที่มา: คู่มือชีวมวลเอเชีย (2551)

ตาราง 13 การเปรียบเทียบข้อดี และข้อจำกัดของเตาเผาไหม้แต่ละระบบ

ระบบ	ข้อดี	ข้อจำกัด
ใช้แรงงานคนป้อนเชื้อเพลิง	-ราคาถูก	-คนงานต้องมีความชำนาญในการกระจายเชื้อเพลิงให้ทั่วสม่ำเสมอบนตะแกรงเตา -ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของระบบนี้ค่อนข้างต่ำ
สโตกเกอร์ (Stoker)	- ราคาถูก -ออกแบบให้ใช้ได้กับเชื้อเพลิงแข็งหลายชนิด	-ความสามารถในการผลิตไอน้ำ ร้อนในระดับต่ำ
สโตกเกอร์ที่ป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาทางด้านบน	การเผาไหม้สมบูรณ์	-การควบคุมปริมาณของอากาศที่ป้อนเข้าได้ตะแกรงนั้นทำได้ยาก ขึ้นอยู่กับความสูงและความหนาแน่นของเชื้อเพลิงที่กองอยู่บนตะแกรง -มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างค่อนข้างสูง
สโตกเกอร์แบบตะกรับเลื่อน (Traveling Grate Stoker)	-ระบบการทำงานไม่ยุ่งยาก -เพราะมีอุปกรณ์น้อย -การเผาไหม้เชื้อเพลิงได้หมด -เนื่องจากสามารถควบคุมความเร็วของสายพานได้ -ปริมาณควันและเขม่าที่ปล่อยออกมีน้อย	

ตาราง 13 (ต่อ)

ระบบ	ข้อดี	ข้อจำกัด
สโตกเกอร์แบบกระจาย (Spaeder Fired Stoker)	-การควบคุมอากาศที่ป้อนได้ ตะแกรงสามารถทำได้ง่ายกว่า สโตกเกอร์แบบตะกรับเลื่อน เนื่องจากเชื้อเพลิงที่กองอยู่บาง ๆ บนตะแกรงทำให้ความดันอากาศ ไหลผ่านเชื้อเพลิงมีค่าน้อยกว่าส โตกเกอร์แบบตะกรับเลื่อน	-ปริมาณเขม่าและควันออก จากปล่องมากจึงต้องมี อุปกรณ์สำหรับดักขี้เถ้าที่ออก จากปล่องสู่บรรยากาศ ภายนอก
สโตกเกอร์ที่ป้อนเชื้อเพลิง เข้าสู่เตาทางด้านล่าง	การป้อนเชื้อเพลิงทางด้านล่างจะ ช่วยลดควันได้ เพราะสารระเหยที่ ออกจากเชื้อเพลิงจะไหลผ่านชั้น เชื้อเพลิงที่ร้อนทำให้เผาไหม้หมด	
พัลเวอร์ไรซ์ (Pulverised)	-ให้ความร้อนในการเผาไหม้ได้สูง กว่าระบบสโตกเกอร์และไม่ต้องมี ระบบตะแกรงกองเชื้อเพลิงเหมือน ระบบสโตกเกอร์	-มีต้นทุนสูงเนื่องจากระบบ กำจัดเถ้าต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากการควบคุมเถ้าทำได้ ยาก -มีค่าใช้จ่ายในการบดเชื้อเพลิง ให้มีขนาดเล็กลงเพราะการ ทำงานของระบบพัลเวอร์ไรซ์ เชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องมีขนาด เล็กเพียงพอ

ที่มา: คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน.กระทรวงพลังงาน.(2554)

5.3 การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวลโดยใช้อากาศ (Air Gasification)

กระบวนการเปลี่ยนพลังงานในชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงก๊าซ โดยอาศัยกระบวนการควบคุม
อากาศ และอุณหภูมิอย่างเหมาะสม ทำให้เกิดแก๊ส ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซ
ไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, บุญรอด สัจกุลนุกิจ และ
คณะ, 2555) ซึ่งกระบวนการการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวลโดยใช้อากาศ แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน
คือ

1. ขั้นตอนการอบแห้ง (Drying Zone) ไอน้ำที่แทรกตัวอยู่ในเชื้อเพลิงจะโดนไล่ด้วยความร้อนที่มาจากโซนการเผาไหม้

2. ขั้นตอนการกลั่นสลาย (Pyrolysis Zone) เป็นขั้นตอนแรกของการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลโดยอาศัยความร้อนจากการเผาไหม้ ทำให้สารประกอบอินทรีย์ในเชื้อเพลิงชีวมวลจะแตกตัวออกอยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

3. ขั้นตอนการเผาไหม้ (Combustion Zone) เป็นขั้นตอนการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลที่มีการเผาไหม้โดยจ่ายอากาศเข้าไปในเตาเผา โดยจะไปทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงแข็งที่มาจากขั้นตอนการกลั่นสลาย เพื่อให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และโมเลกุลของน้ำ (H_2O)

4. ขั้นตอนรีดักชัน (Reduction Zone) เป็นขั้นตอนปฏิกิริยาการก่อเกิดก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวล ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สองของการเผาไหม้แบบจำกัดอากาศ ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ คือ

1. เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบอากาศไหลขึ้น (Updraft gasifier)

เชื้อเพลิงถูกป้อน และเคลื่อนที่ลงด้านในขณะที่อากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่างไหลขึ้นทางด้านบนในลักษณะสวนทางกัน เมื่อมีอากาศผ่านเข้าไปในบริเวณเผาไหม้ จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำส่วนก๊าซที่ผ่านออกมาจากบริเวณเผาไหม้จะมีอุณหภูมิสูงและจะเข้าไปยังบริเวณรีดักชัน ที่บริเวณนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนทำให้เกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์และไฮโดรเจน หลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในชั้นของชีวมวล และกลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200 – 500 องศาเซลเซียส จากนั้นก๊าซก็จะไหลเข้าสู่ชั้นของชีวมวลที่ขึ้น เนื่องจากก๊าซยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงไประเหยความชื้นที่อยู่ในชีวมวล ทำให้ก๊าซที่ออกจากเตาผลิตก๊าซมีอุณหภูมิต่ำลง (กระทรวงพลังงาน, 2554: 16 - 43)

2. เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบอากาศไหลลง (Downdraft Gasifier)

เตาผลิตก๊าซแบบไหลลงนี้ออกแบบมาเพื่อขจัดน้ำมันดินในเชื้อเพลิงโดยเฉพาะอากาศจะถูกดูดผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่างโดยผ่านกลุ่มของหัวฉีด

3. เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบอากาศไหลตามขวาง (Crossdraft gasifier)

อากาศจะถูกดูดผ่านหัวฉีดที่อยู่ในแนวราบ น้ำมัน และน้ำมันดินเกิดการแตกตัวเป็นก๊าซก่อนที่จะออกสู่ภายนอก ทำให้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีปริมาณน้ำมันดินต่ำ

4. เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบฟลูอิดไธด์เบด (Fluidized bed gasifier)

อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงแข็งเมื่อเพิ่มความเร็วอากาศถึงขั้นหนึ่ง เชื้อเพลิงที่วางอยู่จะเริ่มลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหลในตอนเริ่มติดเตา เบดจะได้รับความร้อนจากภายนอกจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดติดไฟของเชื้อเพลิง หลังจากนั้นเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าอย่างต่อเนื่อง การเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นทั่วเตา (กระทรวงพลังงาน, 2554: 16 - 43)

5.4 การผลิตพลังงานความร้อนร่วม (Co-generation)

การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงแหล่งเดียว สำหรับผลิตพลังงานที่มีความแตกต่างกัน 2 ชนิด พลังงานที่ผลิตร่วมกันจะอยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน โดยพลังงานความร้อนที่ได้จะอยู่ในรูปของไอน้ำ สามารถจำแนกตามลำดับก่อนหลังของการผลิตพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนออกได้เป็น 2 แบบ คือ การผลิตกำลังไฟฟ้านำหน้า (Topping Cycle) และ การผลิตไฟฟ้าตามหลัง (Bottoming Cycle) (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43) มีรายละเอียดดังนี้

5.4.1 การผลิตพลังงานร่วมแบบผลิตกำลังไฟฟ้านำหน้า (Topping Cycle) เชื้อเพลิงจะถูกใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าก่อน ด้วยกังหันแก๊สหรือกังหันไอน้ำ จากนั้นจึงนำความร้อนที่ถูกปล่อยทิ้งจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าไปใช้ในกระบวนการผลิต ถ้าเป็นกังหันแก๊ส ความร้อนจากกังหันแก๊สจะถูกนำไปใช้ผลิตไอน้ำด้วย Waste Heat Boiler แล้วส่งไปใช้ในกระบวนการผลิต ถ้าเป็นกังหันไอน้ำ ไอน้ำที่ออกจากกังหันจะถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิพอเหมาะสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตโดยตรง ทั่วไปนิยมใช้ในขั้นตอนการอบแห้ง การอุ่น หรือการหล่อเย็น เนื่องจากความร้อนที่ได้จากกระบวนการผลิตไฟฟ้ามักจะมีระดับหรืออุณหภูมิไม่สูงมากนัก (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

5.4.2 การผลิตพลังงานร่วมแบบผลิตกำลังไฟฟ้าตามหลัง (Bottoming Cycle) เชื้อเพลิงจะถูกเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนแก่กระบวนการผลิตก่อน จากนั้นจึงนำแก๊สร้อนที่ปล่อยออกจากเตาซึ่งยังมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันแก๊ส หรือกังหันไอน้ำต่อไป

ระบบที่นิยมใช้ คือ ระบบผลิตกำลังไฟฟ้านำหน้า เพราะอุตสาหกรรมทั่วไปใช้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิไม่สูงนัก มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีกว่า และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบนี้ได้รับการพัฒนาแล้ว แบ่งได้เป็น

1. ระบบผลิตพลังงานร่วมโดยใช้กังหันไอน้ำ (Steam Turbine Cogeneration)
2. ระบบผลิตพลังงานร่วมโดยใช้กังหันแก๊ส (Gas Turbine Cogeneration)
3. ระบบผลิตพลังงานร่วมโดยใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine Cogeneration) (กระทรวงพลังงาน, 2554:16 - 43)

6. เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง

6.1 กระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา

การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลมีกระบวนการผลิตคล้ายกับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนโดยทั่วไป เพียงแต่การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาเป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากปาล์ม กากมันสำปะหลัง ชังข้าวโพด กากและกะลามะพร้าว สาเหล้ม เป็นต้น นำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และไอน้ำ อาจเป็นเศษวัสดุเพียงชนิดเดียว หรือหลายชนิดรวมกันก็ได้ซึ่งชีวมวลแต่ละชนิด

มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป การนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้แทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิล (น้ำมัน , ถ่านหิน , ก๊าซธรรมชาติ)

การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลมีกระบวนการทำงานที่ง่ายต่อการควบคุมไม่ซับซ้อน การลงทุนต่ำเมื่อเทียบกับระบบอื่นที่มีกำลังผลิตที่เท่ากัน มีอุปกรณ์หลักที่สำคัญของระบบประกอบด้วย เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) หม้อไอน้ำ(Boiler) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เริ่มจากการลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาเผาไหม้ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะนำไปต้มน้ำในหม้อไอน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำที่มีความดัน และอุณหภูมิสูง เพื่อส่งต่อไปหมุนใบพัดในเครื่องกังหันไอน้ำที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สร้างเป็นพลังงานไฟฟ้า นำไปใช้งาน สำหรับไอน้ำที่ออกจากเครื่องกังหันไอน้ำจะมีความดัน และอุณหภูมิลดลง ถูกส่งไปยังเครื่องควบแน่นเพื่อแปรสภาพเป็นน้ำและขณะเดียวกันมีการปรับสภาพน้ำก่อนส่งไปเพิ่มความร้อนในหม้อไอน้ำต่อไป

การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลมีขั้นตอน หรือกระบวนการผลิต ดังนี้

1. การเตรียมเชื้อเพลิง

เริ่มต้นจากการรับซื้อ และขนส่งเชื้อเพลิงจากชีวมวลเข้าสู่โรงไฟฟ้ามายังลานกองเชื้อเพลิง หรืออาคารเก็บเชื้อเพลิง สำหรับเชื้อเพลิงที่มีสภาพสด หรือเชื้อเพลิงที่มีความเปียกชื้นจะถูกนำมาตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้นออกก่อน จากนั้นจะถูกนำมาผ่านกระบวนการย่อยละเอียดด้วยการนำมาผ่านเครื่องสับละเอียด เพื่อย่อยให้มีขนาดที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งภายหลังจากการผ่านเครื่องสับละเอียดแล้วเชื้อเพลิงจะมีขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์นิ้ว ถึง 2 ลูกบาศก์นิ้ว จากนั้นเชื้อเพลิงดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่โรงเก็บเชื้อเพลิงเพื่อรอการลำเลียงเข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ต่อไป

2. ระบบเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ (Boiler)

หม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและ แรงดันสูงส่งไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (steam turbine) ที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า โรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตพลังงานส่วนใหญ่จะใช้ระบบการเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) โดยนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาไหม้โดยตรงในหม้อไอน้ำ (boiler) โดยถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นให้แก่ น้ำในหม้อไอน้ำจนกลายเป็นไอน้ำมีอุณหภูมิ และมีความดันสูง ซึ่งไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับเคลื่อนกังหันที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ได้กระแสไฟฟ้าออกมา สำหรับไอน้ำที่ผลิตได้บางโรงงานอุตสาหกรรมจะนำไปใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งการผลิตไอน้ำ และไฟฟ้าร่วมกันเรียกว่าระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (cogeneration) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงสูง ปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตหม้อไอน้ำชีวมวลจะเป็นหม้อไอน้ำประเภทท่อไฟ หรือหม้อไอน้ำประเภทท่อน้ำ และมีระบบการเผาไหม้ เช่น ระบบสโตรกเกอร์ ระบบไซโคลน และระบบฟลูอิดไดซ์เบด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานของแต่ละภาคอุตสาหกรรม

การเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ เริ่มจากการลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าจะถูกลำเลียงด้วยสายพานลำเลียงจากโรงเก็บ เชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ จากนั้นทำการจุดไฟเพื่อเผาไหม้เชื้อเพลิง ในขณะที่เชื้อเพลิงชีวมวลถูก ลำเลียงเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อทำการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง ระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยทั่วไปจะ แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของห้องเผาไหม้มีใช้กันอยู่หลายรูปแบบขึ้นกับประเภทของเชื้อเพลิง สำหรับลักษณะโครงสร้างห้องเผาไหม้ของงานวิจัยนี้เป็นระบบสโตเกอร์แบบกระจาย ขี้เถ้าที่เหลือ จากการเผาไหม้จะตกลงมายังบริเวณส่วนท้ายของตะกรับ (Ash Zone) ตกลงสู่กันเตาโดยมีถาดน้ำ รองรับเถ้าเป็นการช่วยลดอุณหภูมิ และการฟุ้งกระจายของขี้เถ้าก่อนลำเลียงออกโดยสายพาน ลำเลียงซึ่งขี้เถ้านี้เรียกว่าเถ้าหนัก (Bottom Ash) เพื่อส่งไปยังบริเวณพื้นที่เก็บเถ้าเพื่อรอการขน ถ้ายต่อไป ขี้เถ้าส่วนที่มีน้ำหนักเบาภายหลังการเผาไหม้แล้วจะปนไปกับไอร้อนปลิวจากห้องเผา ไหม้ทางช่องไอร้อนเรียกว่าเถ้าเบา (Fly Ash) และผ่านไปยังอุปกรณ์จับดักฝุ่นละอองก่อนปล่อย ออกสู่ภายนอก

3. เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine)

เครื่องกังหันไอน้ำมีหลักการทำงานเริ่มจากน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติถูกสูบเข้าสู่ สถานีสูบน้ำ มารวมที่อ่างเก็บน้ำในโรงงาน จากนั้นน้ำดิบดังกล่าวถูกสูบเข้าผ่านกระบวนการปรับ สภาพน้ำให้เป็นน้ำบริสุทธิ์ในโรงบำบัดน้ำ (น้ำสำหรับการผลิตไอน้ำของโรงไฟฟ้า จำเป็นต้องผ่าน กระบวนการทำให้เป็นน้ำบริสุทธิ์จากโรงบำบัดน้ำก่อน เพื่อป้องกันแร่ธาตุ และสิ่งเจือปนอื่นผ่าน เข้าระบบ ซึ่งหากใช้น้ำที่ไม่บริสุทธิ์ในการผลิตไอน้ำอาจจะทำให้ท่ออุดตันและเกิดความเสียหายกับ ระบบโดยเฉพาะหม้อน้ำได้) น้ำบริสุทธิ์ที่ปราศจากแร่ธาตุ และสิ่งเจือปนต่างๆและถูกสูบโดยเครื่อง บั๊มน้ำเข้าสู่หม้อไอน้ำโดยรักษาระดับน้ำในหม้อไอน้ำให้เหมาะสม ขณะเดียวกันการลำเลียง เชื้อเพลิงชีวมวลเข้าสู่โรงเก็บ หากชีวมวลที่มีความเปียกชื้นจะถูกนำมาตากแดดให้แห้งก่อนเพื่อลด ความชื้น จากนั้นชีวมวลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะถูกนำมาผ่านกระบวนการสับโดยเครื่องสับละเอียด ซึ่ง ภายหลังจากการสับจะมีขนาดประมาณ 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว x 2 นิ้ว แล้วนำเข้าโรงเก็บ จากนั้น เชื้อเพลิงจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการการเผาไหม้ โดยเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อผลิต พลังงานความร้อนสำหรับต้มน้ำในหม้อไอน้ำให้น้ำเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอน้ำที่มีความดัน 43 บาร์ ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสไปขับเคลื่อนกังหันซึ่งมีแกนเพลาคู่เชื่อมอยู่กับเครื่องกำเนิด ไฟฟ้า ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าที่มีแรงดัน และ ความถี่ที่กำหนดไว้สำหรับการนำไปใช้งาน ไอน้ำ เมื่อไหลผ่านตัวกังหันแล้วจะมีอุณหภูมิลดลงที่ 270 องศาเซลเซียสโดยประมาณ และความดัน ลดลงที่ 11.5 บาร์โดยประมาณ ไหลผ่านไวก้อนตัวมีอุณหภูมิต่ำ กลายสภาพเป็นน้ำที่เครื่อง ควบแน่น (Condenser) และปรับอุณหภูมิให้ลดลงโดยผ่านหอระบายความร้อน (Cooling Tower) สำหรับน้ำที่ปรับสภาพแล้วจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสโดยประมาณ และ ถูกปั๊มน้ำดูดส่งกลับไปเพิ่มความร้อนในหม้อไอน้ำ (Boiler) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิและความดันด้วยการ รับความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้อีกครั้ง จนได้ไอน้ำที่มีความดันสูง อุณหภูมิ

สูง ไหลผ่านไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าขึ้นมา ซึ่งการทำงานของระบบจะวนเวียนครบรอบลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ ในขณะที่ยังมีการทำงานของระบบอยู่เพื่อการทำงานของระบบที่สมบูรณ์ ภาพประกอบ 7

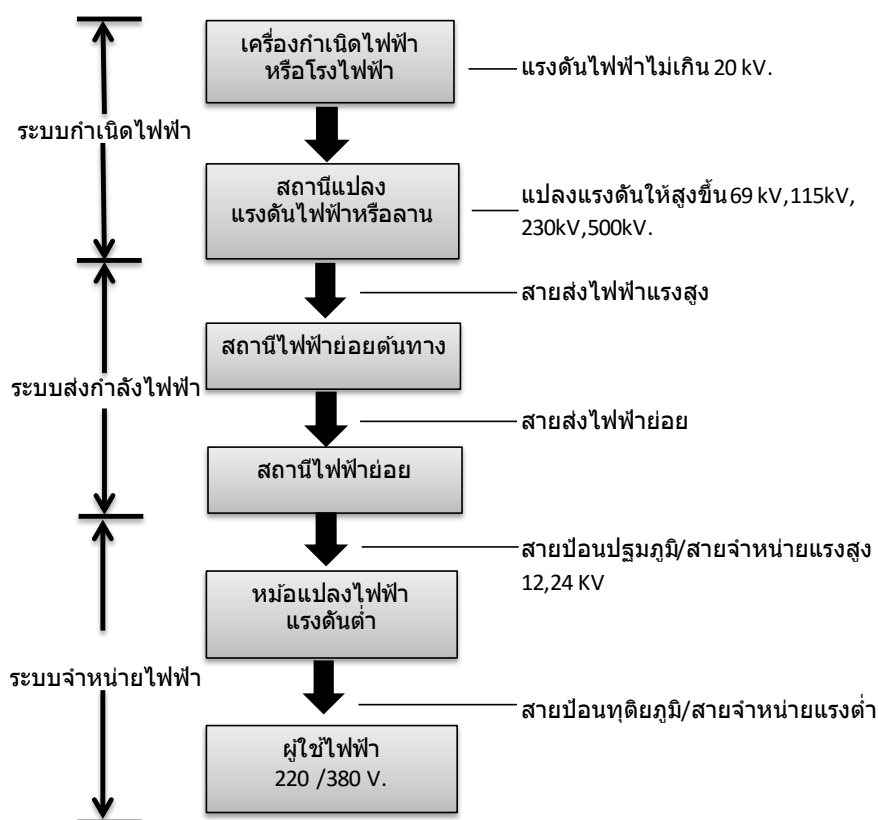
ภาพประกอบ 7 กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

ที่มา: <http://biological-energy.blogspot.com>

4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และหม้อแปลงไฟฟ้า(Transformer)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต่อโดยตรงเข้ากับเพลลาของเครื่องกังหันไอน้ำ ดังนั้น เมื่อเครื่องกังหันไอน้ำหมุนทำให้เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนไปด้วย ที่เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีตัวนำพันอยู่กับแกนเหล็กไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกจ่ายให้กับตัวนำนี้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนสนามแม่เหล็กก็หมุนไปด้วย สนามแม่เหล็กจะหมุนไปตัดกับตัวนำอีกชุดหนึ่งซึ่งพันอยู่กับแกนเหล็กติดอยู่รอบ ๆ ตัวถังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อตัวนำนี้ถูกสนามแม่เหล็กจากเพลลาหมุนตัด จะเกิดการเหนี่ยวนำ และเกิดแรงดันไฟฟ้าไหลในตัวนำที่ติดอยู่กับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อสร้างเป็นพลังงานไฟฟ้าและจ่ายไปตามขั้นตอนจนถึงผู้ใช้ไฟฟ้า โดยมีโครงสร้างของระบบไฟฟ้าที่ประกอบด้วย 1. ระบบกำเนิดไฟฟ้า (Generating System) 2. ระบบส่งกำลังไฟฟ้า (Transmission System) 3. ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution System) แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีขนาดไม่เกิน 20 กิโลโวลต์ไปยังสถานีแปลงแรงดันหรือลานไกไฟฟ้าส่งเข้าไปยังหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง (Step-up transformer) เพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นมีขนาด 230 กิโลโวลต์ จ่ายไปตามสายส่งไฟฟ้าแรงสูง ถึงสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง จากนั้นทำการแปลงแรงดันลงมาโดยหม้อแปลงไฟฟ้า (step-down transformer) ลดแรงดันลงมาเหลือ 69 กิโลโวลต์ และส่งผ่านไปตามสายส่งไฟฟ้าย่อยจนถึงสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย ถูกลดแรงดันลงอีกเหลือ 12,24 กิโลโวลต์ส่งผ่านไปตามสายป้อนประมุขภูมิ หรือสาย

จำหน่ายแรงดันสูงผ่านมายังหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันต่ำเพื่อลดแรงดันให้เหลือ 380 โวลต์ และ 220 โวลต์ ส่งผ่านมายังสายป้อนทุติยภูมิ หรือสายจำหน่ายแรงดันต่ำเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป ภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ส่วนประกอบขั้นตอนของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า

ที่มา: การส่งและจ่ายกำลังไฟฟ้ามวล, ชัด อินทะสี (2554).

นอกเหนือจากอุปกรณ์หลักที่สำคัญของระบบยังมีอุปกรณ์ย่อยสำหรับการทำงานของระบบคือ

เครื่องอุ่นอากาศ (Air Heater) เป็นอุปกรณ์เพิ่มอุณหภูมิแก่อากาศก่อนที่จะเข้าไปช่วยในการเผาไหม้เชื้อเพลิง เครื่องอุ่นอากาศนี้ทำงานโดยรับความร้อนจากก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อน้ำและถ่ายความร้อนดังกล่าวให้กับอากาศ

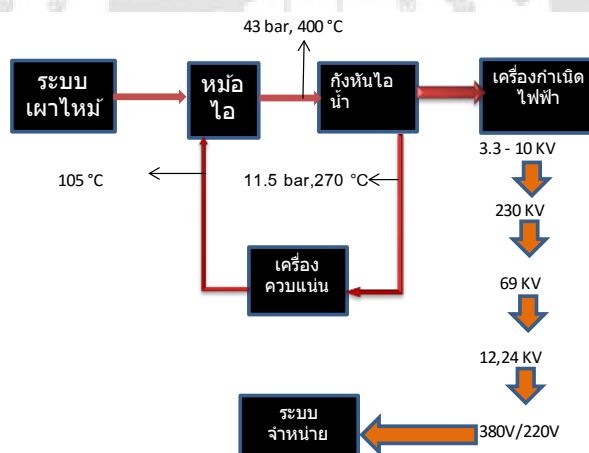
แผงท่อรับความร้อน (Economizer) คือแผงท่อน้ำซึ่งทำให้น้ำที่เข้าไปในหม้อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นอีกขั้นหนึ่ง แผงนี้จะติดตั้งอยู่บริเวณช่วงสุดท้ายก่อนที่ก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะออกจากตัวหม้อน้ำ เพื่อรับความร้อนจากก๊าซร้อนและถ่ายเทให้แก่ น้ำที่เข้าหม้อน้ำ

เครื่องแยกไอน้ำ (Boiler Drum) ลักษณะเป็นเหล็กหนารูปแคปซูลที่สามารถทนความดันและอุณหภูมิสูง ภายในเครื่องแยกไอน้ำมีอุปกรณ์ Cyclone Separator และ Steam Scrubber ทำหน้าที่แยกไอน้ำออกจากน้ำ โดยอาศัยหลักของแรงหนีศูนย์กลางและการเปลี่ยนทิศทางการไหล

เครื่องควบแน่น ทำหน้าที่ระบายความร้อน และแปรสภาพไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำเป็นน้ำ โดยภายในเครื่องควบแน่นจะรับน้ำเย็นผ่านท่อ น้ำจากหอหล่อเย็นลักษณะไหลวนเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำ จากนั้นน้ำจะถูกส่งไปยังหม้อไอน้ำโดยปั๊มน้ำต่อไป

เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าควรคำนึงถึงความเหมาะสมของปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ ได้แก่ การเลือกใช้เครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีเป็นที่แพร่หลายทั่วโลก และมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับชีวมวลที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้ใช้ได้กับชีวมวลหลายๆชนิด

การทำงานของโรงไฟฟ้าจากชีวมวลเศษไม้ยางพาราจึงเลือกใช้เทคโนโลยีกังหันไอน้ำซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงจากเศษไม้ยางพาราสับโดยนำเข้ากระบวนการเผาไหม้และนำความร้อนที่ได้ไปต้มน้ำในหม้อไอน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิ และความดันสูงไปขับกังหันไอน้ำที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสร้างเป็นพลังงานไฟฟ้า ภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ระบบการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราที่มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์

โรงไฟฟ้าชีวมวล เป็นโรงไฟฟ้าที่นำเศษวัสดุต่างๆที่เหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า หรือ ผลิตไอน้ำ ซึ่งอาจเป็นวัสดุชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดรวมกัน มาผลิตไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานในทำนองเดียวกับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนทั่วไป ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจะเริ่มด้วยการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งผ่านการกรองแล้วเข้าสู่เครื่องผลิตไอน้ำ ขณะที่ชีวมวลต่างๆถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องบดเพื่อบดให้ละเอียด ก่อนส่งไปเข้าเตาเผาเพื่อให้เกิดความร้อนในระดับสูง ความร้อนที่ได้จะช่วยให้ไอน้ำในเครื่อง

ผลิตไอน้ำกลายเป็นไอ ไอน้ำแรงดันสูงนี้ ทำหน้าที่หมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกที ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ไอน้ำที่ใช้ในการหมุนกังหันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะผ่านกระบวนการควบแน่นให้กลับมาเป็นน้ำและนำมาใช้หมุนเวียนหลายครั้ง จนสุดท้ายจึงถูกปรับคุณภาพให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมแล้วปล่อยลงสู่บ่อพักน้ำขนาดใหญ่ เพื่อให้ระเหยหายไปเองตามธรรมชาติ โดยโรงไฟฟ้าชีวมวลมี ข้อดี – ข้อจำกัดที่แตกต่างกัน สามารถการเปรียบเทียบข้อดี – ข้อจำกัด ของโรงไฟฟ้าชีวมวล ตาราง 14

ตาราง 14 การเปรียบเทียบข้อดี – ข้อจำกัด ของโรงไฟฟ้าชีวมวล

ข้อดีของโรงไฟฟ้าชีวมวล	ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าชีวมวล
1. ลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลเป็นการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และสถานการณ์ภาวะโลกร้อน	1. การจัดเก็บของเสียเช่น ฝุ่นละออง ควัน กลิ่นเสีย ผงถ่าน น้ำเสีย ก๊าซที่เป็นต้นเหตุของสภาวะเรือนกระจก หากทำได้ไม่ดี ขาดประสิทธิภาพอาจรั่วไหลออกมาจากโรงงานทำให้เกิดมลพิษ และมีผลกระทบกับชุมชนบริเวณข้างเคียง

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อดี	ข้อจำกัด
2. ประหยัดเงินตราต่างประเทศ เนื่องจากการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศมาผลิตเป็นพลังงาน เพื่อช่วยการลดการนำเข้าพลังงานฟอสซิลจากต่างประเทศ เพิ่มความมั่นคงทางเศรษฐกิจ	2. โรงไฟฟ้าชีวมวลมีความจำเป็นต้องใช้น้ำในระบบของการผลิตจำนวนมาก ในการใช้น้ำอาจทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำของชุมชน รวมถึงมีผลกระทบต่อเกษตรได้
3. เป็นการลดขยะรวมถึงการเพิ่มมูลค่าจากของเหลือทิ้งที่ไม่ได้ใช้แล้วจากการเกษตร และอุตสาหกรรม	3. การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลที่มีความชื้นสูงจะทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์การผลิตพลังงานมีคุณภาพต่ำ และก่อให้เกิดก๊าซออกไซด์ (NO _x) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (co) รวมถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก
4. เชื้อเพลิงจากชีวมวลหาได้ง่าย และเป็นการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศได้อย่างคุ้มค่า เป็นการเสริมสร้างความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศ	
5. สามารถผลิตไฟฟ้าไปพร้อมกับการดำเนินการด้านอุตสาหกรรมได้	
6. เกิดการสร้างงานในท้องถิ่น เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรที่ขายวัสดุให้กับโรงงาน	
7. ในชุมชนสามารถตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กได้เพื่อใช้เอง และขายให้การไฟฟ้าหรือภาคอุตสาหกรรม เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน	
8. ถังถ่านที่เหลือจากการผลิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น ขาย ถมดิน เป็นปุ๋ยสำหรับปลูกต้นไม้	

ที่มา: (สุชาติ สุภาพ , 2557)

6.2 ปัจจัยการประเมินความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง

การสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง ควรศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทางด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยการประเมินค่าใช้จ่ายตั้งแต่เริ่มต้นตลอดระยะเวลาของโครงการรวมถึงผลตอบแทนการลงทุนตั้งโรงไฟฟ้า และด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยทำการศึกษาความเป็นไปได้โดยใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการ

แปรรูปไม้ยางพารา คือ เศษไม้ยางพารา ชี้เลื่อย ชักบ เพื่อบริโภคไฟฟ้าขายเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า โดยสอดคล้องกับหลักเกณฑ์การรับซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้า ตลอดจนการศึกษาข้อจำกัด และ กำหนดแนวทางแก้ปัญหาที่ชัดเจนเพื่อให้เกิดความสำเร็จจากการลงทุน ดังนั้น จะต้องรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ควรพิจารณา ดังนี้

6.2.1 ปริมาณชีวมวล

สำหรับการประเมินศักยภาพปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา พบว่ามีปริมาณเพียงพอ ที่ผ่านมายังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง อีกทั้งมีศักยภาพมากพอสำหรับการนำไปเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่ควรส่งเสริม และพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในการผลิตเป็นพลังงานทดแทนแหล่งพลังงานจากฟอสซิล เพียงแต่ชีวมวลที่นำมาใช้นั้นมีความจำเป็นจะต้องศึกษาอย่างละเอียดถึงความเพียงพอต่อการใช้งานในกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่องของแต่ละวันรวมถึงการสำรองไว้ใช้ในเวลาที่ฉุกเฉิน ดังนั้นจึงควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา ได้แก่ ราคาของชีวมวล ฤดูกาลเพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ ภัยธรรมชาติ และความสามารถในการเก็บรวบรวมชีวมวล เนื่องจากชีวมวลเป็นผลผลิตทางการเกษตรจึงอาจทำให้ชีวมวลขาดช่วงซึ่งวิธีแก้ไขโดยทำการสำรองชีวมวลไว้จำนวนหนึ่งช่วงฤดูกาลของการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อสามารถนำมาใช้ในชว่่นนอกฤดูเก็บเกี่ยวหรือการหาชีวมวลอื่นเข้ามาเสริมหรือทดแทนเชื้อเพลิงหลัก รวมถึงสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลที่เหมาะสมกับแหล่งชีวมวล และต้นทุนการผลิตซึ่งได้แก่ ต้นทุนการรวบรวม ต้นทุนการแปรรูป และต้นทุนการขนส่ง (ภายในรัศมีไม่เกิน 50 กิโลเมตร) เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นที่อาจส่งผลกระทบต่อ การดำเนินโครงการ (บุษบา พุกษา พันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจกุลนุกะจ และคณะ, 2555)

6.2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากชีวมวลเศษไม้ยางพารานั้นสิ่งสำคัญคือการศึกษาทำการผลิตที่เหมาะสม ระบบการผลิตไฟฟ้า ระบบการผลิตไอน้ำ โดยการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับเชื้อเพลิงชีวมวลจากชีวมวลเศษไม้ยางพาราที่มีความทันสมัย และมีประสิทธิภาพ ตลอดจนระบบส่งไฟฟ้าถึงจุดเชื่อมโยงเข้ากับระบบของการไฟฟ้า (กระทรวงพลังงาน , 2554)

6.2.3 แหล่งน้ำ

น้ำที่นำมาใช้ในโรงไฟฟ้าชีวมวลจากชีวมวลเศษไม้ยางพารานั้นมีความสำคัญต่อระบบการผลิตของโรงไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งการใช้งานในรูปแบบของระบบน้ำป้อนให้กับหม้อไอน้ำ การใช้งานในรูปแบบของระบบน้ำหล่อเย็น หรือน้ำที่ใช้สำหรับอุปโภค บริโภคภายในโรงงาน การเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบจากแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงมีความ

จำเป็นต้องศึกษาถึงแหล่งน้ำ และปริมาณน้ำให้มีความเพียงพอต่อการใช้งาน และระบบการผลิตของโรงไฟฟ้ารวมถึงการกักตุนน้ำเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะต้องถูกบำบัดโดยกรรมวิธีที่เหมาะสมเพื่อหาแนวทางระบายน้ำเสียออกจากโรงไฟฟ้า และจะต้องไม่สร้างผลกระทบกับประชาชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงโรงไฟฟ้า (กระทรวงพลังงาน, 2554)

6.2.4 มวลสารที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา

โรงไฟฟ้าถือเป็นโรงงานชนิดหนึ่ง (ประเภท 3) มวลสารจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ฝุ่นละออง และไนโตรเจนออกไซด์ จะต้องถูกควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (กระทรวงอุตสาหกรรมประกาศข้อกำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานพ.ศ.2549) สำหรับการกำจัดเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากชีวมวลเศษไม้ยางพาราจะต้องทำการกำจัดเชื้อเพลิงให้ถูกวิธีไม่ว่าจะเป็นการจี้เก็บ การเคลื่อนย้าย หรือกำจัดออกจากบริเวณโรงไฟฟ้าจะต้องไม่สร้างผลกระทบกับประชาชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงโรงไฟฟ้ารวมถึงไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (กระทรวงพลังงาน, 2554)

สิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา คือ งบประมาณ การคำนวณหาผลตอบแทนการลงทุนของโครงการจากการผลิตไฟฟ้าที่ขายให้แก่การไฟฟ้า แหล่งเงินสำหรับการดำเนินการโครงการ เช่น เงินทุนของผู้ประกอบการ การสนับสนุนจากภาครัฐ ดอกเบี้ยเงินกู้ แหล่งเงินทุนจากนักลงทุนทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รวมถึงการศึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจและสังคมทางด้านนโยบายของรัฐ ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อการผลิตปริมาณชีวมวล และรายได้ของโครงการในกรณีที่โครงการมีกำลังการผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ 10 เมกะวัตต์ขึ้นไป จะต้องมีการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการตามแนวทางของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติหรือหากขนาดของโรงไฟฟ้าใหญ่กว่า 6 เมกะวัตต์ผู้ประกอบการจะต้องศึกษากระบวนการจัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชนรอบพื้นที่โรงไฟฟ้า ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กระทรวงพลังงาน , 2554)

7. เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน

การวิเคราะห์ และศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจลงทุน โดยประเมินหาตัวชี้วัดความคุ้มค่าในการลงทุนประกอบด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) และอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio หรือ B/C) ผลจากการศึกษานำมาพิจารณาร่วมกับผลของการศึกษาทางด้านวิศวกรรมเพื่อวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการสำหรับประเมินผลตอบแทนต่อการลงทุน ซึ่งดูจากค่าของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ และอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนโครงการประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมถึง

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการ ได้แก่ผลประโยชน์ของการผลิตไฟฟ้า จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการเงิน เพื่อคำนวณหาต้นทุน และหาผลตอบแทนทางการเงิน เพื่อการพิจารณาในการตัดสินใจลงทุน โดยคำนึงถึงอัตราเงินเพื่อเงินสนับสนุนของราคาไฟฟ้าจากรัฐบาล เพื่อประเมินค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ของโครงการทางการเงินซึ่งเป็นรายได้หลังการจำหน่ายไฟฟ้า โดยใช้เกณฑ์ และราคาที่กำหนดตามระเบียบการรับซื้อไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของการผลิตไฟฟ้าของโครงการภายหลังการประเมินด้านวิศวกรรม ซึ่งผลการวิเคราะห์งบประมาณที่ใช้ลงทุนทั้งหมด วิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงิน วิเคราะห์ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ได้จากการผลิต และรายได้จากการขายไฟฟ้า และเข้าสู่การตัดสินใจ (กระทรวงพลังงาน, 2554: 52 - 53) โดยเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อการลงทุนด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย

7.1 มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ หมายถึงมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดของโครงการคำนวณได้จากการทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุของโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบันสำหรับโครงการที่เหมาะสมกับการลงทุนนั้นต้องมีมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (NPV) มากกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ มากกว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายของโครงการ (กระทรวงพลังงาน ,2554 : 52 - 53) มีสูตรคำนวณดังนี้ (วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน, 2558: 50 - 53)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \left[\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0 \right]$$

โดยกำหนดให้ :

B_t = ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_0 = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

t = ปีการดำเนินงานโครงการ คือ ตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3 n

n = อายุโครงการ

i = อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

7.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ หมายถึงอัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับทั้งหมดเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่ายทั้งหมด หรือหมายถึงอัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี โดยหากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ในเวลานี้สูงกว่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่คำนวณได้แสดงว่าไม่คุ้มค่าสำหรับการลงทุน แต่หากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ในเวลานี้ต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่คำนวณได้แสดงว่าคุ้มค่าสำหรับการลงทุน (กระทรวงพลังงาน, 2554: 52 - 53)

การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (หรือ r) สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีการทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีก (Trial and error) เพื่อหาระดับค่าของอัตราส่วนลด (r) จนทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณดังนี้ (วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน , 2558 : 50 - 53)

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

โดยกำหนดให้ :

PV_b = ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ

PV_c = ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ

B_t = ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_0 = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

i = อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้

t = ปีการดำเนินงานโครงการ คือ ตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3, n

n = อายุของโครงการ

7.3 อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio หรือ B/C Ratio)

อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน กับผลรวมมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการใดๆ ก็คือ B/C Ratio จะต้องมีความมากกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดต้องมีค่าเท่ากับ 1 ($B/C \geq 1$) ทั้งนี้เนื่องจากถ้า $B/C > 1$ ย่อมหมายความว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายที่เสียไปพอดี

อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุนนี้ในทางธุรกิจเรียกว่า ดัชนีผลกำไร (Profitability Index: PI) (วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน, 2558: 50 - 53) ซึ่งมีวิธีการคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\frac{B}{C} [\text{ratio}] = \frac{PV_b}{PV_c}$$

หรือ

$$\frac{B}{C} [\text{ratio}] = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0}$$

โดยกำหนดให้ :

B_t = ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เกิดขึ้นในปีที่ t

r = อัตราส่วนลด (discount rate) หรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

t = ปีการดำเนินงานโครงการ คือ ตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3 n

n = อายุโครงการ

8. นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้

โดยข้อมูลอ้างอิงจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน (2557) โดยมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติครั้งที่ 2/2557 (ครั้งที่ 147) เกี่ยวกับนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ สำหรับปี พ.ศ. 2558 (ไม่รวมพลังงานแสงอาทิตย์)

การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ หมายถึง มาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการเอกชนเข้ามาลงทุนในธุรกิจโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมีต้นทุนค่อนข้างสูง) ซึ่งอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามค่าไฟฟ้าฐาน และค่า F_t ทำให้มีความชัดเจนของราคา และเกิดความเป็นธรรม

เหตุผลในการใช้อัตรารับซื้อไฟฟ้ารูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ ซึ่งได้แก่

1. เพื่อให้สอดคล้องกับต้นทุนของพลังงานหมุนเวียนในแต่ละประเภทอย่างแท้จริง รวมถึงให้มีการทบทวนต้นทุนอย่างต่อเนื่อง

2. เพื่อช่วยลดภาระค่าไฟฟ้าของประชาชน เนื่องจากลักษณะของการอุดหนุนอัตราซื้อไฟฟ้าแบบค่อยเป็นค่อยไปตามช่วงเวลาของโครงการ ซึ่งมีระยะเวลาสนับสนุนยาวนานกว่ารูปแบบ Adder

3. หน่วยงานภาครัฐสามารถวางแผนสำหรับการจัดหาไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้อย่างชัดเจน เนื่องจากผู้ประกอบการจะดำเนินโครงการอย่างต่อเนื่องตลอดอายุสัญญา

4. ผู้ประกอบการมีรายได้จากการขายไฟฟ้า โดยมีผลตอบแทนการลงทุนที่เหมาะสม สอดคล้องกับต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง ซึ่งจะทำให้เกิดความเป็นธรรมทั้งผู้ประกอบการ และประชาชนผู้ใช้ไฟฟ้า

ข้อเสนออัตราซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ FiT มีดังนี้

1. การจัดทำอัตรา FiT โดยคิดจากต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่แท้จริง รวมกับผลตอบแทนการลงทุน (IRR) ที่เหมาะสม โดยศึกษาสมมติฐานทางการเงิน ได้แก่ ผลตอบแทนการลงทุน สัดส่วนหนี้สินต่อทุน อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ระยะเวลาใช้คืนเงินกู้ และสมมติฐานทางด้านเทคนิค ได้แก่ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า ทั้งต้นทุนของเครื่องจักร ค่าบำรุงรักษา ค่าเชื้อเพลิง ที่มีการปรับตามอัตราเงินเฟ้อขึ้นพื้นฐาน โดยกำหนดรูปแบบอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1.1 กลุ่มที่ไม่มีต้นทุนเชื้อเพลิง (ลม , น้ำ) จะกำหนดอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้คงที่ตลอดอายุสัญญา

1.2 กลุ่มที่มีต้นทุนเชื้อเพลิง (ขยะ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ) จะมีการปรับต้นทุนเชื้อเพลิงทุกปี

2. เพื่อให้การจัดทำอัตราของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้มีความสมบูรณ์ กระทรวงพลังงานได้จัดรับฟังความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดสมมติฐานเพื่อจัดทำอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้กับกลุ่มผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในกลุ่มที่มีต้นทุนเชื้อเพลิง (ขยะ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ) รวมทั้งรับฟังข้อเสนอแนะต่างๆ ในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

3. ปัจจุบันโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมีข้อจำกัดทางด้านศักยภาพของระบบส่งไฟฟ้า ซึ่งกระทรวงพลังงานร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอยู่ระหว่างกำหนดปริมาณรายพื้นที่เพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้าเพื่อให้สามารถรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นได้ในอนาคต ดังนั้นระหว่างที่ยังมีข้อจำกัดศักยภาพของระบบส่งไฟฟ้า จึงเสนอให้กำหนดอัตราซื้อไฟฟ้าในรูปแบบอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ สำหรับโครงการที่มีขนาดเล็กกว่า 10 เมกะวัตต์ (VSPP) พร้อมทั้งกำหนดปริมาณที่จะใช้ประกาศรับซื้อในปี 2558 ก่อน ซึ่งการเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนรอบใหม่จะมีการปรับปรุงรูปแบบจากการรับซื้อ

จากระบบรับซื้อตามลำดับการยื่นข้อเสนอที่มีความพร้อมก่อน เป็นการคัดเลือกข้อเสนอโครงการ โดยใช้รูปแบบการแข่งขันทางด้านราคา

4. กระทรวงพลังงาน ได้จัดทำอัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (VSPP) แยกตามประเภทเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (ยกเว้นพลังงานแสงอาทิตย์) เพื่อใช้เป็นราคาเริ่มต้นในการแข่งขันทางด้านราคา โดยกำหนดการคัดเลือกจากข้อเสนอโครงการที่เสนอส่วนลดสูงสุดของอัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ ในส่วนคงที่อัตรารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ก่อน และเรียงลำดับตามส่วนลดที่เสนอจนครบปริมาณตามเป้าหมาย รวมถึงได้มีการรวมอัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ แบบพิเศษ เพิ่มเติมจากอัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ปกติ สำหรับบางประเภทเทคโนโลยี เพื่อสร้างแรงจูงใจการลงทุนสำหรับโครงการตามนโยบายรัฐบาล และโครงการในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานในพื้นที่ สูตรโครงสร้างของอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. อัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนคงที่ (FiTF) ซึ่งจะคงที่ตลอดอายุโครงการ
2. อัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนแปรผัน (FiTV) จะปรับเพิ่มขึ้นตามค่าอัตราเงินเฟ้อขึ้น พื้นฐาน (Core inflation) เฉลี่ยของปีก่อนหน้า ตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์
3. อัตรารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ (FiT Premium) ตามนโยบายของภาครัฐที่ต้องการสร้างแรงจูงใจการลงทุนบางประเภทเชื้อเพลิง ตาราง 15

ตาราง 15 การเปรียบเทียบนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนระหว่างรูปแบบของ
Adder กับรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT)

รูปแบบ Adder	รูปแบบ Feed – in Tariff (FIT)
ผู้ประกอบการจะได้รับ Adder เพิ่มเติมจากค่าไฟฟ้าฐาน + Ft ในการขายไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 7 หรือ 10 ปี	ผู้ประกอบการภาคเอกชนจะมีรายได้และผลตอบแทนการลงทุนที่เหมาะสมจากการราคาการขายไฟฟ้าคงที่ตลอดอายุสัญญา 20 หรือ 25 ปี
การสนับสนุนในรูปแบบ Adder จะมีเวลา 7-10 ปีสามารถสร้างแรงจูงใจให้	ภาครัฐมีความมั่นใจว่าผู้ประกอบการจะมีแรงจูงใจในการผลิตไฟฟ้าตลอดอายุสัญญา 20 หรือ 25 ปี
ผู้ประกอบการภาคเอกชนลงทุนมากกว่าทำให้ระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้นซึ่งอาจส่งผลให้	
ผู้ประกอบการภาคเอกชนหยุดดำเนินโครงการภายหลังการสิ้นสุดการสนับสนุนในรูปแบบ Adder	
หลังหมดระยะเวลาการสนับสนุนในรูปแบบ Adder ผู้ประกอบการสามารถขายไฟฟ้าได้ในราคาขายส่งเฉลี่ย + Ft ซึ่งมีความไม่แน่นอนสูงในอนาคต ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้ประกอบการ ความไม่เป็นธรรมต่อภาครัฐบาลและประชาชน	หน่วยงานรัฐบาลสามารถวางแผนสำหรับการจัดหาไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนได้ชัดเจนและ ทราบต้นทุนค่าไฟฟ้าล่วงหน้าในราคาคงที่เป็นระยะเวลา 20-25 ปี ซึ่งจะลดความผันผวนด้านราคาไฟฟ้า ทำให้ปัญหาความซ้ำซ้อนในโครงสร้างค่าไฟฟ้าหมดไป ทั้งนี้ ในอนาคต FIT อาจทำให้เกิด Grid parity ได้

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)

9. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รุ่งรัตน์ เรืองสังข์ (2549) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการลงทุนผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวล : กรณีของบริษัทด่านช้างไบโอ-เอ็นเนอร์ยี จำกัด เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางการเงินในการลงทุนผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลของ บริษัท ด่านช้างไบโอ-เอ็นเนอร์ยี จำกัด ด้วยระบบ Cogeneration มีกำลังผลิตติดตั้งรวม 53 เมกะวัตต์ขายให้กับ การไฟฟ้า สัญญาซื้อขายแบบมีอายุสัญญา 21 ปี มีปริมาณไฟที่ขายเท่ากับ 27 เมกะวัตต์ การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินพิจารณาจากค่าตัวชี้วัด คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย และระยะเวลาคืนทุน โดยมีอายุโครงการ 21 ปี เท่ากับอายุสัญญาซื้อขายไฟ มีอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7.25 ต่อปี พบว่าโครงการมีค่าใช้จ่ายในลงทุนประมาณ 2,752 ล้านบาท มีค่าใช้จ่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าประมาณ 294.17 ล้านบาทต่อปี มีรายรับเท่ากับ

676.58 ล้านบาทต่อปี การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในสภาวะปกติ พบว่าโรงไฟฟ้ามีผลตอบแทนทางการเงินเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1(753.37 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 19.91 อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.24 มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 5 ปี 9 เดือน ถือว่าโครงการมีกำไรคุ้มค่าต่อการลงทุน การวิเคราะห์ค่าความแปรเปลี่ยน พบว่าโครงการสามารถรับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายได้ไม่เกินร้อยละ 19.53 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด และผลประโยชน์ลดลงได้ไม่เกินร้อยละ 24.26 ของผลประโยชน์ทั้งหมด การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ โดยให้ราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และปริมาณเชื้อเพลิงลดลงร้อยละ 30 รวมทั้งกรณีที่โครงการไม่ขอรับเงินสนับสนุนค่าพลังงานไฟฟ้าผลการวิเคราะห์ของทุกสถานการณ์ พบว่าโครงการยังคงมีกำไรคุ้มค่าการลงทุน

ไชยา สติริยากร (2550) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ โดยใช้พลังงานชีวมวลสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก ภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 กรณี คือ

1. ศึกษาความเหมาะสมและความคุ้มค่าในการลงทุนและพัฒนาการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 10 เมกะวัตต์โดยใช้พลังงานชีวมวล พบว่าโครงการที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่มีปัจจัยเสี่ยงในด้านราคาชีวมวลที่แปรผันตามฤดูกาลเก็บเกี่ยวและค่าขนส่งจากไร่ของเกษตรกรมาถึงโรงไฟฟ้าจะมีความแตกต่างกันตามระยะทาง ทำให้โรงไฟฟ้าต้องกำหนดเขตพื้นที่ที่จะรับวัตถุดิบไว้ไม่เกิน 100 กิโลเมตรจากโรงงาน

2. เพื่อศึกษาแนวทางในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 10 เมกะวัตต์โดยใช้พลังงานชีวมวล พบว่าที่ตั้งของโรงไฟฟ้าควรอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ และแหล่งน้ำสำหรับเครื่องจักร และเทคโนโลยีการผลิตส่วนใหญ่ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นเรื่องยากในการพัฒนา และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต อีกทั้งยังมีข้อจำกัดของแหล่งเชื้อเพลิงหลักหากเกิดขาดแคลน หรือ มีราคาสูงขึ้น การปรับเปลี่ยนชีวมวลประเภทอื่นมาใช้ทดแทนเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก เช่น การขาดแคลนแกลบที่เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไอน้ำ ในช่วงฤดูฝนทำให้มีแนวความคิดที่จะใช้หญ้ามันสำปะหลังเป็นพลังงานทดแทน แต่มีข้อจำกัดเรื่องผลกระทบที่มีต่ออุปกรณ์และระบบหากเปลี่ยนประเภทเชื้อเพลิงจึงต้องมีกาทดสอบและปรับปรุงอุปกรณ์และระบบก่อนการดำเนินงานจริง

3. ศึกษาผลกระทบด้านมลภาวะและสิ่งแวดล้อม พบว่าในการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ควรจะมีการวางระบบในการป้องกันอย่างเข้มงวด แต่ในการดำเนินงานจริงปัญหาในเรื่องผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมยังคงมีอยู่บ้าง เช่น กรณีฝุ่นที่เกิดจากการขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งวัตถุดิบเข้าสู่โรงไฟฟ้า และการขนถ่ายลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่พื้นที่เก็บ การผลิตไฟฟ้าโดยทั่วไปจะก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านฝุ่นควันและก๊าซพิษในอากาศ สารเคมีตกค้างในน้ำ และมลพิษทางเสียงที่เกิดจากเครื่องจักรในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่เกิดอย่างต่อเนื่อง

ปรกรณ์ ณะคำปา (2552) ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของต้นทุนภายนอกต่ออัตราารับซื้อไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก การสร้างแรงจูงใจในการลงทุน ด้านพลังงานทดแทนเพื่อ ความมั่นคงในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศนั้น จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนและส่งเสริม อย่างต่อเนื่องและเป็นรูปธรรม การสนับสนุนการผลิตด้วยการกำหนดราารับซื้อไฟฟ้าให้ สอดคล้องกับมูลค่าประโยชน์จากผลกระทบภายนอกที่แท้จริง พบว่ามูลค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นมีค่าเป็น บวก และต้นทุนภายนอกในเชิงบวก ที่มีกำลังการผลิต 250 กิโลวัตต์และ 900 กิโลวัตต์ มีมูลค่า ผลกระทบภายนอกเชิงบวกเท่ากับ 6.80 และ 6.82 บาทต่อกิโลวัตต์ เนื่องจากต้นทุนภายนอกที่มี ผลกระทบต่อเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมมีผลกระทบเชิงบวกมากกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล และ สามารถนำการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่า เศรษฐกิจประเภท ไม่โตเร็ว เข้าร่วมโครงการกลไก การพัฒนาที่สะอาด (CDM) แล้วนำมูลค่านั้นมาคำนวณเพื่อเพิ่มส่วนสนับสนุนการใช้พลังงาน ทดแทน ในการคิดอัตราารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ (feed-in tariff) พบว่ากรณีโรงไฟฟ้า ชีวมวลขนาด กำลังการผลิต 250 กิโลวัตต์ ค่าอัตราส่วนเพิ่มเมื่อรวมต้นทุนภายนอกสูงสุดอยู่ที่ 7.12 (feedintariff) บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง ซึ่งจะส่งผลให้อัตราารับซื้อไฟฟ้ามีราคาสูงขึ้น

พัสดราภรณ์ วรรณอาภา (2553) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของ โครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง ภายใต้การศึกษา 3 กรณี คือ 1. ศึกษาสภาพทั่วไปของชีวมวลและการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน 2. เพื่อ ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถิน ยักษ์เป็นเชื้อเพลิง 3. เพื่อทำการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ 2 ด้าน คือ การทดสอบ ค่าความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนและการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนด้านผลประโยชน์ภายใต้อายุ โครงการ 20 ปี เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2573 วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการ ด้านมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน โดยใช้อัตรา ดอกเบี้ยร้อยละ 7.74 พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 41,154 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 17.49 และอัตราส่วนผลประโยชน์ ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.25 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของโครงการ พบว่าค่าความแปรเปลี่ยน ของโครงการส่วนของต้นทุนและผลประโยชน์มีความเสี่ยงในระดับค่อนข้างสูง ผลการศึกษาความ เป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างมากมีมูลค่าปัจจุบัน สุทธิเท่ากับ 124.318 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 35.95 และ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.00 การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิ เคชันเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย แต่ยังมี ความคุ้มค่าทางการเงินค่อนข้างน้อย จึงไม่เป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้ลงทุนภาคเอกชน ดังนั้นรัฐบาล จึงควรมีการสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้ลงทุนเอกชนเพื่อเป็นการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานทดแทนด้วยเทคโนโลยีที่สะอาดอย่างยั่งยืน

เก็จไพลิน คำเพาะ (2553) ได้ศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลจากแกลบและเหง้ามันสำปะหลังในจังหวัดศรีสะเกษ การศึกษา 3 กรณี คือ ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนทางการเงิน วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโครงการ และศึกษาปัญหาการดำเนินโครงการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลที่ใช้แกลบและเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง พบว่ากรณีที่ขายไฟฟ้าในสัญญาระยะสั้น (SPP Non Firm Contract) การลงทุนที่มีความคุ้มค่าที่สุดคือ กรณีการใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 1,005 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 20 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.96 กรณีที่ขายไฟฟ้าในสัญญาระยะยาว (SPP Firm Contract) การลงทุนมากที่สุดคือในกรณีใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ได้เท่ากับ 737 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในการลงทุนเท่ากับร้อยละ 14 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.50 ผลการวิเคราะห์ทางด้านการแปรเปลี่ยน พบว่ากรณีที่มีความเสี่ยงต่ำที่สุด คือ กรณีใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง การขายไฟฟ้าในสัญญาระยะสั้นวิเคราะห์ค่าความแปรเปลี่ยน พบว่าค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 69.28 ของค่าการใช้จ่ายทั้งหมด หรือผลประโยชน์ลดลงถึงร้อยละ 40.94 ของผลประโยชน์ทั้งหมด ปัญหาและอุปสรรคการดำเนินการของโครงการ พบว่ามีอยู่ 3 ด้าน คือ ปัญหาด้านเงินลงทุนของโครงการ ปัญหาด้านเชื้อเพลิงวัตถุดิบ และปัญหาด้านราคารับซื้อไฟฟ้าที่ไม่แปรผันกับราคาเชื้อเพลิงวัตถุดิบ

ณัฐริทธิ์ ลักษณะอารีย์ (2555) ได้ศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ การศึกษา 3 กรณี คือ

1. เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าชีวมวล พบว่าชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้ามี 3 ชนิด คือ ทางปาล์ม เศษไม้ยางพารา กะลามะพร้าวโดยใช้เครื่องยนต์แก๊สซิฟิเคชัน (Gassifier) และเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า (Gas Engine Generator) ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีรายได้จาก 2 ส่วน คือ รายได้ส่วนที่ 1. รายได้จากการขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าภูมิภาคใน 2 ช่วงเวลาดังนี้ 1. ช่วง On peak ราคา 2.9278 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง 2. ช่วง Off peak ราคา 1.1154 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง และรายได้ไฟฟ้าผันแปร 0.9373 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง รายได้ส่วนที่ 2. เป็นรายได้จากการขายถ่านในราคากิโลกรัมละ 5 บาท

2. วิเคราะห์แนวโน้มทางปาล์ม เศษไม้ยางพารา กะลามะพร้าว และการวิเคราะห์สัดส่วนชีวมวลด้วยโปรแกรมเชิงเส้น พบว่าปาล์ม เศษไม้ยางพารา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด สำหรับมะพร้าวมีแนวโน้มลดลง โดยทางปาล์มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.4 ตันต่อปี เศษไม้ยางพารามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 ตันต่อปี แต่กะลามะพร้าวมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 0.23 ตันต่อปี การวิเคราะห์สัดส่วนชีวมวลทั้ง 3 ชนิดด้วยโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหาปริมาณสำรองต้นทุนต่ำโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่าการใช้ทางปาล์มเพียงชนิดเดียวนั้นจะมีต้นทุนต่ำที่สุด และเลือกพื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าที่ อำเภอบางสะพานน้อยและเป็นแหล่งปลูกปาล์มมากที่สุด ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

3. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงไฟฟ้าชีวมวล พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 106,210,723 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 13.42 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.3 มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 9 ปี 1 เดือน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำหรับการประเมินศักยภาพ และเทคโนโลยีรวมถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในการจัดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา ซึ่งทำการศึกษาศักยภาพของเศษไม้ยางพาราเพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำหรับการผลิตโรงไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพารา และการวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุนโดยการวิเคราะห์ 3 กรณี คือ 1. กรณีฐาน โดยทำการวิเคราะห์ในลักษณะของผู้ประกอบการเป็นผู้ลงทุนเอง 2. กรณีหาต้นทุนที่แท้จริงโดยให้ $IRR = 0$ และ 3. กรณีการขอรับเงินสนับสนุนเพื่อให้ผู้ลงทุนสามารถดำเนินธุรกิจได้

3.1 ข้อมูลที่จำเป็นในการวิจัย

ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุนใช้ชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้า การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานราชการ หน่วยงานของเอกชน และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ข้อมูลสถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี
2. ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก การตัดโค่นไม้ยางพารา และจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา ในเขตพื้นที่ 14 จังหวัดของภาคใต้ เพื่อประเมินศักยภาพของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานชีวมวล จากข้อมูลของสำนักงานการยางแห่งประเทศไทย
3. ข้อมูลการสร้าง และการลงทุนเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าประเภทกังหันไอน้ำจากการเผาไหม้ด้วยเชื้อเพลิงชีวมวลจากตัวแทนจำหน่ายเครื่องจักรชีวมวลแห่งหนึ่งในประเทศ
4. ข้อมูลอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ใช้ลงทุนในโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล จากสถาบันการเงิน
5. ข้อมูลอัตราเงินเฟ้อสูงสุดของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี จากธนาคารแห่งประเทศไทย

3.2 การประเมินศักยภาพของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานชีวมวล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของศักยภาพเชิงปริมาณ และความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนเชิงสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารากำลังการผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์ โดยประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเป็นเศษไม้ยางพาราจากโรงงาน

อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ในเขตจังหวัดภาคใต้ 14 จังหวัด โดยใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกยางพารา ระหว่างปี พ.ศ.2548 – 2558 โดยใช้สมการเส้นตรงอย่างง่ายในการพยากรณ์แนวโน้มของพื้นที่เพาะปลูก ภายใต้สมมติฐานการเติบโตแบบปกติและไม่มีการเปลี่ยนนโยบายของภาครัฐ (สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2555) พบว่า การเพาะปลูกยางพารามีพื้นที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนของการแปรรูปผลผลิตไม้ยางพาราที่แปรผันตรงกับพื้นที่เพาะปลูกเมื่อยางพาราครบอายุการโค่นโดยประมาณ 20 ปี พบว่า พื้นที่เพาะปลูกยางพาราจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไม้ยางพาราที่เข้าสู่โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา สมการที่ 1

$$\text{ปริมาณชีวมวล (ตัน)} = \text{พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)} \times \text{สัดส่วนการแปรรูปไปเป็นชีวมวล(0.45 ตันต่อไร่)} \dots\dots\dots(1)$$

สมการ (1) สามารถอธิบายได้จากพื้นที่โค่นต้นยางพารา 1 ไร่ มีต้นยางพาราประมาณ 65 ต้น ซึ่งสามารถหาปริมาณไม้ยางพาราเฉลี่ย 38 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และหาความหนาแน่นเชิงมวล (bulk density) ได้ 0.77 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งทำให้สามารถประเมินน้ำหนักของไม้ยางพาราที่เป็นชีวมวลทั้งหมดได้ 0.45 ตันต่อไร่ (บุษบา พฤษชาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจุลณุกิจ และคณะ , 2555)

$$\text{ปริมาณเศษไม้ที่ไม่นำไปใช้ประโยชน์ (ตัน)} = \text{ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น (ตัน)} \times \text{ค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (0.1)} \times \text{ค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ (0.9)} \dots\dots\dots(2)$$

สมการ (2) แสดงวิธีการหาปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ของเศษไม้ยางพารา(สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2555) เมื่อนำปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น คูณกับค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) ของเศษไม้ยางพาราที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 10 ของชีวมวลทั้งหมด และค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของชีวมวลที่เกิดขึ้น (surplus availability factor) คิดเป็นร้อยละ 90 ของค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio)

$$\text{ปริมาณชี้อย่อยที่ไม่นำไปใช้ประโยชน์ (ตัน)} = \text{ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น (ตัน)} \times \text{ค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (0.03)} \times \text{ค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ (0.8)} \dots\dots\dots(3)$$

สมการ (3) แสดงวิธีการหาปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์จากชี้เลี้ยงจากกระบวนการแปรรูปไม้ยางพารา (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, บุญรอด สัจกุลนุกิจ และคณะ, 2555) โดยมีค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) คิดเป็นร้อยละ 3 ของชี้เลี้ยงทั้งหมด และค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของชี้เลี้ยงที่เกิดขึ้น (surplus availability factor) คิดเป็นร้อยละ 80 ของค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) ของชี้เลี้ยงที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากการแปรรูปไม้ยางพาราในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราจะพบว่ามีความสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ 2 ประเภท คือ เศษไม้ยางพารา และชี้เลี้ยง โดยมีศักยภาพในเชิงปริมาณคิดเป็นปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ แสดงในสมการ (4)

$$\begin{aligned} \text{ศักยภาพเชิงปริมาณชีวมวล} &= \text{พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)} \times \text{สัดส่วนการแปรรูปไปเป็นชีวมวล} \\ (0.45 \text{ ต้นต่อไร่}) \text{ ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิง (ตัน)} \times &\text{ผลรวมชีวมวลยังไม่ได้ใช้ประโยชน์} \\ (0.114) &\dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

สมการ (4) สามารถประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเศษไม้ยางพาราที่ยังไม่มีการใช้ในแต่ละวันในส่วนของแต่ละจังหวัด เพื่อใช้พิจารณาปริมาณสำรองเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเพียงพอต่อการป้อนให้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพารากำลังการผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เงินลงทุน คำนวณจากการเก็บข้อมูลของโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตพลังงานจากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และข้อมูลทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ จากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย ประกอบด้วย

1. เงินลงทุน ได้แก่ ค่าเครื่องจักร ค่าติดตั้ง และค่าก่อสร้าง
2. ส่วนของทุน ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างหนี้สินหารด้วยเงินลงทุน
3. เงินค้ำระหว่างงวด กำหนดเป็น 7 ปี

3.3.2 ต้นทุนการผลิต

1. ค่าเช่าที่ดินสำหรับก่อสร้างโรงไฟฟ้ารวมเป็นเงิน 7,200,000.00 บาทต่อปี
2. เจ้าหน้าที่บุคคลจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 15,000.00 บาท
3. แม่บ้านและคนสวนจำนวน 2 คน ค่าจ้างต่อคนเดือนละ 9,000.00 บาท
4. พนักงานรักษาความปลอดภัยจำนวน 4 คน ค่าจ้างต่อคนเดือนละ 9,000.00 บาท

5. เจ้าหน้าที่บัญชีจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 15,000.00 บาท
6. เจ้าหน้าที่การเงินจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 15,000.00 บาท
7. เจ้าหน้าที่คลังสินค้าจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 15,000.00 บาท
8. เจ้าหน้าที่จัดซื้อจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 15,000.00 บาท
9. หัวหน้าประจำกะจำนวน 2 คน ค่าจ้างต่อคนเดือนละ 15,000.00 บาท
10. ช่างเทคนิคจำนวน 4 คน ค่าจ้างต่อคนเดือนละ 12,000.00 บาท
11. ผู้ช่วยช่าง 4 คน ค่าจ้างต่อคนเดือนละ 12,000.00 บาท
12. จป.วิชาชีพจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 15,000.00 บาท

3.3.3 ต้นทุนการบริหาร

1. กรรมการผู้จัดการจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 50,000.00 บาท
2. ผู้จัดการทั่วไปจำนวน 1 คน ค่าจ้างเดือนละ 30,000.00 บาท

3.3.4 รายได้ทางตรง จากการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบของการไฟฟ้า

1. การจำหน่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบในราคา 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (เทียบเท่ากับโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์)
2. การจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตส่วนเพิ่ม

3.3.5 อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ กำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้าย่อยชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556)

3.3.6 อัตราดอกเบี้ยเงินเฟ้อ กำหนดอัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย)

3.3.7 ค่าเสื่อมสภาพ จะคิดเฉพาะราคาเครื่องจักรหารด้วยระยะโครงการ โดยไม่คิดค่าการขายซาก

3.3.8 ระยะเวลาโครงการ กำหนดเป็น 15 ปี

3.3.9 ระยะเวลาการทำงาน กำหนดเป็น 5 วันต่อสัปดาห์

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมสำเร็จรูปอย่างง่ายในการคำนวณ การคำนวณข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel และแบ่งตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

1. เงินลงทุน
2. ส่วนของทุน
3. ค่าเสื่อมราคา
4. รายได้

5. ต้นทุนการผลิต
6. ต้นทุนการบริหาร
7. ดอกเบี้ย

3.5 ภาพจำลองเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราจำเป็นต้องศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้พิจารณาตัดสินใจผลตอบแทนการลงทุนโดยสร้างภาพจำลองเหตุการณ์ใน 3 กรณี คือ

1. กรณีฐาน เป็นการลงทุนผู้ประกอบการเอง โดยเลือกใช้เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ และรายได้ทางตรงจากการจำหน่ายไฟฟ้าเทียบเท่าราคาซื้อของโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน
2. กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปรและสมมติฐานจากกรณีฐานมาหาต้นทุนที่แท้จริงที่ให้ $IRR = 0$
3. กรณีกำหนดนโยบายสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐโดยการนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีฐาน หาสวนเพิ่มเพื่อสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ ภายใต้สมมติฐานจากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคาซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน เพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้ $IRR = 13\%$

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการ หน่วยงานของเอกชน เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน รวมถึงการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต มาทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Office Excel เพื่อนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์และ ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ความเป็นไปได้โครงการภายใต้การวิเคราะห์ 3 กรณี คือ การลงทุนโดยผู้ประกอบการทั้งหมด การหาต้นทุนที่แท้จริง และการขอรับเงินสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐบาล การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ทำให้ทราบค่าผลตอบแทนและความเป็นไปได้ของการลงทุนในโครงการ โดยวิเคราะห์ผลตอบแทนที่ใช้ในการลงทุนเพื่อนำมาพิจารณาการดำเนินโครงการเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุน

3.7 เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน

การวิเคราะห์โครงการเพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจลงทุนจำเป็นต้องวิเคราะห์โครงการด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ของการดำเนินงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการนำชีวมวลซึ่งเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อการลงทุนด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน

ของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) และอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio หรือ B/C Ratio)

3.8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis)

การวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆ ไขว่คว้าหน้าซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างดำเนินโครงการและอาจมีผลกระทบต่อรายรับและรายจ่ายของโครงการ จึงต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis) ว่าหากดำเนินโครงการต่อไปยังมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนหรือไม่ และเพื่อให้เกิดความมั่นใจสำหรับการตัดสินใจในการลงทุนหรือดำเนินโครงการต่อไป สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการไว้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 อัตราการสนับสนุนเพิ่มจากรัฐบาลสำหรับพลังงานทดแทน มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเพิ่มขึ้น และลดลง ให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่อาจปรับเปลี่ยนตามโครงสร้างพลังงานในแต่ละประเภทของประเทศไปตามช่วงเวลา

กรณีที่ 2 อัตราเงินเฟ้อที่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเพิ่มขึ้น และลดลง เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงไปตามเศรษฐกิจของประเทศในแต่ละช่วงเวลา การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis)

บทที่ 4

ผลดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีที่ใช้ชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาแปรรูปเป็นกระแสไฟฟ้า ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนของการเปลี่ยนชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเป็นพลังงานเชื้อเพลิงและต้นทุนที่แท้จริงของการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงจากเศษไม้ยางพารา และศักยภาพของเศษไม้ที่เหลือเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานชีวมวลสำหรับโครงการจัดตั้งโรงไฟฟ้า เพื่อนำมาหาผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับการลงทุนของโครงการ สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel โดยศึกษา 3 กรณี คือ

- 1) กรณีฐานเป็นการลงทุนเองของผู้ประกอบการโดยเลือกใช้เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์และรายได้ทางตรงจากการจำหน่ายไฟฟ้าเทียบเท่าราคาซื้อของโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน
- 2) กรณีต้นทุนที่แท้จริงเป็นการนำตัวแปรและสมมติฐานจากกรณีฐานมาหาต้นทุนที่แท้จริงที่ให้ $IRR = 0$
- 3) กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง หาส่วนเพิ่มสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้ จากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคาซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน เพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้ $IRR = 13\%$ โดยมีสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง

4.1 ศักยภาพของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานชีวมวล

โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราเมื่อนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปในขั้นตอนต่างๆ แล้วจะมีวัสดุที่เหลือทิ้งซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายของแปรรูปไม้ยางพารา คือเศษไม้ ปีกไม้ และขี้เลื่อย สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการป้อนเข้าสู่โรงไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้า สำหรับวัสดุเหลือทิ้งจากการโค่นไม้ยางพารา เช่น รากไม้ยางพารา และกิ่งไม้เล็กๆ ที่เหลือในพื้นที่ปลูกยางพาราลังการโค่นไม้ยางพารา ซึ่งยากในการเก็บรวบรวมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ เกษตรกรจึงนิยมเผาทิ้ง หรือบางส่วนนำกิ่งไม้ยางเล็กๆ ที่พอรวบรวมได้ไปเป็นวัตถุดิบในการเผาถ่าน บางส่วนถูกนำไปจำหน่ายเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง การโค่นไม้ยางพาราของเกษตรกรนั้นเกิดขึ้นเมื่อผลผลิตของน้ำยางพาราลดน้อยลงจนไม่คุ้มค่ากับการกรีดยังยางอีกต่อไป ตามระเบียบของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) ปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อเป็นสำนักงานการยางแห่งประเทศไทย เกษตรกรเจ้าของสวนยางจะต้องยื่นขออนุญาตตัดโค่นและได้รับอนุญาตจากกองทุนสวนยางก่อน การโค่นไม้ยางพาราในภาคใต้ส่วนใหญ่ทำการโค่นในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม ของทุกปี ไม้ยางพาราที่ได้จากการโค่นสามารถแบ่งการนำไปใช้งานได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของขี้เลื่อย ปีกไม้ เศษไม้ และส่วนของรากไม้ สำหรับชีว

มวลที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงในการป้อนให้กับโรงไฟฟ้าจะใช้ส่วนของปีกไม้เศษไม้ และขี้เลื่อยเนื่องจาก ส่วนของรากไม้อาจมีขนาดใหญ่เกินไปเกิดความยุ่งยากและไม่เหมาะสมในการนำเข้ากระบวนการ สับละเอียด เป็นการนำค่าของพื้นที่การตัดโค่นไม้ยางพาราในปี พ.ศ. 2558 โดยมีทั้งหมด 14 จังหวัด และการคำนวณการหาค่าต่างๆ โดยยกตัวอย่างจำนวนการโค่นไม้ยางพาราในจังหวัด สุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2558 จำนวน 85,722.45 ไร่ ตาราง 16

ตาราง 16 การประเมินศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราจังหวัดสุราษฎร์ธานี

จังหวัด	ปี 2558 จำนวนการ โค่น (ไร่)*	ปริมาณชีวมวล ที่เกิดขึ้น(ล้าน ตัน) อัตราส่วนชี วมวล (ตัน/ไร่) x 65**	ปริมาณการ โค่นไม้ ยางพาราที่ เกิดขึ้น (ตัน) x 0.45***	ปริมาณชีวมวลที่ยัง ไม่มีการใช้ ประโยชน์ต่อปี (ตัน) x 0.114****	ปริมาณชีวมวล ที่ยังไม่มีการใช้ ในแต่ละวัน (หารด้วย 365)
สุราษฎร์ ธานี	85,722.45 (ไร่)	5,571,599.25 (ตัน)	2,507,381.66 (ตัน)	285,841.51 (ตัน)	783.13 (ตัน) / วัน

ที่มา : * สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2559)

** , *** , ****(บุษบา พฤษภาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจุลณุกิจ และคณะ,2555)

** ปริมาณการโค่น (ตัน) จำนวนไร่x 65 (ตัน/ไร่)

*** ปริมาณการโค่น (ตัน) ปริมาณการโค่น (ตัน) x0.45

**** ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้งาน(ตัน)ปริมาณการโค่น (ตัน) x 0.14

จากการศึกษาสัดส่วนของการแปรรูปไม้ยางพาราเป็นชีวมวลอ้างอิงข้อมูลจากสถาบันวิจัย พลังงาน.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.(2555).

บุษบา พฤษภาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจจุลณุกิจ และคณะ (2555) พบว่า พื้นที่โค่นต้น ยางพารา 1 ไร่จะมีต้นยางพาราประมาณ 65 ต้น ซึ่งสามารถหาปริมาณไม้ยางพาราเฉลี่ย 38 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และหาความหนาแน่นเชิงมวล (bulk density) ได้ 0.77 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ทำให้สามารถประเมินน้ำหนักของไม้ยางพาราที่เป็นชีวมวลทั้งหมดได้ 0.45 ตันต่อไร่ การประเมิน ศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราโดยยกตัวอย่างการศึกษาสัดส่วนของการแปรรูป ไม้ยางพาราเป็นชีวมวลของจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นการหาพื้นที่เพาะปลูกยางพาราจะมี ความสัมพันธ์กับปริมาณไม้ยางพาราที่เข้าสู่โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา สมการที่ 1

ปริมาณชีวมวล (ตัน) = พื้นที่เพาะปลูก (ไร่) x สัดส่วนการแปรรูปไปเป็นชีวมวล (0.45 ตันต่อไร่).....(1)

ดังนั้น ปริมาณชีวมวล (ตัน) ที่เกิดขึ้น (ตัน) = 5,571,599.25 (ตัน)

วิธีการหาปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ของเศษไม้ยางพารา (บุษบา พฤษชา พันธุ์รัตน์,บุญรอด สัจกุลนุกิจ และคณะ , 2555) เมื่อนำปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น คูณกับค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) ของเศษไม้ยางพาราที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 10 ของชีวมวลทั้งหมด และค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของชีวมวลที่เกิดขึ้น (surplus availability factor) คิดเป็นร้อยละ 90 ของค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) สมการที่ 2

ปริมาณเศษไม้ที่ไม่นำไปใช้ประโยชน์ (ตัน) = ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น (ตัน) x ค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (0.1) x ค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ (0.9).....(2)

ดังนั้น ปริมาณเศษไม้ที่ไม่นำไปใช้ประโยชน์ (ตัน) = 2,507,381.66 (ตัน)

วิธีการหาปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์จากชี้เหลือจากกระบวนการแปรรูปไม้ยางพารา (บุษบา พฤษชา พันธุ์รัตน์,บุญรอด สัจกุลนุกิจ และคณะ , 2555) โดยมีค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) คิดเป็นร้อยละ 3 ของชี้เหลือทั้งหมด และค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของชี้เหลือที่เกิดขึ้น (surplus availability factor) คิดเป็นร้อยละ 80 ของค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (residue to product ratio) ของชี้เหลือที่เกิดขึ้นสมการที่ 3

ปริมาณชี้เหลือที่ไม่นำไปใช้ประโยชน์ (ตัน) = ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น (ตัน) x ค่าอัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (0.03) x ค่าอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ (0.8).....(3)

ดังนั้น ปริมาณชี้เหลือที่ไม่นำไปใช้ประโยชน์ (ตัน) ต่อปี = 285,841.51 (ตัน)

เมื่อพิจารณาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากการแปรรูปไม้ยางพาราในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราจะพบว่ามีชีวมวลที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ 2 ประเภท คือ เศษไม้ยางพารา และชี้เหลือ โดยมีศักยภาพในเชิงปริมาณคิดเป็นปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ แสดงในสมการ (4)

ศักยภาพเชิงปริมาณชีวมวล = พื้นที่เพาะปลูก (ไร่) x สัดส่วนการแปรรูปไปเป็นชีวมวล (0.45 ตันต่อไร่) ที่จะใช้เป็น เชื้อเพลิง (ตัน) x ผลรวมชีวมวลยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (0.114).....(4)

สมการ (4) สามารถประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเศษไม้ยางพาราที่ยังไม่มีการใช้ในแต่ละวันในส่วนของแต่ละจังหวัด เพื่อใช้พิจารณาปริมาณสำรองเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเพียงพอต่อการป้อนให้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพารากำลังการผลิตติดตั้ง

5.1 เมกะวัตต์

ดังนั้น ศักยภาพเชิงปริมาณชีวมวล = 783.13 (ตัน) / วัน

สำหรับการประเมินศักยภาพชีวมวลของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานทั้ง 14 จังหวัดในเขตพื้นที่ภาคใต้แสดงในตาราง 17

ตาราง 17 การประเมินศักยภาพชีวมวลของเศษไม้ยางพาราเป็นแหล่งพลังงานทั้ง 14 จังหวัดในเขตพื้นที่ภาคใต้

จังหวัด	ปี 2558	ปริมาณการโค่น (ตัน)	ปริมาณการโค่น (ตัน)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้งาน (ตัน)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้งาน(ตัน)
	จำนวนตัดโค่น (ไร่)*	จำนวนไร่ x 65** (ตัน/ไร่)	ปริมาณการโค่น (ตัน) x 0.45***	ปริมาณการโค่น (ตัน) x 0.114***	ในแต่ละวัน(นำ 365 มาหาร)
ภูเก็ต	944.20	61,373.00	27,617.85	3,148.43	8.63
ระนอง	6,297.50	409,337.50	184,201.88	20,999.01	57.53
พังงา	23,892.30	1,552,999.50	698,849.78	79,668.87	218.27
นครศรีธรรมราช	40,194.50	2,612,642.50	1,175,689.13	134,028.56	367.20
สุราษฎร์ธานี	85,722.45	5,571,959.25	2,507,381.66	285,841.51	783.13
กระบี่	34,517.50	2,243,637.50	1,009,636.88	115,098.60	315.34
ชุมพร	20,318.60	1,320,709.00	594,319.05	67,752.37	185.62
ตรัง	38,113.70	2,477,390.50	1,114,825.73	127,090.13	348.19
สงขลา	36,731.80	2,387,567.00	1,074,405.15	122,482.19	335.57

ตาราง 17 (ต่อ)

จังหวัด	ปี 2558	ปริมาณชีวมวลที่			
		ปริมาณการ โค่น (ตัน)	ปริมาณการ โค่น (ตัน) ปริมาณการ โค่น (ตัน)	ยังไม่มีการใช้งาน (ตัน)	ปริมาณชีวมวลที่ยัง ไม่มีการใช้งาน(ตัน)
	จำนวนตัด โค่น (ไร่)*	จำนวนไร่x 65** (ตัน/ไร่)	โค่น (ตัน) x0.45***	ปริมาณการโค่น (ตัน) x 0.114***	ในแต่ละวัน(นำ 365 มาหาร)
สตูล	10,856.65	705,682.25	317,557.01	36,201.50	99.18
พัทลุง	12,160.10	790,406.50	355,682.93	40,547.85	111.09
ยะลา	26,617.55	1,730,140.75	778,563.34	88,756.22	243.17
ปัตตานี	4,946.05	321,493.25	144,671.96	16,492.60	45.19
นราธิวาส	22,573.65	1,467,287.25	660,279.26	75,271.84	206.22

ที่มา : * สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2559)

** , *** , ****(ภูเขา พฤษภาพันธุ์รัตน์ , บุญรอด สัจกุลนุกิจ และคณะ,2555)

** ปริมาณการโค่น (ตัน) = จำนวนไร่x 65 (ตัน/ไร่)

*** ปริมาณการโค่น (ตัน) = ปริมาณการโค่น (ตัน) x 0.45

**** ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้งาน(ตัน) = ปริมาณการโค่น (ตัน) x 0.14

การประเมินเทคโนโลยีสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลขนาดเล็ก พบว่า เครื่องจักรขนาดต่ำที่สุดที่มีการออกแบบด้วยเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าชีวมวลจำพวกกังหันไอน้ำ (steam turbine) เป็นรูปแบบการออกแบบและก่อสร้างที่เหมาะสม (economy of scale) โดยมีขนาดต่ำที่สุดของโรงไฟฟ้าชีวมวลแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ระบบเผาไหม้โดยตรงของชีวมวลแข็ง (solid biomass) และโรงไฟฟ้าประเภทนี้มีกำลังการผลิตติดตั้งอยู่ที่ 5.1 เมกะวัตต์ ออกแบบเพื่อใช้งานภายในโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา 0.9 เมกะวัตต์ และผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่าย 4.2 เมกะวัตต์ ดังนั้นการประมาณการเศษไม้ยางพาราสำหรับป้อนให้โรงไฟฟ้าขนาด 5.1 เมกะวัตต์ซึ่งมีต้องการเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพารา ที่มีค่าความร้อนสูงเฉลี่ย 16.5 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และความชื้นไม่เกินร้อยละ 20 จำเป็นต้องมีการใช้เชื้อเพลิงเป็นเศษไม้ยางพารา จำนวน 120 ตันต่อวัน และควรมีการสำรองเชื้อเพลิงไว้ไม่น้อยกว่า 15 วัน การประเมินทางเทคโนโลยี พบว่า เศษไม้ยางพาราที่เกิดขึ้นจากการแปรรูปไม้ยางพาราในเขตจังหวัดภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัดมีความเพียงพอที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลแบบกังหันไอน้ำ ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์ และเลือกพื้นที่ก่อสร้างโครงการในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เนื่องจากมีการแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่จังหวัดดังกล่าวเป็น

จำนวนมากและเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและระบบโลจิสติกส์ที่ควรมีการขนส่งวัตถุดิบสำหรับการนำมาผลิตหรือแปรรูปเป็นพลังงานจากแหล่งกำเนิดถึงโรงไฟฟ้าในรัศมีไม่เกินกว่า 50 กิโลเมตร (สถาบันวิจัยพลังงาน , 2555) ปริมาณสำรองเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราสำหรับการป้อนให้โรงไฟฟ้าขนาด 5.1 เมกะวัตต์ซึ่งงานวิจัยนี้ตั้งสมมติฐานของตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้าคือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยโรงไฟฟ้ามีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราจำนวน 120 ตันต่อวัน จากการคำนวณหาศักยภาพเชิงปริมาณได้เศษไม้เพื่อใช้เป็นชีวมวลต่อวันเท่ากับ 783.13 ตันต่อวัน พบว่า ปริมาณสำรองเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเพียงพอต่อการป้อนให้กับโรงไฟฟ้า

สำหรับปัจจัยสนับสนุนในส่วนของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้โดยข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2559) พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้มีจำนวนทั้งสิ้น 458 โรงงานซึ่งเป็นโรงงานขนาดกลาง และขนาดใหญ่ และมีอยู่ทุกอำเภอของ 14 จังหวัดของภาคใต้โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารามากที่สุดจำนวน 78 โรงงาน รองลงมาคือ จังหวัดนครศรีธรรมราช (69 โรงงาน) สงขลา (68 โรงงาน) ตรัง (41 โรงงาน) ยะลา (33 โรงงาน) กระบี่ (23 โรงงาน) พังงา (22 โรงงาน) นราธิวาส และระนอง (21 โรงงาน) ชุมพร (20 โรงงาน) ปัตตานี (18 โรงงาน) สตูล (13 โรงงาน) และภูเก็ต (10 โรงงาน) ตามลำดับ ตาราง 18

ตาราง 18 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้โดยจำแนกเป็นจังหวัด

จังหวัด	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ ยางพารา
1. กระบี่	23 โรงงาน
2. ชุมพร	20 โรงงาน
3. ตรัง	41 โรงงาน
4. นครศรีธรรมราช	69 โรงงาน
5. นราธิวาส	21 โรงงาน
6. ปัตตานี	18 โรงงาน
7. พังงา	22 โรงงาน
8. พัทลุง	21 โรงงาน
9. ภูเก็ต	10 โรงงาน
10. ยะลา	33 โรงงาน
11. ระนอง	21 โรงงาน

ตาราง 18 (ต่อ)

จังหวัด	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ ยางพารา
12. สงขลา	68 โรงงาน
13. สตูล	13 โรงงาน
14. สุราษฎร์ธานี	78 โรงงาน
รวมภาคใต้	458 โรงงาน

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2559)

4.2 ปัจจัยในการเลือกสถานที่สำหรับจัดตั้งโรงไฟฟ้า

1. จากการประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลจากเศษไม้ที่นำมาทำเชื้อเพลิงสำหรับป้อนให้กับโรงไฟฟ้านั้นมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของโรงไฟฟ้าโดยการหาปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ในแต่ละวันในส่วน of เศษไม้แต่ละจังหวัด พบว่า จังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ในแต่ละวันในส่วน of เศษไม้มากที่สุด 783.13 ตันต่อวัน รองลงมาคือ จังหวัดนครศรีธรรมราช (367.20 ตันต่อวัน) ตรัง (348.19 ตันต่อวัน) สงขลา (335.57 ตันต่อวัน) กระบี่ (315.34 ตันต่อวัน) ยะลา (243.17 ตันต่อวัน) พังงา (218.27 ตันต่อวัน) นราธิวาส (206.22 ตันต่อวัน) ชุมพร (185.62 ตันต่อวัน) พัทลุง (111.09 ตันต่อวัน) สตูล (99.18 ตันต่อวัน) ระนอง (57.53 ตันต่อวัน) ปัตตานี (45.19 ตันต่อวัน) และภูเก็ต (8.63 ตันต่อวัน) ตามลำดับ

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากชีวมวลเศษไม้ยางพาราขนาด 5.1 เมกะวัตต์ โดยใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลเศษไม้ยางพารามีปริมาณเท่ากับ 120 ตันต่อวันซึ่งผลที่ได้จากการประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลจากเศษไม้ที่นำมาทำเชื้อเพลิงสำหรับป้อนให้กับโรงไฟฟ้าของทั้ง 14 จังหวัด สามารถใช้เป็นสถานที่จัดตั้งโรงไฟฟ้าได้ทุกจังหวัดยกเว้นจังหวัดภูเก็ตเพียงจังหวัดเดียวที่มีปริมาณของชีวมวลจากเศษไม้ที่นำมาทำเชื้อเพลิงไม่เพียงพอความต้องการและหากพิจารณาจังหวัดที่มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ในแต่ละวันในส่วน of เศษไม้แต่ละจังหวัด พบว่า จังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ในแต่ละวันในส่วน of เศษไม้มากที่สุด 783.13 ตันต่อวันมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสถานที่จัดตั้งโรงไฟฟ้า

2. จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้โดยข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2559) พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ใน 14 จังหวัดทางภาคใต้มีจำนวนทั้งสิ้น 458 โรงงานซึ่งเป็นโรงงานขนาดกลาง และขนาดใหญ่ และมีอยู่

ทุกอำเภอของ 14 จังหวัดของภาคใต้โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารามากที่สุดจำนวน 78 โรงงาน รองลงมาคือ จังหวัดนครศรีธรรมราช (69 โรงงาน) สงขลา (68 โรงงาน) ตรัง (41 โรงงาน) ยะลา (33 โรงงาน) กระบี่ (23 โรงงาน) พังงา (22 โรงงาน) นราธิวาส และระนอง (21 โรงงาน) ชุมพร (20 โรงงาน) บัตตานี (18 โรงงาน) สตูล (13 โรงงาน) และภูเก็ต (10 โรงงาน) ตามลำดับ โดยจังหวัดที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสถานที่จัดตั้งโรงไฟฟ้าเนื่องจากปัจจัยสนับสนุนของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ด้วยจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารามากที่สุดจำนวน 78 โรงงาน จึงมีความพร้อมของปัจจัยสนับสนุนทางด้านเชื้อเพลิง

3. เชื้อเพลิงที่นำมาใช้คือชีวมวลจากเศษไม้ และขี้เลื่อยซึ่งสามารถหาได้ง่ายมีราคาถูก มีการเผาไหม้ดีมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นของอุปกรณ์ถูก มีค่าบำรุงรักษาต่ำ เป็นเชื้อเพลิงที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานสูง และในแต่ละปีพบว่ามีปริมาณชีวมวลจากเศษไม้ และขี้เลื่อยเพียงพอต่อการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล

4. เทคโนโลยีมีความเหมาะสมกับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลเศษไม้ยางพารา โดยศึกษาข้อมูลทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับรายละเอียดของโรงไฟฟ้าขนาด 5.1 เมกะวัตต์จากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย พบว่า โรงไฟฟ้ามีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ โดยใช้วิธีการผลิตแบบการเผาไหม้โดยตรงซึ่งในระบบซึ่งมีค่า Low Heating Value เท่ากับ 8,790 kJ/kg และข้อมูลจากการสำรวจคุณลักษณะของชีวมวลประเภทต่างๆ จะได้คุณสมบัติเบื้องต้น และค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากชีวมวลเศษไม้ยางพารา (อ้างอิงจากศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มวลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม) ซึ่งได้กำหนดค่า Low Heating Value เท่ากับ 8,600 kJ/kg

5. การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในจังหวัดทางภาคใต้มีอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นการสำรองปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปัจจุบันและรองรับการขยายตัวของความต้องการพลังงานที่จะมีเพิ่มขึ้นสำหรับอนาคต รูปแบบของการลงทุนส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะโรงไฟฟ้าไบโอแก๊สและชีวมวล มีอยู่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดกระบี่ จังหวัดชุมพร และจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากทางภาคใต้นิยมใช้ปาล์มสำหรับการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงการผลิตพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากปัจจุบันพื้นที่ภาคใต้การปลูกปาล์มมากถึงร้อยละ 90 (ศูนย์เศรษฐกิจการลงทุนภาคที่ 6 จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2557) แต่สำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพารามาจากการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงการผลิตพลังงานไฟฟ้ายังมีจำนวนน้อยมาก ซึ่งพื้นที่ภาคใต้มีปริมาณการปลูกไม้ยางพารามากที่สุดของประเทศคิดเป็นร้อยละ 85.3 ของพื้นที่การปลูกไม้ยางพาราทั่วประเทศ ประมาณ 22.2 ล้านไร่โดยสถาบันวิจัยยางกลกรไทย (2557) อีกทั้งโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ ซึ่งการแปรรูปไม้ยางพาราจะเกิดชีวมวลมากมายที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ เช่น เศษไม้ ปีกไม้และขี้เลื่อย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีศักยภาพสูงในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานในรูปของไฟฟ้า ตามนโยบายรัฐบาลที่มีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่มีในประเทศอย่างคุ้มค่าเพื่อลดภาระการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศในการผลิตไฟฟ้า (ศูนย์เศรษฐกิจการลงทุนภาคที่ 6 จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2557)

4.3 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา

4.3.1 กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก (5.1 เมกะวัตต์)

หม้อไอน้ำ(boiler) มีกำลังผลิตสูงสุด 18 ตัน/ชั่วโมง ให้แรงดันไอน้ำ 43 บาร์ ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส มีความต้องการเชื้อเพลิงเศษไม้ 6,800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ข้อมูลจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย) ภายใต้สมมติฐานของโรงไฟฟ้าชีวมวลวางแผนเดินเครื่อง 220 วันต่อปี วางแผนเดินเครื่อง 16 ชั่วโมงต่อวัน โรงไฟฟ้าต้องการเศษไม้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงดังนี้

ในระยะเวลา	1 ชั่วโมง	ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง	6,800	kg/ hour
ในระยะเวลา	1 วัน	มีการปฏิบัติงาน	16	hour
ในระยะเวลา	1 ปี	มีการปฏิบัติงานจำนวน	220	day

ซึ่งในระยะเวลา 1 วันมีความต้องการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงเท่ากับ

ความต้องการใช้ปริมาณเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) x ระยะเวลาการปฏิบัติงานใน 1 วัน
ดังนั้น

ความต้องการใช้ปริมาณเชื้อเพลิง = 6,800 กิโลกรัม x 16 ชั่วโมง = 108,800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
หรือ = 10,880 ตันต่อชั่วโมง

และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในระยะเวลา 1 ปีเท่ากับ

ความต้องการใช้ปริมาณเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) x ระยะเวลาการปฏิบัติงานใน 1 วัน x
จำนวนการปฏิบัติงานในระยะเวลา 1 ปี
ดังนั้น

ความต้องการใช้ปริมาณเชื้อเพลิง = 6,800 กิโลกรัม x 16 ชั่วโมง x 220 วัน
= 23,936,000 กิโลกรัม / ปี หรือ 23,936 ตัน/ปี

พบว่า ความต้องการใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง ของโรงไฟฟ้าขนาด 5.1 เมกะวัตต์ มีความต้องการเศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง 23,936 ตันต่อปี หรือ 108.80 ตันต่อวัน โดยการผลิตไฟฟ้าวันละ 16 ชั่วโมง แต่ในความเป็นจริงควรสำรองเชื้อเพลิงไว้ให้เพียงพอความต้องการเพื่อกรณีฉุกเฉินไว้ก็อย่างน้อย 10 % ฉะนั้นการเตรียมเชื้อเพลิงขั้นต่ำสุดควรเป็น 120 ตันต่อวัน และเนื่องจากสภาพอากาศในพื้นที่ภาคใต้เป็นพื้นที่ที่มีฝนตกชุก การสำรองเชื้อเพลิงให้มีความชื้นที่เหมาะสมจึงเป็นไปได้ยาก เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดเชื้อเพลิงเนื่องจากสภาพอากาศอาจไม่เอื้ออำนวย อาจเตรียมเชื้อเพลิงเก็บไว้ให้เพียงพอสำหรับการผลิตอย่างต่อเนื่องออกไปราว 15 วัน และควรลดกำลังการผลิตลงในช่วงการขาดเชื้อเพลิงเนื่องจากสภาพอากาศ เพื่อยืดระยะเวลาการเดินเครื่องออกไปได้นานถึง 30 วันโดยไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นมาเสริมโดยไม่จำเป็นสำหรับการสำรองเชื้อเพลิงเสริม คือน้ำมันดีเซลจะสำรองเชื้อเพลิงในช่วงเวลาการเดินเครื่องในช่วงเวลาจำเป็นเท่านั้น สำหรับประมาณการในการใช้ แต่ละครั้งประมาณ 5 ตัน จึงสมควรเติมสำรองเชื้อเพลิงเผื่อไว้อีกจำนวน 50 ตัน สำหรับประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า

ตาราง 19 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้า 5.1 เมกะวัตต์

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
การผลิตไฟฟ้า 5.1 เมกะวัตต์	5,100	กิโลวัตต์
ระยะเวลาปฏิบัติงาน	16	ชั่วโมง / วัน
กำลังผลิตของโรงไฟฟ้า 5,100 กิโลวัตต์ * 16 ชั่วโมง	81,600	กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
แผนการผลิตในระยะเวลา 1 ปี	220	วัน
กำลังผลิตในระยะเวลา 1 ปี	17,952,000	กิโลวัตต์ชั่วโมง /ปี
81,600 กิโลวัตต์/วัน x 220 วัน		

แต่ในสภาพความเป็นจริงการดำเนินงานของโรงไฟฟ้านี้ต้องมีกำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาป้อนให้กับเครื่องจักรและใช้ภายในโรงไฟฟ้าจึงสามารถนำกำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ปริมาณไฟฟ้าที่จ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้า และการผลิตกำลังไฟใช้ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราเอง สำหรับการผลิตไฟฟ้าต้องมีกำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาป้อนให้กับเครื่องจักรซึ่งได้ทำการแสดงบัญชีเครื่องจักรที่ใช้ตามลำดับขั้นตอนในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ที่ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา ตาราง 20

ตาราง 20 บัญชีเครื่องจักรที่ใช้ตามลำดับขั้นตอนการผลิต(List of machines as follow by the process)

ลำดับ	รายการ	กำลังเครื่องจักร (HP)			
		จำนวน	(HP)	รวม	kw
1.การเตรียมเชื้อเพลิงและ ระบบการจัดการเชื้อเพลิง (Fuel Preparation and Handling System)					
1.1	Chain In-Feed Conveyor (ชุดสายพานลำเลียงไม้ท่อน, ปีกไม้เข้า เครื่องสับ)	2	7.5	15	11
1.2	Disc chipper(ชุดเครื่องสับไม้)	2	40	80	60
1.3	Re chipper(ชุดเครื่องสับไม้เกินขนาด)	1	50	50	37

ตาราง 20 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	กำลังเครื่องจักร (HP)			
		จำนวน	(HP)	รวม	kw
1.4	Vibrating screen conveyor(ชุดลำเลียงแบบสั่น/ คัดแยกขนาด)	1	7.5	7.5	5.5
1.5	Woodchipped conveyor (ชุดสายพานลำเลียงไม้สับ)	2	5.5	11	8
1.6	Oversize Woodchipped conveyor(ชุดสายพานลำเลียงไม้สับที่ยังไม่ได้ขนาดนำกลับมาที่เครื่องสับอีกครั้ง)	1	5.5	5.5	4
1.7	Incline Woodchipped conveyor(ชุดสายพานลำเลียงไม้สับเข้าไซโลพักห้องบอยเลอร์)	1	7.5	7.5	5.5
1.8	Woodchipped screw dosing conveyor(ชุดสายพานลำเลียงไม้สับเข้าชุดบ่อนเชื้อเพลิงบอยเลอร์)	1	30	30	22
2. ชุดหม้อไอน้ำระบบ(STEAM BOILER UNIT & AUXILIARY SYSTEM)					
Boiler unit ชุดหม้อต้ม (ขนาด 18 ตันต่อชั่วโมง, อุณหภูมิ 390 องศาเซลเซียส,แรงดันหม้อต้ม50 บาร์)					
2.1	Motor primary air fan (มอเตอร์พัดลมปฐมภูมิ)	1	7.5	7.5	5.5
2.2	Motor secondary air fan (มอเตอร์พัดลมทุติยภูมิ)	1	10	10	7.5
2.3	Motor Recycle Fan (มอเตอร์พัดลมรีไซเคิล)	1	30	30	22
2.4	Boiler feed pump (มอเตอร์ปั๊มน้ำเข้าหม้อต้มไอน้ำ)	1	100	100	75
2.5	Motor pump hydraulic unit (ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก)	1	5.5	5.5	4
2.6	Electrostatic precipitator unit. (ชุดไฟฟ้าสถิตย์ควบคุมและบำบัดอากาศ)	1	30	30	22
2.7	Fly Ash handling system (ระบบลำเลียงขี้เถ้าเบา)	1	25	25	18.5
2.8	Bottom Ash handling system (ระบบลำเลียงขี้เถ้าหนัก)	1	15	15	11
2.9	HP dosing pump (มอเตอร์เติมเคมีด้านแรงดันสูง)	2	1.5	3	2.2
3.ชุดกังหันไอน้ำและอุปกรณ์(STEAM TURBINE & AUXILIARY EQUIPMENT)					
3.1	Condensate pumps (มอเตอร์คอนเดนเสสปั๊ม)	2	10	20	15
3.2	Main control oil pump (AC) (ชุดมอเตอร์ระบบน้ำมันหล่อลื่นหลัก)	2	5.5	11	8
3.3	Turning gear motor (ชุดมอเตอร์เกียร์)	1	5.5	5.5	4
3.4	Aux. lube Oil pump (AC) (มอเตอร์ไฟฟ้าระบบน้ำมันรอง)	1	7.5	15	11
3.5	Oil vapour fan (มอเตอร์ปั๊มดูดความชื้นจากถังน้ำมัน)	1	0.5	0.5	0.37

ตาราง 20 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	กำลังเครื่องจักร (HP)			
		จำนวน	(HP)	รวม	kw
3.6	Gland Exhaust fan (มอเตอร์พัดลมระบายความร้อน)	1	1	1	0.75
4.เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(GENERATOR SYSTEM)					
5.ระบบน้ำหล่อเย็น(COOLING WATER SYSTEM)					
5.1	Cooling tower fan (ชุดพัดลมระบายความร้อนพร้อมมอเตอร์)	3	40	120	90
5.2	Main water circulating pumps (ชุดมอเตอร์ปั๊มระบายความร้อนหลัก)	3	100	300	220
5.3	Secondary cooling water circulating pumps (ชุดมอเตอร์ปั๊ม ระบายความร้อนสำรอง)	2	15	30	22
6.ระบบผลิตน้ำ (RAW WATER TREATMENT PLANT)					
6.1	Raw water pumps (มอเตอร์ดูดน้ำดิบ)	2	7.5	15	11
6.2	Chemical dosing units (ชุดเติมสารเคมี)	2	0.25	0.50	0.37
6.3	Cooling make up pumps (มอเตอร์ปั๊มน้ำระบบหล่อเย็นทาวเวอร์)	2	5.5	11	8
6.4	Multimedia filters pump (ชุดปั๊มกรองน้ำ)	2	5.5	11	8
6.5	LP Dosing pump (มอเตอร์เติมเคมีต้านแรงดันต่ำ)	2	0.5	1	0.75
7.ชุดทำน้ำดีมิน(RO EDI WATER TREATMENT PLANT)					
7.1	RO Booster pumps (ปั๊มน้ำเข้าระบบอาร์โอ)	2	10	20	15
7.2	EDI Booster pumps (ปั๊มน้ำเข้าระบบ อีดีไอ)	2	5.5	11	8
7.3	Deaerator pump (ชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำดีมิน)	2	2	4	3
8.ชุดบำบัดน้ำหระบาย(COOLING WATER SIDESTREAM FILTATION SYSTEM)					
8.1	Side steam booster pumps (ปั๊มน้ำเข้าระบบกรองน้ำ)	2	5.5	11	8
9.ชุดบำบัดน้ำเสีย (WASTEWATER NEUTRALISATION SYSEM)					
9.1	Recycle/Discharge pumps (ปั๊มระบบหมุนวนน้ำเสีย)	2	5.5	11	8
10.	ปั๊มลม(Compressed air)	1	30	30	22
11.	อุปกรณ์ยกเครื่องจักร(OVERHEAD CRANE)	1	7.5	7.5	5.5
12.	ระบบควบคุมการปฏิบัติการ(DCS)	1	7.5	7.5	5.5
13.	ระบบดับเพลิง(FIRE FIGHTING PUMPS)	1	150	150	110

ตาราง 20 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	กำลังเครื่องจักร (HP)	
		จำนวน (HP)	รวม kw
	เครื่องจักรที่ใช้สำหรับการผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้า		909.94 kwh
	กำลังผลิตของโรงไฟฟ้า		5,100 kwh
	ผลิตกำลังไฟใช้ในโรงงาน		25.76 kwh
	ผลิตกำลังไฟที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิ		4,164.30 kwh

ที่มา: บริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย (2558)

รายละเอียดของบัญชีเครื่องจักรที่ใช้ตามลำดับขั้นตอนการผลิต(List of machines as follow by the process) โดยการดำเนินงานของโรงไฟฟ้านี้ต้องมีกำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาป้อนให้กับเครื่องจักรและใช้ภายในโรงไฟฟ้าจึงสามารถนำกำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาแยกออกเป็น 3 ส่วน คือ กำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาป้อนให้กับเครื่องจักรและใช้ภายในโรงไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และปริมาณไฟฟ้าที่จ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้า ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้ามีกำลังทั้งหมดเท่ากับ 909.94 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง และส่วนที่ต้องผลิตใช้ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราเท่ากับ 25.76 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (ข้อมูลจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตถ่านจากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 6 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์) ฉะนั้นกำลังไฟที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิมีค่าเท่ากับ 4,164.30 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง จากการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงที่มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์

ตาราง 21 ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะขายเข้าระบบของการไฟฟ้า และผลิตไว้ใช้งาน

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
การผลิตไฟฟ้า 5.1 เมกะวัตต์	5,100	กิโลวัตต์/ชั่วโมง
สำหรับป้อนให้กับเครื่องจักรและใช้ภายในโรงไฟฟ้า	909.94	กิโลวัตต์/ชั่วโมง
สำหรับใช้ภายในโรงงานแปรรูปไม้	25.76	กิโลวัตต์/ชั่วโมง
ผลิตกำลังไฟที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิ (5,100 kwh - 909.94 kwh – 25.76 kwh)	4,164.30	กิโลวัตต์/ชั่วโมง
เวลาปฏิบัติงาน	16	ชั่วโมง / วัน

ตาราง 21 (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
กำลังไฟที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิ	66,628.80	กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
แผนการผลิตในระยะเวลา 1 ปี	220	วัน
กำลังผลิตในระยะเวลา 1 ปี (66,628.80 กิโลวัตต์/วัน x 220 วัน)	14,658,336	กิโลวัตต์ชั่วโมง /ปี

ตาราง 21 แสดงปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะขายเข้าระบบของการไฟฟ้า และผลิตไว้ใช้งานจากการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงที่มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ หรือ 5,100 กิโลวัตต์ การจ่ายไฟฟ้าแยกออกเป็น 3 ส่วนคือ กำลังไฟที่ผลิตได้จากระบบมาป้อนให้กับเครื่องจักรและใช้ภายในโรงไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และปริมาณไฟฟ้าที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้า โดยการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้ามีกำลังทั้งหมดเท่ากับ 909.94 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ส่วนการผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราเท่ากับ 25.76 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง เวลาปฏิบัติงานจำนวน 16 ชั่วโมงต่อวัน ฉะนั้นกำลังไฟที่สามารถขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิมีค่าเท่ากับ 66,628.80 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อวัน โดยจากแผนการผลิตในระยะเวลา 1 ปี ใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเท่ากับ 220 วัน มีกำลังผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้าในระยะเวลา 1 ปีเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

4.4 สมมติฐาน และตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

การกำหนดสมมติฐาน และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณทางลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงที่มีขนาดกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ โดยตั้งสมมติฐานของการดำเนินธุรกิจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เป็นโรงงานที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการแปรรูปไม้ยางพารา และดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา ภายใต้ระยะเวลาโครงการ 15 ปี คิดอัตราส่วนดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาวการกู้เงินกับธนาคารพาณิชย์ : เงินลงทุน (ของตนเอง) อยู่ที่อัตราส่วน 1:1 อัตราการกู้เงินกำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.5 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย) และคืนเงินภายใน 7 ปี โดยโรงไฟฟ้านี้มีช่วงการปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 23.00 น.ซึ่งเวลาในการปฏิบัติงานดังกล่าวอยู่ในช่วง On peak (09.00 น. – 22.00 น.) โดยการปฏิบัติงานของโรงไฟฟ้านี้ต้องใช้เวลาในการเริ่มเดินระบบประมาณ 2 ชั่วโมง จึงมีการเริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 07.00 น. มีกำลังการผลิตไฟฟ้า

ทั้งหมดได้ 5,100 กิโลวัตต์ และต้องการไฟฟ้าป้อนให้กับเครื่องจักรเพื่อผลิตไฟฟ้าจำนวน 909.94 กิโลวัตต์ ข้อมูลจากตาราง 17 เกี่ยวกับบัญชีเครื่องจักรที่ใช้ตามลำดับขั้นตอนการผลิต(List of machines as follow by the process) เป็นข้อมูลทางทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้ยางพารา เป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์ จากบริษัทผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย ต้องการไฟฟ้าใช้ภายในโรงงานแปรรูปไม้จำนวน 25.76 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (ข้อมูลจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตถ่านจากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 6 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์) เพราะฉะนั้นจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ผลิตขายเข้าระบบของการไฟฟ้า สุธาทิเท่ากับ 66,628.80 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อวัน และจากแผนการผลิตในระยะเวลา 1 ปี ใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเท่ากับ 220 วัน มีกำลังผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าระบบของการไฟฟ้าในระยะเวลา 1 ปีเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยกำหนดราคาจำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ย 3.8548 บาท/หน่วย (ข้อมูล:ประกาศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.9 ธันวาคม 2557 และการอ้างอิงข้อมูลจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตถ่านจากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 6 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประจำปีเดือนเมษายน 2558) การคำนวณเงินลงทุนของโครงการจากการลงทุนในการซื้อเครื่องจักร และอุปกรณ์ ค่าที่ดิน สำหรับก่อสร้างโรงไฟฟ้า และ ต้นทุนการดำเนินงาน ได้แก่ ต้นทุนการผลิต ค่าแรงงาน และการดำเนินงาน ต้นทุนการบริหาร ได้แก่ ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซม ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ ค่าประกันภัย ค่าน้ำ ค่าสารเคมี กำหนดให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ของทุกปี ต้นทุนการจัดการ เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ของทุกปี เงินเดือนพนักงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ของทุกปี โดยอ้างอิงข้อมูลจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตถ่านจากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 6 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

เงินลงทุน

- ค่าเครื่องจักร และอุปกรณ์คิดเป็นเงิน 145,000,000.00 บาท
 - ค่าติดตั้งคิดเป็นเงิน 217,500,000.00 บาท
 - ค่าเช่าที่ดินสำหรับก่อสร้างโรงไฟฟ้า สมมุติฐานที่ 30 ไร่ๆละ 20,000.00บาทต่อเดือน
- รวมเป็นเงิน $30 \times 20,000.00 \times 12 = 7,200,000.00$ บาทต่อปี

ต้นทุนการดำเนินงาน

- เจ้าหน้าที่บุคคลจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / เดือน
- แม่บ้านและคนสวนจำนวน 2 คน อัตราจ้าง 9,000.00 บาท / คน / เดือน
- พนักงานรักษาความปลอดภัยจำนวน 4 คน อัตราจ้าง 9,000.00 บาท / คน / เดือน

ฝ่ายบัญชีและการเงิน

- เจ้าหน้าที่บัญชีจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / เดือน
- เจ้าหน้าที่การเงินจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / เดือน
- เจ้าหน้าที่คลังสินค้าจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / เดือน

ฝ่ายจัดซื้อ

- เจ้าหน้าที่จัดซื้อจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / เดือน

ฝ่ายผลิต(O&M)

- หัวหน้าประจำกะจำนวน 2 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / คน / เดือน
- Board operator จำนวน 4 คน อัตราจ้าง 12,000.00 บาท / คน / เดือน
- Field operator จำนวน 4 คน อัตราจ้าง 12,000.00 บาท / คน / เดือน

ฝ่ายความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

- จป.วิชาชีพจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท / คน / เดือน

ต้นทุนการบริหาร

- กรรมการผู้จัดการจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 50,000.00 บาท / เดือน
- ผู้จัดการทั่วไปจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 30,000.00 บาท / เดือน

รายได้ทางตรง จากการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบของการไฟฟ้า

ตาราง 22 ตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณลงทุนของโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิงที่มีขนาดกำลังผลิต 5.1 เมกะวัตต์

รายการ	รายละเอียด
อายุโครงการ	15 ปี
อัตราเงินกู้ : เงินทุน	1:1
ดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว	7.50 %
อัตราเงินเฟ้อ	5.50 %
ราคาเชื้อเพลิงไม้เฉลี่ย(บาท/ตัน)	750.00 บาท/ตัน
ค่าความชื้นของเชื้อเพลิง	45 %
Actual HHV	10.050 MJ/Kg
Actual LHV	8,790 KJ/Kg
จำนวนไฟฟ้าที่ผลิตได้ 5.1 เมกะวัตต์ หรือ 5,100 กิโลวัตต์	5,100 กิโลวัตต์

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการ	รายละเอียด
ไฟฟ้าป้อนให้กับระบบ	909.94 kwh
ไฟฟ้าใช้ภายในโรงงานแปรรูปไม้	25.76 kwh
กำลังไฟที่ผลิตขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิ (5,100 kwh - 909.94 kwh – 25.76 kwh)	4,164.30 kwh
เวลาปฏิบัติงาน	16 ชั่วโมงต่อวัน
กำลังไฟที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิ	66,628.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
แผนการผลิตในระยะเวลา 1 ปี	220 วัน
กำลังผลิตในระยะเวลา 1 ปี (66,628.80 กิโลวัตต์ต่อวัน x 220 วัน)	14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี
ราคาจำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ย	3.8548 บาท/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง
งบลงทุน (1)	
เครื่องจักร และ อุปกรณ์	145,000,000.00 บาท
ค่าติดตั้ง	21,750,000.00 บาท
อาคารและสิ่งปลูกสร้างโรงไฟฟ้า	29,000,000.00 บาท
รวมเงินค่าใช้จ่ายของงบลงทุน	195,750,000.00 บาท
ต้นทุนการดำเนินงาน (2)	
ค่าเช่าที่ดิน (อ้างอิงจากบริษัทอสังหาริมทรัพย์จังหวัดสุราษฎร์ธานี 28 ตุลาคม 2558) สมมุติฐานที่ 30 ไร่ๆละ 20,000.00 บาทต่อไร่ต่อปี (30 ไร่ * 20,000.00 บาท * 12 เดือน)	7,200,000.00 บาท/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	19,800,000.00 บาท/ปี
เศษไม้ 120 ตันต่อวัน หรือ 26,400 ตันต่อปี (มีราคาอยู่ที่ 7.50 บาทต่อกิโลกรัม หรือ 750.00 บาทต่อตัน)	
ค่าขนส่ง (อ้างอิงจากบริษัทขนส่งสินค้าจังหวัดสุราษฎร์มีนาคม 2559) จำนวน 6 เทียวต่อวัน (คิดค่าขนส่งที่ 200.00 บาท/ตัน*21ตัน/เทียว) เทียวละ 4,200.00 บาท*จำนวน 6 เทียว*220วัน	5,544,000.00 บาท/ปี
ค่าแรงงาน (อัตราจ้าง /คน / เดือน)	
เจ้าหน้าที่บุคคลจำนวน 1 คนอัตราจ้าง 15,000.00 บาท	180,000.00 บาท/ปี
แม่บ้านและคนสวนจำนวน 2 คนอัตราจ้าง 9,000.00 บาท	216,000.00 บาท/ปี

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการ	รายละเอียด
พนักงานรักษาความปลอดภัยจำนวน 4 คนอัตราจ้าง 9,000.00 บาท	432,000.00 บาท/ปี
เจ้าหน้าที่บัญชีจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท	180,000.00 บาท/ปี
เจ้าหน้าที่จัดซื้อจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท	180,000.00 บาท/ปี
หัวหน้าประจำกะจำนวน 2 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท	360,000.00 บาท/ปี
Board operatorจำนวน 4 คน อัตราจ้าง 12,000.00 บาท	576,000.00 บาท/ปี
Field operatorจำนวน 4 คน อัตราจ้าง 12,000.00 บาท	576,000.00 บาท/ปี
จป.วิชาชีพจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 15,000.00 บาท	180,000.00 บาท/ปี
ค่าสาธารณูปโภค	
ค่าสารเคมีใช้ในกระบวนการผลิตไอน้ำ	1,000,000.00 บาท/ปี
ค่าน้ำใช้ในระบบและสารเคมีใช้ใน Cooling Tower	1,800,000.00 บาท/ปี
ค่าเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลในกระบวนการผลิต	1,440,000.00 บาท/ปี
ค่าน้ำใช้ในโรงงาน	147,400.00 บาท/ปี
รวมต้นทุนการดำเนินงาน (2)	39,811,400.00 บาท/ปี
ต้นทุนการบริหาร (3)	
กรรมการผู้จัดการจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 50,000.00 บาท	600,000.00 บาท/ปี
ผู้จัดการทั่วไปจำนวน 1 คน อัตราจ้าง 30,000.00 บาท	360,000.00 บาท/ปี
ค่าประกันภัย	1,000,000.00 บาท/ปี
รวมค่าใช้จ่ายของต้นทุนการบริหาร (3)	1,960,000.00 บาท/ปี
งบลงทุน (1)	195,750,000.00 บาท
ประมาณการรายจ่ายต่อปี (2) + (3)	41,771,400.00 บาท/ปี

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และความเป็นไปได้เกี่ยวกับผลตอบแทนการลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กำหนดเป็น

1 กรณีฐาน เป็นการลงทุนของผู้ประกอบการเองทั้งหมด โดยเลือกใช้เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ และรายได้ทางตรงจากการจำหน่ายไฟฟ้าเทียบเท่าราคาซื้อขายของโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา โดยผู้ประกอบการเป็นผู้ลงทุนเองทั้งหมด ซึ่งไม่มีเงินสนับสนุนจากรัฐบาล สำหรับรายได้ทางตรงจากการจำหน่ายไฟฟ้าเทียบเท่าโรงไฟฟ้าเอกชนที่ใช้ผลิตกันท์จาก

มะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 6 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ราคา 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์ – ชั่วโมง โดยมีสมมุติฐานที่ใช้ในการผลิตดังนี้

เงินลงทุนทั้งหมดของโครงการ	195,750,000.00 บาท
ต้นทุนการดำเนินงาน	39,811,400.00 บาท/ปี
ต้นทุนการบริหาร	1,960,000.00 บาท/ปี
ดอกเบี้ย MLR ในฐานะลูกค้าชั้นดี(ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556)	7.50 %
จำนวนไฟฟ้าที่ผลิตได้ 5.1 เมกะวัตต์ หรือ 5,100 กิโลวัตต์	5,100 กิโลวัตต์
ไฟฟ้าป้อนให้กับเครื่องจักรในระบบการผลิตไฟฟ้า	909.94 kwh
ไฟฟ้าใช้ภายในโรงงานแปรรูปไม้	25.76 kwh
กำลังไฟที่ผลิตขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิต	4,164.30 kwh
(5,100 kwh - 909.94 kwh – 25.76 kwh)	
เวลาปฏิบัติงาน	16 ชั่วโมงต่อวัน
กำลังไฟที่ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าสุทธิต	66,628.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
แผนกำลังการผลิตในระยะเวลา 1 ปีใช้ 220วัน	14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี
(66,628.80 กิโลวัตต์ต่อวัน * 220 วัน)	

สำหรับการคำนวณลงทุนของการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา แสดงในตาราง 23 และการวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์แสดงในตาราง 24

ตาราง 23 การคำนวณลงทุนของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราขนาดเล็ก โดยผู้ประกอบการ

รายการ	มูลค่า	หน่วย
เงินลงทุนทั้งหมดของโครงการ	195,750,000.00	บาท
ต้นทุนการดำเนินงาน	39,811,400.00	บาท/ปี
ต้นทุนการบริหาร	1,960,000.00	บาท/ปี
ดอกเบี้ย MLR ในฐานะลูกค้าชั้นดี	7.50	%
กำลังการผลิตจ่ายเข้าระบบสุทธิต	14,658,336	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
ราคาขายไฟฟ้า	3.8548	บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
รายได้จากการขายไฟฟ้าสุทธิต	56,504,953.61	บาท/ปี

ตาราง 24 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้
ยางพาราขนาดเล็กโดยผู้ประกอบการ

รายการ	มูลค่า	หน่วย
ผลตอบแทนในโครงการ (IRR)		%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	- 270,760,803.35	บาท
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C)	0.68	

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราขนาดเล็ก (5.1 เมกะวัตต์) ของผู้ประกอบการเองโดยใช้เงินลงทุนทั้งหมด 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนของผู้ประกอบการ 1:1 กำหนดเป็นอัตราส่วนดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาวการกู้เงินกับธนาคารพาณิชย์ : เงินลงทุน (ของตนเอง) อยู่ที่อัตราส่วน 1:1) อัตราการกู้เงินกำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี Ө.วันที่ 23 ธันวาคม 2556) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ราคาการขายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบในราคา 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (เทียบเท่ากับโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 6 เมกะวัตต์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภทเครื่องจักรกังหันไอน้ำ แห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์) ขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทำให้โรงไฟฟ้าแห่งนี้มีรายได้จากการขายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสุทธิ 56,504,953.61 บาทต่อปี ทำให้การลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก จากเศษไม้ยางพารา โดยไม่ได้รับการสนับสนุนส่วนเพิ่มจากรัฐบาลมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับติดลบ 270,760,803.35 บาท และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit and Cost ratio :BCR) เท่ากับ 0.68 ดังนั้นการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก (5.1 เมกะวัตต์) จากเศษไม้ยางพารา โดยขาดการสนับสนุนจากภาครัฐบาลจึงไม่เหมาะสมกับการลงทุน

2 กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปรและสมมุติฐานจากกรณีฐานมาหาดัชนีทุนที่แท้จริงที่ให้ IRR = 0

จากกรณีฐาน สำหรับการลงทุนโดยผู้ประกอบการเองทั้งหมด กำลังการผลิตจ่ายเข้าสู่ระบบสุทธิ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี มีรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าอยู่ที่ราคา 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง ทำให้โรงไฟฟ้าแห่งนี้มีรายได้จากการขายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสุทธิ 56,504,953.61 บาทต่อปี พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ(Net Present Value: NPV) มีมูลค่าติดลบ 270,760,803.35 บาท และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit and Cost ratio :BCR) เท่ากับ 0.68 ซึ่งผลของอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit and Cost ratio :BCR) มีค่าน้อย

กว่า 1 ดังนั้นการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก (5.1 เมกะวัตต์) จากเศษไม้ยางพารา จึงไม่เหมาะสมกับการลงทุน แต่เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินต่อไปได้ และมีผลตอบแทนในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 0 ในกรณีนี้หมายความว่าผลตอบแทนนั้น เท่ากับต้นทุนการดำเนินโครงการทั้งหมด จึงต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลด้วยการขายไฟฟ้า เข้าระบบให้การไฟฟ้าในราคา 5.8936 บาทต่อกิโลวัตต์ – ชั่วโมง

ตาราง 25 ข้อมูลของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก จากเศษไม้ยางพารา กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปรและสมมุติฐานจากกรณีฐานมาหาต้นทุนที่แท้จริงที่ให้ IRR = 0

รายการ	มูลค่า	หน่วย
เงินลงทุนทั้งหมดของโครงการ	195,750,000.00	บาท
ต้นทุนการดำเนินงาน	39,811,400.00	บาท/ปี
ต้นทุนการบริหาร	1,960,000.00	บาท/ปี
ดอกเบี้ย MLR ในฐานลูกค้าชั้นดี	7.50	%
กำลังการผลิตจ่ายเข้าระบบสุทธิ	14,658,336	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ตาราง 26 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก จากเศษไม้ยางพารา กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปร และสมมุติฐานจากกรณีฐานมาหาต้นทุนที่แท้จริงที่ให้ IRR = 0

รายการ	มูลค่า	หน่วย
ผลตอบแทนในโครงการ (IRR)	0	%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	0	บาท
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C)	1	
ราคาขายไฟฟ้า	5.6951	บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
รายได้จากการขายไฟฟ้าสุทธิ	83,480,689.35	บาท/ปี

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราของผู้ประกอบการเองโดยใช้เงินลงทุน 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาวการกู้เงินกับธนาคารพาณิชย์ : เงินลงทุน (ของตนเอง) อยู่ที่อัตราส่วน 1:1 อัตราการกู้เงินกำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ๓ วันที่ 23 ธันวาคม 2556) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้า

เข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี เพื่อให้การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราให้ผลตอบแทนในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 0 ต้องมีการสนับสนุนราคาขายไฟฟ้าจากรัฐบาลอยู่ที่ราคา 5.6951 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

3 กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง หาสวนเพิ่ม Feed in Tariff จากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคาซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน เพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้ IRR = 13 %

กรณีศึกษาอัตราการรับซื้อไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแรงจูงใจต่อผู้ประกอบการลงทุน โดยกำหนดที่ IRR = 13 % (ผลรวมของอัตราการกู้เงินกำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ายรายใหญ่ขั้นต่ำ ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากับตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี 2551 ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย)

ตาราง 27 ข้อมูลของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง หาสวนเพิ่ม Feed in Tariff จากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคาซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน เพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้ IRR = 13 %

รายการ	มูลค่า	หน่วย
เงินลงทุนทั้งหมดของโครงการ	195,750,000.00	บาท
ต้นทุนการดำเนินงาน	39,811,400.00	บาท/ปี
ต้นทุนการบริหาร	1,960,000.00	บาท/ปี
ดอกเบี้ย MLR ในฐานะลูกค้าขั้นต่ำ(ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556)	7.50	%
กำลังการผลิตจ่ายเข้าระบบสุทธิ	14,658,336	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ตาราง 28 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง หาสวนเพิ่ม Feed in Tariff จากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคารับซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน เพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้ $IRR = 13\%$

รายการ	มูลค่า	หน่วย
ผลตอบแทนในโครงการ (IRR)	13	%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	106,564,939.99	บาท
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)	1.13	
ราคาขายไฟฟ้า	6.4193	บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
รายได้จากการขายไฟฟ้าสุทธิ	94,096,256.28	บาท/ปี

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราของผู้ประกอบการเองโดยใช้เงินลงทุน 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนของผู้ประกอบการ 1:1 กำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการ ที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี แต่เพื่อให้การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราให้ผลตอบแทนในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 13 ต้องมีการสนับสนุนราคาขายไฟฟ้าจากรัฐบาลอยู่ที่ราคา 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราของทั้ง 3 กรณีแล้วนำมาทำการเปรียบเทียบในตาราง 29

ตาราง 29 เปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล
จากเศษไม้ยางพาราขนาดเล็ก (5.1 เมกะวัตต์) ของทั้ง 3 กรณี

รายละเอียด	กรณีฐาน	กรณี IRR = 0	กรณี IRR = 13 %
ผลตอบแทนของโครงการ	-	0	13
IRR(%)			
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	- 270,760,803.35	0	106,564,939.99
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อ	0.68	1.00	1.13
ต้นทุน (B/C)			
ราคาขายไฟฟ้า	3.8548	5.6951	6.4193
(บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)			

4.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis)

การวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆไว้ล่วงหน้าซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างดำเนินโครงการและอาจมีผลกระทบต่อรายรับและรายจ่ายของโครงการ จึงต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis) ว่าหากดำเนินโครงการต่อไปยังมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนหรือไม่ และเพื่อให้เกิดความมั่นใจสำหรับการตัดสินใจในการลงทุนหรือดำเนินโครงการต่อไป ภายใต้เงื่อนไขของเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ในอัตราเท่ากับ 6.4193 บาทต่อหน่วย เป็นแรงจูงใจสำหรับผู้ประกอบการ โดยมีเงื่อนไขของการลงทุนติดตั้งเครื่องจักรทั้งหมด คือ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis) จากเงื่อนไขของการรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ดังนี้

1. การขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลที่ราคา 5.4193 บาทต่อหน่วย
2. การขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลที่ราคา 6.4193 บาทต่อหน่วย (กรณีฐาน)
3. การขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลที่ราคา 7.4193 บาทต่อหน่วย
4. การขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลที่ราคา 8.4193 บาทต่อหน่วย

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis) จากเงื่อนไขของอัตราดอกเบี้ยลูกค้ำรายใหญ่ขั้นต่ำ ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี 2551 ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย) โดยกำหนดการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ไว้ 3 ระดับ คือ

1. กรณีของอัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน - 1)
2. กรณีของอัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)
3. กรณีของอัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)
4. กรณีของอัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)

ตาราง 30 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 5.4193 บาทต่อหน่วย และมีอัตราเงินเพื่อเท่ากับร้อยละ 4.50 (ลดลงในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเพื่อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน) อัตราเงินเพื่อเท่ากับร้อยละ 6.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเพื่อร้อยละ 7.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน)

โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา				
รายการ	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)
มูลค่าติดตั้งเครื่องจักร				
ผลตอบแทนของโครงการ IRR(%)	12%	13%	14%	15%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	- 36,371,741.17	- 40,569,294.10	- 44,372,349.52	- 47,823,953.36
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)	0.96	0.95	0.94	0.94

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้เงินลงทุน 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนของผู้ประกอบการ 1:1 กำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ายาวใหญ่ขั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากับตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเพื่ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเพื่อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และจากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าหน่วยละ 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นจำนวนเงิน 56,504,953.61 บาทต่อปี และการขอรับเงินสนับสนุนการขายไฟเข้าระบบจากรัฐบาลในอัตราร้อยละ 5.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งรวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นเท่ากับ 22,932,966.67 บาทต่อปี ภายใต้สถานการณ์ของอัตราเงินเพื่อ 3 ระดับ คือ

1. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)
2. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)
3. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)
4. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)

พบว่า ภายใต้เงื่อนไขของเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ในอัตราเท่ากับ 5.4193 บาทต่อหน่วยก็ตาม เมื่อวิเคราะห์การลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยนำไปเปรียบเทียบกับกำไรของรายได้จากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าจะมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) นั้นมีค่าต่ำกว่า 1 ระหว่าง 0.94 – 0.96 หมายถึงการลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารานั้นไม่คุ้มค่าสำหรับการลงทุน

ตาราง 31 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 6.4193 บาทต่อหน่วย และมีอัตราเงินเฟ้อเท่ากับร้อยละ 4.50 (ลดลงในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน) อัตราเงินเฟ้อเท่ากับร้อยละ 6.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน)

รายการ	โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา			
	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)
มูลค่าติดตั้งเครื่องจักร				
ผลตอบแทนของโครงการ IRR(%)	12%	13%	14%	15%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	121,649,064.35	106,564,939.99	92,969,461.68	80,687,690.69
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)	1.14	1.13	1.12	1.11

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้เงินลงทุน 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนของผู้ประกอบการ 1:1 กำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ายาวใหญ่ขั้นต่ำ ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากับตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.5 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และจากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าหน่วยละ 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นจำนวนเงิน 56,504,953.61 บาทต่อปี และการขอรับเงินสนับสนุนการขายไฟเข้าระบบจากรัฐบาลในอัตราหน่วยละ 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งรวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นเท่ากับ 37,591,302.67 บาทต่อปี ภายใต้สถานการณ์ของอัตราเงินเฟ้อ 3 ระดับ คือ

1. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)
2. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)
3. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)
4. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)

พบว่า ภายใต้เงื่อนไขของเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ในอัตราเท่ากับ 6.4193 บาทต่อหน่วย เมื่อวิเคราะห์การลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยนำไปเปรียบเทียบกับกำไรของรายได้จากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าจะมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ที่มากกว่า 1 โดยอยู่ระหว่าง 1.11 – 1.14 หมายถึงการลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารานั้นคุ้มค่าสำหรับการลงทุน

ตาราง 32 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 7.4193 บาทต่อหน่วย และมีอัตราเงินเพื่อเท่ากับร้อยละ 4.50 (ลดลงในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเพื่อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน) อัตราเงินเพื่อเท่ากับร้อยละ 6.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเพื่อร้อยละ 7.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน)

โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา				
รายการ	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)
มูลค่าติดตั้ง เครื่องจักร				
ผลตอบแทน ของโครงการ IRR(%)	12%	13%	14%	15%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	279,669,869.88	253,699,174.09	230,311,272.88	209,199,334.74
มูลค่าติดตั้ง เครื่องจักร	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)	อัตราเงินเพื่อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)
อัตราส่วน ผลประโยชน์ ต่อต้นทุน (BCR)	1.31	1.30	1.29	1.28

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้เงินลงทุน 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนของผู้ประกอบการ 1:1 กำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ายาวใหญ่ขั้นต่ำ ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากันตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ.วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเพื่ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเพื่อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อ

ปี และจากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าหน่วยละ 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นจำนวนเงิน 56,504,953.61 บาทต่อปี และการขอรับเงินสนับสนุนการขายไฟเข้าระบบจากรัฐบาลในอัตราหน่วยละ 7.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งรวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นเท่ากับ 52,249,638.67 บาทต่อปี ภายใต้สถานการณ์ของอัตราเงินเฟ้อ 3 ระดับ คือ

1. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)
2. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)
3. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)
4. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)

พบว่า ภายใต้เงื่อนไขของเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ในอัตราเท่ากับ 7.4193 บาทต่อหน่วย เมื่อวิเคราะห์การลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยนำไปเปรียบเทียบกับกำไรของรายได้จากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าจะมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ที่มากกว่า 1 โดยอยู่ระหว่าง 1.28 – 1.31 หมายถึงการลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารานั้นคุ้มค่าสำหรับการลงทุน

ตาราง 33 ผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา กรณีของการขอรับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ที่ราคา 8.4193 บาทต่อหน่วย และมีอัตราเงินเฟ้อเท่ากับร้อยละ 4.50 (ลดลงในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน) อัตราเงินเฟ้อเท่ากับร้อยละ 6.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน) อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน)

โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา				
รายการ	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)	อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)
มูลค่าติดตั้งเครื่องจักร	4.50 (กรณีฐาน -1)	5.50	6.50 (กรณีฐาน +1)	7.50 (กรณีฐาน +2)
ผลตอบแทนของโครงการ	12%	13%	14%	15%
IRR(%)	437,690,675.41	400,833,408.19	367,653,084.08	337,710,978.78
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)				
อัตราส่วน	1.49	1.48	1.47	1.45
ผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)				

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้เงินลงทุน 195,750,000.00 บาท อายุโครงการ 15 ปี โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคารต่อเงินทุนของผู้ประกอบการ 1:1 กำหนดเป็นอัตราดอกเบี้ยลูกค้ายาวใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate) กำหนดเท่ากับตลอดอายุโครงการที่ร้อยละ 7.50 (ธนาคารยูโอบี ณ วันที่ 23 ธันวาคม 2556) อัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ร้อยละ 5.50 (อัตราเงินเฟ้อประเทศไทยสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย) ตลอดอายุของโครงการ และคืนเงินภายใน 7 งวด กำลังการผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าเท่ากับ 14,658,336 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และจากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าหน่วยละ 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นจำนวนเงิน 56,504,953.61 บาทต่อปี และการขอรับเงินสนับสนุนการขายไฟเข้าระบบจากรัฐบาลในอัตราหน่วยละ 8.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งรวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นเท่ากับ 66,907,974.67 บาทต่อปี ภายใต้สถานการณ์ของอัตราเงินเฟ้อ 4 ระดับ คือ

1. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)
2. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)
3. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)
4. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)

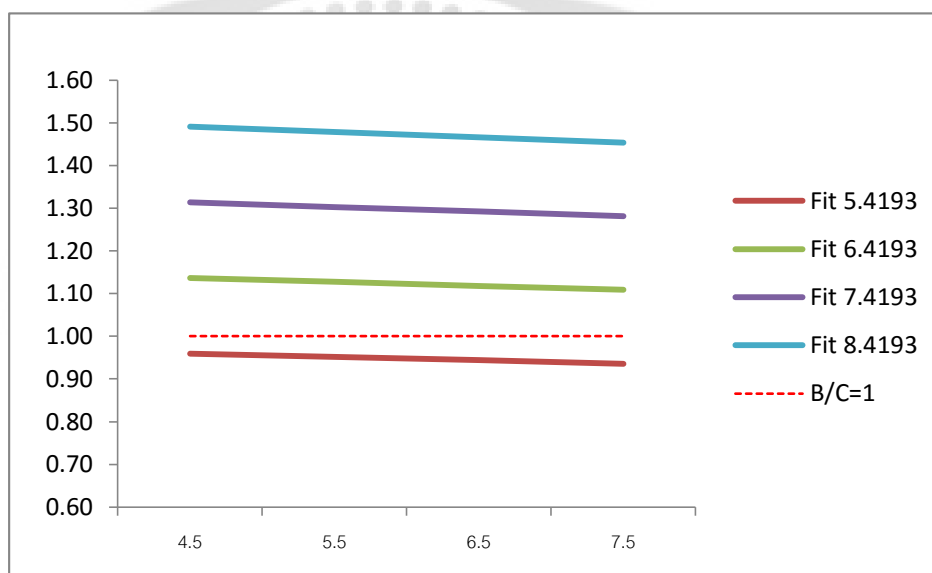
พบว่า ภายใต้เงื่อนไขของเงินสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของ Feed – in Tariff (FIT) ในอัตราเท่ากับ 8.4193 บาทต่อหน่วย เมื่อวิเคราะห์การลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราโดยนำไปเปรียบเทียบกับกำไรของรายได้จากการขายไฟเข้าระบบให้การไฟฟ้าจะมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ที่มากกว่า 1 โดยอยู่ระหว่าง 1.45 – 1.49 หมายถึงการลงทุนของโครงการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารานั้นคุ้มค่าสำหรับการลงทุน

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราเมื่อจำลองภาพเหตุการณ์จากการเกิดสภาวะเงินเฟ้อตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ ภายใต้สมมุติฐาน 4 ระดับ คือ

1. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4.50 (กรณีฐาน -1)
2. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 5.50 (กรณีฐาน)
3. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 6.50 (กรณีฐาน +1)
4. อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7.50 (กรณีฐาน +2)

และผลตอบแทนของโครงการ IRR(%) ที่ 12%, 13%, 14%, 15% รวมถึงราคารับซื้อไฟฟ้าจากตามมาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจากรัฐบาล (6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง) พบว่าจะทำให้ราคารับซื้อไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงเท่ากับ 5.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ในกรณีฐาน -1 และการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 7.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ในกรณีฐาน +1 โดยอาจสรุปได้ว่า หากมีผู้ประกอบการเอกชนมีความสนใจลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากเศษไม้ยางพาราขนาดกำลังการผลิต 5.1 เมกกะวัตต์ โดยได้รับการสนับสนุนตาม

มาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน โดยรัฐบาลให้การสนับสนุนอัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปของ FiTs ตั้งแต่ 6.4193 บาทต่อหน่วยขึ้นไปจะมีความคุ้มค่าสำหรับการลงทุน ในขณะที่หากภาวะเศรษฐกิจเกิดความผันผวนเมื่ออัตราเงินเฟ้อหากมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่มากขึ้นจะทำให้ความคุ้มค่าในการลงทุนลดลง เช่น กรณีฐานอัตรารับซื้อไฟฟ้าที่น้อยกว่า 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรืออัตราเงินเฟ้อมากกว่าร้อยละ 4.50 ทำให้แรงจูงใจจากผู้ประกอบการในการลงทุนลดลงในทางกลับกันหากอัตรา รับซื้อไฟฟ้าตามมาตรการมาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน โดยรัฐบาลให้การสนับสนุนอัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปของ FiTs ตั้งแต่ที่มากกว่า 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง อัตราเงินเฟ้อน้อยกว่าเท่ากับร้อยละ 4.50 ทำให้แรงจูงใจจากผู้ประกอบการในการลงทุนมีสูงขึ้น แสดงในรูปแบบของอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน สามารถนำมาแสดงในรูปกราฟ ภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis) ของการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา

การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ พบว่า การลงทุนโดยการขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐตั้งแต่ 6.5551 บาทต่อหน่วยขึ้นไปจะมีความคุ้มค่าสำหรับการลงทุน สำหรับอัตราเงินเฟ้อหากมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่มากขึ้นจะทำให้ความคุ้มค่าในการลงทุนลดลงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ และความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนเชิงสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารากำลังการผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์ โดยประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเป็นเศษไม้ยางพาราจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ในเขตจังหวัดภาคใต้ 14 จังหวัด โดยใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก

ยางพาราระหว่างปี พ.ศ.2548 – 2558 พบว่า จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีความเหมาะสมในการตั้ง
 โครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลแบบกังหันไอน้ำขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์ โดยต้องการเศษ
 ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงจำนวน 120 ตันต่อวัน เมื่อประเมินผลตอบแทนการลงทุนทาง
 เศรษฐศาสตร์ โดยให้ราคาอัตราซื้อไฟฟ้าเท่ากับอัตราซื้อไฟฟ้าจากเอกชนในราคา 3.8548
 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยมีรายได้ทางตรงเฉพาะการจำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้า กำลังการ
 ผลิต 5.1 เมกะวัตต์ มีชั่วโมงการผลิตรวม 4,800 ชั่วโมงต่อปี มีอัตราผลตอบแทนภายใน (internal
 rate of return: IRR) ที่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้ประกอบการต้องเป็นผู้ลงทุนด้วย
 ตนเองโดยใช้เงินกู้จากสถาบันการเงินทั้งหมด โดยไม่ได้รับมาตรการส่งเสริมหรือสนับสนุนใดๆ จาก
 รัฐบาล ย่อมทำให้โครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลไม่คุ้มค่า หรือจูงใจให้เอกชนหันมามีส่วนร่วมในการ
 ลงทุนกิจการผลิตพลังงานทดแทน โดยรัฐบาลควรกำหนดมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจาก
 พลังงานจากชีวมวลในรูป feed in tariff โดยให้การสนับสนุนอัตราค่ารับซื้อไฟฟ้าในอัตราคงที่ และ
 มีระยะยาวพอสมควรเพื่อให้จูงใจผู้ประกอบการให้ความสนใจมาลงทุนในโครงการผลิตพลังงาน
 ทดแทนอย่างน้อย 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 106,564,939.99
 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (benefit and cost ratio: B/C) เท่ากับ 1.13 โดยมีอัตรา
 ผลตอบแทนภายในร้อยละ 13.00

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีที่ใช้ชีวมวลจากเศษไม้ยางพารามาแปรรูปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนของการเปลี่ยนชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเป็นพลังงานเชื้อเพลิง และต้นทุนที่แท้จริงของการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงจากเศษไม้ยางพารา ประเมินศักยภาพของการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปไม้ยางพาราเป็นพลังงานชีวมวล และศักยภาพของเศษไม้ที่เหลือเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานชีวมวลสำหรับโครงการจัดตั้งโรงไฟฟ้า เพื่อนำมาหาผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับการลงทุนของโครงการ สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel โดยกำหนดเป็น

1. กรณีฐาน เป็นการลงทุนโดยผู้ประกอบการโดยเลือกใช้เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ และรายได้ทางตรงจากการจำหน่ายไฟฟ้าเทียบเท่าราคาซื้อของโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน
2. กรณีต้นทุนที่แท้จริง เป็นการนำตัวแปรและสมมติฐานจากกรณีฐานมาหาดัชนีทุนที่แท้จริงที่ $IRR = 0$
3. กรณีขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การนำตัวแปร และสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง หาส่วนเพิ่ม Feed in Tariff จากรายได้การขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อเทียบเท่ากับราคาซื้อจากโครงการผลิตไฟฟ้าเอกชน เพื่อให้ผู้ประกอบการลงทุนแล้วได้ $IRR = 13\%$ โดยมีสมมติฐานจากกรณีต้นทุนที่แท้จริง

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของศักยภาพเชิงปริมาณ และความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนเชิงสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารากำล้างการผลิตติดตั้ง 5.1 เมกะวัตต์ โดยประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเป็นเศษไม้ยางพาราจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ในเขตจังหวัดภาคใต้ 14 จังหวัด โดยใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกยางพาราระหว่างปี พ.ศ.2548 – 2558 พบว่า การเพาะปลูกยางพารามีพื้นที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนของการแปรรูปผลผลิตไม้ยางพาราที่แปรผันตรงกับพื้นที่เพาะปลูกเมื่อยางพาราคบอายุการโค่นโดยประมาณ 20 ปี พบว่า พื้นที่เพาะปลูกยางพาราจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไม้ยางพาราที่เข้าสู่โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ซึ่งงานวิจัยนี้ตั้งสมมติฐานของตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้าคือจังหวัดสุราษฎร์ โดยโรงไฟฟ้ามีการซื้อเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราจำนวน 120 ตันต่อวัน จากการคำนวณจะได้เศษไม้เพื่อใช้เป็นชีวมวลต่อวันเท่ากับ 783.13 ตันต่อวัน พบว่า ปริมาณสำรองเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษไม้ยางพาราเพียงพอต่อการป้อนให้กับโรงไฟฟ้า

การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา พบว่า การลงทุนสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา ภาคเอกชนไม่สามารถดำเนินการลงทุนได้หากมีอัตราซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ราคา 3.8548 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เนื่องจากการลงทุนสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารานั้นมีผลลัพธ์ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบเท่ากับ 270,760,803.35 บาท อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 0.68 สำหรับผลตอบแทนการลงทุนกรณีต้นทุนดำเนินการที่แท้จริงให้ $IRR = 0$ พบว่า ราคาขายไฟฟ้าเข้าระบบต่อหน่วยซึ่งหน่วยงานรัฐต้องรับซื้อไฟฟ้าที่ราคา 5.6951 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง สำหรับการสร้างแรงจูงใจให้กับเอกชนผู้ประกอบการมีความสนใจในการลงทุนสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพาราหน่วยงานรัฐควรสนับสนุนการซื้อไฟฟ้าที่ราคา 6.4193 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity analysis) ในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กจากเศษไม้ยางพารา พบว่า การลงทุนโดยการขอรับเงินสนับสนุนจากภาครัฐบาลตั้งแต่ 6.4193 บาทต่อหน่วยขึ้นไปจะมีความคุ้มค่าสำหรับการลงทุน สำหรับอัตราเงินเพื่อหากมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่มากขึ้นจะทำให้ความคุ้มค่าในการลงทุนลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ภาครัฐบาลควรสนับสนุนด้านเงินลงทุนที่มีอัตราดอกเบี้ยต่ำกว่าการปกติ และให้เงินสนับสนุนค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่าต้นทุนที่เป็นจริงของชีวมวลแต่ละประเภทที่ชัดเจนในราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการ และเป็นธรรมกับผู้ใช้ไฟฟ้า
2. รัฐบาลควรมีมาตรการที่ชัดเจนด้านสิ่งแวดล้อมโดยคำนึงผลกระทบจากโรงไฟฟ้าซึ่งรัฐบาลควรพิจารณาเก็บภาษีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นมาตรฐานการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงจำพวกฟอสซิลเพื่อนำมาสนับสนุนให้กับการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลที่ไม่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- 1 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน.(2550).การประเมินศักยภาพของชีวมวลในประเทศไทย
- 2(2550) หลักเกณฑ์และมาตรฐานความปลอดภัยของสถานที่ใช้ ก๊าซธรรมชาติ ที่กรมธุรกิจพลังงานรับผิดชอบ พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- 3(2551).ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงานกระทรวงพลังงาน.กรุงเทพฯ.
- 4(2552).รายงานพลังงานของประเทศไทย 2551 .ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงานกระทรวงพลังงาน.กรุงเทพฯ.
- 5(2553).โลกกับการลงทุนในกิจการพลังงาน 2001 – 2030 .ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงานกระทรวงพลังงาน.กรุงเทพฯ.
- 6.....(2554) คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน.กระทรวงพลังงาน.กรุงเทพฯ.
- 7.....(2557) นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบของการสนับสนุนผู้ลงทุนให้ดำเนินธุรกิจได้สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)
- 8.....(2558).สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย เดือนมกราคม – เดือนพฤษภาคม. 2558 .ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศ, พลังงานกระทรวงพลังงาน.กรุงเทพฯ
- 9.....(2558). นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed – in Tariff. กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- 10 กระทรวงเกษตร (2557) พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร
- 11 กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2555) คู่มือแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน.กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- 12 ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2552) คุณสมบัติเบื้องต้นของชีวมวล. กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- 13 ศูนย์สารสนเทศทางการเกษตร, 2559) .พื้นที่เพาะปลูกยางพารา.กรุงเทพฯ. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- 14 ศูนย์เศรษฐกิจการลงทุน ภาคที่ 6 จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2557) ภาพการณ์ลงทุนในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนในช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายน 2557
- 15 สถาบันวิจัยพลังงาน. (2555). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติก เป็นน้ำมัน. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- 16 สถาบันวิจัยยาง สำนักงานการยางแห่งประเทศไทย (2558) เนื้อที่โค่นสวนยาง (ไร่) และเนื้อที่ปลูกแทนด้วยยาง (ไร่) ปีงบประมาณ 2554 – 2558.กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- 17 สถาบันวิจัยยางศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2557) แหล่งที่มาของยางพารา
- 18 กฤษฎา สังข์สิงห์ พันธ์ แพชนะ และวิทยา พรหมมี (2552).การเปรียบเทียบ ผลผลิต คุณภาพ และสมบัติของไม้ยางพาราแปรรูป จากต้นที่ผ่านการกรีดแบบปกติ กับต้นที่ผ่านการเจาะร่วมกับการใช้แก๊สเอทิลีน
- 19 เก็จไพลิน คำเพาะ (2553) การศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลจากแกลบและเห้งมັນสำปะหลังในจังหวัดศรีสะเกษ
- 20 คู่มือชีวมวลเอเชีย (2551) แนวทางสำหรับการผลิตและการใช้สารชีวมวล
- 21 จรัส จิรวินบูลย์.(2553).หม้อไอน้ำ.กรุงเทพ.สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย – ญี่ปุ่น)
- 22 จามร วสุรัตน์มณี (2553). การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานในการอบไม้โดยการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ
- 23 ชัด อินทะสี (2554). การส่งและจ่ายกำลังไฟฟ้ามวล .กรุงเทพฯ.ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- 24 ไชยา สติรยากร.(2550).การศึกษาการผลิตพลังไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ โดยใช้พลังงานชีวมวลสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก
- 25 ณัฏฐ์สิริ ลักษณะอารีย์ (2555) การศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
- 26 นคร วรสุวรรณรักษ์ (2558). ประเภทและคุณสมบัติของชีวมวล,หน้า 5 – 7
- 27 นคร ทิพย์าวงศ์.(2550).เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวล .กรุงเทพฯ.สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย – ญี่ปุ่น).
- 28 บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, บุญรอด สัจกุลนุกิจ และคณะ. (2555). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการส่งเสริมมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลแปรรูปในภาคอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- 29 ธนาคารยูโอบี (2556). อัตราดอกเบี้ยและค่าธรรมเนียม. ออนไลน์, สืบค้นจาก <http://www.kasikornbank.com/> สืบค้นเมื่อ 7 มิถุนายน 2559
- 30 ธนาคารแห่งประเทศไทย (2556). อัตราเงินเฟ้อสูงสุดย้อนหลัง 10 ปี. กรุงเทพฯ: ธนาคารฯ.
- 31 ปกรณ์พรรณ ณะคำปา (2552) การศึกษาอิทธิพลของต้นทุนภายนอกต่ออัตราการใช้ไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก
- 32 ปวีณ์กร ดาวธง (2558) การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในเขตรับผิดชอบสำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 1

- 33 ประพันธ์ คูชลธารา. (2558). พลังงานจากชีวมวลและวัสดุเหลือใช้. กรุงเทพฯ. ภาควิชาเคมี
เทคนิคคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- 34 พัสดราภรณ์ วรรณอาภา (2553) การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจของ
โครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยใช้กระถินยักษ์เป็นเชื้อเพลิง
- 35 รุ่งรัตน์ เรืองสังข์ (2549) การศึกษาผลตอบแทนทางการเงินในการลงทุนผลิตไฟฟ้าของ
โรงไฟฟ้าชีวมวลของ บริษัท ด่านช้างไบโอ-เอ็นเนอร์ยี จำกัด
- 36 วิชชากร จารุศิริ. (2559). พลังงานชีวมวล: เทคโนโลยีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- 37 วิวัฒน์ กุหลาบซ้อน (2558) การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงไฟฟ้าความร้อนจาก
แสงอาทิตย์ด้วยเทคโนโลยีเกลือหลอมเหลวในประเทศไทย
- 38 วรณช แจงสว่าง (2551) พลังงานหมุนเวียน : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ
- 39 สันติสิริสมบูรณ์ จิรสรณ์ (2552) การศึกษาศักยภาพของพลังงานชีวมวลเพื่อผลิตไฟฟ้า
- 40 สมชาติ ฉันทศิริวรรณ (2554) วิศวกรรมโรงไฟฟ้าฉบับแก้ไขและปรับปรุง. กรุงเทพฯ. □
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- 41 สุชาติ สุภาพ (2557). พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ .คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี .ปทุมธานี.
- 42 อนิรุตต์ มัทธจักร (2559) วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง .กรุงเทพฯ.ซีเอ็ดยูเคชั่น.
แหล่งข้อมูลออนไลน์, สืบค้นจาก
.....www.9engineer.com
.....<http://biological-energy.blogspot.com>
.....www.mof.or.th

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล
วัน เดือน ปี เกิด
สถานที่เกิด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน

พุทธรักษา พงศภักเปโตร
5 เมษายน 2513
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
109/368 หมู่บ้านบุศรินทร์ ถนนเทพารักษ์
ตำบลบางปลา อำเภอ
บางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2529

ประถมศึกษา – มัธยมศึกษา

จาก โรงเรียนอรุณวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

พ.ศ. 2532

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช)

จาก โรงเรียนอาชีวะดอนบอสโก (กรุงเทพฯ)

พ.ศ. 2534

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส)

จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

วิทยาเขตพระนครเหนือ

พ.ศ. 2537

อส.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)

จาก มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

พ.ศ. 2558

วท.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม)

จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ