

พอร์ทัลไฟล์เอกสารบริหารจัดการเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก

นางสาวกัญยรัตน์ สังข์ทอง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PORTFOLIO OF BIO-FUEL MANAGEMENT FOR SPP GRID CODE

Miss Kanyarat Sangthong



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

พอร์ทัลไฟล์เอกสารบริหารจัดการเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับ
ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก

โดย

นางสาวกัญยรัตน์ สังข์ทอง

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูตีมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวินิช)

กันยาร์ตัน สังข์ทอง : พอร์ทโฟลิโอการบริหารจัดการเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (PORTFOLIO OF BIO-FUEL MANAGEMENT FOR SPP GRID CODE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์, 143 หน้า.

จากการศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง พบปัญหาเรื่องต้นทุนเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากการเติบโตของธุรกิจโรงไฟฟ้าชีวมวล ส่งผลให้เกิดซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักของโรงไฟฟ้าชีวมวล เป็นที่ต้องการของตลาดในกลุ่มธุรกิจโรงไฟฟ้า ทำให้ราคาแลกเปลี่ยนปรับราคาสูงขึ้น ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาจึงปรับเพิ่มสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องความไม่แน่นอนของปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีการแปรผันตามฤดูกาลทางการเกษตร

งานวิจัยฉบับนี้จึงทำการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ให้เกิดมูลค่าเพิ่มสูงสุด ตามศักยภาพการจัดการจัดหาเชื้อเพลิง โดยการปรับสัดส่วนเชื้อเพลิงใหม่ และลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัสสด เพื่อนำมาใช้ทดแทนแลกเปลี่ยน ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเชื้อเพลิง ทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น และต้นทุนโดยรวมลดลง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้รูปแบบการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ในการหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าตามฤดูกาลทางการเกษตร โดยมีเป้าหมายคือค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนเชื้อเพลิงเทียบกับหน่วยผลิตไฟฟ้าเสมือนต่ำที่สุด และมีขอบเขตในการตัดสินใจในด้านปริมาณการจัดการจัดหาเชื้อเพลิงแต่ละชนิดตามแต่ละฤดูกาล ค่าความชื้นรวมของเชื้อเพลิงไม่เกินค่าการออกแบบเครื่องจักร ค่าพลังงานเพียงพอต่อความต้องการในการผลิตไฟฟ้า และทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัสสดโดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ทั้ง 4 ด้านก่อนนำผลมาเปรียบเทียบแบบ Matrix และมีการให้นำหนักตามลำดับความสำคัญ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ผลจากการศึกษาพบว่าทางเลือกสัดส่วนเชื้อเพลิงให้เหมาะสมสามารถลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าลงได้จาก 1.55 บาท/kwhe ลดลงเหลือ 1.29 บาท/ kwhe และจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา พบว่าการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้น้ำมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

5670903121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: MATHEMATICAL MODEL

KANYARAT SANGTHONG: PORTFOLIO OF BIO-FUEL MANAGEMENT FOR SPP
GRID CODE. ADVISOR: ASSOC. PROF. JEIRAPAT NGAOPRASERTWONG,
Ph.D., 143 pp.

In this reseach of power plant, the bio-fuel cost are increasing. Due to the business is grow.The main bio-fuel of power plant is rice husk which is demanded in bio-fuel power plant business. It is effect to cost of electricity generated. There are also problems with uncertainty of bio-fuel quantity in seasonal variation or agriculture.

In this research, using a mathematical analysis model (Mathematical Model) for proportion of bio-fuel used to produce electricity. According to the agricultural season, the object that is the lowest cost of bio-fuel per electricity equivalent (baht/kwhe) and the scope of decision making depend on the quantity which are vary in agriculture. Total moisture of fuel not exceeding the value of the machine design and the energy sufficient to produce electricity. In addition, the researcher made an analysis of the project investment for reducing the fuel moisture content of fresh eucalyptus bark by a feasibility analysis.

The results showed that the ratio of bio-fuel to be appropriate to reduce the cost of electricity from 1.55 baht/kwhe reduced to 1.29 baht/kwhe and analysis of the project investment, reducing the fuel moisture content of fresh eucalyptus bark found that reducing the fuel moisture using moisture in the steam dryers are the most worthwhile investment.

Department: Industrial Engineering Student's Signature

Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยได้ เนื่องจากความเมตตา กรุณา ในการให้ คำแนะนำ การตีกรอบความคิด และข้อคิดเห็นต่าง ๆ อย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่สละเวลา ให้ความรู้ สอน และให้แนวคิดต่าง ๆ รวมทั้งให้กำลังใจและการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชิตินา ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวณิช กรรมการซึ่งได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ โรงงานผลิตไฟฟ้ากรณีศึกษา และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูล แนวคิด และความร่วมมืออย่างดียิ่งในด้านต่าง ๆ ทำให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง พี่น้องและเพื่อน ๆ ที่คอยผลักดันให้กำลัง และช่วยเหลือตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

| | |
|---|----|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญรูป | ฎ |
| สารบัญตาราง..... | ฏ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน..... | 4 |
| 1.1.2 สภาพปัญหา..... | 9 |
| 1.1.3 แนวทางการแก้ปัญหา | 9 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 10 |
| 1.3 ขอบเขตการวิจัย | 10 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 11 |
| 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 11 |
| 1.6 คำนิยามที่ใช้ในงานวิจัย | 11 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 13 |
| 2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์..... | 13 |
| 2.1.1 ตัวแปรตัดสินใจและพารามิเตอร์ | 14 |
| 2.1.2 ข้อจำกัดหรือขอบข่าย | 14 |
| 2.1.3 ฟังก์ชันเป้าหมาย | 14 |
| 2.2 ต้นทุนและการวิเคราะห์ต้นทุน | 16 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2.1 | ต้นทุนตามพฤติกรรมของต้นทุน | 17 |
| 2.2.2 | ต้นทุนตามความเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ | 18 |
| 2.3 | การวิเคราะห์ความไว | 19 |
| 2.4 | การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ | 20 |
| 2.4.1 | การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการดำเนินการ | 20 |
| 2.4.2 | การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค | 21 |
| 2.4.3 | การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ | 21 |
| 2.4.4 | การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน | 21 |
| 2.4.4.1 | ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ | 22 |
| 2.4.4.2 | มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ | 22 |
| 2.4.4.3 | อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ | 23 |
| 2.4.4.4 | อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน | 24 |
| 2.5 | เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 25 |
| บทที่ 3 | วิธีดำเนินการวิจัย | 30 |
| 3.1 | การศึกษาสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า | 30 |
| 3.1.1 | การเก็บรวบรวมข้อมูล | 30 |
| 3.1.2 | สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ | 31 |
| 3.1.3 | หาผลลัพธ์ของแบบจำลอง | 31 |
| 3.1.4 | การวิเคราะห์ความไว | 31 |
| 3.1.5 | สรุปผลการวิจัย | 31 |
| 3.2 | การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคา ลิปตัส | 31 |
| 3.2.1 | การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการดำเนินการ | 32 |

| | |
|---|----|
| 3.2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค | 33 |
| 3.2.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ | 33 |
| 3.2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน..... | 34 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 37 |
| 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า..... | 37 |
| 4.1.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล | 37 |
| 4.1.1.1 ข้อมูลด้านการผลิตไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา | 37 |
| 4.1.1.2 ข้อมูลด้านต้นทุนเชื้อเพลิง ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา | 42 |
| 4.1.1.3 ข้อมูลเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา . | 43 |
| 4.1.2 ปัจจัยและข้อกำหนดที่มีผลต่อการวิเคราะห์สัดส่วนเชื้อเพลิง | 62 |
| 4.1.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์..... | 63 |
| 4.1.3.1 พารามิเตอร์ (Parameter)..... | 64 |
| 4.1.3.2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) | 64 |
| 4.1.3.3 ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective Function)..... | 65 |
| 4.1.3.4 เงื่อนไขบังคับ (Constraints)..... | 66 |
| 4.1.4 ผลการดำเนินการวิจัย | 69 |
| 4.1.5 การวิเคราะห์ความไว..... | 71 |
| 4.2 การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคา ลิปตัส..... | 72 |
| 4.2.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการจัดการ | 74 |
| 4.2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค | 82 |
| 4.2.2.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค | 82 |
| 4.2.2.2 ด้านกำลังการผลิต | 83 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ | 84 |
| 4.2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน | 84 |
| 4.2.4.1 ต้นทุนคงที่เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น | 84 |
| 4.2.4.2 ต้นทุนคงที่เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องจักร | 87 |
| 4.2.4.3 การประมาณการรายได้ | 89 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 96 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย..... | 96 |
| 5.1.1 การสรุปผลการวิจัยในเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า | 96 |
| 5.1.2 การสรุปผลการวิจัยในเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้น | |
| เชื้อเพลิงเปลือกไม้ยุคาลิปตัส..... | 97 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 97 |
| รายการอ้างอิง..... | 99 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 143 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 1.1 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2558..... | 2 |
| รูปที่ 1.2 กระบวนการเผาไหม้โดยตรงของชีวมวล | 4 |
| รูปที่ 1.3 สัดส่วนปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา 8 | 8 |
| รูปที่ 1.4 สัดส่วนค่าความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา..... | 8 |
| รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตไฟฟ้าโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา | 38 |
| รูปที่ 4.2 การแปลงพลังงานความร้อนของไอน้ำให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า..... | 39 |
| รูปที่ 4.3 แสดงการจัดหาปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละเดือน | 49 |
| รูปที่ 4.4 พื้นที่เป้าหมายในการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวล | 59 |
| รูปที่ 4.5 แบบจำลองกระบวนการผลิตเพื่อใช้หาสัดส่วนเชื้อเพลิง..... | 68 |
| รูปที่ 4.6 แสดงโครงสร้างองค์ในส่วนของลานตากเชื้อเพลิง | 76 |
| รูปที่ 4.7 แสดงโครงสร้างองค์ในส่วนของเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ..... | 77 |
| รูปที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินในการเลือกลงทุนโครงการ | 92 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 1.1 ราคาแลกเปลี่ยนในแต่ละจังหวัดในประเทศไทย | 3 |
| ตารางที่ 1.2 ค่าออกแบบของหม้อไอน้ำ (Boiler) ที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงโรงไฟฟ้าชีว มวล | 5 |
| ตารางที่ 1.3 สรุปปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา | 6 |
| ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน..... | 36 |
| ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการออกแบบเครื่องจักรของกังหันไอน้ำ (Maximum Design) | 39 |
| ตารางที่ 4.2 หน่วยผลิตไฟฟ้าเสมือนรวมในแต่ละเดือน ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ปี 2552- 2557 | 41 |
| ตารางที่ 4.3 ค่าความพร้อมจ่ายไฟฟ้าและไอน้ำ (%AF: Available Factor) แต่ละเดือน ในปี 2552-2557 | 41 |
| ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา รายเดือนและค่าเฉลี่ย ปี 2552- 2557 | 42 |
| ตารางที่ 4.5 ข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ปี 2552-2557 ตามฤดูกาล.. | 43 |
| ตารางที่ 4.6 ผลพยากรณ์การผลิตข้าวนาปี-ข้าวนาปรัง (ปีเพาะปลูก 2557/58) | 45 |
| ตารางที่ 4.7 ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้ ในแต่ละเดือน (ค่าเฉลี่ยปี 2552- 2557)..... | 48 |
| ตารางที่ 4.8 ข้อมูลราคาเชื้อเพลิงแลกเปลี่ยน ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ปี 2552-2557 (บาท/ ตัน) | 51 |
| ตารางที่ 4.9 ราคาเชื้อเพลิงชีวมวลเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลปี 2557 | 52 |
| ตารางที่ 4.10 ค่าสภาพภูมิอากาศในช่วง 6 ปีหลังที่ผ่านมา (2552-2557) | 54 |
| ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลปี 2552-2557 ในแต่ละฤดูกาล..... | 55 |
| ตารางที่ 4.12 ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงโดยปราศจากความชื้น ของเชื้อเพลิงแต่ละ ชนิด | 57 |

| | |
|---|----|
| ตารางที่ 4.13 ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในแต่ละฤดูกาล ของเชื้อเพลิงโรงไฟฟ้า กรณีศึกษา..... | 58 |
| ตารางที่ 4.14 ฤดูกาลผลผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)..... | 59 |
| ตารางที่ 4.15 ปริมาณชีวมวลในพื้นที่เป้าหมาย 4 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ..... | 60 |
| ตารางที่ 4.16 ปริมาณชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายโดยจำแนกข้อมูลตามฤดูกาล..... | 60 |
| ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายในแต่ละเดือนตามฤดูกาล..... | 61 |
| ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนและสัดส่วนเชื้อเพลิงโดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์..... | 69 |
| ตารางที่ 4.19 การเปรียบเทียบต้นทุนเชื้อเพลิงก่อนและหลังการปรับปรุงโดยใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละฤดูกาล..... | 71 |
| ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ความไวโดยการปรับราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 20%..... | 72 |
| ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความไวโดยการปรับปริมาณเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 20%..... | 72 |
| ตารางที่ 4.22 แสดงการพิจารณาข้อมูลโครงการลดความชื้นเชื้อเพลิง..... | 81 |
| ตารางที่ 4.23 งบประมาณโครงการลานตากเปลือก..... | 85 |
| ตารางที่ 4.24 งบประมาณโครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ..... | 86 |
| ตารางที่ 4.25 งบประมาณโครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า..... | 86 |
| ตารางที่ 4.26 สรุปต้นทุนคงที่ที่ใช้ในการดำเนินการลดความชื้นเชื้อเพลิงแต่ละโครงการ..... | 88 |
| ตารางที่ 4.27 ต้นทุนเปลือกยูคาลิปตัสสด (วัตถุดิบ) ของแต่ละโครงการ..... | 88 |
| ตารางที่ 4.28 แสดงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของโครงการลดค่าความชื้นเปลือกยูคาลิปตัสแต่ละ โครงการ..... | 89 |
| ตารางที่ 4.29 แสดงการวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโครงการ..... | 91 |
| ตารางที่ 4.30 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน..... | 94 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องด้วยการขยายตัวของอุตสาหกรรมและการพัฒนาของประเทศ ทางภาครัฐจึงได้มีการออกระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าแบบ SPP (Small Power Producer: ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็ก มีกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 90 MW) และ VSPP (Very Small Power Producer: ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมากมีกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 10 MW) โดยมีมาตรการจูงใจทางด้านราคาส่วนเพิ่ม (Adder) ให้กับผู้ผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานชีวมวลและขายไฟฟ้าเข้าระบบไฟฟ้าจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อกระตุ้นทั้งในส่วนภาคเอกชน รัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และประชาชนทั่วไป ให้นำมาสนใจลงทุนเพื่อส่งเสริมให้มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนอกแบบ กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นเชื้อเพลิง โดยมีวัตถุประสงค์ของการรับซื้อไฟฟ้าก็เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรภายในประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเชิงพาณิชย์ เป็นการลดค่าใช้จ่ายการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยแบ่งเบาภาระด้านการลงทุนของรัฐในระบบการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้า

จากข้อมูลแผนการพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศ ในปี 2558 พบว่ามีการประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 39,542 เมกะวัตต์ และสามารถจำแนกสัดส่วนตามประเภทผู้ผลิตไฟฟ้า ได้ดังนี้คือ



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

รูปที่ 1.1 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2558

จากรูปที่ 1.1 กำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศ ส่วนใหญ่มาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) และผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ (IPP) ซึ่งมีสัดส่วนอยู่ที่ 39.3% และ 36.3% ตามลำดับ ในส่วนของผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็ก (SPP) มีสัดส่วนกำลังการผลิตอยู่ที่ 13.7% และผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (VSPP) มีสัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 4.5% ของกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม นอกจากนี้ จากข้อมูลยังแสดงให้เห็นว่าประเทศมีการซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ การใช้ไฟฟ้าภายในประเทศ อีกประมาณ 6.2% ของกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม

ปัจจุบันโรงไฟฟ้าชีวมวลในประเทศไทยมีการใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตที่หลากหลาย ได้แก่ แกลบ ชี้น้ำดิบ ชานอ้อย ทะลายปาล์ม เหง้ามันสำปะหลังสับ เปลือกไม้ เป็นต้น โดยหลายโรงไฟฟ้าใช้แกลบเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไฟฟ้า เนื่องจากแกลบเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร และให้ค่าความร้อนในการเผาไหม้สูง ลักษณะทางกายภาพมีขนาดเล็กและร่วนซุย ทำให้เผาไหม้ได้ง่ายและมีการกระจายตัวที่ดีในเตาเผา ในอดีตแกลบมีราคาค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีการนำไปสร้างมูลค่าเพิ่มได้น้อย เช่น ในด้านการเกษตรใช้ผสมเพื่อปรับสภาพดินใช้ทำปุ๋ยหมักใช้กันความชื้นในคอกสัตว์ด้านการก่อสร้าง เป็นส่วนผสมในการทำอิฐเมื่อเผาเป็นถ่านแล้วเพิ่มสารเคมีบางประเภทใช้เป็นวัสดุถมในงานถนนใช้เป็นส่วนผสมการผลิตซีเมนต์ซึ่งมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณข้าวที่เกษตรกรปลูกในแต่ละปีและจากการสนับสนุนโครงการรับซื้อไฟฟ้า

โดยได้ส่วนต่างเพิ่มจากการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลจากทางรัฐบาล ส่งผลให้โรงไฟฟ้าชีวมวลมีการเติบโตมากขึ้น แกลบเริ่มเป็นวัตถุดิบที่ความต้องการในตลาดในกลุ่มธุรกิจโรงไฟฟ้า ความต้องการแกลบมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้แกลบมีการปรับราคาสูงขึ้นตามทำให้ต้นทุนต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้าปรับตัวสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 1.1 ราคาแกลบเฉลี่ยในแต่ละจังหวัดในประเทศไทย

| ราคาแกลบแต่ละจังหวัด (บาท/ ตัน) | | | | |
|---------------------------------|----------|-----------|------------|----------|
| ปี | สุรินทร์ | กำแพงเพชร | สุพรรณบุรี | เชียงราย |
| 2549 | 590 | 560 | 745 | 313 |
| 2550 | 658 | 625 | 823 | 315 |
| 2551 | 983 | 821 | 875 | 300 |
| 2552 | 1042 | 817 | 913 | 300 |
| 2553 | 1067 | 1278 | 1100 | 200 |
| 2554 | 1083 | 1022 | 1280 | 300 |
| 2555 | 1100 | 760 | 920 | 456 |
| 2556 | 1192 | 675 | 1054 | 450 |
| 2557 | 1443 | 957 | 1324 | 529 |

ที่มา : มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มฟส.), 2557

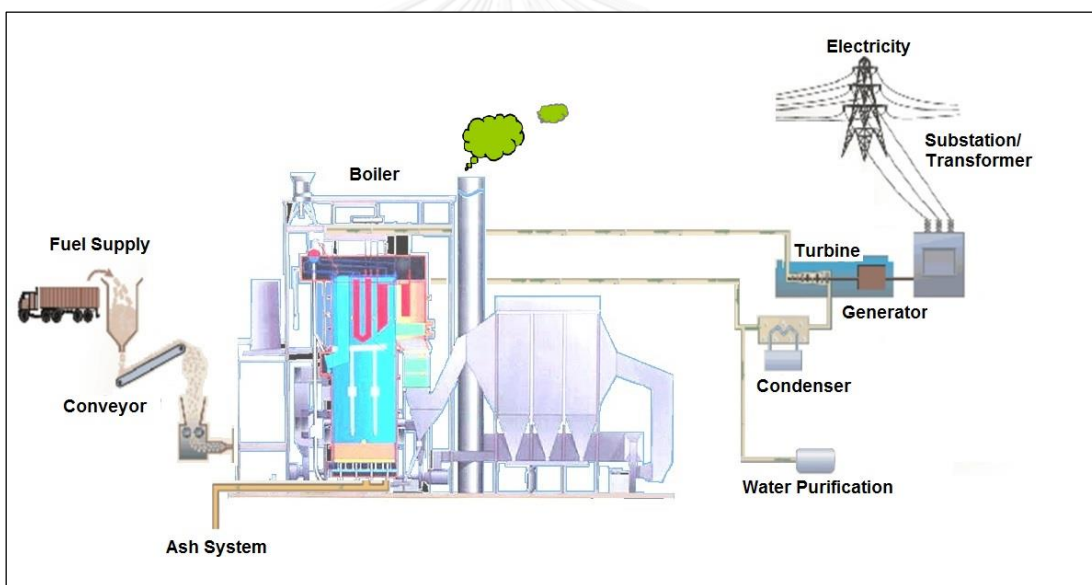
จากตารางที่ 1.1 ปัจจุบันในปี 2557 พบว่าราคาแกลบ 4 จังหวัด ทั่วประเทศ มีการปรับตัวสูงขึ้นจากปี 2549 โดยจังหวัดสุรินทร์ ราคาสูงขึ้นจากเดิม 590 บาท เป็น 1,443 บาท จังหวัดกำแพงเพชร ราคาสูงขึ้นจากเดิม 560 บาท เป็น 957 บาท จังหวัดสุพรรณบุรี ราคาสูงขึ้นจากเดิม 745 บาท เป็น 1,324 บาท จังหวัดเชียงราย ราคาสูงขึ้นจากเดิม 313 บาท เป็น 529 ตามลำดับ

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ทำให้โรงไฟฟ้าชีวมวลหลายแห่ง เริ่มให้ความสำคัญกับการบริหารต้นทุนเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น โดยเริ่มทดลองหาเชื้อเพลิงชีวมวลอื่น ๆ ที่ถูกกว่าหรือหาได้ง่ายกว่ามาใช้ทดแทนการใช้แกลบ แต่คงทำได้อย่างจำกัด เนื่องจากการจัดหาวัตถุดิบเหล่านี้ มีข้อจำกัดหลายประการเช่น ปริมาณผลผลิตต่อฤดูกาล มีการเพาะปลูกกระจาย และแหล่งวัตถุดิบอยู่ไกลจากโรงไฟฟ้า

1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการบริหารเพื่อลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

โรงไฟฟ้าชีวมวลในกรณีศึกษานี้ ใช้หลักการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นพลังงานด้วยกระบวนการทางเคมี-ความร้อน โดยการเผาไหม้โดยตรง (Direct-Fired) คือ การนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาไหม้โดยตรงในหม้อไอน้ำ (Boiler) ซึ่งไอน้ำที่ผลิตได้นี้จะถูกนำไปปั่นกังหันไอน้ำ ที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ได้กระแสไฟฟ้าออกมาและยังได้มีการนำไอน้ำที่ผ่านกังหัน (Condensing Turbine) มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบความร้อน ซึ่งการผลิตไอน้ำและไฟฟ้าวรรวมกันเรียกว่าระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (Cogeneration) ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงสูง ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 กระบวนการเผาไหม้โดยตรงของชีวมวล

สำหรับเชื้อเพลิงหลักที่ใช้จะเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล ได้แก่ แกลบ เปลือกไม้ยูคาลิปตัส ชิ้นไม้สับ และเชื้อเพลิงอื่น ๆ ได้แก่ เหง้ามันสำปะหลังสับ ทลายปาล์ม และขานอ้อยโดยมีน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงเสริม ซึ่งจะใช้ในตอนเริ่มเดินเครื่องหรือตอนเกิดเหตุฉุกเฉินเท่านั้น สำหรับสัดส่วนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลนั้นจะขึ้นอยู่กับฤดูกาลของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นหลัก และต้องคำนึงถึงความชื้นรวมของเชื้อเพลิงที่เข้าไปเผาไหม้ในหม้อไอน้ำตามค่าการออกแบบเครื่องจักรด้วย

ตารางที่ 1.2 ค่าออกแบบของหม้อไอน้ำ (Boiler) ที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงโรงไฟฟ้าชีวมวล

| FUEL | Moisture (%) Range | Dim. | Lower heat value (wet) | Ash content (dry fuel, %) |
|-----------|-----------------------|------|---------------------------|------------------------------|
| Rice Husk | 10-30 | 13 | 12733 kJ/kg | 17 |
| Wood fuel | 35-55 | 50 | 7030 kJ/kg | 5 |
| Fuel oil | | 0.1 | 40000 kJ/kg | 0.1 |

| LOAD | | I | II | III | IV | V | VI |
|---------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| STEAM GENERATION | kg/s | 30 | 55 | 55 | 45 | 40 | 27.5 |
| - by rice husk | kg/s | 22 | 45 | | 45 | | 22.5 |
| - by wood fuel | kg/s | 8 | 10 | | | 40 | 5 |
| - by fuel oil | kg/s | | | 55 | | | |
| Steam temperature | °C | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 |
| Steam pressure | bar (abs) | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| FUEL FLOW | | | | | | | |
| - rice husk | kg/s | 5.37 | 11.03 | | 10.97 | | 5.5 |
| - wood fuel | kg/s | 3.61 | 4.55 | | | 18.3 | 2.26 |
| - fuel oil | kg/s | | | 4.21 | | | |
| Average LHV of solid fuel | kJ/kg | 10442 | 11068 | 40000 | 12733 | 7030 | 11074 |
| Average fuel moisture | % | 27.9 | 23.8 | 0.1 | 13.0 | 50.0 | 23.8 |
| Boiler efficiency | % | 90.98 | 90.76 | 92.76 | 91.67 | 88.54 | 91.06 |

จากตารางที่ 1.2 แสดงค่าการออกแบบเครื่องจักร หรือหม้อไอน้ำที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลของโรงไฟฟ้าที่ได้ดำเนินการศึกษา มีการออกแบบให้ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลคือ แกลบและเปลือกไม้ เป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิต โดยกำลังการผลิตไอน้ำ (LOAD) สูงสุดที่ 55 kg/s ทำได้ 2 วิธีคือ

1.) ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลคือ แกลบและเปลือกไม้ ที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิงเข้าหม้อไอน้ำที่ 11.03 kg/s และ 4.55 kg/s ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตต่อวัน คือต้องใช้เชื้อเพลิงแกลบ ในปริมาณมากถึง 953 ตันต่อวัน และเปลือกไม้ 393 ตันต่อวัน และต้องทำการควบคุมค่าความชื้นเชื้อเพลิงรวมก่อนเข้าหม้อไอน้ำ อยู่ที่ค่าประมาณ 23.8% หากค่าความชื้นเชื้อเพลิงมากกว่านี้จะส่งผลให้ไม่สามารถผลิตไอน้ำได้ตามค่าการออกแบบเครื่องจักร

2.) ใช้น้ำมันเตา หรือน้ำมัน Bunk C ที่อัตราการป้อนเข้าหม้อไอน้ำ เท่ากับ 4.21 kg/s หรือคิดเป็นปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการผลิตต่อวันเท่ากับ 364 ตันต่อวัน หรือ 371,167 ลิตรต่อวัน ซึ่งในการเดินเครื่องจักรที่กำลังการผลิตสูงสุด ตามค่าการออกแบบในส่วนนี้ ไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงมากไม่คุ้มค่าในการเลือกดำเนินการ

ในปัจจุบันโรงไฟฟ้ากรณีศึกษามีกำลังการผลิตไอน้ำ (LOAD) อยู่ที่ประมาณ 30 kg/s และแกลบเป็นเชื้อเพลิงหลักของโรงไฟฟ้า เนื่องจากแกลบให้ค่าความร้อนสูง (LHV ประมาณ 12,000

kJ/kg, ความชื้นประมาณ 14%) และลักษณะทางกายภาพมีขนาดเล็ก ร่วนซุย ส่งผลให้ไม่เกิดปัญหาเชื้อเพลิงกองในเตา ควบคุมโซนการเผาไหม้ได้ง่ายและจะใช้เปลือกไม้ยูคาลิปตัสและชิ้นไม้สับเป็นเชื้อเพลิงเสริมที่นำมาผสม สำหรับเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้น ได้มาจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โดยจะมีการนำต้นยูคาลิปตัสมาลอกเปลือก เพื่อนำเนื้อไม้ยูคาลิปตัสไปสับ และนำไปผ่านกระบวนการต้มเยื่อและฟอกเยื่อด้วยสารเคมี เพื่อให้ได้เยื่อที่ใช้สำหรับผลิตกระดาษ และนำไปใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษต่อไป ในส่วนของเปลือกไม้ยูคาลิปตัสนั้น จะถูกส่งมาให้โรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ปริมาณเปลือกไม้ยูคาลิปตัสที่ได้จากต้นยูคาลิปตัส 1 ต้น (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 นิ้ว) จะมีปริมาณ เท่ากับ 18-20% ของน้ำหนักต้นยูคาลิปตัสที่ซื้อมาผลิตเยื่อกระดาษ โดยในปัจจุบันกำลังการผลิตเยื่อกระดาษอยู่ที่ 280,000 ตันต่อปี ใช้ไม้ยูคาลิปตัสทั้งหมด 1,260,000 ตันต่อปี (ประมาณ 17.85 ล้านต้น) ส่งผลให้มีปริมาณเปลือกไม้มากถึง 252,000 ตันต่อปี

ตารางที่ 1.3 สรุปปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา

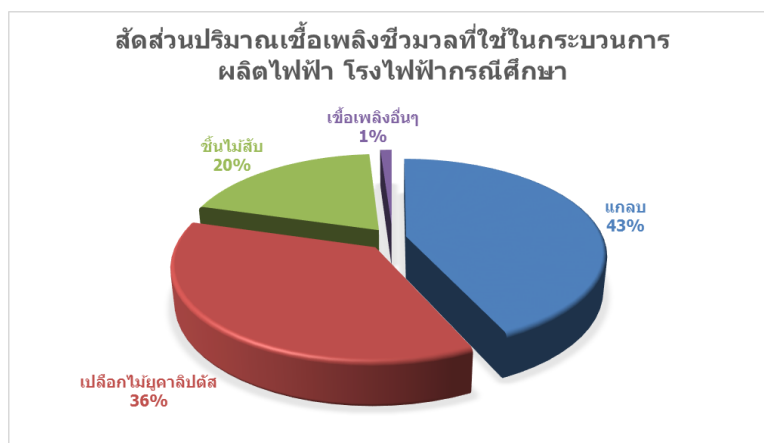
| รายการ | หน่วย | ปี | | | | | |
|--|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 |
| ข้อมูลด้านการผลิต | | | | | | | |
| - ความพร้อมจ่ายไอน้ำ (AF) | | 93% | 96% | 94% | 92% | 93% | 89% |
| - ไฟฟ้าผลิตเสมือน | Mwe | 255,678 | 258,411 | 262,325 | 255,049 | 247,311 | 232,231 |
| - ไอน้ำแรงดันสูง (High Pressure Steam) | ตัน (ไอน้ำ) | 972,490 | 982,885 | 997,770 | 970,096 | 940,665 | 883,305 |
| - ไอน้ำแรงดันสูง (High Pressure Steam) | kg/s | 33.29 | 32.41 | 33.51 | 33.59 | 32.23 | 31.43 |
| - การใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตไอน้ำ | MJ/ ตัน (ไอน้ำ) | 3,515 | 3,432 | 3,486 | 3,515 | 3,515 | 3,515 |
| - การใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้าเสมือน | MJ/ kwhe | 13.37 | 13.05 | 13.26 | 13.37 | 13.37 | 13.37 |
| - ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ | % | 81% | 84% | 83% | 69% | 66% | 73% |
| สรุปปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้า | | | | | | | |
| แกลบ | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | 171,300 | 138,142 | 126,600 | 133,635 | 126,234 | 114,757 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | 1,353 | 1,538 | 1,686 | 1,588 | 1,547 | 1,654 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | 232 | 212 | 213 | 212 | 195 | 190 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | 18% | 16% | 15% | 15% | 15% | 19% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | 11,918 | 12,308 | 12,375 | 12,350 | 12,374 | 11,712 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | 2,041,539 | 1,700,254 | 1,566,633 | 1,650,443 | 1,562,032 | 1,344,028 |
| เปลือกไม้ยูคาลิปตัส | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | 145,019 | 134,824 | 129,403 | 118,202 | 125,612 | 64,211 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | 220 | 251 | 297 | 355 | 347 | 387 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | 32 | 34 | 38 | 42 | 44 | 25 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | 61% | 59% | 58% | 57% | 56% | 58% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | 4,695 | 5,077 | 5,313 | 5,488 | 5,684 | 5,380 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | 680,915 | 684,435 | 687,508 | 648,680 | 714,015 | 345,485 |

ตารางที่ 1.3 สรุปปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา (ต่อ)

| รายการ | หน่วย | ปี | | | | | |
|--|----------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|
| | | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 |
| สรุปปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้า | | | | | | | |
| ชี้นไม้สับ | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | 77,423 | 97,539 | 78,166 | 47,968 | 49,390 | 20,325 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | 1,096 | 1,309 | 1,537 | 1,431 | 1,473 | 1,485 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | 85 | 128 | 120 | 69 | 73 | 30 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | 47% | 43% | 42% | 47% | 44% | 43% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | 8,562 | 9,428 | 9,490 | 8,493 | 9,103 | 9,347 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | 662,907 | 919,590 | 741,829 | 407,410 | 449,589 | 189,973 |
| เหงามันสำปะหลังสับ | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | 2,994 | 2,490 | 3,729 | 2,168 | 853 | 4,628 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | 867 | 842 | 820 | 771 | 700 | 821 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 4 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | 54% | 57% | 56% | 59% | 61% | 60% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | 6,245 | 5,731 | 5,803 | 5,357 | 4,901 | 5,022 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | 18,695 | 14,271 | 21,637 | 11,616 | 4,179 | 23,240 |
| หลายปาล์ม | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | 1,355 | 3,188 | 6,397 | 3,212 | 2,707 | 2,742 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | 818 | 856 | 811 | 643 | 705 | 766 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | 31% | 31% | 33% | 31% | 34% | 34% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | 10,458 | 17,133 | 17,133 | 17,133 | 17,133 | 17,133 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | 14,166 | 54,628 | 109,601 | 55,024 | 46,378 | 46,975 |
| ชานอ้อย | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | - | - | - | 26,949 | 60,733 | 19,529 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | - | - | - | 599 | 475 | 502 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | - | - | - | 16 | 29 | 10 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | - | - | - | 47% | 49% | 49% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | - | - | - | - | - | - |
| เปลือกไม้ยูคาลิปตัสแห้ง | | | | | | | |
| - ปริมาณ | ตัน/ ปี | - | - | 33,869 | 97,118 | 86,325 | 135,883 |
| - ราคาต่อหน่วย | บาท/ ตัน | - | - | 766 | 767 | 863 | 878 |
| - ค่าใช้จ่าย | ล้านบาท | - | - | 26 | 75 | 74 | 119 |
| - %ความชื้นเชื้อเพลิง | % | - | - | 30% | 28% | 29% | 30% |
| - ค่าความร้อนต่อหน่วย | kJ/kg | - | - | 10,376 | 10,631 | 10,446 | 10,310 |
| - ค่าความร้อนทั้งหมด | GJ | - | - | 351,437 | 1,032,433 | 901,757 | 1,400,960 |

จากตารางที่ 1.3 ในปี 2552 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการใช้แกลบและเปลือกไม้ยูคาลิปตัสสูงถึง 171,300 ตัน หรือ 43% ของปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด และ 145,091 ตัน หรือ 36% ของ

ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด ตามลำดับ แต่ค่าความร้อนที่ได้จากแกลบรวมทั้งปีเท่ากับ 2,041,539 จิกกะจูล หรือคิดเป็น 60% ของพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งมีค่ามากกว่าเปลือกที่มีค่าความร้อนรวมทั้งปีเท่ากับ 680,915 จิกกะจูล หรือคิดเป็น 20% ของพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด รูปที่ 1.3 และ รูปที่ 1.4



รูปที่ 1.3 สัดส่วนปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา



รูปที่ 1.4 สัดส่วนค่าความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

1.1.2 สภาพปัญหา

เนื่องจากความไม่แน่นอนของปริมาณเชื้อเพลิงแกลบที่มีการแปรผันตามฤดูกาล และความเติบโตของธุรกิจโรงไฟฟ้าชีวมวลที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้แกลบเป็นที่ต้องการของตลาดในกลุ่มธุรกิจโรงไฟฟ้า ราคาแกลบมีการปรับตัวสูงขึ้น จากปัญหาดังกล่าวพบว่าต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการแข่งขันทางการตลาดในด้านราคาและค่าขนส่งจากระยะทางที่ต้องดำเนินการจัดหาวัตถุดิบแกลบในระยะทางไกลเพิ่มขึ้น และปัจจุบันมีการนำเปลือกไม้ยูคาลิปตัสซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยนำมาผสมกับเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่น ๆ ที่จัดหาได้ตามฤดูกาล เพื่อลดต้นทุนการผลิต แต่เนื่องจากเปลือกไม้ยูคาลิปตัสมีลักษณะทางกายภาพที่เป็นเส้นใยยาว พันจับตัวกันเป็นก้อน และมีขนาดใหญ่กว่าแกลบ (LHV ประมาณ 5,400 kJ/kg, ความชื้นประมาณ 54%) ดังนั้นหากมีการผสมสัดส่วนเชื้อเพลิงโดยใช้เปลือกไม้ยูคาลิปตัสในปริมาณมาก ส่งผลทำให้ค่าความร้อนไม่เพียงพอในการผลิตไฟฟ้าและเกิดการกองของเชื้อเพลิงภายในหม้อไอน้ำ ทำให้ไม่เกิดการเผาไหม้ และต้องหยุดหม้อไอน้ำฉุกเฉินเพื่อนำเชื้อเพลิงที่กองและไม่เผาไหม้ออกจากหม้อไอน้ำ ซึ่งนั่นหมายถึงการหยุดการผลิตไฟฟ้านั่นเอง และในการเริ่มต้นเดินเครื่องจักร (Start Up) จะต้องใช้น้ำมันเตาในปริมาณมาก (ประมาณ 60,000 ลิตร) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นก่อนจึงเริ่มป้อนเชื้อเพลิงเพื่อใช้การเผาไหม้อีกครั้ง ส่งผลให้ต้นทุนโรงไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นมาก

1.1.3 แนวทางการแก้ปัญหา

จากปัญหา เชื้อเพลิงแกลบขาดแคลนและราคาที่มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้น อีกทั้งการจัดการเชื้อเพลิงชีวมวลอื่นๆ มาทดแทนก็ดำเนินการได้ยากด้วยข้อจำกัดด้านปริมาณและฤดูกาล จึงเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา 2 ส่วนคือ

- 1.) การบริหารจัดการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ให้เกิดมูลค่าเพิ่มสูงสุด ตามศักยภาพการจัดการเชื้อเพลิง โดยการปรับสัดส่วนเชื้อเพลิงใหม่
- 2.) การลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเชื้อเพลิงและทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ประสิทธิภาพดีขึ้น และทำให้ต้นทุนโดยรวมลดลง

และเนื่องจากเปลือกไม้เป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ หากนำมาลดความชื้นจะสามารถนำมาใช้ทดแทนแกลบและช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ โดยจากโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาได้มีการนำเปลือกไม้ยูคาลิปตัสมาลดความชื้นด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ

โดยจากตารางที่ 3 ในปี 2554 เริ่มมีการนำเปลือกไม้ยูคาลิปตัสได้จากกระบวนการผลิต มาลดค่าความชื้นโดยการตากแดด พบว่าหลังจากการตากแดด ค่าความชื้นของเปลือกยูคาลิปตัส จากผลการวัดทาง Lab มีค่าความชื้นลดลงจึงเริ่มจากลงทุนสร้างเครื่องอบเปลือกโดยใช้ไอน้ำ (Drum Dryer) เพื่อใช้ในการลดความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส และนอกจากนี้ยังมีแนวทาง ศึกษาการใช้ไอเสีย (Exhaust gas) จากปล่องโรงไฟฟ้ามาลดความชื้นของเปลือกไม้ยูคาลิปตัสให้ มีความชื้นลดลงและสามารถนำมาใช้ทดแทนแกลบได้ทำให้ต้นทุนของโรงไฟฟ้าลดลงโดยจาก วิธีการทดลองทั้งสามวิธีดังกล่าว หากต้องเลือกมาจัดทำโครงการเพื่อนำมาใช้ทดแทนแกลบใน ระยะยาวนั้นควรต้องทำการศึกษาความคุ้มค่าและความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อบริหารจัดการ การลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลก่อนเข้าเผาในหม้อไอน้ำ ระหว่างวิธีการตากที่ลานตาก เชื้อเพลิงกับการใช้เครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำและเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอเสียจากปล่อง โรงไฟฟ้าเพื่อลดต้นทุนการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อวิเคราะห์และหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสม สำหรับใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยพิจารณาจากต้นทุนเชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้าเทียบเสมือน ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
2. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. งานวิจัยนี้จะรวบรวมข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลจากโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาย้อนหลัง ระยะเวลา 6 ปี
2. งานวิจัยนี้ศึกษาความคุ้มค่าในการเลือกดำเนินโครงการ การลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีว มวล โดยพิจารณาจากต้นทุนเชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้าเทียบเสมือน ของโรงไฟฟ้า กรณีศึกษา
3. งานวิจัยนี้ศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการ การลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือก ไม้ยูคาลิปตัสเท่านั้น
4. งานวิจัยนี้จะไม่ได้ออกแบบเครื่องจักรทางด้านวิศวกรรม แต่จะทำการวิเคราะห์ความ คุ้มค่าทางด้านการลงทุน ของการลดค่าความชื้นเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ทั้งหมด 3 แนวทาง คือ
 - 1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด
 - 2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางการบริหาร จัดการ สัดส่วนเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า ที่คุ้มค่าที่สุด
2. ได้แนวทางเลือกการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลที่คุ้มค่าการลงทุน และยังเป็นกรณีศึกษาให้โรงไฟฟ้าชีวมวลอื่น ๆ เลือกใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้า

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิตไฟฟ้า สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละฤดูกาลของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
2. รวบรวมข้อมูลกำลังการผลิตไฟฟ้าและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่ละฤดูกาล
3. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ต้นทุน ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ
4. จัดทำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละฤดูกาล
5. กำหนดแนวทางการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเปลือกไม้ยูคาลิปตัส
6. รวบรวมงบลงทุน งบดำเนินการ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแต่ละโครงการ
7. เปรียบเทียบผลความคุ้มค่าของการลงทุนในการลดค่าความชื้นเปลือกไม้ยูคาลิปตัสแต่ละแนวทาง
8. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 คำนิยามที่ใช้ในงานวิจัย

โรงไฟฟ้าชีวมวล หมายถึง โรงไฟฟ้าที่มีวัตถุประสงค์หลักเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล เช่น แกลบ ชีพไม้สับ เปลือกไม้ หรือ อื่น ๆ ที่เป็นผลผลิตจากการเกษตร โดยนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ในกระบวนการผลิตที่หม้อต้มไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำนำไปผลิตไฟฟ้าต่อไป

ค่าพลังงานความร้อน หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้น ๆ 1 หน่วยมวล (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งและของเหลว) หรือ 1 หน่วยปริมาตร (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ) เมื่อเผาไหม้หมดอย่างสมบูรณ์

ต้นทุนต่อค่าพลังงานความร้อน หมายถึง ต้นทุนที่ต้องจ่ายเพื่อให้ได้ค่าพลังงานความร้อน 1 เมกกะจูล โดยมีหน่วยเป็น บาทต่อเมกกะจูล

กิโลวัตต์ อีควิวาเลนต์ (Kilowatt Equivalent, kwhe) หมายถึงหน่วยไฟฟ้าเสมือน โดยการแปลงค่าพลังงานความร้อนของไอน้ำที่จ่ายออกจากเครื่องกังหันไอน้ำทั้งหมด ให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเสมือน

Heat Rate คือ อัตราส่วนของปริมาณความค้ำร้อนจากเชื้อเพลิงที่ใช้ ต่อไอน้ำหรือไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งจะมีหน่วยเป็น MJ/ตันไอน้ำ หรือ MJ/kwhe



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงเพื่อการลดต้นทุนโรงไฟฟ้าชีวมวล ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษา ค้นคว้าจาก ตำราวิชาการ วารสาร หนังสือ บทความ งานวิจัยต่าง ๆ และหนังสือที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีวรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)
- 2.2 ต้นทุนและการวิเคราะห์ต้นทุน (Cost and Cost Analysis)
- 2.3 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)
- 2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Analysis Matrix)
 - 2.4.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการจัดการ (Operation Feasibility)
 - 2.4.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility)
 - 2.4.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ (Schedule Feasibility)
 - 2.4.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Economic Feasibility)

2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์

(รศ.วิภาวดี สิงห์พริ้ง 2549) กำหนดการเชิงเส้นเป็นรูปแบบคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด เช่น การตั้งเป้าหมายเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด หรือเพื่อให้เกิดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดกำหนดการเชิงเส้นนี้โดยมากใช้แก้ปัญหาในด้านอุตสาหกรรมที่มีทรัพยากรอย่างจำกัดการเก็บรักษาคงคลังหรืออื่นๆ สำหรับทรัพยากรที่มีจำกัด เช่น กำลังคนจำกัด จำนวนเครื่องจักรจำกัด เงิน สถานที่และเวลาจำกัด เป็นต้น การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้ใน 3 ลักษณะ คือ

- 1.) การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อการหาทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization Model) การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ และประเมินทางเลือกในการตัดสินใจต่าง ๆ เพื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตามต้องการของผู้ตัดสินใจได้
- 2.) การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ทางการเงิน (Financial Model) เป็นการใช้หลักการทางและสูตรคำนวณทางการเงิน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ

3.) การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ทางสถิติ (Statistical Model) เป็นการใช้หลักการและสูตรคำนวณทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน เพื่อทำนายหรือพยากรณ์ข้อมูลหรือเหตุการณ์ในอนาคต

โดยรูปแบบทางคณิตศาสตร์มีโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

2.1.1 ตัวแปรตัดสินใจและพารามิเตอร์

ตัวแปรตัดสินใจเป็นตัวแปรที่ยังไม่รู้ค่า แต่จะหาได้จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เช่น จำนวนสินค้าที่สั่งซื้อเป็นต้น ส่วนค่าพารามิเตอร์คือตัวแปรที่ควบคุมได้ของระบบหรือกำหนดได้ อาจจะเป็นค่าแน่นอน (Deterministic) หรืออาจเป็นค่าความน่าจะเป็น เช่น ความต้องการซื้อสินค้า เป็นต้น

2.1.2 ข้อจำกัดหรือขอบข่าย

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจะต้องมีขอบข่ายซึ่งจำกัดค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เป็นไปได้ เช่น ถ้ากำหนด X_1, X_2 แทนจำนวนหน่วยของสินค้า 2 ชนิดที่จะผลิต ให้ a_1, a_2 เป็นจำนวนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแต่ละหน่วยของสินค้าแต่ละชนิด ถ้าวัตถุดิบมีทั้งหมด A จะได้ข้อจำกัดของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ คือ $a_1 X_1 + a_2 X_2 \leq A$

2.1.3 ฟังก์ชันเป้าหมาย

เป็นฟังก์ชันของตัวแปรตัดสินใจ เช่น เป้าหมายของระบบ คือ หากำไรสูงสุด ฟังก์ชันเป้าหมายจะเขียนกำไรเป็นฟังก์ชันของตัวแปรตัดสินใจ คำตอบที่เหมาะสมของตัวแปรที่สร้างขึ้นคือค่าตัวแปรตัดสินใจที่ให้ค่าฟังก์ชันเป้าหมายที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับข้อจำกัดทุกข้อ

รูปแบบทั่วไปของการกำหนดการเชิงเส้นปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นเป็นปัญหาการหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันแบบเชิงเส้นรูปแบบโดยทั่วไปของการกำหนดการเชิงเส้น ดังนี้

(1) สมการเป้าหมาย

หาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของสมการ

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 \dots + C_nX_n \quad (1.1)$$

(2) สมการข้อจำกัด

$$\left. \begin{array}{l} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 \dots + a_{1n}X_n \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 \dots + a_{2n}X_n \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 \dots + a_{mn}X_n \end{array} \right\} \begin{array}{l} b_1 \dots (2.1) \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{array} \leq, =, \geq$$

$$X_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots (2.2)$$

(3) สมการ (1.1) แทนสมการเป้าหมาย สำหรับชุดของ m สมการหรือ m อสมการเชิงเส้น (2.1) ซึ่งมีตัวแปร n ตัว จะแทนข้อจำกัดของปัญหา โดยปัญหานี้จะต้องการหา x_1, x_2, \dots, x_n ที่สอดคล้องทั้งสมการและอสมการ (1.1), (2.1) และ (2.2) โดยค่า a_{ij}, b_i, c เป็นค่าคงที่ ที่รู้จักหรือเป็นค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบนี้ สมการและอสมการ (1.1), (2.1) และ (2.2) นี้เมื่อเขียนโดยใช้สัญลักษณ์การบวกคือ \sum จะได้ดังนี้

สมการเป้าหมาย

หาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของสมการ

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad \dots (2.3)$$

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \quad b_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \left\{ \begin{array}{l} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \right\} \quad \dots (2.4)$$

$$X_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots (2.5)$$

โดยที่ตัวแปร x_j เป็นตัวแปรตัดสินใจ

ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นหลายๆ ปัญหาค่าตัวแปรตัดสินใจจะมีความหมายก็ต่อเมื่อต้องมีเป็นจำนวนเต็ม เช่น ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนคน เครื่องจักร เป็นต้น การแก้ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นลักษณะนี้จะต้องเพิ่มข้อจำกัดที่ว่าตัวแปรตัดสินใจต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็มทั้งสมการ (2.7) สำหรับจำนวนแบบทั่วไปและสมการ(2.8) สำหรับปัญหาการกำหนดเชิงจำนวนเต็มแบบทวิภาค (Binary Programming) และปัญหาการกำหนดการจำนวน 9 เต็มจะเป็นแบบแท้ (Pure) ถ้าทุกตัวแปร มีข้อจำกัดเป็นจำนวนเต็มและเป็นแบบผสม (Mixed) ถ้าตัวแปรบางตัว มีข้อจำกัดเป็นจำนวนเต็ม

$$x_j \text{ เป็นจำนวนเต็ม} \quad \dots\dots(2.6)$$

$$x_j \in \mathbb{Z} \text{ (Kashif Rashid 2013)} \quad \dots\dots(2.7)$$

โดยสมการ (2.6) จะใช้สำหรับตัวแปรตัดสินใจที่ต้องการค่าเป็นจำนวนเต็ม เช่น จำนวนคน เครื่องจักร ส่วนสมการ (2.7) จะใช้สำหรับตัวแปรตัดสินใจที่ต้องการค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น เช่น ปัญหาการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า เมื่อ x_j เท่ากับ 1 จะหมายถึงตำแหน่ง x_j ถูกเลือก และถ้า x_j เท่ากับ 0 จะหมายถึงตำแหน่ง x_j ไม่ถูกเลือก

เมื่อสามารถจัดปัญหาเข้ารูปแบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงเรียบร้อยแล้ว สามารถหาผลลัพธ์จากรูปแบบแทนระบบด้วยวิธีการต่างๆ ได้ดังนี้

กรณีที่เป็นปัญหาที่มีตัวแปรเป็น 2 ตัว เราอาจใช้วิธี

1. วิธีการกำจัดขอบข่ายของคำตอบ
2. วิธีอนุमानทางคณิตศาสตร์
3. วิธีกราฟ

กรณีที่เป็นปัญหาที่มีตัวแปรมากกว่า 2 ตัว เราอาจใช้

1. วิธีทางพีชคณิตทั่วไป
2. วิธี Simplex method

ซึ่งในปัจจุบันการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ไขปัญหา นั้นเป็นแนวทางที่ง่ายและเร็วที่สุด โดยใช้ Solver ในโปรแกรม MS Excel ในการแก้ปัญหา

2.2 ต้นทุนและการวิเคราะห์ต้นทุน

ต้นทุน คือ ทรัพยากรที่ถูกนำมาแปรรูปเป็นผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ โดยทรัพยากรที่ถูกนำมาแปรรูปนั้นต้องสามารถกำหนดมูลค่าเป็นตัวเงินได้ เพื่อใช้เป็นฐานสำคัญในการกำหนดราคา

ขาย ซึ่งหากต้นทุนมีการเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลกระทบต่อกำไรและความอยู่รอดขององค์กร การควบคุมต้นทุนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตสินค้า การวิเคราะห์ต้นทุนที่ถูกต้อง จะสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปใช้ในการบริหารจัดการ และการตัดสินใจ เพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุด การจำแนกต้นทุนจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลไปใช้งานเป็นหลัก เช่น การจัดเตรียมงบการเงินสำหรับบุคคลภายนอก การคาดคะเนพฤติกรรมต้นทุน การจัดสรรต้นทุนให้กับสิ่งที่ต้องการรู้ต้นทุน และการตัดสินใจ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาต้นทุนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.2.1 ต้นทุนตามพฤติกรรมของต้นทุน

ต้นทุนตามพฤติกรรมของต้นทุน ซึ่งคือ การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในหน่วยปริมาณหรือกิจกรรม (การผลิต) การจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมของต้นทุนสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

1.) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) คือ ต้นทุนที่มีการเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง (Activities) วัตถุประสงค์ทางตรงที่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนการผลิตสินค้า เช่น ค่าเชื้อเพลิงที่ขึ้นอยู่กับระยะทางการบินของเครื่องบิน เป็นต้น

2.) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) คือ ต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของกิจกรรม กลุ่มคือ ไม่ว่ากิจกรรม (การผลิต) จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในช่วงกิจกรรมที่อยู่ภายในกำลังการผลิตที่กำหนด (Relevant Range) ก็ไม่มีผลกระทบต่อต้นทุนคงที่แต่อย่างใด เช่น ค่าเช่าอาคาร เงินเดือนพนักงาน ค่าเบี้ยประกันภัย ค่าภาษีทรัพย์สิน เป็นต้น

ข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของต้นทุนคงที่ คือ ต้นทุนคงที่รวม จะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนของกิจกรรม และต้นทุนคงที่ต่อหน่วย จะเปลี่ยนแปลงผกผันไปตามจำนวนของกิจกรรม กล่าวคือ ถ้าจำนวนกิจกรรมยิ่งสูงขึ้น ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยก็จะยิ่งลดลง หรือถ้าจำนวนกิจกรรมลดต่ำลงต้นทุนคงที่ต่อหน่วยก็จะเพิ่มสูงขึ้น

3.) ต้นทุนผสม (Mixed Cost) คือ ต้นทุนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณหรือระดับของกิจกรรมบ้าง แต่ก็จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงเหมือนอย่างต้นทุนผันแปร กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ต้นทุนเหล่านี้จะประกอบด้วยต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ เช่น ค่าเช่ารถบรรทุก ที่มีส่วนหนึ่งต้องจ่ายเป็นรายเดือนหรือรายปี และมีอีกส่วนหนึ่งที่ต้องจ่ายต่างระยะทางที่วิ่งของรถบรรทุก เป็นต้น

2.2.2 ต้นทุนตามความเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ

การตัดสินใจเลือกการลงทุน ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญในการดำเนินธุรกิจต้นทุนก็ถือเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญที่ใช้ประกอบการตัดสินใจอย่างยิ่งโดยสามารถจำแนกต้นทุนการตัดสินใจได้ดังนี้

1.) ต้นทุนควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ (Controllable and Non-controllable Cost) การจำแนกต้นทุนออกเป็น ต้นทุนที่ควบคุมได้ (Controllable Cost) และต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ (Non-controllable Cost) ก็เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมต้นทุนที่จะเกิดขึ้นภายในองค์กรไม่ได้สูงเกินกว่างบประมาณที่ตั้งไว้และเพื่อประโยชน์ในการวัดและประเมินผลของผู้บริหารหน่วยงาน

ต้นทุนที่ควบคุมได้ หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่ผู้จัดการหน่วยงานนั้นมีอำนาจหน้าที่ที่จะควบคุม สั่งการเติมที่ เช่น เงินเดือนและค่าตอบแทนของพนักงานในฝ่ายผลิต ย่อมถือเป็นต้นทุนที่ควบคุมได้สำหรับผู้จัดการฝ่ายผลิต เพราะผู้จัดการฯ สามารถที่จะเพิ่มหรือลดเงินเดือนของพนักงาน รวมถึงการกำกับดูแลการทำงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพได้ภายในอำนาจสั่งการ

ต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่ผู้จัดการหน่วยงานนั้น ไม่มีอำนาจหน้าที่ที่จะควบคุม หรือสั่งการได้ หรือกล่าวง่าย ๆ ต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้จะมีความหมายตรงกันข้ามกับต้นทุนที่ควบคุมได้นั้นเอง เช่น การเพิ่ม/ ลดเงินเดือนของพนักงานฝ่ายขายก็ย่อมถือเป็นต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ของผู้จัดการฝ่ายผลิต เพราะผู้จัดการฝ่ายผลิตไม่มีอำนาจที่จะไปสั่งการเพิ่มหรือลดเงินเดือนพนักงานฝ่ายอื่นได้นั้นเอง

2.) ต้นทุนมาตรฐาน (Standard Cost) ต้นทุนมาตรฐาน คือ ต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนการดำเนินงานที่ถูกกำหนดขึ้นล่วงหน้าอย่างระมัดระวัง และมีหลักเกณฑ์ซึ่งก็คือต้นทุนเป้าหมาย (Target Costs) ที่กิจการ จะต้องทำให้บรรลุตามนั้น ต้นทุนมาตรฐานเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนจริงก็จะเห็นถึงผลต่างที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและวัดผลการดำเนินงานของหน่วยงานต่างๆ ได้

3.) ต้นทุนส่วนต่าง (Difference Cost) การจำแนกต้นทุนประเภทนี้ ถือหลักเกณฑ์จำแนกตามหลักเศรษฐศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้ดีที่สุด เหตุผลเพราะว่าในความเป็นจริงกิจการไม่สามารถจะตัดสินใจลงทุนดำเนินการได้ทั้งหมด ด้วยข้อจำกัดเกี่ยวกับทรัพยากรบุคคล และเวลาของกิจการ ดังนั้น ผู้บริหารจึงจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์สูงสุดต่อกิจการเท่านั้น

ต้นทุนที่แตกต่าง ในความหมายที่เข้าใจง่ายที่สุด หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละทางเลือก ต้นทุนที่แตกต่างนี้ถือเป็นต้นทุนในอนาคต และเป็นต้นทุนที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในปัจจุบันของผู้บริหารอย่างมาก

4.) ต้นทุนจม (sunk Cost) ต้นทุนจม หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นแล้วจากการตัดสินใจในอดีต เช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเช่าที่ต้องจ่ายตามสัญญาเช่าระยะยาว เป็นต้น ดังนั้น ต้นทุนจมจึงเป็นต้นทุนที่ไม่มีผลกระทบจากการตัดสินใจในสภาวะการณ์ปัจจุบันของผู้บริหารแต่อย่างใด

5.) ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Cost) ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่กิจการสามารถประหยัดได้จากการตัดสินใจเลือกทางอื่นที่ดีกว่า ทั้งนี้ การตัดสินใจโดยวิธีต้นทุนที่ หลีกเลี่ยงได้เพื่อพิจารณาเลือกทางเลือกจะต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ หลีกเลี่ยงได้กับรายได้ที่ขาดหายไป โดยปกตินักบัญชีบริหารจะใช้ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้สำหรับการตัดสินใจยกเลิกแผนกหรือผลิตภัณฑ์ที่ขาดทุนเป็นส่วนใหญ่ โดยถือหลักเกณฑ์ว่าถ้าค่าใช้จ่ายที่ หลีกเลี่ยงได้ลดลงมากกว่ารายได้ที่ขาดหายไปแล้ว ควรยกเลิกแผนกหรือผลิตภัณฑ์ที่ขาดทุนทันที

6.) ต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity Cost) ต้นทุนเสียโอกาส หมายถึง ผลประโยชน์ที่ กิจการควรจะได้รับจากทางเลือกหนึ่ง แต่กิจการไม่สามารถเลือกทางเลือกนั้นได้เพราะต้องเลือก ทางเลือกอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า ต้นทุนเสียโอกาสนั้น เป็นต้นทุนในทางเศรษฐศาสตร์ที่ กิจการมิได้เสียไปจริง แต่ด้วยเหตุที่กิจการมีทรัพยากรและเวลาที่จำกัด จึงจำเป็นต้องใช้ทรัพยากร ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อกิจการ ดังนั้น กิจการจึงจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เพียงทางเลือกเดียวเท่านั้น

2.3 การวิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลง เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัย ที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและผลตอบแทน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลตอบแทนสุทธิของการลงทุนใน ที่สุด ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของการลงทุนจะทำให้ผู้ ประเมินนั้นทราบว่าหากมีตัวแปรใดที่ไม่เป็นไปตามที่ประมาณการไว้จะมีผลกระทบต่อ ผลตอบแทนสุทธิของการลงทุนอย่างไรบ้าง เพื่อจะได้หาทางควบคุมป้องกันหรือปรับปรุงแก้ไขตัว แปรต่าง ๆ เหล่านั้นไปเป็นการล่วงหน้า เพื่อจะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผล ถูกต้องแม่นยำตรงกับการประมาณการให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการหรือเป้าหมายของโครงการที่ตั้งไว้ โดยโครงการนั้นต้องสามารถดำเนินการได้จริง หรือมีแนวทางที่สามารถดำเนินโครงการได้จริง และก่อนที่จะตัดสินใจดำเนินโครงการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้นๆ ต้องศึกษาแนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการให้ครบทุกแนวทาง และเปรียบเทียบข้อมูลก่อนการตัดสินใจ เพื่อให้การลงทุนเกิดผลตอบแทนที่คุ้มค่างับมูลค่าเงินลงทุนที่สูญเสียไป

การศึกษาข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ เพื่อตอบสนองความต้องการ เพื่อให้โครงการนั้นบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังนั้นควรจัดเตรียมข้อมูลให้เพียงพอต่อการตัดสินใจทางด้านการบริหาร ดังนี้

- 1.) วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ สิ่งที่ต้องการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติม
- 2.) ข้อจำกัดของระบบ เทคโนโลยี ข้อจำกัดในการดำเนินการ รวมทั้งข้อจำกัดขององค์กร
- 3.) แนวทางการดำเนินการของแต่ละทางเลือก โดยต้องสามารถดำเนินการได้จริงในทุกแนวทางเลือกที่จะตัดสินใจ
- 4.) ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละแนวทางเลือก
- 5.) ผลผลิตของโครงการสามารถทำกำไรหรือตอบสนองความต้องการให้กับผู้ลงทุน
- 6.) ข้อจำกัด หรือข้อพิจารณาอื่น ๆ ที่ควรพิจารณานอกจากทางเลือกแต่ละแนวทาง เช่น ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อชุมชน เป็นต้น

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หลังจากกำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ของโครงการแล้ว ต้องทำการศึกษาว่าข้อมูลใดที่ต้องสรุปก่อนเริ่มดำเนินโครงการ และข้อมูลใดที่ต้องทำการศึกษาระหว่างดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการ ซึ่งอาจจะต้องดูจากโครงสร้างขององค์กร ระบบ นโยบาย แนวทางการดำเนินงาน และปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับระบบในปัจจุบัน รวมทั้งปัญหาในด้านความไม่สอดคล้องกัน ความขัดสนหรือการขัดข้องในระบบ และการพิจารณาในด้านประสิทธิภาพ การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ แบบเมตริกซ์ จะแบ่งการวิเคราะห์หรือออกได้เป็น 4 ด้าน คือ

2.4.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการดำเนินการ

การตัดสินใจลงทุนดำเนินโครงการเพื่อปรับปรุง แก้ไข หรือพัฒนาระบบ ต้องพิจารณาด้านความเป็นไปได้ในการดำเนินการ ทั้งในระหว่างดำเนินการ และภายหลังการดำเนินการในแต่ละทางเลือก โดยจะต้องพิจารณาให้ครบทุกด้านของปัญหา โดยกำหนดความรุนแรงของปัญหา

และเกณฑ์การยอมรับได้ของแต่ละทางเลือก รวมทั้งเรื่อง คน และปัญหาสังคม, ประเด็นภายใน เช่น ปัญหาด้านแรงงาน, การคัดค้านของคนงาน, การต่อต้านการบริหาร, การคัดแย้งกันภายในองค์กร และนโยบาย รวมทั้ง ประเด็นภายนอก เช่นการยอมรับทางสังคม, ทางกฎหมายและการได้รับการสนับสนุนจากทางรัฐบาล โดยการประเมินด้านการดำเนินการการนั้น

2.4.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค จะต้องวิเคราะห์ตั้งแต่ เทคโนโลยีที่กำหนดหรือเลือกมาใช้ดำเนินการในแต่ละแนวทางว่ามีความเหมาะสมหรือมีความยั่งยืนเพียงพอสำหรับการบรรลุเป้าหมายหรือไม่ กำลังการผลิต สถานที่ ตั้งโครงการ ทำเล มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและความเพียงพอของคุณภาพและทรัพยากรในการผลิต เช่น ปริมาณวัตถุดิบ แรงงาน ตลอดจนต้นทุนต่างๆ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งระบบ

2.4.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ

ในการลงทุนแต่ละแนวทางเลือกที่จะนำมาพิจารณาโครงการ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันในด้านเทคโนโลยีหรือวิธีการจัดการ อาจส่งผลให้มีการใช้เวลาในการดำเนินสร้างโครงการแตกต่างกัน หากแนวทางนั้นมีการใช้ระยะเวลาในการดำเนินโครงการยาวนานเกินไป เกินข้อจำกัดของโครงการ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเสียโอกาสที่ควรจะได้รับ เมื่อเทียบกับแนวทางเลือกอื่น ๆ ซึ่งควรนำใช้ประกอบในการเลือกพิจารณาโครงการด้วยเช่นกัน

2.4.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน

การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ เป็นการประเมินค่าต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนของโครงการใด ๆ โดยเป็นการเปรียบเทียบผลประโยชน์หรือผลตอบแทน และต้นทุนของโครงการนั้น ๆ ซึ่งผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการจะเกิดขึ้นในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ตลอดอายุของโครงการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับค่าของเวลาของโครงการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลประโยชน์ที่ได้รับและต้นทุนที่เสียไปในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน ให้เป็นค่าของผลประโยชน์และต้นทุนในเวลาเดียวกัน คือเวลาในปัจจุบันเพื่อหามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลตอบแทนโครงการเสียก่อน จึงจะสามารถทำการเปรียบเทียบกันได้อย่างถูกต้องและแน่นอน ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน จะเป็นการวิเคราะห์ถึงการ หมุนเวียนของกระแสเงินสดต่าง ๆ ของโครงการ (Cash Flow) อันประกอบด้วย กระแสเงินสดรับ กระแสเงินสดจ่าย และกระแสเงินสดสุทธิ เพื่อวิเคราะห์ว่าโครงการที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ซึ่งจะอาศัยเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อการลงทุนดังนี้

2.4.4.1 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินงานโครงการที่ทำให้ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอดี หรืออาจกล่าวได้ว่าระยะเวลาคืนทุนของโครงการ คือ จำนวนปีในการดำเนินงานซึ่งทำให้ผลกำไรที่ได้รับในแต่ละปีรวมกันแล้ว มีค่าเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรก ระยะเวลาคืนทุน (จำนวนปี) สามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

2.4.4.2 มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการลงทุนใด ๆ หมายถึงผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าเวลาตลอดอายุของโครงการแล้วซึ่งคำนวณขึ้นเพื่อใช้วัดว่าโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนหรือมีผลกำไรต่อต้นทุนรวมหรือไม่ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับกับกระแสเงินสดจ่ายของโครงการ โดยใช้อัตราดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของเงินทุน ซึ่งส่วนใหญ่ใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงินเป็นอัตราส่วนลด (Discount Rate) โครงการที่เหมาะสมกับการลงทุนนั้นต้องมีมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (NPV) มากกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ มากกว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย ของโครงการมีสูตรในการคำนวณดังนี้

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

โดยกำหนดให้

B_t = ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

| | | |
|-------|---|---|
| C_t | = | ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาสินทรัพย์ของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t |
| C_0 | = | ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก |
| i | = | อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ |
| t | = | ปีการดำเนินงานโครงการ คือตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3.....n |
| n | = | อายุของโครงการ |

2.4.4.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับทั้งหมดเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่ายทั้งหมด หรือหมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดีนั่นเอง อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการนี้ถือว่าเป็นอัตราร้อยละที่แสดงถึงความสามารถของเงินทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับเงินลงทุนของโครงการนั้นพอดี การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการก็คือการคำนวณหาอัตราส่วนลด (Discount Rate: r) ว่ามีเท่าไรจึงจะทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ดังนั้นการคำนวณหาอัตรา IRR (หรือ r) จึงคล้ายคลึงกับการคำนวณหา NPV เกือบทุกอย่าง จะแตกต่างกันตรงที่จะใช้อัตราดอกเบี้ย (i) ในการหาค่า NPV ส่วนการคำนวณหาอัตรา IRR จะเป็นการใช้อัตราส่วนลด (r) ที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี เมื่อคำนวณได้ค่า IRR (หรือ r) แล้วจึงนำไปเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของเงินทุน (อัตราดอกเบี้ยเงินกู้) กล่าวคือ ถ้าค่า IRR (หรือ r) สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (i) ก็แสดงว่าการลงทุนให้ผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนที่จ่ายออกไป

การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ IRR (หรือ r) สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีการทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีก (Trial and Error) เพื่อหาระดับค่าของอัตราส่วนลด (r) จนทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณดังนี้

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

โดยกำหนดให้ :

| | | |
|-------|---|---|
| B_t | = | ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t |
| C_t | = | ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาสินค้าทุนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t |
| r | = | อัตราส่วนลด (discount rate) หรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม |
| t | = | ปีการดำเนินงานโครงการ คือตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3..... n |
| n | = | อายุของโครงการ |

2.4.4.4 อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน

อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับผลรวมมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการใด ๆ ก็คือ B/C Ratio จะต้องมียค่ามากกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดต้องมีค่าเท่ากับ 1 ($B/C \geq 1$) ทั้งนี้เนื่องจากถ้า $B/C > 1$ ย่อมหมายความว่าผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายที่เสียไป หรือถ้า $B/C = 1$ ก็หมายความว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายที่เสียไปพอดีอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุนนี้ในทางธุรกิจเรียกว่าดัชนีผลกำไร (Profitability Index: PI) ซึ่งมีวิธีการคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$B/C \text{ (ratio)} = \frac{PV_b}{PV_c}$$

หรือ

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

โดยกำหนดให้

| | | |
|--------|---|---|
| PV_b | = | ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ |
| PV_c | = | ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ |
| B_t | = | ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t |
| C_t | = | ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาสินค้าทุนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t |
| C_0 | = | ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก |
| i | = | อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ |

t = ปีการดำเนินงานโครงการ คือตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3.....n
 n = อายุของโครงการ

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(โชคชัย ธนเมธี 2543) การสร้างแบบจำลองในการวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซ ซึ่งใช้หลักการวิจัยดำเนินงานในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำการจำลองปัญหาในการวางแผนการผลิตและใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ปัญหา โดยทำการประยุกต์วิธีการหนึ่งของโปรแกรมเชิงเส้นที่เรียกว่าการโปรแกรม เป้าหมาย (Goal Programming) ในการแก้ไขปัญหาที่ต้องการให้บรรลุวัตถุประสงค์หลาย ๆ วัตถุประสงค์ สรุปแล้วแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้วางแผนการผลิตและแก้ไขปัญหาเมื่อ ปัจจัยต่าง ๆ เปลี่ยนแปลง เช่น ราคาผลิตภัณฑ์ ทำให้การตัดสินใจและปรับแผนการผลิตที่ เหมาะสม

(ศศิมาพร พัฒน์วิชัยโชติ 2544) การแก้ปัญหาการจัดตารางสอบของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบของคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยใช้การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ และประยุกต์สร้างเป็นโปรแกรมจัดตารางสอบของคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางสอบ และลดปัญหาการสอบซ้ำซ้อนของนิสิตได้ โดยผลที่ได้จากการทำ โครงการสามารถสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และสร้างโปรแกรมจัดตารางสอบเพื่อลดเวลาในการจัด ตารางสอบ ก่อให้เกิดตารางสอบที่มีประสิทธิภาพ เป็นระบบแนวทางและเกณฑ์การจัดตารางสอบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อประยุกต์ลงบน Microsoft Excel โดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel และ Premium Solver แก้ปัญหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

(ไวภูณัฐ โอมพรนุวัฒน์ และ นระเกณท์ พมู่ชูศร 2555) ได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนรายปีของการปรับปรุงกระบวนการขนส่งขึ้นส่วนรอกการผลิตในโรงงานผลิตขึ้นส่วนยานยนต์ โดยได้สร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์ต้นทุนรายปีของการปรับปรุงกระบวนการขนส่งขึ้นส่วนในสายการผลิตขึ้นส่วนยานยนต์ในโรงงาน กรณีศึกษาซึ่งประสบปัญหาการขนส่งขึ้นส่วนล่าช้าด้วยโปรแกรมอาร์น่า (Arena) เป็นโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ที่ช่วยเหลือในการสร้างแบบจำลองขึ้นมาและสามารถคำนวณหาค่าของทรัพยากรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละแนวทางในการปรับปรุงได้ โดยได้นำเสนอ

แนวทางการแก้ไข 3 แนวทางเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานปัจจุบัน ได้แก่ การขนส่งชิ้นส่วนด้วยพนักงานอย่างเป็นระบบ การขนส่งชิ้นส่วนด้วยพาหนะขนส่งชิ้นส่วนอัตโนมัติ และการขนส่งชิ้นส่วนด้วยพาหนะขนส่งร่วมกับระบบซีเฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุโดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองเพื่อหาจำนวนทรัพยากรน้อยที่สุดที่ยังสามารถทำให้การขนส่งชิ้นส่วนทำได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับแต่ละทางเลือกเพื่อคำนวณหา ต้นทุนเฉลี่ยรายปีและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุง เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการปรับปรุงการขนส่ง จากผลของงานวิจัยนี้พบว่าการขนส่งแนวทางพาหนะขนส่งชิ้นส่วนอัตโนมัติร่วมกับระบบซีเฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ เป็นแนวทางที่คุ้มค่ากว่าแนวทางการ ปรับปรุงอื่นโดยมีต้นทุนเฉลี่ยรวมรายปีเท่ากับ 560,510.46 บาทต่อปี โดยสามารถลดปัญหาระยะเวลา การสูญเสียดังกล่าวในการขนส่งด้วยพนักงานได้ทั้งหมดและสามารถลดต้นทุนการทำงานได้เท่ากับ 87,489.54 บาทต่อปี

(Kashif Rashid 2013) นำเสนอ Mixed integer nonlinear (MINLP) model สำหรับการจัดการการผลิตประจำวันในสายของปิโตรเลียม เมื่อพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้นของแหล่งน้ำมันหรือการมีหลายเงื่อนไขในการเจาะน้ำมัน โดยทำการพิจารณาหลายอย่างพร้อม ๆ กัน โดยการตัดสินใจจะรวมถึงสถานะของการปฏิบัติการ การใช้งานของบ่อหรือการแยกของกระบวนการกลั่นแยก สรุปแล้วการประยุกต์ใช้ Mixed integer optimization model และขั้นตอนของการแก้ปัญหาตารางผลิตเสนอแนวทางเมื่อมีหลายบ่อหลายหน่วยแยก โดยสามารถหาค่าการปฏิบัติที่เหมาะสม โดยวิธีนี้จะเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพิ่มผลกำไรและหาค่าเหมาะสมในความสามารถในการใช้ทรัพยากร

(Joachim Reiter 2014) ได้ทำการออกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหาการผลิตแบบ Just-In-Sequence production และการบริหารสินค้าคงคลัง (buffer stock control) ที่ Optimization ที่สุด โดยทำการกำหนดขอบเขตปริมาณสูงสุด – ต่ำสุด และขอบเขตของปริมาณสินค้าที่ควรจัดเก็บทั้งในช่วงเดินเครื่องผลิตปกติ และในช่วงหยุดซ่อมบำรุงฉุกเฉิน โดย เพื่อไม่ให้กระทบต่อผู้ผลิต OEM ซึ่งในการทดลองนำสมการ JIS-Concept และ 3PL ไปใช้พบว่าสามารถทำให้ผู้ผลิต OEM มั่นใจในการผลกระทบในด้าน การผลิตและการจัดเก็บสินค้าคงคลังได้ ทั้งในช่วงหยุดฉุกเฉินและในสถานะเดินเครื่องปกติ

(Christian Barteczko-Hibbert 2014) ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าในอนาคต โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในสมมติฐาน 4 สถานการณ์ ที่แตกต่างกัน โดยทำการพิจารณาถึงปี 2060 และตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันและเป้าหมายการลดคาร์บอน

Nomenclature

| | | | |
|----------------------------|---|-------------------|--|
| <i>Objective functions</i> | | <i>RC</i> | carbon capture and storage (CCS) costs |
| Z_1 | total system costs over the planning horizon up to 2060 | <i>U</i> | CCS retrofit capacity |
| $Z_{2,e}$ | environmental impacts | <i>x</i> | mass or energy flow |
| <i>Variables</i> | | <i>y</i> | decision to build power plant or not (1, 0) |
| <i>B</i> | total life cycle environmental burden | <i>z</i> | decision to add CCS or not (1, 0) |
| <i>b</i> | environmental burden from a process/technology | λ | proportion of capacity fitted with CCS |
| <i>C</i> | capacity | τ | construction time lag |
| <i>CC</i> | capital costs | ζ | lower and upper bounds for new capacity construction |
| <i>CF</i> | capacity factor | <i>Subscripts</i> | |
| CO_2 | carbon emissions | <i>e</i> | environmental impact |
| C^{Total} | maximum total capacity | <i>i</i> | technology type |
| <i>D</i> | energy demand | <i>j</i> | fuel type |
| <i>DC</i> | decommissioning costs | <i>l</i> | process |
| <i>DF</i> | discount factor | <i>m</i> | environmental burden |
| <i>DR</i> | discount rate | <i>n</i> | lifetime of technology |
| <i>E</i> | electricity generated | <i>p</i> | number of continuous variables |
| <i>e</i> | potency factor of an environmental burden | <i>q</i> | number of integer and/or binary variables |
| <i>FC</i> | fuel costs | <i>t</i> | year |
| <i>I</i> | imported electricity | <i>Sets</i> | |
| <i>IC</i> | imported electricity costs | <i>F</i> | fossil fuels |
| <i>LCOE</i> | levelised costs of electricity | <i>R</i> | renewables |
| <i>OC</i> | operating and maintenance costs | | |
| <i>r</i> | ratio of maximum capacity demand to average demand | | |

$$\begin{aligned}
 Z_1 = & \left[\sum_{i \in F} \sum_j \sum_t CC_{ijt} C_{ijt} + \sum_{i \in R} \sum_t CC_{it} C_{it} \right]_{\text{Capital costs}} \\
 & + \left[\sum_{i \in F} \sum_j \sum_t OC_{ijt} E_{ijt} + \sum_{i \in R} \sum_t OC_{it} E_{it} \right]_{\text{Operational costs}} \\
 & + \left[\sum_{i \in F} \sum_j \sum_t FC_{ijt} E_{ijt} \right]_{\text{Fuel costs}} \\
 & + \left[\sum_{i \in F} \sum_j \sum_t RC_{ijt} C_{ijt}^{Ret} \right]_{\text{Retrofitting costs}} \\
 & + \left[\sum_{i \in F} \sum_j \sum_t DC_{ijt} C_{ijt} + \sum_{i \in R} \sum_t DC_{it} C_{it} \right]_{\text{Decommissioning costs}} \\
 & + \left[\sum_t IC_t E_t \right]_{\text{Import costs}}
 \end{aligned}$$

$$Z_{2,e} = \sum_i \sum_t B_{mit} e_{em}$$

โมเดลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเป้าหมายเกี่ยวกับการวางแผนผลิตไฟฟ้าจะต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบและการพิจารณาถึงวัตถุประสงค์อื่นนอกเหนือจากค่าใช้จ่ายเพียงอย่างเดียวเพื่อให้แน่ใจว่าดีที่สุดในสำหรับการจัดหาไฟฟ้าที่ยั่งยืนมากขึ้น

(T.Fichter 2014) ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำการปรับเปลี่ยนและเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าทั้งระบบ ซึ่งได้นำเอาเทคโนโลยีการพัฒนารายจ่ายกำลังการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพ Remix-CEM (พลังงานทดแทนผสมการขยายความจุ Model) มาในกระบวนการของการเทคโนโลยี RE อย่างมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตทั้งระยะสั้นและยาว เข้าร่วมในกระบวนการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ได้รับการยอมรับ ศักยภาพมหาศาลในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้ลดลง ดังสมการ

Nomenclature

| | |
|-----------|---|
| BUS | Back-Up System/Boiler |
| CAPEX | Capital Expenditures |
| CSP | Concentrating Solar Power |
| CCGT | Combined-Cycle Gas Turbine |
| DE | Diesel Engine |
| DNI | Direct Normal Irradiation |
| GIS | Geographic Information System |
| HFO | Heavy Fuel Oil |
| LFO | Light Fuel Oil |
| MILP | Mixed Integer Linear Problem |
| OCGT | Open Cycle Gas Turbine |
| OPEX | Operation Expenditures |
| O&M | Operation and Maintenance |
| PB | Power Block |
| PV | Photovoltaics |
| RE | Renewable Energies |
| REMix-CEM | Renewable Energy Mix – Capacity Expansion Model |
| SF | Solar Field |
| SM | Solar Multiple |
| ST | Steam Turbine power plant |
| TES | Thermal Energy Storage |
| WACC | Weighted Average Cost of Capital |

$$C^{SYSTEM} = \sum_{x \in X} \sum_{n \in N} C_{n,x}^{CAPEX} + \sum_{u \in U} \sum_{n \in N} C_{n,u}^{OPEX} + \sum_{n \in N} C_n^{IMPORT} - \sum_{n \in N} C_n^{EXPORT} \Rightarrow \text{minimize} \quad (1)$$

| | | | |
|---------------------|--|------------------|---|
| C^{SYSTEM} : | Total system costs [€] | C_n^{IMPORT} : | Power import costs [€] |
| $C_{n,x}^{CAPEX}$: | CAPEX of candidate unit [€] | C_n^{EXPORT} : | Power export revenues [€] |
| $C_{n,u}^{OPEX}$: | OPEX of existing or candidate unit [€] | U : | Set of all units (existing and candidate) |
| $X(U)$: | Set of candidate units; subset of U | N : | Set of model nodes |

$$\sum_{\forall u \in N} P_{n,u,t}^{NET} + \sum_{\forall n \in N} TRANS_{n,t}^{DOMESTIC} + \sum_{\forall n \in CN} IMPORT_{n,t} - \sum_{\forall n \in CN} EXPORT_{n,t} = load_{n,t} \quad (2)$$

| | | | |
|----------------------------|---|------------------|-------------------------------------|
| $P_{n,u,t}^{NET}$: | Net power generation of unit [MW] | $EXPORT_{n,t}$: | Power export [MW] |
| $TRANS_{n,t}^{DOMESTIC}$: | Transmission between nodes [MW] | $load_{n,t}$: | Load [MW] |
| $IMPORT_{n,t}$: | Power import [MW] | T : | Set of hourly time-steps (1 – 8760) |
| $CN(N)$: | Set of model nodes which are connected to other systems (countries) | | |



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยจะแบ่งการศึกษาวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การดำเนินงานวิจัยเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
2. การดำเนินงานวิจัยเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส

3.1 การศึกษาสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า

ในการดำเนินงานวิจัย เพื่อที่จะศึกษาสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า โดยสร้างแบบจำลอง ประกอบไปด้วย

3.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกคือข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่จะใช้นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่สองคือข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนในการออกแบบ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1.) ดำเนินการศึกษาระบบการผลิตไฟฟ้าโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้า ระยะเวลาการเดินเครื่องจักร ในแต่ละเดือน ย้อนหลังเป็นระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2557
- 2.) ดำเนินการศึกษาข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลเทียบหน่วยการผลิตไฟฟ้าเสมือนของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ในแต่ละเดือน ย้อนหลังเป็นระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2557
- 3.) ดำเนินการศึกษาระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ได้แก่ ปริมาณการจัดหาเชื้อเพลิงชีวมวล ราคา ค่าความชื้น และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ในแต่ละเดือน ย้อนหลังเป็นระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2557

4.) ดำเนินการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก บริเวณพื้นที่เป้าหมาย

3.1.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นำข้อมูลที่ได้จากศึกษามาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ คือ ต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลเทียบหน่วยการผลิตไฟฟ้าเสมือนต่ำที่สุด และกำหนดขอบเขตการศึกษาตามฤดูกาล โดยค่าความรื้อรวมของเชื้อเพลิงชีวมวลต้องมีค่าเพียงพอที่จะใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเสมือน และมีค่าความรื้อรวมของเชื้อเพลิงไม่เกินค่าการออกแบบเครื่องจักร

3.1.3 หาผลลัพธ์ของแบบจำลอง

หลังจากสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว นำสมการมาเขียนลงในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ฟังก์ชัน Solver คำนวณหาผลลัพธ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.1.4 การวิเคราะห์ความไว

ดำเนินการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลง ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง โดยการปรับราคาเชื้อเพลิงและปริมาณเชื้อเพลิงที่สามารถจัดหาได้ และนำมาวิเคราะห์ผล

3.1.5 สรุปผลการวิจัย

นำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาเปรียบเทียบกับการต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลเทียบหน่วยการผลิตไฟฟ้าเสมือนก่อนการดำเนินการปรับปรุง

3.2 การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส

การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส มีแนวทางการลดค่าความชื้น ทั้งหมด 3 แนวทาง คือ

1. การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

2. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ
3. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

โดยจะนำข้อมูลจากทั้ง 3 โครงการ ดังกล่าวข้างต้นมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการจัดการ (Operation Feasibility)
2. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility)
3. การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ (Schedule Feasibility)
4. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Economic Feasibility)

3.2.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการดำเนินการ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการดำเนินการของโครงการจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ

1. ช่วงดำเนินโครงการ (Construction) การบริหารงานในระยะนี้เป็นระยะเริ่มต้นโครงการ โดยเป็นการศึกษากิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการกำหนดแผนการดำเนินขั้นต่อไป การดำเนินงานในระยะนี้ประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ และการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

2. ช่วงเดินเครื่องจักร (Operation) นอกจากการพิจารณาความเป็นไปได้ในช่วงก่อนการเริ่มโครงการแล้ว ต้องยังพิจารณาในช่วงการเดินเครื่องจักร การใช้งานหรือในช่วงการปฏิบัติงานด้วยว่าโครงการที่เลือกดำเนินการนั้น มีความยากง่าย หรือมีความยืดหยุ่นหรือไม่เพียงใด โดยช่วงการเดินเครื่องจักร จะพิจารณาโดยใช้หลัก 4M และ 1E เพื่อให้ครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน ได้แก่

M - Man คนงานหรือพนักงาน หรือบุคลากร จะดำเนินการพิจารณาทั้งในด้านจำนวนพนักงาน คุณสมบัติ และคุณวุฒิที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานของแต่ละโครงการ โดยรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งผลต่อต้นทุนทางด้านแรงงานที่ใช้ในการดำเนินการ

M - Method กระบวนการทำงาน จะดำเนินการพิจารณาวิธีการปฏิบัติงาน ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงาน แต่ละโครงการ

M - Material วัสดุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ คือการพิจารณาถึงวัตถุดิบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโครงการ โดยเฉพาะปริมาณเปลือกไม้ยูคาลิปตัสและความยืดหยุ่นในการนำเชื้อเพลิงอื่น ๆ ไปลดค่าความชื้น ว่าแต่ละโครงการมีศักยภาพหรือไม่

M - Management คือการพิจารณาด้านการบริหารจัดการทั้งหมดโครงการ ในช่วงที่เดินเครื่องจักร แต่ละโครงการ

E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการ – ทำงาน คือการพิจารณาปัญหาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นด้านน้ำชะล้างเปลือกไม้ซึ่งจะมีสีน้ำตาลเข้ม ฟุ้งละอองที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงเสียงดังที่เกิดจากการปฏิบัติงานหรือเกิดจากการเครื่องจักร

3.2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค จะทำการวิเคราะห์ตั้งแต่เทคโนโลยีที่กำหนดหรือเลือกมาใช้ดำเนินการ ในแต่ละแนวทางว่ามีความเหมาะสมหรือมีความยืดหยุ่นเพื่อการบรรลุเป้าหมายหรือไม่ รวมทั้งมีความเหมาะสมต่อความต้องการใช้งานหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคของแต่ละโครงการรวมทั้งจะวิเคราะห์ครอบคลุมถึงด้านกำลังการผลิตของแต่ละแนวทางเพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจ

3.2.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ

เนื่องจากความแตกต่างกันในด้านเทคโนโลยีหรือวิธีการจัดการของแต่ละโครงการ ส่งผลให้การใช้เวลาในการดำเนินการสร้างโครงการแตกต่างกัน หากแนวทางนั้นมีการใช้ระยะเวลาในการดำเนินโครงการยาวนานเกินไป เกินข้อจำกัดของโครงการ ก็จะส่งผลให้เกิดการเสียโอกาสที่ควรจะได้รับ เมื่อเทียบกับแนวทางเลือกอื่น ๆ ซึ่งควรนำใช้ประกอบในการเลือกพิจารณาโครงการด้วยเช่นกัน ดังนั้นนอกจากจะวิเคราะห์ในด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการแล้ว จะดำเนินการเปรียบเทียบและวิเคราะห์การสูญเสียโอกาสที่เกิดในการผลิตด้วย

3.2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน

การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ เป็นการประเมินค่าต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนของโครงการเปรียบเทียบกับผลประโยชน์หรือผลตอบแทน และต้นทุนของโครงการนั้น ๆ ซึ่งผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการจะเกิดขึ้นในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ตลอดอายุของโครงการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับค่าของเวลาของโครงการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลประโยชน์ที่ได้รับและต้นทุนที่เสียไปในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน ให้เป็นค่าของผลประโยชน์และต้นทุนในเวลาเดียวกัน คือเวลาในปัจจุบันเพื่อหามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลตอบแทนโครงการเสียก่อน จึงจะสามารถทำการเปรียบเทียบกันได้อย่างถูกต้องและแน่นอน ชัดเจนมากกว่ายิ่งขึ้น ซึ่งจะอาศัยเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อการลงทุนดังนี้

1.) **ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period: PB)** คือระยะเวลาการดำเนินโครงการที่ทำให้ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอดี มีหน่วยวัดเป็นระยะเวลาหรือปี โดยจะดำเนินการคำนวณเปรียบเทียบทั้ง 3 แนวทาง โดยใช้ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์ของแต่ละโครงการ ซึ่งหากโครงการใดคำนวณได้ระยะเวลาหรือจำนวนปีน้อยที่สุด แสดงว่าโครงการนั้นให้ผลตอบแทนเร็วที่สุดหรือคืนทุนเร็วที่สุด

2.) **มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV)** หมายถึงผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าเวลาตลอดอายุของโครงการแล้วซึ่งคำนวณขึ้นเพื่อใช้วัดว่าโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนหรือมีผลกำไรต่อต้นทุนรวมหรือไม่

โดยจะดำเนินการคำนวณเปรียบเทียบทั้ง 3 แนวทาง และกำหนดอายุเครื่องจักรที่ 20 ปี และใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงินเป็นอัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่ 3% เท่ากันทุกโครงการ และใช้ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์ของแต่ละโครงการ ซึ่งหากโครงการที่เหมาะสมกับการลงทุนนั้น ต้องมีมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (NPV) มากกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ มากกว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย

3.) **อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)** หมายถึงอัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับทั้งหมดเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่ายทั้งหมด หรือหมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดีนั่นเอง อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการนี้ถือว่าเป็นอัตราร้อยละที่แสดงถึงความสามารถของเงินทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับเงินลงทุนของโครงการนั้นพอดี การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการก็คือการคำนวณหาอัตรา

ส่วนลด (Discount Rate: r) ว่ามีเท่าไรจึงจะทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ดังนั้นการคำนวณหาค่า IRR (หรือ r) จึงคล้ายคลึงกับการ คำนวณหาค่า NPV เกือบทุกอย่าง จะแตกต่างกันตรงที่จะใช้อัตราดอกเบี้ย (i) ในการหาค่า NPV ส่วนการคำนวณหาค่า IRR จะเป็นการใช้อัตราส่วนลด (r) ที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี เมื่อกำหนดได้ค่า IRR (หรือ r) แล้วจึงนำไปเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของเงินทุน (อัตราดอกเบี้ยเงินกู้) กล่าวคือ ถ้าค่า IRR (หรือ r) สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (i) ก็แสดงว่าการลงทุนให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับเงินที่จ่ายออกไป

การคำนวณหาค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ IRR (หรือ r) สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีการทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีก (Trial and Error) เพื่อหาระดับค่าของอัตราส่วนลด (r) จนทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี โดยจะดำเนินการคำนวณเปรียบเทียบทั้ง 3 แนวทาง และกำหนดอายุเครื่องจักรที่ 20 ปี และใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงินเป็นอัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่ 3% เท่ากันทุกโครงการโดยใช้ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์ของแต่ละโครงการ

4.) อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio หรือ B/C Ratio)
หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับผลรวมมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการใด ๆ ก็คือ B/C Ratio จะต้องมีความกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดต้องมีค่าเท่ากับ 1 ($B/C \geq 1$) ทั้งนี้เนื่องจากถ้า $B/C > 1$ ย่อมหมายความว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายที่เสียไป หรือถ้า $B/C = 1$ หมายความว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายที่เสียไปพอดี โดยจะดำเนินการคำนวณเปรียบเทียบทั้ง 3 แนวทาง และกำหนดอายุเครื่องจักรที่ 20 ปี และใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงินเป็นอัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่ 3% เท่ากันทุกโครงการโดยใช้ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์ของแต่ละโครงการเช่นกัน

ซึ่งจากการวิเคราะห์โครงการทั้ง 4 ด้านดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงการมาเปรียบเทียบแบบ Matrix และมีการให้น้ำหนักตามลำดับความสำคัญ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน

| Feasibility Criteria | Weight (%) | Candidate 1 | Candidate 2 | Candidate 3 |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Operational Feasibility | % | | | |
| ช่วงดำเนินการโครงการ (Construction) | | | | |
| - นโยบายองค์กร | | | | |
| - งบประมาณ | บาท | | | |
| ช่วงเดินเครื่องจักร (Operation) | | | | |
| - Man | | | | |
| - Method | | | | |
| - Material (Raw Material) | | | | |
| - Management | | | | |
| - Operating Cost | | | | |
| - Environmental | | | | |
| Technical Feasibility | % | | | |
| - ด้านเทคโนโลยี | | | | |
| - กำลังการผลิต | | | | |
| Schedule Feasibility | % | | | |
| - ระยะเวลาการดำเนินการ | | | | |
| - เทียบการสูญเสียโอกาสในการผลิต | | | | |
| Financial Feasibility | % | | | |
| - Payback period: PB | ปี | | | |
| - Net present Value: NPV | | | | |
| - Internal Rate of Return : IRR | | | | |
| - Benefit Cost Ratio : B/C Ratio | | | | |
| Total | 100% | % | % | % |



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิง

เปลี่ยนไปอยู่คาบิปกติ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมนั้น มีการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล

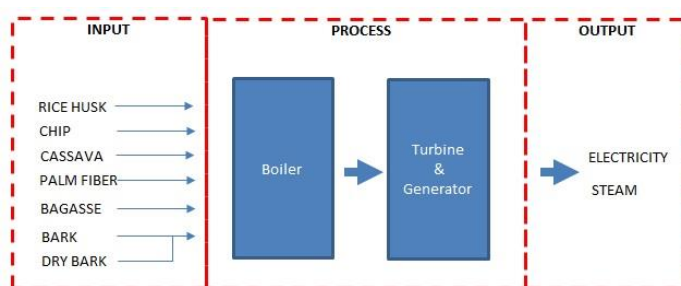
เพื่อที่จะศึกษาเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า จึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

1. ข้อมูลด้านการผลิตไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
2. ข้อมูลด้านต้นทุนเชื้อเพลิง ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
3. ข้อมูลเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
 - ปริมาณการจัดหาเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
 - ราคา ของเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
 - ความชื้น ของเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
 - ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
4. ข้อมูลการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.1.1.1 ข้อมูลด้านการผลิตไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา ใช้หลักการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นพลังงานด้วยกระบวนการทางเคมี-ความร้อน โดยการเผาไหม้โดยตรง (Direct-Fired) คือ การนำเชื้อเพลิงชีว

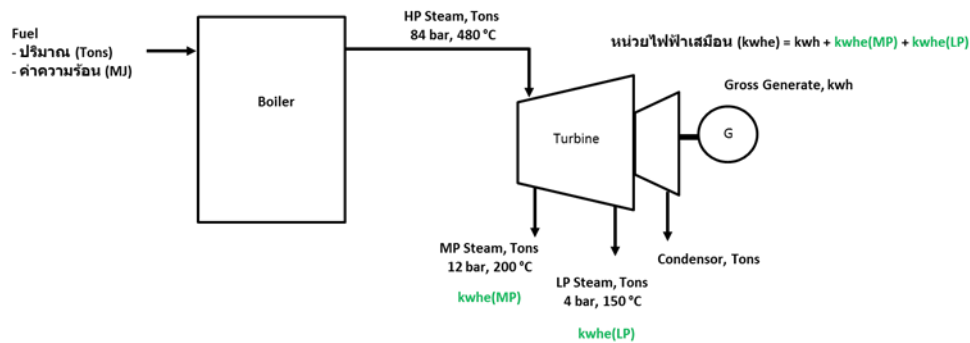
มวลมาเผาไหม้โดยตรงในหม้อไอน้ำ (Boiler) ซึ่งไอน้ำที่ผลิตได้นี้ จะถูกส่งเข้าไปปั่นกังหันไอน้ำ โดยเพลลาของกังหันจะต่ออยู่กับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้ขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็ก ตามหลักกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ทำให้ได้กระแสไฟฟ้าออกมา และยังได้มีการนำไอน้ำที่ถูกใช้งานแล้วแต่ยังเหลือพลังงานอยู่ มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบความร้อนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งการผลิตไฟฟ้าและไอน้ำร่วมกัน เรียกว่าระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (Cogeneration) ดังรูป



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตไฟฟ้าโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นกระบวนการผลิตไฟฟ้าโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา โดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวล ได้แก่ แกลบ ชี้น้ำสับ เหง้ามัน ทลายปาล์ม ชานอ้อย เปลือกยูคาลิปตัสสด และเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง นำมาบ้อนเข้า Boiler เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะนำไปใช้ผลิตไอน้ำเพื่อส่งเข้า Turbine&Generator ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ตามหลักการที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำที่ Boiler ผลิตและประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

ในด้านผลผลิต (Output) ของโรงไฟฟ้ามี 2 ส่วน คือ ผลผลิตทางไฟฟ้าและผลผลิตทางไอน้ำ ซึ่งผลผลิตทั้งสองแบบนี้ ไม่สามารถนำหน่วยผลิตมารวมกันได้ ดังนั้นจึงต้องคิดปริมาณหน่วยผลผลิตในรูปของหน่วยพลังงานไฟฟ้าเสมือน (Kilowatt Equivalent, kwh_e) โดยการแปลงค่าพลังงานความร้อนของไอน้ำที่จ่ายออกจากเครื่องกังหันไอน้ำทั้งหมด ให้กลับ มาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดของโรงไฟฟ้าทั้งหมดจะเทียบกับหน่วยพลังงานไฟฟ้าเสมือน โดยมีหลักการแปลงดังนี้



รูปที่ 4.2 การแปลงพลังงานความร้อนของไอน้ำให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.2 ไอน้ำแรงดันสูงที่ผลิตได้จาก Boiler จะถูกแบ่งสัดส่วนการผลิตไฟฟ้า และการจ่ายไอน้ำที่ระดับแรงดันต่าง ๆ ตามค่าการออกแบบเครื่องจักร ดังนี้ คือ ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการออกแบบเครื่องจักรของกังหันไอน้ำ (Maximum Design)

| ขาเข้า Turbine ไอน้ำแรงดันสูง | ขาออก Turbine | | |
|----------------------------------|--------------------|----------------|--------------|
| | ไอน้ำแรงดันปานกลาง | ไอน้ำแรงดันต่ำ | ไอน้ำควบแน่น |
| 80 kg/s | 12 kg/s | 50 kg/s | 18 kg/s |

จกตารางที่ 4.1 แสดงค่าการออกแบบเครื่องจักร โดยสามารถป้อนปริมาณไอน้ำแรงดันสูงเข้า Turbine ได้สูงสุดเท่ากับ 80 kkg/s สามารถจ่ายออกเป็นไอน้ำแรงดันปานกลางได้สูงสุดเท่ากับ 12 kg/s จ่ายออกเป็นไอน้ำแรงดันต่ำได้สูงสุดเท่ากัน 50 kg/s และจ่ายไอน้ำเข้าเครื่องควบแน่นได้สูงสุดเท่ากับ 18 kg/s ซึ่งสามารถนำมาคำนวณเป็นสัดส่วนได้ดังนี้

$$\text{MP Steam} = \text{HP Steam} \times 15\%$$

$$\text{LP Steam} = \text{HP Steam} \times 62.5\%$$

$$\text{Condensor} = \text{HP Steam} \times 22.5\%$$

การแปลงพลังงานความร้อนของไอน้ำให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเสมือน (kwh) ได้ ดังนี้

$$\text{หน่วยไฟฟ้าเสมือน (kwhe)} = \text{kwh} + \text{kwhe(MP)} + \text{kwhe(LP)}$$

kwh คือ พลังงานไฟฟ้าจริงที่ผลิตได้ โดยเป็นพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการนำไอน้ำที่ไม่ได้จ่ายให้ลูกค้มาควบแน่นที่ Condenser และนำน้ำที่ควบแน่นได้กลับไปใช้ในการผลิตไอน้ำใหม่ที่ Boiler อีกครั้ง

สำหรับการนำไอน้ำมาควบแน่นที่ Condenser มีค่าคงที่สำหรับการแปลงค่าเป็นพลังงานไฟฟ้า ตามค่าการออกแบบเครื่องจักร ดังนี้

$$\text{kwh} = \frac{\text{HP Steam} \times 22.5\%}{1.296} \times 1000 \quad \text{kwh}$$

kwhe (MP) คือ หน่วยพลังงานไฟฟ้าเสมือนที่ได้จากการแปลงค่าพลังงานความร้อนของไอน้ำแรงดันปานกลาง (MP Steam) ที่จ่ายออกจากเครื่องกังหันไอน้ำ (Turbine) ทั้งหมดให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า โดยมีค่าคงที่สำหรับการแปลงค่าเป็นพลังงานไฟฟ้า ตามค่าการออกแบบเครื่องจักร ดังนี้

$$\text{kwhe(MP)} = \frac{\text{HP Steam} \times 15\%}{10.5} \times 1000 \quad \text{kwhe}$$

kwhe (LP) คือ หน่วยพลังงานไฟฟ้าเสมือนที่ได้จากการแปลงค่าพลังงานความร้อนของไอน้ำแรงดันต่ำ (LP Steam) ที่จ่ายออกจากเครื่องกังหันไอน้ำ (Turbine) ทั้งหมดให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า โดยมีค่าคงที่สำหรับการแปลงค่าเป็นพลังงานไฟฟ้า ตามค่าการออกแบบเครื่องจักร ดังนี้

$$\text{kwhe(LP)} = \frac{\text{HP Steam} \times 62.5\%}{7} \times 1000 \quad \text{kwhe}$$

และจากการศึกษาข้อมูล ระยะเวลาการเดินเครื่องจักรและหน่วยผลิตพลังงานไฟฟ้าเสมือนของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา 6 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี 2552-2557 มีข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 หน่วยผลิตไฟฟ้าเสมือนรวมในแต่ละเดือน ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ปี 2552-2557

| เดือน | ปี (kwhe) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 23,451,671 | 22,417,905 | 23,798,451 | 18,839,684 | 20,031,723 | 22,568,027 | 21,851,244 |
| กุมภาพันธ์ | 19,175,159 | 22,000,139 | 19,812,981 | 20,526,522 | 20,620,118 | 20,880,663 | 20,502,597 |
| มีนาคม | 26,485,402 | 25,523,411 | 25,001,532 | 28,848,447 | 21,262,673 | 18,775,797 | 24,316,210 |
| เมษายน | 25,732,951 | 25,606,753 | 22,820,684 | 19,888,437 | 20,991,875 | 17,723,101 | 22,127,300 |
| พฤษภาคม | 17,255,908 | 20,663,762 | 19,442,540 | 19,888,437 | 21,482,204 | 20,878,297 | 19,935,191 |
| มิถุนายน | 17,942,106 | 22,894,825 | 22,403,707 | 20,991,349 | 20,545,715 | 19,770,653 | 20,758,059 |
| กรกฎาคม | 21,050,241 | 19,279,272 | 24,346,095 | 22,427,632 | 23,552,103 | 18,385,637 | 21,506,830 |
| สิงหาคม | 18,950,370 | 19,554,277 | 18,325,693 | 20,928,513 | 21,147,255 | 17,481,223 | 19,397,889 |
| กันยายน | 20,565,696 | 18,334,369 | 19,179,103 | 20,494,447 | 18,691,665 | 18,022,294 | 19,214,596 |
| ตุลาคม | 20,813,095 | 19,148,079 | 20,817,302 | 17,463,871 | 18,381,167 | 18,924,868 | 19,258,064 |
| พฤศจิกายน | 24,106,583 | 21,777,190 | 21,625,228 | 22,655,839 | 20,534,672 | 18,360,135 | 21,509,941 |
| ธันวาคม | 20,149,245 | 21,211,406 | 24,751,504 | 22,095,839 | 20,070,108 | 20,460,006 | 21,456,351 |
| ค่าเฉลี่ย | 21,306,536 | 21,534,282 | 21,860,402 | 21,254,085 | 20,609,273 | 19,352,558 | 20,986,189 |

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาสามารถเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าได้ตามปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยของหน่วยไฟฟ้าเสมือนผลิตอยู่ที่ 20,986,189 kwhe

ตารางที่ 4.3 ค่าความพร้อมจ่ายไฟฟ้าและไอน้ำ (%AF: Available Factor) แต่ละเดือน ในปี 2552-2557

| เดือน | ปี (%AF) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 (%) |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 100% | 100% | 100% | 87% | 87% | 86% | 93% |
| กุมภาพันธ์ | 86% | 94% | 86% | 95% | 96% | 95% | 92% |
| มีนาคม | 100% | 100% | 100% | 100% | 98% | 94% | 99% |
| เมษายน | 100% | 100% | 100% | 82% | 98% | 97% | 96% |
| พฤษภาคม | 79% | 100% | 81% | 82% | 94% | 85% | 87% |
| มิถุนายน | 81% | 96% | 99% | 100% | 90% | 87% | 92% |
| กรกฎาคม | 95% | 100% | 96% | 94% | 100% | 90% | 96% |
| สิงหาคม | 90% | 100% | 78% | 92% | 83% | 92% | 89% |
| กันยายน | 100% | 86% | 98% | 92% | 100% | 87% | 94% |
| ตุลาคม | 94% | 93% | 94% | 75% | 90% | 88% | 89% |
| พฤศจิกายน | 100% | 100% | 100% | 100% | 88% | 78% | 94% |
| ธันวาคม | 88% | 86% | 100% | 100% | 88% | 88% | 92% |
| ค่าเฉลี่ย | 93% | 96% | 94% | 92% | 93% | 89% | 93% |

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาสามารถเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าได้ตามปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยของความพร้อมในการจ่ายไฟฟ้าและไอน้ำ เท่ากับ 93% โดยค่า Available Factor สามารถคำนวณได้จาก

%AF = Available Factor ความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าและไอน้ำเทียบวันเดือนเครื่องจักร

$$= \frac{(\text{วันทั้งเดือน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) - (\text{ชั่วโมงหยุดเดือนเครื่องจักร})}{(\text{วันทั้งเดือน} \times 24 \text{ ชั่วโมง})}$$

4.1.1.2 ข้อมูลด้านต้นทุนเชื้อเพลิง ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์และหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสม สำหรับใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยพิจารณาจากต้นทุนเชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้าเสมือน ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ดังนั้นจึงดำเนินการสรุปข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลรายเดือน ย้อนหลังเป็นระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2557 รวมทั้งหาค่าเฉลี่ยในแต่ละฤดูกาล เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงก่อนการปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา รายเดือนและค่าเฉลี่ย ปี 2552-2557

| เดือน | ปี (บาท/ kwh) | | | | | | ต้นทุนเชื้อเพลิงก่อนการปรับปรุง (บาท/ kwh) |
|------------|---------------|------|------|------|------|------|--|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 1.49 | 1.61 | 1.39 | 1.55 | 1.53 | 1.49 | 1.51 |
| กุมภาพันธ์ | 1.47 | 1.28 | 1.67 | 1.48 | 1.55 | 1.13 | 1.43 |
| มีนาคม | 1.17 | 1.16 | 1.40 | 1.33 | 1.61 | 1.26 | 1.32 |
| เมษายน | 1.14 | 1.06 | 1.43 | 1.30 | 1.39 | 1.47 | 1.30 |
| พฤษภาคม | 1.46 | 1.30 | 1.48 | 1.68 | 1.70 | 1.95 | 1.60 |
| มิถุนายน | 1.35 | 1.49 | 1.86 | 1.68 | 1.85 | 1.79 | 1.67 |
| กรกฎาคม | 1.30 | 1.96 | 1.79 | 1.94 | 1.82 | 1.44 | 1.71 |
| สิงหาคม | 1.36 | 1.64 | 1.78 | 2.05 | 2.03 | 1.44 | 1.72 |
| กันยายน | 1.58 | 1.56 | 1.53 | 1.74 | 2.41 | 1.42 | 1.71 |
| ตุลาคม | 1.43 | 1.48 | 1.59 | 1.72 | 1.49 | 1.66 | 1.56 |
| พฤศจิกายน | 1.43 | 1.68 | 1.46 | 1.43 | 1.37 | 1.47 | 1.47 |
| ธันวาคม | 1.42 | 1.48 | 1.27 | 1.47 | 1.49 | 1.38 | 1.42 |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | | | 1.53 |

จากตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ตั้งแต่ปี 2552-2557 จากค่าเฉลี่ยต้นทุนเชื้อเพลิง 6 ปี ในแต่ละเดือน พบว่า เดือนเมษายน มีเฉลี่ยต้นทุนเชื้อเพลิง

ต่ำที่สุด โดยค่าต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวล เท่ากับ 1.30 บาท/ kwh_e และในเดือนสิงหาคมพบว่า ค่าเฉลี่ยต้นทุนเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษามีค่าเฉลี่ยต้นทุนสูงสุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 บาท/ kwh_e

จากตารางที่ 4.4 นำข้อมูลมาสรุปตามฤดูกาล โดยแบ่งตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย สามารถแบ่งฤดูกาล ได้ 3 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี
2. ฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ของทุกปี
3. ฤดูหนาว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ของทุกปี

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ปี 2552-2557 ตามฤดูกาล

| ฤดูกาล | ปี (บาท/ kwh _e) | | | | | | ต้นทุนเชื้อเพลิงก่อนการปรับปรุง (บาท/ kwh _e) |
|---------|-----------------------------|------|------|------|------|------|--|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| ฤดูหนาว | 1.45 | 1.59 | 1.37 | 1.48 | 1.46 | 1.45 | 1.47 |
| ฤดูร้อน | 1.26 | 1.17 | 1.50 | 1.37 | 1.52 | 1.29 | 1.35 |
| ฤดูฝน | 1.41 | 1.57 | 1.67 | 1.80 | 1.88 | 1.62 | 1.66 |

จากตารางที่ 4.4 นำข้อมูลมาทำการสรุปเพื่อหาค่าต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละฤดูกาล แสดงค่าตามตารางที่ 4.5 โดยจากตารางพบว่าในฤดูร้อน ต้นทุนเชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้า เสมือนจะมีค่าต่ำที่สุด คือเท่า 1.35 บาท/ kwh_e รองมาคือฤดูหนาว มีค่าเท่ากับ 1.47 บาท/ kwh_e และในฤดูฝนจะมีค่าต้นทุนเชื้อเพลิงหน่วยการผลิตไฟฟ้าเสมือนสูงที่สุดคือ 1.66 บาท/ kwh_e

4.1.1.3 ข้อมูลเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า

กรณีศึกษา

ข้อมูลเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา เป็นการดำเนินการสรุปข้อมูลเชื้อเพลิงชีวมวล 6 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี 2552-2557 โดยดำเนินการจัดเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1.) ปริมาณการจัดหาเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
- 2.) ราคาเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
- 3.) ความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา
- 4.) ค่าความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

1.) ปริมาณการจัดการเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้าการศึกษา

ข้อมูลเชื้อเพลิงชีวมวลในประเทศไทย ที่โรงไฟฟ้าการศึกษาใช้ในการผลิตไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้

แกลบ

แกลบ คือ เปลือกที่ห่อหุ้มของเมล็ดข้าวซึ่งจะได้จากการสีข้าวหรือการผลิตข้าวสาร มีลักษณะเป็นเม็ดรูปทรงรี เม็ดยาวสีเหลืองอมน้ำตาล หรือเหลืองนวล โดยการสีข้าว 1 ตัน จะได้แกลบประมาณ 220 กิโลกรัม ปริมาณแกลบจะขึ้นอยู่กับข้าวที่ปลูกในประเทศไทย โดยข้าวที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งตามฤดูปลูก ได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ข้าวนาปี คือ ข้าวที่ปลูกในฤดูการทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมและเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นล่าสุดไม่เกินเดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์ข้าวนาปีจะออกดอกตามวันและเดือนที่ค่อนข้างตายตัว เมื่อถึงวันที่จะออกดอกก็ออกพร้อมกันหมด เนื่องจากช่วงของแสงต่อวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกหรือออกรวง จึงเรียกข้าวนาปีว่า “ข้าวไวแสง” ซึ่งเป็นข้าวที่ออกตามฤดูกาล

2. ข้าวนาปรัง คือ ข้าวที่ปลูกนอกฤดูการทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนในบางท้องที่จะเก็บเกี่ยวอย่างช้าที่สุดไม่เกินเดือนเมษายน นิยมปลูกในท้องที่มีการชลประทานดี เช่น ในภาคกลาง ซึ่งข้าวที่ใช้ทำนาปรังจะเป็นข้าวที่แสงไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก ซึ่งเรียกว่า “ข้าวนาปรัง” หรือ “ข้าวไม่ไวแสง” ซึ่งเป็นข้าวที่ออกตามอายุ ไม่ว่าจะปลูกเมื่อใด พอครบอายุก็จะเก็บเกี่ยวได้

โดยประเทศไทยมีการเพาะปลูกข้าวกระจายอยู่ทั่วประเทศ พื้นที่เพาะปลูกข้าวมีประมาณ 65 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่นาปี ร้อยละ 80 และพื้นที่นาปรัง ร้อยละ 20 โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดหรือครึ่งหนึ่งของพื้นที่ปลูกข้าวในภาคต่าง ๆ รวมกัน รองลงมาได้แก่ภาคเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ แต่ทั้งนี้ภาคกลางแม้จะมีพื้นที่ปลูกข้าวเพียงร้อยละ 23 แต่มีผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 31 เพราะมีการชลประทานดี มีการปลูกข้าวพันธุ์ไม่ไวแสง (เป็นข้าวที่ปลูกได้ทุกฤดูกาล) รวมถึงมีพื้นที่ทำนาปรังมากกว่าภาคอื่น ๆ รองลงมาได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้

แต่ทั้งนี้ในส่วนของแกลบนอกจากจะขึ้นอยู่กับฤดูทางการเกษตรแล้ว ยังขึ้นอยู่กับนโยบายภาครัฐ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำในเขื่อนขนาดกลางและขนาดใหญ่และการผันน้ำของกรมชลประทาน อีกด้วย

ตารางที่ 4.6 ผลพยากรณ์การผลิตข้าวนาปี-ข้าวนาปรัง (ปีเพาะปลูก 2557/58)

| ลำดับ ที่ | ชื่อพืช | เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) | | | ผลผลิต (ตัน) | | | ปริมาณเมล็ด (ตัน) | | | | | | | | |
|--------------|------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | ปีเพาะปลูก 2553/54 | ปีเพาะปลูก 2554/55 | ปีเพาะปลูก 2555/56 | ปีเพาะปลูก 2553/54 | ปีเพาะปลูก 2554/55 | ปีเพาะปลูก 2555/56 | ปีเพาะปลูก 2553/54 | ปีเพาะปลูก 2554/55 | ปีเพาะปลูก 2555/56 | | | | | | |
| 1 | ข้าวนาปี | 64,574,071 | 65,468,268 | 64,950,593 | 62,079,904 | 61,739,500 | 25,742,917 | 25,931,986 | 27,233,903 | 27,090,184 | 27,106,445 | 5,663,442 | 5,705,037 | 5,991,459 | 5,959,840 | |
| 2 | ข้าวนาปรัง | 16,102,293 | 17,792,657 | 16,087,294 | 15,187,517 | 10,709,000 | 10,260,882 | 12,042,996 | 10,766,286 | 9,748,649 | 6,702,495 | 2,257,394 | 2,649,459 | 2,368,583 | 2,144,703 | 1,474,549 |

ที่มา : วารสารพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 เดือน

หมายเหตุ : ข้าวนาปรัง ปีเพาะปลูก 2557/58 (ปี 2558) หมายถึง เนื้อที่เพาะปลูก ระหว่าง 1 พฤศจิกายน 2557 - 30 เมษายน 2558

ข้าวนาปี ปีเพาะปลูก 2557/58 เนื้อที่เพาะปลูกลดลงจากปีที่แล้วทุกภาค เนื่องจากการปรับเปลี่ยนนโยบายภาครัฐ และราคาข้าวมีแนวโน้มลดลง รวมทั้งเกษตรกร บางส่วนปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนดี มีแหล่งรับซื้อแน่นอน เช่น อ้อยโรงงาน สำหรับผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น จากการดูแลเอาใจใส่ และปริมาณน้ำฝนเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทำให้ภาพรวมผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ข้าวนาปรัง ปี 2558 เนื้อที่เพาะปลูกคาดว่าจะลดลงทุกภาคจากปีที่แล้ว เนื่องจากภาพรวมปริมาณน้ำในเขื่อนขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่ใช้การได้มีน้อย และไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงได้ออกประกาศงดการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวนาปรัง ตั้งแต่วันที่ 7 ตุลาคม 2557 จนถึง 30 เมษายน 2558 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำแม่กลอง รวม 26 จังหวัด ประกอบกับราคาข้าวมีแนวโน้มลดลง ทำให้เกษตรกรลดเนื้อที่เพาะปลูกลงโดยปล่อยพื้นที่ว่าง และบางรายปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ใช้น้ำ น้อยกว่า เช่น พืชตระกูลถั่ว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน เป็นต้น ส่งผลให้ผลผลิตลดลง ด้วย

อ้อย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ สามารถปลูกได้เกือบทุกภาคของประเทศ มีอายุเก็บเกี่ยว 10-12 เดือน เก็บผลผลิตได้ 2-3 ปี สภาพแวดล้อมพันธุ์และการบำรุงดูแลรักษาเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอ้อย อ้อยสามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกประเภท ตั้งแต่ดินร่วนถึงดินร่วนปนทรายและควรปลูกในพื้นที่ราบ ไม่ควรทำการปลูกอ้อยในลักษณะดินที่มีความเหนียวจัด ดินทรายจัดและดินลูกรัง ฤดูกาลปลูกอ้อย มีสองฤดูปลูกคือ

1.) การปลูกอ้อยข้ามแล้ง คือการปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ข้อดีของการปลูกช่วงนี้คือ ไม่ค่อยมีหญ้า และอ้อยได้จำนวนอายุหลายเดือนก่อนตัดส่งโรงงาน แต่ข้อเสียก็คือ งดน้ำ เวลาปลูกต้องหยอดน้ำไปพร้อมท่อนพันธุ์ด้วยถึงจะดี

2.) การปลูกอ้อยฤดูฝน คือการปลูกอ้อยในช่วงฤดูฝนถึงเดือนพฤษภาคม ช่วงนี้อ้อยจะโตเร็ว งดน้ำเร็ว แต่อ้อยจะมีอายุน้อย ผลผลิตไม่เต็มที่ เพราะต้องตัดส่งโรงงานในช่วงเปิดหีบ ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว โรงงานจะเปิดหีบประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ซึ่งแล้วแต่พื้นที่ แล้วแต่โรงงานว่าจะเปิดหรือปิดช่วงไหน เราไม่สามารถกำหนดเวลาตัดเองได้

มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชอายุยาวสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อใดก็ได้ แต่โดยปกติจะมีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม และจะมีการเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคมมากที่สุด ส่วนช่วงต้นฝนและกลางฝน (เมษายน-ตุลาคม) มีการเก็บเกี่ยวน้อยมาก อายุของมันสำปะหลังที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวเมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 9-12 เดือน โดยเก็บเกี่ยวให้ทันเวลาที่จะเตรียมดินปลูกมันสำปะหลังในฤดูถัดไป ปัจจัยที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นมีอยู่หลายปัจจัย เช่นราคาหัวมันสำปะหลังฐานะทางเศรษฐกิจฤดูกาลแรงงาน

ปาล์ม

ในประเทศไทยมีการปลูกทั้งทางภาคใต้และภาคตะวันออก พืชตระกูลปาล์มจะมีลักษณะลำต้นเดี่ยว ขนาดลำต้นประมาณ 12 -20 นิ้ว เมื่ออายุประมาณ 1-3 ปี ลำต้นจะถูกหุ้มด้วยโคนกาบใบ แต่เมื่ออายุมากขึ้นโคนกาบใบจะหลุดร่วงเห็นลำต้นชัดเจน ผิวของลำต้นคล้ายๆ ต้นตาล ลักษณะใบเป็นรูปก้างปลา โคนกาบใบจะมีลักษณะเป็นซี่ คล้ายหนามแต่ไม่คมมาก เมื่อไปถึงกลางใบหนามดังกล่าวจะพัฒนาเป็นใบ การออกดอกเป็นพืชที่แยกเพศ คือต้นที่เป็นเพศผู้จะให้เกสรตัวผู้อย่างเดียว ต้นที่ให้เกสรตัวเมียจึงจะติดผล ปาล์มน้ำมันแต่ละต้นจะกำหนดปริมาณการให้ช่อดอกตัวผู้ และช่อดอกตัวเมีย ล่วงหน้า 33 เดือน โดยขึ้น กับปริมาณน้ำ ที่ต้นปาล์มน้ำมันนั้น ๆ ได้รับ เช่น หากต้นปาล์มได้รับน้ำ ในปริมาณที่เหมาะสมในวันนี้ต้นปาล์มก็จะกำหนดให้ลำต้นออกช่อดอกตัวเมียมากกว่าช่อดอกตัวผู้ ในทางกลับกัน หากต้นปาล์มนั้น ๆ ได้รับน้ำ ในปริมาณที่ไม่เพียงพอในวันนี้ต้นปาล์มก็จะกำหนดให้ลำต้นออกช่อดอกตัวผู้มากกว่าช่อดอกตัวเมีย ซึ่งช่อดอกทั้ง ตัวผู้และตัวเมียที่ถูกกำหนดล่วงหน้าจะไปผลิอกเป็นช่อดอกในอีก 33 เดือนข้างหน้า ดังนั้น ปาล์มที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว จะให้ผลผลิตตามปริมาณน้ำ ฝนที่ได้รับ ยิ่งถ้าพื้นที่ที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีช่วงฝนแล้ง หรือขาดน้ำ หลายเดือน ปาล์มนั้น ๆ ก็จะทำให้ช่อดอกตัวผู้ในปริมาณมาก หรือแทบไม่ให้ช่อดอกตัวเมียเลย ต้นปาล์มจะมีลักษณะสูงเร็ว เพราะไม่ต้องสูญเสียธาตุอาหารในการออกลูกออกผลปาล์มน้ำมันที่ขาดน้ำ เป็นระยะเวลาหลายเดือน จะให้แต่ช่อดอกตัวผู้ หรือแทบจะไม่ให้ช่อดอกตัวเมียเลย แม้ว่าเราจะให้น้ำ ให้ปุ๋ยอย่างเต็มที่กับต้นปาล์มในเวลาต่อมา ก็ไม่สามารถแก้ไขให้ต้นปาล์มออกช่อดอกตัวเมียมากขึ้น ได้ เพราะปริมาณการออกช่อดอกตัวเมียได้ถูกกำหนดไว้แล้วเมื่อ 33 เดือนที่แล้วตามปริมาณน้ำ ที่ต้นปาล์มน้ำมันต้นดังกล่าวได้รับ แต่การให้น้ำ ให้ปุ๋ยอย่างเต็มที่กับต้นปาล์มในเวลาต่อมา จะไปมีผลให้ต้นปาล์มออกช่อดอกตัวเมียมากขึ้น ในอีก 33 เดือนข้างหน้าอย่างไรก็ตามหากช่อดอกตัวเมียที่ออกมา

กระทบกับช่วงฤดูแล้ง หรือภาวะต้นปาล์มขาดน้ำ ช่อดอกตัวเมียดังกล่าวก็อาจจะฝ่อไม่ให้เกิดผล เพื่อลดการสูญเสียน้ำ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเชื้อเพลิงย้อนหลังในการจัดหาเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าการณศึกษา พบว่าปริมาณเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่สามารถจัดหาได้ในแต่ละเดือนนั้น มีปริมาณไม่เท่ากัน ทำให้การเลือกสัดส่วนในการผสมเชื้อเพลิงนั้นมีความแตกต่างกันออกไป โดยปริมาณเชื้อเพลิงที่จัดหาได้นั้นจะสัมพันธ์กับช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตภัก์ทางการเกษตรหรือฤดูกาลเป็นส่วนใหญ่

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นปริมาณค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้ในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี 2552-2557 โดยมีลักษณะแปรผันตามฤดูกาล ทางการเกษตรปริมาณเชื้อเพลิงที่สามารถจัดหาได้ ดังแสดงในตาราง ก. ในภาคผนวก และปริมาณค่าเฉลี่ยเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้แสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4.7

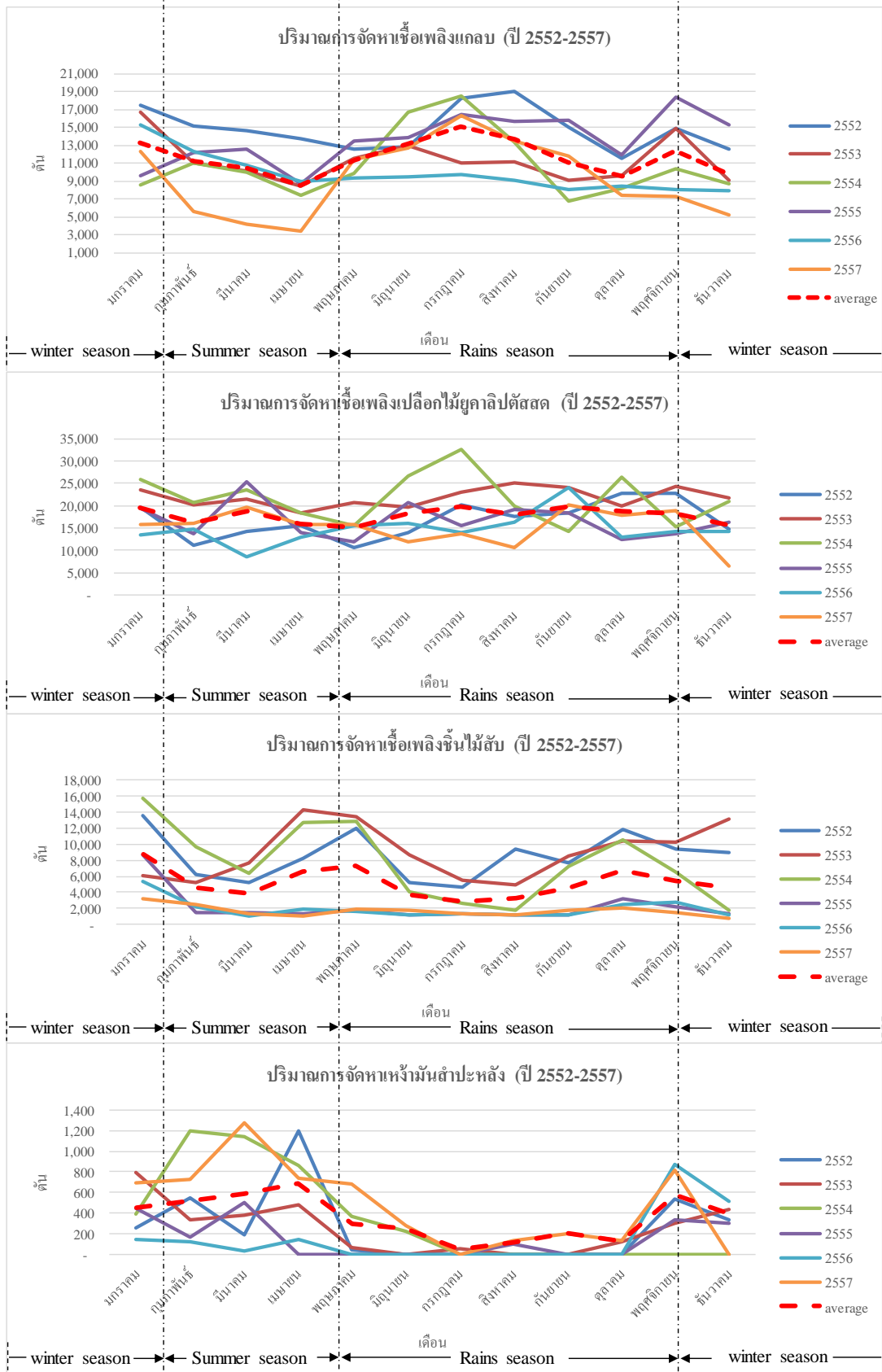
ตารางที่ 4.7 ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้ ในแต่ละเดือน (ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557)

| เดือน | ปริมาณเชื้อเพลิงที่โรงไฟฟ้าชีวมวลจัดหาได้ (ตัน) | | | | | | |
|------------|---|------------------------|-----------|---------|-----------|---------|----------------------|
| | แกลบ | เปลือก ยูคาลิปตัสสด | ต้นไม้สับ | เหงำมัน | ทลายปาล์ม | ชานอ้อย | เปลือก ยูคาลิปตัส |
| มกราคม | 13,293 | 19,596 | 8,768 | 452 | 391 | 6,190 | 10,600 |
| กุมภาพันธ์ | 11,196 | 16,063 | 4,558 | 512 | 327 | 7,656 | 12,471 |
| มีนาคม | 10,367 | 18,795 | 3,818 | 584 | 410 | 7,590 | 12,361 |
| เมษายน | 8,444 | 15,861 | 6,606 | 681 | 483 | 6,353 | 11,955 |
| พฤษภาคม | 11,345 | 15,026 | 7,304 | 290 | 524 | 4,075 | 9,302 |
| มิถุนายน | 13,082 | 18,162 | 3,663 | 252 | 303 | 3,510 | 8,800 |
| กรกฎาคม | 15,028 | 19,814 | 2,769 | 50 | 202 | 3,987 | 9,216 |
| สิงหาคม | 13,613 | 18,086 | 3,266 | 116 | 174 | 2,074 | 9,546 |
| กันยายน | 11,076 | 19,851 | 4,593 | 200 | 651 | 1,294 | 9,406 |
| ตุลาคม | 9,494 | 18,658 | 6,797 | 127 | 554 | 3,172 | 9,941 |
| พฤศจิกายน | 12,307 | 18,223 | 5,446 | 572 | 815 | 5,973 | 10,561 |
| ธันวาคม | 9,787 | 15,693 | 4,511 | 394 | 531 | 5,607 | 10,557 |

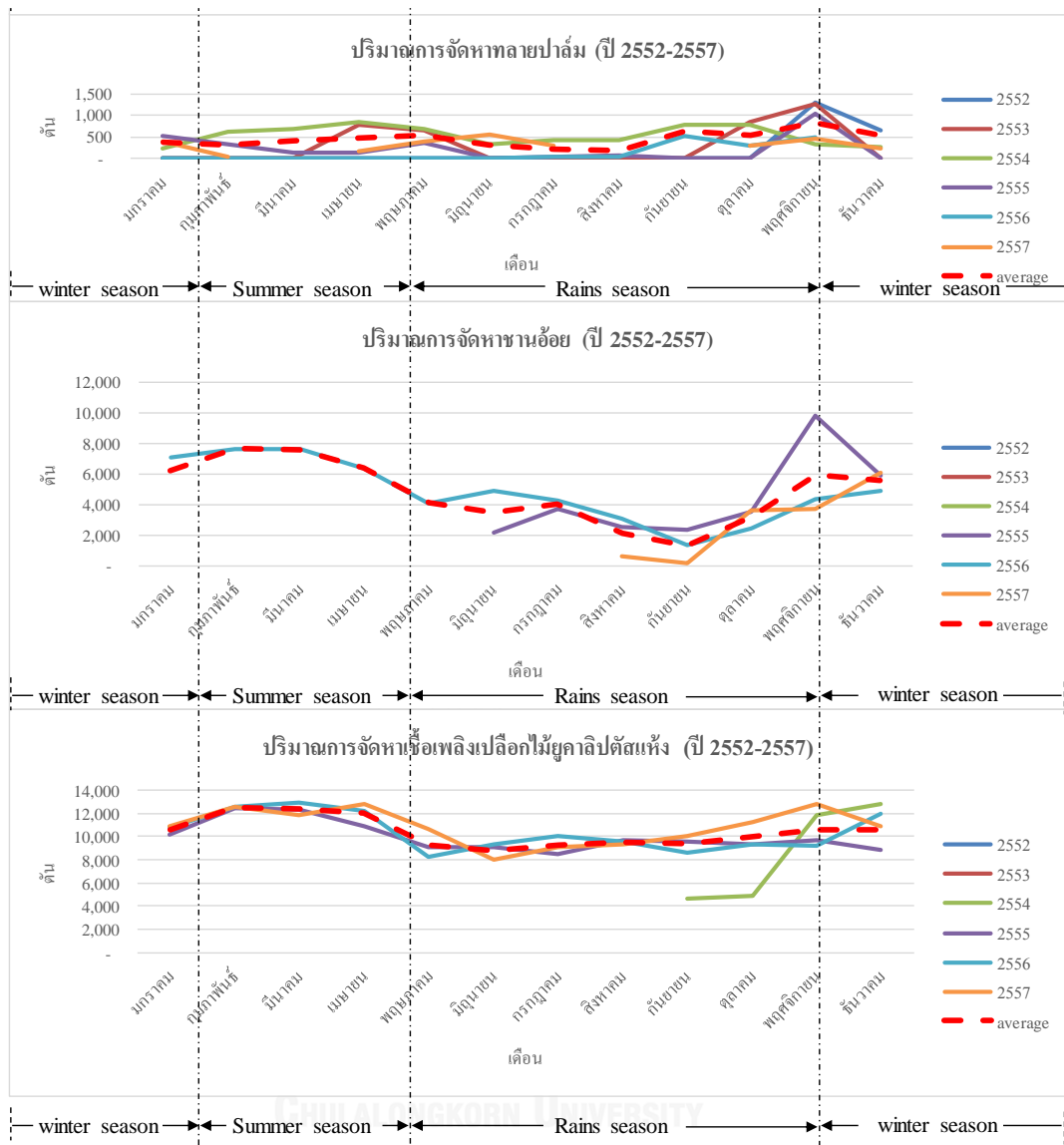
จากตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณเชื้อเพลิงที่สามารถจัดหาได้ ในปี 2552-2557 และนำเสนอกราฟแสดงความสัมพันธ์กับฤดูกาล โดยแบ่งตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยสามารถแบ่งฤดูกาล ได้ 3 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี
2. ฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ของทุกปี
3. ฤดูหนาว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ของทุกปี

ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์กับฤดูกาล ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.3 แสดงการจัดการปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละเดือน



รูปที่ 4.3 แสดงการจัดการปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละเดือน (ต่อ)

จากรูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงชีวมวลของโรงไฟฟ้าที่สามารถจัดหาเข้าโรงไฟฟ้าได้ในแต่ละเดือน ของแต่ละฤดูกาล ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าในแต่ละปี ปริมาณเชื้อเพลิงจะมีการปรับเปลี่ยนไปในทิศทางเดียวกัน ตามฤดูกาลทางผลผลิตทางการเกษตร

2.) ราคาซื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลด้านราคาซื้อเพลิงชีวมวลของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ตั้งแต่ปี 2552-2557 พบว่าราคามีการปรับตัวสูงขึ้นทุกปี และค่อนข้างผันผวนไม่คงที่ เช่นตัวอย่างราคา แกลบรายละเอียดดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลราคาซื้อเพลิงแกลบ ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ปี 2552-2557 (บาท/ ตัน)

| เดือน | ปี (บาท/ ตัน) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 1,307 | 1,391 | 1,617 | 1,797 | 1,480 | 1,729 | 1,553 |
| กุมภาพันธ์ | 1,459 | 1,389 | 1,683 | 1,470 | 1,545 | 1,686 | 1,539 |
| มีนาคม | 1,436 | 1,379 | 1,705 | 1,720 | 1,414 | 1,744 | 1,567 |
| เมษายน | 1,260 | 1,357 | 1,734 | 1,546 | 1,553 | 1,859 | 1,552 |
| พฤษภาคม | 1,315 | 1,386 | 1,734 | 1,546 | 1,573 | 1,720 | 1,546 |
| มิถุนายน | 1,196 | 1,368 | 1,720 | 1,544 | 1,525 | 1,625 | 1,497 |
| กรกฎาคม | 1,168 | 1,582 | 1,619 | 1,734 | 1,673 | 1,560 | 1,556 |
| สิงหาคม | 1,384 | 1,583 | 1,776 | 1,564 | 1,583 | 1,571 | 1,577 |
| กันยายน | 1,388 | 1,637 | 1,698 | 1,608 | 1,542 | 1,534 | 1,568 |
| ตุลาคม | 1,393 | 1,683 | 1,616 | 1,541 | 1,553 | 1,567 | 1,559 |
| พฤศจิกายน | 1,442 | 1,891 | 1,714 | 1,500 | 1,564 | 1,645 | 1,626 |
| ธันวาคม | 1,485 | 1,807 | 1,615 | 1,488 | 1,560 | 1,609 | 1,594 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | 1,353 | 1,538 | 1,686 | 1,588 | 1,547 | 1,654 | 1,561 |
| S.D. | 104 | 187 | 56 | 106 | 61 | 96 | 31 |

จากตารางที่ 4.8 แสดงราคาซื้อเพลิงแกลบ ที่โรงไฟฟ้ากรณีศึกษาจัดหาเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยจากตารางพบราคาแกลบมีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นทุกปี จากราคาแกลบเฉลี่ยปี 2552 อยู่ที่ 1,353 บาท/ ตัน ราคาแกลบเฉลี่ยปี 2557 มีการปรับตัวสูงขึ้นอยู่ที่ราคา 1,654 บาท/ ตัน และเมื่อนำมาคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อวิเคราะห์หากการกระจายตัวของข้อมูลราคาซื้อเพลิงแกลบแต่ละปีมีค่าแตกต่างไปจากค่ากลางมากน้อยเพียงใด การคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N (xi - \bar{x})^2}{N}}$$

โดยที่ xi = ราคาแกลบแต่ละเดือน ในแต่ละปีที่ต้องการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\bar{x} = \text{ค่าเฉลี่ยราคาแลกเปลี่ยนในปีนั้น ๆ ที่ต้องการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

$$N = \text{จำนวนราคาแลกเปลี่ยนทั้งหมด ในแต่ละปี}$$

หากพิจารณาราคาแลกเปลี่ยนในแต่ละเดือน ของแต่ละปี พบว่าราคาค่อนข้างผันผวนไม่คงที่ ซึ่งอาจจะเกี่ยวเนื่องมาจากปริมาณที่ไม่แน่นอนในแต่ละฤดูกาลและความต้องการของตลาดในกลุ่มโรงไฟฟ้า โดยภายในปี 2553 ราคาแลกเปลี่ยนมีความผันผวนสูงที่สุดโดยดูจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 187 บาท/ตัน เมื่อเทียบกับปี 2554 ที่มีค่าความผันผวนต่ำที่สุดเนื่องจากมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 59 บาท/ตัน แต่ในปี 2554 ค่าเฉลี่ยราคาเชื้อเพลิงแลกเปลี่ยนมีค่าสูงที่สุด คือเท่ากับ 1,686 บาท/ตัน เนื่องจากปี 2554 เป็นปีที่เกิดน้ำท่วมหนักหรือมหาอุทกภัยในประเทศไทย ครอบคลุมอาณาบริเวณพื้นที่ถึง 65 จังหวัดของประเทศ ส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกเสียหายเป็นจำนวนมาก

ราคาเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่น ที่โรงไฟฟ้าภรณีศึกษาใช้ในการผลิตไฟฟ้า 6 ปีย้อนหลัง (2552-2557) ได้ทำการสรุปข้อมูลไว้ ดังแสดงในตาราง ข. ในภาคผนวก และได้นำข้อมูลมาสรุปอีกครั้งตามฤดูกาล แบ่งตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 3 ฤดู ดังนี้

1. ฤดูร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี
2. ฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ของทุกปี
3. ฤดูหนาว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ของทุกปี

โดยอ้างอิงข้อมูลปี 2557 เนื่องจากเป็นข้อมูลราคาต่ำสุดและใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์กับฤดูกาลได้ ดังตารางที่ 4.9 ตารางที่ 4.9 ราคาเชื้อเพลิงชีวมวลเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลปี 2557

| ฤดูกาล | ราคา (P) (บาท/ตัน) | | | | | | |
|---------|--------------------|--------------------|------------|----------|-----------|---------|------------------|
| | แลกเปลี่ยน | เปลือกยูคาลิปตัสสด | ชิ้นไม้สับ | เหง้ามัน | ทลายปาล์ม | ซังอ้อย | เปลือกยูคาลิปตัส |
| ฤดูร้อน | 1,763 | 360 | 1,472 | 705 | 728 | 484 | 705 |
| ฤดูฝน | 1,596 | 401 | 1,516 | 909 | 771 | 528 | 1,017 |
| ฤดูหนาว | 1,661 | 387 | 1,437 | 727 | 795 | 465 | 775 |

จากตารางที่ 4.9 แสดงราคาเชื้อเพลิงชีวมวลเฉลี่ยตามแต่ละฤดูกาล โดยอ้างอิงราคาปี 2557 ซึ่งเป็นข้อมูลราคาชีวมวลต่ำสุดที่เกิดขึ้นจริง ที่โรงไฟฟ้าชีวมวลภรณีศึกษา ซึ่งจากตารางราคาแลกเปลี่ยนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1,763 บาท/ตัน และราคาแลกเปลี่ยนต่ำสุดคือในช่วงฤดูฝน มีราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 1,596 บาท/ตัน

3.) ความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้าการศึกษา

ความชื้นเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อโรงไฟฟ้า ทั้งในด้านต้นทุนและการควบคุมเครื่องจักร เนื่องจากหากมีการรับซื้อเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงเกินกว่าปกติ น้ำหนักเชื้อเพลิงที่รับซื้อเข้ามาก็จะมีน้ำหนักมากกว่าปกติด้วยเช่นกัน เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถดูดซับน้ำหรือความชื้นเก็บไว้ในตัวเองได้ ในกรณีเช่นนี้โรงไฟฟ้าจะต้องเสียเงินค่าเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำหนักเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นจากความชื้น และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ได้จะลดลงกว่าปกติเนื่องจากความชื้นนี้ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสัดส่วนเชื้อเพลิง เพราะต้องควบคุมค่าความชื้นเชื้อเพลิงที่จะนำเข้ามาเผาในเตาด้วย

ก่อนการหาค่าความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาล ได้ทำการตั้งสมมุติฐานหลักความชื้นเชื้อเพลิงไว้ดังนี้ กล่าวคือในช่วงฤดูร้อนจะมีค่าความชื้นของเชื้อเพลิงต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาลอื่น รองลงมาคือฤดูหนาว และในช่วงฤดูจะต้องมีค่าความชื้นเชื้อเพลิงทุกชนิดสูงที่สุด ซึ่งจะสอดคล้องกับลักษณะสภาพอากาศตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้

ในการรับซื้อเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าการศึกษาทุกชนิด จะมีการตรวจสอบค่าความชื้นของเชื้อเพลิง โดยการเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์ค่าความชื้นในห้อง Lab ทุกครั้งที่มีการรับซื้อเชื้อเพลิง จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลความชื้นเชื้อเพลิงแต่ละชนิดของโรงไฟฟ้าการศึกษา แต่ละเดือน ระยะเวลา 6 ปีย้อนหลัง (2552-2557) พบว่า ค่าความชื้นเชื้อเพลิงบางเดือนไม่ได้เป็นไปตามฤดูกาล ตามหลักการตั้งสมมุติฐานคือ อาทิเช่น ในกรณีฤดูฝนค่าความชื้นของเชื้อเพลิงควรจะมีค่าสูงกว่าช่วงเดือนอื่น ๆ และในฤดูร้อนค่าความชื้นของเชื้อเพลิงควรจะมีค่าต่ำที่สุดเช่นกัน เนื่องจากการเก็บเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะทำการกองเก็บไว้ในลานโล่งแจ้ง กลางแดด ไม่มีหลังคาคลุม ดังนั้นเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำมากขึ้น ทางผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ย้อนหลัง 6 ปี (2552-2557) เพื่อดูข้อมูลช่วงที่มีพายุฝนเข้าทำให้สภาพอากาศไม่เป็นไปตามฤดูกาล เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการหาค่าเฉลี่ยความชื้นเชื้อเพลิงแต่ละฤดูกาล เพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงกับหลักความเป็นจริงมากที่สุด

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าสภาพภูมิอากาศในช่วง 6 ปีหลังจากที่ผ่านมา (2552-2557) พบว่ามีพายุฝน ในช่วงเดือนเมษายนของปี 2555-2557 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนและยังไม่ประกาศเข้าหน้าฝน และในช่วงฤดูหนาว คือ เดือนตุลาคม-เดือนพฤศจิกายน ปี 2556-2557 ก็จะมีพายุฝนเข้าเช่นกัน รายละเอียดเพิ่มเติม แสดงในภาคผนวก จ.

จากการข้อมูลสภาพภูมิอากาศกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี 2552-2557 ได้ทำการหาค่าความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาใหม่ โดยทำการตัดค่าความชื้นของเชื้อเพลิงเดือนเมษายนของปี 2555-2557 ออกในการหาค่าเฉลี่ยความชื้นเชื้อเพลิงในฤดูร้อน และตัดค่าความชื้นของเชื้อเพลิงในเดือนตุลาคม-เดือนพฤศจิกายน ปี 2556-2557 ออกในช่วงฤดูหนาว เพื่อให้ค่าความชื้นเฉลี่ยจริงของเชื้อเพลิงในแต่ละฤดูใกล้เคียงกับสมมติฐานมากที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และนำค่าความชื้นเชื้อเพลิงในช่วงมรสุมที่ตัดออกไปคิดเฉลี่ยรวมในช่วงฤดูฝนในปีนั้นๆ แทน

ข้อมูลค่าความชื้นจากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (ห้อง Lab) ตั้งแต่ปี 2552-2557 ดังแสดงในตาราง ค. ในภาคผนวก และสามารถสรุปค่าความชื้นเฉลี่ย 6 ปีย้อนหลัง (ปี 2552-2557) ของเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิดของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ในแต่ละฤดูกาล ตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 3 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี
2. ฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ของทุกปี
3. ฤดูหนาว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ของทุกปี

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลปี 2552-2557 ในแต่ละฤดูกาล

| ฤดูกาล | ค่าความชื้น (Z) (%) | | | | | | |
|---------|---------------------|------------------------|------------|---------|-----------|---------|----------------------|
| | แกลบ | เปลือก ยูคาลิปตัสสด | ชิ้นไม้สับ | เห้งมัน | ทลายปาล์ม | ชานอ้อย | เปลือก ยูคาลิปตัส |
| ฤดูร้อน | 12% | 54% | 40% | 54% | 32% | 46% | 29% |
| ฤดูฝน | 19% | 61% | 47% | 60% | 33% | 50% | 30% |
| ฤดูหนาว | 16% | 57% | 43% | 56% | 32% | 47% | 29% |

จากตารางที่ 4.11 ค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้ ในแต่ละเดือนจะสอดคล้องตามฤดูกาล เช่น ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงทุกชนิดสูงที่สุด โดยแกลบมีความชื้นถึง 19% และเปลือกสดมีค่าความชื้นสูงสุดถึง 61% รองลงมาคือฤดูหนาว แต่ในฤดูร้อนค่าความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงจะต่ำที่สุด โดยแกลบจะมีค่าความชื้นต่ำสุดเท่ากับ 12% และสำหรับเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ก็จะมีค่าความชื้นเฉลี่ยสอดคล้องตามฤดูกาลตามสมมติฐาน

ยกเว้นเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่ค่าความชื้นไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากลักษณะการจัดการภายหลังผ่านกระบวนการลดความชื้นของโรงไฟฟ้าการศึกษาที่จะ นำเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่ผลิตได้เก็บในโกดังก่อนใช้งาน

4.) ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล ของโรงไฟฟ้าการศึกษา

ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง เป็นปริมาณความร้อนที่ถูกปล่อยออกมาต่อ หน่วยน้ำหนักเมื่อเชื้อเพลิงถูกนำไปเผา โดยสามารถแบ่งค่าความร้อนออกเป็น 2 ประเภทคือ

Gross Calorific Value (High Heating Value) หมายถึง ค่าพลังงานความร้อน เชื้อเพลิงชีวมวลปราศจากความชื้น โดยได้มาจากค่าความร้อนที่ได้ทั้งหมดจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิง โดยปกติแล้วในเชื้อเพลิง จะมีน้ำหรือความชื้นปนอยู่ และเมื่อไปเผาไหม้ น้ำส่วนนี้จะรวม กับน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้ของ Hydrogen ซึ่งจะมีความร้อนส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในรูปความร้อน แผลงของการกลายเป็นไอ ความร้อนแผลงส่วนนี้ ไม่สามารถนำมาใช้ในทางปฏิบัติได้ สำหรับค่า Gross Calorific Value ที่วัดได้นี้จะไม่ได้หักค่าพลังงานความร้อนแผลงส่วนนี้ออก โดยค่า Gross Calorific Value จะได้จากการส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (ห้อง Lab)

Net Calorific Value (Low Heating Value) หมายถึง ค่าพลังงานความร้อนที่ สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ ซึ่งจะเท่ากับค่า Gross Calorific Value ลบด้วย (ค่าพลังงาน ความร้อนแผลงของไอน้ำควบกับน้ำหนักน้ำทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิง)

ดังนั้น ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในแต่ละฤดูกาล สามารถคำนวณ ได้ จาก

ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาล

$$= \left[\begin{array}{l} \left(\text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิดโดยปราศจากความชื้น} \right) \times \\ \left(1 - \text{ค่าความชื้นเชื้อเพลิงในแต่ละฤดูกาล} \right) \end{array} \right] \\ - \left[\begin{array}{l} \left(\text{ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำ 2258 kJ ต่อ น้ำ 1 kg} \right) \times \\ \left(\text{ค่าความชื้นเชื้อเพลิงในแต่ละฤดูกาล} \right) \end{array} \right]$$

โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ได้ดำเนินการส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิดโดยปราศจากความชื้น กับห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (ห้อง Lab) ได้ค่าของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงโดยปราศจากความชื้น ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

| ชนิดเชื้อเพลิง | Heating value @Dry basis (kj/ kg) |
|----------------------|--------------------------------------|
| แกลบ | 15,010 |
| เปลือกยูคาลิปตัสสด | 15,739 |
| ชิ้นไม้สับ | 18,075 |
| เหง้ำมัน | 16,162 |
| ทลายปาล์ม | 17,133 |
| ชิ้นอ้อย | 17,472 |
| เปลือกยูคาลิปตัสแห้ง | 15,739 |

จากตารางที่ 4.12 พบว่าเชื้อเพลิงชิ้นไม้สับมีค่าพลังงานความร้อนโดยปราศจากความชื้น สูงที่สุด เท่ากับ 18,075 kj/ kg รองลงมาอันดับที่สองคือชิ้นอ้อยมีค่าพลังงานความร้อนโดยปราศจากความชื้น เท่ากับ 17,472 kj / kg แต่เชื้อเพลิงแกลบกลับมีค่าพลังงานความร้อนโดยปราศจากความชื้นต่ำที่สุด อยู่ที่ 15,010 kj/ kg ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าพลังงานความร้อนโดยปราศจากความชื้นของเปลือกยูคาลิปตัสที่ 15,739 kj/kg อีกด้วย

โดยจากตารางที่ 4.12 สามารถนำมาคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในแต่ละฤดูกาล ได้ค่าดังต่อไปนี้

$$\text{แกลบ} = \{ (15,010 \times (1 - \text{ค่าความชื้นแกลบ})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นแกลบ}) \}$$

$$\text{เปลือกสด} = \{ (15,739 \times (1 - \text{ค่าความชื้นเปลือกสด})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นเปลือกสด}) \}$$

$$\text{ชิ้นไม้สับ} = \{ (18,075 \times (1 - \text{ค่าความชื้นชิ้นไม้สับ})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นชิ้นไม้สับ}) \}$$

$$\text{เหง้ำมัน} = \{ (16,162 \times (1 - \text{ค่าความชื้นเหง้ำมัน})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นเหง้ำมัน}) \}$$

$$\text{ทลายปาล์ม} = \{ (17,133 \times (1 - \text{ค่าความชื้นทลายปาล์ม})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นทลายปาล์ม}) \}$$

$$\text{ชิ้นอ้อย} = \{ (17,472 \times (1 - \text{ค่าความชื้นชิ้นอ้อย})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นชิ้นอ้อย}) \}$$

$$\text{เปลือกแห้ง} = \{ (15,739 \times (1 - \text{ค่าความชื้นเปลือกแห้ง})) - (2258 \times \% \text{ความชื้นเปลือกแห้ง}) \}$$

เมื่อนำค่าความชื้นของเชื้อเพลิงในแต่ละฤดูกาลจากตารางที่ 4.11 มาแทนค่าจะได้ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาลดังนี้
 ตารางที่ 4.13 ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในแต่ละฤดูกาล ของเชื้อเพลิงโรงไฟฟ้า
 กรณีศึกษา

| ฤดูกาล | ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิง (kj/kg) | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|------------------------|------------|----------|-----------|---------|----------------------|
| | แกลบ | เปลือก ยูคาลิปตัสสด | ชิ้นไม้สับ | เหง้ำมัน | ทลายปาล์ม | ซังอ้อย | เปลือก ยูคาลิปตัส |
| ฤดูร้อน | 13,024 | 6,111 | 9,942 | 6,307 | 11,025 | 8,396 | 10,520 |
| ฤดูฝน | 11,815 | 4,851 | 8,620 | 5,202 | 10,831 | 7,706 | 10,430 |
| ฤดูหนาว | 12,247 | 5,481 | 9,332 | 5,847 | 10,928 | 8,199 | 10,610 |

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด ในแต่ละฤดูกาล จากตารางพบว่าแกลบมีค่าพลังงานความร้อนสูงสุดในทุกฤดูกาล รองลงมาคือทลายปาล์มและเปลือกแห้งตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงที่มีค่าพลังงานความร้อนต่ำในทุกฤดูกาล คือ เหง้ำมัน และเปลือกยูคาลิปตัสสด โดยเปลือกยูคาลิปตัสสดมีค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงต่ำที่สุด

4. ข้อมูลการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก

จากทำเลที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา อยู่ในจังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่เขตทางภาคตะวันออก โดยเชื้อเพลิงที่จัดหาเข้าโรงไฟฟ้าส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ที่ตั้งโรงไฟฟ้าและจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ สระแก้ว ฉะเชิงเทรา จันทบุรี จึงได้ทำการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย



รูปที่ 4.4 พื้นที่เป้าหมายในการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวล

ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวล มีการปรับเปลี่ยนตามฤดูกาลตามการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร จากการศึกษาข้อมูลสามารถสรุปฤดูกาลผลผลิตและปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมาย ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14 ฤดูกาลผลผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

| เชื้อเพลิงชีวมวล | เดือน | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |
| ข้าวนาปี | | | | | | | | | | | | |
| ข้าวนาปรัง | | | | | | | | | | | | |
| ชานอ้อย | | | | | | | | | | | | |
| มันสำปะหลัง | | | | | | | | | | | | |
| ปาล์มน้ำมัน | | | | | | | | | | | | |
| ซินไม้สับ | | | | | | | | | | | | |
| เปลือกไม้ยูคาลิปตัส | | | | | | | | | | | | |

ที่มา : คู่มือการพัฒนาและงานลงทุนผลิตพลังงานทดแทน (ชุดที่ 4) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงฤดูกาลผลผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละเดือน จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงแกลบ ได้จากข้าวนาปีและข้าวนาปรัง ซึ่งมีฤดูกาลผลผลิตในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม และช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม ตามลำดับ สำหรับอ้อยจะมีฤดูกาลผลผลิตในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน และมันสำปะหลังมีฤดูกาลผลผลิตเกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน สำหรับปาล์มน้ำมันจะมีฤดูกาลผลผลิตตลอดทั้งปี

สำหรับปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลในปี 2556 จากระบบรายงาน ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ดังแสดงในตาราง ง. ในภาคผนวก สามารถสรุป ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.15 ปริมาณชีวมวลในพื้นที่เป้าหมาย 4 จังหวัดภาคตะวันออก

| จังหวัด | ชานอ้อย (ตัน) | แกลบ-นาปรัง (ตัน) | แกลบ-นาปี (ตัน) | ทะลายปาล์ม (ตัน) | ขึ้นไม่สับ (ตัน) | เหง้ามัน (ตัน) |
|------------|------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| จันทบุรี | 45,268 | 6 | 2,063 | 15,690 | 61,560 | 178,161 |
| ฉะเชิงเทรา | 122,057 | 78,933 | 97,118 | 7,533 | 9,720 | 211,944 |
| ปราจีนบุรี | 38,127 | 22,773 | 30,598 | 1,630 | 0 | 106,324 |
| สระแก้ว | 642,401 | 3,179 | 46,698 | 10,669 | 0 | 272,479 |
| รวม | 847,852 | 104,892 | 176,478 | 35,522 | 71,280 | 768,907 |

ตารางที่ 4.15 ปริมาณเชื้อเพลิงรวมที่มีมากที่สุดคือ ชานอ้อยมีปริมาณเท่ากับ 847,852 ตัน โดยมีมากในเขตพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ฉะเชิงเทรา ตามลำดับ ปริมาณเชื้อเพลิงรวมที่มีมากรองลงมาคือเหง้ามัน มีปริมาณรวมเท่ากับ 768,907 ตัน โดยมีมากในเขตพื้นที่จังหวัด สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ตามลำดับเช่นกัน สำหรับปริมาณเชื้อเพลิงแกลบจะได้รับการปลูกข้าวนาปี มากกว่าการปลูกข้าวแบบนาปรัง และปริมาณเชื้อเพลิงแกลบสูงสุดในพื้นที่เป้าหมาย อยู่ในเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งจากการปลูกข้าวแบบนาปีและนาปรัง

จากตารางข้อมูล 4.14 และ 4.15 สามารถนำมาสรุปข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อใช้เป็นขอบเขตในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4.16 ปริมาณชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายโดยจำแนกข้อมูลตามฤดูกาล

| ภาคตะวันออก | เดือน (ตัน) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |
| แกลบ | | | 20,978 | 20,978 | 20,978 | 20,978 | 20,978 | | | 58,826 | 58,826 | 58,826 |
| ชานอ้อย | 169,570 | 169,570 | 169,570 | 169,570 | | | | | | | | 169,570 |
| มันสำปะหลัง | 76,891 | 76,891 | 76,891 | 76,891 | 76,891 | 76,891 | 76,891 | | | 76,891 | 76,891 | 76,891 |
| ปาล์มน้ำมัน | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 | 2,960 |
| ขึ้นไม่สับ | 7,128 | 7,128 | 7,128 | 7,128 | 7,128 | 7,128 | | | 7,128 | 7,128 | 7,128 | 7,128 |
| เปลือกไม้ยูคาลิปตัสสด | 19,596 | 16,063 | 18,795 | 15,861 | 15,026 | 18,162 | 19,814 | 18,086 | 19,851 | 18,658 | 18,223 | 15,693 |
| เปลือกไม้ยูคาลิปตัสแห้ง | 10,600 | 12,471 | 12,361 | 11,955 | 9,302 | 8,800 | 9,216 | 9,546 | 9,406 | 9,941 | 10,561 | 10,557 |

Winter Summer Rains Winter

ตารางที่ 4.16 แสดงปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลรายเดือนใน 1 ปี ตามฤดูกาลผลผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งอ้างอิงค่าฤดูกาลผลผลิตจากตารางที่ 4.14 และอ้างอิงปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลจากตารางที่ 4.15 ซึ่งเป็นปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมาย 4 จังหวัดภาคตะวันออก โดยตั้งสมมุติฐานว่าปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่จัดหาได้นั้น มีค่าเท่ากันในทุก ๆ เดือนที่มีผลผลิตทางการเกษตร ในส่วนของปริมาณเปลือกไม้ยูคาลิปตัสและเปลือกไม้ยูคาลิปตัสแห้งในตารางที่ 4.16 อ้างอิงค่ามาจากตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้ ในแต่ละเดือน (ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557) เนื่องจากเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ไม่ได้มีการจัดซื้อจากภายนอกเนื่องจากเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ในการบวนการผลิตกระดาษของกลุ่มบริษัทภายในเครือ

โดยสามารถนำข้อมูลมาสรุปอีกครั้ง ในเชิงของฤดูกาล ตามสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งฤดูกาล ได้ 3 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี
2. ฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ของทุกปี
3. ฤดูหนาว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ของทุกปี

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายในแต่ละเดือนตามฤดูกาล

| ฤดูกาล | ปริมาณเชื้อเพลิง (ตัน/ เดือน) | | | | | | |
|---------|-------------------------------|--------------------|------------|---------|-----------|---------|------------------|
| | แกลบ | เปลือกยูคาลิปตัสสด | ชิ้นไม้สับ | เห้งมัน | ทลายปาล์ม | ชานอ้อย | เปลือกยูคาลิปตัส |
| ฤดูร้อน | 10,489 | 17,429 | 7,128 | 76,891 | 2,960 | 169,570 | 12,416 |
| ฤดูฝน | 4,078 | 17,922 | 5,091 | 54,922 | 2,960 | 24,224 | 9,738 |
| ฤดูหนาว | 19,609 | 17,837 | 7,128 | 76,891 | 2,960 | 113,047 | 10,573 |

จากตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมาย 4 จังหวัดภาคตะวันออกแต่ละฤดูกาล จากตารางพบว่า ในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลทุกชนิดน้อยกว่าฤดูอื่น โดยปริมาณเชื้อเพลิงแกลบที่จัดหาเชื้อเพลิงได้มากที่สุด อยู่ในช่วงฤดูหนาว เท่ากับ 19,609 ตัน/ เดือน และปริมาณเชื้อเพลิงชานอ้อยจะมีมากที่สุดในช่วงหน้าร้อน เท่ากับ 169,570 ตัน/ เดือน รองลงมาคือหน้าหนาว และฤดูที่จัดหาปริมาณชานอ้อยได้น้อยที่สุด คือ ในช่วงฤดูฝน

4.1.2 ปัจจัยและข้อกำหนดที่มีผลต่อการวิเคราะห์สัดส่วนเชื้อเพลิง

จากการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ฤดูกาล อ้างอิงฤดูกาลตามลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

- 1.) ฤดูร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี
- 2.) ฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ของทุกปี
- 3.) ฤดูหนาว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ของทุกปี

2. ชนิดเชื้อเพลิงชีวมวล คือวัสดุที่โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ แกลบ เปลือกยูคาลิปตัสสด ชิ้นไม้ดิบ เหง้ามัน ทลายปาล์ม ชานอ้อย และเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง

3. ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด ที่ต้องการใช้ในการผลิตไฟฟ้า 1 เดือน ในแต่ละฤดูกาล

4. ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลรวมต้องเท่ากับค่าพลังงานที่ต้องการใช้ในการผลิตไฟฟ้า 1 เดือน ในแต่ละฤดูกาล

5. ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถจัดหาได้ คือข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมาย 4 จังหวัดภาคตะวันออก คือ ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา จันทบุรีและสระแก้ว ในแต่ละฤดูกาล เพื่อใช้กำหนดเป็นขอบเขตปริมาณ ดังแสดงในตารางที่ 4.17

6. ราคาเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด อ้างอิงจากราคาเฉลี่ยในแต่ละฤดูกาล ของปี 2557 ดังแสดงในตารางที่ 4.8

7. ค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด อ้างอิงจากราคาความชื้นเฉลี่ยปี 2552-2557 ในแต่ละฤดูกาล ดังแสดงในตารางที่ 4.11

8. ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด ในแต่ละฤดูกาล ดังแสดงในตารางที่ 4.12

9. ค่าความชื้นรวมเชื้อเพลิงชีวมวล ก่อนเข้าเผาในหม้อไอน้ำ ต้องไม่เกินค่าการออกแบบเครื่องจักรที่ 35%

10. อัตราการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวลรวมตามค่าการออกแบบเครื่องจักร กำหนดค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด ไว้ที่ 28-56 ตัน/ ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 1.2

11. ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา อ้างอิงข้อมูลจากค่าเฉลี่ยย้อนหลังปี 2552-2557 มีค่าเท่ากับ 80% ดังแสดงในตาราง จ. ในภาคผนวก

12. พลังงานไฟฟ้าเสมือน คือ การแปลงพลังงานไอน้ำที่จ่ายให้ถูกค้ำกลับมาอยู่ในรูป พลังงานไฟฟ้าเสมือน เพื่อนำมารวมกับหน่วยไฟฟ้าผลิต เป็นผลผลิตรวมทั้งหมดของโรงไฟฟ้า กรณีศึกษา ดังนั้นปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำที่ Boiler ผลิต โดยมี Model กำหนดค่าการผลิตไอน้ำ ไฟฟ้า และการแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าเสมือน และผลผลิต รวม เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต ดังแสดงในตาราง ซ. ในภาคผนวก

13. กำหนดระยะเวลาการเดินเครื่องจักรผลิตไอน้ำและไฟฟ้า มีการเดินเครื่องจักรต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวนวันที่ทำการผลิตทั้งหมด 30 วัน หรือเท่ากับ 720 ชั่วโมง

14. กำหนดให้เอนทัลปีไอน้ำที่ผลิตได้จาก Boiler เท่ากับ 3,270 kJ/kg

15. กำหนดให้เอนทัลปีน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ เท่ากับ 491 kJ/kg

4.1.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย

4.1.3.1 พารามิเตอร์ (Parameter)

4.1.3.2 ตัวแปร (Decision Variables)

4.1.3.3 ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective Function)

4.1.3.4 เงื่อนไขบังคับ (Constraints)

โดยกำหนดให้

i เชื้อเพลิงชีวมวลชนิดที่ $i = 1, 2, \dots, 7$ โดยที่

$i = 1$ คือ แกลบ

$i = 2$ คือ เปลือกถั่วลิสงคั่ว

$i = 3$ คือ ชั๊นไม้สับ

$i = 4$ คือ เหง้ามัน

$i = 5$ คือ ทลายปาล์ม

$i = 6$ คือ ชานอ้อย

$i = 7$ คือ เปลือกถั่วลิสงคั่วแห้ง

- j ถูที่ $j = 1, 2, 3$ โดยที่
- $j = 1$ คือ ถูร้อน
- $j = 2$ คือ ถูฝน
- $j = 3$ คือ ถูหนาว

สามารถเขียน ส่วนประกอบของสมการได้ ดังนี้

4.1.3.1 พารามิเตอร์ (Parameter)

| | |
|-----------|--|
| N_{ij} | ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวล i ที่จัดหาได้ ในถูกาล j (ตัน) |
| P_{ij} | ราคาเชื้อเพลิงชีวมวล i ในถูกาล j (บาท/ ตัน) |
| Z_{ij} | เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวล i ในถูกาล j (เปอร์เซ็นต์) |
| HV_{ij} | ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวล i ที่ค่าความชื้นในถูกาล j (kj/kg) |
| EGG | พลังงานไฟฟ้าเสมือนที่แปลงค่ามาจากไอน้ำที่ Boiler ผลิต (kwhe) |
| eff_j | ประสิทธิภาพ Boiler เท่ากับ 80% |

4.1.3.2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

| | |
|--------------|---|
| M_{ij} | ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวล i ที่ต้องการใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเสมือน EGG |
| Z_{Total} | เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้นเชื้อเพลิงชีวมวลรวมก่อนเข้าเผาใน Boiler $\leq 35\%$ |
| HV_{Total} | ค่าพลังงานความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลรวม ที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเสมือน EGG |
| FeedRate | อัตราการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวลรวมทุก i ตามค่าการออกแบบเครื่องจักรกำหนดค่าสูงสุด 56 ตัน/ ชั่วโมง |

เมื่อกำหนด พารามิเตอร์ (Parameter) และตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) แล้วดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

4.1.3.3 ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective Function)

1.) Verbal Model สมการเป้าหมายคือ ต้องการหาต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลต่อหน่วยไฟฟ้าเสมือนต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ดังนี้

MinCost:

[ราคาแกลบ x ปริมาณแกลบ] + (ราคาเปลือกถั่วลิสง x ปริมาณเปลือกถั่วลิสง) + (ราคาขึ้นไม้สับ x ปริมาณขึ้นไม้สับ) + (ราคาเหง้ำมัน x ปริมาณเหง้ำมัน) + (ราคาทลายปาล์ม x ปริมาณทลายปาล์ม) + (ราคาชานอ้อย x ปริมาณชานอ้อย) + (ราคาเปลือกถั่วลิสงแห้ง x ปริมาณเปลือกถั่วลิสงแห้ง) / พลังงานไฟฟ้าเสมือนรวม 1 เดือน

2.) Mathematical model จาก Verbal Model สามารถนำมาเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ดังนี้

หน่วยผลิตไฟฟ้าเสมือน (EGG) คือ การแปลงพลังงานไอน้ำที่จ่ายให้ลูกค้ากลับมาอยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้าเสมือน เพื่อนำมารวมกับหน่วยไฟฟ้าผลิต เป็นผลผลิตรวมทั้งหมดของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ดังนั้นปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำที่ Boiler ผลิตซึ่งมีกำลังการผลิตอยู่ที่ 27-35 kg/s หรือคิดเป็นปริมาณไอน้ำรวมที่สามารถผลิตได้เท่ากับ 69,984 ถึง 90,720 ตัน/ เดือน โดย

ไอน้ำแรงดันสูงรวมต่อเดือน (ตัน)

$$= \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิง (Tons)} \times \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{Ton}} \right)}{\left\{ \text{เอนทัลปีไอน้ำแรงดันสูง} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{Ton}} \right) - \text{เอนทัลปีน้ำบ่อน้ำร้อนเข้าหม้อไอน้ำ} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{Ton}} \right) \right\}} \times \% \text{eff}$$

$$HP \text{ Steam (Tons)} = \frac{\sum(M_{ij})(HV_{ij})}{[(3270-491)]} \times 0.8, \quad 69,984 < HP \text{ Steam} < 90,720$$

จากการแปลงพลังงานความร้อนของไอน้ำ HP Steam ให้กลับมาอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเสมือน (kwhe) ทำได้โดย

พลังงานไฟฟ้าเสมือน (kwhe) = kwh + kwhe(MP) + kwhe(LP)

$$kwh = \frac{HP\ Steam \times 22.5\%}{1.296} \times 1000 \quad kwhe$$

$$kwhe(MP) = \frac{HP\ Steam \times 15\%}{10.5} \times 1000 \quad kwhe$$

$$kwhe(LP) = \frac{HP\ Steam \times 62.5\%}{7} \times 1000 \quad kwhe$$

$$EGG = HP\ Steam \times \left\{ \left(\frac{0.225}{1.296} \right) + \left(\frac{0.150}{10.5} \right) + \left(\frac{0.625}{10.5} \right) \right\} \times 1000$$

$$EGG = \left\{ \frac{\sum(M_{ij})(HV_{ij})}{[(3270-491)]} \times 0.8 \right\} \times 277$$

$$MinCost = \frac{P_{ij}M_{ij} + P_{ij}M_{ij} + P_{ij}M_{ij} + P_{ij}M_{ij} + P_{ij}M_{ij} + P_{ij}M_{ij} + P_{ij}M_{ij}}{EGG}$$

$$MinCost = \frac{\sum(M_{ij})(P_{ij})}{EGG}, \forall i, \quad for\ j = 1, 2, 3$$

ดังนั้น

$$MinCost = \frac{\sum(M_{ij})(P_{ij})}{\left\{ \frac{\sum(M_{ij})(HV_{ij})}{[(3270-491)]} \times 0.8 \right\} \times 277}, \forall i, \quad for\ j = 1, 2, 3 \quad \dots\dots\dots(1)$$

4.1.3.4 เงื่อนไขบังคับ (Constraints)

ข้อจำกัดต่าง ๆ ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา มีดังนี้ คือ

1. เปอร์เซ็นต์ความชื้นรวมของเชื้อเพลิงต้องเท่ากับหรือไม่มากกว่าค่าออกแบบ

เครื่องจักรที่ 35%

จากการสรุปผลค่าความขึ้นเชื้อเพลิงชีวมวล ย้อนหลัง 6 ปี ในแต่ละเดือน รวมทั้งศึกษาสภาพอากาศจริงที่ผ่านมา 6 ปีย้อนหลัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการหาค่าความขึ้นเชื้อเพลิงเฉลี่ยในแต่ละฤดูกาล (ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557) โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขค่าความขึ้นตามค่าการออกแบบเครื่องจักร Z_{Total} ได้ดังต่อไปนี้

$$(Z_{Total}) = \frac{Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij}}{M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij}} \leq 0.35$$

ตั้งสมมติฐาน เพื่อให้สมการเป็นเชิงเส้น (Linear) โดยกำหนดให้

$$M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} \neq 0$$

และทำการปรับเงื่อนไขดังนี้

$$\begin{aligned} Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + \\ Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + \\ Z_{ij}M_{ij} + Z_{ij}M_{ij} + \\ Z_{ij}M_{ij} \end{aligned} = 0.35(M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij} + M_{ij})$$

ดังนั้น

$$Z_{Total} = \frac{\sum(M_{ij})(Z_{ij})}{\sum(M_{ij})} \leq 0.35, \forall i, \text{ for } j = 1, 2, 3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

2. อัตราการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวลรวมเข้า Boiler เพื่อเผาไหม้ กำหนดค่าสูงสุด 56 ตัน/ ชั่วโมง ตามค่าการออกแบบเครื่องจักร โดยกำหนดระยะเวลาการเดินเครื่องจักรผลิตไอน้ำและไฟฟ้า มีการเดินเครื่องจักรต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวนวันที่ทำการผลิตทั้งหมด 30 วัน หรือเท่ากับ 720 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการวางแผนปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องการใช้

ดังนั้น

$$Feedrate = \frac{\sum M_{ij}}{720}, \forall i, \text{ for } j = 1, 2, 3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

3. ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิดที่ใช้จะต้องมีปริมาณไม่เกินปริมาณการจัดหา ซึ่งอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 6 ปี ในแต่ละเดือน (ตัน) ตามข้อกำหนดของโรงไฟฟ้า

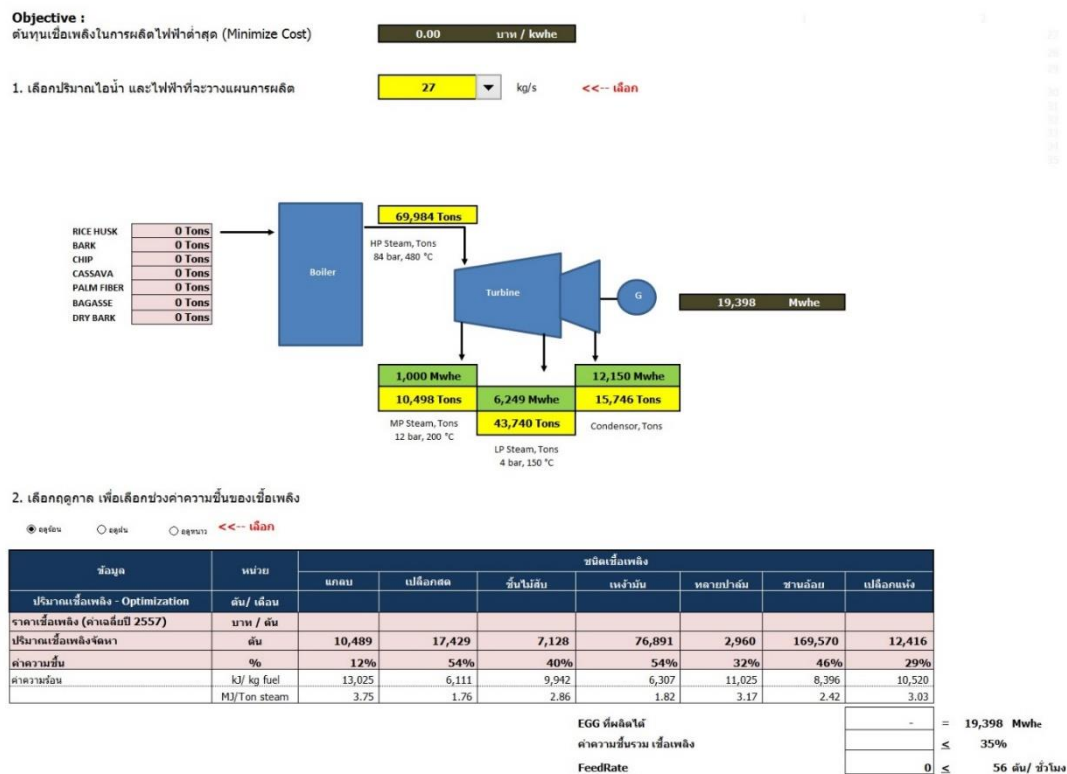
กรณีศึกษา

$$M_{ij} \leq N_{ij} \quad , \forall i, \text{ for } j=1,2,3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

4. ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลทุกชนิดต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

$$M_{ij} \geq 0 \quad , \forall i, \text{ for } j=1,2,3 \quad \dots\dots\dots (5)$$

จากสมการนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Solver ในโปรแกรม Excel 2013 ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 4.5 แบบจำลองกระบวนการผลิตเพื่อใช้หาสัดส่วนเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 4.5 ดำเนินการสร้าง Model แบบจำลองกระบวนการผลิตไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อใช้ในการคำนวณหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสม โดยจากแบบจำลองสามารถเลือกฤดูกาลและปริมาณไอน้ำที่ผลิตเพื่อแปลงเป็นพลังงานเสมือนได้ ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน

4.1.4 ผลการดำเนินการวิจัย

จากการดำเนินการสรุปข้อมูล ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการจัดหาเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด ราคา ค่าความชื้น ค่าความร้อน ในแต่ละฤดูกาล รวมทั้งศึกษาสภาพอากาศจริงที่ผ่านมา 6 ปี ย้อนหลัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในด้านความชื้น และดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมและมีต้นทุนต่ำที่สุดเสร็จแล้ว ใช้ Solver ในโปรแกรม Excel 2013 ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดจากการใช้โปรแกรม แสดงค่าในตาราง

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนและสัดส่วนเชื้อเพลิงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

| HP Steam kg/s | Tons | Power Mwhe | ฤดูกาล | ปริมาณสัดส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้ (ตัน) | | | | | | | Moisture % | FeedRate Tons/ hr | MinCost บาท/ kwhe |
|------------------|--------|---------------|---------|-------------------------------------|----------|-----------|---------|-----------|---------|------------|---------------|----------------------|----------------------|
| | | | | แกลบ | เปลือกสค | จีนไม้สับ | เหงำมัน | หลายปาล์ม | ชานอ้อย | เปลือกแห้ง | | | |
| 27 | 69,984 | 19,398 | ฤดูร้อน | 487 | - | - | - | 2,960 | 8,755 | 12,416 | 35% | 34 | 0.83 |
| | | | ฤดูฝน | 3,745 | - | - | - | 2,960 | 8,465 | 9,738 | 35% | 35 | 1.17 |
| | | | ฤดูหนาว | 1,755 | - | 334 | - | 2,960 | 9,022 | 10,573 | 35% | 34 | 0.93 |
| 28 | 72,576 | 20,117 | ฤดูร้อน | 778 | - | - | - | 2,960 | 9,376 | 12,416 | 35% | 35 | 0.84 |
| | | | ฤดูฝน | 4,078 | - | 852 | - | 2,960 | 8,169 | 9,738 | 35% | 36 | 1.21 |
| | | | ฤดูหนาว | 2,068 | - | 616 | - | 2,960 | 9,331 | 10,573 | 35% | 35 | 0.95 |
| 29 | 75,168 | 20,835 | ฤดูร้อน | 1,069 | - | - | - | 2,960 | 9,998 | 12,416 | 35% | 37 | 0.85 |
| | | | ฤดูฝน | 4,078 | - | 4,441 | - | 2,960 | 5,323 | 9,738 | 35% | 37 | 1.36 |
| | | | ฤดูหนาว | 2,382 | - | 897 | - | 2,960 | 9,641 | 10,573 | 35% | 37 | 0.97 |
| 30 | 77,760 | 21,554 | ฤดูร้อน | 1,360 | - | - | - | 2,960 | 10,619 | 12,416 | 35% | 38 | 0.86 |
| | | | ฤดูฝน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | ฤดูหนาว | 2,696 | - | 1,178 | - | 2,960 | 9,950 | 10,573 | 35% | 38 | 0.99 |
| 31 | 80,352 | 22,272 | ฤดูร้อน | 1,650 | - | - | - | 2,960 | 11,240 | 12,416 | 35% | 39 | 0.86 |
| | | | ฤดูฝน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | ฤดูหนาว | 3,010 | - | 1,460 | - | 2,960 | 10,259 | 10,573 | 35% | 39 | 1.01 |
| 32 | 82,944 | 22,991 | ฤดูร้อน | 1,941 | - | - | - | 2,960 | 11,861 | 12,416 | 35% | 41 | 0.87 |
| | | | ฤดูฝน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | ฤดูหนาว | 3,324 | - | 1,741 | - | 2,960 | 10,569 | 10,573 | 35% | 41 | 1.02 |
| 33 | 85,536 | 23,709 | ฤดูร้อน | 2,232 | - | - | - | 2,960 | 12,483 | 12,416 | 35% | 42 | 0.88 |
| | | | ฤดูฝน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | ฤดูหนาว | 3,637 | - | 2,022 | - | 2,960 | 10,878 | 10,573 | 35% | 42 | 1.04 |
| 34 | 88,128 | 24,428 | ฤดูร้อน | 2,523 | - | - | - | 2,960 | 13,104 | 12,416 | 35% | 43 | 0.89 |
| | | | ฤดูฝน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | ฤดูหนาว | 3,951 | - | 2,303 | - | 2,960 | 11,187 | 10,573 | 35% | 43 | 1.05 |
| 35 | 90,720 | 25,146 | ฤดูร้อน | 2,814 | - | - | - | 2,960 | 13,725 | 12,416 | 35% | 44 | 0.90 |
| | | | ฤดูฝน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | ฤดูหนาว | 4,265 | - | 2,585 | - | 2,960 | 11,497 | 10,573 | 35% | 44 | 1.06 |

จากตารางที่ 4.18 ได้ดำเนินการหาสัดส่วนเชื้อเพลิงโดยใช้แบบจำลองกระบวนการผลิตที่สร้างขึ้นและ Solver ในโปรแกรม Excel 2013 และ โดยดำเนินการหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมในแต่ละฤดูกาลที่กำลังการผลิตไอน้ำที่ 27-35 kg/s และคำนวณเป็นพลังงานไฟฟ้าเสมือน เพื่อนำไปใช้หาต้นทุนการผลิตโดยใช้เครื่องมือ Solver ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า

อันดับที่ 1 คือ เชื้อเพลิงทลายปาล์มและเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง ถูกเลือกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าในทุกฤดูกาลมากที่สุด โดยมีปริมาณการใช้เท่ากับปริมาณที่สามารถจัดหาได้ แต่ทั้งนี้ปริมาณทลายปาล์มที่จัดหาได้ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณค่อนข้างน้อยเพียง 2,960 ตัน เท่านั้น

อันดับที่ 2 และ 3 คือ เชื้อเพลิงชานอ้อยและแกลบตามลำดับ โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงชานอ้อยถูกเลือกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้ามากเป็นอันดับสองรองจากเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง แต่ยังมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณชานอ้อยที่สามารถจัดหาได้ ซึ่งในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวปริมาณจัดหาสูงถึง 169,570 ตันและ 113,047 ตัน ตามลำดับ ในส่วนของเชื้อเพลิงแกลบที่มีต้นทุนสูงและมีการแข่งขันกันสูงนั้นก็ยังคงถูกเลือกนำมาใช้แต่ในปริมาณที่ลดลงมาก ยกเว้นในช่วงฤดูฝนที่ปริมาณจัดหาค่อนข้างน้อยแต่ปริมาณการใช้เท่ากับปริมาณที่จัดหาได้

อันดับสุดท้ายที่ถูกเลือกนำมาใช้ คือเชื้อเพลิงชิ้นไม้สับ ซึ่งจะถูกเลือกนำมาใช้ในเฉพาะช่วงฤดูหนาวและในบางช่วงกำลังการผลิตในฤดูฝนเท่านั้น ซึ่งหากพิจารณาแล้วเชื้อเพลิงชิ้นไม้สับน่าจะเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกเท่านั้น ไม่ควรนำมาใช้ในการผลิต เนื่องจากมีค่าความชื้นและราคาค่อนข้างสูง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง

และสำหรับเชื้อเพลิงเปลือกยูคาลิปตัสสดและเห้งน้ำมัน ไม่ถูกเลือกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าในทุกฤดูกาล เนื่องจากค่าความชื้นเชื้อเพลิงสูง ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มภาระความชื้นให้เตาในขณะที่เผาไหม้แล้วค่าความร้อนของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้มีค่าต่ำมาก ซึ่งจะส่งผลทำให้สิ้นเปลืองอัตรากำลังไอน้ำเชื้อเพลิงอีกด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วงฤดูฝน ปริมาณเชื้อเพลิงที่จัดหาได้ ไม่เพียงพอที่จะเดินเครื่องจักรผลิตไอน้ำแรงดันสูง (HP Steam) กำลังการผลิตตั้งแต่ 30-35 kg/s ได้ เนื่องจากค่าความชื้นของเชื้อเพลิงรวมเกินค่าการออกแบบเครื่องจักร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาเชื้อเพลิงที่มีความชื้นน้อย ราคาไม่แพง และมีปริมาณมากเพียงพอ มาใช้เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตต่อไป โดยจากการผลการวิเคราะห์แนวทางการเลือกใช้เชื้อเพลิงข้างต้น พบว่าเปลือกยูคาลิปตัสแห้งเป็นเชื้อเพลิงที่น่าสนใจนำมาใช้เพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องจักร โดยการนำเปลือกยูคาลิปตัสสดที่ไม่ควรนำมาใช้ผลิตไฟฟ้ามาเพิ่มมูลค่า ลดค่าความชื้นลงให้กลายเป็นเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง โดยจะ

ทำการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัสในหัวข้อที่ 4.2 ในลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.19 การเปรียบเทียบต้นทุนเชื้อเพลิงก่อนและหลังการปรับปรุงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละฤดูกาล

| ฤดูกาล | ก่อนปรับปรุง (บาท/ kwh) | หลังปรับปรุง (บาท/ kwh) | ผลต่าง (บาท/ kwh) |
|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| ฤดูร้อน | 1.35 | 0.87 | 0.48 |
| ฤดูฝน | 1.66 | 1.24 | 0.42 |
| ฤดูหนาว | 1.47 | 1.00 | 0.46 |

จากตารางที่ 4.19 พบว่าต้นทุนเชื้อเพลิงหลังทำการปรับปรุง มีค่าปรับลดลงในทุกฤดูกาล ในฤดูร้อนค่าการปรับปรุงมีค่าสูงที่สุด คือต้นทุนเชื้อเพลิงหลังการปรับปรุงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น จากที่ก่อนการปรับปรุงมีค่าต้นทุนเชื้อเพลิง ที่ 1.35 บาท/ kwh และหลังทำการปรับปรุงมีค่าลดลงมาอยู่ที่ 0.87 บาท/ kwh คิดเป็นผลต่างเท่ากับ 0.48 บาท/ kwh แต่ในฤดูร้อนค่าผลต่างหลังการปรับปรุงมีค่าน้อยที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 0.42 บาท/ kwh โดยที่ค่าก่อนการปรับปรุงมีค่าสูงที่สุดอยู่ที่ 1.66 บาท/ kwh และหลังการปรับ

4.1.5 การวิเคราะห์ความไว

เพื่อทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลังจากการคำนวณได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากคำตอบที่เหมาะสมของแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นเกิดจากการสมมติค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดให้คงที่ ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์ความไวของสมการ โดย

ทำการปรับราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 20% ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ที่ใช้ Solver ในโปรแกรม Excel 2013 พบว่าต้นทุนเชื้อเพลิงในแต่ละฤดูกาลมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ผลต่างระหว่างก่อนและหลังดำเนินการลดลง โดยค่าต้นทุนเชื้อเพลิงในฤดูร้อนมีค่าหลังปรับปรุง เท่ากับ 1.07 บาท/ kwh ทำให้ผลต่างระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง มีค่าลดลงเหลือเท่ากับ 0.28 บาท/ kwh และในฤดูฝนการปรับราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 20% ส่งผลต้นทุนก่อนและหลังการปรับปรุงมีผลต่างอยู่ที่ 0.02 บาท/ kwh เท่านั้น ดังตาราง

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ความไวโดยการปรับราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 20%

| ฤดูกาล | ก่อนปรับปรุง (บาท/ kwhe) | หลังปรับปรุง (บาท/ kwhe) | ผลต่าง (บาท/ kwhe) |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| ฤดูร้อน | 1.35 | 1.07 | 0.28 |
| ฤดูฝน | 1.66 | 1.64 | 0.02 |
| ฤดูหนาว | 1.47 | 1.24 | 0.22 |

และจากนั้นได้ดำเนินการวิเคราะห์ค่าความไวของสมการโดยการปรับปริมาณเชื้อเพลิงจัดหาเพิ่มขึ้น 20% และทำการวิเคราะห์โดยใช้ Solver ในโปรแกรม Excel 2013 พบว่าผลต่างระหว่างก่อนและหลังการดำเนินการปรับปรุงสัดส่วนเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในทุกฤดูกาลเนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิงจัดหามากขึ้นความยืดหยุ่นในการเลือกใช้เชื้อเพลิงจึงสูงขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้ต้นทุนลดลง ดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความไวโดยการปรับปริมาณเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 20%

| ฤดูกาล | ก่อนปรับปรุง (บาท/ kwhe) | หลังปรับปรุง (บาท/ kwhe) | ผลต่าง (บาท/ kwhe) |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| ฤดูร้อน | 1.35 | 0.82 | 0.53 |
| ฤดูฝน | 1.66 | 1.22 | 0.44 |
| ฤดูหนาว | 1.47 | 0.99 | 0.48 |

4.2 การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส

จากผลการวิเคราะห์และหาสัดส่วนเชื้อเพลิงโดยการสร้างแบบจำลองทางที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่า ในช่วงฤดูฝน ปริมาณเชื้อเพลิงที่จัดหาได้ ไม่เพียงพอที่จะเดินเครื่องจักรผลิตไอน้ำแรงดันสูง (HP Steam) กำลังการผลิตตั้งแต่ 30-35 kg/s ได้ เนื่องจากค่าความชื้นของเชื้อเพลิงรวมเกินค่าการออกแบบเครื่องจักร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาเชื้อเพลิงที่มีความชื้นน้อย ราคาไม่แพง และมีปริมาณมากเพียงพอ มาใช้เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตต่อไป โดยจากการผลการวิเคราะห์แนวทางการเลือกใช้เชื้อเพลิงข้างต้น พบว่าเปลือกยูคาลิปตัสแห้งเป็นเชื้อเพลิงที่น่าสนใจนำมาใช้เพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องจักร โดยสามารถทำได้โดยการนำเปลือกยูคาลิปตัสสด ที่ไม่ควรนำมาใช้ผลิตไฟฟ้ามาเพิ่มมูลค่า ด้วยวิธีการลดค่าความชื้นลงให้กลายเป็นเปลือกยูคาลิปตัส

แห่ง ดังนั้นจึงทำการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ดังต่อไปนี้

การศึกษาค่าความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการ เป็นการศึกษาข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือเพื่อให้โครงการนั้นบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมในหลาย ๆ ด้าน เช่น สิ่งที่ต้องการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมสำหรับโครงการใหม่สอดคล้องกับความต้องการหรือเป้าหมายหรือไม่ ข้อจำกัดของระบบ เทคโนโลยี ข้อจำกัดในการดำเนินการ รวมทั้งข้อจำกัดขององค์กร แนวทางการดำเนินการของแต่ละทางเลือก โดยต้องสามารถดำเนินการได้จริงในทุกแนวทางเลือกที่จะตัดสินใจ รวมทั้งข้อดี ข้อเสียของแต่ละแนวทางเลือก และข้อจำกัด หรือข้อพิจารณาอื่น ๆ ที่ควรพิจารณาออกเหนือจากทางเลือกแต่ละแนวทาง เช่น ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อชุมชน เป็นต้น

การศึกษาค่าความเป็นไปได้ของโครงการ หลังจากกำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ของโครงการแล้ว ต้องทำการศึกษาว่าข้อมูลใดที่ต้องทำการศึกษาก่อนเริ่มดำเนินโครงการ ซึ่งอาจจะดูได้จากโครงสร้างขององค์กร ระบบ นโยบาย แนวทางการดำเนินงาน และปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับระบบในปัจจุบัน รวมทั้งปัญหาในด้านความไม่สอดคล้องกัน ความขัดสนหรือการขัดข้องในระบบ และการพิจารณาในด้านประสิทธิภาพ ซึ่งการศึกษาค่าความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัสนี้จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการลงทุน โดยมีแนวทางการลดค่าความชื้น ทั้งหมด 3 โครงการ คือ

1. การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด
2. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ
3. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

โดยจะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 4.2.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการจัดการ (Operation Feasibility)
- 4.2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility)
- 4.2.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ (Schedule Feasibility)
- 4.2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Financial Feasibility)

4.2.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการจัดการ

1. ช่วงก่อนเริ่มดำเนินโครงการ (Studying)

การบริหารงานในขณะนี้ เป็นระยะเริ่มต้นโครงการ โดยเริ่มจากการศึกษาแนวทางการดำเนินงานและการลงทุนของแต่ละโครงการ รวมถึงรายละเอียดหรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการกำหนดแผนการดำเนินงานขั้นต่อไป การดำเนินงานจะต้องทำการศึกษาด้านนโยบายขององค์กรและความเป็นไปได้ของโครงการ โดยจะทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ ว่าโครงการที่เลือกดำเนินการนั้นมีความสอดคล้องกับนโยบายและเป้าหมายหรือความต้องการขององค์กรหรือไม่ รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ข้อจำกัดด้านต่าง ๆ เช่น ทรัพยากร พื้นที่ เวลา งบประมาณ รวมทั้งข้อจำกัดทางด้านหน้างาน ๆ ต่าง ๆ ที่เป็นอุปสรรคหรือทำให้โครงการไม่มีความเป็นไปได้อย่างแน่นอน เป็นต้น เพื่อเป็นการคัดเลือกแนวทางที่จะทำได้ในเบื้องต้น โดยจากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทั้ง 3 โครงการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

การลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัสโดยวิธีการนำมาตากแดด จะต้องมีการสำรวจหาพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นลานบริเวณกว้าง ไกลชุมชนและมีเส้นทางรถวิ่งเข้าออกเพื่อใช้ลำเลียงเชื้อเพลิงมาทำการเทตากได้ ในส่วนของพื้นลานต้องดำเนินการเทคอนกรีต โดยใช้พื้นที่บริเวณกว้างเพื่อทำเป็นลานตากเชื้อเพลิง และต้องมีจักรกลหนักใช้อำนวยความสะดวกที่ลาน ได้แก่ รถไถ รถโหลดเดอร์ รถบรรทุกสำหรับขนย้ายเปลือกยูคาลิปตัส และพนักงานควบคุมงานหน้างาน ซึ่งจากการประเมินสภาพหน้างานสามารถดำเนินการเตรียมการได้โดยไม่มีข้อจำกัดขององค์กร

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

การลงทุนติดตั้งเครื่องจักรเพื่อลดความชื้นเปลือกไม้ยูคาลิปตัส โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนเพื่อลดค่าความชื้นของเชื้อเพลิง การดำเนินโครงการต้องพิจารณาแต่เรื่องตำแหน่งหรือทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมคือใกล้กับแหล่งวัตถุดิบ และมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บเชื้อเพลิงที่ทำการลดค่าความชื้นแล้ว รวมทั้งการเดินระบบส่งจ่ายไอน้ำจากบริเวณโรงไฟฟ้ามายังบริเวณที่จะติดตั้งเครื่องจักรซึ่งอยู่บริเวณลานรับเชื้อเพลิง เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการหน้างาน ซึ่งจากการประเมินสภาพหน้างานสามารถดำเนินการเตรียมการได้โดยไม่มีข้อจำกัดขององค์กร และจะต้องใช้รถแบล็คโฮ 1 คัน ในการลำเลียงเข้ากระบวนการผลิต

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

การลงทุนติดตั้งเครื่องจักรเพื่อลดความชื้นเปลือกไม้ยูคาลิปตัส โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนเพื่อลดความชื้นของเชื้อเพลิง การดำเนินโครงการต้องพิจารณาแต่เรื่องตำแหน่งหรือทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมคือใกล้กับแหล่งวัตถุดิบ และมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บเชื้อเพลิงที่ทำการลดค่าความชื้นแล้ว รวมทั้งการแต่ทั้งนี้ต้องดำเนินการเดินระบบไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้ามายังบริเวณที่จะติดตั้งเครื่องจักรซึ่งอยู่บริเวณลานรับเชื้อเพลิง เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการหน้างาน และจะต้องใช้รถแบล็คโฮ 1 คัน ในการลำเลียงเข้ากระบวนการผลิต ซึ่งจากการประเมินสภาพหน้างานสามารถดำเนินการเตรียมการได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางหน้างาน และข้อจำกัดขององค์กร

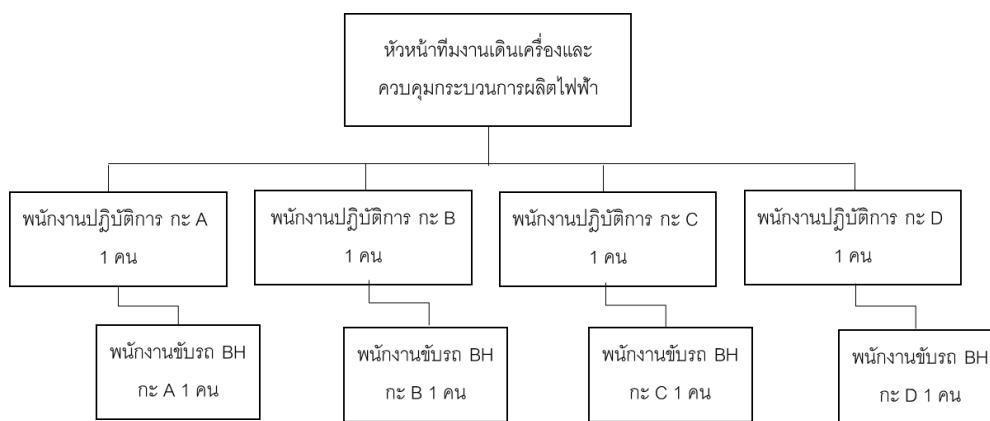
2. ช่วงเดินเครื่องจักร (Operation)

หลังจากที่ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในช่วงเริ่มโครงการแล้วพบว่าทั้ง 3 โครงการมีความเป็นไปได้ นอกจากการพิจารณาความเป็นไปได้ในช่วงก่อนการเริ่มโครงการแล้ว ต้องยังพิจารณาในช่วงการเดินเครื่องจักร การใช้งานหรือในช่วงการปฏิบัติงานด้วยว่าโครงการที่เลือกดำเนินการนั้น มีความยาก ง่าย หรือมีความยืดหยุ่นหรือไม่เพียงพอ โดยช่วงการเดินเครื่องจักร จะพิจารณาโดยใช้หลัก 4M และ 1E เพื่อให้ครอบคลุมในทุก ๆ ด้านได้แก่

M - Man คนงานหรือพนักงาน หรือบุคลากร การกำหนดหน้าที่ของบุคลากรมีความสำคัญอย่างมากที่จะทำให้คนมีประสิทธิภาพในการทำงาน การพิจารณาด้านคนดำเนินการพิจารณาทั้งในด้านจำนวนพนักงาน คุณสมบัติ และคุณวุฒิที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานของแต่ละโครงการ โดยรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งผลต่อต้นทุนทางด้านแรงงานที่ใช้ในการดำเนินการ โดยพิจารณาแยกแต่ละโครงการดังนี้

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

การตากเชื้อเพลิงต้องทำงานโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การทำงานจึงไม่ต้องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงมีลักษณะการทำงานแบบ Day Time และ ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดหน้าที่งานไว้ดังนี้



รูปที่ 4.6 แสดงโครงสร้างองค์กรในส่วนของลานตากเชื้อเพลิง

จากแผนผังองค์กร บุคคลกรแต่ละตำแหน่งมีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบ และคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. พนักงานปฏิบัติการ

หน้าที่ดูแลรับผิดชอบ

- 1.) ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชา
- 2.) ควบคุมดูแลการตามเปลือกไม้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3.) ตรวจสอบและจดบันทึกปริมาณการตากเปลือกไม้แต่ละวัน
- 4.) สามารถขับรถไถและซ่อมบำรุงเบื้องต้นได้

คุณสมบัติ

- 1.) จบการศึกษาระดับ ปวช. หรือเทียบเท่า
- 2.) มีทักษะการปฏิบัติงาน
- 3.) มนุษย์สัมพันธ์ดี

2. พนักงานขับรถ

หน้าที่ดูแลรับผิดชอบ

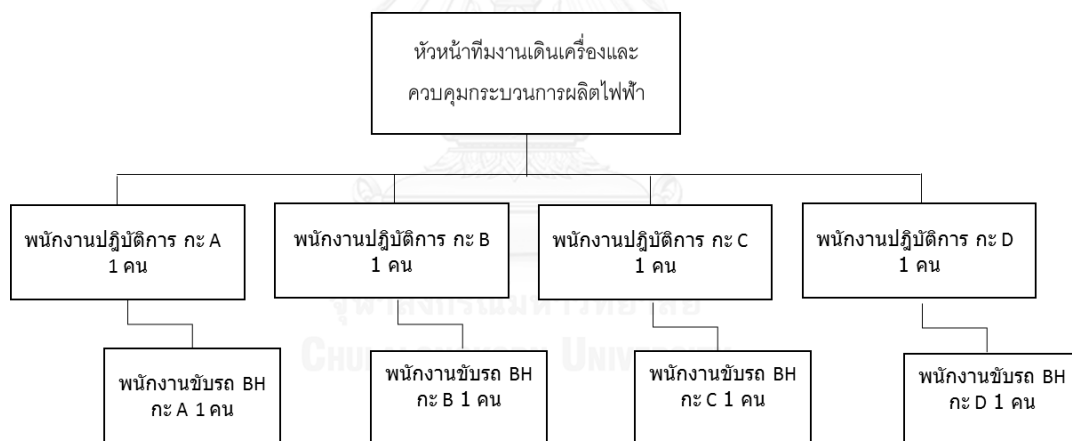
- 1.) ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชา
- 2.) มีความสามารถในการขับรถจักรกลหนักต่าง ๆ
- 3.) ตรวจสอบและแก้ไขซ่อมแซมรถจักรกลหนักเบื้องต้นได้

คุณสมบัติ

- 1.) จบการศึกษาระดับ ปวช. หรือเทียบเท่า
- 2.) มีทักษะการขับรถจักรกลหนัก
- 3.) มีใบอนุญาตขับรถจักรกลหนัก
- 4.) มนุษย์สัมพันธ์ดี

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

เนื่องจากการควบคุมเรื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ ลักษณะของเครื่องจักรไม่มีความซับซ้อน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานจำนวนมาก แต่ต้องใช้พนักงานควบคุมตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง และให้อยู่ภายใต้หัวหน้างานที่ปฏิบัติงานเดินเครื่องและควบคุมกระบวนการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดหน้าที่งานไว้ดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงโครงสร้างองค์ในส่วนของการทำงานเดินเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบ และคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. พนักงานควบคุมการจัดการ

หน้าที่ดูแลรับผิดชอบ

- 1.) ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชา
- 2.) ตัดสินใจและแก้ไขสถานการณ์ในเบื้องต้นและรายงานสถานการณ์

ต่อผู้บังคับบัญชา

- 3.) ควบคุมดูแลการตามเปลือกไม้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.) ตรวจเช็คและจดบันทึกปริมาณการตากเปลือกไม้แต่ละวัน
- 5.) ดูแลพนักงานการปฏิบัติงาน และเวลาการทำงานของพนักงาน

ภายใต้สายการบังคับบัญชา

- 6.) สามารถขับรถไถและซ่อมบำรุงเบื้องต้นได้

คุณสมบัติ

- 1.) จบการศึกษาระดับ ปวส. หรือเทียบเท่า
- 2.) มีทักษะการปฏิบัติงาน มีประสบการณ์ทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี
- 3.) มนุษย์สัมพันธ์ดี

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า

เนื่องจากการควบคุมเรื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า ลักษณะของเครื่องจักรไม่มีความซับซ้อน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานจำนวนมาก แต่ต้องใช้พนักงานควบคุมตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง และให้อยู่ภายใต้หัวหน้างานที่งานเดินเครื่องและควบคุมกระบวนการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นโครงสร้างองค์กรและคุณสมบัติของพนักงานที่ปฏิบัติงานจะเหมือนกับโครงการการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

M - Method กระบวนการทำงาน จะดำเนินการพิจารณาวิธีการปฏิบัติงาน ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงาน แต่ละโครงการ

- 1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดดเพื่อลดความชื้น โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด เนื่องจากไม่มีความซับซ้อนของงาน แต่มีข้อควรระวังในช่วงฤดูฝนหรือช่วงที่มีมรสุมเข้ามาในประเทศอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานได้ ทำให้เกิดความเสียหายหรือล่าช้าในการทำงาน ซึ่งถ้าพิจารณาความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานนั้น สามารถดำเนินการได้อย่างแน่นอน

- 2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำนั้นใช้วิธีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างไอน้ำกับความชื้นของเชื้อเพลิง โดยผ่านการคำนวณทางด้านวิศวกรรมจากผู้ผลิต

และติดตั้ง อีกทั้งยังต้องได้รับการอบรมในด้านการควบคุมเครื่องจักร ทั้งด้านการควบคุมรอบการหมุน ปริมาณไอน้ำและปริมาณเชื้อเพลิงให้สัมพันธ์กัน เพื่อเชื้อเพลิงที่ออกมามีค่าความชื้นตามที่ต้องการ โดยถ้าพิจารณาความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานนั้น ก็สามารถดำเนินการได้เช่นกัน

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้านั้น จะอาศัยหลักการคล้ายกับการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้น้ำ ต่างกันในส่วนของตัวกลางในที่ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนคือจะใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้านำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับเชื้อเพลิงแทน ซึ่งผ่านการคำนวณทางด้านวิศวกรรมจากทางผู้ผลิตและติดตั้ง และต้องได้รับการอบรมในด้านการควบคุมเครื่องจักร ทั้งด้านการควบคุมรอบการหมุน ปริมาณไอเสียร้อนจากปล่องและปริมาณเชื้อเพลิงให้สัมพันธ์กัน เพื่อเชื้อเพลิงที่ออกมามีค่าความชื้นตามที่ต้องการ โดยถ้าพิจารณาความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานนั้น ก็สามารถดำเนินการได้เช่นกัน

M - Material วัสดุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ คือการพิจารณาถึงวัสดุดิบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโครงการ โดยเฉพาะปริมาณเปลือกไม้ยูคาลิปตัสและความยืดหยุ่นในการนำเชื้อเพลิงอื่น ๆ ไปลดค่าความชื้น ว่าแต่ละโครงการมีศักยภาพหรือไม่

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

การลดค่าความชื้นด้วยวิธีการตากแดดนั้น วัสดุดิบที่ใช้ นอกจากจะนำเปลือกยูคาลิปตัสมาทำการตากแล้วนั้น ลานยังสามารถนำเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ที่ต้องการลดค่าความชื้นมาตากแดดได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นการสร้างลานตากเปลือกยูคาลิปตัสนั้นถือว่าค่อนข้างยืดหยุ่นและรองรับเชื้อเพลิงได้หลายชนิด

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้น้ำ

การลดค่าความชื้นด้วยเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้น้ำนั้นเครื่องจักรจะถูกออกแบบให้มีลักษณะเฉพาะเจาะจงไม่ยืดหยุ่นต่อการบ้อนวัสดุดิบชนิดอื่นเข้าไปเพื่อลดค่าความชื้น ซึ่งหากต้องการใช้ลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงชนิดอื่น อาจจะต้องมีการทดลองและบันทึกผลเพื่อนำไปปรับปรุงการควบคุมหรือพัฒนาเครื่องจักรต่อไป

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

การลดค่าความชื้นด้วยเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า จะไม่มีความยืดหยุ่นของวัสดุดิบที่นำต้องการบ้อนเข้าไปลดค่าความชื้น ด้วยเหตุผลด้านการถูกออกแบบให้มีลักษณะเฉพาะเจาะจง เช่นเดียวกับการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้น้ำนั่นเอง

M - Management คือการพิจารณาด้านการบริหารจัดการทั้งหมดโครงการ ในช่วงที่เดินเครื่องจักร แต่ละโครงการ

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

เนื่องจากการตากเชื้อเพลิงที่ลานมีลักษณะเป็นพื้นที่กว้าง และต้องใช้เครื่องจักรกลและพนักงานเยอะเมื่อเทียบกับโครงการอื่น ดังนั้นในด้านการบริหารจัดการจะค่อนข้างยากเนื่องจากต้องมีการประสานงานระหว่างคนขับรถบรรทุก และคนขับรถจักรกลหนักให้ทำงานพร้อมกัน

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

เนื่องจากลักษณะหน้างานพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ติดตั้งไม่ใช้บริเวณกว้างมาก จำนวนพนักงานที่ใช้ในการปฏิบัติงานค่อนข้างน้อย ดังนั้นในด้านการบริหารจัดการจะทำได้ง่าย และสะดวก

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า

เนื่องจากลักษณะหน้างานพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ติดตั้งไม่ใช้บริเวณกว้างมาก จำนวนพนักงานที่ใช้ในการปฏิบัติงานค่อนข้างน้อย ดังนั้นในด้านการบริหารจัดการจะทำได้ง่าย และสะดวก เช่นกัน

E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการ – ทำงาน คือ การพิจารณาปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นด้านน้ำชะล้างเปลือกไม้ซึ่งจะมีสีน้ำตาลเข้ม ฝุ่นละอองที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงเสียงดังที่เกิดจากการปฏิบัติงานหรือเกิดจากการเครื่องจักร

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดดนั้น เนื่องจากพื้นที่หน้างานมีลักษณะเป็นลานบริเวณกว้าง ในช่วงฤดูฝนหรือช่วงมรสุมมีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม้ไหลออกนอกพื้นที่ได้ และในช่วงฤดูร้อนที่มีการกองเก็บเชื้อเพลิงไว้ปริมาณมากก็มีความเสี่ยงเรื่องการคลุมไหม้ของเชื้อเพลิงได้ด้วยเช่นกัน

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

ไม่มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม้ไหลออกนอกโรงงานเนื่องจากมีระบบป้องกันโดยรอบโรงงาน แต่มีความเสี่ยงเรื่องการคลุมไหม้ของเชื้อเพลิงได้ด้วยเช่นกัน

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

ไม่มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ไหลออกนอกโรงงานเนื่องจากมีระบบป้องกันโดยรอบโรงงาน แต่มีความเสี่ยงเรื่องการคลุ่หม้ของเชื้อเพลิงได้ด้วยเช่นกัน

โดยสามารถสรุปเป็นตารางแสดงการวิเคราะห์โครงการในช่วงเดินเครื่องจักร (Operation) พิจารณาโดยใช้หลัก 4M และ 1E ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.22 แสดงการพิจารณาข้อมูลโครงการลดความชื้นเชื้อเพลิง

| รายละเอียด | การตากแดด | การใช้ไอน้ำ | การใช้ไอเสีย |
|-----------------------------|--|---|---|
| Man | | | |
| - ค่าพนักงานขับรถ | 5 คน | 4 คน | 4 คน |
| - หัวหน้างานควบคุมการจัดการ | 1 คน | - | - |
| - พนักงานปฏิบัติการ | 1 คน | 4 คน | 4 คน |
| Method | ตากแดด | ไอน้ำ | ไอร้อน |
| Material | ทุกเชื้อเพลิง | เปลือกอย่างเดียว | เปลือกอย่างเดียว |
| Management | ค่อนข้างยากเนื่องจากต้องมีการประสานงานระหว่างคนขับรถบรรทุก และคนขับรถจักรกลหนักให้ทำงานพร้อมกัน | ควบคุมดูแลง่าย | ควบคุมดูแลง่าย |
| Environmental | - มีฝุ่นจากการตากเชื้อเพลิงและการขนส่งกระทบชุมชนบริเวณใกล้เคียง - มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ที่สามารถไหลออกนอกพื้นที่ได้ - ความเสี่ยงเรื่องไฟไหม้จากการกองเชื้อเพลิง | - มีฝุ่นที่ออกจากปล่องไซโคลน แต่มีการดักจับฝุ่นด้วยถุงกรองแล้ว - ไม่มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ไหลออกนอกโรงงานเนื่องจากมีระบบป้องกันโดยรอบโรงงาน - ความเสี่ยงเรื่องไฟไหม้จากการกองเชื้อเพลิง | - มีฝุ่นที่ออกจากปล่องไซโคลน แต่มีการดักจับฝุ่นด้วยถุงกรองแล้ว - ไม่มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ไหลออกนอกโรงงานเนื่องจากมีระบบป้องกันโดยรอบโรงงาน - ความเสี่ยงเรื่องไฟไหม้จากการกองเชื้อเพลิง |

4.2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค

4.2.2.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค จะต้องวิเคราะห์ตั้งแต่ เทคโนโลยีที่กำหนดหรือเลือกมาใช้ดำเนินการในแต่ละแนวทางว่ามีความเหมาะสมหรือมีความยั่งยืนเพื่อการบรรลุเป้าหมายหรือไม่ รวมทั้งมีความเหมาะสมต่อความต้องการใช้งานหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคของแต่ละโครงการมีดังนี้

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

สำหรับโครงการตากเปลือก จะอาศัยแหล่งความร้อนจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ หรือแสงแดด มาลดค่าความชื้นของเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส โดยจะมีอุปสรรคในช่วงฤดูฝนและเวลากลางคืน โดยการตากนั้นจะต้องทำการเทพื้นคอนกรีตเพื่อให้พื้นมีความเรียบและไม่มีดินปนมากับเชื้อเพลิง โดยจะมีขั้นตอนการดำเนินงานตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. งานปรับพื้นที่และขนย้ายเศษขยะออกจากพื้นที่
2. งานถมที่ดินพร้อมบดอัด
3. งานโครงสร้างเหล็ก หรืองานผูกวางเหล็ก
4. งานเทพื้นคอนกรีต หนา 25 เซนติเมตร พื้นที่ 20,800 ตารางเมตร (13 ไร่)

โดยงานทางด้านเทคนิคดังกล่าว ได้ถูกการคำนวณและควบคุมโดยวิศวกรโยธาของบริษัท ภายในเครือ และได้กำหนดคุณสมบัติของผู้เสนอราคางานจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ผู้เสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพรับจ้างก่อสร้างประเภทเดียวกันกับงานที่ประกวดราคาจ้างด้วยวิธียื่นซองเอกสารเสนอราคา
2. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางเครือบริษัท และได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางเครือ
3. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น และ/หรือต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับผู้จัดทำ BOQ กลาง ณ วันประกาศประกวดราคาจ้างด้วยวิธีการยื่นซองเอกสารเสนอราคา

4. ผู้เสนอราคา ต้องมีหลักฐานการจดทะเบียนนิติบุคคล ซึ่งกรมพัฒนาธุรกิจการค้ากระทรวงพาณิชย์ออกให้ และ/หรือรับรองไม่เกิน 6 (หก) เดือน นับถึงวันยื่นเอกสารประกวดราคาจ้าง กรณีที่เป็นกิจการร่วมค้า (Joint Venture) จะต้องมีสัญญาการเข้าร่วมกิจการร่วมค้า (Joint Venture) มาแสดงด้วย

ดังนั้น การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคเป็นการวิเคราะห์ด้านเทคนิคของการเทพื้นคอนกรีตหนา 25 เซนติเมตร พื้นที่ 13 ไร่ โดยการคำนวณและควบคุมโดยวิศวกรโยธาของบริษัทภายในเครื่องตั้งนั้นการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคจึงมีความเป็นไปได้

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

การลดความชื้นเชื้อเพลิงโดยวิธีการใช้ไอน้ำ คือการใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส แรงดัน 4 บาร์เกท นำมาแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อลดความชื้นของเชื้อเพลิง โดยใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งได้ผ่านการออกแบบทางวิศวกรรมจากบริษัทผู้มีชำนาญและผ่านการคัดเลือกจากบริษัททั้งหมดที่ร่วมสนใจเข้าประกวดราคาอย่างน้อย 3 บริษัท โดยต้องผ่านเงื่อนไขเข้าร่วมการเสนอเช่นเดียวกับโครงการลานตากเชื้อเพลิง

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

การลดความชื้นเชื้อเพลิงโดยวิธีการใช้ไอเสีย คือการใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส มาแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อลดความชื้นของเชื้อเพลิง โดยใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งได้ผ่านการออกแบบทางวิศวกรรมจากบริษัทผู้มีชำนาญและผ่านการคัดเลือกจากบริษัททั้งหมดที่ร่วมสนใจเข้าประกวดราคาอย่างน้อย 3 บริษัท โดยต้องผ่านเงื่อนไขเข้าร่วมการเสนอเช่นเดียวกับโครงการลานตากเชื้อเพลิง ด้วยเช่นกัน

4.2.2.2 ด้านกำลังการผลิต

การวิเคราะห์ด้านกำลังการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง ในแต่ละโครงการมีการออกแบบไว้ดังนี้

1. การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด มีกำลังการผลิต 2,500 ตันต่อเดือน
2. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ มีกำลังการผลิต 12,000 ตันต่อเดือน
3. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า มีกำลังการผลิต 10,050 ตันต่อเดือน

4.2.3 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ

เนื่องจากความแตกต่างกันในด้านเทคโนโลยีหรือวิธีการจัดการของแต่ละโครงการ ส่งผลให้การใช้เวลาในการดำเนินสร้างโครงการแตกต่างกัน หากแนวทางนั้นมีการใช้ระยะเวลาในการดำเนินโครงการยาวนานเกินไป เกินข้อจำกัดของโครงการ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเสียโอกาสที่ควรจะได้รับ เมื่อเทียบกับแนวทางเลือกอื่น ๆ ซึ่งควรนำไปประกอบในการเลือกพิจารณาโครงการด้วยเช่นกัน ซึ่งการวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ การผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง ในแต่ละโครงการ มีดังนี้

1. การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด ใช้ระยะเวลาการดำเนินโครงการ 4 เดือน
2. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ ใช้ระยะเวลาการดำเนินโครงการ 2 เดือน
3. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า ใช้ระยะเวลาการดำเนินโครงการ 2 เดือน

4.2.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน

4.2.4.1 ต้นทุนคงที่เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น

เงินทุนเริ่มแรกของโครงการ เป็นต้นทุนคงที่เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น (Investment Cost) ของแต่ละโครงการ มีดังนี้

- 1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด
โครงการทำลานตากเชื้อเพลิงเปลือกยูคาลิปตัส ใช้มีพื้นที่ 13 ไร่ หรือ 20,800 ตารางเมตร โดยแบ่งลักษณะงานออกเป็น 3 ส่วนคือ
 1. งานเคลียต้นไม้และปรับพื้นที่ รายละเอียดงานจะเริ่มตั้งแต่ตัดต้นไม้ในพื้นที่ 13 ไร่ จากนั้นทำการเกรดปรับพื้นที่ ปรับระดับ และทำการบดอัดเป็นลำดับสุดท้าย
 2. งานเทพื้นคอนกรีต รายละเอียดงานจะเริ่มตั้งแต่การให้ทรายปรับระดับ การวางตะแกรงลวดเพื่อเสริมความแข็งแรง การตีแบบและการเทปูน
 3. งานระบบระบายน้ำและบ่อพักน้ำชะลาน เป็นงานวางระบบท่อเพื่อป้องกันน้ำชะลานไหลออกนอกพื้นที่หรือลงสู่คลองสาธารณะและชุมชนใกล้เคียง
 โดยสามารถสรุปรายละเอียดงบประมาณต่าง ๆ ได้ตามตารางข้างล่าง

ตารางที่ 4.23 งบลงทุนโครงการลานตากเปลือก

| รายการ | หน่วย | ลานคอนกรีต | | | | | ราคารวม |
|---|-------|------------|----------|-----------|----------|---------|------------|
| | | จำนวน | ค่าวัสดุ | | ค่าแรง | | |
| | | | ต่อหน่วย | รวม | ต่อหน่วย | รวม | |
| งานเคลือบต้นไม้และปรับพื้นที่ | | | | | | | |
| เคลือบพื้นที่ตัดต้นไม้ | ไร่ | 13 | | | | | |
| | Sqm. | 20,800 | | | | | |
| เกรดปรับพื้นที่และปรับระดับ | Sqm. | 20,800 | - | - | 5 | 104,000 | 104,000 |
| งานบดอัด | Cu.m | 20,800 | - | - | 25 | 520,000 | 520,000 |
| รวมหมวดงาน A เป็นเงิน | | | | | | | 624,000 |
| งานเทพื้นคอนกรีต | | | | - | | | |
| ทรายปรับระดับ | Sqm. | 20,800 | 15 | 312,000 | 6 | 124,800 | 436,800 |
| Wiremesh 6 mm # 0.20 m. | Sqm. | 4,160 | 60 | 249,600 | 5 | 20,800 | 270,400 |
| Concrete 240 Ksc 0.15 m. | Cu.m | 3,120 | 1,900 | 5,928,000 | 300 | 936,000 | 6,864,000 |
| ไม้แบบ | m. | 511 | 30 | 15,334 | 30 | 15,334 | 30,667 |
| ตะปู | Kgs. | 51.11 | | - | | - | - |
| ผิวคอนกรีตขัดหยาบ | Sqm. | 4,160 | - | - | 10 | 41,600 | 41,600 |
| Dowel Bar | | | | - | | - | - |
| - Contraction Joint RB19 L50@30 cm. | m. | 3,302 | 130 | 429,260 | 20 | 66,040 | 495,300 |
| - Expansion Joint RB19 L50@30 cm. | m. | 1,651 | 180 | 297,180 | 20 | 33,020 | 330,200 |
| - Longitudinal Joint DB12 L50@50 cm. | m. | 10,319 | 65 | 670,719 | 15 | 154,781 | 825,500 |
| งานหยุด Joint | m. | 15,272 | 20 | 305,435 | 20 | 305,435 | 610,870 |
| รวมหมวดงาน B เป็นเงิน | | | | - | | - | 9,905,337 |
| งานระบบระบายน้ำและบ่อพักน้ำชะลาน | | | | - | | - | |
| งานรางดิน ระบายน้ำ | m. | 511 | - | - | 150 | 76,669 | 76,669 |
| รวมหมวดงาน C เป็นเงิน | | | | | | | 76,669 |
| รวม | | | | | | | 10,606,006 |

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

โครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ มีงบลงทุน โดยแบ่งออกเป็นส่วนของตัวเครื่องจักร การวางฐานราก การเดินระบบท่อและระบบลำเลียง และงานระบบควบคุม รายละเอียดงบประมาณการดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.24 งบลงทุนโครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

| ลำดับที่ | รายละเอียดโครงการ | จำนวน | งบประมาณทั้งหมด (ล้านบาท) |
|--------------------------|-----------------------|-------|------------------------------|
| 1 | เครื่องอบเปลือก | 1 | 15.4 |
| 2 | ระบบควบคุม | 1 | 1.0 |
| 3 | ระบบไฟฟ้า | 1 | 4.0 |
| 4 | ฐานรากและงานก่อสร้าง | 1 | 3.0 |
| 5 | ระบบท่อไอน้ำ | 1 | 2.0 |
| 6 | ระบบลำเลียงเชื้อเพลิง | 1 | 2.0 |
| 7 | ทดสอบระบบการทำงาน | 1 | 1.0 |
| รวมงบลงทุนโครงการ | | | 28.4 |

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า

โครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า มีงบลงทุน โดยแบ่งออกเป็นส่วนของตัวเครื่องจักร การวางฐานราก การเดินระบบท่อและระบบลำเลียง และงานระบบควบคุม เช่นเดียวกับระบบโครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ โดยจะมีค่าลงทุนเครื่องจักรที่ต่ำกว่าประมาณ 2.2 ล้านบาท ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 งบลงทุนโครงการเครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า

| ลำดับที่ | รายละเอียดโครงการ | จำนวน | งบประมาณทั้งหมด (ล้านบาท) |
|--------------------------|-----------------------|-------|------------------------------|
| 1 | เครื่องอบเปลือก | 1 | 13.2 |
| 2 | ระบบควบคุม | 1 | 1.0 |
| 3 | ระบบไฟฟ้า | 1 | 4.0 |
| 4 | ฐานรากและงานก่อสร้าง | 1 | 3.0 |
| 5 | ระบบท่อไอร้อน | 1 | 2.0 |
| 6 | ระบบลำเลียงเชื้อเพลิง | 1 | 2.0 |
| 7 | ทดสอบระบบการทำงาน | 1 | 1.0 |
| รวมงบลงทุนโครงการ | | | 26.2 |

4.2.4.2 ต้นทุนคงที่เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องจักร

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของแต่ละโครงการ นอกจากจะวิเคราะห์ด้านเงินลงทุนตอนเริ่มแรกแล้ว ต้องทำการประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินเครื่องจักร หรือการผลิต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจ จากโครงการการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห่งแต่ละโครงการ สามารถวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของต้นทุนคงที่ (Fix Cost) และในส่วนของต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) ได้แก่ ค่าแรงและค่าเช่ารถแบลคโฮล ค่าแรงและค่าเช่ารถไถลดเดอร์ ค่าแรงพนักงานขับรถบรรทุกขนย้าย ค่าแรงพนักงานควบคุมการจัดการและค่าแรงพนักงานปฏิบัติการ สำหรับปริมาณอ้างอิงตามแผนผังองค์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) สำหรับต้นทุนแปรผันสำหรับโครงการนี้ จะมีในส่วนของค่าวัตถุดิบหลักคือเปลือกยูคาลิปตัสสด เท่านั้น

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) ได้แก่ ค่าแรงและค่าเช่ารถแบลคโฮล และค่าแรงพนักงานปฏิบัติการ เท่านั้นโดยในส่วนของปริมาณอ้างอิงตามแผนผังองค์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) สำหรับต้นทุนแปรผันสำหรับโครงการนี้ จะมีในส่วนของค่าไฟฟ้าที่ใช้เดินเครื่องจักร ค่าไอน้ำที่ใช้เป็นตัวกลางในการทำให้เชื้อเพลิงมีความชื้นลดลงและค่าวัตถุดิบหลักคือเปลือกยูคาลิปตัสสด

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำจากปล่องโรงไฟฟ้า

ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) จะมีลักษณะเดียวกับโครงการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำได้แก่ ค่าแรงและค่าเช่ารถแบลคโฮล และค่าแรงพนักงานปฏิบัติการ เท่านั้นโดยในส่วนของปริมาณอ้างอิงตามแผนผังองค์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) สำหรับต้นทุนแปรผันสำหรับโครงการนี้ จะมีในส่วนของค่าไฟฟ้าที่ใช้เดินเครื่องจักรและค่าวัตถุดิบหลักคือเปลือกยูคาลิปตัสสด

โดยสามารถสรุปรายละเอียดต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันของแต่ละโครงการเปรียบเทียบเป็นตาราง ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.26 สรุปต้นทุนคงที่ที่ใช้ในการดำเนินการลดความชื้นเชื้อเพลิงแต่ละโครงการ

| รายการ | ราคาต่อหน่วย | หน่วย | การตากแดด | | การใช้ไอน้ำ | | การใช้ไอเสีย | |
|--|--------------|-----------------|-----------|----------------|-------------|------------------|--------------|----------------|
| | | | จำนวน | รวม (บาท) | จำนวน | รวม (บาท) | จำนวน | รวม (บาท) |
| Loder | 75,000 | บาท/ คัน/ เดือน | 2 คัน | 150,000 | 0 คัน | - | 0 คัน | - |
| BH | 125,000 | บาท/ คัน/ เดือน | 1 คัน | 125,000 | 1 คัน | 125,000 | 1 คัน | 125,000 |
| พนักงานขับรถ | 12,000 | บาท/ เดือน | 5 คน | 60,000 | 4 คน | 48,000 | 4 คน | 48,000 |
| หัวหน้างานควบคุมการจัดการ | 35,000 | บาท/ เดือน | 1 คน | 35,000 | 0 คน | - | 0 คน | - |
| พนักงานปฏิบัติการ | 15,000 | บาท/ เดือน | 1 คน | 15,000 | 4 คน | 60,000 | 4 คน | 60,000 |
| รถขนย้ายเปลือก (รวมแก๊สเชื้อเพลิง, ค่าคนขับรถ) | 75,000 | บาท/ คัน/ เดือน | 2 คัน | 150,000 | 0 คัน | - | 0 คัน | - |
| | | | | 535,000 | | 233,000 | | 233,000 |
| ค่าไฟฟ้า | 3.5 | บาท/ kwh | 0 kwh | - | 187,920 kwh | 657,720 | 217,584 kwh | 761,544 |
| ค่าไอน้ำ | 850 | บาท/ ตันไอน้ำ | 0 ตัน | - | 270 ตัน | 229,500 | 0 ตัน | - |
| | | | | - | | 887,220 | | 761,544 |
| รวม (บาท/ เดือน) | | | | 535,000 | | 1,120,220 | | 994,544 |

จากตารางที่ 4.26 แสดงต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ยังขาดในส่วนของค่าวัตถุดิบหลักคือเปลือกยูคาลิปตัสสด ซึ่งจัดเป็นต้นทุนแปรผันโดยปริมาณเปลือกยูคาลิปตัสสดที่ใช้ นั้นจะอ้างอิงปริมาณกำลังผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้งของแต่ละโครงการ ดังนั้นต้องคำนวณถึงต้นทุนน้ำหนักที่หายไปของเปลือกยูคาลิปตัสสดเป็นเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง โดยเปลือกยูคาลิปตัสสด ที่ความชื้น 55% ปริมาณ 1 ตัน ราคา 350 บาท หลังจากผ่านกระบวนการลดความชื้นจะได้เปลือกยูคาลิปตัสแห้ง ที่ความชื้น 30% น้ำหนักจะลดลงเหลือ 0.75 ตัน ดังนั้นจากข้อมูลด้านกำลังการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้งของแต่ละโครงการ สามารถคำนวณเป็นต้นทุนของวัตถุดิบคือเปลือกยูคาลิปตัสสดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.27 ต้นทุนเปลือกยูคาลิปตัสสด (วัตถุดิบ) ของแต่ละโครงการ

| โครงการ | ปริมาณเปลือกยูคาลิปตัส (ตัน/ เดือน) | | ราคาเปลือกยูคาลิปตัสสด (บาท/ ตัน) | ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท/ เดือน) |
|--------------|-------------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | เปลือกแห้ง | เปลือกสด | | |
| การตากแดด | 2,500 | 3,333 | 350 | 1,166,667 |
| การใช้ไอน้ำ | 12,000 | 16,000 | 350 | 5,600,000 |
| การใช้ไอเสีย | 10,050 | 13,400 | 350 | 4,690,000 |

ดังนั้นจากตารางที่ 4.26 และ 4.27 สามารถสรุปต้นทุนการผลิตและกำลังการผลิตของแต่ละโครงการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.28 แสดงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของโครงการลดค่าความชื้นเปลือกยูคาลิปตัสแต่ละโครงการ

| รายละเอียด | หน่วย | การตากแดด | การใช้ไอน้ำ | การใช้ไอเสีย |
|----------------------------------|------------|-----------|-------------|--------------|
| กำลังการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้ง | ตัน/ เดือน | 2,500 | 12,000 | 10,050 |
| รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ | บาท/ เดือน | 1,701,667 | 6,720,220 | 5,684,544 |
| - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ | บาท/ เดือน | 535,000 | 1,120,220 | 994,544 |
| - ต้นทุนวัตถุดิบ | บาท/ เดือน | 1,166,667 | 5,600,000 | 4,690,000 |
| สรุปต้นทุนการผลิตแต่ละโครงการ | บาท/ ตัน | 681 | 560 | 566 |

4.2.4.3 การประมาณการรายได้

เนื่องจากโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกยูคาลิปตัส ที่นำเสนอไม่ได้ส่งผลทำให้เกิดรายได้เพิ่มจากการขายโดยตรง แต่เป็นการลดต้นทุนการผลิตซึ่งเป็นการเพิ่มรายได้ อีกทางหนึ่ง โดยเป้าหมายหลักของการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้งก็เพื่อที่จะนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงแกลบที่มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้น ดังนั้นการคิดมูลค่าเพิ่มของโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงเปลือกยูคาลิปตัส สามารถคำนวณได้จาก ผลต่างของต้นทุนการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้งกับต้นทุนเชื้อเพลิงแกลบ ดังนี้

เนื่องจากความชื้นของแกลบที่รับซื้อมีค่าประมาณ 15% และเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่ได้จากโครงการแต่ละโครงการมีค่าความชื้นเท่ากับ 30% ซึ่งยังมีค่าความชื้นไม่เท่ากัน แต่ในการคิดมูลค่าเพิ่มของโครงการโดยการเปรียบเทียบผลต่างของข้อมูลดังกล่าว จึงควรต้องทำการปรับค่าความชื้นของเชื้อเพลิงแกลบใหม่ ดังนี้

อ้างอิง ราคาแกลบปี 2014 ที่ความชื้น 15% ราคารับซื้อ เท่ากับ 1,654 บาทต่อตัน นำหนักบรรทุกโดยประมาณ ของขนส่งภายในเครือข่าย เท่ากับ 14,733 ตัน ในกรณีที่เชื้อเพลิงแกลบมีค่าความชื้นเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้น้ำหนักแกลบเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากข้อมูลกรณีที่ความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 30% น้ำหนักแกลบจะเพิ่มขึ้นเป็น 17,535 ตัน ทางโรงไฟฟ้าจะต้องทำการตัดน้ำหนักตาม %ความชื้นที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

$$\frac{\text{น้ำหนักแกลบตามมาตรฐานความชื้นปกติ}}{\text{น้ำหนักแกลบค่าความชื้นสูงกว่าปกติ}} \times \text{ราคาเชื้อเพลิงที่ค่าความชื้นปกติ}$$

$$\frac{14,733 \text{ ตัน}}{17,535 \text{ ตัน}} \times 1,654 \text{ บาทต่อตัน} = 1,390 \text{ บาทต่อตัน}$$

ดังนั้น กรณีซื้อเพลิงแกลบมีน้ำหนักต่อการบรรทุก 1 ตัน เท่ากับ 17,535 ตัน ที่ความชื้น 30% จะโดนตัดน้ำหนักออกไปเท่ากับ 16% หรือคิดเป็นราคาซื้อเพลิงแกลบ เท่ากับ 1,390 บาทต่อตัน

จากข้อมูลในด้านต้นทุนการดำเนินงานของโครงการลดความชื้นแต่ละโครงการ และต้นทุนการรับซื้อเชื้อเพลิงแกลบที่ความชื้น 30% สามารถสรุปมูลค่าเพิ่มของโครงการแต่ละโครงการได้จาก

ต้นทุนเชื้อเพลิงแกลบที่ความชื้น 30% - ต้นทุนเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่ความชื้น 30% ดังนี้

1.) การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด

มีมูลค่าเพิ่มของโครงการ เท่ากับ $1390 - 681 = 709$ บาทต่อตัน เมื่อนำเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่นำมาทดแทนแกลบ

2.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ

มีมูลค่าเพิ่มของโครงการ เท่ากับ $1390 - 560 = 830$ บาทต่อตัน เมื่อนำเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่นำมาทดแทนแกลบ

3.) การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

มีมูลค่าเพิ่มของโครงการ เท่ากับ $1390 - 566 = 824$ บาทต่อตัน เมื่อนำเปลือกยูคาลิปตัสแห้งที่นำมาทดแทนแกลบ

การประมาณการต้นทุนและรายได้ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเดินเครื่องจักร จะทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นในแต่ละโครงการ แต่ทั้งนี้ควรวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ โดยทำการเปรียบเทียบผลตอบแทน และต้นทุนของโครงการ ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ตลอดอายุของโครงการ เพื่อให้ผลประโยชน์ที่ได้รับและต้นทุนที่เสียไปในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน เป็นค่าของผลประโยชน์และต้นทุนในเวลาเดียวกัน เพื่อการเปรียบเทียบกันได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยได้ดำเนินการใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2013 ในการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินในการเลือกลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเปลือกกัญชาดิบทั้ง 3 วิธี มีดังนี้

| Summary | MCR | NPV | B/C | IRR | P/B | |
|---|-----|-----|-----|------|------|------------------|
| Project 1 : ลานตากเชื้อเพลิง | -11 | 1 | 1 | 4% | 0.50 | (6 เดือน) |
| Project 2 : เครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ | -28 | 546 | 20 | 136% | 0.24 | (2 เดือน 27 วัน) |
| Project 3 : เครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า | -26 | 142 | 6 | 118% | 0.26 | (3 เดือน 4 วัน) |

รูปที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินในการเลือกลงทุนโครงการ

จากรูปที่ 4.8 ผลสรุปการวิเคราะห์ทางด้านการเงินในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

MCR (Maximum capital at risk) โครงการที่มีความสูงที่สุดในการลงทุนคือโครงการ เครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ รองลงมาคือโครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า และโครงการที่มีความเสี่ยงน้อยที่สุดคือโครงการลานตากเชื้อเพลิง

NPV (Net Present Value) ผลรวมของผลตอลแทนสุทธิที่ได้รับค่าเวลาแล้วตลอดอายุโครงการ โดยจากผลการวิเคราะห์ NPV พบว่า โครงการที่น่าลงทุนมากที่สุดโครงการ เครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ เนื่องจากมีค่า NPV เป็นบวกสูงสุด รองลงมาคือโครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า และโครงการที่น่าลงทุนน้อยที่สุดคือโครงการลานตากเชื้อเพลิง

B/C Ratio (Benefit Cost Return) คือ อัตราส่วนระหว่างผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับผลรวมมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดอายุโครงการ โดยจากผลการวิเคราะห์ B/C Ratio พบว่า โครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ มีค่าผลตอบแทนมากกว่าค่าใช้จ่ายสูงสุด หรือ B/C Ratio เท่ากับ 20 รองลงมาคือโครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า มี เท่ากับ 6 และโครงการลานตากเชื้อเพลิงมีค่าผลตอบแทนเท่ากับค่าใช้จ่าย คือเท่ากับ 1

%IRR (Internal Rate of Return) คือการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนคิดลบ ที่มีผลทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดที่ได้รับในอนาคต เท่ากับเงินลงทุนที่จ่ายในปัจจุบัน นั่นคือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับ ลบด้วยมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่าย เท่ากับศูนย์ อัตราผลตอบแทนคิดลบควรมีค่าสูงกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่เจ้าของโครงการต้องการ หรือมากกว่าต้นทุนเงินทุน หรือมีค่ามากที่สุดในการเปรียบเทียบโครงการ ดังนั้นจากการวิเคราะห์ %IRR พบว่า โครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ มีค่า %IRR สูงสุด ที่เท่ากับ 136% รองลงมาคือโครงการเครื่องอบเชื้อเพลิง

แบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า มี เท่ากับ 118% และโครงการลานตากเชื้อเพลิงมีค่าผลตอบแทน เท่ากับค่าใช้จ่าย คือเท่ากับ 4% ตามลำดับ

P/B (Pay Back period) คือ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ โดยจากวิเคราะห์ ข้อมูลพบว่าโครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ มีระยะเวลาการคืนทุนเร็วที่สุดคือ 2 เดือน 27 วัน รองลงมาคือโครงการเครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า มีระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 3 เดือน 4 วัน และโครงการลานตากเชื้อเพลิงมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุด คือ 6 เดือน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินทั้งหมด แล้วสรุปได้ว่าโครงการที่ 2 คือ เครื่องอบเชื้อเพลิงแบบใช้ไอน้ำ เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการเลือกลงทุนโครงการ

จากผลการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เพื่อให้การวิเคราะห์ครอบคลุมครบทุกด้าน จะ นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงการมาเปรียบเทียบแบบ Matrix และมีการให้นำหนักตามลำดับ ความสำคัญ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ดังตารางที่ 4.30



ตารางที่ 4.30 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน

| Feasibility Criteria | Weight (%) | ลานตาก | ไอน้ำ | ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า |
|--|-------------|---|---|---|
| Operation Feasibility | 10% | 8% | 10% | 10% |
| ช่วงดำเนินโครงการ (Studying) | | | | |
| - นโยบาย | | สอดคล้องกับนโยบาย และมีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการ | สอดคล้องกับนโยบาย และมีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการ | สอดคล้องกับนโยบาย และมีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการ |
| - งบประมาณ (ล้านบาท) | | 10.61 | 28.44 | 26.24 |
| - พื้นที่ (ตร.ม.) | | 20,800 | 102 | 102 |
| ช่วงเดินเครื่องจักร (Operation) | | | | |
| - Man (คน) | | 7 | 8 | 8 |
| - Method | | ตากแดด | ไอน้ำ | ไอระเหย |
| - Material (Raw Material) | | ทุกข้อเท็จจริง | เปลือยอย่างเดียว | เปลือยอย่างเดียว |
| - Management | | - ค่อนข้างยากเนื่องจากต้องมีการประสานงานระหว่างคนขับรถบรรทุก และคนขับรถจักรกลหนักให้ทำงานพร้อมกัน | - ควบคุมดูแลง่าย | - ควบคุมดูแลง่าย |
| - Operating Cost | | 535,000 | 1,120,220 | 994,544 |
| - Environment | | - มีฝุ่นจากการตากเชื้อเพลิงและการขนส่งกระบะขุมนหินบริเวณใกล้เคียง - มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ที่สามารถไหลออกนอกพื้นที่ได้ | - มีฝุ่นที่ออกจากปล่องไอโคลน แต่มีการดักจับฝุ่นด้วยถุงกรองแล้ว - ไม่มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ไหลออกนอกโรงงาน เนื่องจากมีระบบป้องกันโดยรอบโรงงาน | - มีฝุ่นที่ออกจากปล่องไอโคลน แต่มีการดักจับฝุ่นด้วยถุงกรองแล้ว - ไม่มีความเสี่ยงเรื่องน้ำชะเปลือกไม่ไหลออกนอกโรงงาน เนื่องจากมีระบบป้องกันโดยรอบโรงงาน |
| Technical Feasibility | 20% | 12% | 17% | 20% |
| ด้านเทคโนโลยี | | ทั่วไป | ปานกลาง | ปานกลาง |
| กำลังการผลิต (เปลือกแห้ง) | | 2,500 | 12,000 | 10,050 |
| Schedule Feasibility | 10% | 6% | 10% | 10% |
| ระยะเวลาการดำเนินโครงการ | | 4 เดือน | 2 เดือน | 2 เดือน |
| เทียบการสูญเสียโอกาสที่เกิดในการผลิต | | เกิดโอกาสสูญเสียในการผลิต 2 เดือนเมื่อเทียบกับโครงการอื่น หรือโครงการที่ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด | ไม่มี | ไม่มี |
| Financial Feasibility | 60% | 35% | 60% | 50% |
| Maximum capital at risk: MCR | | -10.61 | -28.44 | -26.24 |
| Net present Value: NPV | | 1 | 546 | 142 |
| Benefit Cost Ratio: B/C Ratio | | 1 | 20 | 6 |
| Internal Rate of Return: IRR | | 4% | 136% | 118% |
| Payback period: PB | | 0.50 | 0.24 | 0.26 |
| Total | 100% | 61% | 97% | 90% |

จากตารางที่ 4.30 ดำเนินนำผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนในแต่ละด้านมาใส่ลงในตาราง Maxtrix เพื่อทำการให้น้ำหนักตามลำดับความสำคัญ โดยผู้จัดการและวิศวกรโรงไฟฟ้ากรณีสึกษากรวมทั้งหมดจำนวน 7 ท่าน โดยสรุปน้ำหนักในการให้ลำดับความสำคัญดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการจัดการ (Operation Feasibility) สรุปการประเมินให้น้ำหนักความสำคัญมีค่า เท่ากับ 10%

2. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility) สรุปการประเมินให้น้ำหนักความสำคัญมีค่า เท่ากับ 20%

3. การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินโครงการ (Schedule Feasibility) สรุปการประเมินให้น้ำหนักความสำคัญมีค่า เท่ากับ 10%

4. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Financial Feasibility) สรุปการประเมินให้น้ำหนักความสำคัญมีค่า เท่ากับ 60%

โดยจากผลการประเมินและให้น้ำหนักความสำคัญของโครงการทั้ง 3 โครงการเปรียบเทียบกัน พบว่าโครงการการลดค่าความชื้นแบบใช้ไอน้ำมีคะแนนหลังการประเมินสูงสุด ที่ 97% รองลงมาลำดับที่ 2 คือโครงการลดค่าความชื้นแบบใช้ไอเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า และลำดับสุดท้ายคือการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิงโดยการตากแดด



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการสรุปผลการวิจัยจะแบ่งการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การสรุปผลการวิจัยในเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า
2. การสรุปผลการวิจัยในเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความชื้นเชื้อเพลิง

เปลือกไม้ยูคาลิปตัส

5.1.1 การสรุปผลการวิจัยในเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต

ไฟฟ้า

จากการดำเนินการวิจัยศึกษาเรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า พิจารณาจากต้นทุนเชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิต และใช้ Mathematical model ทำการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าฤดูกาลมีผลต่อต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าชีวมวล เนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิง ค่าความชื้น และราคา จะแปรเปลี่ยนตามฤดูกาลหรือผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลให้ปริมาณเชื้อเพลิงจัดหาไม่แน่นอน ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงไม่คงที่และราคาที่ผันผวนตามฤดูกาลและความต้องการของตลาด ดังนั้นสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตแต่ละฤดูกาลควรปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมกับปริมาณเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด โดยผลจากการศึกษาพบว่า การเลือกสัดส่วนเชื้อเพลิงให้เหมาะสมสามารถลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าลงได้จาก 1.35 บาท/kwhe ลดลงเหลือ 0.87 บาท/ kwhe ในฤดูร้อน นอกจากนี้จากผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ยังพบว่าเชื้อเพลิงแห้งมันเป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ควรนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาคือชื้นไม้สับ เพราะจะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยเทียบเท่าไฟฟ้าเสมือนสูงขึ้น โดยเชื้อเพลิงที่ควรเลือกใช้อันดับแรกคือ เปลือกยูคาลิปตัสแห้ง

5.1.2 การสรุปผลการวิจัยในเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความขึ้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความขึ้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัสจากโครงการทั้งหมด 3 โครงการคือ

1. การนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด
2. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ
3. การใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า

พบว่าโครงการที่ลงทุนน้อยที่สุดคือโครงการการนำเปลือกยูคาลิปตัสมาตากแดด เพื่อลดค่าความขึ้นเชื้อเพลิง แต่จะได้กำลังการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้งต่ำที่สุดคือ ได้เพียง 2,500 ตันต่อเดือนเท่านั้น เมื่อเทียบกับอีก 2 โครงการ คือโครงการการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ และการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำเสียจากปล่องโรงไฟฟ้า ที่จะให้กำลังการผลิตเปลือกยูคาลิปตัสแห้งเท่ากับ 12,000 ตันต่อเดือน และ 10,050 ตันต่อเดือน ตามลำดับ โดยทั้งสองโครงการนี้มียังลงทุนใกล้เคียงกัน และผลจากวิเคราะห์ทางการเงินพบว่าโครงการที่ 2 คือ เป็นโครงการที่น่าลงทุนที่สุด และจากการวิเคราะห์ผลในด้านอื่น ๆ พบว่าไม่ข้อจำกัดที่ไม่สามารถดำเนินการได้หรือมีผลกระทบที่รุนแรงจากการดำเนินโครงการ ดังนั้นโครงการที่ 2 คือ โครงการการใช้เครื่องอบไล่ความชื้นแบบใช้ไอน้ำ จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการลงทุน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิจัย เรื่องสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษานั้น ข้อมูลและแนวทางการวิจัยต่าง ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงไฟฟ้าชีวมวลอื่น ๆ ในประเทศไทยเพื่อใช้ในการปรับปรุงเพื่อหาสัดส่วนเชื้อเพลิงที่เหมาะสม และแก้ไขปัญหาทางด้านต้นทุนการผลิตที่สูงได้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลให้สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าอื่น ๆ ที่นอกเหนือจาก โรงไฟฟ้ากรณีศึกษาใช้อีกด้วย

นอกจากนี้จากการศึกษาเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการลดค่าความขึ้นเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส โดยวิธีการต่าง ๆ ทำให้พบว่า การลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้า สามารถทำได้โดยการลดความขึ้นเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยวิธีที่ง่ายที่สุดคือการนำมาตากแดดเพื่อลดความขึ้นก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนได้ในระดับหนึ่ง แต่อาจจะยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด วิธีที่ดีที่สุดคือ

การลงทุนติดตั้งเครื่องจักรเพื่อลดค่าความขึ้นเชื้อเพลิง แต่ทั้งนี้จะใช้วิธีการใดต้องขึ้นอยู่กับ
ลักษณะกระบวนการผลิตไฟฟ้า และสภาพความพร้อมหน้างานของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่งอีกด้วย



รายการอ้างอิง

Christian Barteczko-Hibbert, I. B., Michael Binns, Constantinos Theodoropoulos, Adisa Azapagic, (2014). A multi-period mixed-integer linear optimization of future electricity supply considering life cycle costs and environmental impacts, : 317-334.

Joachim Reiter (2014). "Configuration and control of suppliers' safety buffers in automotive JustIn-Sequence-Production via a dynamic mathematical model, ."

Kashif Rashid, S. D., Benoit Couet, (2013). "Production optimization for oilfields using a mixed-integer nonlinear programming model."

T.Fichter, F. T., M. Moser, J. Kern, (2014). Optimize integration of renewable energies into existing power plant portfolios.

โชคชัย ธนเมธี (2543). "การวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ," วิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รศ.วิภาวดี สิงห์พริ้ง (2549). "กำหนดการเชิงเส้น:Linear Programming, และกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม:Integer Programming." งานเอกสารและการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไวภูณัฐ โอมพรนุวัฒน์ และ นระเกณท์ พมู่ชูศร (2555). "การวิเคราะห์ต้นทุนรายปีของการปรับปรุงกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนรถการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์." วิศวกรรมอุตสาหการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิมาพร พัฒน์วิชัยโชติ (2544). "การแก้ปัญหาการจัดตารางสอบของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์." วิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่โรงไฟฟ้ากรณีศึกษาสามารถจัดหาได้

ในแต่ละเดือน (ปี 2552-2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แกลบ

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| มกราคม | 17,478 | 16,699 | 8,497 | 9,536 | 15,301 | 12,244 | 13,293 |
| กุมภาพันธ์ | 15,107 | 11,034 | 11,052 | 12,124 | 12,285 | 5,572 | 11,196 |
| มีนาคม | 14,654 | 10,108 | 10,028 | 12,532 | 10,749 | 4,132 | 10,367 |
| เมษายน | 13,685 | 8,418 | 7,434 | 8,728 | 8,983 | 3,417 | 8,444 |
| พฤษภาคม | 12,532 | 11,566 | 9,824 | 13,489 | 9,324 | 11,336 | 11,345 |
| มิถุนายน | 12,874 | 12,939 | 16,657 | 13,834 | 9,448 | 12,738 | 13,082 |
| กรกฎาคม | 18,202 | 10,991 | 18,445 | 16,417 | 9,768 | 16,346 | 15,028 |
| สิงหาคม | 18,975 | 11,146 | 13,332 | 15,603 | 9,100 | 13,523 | 13,613 |
| กันยายน | 15,015 | 9,075 | 6,734 | 15,782 | 8,095 | 11,757 | 11,076 |
| ตุลาคม | 11,516 | 9,550 | 8,226 | 11,896 | 8,387 | 7,391 | 9,494 |
| พฤศจิกายน | 14,928 | 14,830 | 10,396 | 18,301 | 8,100 | 7,284 | 12,307 |
| ธันวาคม | 12,538 | 9,087 | 8,718 | 15,303 | 7,934 | 5,143 | 9,787 |
| ผลรวม | 177,504 | 135,442 | 129,342 | 163,545 | 117,473 | 110,882 | 139,031 |
| ค่าเฉลี่ย | 14,792 | 11,287 | 10,779 | 13,629 | 9,789 | 9,240 | 11,586 |

เปลือกถั่วลิสง

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| มกราคม | 19,575 | 23,566 | 25,776 | 19,436 | 13,426 | 15,798 | 19,596 |
| กุมภาพันธ์ | 11,162 | 20,069 | 20,594 | 13,768 | 14,675 | 16,111 | 16,063 |
| มีนาคม | 14,166 | 21,547 | 23,572 | 25,282 | 8,581 | 19,622 | 18,795 |
| เมษายน | 15,610 | 18,314 | 18,409 | 14,009 | 13,007 | 15,813 | 15,861 |
| พฤษภาคม | 10,698 | 20,685 | 15,627 | 11,902 | 15,420 | 15,822 | 15,026 |
| มิถุนายน | 14,070 | 19,770 | 26,610 | 20,610 | 16,059 | 11,852 | 18,162 |
| กรกฎาคม | 20,109 | 23,126 | 32,678 | 15,450 | 13,876 | 13,646 | 19,814 |
| สิงหาคม | 17,471 | 25,055 | 20,014 | 19,083 | 16,190 | 10,704 | 18,086 |
| กันยายน | 18,453 | 23,959 | 14,199 | 18,351 | 23,934 | 20,212 | 19,851 |
| ตุลาคม | 22,739 | 19,916 | 26,295 | 12,284 | 12,963 | 17,752 | 18,658 |
| พฤศจิกายน | 22,838 | 24,381 | 15,343 | 13,818 | 14,214 | 18,748 | 18,223 |
| ธันวาคม | 14,685 | 21,664 | 20,823 | 16,218 | 14,328 | 6,438 | 15,693 |
| ผลรวม | 201,576 | 262,051 | 259,942 | 200,210 | 176,672 | 182,517 | 213,828 |
| ค่าเฉลี่ย | 16,798 | 21,838 | 21,662 | 16,684 | 14,723 | 15,210 | 17,819 |

เงินไม่ลับ

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| มกราคม | 13,544 | 6,053 | 15,779 | 8,627 | 5,412 | 3,191 | 8,768 |
| กุมภาพันธ์ | 6,262 | 5,264 | 9,706 | 1,462 | 2,199 | 2,455 | 4,558 |
| มีนาคม | 5,157 | 7,638 | 6,319 | 1,397 | 1,098 | 1,298 | 3,818 |
| เมษายน | 8,262 | 14,294 | 12,757 | 1,375 | 1,945 | 1,005 | 6,606 |
| พฤษภาคม | 12,066 | 13,485 | 12,937 | 1,750 | 1,654 | 1,932 | 7,304 |
| มิถุนายน | 5,288 | 8,666 | 4,027 | 1,109 | 1,198 | 1,687 | 3,663 |
| กรกฎาคม | 4,581 | 5,573 | 2,586 | 1,321 | 1,293 | 1,259 | 2,769 |
| สิงหาคม | 9,455 | 4,950 | 1,745 | 1,175 | 1,132 | 1,141 | 3,266 |
| กันยายน | 7,644 | 8,607 | 7,188 | 1,164 | 1,174 | 1,783 | 4,593 |
| ตุลาคม | 11,931 | 10,415 | 10,595 | 3,230 | 2,519 | 2,094 | 6,797 |
| พฤศจิกายน | 9,357 | 10,343 | 6,532 | 2,180 | 2,813 | 1,454 | 5,446 |
| ธันวาคม | 8,944 | 13,134 | 1,703 | 1,298 | 1,176 | 811 | 4,511 |
| ผลรวม | 102,490 | 108,420 | 91,874 | 26,088 | 23,613 | 20,111 | 62,099 |
| ค่าเฉลี่ย | 8,541 | 9,035 | 7,656 | 2,174 | 1,968 | 1,676 | 5,175 |

เงินง้ำมัน

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| มกราคม | 251 | 792 | 388 | 443 | 145 | 689 | 452 |
| กุมภาพันธ์ | 541 | 332 | 1,193 | 165 | 122 | 721 | 512 |
| มีนาคม | 188 | 379 | 1,142 | 498 | 25 | 1,273 | 584 |
| เมษายน | 1,193 | 476 | 857 | - | 145 | 732 | 681 |
| พฤษภาคม | 45 | 67 | 370 | - | - | 676 | 290 |
| มิถุนายน | - | - | 226 | - | - | 277 | 252 |
| กรกฎาคม | - | 50 | - | - | - | - | 50 |
| สิงหาคม | - | - | - | 98 | - | 134 | 116 |
| กันยายน | - | - | - | - | - | 200 | 200 |
| ตุลาคม | - | 121 | - | - | - | 134 | 127 |
| พฤศจิกายน | 539 | 300 | - | 328 | 872 | 819 | 572 |
| ธันวาคม | 333 | 430 | - | 298 | 515 | - | 394 |
| ผลรวม | 3,091 | 2,947 | 4,176 | 1,830 | 1,824 | 5,654 | 4,228 |
| ค่าเฉลี่ย | 442 | 327 | 696 | 305 | 304 | 565 | 352 |

ทลายป่าล้ม

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| มกราคม | - | - | 243 | 519 | - | 410 | 391 |
| กุมภาพันธ์ | - | - | 611 | 320 | - | 50 | 327 |
| มีนาคม | - | - | 698 | 121 | - | | 410 |
| เมษายน | - | 764 | 855 | 133 | - | 181 | 483 |
| พฤษภาคม | - | 667 | 687 | 356 | - | 388 | 524 |
| มิถุนายน | - | - | 315 | 23 | - | 570 | 303 |
| กรกฎาคม | - | - | 420 | 50 | 43 | 296 | 202 |
| สิงหาคม | - | - | 414 | 65 | 42 | | 174 |
| กันยายน | - | - | 791 | - | 511 | | 651 |
| ตุลาคม | - | 832 | 795 | - | 286 | 303 | 554 |
| พฤศจิกายน | 1,302 | 1,271 | 333 | 1,043 | 492 | 448 | 815 |
| ธันวาคม | 660 | - | 252 | - | 987 | 224 | 531 |
| ผลรวม | 1,962 | 3,533 | 6,414 | 2,630 | 2,361 | 2,869 | 5,363 |
| ค่าเฉลี่ย | 981 | 883 | 534 | 292 | 394 | 319 | 447 |

ชานอ้อย

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| มกราคม | | | | | 7,057 | 5,323 | 6,190 |
| กุมภาพันธ์ | | | | | 7,656 | | 7,656 |
| มีนาคม | | | | | 7,590 | | 7,590 |
| เมษายน | | | | | 6,353 | | 6,353 |
| พฤษภาคม | | | | | 4,075 | | 4,075 |
| มิถุนายน | | | | 2,137 | 4,884 | | 3,510 |
| กรกฎาคม | | | | 3,702 | 4,271 | | 3,987 |
| สิงหาคม | | | | 2,557 | 3,028 | 638 | 2,074 |
| กันยายน | | | | 2,338 | 1,357 | 187 | 1,294 |
| ตุลาคม | | | | 3,503 | 2,386 | 3,627 | 3,172 |
| พฤศจิกายน | | | | 9,848 | 4,337 | 3,732 | 5,973 |
| ธันวาคม | | | | 5,853 | 4,866 | 6,102 | 5,607 |
| ผลรวม | - | - | - | 29,939 | 57,860 | 19,609 | 57,481 |
| ค่าเฉลี่ย | - | - | - | 4,277 | 4,822 | 3,268 | 4,790 |

เปลือกไม้ยุคาลิปตัสแห้ง

| เดือน | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------|------|------|--------|---------|---------|---------|-------------|
| มกราคม | | | | 10,163 | 10,790 | 10,848 | 10,600 |
| กุมภาพันธ์ | | | | 12,407 | 12,496 | 12,511 | 12,471 |
| มีนาคม | | | | 12,347 | 12,935 | 11,801 | 12,361 |
| เมษายน | | | | 10,893 | 12,160 | 12,812 | 11,955 |
| พฤษภาคม | | | | 9,091 | 8,174 | 10,640 | 9,302 |
| มิถุนายน | | | | 9,110 | 9,291 | 8,001 | 8,800 |
| กรกฎาคม | | | | 8,530 | 9,996 | 9,121 | 9,216 |
| สิงหาคม | | | | 9,709 | 9,571 | 9,358 | 9,546 |
| กันยายน | | | 4,585 | 9,510 | 8,637 | 10,070 | 9,406 |
| ตุลาคม | | | 4,897 | 9,320 | 9,281 | 11,223 | 9,941 |
| พฤศจิกายน | | | 11,831 | 9,636 | 9,250 | 12,797 | 10,561 |
| ธันวาคม | | | 12,743 | 8,825 | 11,934 | 10,913 | 10,557 |
| ผลรวม | - | - | 34,056 | 119,540 | 124,515 | 130,094 | 124,716 |
| ค่าเฉลี่ย | - | - | 8,514 | 9,962 | 10,376 | 10,841 | 10,393 |



ภาคผนวก ข

ราคาเชื้อเพลิงชีวมวลทุกชนิด ในแต่ละเดือน (ปี 2552-2557) อ้างอิงข้อมูลโรงไฟฟ้า

กรณีศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แกลบ

| เดือน | ปี (บาท/ ตัน) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 1,307 | 1,391 | 1,617 | 1,797 | 1,480 | 1,729 | 1,553 |
| กุมภาพันธ์ | 1,459 | 1,389 | 1,683 | 1,470 | 1,545 | 1,686 | 1,539 |
| มีนาคม | 1,436 | 1,379 | 1,705 | 1,720 | 1,414 | 1,744 | 1,567 |
| เมษายน | 1,260 | 1,357 | 1,734 | 1,546 | 1,553 | 1,859 | 1,552 |
| พฤษภาคม | 1,315 | 1,386 | 1,734 | 1,546 | 1,573 | 1,720 | 1,546 |
| มิถุนายน | 1,196 | 1,368 | 1,720 | 1,544 | 1,525 | 1,625 | 1,497 |
| กรกฎาคม | 1,168 | 1,582 | 1,619 | 1,734 | 1,673 | 1,560 | 1,556 |
| สิงหาคม | 1,384 | 1,583 | 1,776 | 1,564 | 1,583 | 1,571 | 1,577 |
| กันยายน | 1,388 | 1,637 | 1,698 | 1,608 | 1,542 | 1,534 | 1,568 |
| ตุลาคม | 1,393 | 1,683 | 1,616 | 1,541 | 1,553 | 1,567 | 1,559 |
| พฤศจิกายน | 1,442 | 1,891 | 1,714 | 1,500 | 1,564 | 1,645 | 1,626 |
| ธันวาคม | 1,485 | 1,807 | 1,615 | 1,488 | 1,560 | 1,609 | 1,594 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | 1,353 | 1,538 | 1,686 | 1,588 | 1,547 | 1,654 | 1,561 |
| S.D. | 104 | 187 | 56 | 106 | 61 | 96 | 31 |

เปลือกยูคาลิปตัสสด

| เดือน | ปี (บาท/ ตัน) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 220 | 218 | 280 | 290 | 324 | 370 | 284 |
| กุมภาพันธ์ | 220 | 217 | 280 | 250 | 331 | 384 | 280 |
| มีนาคม | 220 | 217 | 280 | 284 | 349 | 345 | 283 |
| เมษายน | 220 | 216 | 278 | 377 | 325 | 350 | 294 |
| พฤษภาคม | 220 | 225 | 278 | 377 | 335 | 354 | 298 |
| มิถุนายน | 220 | 242 | 295 | 386 | 327 | 411 | 313 |
| กรกฎาคม | 220 | 275 | 298 | 390 | 336 | 413 | 322 |
| สิงหาคม | 220 | 280 | 296 | 413 | 348 | 400 | 326 |
| กันยายน | 222 | 280 | 311 | 403 | 351 | 413 | 330 |
| ตุลาคม | 223 | 280 | 310 | 393 | 355 | 415 | 329 |
| พฤศจิกายน | 220 | 280 | 328 | 385 | 342 | 362 | 320 |
| ธันวาคม | 218 | 280 | 328 | 307 | 438 | 429 | 333 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | 220 | 251 | 297 | 355 | 347 | 387 | 309 |
| S.D. | 1 | 30 | 19 | 55 | 31 | 30 | 20 |

จีนไม้สับ

| เดือน | ปี (บาท/ ตัน) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 1,132 | 1,322 | 1,490 | 1,481 | 1,564 | 1,427 | 1,403 |
| กุมภาพันธ์ | 1,089 | 1,327 | 1,585 | 1,477 | 1,435 | 1,421 | 1,389 |
| มีนาคม | 1,083 | 1,315 | 1,582 | 1,435 | 1,435 | 1,523 | 1,395 |
| เมษายน | 1,053 | 1,334 | 1,611 | 1,465 | 1,421 | 1,471 | 1,392 |
| พฤษภาคม | 1,021 | 1,262 | 1,511 | 1,465 | 1,481 | 1,515 | 1,376 |
| มิถุนายน | 1,019 | 1,291 | 1,763 | 1,398 | 1,471 | 1,501 | 1,407 |
| กรกฎาคม | 1,018 | 1,366 | 1,573 | 1,395 | 1,508 | 1,468 | 1,388 |
| สิงหาคม | 1,075 | 1,283 | 1,572 | 1,386 | 1,428 | 1,528 | 1,379 |
| กันยายน | 1,158 | 1,372 | 1,458 | 1,420 | 1,432 | 1,536 | 1,396 |
| ตุลาคม | 1,161 | 1,366 | 1,687 | 1,412 | 1,493 | 1,548 | 1,445 |
| พฤศจิกายน | 1,118 | 1,269 | 1,307 | 1,415 | 1,469 | 1,417 | 1,333 |
| ธันวาคม | 1,221 | 1,202 | 1,307 | 1,425 | 1,537 | 1,467 | 1,360 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | 1,096 | 1,309 | 1,537 | 1,431 | 1,473 | 1,485 | 1,388 |
| S.D. | 64 | 50 | 135 | 33 | 46 | 47 | 27 |

เหง้ามัน

| เดือน | ปี (บาท/ ตัน) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 811 | 810 | 880 | 400 | - | 727 | 725 |
| กุมภาพันธ์ | 511 | 810 | 848 | - | - | 721 | 722 |
| มีนาคม | 838 | 830 | 830 | - | - | 623 | 780 |
| เมษายน | 744 | 830 | 830 | 833 | - | 771 | 802 |
| พฤษภาคม | 1,192 | 830 | 830 | 833 | - | 915 | 920 |
| มิถุนายน | - | - | 700 | 830 | - | 901 | 810 |
| กรกฎาคม | - | 830 | - | 830 | - | 968 | 876 |
| สิงหาคม | - | - | - | 830 | - | 928 | 879 |
| กันยายน | - | - | - | 830 | - | 836 | 833 |
| ตุลาคม | 1,211 | 880 | - | 780 | - | - | 957 |
| พฤศจิกายน | 822 | 880 | - | - | 699 | - | 800 |
| ธันวาคม | 810 | 880 | - | - | 700 | - | 797 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | 867 | 842 | 820 | 771 | 700 | 821 | 825 |
| S.D. | 232 | 29 | 62 | 151 | 0 | 117 | 72 |

ทลายป่าล้ม

| เดือน | ปี (บาท/ ต้น) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | - | - | 855 | 655 | - | | 755 |
| กุมภาพันธ์ | - | - | 859 | 652 | - | 667 | 726 |
| มีนาคม | - | - | 854 | 669 | - | 790 | 771 |
| เมษายน | - | 860 | 882 | 637 | - | | 793 |
| พฤษภาคม | - | 830 | 882 | 637 | - | 740 | 772 |
| มิถุนายน | - | - | 851 | 599 | - | | 725 |
| กรกฎาคม | - | - | 797 | 654 | 650 | 828 | 732 |
| สิงหาคม | - | - | 721 | 625 | 650 | | 665 |
| กันยายน | - | - | 782 | - | 709 | | 745 |
| ตุลาคม | - | 867 | 761 | - | 743 | 746 | 779 |
| พฤศจิกายน | 822 | 869 | 742 | 661 | 735 | 774 | 767 |
| ธันวาคม | 814 | - | 742 | - | 744 | 817 | 779 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | 818 | 856 | 811 | 643 | 705 | 766 | 751 |
| S.D. | 6 | 18 | 60 | 21 | 45 | 55 | 35 |

ชาน้อย

| เดือน | ปี (บาท/ ต้น) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | - | - | - | - | 672 | 470 | 571 |
| กุมภาพันธ์ | - | - | - | - | 672 | 482 | 577 |
| มีนาคม | - | - | - | - | 573 | 452 | 512 |
| เมษายน | - | - | - | - | 335 | 519 | 427 |
| พฤษภาคม | - | - | - | - | 424 | 503 | 464 |
| มิถุนายน | - | - | - | 403 | 590 | 514 | 502 |
| กรกฎาคม | - | - | - | 441 | 376 | 498 | 438 |
| สิงหาคม | - | - | - | 517 | 350 | 507 | 458 |
| กันยายน | - | - | - | 729 | 425 | 695 | 616 |
| ตุลาคม | - | - | - | 688 | 427 | 454 | 523 |
| พฤศจิกายน | - | - | - | 577 | 491 | 500 | 523 |
| ธันวาคม | - | - | - | 836 | 369 | 424 | 543 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | - | - | - | 599 | 475 | 502 | 513 |
| S.D. | - | - | - | 159 | 122 | 67 | 59 |

เปลือกไม้ยุคาลิปตัสแห้ง

| เดือน | ปี (บาท/ ตัน) , (xi) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|-------------------------|----------------------|------|------|------|------|-------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | - | - | - | 720 | 881 | 727 | 776 |
| กุมภาพันธ์ | - | - | - | 545 | 769 | 721 | 678 |
| มีนาคม | - | - | - | 619 | 868 | 623 | 703 |
| เมษายน | - | - | - | 846 | 878 | 771 | 832 |
| พฤษภาคม | - | - | - | 846 | 891 | 915 | 884 |
| มิถุนายน | - | - | - | 782 | 888 | 901 | 857 |
| กรกฎาคม | - | - | - | 846 | 844 | 1,068 | 919 |
| สิงหาคม | - | - | - | 895 | 895 | 1,128 | 973 |
| กันยายน | - | - | 765 | 818 | 866 | 1,236 | 921 |
| ตุลาคม | - | - | 798 | 799 | 869 | 856 | 830 |
| พฤศจิกายน | - | - | 749 | 711 | 868 | 808 | 784 |
| ธันวาคม | - | - | 749 | 782 | 835 | 789 | 789 |
| ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) | - | - | 766 | 767 | 863 | 878 | 829 |
| S.D. | - | - | 23 | 103 | 35 | 182 | 88 |





ภาคผนวก ค

ค่าเฉลี่ยความชื้นจากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
(ห้อง Lab) ในแต่ละเดือน (ปี 2552-2557) อ้างอิงข้อมูลโรงไฟฟ้าการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แกลบ

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 16% | 14% | 13% | 12% | 12% | 15% | 14% |
| กุมภาพันธ์ | 13% | 13% | 9% | 11% | 12% | 12% | 12% |
| มีนาคม | 14% | 13% | 11% | 13% | 13% | 13% | 13% |
| เมษายน | 14% | 13% | 11% | 17% | 13% | 19% | 14% |
| พฤษภาคม | 16% | 16% | 17% | 17% | 17% | 21% | 17% |
| มิถุนายน | 19% | 17% | 16% | 17% | 16% | 21% | 18% |
| กรกฎาคม | 19% | 16% | 16% | 16% | 19% | 24% | 18% |
| สิงหาคม | 22% | 16% | 19% | 18% | 14% | 24% | 19% |
| กันยายน | 22% | 19% | 22% | 18% | 19% | 22% | 20% |
| ตุลาคม | 20% | 18% | 19% | 17% | 18% | 21% | 19% |
| พฤศจิกายน | 20% | 16% | 16% | 15% | 17% | 23% | 18% |
| ธันวาคม | 20% | 16% | 15% | 15% | 14% | 14% | 16% |
| ค่าเฉลี่ย | 18% | 16% | 15% | 15% | 15% | 19% | 16% |

เปลือกถั่วลิสงคัลิปัสสด

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 62% | 62% | 59% | 56% | 52% | 54% | 57% |
| กุมภาพันธ์ | 52% | 51% | 54% | 54% | 52% | 52% | 52% |
| มีนาคม | 55% | 52% | 54% | 54% | 53% | 52% | 53% |
| เมษายน | 53% | 52% | 56% | 57% | 58% | 61% | 56% |
| พฤษภาคม | 65% | 59% | 59% | 57% | 54% | 59% | 59% |
| มิถุนายน | 67% | 58% | 60% | 58% | 55% | 57% | 59% |
| กรกฎาคม | 64% | 62% | 60% | 58% | 54% | 61% | 60% |
| สิงหาคม | 65% | 64% | 59% | 59% | 57% | 62% | 61% |
| กันยายน | 66% | 64% | 62% | 61% | 60% | 64% | 63% |
| ตุลาคม | 66% | 64% | 59% | 59% | 59% | 59% | 61% |
| พฤศจิกายน | 60% | 61% | 58% | 55% | 59% | 57% | 58% |
| ธันวาคม | 60% | 62% | 55% | 56% | 58% | 52% | 57% |
| ค่าเฉลี่ย | 61% | 59% | 58% | 57% | 56% | 58% | 58% |

จีนไม้สับ

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 44% | 41% | 38% | 42% | 47% | 43% | 43% |
| กุมภาพันธ์ | 40% | 43% | 38% | 44% | 38% | 39% | 40% |
| มีนาคม | 42% | 37% | 35% | 41% | 40% | 42% | 39% |
| เมษายน | 45% | 37% | 37% | 49% | 48% | 41% | 43% |
| พฤษภาคม | 50% | 39% | 39% | 49% | 45% | 42% | 44% |
| มิถุนายน | 49% | 41% | 45% | 52% | 48% | 43% | 46% |
| กรกฎาคม | 49% | 49% | 51% | 54% | 44% | 44% | 48% |
| สิงหาคม | 46% | 46% | 45% | 50% | 47% | 46% | 47% |
| กันยายน | 49% | 46% | 45% | 49% | 45% | 43% | 46% |
| ตุลาคม | 50% | 44% | 42% | 45% | 39% | 42% | 44% |
| พฤศจิกายน | 48% | 43% | 46% | 43% | 41% | 44% | 44% |
| ธันวาคม | 48% | 45% | 45% | 48% | 48% | 46% | 47% |
| ค่าเฉลี่ย | 47% | 43% | 42% | 47% | 44% | 43% | 44% |

เหง้ามัน

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 56% | 59% | 58% | 59% | - | 57% | 58% |
| กุมภาพันธ์ | 51% | 56% | 54% | - | - | 53% | 53% |
| มีนาคม | 52% | 54% | 53% | - | - | 54% | 53% |
| เมษายน | 54% | 55% | 56% | 60% | - | 64% | 58% |
| พฤษภาคม | 56% | 58% | 61% | 60% | - | 62% | 59% |
| มิถุนายน | - | - | 56% | 62% | - | 61% | 60% |
| กรกฎาคม | - | 54% | - | 56% | - | 62% | 58% |
| สิงหาคม | - | - | - | 57% | - | 65% | 61% |
| กันยายน | - | - | - | 58% | - | 65% | 61% |
| ตุลาคม | 56% | 56% | - | 58% | - | - | 57% |
| พฤศจิกายน | 53% | 59% | - | - | 64% | - | 59% |
| ธันวาคม | 53% | 57% | - | - | 58% | - | 56% |
| ค่าเฉลี่ย | 54% | 57% | 56% | 59% | 61% | 60% | 58% |

ทลายป่าล้ม

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | - | - | 30% | 30% | - | - | 30% |
| กุมภาพันธ์ | - | - | 34% | 28% | - | 31% | 31% |
| มีนาคม | - | - | 37% | 26% | - | 33% | 32% |
| เมษายน | - | 29% | 36% | 31% | - | - | 32% |
| พฤษภาคม | - | 33% | 40% | 31% | - | 36% | 35% |
| มิถุนายน | - | - | 32% | 34% | - | - | 33% |
| กรกฎาคม | - | - | 31% | 36% | 40% | 37% | 36% |
| สิงหาคม | - | - | 33% | 35% | 35% | - | 34% |
| กันยายน | - | - | 30% | - | 37% | - | 34% |
| ตุลาคม | - | 25% | 33% | - | 32% | 36% | 32% |
| พฤศจิกายน | 33% | 39% | 30% | 25% | 32% | 35% | 32% |
| ธันวาคม | 29% | - | 31% | - | 30% | 32% | 31% |
| ค่าเฉลี่ย | 31% | 31% | 33% | 31% | 34% | 34% | 33% |

ชานอ้อย

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | - | - | - | - | 49% | 47% | 48% |
| กุมภาพันธ์ | - | - | - | - | 45% | 47% | 46% |
| มีนาคม | - | - | - | - | 47% | 46% | 47% |
| เมษายน | - | - | - | - | 51% | 48% | 50% |
| พฤษภาคม | - | - | - | - | 53% | 51% | 52% |
| มิถุนายน | - | - | - | 47% | 50% | 49% | 49% |
| กรกฎาคม | - | - | - | 48% | 49% | 50% | 49% |
| สิงหาคม | - | - | - | 48% | 53% | 50% | 50% |
| กันยายน | - | - | - | 46% | 51% | 51% | 49% |
| ตุลาคม | - | - | - | 50% | 52% | 52% | 51% |
| พฤศจิกายน | - | - | - | 45% | 47% | 49% | 47% |
| ธันวาคม | - | - | - | 47% | 45% | 48% | 47% |
| ค่าเฉลี่ย | - | - | - | 47% | 49% | 49% | 49% |

เปลือกไม้ยูคาลิปตัสแห้ง

| เดือน | ค่าความชื้นเฉลี่ย (%) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|-------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2552-2557 |
| มกราคม | - | - | - | 29% | 28% | 27% | 28% |
| กุมภาพันธ์ | - | - | - | 31% | 27% | 29% | 29% |
| มีนาคม | - | - | - | 27% | 31% | 31% | 29% |
| เมษายน | - | - | - | 27% | 27% | 29% | 28% |
| พฤษภาคม | - | - | - | 27% | 28% | 30% | 29% |
| มิถุนายน | - | - | - | 26% | 30% | 30% | 29% |
| กรกฎาคม | - | - | - | 31% | 26% | 31% | 30% |
| สิงหาคม | - | - | - | 31% | 31% | 32% | 31% |
| กันยายน | - | - | 26% | 30% | 32% | 31% | 30% |
| ตุลาคม | - | - | 30% | 29% | 33% | 30% | 31% |
| พฤศจิกายน | - | - | 32% | 25% | 29% | 32% | 30% |
| ธันวาคม | - | - | 30% | 27% | 31% | 28% | 29% |
| ค่าเฉลี่ย | - | - | 30% | 28% | 29% | 30% | 29% |



ภาคผนวก ง

ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลในปี 2556 จากระบบ
รายงาน ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|----------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 148.225 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 982.016 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 1476.737 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ | ยางพารา | ปีกไม้ | 10508.112 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ขลุง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 4.51 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ขลุง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 484.597 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ขลุง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 1228.567 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ขลุง | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 3679.832 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ขลุง | ยางพารา | ปีกไม้ | 7680.768 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ขลุง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ท่าใหม่ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0.53 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ท่าใหม่ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 153.958 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ท่าใหม่ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 382.007 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ท่าใหม่ | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 7282.627 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ท่าใหม่ | ยางพารา | ปีกไม้ | 9936.936 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | ท่าใหม่ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | นายายอาม | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | นายายอาม | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 187.51 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | นายายอาม | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 242.988 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | นายายอาม | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 2217.187 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | นายายอาม | ยางพารา | ปีกไม้ | 7315.632 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | นายายอาม | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | มะขาม | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | มะขาม | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 291.565 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | มะขาม | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 285.661 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | มะขาม | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 904.118 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | มะขาม | ยางพารา | ปีกไม้ | 8084.268 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | มะขาม | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | สอยดาว | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | สอยดาว | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 157.356 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | สอยดาว | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 4151.45 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | สอยดาว | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 92850.25 |

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|------------|---------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | สอยดาว | ยางพารา | ปึกไม้ | 9827.628 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | สอยดาว | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 45267.602 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | เมือง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 1.26 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | เมือง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 317.897 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | เมือง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 233.446 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | เมือง | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 45.709 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | เมือง | ยางพารา | ปึกไม้ | 3099.18 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | เมือง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แก่งหางแมว | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แก่งหางแมว | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 53.301 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แก่งหางแมว | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 6542.902 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แก่งหางแมว | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 11509.5 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แก่งหางแมว | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แก่งหางแมว | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แหลมสิงห์ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แหลมสิงห์ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 174.557 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แหลมสิงห์ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แหลมสิงห์ | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แหลมสิงห์ | ยางพารา | ปึกไม้ | 52.404 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | แหลมสิงห์ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | โป่งน้ำร้อน | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | โป่งน้ำร้อน | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 94.074 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | โป่งน้ำร้อน | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 1640.562 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | โป่งน้ำร้อน | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 58194.84 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | โป่งน้ำร้อน | ยางพารา | ปึกไม้ | 5055.072 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | จันทบุรี | โป่งน้ำร้อน | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | กิ่งอำเภอคลองเขื่อน | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 5018.217 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | กิ่งอำเภอคลองเขื่อน | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 5361.877 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | กิ่งอำเภอคลองเขื่อน | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 6.445 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | กิ่งอำเภอคลองเขื่อน | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | กิ่งอำเภอคลองเขื่อน | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | กิ่งอำเภอคลองเขื่อน | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ท่าตะเกียบ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 264.009 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ท่าตะเกียบ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 2203.549 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ท่าตะเกียบ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 4167.155 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ท่าตะเกียบ | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 111279.852 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ท่าตะเกียบ | ยางพารา | ปึกไม้ | 4495.2 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ท่าตะเกียบ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 60305.188 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางคล้า | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 3218.076 |

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางคล้า | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 3259.5 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางคล้า | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางคล้า | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางคล้า | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางคล้า | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางน้ำเปรี้ยว | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 34111.648 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางน้ำเปรี้ยว | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 36961.035 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางน้ำเปรี้ยว | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 143.885 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางน้ำเปรี้ยว | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางน้ำเปรี้ยว | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางน้ำเปรี้ยว | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางปะกง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 444.958 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางปะกง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 1960.78 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางปะกง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางปะกง | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางปะกง | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บางปะกง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บ้านโพธิ์ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 2926.229 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บ้านโพธิ์ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 3474.965 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บ้านโพธิ์ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บ้านโพธิ์ | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บ้านโพธิ์ | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | บ้านโพธิ์ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | พนมสารคาม | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 8750.391 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | พนมสารคาม | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 13637.62 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | พนมสารคาม | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 189.46 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | พนมสารคาม | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 64003.23 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | พนมสารคาม | ยางพารา | ปีกไม้ | 319.632 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | พนมสารคาม | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 4590.729 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ราชสาส์น | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 5658.273 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ราชสาส์น | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 5910.701 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ราชสาส์น | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 32.416 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ราชสาส์น | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 29.799 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ราชสาส์น | ยางพารา | ปีกไม้ | 1.38 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | ราชสาส์น | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | สนามชัยเขต | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 786.321 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | สนามชัยเขต | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 6566.411 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | สนามชัยเขต | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 2161.212 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | สนามชัยเขต | มันสำปะหลัง | เห้งน้ำมันสำปะหลัง | 0 |

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | สนามชัยเขต | ยางพารา | ปึกไม้ | 3447.72 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | สนามชัยเขต | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 25089.775 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | เมือง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 16342.977 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | เมือง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 15245.993 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | เมือง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | เมือง | มันสำปะหลัง | เห้ง้ามันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | เมือง | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | เมือง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | แปลงยาว | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 1412.229 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | แปลงยาว | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 2535.637 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | แปลงยาว | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 832.547 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | แปลงยาว | มันสำปะหลัง | เห้ง้ามันสำปะหลัง | 36631.125 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | แปลงยาว | ยางพารา | ปึกไม้ | 1456.068 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ฉะเชิงเทรา | แปลงยาว | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 32071.348 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | บ้านนา | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 5029.38 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | บ้านนา | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 9144.321 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | บ้านนา | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 14.234 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | บ้านนา | มันสำปะหลัง | เห้ง้ามันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | บ้านนา | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | บ้านนา | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | ปากพลี | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 1307.546 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | ปากพลี | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 7585.495 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | ปากพลี | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | ปากพลี | มันสำปะหลัง | เห้ง้ามันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | ปากพลี | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | ปากพลี | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | องครักษ์ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 22895.066 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | องครักษ์ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 21865.645 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | องครักษ์ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 874.086 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | องครักษ์ | มันสำปะหลัง | เห้ง้ามันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | องครักษ์ | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | องครักษ์ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | เมือง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 6644.406 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | เมือง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 11613.859 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | เมือง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | เมือง | มันสำปะหลัง | เห้ง้ามันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | เมือง | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | นครนายก | เมือง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | กบินทร์บุรี | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 1432.75 |

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | กบินทร์บุรี | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 7221.813 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | กบินทร์บุรี | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 1236.365 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | กบินทร์บุรี | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 54968.922 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | กบินทร์บุรี | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | กบินทร์บุรี | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 36294.156 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | นาดี | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 797.981 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | นาดี | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 2494.01 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | นาดี | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 342.524 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | นาดี | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 23984.164 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | นาดี | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | นาดี | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 1639.247 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | บ้านสร้าง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 11917.292 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | บ้านสร้าง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 8438.932 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | บ้านสร้าง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | บ้านสร้าง | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | บ้านสร้าง | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | บ้านสร้าง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ประจันตคาม | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 408.804 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ประจันตคาม | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 2696.622 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ประจันตคาม | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ประจันตคาม | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 2434.94 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ประจันตคาม | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ประจันตคาม | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมหาโพธิ์ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 2847.165 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมหาโพธิ์ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 3381.026 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมหาโพธิ์ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 42.355 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมหาโพธิ์ | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 21522.432 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมหาโพธิ์ | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมหาโพธิ์ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 193.357 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมโหสถ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 3131.494 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมโหสถ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 2572.383 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมโหสถ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมโหสถ | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 2529.387 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมโหสถ | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | ศรีมโหสถ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | เมือง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 2237.962 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | เมือง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 3793.474 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | เมือง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 8.516 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | เมือง | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 883.956 |

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|------------|---------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | เมือง | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | ปราจีนบุรี | เมือง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 369.63 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 1440.787 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 43196.59 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 61641.074 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอโคกสูง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 5.55 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอโคกสูง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 4087.345 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอโคกสูง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 484.058 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอโคกสูง | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 6288.924 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอโคกสูง | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | กิ่งอำเภอโคกสูง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 36518.598 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | คลองหาด | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 4.559 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | คลองหาด | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 1286.465 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | คลองหาด | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 2226.8 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | คลองหาด | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 32734.697 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | คลองหาด | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | คลองหาด | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 106783.656 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | ตาพระยา | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 1636.377 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | ตาพระยา | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 7665.057 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | ตาพระยา | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 595.673 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | ตาพระยา | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 28894.396 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | ตาพระยา | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | ตาพระยา | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 42767.582 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วังน้ำเย็น | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 205.761 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วังน้ำเย็น | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 1275.97 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วังน้ำเย็น | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 1045.491 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วังน้ำเย็น | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 22339.416 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วังน้ำเย็น | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วังน้ำเย็น | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 53045.605 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วัฒนานคร | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 820.666 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วัฒนานคร | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 11941.94 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วัฒนานคร | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายปาล์มเปล่า | 1342.083 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วัฒนานคร | มันสำปะหลัง | เห้งมันสำปะหลัง | 45624.176 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วัฒนานคร | ยางพารา | ปึกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | วัฒนานคร | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 99454.273 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | อรัญประเทศ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 136.183 |

| ปี | ภูมิภาค | จังหวัด | อำเภอ/เขต | พืช | ชีวมวล | ปริมาณชีวมวล(ตัน) |
|------|-------------|---------|------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | อรัญประเทศ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 10732.717 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | อรัญประเทศ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายน้ำมัน-ผลผลิต | 2669.696 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | อรัญประเทศ | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 13095.282 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | อรัญประเทศ | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | อรัญประเทศ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 124310.266 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เขาฉกรรจ์ | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 225.981 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เขาฉกรรจ์ | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 4130.164 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เขาฉกรรจ์ | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายน้ำมัน-ผลผลิต | 387.285 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เขาฉกรรจ์ | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 19958.186 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เขาฉกรรจ์ | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เขาฉกรรจ์ | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 41988.406 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เมือง | ข้าวนาปรัง | แกลบ-นาปรัง | 144.112 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เมือง | ข้าวนาปี | แกลบ-นาปี | 5209.04 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เมือง | ปาล์มน้ำมัน-ผลผลิต | ทะลายน้ำมัน-ผลผลิต | 477.566 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เมือง | มันสำปะหลัง | เห้งจำมันสำปะหลัง | 60346.938 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เมือง | ยางพารา | ปีกไม้ | 0 |
| 2556 | ภาคตะวันออก | สระแก้ว | เมือง | อ้อยโรงงาน | กากอ้อย | 75891.469 |

ภาคผนวก จ

ค่าสภาพภูมิอากาศในช่วง 6 ปีหลังจากที่ผ่านมา (2552-2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อุณหภูมิจึงอากาศหนาวช่วงปลายปี 2552

ในช่วงตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมเป็นต้นมา บริเวณความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยเป็นระยะๆ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยเกือบตลอดช่วง ทำให้ประเทศไทยเริ่มมีอากาศเย็นเกือบทั่วไปในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ช่วงปลายเดือนตุลาคม และเริ่มมีอากาศหนาวบางพื้นที่ในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน จากนั้นอุณหภูมิสูงขึ้นทั่วไปทุกภาค เว้นแต่ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนอุณหภูมิลดลงอีกครั้งจนมีอากาศหนาวเกือบทั่วไปในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและมีอากาศหนาวบางพื้นที่ในภาคกลางและภาคตะวันออก ส่วนในเดือนธันวาคมมีอากาศหนาวต่อเนื่องแต่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางพื้นที่ในภาคกลาง สำหรับภาคใต้มีอากาศเย็นส่วนมากในเดือนธันวาคม โดยในภาพรวมตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นต้นมาพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2553

ปี 2553 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติทุกเดือนและหลายพื้นที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่วัดได้ ส่วนปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าค่าปกติประมาณ 5 % และสูงกว่าปีที่ผ่านมา (ปี 2552 สูงกว่าค่าปกติ 2%) นอกจากนี้ยังประสบอุทกภัยรุนแรงหลายพื้นที่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างและภาคกลางในช่วงเดือนตุลาคม ต่อเนื่องถึงกลางเดือนพฤศจิกายน จากอิทธิพลของร่องมรสุม และบริเวณภาคใต้ในช่วงครึ่งแรกของเดือนพฤศจิกายนจากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยซึ่งมีเพียงลูกเดียวในปีนั้น นอกจากนั้นยังประสบภาวะฝนแล้งในช่วงฤดูร้อนต่อเนื่องต้นฤดูฝนหลายพื้นที่ในประเทศไทยตอนบนได้รับผลกระทบเป็นบริเวณกว้าง สำหรับรายละเอียดของสภาพอากาศ ปริมาณฝนและอุณหภูมิมีดังต่อไปนี้

ในช่วงเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวปกติจะมีฝนน้อย แต่ในปีนั้นทั่วทุกภาคกลับมีฝนสูงกว่าค่าปกติ โดยเฉพาะภาคเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางที่มีปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายภาคสูงที่สุดในคาบ 35 ปี (พ.ศ.2519-2553) ต่อจากนั้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ต่อเนื่องถึงพฤษภาคมประเทศไทยมีฝนน้อยและมีปริมาณต่ำกว่าปกติ ทำให้ประเทศไทยโดยเฉพาะตอนบนของประเทศต้องประสบกับสถานการณ์ภัยแล้งและส่งผลกระทบต่อเกษตรกรหลายพื้นที่ในช่วงดังกล่าว จากนั้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนซึ่งเริ่มตั้งแต่วันที่ 21 พฤษภาคมเป็นต้นไปจนเข้าสู่ฤดูหนาวในช่วงปลายปีเกือบทุกภาคมีฝนดีและมีปริมาณสูงกว่าค่าปกติ โดยบางพื้นที่มีปริมาณฝนใน 24 ชั่วโมงทำลายสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ โดยเฉพาะในช่วงครึ่งหลังของเดือนตุลาคมหลายพื้นที่ของประเทศไทยประสบกับสภาวะฝนตกหนักหนาแน่นเป็นบริเวณกว้าง จนก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากครั้งรุนแรงในบริเวณจังหวัดตาก เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ชัยภูมิ ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ ขอนแก่น นครสวรรค์ สุพรรณบุรี ลพบุรี สระบุรี สระแก้ว ปราจีนบุรี นครนายก ระยอง และตราด จากอิทธิพลของร่องมรสุมกำลังแรงที่พัดผ่านบริเวณภาคกลางตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ตอนบน และอ่าวไทยเข้าสู่หอย่อมความกดอากาศต่ำในทะเลจีนใต้ ประกอบกับหอย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่ปกคลุมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างได้เคลื่อนตัวตามแนวร่องมรสุมเข้าปกคลุมภาคกลางและภาคเหนือตอนล่างในช่วงวันที่ 15-18 ตุลาคม และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรงพัดปกคลุมประเทศไทยในช่วงดังกล่าว นอกจากนี้ในช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายนพายุดีเปรสชันที่ก่อตัวบริเวณอ่าวไทยตอนล่างในวันที่ 31 ตุลาคม ได้เคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก บริเวณอำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน จากนั้นได้เคลื่อนตัวผ่านในแนวจังหวัดพัทลุง ตรัง กระบี่ และพังงาก่อนลงสู่ทะเลอันดามันในวันต่อมา ส่งผลให้หลายพื้นที่บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปประสบกับสภาวะคลื่นลมแรง ฝนตกหนักหนาแน่นเป็นบริเวณกว้าง ปริมาณฝนใน 24 ชั่วโมง ส่วนใหญ่วัดได้อยู่ในช่วง 100-300 มิลลิเมตร ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมบ้านเรือนราษฎรทั้งในเขตเทศบาลและพื้นที่การเกษตรในหลายพื้นที่ของจังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา นราธิวาส ตรัง กระบี่ และสตูลในช่วงดังกล่าว

สำหรับอุณหภูมิประเทศไทยในปีนั้นทุกเดือนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ โดยในช่วงเดือนมกราคมและต้นเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว บริเวณความกดอากาศสูงซึ่งเป็นมวลอากาศหนาวเย็นจากประเทศจีนไม่ได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยโดยตรงแต่แผ่ไปทางด้านตะวันออกเฉียงมาปกคลุมบริเวณทะเลจีนใต้ ส่งผลให้มีลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน ทำให้ในช่วงดังกล่าวทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามยังมีอากาศเย็นทั่วไปกับมีอากาศหนาวในตอนเช้าหลายพื้นที่ในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนบริเวณที่ภูเขาและยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดเป็นระยะ ๆ อุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ 10.1 °ซ. ที่ อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 19 มกราคม สำหรับอุณหภูมิต่ำที่สุดบริเวณที่ภูเขาและยอดดอย 2.0 °ซ. ที่สถานีอากาศเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 3 มกราคม เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนตั้งแต่ประมาณสัปดาห์ที่สองของเดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นไปหลายพื้นที่ของประเทศไทยตอนบนมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนมีอากาศร้อนต่อเนื่องในตอนกลางวันจากอิทธิพลของหอย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนที่ปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนเป็นช่วงๆ โดยเฉพาะในช่วงเดือนมีนาคม เมษายนและครึ่งแรกของเดือนพฤษภาคมมีอากาศร้อนทั่วไปและมีอากาศร้อนจัดบางพื้นที่ โดยหลายพื้นที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงขึ้นจนทำลายสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ โดยอุณหภูมิสูงสุดปีนี้วัดได้ 44.0 °ซ. ที่ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม และเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนไปจนถึงปลายเดือนตุลาคม อากาศได้คลายความร้อนอบอ้าวลงไปแต่ยังคงมีอากาศร้อนในตอนกลางวันในบางพื้นที่ จากนั้นเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยเกือบตลอดช่วง ทำให้อุณหภูมิลดลงและมีอากาศเย็นเกือบทั่วไปในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีอากาศหนาวหลายพื้นที่ในระยะครึ่งแรกของเดือนพฤศจิกายนและปลายเดือนธันวาคม อุณหภูมิต่ำที่สุดในช่วงปลายปีวัดได้ 9.0 °ซ. ที่ สภ.นครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม

สภาวะอากาศของประเทศไทย ในปีพ.ศ. 2554

สภาวะอากาศของประเทศไทยในปี 2554 มีความผันแปรผิดไปจากปกติมาก กล่าวคือในช่วงฤดูร้อนอากาศไม่ร้อนมากนัก อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมต่ำกว่าค่าปกติและหลายพื้นที่มีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ นอกจากนี้ยังมีฝนมากผิดปกติ จากฝนที่ตกชุกหนาแน่นในช่วงฤดูร้อน โดยเฉพาะในเดือนมีนาคม อีกทั้งฤดูฝนปีนี้เริ่มต้นเร็วกว่าปกติและมีฝนตกต่อเนื่องโดยไม่มีภาวะฝนทิ้งช่วง ทำให้เกิดอุทกภัยรุนแรงหลายพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคใต้ในช่วงเดือนมีนาคม รวมทั้งบริเวณภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางในช่วงเดือนกรกฎาคมต่อเนื่องถึงต้นเดือนธันวาคม ซึ่งนับเป็นเหตุการณ์อุทกภัยครั้งรุนแรงของประเทศไทยและต่อเนื่องยาวนาน สร้างความเสียหายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน การท่องเที่ยว การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และสภาพเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศเป็นอย่างมาก โดยปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีของประเทศไทยในปีนี้สูงกว่าค่าปกติประมาณ 24 % และมีค่ามากที่สุดในการปี 61 ปี(พ.ศ. 2494-2554) สำหรับพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรงในปีนี้มีจำนวน 1 ลูก คือพายุโซนร้อน “นกเตน”(NOCK-TEN 1108) ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม (ดูภาพประกอบ) นอกจากนี้ยังมีพายุหมุนเขตร้อนที่แม้จะไม่ได้เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรงแต่ได้อ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมบริเวณประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง อีกจำนวน 4 ลูก ได้แก่พายุโซนร้อน “ไหหมา”(HAIMA 1104) ในช่วงวันที่ 25-26 มิถุนายน ได้ฝุ่น “เนสาด” (NESAT 1117) และพายุโซนร้อน “ไหถาง” (HAITANG 1118) ในช่วงปลายเดือนกันยายนต่อเนื่องถึงต้นเดือนตุลาคม และได้ฝุ่น “นาลแก” (NALGAE 1119) ในช่วงต้นเดือนตุลาคม สำหรับรายละเอียดของสภาพอากาศ ปริมาณฝนและอุณหภูมิมีดังต่อไปนี้

ในช่วงเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยเกือบตลอดเดือน และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทยและอ่าวไทยมีกำลังแรงเป็นระยะๆ ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีอากาศหนาวเย็นทั่วไป ส่วนบริเวณเทือกเขาและยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัด นอกจากนี้ในบางช่วงมีฝนตกจากอิทธิพลของคลื่นกระแสลมตะวันตกที่เคลื่อน

เข้าปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบน ส่วนภาคใต้มีอากาศเย็นหลายพื้นที่ส่วนมากทางตอนบนของภาคและมีฝนตกเกือบตลอดเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยเดือนนี้ส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับค่าปกติ เว้นแต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางที่ต่ำกว่าปกติถึง 1.5 และ 0.5 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยอุณหภูมิต่ำสุดวัดได้ 8.5 องศาเซลเซียสที่สถานีตรวจอากาศเกษตรนครพนม อำเภอมือง จังหวัดนครพนม เมื่อวันที่ 13 มกราคม สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดบริเวณเทือกเขาและยอดดอย 2.5 องศาเซลเซียส ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย เมื่อวันที่ 18 มกราคม ต่อจากนั้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์มีอากาศหนาวเย็นทั่วไปในตอนเช้าส่วนมากบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบตลอดเดือน ส่วนในตอนกลางวันมีอากาศร้อนต่อเนื่องเป็นช่วง ๆ ตั้งแต่กลางเดือนเป็นต้นไป โดยมีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีฝนเพิ่มขึ้นเกือบทั่วไปในระยะครึ่งหลังของเดือน ซึ่งนับเป็นการเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนตามปกติคือกลางเดือนกุมภาพันธ์

ฤดูร้อนปีนี้อากาศแปรปรวนไปจากปกติมาก โดยเฉพาะเดือนมีนาคมซึ่งโดยปกติจะมีอากาศร้อนอบอ้าวและมีฝนไม่มากนัก แต่ในปีนี้มีบริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศเย็นเกือบตลอดเดือนและมีอากาศหนาวบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากอิทธิพลของบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะ ๆ ประกอบกับคลื่นกระแสลมตะวันตกเคลื่อนเข้าปกคลุมประเทศไทยตอนบนในบางช่วงทำให้มีฝนเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ผ่านมา โดยปริมาณฝนรวมทั้งประเทศของเดือนมีนาคมปีนี้สูงกว่าค่าปกติถึง 369% หลายพื้นที่ที่มีปริมาณฝนมากที่สุดใน 24 ชั่วโมงสูงกว่าสถิติเดิมและมีอุณหภูมิต่ำสุดรายวันต่ำกว่าสถิติเดิมของเดือนเดียวกัน ส่วนภาคใต้มีลมตะวันออกเฉียงพัดปกคลุมเกือบตลอดเดือนและในช่วงปลายเดือนมีหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมบริเวณภาคใต้ตอนกลาง ทำให้บริเวณภาคใต้มีฝนตกชุกหนาแน่นเกือบตลอดเดือน โดยมีฝนหนักถึงหนักมากต่อเนื่องในหลายพื้นที่โดยเฉพาะในช่วงปลายเดือน ก่อให้เกิดอุทกภัยเป็นบริเวณกว้างและรุนแรงเป็นประวัติการณ์ครั้งหนึ่งของเดือนมีนาคม บริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา พัทลุง นราธิวาส ยะลา ตรัง พังงา กระบี่ และสตูล นอกจากนี้ยังมีรายงานดินโคลนถล่มในจังหวัดชุมพร

สุราษฎร์ธานี ตรังและกระบี่ในช่วงปลายเดือน เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายนมีอากาศร้อนหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในช่วงกลางเดือนมีอากาศร้อนจัดบางพื้นที่ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และวัดอุณหภูมิซึ่งสูงที่สุดปีนี้ได้ 40.7 องศาเซลเซียส ที่อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ เมื่อวันที่ 18 เมษายน อย่างไรก็ตามบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปะทะกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ ทำให้ประเทศไทยมีฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรงในบางพื้นที่และอุณหภูมิลดลงในช่วงปลายเดือน ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าค่าปกติในทุกภาค โดยเฉพาะภาคเหนืออุณหภูมิลดต่ำกว่าค่าปกติถึง 1.8 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณฝนโดยรวมของประเทศไทยสูงกว่าค่าปกติ

สำหรับฤดูฝนปีนี้เริ่มต้นเร็วกว่าปกติประมาณ 1 สัปดาห์ โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคมถึงประมาณกลางเดือนตุลาคม เกือบตลอดทั้งฤดูพื้นที่ส่วนใหญ่มีการกระจายของฝนสม่ำเสมอและมีปริมาณสูงกว่าค่าปกติ จากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทยมีกำลังแรงเป็นระยะๆ ประกอบกับร่องมรสุมพาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยในช่วงปลายเดือนมิถุนายนบริเวณประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อน “ไหหมา” (HAIMA 1104) ในทะเลจีนใต้ตอนบนที่เคลื่อนขึ้นฝั่งบริเวณประเทศเวียดนามตอนบนเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน แล้วอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันในวันต่อมาและเคลื่อนผ่านประเทศลาวพร้อมกับอ่อนกำลังลงอีก โดยเมื่อวันที่ 26 มิถุนายนได้อ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงบริเวณประเทศลาว ก่อนเคลื่อนเข้าปกคลุมบริเวณจังหวัดน่านแล้วสลายตัวไปในวันเดียวกัน พายุลูกนี้ส่งผลให้หลายจังหวัดบริเวณประเทศไทยตอนบนโดยเฉพาะภาคเหนือมีฝนตกหนักถึงหนักมากต่อเนื่องกันเป็นบริเวณกว้างและเกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก และดินถล่มบริเวณจังหวัดแพร่ เชียงราย พะเยา น่าน ตากและสุโขทัยในช่วงวันที่ 25 - 26 มิถุนายน มีผู้เสียชีวิตรวม 3 ราย ประชาชนได้รับความเดือดร้อน 105,703 ครัวเรือน 411,573 คน พื้นที่เกษตรเสียหาย 159,598 ไร่ (ที่มา : กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ณ วันที่ 4 กรกฎาคม 2554) จากนั้นในช่วงปลายเดือนกรกฎาคมพายุโซนร้อน “นกเตน” (NOCK-TEN 1108) ในทะเลจีนใต้ตอนกลางได้

เคลื่อนตัวขึ้นฝั่งบริเวณประเทศเวียดนามตอนบน ผ่านประเทศลาวแล้วอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันก่อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณจังหวัดน่านในวันที่ 31 กรกฎาคม นับเป็นพายุลูกแรกและลูกเดียวที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในปีนี้ ซึ่งทำให้มีฝนทั่วไปกับมีฝนหนักถึงหนักมากบางพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนมีฝนหนักถึงหนักมากหลายพื้นที่ โดยปริมาณฝนมากที่สุด 24 ชั่วโมงบริเวณประเทศไทยตอนบนวัดได้ที่อำเภอเมืองจังหวัดหนองคาย เมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม สูงถึง 405.9 มิลลิเมตร ซึ่งทำลายสถิติเดิมในรอบ 61 ปีของจังหวัดหนองคาย และมีรายงานน้ำท่วมบริเวณจังหวัดแม่ฮ่องสอน น่าน แพร่ อุดรดิตต์ พิษณุโลก พิจิตร หนองคาย เลย อุดรธานี สกลนคร และนครพนม เมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม จากนั้นในเดือนสิงหาคมบริเวณประเทศตอนบนยังคงมีฝนตกหนาแน่นเกือบตลอดเดือน โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานฝนหนักถึงหนักมากเป็นระยะๆ จนก่อให้เกิดน้ำท่วมต่อเนื่องในหลายพื้นที่ สำหรับภาคใต้ปริมาณฝนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงกลางเดือนและปลายเดือน และมีรายงานน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่มในบางพื้นที่ นอกจากนี้ในช่วงปลายเดือนกันยายนต่อเนื่องถึงต้นเดือนตุลาคม ร่องมรสุมที่พาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบนและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยมีกำลังแรงขึ้นจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน 2 ลูกคือพายุโซนร้อน “ไห่ถาง (HAITANG 1118)” ซึ่งเคลื่อนขึ้นฝั่งบริเวณเมืองเว้ ประเทศเวียดนาม ในวันที่ 27 กันยายนแล้วอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันก่อนเคลื่อนตัวผ่านประเทศลาวแล้วอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเคลื่อนเข้าปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทยในวันที่ 28 กันยายน และได้ฝน “เนสาด (NESAT 1117)” ในทะเลจีนใต้ตอนบนซึ่งเคลื่อนตัวผ่านอ่าวตังเกี๋ยขึ้นฝั่งเมืองฮาลอง ประเทศเวียดนามในขณะที่กำลังแรงเป็นพายุโซนร้อนในวันที่ 30 กันยายน แล้วอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันและหย่อมความกดอากาศต่ำ เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม มาในช่วงต้นเดือนตุลาคม มีได้ฝน “นาลแก” (NALGAE 1119) ในทะเลจีนใต้ได้เคลื่อนตัวขึ้นฝั่งและสลายตัวบริเวณประเทศเวียดนามตอนบน แต่พายุลูกนี้มีผลกระทบต่อประเทศไทยน้อยมาก พายุเหล่านี้ต่างส่งผล

ให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนตกหนาแน่นและมีรายงานฝนหนักถึงหนักมากเป็นระยะๆต่อเนื่องจากเดือนที่ผ่านมา อีกทั้งมีรายงานน้ำเหนือไหลหลากเข้าท่วมหลายพื้นที่ ประกอบกับในระยะครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นช่วงที่น้ำทะเลหนุนสูงจึงทำให้เกิดน้ำท่วมรุนแรงบริเวณจังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี อุทัยธานี อ่างทอง สิงห์บุรี อuyuยา นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานครและนครปฐม สร้างความเสียหายกับชีวิต ทรัพย์สิน บ้านเรือนราษฎร พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก นับเป็นอุทกภัยที่รุนแรงมากเป็นประวัติการณ์ครั้งหนึ่งของประเทศไทย และในบางพื้นที่ดังกล่าวข้างต้นมีรายงานน้ำท่วมต่อเนื่องยาวนานจนกระทั่งถึงต้นเดือนธันวาคมจึงได้คลี่คลายเป็นปกติ ส่วนภาคใต้มีฝนตกหนาแน่นเป็นช่วงๆ กับมีฝนหนักถึงหนักมากบางพื้นที่เป็นบางวัน อย่างไรก็ตามในระยะครึ่งหลังของเดือนตุลาคมบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบน และลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยได้เปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นการสิ้นสุดฤดูฝนและเริ่มต้นฤดูหนาวตามปกติ

เมื่อถึงฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำลงและมีอากาศเย็นชัดเจนบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม จากนั้นปริมาณและการกระจายของฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนลดลงอย่างชัดเจนและมีอากาศเย็นทั่วไปกับมีอากาศหนาวบางพื้นที่ โดยอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงครึ่งหลังของเดือนธันวาคมและมีอากาศหนาวเกือบทั่วไป

ในประเทศไทยตอนบนกับมีอากาศหนาวจัดบริเวณเทือกเขาและยอดดอย จากอิทธิพลของบริเวณความกดอากาศสูงกำลังแรงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิต่ำที่สุด 9.0 องศาเซลเซียส ที่สภ.สกลนคร อำเภอเมืองจังหวัดสกลนคร เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม และที่สภ.นครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม สำหรับบริเวณเทือกเขาและยอดดอยอุณหภูมิต่ำที่สุด 1.5 องศาเซลเซียส ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ดอยอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม ส่วนภาคใต้มีอากาศเย็นทางตอนบนของภาค อย่างไรก็ตามอุณหภูมิต่ำสุดของประเทศไทยในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมสูงกว่าค่าปกติในทุกภาค สำหรับภาคใต้ในช่วงนี้มีฝนตกชุกหนาแน่นโดยเฉพาะทางฝั่งตะวันออกของภาค เนื่องจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทย อ่าวไทย และภาคใต้มีกำลังค่อนข้างแรง ประกอบกับมีหย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณทะเลจีนใต้ตอนล่างเคลื่อนเข้ามาปกคลุมประเทศมาเลเซียและภาคใต้ในช่วงปลายเดือนธันวาคม ทำให้มีฝนหนักถึงหนักมากหลายพื้นที่ กับมีน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากในบางพื้นที่ ในช่วงดังกล่าว ปริมาณฝนมากที่สุดวัดได้ 325.3 มิลลิเมตร ที่ อำเภอเรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม โดยมีรายงานคลื่นซัดฝั่งบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราชเมื่อวันที่ 25ธันวาคม และมีรายงานน้ำท่วมบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เมื่อวันที่ 25ธันวาคม และจังหวัดนราธิวาสเมื่อวันที่ 31ธันวาคม 🌸

สภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2555

ปีพ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีและรายเดือนทุกเดือนสูงกว่าค่าปกติ โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวปลายปีที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส และหลายพื้นที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ ส่วนปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีของประเทศไทยในปีนี้สูงกว่าค่าปกติประมาณ 7 % และต่ำกว่าปีที่ผ่านมา(ปี 2554 สูงกว่าค่าปกติประมาณ 24 %) โดยเดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีฝนมากผิดปกติโดยเฉพาะในภาคใต้ส่งผลให้ปริมาณฝนรวมทั้งประเทศในเดือนนี้สูงกว่าค่าปกติถึง 416 % สำหรับสภาวะอากาศในปีนี้นอกจากประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาวและร่องมรสุมกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะๆในช่วงฤดูฝนแล้วยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรงในปีนี้ 1 ลูกคือพายุโซนร้อน ”แกมมี”(GAEMI 1220) ในช่วงต้นเดือนตุลาคม และยังมีพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้ามาสลายตัวบริเวณพรมแดนระหว่างประเทศจีนตอนใต้ พม่าและลาว อีก 2 ลูก โดยมีรายละเอียดของสภาพอากาศ ปริมาณฝนและอุณหภูมิดังต่อไปนี้

ในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทยและอ่าวไทยเป็นระยะๆ ทำให้ในเดือนมกราคมบริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศเย็นกับมีอากาศหนาวส่วนมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในภาคเหนือมีอากาศหนาวเกือบตลอดช่วงครึ่งหลังของเดือนและมีอากาศหนาวจัดบางพื้นที่ อุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ 7.7 องศาเซลเซียส ที่สถานีตรวจอากาศเกษตรนาน จังหัดนาน เมื่อวันที่ 18 มกราคม สำหรับบริเวณเทือกเขาและยอดดอยวัดได้ 1.1 องศาเซลเซียส ที่อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 17 มกราคม อย่างไรก็ตามอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยเดือนมกราคมสูงกว่าค่าปกติประมาณ 1.0 องศาเซลเซียส สำหรับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนบางพื้นที่ถึงเป็นแห่งๆส่วนมากในระยครึ่งหลังของเดือน จากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยและคลื่นกระแสลมตะวันตกที่เคลื่อนเข้าปกคลุมบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้มีฝนต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วงต้นเดือนมีฝนตกหนักถึงหนักมากหลายพื้นที่และมีรายงานน้ำท่วมฉับพลันบางพื้นที่ทางฝั่งตะวันออกของภาค จากอิทธิพลของหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมทะเลจีนใต้ตอนล่างและประเทศมาเลเซีย โดยปริมาณฝนเฉลี่ยในเดือนมกราคมสูงกว่าค่าปกติทุกภาคและฝนเฉลี่ยทั้งประเทศมีปริมาณสูงสุดในรอบ 37 ปี (พ.ศ. 2519-2555) ต่อจากนั้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์บริเวณประเทศไทยตอนบนยังคงมีอากาศเย็นในตอนเช้า โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอากาศเย็นเกือบตลอดเดือนและมีอากาศหนาวทางตอนบนของภาคเหนือ ส่วนในตอนกลางวันพื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยเฉพาะในช่วงปลายเดือน ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนต่อเนื่องในช่วงดังกล่าว โดยอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ 39.6 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์สูงกว่าค่าปกติทุกภาคและอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ 0.9 องศาเซลเซียส สำหรับฝนเดือนนี้บริเวณประเทศไทยมีฝนในบางช่วงกับมีฝนหนักบางพื้นที่ส่วนมากบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตกจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีปริมาณฝนรวมสูงกว่าค่าปกติ

เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนซึ่งในปีนี้เป็นช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์และช้ากว่าปกติประมาณสองสัปดาห์ ตลอดทั้งฤดูบริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนอบอ้าวเป็นช่วงๆและมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงครึ่งหลังของเดือนมีนาคม ช่วงกลางและปลายเดือนเมษายน และช่วงต้นเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงที่หย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบน ทำให้มีอากาศร้อนเกือบทั่วไปและอากาศร้อนจัดหลายพื้นที่ อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ 41.7 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และอำเภอเมือง จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 26

เมฆายน อย่างไรก็ตามในบางช่วงของเดือนมีนาคมและเมษายนบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปะทะกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบน ทำให้มีฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและลูกเห็บตกบางพื้นที่ และอากาศคลายความร้อนอบอ้าวลงไปในช่วงดังกล่าว โดยปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศตลอดทั้งฤดูสูงกว่าค่าปกติ โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกพัดเข้าปกคลุมเป็นระยะๆ ส่งผลให้มีฝนตกหนาแน่นเกือบตลอดฤดู เว้นแต่บริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกซึ่งมีฝนน้อยและมีปริมาณต่ำกว่าค่าปกติทั้งฤดู

สำหรับฤดูฝนปีนี้เริ่มต้นเร็วกว่าปกติโดยเริ่มมีฝนตกต่อเนื่องในภาคใต้ก่อนตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนเป็นต้นมา เนื่องจากลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยเริ่มเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งนำความชื้นจากทะเลอันดามันพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยและอ่าวไทย ประกอบกับมีฝนตกติดต่อกันในทุกภาคของประเทศตั้งแต่วันที่ 5 พฤษภาคมเป็นต้นไป ถือได้ว่าเป็นการเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนของประเทศไทยซึ่งเร็วกว่าปกติประมาณ 1 สัปดาห์ และยาวนานไปจนถึงกลางเดือนตุลาคม เกือบตลอดทั้งฤดูฝนพื้นที่ส่วนใหญ่มีการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอและมีปริมาณต่ำกว่าค่าปกติ ฝนส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทยซึ่งมีกำลังแรงเป็นระยะๆ ร่องมรสุมที่พาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบนในบางช่วง และพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง อีกทั้งในปีประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันที่อ่อนกำลังลงจากพายุโซนร้อน “แกมี” (GAEMI, 1220) ซึ่งเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณจังหวัดสระแก้ว เมื่อเวลา 22.00 น. ของวันที่ 7 ตุลาคม ก่อนอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงและภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย บริเวณจังหวัดนครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และปทุมธานี ในเวลาต่อมา พายุลูกนี้ตั้งแต่ก่อตัวจนกระทั่งอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำได้เคลื่อนตัวอยู่ในแนวของร่องมรสุมที่พาดอยู่บริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย ส่งผลให้ร่องมรสุมทวีกำลังแรงขึ้นและทำให้บริเวณประเทศไทยมีฝนกระจายถึงเกือบทั่วไปกับมีฝนหนักถึงหนักมากบางพื้นที่ โดยเฉพาะภาคตะวันออกและภาคกลางตอนล่างมีฝนหนักหลายพื้นที่กับฝนหนักมากบางพื้นที่ นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนอีก 2 ลูก ที่ถึงแม้จะไม่ได้เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรงแต่เคลื่อนเข้ามาสลายตัวบริเวณพรมแดนระหว่างประเทศจีนตอนใต้ พม่าและลาว ได้แก่ไต้ฝุ่น “วีเซนเต” (VICENTE 1208) ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม และไต้ฝุ่น “ไคตัก” (KAI-TAK, 1213) ในช่วงกลางเดือนสิงหาคม ซึ่งส่งผลทางอ้อมให้ปริมาณและการกระจายของฝนในประเทศไทยตอนบนในช่วงดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น สำหรับในช่วงเดือนมิถุนายนและสิงหาคมร่องมรสุมได้เคลื่อนขึ้นไปพาดผ่านบริเวณประเทศพม่า ลาวและเวียดนามตอนบนและมีกำลังอ่อนไม่ปรากฏชัดในบางช่วงจึงทำให้ในช่วงเดือนดังกล่าวทุกภาคของประเทศยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติ ส่วนเดือนอื่น ๆ มีปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ โดยปริมาณฝนมากที่สุดใน 24 ชั่วโมงในช่วงฤดูฝนวัดได้ที่สถานีอากาศเกษตรพลี๊ว จังหวัดจันทบุรี เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 242.4 มิลลิเมตร และมีรายงานพายุฝนฟ้าคะนองกับลมกระโชกแรงหลายพื้นที่ และลูกเห็บตกบางพื้นที่บริเวณประเทศไทยตอนบนในช่วงเดือนพฤษภาคม โดยตลอดช่วงฤดูฝนมีอุณหภูมิจึงเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ

เมื่อถึงฤดูหนาวซึ่งเริ่มต้นใกล้เคียงปกติโดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม บริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบน ลมระดับล่าง(ที่ระดับ 700และ850 เฮกโตปาสคาล) เปลี่ยนเป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมชั้นบน(ที่ระดับ 500, 300 และ200 เฮกโตปาสคาล)ได้เปลี่ยนทิศเป็นลมตะวันตก ประกอบกับปริมาณฝนและอุณหภูมิของประเทศไทยตอนบนได้ลดลงจนมีอากาศเย็นชัดเจนบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตามดีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวปลายปีนี้สูงกว่าค่าปกติในทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ซึ่งสูงกว่าค่าปกติประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส เนื่องจากบริเวณความกดอากาศ

สูงจากประเทศจีนส่วนใหญ่จะแผ่ไปทางตะวันออกปกคลุมบริเวณทะเลจีนใต้และแม้ว่าจะแผ่ปกคลุมถึงประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่องเกือบตลอดช่วงจนถึงสิ้นปี แต่ลมที่พัดปกคลุมบริเวณประเทศไทยภาคใต้และอ่าวไทยส่วนใหญ่เป็นลมตะวันออกเฉียง โดยมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ส่วนมากในช่วงครึ่งหลังของเดือนธันวาคม ทำให้อากาศในช่วงปลายปีไม่หนาวเย็นมากนัก อีกทั้งปริมาณและการกระจายของฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนหลายพื้นที่ยังคงมีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะๆ เว้นแต่ช่วงเดือนธันวาคมปริมาณฝนลดลงอย่างชัดเจน และอุณหภูมิลดลงต่ำสุดในช่วงครึ่งหลังของเดือนธันวาคม ทำให้อากาศเย็นทั่วไปบริเวณประเทศไทยตอนบนกับมีอากาศหนาวหลายพื้นที่บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับมีอากาศหนาวจัดบริเวณเทือกเขาและยอดดอยในช่วงดังกล่าว อุณหภูมิต่ำที่สุด 11.0 องศาเซลเซียส ที่สถานีอากาศเกษตรสกนนคร อำเภอเมืองจังหวัดสกนนคร เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม สำหรับบริเวณเทือกเขาและยอดดอยอุณหภูมิต่ำที่สุด 2.5 องศาเซลเซียส ที่โครงการหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม ส่วนภาคใต้ในช่วงปลายปีมีอากาศเย็นทางตอนบนของภาคกับมีฝนตกชุกหนาแน่นและมีฝนหนักถึงหนักมากหลายพื้นที่ ปริมาณฝนมากที่สุดวัดได้ 268.3 มิลลิเมตร ที่ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน โดยมีรายงานน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากบริเวณจังหวัดนราธิวาส สุราษฎร์ธานีและพัทลุงในช่วงปลายเดือนธันวาคม ❀



สภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2556

ปีพ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีและรายเดือนสูงกว่าค่าปกติ¹ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนหลายพื้นที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่วัดได้ อย่างไรก็ตามในเดือนธันวาคมเกือบทุกภาคมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าค่าปกติประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีของประเทศไทยในปี 1764.4 มม. สูงกว่าค่าปกติประมาณ 11 % และสูงกว่าปีที่ผ่านมา(ปี 2555 มีปริมาณฝน 1681.7 มม. สูงกว่าค่าปกติประมาณ 6 %) โดยในช่วงฤดูหนาวทั้งต้นปีและปลายปีเป็นช่วงที่มีฝนมากกว่าปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนมกราคมมีปริมาณฝนรวมทั้งประเทศ 38.9 มม. แต่สูงกว่าค่าปกติถึง 129 % สำหรับสภาวะอากาศในปีนี้นอกจากประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากบริเวณความกดอากาศสูงและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาว รวมถึงร่องมรสุมและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมในช่วงฤดูฝนแล้วยังได้รับอิทธิพลจากคลื่นกระแสลมตะวันตกที่เคลื่อนผ่านประเทศไทยตอนบนในบางช่วงของเดือนมีนาคม เมษายนและธันวาคม กับมีพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรงขณะมีกำลังแรงเป็นพายุดีเปรสชัน 2 ลูกคือพายุดีเปรสชัน 2(TD2)ในช่วงกลางเดือนกันยายน และได้ฝน “หูกดับ” (Wutip,1321) ในช่วงปลายเดือนกันยายนถึงต้นเดือนตุลาคม นอกจากนี้ยังมีพายุหมุนเขตร้อนที่แม้จะไม่ได้เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรงแต่ได้อ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมบริเวณประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงเป็นระยะๆในเดือนสิงหาคม ตุลาคมและพฤศจิกายน ส่งผลให้ประเทศไทยมีปริมาณและการกระจายของฝนเพิ่มขึ้นกับมีฝนหนักถึงหนักมากบางพื้นที่ในช่วงดังกล่าว สำหรับรายละเอียดของสภาพอากาศ ปริมาณฝนและอุณหภูมิมีดังต่อไปนี้

ในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทยและอ่าวไทยเป็นระยะๆ ทำให้ในช่วงดังกล่าวบริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศเย็นทั่วไปกับมีอากาศหนาวส่วนมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในเดือนมกราคมบริเวณภาคเหนือมีอากาศหนาวเกือบตลอดเดือนและมีอากาศหนาวจัดบางพื้นที่ อุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ 7.7 องศาเซลเซียส ที่อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 28 มกราคม สำหรับบริเวณเทือกเขาและยอดดอยวัดได้ 2.5 องศาเซลเซียส ที่สถานีอากาศเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 13, 27 และ 28 มกราคม อย่างไรก็ตามเมื่อเข้าสู่เดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิกลับสูงขึ้นและมีอากาศร้อนในตอนกลางวันเป็นระยะๆ โดยเฉพาะในช่วงปลายเดือนมีอากาศร้อนต่อเนื่องในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกบนจากอิทธิพลของหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนที่ปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบน ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงดังกล่าวสูงกว่าค่าปกติประมาณ 1.0-2.0 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 39.9 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ สำหรับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนบางพื้นที่ถึงเป็นแห่งๆเป็นบางวัน ส่วนมากในช่วงปลายเดือนมกราคม จากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงใต้และลมใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยและคลื่นกระแสลมตะวันตกเคลื่อนเข้าปกคลุมภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ส่วนภาคใต้มีฝนเป็นแห่งๆถึงกระจายเป็นระยะๆ โดยมีฝนตกหนักถึงหนักมากบางพื้นที่ส่วนมากในช่วงกลางและปลายเดือนกุมภาพันธ์กับมีรายงานน้ำป่าไหลหลากและดินถล่มบางพื้นที่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก จากอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังแรงพัดปกคลุมภาคใต้และอ่าวไทยประกอบกับมีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมบริเวณชายฝั่งประเทศมาเลเซียในช่วงดังกล่าว โดยปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์สูงกว่าค่าปกติ 129 % และ 34 % ตามลำดับ

เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนซึ่งเริ่มต้นประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ช้ากว่าปกติประมาณสองสัปดาห์และไปสิ้นสุดในวันที่ 18 พฤษภาคมซึ่งใกล้เคียงกับปกติ บริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนอบอ้าว

¹ ค่าปกติตาม 30 ปี พ.ศ.2524-2553

เกือบตลอดทั้งฤดู ส่งผลให้อุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนปีนี้สูงกว่าค่าปกติและสูงกว่าปีที่ผ่านมา โดยในเดือน มีนาคมแม้บริเวณภาคเหนือยังคงมีอากาศเย็นในตอนเช้าและอากาศหนาวทางตอนบนของภาค แต่ในตอน กลางวันพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยตอนบนมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะในช่วงปลายเดือนมีนาคม ต่อเนื่องต้นเดือนเมษายนมีหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบน ต่อเนื่อง ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไปและร้อนจัดในหลายพื้นที่ อีกทั้งบางพื้นที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่า สถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ อุณหภูมิสูงสุดในปีนี้วัดได้ 42.7 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัด กาญจนบุรี เมื่อวันที่ 3 เมษายน อย่างไรก็ตามในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนบริเวณความกดอากาศสูงจาก ประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมเป็นระยะๆ ประกอบกับลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน และคลื่นกระแสลมตะวันตกเคลื่อนเข้าปกคลุมภาคเหนือในบางช่วง ทำให้บริเวณประเทศไทยมีฝนและ อากาศคลายความร้อนอบอ้าวลงในช่วงดังกล่าว สำหรับเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยตอนบนยังคงมีอากาศร้อนเกือบทั่วไปและร้อนจัดในบางพื้นที่ แต่อิทธิพลของบริเวณ ความกดอากาศสูงและคลื่นกระแสลมตะวันตกที่เคลื่อนตัวผ่านตอนบนของภาคเหนือรวมถึงลมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยทำให้มีฝนตกเป็นระยะๆ ในช่วงครึ่งแรกของเดือน หลังจากนั้นมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้เริ่มพัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทย ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่มีฝนเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิลดลงเป็นลำดับ สำหรับภาคใต้ในช่วงฤดูร้อนปีนี้ทางฝั่งตะวันออกของภาคมีอากาศร้อน เกือบทั่วไปกับร้อนจัดบางพื้นที่ในช่วงปลายเดือนมีนาคมต่อเนื่องต้นเดือนเมษายน ส่วนทางฝั่งตะวันตก ของภาคมีอากาศร้อนหลายพื้นที่ในเดือนมีนาคมและไม่มีรายงานอากาศร้อนจัด โดยมีฝนในบางช่วงของ เดือนกุมภาพันธ์และเมษายนกับมีฝนตกหนาแน่นในช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งเมื่อพิจารณาภาพรวมของฝน เฉลี่ยทั้งประเทศในช่วงฤดูร้อนพบว่าต่ำกว่าค่าปกติ ในเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม โดยมีรายงานพายุฝนฟ้า คะนอง ลมกระโชกแรง และลูกเห็บตกในหลายพื้นที่เกือบตลอดช่วงฤดู

สำหรับเดือนพฤษภาคมนอกจากจะมีอากาศร้อนถึงร้อนจัดในบางพื้นที่แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ของ ประเทศไทยเริ่มมีฝนตกตั้งแต่ต้นเดือนโดยเฉพาะในระลอกครึ่งหลังของเดือนยังเป็นช่วงที่มรสุมตะวันตกเฉียง ใต้เริ่มพัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทย ทำให้มีฝนตกต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 18 พฤษภาคม เป็นต้นไปซึ่งเป็นการเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนของประเทศไทยในปีนี้อย่างยาวนานไปจนถึงกลางเดือนตุลาคม เกือบ ตลอดทั้งฤดูพื้นที่ส่วนใหญ่มีการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอและมีปริมาณสูงกว่าค่าปกติ ฝนส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทยซึ่งมี กำลังแรงเป็นระยะๆ และร่องมรสุมที่พาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ รวมถึงพายุหมุนเขตร ้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง โดยในช่วงฤดูฝนปีนี้มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ ประเทศไทยโดยตรง 2 ลูกคือ “พายุดีเปรสชัน 2” (TD2) ที่เคลื่อนเข้าสู่จังหวัดอุบลราชธานีเมื่อวันที่ 19 กันยายน และพายุดีเปรสชันที่อ่อนกำลังลงจากไต้ฝุ่น “หวู่ตีบ” (Wutip (1321)) ซึ่งเคลื่อนตัวผ่านประเทศ เวียดนามก่อนเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณจังหวัดนครพนมเมื่อเวลา 01.00 น. ของวันที่ 1 ตุลาคม นอกจากนี้ ประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากพายุไซร่อน “เซบิ” (Jebi ,1309) บริเวณทะเลจีนใต้ตอนกลางที่เคลื่อน เข้ามาสลายตัวบริเวณประเทศลาวและพม่าในช่วงปลายเดือนกรกฎาคมต่อเนื่องถึงต้นเดือนสิงหาคม พายุ ไซร่อน “มังคุด” (MANGKHUT 1310) บริเวณทะเลจีนใต้ตอนล่างที่เคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนาม ตอนบนและสลายตัวบริเวณประเทศลาวใกล้กับภาคเหนือตอนบนในวันที่ 8 สิงหาคม และหย่อมความกด อากาศต่ำกำลังแรงที่อ่อนกำลังลงจากพายุไซร่อน “นารี” (NARI 1325) ปกคลุมบริเวณภาค ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางของประเทศไทยในช่วงวันที่ 16-17 ตุลาคม ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกหนาแน่นและบางพื้นที่มีปริมาณฝนมากกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ ส่งผลให้มีน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากในบางพื้นที่ในช่วงดังกล่าว อย่างไรก็ตามในช่วงวันที่ 12 – 18 มิถุนายน ฝนได้ลดลงหลายพื้นที่โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลให้ปริมาณฝนรวมทั้งเดือนต่ำ กว่าค่าปกติ 28 % เนื่องจากร่องมรสุมอ่อนกำลังลงและเลื่อนลงไปพาดผ่านภาคกลางและภาคใต้ตอนบน และในช่วงกลางเดือนสิงหาคมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และร่องมรสุมมีกำลังอ่อนและไม่ปรากฏชัดทำให้เกือบ ทุกภาคมีปริมาณฝนต่ำกว่าปกติ สำหรับปริมาณฝนมากที่สุด ใน 24 ชั่วโมงในช่วงฤดูฝนวัดได้ 394.9 มิลลิเมตร

ที่อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งประเทศมีค่าใกล้เคียงกับค่าปกติเกือบตลอดช่วงฤดู

เมื่อถึงฤดูหนาวซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ 19 ตุลาคมเป็นต้นไป บริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนโดยมีกำลังแรงเป็นระยะๆ ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศหนาวเย็นและแห้งเกือบตลอดฤดู โดยเฉพาะตั้งแต่กลางเดือนธันวาคมเป็นต้นไปบริเวณความกดอากาศสูงกำลังแรงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยอย่างต่อเนื่องทำให้ทุกภาคของประเทศไทยมีอุณหภูมิลดลงฉับพลันและมีอากาศหนาวทั่วไป โดยมีอากาศหนาวจัดบางพื้นที่ส่วนมากบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระยะครึ่งหลังของเดือนธันวาคม อุณหภูมิต่ำที่สุด 7.0 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม ส่วนบริเวณเทือกเขาและยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัด และมีรายงานน้ำค้างแข็งบางพื้นที่ อุณหภูมิต่ำที่สุดบริเวณยอดดอย 0.2 องศาเซลเซียส ที่ ดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 17 ธันวาคม สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวปีนี้ในเดือนพฤศจิกายนสูงกว่าค่าปกติโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติมากกว่า 1 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนธันวาคมอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าค่าปกติประมาณ 1-2 องศาเซลเซียสในทุกภาค เว้นแต่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติเล็กน้อย สำหรับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนเป็นบางช่วงและพื้นที่ส่วนใหญ่แม้มีปริมาณฝนไม่มากแต่สูงกว่าปกติโดยเฉพาะในเดือนธันวาคมบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝน 27.8 และ 31.5 มม. แต่สูงกว่าปกติ 239% และ 800%ตามลำดับ โดยฝนดังกล่าวเกิดจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้ามาใกล้ประเทศไทยกล่าวคือ “พายุดีเปรสชัน 3” (TD3) ที่เคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามในวันที่ 6 พฤศจิกายน แล้วอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมประเทศกัมพูชาก่อนเคลื่อนตัวลงสู่อ่าวไทยเข้าปกคลุมภาคใต้ตอนบนในช่วงวันที่ 7-8 พฤศจิกายนและอิทธิพลของหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่อ่อนกำลังลงจากพายุไซร่อน “โพดุล” (Podul, 1331) เข้าปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ตอนบนในช่วงวันที่ 15-16 พฤศจิกายน รวมถึงคลื่นกระแสลมตะวันตกจากประเทศพม่าที่เคลื่อนผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงกลางเดือนธันวาคม ส่วนภาคใต้ในช่วงปลายปีมีอากาศเย็นทางตอนบนของภาคส่วนมากในเดือนธันวาคม กับมีฝนชุกหนาแน่นโดยเฉพาะทางฝั่งตะวันออกของภาคเกือบตลอดฤดูจากอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมกับหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่ปกคลุมบริเวณอ่าวไทยและภาคใต้ตอนบนในช่วงต้นและกลางเดือนพฤศจิกายน นอกจากนี้ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนได้มีหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมบริเวณภาคใต้ตอนล่างและทะเลอันดามันซึ่งต่อมาได้ทวีกำลังแรงขึ้นเป็นลำดับจนเป็นพายุไซโคลน “เลฮาร์” (Lehar, 05B) ในวันที่ 24 พฤศจิกายน ก่อนเคลื่อนเข้าอ่าวเบงกอลต่อไป โดยปริมาณฝนมากที่สุดใน 24 ชั่วโมงในระยะนี้วัดได้ 290.5 มม. ที่อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เมื่อวันที่ 5 ธันวาคม และมีรายงานน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากบริเวณจังหวัดยะลา พัทลุง ตรัง สงขลาและนราธิวาสในวันดังกล่าว โดยปริมาณฝนภาคใต้ในเดือนพฤศจิกายนสูงกว่าค่าปกติ ส่วนเดือนธันวาคมต่ำกว่าปกติ ❀

สรุปสภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ.2557

พ.ศ.2557 เป็นปีที่ประเทศไทยมีฝนน้อย ปริมาณฝนรวมตลอดปีเฉลี่ยทั้งประเทศต่ำกว่าค่าปกติประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดทั้งปีไม่มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยตรง อย่างไรก็ตามในปีนั้นนอกจากประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากร่องมรสุมและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงฤดูฝนแล้ว ยังมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้ามาใกล้หรือสลายตัวใกล้กับประเทศไทย 3 ลูก กล่าวคือ ใต้ฝุ่น “รามสูร” (RAMMASUN,1409) ในช่วงกลางเดือนกรกฎาคม ใต้ฝุ่น “คัลแมกี”(KALMAEGI,1415) ในช่วงกลางเดือนกันยายน และ พายุโซนร้อน “ซินลากู” (SINLAKU,1421) ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน ซึ่งพายุดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีปริมาณและการกระจายของฝนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะช่วงที่ใต้ฝุ่น “รามสูร” อ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมประเทศจีนตอนใต้และเวียดนามตอนบน สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีของประเทศไทยสูงกว่าค่าปกติเล็กน้อย ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงกว่าค่าปกติทุกเดือน ยกเว้นเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ที่ต่ำกว่าค่าปกติ สำหรับรายละเอียดต่างๆมีดังนี้

ในช่วงต้นปี (มกราคมและกุมภาพันธ์) ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องจากปลายปีที่ผ่านมา บริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่องโดยมีกำลังแรงเป็นระยะๆ ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีอากาศเย็นทั่วไป กับมีอากาศหนาวทางตอนบนของภาคเกือบตลอดช่วง โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอากาศหนาวทั่วไปกับมีอากาศหนาวจัดบางพื้นที่ในระยษะครึ่งหลังของเดือนมกราคม ส่วนภาคใต้มีอากาศเย็นหลายพื้นที่ โดยมีอากาศหนาวบางพื้นที่ส่วนมากในช่วงครึ่งหลังของเดือนมกราคมและต้นเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนมกราคมต่ำกว่าค่าปกติทุกภาค ส่วนเดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าค่าปกติในทุกภาคเว้นแต่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ใกล้เคียงกับค่าปกติ อุณหภูมิต่ำที่สุด 4.7 องศาเซลเซียส ที่อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 24 มกราคม ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำที่สุดของประเทศไทยในปีี้ สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดบริเวณยอดดอย -1.5 องศาเซลเซียส ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย เมื่อวันที่ 23 มกราคม สำหรับปริมาณฝนในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ประเทศไทยมีฝนน้อยมาก โดยบริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนเล็กน้อยบางวันและปริมาณฝนรวมทั้งเดือนต่ำกว่าค่าปกติในทุกภาค

เมื่อเข้าสู่ปลายเดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น โดยในวันที่ 25 กุมภาพันธ์เป็นต้นไปอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างชัดเจนและหลายพื้นที่มีอากาศร้อนต่อเนื่อง ประกอบกับอุณหภูมิในช่วงเช้าเริ่มสูงขึ้นโดยทั่วไปด้วย จึงถือว่าสิ้นสุดฤดูหนาวและเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อน จากนั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ ทำให้ประเทศไทยมีอากาศร้อนเกือบทั่วไปกับมีอากาศร้อนจัดบางพื้นที่ส่วนมากในบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะในช่วงปลายเดือนมีนาคมต่อเนื่องเดือนเมษายนและมีบางพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดทำลายสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดได้ อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 41.8 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง เมื่อวันที่ 31 มีนาคมและที่อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 24 เมษายน ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยในปีี้ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อนสูงกว่าค่าปกติทุกภาคโดยเฉพาะในเดือนพฤษภาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติในทุกภาคของประเทศประมาณ 1 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนยังคงแผ่ซึ่มเข้าปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ ประกอบกับมีลมตะวันออกเฉียงและลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย อีกทั้งมีคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตกจากประเทศพม่าเคลื่อนเข้าปกคลุมภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน รวมถึงคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออกเฉียงเคลื่อนจากทะเลจีนใต้ตอนล่างเข้าปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ในช่วงปลายเดือนมีนาคม ส่งผลให้ในช่วงฤดูร้อนปีนี้มีรายงานฝน พายุคะนอง ลมกระโชกแรงและลูกเห็บตกเป็นระยะๆตั้งแต่ครึ่งหลังของเดือนมีนาคมเป็นต้นมา แต่ปริมาณฝนค่อนข้างน้อยและการกระจายไม่สม่ำเสมอ ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติตลอดทั้งฤดู เว้นแต่ในเดือนเมษายนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ฝั่งตะวันตกที่มีปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติ ปริมาณฝนมากที่สุดใน 24 ชั่วโมงในช่วงฤดูร้อนปีี้ 144.6 มิลลิเมตร ที่ อำเภองกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย เมื่อวันที่ 14 เมษายน

ฤดูฝนปีี้เริ่มต้นช้ากว่าปกติประมาณ 2 สัปดาห์ คือเริ่มต้นเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมทะเลอันดามันและประเทศไทย ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนตกต่อเนื่องในช่วงปลายเดือนพฤษภาคม ส่วน

ภาคใต้มีฝนตกเกือบตลอดเดือนแต่ส่วนใหญ่เป็นฝนเล็กน้อยถึงปานกลาง ส่งผลให้ปริมาณฝนรวมในเดือนพฤษภาคมตามภาคต่างๆ ต่ำกว่าค่าปกติและปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศต่ำกว่าค่าปกติ 31 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นในเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคมประเทศไทยมีปริมาณและการกระจายของฝนดีขึ้นและปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ จากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรงที่พัดปกคลุมบริเวณทะเลอันดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยเป็นระยะๆ ประกอบกับร่องมรสุมที่พาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบนในช่วงกลางเดือนมิถุนายนและปลายเดือนสิงหาคม โดยเฉพาะในช่วงที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากได้ฝุ่น “รามสูร”(RAMMASUN 1409) ที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศเวียดนามตอนบนและอ่อนกำลังลงเป็นพายุโซนร้อนและพายุดีเปรสชัน ในช่วงกลางเดือนกรกฎาคมส่งผลให้เดือนนี้มีปริมาณฝนเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงที่สุดในช่วงฤดูฝนปีนี้ เมื่อเข้าสู่เดือนกันยายนแม้ว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยตลอดช่วงโดยมีกำลังแรงเป็นระยะๆ และร่องมรสุมได้เลื่อนลงมาพาดผ่านประเทศไทยตอนบนต่อเนื่องในช่วงต้นและปลายเดือน อีกทั้งได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากได้ฝุ่น “คัลแมกี” (Kalmaegi 1415) ที่อ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันและหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมบริเวณประเทศลาวตอนบน และประเทศพม่าในช่วงกลางเดือน นอกจากนี้ยังมีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมบริเวณประเทศเวียดนามตอนบนและอ่าวตังเกี๋ย เป็นระยะๆ ซึ่งทำให้อากาศที่พาดผ่านประเทศไทยตอนบนและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยมีกำลังแรงขึ้น ในช่วงดังกล่าว แต่ปริมาณฝนในเดือนกันยายนต่ำกว่าค่าปกติโดยเฉพาะในภาคเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ฝั่งตะวันออก ส่งผลให้ปริมาณฝนรวมทั้งประเทศในเดือนนี้ต่ำกว่าค่าปกติ 9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฝนมากที่สุด 24 ชั่วโมงในช่วงฤดูฝนปีนี้ได้ 265.0 มิลลิเมตรที่ อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดนครพนม เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน นอกจากนี้ในเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนมีรายงานน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก และดินถล่มเป็นระยะๆ ในบางพื้นที่ของประเทศไทยตอนบน

ในช่วงปลายปี(ตุลาคมถึงธันวาคม) ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องต้นฤดูหนาวของประเทศไทย ร่องมรสุมพาดผ่านบริเวณภาคกลางตอนล่าง ภาคใต้ตอนบนและภาคตะวันออกในระยะครั้งแรกของเดือนตุลาคม โดยบริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และแผ่เสริมลงมาเป็นระยะๆ ตั้งแต่ช่วงสัปดาห์แรกของเดือน ลักษณะดังกล่าวทำให้บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มมีฝนและอุณหภูมิลดลงและลดลงอย่างชัดเจนตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ส่งผลให้ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศในเดือนตุลาคมต่ำกว่าค่าปกติ และเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาวเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม จากนั้นในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมบริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะๆ ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศหนาวเย็นเกือบตลอดช่วง โดยเฉพาะในช่วงกลางและปลายเดือนธันวาคมมีอากาศหนาวเกือบทั่วไปในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคอื่นๆมีอากาศเย็นเกือบทั่วไปและมีอากาศหนาวหลายพื้นที่ สำหรับบริเวณที่กึ่งเขาและยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดและมีรายงานน้ำค้างแข็งบางพื้นที่ส่วนมากในเดือนธันวาคม อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงนี้ 7.7 องศาเซลเซียส ที่สถานีอากาศเกษตรเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 23 ธันวาคม อุณหภูมียอดดอยต่ำสุด 2.2 องศาเซลเซียส ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม อย่างไรก็ตามในช่วงนี้บริเวณประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติในทุกภาค โดยเฉพาะในเดือนพฤศจิกายนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติถึง 2 องศาเซลเซียส สำหรับฝนช่วงปลายปีนี้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนส่วนมากในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายนจากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวในบริเวณอ่าวเบงกอลและหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมบริเวณชายฝั่งประเทศพม่า และในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนที่มีลมตะวันออกเฉียงพัดปกคลุมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออก ประกอบกับพายุโซนร้อน “ซินลากู” (SINLAKU 1421) บริเวณทะเลจีนใต้ตอนกลางได้เคลื่อนตัวผ่านประเทศเวียดนามและเข้ามาสลายตัวบริเวณประเทศกัมพูชา ส่วนเดือนธันวาคมมีรายงานฝนบางพื้นที่เป็นบางวัน สำหรับภาคใต้มีฝนตกหนาแน่นเกือบตลอดช่วงโดยเฉพาะทางฝั่งตะวันออกของภาคและมีรายงานน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลากบางพื้นที่ จากอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ตลอดช่วงซึ่งมีกำลังแรงเป็นระยะๆ ประกอบกับได้รับอิทธิพลจากหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมบริเวณอ่าวไทยและภาคใต้ในช่วงต้นและกลางเดือนพฤศจิกายนด้วย ปริมาณฝนมากที่สุด 24 ชั่วโมง วัดได้ 407.0 มิลลิเมตร ที่อำเภอสุโขทัย จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 17 ธันวาคมซึ่งเป็นปริมาณฝนสูงสุดของประเทศไทยในปีนี้



| เดือน | ปี (%eff) | | | | | | ค่าเฉลี่ยปี 2552-2557 (%) |
|------------|-----------|------|------|------|------|------|------------------------------|
| | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | |
| มกราคม | 73% | 70% | 93% | 73% | 70% | 81% | 77% |
| กุมภาพันธ์ | 65% | 79% | 67% | 65% | 65% | 89% | 72% |
| มีนาคม | 88% | 85% | 90% | 77% | 61% | 76% | 79% |
| เมษายน | 81% | 88% | 93% | 69% | 74% | 76% | 80% |
| พฤษภาคม | 77% | 84% | 90% | 69% | 65% | 65% | 75% |
| มิถุนายน | 79% | 78% | 80% | 70% | 62% | 70% | 73% |
| กรกฎาคม | 78% | 72% | 79% | 66% | 64% | 76% | 73% |
| สิงหาคม | 89% | 84% | 81% | 60% | 53% | 79% | 74% |
| กันยายน | 81% | 92% | 85% | 70% | 50% | 76% | 76% |
| ตุลาคม | 90% | 93% | 79% | 67% | 77% | 64% | 78% |
| พฤศจิกายน | 83% | 85% | 77% | 67% | 79% | 60% | 75% |
| ธันวาคม | 89% | 95% | 83% | 76% | 77% | 69% | 81% |
| ค่าเฉลี่ย | 81% | 84% | 83% | 69% | 66% | 73% | 76% |



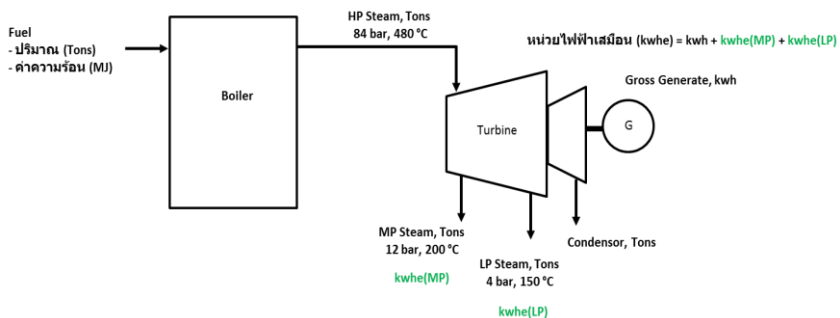
ภาคผนวก ช

Model กำหนดค่าการผลิตไอน้ำ ไฟฟ้า และการแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าเสมือน และ
ผลผลิตรวม เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบ (Model) แสดงกำลังการผลิตไอน้ำและไฟฟ้า



| k | ไอน้ำ | | | | | ไฟฟ้า | | | หน่วยไฟฟ้าเสมือน |
|---|----------|--------|----------|----------|-------------|-----------|-----------|----------------|------------------|
| | HP Steam | | MP Steam | LP Steam | Condensator | kwhe(MP) | kwhe(MLP) | Gross Generate | |
| | kg/s | Tons | Tons | Tons | Tons | kwhe | kwhe | kwh | |
| 1 | 27 | 69,984 | 10,498 | 43,740 | 15,746 | 999,771 | 6,248,571 | 12,150,000 | 19,398,343 |
| 2 | 28 | 72,576 | 10,886 | 45,360 | 16,330 | 1,036,800 | 6,480,000 | 12,600,000 | 20,116,800 |
| 3 | 29 | 75,168 | 11,275 | 46,980 | 16,913 | 1,073,829 | 6,711,429 | 13,050,000 | 20,835,257 |
| 4 | 30 | 77,760 | 11,664 | 48,600 | 17,496 | 1,110,857 | 6,942,857 | 13,500,000 | 21,553,714 |
| 5 | 31 | 80,352 | 12,053 | 50,220 | 18,079 | 1,147,886 | 7,174,286 | 13,950,000 | 22,272,171 |
| 6 | 32 | 82,944 | 12,442 | 51,840 | 18,662 | 1,184,914 | 7,405,714 | 14,400,000 | 22,990,629 |
| 7 | 33 | 85,536 | 12,830 | 53,460 | 19,246 | 1,221,943 | 7,637,143 | 14,850,000 | 23,709,086 |
| 8 | 34 | 88,128 | 13,219 | 55,080 | 19,829 | 1,258,971 | 7,868,571 | 15,300,000 | 24,427,543 |
| 9 | 35 | 90,720 | 13,608 | 56,700 | 20,412 | 1,296,000 | 8,100,000 | 15,750,000 | 25,146,000 |

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกันยารัตน์ สังข์ทอง เกิดเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2525 ปัจจุบันพักอาศัยอยู่ที่ จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2546 และได้เข้าศึกษาต่อใน หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

