การประเมินมูลค่า ความยืดหยุ่นโดยวิธีเรียลออปชั่น :
กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลระบบแก๊สซิฟิเคชั่น
แบบเชื้อเพลิงหลายชนิด ขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์

นางสาวอาภากร พันธุวัชรพล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

FLEXIBILITY VALUATION USING REAL OPTION APPROACH : A CASE STUDY OF BIOMASS POWER PLANT 1 MW MULTI FEEDSTOCK GASIFICATION.

Miss Apakorn Pantuwacharapol

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินมูลค่า ความยืดหยุ่นโดยวิธีเรียลออปชั่น : กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลระบบแก๊สซิฟิเคชั่น แบบเชื้อเพลิงหลายชนิด ขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์
โดย	นางสาวอาภากร พันธุวัชรพล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.อุริช อัชชโคสิต)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาภากร พันธุวัชรพล : การประเมินมูลค่า ความยืดหยุ่นโดยวิธีเรียลออปชั่น : กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลระบบแก๊สซิฟิเคชั่น แบบเชื้อเพลิงหลายชนิด ขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์. (FLEXIBILITY VALUATION USING REAL OPTION APPROACH : A CASE STUDY OF BIOMASS POWER PLANT 1 MW MULTI FEEDSTOCK GASIFICATION.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ ดร.ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์, 106 หน้า.

การตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์ ที่มีทางเลือกในการลงทุนทั้งขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าทั้ง 5 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1 การก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด350 กิโลวัตต์ 1 โรงก่อน เพื่อดูความเสี่ยงในการลงทุน เพื่อพิจารณาก่อสร้างเพิ่มเติมอีก 350 กิโลวัตต์และ 300 กิโลวัตต์ ทางเลือกที่ 2 การก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 กิโลวัตต์ 1 โรงก่อน เพื่อดูความเสี่ยงในการลงทุน เพื่อพิจารณาก่อสร้างเพิ่มเติม ทางเลือกที่ 3 การก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 กิโลวัตต์ 2 โรงและ300 กิโลวัตต์ 1 โรงพร้อมกัน ทางเลือกที่ 4 การก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 กิโลวัตต์ 2 โรง พร้อมกันและทางเลือกสุดท้ายการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์ การประเมินทางเลือกดังกล่าวจะคำนึงถึงความเสี่ยงของการลงทุนจากปัจจัยนำเข้าหลายประการ โดยพิจารณาชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ ได้แก่ การใช้เชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดหรือเชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว หรือใช้เชื้อเพลิงทั้ง 2 สลับกันโดยใช้ซังข้าวโพดสลับหญ้าเนเปียร์ในช่วงที่ปริมาณซังข้าวโพดมีน้อย โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนของปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องต่อการลงทุน เช่น ต้นทุนราคาเครื่องจักร การก่อสร้าง อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าไฟผันแปร(Ft) ที่มีผลต่อราคาจำหน่ายไฟฟ้าการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาผู้บริโภค งานวิจัยนี้ได้พิจารณาปัจจัยที่มีความอ่อนไหวต่อการลงทุนซึ่ง เงินลงทุนเริ่มแรก ทั้งในส่วนของ ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่าก่อสร้าง มีความอ่อนไหวต่อการลงทุนมากที่สุด รองลงมาเป็น ราคาเชื้อเพลิง และทำการประเมินหาตัวชี้วัดทางการเงินจากแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted Cash Flow Model)ร่วมกับการจำลองสถานการณ์แบบมอนติ คาร์โล จากการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มของปัจจัยนำเข้าต่าง ๆเพื่อหาขนาดการลงทุนที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงดังกล่าวรวมถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยด้านการลงทุนและประเมินหามูลค่าความยืดหยุ่นจากการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงโดยวิเคราะห์แยกเป็นภาพฉายต่าง ๆ ซึ่งภาพฉายที่มีค่าความยืดหยุ่นมากที่สุด คือ การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 500 กิโลวัตต์ จำนวน 1 โรง และชะลอการลงทุน เพื่อพิจารณาตัดสินใจลงทุนเพิ่ม 500 กิโลวัตต์ในอีก 2 ปีข้างหน้าโดยใช้เชื้อเพลิงจากหญ้าเนเปียร์ โดยมีค่าความยืดหยุ่นอยู่ที่ 5.66 ล้านบาท ประกอบกับพิจารณาระดับความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการลงทุนในทางเลือกดังกล่าวมีระดับความเสี่ยงระดับปานกลาง งานวิจัยนี้ช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถวางแผนการจัดการความเสี่ยงและลงทุนในขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้า ทั้งทางด้านการบริหารผลตอบแทนทางการเงินและการบริหารจัดการเชื้อเพลิงเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุด

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

5587647320 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORDS: FLEXIBILITY VALUATIONGASIFICATION POWER PLANTMONTE CARLO SIMULATION

APAKORN PANTUWACHARAPOL: FLEXIBILITY VALUATION USING REAL OPTION APPROACH : A CASE STUDY OF BIOMASS POWER PLANT 1 MW MULTI FEEDSTOCK GASIFICATION.. ADVISOR: LECTURERTHITISAK, Boonpramote, 106 pp.

The decision investment alternatives for Biomass power plant with capacity less than 1 MW was considered in five alternatives.These investment alternatives are: investment in power plant capacity 350 kw 1 plant and consider risk assessment for additianal investment until 1MW or investment in power plant capacity 500 KW 1 plant and consider risk assessment for additianal investment until 1MW or investment in power plant capacity 350 KW 2 plants and synchronous with 300 KW 1 plant or investment in power plant capacity 500 KW 2 plants or last alternative investment in power plant capacity 1000 KW1 plant.By type of biomass fuel (Corncob and Giant King Grass G-120) one kind fuel only or switching fuel by seasonal.Risk assessment from many factors that related the investment such as initial investment capital and different investment alternatives:variance of float time rate (Ft),Price of fuel and variance of Consumer Price Index.The results from Sensitivity Analysis is the most sensitive on the initial investment capital follow by price and Quantity of biomass fuel respectively .The risk assessment of the project return was performed using Monte Carlo simulation approach on the discounted cash flow model (DCF).Then flexibility valuation from 11 probability scenario in the future and investment in appropriate capacity of the power plant.The results from this analysis found the most flexibility alternative is the investment in power plant capacity 500 KW 1 plant and considered risk assessment for additianal investment until 1MW by 5.66 MB.This research can provide some insights for the planning of financial returns and biomass fuels usage.

Field of Study: Energy Technology and Management
Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ ดร.ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่านับตั้งแต่เริ่มต้นดำเนินการจนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ในการให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช ที่กรุณาให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ โดยมีรองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร. อุริช อัชชโคสิต เป็นกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและให้คำปรึกษาในทุกๆ ด้าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยการ และประสานงาน ในการทำวิทยานิพนธ์ให้ผู้เขียนตลอดมาตลอดจนค้นคว้าหาข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์ของผู้เขียนครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้องสาวของผู้วิจัยที่ให้ กำลังใจ และแรงกระตุ้นที่ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการศึกษาลุล่วงไปด้วยดี และรวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

อาภากร พันธุวัชรพล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
ขอบเขตของงานวิจัย 2
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
ชีวมวล 5
กระบวนการผลิตไฟฟ้าชีวมวล 6
หญ้าเนเปียร์ 14
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัดสินใจ 15
การวิเคราะห์ทางการเงิน 17
การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) 20
การวิเคราะห์สมมติภาพ (Scenario Analysis) 20
วิธีจำลองสถานการณ์ (Simulation) 21
การประเมินมูลค่าวิธีเรียลออปชั่น (Real Option Valuation:ROV) 23
การประเมินมูลค่าทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree) 25
มูลค่าคาดหวัง EMV 27
Flexibility (ความยืดหยุ่น) 27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
บทที่ 3 แนวความคิด และวิธีการดำเนินงานวิจัย 31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

หลักการวิเคราะห์ 31
การศึกษาและรวบรวมข้อมูล 33
บทที่ 4 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 35
รายละเอียดข้อมูล 35
บทที่ 5 การทดสอบตามหลักเกณฑ์ทางการเงิน 49
สมมติฐานในการทดสอบหลักเกณฑ์ 49
ข้อมูลการวิเคราะห์ทางการเงิน 55
การวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) 60
การจำลองสถานการณ์ มอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) 62
ผลจากการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล 67
การประเมินระดับความเสี่ยง 70
ผลการประเมินระดับความเสี่ยง 70
การประเมินมูลค่าความยืดหยุ่น 71
ผลการประเมินความยืดหยุ่น 80
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 82
สรุปผลการดำเนินการวิจัย 83
ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย 84
การวิจารณ์และข้อเสนอแนะ 85
รายการอ้างอิง 86
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ข้อจำกัดและคุณภาพก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบฟิกซ์เบด 12
ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างของการวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial Options) และ วิธีแบบเรียล ออปชั่น 25
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือที่ใช้ตัดสินเกณฑ์ทางการเงิน 33
ตารางที่ 4.1 ปริมาณข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในจังหวัดพิษณุโลก 35
ตารางที่ 4.2 ประมาณการทำงาน โรงไฟฟ้า และกำลังการผลิตในแต่ละปี 38
ตารางที่ 4.3 ราคารับซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 38
ตารางที่ 4.4 ชั่วโมงการทำงาน 39
ตารางที่ 4.5 รายการเครื่องจักร ในส่วนต้นทุนเริ่มแรก 40
ตารางที่ 4.6 รายการค่าก่อสร้างต่าง ๆในส่วนต้นทุนเริ่มแรก 40
ตารางที่ 4.7 ตัวแปรสำคัญที่นำมาใช้ในการคำนวณหาผลตอบแทนโครงการ 41
ตารางที่ 4.8 ราคาเฉลี่ยซังข้าวโพด ที่ความชื้น 25% (บาท ต่อ ตัน) 42
ตารางที่ 4.9 แสดง ต้นทุนเงินลงทุนขั้นต้น 44
ตารางที่ 4.10 แสดง ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง ของขนาดกำลังการผลิตต่าง ๆ 45
ตารางที่ 4.11 อัตราการปรับตัวของค่า Ft 46
ตารางที่ 4.12 ค่าความถี่ของการใช้ค่า Ft 47
ตารางที่ 4.13 ดัชนีราคาผู้บริโภค 48
ตารางที่ 5.1 ตารางข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องและแหล่งอ้างอิง 51
ตารางที่ 5.2 แสดงอัตราการผลิตไฟฟ้า 51
ตารางที่ 5.3 แสดง ต้นทุนผันแปร 52
ตารางที่ 5.4 แสดง จำนวนพนักงาน 53
ตารางที่ 5.5 แสดง อัตราเงินเดือน พนักงานในตำแหน่งต่าง ๆ 53
ตารางที่ 5.6 แสดง ต้นทุนในการดำเนินการและค่าแรงกรณีที่มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์ 54
ตารางที่ 5.7 แสดงรายรับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกำลังการผลิตขนาด 1000 กิโลวัตต์ 56
ตารางที่ 5.8 แสดง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 58
ตารางที่ 5.9 ตัวอย่างตารางคำนวณกระแสเงินสด 59
ตารางที่ 5.10 แสดง ผลการเปลี่ยนแปลงค่า NPV เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในอัตราต่าง ๆ 61
ตารางที่ 5.11 การกำหนดกราฟลักษณะการกระจายตัวของปัจจัยต่าง ๆ 64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.12 ข้อมูลการกระจายตัวปกติ Normal Distribution 65
ตารางที่ 5.13 ข้อมูลการกระจายตัวแบบ Invgauss 65
ตารางที่ 5.14 กราฟผลการจำลองสถานการณ์ มอนติ คาร์โล 69
ตารางที่ 5.15 ประเมินระดับความเสี่ยง 70
ตารางที่ 5.16 ตัวอย่างผลการจำลองสถานการณ์เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของ NPV 76
ตารางที่ 5.17 กระแสเงินสด กรณีชะลอการลงทุน 78
ตารางที่ 5.18 สรุปค่า EMV ที่เกิดในสถานการณ์ภาพฉาย ต่าง ๆ 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเทคโนโลยี Gasification 7
รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการทำงาน 14
รูปที่ 2.3 แสดงสายพันธุ์ หญ้าเนเปียร์ 15
รูปที่ 2.4 รูปแบบการกระจายตัว 16
รูปที่ 2.5 แสดงความเสี่ยงของแต่ละโครงการ 16
รูปที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง NPV และค่า Discount Rate 19
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนภูมิต้นไม้ที่นำมาใช้ในการประเมินมูลค่าทางเลือกที่มีการชะลอการลงทุน 27
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างสัดส่วนการลงทุนโรงไฟฟ้าเบื้องต้น 31
รูปที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนดำเนินการวิจัยเพื่อตัดสินใจลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดน้อยกว่า 1เมกกะวัตต์ 32
รูปที่ 5.1 แสดงแผนภูมิกระแสเงินสดสะสม 60
รูปที่ 5.2 การเปลี่ยนแปลงของค่า NPV เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยต่าง ๆ 61
รูปที่ 5.3 ตัวอย่าง แผนภูมิต้นไม้ จากภาพฉายที่ 6 การก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดน้อยกว่า 1MWโดยใช้เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ที่ราคา 500 บาทต่อตัน 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าเอกชนมีความสนใจที่จะลงทุนทางด้านโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพิ่มขึ้นเนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากส่วนกลางที่ใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลมีปริมาณเชื้อเพลิงลดลงรวมถึงมีการสนับสนุนจากภาครัฐในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าเอกชนที่หันมาลงทุนทางด้านโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์ต้องมีการวางแผนการลงทุนในระยะยาว เพื่อลดความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้น การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นการตัดสินใจการลงทุนในโครงการโดยพิจารณาบนพื้นฐานตัวเลขทางการเงิน เป็นสำคัญ ซึ่งการประเมินกลยุทธ์ทางการเงินส่วนมากเป็นการตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่ลงทุน หรือลงทุนขนาดกำลังผลิตเท่าไรจึงจะเหมาะสม ผู้บริหารจะตัดสินใจต่อทางเลือกในการลงทุนที่ให้ผลประโยชน์ที่ดีกว่า ในการประเมินมูลค่าทางเลือกด้านการก่อสร้างที่ครอบคลุมปัจจัยในการลงทุนมากที่สุดของธุรกิจโรงไฟฟ้าชีวมวลต้องมีการคำนึงถึง องค์ประกอบในหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็น ขนาดกำลังการผลิด ชนิดเชื้อเพลิง ราคาและปริมาณเชื้อเพลิง รวมถึงการสนับสนุนจากภาครัฐซึ่งจะมีผลต่อราคาไฟฟ้า

สำหรับการวิเคราะห์ทางเลือกการลงทุนขนาดกำลังการผลิตในครั้งนี้จะทำการประเมินจากความคุ้มค่าในการลงทุนจากทางเลือกต่าง ๆ โดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยนำเข้าที่นำมาประเมิน ไม่ว่าจะเป็น ราคาเชื้อเพลิง ปริมาณเชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงหลักที่นำมาใช้เป็นซังข้าวโพดเพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาประกอบอาชีพทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และผู้ประกอบการมีความสนใจในศักยภาพของหญ้าเนเปียร์ จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์ เพราะในอนาคตมีการวางแผนก่อสร้างโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นหญ้าเนเปียร์ด้วย ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการสามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลากหลายชนิดแต่ต้องมีการปรับอุปกรณ์บางอย่างเพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงที่มีลักษณะทางกายภาพที่ต่างกัน แต่เครื่องจักรเป็นต้นทุนที่ลงทุนในครั้งแรกเพียงครั้งเดียวจึงเป็นต้นทุนที่ค่อนข้างคงที่ แต่ที่น่าสนใจคือ ค่าความยืดหยุ่นจากการเลือกตัดสินใจในโครงการใดโครงการหนึ่ง ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนจากเดิมใช้วิธีประเมินจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิแบบดั้งเดิม (Net Present Value:NPV)ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ประเมินต้นทุนทางการเงินอย่างเดียว จึงไม่เหมาะกับโครงการที่มีโอกาสและทางเลือกในการลงทุน เพราะฉะนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงใช้เครื่องมือเรียลออปชั่น (Real Option)ในการประเมิน

วิธีเรียลออปชั่น(Real Option)เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทางเลือกเพื่อการตัดสินใจที่จะลดความ

เสี่ยงในโครงการที่มีปัจจัยในการลงทุนที่ไม่แน่นอน อย่างเช่น ราคา และปริมาณเชื้อเพลิง การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้ในงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ประเมินมูลค่าความยืดหยุ่นของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าจากชีวมวลแบบใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด เพื่อลดความเสี่ยงและให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด

ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. โรงไฟฟ้าชีวมวลมีกำลังการผลิต ขนาดไม่เกิน 1 เมกกะวัตต์โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ทางเลือก คือ

ทางเลือกที่ 1 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 กิโลวัตต์ จำนวน 2 โรงและ ขนาด 300 กิโลวัตต์ 1 โรง

ทางเลือกที่ 2 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว แล้วพิจารณาลงทุนในโรงไฟฟ้าที่ขนาด 350 กิโลวัตต์และ ขนาด 300 กิโลวัตต์

ทางเลือกที่ 3 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 กิโลวัตต์พร้อมกันทีเดียว 2โรง

ทางเลือกที่ 4 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 กิโลวัตต์เพียงโรงเดียว แล้วพิจารณาตัดสินใจลงทุนโรงไฟฟ้าขนาด 500 กิโลวัตต์แห่งต่อไป

ทางเลือกที่ 5 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์

2.เชื้อเพลิงใช้ ซังข้าวโพด หญ้าเนเปียร์ และวิเคราะห์โดยใช้หญ้าเนเปียร์แทนซังข้าวโพดในช่วงที่ผลผลิตซังข้าวโพดน้อย

3.เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าในการศึกษานี้ เป็นระบบแก๊สซิฟิเคชั่นแบบเชื้อเพลิงหลายชนิด (Gasification Multi feedstock)แบบไหลลง (Downdraft)

4.เงินลงทุนในส่วนอุปกรณ์ ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาเป็นการประมาณการเบื้องต้นอาจมีความคลาดเคลื่อนได้

5. ผลประโยชน์ของโครงการคำนวณรูปแบบการลงทุน กำลังการผลิตไฟฟ้ารวมถึง ราคาเชื้อเพลิง ที่เปลี่ยนแปลง

ขอบเขตของการทำวิจัย

1. วิเคราะห์หาผลตอบแทนโครงการทางการเงินที่ได้ด้วยตัวชี้วัดทางการเงิน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

(Net Present Value:NPV) จากการวิเคราะห์แบบกระแสเงินสดคิดลด โดยใช้อัตราดอกเบี้ยจากต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของโครงสร้างเงินลงทุนของโครงการ(Weighted Average Cost Of Capital:WACC)

2. วิเคราะห์หาปัจจัยความอ่อนไหวที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจในการลงทุนภายใต้การพิจารณาโอกาสการลงทุนที่อาจจะมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นจากการคำนวณหาค่า NPV

3. วิเคราะห์ระดับโอกาสหรือความเสี่ยงจากการกระจายตัวของค่า NPV จากการทำแบบจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล (Monte Carlo Simulation)ในแต่ละทางเลือก

4. วิเคราะห์หาค่าคาดหวัง (EMV)จากโครงการที่มีการชะลอลงทุน นำมาเปรียบเทียบค่าคาดหวังในแต่ละทางเลือก เพื่อหามูลค่าความยืดหยุ่น

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากซังข้าวโพด รวมถึงหญ้าเนเปียร์ตามท้องถิ่นที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ประเด็นเบื้องต้นที่ใช้ในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับซังข้าวโพด

- ปริมาณ ซังข้าวโพด จากแหล่งต่าง ๆใน จ.พิษณุโลก ข้อมูลจากสำนักงานส่งเสริมการค้าข้าวและพืชไร่ กรมการค้าภายใน

ประเด็นเบื้องต้นที่ใช้ในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหญ้าเนเปียร์

- สภาพพื้นที่ เพาะปลูกที่เหมาะสมแก่การปลูกหญ้าเนเปียร์ (เนื่องจาก ปัจจุบัน ใน จ.พิษณุโลก ยังไม่มีการปลูกหญ้าเนเปียร์เพื่อมาใช้ในทางเศรษฐกิจ จึงต้องมีการศึกษาความเหมาะสม รวมถึงวิธีการดูแลเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการ)
- ศึกษา คุณสมบัติ ทางด้าน ความทนทานต่อสภาพอากาศ อายุการเก็บเกี่ยว การปลูกและดูแลของพืชเชื้อเพลิง

2.วิเคราะห์หาผลตอบแทนโครงการจากการลงทุนทั้ง 5 ทางเลือก

2.1 โดยใช้ตัวชี้วัดทางการเงิน ค่า NPV จากวิธีกระแสเงินสดคิดลด ของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์ และทำการเปรียบเทียบตัวชี้วัดจากทั้ง 5 กรณีซึ่งจะทำให้ได้ NPV ของการลงทุนในอนาคต

2.2 วิเคราะห์หาปัจจัยความอ่อนไหวที่มีผลกระทบต่อผลตอบแทนการเงินของโครงการ ภายใต้การพิจารณาโอกาสการลงทุนที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นจากค่า NPV

2.3 จำลองสถานการณ์แบบมอนติ คาร์โล เพื่อหาระดับความเสี่ยงในแต่ละทางเลือก

2.4 หาค่าคาดหวัง ที่เกิดจากการชะลอโครงการ และหามูลค่าความยืดหยุ่นของการลงทุน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มูลค่าเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการลงทุนจากทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการลงทุนในอนาคตเมื่อคำนึงถึงต้นทุนที่เสียโอกาสโดยวัดจากมูลค่าของความยืดหยุ่นในการดำเนินการโครงการ

3. รับทราบแนวทางป้องกันความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจลงทุนจากทางเลือกต่าง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกลงทุนในทางเลือกต่างๆ ต้องรวบรวมความรู้ทั้งทางด้านคุณสมบัติของพืชชีวมวล ระบบการผลิตไฟฟ้า และเครื่องมือที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

ชีวมวล (Biomass) หรือเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นเชื้อเพลิงที่ได้มาจากอินทรีย์สาร หรือสิ่งมีชีวิต เช่น ผลจากการผลิตทางการเกษตรต่าง ๆ เช่น แกลบ ฟาง กากอ้อย ต้นอ้อย กะลาปาล์ม ทะลายปาล์ม กะลามะพร้าว เศษไม้ เศษหญ้า นอกจากนี้ยังรวมถึงมูลสัตว์ที่ใช้ในการเกษตร เช่น โคและสุกร และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรด จากโรงงานสับปะรดกระป๋อง หรือน้ำเสียจากโรงงาน เป็นต้น

ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงหมุนเวียนรูปแบบหนึ่ง สามารถเกิดขึ้นใหม่ทดแทนได้ตลอดเวลา ใช้แล้วไม่หมดไปอย่างเชื้อเพลิงฟอสซิล จึงมีการศึกษาพัฒนาเพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ชีวมวล โดยเฉพาะชีวมวลจากการเกษตร ซึ่งสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมหรือนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ทำให้สามารถลดปริมาณการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศ

ประโยชน์เบื้องต้นจากการนำชีวมวลมาใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มรูปแบบ และมีประสิทธิภาพ

1. เศรษฐกิจท้องถิ่นเจริญเติบโต เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถขายได้ทั้งผลิตผลทางการเกษตรและเศษเหลือจากการเกษตรที่เคยทิ้ง
2. ช่วยสร้างงานในท้องถิ่น เพราะจะมีการจ้างงานเพื่อทำงานในโรงไฟฟ้า เกิดระบบเศรษฐกิจรอบแหล่งผลิต เงินหมุนเวียนอยู่ในท้องถิ่น
3. ลดปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจก จากการที่ประชาชนในท้องถิ่น นำเศษเหลือจากการเกษตร มาเผาเป็นเชื้อเพลิง
4. ทำให้ประชาชนตระหนักถึงประโยชน์จากพืช รวมถึงปลูกฝังในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากร รู้จักใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด
5. มีการพัฒนาอุตสาหกรรมอื่นๆ ตามมา เนื่องจาก โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวล สามารถช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องในท้องถิ่นได้
6. ความมั่นคงทางพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีโรงไฟฟ้าพลังชีวมวลขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วประเทศ

งานวิจัยนี้ใช้เชื้อเพลิงหลักที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง คือ ซังข้าวโพด เพราะชุมชนบริเวณรอบ ๆโรงไฟฟ้ามีการประกอบอาชีพการทำไร่ข้าวโพด และทำเฟอร์นิเจอร์ จึงทำให้มีปริมาณซังข้าวโพดที่เป็นเศษเหลือจากการเอาเมล็ดออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูล ปริมาณการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ อ.นครไทย ยังมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณซังข้าวโพด ทางผู้ประกอบการจึงมีนโยบายการสนับสนุนให้ชาวชุมชนรอบโรงไฟฟ้าปลูกหญ้าเนเปียร์และรับซื้อในราคา 300 บาทต่อตัน ซึ่งราคาที่รับซื้อนี้ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพและจะจ่ายให้แก่เกษตรกรในราคาที่เหมาะสมต่อไป

กระบวนการผลิตไฟฟ้าชีวมวล

กระบวนการเพื่อการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นพลังงาน โดยทั่วไปอาศัยกระบวนการทางเคมีความร้อน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ การเผาไหม้โดยตรง การผลิตก๊าซ และการผลิตพลังงานร่วม

การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion){ นคร ทิพยาวงศ์., 2553} เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด ใช้กับเชื้อเพลิงชีวมวลที่เป็นเชื้อเพลิงแข็ง มีขั้นตอน คือ เผาเชื้อเพลิงชีวมวลโดยตรงในเตาเผา ความร้อนที่ได้จะถูกนำไปใช้ผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำที่ผลิตได้นี้จะถูกนำไปใช้ขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ไอน้ำมีอุณหภูมิและความดันต่ำที่ออกจากกังหันไอน้ำจะเข้าสู่ คอนเดนเซอร์ เพื่อควบแน่นให้เย็นลงและกลั่นตัวกลายเป็นน้ำ เพื่อปั๊มกลับขึ้นไปป้อนหม้อไอน้ำ โดยถูกอุ่นด้วยไอน้ำที่มาจากกังหัน ณ ที่ความดันช่วงกลาง ก่อนป้อนกลับเข้าสู่หม้อไอน้ำอีกครั้ง

ชนิดของเตาซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบผลิตไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล สำหรับชีวมวลที่มีขนาดเป็นชิ้นค่อนข้างใหญ่ เช่น เศษไม้ จะเหมาะกับเตาเผาระบบสโตกเกอร์ (Stoker) ถ้าชีวมวลเป็นชิ้นเล็ก ๆ เช่น ขี้เลื่อยหรือแกลบ เหมาะกับเตาระบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed) หรือไซโคลน (Cyclone)

การผลิตก๊าซ (Gasification) {นคร ทิพยาวงศ์, 2553 }กระบวนการผลิตก๊าซจากการเผาไหม้ เป็นการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นก๊าซ โดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งนั้นในที่ที่มีอากาศจำกัด ความร้อนที่เกิดขึ้นจะเร่งปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องให้กลายเป็น Producer Gas ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทน

สามารถสรุปเป็นปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นบางส่วน (Partial Oxidation) $21C+OCO_2 \leftrightarrow$ dH=-268 MJ/kg mole

2. ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยสมบูรณ์ (Complete Oxidation) $22C+OCO \leftrightarrow$ dH=-406 MJ/kg mole

3. ปฏิกิริยาแก๊ส-น้ำ (Water Gas Reaction) $22C+HOCO+H \leftrightarrow$ dH=+118 MJ/kg mole

โดยปฏิกิริยาที่ 1 และ 2 เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ส่วนปฏิกิริยาที่ 3 เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีการปลดปล่อยพลังงานออกมาจากกระบวนการออกซิเดชั่นบางส่วนของการเปลี่ยนคาร์บอนไปเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งพลังงานดังกล่าวมีค่าถึง 65% ของพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาในระหว่างปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยสมบูรณ์ ซึ่งกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นจะแตกต่างจากกระบวนการเผาไหม้

ตรงที่การเผาไหม้จะปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ก๊าซร้อน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนและไอน้ำซึ่งจะนำไปสู่ปฏิกิริยาในระหว่างกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นดังนี้

4. ปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำเป็นแก๊ส (Water Gas Shift Reaction) 222 CO+HO ↔ CO +H dH=-42 MJ/kg mole

5. ปฏิกิริยาการเกิดมีเทน (Methane Formation) 242 CO+3H ↔ CH +HO dH=- 88 MJ/kg mole

ดังนั้นก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีส่วนผสมของคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจนและไอน้ำ คุณภาพของก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับการเกิดปฏิกิริยา วิธีการในการเดินเตาผลิตก๊าซและเงื่อนไขของการเกิดปฏิกิริยา โดยส่วนใหญ่แล้วในการเกิดปฏิกิริยามักจะทำกับอากาศ ออกซิเจนหรือไอน้ำโดยอาจจะมีการเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้นได้ (Catalytic Gasification) ซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถนะและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

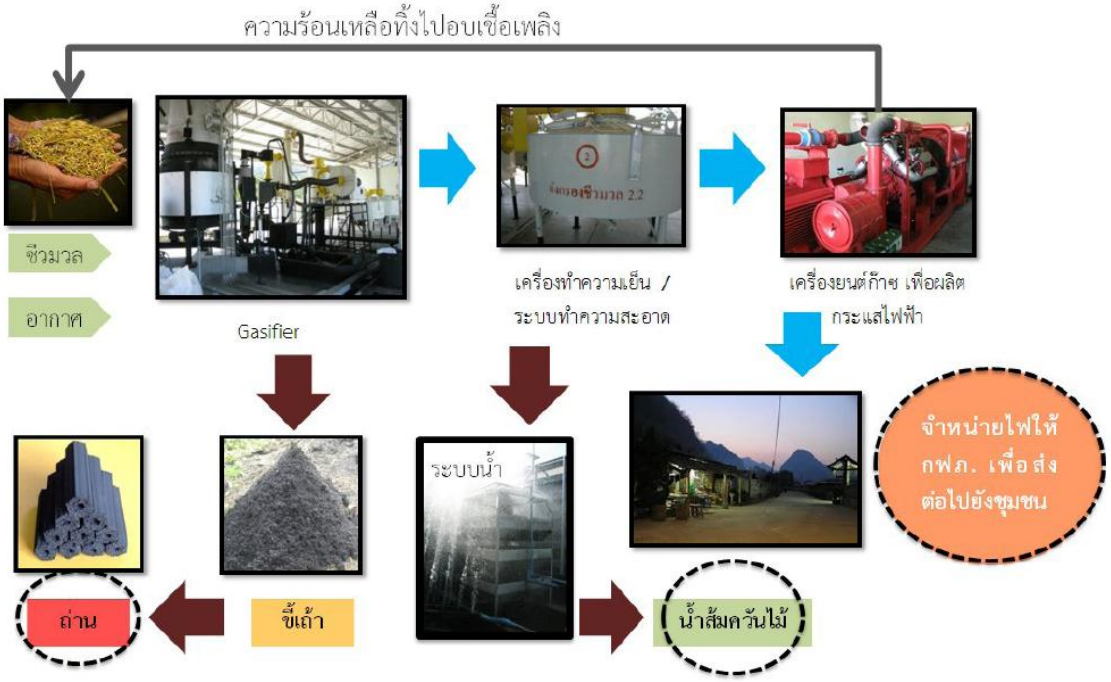
ประโยชน์จากการใช้ระบบ Gasification

1.ไม่มีมลภาวะทางอากาศเนื่องจากไม่มีการปล่อยควันดำขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ

2.ไม่มีมลภาวะทางเสียงเนื่องจากระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

3.ไม่มีมลภาวะทางน้ำเสียเนื่องจากน้ำที่ใช้ในระบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้หลากหลายมีคุณสมบัติคล้ายน้ำส้มควันไม้

4.ขยะหรือขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้เนื่องจากขี้เถ้าที่ออกมาจากระบบสามารถนำมาอัดแท่งผลิตเป็นถ่านไม้คุณภาพสูงหรือเป็นปุ๋ยคุณภาพสูงในปรับปรุงดินที่เรียกว่าไบโอร์ชาร์ (Bio-Char)



ที่มาสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน นครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเทคโนโลยี Gasification

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันเป็นการแปลงสภาพชีวมวลของแข็งโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วน (Partial Oxidation) ที่อุณหภูมิสูงด้วยอากาศ ออกซิเจน หรือไอน้ำ ในช่วง 800-1,800 °C ทำให้เกิดการแตกตัวของก๊าซเชื้อเพลิง (Producer Gas) ที่มีค่าความร้อนค่อนข้างต่ำถึงปานกลางประมาณ 3-10 MJ/m^3

เตาปฏิกรณ์ของกระบวนการเรียกว่า แก๊สซิฟายเออร์ (Gasifier)ซึ่งมีหลากหลายลักษณะ รูปแบบกระบวนการภายในตัวเตาปฏิกรณ์จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเทคนิค ในเตาปฏิกรณ์สำหรับผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจะเกิดกระบวนการทางเคมีและกายภาพที่แตกต่าง ระหว่างกระบวนการ เมื่ออากาศและเชื้อเพลิงสัมผัสกันก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนในอากาศกับคาร์บอนและไฮโดรเจนซึ่งอยู่ในเชื้อเพลิง และเกิดปฏิกิริยาอื่น ๆ ดังนี้

ปฏิกิริยาการเผาไหม้

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad (1)$$

$$C + 1/2O_2 \rightarrow CO \quad (2)$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad (3)$$

ปฏิกิริยา (1) (2) และ (3) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ความร้อนสูงที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาดูดความร้อนในบริเวณอื่นภายในเตาปฏิกรณ์ อุณหภูมิในบริเวณการเผาไหม้มีค่าระหว่าง 1,100-1,500 °C ก๊าซร้อนที่ผ่านจากกระบวนการเผาไหม้ผ่านมายังชั้นเชื้อเพลิงถัดไป ซึ่งไม่มีออกซิเจนเหลือในการทำปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาบูดูอาร์ด (Boudouard reaction)

$$C + CO_2 \rightarrow 2CO \quad (4)$$

ปฏิกิริยาน้ำแปลงก๊าซ (Water gas reaction)

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 \quad (5)$$

บริเวณถัดมาเกิดปฏิกิริยารีดักชัน อุณหภูมิในช่วงที่เกิดรีดักชันมีค่าระหว่าง 500-900 °C ในโซนนี้ ก๊าซบางส่วนจากการเผาไหม้จะไหลเข้าทำปฏิกิริยากับถ่านร้อนที่พร้อมจะลุกไหม้ก่อให้เกิดปฏิกิริยาแปลงสภาพของแข็งเป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และไฮโดรเจนได้ ปฏิกิริยาในสมการที่ (4) และ (5) เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูง 900°C ก๊าซที่ได้เป็นก๊าซที่เผาไหม้ได้คือ คาร์บอนมอนนอกไซด์และไฮโดรเจนซึ่งจะต้องผลิตให้ได้มากที่สุด ปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในก๊าซชีวมวลนี้จะขึ้นอยู่กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าจะเกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนได้มากเพียงใด

ในบริเวณการเกิดรีดักชันนี้จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ดีเพียงใดขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความเร็วระหว่างที่ก๊าซสัมผัสกับเชื้อเพลิงแข็ง และพื้นที่สัมผัส ดังนั้นขนาดและปริมาณของเชื้อเพลิงแข็งที่ป้อนเข้าไปยังเตาเผาจึงมีผลต่อการผลิตก๊าซ เชื้อเพลิงขนาดใหญ่จะมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรต่ำ ยากต่อการจุดเผาภายในเตา และจะทำให้เกิดปริมาณของช่องว่างระหว่างเชื้อเพลิงด้วยกันมาก ทำให้มีออกซิเจนไหลผ่านเข้าไปในระบบมาก ปฏิกิริยาทางเคมีที่ต้องการจะเกิดขึ้นน้อย และมีประสิทธิภาพในการผลิต(Producer Gas) แต่ถ้าขนาดของเชื้อเพลิงมีขนาดเล็กจะทำให้เกิดการสูญเสียความดันภายในเตามาก ทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีที่ต้องการจะเกิดไม่ทั่วถึง และมีประสิทธิภาพในการผลิต Producer Gas ต่ำเช่นเดียวกัน ขนาดของเชื้อเพลิงแข็งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 10-100 มิลลิเมตร ถ้าอุณหภูมิบริเวณนี้สูงกว่า 900°C แล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กว่า 90% จะถูก

เปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 1,100°C จะทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

เมื่อก๊าซร้อนจากการเผาไหม้ไหลเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณการเกิดรีดักชัน ปฏิกิริยาที่ (4)และ(5) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนจะทำให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 500-600 °C ไอน้ำกับคาร์บอนจะทำปฏิกิริยาก่อให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์ดังปฏิกิริยาในสมการที่ 5 ปฏิกิริยานี้มีความสำคัญเพราะจะทำให้สัดส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซเชื้อเพลิงมีค่ามากขึ้น

ปฏิกิริยาชิฟต์ (Water gas shift reaction)

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

ปฏิกิริยาแปลงมีเทน (Methanation reaction)

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

ในกระบวนการ ก๊าซไฮโดรเจนบางส่วนอาจจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอน ทำให้เกิดก๊าซมีเทนขึ้นได้เล็กน้อย จากปฏิกิริยาในสมการที่ (7) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

ปฏิกิริยาแปลงก๊าซด้วยไอน้ำ (Steam reforming reaction)

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2 \quad (8)$$

การเพิ่มไอน้ำร้อนเข้าไปในเตาปฏิกิริยาอาจจะนำไปสู่การทำปฏิกิริยากับมีเทนให้แปลงเป็นก๊าซเชื้อเพลิงได้ มีคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

ปฏิกิริยาไพโรไลซิส ความร้อนจากบริเวณรีดักชันจะแพร่มาสู่เชื้อเพลิงแข็ง ทำให้เกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส อุณหภูมิในบริเวณนี้จะมีค่าประมาณ 200-500°C ของแข็งที่เหลืออยู่ภายหลังจากการผ่านกระบวนการ คือ ถ่านชาร์

ชีวมวล + ความร้อน → ถ่านชาร์ + ก๊าซ + กรดไพโรลิกเนียส + น้ำมันดิน (9)

เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนสามารถเข้าใจได้ง่ายดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือวิศวกรมาควบคุมดูแลเทคโนโลยีนี้อาศัยกระบวนการทางเคมีที่ทำให้องค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในชีวมวลเปลี่ยนไปเป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO),คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) ที่จุดติดไฟง่าย ก๊าซที่ได้เรียกว่าก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) หลังจากผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิและทำความสะอาดแล้วก็จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อการผลิตไฟฟ้าต่อไป

ชุมชนในพื้นที่สามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการได้และเกษตรกรได้รับประโยชน์จากการมีโรงไฟฟ้าเกิดขึ้น การขายวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดมลภาวะเพียงเล็กน้อยกับชุมชนและสภาพแวดล้อมเนื่องจากระบบการผลิตเป็นระบบปิดและมีขนาดเล็ก

องค์ประกอบในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง

1.ความชื้นของเชื้อเพลิง (Moisture Content) ช่วยทำให้สัดส่วนของก๊าซไฮโดรเจนในก๊าซเชื้อเพลิงสูงขึ้น แต่ความชื้นทำให้ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซและค่าความร้อนลดลง ความชื้นของเชื้อเพลิงชีวมวลขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง แหล่งที่มา และการเตรียมสภาพก่อนนำไปผลิตก๊าซชีวมวล ความชื้นในชีวมวลสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ความชื้นที่อยู่ในเนื้อชีวมวล เป็นส่วนที่อยู่ในรูเปิดของเซลล์ในชีวมวลโดยสมดุลกับบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 96-97%

1.2 ความชื้นที่ผิว เป็นส่วนที่เกินจากความชื้นในรูเปิดของเซลล์ชีวมวล

1.3 ความชื้นจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 200-250°C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้ระเหยความชื้นที่ผิวและความชื้นที่อยู่ภายในเนื้อชีวมวล ถ้าต้องการนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานความชื้นทั้งหมดควรมีไม่เกิน 50%

2.ขนาดของเชื้อเพลิง (Fuel Size) จะมีผลกับการเกิดความดันตกคร่อม (Pressure Drop) ภายในเตาแก๊สซิฟายเออร์ ถ้าเกิดความดันลดภายในเครื่องมากเกินไปจะทำให้ต้องใช้พลังงานในการนำอากาศเข้าและพาก๊าซที่ได้ออกจากเตาแก๊สซิฟายเออร์มาก ในทางทฤษฎี อากาศควรสัมผัสกับพื้นที่ผิวของเชื้อเพลิงให้มากที่สุดเพื่อให้ได้ปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นและเกิดกระบวนการได้เร็วยิ่งขึ้น ถ้าเชื้อเพลิงมีขนาดใหญ่เกินไปเมื่อเทียบกับขนาดเครื่อง เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วก๊าซเชื้อเพลิงจะไหลลงไม่สะดวกและไม่ทันกับการทำปฏิกิริยาที่มีอากาศเข้าเท่าเดิม อัตราการป้อนอากาศต่อเชื้อเพลิงจึงสูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงถึง 2,000°C ซึ่งสูงพอที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดเถ้าหลอมในเชื้อเพลิงทุกชนิดได้ จึงควรนำเชื้อเพลิงมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆขนาดประมาณ 1 เซนติเมตรจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น

3.การกระจายขนาด (Size Distribution) เชื้อเพลิงที่ขนาดไม่สม่ำเสมอ อากาศและก๊าซจะไหลผ่านตามช่องว่างที่เกิดจากเชื้อเพลิงขนาดใหญ่และเล็กเกยกัน ทำให้บางบริเวณมีการเผาไหม้รุนแรงแต่บางบริเวณเย็นตัวลง ทำให้เกิดการหลอมกันเป็นก้อน

4.ความหนาแน่นบัลก์(Bulk Density) เป็นค่าที่แสดงลักษณะการใช้ปริมาตรของเชื้อเพลิงนั้น กล่าวคือ เมื่อเทเชื้อเพลิงที่เป็นเม็ดลงในภาชนะ รูปทรงของแต่ละเม็ดจะทำให้ผิวของเม็ดเชื้อเพลิงแนบกันไม่ได้ เกิดช่องว่างระหว่างเม็ดเชื้อเพลิงขึ้น ทำให้เปลืองปริมาตรในภาชนะ บรรจุได้น้ำหนักน้อยเนื่องจากมีช่องว่างอากาศ ทำให้ค่าความหนาแน่นโดยรวมต่ำลง

5.สารระเหยในเชื้อเพลิง (Volatile Matter) สารระเหยที่ปล่อยออกมาระหว่างปฏิกิริยา สามารถควบแน่นได้ที่อุณหภูมิ 100-500°C ซึ่งจะก่อตัวเป็นน้ำมันดินและน้ำมันที่กลั่นตัวต่างๆ ถ้าเชื้อเพลิงมีสารระเหย

มากอาจจะสร้างปัญหาได้ เนื่องจากน้ำมันดินและไอน้ำมันที่มีอุณหภูมิควบแน่น 120-150°C จะเกาะฝังตัวบนผนัง

6.ขี้เถ้า เกิดจากแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบในเชื้อเพลิงรวมตัวกับออกซิเจนขณะเผาไหม้ ซึ่งอาจมีถ่านชาร์ปนเปื้อนอยู่ด้วย ขี้เถ้าจะมีผลต่อการทำงานของเตาแก๊สซิฟายเออร์ ถ้าขี้เถ้าในเชื้อเพลิงมีค่าสูง จะทำให้พลังงานของก๊าซเชื้อเพลิงลดลง และเตาแก๊สซิฟายเออร์จะสิ้นเปลืองพื้นที่สำหรับเก็บขี้เถ้า

7.ความหนาของชั้นเชื้อเพลิง (bed thickness) จะมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในเตาเผา เมื่อความหนาของชั้นเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้บริเวณที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันมีช่วงกว้างขึ้น ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ทำให้เตามีอุณหภูมิลดลง

เตาปฏิกรณ์แก๊สซิฟายเออร์ ระบบที่มีการใช้งานอย่างง่ายและเป็นที่นิยมสำหรับระบบขนาดเล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรม สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบหลัก ๆ คือ

1.ระบบฟิกซ์เบด (Fixed Bed) หรือ ระบบเบดเคลื่อนที่ (Moving Bed)

หลักการทำงาน ชีวมวลจะถูกป้อนจากด้านบนของเตา และเกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องเสมือนชีวมวลหรือเบดอยู่นิ่ง จึงเรียกว่า ระบบฟิกซ์เบดหรือระบบเบดนิ่ง อุณหภูมิในการเดินระบบจะอยู่ในช่วง 800-1000°C ระบบนี้สามารถแบ่งออกตามทิศทางการไหลของอากาศได้หลายรูปแบบ ซึ่งได้แก่ ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น (Updraft gasification) และระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง (Downdraft gasification)

1.1 ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น (Updraft gasification)

หลักการทำงาน ชีวมวลจะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่าง ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะเคลื่อนที่สู่ด้านบน จึงเรียกระบบนี้ว่า ระบบไหลขึ้น ระบบนี้เป็นระบบที่ทิศทางของก๊าซและอากาศร้อนไหลสวนทางกับชีวมวล การทำงานจะเริ่มจากเชื้อเพลิงชีวมวลจะถูกป้อนเข้าสู่เตาจากทางด้านบนลงสู่ด้านล่างในทิศทางสวนกับก๊าซหรืออากาศร้อน ในขณะเดียวกันก๊าซและอากาศร้อนจะเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนจึงเป็นการอบแห้งเชื้อเพลิง (Drying)ที่อยู่ด้านบนของเตาจากทางด้านบนไปพร้อมกัน เมื่อเริ่มมีการเผาไหม้(Combustion Zone)ในบริเวณทางด้านล่างของเตาจะเกิดพลังงานความร้อน และถูกพาขึ้นสู่ด้านบน อากาศร้อนไปยังบริเวณการผลิตก๊าซจากปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชั่นหรือรีดักชัน (Reduction Zone)หลังจากนั้นก๊าซและอากาศร้อนจะเคลื่อนที่ต่อเนื่องไปยังบริเวณที่เกิดกระบวนการ ไพโรไลซิส (Pyrolysis Zone)และบริเวณทำให้เชื้อเพลิงแห้ง (Drying Zone)ที่ด้านบนสุดของเตา ระบบนี้สามารถใช้กับเชื้อเพลิงที่มีค่าความชื้นสูงถึงประมาณร้อยละ 40

ข้อเสีย คือก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีสิ่งเจือปนค่อนข้างสูง เนื่องจากก๊าซเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่เกิดสารระเหยและน้ำมันดินในบริเวณด้านบนก่อนออกจากเตา การที่ก๊าซร้อนเคลื่อนที่ผ่านบริเวณชั้นของชีวมวลทางด้านบนที่มีความร้อนต่ำกว่าทำให้ก๊าซที่ออกจากเตามีอุณหภูมิต่ำกว่าระบบไหลลง

ดังนั้นระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลขึ้น (Updraft gasification) จึงเป็นระบบที่เหมาะสำหรับการนำก๊าซเชื้อเพลิงไปใช้เพื่อผลิตพลังงานเพื่อให้ความร้อนโดยตรง แต่ไม่เหมาะกับการนำไปใช้กับเครื่องยนต์หรือผลิตไฟฟ้าเนื่องจากคุณภาพก๊าซมีสิ่งเจือปนสูง

1.2 ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบไหลลง(Downdraft gasification)

หลักการ ชีวมวลและก๊าซเชื้อเพลิงจะเคลื่อนที่จากด้านบนลงสู่ด้านล่างในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากชีวมวล ก๊าซ และอากาศร้อน เคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน คือ ด้านบนลงสู่ด้านล่าง อากาศจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบใกล้กับตำแหน่งการเกิดการสันดาป (Combustion Zone)ที่ตำแหน่งนี้จะมีการออกแบบให้เป็นคอคอด เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงเกิดเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (Hot Zone)ทำให้ทั้งของแข็ง สารระเหย และน้ำมันดิน ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิสแตกตัวเปลี่ยนเป็นก๊าซเมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง

การทำงานและประสิทธิภาพทั่วไปของระบบฟิกซ์เบด

ข้อได้เปรียบของระบบฟิกซ์เบดโดยทั่วไปจะเป็นระบบที่มีการทำงานที่ไม่ยุ่งยาก ในกรณีระบบทั่วไปที่ใช้อากาศในการทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าพลังงานต่ำ (LCV)อยู่ระหว่าง 4-6 MJ/Nm^3คุณภาพก๊าซที่ได้จะมีองค์ประกอบของธาตุต่าง ๆดังนี้ N_2ร้อยละ 40-50 H_2ร้อยละ 15-20 CO ร้อยละ 10-15 CO_2ร้อยละ 10-15 และ CH_4ร้อยละ 3-5

การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลที่มีความชื้นสูง (มากกว่าร้อยละ 20)ควรนำไปทำให้แห้งก่อนนำมาใช้งาน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

ตัวแปร	ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์ แบบไหลลง	ระบบเตาแก๊สซิฟายเออร์ แบบไหลขึ้น
อุณหภูมิก๊าซขาออก (^oC)	700	200-400
น้ำมันดิน Tar (g/Nm^3)	0.015-0.5	30-150
ขนาดและลักษณะเชื้อเพลิง	มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ
ค่าความร้อนก๊าซ,LHV (MJ/Nm^3)	4.5-5.0	5.0-6.0

ที่มา:Knoef,2005

ตารางที่ 2.1 ข้อจำกัดและคุณภาพก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเตาแก๊สซิฟายเออร์แบบฟิกซ์เบด

2. ระบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized bed)

ระบบนี้เป็นระบบที่มีส่วนประกอบและโครงสร้างคล้ายกับเตาเผาเชื้อเพลิงโดยตรงแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidize bed combustor) ซึ่งจะนิยมใช้สำหรับโรงงานขนาดใหญ่เพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหิน

ข้อดี คือ การควบคุมภายในเตาปฏิกรณ์ให้สม่ำเสมอทั่วกันนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่าระบบฟิกซ์เบด ซึ่งอุณหภูมิการทำงานของระบบประมาณ 800-850 องศาเซลเซียส (ต่ำกว่าระบบฟิกซ์เบด)

หลักการทำงาน คือ การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาจะอาศัยตัวกลาง (Bed) เช่น ทราย กรวด วัสดุเซรามิก ตัวกลางที่อยู่บริเวณด้านล่างของเตาปฏิกรณ์จะถูกทำให้ร้อนและเป่าให้ลอยขึ้นสู่ด้านบน เมื่อป้อนชีวมวลเข้าไปในระบบ ชีวมวลจะเคลื่อนตัวชนกับตัวกลางที่ร้อนและเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนจนเกิดการเผาไหม้และกลายเป็นก๊าซอย่างรวดเร็ว ซึ่งบริเวณการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Combustion) ไพโรไลซิส (Pyrolysis) และแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) จะเกิดในช่วงเดียวกันไม่มีการแบ่งแยกอย่างชัดเจน ทำให้มีน้ำมันดินเจือปนอยู่ในก๊าซเช่นเดียวกับระบบฟิกซ์เบด แบบไหลขึ้น น้ำมันดินที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณปานกลางอยู่ระหว่างระบบไหลขึ้น (Updraft) และไหลลง (Downdraft)

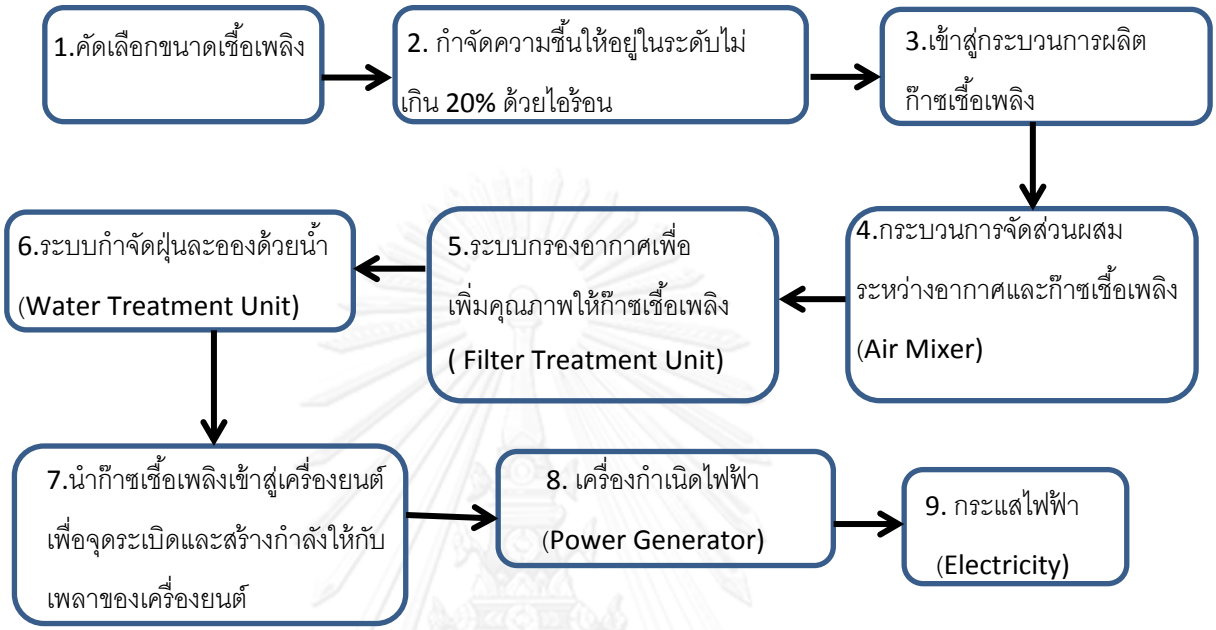
ระบบนี้จะมีศักยภาพสูงในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงเมื่อเทียบกับระบบฟิกซ์เบด คือ อัตราการเกิดความร้อน การแลกเปลี่ยนมวลสาร และกระจายความร้อนให้กับเชื้อเพลิงสามารถทำได้ทั่วถึง จึงทำให้ระบบเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาอย่างทั่วถึงจึงทำให้ระบบมีความเสถียรมากกว่าระบบฟิกซ์เบด

การทำงานและประสิทธิภาพทั่วไปของระบบฟลูอิไดซ์เบด

ปัญหาของระบบนี้ คือ เป็นระบบที่มีความซับซ้อนในการดำเนินงาน เนื่องจากต้องทำการควบคุมการทำงานของระบบภายใต้สภาวะความดันสูง เพื่อให้มีการเป่าให้ตัวกลางลอยอยู่ในอากาศตลอดเวลา ดังนั้น ในระบบนี้การควบคุมการกระจายตัวของเบดจึงเป็นหัวใจสำคัญ การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมอาจช่วยลดการหลอมละลายของสารจำพวกซิลิกา (Silica) ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในเบด เช่น ทราย กับสารประกอบเมทัลอัลคาไลน์ (Metal alkaline) ในชีวมวลรวมตัวกันกับเบดทำให้เบดสูญเสียการกระจายตัว อาจทำให้เกิดการอุดตันตามชิ้นส่วนต่าง ๆ

ระบบฟลูอิไดซ์เบดเป็นระบบที่ขั้นตอนการแปรรูปชีวมวลให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงเกิดในบริเวณเดียวกัน จึงทำให้ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีสิ่งเจือปน เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก น้ำมันดิน สารประกอบไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และอัลคาไลน์ ดังนั้น จึงต้องนำก๊าซเชื้อเพลิงมาผ่านระบบทำความสะอาดก๊าซหลายขั้นตอน เพื่อให้ได้ก๊าซที่มีสิ่งเจือปนลดลงก่อนนำไปใช้งาน

ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการทำงาน

หญ้าเนเปียร์

ลักษณะทั่วไปของหญ้าเนเปียร์ประกอบด้วย

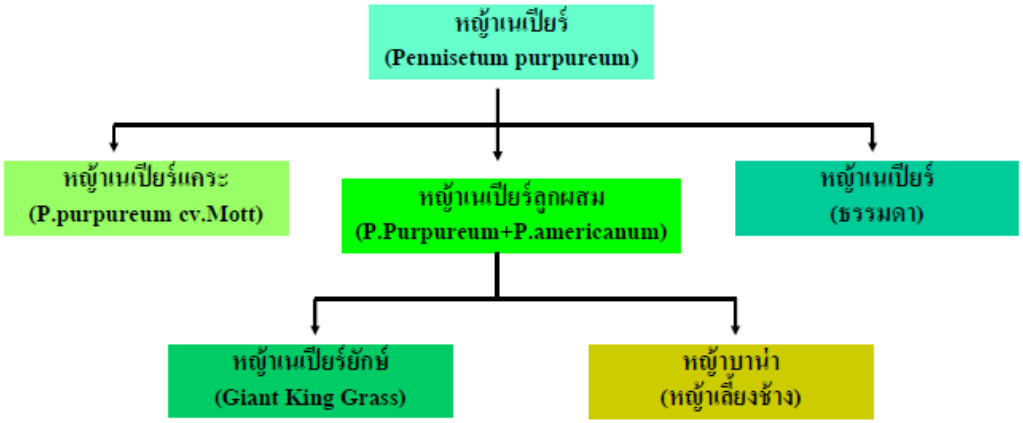
1 .ปลูก ขยายพันธุ์ง่าย โตเร็ว ผลผลิตเฉลี่ย 40-80 ตัน (หญ้าสด)/ไร่/ปีขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและการบริหารจัดการดินและน้ำ

2.จัดการดูแลง่าย เก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรได้

3.เก็บเกี่ยวทุก 120 วัน ตัดแล้วแตกกอใหม่เก็บเกี่ยวได้อย่างน้อย 7 ปี

4.ค่าความร้อนประมาณ 14-18 MJ/kg

ที่มา ศูนย์วิจัยฯ อาหารสัตว์นครราชสีมา



ที่มา สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน นครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รูปที่ 2.3 แสดงสายพันธุ์ หญ้าเนเปียร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัดสินใจ

เนื่องจากโครงการเป็นการลงทุนในอนาคตซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ เกิดขึ้นได้เสมอ และมีความเสี่ยงต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย ดังนั้นในการลงทุนโครงการต้องมีการประเมินความเสี่ยงเพื่อหาทางลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงการหาความยืดหยุ่นที่เกิดจากตัดสินใจเลือกลงทุนในทางใดทางหนึ่ง

การประเมินโครงการภายใต้ความเสี่ยง {หฤทัย มีนะพันธ์}

การวิเคราะห์โครงการภายใต้สภาพการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยสมมติว่าสิ่งที่คาดคะเนเกี่ยวกับอนาคตที่ประเมินไว้มีความถูกต้องพอสมควร (Deterministic Approach) แต่อนาคตเป็นเรื่องที่มีความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ดังนั้นการวิเคราะห์ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตอาจไม่เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้และมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อผิดพลาด

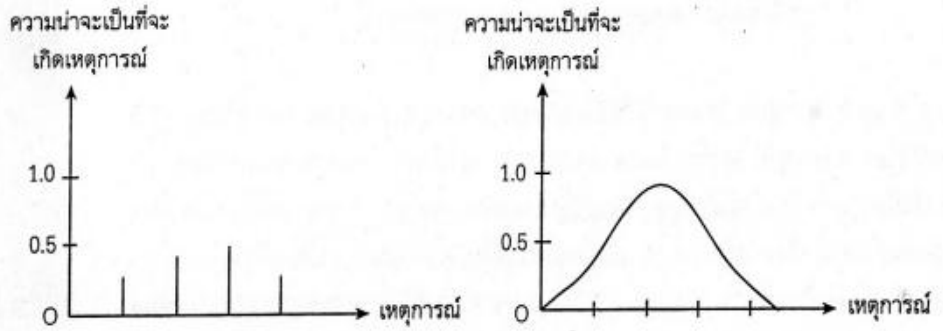
ความเสี่ยง (Risk) เป็นสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตที่มีความไม่แน่นอน แต่สามารถคาดการณ์โดยใช้หลักความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์มาช่วยในการวิเคราะห์

การตัดสินใจลงทุนภายใต้ความเสี่ยง

เหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงเป็นเหตุการณ์ที่เราสามารถแจกแจงรูปแบบการกระจายความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้ว่า โอกาสที่เหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้นมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งวัดจากค่าความน่าจะเป็นตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่า 0 หมายถึงไม่มีโอกาสที่จะเหตุการณ์นั้น ค่า 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นอย่างแน่นอน เราสามารถหาค่าความเสี่ยงได้จากการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล การจำลองดังกล่าวจะแสดงผลการกระจายตัวของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยนำเข้าต่างๆมีการเปลี่ยนแปลง เหตุการณ์ใดมีค่าการกระจายตัวมาก เหตุการณ์นั้นจะมีความเสี่ยงมากกว่าเหตุการณ์ที่มีค่ากระจายตัวน้อยกว่า

แต่ถึงอย่างไรก็ตามในการเปรียบเทียบความเสี่ยงต้องดูโอกาสเกิดค่า NPV น้อยกว่า 0 ประกอบด้วย เพราะในการเกิดเหตุการณ์บางเหตุการณ์ มีค่าการกระจายตัวน้อยแต่กราฟการกระจายตัวมีบางส่วนที่มีค่าน้อยกว่า 0

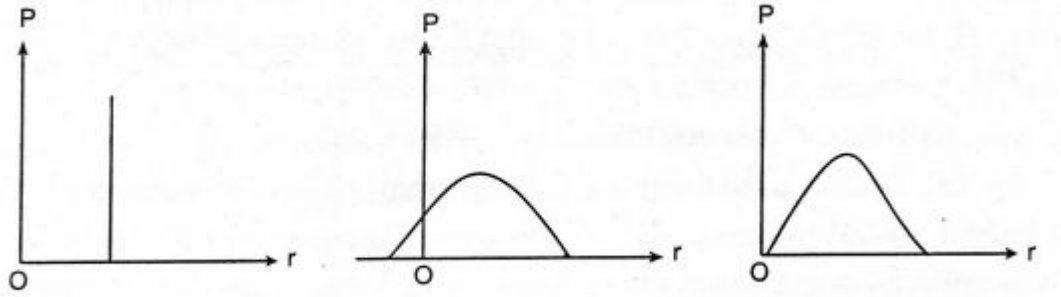
การวัดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อาจอยู่ในรูปของการแจกแจงแบบจำนวนเต็ม (discrete) หรือรูปค่าต่อเนื่อง (Continuous) ก็ได้



การกระจายตัวแบบ discrete การกระจายตัวแบบ Continuous

รูปที่ 2.4 รูปแบบการกระจายตัว

ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุกาณ์มีหลายรูปแบบ มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้วิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการอย่างมาก สามารถอธิบายได้ดังรูป



โครงการ A โครงการ B โครงการ C

รูปที่ 2.5 แสดงความเสี่ยงของแต่ละโครงการ

จากรูป โครงการ A และ C ไม่มีโอกาสขาดทุนเลย ขณะที่โครงการ B เป็นโครงการที่มีโอกาสขาดทุน เพราะเส้นแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุกาณ์มีพื้นที่บางส่วนติดลบ เพราะฉะนั้นโครงการ B เป็นโครงการที่มีความเสี่ยงสูง เมื่อเปรียบเทียบกับโครงการ A และ C เพราะมีโอกาสจะได้ผลตอบแทนที่น้อยกว่า 0 สูง ส่วนโครงการ A เป็นโครงการที่ไม่มีความเสี่ยง เนื่องจากไม่มีการกระจายตัวของการเกิดเหตุการณ์

จะเห็นได้ว่า ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญต่อการตัดสินใจต่อผู้เป็นเจ้าของโครงการอย่างยิ่ง ขึ้นอยู่กับว่า ยอมรับความเสี่ยงได้ระดับใด

ข้อจำกัดของการตัดสินใจในการลงทุนภายใต้ความเสี่ยง

ความไม่แน่นอนที่เกิดจากความน่าจะเป็น สามารถเกิดจากหลายสาเหตุ โดยทั่วไปความไม่แน่นอนมักเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ

1. ไม่สามารถทำนายเหตุการณ์ในอนาคตได้
2. ข้อจำกัดและความเชื่อถือได้ของข้อมูล

ความไม่แน่นอนเป็นปัญหาที่สำคัญในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดย

1. ไม่สนใจในความแน่นอน มักใช้ในกรณีที่ความไม่แน่นอนไม่ค่อยมีผลต่อการวิเคราะห์ โครงการที่มีอายุสั้น
2. ลดความไม่แน่นอนลงระดับหนึ่งที่ปลอดภัย โดยการรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ให้มากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุน ผลตอบแทน
3. กรณีที่ความไม่แน่นอนและปัจจัยที่ก่อให้เกิดความไม่แน่นอน เป็นสิ่งที่สำคัญในการวิเคราะห์ผลตอบแทน

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอน ที่นิยมใช้ได้แก่ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) การวิเคราะห์สมมติฐาน (Scenario Analysis) วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) แต่ไม่มีเทคนิคใดที่สามารถแก้ปัญหาความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นได้หมด เพราะในความเป็นจริงตัวแปรต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เทคนิคเหล่านี้ สามารถอธิบายการคาดคะเนเหตุการณ์อนาคต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ

การวิเคราะห์ทางการเงิน

การวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางการเงิน จะวัดจากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งมูลค่าทางการเงินจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นในการวิเคราะห์ทางการเงินจะต้องคำนึงถึงอัตราดอกเบี้ย ระยะเวลาดำเนินโครงการ ตัวชี้วัดสำคัญที่ใช้ในการประเมินในงานวิจัยนี้ ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV = Net Present Value)

NPV(Net Present Value) หรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นเครื่องมือสำคัญและนิยมใช้กันมากในการตัดสินใจลงทุนโครงการซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study)

NPV คือส่วนเกินจากยอดรวมค่าปัจจุบันของเงินสดรับเข้าสุทธิหักด้วยเงินลงทุนเริ่มแรก

สมการ NPV = ผลรวมของรายได้สุทธิที่มูลค่าปัจจุบัน - เงินทุนเริ่มแรก =PV - I

สูตรที่ซับซ้อนของ NPV

• แทนด้วยสูตร

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{(Rt)}{(1 + r_{dc})^t} - I \qquad (10)$$

โดยที่ Rt คือ กระแสเงินสดสุทธิของโครงการในปีที่ t

I คือ ต้นทุนของโครงการ

t คือ ระยะเวลาของโครงการ ตั้งแต่ปีที่ 1, 2,....., n

n คือ อายุของโครงการ

r_{dc} คือ อัตราคิดลด (Discount Rate) หรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

NPV เสมือนเป็นกำไรของโครงการที่คิด ณ.มูลค่าปัจจุบัน

หลักการตัดสินใจของ (NPV)

ถ้า NPV เป็น + ควรเลือกลงทุนโครงการเพราะผลตอบแทนของโครงการสร้างมูลค่าเพิ่มมากกว่าต้นทุนเงินลงทุนของโครงการ หาก NPV เป็น - หรือ 0 ไม่ควรเลือกลงทุนเพราะไม่มีการสร้างมูลค่าเพิ่มจากการลงทุน

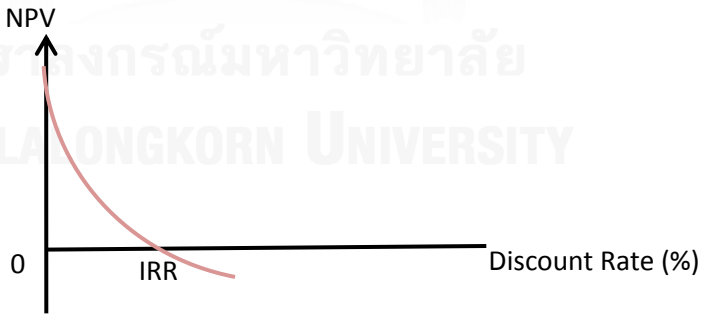
IRR (Internal Rate of Return) หรือ อัตราผลตอบแทนภายในซึ่งเป็นอัตราผลตอบแทนต่ำสุด เป็นอีกค่าหนึ่งที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์โครงการ เป็นเครื่องมือทาง Long-Term Capital Budgeting ซึ่ง ค่า IRR เป็นค่าอัตราคิดลด Discount rate ที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) = 0 หรือ มูลค่าปัจจุบัน (PV) เท่ากับ เงินลงทุนเริ่มแรก (I) เป็นการสะท้อน อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่จุดทุน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับ อัตราดอกเบี้ย ว่า มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่าอัตราดอกเบี้ย

หาก IRR มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยถือว่าลงทุนได้หรือ น่าลงทุน แต่หาก IRR มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับอัตราดอกเบี้ยจะถือว่าโครงการไม่ควรลงทุน ค่า IRR เป็นการสะท้อนผลตอบแทนจากการลงทุนที่เปรียบเทียบกับดอกเบี้ย IRR ยิ่งมีค่ามากยิ่งดี

แทนได้ด้วยสูตร

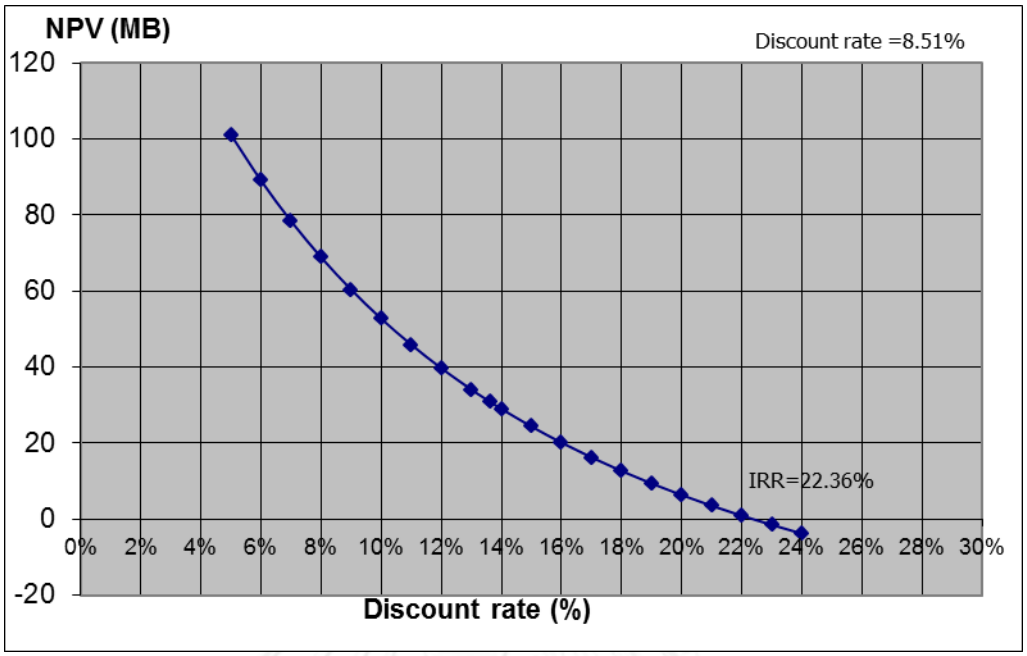
$$\sum_{t=1}^{n} \frac{(Rt)}{(1 + r_{dc})^t} = I \qquad (11)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า NPVกับ Discount Rate



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เช่น



รูปที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง NPV และค่า Discount Rate

จากกราฟ แสดงค่า IRR จุดตัดแกน x (แกน Discount rate) ก็คือค่า IRR ในกราฟตัวอย่าง ค่า IRR มีค่า = 22.36% ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า Discount rate นั่นแสดงว่าโครงการนี้น่าลงทุน จากกราฟจะเห็นว่าค่า Discount rate เพิ่มขึ้นจะทำให้ ค่า NPV ลดลง

WACC (Weighted Average Cost of Capital) คือ ต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยของกิจการต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนของเงินกู้ยืม (Cost of debt) และต้นทุนส่วนผู้ถือหุ้น (Cost of equity) หน้าที่หลักของผู้บริหารการเงิน คือ ต้องพยายามบริหารค่า WACC ให้มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งโดยทั่วไป ต้นทุนของเงินกู้ยืม จะมีค่าต่ำกว่าต้นทุนของส่วนผู้ถือหุ้น

$$WACC = k_d(1-T) \times \frac{D}{D+E} + k_e \times \frac{E}{D+E} \quad (12)$$

โดยที่ค่า k_d คือ อัตราดอกเบี้ยของหนี้สิน

T คือ อัตราภาษี

D คือ หนี้สิน

E คือ ส่วนของทุน

k_e คือ อัตราดอกเบี้ยของทุน (Cost of Equity)

ค่า k_e ในทางทฤษฎีสามารถคำนวณจาก CAPM(Capital Asset Pricing Model) เป็นการคำนวณผลตอบแทนที่ผู้ถือหุ้นคาดหวังสามารถหาได้จากค่าความเสี่ยง (Risk Premium) โดยค่า เบต้า(β) เป็นตัววัด จะเปรียบเทียบความเสี่ยงกับตลาด ถ้า

$\beta = 1$ แสดงว่า ผลตอบแทนมีความเสี่ยงเท่ากับตลาด

$\beta > 1$ แสดงว่า ผลตอบแทนมีความเสี่ยงมากกว่าตลาด หาก

$\beta < 1$ แสดงว่า ผลตอบแทนมีความเสี่ยงน้อยกว่าตลาด

$$k_e = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (13)$$

โดยที่ค่า r_f คือ อัตราผลตอบแทนของการลงทุนที่ไม่เสี่ยง (Risk Free)

r_m คือ อัตราผลตอบแทนของการลงทุนตามตลาดทุน (Risk Market)

β คือ ค่าความเสี่ยง (Systematic Risk)

$\beta(r_m - r_f)$ คือ อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มที่เกิดจากการลงทุนที่มีความเสี่ยง (Risk Premium)

การวิเคราะห์เพื่อเลือกโครงการโดยทั่วไป จะสามารถพิจารณาทางเลือกของโครงการได้ 2 ประเภท คือดังนี้

1. Independent alternative คือ การเลือกโครงการที่เป็นอิสระต่อกัน สามารถเลือกลงทุนในหลายโครงการพร้อมๆกันได้ เช่น ลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ หรือกองทุนเงินตรา ที่อาจจะมีผลตอบแทนที่เท่ากัน
2. Mutually exclusive alternative คือ การเลือกโครงการที่ต้องเลือกลงทุนในโครงการที่ดีที่สุดเพียงโครงการเดียว เช่น การเลือกซื้อเครื่องจักร เพราะต้องใช้เงินลงทุนสูงและขายคืนไม่ได้ราคา

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการเป็นการประเมินหรือพยากรณ์ค่าต่าง ๆที่มีโอกาสเกิดขึ้นในอนาคต ภายใต้สมมติฐานว่า ตัวแปรต่าง ๆที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการ ซึ่งต่างจากการจำลองสถานการณ์ที่ ให้ปัจจัยต่าง ๆมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว มี 3 ขั้นตอน

1. กำหนดตัวแปรทุกตัวมีมูลค่าไม่แน่นอน
2. ระบุขอบเขตข้อมูลที่เป็นไปได้สำหรับตัวแปรแต่ละตัว
3. คำนวณค่า NPV แต่ละกรณี โดยให้ตัวแปรอื่นคงที่ ซึ่งจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของค่า NPV กับตัวแปรแต่ละตัว

ข้อดีของการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ทำให้รู้ปัจจัยที่มีผลต่อการลงทุนและผลตอบแทนมากที่สุด ซึ่งผู้ประกอบการต้องมีความระวังในตัวแปรดังกล่าวให้มากเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อโครงการ

การวิเคราะห์สมมติภาพ (Scenario Analysis)

เป็นการมองภาพเหตุการณ์ในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมทั้งพิจารณาความมั่นคงของเหตุการณ์ในภาพต่าง ๆ ดังนั้นจึงใช้วิธีนี้ในการทดสอบค่าของตัวแปรที่มีความสำคัญหลาย ๆตัวแปร

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบสมมติภาพ

1.เลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการ การเลือกปัจจัยจะเลือกตามลักษณะของโครงการ ตลอดจนปัจจัยที่มีความไม่แน่นอน เช่น ในโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวล อาจพิจารณาภาพความแตกต่างของราคาเชื้อเพลิง เป็นต้น

2. ศึกษามูลค่าของตัวแปรแต่ละตัว เพื่อนำมาวิเคราะห์โครงการ เช่น ผลตอบแทน อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายในระหว่างดำเนินการ ภายใต้ภาพของเหตุการณ์แต่ละภาพที่ประมาณไว้ โดยมักจะแบ่งออกเป็น 3 ภาพ คือ เหตุการณ์ทางร้าย เหตุการณ์ทางดี เหตุการณ์ปกติ

3. คำนวณหาค่า EMV ภายใต้ภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ

4. ทำการตัดสินใจว่าจะลงทุนในโครงการหรือไม่ โดยยึดจากค่า EMV ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละภาพ

ข้อจำกัดของการวิเคราะห์สมมติภาพ

1.การวิเคราะห์แบบนี้มักนำมาใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ เนื่องจากได้สมมติให้มีการจำแนกภาพเหตุการณ์ที่ชัดเจน ซึ่งแต่ละภาพให้ผลต่างกัน

2.การวิเคราะห์โครงการที่มีปัจจัยมาก ผู้วิเคราะห์ต้องประเมินมูลค่าของปัจจัยมากก็อาจเกิดความไม่ชัดเจน เช่น ค่า NPV ติดลบภายใต้สถานการณ์เศรษฐกิจถดถอย ซึ่งมีสาเหตุมาจากภาวะเศรษฐกิจภายนอก อาจทำให้ผู้วิเคราะห์ตัดสินใจปฏิเสธโครงการ แทนที่จะชะลอโครงการ เพื่อรอให้ภาวะเศรษฐกิจขึ้นอีกครั้ง ดังนั้นจึงมีการใช้วิธีเรียล ออปชั่น(Real Option)มาช่วยในการตัดสินใจลงทุนเพราะวิธีนี้สามารถวิเคราะห์หาความยืดหยุ่นของการชะลอลงทุนโครงการได้

วิธีจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์เป็นการวิเคราะห์เหตุการณ์ภายใต้ความไม่แน่นอน เป็นวิธีที่แตกมาจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว และเป็นการวิเคราะห์สมมติภาพที่ใหญ่กว่าการวิเคราะห์แบบ Scenario เป็นการสร้างแบบจำลองให้กับโครงการด้วยคอมพิวเตอร์และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ภายใต้การพิจารณาความเป็นไปได้ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อม ๆกัน

การจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ในการคำนวณตัวแปรจำนวนมาก ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหาที่จะวิเคราะห์ และรายละเอียดต่าง ๆเกี่ยวกับลักษณะของปัญหา
2. สร้างแบบจำลองของปัญหาที่จะวิเคราะห์ซึ่งอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องทำการแยกตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจ
3. ทดสอบและประเมินรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้น
4. ระบุค่าความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ต่างๆของตัวแปรแต่ละตัว โดยสร้างการแจกแจงของตัวแปร

ความเสี่ยง และทดลองการกระจายค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และคำนวณผลที่เกิดกับกระแสเงินสด

5. ประเมินผลการทดลอง เพื่อการตัดสินใจที่ดีที่สุด

สิ่งสำคัญที่สุดของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล คือ การสร้างการแจกแจงความน่าจะเป็นให้กับตัวแปรความเสี่ยง เพื่อจะได้ค่าความแปรปรวนให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ต่าง ๆที่กำหนดไว้ ในการสร้างการแจกแจงดังกล่าวสามารถสร้างเหตุการณ์ลองสุ่ม ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์กำหนดตัวแปรสุ่ม เพราะต้องให้ตัวแปรหลักต่าง ๆมีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อม ๆกัน ผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ คือ การกระจายค่าความน่าจะเป็นของกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งแสดงถึงขอบเขตหรือช่วงกระแสเงินสดที่น่าจะเป็นไปได้จากโครงการและแสดงผลลัพธ์ได้ดีกว่าวิธีการอื่น มูลค่าคาดหมายของกระแสเงินสดหาได้จากค่าเฉลี่ยของการแจกแจงค่าความน่าจะเป็น

ข้อดีและข้อเสียของการจำลองสถานการณ์

การวิเคราะห์โดยใช้วิธีนี้ ถือว่าเป็นเทคนิคที่ดีอย่างยิ่ง เนื่องจากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหลักจำนวนมาก การวิเคราะห์จะให้ผลลัพธ์เป็นช่วงพร้อมกับมูลค่าคาดหมายที่ประเมินได้ โครงการจะถูกวางโครงสร้างใหม่จากการสุ่มเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม ดังนั้นการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคนี้ เหมาะสมกับโครงการที่มีความซับซ้อนและมีตัวแปรจำนวนมาก

ข้อเสียของการจำลองสถานการณ์

1. เป็นการยากที่จะประเมินค่าความน่าจะเป็นที่ดีสำหรับตัวแปรแต่ละตัว
2. เป็นการยากที่จะสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

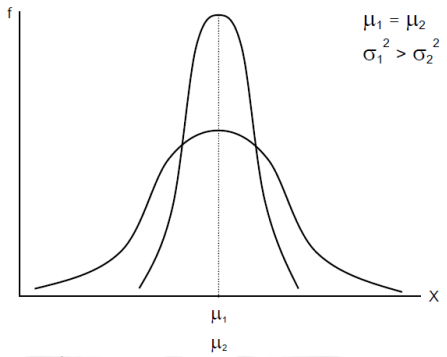
ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล คือ การกระจายตัวของข้อมูลหรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งสามารถนำไปใช้กับการแจกแจงความน่าจะเป็นเปรียบเทียบกับค่าต่าง ๆ ในชุดข้อมูลว่ามีการกระจายตัวมากน้อยเพียงใด หากข้อมูลในชุดข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกันมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะน้อย แต่ถ้าข้อมูลในชุดข้อมูลมีค่าต่างกันมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะมาก

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$ (14)

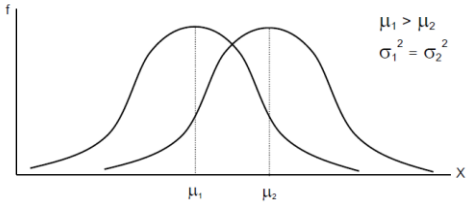
ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$ (15)

ลักษณะการกระจายตัวแบบต่าง ๆ

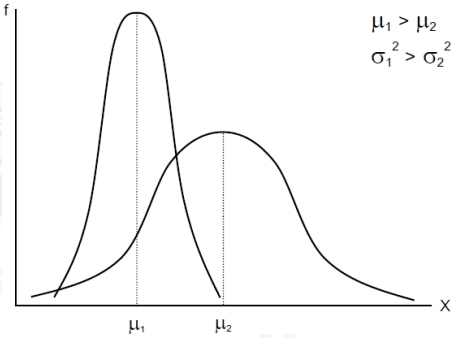
1. ค่าเฉลี่ยเท่ากันแต่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน



2.ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันแต่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน



3.ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน



การประเมินมูลค่าวิธีเรียลออปชั่น (Real Option Valuation:ROV)เป็น โมเดลสำหรับการประเมินมูลค่าทางเลือกโดยวิเคราะห์หามูลค่าเชิงกลยุทธ์ที่มีอยู่ในสถานการณ์การลงทุนต่าง ๆกัน มักนำมาช่วยในการตัดสินใจลงทุนในธุรกิจบางอย่าง เช่น

การเลื่อนเวลาลงทุน เมื่อคาดว่าเมื่อเลื่อนเวลาลงทุน อาจมีข้อมูลใหม่หรือมีเทคโนโลยีใหม่ที่ทำให้ต้นทุนลดลง

การยกเลิกลงทุน เมื่อมีการประเมินแล้วว่า ถ้าลงทุนก็จะขาดทุน

การขยายโครงการ เมื่อประเมินแล้ว ผลตอบแทนเมื่อขยายโครงการคุ้มค่ากับเงินลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสัมพันธ์ระหว่าง ROV และ ขนาดโครงการ

เมื่อผลตอบแทนจากการลงทุนมีความไม่แน่นอน ความยืดหยุ่นของขนาดโครงการ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.ทางเลือกในการขยายโครงการ หรืออยู่ในสภาวะมีสิทธิ์ในการซื้อ (call option)

2.ทางเลือกในการลดขนาดกิจการหรืออยู่ในสภาวะมีสิทธิ์ในการขาย (put option)

3.ทางเลือกในการขยายหรือลดขนาดกิจการ โดยทางเลือกแบบนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไปในทางใดก็ได้ กล่าวคือ โครงการสามารถที่จะหยุดกิจการ เมื่ออยู่ในภาวะที่เศรษฐกิจตกต่ำเพื่อลดโอกาสการขาดทุน (อยู่ในสภาวะมีสิทธิ์ในการขาย) หรือกลับมาดำเนินธุกิจอีกครั้งเมื่อภาวะเศรษฐกิจฟื้นตัว(สภาวะมีสิทธิ์ในการซื้อ) ทางเลือกนี้ เป็นทางเลือกในการปรับเปลี่ยน (Switching Option)

ความสัมพันธ์ระหว่าง ROV และ อายุโครงการ และเวลา

1. **ทางเลือกในการเริ่มหรือชะลอโครงการ** การบริหารแบบนี้มีความยืดหยุ่นเกิดขึ้น เมื่อโครงการมีการเริ่มต้น เช่น การสำรวจแหล่งธรรมชาติ เลื่อนออกไปจนกระทั่งสภาวะเอื้ออำนวย หรือ การลงทุนในโครงการมีการชะลอเมื่อภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ

2. **ทางเลือกในการยกเลิกโครงการ** การยกเลิกโครงการ เมื่อค่าผลตอบแทนลดลง มีการขายซากหรือขายทรัพย์สิน ทางเลือกนี้ มีผลในสถานะขาย (put option)

การวิเคราะห์แบบกระแสเงินสดคิดลดไม่ได้พิจารณาทางเลือกต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน แต่โมเดลนี้สามารถระบุและวิเคราะห์ความคุ้มค่าในทางเลือกต่าง ๆ

คุณสมบัติของโมเดลนี้

1.ใช้งานได้ง่ายและมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

2.โมเดล Modified Black Scholes ใช้ในการพิจารณาว่าจะเลื่อน ขยาย หรือยกเลิกโครงการ

3.โมเดล Binomial Tree เพื่อประเมินทางเลือกเชิงกลยุทธ์ที่ซับซ้อนที่มีหลายขั้นตอน

4.โมเดลแบบ ทฤษฎีเกมส์ Nash Equilibrium ในการประเมินกลยุทธ์การเข้าสู่ตลาดในสภาพแวดล้อมที่มีการแข่งขัน

ข้อแตกต่างของการวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial Options) **และ วิธีแบบเรียล ออปชั่น** (Real Options)

การวิเคราะห์ทางการเงิน	การวิเคราะห์แบบเรียล ออปชั่น
ใช้วิเคราะห์กับโครงการที่มีอายุสั้น	ใช้วิเคราะห์กับโครงการที่มีอายุยาว
ตัวแปรหลักเปลี่ยนแปลงไปตามสินทรัพย์ทางการเงิน	ตัวแปรหลักเปลี่ยนแปลงอิสระภายใต้ สภาวะการแข่งขันกับตลาด ความต้องการสินค้า รวมถึงการบริหารจัดการ
ไม่สามารถควบคุมมูลค่าของทางเลือกจากการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้า	สามารถเพิ่มกลยุทธ์ของมูลค่าทางเลือกจากการบริหารการตัดสินใจและความยืดหยุ่น
มักใช้กับโครงการที่มีขนาดเล็ก	มักใช้กับโครงการที่มีมูลค่าสูง
มูลค่าและราคาจะไม่สัมพันธ์กับตลาด	การแข่งขันและสภาวะตลาดเป็นตัวขับเคลื่อนมูลค่าของทางเลือก

ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างของการวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial Options) และ วิธีแบบเรียล ออปชั่น (Real Options)

การประเมินมูลค่าทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree)

แผนภูมิต้นไม้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการตัดสินใจ และความไม่แน่นอน ภายใต้ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์มีลักษณะเป็นไดอะแกรม (Diagram) ประกอบการตัดสินใจ

ประโยชน์ของแผนภูมิต้นไม้

1. ช่วยให้ง่ายในการตัดสินใจทางเลือกให้เหมาะสมโดยใช้ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์มาประกอบการตัดสินใจ

2. ช่วยในการทำความเข้าใจต่อข้อมูลที่นำมาใช้ว่าเพียงพอหรือไม่

3. ช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือก โดยจะเลือกจากทางเลือกที่ให้มูลค่าคาดหวัง(EMV)มากที่สุด

4. ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารเพื่อให้สามารถเข้าใจการตัดสินใจได้ง่ายขึ้น

การสร้าง แผนภูมิต้นไม้ มีสัญลักษณ์ดังนี้

แสดง ถึงทางเลือก

แสดง ถึงการตัดสินใจ

แสดง ถึงจุดสิ้นสุด

นิยมใช้เมื่อมีเหตุการณ์ตั้งแต่ 2 เหตุการณ์ขึ้นไปที่เกิดต่อเนื่องกัน หรือกรณีที่มีการตัดสินใจซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยผู้ตัดสินใจมีทางเลือกหลายทาง แต่ไม่ทราบผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก และการตัดสินใจในครั้งหลังขึ้นอยู่กับผลของการตัดสินใจที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้

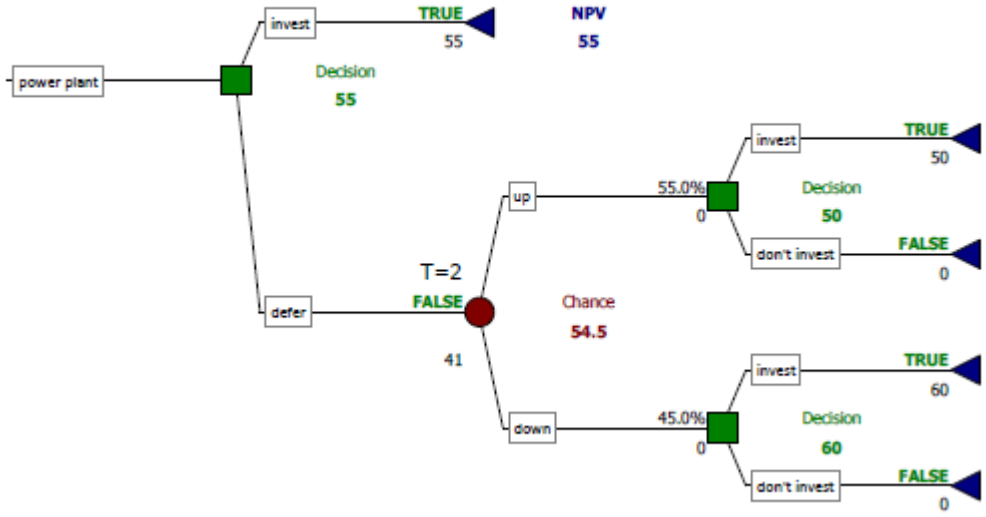
การวิเคราะห์แบบกิ่งก้านสาขาเป็นการแสดงขบวนการตัดสินใจซึ่งจะบอกทางเลือก(วิธีการตัดสินใจ ความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือก รวมทั้งบอกค่าใช้จ่ายหรือสิ่งที่ต้องเสียไป เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก) การวิเคราะห์นำมาแสดงให้เห็นในรูปกิ่งก้านสาขาของต้นไม้ โดยเริ่มจากจุดที่ต้องตัดสินใจ ซึ่งกิ่งก้านจะใช้แทนทางเลือกต่างๆ

เมื่อปัญหาคลี่คลายออกไปหรือเวลาผ่านไป ผู้ทำการตัดสินใจอาจจะพบทางเลือกใหม่ๆ หรือได้ผลตอบแทนในขั้นสุดท้าย และทำการตัดสินใจคัดสรรทางเลือกที่คาดว่าจะได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด ความน่าจะเป็นของผลตอบแทนที่ดีที่สุดจะแสดงไว้ที่กิ่งก้านสาขาของเหตุการณ์ ผลตอบแทนเฉลี่ยที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้จากปลายกิ่งของต้นไม้ โดยคำนวณย้อนกลับไปจากทางขวาสุดของกิ่งก้านมาทางซ้ายสุด

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบกิ่งก้านสาขา

1. ระบุปัญหา
2. ร่างโครงสร้างการวิเคราะห์แบบกิ่งก้านสาขา
3. ระบุความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือก
4. ประเมินผลตอบแทนที่คาดหวังของแต่ละทางเลือก
5. วิเคราะห์ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ ด้วยการคำนวณย้อนหลังจากทางขวาสุดมาทางซ้ายสุด

การประเมินมูลค่าโครงการที่มีการชะลอการลงทุน จะใช้แผนภูมิต้นไม้ เป็นเครื่องมือในการหามูลค่าคาดหวัง (EMV)



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนภูมิต้นไม้ที่นำมาใช้ในการประเมินมูลค่าทางเลือกที่มีการชะลอการลงทุน

จากรูป เป็นการลงทุนในการก่อสร้างโรงไฟฟ้า มี 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ลงทุนทันที และทางเลือกที่ 2 ชะลอลงทุนไปก่อนเป็นเวลา 2 ปี ถ้าลงทุนทันทีจะได้รับอัตราผลตอบแทนค่า NPV = 55 ล้านบาท แต่ถ้าชะลอลงทุน NPV = 41 ล้านบาท สามารถคิดจากค่า มูลค่าคาดหวัง(EMV) ที่เกิดขึ้นในปีที่ 3 เทียบเป็นมูลค่าของเงินในปีที่ 0 จากตัวอย่างใช้ Discount rate ที่ 10%

$EMV_{ปีที่\ 3}$ = (NPV ที่เกิดจากการเลือกลงทุน ในกรณีที่ค่าเพิ่มขึ้น(up) x ค่าความน่าจะเป็นในกรณีที่ค่าเพิ่มขึ้น (up)) + (NPV ที่เกิดจากการเลือกลงทุน ในกรณีที่ค่าลดลง(Down) x ค่าความน่าจะเป็นในกรณีที่ค่าลดลง (Down)) (16)

$$EMV_{ปีที่\ 3} = (50 \times 0.55) + (60 \times 0.45)$$

$$= 54.5 \text{ ล้านบาท}$$

แล้วเปลี่ยนค่ามูลค่าคาดหวัง(EMV) ที่เกิดขึ้นในปีที่ 3 เทียบเป็นมูลค่าของเงินในปีที่ 0 จะได้เท่ากับ 51 ล้านบาท ดังนั้น จึงเลือกตัดสินใจลงทุนก่อสร้างทันที จากเหตุการณ์ดังกล่าว มูลค่าจากการชะลอลงทุนมีค่าน้อยกว่า อาจมีสาเหตุมาจากการเสียโอกาสจากรายได้ที่เกิดจากการจำหน่ายไฟฟ้า

มูลค่าคาดหวัง EMV (Expected Monetary Value)เป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average) ของทุกๆค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรสุ่ม โดยในการคำนวณการถ่วงน้ำหนักจะใช้ค่าฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function)สำหรับตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง

Flexibility (ความยืดหยุ่น) เป็นค่าผลต่างจากการตัดสินใจในทางเลือกต่าง ๆ กับทางเลือกที่

อ้างอิงภายใต้ความไม่แน่นอนจากการลงทุน ดังตัวอย่าง

ค่า ความยืดหยุ่น ของการลงทุน = มูลค่าปัจจุบันสุทธิจากทางเลือกลงทุนทันที – มูลค่าปัจจุบันสุทธิจากทางเลือกที่มีการชะลอลงทุน (17)

= 55 – 51 ล้านบาท

เพราะฉะนั้น ค่าความยืดหยุ่นจากทางเลือกทั้ง 2 คือ 4 ล้านบาท

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าของโครงการโรงไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในการลงทุน ควรคำนึงถึงความไม่แน่นอนในการลงทุน โดยงานวิจัยนี้จะเลือกการประเมินโครงการโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงจากพืชชีวมวล ไม่ว่าจะเป็นซังข้าวโพด รวมถึงความเป็นไปได้ในการนำหญ้าเนเปียร์มาใช้ในกระบวนการผลิต จะพิจารณาจากการประเมินโดยวิธี NPV และ Real Option Approach

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินความยืดหยุ่นของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยกำหนดทางเลือกในด้านขนาดกำลังการผลิต โดยปัจจัยที่มีผลการตัดสินใจ เช่น ราคาเชื้อเพลิง ราคาค่าไฟฟ้ามีหลายงานวิจัยที่มีการศึกษาในด้านการตัดสินใจลงทุนด้านพลังงานทดแทนโดยใช้วิธีเรียลออปชั่นซึ่งได้แก่

Danial,Rutherford and Micheal (2000) ได้ศึกษาการวิเคราะห์มูลค่าความผันผวน (Volatility Value) โดยกล่าวว่าวิธีการประเมินมูลค่าแบบเดิม (Net Present Value:NPV) จะเป็นค่าคงที่มากเกินไป และไม่สะท้อนการขับเคลื่อนทั้งด้านรายได้ ต้นทุน และโครงสร้างการลงทุนของโครงการ ดังนั้น การศึกษานี้ จึงเห็นความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงในความไม่แน่นอนของปริมาณ ราคาของเชื้อเพลิง และปัจจัยอื่น ๆที่มีผลกระทบต่อการประเมินมูลค่า เพื่อนำมาประเมินทางเลือกที่เหมาะสมในการลงทุน

งานวิจัยของ Baabak Ashuri,Hamed Kashani และ Jian Lu ในเรื่อง A Real Option Approach To Evaluating Investment in Solar Ready Buildings จากงานวิจัยดังกล่าว เป็นการประเมินขนาดการลงทุนที่เหมาะสม โดยที่ไม่น้อยหรือมากจนเกินไปโดยใช้รูปแบบไบโนเมียล แลททิช Binomail Lattice Model เป็นเครื่องมือในการประเมิน โดยใช้ราคาพลังงานเป็นปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนหาโอกาสความน่าจะเป็นทางด้านขึ้น (Upward) และลง(Downward)เพื่อนำไปประเมินมูลค่าของแต่ละทางเลือก จากงานวิจัยดังกล่าวทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนอีก เช่น นวัตกรรมต่าง ๆ การเรียนรู้จากประสบการณ์ ขนาดเศรษฐกิจ ค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยและพัฒนา การออกแบบระบบ รวมถึงราคาเชื้อเพลิง แต่ปัจจัยที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้ราคาเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่มีความไม่แน่นอน

งานวิจัยของ Amit Kumar.,Jay B.Cameron,Peter C.Flynn เรื่อง Biomass Power Cost and Optimum Plant Size In Western Canada เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกลงทุนขนาดโรงไฟฟ้าชีวมวลให้เหมาะสม โดยมีการแยกตามชนิดเชื้อเพลิง จากงานวิจัยใช้เชื้อเพลิงเป็นฟางข้าวและไม้สับ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จะเป็น ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ ต้นทุนในการขนส่งเชื้อเพลิงโดยกำหนดรับซื้อในระยะ 300 กิโลเมตรรอบโรงไฟฟ้า

ต้นทุนในการบำรุงธาตุอาหารในพืชเพื่อให้สามารถให้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของค่าปุ๋ย ต้นทุนในการเก็บเกี่ยว กรณีเชื้อเพลิงที่เป็นไม้สับ จะคำนึงถึงประสิทธิภาพของการให้ความร้อนจากอายุของต้นไม้ ต้นทุนทางด้านเครื่องจักร ต้นทุนค่าแรง ต้นทุนในการกำจัดขี้เถ้า รวมถึงทำเลที่ตั้งของโครงการ จากงานวิจัยนี้ เมื่อคำนึงถึงปริมาณของพืชเชื้อเพลิง ข้าวโพดเป็นพืชที่มีการปลูกตามฤดูกาลในพื้นที่ก่อตั้งโรงไฟฟ้ามีการปลูกข้าวโพด 2 รอบต่อปี โดยแต่ละรอบจะมีอายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน ในอดีตซังข้าวโพดและต้นข้าวโพดถือเป็นเศษเหลือจากการเกษตร มักจะนำมาเผาทิ้งแต่ในปัจจุบัน มีงานวิจัยมากมายทำให้เห็นคุณค่าของซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด ทำให้มีการซื้อขายเป็นธุรกิจ จึงต้องให้ความสำคัญต่อเชื้อเพลิงชีวมวลเหล่านี้

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน นครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,โครงการศึกษาสภาวะที่เหมาะในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าชนิดต่าง ๆในประเทศไทย ทำการศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหญ้าจำนวน 17 ชนิด ได้แก่ หญ้าแพงโกล่า หญ้ารูซี่ หญ้าบาน่า หญ้าเนเปียร์ หญ้าอะตราตัม หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากรีนแพนิค หญ้าซิตาเรีย หญ้าซิกแนลนอน หญ้าขน หญ้าซันกาดหญ้ากินนีมอมบาซา หญ้าแขมอ้อ(อ้อน้อย) หญ้าแขมใบเล็ก หญ้าแขมใบใหญ่ หญ้าขจรจบ หญ้าแฝก จากหญ้าทั้ง 17 ชนิด พบว่าหญ้าเนเปียร์มีผลผลิตต่อไร่มากที่สุด โดยมีผลผลิตเท่ากับ 70-80 ตันน้ำหนักสดต่อไร่ต่อปี มากกว่าหญ้าชนิดอื่นๆเกือบ 7 เท่า ขณะที่ราคาต้นทุนการปลูกและราคาขายก็มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นหญ้าเนเปียร์จึงมีแนวโน้มที่เหมาะต่อการนำมาเป็นพืชพลังงาน

Manuel Monjas-Barroso,Jos'e Balibrea-Iniesta,Valuation of projects for power generation with renewable energy:A comparative study based on real regulatory options เป็นการเปรียบเทียบความไม่แน่นอนของปัจจัยที่มีผลต่อการลงทุนโรงไฟฟ้าจากพลังงานลมระหว่าง Denmark,Finland และ Portugal ได้แก่ ความไม่แน่นอน ในเรื่อง ต้นทุนในการลงทุน ราคาของพลังงานไฟฟ้า ในที่นี้คำนึงถึง Feed-in Tarriff ของแต่ละประเทศ เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า รวมถึงดัชนีราคาผู้บริโภค โดยใช้ วิธีการหาค่า NPV และ Real Option จาก 2 วิธี คือ การจำลองสถานการณ์ Monte Carlo และ Binomial Trees จากผลพิสูจน์ทั้ง 2 วิธี ประเทศ Denmark มีการประเมินค่าความยืดหยุ่นได้ดีกว่า Finland และ Portuga ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นการวิเคราะห์ต้นทุนในการตัดสินใจโครงการลงทุน (Real Option Approach)กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์ของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือแบล็คชอว์ โมเดลBlack Schole Model ในการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์ โดยการหาค่า NPV และ$\sigma\sqrt{T}$ จากสมการของแบล็คชอว์

$$C = SN(d_1)-Xe^{-rt}N(d_2) \quad (18)$$

เมื่อ

$$d_1 = \frac{\ln S/X + (r + (\sigma^2/2)) \cdot t}{\sigma\sqrt{T}} \quad (19)$$

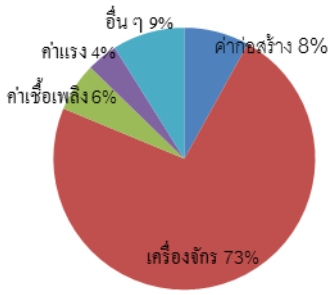
$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (20)$$

หาค่าของตัวแปรทั้งหมดเพื่อหามูลค่าของ C ซึ่งเป็นมูลค่าของสิทธิในการซื้อทางเลือก ถ้าค่า C ของทางเลือกใดมากกว่าราคาการลงทุนหรือ Exercise Price แสดงว่าโครงการนั้นน่าลงทุนมากกว่าเปรียบเสมือนค่า NPV จากการวิเคราะห์แบบ DCF

บทที่ 3
แนวความคิด และวิธีการดำเนินงานวิจัย

โครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากโครงการนี้ก่อตั้งขึ้นเพื่อช่วยผลิตกระแสไฟฟ้าให้แก่ประชาชนเพื่อลดการเกิดวิกฤตทางพลังงานที่ต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล โครงการนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างจะห่างไกลในจังหวัดพิษณุโลก แต่ยังอยู่ในแนวสายส่งและแหล่งน้ำซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการก่อสร้างโรงไฟฟ้า นอกจากนี้ยังอยู่ใกล้แหล่งที่มีการปลูกข้าวโพดในปริมาณมาก จึงทำให้มีแหล่งเชื้อเพลิงและสามารถขนส่งได้อย่างสะดวก ที่สำคัญบริเวณนี้ไม่มีการทำกิจการโรงไฟฟ้าเอกชน และโครงการนี้ยังอยู่ในขั้นตอนการวางแผนการก่อสร้าง จึงต้องมีการประเมินมูลค่าเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นมากที่สุด โดยงบประมาณที่ทางผู้บริหารโครงการกำหนดไว้ทั้งสิ้น 72 ล้านบาท โดยมี

โครงสร้างสัดส่วนการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลเบื้องต้นดังนี้



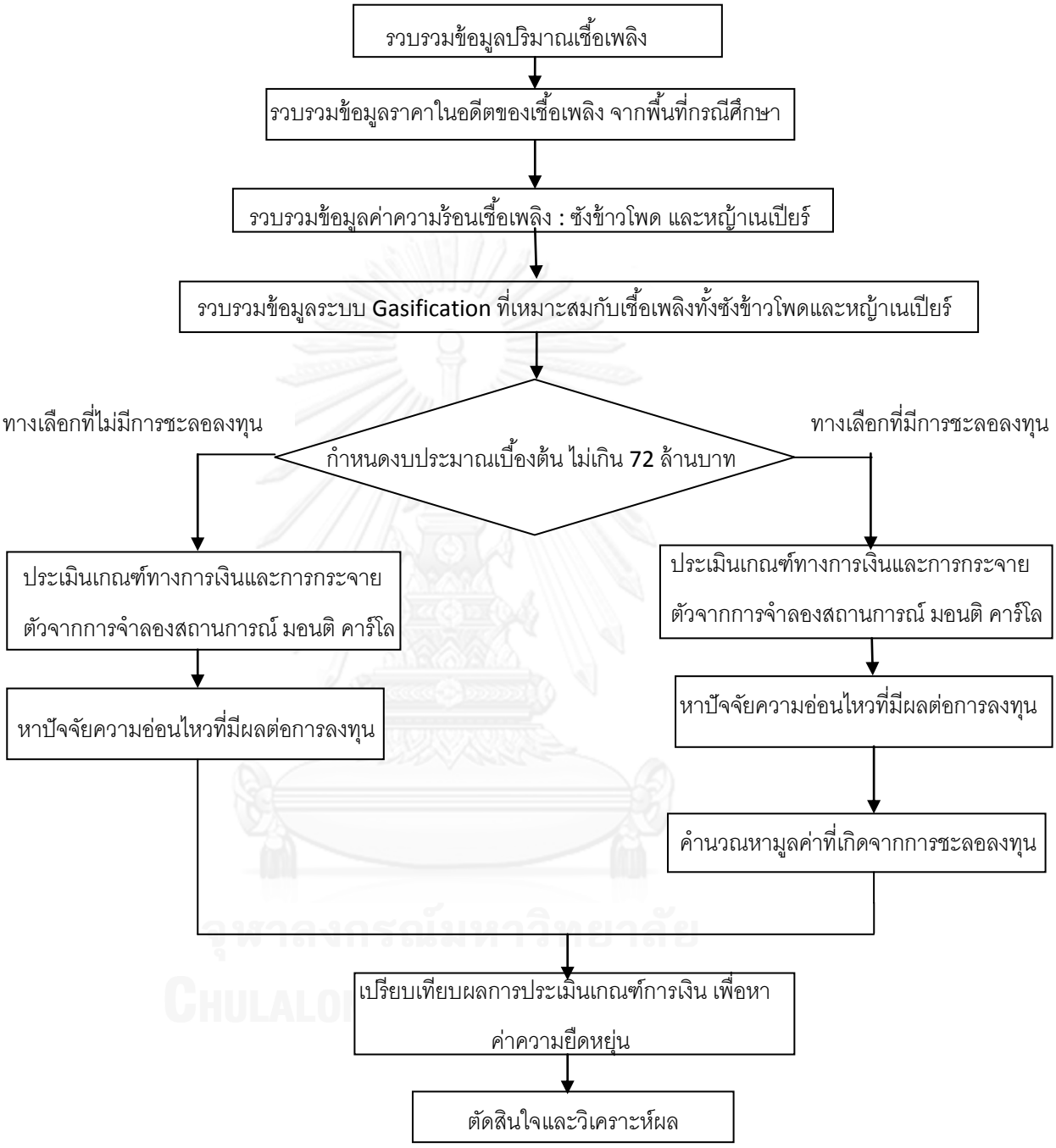
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างสัดส่วนการลงทุนโรงไฟฟ้าเบื้องต้น

ซึ่งจากรูปที่ 3.1 เครื่องจักรเป็นต้นทุนคงที่ที่มีมูลค่าสูงสุด ค่าก่อสร้างเป็นต้นทุนคงที่อันดับถัดมา ส่วนเชื้อเพลิงเป็นต้นทุนผันแปรที่เป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตไฟฟ้า

หลักการวิเคราะห์

ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาตัดสินใจเลือกขนาดการลงทุนโรงไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 โดยใช้หลักเกณฑ์ทางการเงินมาประยุกต์ใช้ในการพิจารณา

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนดำเนินการวิจัยเพื่อตัดสินใจลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดน้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์

การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลงทุนโรงไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิง จากซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงหลัก และศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโดยใช้เชื้อเพลิงจากหญ้าเนเปียร์เพื่อมาใช้เป็นเชื้อเพลิงรองโดยรวบรวมข้อมูล ราคาซังข้าวโพด ปริมาณความต้องการในการใช้เชื้อเพลิง การเปลี่ยนแปลงของอัตราเงินเฟ้อ รวมถึงปัจจัยจากนโยบายของรัฐบาลในการสนับสนุนการลงทุน ในรูปแบบ Feed In Tarriff (FIT)

ข้อมูล	รายละเอียด	เพื่อนำไปใช้
ค่าความร้อนของพืชเชื้อเพลิงที่นำมาใช้	ปริมาณค่าความร้อนที่ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นต้องการเพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า	หาปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องการเพื่อให้เพียงพอต่อกำลังการผลิต
ราคาเชื้อเพลิง	ราคา ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด ปี 2556 :จาก ตลาดการรับซื้อ ซังข้าวโพด ในพื้นที่ศึกษา จ.พิษณุโลก	คำนวณต้นทุนพลังงาน
ราคาเชื้อเพลิงในอดีตที่ผ่านมา	แนวโน้มราคาเชื้อเพลิงในอดีตที่เปลี่ยนแปลงไป	คำนวณหาแนวโน้มของราคาเชื้อเพลิง เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ ต้นทุนในกรณีฐาน
ต้นทุนโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง อาคาร รวมถึงเครื่องจักรที่ใช้การผลิต และอุปกรณ์สำนักงาน ค่าแรงงาน	ประเมินต้นทุนที่ใช้ในโครงการ
ดัชนีราคาผู้บริโภค	ข้อมูลจาก ธนาคารแห่งประเทศไทย	คำนวณค่าดำเนินการรวมถึงค่าแรงงานที่มีแนวโน้มเปลี่ยนไปในอนาคต
Feed In Tarriff	เงินสนับสนุนจากรัฐบาลสำหรับผู้ลงทุนในโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวล	คำนวณหาค่าราคาจำหน่ายไฟให้แก่การไฟฟ้า
อัตราดอกเบี้ยคิดลด	อัตราดอกเบี้ยคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยขั้นต่ำที่ผู้บริหารพึงพอใจ	คำนวณกระแสเงินสดสุทธิรายปีผลตอบแทนโครงการ
อัตราผลตอบแทนเมื่อลงทุนในตราสารที่ไม่เสี่ยง	อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำในการลงทุนในตราสารที่ไม่เสี่ยง	คำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการชะลอลงทุน

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือที่ใช้ตัดสินเกณฑ์ทางการเงิน

ในการตัดสินใจในการลงทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล จะต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะในการลงทุนเป็นการลงทุนในมูลค่าที่ค่อนข้างสูง และมีปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจัยหลัก ก็คือเขื้อเพลิง การจัดหาเชื้อเพลิงเป็นสิ่งสำคัญ ในการตัดสินใจจะเลือกใช้เชื้อเพลิงชนิดใดก็เป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงและควรเลือกเชื้อเพลิงที่สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ก่อสร้างโรงไฟฟ้า เนื่องจากมีผลต่อต้นทุนการผลิต การพิจารณาการลงทุนต้องอาศัยความรอบคอบในการวิเคราะห์ ตัวชี้วัดทางการเงินที่นิยมใช้ คือ มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการคำนวณเป็น 3 วิธี

1.คำนวณโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดจากสมมติฐานและค่าประมาณการเบื้องต้น เพื่อหา ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

นำค่า NPV ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ในสมมติฐานที่มีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมที่เปลี่ยนไปตามกาลเวลา เช่น เงินลงทุนขั้นต้น ได้แก่ ค่าเครื่องจักร อุปกรณ์ ค่าก่อสร้าง การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิง อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft) เป็นต้น โดยการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เปรียบเทียบแต่ละปัจจัยว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดทางการเงิน มากน้อยเพียงใด และปัจจัยใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด

2.คำนวณโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ มอนติ คาร์โล (Monte Carlo Simulation) ในกรณีที่ความไวของปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปพร้อม ๆกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น ทำให้การตัดสินลงทุนสอดคล้องความเป็นจริงมากที่สุด มาประเมินระดับความเสี่ยงของแต่ละทางเลือก เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจลงทุน

3. คำนวณหามูลค่าคาดหวัง (EMV) จากการชะลอลงทุนจากแผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree)และสมมติฐานภาพฉายต่าง ๆเพื่อคำนวณหามูลค่าความยืดหยุ่นของทางเลือกโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้า ผู้ประกอบการต้องการมีศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เหมาะสมแก่ตำแหน่งที่ก่อสร้างโครงการ จากโครงการที่เป็นกรณีศึกษานี้ มีการศึกษาข้อมูลดังนี้

รายละเอียดข้อมูล

Project Location

- พื้นที่ในการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ขนาด 20 ไร่
- โครงการตั้งอยู่ที่ อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
- มีกำลังการผลิตติดตั้ง อยู่ที่ 1.0 MW
- มีสัญญา ซื้อ-ขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- เชื้อเพลิง ซังข้าวโพด หญ้าเนเปียร์ (Giant King Grass)
- มีสัญญา การซื้อขาย เชื้อเพลิง จากเกษตร รอบ ๆโรงไฟฟ้า จำนวน 5 ราย และรับซื้อจากเกษตรกรทั่วไป

แหล่งที่มาของเชื้อเพลิง

1.แหล่งเชื้อเพลิงหลัก ซังข้าวโพด จากชุมชนบ้านพร้าว อ.นครไทย และ อ.ข้างเคียง จ.พิษณุโลก

2.หญ้าเนเปียร์ ผู้ประกอบการร่วมมือกับเกษตรกร ปลูกในพื้นที่เกษตรกร โดยให้ค่าตอบแทนในการดูแลปลูกในพื้นที่ของโครงการ ให้ผลตอบแทนในการดูแล หญ้าเนเปียร์ในอัตรา 15,000 บาทต่อไร่ ต่อปี แต่เกษตรกรต้องนำผลผลิตที่ได้ มาจำหน่ายให้แก่โครงการเท่านั้น ซึ่งทางโครงการกำหนดการรับซื้อ ขั้นต้นที่ 300 บาทต่อตัน

โรงไฟฟ้าชีวมวล ที่สามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด แต่ในงานวิจัยนี้ ใช้ ซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงหลัก โดยปริมาณเชื้อเพลิงจากอดีต จนถึงปัจจุบันในบริเวณใกล้เคียงโรงไฟฟ้ามีปริมาณดังตารางที่ 4.1 .

รายการ	ปี			
	2553	2554	2555 (คาดการณ์)	เฉลี่ยต่อปี
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	250,941	239,373	243,090	244,468
ปริมาณผลผลิต (ตัน)	171,099	165,457	167,030	167,862

ที่มา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ตารางที่ 4.1 ปริมาณข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในจังหวัดพิษณุโลก

จาก ปริมาณข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แสดงดังตาราง 4.1 แสดงถึงแนวโน้มปริมาณซังข้าวโพดที่อาจจะลดลง นั่นหมายความว่า ราคาซังข้าวโพดในอนาคตมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องมีการเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงสำรองชนิดอื่น เพื่อหาชนิดเชื้อเพลิงที่มีความเสี่ยงต่อการจัดการเชื้อเพลิงน้อยที่สุด

เชื้อเพลิงจากซังข้าวโพด ที่นำมาใช้สามารถวัดมูลค่าพลังงาน โดยเฉลี่ยหรือมูลค่าพลังงานความร้อนต่ำที่สุด (Low Heating Value)ได้ 9,615 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งในซังข้าวโพดต้นข้าวโพด มีส่วนประกอบของขี้เถ้า 4.06% ค่าความชื้น 41.7% และค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จำนวน 0.03% ปริมาณธาตุคาร์บอน(Fixed Carbon) จำนวน 13.68% (แหล่งข้อมูล:มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม) ซึ่งค่าต่าง ๆ ของเชื้อเพลิงในแต่ละพื้นที่ จะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน แต่ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องทำให้ซังข้าวโพดมีความชื้นอยู่ที่ 25% เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ซึ่งทางผู้วิจัยไม่ได้ทำการศึกษาผลจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในชีวมวลกับประสิทธิภาพในการเผาไหม้เชื้อเพลิง

กรณีที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นหญ้าเนเปียร์ กรณีนี้ทางโครงการได้วางแผนที่จะเข้ามาบริหารจัดการในการปลูกหญ้าเนเปียร์เองโดยมีการขอความร่วมมือกับเกษตรกรในการปลูกโดยมีค่าตอบแทนในส่วนการดูแล ค่าแรง และค่าปุ๋ย ในอัตราไร่ละ 15,000 บาท/ไร่/ปี และรับซื้อหญ้าในอัตรา 300 บาท/ตัน โดยใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกทั้งหมด 54 ไร่ (การผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกกะวัตต์จะใช้เชื้อเพลิงที่เป็นหญ้าเนเปียร์ ประมาณ 21 ตันต่อวันหรือ 6,300 ตันต่อปี เดินเครื่องการผลิต 300 วันต่อปี ซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุคาร์บอน Fixed Carbon ที่อยู่ในตัวพืช ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีปริมาณธาตุคาร์บอนต่างกัน)[จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่ศึกษาการใช้หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิง]

จากข้อมูลของศูนย์วิจัยฯ อาหารสัตว์นครราชสีมา พื้นที่ 1 ไร่ สามารถเก็บเกี่ยว หญ้าเนเปียร์ ได้ 40 ตัน เพราะฉะนั้น พื้นที่ 54 ไร่ จะมีปริมาณผลผลิต = 54 x 40 หรือ = 2,160 ตัน

การเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ จะเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุ 120 วัน เพราะฉะนั้น ใน 1 ปี สามารถเก็บเกี่ยวได้ 3 ครั้ง ปริมาณผลผลิตทั้งปี =6,480 ตัน ซึ่งก็เพียงพอต่อการผลิตตลอดทั้งปี โดยการบริหารจัดการต้องกำหนดตารางการเก็บเกี่ยวเชื้อเพลิงเพื่อให้เชื้อเพลิงมีการเติบโตได้ทันต่อการเก็บเกี่ยวจะไม่เก็บในคราวเดียวพร้อมกัน

ต้นทุนทางการเงิน

ต้นทุนของเงิน	กู้เงินจากสถาบันการเงิน	72% (52,000,000 บาท)
	ส่วนของผู้ถือหุ้น	28% (20,000,000 บาท)
ดอกเบี้ย	MLR	7.51% เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2556

ผลประโยชน์ของเกษตรกร ชุมชนในพื้นที่จะได้รับจากโครงการโรงไฟฟ้า

รายได้จากกองทุนโรงไฟฟ้า : 400,000 บาท

1.ประมาณการลงทุนต่อโครงการโรงไฟฟ้า 1 MW (กำลังผลิตสุทธิ 850 kW)

1.1 ค่าที่ดิน	4,200,000	บาท
1.2 ค่าก่อสร้าง	5,500,000	บาท
1.3 ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์	53,000,000	บาท
1.4 เงินสดหมุนเวียน	2,000,000	บาท
รวมทั้งสิ้น	64,700,000	บาท

2.การคำนวณค่าไฟฟ้า

ค่า FT(Float time) หมายถึง ค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ หรือค่าไฟฟ้าผันแปรเป็นค่าไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตามการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและค่าซื้อไฟฟ้า ที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้า

ค่า FT ที่ใช้ในโครงการ เท่ากับ 0.9581 บาทต่อหน่วย{การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.}

ประมาณการจำนวนวันทำงาน

วันทำงานปกติ (วันจันทร์ ถึง เสาร์) รวมทั้งสิ้น 300 วัน

เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาการดำเนินงาน ใน 1 ปี มี 365 วันรวมชั่วโมงการทำงานได้ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ซึ่งผู้ประกอบการมีแผนที่จะหยุดพักเครื่องจักรเพื่อซ่อมบำรุงโดยมีแผนดังต่อไปนี้

โรงไฟฟ้าจะหยุดเดินเครื่องทุกวันอาทิตย์ ของสัปดาห์ ตลอดทั้งวัน และจะหยุดพิเศษ ในช่วงวันหยุดสงกรานต์ 15 วัน เพราะฉะนั้นใน 1 ปี จะมีวันหยุด 65 วัน และในปีถัดไป จะหยุดเดินเครื่องทุกวันอาทิตย์ ของสัปดาห์ ตลอดทั้งวัน และเดือนเมษายน ตลอดทั้งเดือน โดยงานวิจัยนี้สมมติให้มีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 85% ของความสามารถในการผลิตไฟฟ้าเต็มกำลังการผลิต

ตัวอย่าง เช่น ปีที่ 1

จำนวนชั่วโมงการทำงาน	8,760	ชั่วโมง
แผนการปรับปรุงในทุก ๆวันอาทิตย์ (50 วัน)	-1,200	ชั่วโมง
แผนการปรับปรุงในช่วงวันหยุดยาว (15 วัน)	-360	ชั่วโมง
รวมวันดำเนินการผลิต	7,200	ชั่วโมง

คิดเป็น 82.19% ต่อป

ปี	แผนการหยุดดำเนินงาน (วัน)	สัดส่วนการดำเนินงานเต็มกำลังการผลิต (%)	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	ปี	แผนการหยุดดำเนินงาน (วัน)	สัดส่วนการดำเนินงานเต็มกำลังการผลิต (%)	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)
1	50+15	82.19%	6,120,000	11	50+15	82.19%	6,120,000
2	48+30	78.63%	5,854,800	12	48+30	78.63%	5,854,800
3	50+15	82.19%	6,120,000	13	50+15	82.19%	6,120,000
4	48+30	78.63%	5,854,800	14	48+30	78.63%	5,854,800
5	50+15	82.19%	6,120,000	15	50+15	82.19%	6,120,000
6	48+30	78.63%	5,854,800	16	48+30	78.63%	5,854,800
7	50+15	82.19%	6,120,000	17	50+15	82.19%	6,120,000
8	48+30	78.63%	5,854,800	18	48+30	78.63%	5,854,800
9	50+15	82.19%	6,120,000	19	50+15	82.19%	6,120,000
10	48+40	75.89%	5,650,800	20	48+30	78.63%	5,854,800

ตารางที่ 4.2 ประมาณการทำงาน โรงไฟฟ้า และกำลังการผลิตในแต่ละปี

การคำนวณค่าจำหน่ายไฟฟ้า (บาท/หน่วย)

ช่วงเวลาการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา

ค่าความต้องการ	ช่วงเวลา	จำนวน (ชั่วโมง)	ราคารับซื้อ (บาท/หน่วย)
Peak	จันทร์-ศุกร์ 09.00-22.00 น.	13 ชั่วโมง	2.9278
Off Peak	จันทร์-ศุกร์ 22.00-09.00 น. เสาร์,อาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)	11 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง (ทั้งวัน) 24 ชั่วโมง (ทั้งวัน)	1.1154

ตารางที่ 4.3 ราคารับซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การคำนวณค่าจำหน่ายไฟฟ้า

ค่าจำหน่ายไฟฟ้าในช่วง Peak =2.9278 บาท/หน่วย

ค่าจำหน่ายไฟฟ้าในช่วง Off-Peak =1.1154 บาท/หน่วย

	จำนวนวัน	ชั่วโมง		ชั่วโมง/ปี		บาทxชม./ปีxหน่วย	
		Peak	Off-Peak	Peak	Off-Peak	Peak	Off-Peak
วันทำงานปกติ	248	13	11	3,224	2,728	9,439	3,043
วันเสาร์	52	-	24	-	1,248	-	1,392
รวม	**300**	-	-	7,200		13,874	

ตารางที่ 4.4 ชั่วโมงการทำงาน

อัตรารับซื้อไฟฟ้า = ค่าไฟพื้นฐาน (TOU) + ค่าไฟผันแปร (FT) {การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย}

เฉลี่ยการขายไฟฟ้า = 13,874 บาท x ชั่วโมง/ปี/หน่วย/7,200 ชั่วโมง/ปี

= 1.927 บาทต่อหน่วย

สรุปค่าเฉลี่ยในการขายไฟฟ้า (รวมค่า Ft) = 1.93+0.96

= 2.89 บาทต่อหน่วย

เนื่องจากการลงทุนผลิตไฟฟ้า รัฐบาลมีนโยบาย สร้างแรงจูงใจในการลงทุนโดยกำหนดอัตราส่วนเพิ่มจากค่าเฉลี่ยในการขายไฟฟ้า หรือเรียกว่า Adder ในอัตรา 0.50 บาท/หน่วย {(สนพ.)กระทรวงพลังงาน., } เป็นเวลา 7 ปีแต่ในปัจจุบันมีการยกเลิก Adder โดยมีการคิดราคาจำหน่ายไฟฟ้าในอัตรา Feed In Tarriff แต่เนื่องจากการกำหนด อัตรา Feed In Tarriff ในส่วน โรงไฟฟ้าชีวมวลยังไม่ชัดเจน งานวิจัยนี้จึงใช้ Adder ในอัตราเดิม ทั้งในส่วนเชื้อเพลิงที่เป็นซังข้าวโพด และหญ้าเนเปียร์ (ในระบบโรงไฟฟ้าที่ใช้เป็นการนำ หญ้าเนเปียร์มาเผา โดยตรง)

สรุป ราคาขายไฟฟ้าต่อหน่วย (ในปีที่ 1-7) = ราคาขายไฟฟ้าเฉลี่ย + อัตราส่วนเพิ่ม

= 2.89 + 0.50

= 3.39 บาท ต่อ หน่วย

และ ราคาขายไฟฟ้าต่อหน่วย (ตั้งแต่ปีที่ 8) = 2.89 บาท ต่อ หน่วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. รายการเครื่องจักร

ลำดับ	รายการ
1	เครื่องผลิตก๊าซความร้อนรุ่น รวมอุปกรณ์และ Double door
2	ถังกรองฝุ่นและน้ำมันโดยใช้ตัวกรองชีวมวล
3	ระบบท่อน้ำสำหรับการผลิตและปั๊มน้ำทั้งหมด
4	เครื่องวัดความชื้น
5	ระบบแยกถ่านและขี้เถ้าจากการเผาไหม้
6	ระบบระบายและลดความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิง
7	ระบบป้อนเชื้อเพลิงอัตโนมัติ
8	เครื่องทำน้ำเย็น
9	เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
10	ระบบไฟฟ้าในโรงงาน และการเชื่อมต่อกับสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้า
11	บ่อน้ำดักถ่านและลดอุณหภูมิ
12	ห้องอบแห้งเชื้อเพลิง
13	ห้องสับไม้
14	หม้อแปลงไฟฟ้า
15	ระบบโปรแกรมติดตามและประเมินผลประสิทธิภาพการทำงาน
16	เครื่องจักรอัดถ่าน
17	ค่าติดตั้งระบบงานทั้งหมด

ตารางที่ 4.5 รายการเครื่องจักร ในส่วนต้นทุนเริ่มแรก

4. สิ่งปลูกสร้าง

ลำดับ	รายการ
1	อาคารโรงงานไฟฟ้า
2	โรงเรือนเก็บเชื้อเพลิง
3	ระบบสาธารณูปโภค ประปา ปรับอากาศ
4	ระบบบำบัดน้ำ บ่อน้ำขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.6 รายการค่าก่อสร้างต่าง ๆในส่วนต้นทุนเริ่มแรก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ ยังมีตัวแปรสำคัญที่นำมาใช้ในการคำนวณหาผลตอบแทนโครงการ โดยมีรายละเอียดตามตาราง

รายการ	รายละเอียด	ค่าที่กำหนดไว้
อายุโครงการ (Project Life)	ระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบกิจการหรือดำเนินโครงการกิจการโรงไฟฟ้าเอกชน	20 ปี
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Expense)	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าดูแลอาคารและสถานที่ ค่าประปา ค่าโทรศัพท์ และค่าแรง รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในส่วนสำนักงานทั่วไป	ค่าใช้จ่าย ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร 0.5% ของราคาเครื่องจักรต่อปีและมีการบำรุงพิเศษในปีที่ 10 โดยคิดใน 5% ของราคาเครื่องจักรต่อปี ส่วนค่าใช้จ่ายอื่น ๆรวมถึงค่าแรง มีการปรับเพิ่มขึ้นตามดัชนีราคาผู้บริโภคเฉลี่ยที่ 2.84% ต่อปี
อัตราคิดลด ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่า WACC* (Weighted Average Cost Of Capital)ต้นทุนการลงทุนเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักเป็นค่าอ้างอิง	คิดจากสัดส่วนการลงทุน ในส่วนของหนี้สินระยะยาว และ ส่วนของผู้ถือหุ้น	8.51%*
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	อัตราหักค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีโดยคำนวณแบบเส้นตรง (Straight Line)	ค่าเสื่อม อาคาร จะหักเท่า ๆกันตลอด เป็นเวลา 15 ปี ค่าเสื่อม เครื่องจักร จะหักเท่า ๆกันตลอด เป็นเวลา 10 ปี
อัตราภาษี (TAX)	กรณีขอ BOI ปีที่ 1-8 ไม่คิดภาษี จะเริ่มคิดภาษี ในปีที่ 9 เป็นต้นไป	คิดภาษี ในปีที่ 9 เป็นต้นไปในอัตรา 20%
ค่าส่วนเพิ่ม Adder**	คิดจากราคาขายไฟฟ้าระยะยาวรวมกับค่าส่วนเพิ่ม Adder	รายได้ต่อหน่วย (ปีที่ 1-7) 3.392 บาทต่อหน่วย รายได้ต่อหน่วย (ตั้งแต่ปีที่ 8) 2.892 บาทต่อหน่วย

ตารางที่ 4.7 ตัวแปรสำคัญที่นำมาใช้ในการคำนวณหาผลตอบแทนโครงการ

WACC* (Weighted Average Cost Of Capital)ต้นทุนการลงทุนเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักเป็นค่าอ้างอิง จากสูตร

$$WACC = k_d(1-T) \times \frac{D}{D+E} + k_e \times \frac{E}{D+E}$$

แทนค่า k_d = ดอกเบี้ย MLR 7.51%

k_e = ประมาณการต้นทุนของเงิน ส่วนของผู้ลงทุนที่คาดว่าจะได้รับ 15%

D (Debt Ratio) = ต้นทุนของเงิน กู้เงินจากสถาบันการเงิน 72%

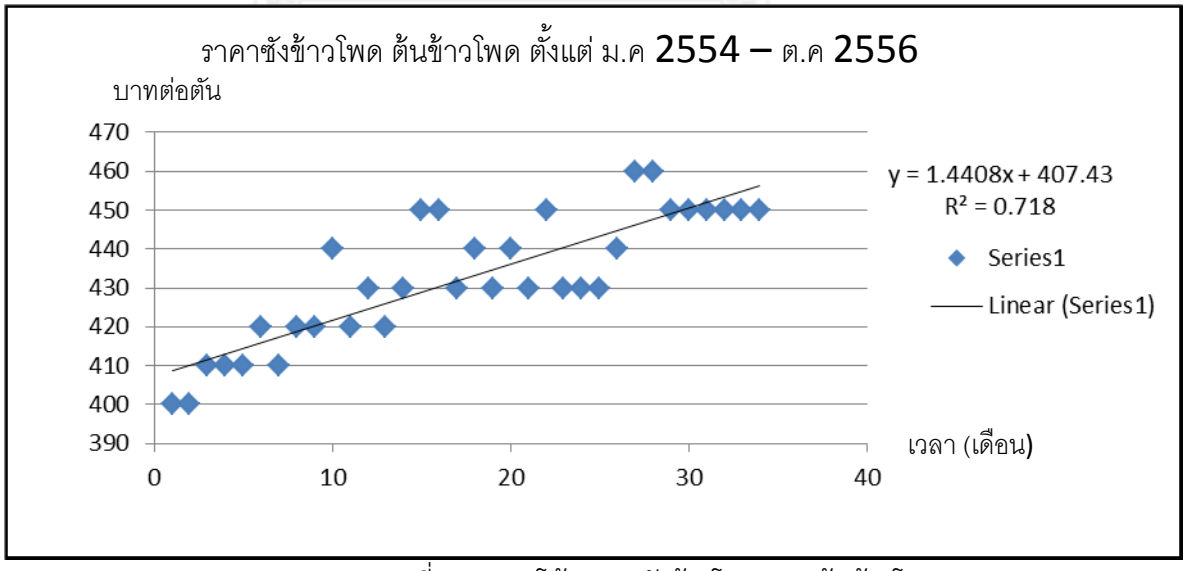
E (Equity Ratio) = ส่วนของผู้ถือหุ้น 28%

ราคาเชื้อเพลิง

ราคาเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและมีผลต่อการพิจารณาต้นทุนในการลงทุนและความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุน ควรหาแหล่งที่มีการจำหน่ายเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพแต่ราคาต่ำ หรืออาจรับซื้อเชื้อเพลิงจากเกษตรกรโดยตรง ซึ่งอาจจะมีการรวมตัวกันเป็นสหกรณ์เพื่อจัดการจำหน่ายเชื้อเพลิงให้แก่ผู้ประกอบการ เนื่องจากราคาในการรับซื้อซังข้าวโพดและต้นข้าวโพด ในปัจจุบัน ยังไม่เป็นรูปแบบธุรกิจที่แน่นอน ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจมีการผันผวน เนื่องจาก ผู้ที่รับซื้อซังข้าวโพดจากเกษตรกร กำหนดราคา ซังข้าวโพดและต้นข้าวโพด จากคุณภาพที่เกษตรกร นำมาจำหน่าย และในปัจจุบัน คุณภาพของต้นข้าวโพด และซังข้าวโพด ยังไม่ได้มาตรฐาน รวมถึงการปรับขึ้น-ลง ของราคาซังข้าวโพดที่แสดงดังตารางที่ 4.8 เป็นราคาเฉลี่ยที่มีการรับซื้อจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ในพื้นที่ใกล้เคียง

ปี	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค
2554	400	400	410	410	410	420	410	420	420	440	420	430
2555	420	430	450	450	430	440	430	440	430	450	430	430
2556	430	440	460	460	450	450	450	450	450	450		

ตารางที่ 4.8 ราคาเฉลี่ยซังข้าวโพด ที่ความชื้น 25% (บาท ต่อ ตัน)



กราฟที่ 4.1 แนวโน้มราคาซังข้าวโพด และต้นข้าวโพด

(ที่มา: โรงไฟฟ้าชีวมวลท้องถิ่น จ.พิษณุโลก)

กราฟแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงราคาซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด ในช่วงเดือน มกราคม 2554 ถึง ตุลาคม 2556 ในการหาตัวชี้วัดทางการเงิน ต้องมีการคำนวณจากต้นทุนทั้งในส่วนต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยราคาเชื้อเพลิงเป็นต้นทุนในส่วนต้นทุนผันแปร จึงจำเป็นต้องประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงเพื่อทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณในอนาคตใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ในการหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงสามารถหาได้จากกราฟราคาเชื้อเพลิงจากการรับซื้อจากโรงไฟฟ้าชีวมวลท้องถิ่นแห่งหนึ่งในพื้นที่ จังหวัดเดียวกัน และนำมาสร้างเส้นแนวโน้มราคาหาสมการเส้นตรง จากกราฟได้สมการแนวโน้มราคา

$$y = 1.440x + 407.4$$

เมื่อแทนค่า x =12 ซึ่งหมายถึงมีการเปลี่ยนแปลงไป 12 ครั้ง หรือ 12 เดือน แล้วนำมาเปรียบเทียบสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า y ที่เกิดขึ้นจากการแทน x จาก 1 ถึง 12 เปรียบเทียบสัดส่วนการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเท่ากับ 3.87 % ต่อปี เมื่อนำราคาที่เกิดจากการแทนค่า x มาหาค่าการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน จะได้ค่าการกระจายตัวของการเปลี่ยนแปลงราคาซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.003974

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้นทุนเครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคาร

ค่าใช้จ่ายในส่วนต้นทุนเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆได้มาจากการเสนอราคาจากบริษัทตัวแทนที่รับออกแบบรวมถึงจำหน่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าชีวมวล

ขนาดกำลังการผลิต	รายการ	ราคาจำหน่ายของผู้ขาย (ล้านบาท)					ราคา (ล้านบาท)	
							ค่าเฉลี่ย	การกระจายตัว
		รายที่ 1	รายที่ 2	รายที่ 3	รายที่ 4	รายที่ 5		
1000 กิโลวัตต์	เครื่องจักรอุปกรณ์	55.00	52.50	53.00	52.50	51.80	52.96	1.22
	ค่าก่อสร้างอาคาร	5.60	5.52	5.35	5.50	5.55	5.50	0.09
500 กิโลวัตต์ 2 โรง	เครื่องจักรอุปกรณ์	55.20	54.20	54.70	55.50	55.40	55.00	0.54
	ค่าก่อสร้างอาคาร	6.02	6.02	6.03	5.96	5.98	6.00	0.03
500 กิโลวัตต์ 1 โรง	เครื่องจักรอุปกรณ์	28.20	29.70	30.07	31.97	30.06	30.00	1.34
	ค่าก่อสร้างอาคาร	2.96	3.14	2.95	2.93	3.02	3.00	0.09
350 กิโลวัตต์ 2 โรงและ 300 กิโลวัตต์ 1 โรง	เครื่องจักรอุปกรณ์	59.34	58.60	60.07	60.67	61.32	60.00	1.07
	ค่าก่อสร้างอาคาร	5.96	5.14	5.95	5.93	6.02	5.80	0.37
350 กิโลวัตต์ 1 โรง	เครื่องจักรอุปกรณ์	22.20	22.70	23.07	21.97	20.06	22.00	1.17
	ค่าก่อสร้างอาคาร	2.74	2.84	2.72	2.75	2.70	2.75	0.05

ตารางที่ 4.9 แสดง ต้นทุนเงินลงทุนขั้นต้น

ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง

ข้อมูลในส่วนนี้ ได้มาจากการสัมภาษณ์จากผู้ที่มีประสบการณ์ในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด

ขนาดกำลังการผลิต (กิโลวัตต์)	ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อวัน (ตัน) ที่มา:[จากการสัมภาษณ์ คุณจักรพันธ์]	ปริมาณเชื้อเพลิงต่อปี(ตัน)
สร้าง 1,000 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	30.00	9,000.00
	หญ้าเนเปียร์	21.00	6,300.00
สร้าง500 กิโลวัตต์ 2 โรงพร้อมกัน	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	30.00	9,000.00
	หญ้าเนเปียร์	21.00	6,300.00
สร้าง 500 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	15.00	4,500.00
	หญ้าเนเปียร์	10.00	3,000.00
สร้าง 500 กิโลวัตต์โรงเดียว รออีก 2 ปี ตัดสินใจสร้างเพิ่มอีก 500 กิโลวัตต์	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	15.00+15.00	4,500.00+4,500.00
	หญ้าเนเปียร์	10.00+10.00	3,000.00+3,000.00
สร้าง 350 กิโลวัตต์ 2 โรงและ 300 กิโลวัตต์ อีก 1โรง	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	30.00	9,000.00
	หญ้าเนเปียร์	21.00	6,300.00
สร้าง 350 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	10.00	3,000.00
	หญ้าเนเปียร์	7.50	2,250.00
สร้าง 350 กิโลวัตต์โรงเดียว รออีก 2 ปี ตัดสินใจสร้างเพิ่มอีก 350 กิโลวัตต์	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	10.00+10.00	3,000.00+3,000.00
	หญ้าเนเปียร์	7.50+7.50	2,250.00+2,250.00
สร้าง 300 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด	8.50	2,550.00
	หญ้าเนเปียร์	6.50	1,950.00

ตารางที่ 4.10 แสดง ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง ของขนาดกำลังการผลิตต่าง ๆ

การเปลี่ยนแปลง ค่า Ft

อัตราการปรับตัวของค่า Ft สูตรใหม่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ตั้งแต่ ปี 2548-2555

	Ft ขายปลีก(สตางค์ต่อหน่วย)	เปลี่ยนแปลง
ต.ค.48-ม.ค.49	56.83	-
ก.พ.49-พ.ค.49	75.84	19.01
มิ.ย.49-ก.ย.49	85.44	9.6
ต.ค.49-ม.ค.50	78.42	-7.02
ก.พ.50-พ.ค.50	73.42	-5
มิ.ย.50-ก.ย.50	68.42	-5
ต.ค.50-ม.ค.51	66.11	-2.31
ก.พ.51-พ.ค.51	68.86	2.75
มิ.ย.51-ก.ย.51	62.85	-6.01
ต.ค.51-ธ.ค.51	77.7	14.85
ม.ค.52-เม.ย.52	92.55	14.85
พ.ค.52-ส.ค.52	92.55	-
ก.ย.52-ธ.ค.52	92.55	-
ม.ค.53-เม.ย.53	92.55	-
พ.ค.53-ส.ค.53	92.55	-
ก.ย.53-ธ.ค.53	92.55	-
ม.ค.54-เม.ย.54	86.88	-5.67
พ.ค.54-มิ.ย.54	95.81	8.93

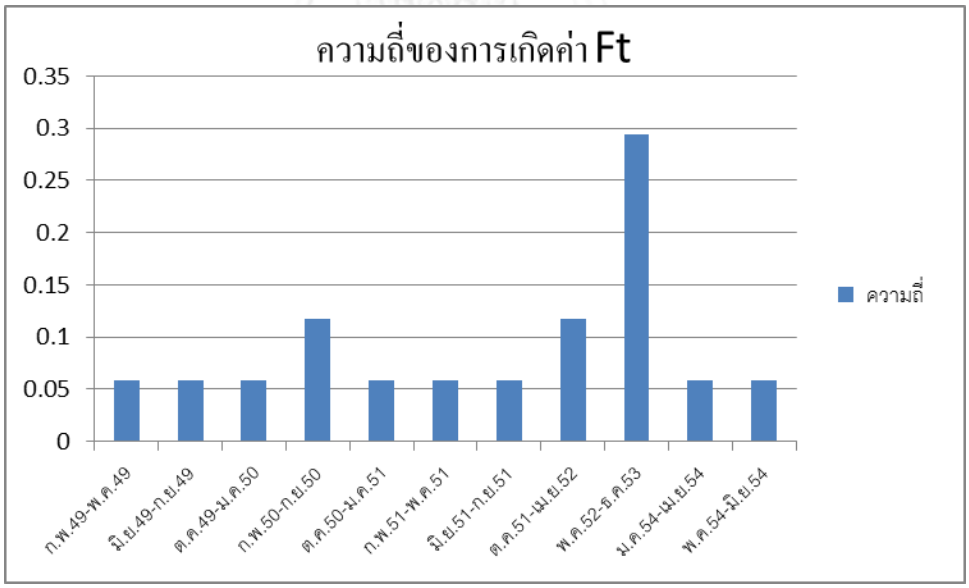
ตารางที่ 4.11 อัตราการปรับตัวของค่า Ft

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางข้อมูลค่า Ft ขายปลีก จากปี พ.ศ 2548 จนถึงปี พ.ศ 2554 นำมาหาค่าความถี่ได้ดังนี้

	เปลี่ยนแปลง	จำนวน	ความถี่	ความถี่สะสม
ก.พ.49-พ.ค.49	19.01	1	0.058824	0.058824
มิ.ย.49-ก.ย.49	9.6	1	0.058824	0.117647
ต.ค.49-ม.ค.50	-7.02	1	0.058824	0.176471
ก.พ.50-ก.ย.50	-5	2	0.117647	0.294118
ต.ค.50-ม.ค.51	-2.31	1	0.058824	0.352941
ก.พ.51-พ.ค.51	2.75	1	0.058824	0.411765
มิ.ย.51-ก.ย.51	-6.01	1	0.058824	0.470588
ต.ค.51-เม.ย.52	14.85	2	0.117647	0.588235
พ.ค.52-ธ.ค.53	0	5	0.294118	0.882356
ม.ค.54-เม.ย.54	-5.67	1	0.058824	0.941180
พ.ค.54-มิ.ย.54	8.93	1	0.058800	1.00000
		17		

ตารางที่ 4.12 ค่าความถี่ของการใช้ค่า Ft



กราฟที่ 4.2 แสดงค่าการกระจายตัวของความถี่ค่า Ft

จากการเปลี่ยนแปลงของค่า Ft นำมาหาค่าเฉลี่ย = 2.48% และค่าการกระจายตัวของการเปลี่ยนแปลงของค่า Ft = 0.092178

ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป (ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย)

หมวด/เดือน	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป										
	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555
มกราคม	0.8	2.2	1.2	2.7	5.9	3	4.3	-0.4	4.1	3	3.4
กุมภาพันธ์	0.3	1.9	2.2	2.5	5.6	2.3	5.4	-0.1	3.7	2.9	3.3
มีนาคม	0.6	1.7	2.3	3.2	5.7	2	5.3	-0.2	3.4	3.1	3.4
เมษายน	0.4	1.6	2.5	3.6	6	1.8	6.2	-0.9	3	4	2.5
พฤษภาคม	0.1	1.9	2.4	3.7	6.2	1.9	7.6	-3.3	3.5	4.2	2.5
มิถุนายน	0.2	1.7	3	3.8	5.9	1.9	8.9	-4	3.3	4.1	2.6
กรกฎาคม	0.1	1.8	3.1	5.3	4.4	1.7	9.2	-4.4	3.4	4.1	2.7
สิงหาคม	0.3	2.2	3.1	5.6	3.8	1.1	6.4	-1	3.3	4.3	2.7
กันยายน	0.4	1.7	3.6	6	2.7	2.1	6	-1	3	4	3.4
ตุลาคม	1.4	1.2	3.5	6.2	2.8	2.5	3.9	0.4	2.8	4.2	3.3
พฤศจิกายน	1.2	1.8	3	5.9	3.5	3	2.2	1.9	2.8	4.2	2.7
ธันวาคม	1.6	1.8	2.9	5.8	3.5	3.2	0.4	3.5	3	3.5	3.6

ตารางที่ 4.13 ดัชนีราคาผู้บริโภค

ข้อมูลปี 2545 ถึง 2555 มีค่าเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป เท่ากับ 2.847 เปอร์เซ็นต์และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.137เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การทดสอบตามหลักเกณฑ์ทางการเงิน

การทำแผนธุรกิจในการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลในขนาดกำลังการผลิตต่าง ๆ ต้องมีการทดสอบหลักเกณฑ์ทางการเงินเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกลงทุนว่าควรลงทุนหรือไม่ หรือลงทุนในขนาดใดจึงจะเหมาะสมและมีความคุ้มค่าตามหลักเกณฑ์ทางการเงินและให้ผลตอบแทนเป็นที่พอใจแก่ผู้ลงทุน เกณฑ์ทางการเงินที่นิยมนำมาใช้ คือ มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value:NPV) อัตราผลตอบแทน (Internal Rate of Return:IRR) ยิ่งการลงทุนในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าเป็นโครงการที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงจึงต้องมีใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาที่มากขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการลงทุน การทำการวิเคราะห์ปัจจัยความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการลงทุน ทำให้สามารถรู้และควบคุมปัจจัยดังกล่าว แต่การวิเคราะห์ความอ่อนไหวยังไม่สามารถแก้ปัญหาความไม่แน่นอนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยนำเข้าต่าง ๆได้ เนื่องจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยไปทีละปัจจัย ดังนั้นจึงมีการนำเครื่องมือแบบจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล (Monte Carlo)ที่สามารถคำนวณข้อมูลที่มีความสลับซับซ้อนมาใช้ในการช่วยวิเคราะห์การกระจายตัวของปัจจัยต่าง ๆที่มีผลต่อการลงทุนโดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 100,000 ตัวอย่างจากปัจจัยต่างๆ ในแต่ละทางเลือกการลงทุนตามขนาดของกำลังการผลิตโรงไฟฟ้า ทำให้การตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานข้อมูลที่สอดคล้องตามความเป็นจริงมากที่สุด หลังจากที่ได้การกระจายตัวของปัจจัยต่าง ๆ จะสามารถประเมินระดับความเสี่ยงในแต่ละทางเลือกได้ หลังจากนั้น นำกราฟจากการจำลองสถานการณ์มาหาค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ โดยแบ่งเป็นทางด้านดี (up) และทางด้านแย่(down) ของแต่ละทางเลือกรวมถึงทางเลือกที่ต้องมีการชะลอการลงทุน เพื่อหาค่าคาดหวังของผลตอบแทน และประเมินมูลค่าความยืดหยุ่นของการตัดสินใจลงทุนจากการวิเคราะห์แบบภาพฉาย (Scenario Analysis)

สมมติฐานในการทดสอบหลักเกณฑ์

การคำนวณต้นทุนทางการเงินในการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลจากกรณีศึกษานี้ ทั้งเงินลงทุนโครงการที่บริษัทได้ลงทุนเองรวมถึงหนี้สินระยะยาวที่วางแผนจะลงทุน แสดงไว้ในตารางข้อมูลปัจจัยและแหล่งอ้างอิงดังตาราง

รายการ	รายละเอียด	ค่าที่กำหนดไว้	แหล่งที่มา
อายุโครงการ (Project Life)	ระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบกิจการหรือดำเนินโครงการกิจการโรงไฟฟ้าเอกชน	20 ปี	บริษัทกรณีศึกษา
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Expense)	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าดูแลอาคารและสถานที่ ค่าประปา ค่าโทรศัพท์ และค่าแรง รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในส่วนสำนักงานทั่วไป	ค่าใช้จ่าย ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร 0.5% ของราคาเครื่องจักรต่อปีและมีการบำรุงพิเศษในปีที่ 10 โดยคิดใน 5% ของราคาเครื่องจักรต่อปี ส่วนค่าใช้จ่ายอื่น ๆรวมถึงค่าแรง มีการปรับเพิ่มขึ้นตามดัชนีราคาผู้บริโภคเฉลี่ยที่ 2.84% ต่อปี	บริษัทกรณีศึกษา
อัตราคิดลด ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าWACC (Weighted Average Cost Of Capital) ต้นทุนการลงทุนเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักเป็นค่าอ้างอิง	คิดจากสัดส่วนการลงทุน ในส่วนของหนี้สินระยะยาว และส่วนของผู้ถือหุ้น	8.51%	บริษัทกรณีศึกษา
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	อัตราหักค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีโดยคำนวณแบบเส้นตรง (Straight Line)	ค่าเสื่อม อาคาร จะหักเท่า ๆกันตลอด เป็นเวลา 15 ปี ค่าเสื่อม เครื่องจักร จะหักเท่า ๆกันตลอด เป็นเวลา 10 ปี	กรมสรรพากร
อัตราภาษี (TAX)	กรณีขอ BOI ปีที่ 1-8 ไม่คิดภาษี จะเริ่มคิดภาษี ในปีที่ 9 เป็นต้นไป	คิดภาษี ในปีที่ 9 เป็นต้นไปในอัตรา 20%	กรมสรรพากร
อัตรารับซื้อไฟฟ้า Feed In Tarriff	คิดจากราคาขายไฟฟ้าระยะยาว รวมกับค่าส่วนเพิ่ม Adder	รายได้ต่อหน่วย (ปีที่ 1-7) 3.392 บาทต่อหน่วย รายได้ต่อหน่วย (ตั้งแต่ปีที่ 8) 2.892 บาทต่อหน่วย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ราคาเชื้อเพลิง ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด และหญ้าเนเปียร์	ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณโครงการ	ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด 500 บาทต่อตัน หญ้าเนเปียร์ 300 บาทต่อตัน	**บริษัทกรณีศึกษา**
อัตราการเพิ่มขึ้นของราคาเชื้อเพลิง	อัตราการเพิ่มขึ้นของราคาเชื้อเพลิงในแต่ละปี	3.87 % ต่อปี	**โรงไฟฟ้าชีวมวลท้องถิ่น**

			แห่งหนึ่ง จ. พิษณุโลก
ราคาขายผลิตภัณฑ์รอง (ถ่าน)	ราคาขายผลิตภัณฑ์รอง(ถ่าน) ที่ใช้ในการคำนวณโครงการ	8 บาทต่อกิโลกรัม โดยปริมาณถ่านที่เกิดขึ้นจะเกิดประมาณ 4%ของปริมาณเชื้อเพลิง (ขึ้นอยู่กับชนิดเชื้อเพลิง)	บริษัท กรณีศึกษา

ตารางที่ 5.1 ตารางข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องและแหล่งอ้างอิง

นอกจากนี้ในการวางแผนเพื่อพิจารณาต้นทุนในการลงทุน ต้องคำนึงถึงอัตราการผลิตไฟฟ้า โดยอัตราการใช้กำลังการผลิตของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 85% ซึ่งส่งผลต่อรายได้ในการขายไฟฟ้าดังแสดงในตาราง ที่ 5.7

อัตราการผลิตไฟฟ้า					
ขนาดโรงไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	1,000	500 กิโลวัตต์ จำนวน 2 โรง	500 กิโลวัตต์ จำนวน 1 โรง	350 กิโลวัตต์ จำนวน 2 โรงและ 300กิโลวัตต์ จำนวน 1 โรง	350 กิโลวัตต์ จำนวน 1 โรง
ขนาดกำลังการผลิต (กิโลวัตต์)	850	425+425	425	297.5+297.5+255	297.5
ผลิตกระแสไฟฟ้าต่อวัน (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	20,400	20,400	10,200	20,400	7,140
รายได้ต่อหน่วย (ปีที่ 1-7)	3.392	3.392	3.392	3.392	3.392
รวมรายได้ต่อหน่วย (ตั้งแต่ปีที่ 8)	2.892	2.892	2.892	2.892	2.892
รายได้ในการขายไฟฟ้าต่อวัน(ล้านบาท)	0.069	0.069	0.035	0.069	0.024
รายได้ในการขายไฟฟ้าต่อปี (ปีที่ 1-7)	20.757	20.757	10.378	20.757	7.265
รายได้ในการขายไฟฟ้าต่อปี (ตั้งแต่ปีที่ 8)	17.697	17.697	8.848	17.697	6.194

ตารางที่ 5.2 แสดงอัตราการผลิตไฟฟ้า

การลงทุนโรงไฟฟ้า เชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและมีผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุน ในการทำวิจัยนี้จึงได้มีการปรับราคา และปริมาณเชื้อเพลิงเพื่อตรวจสอบผลกระทบที่มีต่อการลงทุน ตารางที่แสดง

ต่อไปนี้ เป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนแปลง ตามแนวโน้มราคาเชื้อเพลิง ซังข้าวโพด ตันข้าวโพด 3.87 % ต่อปี เป็นกรณี ฐาน (Base Case)โดยราคาซื้อวัตถุดิบ (รวมค่าขนส่ง) 500 บาทต่อตัน ในขณะเดียวกัน ในงานวิจัยนี้ได้มีการทำวิจัยกรณีที่มีการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นหญ้าเนเปียร์ โดยราคาซื้อวัตถุดิบ (รวมค่าขนส่ง) 300 บาทต่อตัน {ราคาเฉลี่ยขั้นต้น จากกระทรวงพลังงาน } ซึ่งในขณะที่ทำการวิจัยอยู่นี้ หญ้าเนเปียร์ยังไม่มีการนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้จึงใช้แนวโน้มราคาอัตราการเพิ่มขึ้นของหญ้าเนเปียร์อิงตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของซังข้าวโพด ตันข้าวโพด

ปีที่	รายการ			ปีที่	รายการ		
	อัตราการผลิตไฟฟ้าต่อปี (ล้านกิโลวัตต์)	ค่าวัตถุดิบในการผลิต (ล้านบาท)	ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์)		อัตราการผลิตไฟฟ้าต่อปี (ล้านกิโลวัตต์)	ค่าวัตถุดิบในการผลิต (บาท)	ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์)
1	6.12	4.50	0.74	11	6.12	6.58	1.08
2	5.85	4.47	0.76	12	5.85	6.54	1.12
3	6.12	4.86	0.79	13	6.12	7.10	1.16
4	5.85	4.82	0.82	14	5.85	7.05	1.21
5	6.12	5.24	0.86	15	6.12	7.66	1.25
6	5.85	5.21	0.89	16	5.85	7.61	1.30
7	6.12	5.65	0.92	17	6.12	8.26	1.35
8	5.85	5.62	0.96	18	5.85	8.21	1.40
9	6.12	6.10	0.99	19	6.12	8.91	1.46
10	5.65	5.85	1.04	20	5.85	8.86	1.51

ตารางที่ 5.3 แสดง ต้นทุนผันแปร

การลงทุนในโครงการโรงไฟฟ้า นอกจากมีต้นทุนผันแปรซึ่งค่าวัตถุดิบในการผลิต มาจาก ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง(ตัน) คูณกับราคาเชื้อเพลิงต่อตัน โดยราคาเชื้อเพลิงมีอัตราเพิ่มขึ้นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงที่มีการเปลี่ยนแปลงในอดีต ยังมีต้นทุนที่เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating and Maintenance Cost) ซึ่งเป็นต้นทุนที่มีความสำคัญอีกส่วนหนึ่งของโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายที่ดิน ค่าใช้จ่ายพนักงาน ค่าใช้จ่าย อาคาร สถานที่ อุปกรณ์เครื่องจักร ค่าใช้จ่ายอื่น ๆใน สำนักงาน รวมถึงกองทุนโรงไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating and Maintenance Cost)

ค่าใช้จ่ายพนักงาน ในโครงการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาดต่าง ๆมีการกำหนดว่าจ้างจำนวนพนักงานไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ต้องรับผิดชอบ ซึ่งข้อมูลการจัดปริมาณพนักงานในแต่ละขนาดกำลัง

การผลิตไฟฟ้า ได้มีการกำหนดตามสัดส่วนจำนวนพนักงานโดยยึดตามปริมาณพนักงานที่ถูกกำหนดจากแผนธุรกิจในการลงทุนโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์เพียงโรงเดียว

ขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า	จำนวน				รวม
	ผู้จัดการโรงงาน (วิศวกร)	วิศวกรประจำโรงงาน	พนักงานฝ่ายผลิต	พนักงานทั่วไป	
ก่อสร้าง 1,000 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	1	2	6	10	19
ก่อสร้าง 500 กิโลวัตต์ พร้อมกัน 2 โรง	1	2	6	10	19
ก่อสร้าง 500 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	1	1	3	5	10
ก่อสร้าง 350 กิโลวัตต์ 2 โรงและ 300 กิโลวัตต์ 1 โรงพร้อมกัน	1	2	9	12	24
ก่อสร้าง 350 กิโลวัตต์ เพียงโรงเดียว	1	1	3	4	9

ที่มา :บริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 5.4 แสดง จำนวนพนักงาน

ค่าใช้จ่ายพนักงาน ในโครงการที่มีการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้า

เงินเดือนพนักงาน			
ลำดับ	ตำแหน่ง	เงินเดือนต่อคน	หน่วย
1	ผู้จัดการโรงงาน (วิศวกร)	25,000	บาท
2	วิศวกรประจำโรงงาน	20,000	บาท
3	พนักงานฝ่ายผลิต	12,000	บาท
4	พนักงานทั่วไป	9,000	บาท

ที่มา :บริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 5.5 แสดง อัตราเงินเดือน พนักงานในตำแหน่งต่าง ๆ

รายละเอียด ต้นทุนในการดำเนินการและค่าแรงในกรณีที่มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์เพียงโรงเดียว มีรายการดังแสดงในตาราง

จำนวนพนักงาน			19	คน
เงินเดือนพนักงานเฉลี่ยต่อเดือน			11,947.37	บาท/คน
รวมเงินเดือนพนักงานต่อเดือน			227,000.00	บาท
รวมเงินเดือนพนักงานต่อปี			2,724,000.00	บาท
กองทุนโรงไฟฟ้าต่อปี			400,000.00	บาท
ค่าประกันอุบัติเหตุต่อคนต่อปี			500	บาท
ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องจักร ต่อปี	0.5	%	265,000.00	บาท
ค่าบำรุงรักษาพิเศษ (ในปีที่10)	5	%	2,650,000.00	บาท
ค่าบำรุงรักษาอาคารและสถานที่			60,000	บาท
ค่าน้ำประปาและโทรศัพท์			60,000	บาท
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ			60,000	บาท

ที่มา :บริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 5.6 แสดง ต้นทุนในการดำเนินการและค่าแรงกรณีที่มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลวัตต์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลการวิเคราะห์ทางการเงิน

ปีที่	จำนวนวันหยุดซ่อมบำรุง	TOU time	จำนวนชั่วโมง	กำลังผลิตไฟฟ้าต่อปี (KWh/y)	ราคาขายอัตราพื้นฐาน (บาท)	ราคาขายไฟต่อหน่วย	ค่าไฟฟ้าแปรผัน (บาท)	ค่าเฉลี่ยในการขายไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	รายได้จาก Adder 0.5 บาท/หน่วย	รายได้จากการขายไฟฟ้าจากอัตราพื้นฐาน (บาท)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (ล้านบาท)	การจากการขายผลิตภัณฑ์รวม(ล้านบาท)	รวมรายได้ (ล้านบาท)
1	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	0.9581	2.895	3,060,000	17,718,097	20,778,097	20.7781	2.8800	23.66
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		0.9581	2.895						
2	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	0.9819	2.918	2,927,400	17,086,095	20,013,495	20.0135	2.7552	22.77
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		0.9819	2.918						
3	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.0062	2.943	3,060,000	18,012,537	21,072,537	21.0725	2.8800	23.95
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.0062	2.943						
4	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.0312	2.968	2,927,400	17,374,761	20,302,161	20.3022	2.7552	23.06
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.0312	2.968						
5	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.0567	2.994	3,060,000	18,321,761	21,381,761	21.3818	2.8800	24.26
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.0567	2.994						
6	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.0829	3.019	2,927,400	17,677,922	20,605,322	20.6053	2.7552	23.36
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.0829	3.019						
7	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.1098	3.047	3,060,000	18,646,514	21,706,514	21.7065	2.8800	24.59
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.1098	3.047						
8	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.1373	3.074		17,996,307	17,996,307	17.9963	2.7552	20.75
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.1373	3.074						
9	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.1655	3.103		18,987,574	18,987,574	18.9876	2.8800	21.87
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.1655	3.103						

ปีที่	จำนวนวันหยุดซ่อมบำรุง	TOU time	จำนวนชั่วโมง	กำลังผลิตไฟฟ้าต่อปี (KWh/y)	ราคาขายอัตราพื้นฐาน (บาท)	ราคาขายไฟต่อหน่วย	ค่าไฟฟ้าแปรผัน (บาท)	ค่าเฉลี่ยในการขายไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	รายได้จาก Adder 0.5 บาท/หน่วย	รายได้จากการขายไฟฟ้าจากอัตราพื้นฐาน (บาท)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (ล้านบาท)	กำไรจากการขายผลิตภัณฑ์รอง(ล้านบาท)	รวมรายได้ (ล้านบาท)
10	88	On peak	3,029	5,650,800	2.93	1.945	1.1944	3.139		17,738,532	17,738,532	17.7385	2.6592	20.40
		Off peak	3,619	5,650,800	1.12		1.1944	3.139						
11	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.2241	3.161		19,345,760	19,345,760	19.3458	2.8800	22.23
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.2241	3.161						
12	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.2544	3.191		18,681,843	18,681,843	18.6818	2.7552	21.44
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.2544	3.191						
13	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.2855	3.223		19,721,933	19,721,933	19.7219	2.8800	22.60
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.2855	3.223						
14	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.3174	3.254		19,050,639	19,050,639	19.0506	2.7552	21.81
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.3174	3.254						
15	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.3501	3.287		20,116,995	20,116,995	20.1170	2.8800	23.00
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.3501	3.287						
16	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.3836	3.320		19,437,955	19,437,955	19.4380	2.7552	22.19
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.3836	3.320						
17	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.4179	3.355		20,531,895	20,531,895	20.5319	2.8800	23.41
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.4179	3.355						
18	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.4530	3.389		19,844,720	19,844,720	19.8447	2.7552	22.60
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.4530	3.389						
19	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.4891	3.426		20,967,630	20,967,630	20.9676	2.8800	23.85
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.4891	3.426						
20	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.5260	3.462		20,271,911	20,271,911	20.2719	2.7552	23.03
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.5260	3.462						

ตารางที่ 5.7 แสดงรายรับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกำลังการผลิตขนาด 1000 กิโลวัตต์

ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร (ล้านบาท)	2.72	2.80	2.88	2.96	3.05	3.13	3.22	3.31	3.41	3.50
จำนวนวันทำงานต่อปี	300.00	287.00	300.00	287.00	300.00	287.00	300.00	287.00	300.00	277.00
ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง (ตัน)	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,310.00
ราคาเชื้อเพลิงต่อตัน	500.00	519.35	539.45	560.33	582.01	604.53	627.93	652.23	677.47	703.69
ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง (ล้านบาท)	4.50	4.47	4.86	4.82	5.24	5.21	5.65	5.62	6.10	5.85
ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา (ล้านบาท)	0.27	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.32	0.33	2.65
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ(ล้านบาท)	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
ค่ากองทุนโรงไฟฟ้า (ล้านบาท)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
ค่าประกันอุบัติเหตุ (ล้านบาท)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ค่าบำรุงอาคารสถานที่ (ล้านบาท)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
ค่าน้ำประปาและโทรศัพท์(ล้านบาท)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี (ล้านบาท)	8.08	8.14	8.61	8.67	9.18	9.24	9.79	9.85	10.44	12.61

ปีที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร (ล้านบาท)	3.60	3.71	3.81	3.92	4.03	4.15	4.26	4.38	4.51	4.64
จำนวนวันทำงานต่อปี	300.00	287.00	300.00	287.00	300.00	287.00	300.00	287.00	300.00	287.00
ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง (ตัน)	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00	9,000.00	8,610.00
ราคาเชื้อเพลิงต่อตัน	730.92	759.21	788.59	819.11	850.81	883.73	917.94	953.46	990.36	1,028.69
ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง (ล้านบาท)	6.58	6.54	7.10	7.05	7.66	7.61	8.26	8.21	8.91	8.86
ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา (ล้านบาท)	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.43	0.44	0.45
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ(ล้านบาท)	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10
ค่ากองทุนโรงไฟฟ้า (ล้านบาท)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
ค่าประกันอุบัติเหตุ (ล้านบาท)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ค่าบำรุงอาคารสถานที่ (ล้านบาท)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
ค่าน้ำประปาและโทรศัพท์(ล้านบาท)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี (ล้านบาท)	11.14	11.21	11.89	11.97	12.70	12.78	13.56	13.65	14.49	14.58

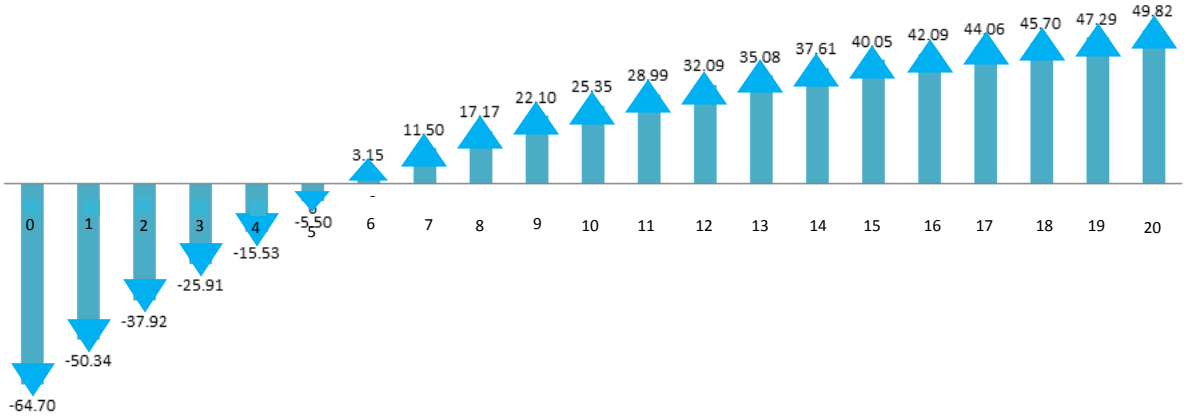
ตารางที่ 5.8 แสดง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ปีที่	CAPEX	REVENUE	OPEX	- DEPRECIATION	TAXABLE INCOME	TAX		+DEPRECIATION	WORKING CAPITAL	LAND DEVEPMENT	NET CASHFLOW	NET PRESENT VALUE @ 8.51%	COMMULATIVE
0	- 64.70					0%	20%				-64.70	-64.70	-64.70
1		23.66	-8.08	-5.67	9.91			5.67			15.58	14.36	-50.34
2		22.77	-8.14	-5.67	8.97			5.67			14.63	12.43	-37.92
3		23.95	-8.61	-5.67	9.68			5.67			15.34	12.01	-25.91
4		23.06	-8.67	-5.67	8.72			5.67			14.39	10.38	-15.53
5		24.26	-9.18	-5.67	9.42			5.67			15.08	10.03	-5.50
6		23.36	-9.24	-5.67	8.45			5.67			14.12	8.65	3.15
7		24.59	-9.79	-5.67	9.13			5.67			14.80	8.35	11.50
8		20.75	-9.85	-5.67	5.23			5.67			10.90	5.67	17.17
9		21.87	-10.44	-5.67	5.76		-1.15	5.67			10.27	4.93	22.10
10		20.40	-12.61	-5.67	2.12		-0.42	5.67			7.36	3.25	25.35
11		22.23	-11.14	-0.37	10.72		-2.14	0.37			8.94	3.64	28.99
12		21.44	-11.21	-0.37	9.86		-1.97	0.37			8.25	3.10	32.09
13		22.60	-11.89	-0.37	10.34		-2.07	0.37			8.64	2.99	35.08
14		21.81	-11.97	-0.37	9.47		-1.89	0.37			7.94	2.53	37.61
15		23.00	-12.70	-0.37	9.93		-1.99	0.37			8.31	2.44	40.05
16		22.19	-12.78		9.42		-1.88				7.53	2.04	42.09
17		23.41	-13.56		9.85		-1.97				7.88	1.97	44.06
18		22.60	-13.65		8.95		-1.79				7.16	1.65	45.70
19		23.85	-14.49		9.36		-1.87				7.49	1.59	47.29
20		23.03	-14.58		8.45		-1.69		2.00	4.20	12.96	2.53	49.82
												NPV@8.51% =	**49.82**
												IRR=	**20.24%**

หน่วยล้านบาท

ตารางที่ 5.9 ตัวอย่างตารางคำนวณกระแสเงินสด

จากตารางกระแสเงินสด สามารถ แสดงแผนภูมิกระแสเงินสดสะสมได้ดังนี้



รูปที่ 5.1 แสดงแผนภูมิกระแสเงินสดสะสม

จากกรูปที่ 5.1 ทำให้สามารถทราบระยะเวลาคืนทุนได้ซึ่งประมาณ 5.65 ปี เมื่อหาค่า NPV ของแต่ละทางเลือกแล้วก็ทำการวิเคราะห์หาความไวของตัวแปรที่มีผลต่อผลตอบแทนจากการลงทุน

การวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis)

วิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลง

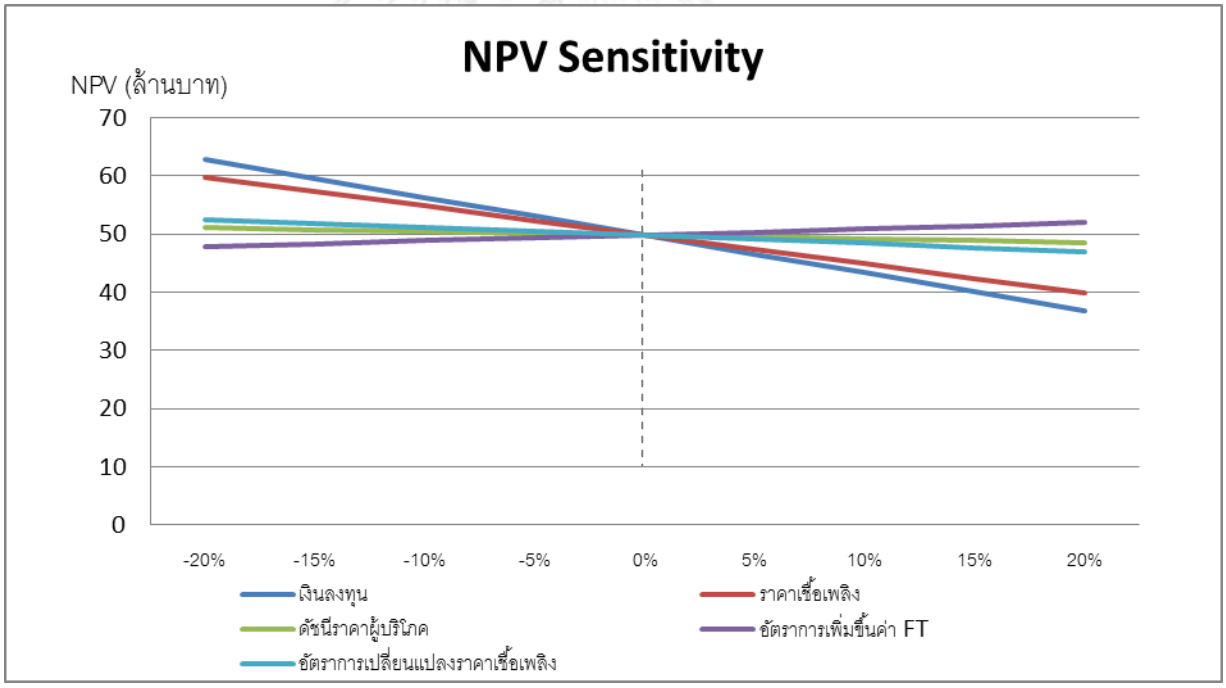
จากการวิเคราะห์หาผลตอบแทนโครงการจากการลงทุน ทำให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการลงทุนจากการการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการลงทุน และปัจจัยบางอย่างก็ยากที่จะควบคุมเนื่องจากผู้ลงทุนไม่สามารถที่จะกำหนดค่าต่าง ๆ เองได้ เช่น เงินลงทุน (Capex) ปริมาณและราคาเชื้อเพลิง อัตราการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราการเปลี่ยนแปลงค่า Ft ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการวิเคราะห์การตัดสินใจลงทุนโครงการ การศึกษาวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลง จึงมีการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยให้เพิ่มขึ้นและลดลง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าเกณฑ์ทางการเงิน

ค่า NPV ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเป็นเพียง NPV กรณีที่มีการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 1,000 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นกรณีตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งมีค่าดังแสดงในตาราง 5.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

		ปัจจัย				
		เงินลงทุน	ราคาเชื้อเพลิง	การเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง %	ดัชนีราคาผู้บริโภค	อัตราการเปลี่ยนแปลงค่า Ft
ค่า NPV เมื่อปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลง (ล้านบาท)	-20%	62.76	59.78	52.49	51.02	47.84
	-15%	59.53	57.29	51.85	50.73	48.34
	-10%	56.29	54.80	51.20	50.42	48.82
	-5%	53.05	52.31	50.50	50.12	49.33
	0%	49.82	49.82	49.82	49.82	49.82
	+5%	46.58	47.33	49.13	49.52	50.31
	+10%	43.35	44.84	48.39	49.21	50.85
	+15%	40.11	42.35	47.67	48.87	51.36
	+20%	36.88	39.86	46.93	48.55	51.91

ตารางที่ 5.10 **แสดง ผลการเปลี่ยนแปลงค่า NPV เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในอัตราต่าง ๆ**



รูปที่ 5.2 การเปลี่ยนแปลงของค่า NPV เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆสามารถแสดงดังในตารางที่ 5.10 และรูปที่ 5.2 ทำให้ทราบว่าปัจจัยที่มีความไวต่อผลตอบแทนการลงทุนมากที่สุด คือ เงินลงทุนขั้นต้น (CAPEX)เนื่องจากมีมูลค่าการลงทุนสูงรองลงมา คือ ราคาเชื้อเพลิง ซึ่งราคาเชื้อเพลิงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเชื้อเพลิงรวมถึงปริมาณเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในท้องตลาดในขณะนั้น สำหรับในงานวิจัยนี้ เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาได้กำหนดราคาเชื้อเพลิงซังข้าวโพดที่รับซื้อที่ความชื้น 25% ไว้ตันละ 500 บาท ทางผู้ศึกษา

ไม่ได้ทำการวิจัยค่าความชื้นที่มีต่อราคาเชื้อเพลิง จึงใช้ค่านี้เป็นค่าเชื้อเพลิงฐาน แต่จะทำการปรับค่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราราคาเชื้อเพลิงแทน ซึ่งในการบริหารจัดการเชื้อเพลิงเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถึงแม้จะมีการทำสัญญาซื้อขายเชื้อเพลิงกับเกษตรกร แต่ก็ยังมีความเสี่ยงที่สูง การจัดหาเชื้อเพลิงก็เป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการดำเนินกิจการ เนื่องจากเมื่อใดที่ปริมาณเชื้อเพลิงไม่เพียงพอต่อการผลิตตามกำลังเครื่องจักรที่เลือกลงทุน ก็ไม่สามารถที่จะดำเนินการผลิตได้ ดังนั้นจากการวิจัยนี้จึงได้มีการเลือกเชื้อเพลิง 2 ชนิดเพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนในทางเลือกตามกำลังการผลิตต่าง ๆ จากข้อมูลในตารางข้างต้น เป็นการวิเคราะห์แบบปัจจัยเดี่ยว (Single of Factor Sensitivity Analysis) เป็นการเปลี่ยนค่าปัจจัยต่าง ๆทีละตัวในอัตราเท่า ๆกัน ปัจจัยอื่นที่ไม่สนใจกำหนดให้เป็นค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งความจริงปัจจัยต่าง ๆ เป็นอิสระต่อกันหรือสอดคล้องกันได้ อาจเกิดเหตุการณ์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ของปัจจัยตัวหนึ่งมีผลต่อปัจจัยอีกตัวหนึ่ง

การศึกษาวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลง กับปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ จึงมีการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยให้เพิ่มขึ้นและลดลง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าเกณฑ์ทางการเงิน

เนื่องจากโครงการใช้ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นแบบสามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิดเป็นทางเลือกหนึ่งแก่ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลแต่ในการปรับเปลี่ยน เครื่องจักรเพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงชนิดใดก็ตามต้องมีการปรับตั้งค่าให้เหมาะสม รวมถึงต้องมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์บางตัวในระบบเพื่อให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิง ดังนั้น จึงแนะนำให้มีการใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวในกระบวนการผลิตหรือจะมีการจัดช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด ตามฤดูกาลเพาะปลูกของพืชชีวมวลที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

การจำลองสถานการณ์ มอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

เป็นการจำลองสถานการณ์ที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องจะอาศัยการสุ่มค่าของตัวแปร โดยสถานการณ์จะถูกสุ่มภายใต้เงื่อนไข พฤติกรรมเชิงสุ่มของตัวแปร เหตุการณ์ที่ถูกสุ่มแต่ละเหตุการณ์ไม่มีความเกี่ยวข้องกัน [อนุชนาฏ เจริญจิตรกรรม] ตัวแปรที่มีความไม่แน่นอนที่สามารถเกิดขึ้นในการลงทุน ในความเป็นจริงตัวแปรต่าง ๆสามารถเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางต่าง ๆ ไปพร้อม ๆกัน เช่น ราคาเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ดัชนีราคาผู้บริโภค รวมถึง เงินลงทุน ซึ่งต้องหาข้อมูลและการกระจายตัวของข้อมูล เพื่อใช้ในการทำแบบจำลอง ผลจากการใช้แบบจำลองทำให้ทราบถึงความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงตัวแปร การทดสอบนี้จะทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการกระจายตัวของตัวแปรนั้น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับค่าที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในอนาคตให้มากที่สุด

การกำหนดค่าต่าง ๆในการ จำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล (Monte Carlo Simulation)

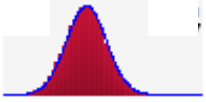
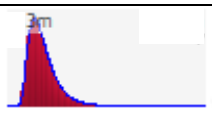
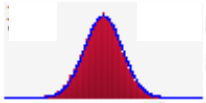
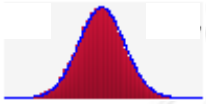
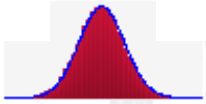
ปัจจัยต่างๆ ที่มีความไม่แน่นอน เช่น ความผันผวนของราคาเชื้อเพลิง ดัชนีราคาผู้บริโภค ปริมาณการจัดหาเชื้อเพลิงซึ่งมีผลต่อปริมาณเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิต รวมถึงเงินลงทุน จะต้องหาข้อมูลและนำข้อมูลดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ยและการกระจายตัวของข้อมูล เพื่อใช้ในการกำหนดค่าในการจำลองสถานการณ์ ข้อมูลบางตัวมีข้อจำกัดในการหาข้อมูล เช่น ปริมาณเชื้อเพลิงจากแหล่งข้อมูลที่มีข้อมูลไม่ตรงกัน ซึ่งอาจจะทำให้งานวิจัยนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง

ในการหาค่าเฉลี่ยและการกระจายตัวของชุดข้อมูลสามารถหาได้จากสูตร

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ (21)

ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$ (22)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัย	รูปแบบกราฟ	ชื่อกราฟ	การกำหนดค่า
ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ (CAPEX)*		Normal Distribution	กำหนดให้มีการเสนอราคา อุปกรณ์และเครื่องจักรจากผู้ขาย จำนวน 5 ราย แล้วทำการ หาการกระจายของข้อมูลและค่ากลางของข้อมูล
ราคาค่าก่อสร้างอาคาร (CAPEX)		Invgauss	กำหนดให้มีการเสนอราคาจากผู้รับเหมาจำนวน 5 รายแต่เนื่องจากการก่อสร้างอาคารจะเป็นการลงทุนในช่วงต้นจึงใช้กราฟชนิดนี้ในการวิเคราะห์
การเปลี่ยนแปลงค่าFt (Revenue)		Normal Distribution	เนื่องจากค่า Ft มีการปรับเปลี่ยนขึ้นลงไม่แน่นอน จึงกำหนดค่า การกระจายตัวของค่า Ft จากอัตราการค่า Ft ก่อนเทียบกับอัตราค่า Ft ที่ใช้เก็บในปัจจุบัน
ดัชนีราคาผู้บริโภค (OPEX)**		Normal Distribution	เนื่องจากค่าดัชนีราคาผู้บริโภคมีการปรับเปลี่ยนขึ้นลงไม่แน่นอน จึงกำหนดค่า การกระจายตัวจากข้อมูลในอดีตตั้งแต่ปี พศ.2545 จนถึงเดือน กรกฎาคม พศ. 2556
อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง (ซังข้าวโพดและหญ้าเนเปียร์)		Normal Distribution	การเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงมีโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ไม่เท่ากัน บางปี ราคาเชื้อเพลิงมีราคาสูงมากและบางปีมีราคาต่ำมากขึ้นกับปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในแต่ละปี นำการเปลี่ยนแปลงราคาดังกล่าวมาหาการกระจายตัวตามความถี่ของราคาเชื้อเพลิง

ตารางที่ 5.11 การกำหนดกราฟลักษณะการกระจายตัวของปัจจัยต่าง ๆ

CAPEX*(Capital Expenditure) เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนเพื่อให้กิจการสามารถเกิดขึ้นหรือขยายต่อไปได้

OPEX** (Operating Expense) ต้นทุนการดำเนินการ

2.1.1 การกำหนดสมมติฐาน

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ศึกษาโครงการที่จะกำหนดการลงทุนในอนาคต จึงต้องมีการกำหนดสมมติฐานค่าต่าง ๆเพื่อนำมาใช้เป็นประกอบการตัดสินใจซึ่งประกอบไปด้วย

สมมติฐานของการจำลองสถานการณ์

การกระจายตัวปกติ Normal Distribution

	ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ (ล้านบาท)					การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์)		
กำลังการผลิต (กิโลวัตต์)	1000	500 จำนวน 2 โรง	500จำนวน 1 โรง	350 จำนวน 2 โรง 300 จำนวน 1 โรง	350 จำนวน 1 โรง	ค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft)	ราคาเชื้อเพลิง	ดัชนีราคาผู้บริโภค
ค่าเฉลี่ย	52.96	55.00	30.00	60.00	22.00	2.48	3.87	2.84
การกระจายตัว	1.22	5.43	1.34	1.08	1.17	0.09	0.04	2.14

ตารางที่ 5.12 ข้อมูลการกระจายตัวปกติ Normal Distribution

เนื่องจาก พื้นที่ที่ทำการศึกษายังไม่มีการเพาะปลูกหญ้าเนเปียร์ และ การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเชื้อเพลิงซังข้าวโพด และหญ้าเนเปียร์ จึงอ้างอิงการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงตามราคาซังข้าวโพด

การกระจายตัวแบบ Invgauss

	ค่าก่อสร้างโครงการ (ล้านบาท)				
กำลังการผลิต (กิโลวัตต์)	1000	500 จำนวน 2 โรง	500 จำนวน 1 โรง	350 จำนวน 2 โรง 300 จำนวน 1 โรง	350 จำนวน 1 โรง
ค่าสูงสุด	5.60	6.03	3.14	6.02	2.84
ค่าต่ำสุด	5.35	5.96	2.93	5.14	2.70
ค่าการกระจายตัว	0.09	0.03	0.09	0.37	0.05

ตารางที่ 5.13 ข้อมูลการกระจายตัวแบบ Invgauss

ทางเลือกเชื้อเพลิงที่ใช้ในโครงการ

ซังข้าวโพด

มีการเพาะปลูกเป็นฤดูกาลใน 1 ปี เกษตรกรมีการปลูก 2 ช่วงฤดูใช้ระยะเวลาในการปลูก ถึง เก็บเกี่ยว เป็นเวลาประมาณ 4 เดือน แล้วจึงทำการปลูกใหม่และเกษตรกรในพื้นที่ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปัจจุบันจึงมีปริมาณซังข้าวโพดในปริมาณมากแต่มีความเสี่ยงทางด้านการบริหารจัดการเชื้อเพลิงสูง

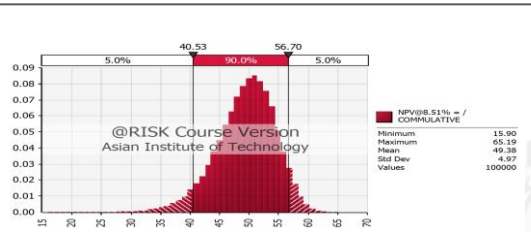
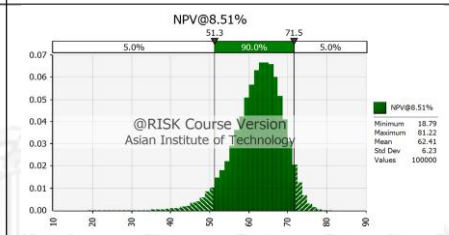
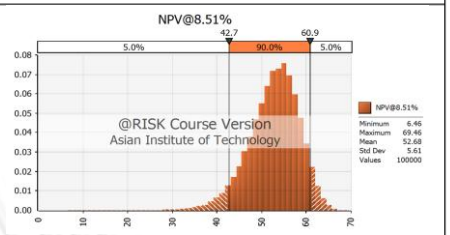
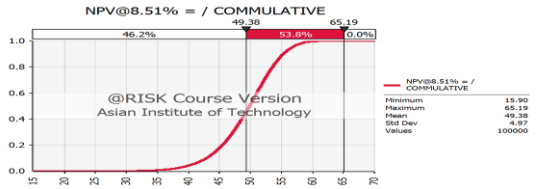
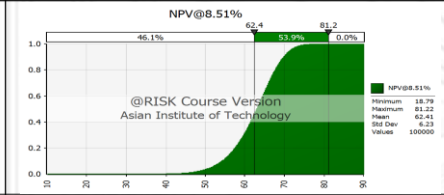
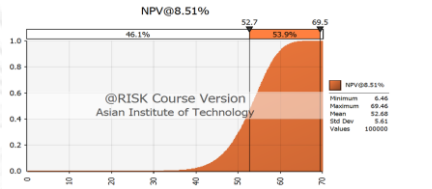
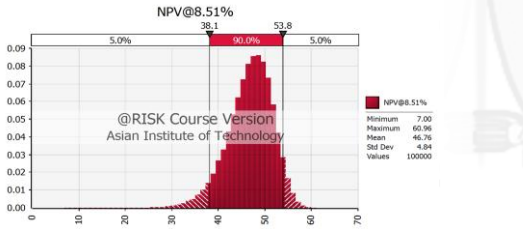
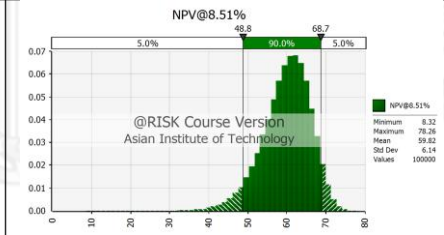
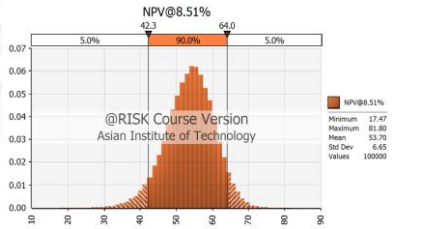
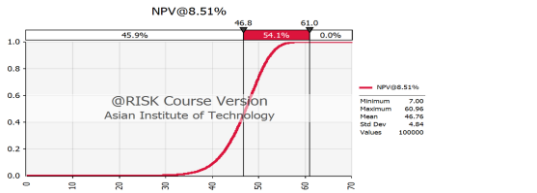
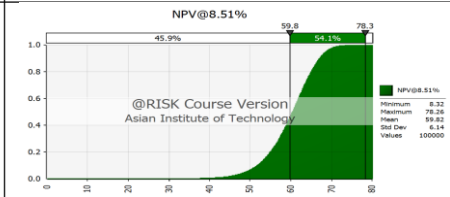
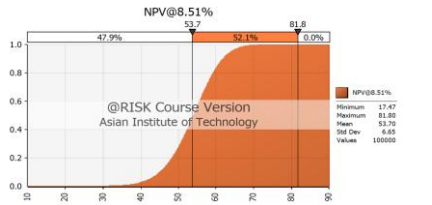
เนื่องจากความไม่แน่นอนในปริมาณซังข้าวโพด และความต้องการ ในตลาดยากต่อการบริหารจัดการเชื้อเพลิง เนื่องจาก ผู้ลงทุนต้องพึ่งพาปริมาณเชื้อเพลิงจากเกษตรกร

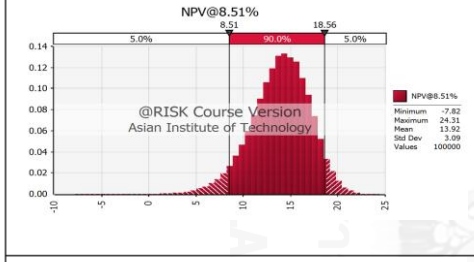
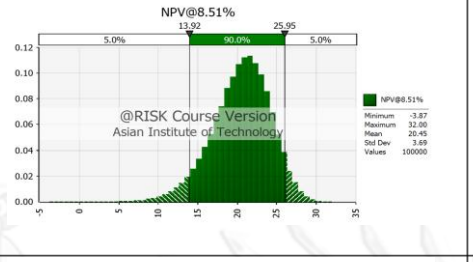
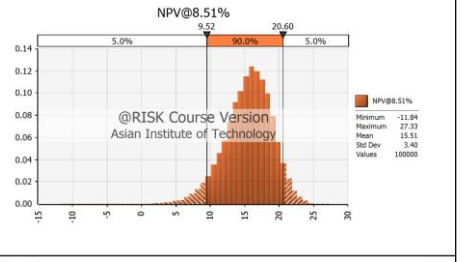
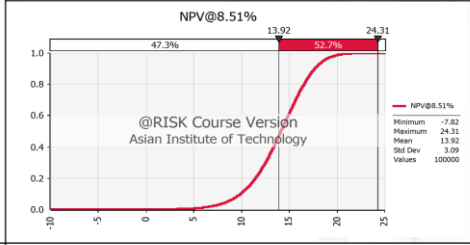
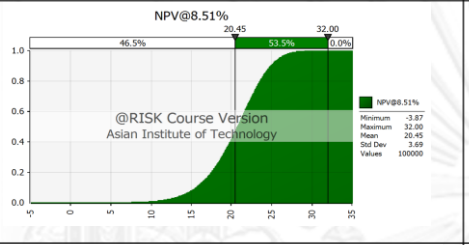
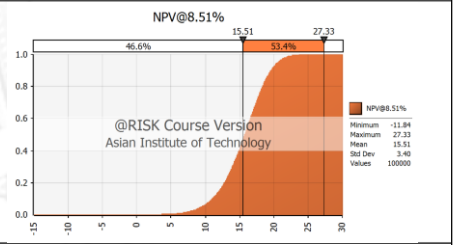
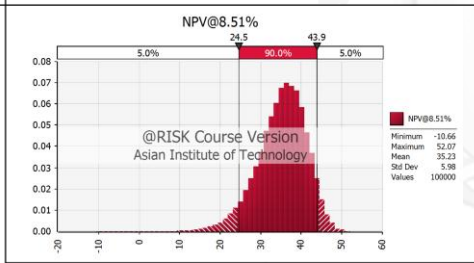
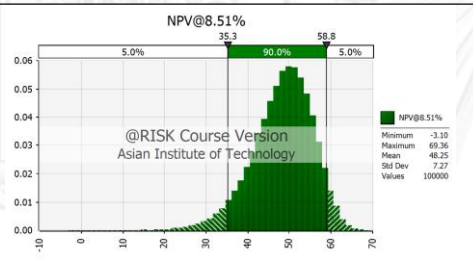
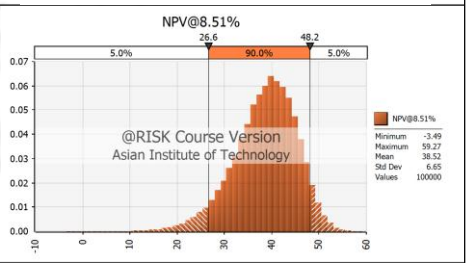
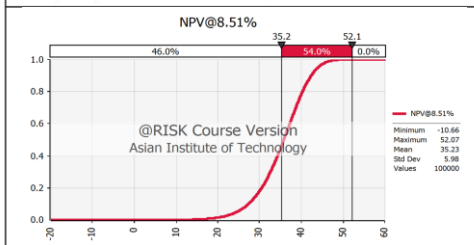
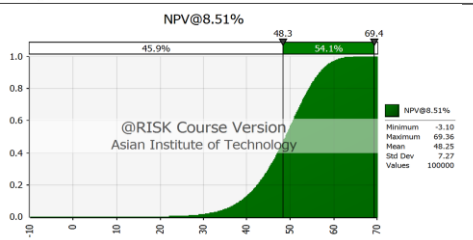
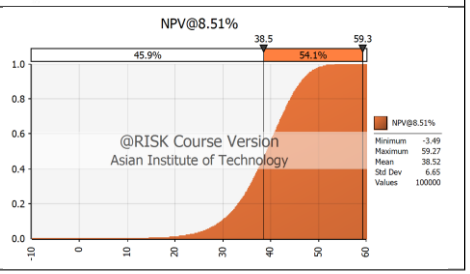
หญ้าเนเปียร์

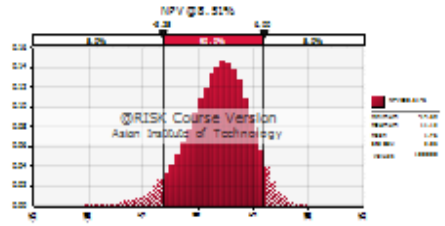
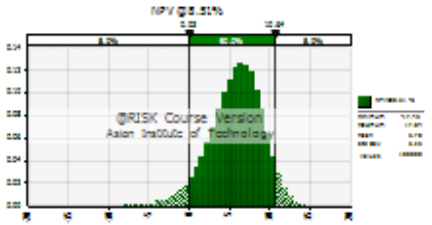
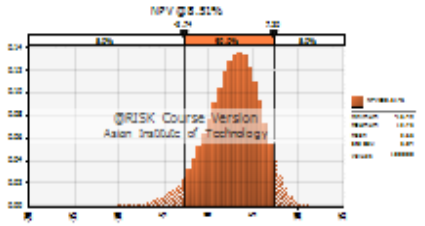
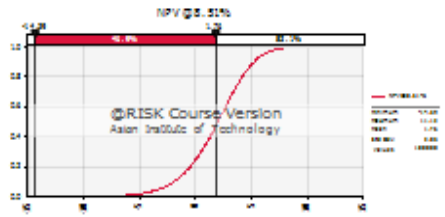
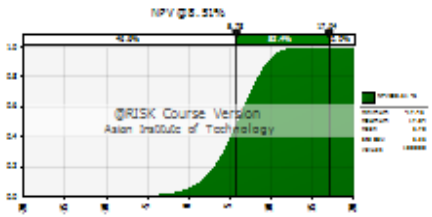
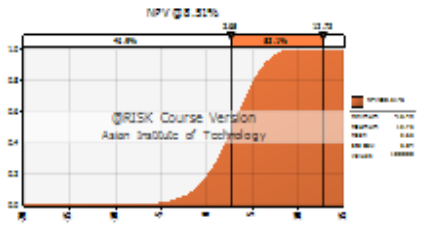
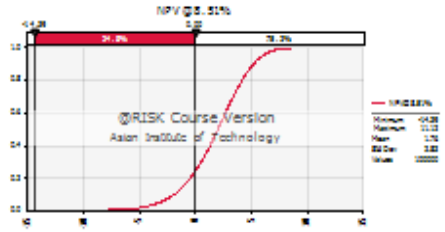
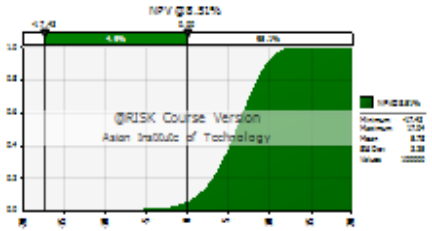
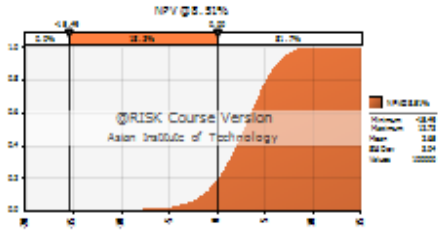
สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาลปลูก 1 ครั้ง สามารถเก็บเกี่ยว ได้ ตลอด 6-7 ปีใช้ระยะเวลาในการปลูก ถึงเก็บเกี่ยว เป็นเวลาประมาณ 4 เดือน แต่ไม่ต้องปลูกใหม่ ต้นหญ้าสามารถแตกกอขึ้นมาใหม่ได้เอง สามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 3-4 ครั้งต่อปี จากโครงการนี้ต้องลงทุนจ้างเกษตรกรเพิ่มเติม โดยให้ผลตอบแทนในการดูแลหญ้าเนเปียร์ในอัตรา 15,000 บาทต่อไร่เนื่องจาก ปัจจุบัน ยังไม่มีเกษตรกร ปลูกหญ้าเนเปียร์ ในเชิงพาณิชย์แต่ความเสี่ยงทางด้านการบริหารจัดการเชื้อเพลิงต่ำ เนื่องจากผู้ลงทุนสามารถบริหารจัดการปริมาณเชื้อเพลิงได้เอง ทำให้ง่ายต่อการบริหารจัดการเชื้อเพลิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลจากการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล

กำลังการผลิต	ผลการ จำลองสถานการณ์		
	ซังข้าวโพด	หญ้าเนเปียร์	ซังข้าวโพด และ ใช้ หญ้าเนเปียร์
1000กิโลวัตต์			
			
500 กิโลวัตต์ 2 โรง			
			

กำลังการผลิต	ผลการ จำลองสถานการณ์		
	ซังข้าวโพด	หญ้าเนเปียร์	ซังข้าวโพด และ ใช้ หญ้าเนเปียร์
500กิโลวัตต์			
			
350 กิโลวัตต์ 2 โรง และ 300 กิโลวัตต์ 1โรง			
			

กำลังการผลิต	ผลการ จำลองสถานการณ์		
	ซังข้าวโพด	หญ้าเนเปียร์	ซังข้าวโพด และ ใช้ หญ้าเนเปียร์
350 กิโลวัตต์			
			
			

ตารางที่ 5.14 กราฟผลการจำลองสถานการณ์ มอนติ คาร์โล

การประเมินระดับความเสี่ยง

จากผลการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล สามารถประเมินระดับความเสี่ยงในสถานการณ์ต่าง ๆ ผลการประเมินระดับความเสี่ยง

ขนาดการลงทุน	เงินลงทุน (CAPEX) ล้านบาท	ชนิดเชื้อเพลิง	ผลตอบแทน (NPV) ล้านบาท	อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) %	ค่าการกระจายตัว (S.D)	โอกาสค่า (NPV ≤ 0) %	ลำดับความเสี่ยงด้านการลงทุน
1000 กิโลวัตต์	64.70	ซังข้าวโพด	49.82	20.24	4.97	ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	2
		หญ้าเนเปียร์	62.99	22.52	6.23	ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	6
		ซังข้าวโพดและ หญ้าเนเปียร์	53.19	20.81	5.61	ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	4
500 กิโลวัตต์ 2 โรง	67.20	ซังข้าวโพด	47.27	19.26	4.84	ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	1
		หญ้าเนเปียร์	60.44	21.49	6.14	ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	5
		ซังข้าวโพดและ หญ้าเนเปียร์	54.03	21.46	5.50	ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	3
500 กิโลวัตต์	39.20	ซังข้าวโพด	14.21	14.20	3.09	มีโอกาสเกิด น้อยมาก	10
		หญ้าเนเปียร์	20.81	16.35	3.69	มีโอกาสเกิด น้อยมาก	7
		ซังข้าวโพดและ หญ้าเนเปียร์	15.85	14.74	3.40	มีโอกาสเกิด น้อยมาก	12
350 กิโลวัตต์ 2 โรงและ 300 กิโลวัตต์ 1 โรง	72.00	ซังข้าวโพด	35.47	16.26	5.98	มีโอกาสเกิด น้อยมาก	11
		หญ้าเนเปียร์	48.64	18.50	7.27	มีโอกาสเกิด น้อยมาก	9
		ซังข้าวโพดและ หญ้าเนเปียร์	38.84	16.84	6.65	มีโอกาสเกิด น้อยมาก	8
350 กิโลวัตต์	30.95	ซังข้าวโพด	2.01	9.57	2.83	-24.80	15
		หญ้าเนเปียร์	6.10	11.55	3.25	-4.90	13
		ซังข้าวโพดและ หญ้าเนเปียร์	2.94	10.04	3.04	-18.30	14

ตารางที่ 5.15 ประเมินระดับความเสี่ยง

จากตาราง การประเมินระดับความเสี่ยงเรียงลำดับจากน้อยไปมาก (1-15)มาจากการวิเคราะห์ผลการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล ซึ่งค่าที่แสดงเป็นค่าการกระจายตัวของ NPV ที่มีโอกาสเกิดขึ้น ซึ่งบอกถึงระดับความเสี่ยง ทางเลือกใดที่มีการกระจายตัวของ NPV น้อย จะมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อย ซึ่งจากผลการจำลองสถานการณ์จะแบ่งการประเมินเป็น 2 ส่วน คือ

ทางเลือกที่ค่า NPV น้อยกว่า ศูนย์ จะใช้การประเมินจากโอกาสความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลตอบแทนในส่วนพื้นที่ที่น้อยกว่าศูนย์

และทางเลือกที่ค่า NPV มากกว่าศูนย์จะดูจากการกระจายตัวของค่า NPV

จากผลการจำลองสถานการณ์แบบมอนติ คาร์โล พบว่าการลงทุนในขนาดกำลังการผลิต 350 กิโลวัตต์โดยใช้เชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดมีการกระจายตัวน้อย แต่เมื่อดูจากกราฟจะเห็นว่ามีโอกาสที่ค่า NPV น้อยกว่าศูนย์ถึง 24.80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นความเสี่ยงจากการลงทุนในทางเลือกนี้มากกว่าการลงทุนในขนาดอื่น เนื่องจาก ผลตอบแทนที่แสดงจากการจำลองสถานการณ์ ในการลงทุนขนาดนี้มีโอกาสที่ผลตอบแทนมีค่าน้อยกว่าศูนย์ซึ่งค่าผลตอบแทนควรมากกว่าศูนย์จึงจะน่าลงทุน แต่เนื่องจากกราฟที่ได้ค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะให้ผลตอบแทนมากกว่าค่าเฉลี่ยมีโอกาสเกิดมากกว่าผลตอบแทนที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ย โครงการนี้ก็ยังสามารถลงทุนได้ แต่เมื่อมองทางด้านการบริหารจัดการเชื้อเพลิงการลงทุนในกำลังการผลิตนี้จะง่ายต่อการจัดหาเชื้อเพลิงเพราะใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่าขนาดกำลังการผลิตอื่น กรณีที่มีการบริหารเชื้อเพลิงได้เองซึ่งในที่นี้สามารถทำโดยใช้หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว ก็จะทำให้ผลตอบแทนทางการเงินเพิ่มขึ้นการลงทุนกำลังการผลิตขนาด 500กิโลวัตต์ 2 โรงโดยใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงมีความเสี่ยงทางด้านผลตอบแทนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1000 กิโลวัตต์ จากซังข้าวโพดเนื่องจากการลงทุนทั้ง 2 ทางเลือกนี้ มีกำลังการผลิตเท่ากันแต่การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1000 กิโลวัตต์มีการกระจายตัวของโอกาสการเกิดค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่า จึงมีความเสี่ยงมากกว่าเพราะฉะนั้นในการจัดการความเสี่ยงทางด้านโรงไฟฟ้าควรคำนึงถึงปัจจัย ทั้งทางด้านการบริหารผลตอบแทนทางการเงินและการบริหารจัดการเชื้อเพลิงไปด้วยกัน

หลังจากการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล นอกจากจะได้ค่าการกระจายตัวของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) การจำลองสถานการณ์ สามารถบอกถึงความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ ที่ NPV มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า ค่ากลาง จึงสามารถนำมาดำเนินการหาความยืดหยุ่นของการลงทุน

การประเมินมูลค่าความยืดหยุ่น

นำค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นมาเขียน เป็นแผนภูมิ ต้นไม้ โดยใช้ โปรแกรม คอมพิวเตอร์ พรีซิชั่น ทรี (Precision Tree) แสดงผลดัง ภาคผนวก ข .การวิเคราะห์ในส่วนนี้ จะแบ่งการวิเคราะห์

ออกเป็น 9 ภาพฉาย (Scenario)จาก 2 กรณี คือ กรณีฐาน(Base Case) และกรณีที่ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ยปรับขึ้นในปริมาณต่าง ๆ เนื่องจาก เชื้อเพลิงหลักมีปริมาณไม่เพียงพอต้องหาเชื้อเพลิงอย่างอีกมาใช้ในการผลิตด้วย (Worst Case) โดยทั่วไปต้องประเมินในส่วนกรณีที่ดี (Best Case)ด้วย แต่เนื่องจากต้องการหาทางเลือกที่เหมาะสมในการลงทุน จากมูลค่าคาดหวังที่คุ้มค่าที่สุดและมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุดจึงใช้แค่ภาพฉายในกรณีฐาน และกรณีที่เลวร้าย เพื่อลดความเสี่ยงจากปัจจัยราคาเชื้อเพลิงที่มีผลต่อค่า NPVโดยมีการกำหนด ภาพฉายต่าง ๆตามการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ จากกรณีศึกษาเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่น เช่น แกลบ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของราคาจาก วัตถุดิบที่มีมูลค่าน้อย จนปัจจุบันนี้ ราคาสูงจนถึงระดับ 1,000 บาทจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจึงนำมากำหนดเป็นภาพฉายในอนาคตของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด และหญ้าเนเปียร์ดังนี้

กรณีฐาน (Base Case)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 1 ราคาเชื้อเพลิงซังข้าวโพด 500 บาทต่อตัน (ซังข้าวโพดมีปริมาณเพียงพอต่อการผลิต)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 4 ราคาเชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ 300 บาทต่อตัน (ซังข้าวโพดมีปริมาณเพียงพอต่อการผลิต)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 7 ราคาเชื้อเพลิงซังข้าวโพด และหญ้าเนเปียร์ 500 และ 300 บาทต่อตัน ตามลำดับ(ซังข้าวโพดมีปริมาณเพียงพอต่อการผลิต)

กรณีเลวร้าย (Worst Case)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 2 ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 600 บาทต่อตัน (ซังข้าวโพดมีปริมาณไม่เพียงพอต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเสริมในการผลิต)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 3 ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 700 บาทต่อตัน (ซังข้าวโพดมีปริมาณไม่เพียงพอต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นจำนวนมากเสริมในการผลิต)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 5 ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 400 บาทต่อตัน (หญ้าเนเปียร์มีปริมาณไม่เพียงพอ อาจจะมีมาจากสภาพภูมิอากาศที่ไม่เอื้อต่อคุณภาพของเชื้อเพลิงต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเสริมในการผลิต)

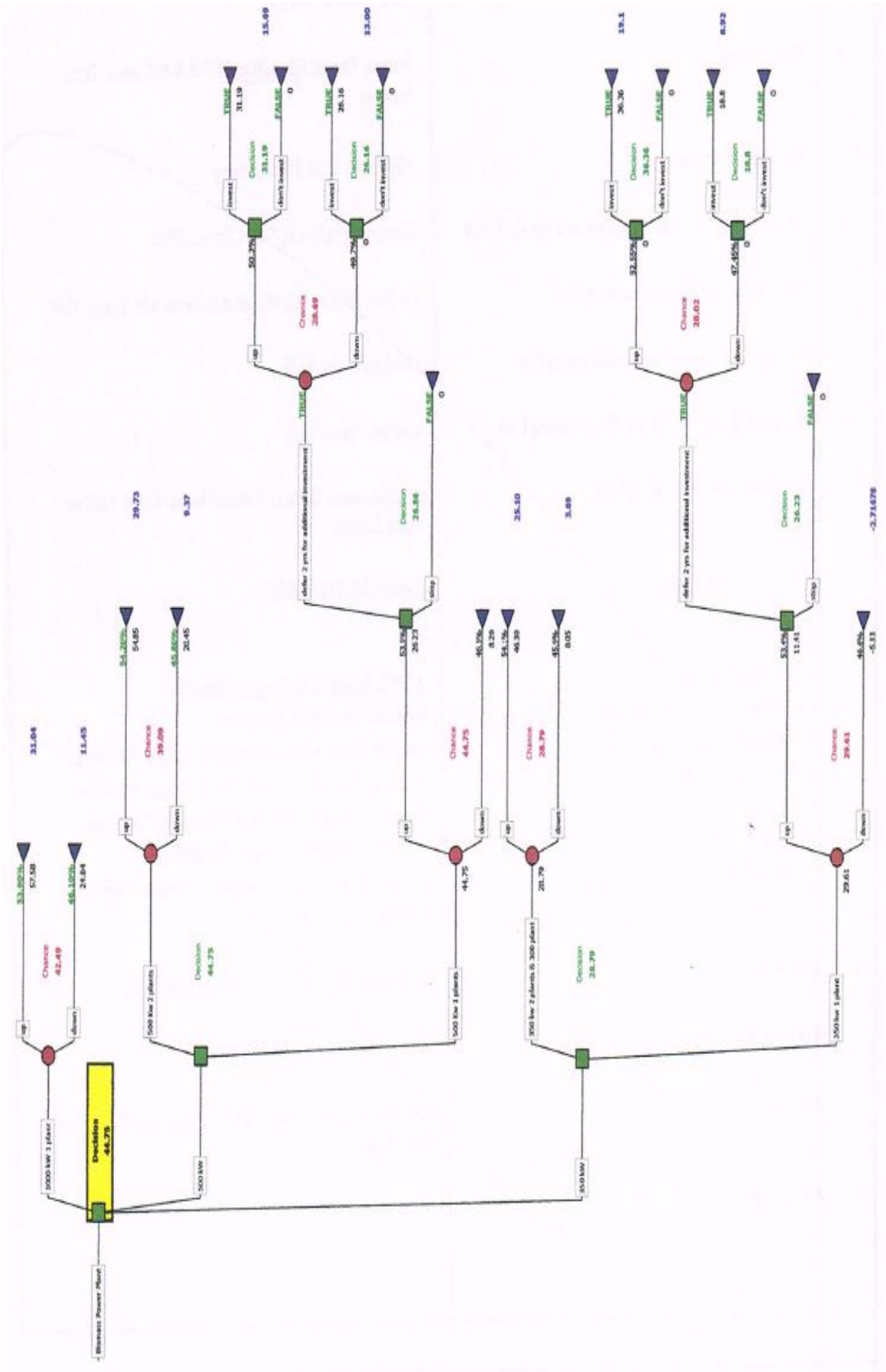
ภาพฉาย (Scenario) ที่ 6 ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 500 บาทต่อตัน (หญ้าเนเปียร์มีปริมาณไม่เพียงพอ อาจจะมีสาเหตุ มาจากสภาพภูมิอากาศที่ไม่เอื้อต่อคุณภาพของเชื้อเพลิงอย่างมากต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเสริมในการผลิต)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 8 ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 600 บาทต่อตัน (ซังข้าวโพดมีปริมาณไม่เพียงพอต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นร่วมกับหญ้าเนเปียร์เสริมในการผลิต)

ภาพฉาย (Scenario) ที่ 9 ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 700 บาทต่อตัน (ซังข้าวโพดมีปริมาณไม่เพียงพอต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นจำนวนมากร่วมกับหญ้าเนเปียร์ เสริมในการผลิต)

จากภาพฉายทั้ง 9 ราคาเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนในกรณีที่ก่อสร้างไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตรวม 1000 กิโลวัตต์ พร้อมกัน ซึ่งมี 3 ทางเลือก ดังนี้ การก่อสร้างโรงไฟฟ้ากำลังการผลิตขนาด 1000 กิโลวัตต์ 1 โรง การก่อสร้างโรงไฟฟ้ากำลังการผลิตขนาด 500 กิโลวัตต์ 2 โรง และทางเลือกสุดท้าย คือ การก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 กิโลวัตต์ 2 โรงและ 300 กิโลวัตต์ 1โรง พร้อมกัน เพราะทั้ง 3 ทางเลือกนี้ ต้องใช้เชื้อเพลิงในปริมาณมากในการผลิต แต่เนื่องจากระบบที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเป็นระบบที่สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายชนิด จึงสามารถใช้เชื้อเพลิงอื่น มาเสริมในการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกทางเลือกใดนั้นสามารถคำนวณจากมูลค่าคาดหวังของแต่ละทางเลือกโดยเลือกทางเลือกที่มีค่ามากที่สุด และหาค่าความยืดหยุ่นที่เกิดขึ้น เมื่อเลือกทางเลือกนั้น ๆโดยเทียบกับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าอ้างอิงในแต่ละภาพฉาย โดยใช้เครื่องมือในการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล ในการหาค่าความน่าจะเป็นของค่า NPV ในแต่ละทางเลือก เพื่อนำค่าความน่าจะเป็นมาเขียนในแผนภูมิต้นไม้ หาค่า มูลค่าคาดหวัง(EMV)ดังตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.3 ตัวอย่าง แผนภูมิต้นไม้ จากภาพหลายที่ 6 การก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาดน้อยกว่า 1MW
โดยใช้ซื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ที่ราคา 500 บาทต่อตัน

จากแผนภูมิต้นไม้ สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ตารางดังนี้

1.วิเคราะห์ผลจากการจำลองสถานการณ์ จากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 1,000 kW เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ ที่ราคา 500 บาทภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆตามปกติ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5.16

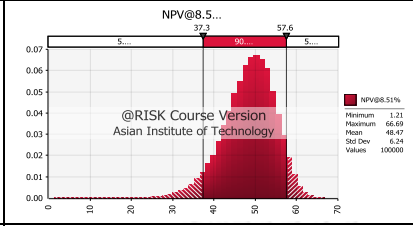
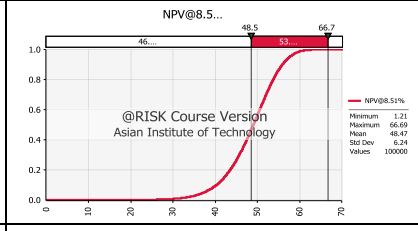
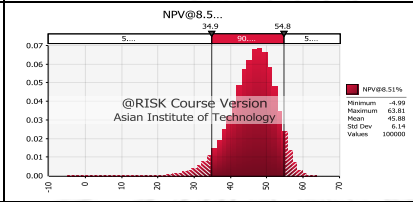
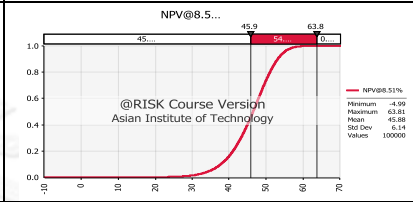
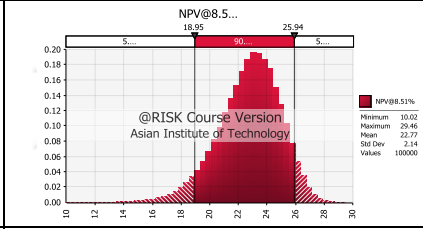
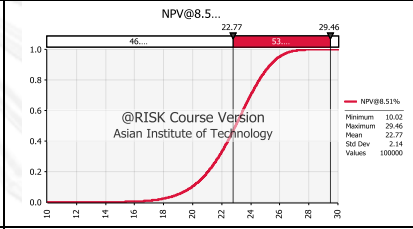
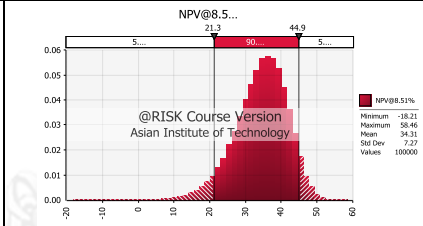
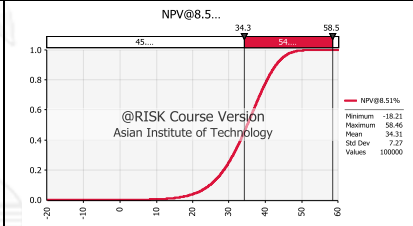
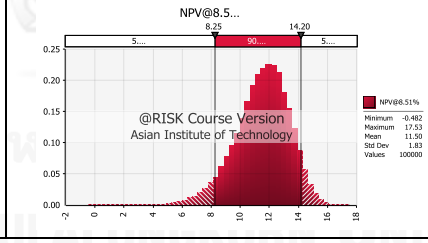
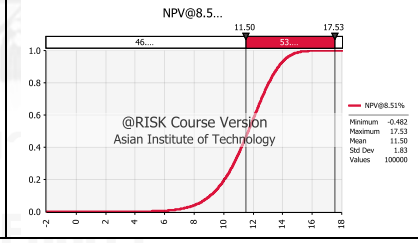
2..วิเคราะห์ผลจากการจำลองสถานการณ์ จากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 500 kW จำนวน 2 โรงเชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ ที่ราคา 500 บาทภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ตามปกติ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5.16

3. วิเคราะห์ผลจากการจำลองสถานการณ์ จากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 350 kW จำนวน 2 โรง และก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 300 kW จำนวน 1 โรง เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ ที่ราคา 500 บาทภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆตามปกติ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5.16

4.วิเคราะห์ผลจากการจำลองสถานการณ์ จากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 500 kW จำนวน 1 โรง และพิจารณาตัดสินใจก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 kW อีก 1 โรงเพิ่มเติมในอีก 2 ปีข้างหน้าโดยใช้เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ ที่ราคา 300 บาทภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ตามปกติ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5.16

5. วิเคราะห์ผลจากการจำลองสถานการณ์ จากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 350 kW จำนวน 1 โรง และพิจารณาตัดสินใจก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 kW และ ขนาด 300 kW อย่างละ 1 โรงเพิ่มเติมในอีก 2 ปีก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 300 kW จำนวน 1 โรง เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ ที่ราคา 300 บาทภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆตามปกติ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5.16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขนาดกำลังการผลิต	กราฟ ปกติ	กราฟ NPV สะสม
1000 kW		
500 kW 2 โรง		
500 kW 1 โรง รอลงทุนเพิ่ม		
350 kW 2 โรง และ 300 kW 1 โรง		
350 kW 1 โรง รอลงทุนเพิ่ม		

ตารางที่ 5.16 ตัวอย่างผลการจำลองสถานการณ์เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของ NPV

จากผลดังตารางที่ 5.16 ค่าความน่าจะเป็นในแต่ละกรณีมาแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ค่า NPV มากกว่าและน้อยกว่า ค่า NPV เฉลี่ย โดยค่า NPV ที่มากกว่า ค่า NPV เฉลี่ย จะนำมาพิจารณาในแง่ดี (up) และค่า NPV ที่น้อยกว่า ค่า NPV เฉลี่ย จะนำมาพิจารณาในแง่ร้าย (down) และนำค่า NPV เฉลี่ยจากทั้ง 2 ทางมาพิจารณา โดยนำมา คูณกับค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า NPV ที่มากกว่า หรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ย เช่น ในการพิจารณาก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 1,000 kW จากกราฟ NPV สะสม

ค่าความน่าจะเป็นที่มากกว่า ค่า NPV เฉลี่ย มีค่า 53.90 % และค่ากลางของ NPV ที่

มากกว่าค่า NPV เฉลี่ย = 57.58 ล้านบาท

ค่าความน่าจะเป็นที่น้อยกว่า ค่า NPV เฉลี่ย มีค่า 46.10 % และค่ากลางของ NPV ที่น้อยกว่าค่า NPV เฉลี่ย = 24.84 ล้านบาท

เพราะฉะนั้น ค่า EMV = $(\text{Probability} \times \text{NPV})_{up} + (\text{Probability} \times \text{NPV})_{dow}$

= $(0.539 \times 57.58) + (0.461 \times 24.84)$

= 42.49 ล้านบาท

ในการพิจารณาการก่อสร้าง โรงไฟฟ้าชีวมวล ที่ต้องมีการรอลงทุน จะมีการวิเคราะห์ดังนี้ การก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 500 kW 1 โรง รอการตัดสินใจลงทุนเพิ่มเติมอีก 500 kW อีก 1 โรงในอีก 2 ปี เริ่มพิจารณาจาก โรงไฟฟ้าที่ชะลอลงทุนในอีก 2 ปี โดย พิจารณาจากกระแสเงินสดคิดลด โดยเริ่มลงทุนในปีที่ 3 และมีการเปลี่ยนแปลงของ ค่าใช้จ่าย รายรับและรายจ่าย มีการเปลี่ยนแปลง ตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภค ตามตาราง 5.17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปีที่	CAPEX	REVENUE	OPEX	-DEPRECIATION	TAXABLE INCOME	TAX		+DEPRECIATION	NET CASHFLOW	NET PRESENT VALUE @ 8.51%	COMMULATIVE
0						0%	20%				
1											
2											
3	35.89								-35.89	-35.89	-35.89
4		11.07	-2.83	-3.48	4.76			3.48	8.24	7.60	-28.30
5		11.65	-2.96	-3.48	5.21			3.48	8.69	7.38	-20.92
6		11.22	-3.01	-3.48	4.73			3.48	8.21	6.43	-14.49
7		11.81	-3.15	-3.48	5.18			3.48	8.66	6.25	-8.24
8		9.92	-3.20	-3.48	3.23			3.48	6.72	4.46	-3.78
9		10.45	-3.36	-3.48	3.62			3.48	7.10	4.35	0.57
10		9.76	-3.37	-3.48	2.91			3.48	6.39	3.61	4.18
11		10.63	-3.57	-3.48	3.58			3.48	7.06	3.67	7.85
12		10.26	-3.63	-3.48	3.15		-0.63	3.48	6.00	2.88	10.73
13		10.82	-5.11	-3.48	2.23		-0.45	3.48	5.26	2.33	13.06
14		10.44	-4.01	-0.22	6.21		-1.24	0.22	5.19	2.11	15.17
15		11.02	-4.21	-0.22	6.59		-1.32	0.22	5.49	2.06	17.23
16		10.64	-4.27	-0.22	6.15		-1.23	0.22	5.14	1.78	19.01
17		11.23	-4.48	-0.22	6.53		-1.31	0.22	5.44	1.73	20.74
18		10.84	-4.55	-0.22	6.07		-1.21	0.22	5.08	1.49	22.23
19		11.44	-4.77		6.67		-1.33		5.34	1.44	23.68
20		11.05	-4.84		6.21		-1.24		4.97	1.24	24.92
										NPV@8.51% =	**24.92**
:หน่วยล้านบาท										**IRR=**	**19.65%**

ตารางที่ 5.17 ตัวอย่างตารางคำนวณกระแสเงินสด กรณีชะลอการลงทุน

จากตารางกระแสเงินสดคิดลด ในภาวะ ชะลอการลงทุน

ความน่าจะเป็นที่มากกว่า ค่า NPV เฉลี่ย มีค่า 50.30 % และค่ากลางของ NPV ที่มากกว่าค่า NPV เฉลี่ย = 31.19 ล้านบาท

ค่าความน่าจะเป็นที่น้อยกว่า ค่า NPV เฉลี่ย มีค่า 49.70 % และค่ากลางของ NPV ที่น้อยกว่าค่า NPV เฉลี่ย = 26.16 ล้านบาท

ค่า EMV จากการชะลอ การลงทุนในปีที่ 3 = 28.69 ล้านบาท และแปลงค่า EMV เทียบเท่าปีที่ 0 โดยแทนค่าในสมการ

$$\frac{EMV_t}{(1+r_f)^t} = 0 \qquad (23)$$

เมื่อ EMV_t คือ มูลค่าคาดหวัง ณ .เวลาใด ๆ

r_f คือ อัตราผลตอบแทนของการลงทุนที่ไม่เสี่ยง (Risk Free) การวิจัยนี้ใช้ ตราผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาล อายุ 1 เดือนตามประกาศธนาคารแห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 28 มกราคม พศ. 2557 มีค่าเท่ากับ 2.22%

ในการเลือกใช้ค่า r_f ควรเลือก พันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุน้อยที่สุดเพราะมีความเสี่ยงต่ำที่สุด

t คือ เวลาใด ๆ

เพราะฉะนั้น ค่า EMV ที่ชะลอการลงทุน มีค่าเท่ากับ 26.86 ล้านบาท หลังจากนั้น นำผลจากการวิเคราะห์ การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 500 kW 1 โรง

ค่าความน่าจะเป็นที่มากกว่า ค่า NPV เฉลี่ย มีค่า 53.50 % และค่ากลางของ NPV ที่มากกว่าค่า NPV เฉลี่ย = 26.23 ล้านบาท

ค่าความน่าจะเป็นที่น้อยกว่า ค่า NPV เฉลี่ย มีค่า 46.50 % และค่ากลางของ NPV ที่น้อยกว่าค่า NPV เฉลี่ย = 8.29 ล้านบาท

ค่า EMV = 17.88 ล้านบาท ดังนั้น ค่า EMV จากการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 500 KW 1 โรงและพิจารณาตัดสินใจลงทุนเพิ่มอีก 500 KW 1 โรง มีค่า = 44.75 ล้านบาท

ในการวิเคราะห์ การลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 350 kW ใช้วิธีการนี้ในการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินเลือกทางเลือกที่ให้ค่า EMV มากที่สุด สามารถสรุปค่า EMV ดังตาราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการประเมินความยืดหยุ่น

ภาพฉาย	ประเภทเชื้อเพลิง	ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย (บาทต่อตัน)	EMV (ล้านบาท)							ค่าความยืดหยุ่น (ล้านบาท)
			1,000 kW	500 kW จำนวน 2 โรง	500 kW โรงเดียว ตัดสินใจลงทุนเพิ่มในอีก 2 ปีข้างหน้า	350 kW จำนวน 2 โรง และ 300 KW 1 โรง	350 kW โรงเดียว ตัดสินใจลงทุนเพิ่มในอีก 2 ปีข้างหน้า	ค่า EMV สูงสุด	ค่า EMV อ้างอิง	
1*	ซังข้าวโพด	500	45.90	41.48	30.09	29.22	18.08	45.90	45.90	-
2		600	36.13	32.94	30.09	19.85	18.08	36.13	36.13	-
3		700	25.92	25.33	30.09	10.46	18.08	30.09	22.80	4.76
4*	หญ้าเนเปียร์	300	57.43	52.99	44.75	42.18	29.61	57.43	57.43	-
5		400	48.91	48.02	44.75	35.94	29.61	48.91	48.91	-
6		500	42.49	39.09	44.75	28.79	29.61	44.75	39.09	5.66
7*	ซังข้าวโพดและหญ้าเนเปียร์	500 (ซังข้าวโพด)	46.55	42.76	32.08	34.50	21.24	46.55	46.55	-
8		600(ซังข้าวโพด)	35.51	31.96	32.08	21.06	21.24	35.51	35.51	-
9		700(ซังข้าวโพด)	29.13	27.87	32.08	12.52	21.24	32.08	27.87	4.21

1* 4* และ 7* เป็นค่า EMV ที่เกิดในกรณีฐาน (Base Case)

ตารางที่ 5.18 สรุปค่า EMV ที่เกิดในสถานการณ์ภาพฉาย ต่าง ๆ

จากตารางที่ 5.18 สรุปค่า EMV ที่เกิดในสถานการณ์ภาพฉาย ต่าง ๆ ภาพฉายที่มีค่าความยืดหยุ่นมากที่สุด คือ การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 500 kW จำนวน 1 โรง และชะลอการลงทุน เพื่อพิจารณาตัดสินใจลงทุนเพิ่ม 500 kWในอีก 2 ปีข้างหน้าโดยใช้เชื้อเพลิงจากหญ้าเนเปียร์ โดยมีค่าความยืดหยุ่นอยู่ที่ 5.66 ล้านบาท ประกอบกับพิจารณาระดับความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการลงทุนในโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 500 kW จำนวน 1 โรง ซึ่งมีระดับความเสี่ยงระดับกลาง เพราะฉะนั้น การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 500 kW จำนวน 1 โรงและชะลอการลงทุน เพื่อพิจารณาตัดสินใจลงทุนเพิ่ม 500 kW ในอีก 2 ปีข้างหน้าโดยใช้เชื้อเพลิงจากหญ้าเนเปียร์ เป็นทางเลือกที่น่าลงทุน เพราะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุด

และมีระดับความเสี่ยงระดับกลาง ๆ ส่วนการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 350 kW เพียง 1 โรง แล้วพิจารณาลงทุนเพิ่มเติมหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับต้นทุนเริ่มแรกในการลงทุน ถ้าผู้ลงทุน สามารถลงทุนในงบประมาณที่ต่ำกว่าในงานวิจัยนี้ การลงทุนในทางเลือกนี้ อาจให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าและโอกาสเสี่ยงของค่า NPV ที่จะน้อยกว่า 0 อาจจะมีค่าลดลง ข้อดีของทางเลือกนี้ คือ ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงน้อย จึงทำให้ง่ายในการบริหารจัดหาเชื้อเพลิง แต่จากงานวิจัยนี้ การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 kW จำนวน 1 โรงนั้น ให้ผลตอบแทนที่ต่ำและมีโอกาสที่ค่า NPV น้อยกว่า 0 สูงกว่าทางเลือกอื่นภายใต้เงินลงทุนเริ่มแรกที่ระบุดังข้างต้น ดังนั้น ทางเลือกนี้ จึงไม่เหมาะสมลงทุนในเชิงพาณิชย์ แต่สามารถแก้ปัญหานี้ ได้โดย

1. ผู้ลงทุนใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำ หรือทำการประกอบเครื่องจักร อุปกรณ์ขึ้นใช้เอง
2. ศึกษาหาเทคโนโลยีที่มีราคาต่ำกว่า แต่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในปริมาณมาก
3. ผู้ลงทุนควรสามารถควบคุมปริมาณเชื้อเพลิงได้เอง เป็นเจ้าของเชื้อเพลิง หรือจัดหาแหล่งเชื้อเพลิงราคาถูกแต่มีคุณภาพดีกว่า

ดังนั้นในการบริหารจัดการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดน้อยกว่า 1 MW ต้องคำนึงถึงการบริหารทางการเงินและการจัดการเชื้อเพลิง เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่ดีที่สุด ในการจัดการเชื้อเพลิง ผู้ลงทุนควรสามารถควบคุมปริมาณเชื้อเพลิงได้เอง การเลือกใช้หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ผู้ลงทุนควรมีการวางแผนการเก็บเกี่ยวเชื้อเพลิงให้สามารถเก็บเกี่ยวเชื้อเพลิงให้ได้คุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการในการผลิตกระแสไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่ศึกษาคุณสมบัติของพืชเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า รวมถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆทั้ง รายรับและรายจ่ายจากการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลจากการใช้ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น แบบเชื้อเพลิงหลายชนิด ขนาด น้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์ โดยมีทางเลือกจากขนาดกำลังการผลิต 5 ทางเลือก ได้แก่

ทางเลือกที่ 1 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 kW จำนวน 2 โรงและ ขนาด 300 kW 1 โรง

ทางเลือกที่ 2 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 350 kW เพียงโรงเดียว แล้วพิจารณาลงทุนในโรงไฟฟ้าที่ขนาด 350 kW และ ขนาด 300 kW

ทางเลือกที่ 3 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 kW พร้อมกันทีเดียว 2โรง

ทางเลือกที่ 4 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 kW เพียงโรงเดียว แล้วพิจารณาตัดสินใจลงทุนโรงไฟฟ้าขนาด 500 kW แห่งต่อไป

ทางเลือกที่ 5 การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 kW

การศึกษาทางด้านเกณฑ์ทางการเงินเพื่อตัดสินใจในการลงทุน ในงานวิจัยฉบับนี้เน้นการใช้เครื่องมือทางการเงินเป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยทำในรูปของการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) อัตราผลอบแทนภายใน(IRR) สร้างตารางความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนโรงไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นเงินลงทุนขั้นต้น ซึ่งได้แก่ ค่าเครื่องจักร อุปกรณ์ และค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้า อัตราการเปลียนแปลงของค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ อัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิง รวมถึงดัชนีราคาผู้บริโภค ดังรูปตารางในภาคผนวก ก เพื่อหาการกระจายตัวของค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สามารถเกิดขึ้นในทางเลือกต่าง ๆ ที่สามารถบอกถึงความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นเมื่อลงทุนในแต่ละทางเลือก จากการจำลองสถานการณ์แบบมอนติ คาร์โล โดยทางเลือกใดที่มีค่าการกระจายตัวของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมาก ทางเลือกนั้นมีความเสี่ยงมาก ผลจากการจำลองสถานการณ์จะได้ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สามารถเกิดในแต่ละทางเลือก รวมถึงค่าการะจายตัวของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และค่าความน่าจะเป็น ที่ค่า NPV ต่าง ๆ โดยนำค่าความน่าจะเป็นในแต่ละทางเลือก มาพิจารณาหาค่าความยืดหยุ่นของการตัดสินใจเลือกลงทุน จากภาพฉายต่าง ๆ

สรุปผลการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเลือกลงทุนในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลจากการใช้ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น แบบเชื้อเพลิงหลายชนิด ขนาด น้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์ โดยใช้วิธีเรียล ออปชั่น จากซังข้าวโพดซึ่งใช้เป็นเนเชื้อเพลิงหลัก และนำมาเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าเนเปียร์ รวมถึงมีการใช้เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์ในช่วงฤดูกาลที่ซังข้าวโพดมีปริมาณน้อย ความแตกต่างทางด้านการลงทุนจากเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด คือ ซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงที่รับซื้อจากเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งมีความเสี่ยงในการด้านปริมาณเชื้อเพลิง เพราะยากต่อการบริหารจัดการ ส่วนเชื้อเพลิงจากหญ้าเนเปียร์ ทางโครงการ จะให้ค่าตอบแทนในการดูแลและเก็บเกี่ยวเชื้อเพลิงโดยให้ผลตอบแทนในการดูแล หญ้าเนเปียร์ในอัตรา 15,000 บาทต่อไร่ ต่อปี โดยเกษตรกรต้องนำผลผลิตที่ได้ มาจำหน่ายให้แก่โครงการเท่านั้น ซึ่งทางโครงการกำหนดการรับซื้อ ขั้นต้นที่ 300 บาทต่อตัน จากการวิจัยของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน นครพิงค์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่พบว่าหญ้าเนเปียร์มีผลผลิตต่อไร่มากที่สุดและมีการดูแลง่าย ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้ 7 ปีซึ่งถือได้ว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะหญ้าเนเปียร์นอกจากนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้วยังสามารถนำมาใช้เป็นอาหารให้สัตว์ได้อีกด้วย เพราะอุดมไปด้วยแร่ธาตุและสารอาหารที่สัตว์ต้องการ

การดำเนินการวิจัยเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมในการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด น้อยกว่า 1 MW นี้ ศึกษาและวิเคราะห์จากตัวชี้วัดทางการเงิน ทั้งในภาวะที่ไม่มีความเสี่ยง และในสถานการณ์ที่มีความเสี่ยง ซึ่งจากการวิเคราะห์จากวิธีกระแสเงินสดคิดลด ที่ค่า WACC 8.51% พบว่า การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล ขนาด 1,000 kW โดยใช้เชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์มีค่า NPV มากที่สุด เท่ากับ 62.99 ล้านบาท และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 22.52%

เนื่องจากการลงทุนนี้ เป็นโครงการก่อสร้างที่อยู่ระหว่างการพิจารณาตัดสินใจในขนาดการลงทุน ดังนั้นมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆที่มีผลต่อค่าผลตอบแทน ตลอดเวลา จึงมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว แบบปัจจัยเดี่ยวเป็นการวิเคราะห์โดยเปลี่ยนค่าปัจจัยเฉพาะตัวที่สนใจ ในส่วนปัจจัยอื่นกำหนดให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้วปัจจัยต่างๆเป็นอิสระต่อกันหรือสอดคล้องกันเปลี่ยนแปลงไปพร้อมๆกันได้ ทำให้ทราบว่าปัจจัยที่มีความไวต่อผลตอบแทนการลงทุนมากที่สุด คือ เงินลงทุน (CAPEX)เนื่องจากมีมูลค่าการลงทุนสูงรองลงมา คือ ราคาเชื้อเพลิง ซึ่งราคาเชื้อเพลิงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเชื้อเพลิงรวมถึงปริมาณเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในท้องตลาดในขณะนั้น

ในความเป็นจริงปัจจัยต่าง ๆ อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางต่าง ๆโดยที่ยากแก่การคาดเดาจึงใช้เครื่องมือในการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล มาช่วยในการวิเคราะห์ แต่การใช้เครื่องมือชนิดนี้ ต้องใช้ค่าเฉลี่ย และค่าการกระจายตัวของปัจจัยหลักต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง จากการวิเคราะห์ผลการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล ซึ่งค่าที่แสดงเป็นค่าการกระจายตัวของ NPVที่มีโอกาสเกิดขึ้น สามารถบอกถึงระดับความเสี่ยงทางเลือกใดที่มีการกระจายตัวของ NPV น้อย จะมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อย ซึ่งจากผลการจำลอง

สถานการณ์จะแบ่งการประเมินเป็น 2 ส่วน คือ ทางเลือกที่ค่า NPV มีโอกาสน้อยกว่า ศูนย์ จะใช้การประเมินจากโอกาสความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลตอบแทนในส่วนพื้นที่ที่น้อยกว่าศูนย์ และทางเลือกที่มีค่าNPV มากกว่าศูนย์จะดูจากการกระจายตัวของ NPV จากผลการจำลองสถานการณ์แบบมอนติ คาร์โล พบว่าการลงทุนในขนาดกำลังการผลิต 350 kW โดยใช้เชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดมีการกระจายตัวน้อย แต่เมื่อดูจากกราฟจะเห็นว่ามีโอกาสที่ค่า NPV น้อยกว่าศูนย์ถึง 24.80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นความเสี่ยงจากการลงทุนในทางเลือกนี้มากกว่าการลงทุนในขนาดอื่น เนื่องจาก ผลตอบแทนที่แสดงจากการจำลองสถานการณ์ ในการลงทุนขนาดนี้ มีโอกาสที่ผลตอบแทนมีค่าน้อยกว่าศูนย์

หลังจากการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล นอกจากจะได้ค่าการกระจายตัวของ NPV การจำลองสถานการณ์ สามารถบ่งบอกถึงความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ ที่ NPV มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า ค่ากลาง จึงสามารถนำมาดำเนินการหาความยืดหยุ่นของการลงทุน โดยนำค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นมาเขียนเป็นแผนภูมิ ต้นไม้ โดยใช้ โปรแกรม คอมพิวเตอร์ พรีซิชั่น ทรี (Precision Tree) การวิเคราะห์ในส่วนนี้ จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 9 ภาพฉาย (Scenario) จาก 2 กรณี คือ กรณีฐาน(Base Case) และกรณีที่ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ยปรับขึ้นในปริมาณต่าง ๆ เนื่องจาก เชื้อเพลิงหลักมีปริมาณไม่เพียงพอต้องหาเชื้อเพลิงอย่างอื่นมาใช้ในการผลิตด้วย (Worst Case) เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมในการลงทุน จากมูลค่าคาดหวังที่คุ้มค่าที่สุดและมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุดโดยมีการกำหนด เป็นภาพฉายต่าง ๆ ซึ่งภาพฉายที่มีค่าความยืดหยุ่นมากที่สุด คือ การลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 500 kW จำนวน 1 โรง และชะลอการลงทุน เพื่อพิจารณาตัดสินใจลงทุนเพิ่ม 500 kWในอีก 2 ปีข้างหน้าโดยใช้เชื้อเพลิงจากหญ้าเนเปียร์ โดยมีค่าความยืดหยุ่นอยู่ที่ 5.66 ล้านบาท ประกอบกับพิจารณาระดับความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการลงทุนในทางเลือกดังกล่าวมีระดับความเสี่ยงกลาง ๆ

ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูลราคาและปริมาณเชื้อเพลิง ซังข้าวโพด ซึ่งยังไม่มีการรวบรวมและกำหนดเป็นราคากลาง จึงทำให้ราคาและปริมาณที่ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัยนี้มีการคลาดเคลื่อนบ้าง ราคาเชื้อเพลิงจากแหล่งต่าง ๆ ในพื้นที่มีราคาต่างกัน หากมีการกำหนดราคากลางที่แน่นอนของเชื้อเพลิงที่มีปริมาณความชื้นต่าง ๆก็จะสามารถทำการวิเคราะห์ได้ถูกต้องมากขึ้น
2. ราคาต้นทุนเงินลงทุนเบื้องต้น ไม่ว่าจะเป็นค่าเครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงค่าก่อสร้าง เนื่องจากมีจำกัดในการหาข้อมูล หากมีข้อมูลมากขึ้น อาจจะได้ ค่าใช้จ่ายทางด้านเงินลงทุนที่มีราคาต่ำลง รวมถึงมีขอบเขตต้นทุนที่ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และการกระจายตัวของข้อมูลเพื่อนำมาจำลองสถานการณ์แบบมอนติ คาร์โล
3. ราคาเชื้อเพลิงที่นำมาวิเคราะห์ เป็นเพียงราคาเฉลี่ยที่อ้างอิงจากโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่ง

หนึ่งซึ่งอยู่ในจังหวัดใกล้เคียง แต่ในความเป็นจริง ราคาเชื้อเพลิงจะต้องประเมินจากปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงที่เกษตรกรนำมา ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้ประเมินราคาจากปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิง แต่สมมติฐานให้เชื้อเพลิงซังข้าวโพดที่รับซื้อนั้นมีปริมาณความชื้นที่ 25% .ส่วนเชื้อเพลิงหญ้าเนเปียร์นั้นมีความชื้นที่14%

4. เนื่องจากค่า Feed In Tarriff ของโรงไฟฟ้าชีวมวลฉบับใหม่ยังไม่มีการประกาศที่ชัดเจน งานวิจัยนี้จึงใช้ค่า Adder 0.5 บาทต่อหน่วย

การวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

1.บริษัทกรณีศึกษาได้กำหนดราคาเชื้อเพลิงซังข้าวโพดที่รับซื้อที่ความชื้น 25% ไว้ตันละ 500 บาท ทางผู้ศึกษาไม่ได้ทำการวิจัยค่าความชื้นที่มีต่อราคาเชื้อเพลิง จึงใช้ค่านี้เป็นค่าเชื้อเพลิงฐาน แต่จะทำการปรับค่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราราคาเชื้อเพลิงแทนซึ่งในการบริหารจัดการเชื้อเพลิงเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถึงแม้จะมีการทำสัญญาซื้อขายเชื้อเพลิงกับเกษตรกร แต่ก็ยังมีความเสี่ยงที่สูงอยู่มาก

2.ความแตกต่างราคาเชื้อเพลิงในแต่ละพื้นที่ ทำให้ผลการประเมินตามหลักเกณฑ์ทางการเงินจำเป็นต้องใช้การคำนวณที่มีความซับซ้อน มีผลต่อการหาค่าการกระจายตัวของราคาเชื้อเพลิงซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการวิเคราะห์แบบจำลอง อาจทำให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อน

3.ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะขึ้นกับค่าคุณสมบัติเฉพาะตัวของพืชชนิดนั้น ๆ ซึ่งแหล่งที่ปลูกพืชเชื้อเพลิง มีผลต่อปริมาณสารอาหารที่นำมาใช้ในการผลิต ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงนำค่าปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดต่าง ๆจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำโรงไฟฟ้าชีวมวลสำหรับผู้ที่ต้องการข้อมูลที่มีความแม่นยำมากขึ้น ทางผู้วิจัยแนะนำให้ศึกษาความสามารถในการให้พลังงานของพืชเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆร่วมด้วย

4.การวิจัยนี้ใช้ VAR (Value at Risk) มูลค่าความเสี่ยง เป็นการวัดความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการลงทุนในช่วงระยะเวลาหนึ่งข้างหน้า ในกรณีที่ผลการจำลองสถานการณ์มีค่า NPVน้อยกว่าศูนย์มาก ภายใต้ความเชื่อมั่นระดับหนึ่ง เพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงของการดำเนินการจากการทำแบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.สูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft)

นคร ทิพยาวงศ์.เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล.กรุงเทพมหานคร:สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2553

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มพส.),แนวทางการบริหารความเสี่ยงการพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานชีวมวล,พฤศจิกายน 2552

วสันต์ เพิ่มสุข. สัมภาษณ์, [21 มิถุนายน 2556]

วีรชัย อาจหาญ.การศึกษาต้นทุนทางเศรษศาสตร์ของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี.2552

ธนาคารแห่งประเทศไทย.2545-2556.Inflation Percentage changes from the same period of the previous year. [ออนไลน์]http://www.bot.or.th/English/Statistics/Graph/Pages/CPI.aspx

ประชาธุรกิจออนไลน์ 19 พฤศจิกายน 2556 "เพ้ง" เพิ่มค่ารับซื้อหญ้าเนเปียร์ ชุมชนเมินเหตุได้ไม่คุ้มเหนื่อย[ออนไลน์]http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1384842657

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน นครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,โครงการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าชนิดต่าง ๆในประเทศไทย

สรุปอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล ตามพระราชกฤษฎีกา ฯ (ฉบับที่ 564) พ.ศ 2556 (9 พค 56) [ออนไลน์]http://www.proaccforaccounting.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539368489&Ntype=8

สถิติค่า Ft ขายปลีก.[ออนไลน์]http://www3.egat.co.th/ft/ft-stat6.html

สุกิตตี ไชยรักษ์.. การวิเคราะห์ต้นทุนในการตัดสินใจโครงการลงทุน(real option approach)กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์ของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.2549

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)กระทรวงพลังงาน.มาตรการส่งเสริมด้านพลังงานทดแทน Adder[ออนไลน์]http://www.eppo.go.th

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.2555.ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อานุภาพ เส็งสาย.2556.หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พืชพลังงานใหม่

Barcu Tan,Edward Anderson,James Dyer,Geoffrey Parker,Using Binomial Decision Trees and Real Options Theory to Evaluation System Dynamics Models of Risky Projects,2011

Harriet Black Nembhard ,Mehmet Aktan,Real Option Engineering Design,Operations,And Management,2010

Juliana de Moraes Marreco*,Lucio Guido Tapia Carpio,Flexibility Valuation in The Brazilizn Power System: A Real Options Approach,2011

Johnahan Mun,Real Option Analysis Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decision.,2002

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

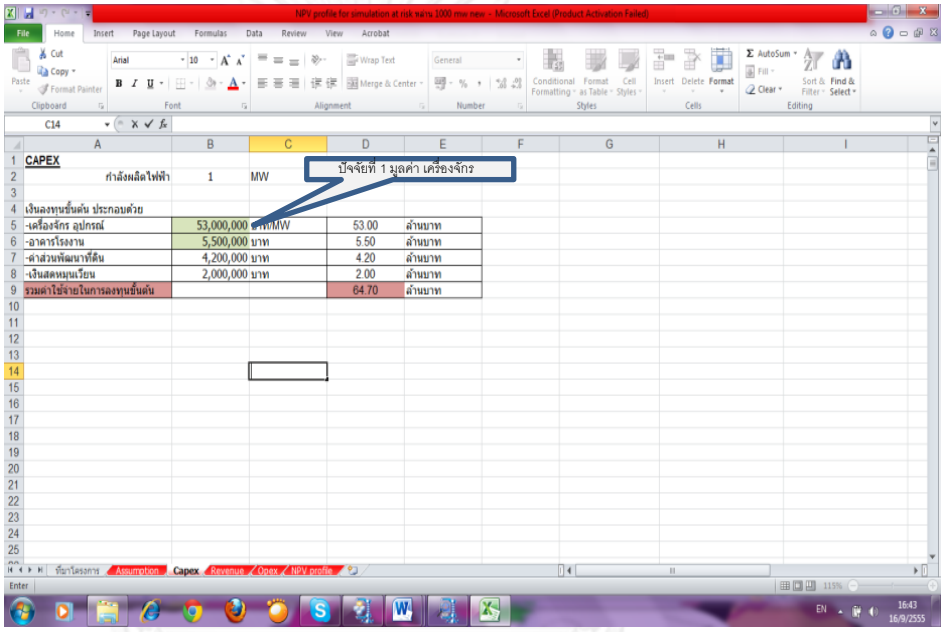
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

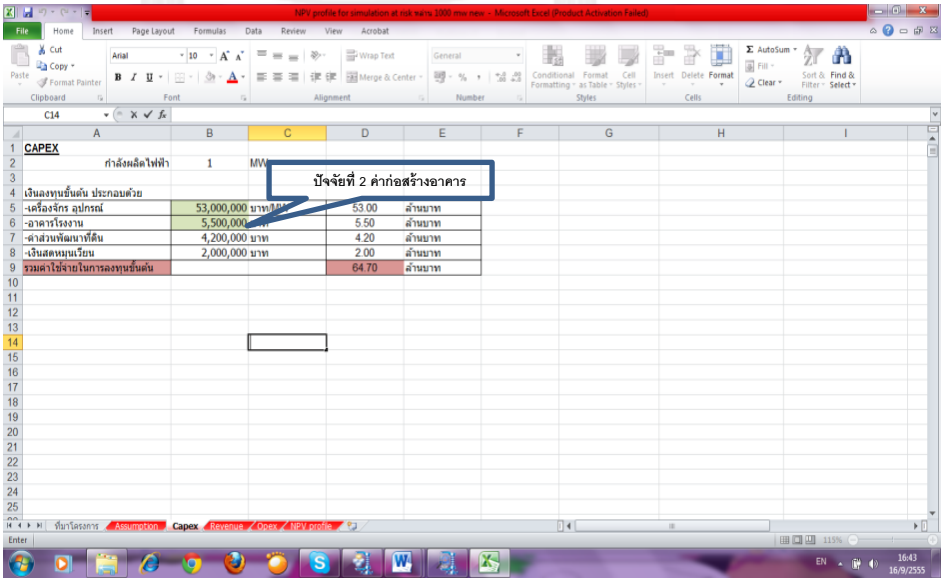
ก. การกำหนดค่าการจำลองสถานการณ์ มอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) โดยใช้ โปรแกรม แอท ริสค (@risk)

ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์

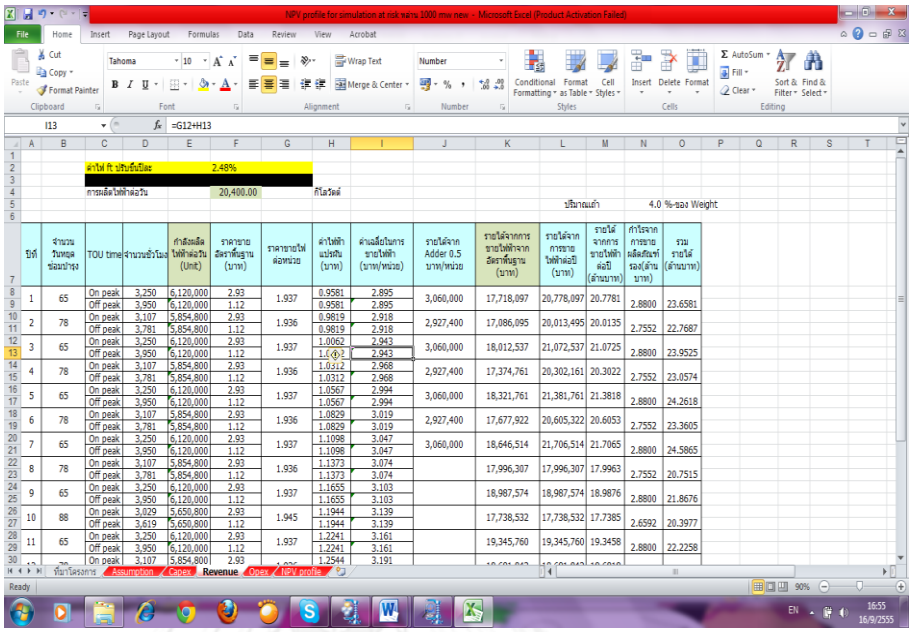
1. สร้างตาราง ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆที่เกี่ยวข้องในการหาค่า NPV จากงานวิจัย จะมีตารางดังนี้

1.1 ตารางเงินลงทุนเริ่มแรก ซึ่งได้แก่ ค่าเครื่องจักร อุปกรณ์ ค่าก่อสร้างอาคาร ค่าที่ดิน และเงินสดหมุนเวียน





1.2 ตาราง รายรับ จะมีรายละเอียดดังตาราง ในตารางนี้จะมีตัวแปร **1** ตัว คือ ค่าไฟอัตโนมัติ **Ft**

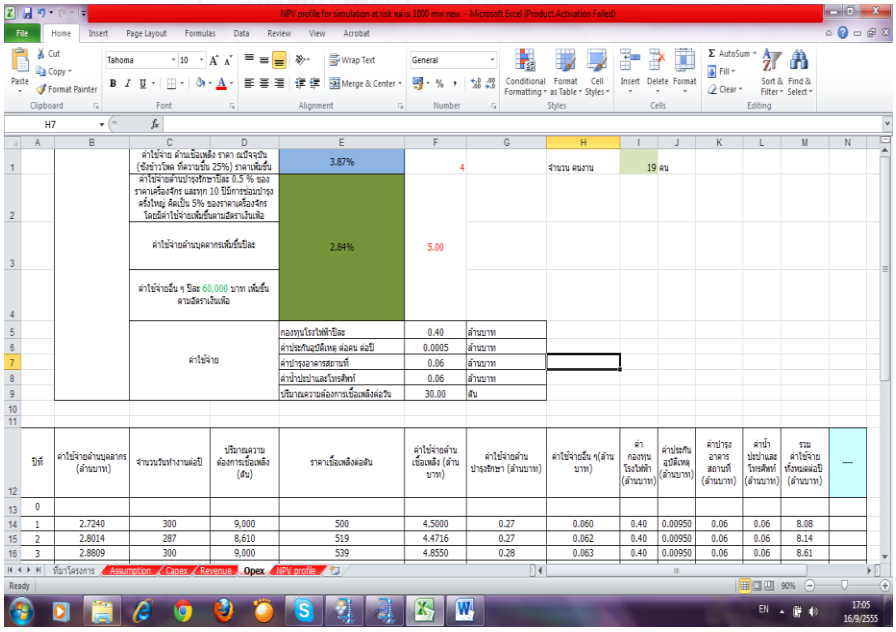


ค่าไฟ ft ปรับขึ้นปีละ	2.48%
การผลิตไฟฟ้าต่อวัน	20,400.00 กิโลวัตต์

ปริมาณเข้า 4.0 %-ของ Weight

ปีที่	จำนวนวันหยุดซ่อมบำรุง	TOU time	จำนวนชั่วโมง	กำลังผลิตไฟฟ้าต่อวัน (Unit)	ราคาขายอัตราพื้นฐาน (บาท)	ราคาขายไฟต่อหน่วย	ค่าไฟฟ้าแปรผัน (บาท)	ค่าเฉลี่ยในการขายไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	รายได้จาก Adder 0.5 บาท/หน่วย	รายได้จากการขายไฟฟ้าจากอัตราพื้นฐาน (บาท)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (ล้านบาท)	กำไรจากการขายผลิตภัณฑ์รอง(ล้านบาท)	รวมรายได้ (ล้านบาท)
1	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	0.9581	2.895	3,060,000	17,718,097	20,778,097	20.7781	2.8800	23.6581
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		0.9581	2.895						
2	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	0.9819	2.918	2,927,400	17,086,095	20,013,495	20.0135	2.7552	22.7687
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		0.9819	2.918						
3	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.0062	2.943	3,060,000	18,012,537	21,072,537	21.0725	2.8800	23.9525
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.0062	2.943						
4	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.0312	2.968	2,927,400	17,374,761	20,302,161	20.3022	2.7552	23.0574
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.0312	2.968						
5	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.0567	2.994	3,060,000	18,321,761	21,381,761	21.3818	2.8800	24.2618
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.0567	2.994						
6	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.0829	3.019	2,927,400	17,677,922	20,605,322	20.6053	2.7552	23.3605
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.0829	3.019						
7	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.1098	3.047	3,060,000	18,646,514	21,706,514	21.7065	2.8800	24.5865
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.1098	3.047						
8	78	On peak	3,107	5,854,800	2.93	1.936	1.1373	3.074		17,996,307	17,996,307	17.9963	2.7552	20.7515
		Off peak	3,781	5,854,800	1.12		1.1373	3.074						
9	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.1655	3.103		18,987,574	18,987,574	18.9876	2.8800	21.8676
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.1655	3.103						
10	88	On peak	3,029	5,650,800	2.93	1.945	1.1944	3.139		17,738,532	17,738,532	17.7385	2.6592	20.3977
		Off peak	3,619	5,650,800	1.12		1.1944	3.139						
11	65	On peak	3,250	6,120,000	2.93	1.937	1.2241	3.161		19,345,760	19,345,760	19.3458	2.8800	22.2258
		Off peak	3,950	6,120,000	1.12		1.2241	3.161						
		On peak	3,107	5,854,800	2.93		1.2544	3.191						

1.3 ตารางค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจะมีรายละเอียดดังตาราง ในตารางนี้จะมีตัวแปร **2** ตัว คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง(พื้นที่ สีน้ำเงิน) และ ดัชนีราคาผู้บริโภค (พื้นที่สีเขียว)

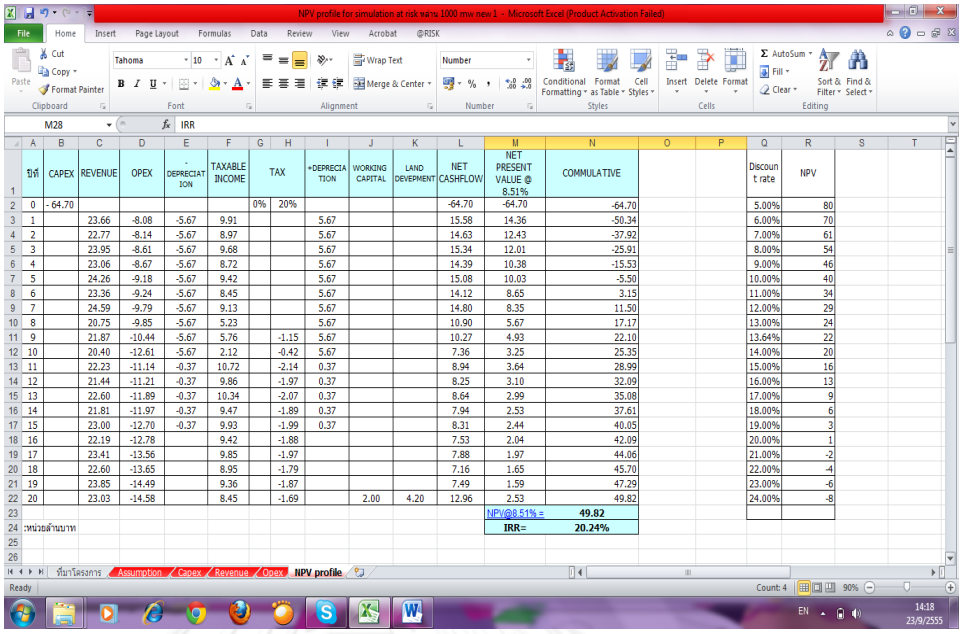


ค่าใช้จ่าย ค่าเชื้อเพลิง ราคา ณปีจจุบัน (มีหัวว่าโหด ที่ความชื้น 25%) ราคาเพิ่มขึ้น	3.87%	4	จำนวน คนงาน	19 คน
ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษาปีละ 0.5 % ของราคาเครื่องจักร และทุก 10 ปีมีการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ คิดเป็น 5% ของราคาเครื่องจักร โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อ	2.84%	5.00		
ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรเพิ่มขึ้นปีละ				
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ปีละ 60,000 บาท เพิ่มขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อ				

ค่าใช้จ่าย			
	กองทุนโรงไฟฟ้าปีละ	0.40	ล้านบาท
	ค่าประกันอุบัติเหตุ ต่อคน ต่อปี	0.0005	ล้านบาท
	ค่าบำรุงอาคารสถานที่	0.06	ล้านบาท
	ค่าน้ำประปาและไฟฟ้าสิ้นเปลือง	0.06	ล้านบาท
	ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงต่อวัน	30.00	ตัน

ปีที่	ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร (ล้านบาท)	จำนวนวันทำงานต่อปี	ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง (ตัน)	ราคาเชื้อเพลิงต่อตัน	ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง (ล้านบาท)	ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา (ล้านบาท)	ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ(ล้านบาท)	ค่ากองทุนโรงไฟฟ้า (ล้านบาท)	ค่าประกันอุบัติเหตุ (ล้านบาท)	ค่าบำรุงอาคารสถานที่ (ล้านบาท)	ค่าน้ำประปาและไฟฟ้าสิ้นเปลือง (ล้านบาท)	รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี (ล้านบาท)	----
0													
1	2.7240	300	9,000	500	4.5000	0.27	0.060	0.40	0.00950	0.06	0.06	8.08	
2	2.8014	287	8,610	519	4.4716	0.27	0.062	0.40	0.00950	0.06	0.06	8.14	
3	2.8809	300	9,000	539	4.8550	0.28	0.063	0.40	0.00950	0.06	0.06	8.61	

1.4 ตาราง NPV Profile



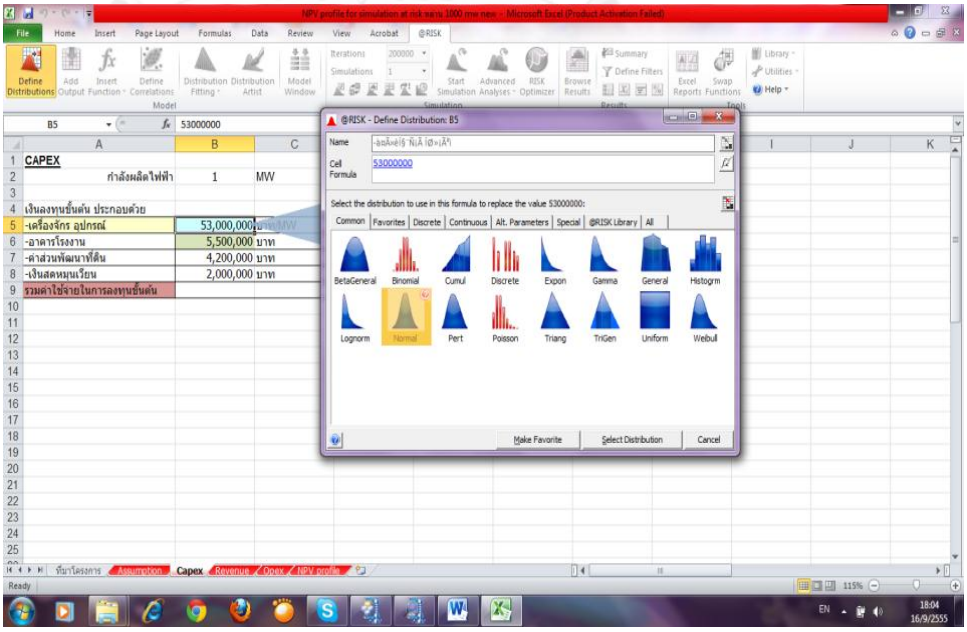
ปีที่	CAPEX	REVENUE	OPEX	DEPRECIATION	TAXABLE INCOME	TAX		DEPRECIATION	WORKING CAPITAL	LAND DEVEPMENT	NET CASHFLOW	NET PRESENT VALUE @ 8.51%	COMMULATIVE	Discount rate	NPV
0	- 64.70					0%	20%				-64.70	-64.70	-64.70	5.00%	80
1		23.66	-8.08	-5.67	9.91			5.67			15.58	14.36	-50.34	6.00%	70
2		22.77	-8.14	-5.67	8.97			5.67			14.63	12.43	-37.92	7.00%	61
3		23.95	-8.61	-5.67	9.68			5.67			15.34	12.01	-25.91	8.00%	54
4		23.06	-8.67	-5.67	8.72			5.67			14.39	10.38	-15.53	9.00%	46
5		24.26	-9.18	-5.67	9.42			5.67			15.08	10.03	-5.50	10.00%	40
6		23.36	-9.24	-5.67	8.45			5.67			14.12	8.65	3.15	11.00%	34
7		24.59	-9.79	-5.67	9.13			5.67			14.80	8.35	11.50	12.00%	29
8		20.75	-9.85	-5.67	5.23			5.67			10.90	5.67	17.17	13.00%	24
9		21.87	-10.44	-5.67	5.76		-1.15	5.67			10.27	4.93	22.10	13.64%	22
10		20.40	-12.61	-5.67	2.12		-0.42	5.67			7.36	3.25	25.35	14.00%	20
11		22.23	-11.14	-0.37	10.72		-2.14	0.37			8.94	3.64	28.99	15.00%	16
12		21.44	-11.21	-0.37	9.86		-1.97	0.37			8.25	3.10	32.09	16.00%	13
13		22.60	-11.89	-0.37	10.34		-2.07	0.37			8.64	2.99	35.08	17.00%	9
14		21.81	-11.97	-0.37	9.47		-1.89	0.37			7.94	2.53	37.61	18.00%	6
15		23.00	-12.70	-0.37	9.93		-1.99	0.37			8.31	2.44	40.05	19.00%	3
16		22.19	-12.78		9.42		-1.88				7.53	2.04	42.09	20.00%	1
17		23.41	-13.56		9.85		-1.97				7.88	1.97	44.06	21.00%	-2
18		22.60	-13.65		8.95		-1.79				7.16	1.65	45.70	22.00%	-4
19		23.85	-14.49		9.36		-1.87				7.49	1.59	47.29	23.00%	-6
20		23.03	-14.58		8.45		-1.69		2.00	4.20	12.96	2.53	49.82	24.00%	-8
												NPV@8.51% =	49.82		
:หน่วยล้านบาท												IRR=	20.24%		

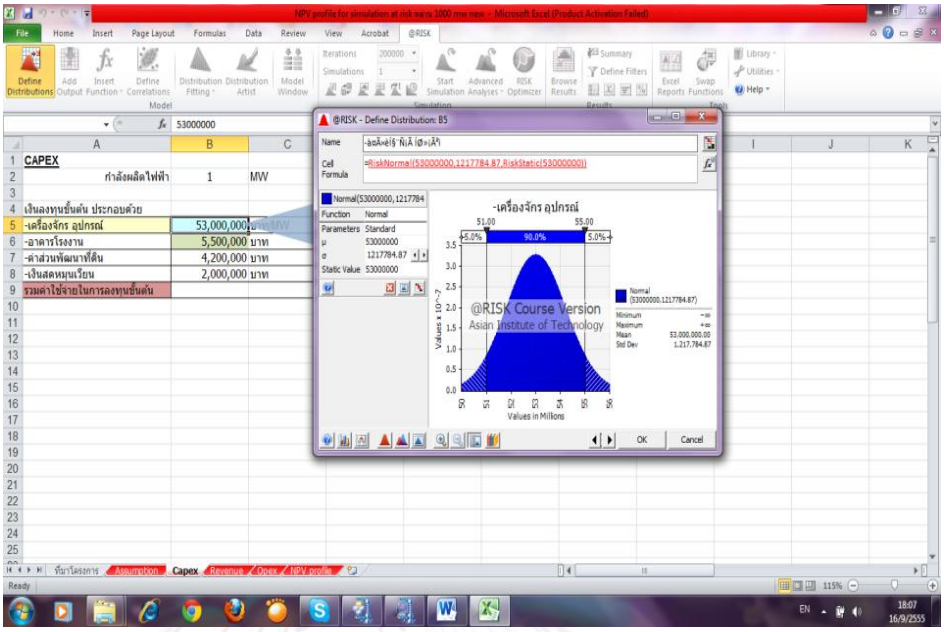
ตารางนี้ จะแสดงผลการจำลองสถานการณ์ ในรูปของกราฟ

2.กำหนดค่ากลางและค่าการกระจายตัวของตัวแปรขาเข้า (Input Parameters)

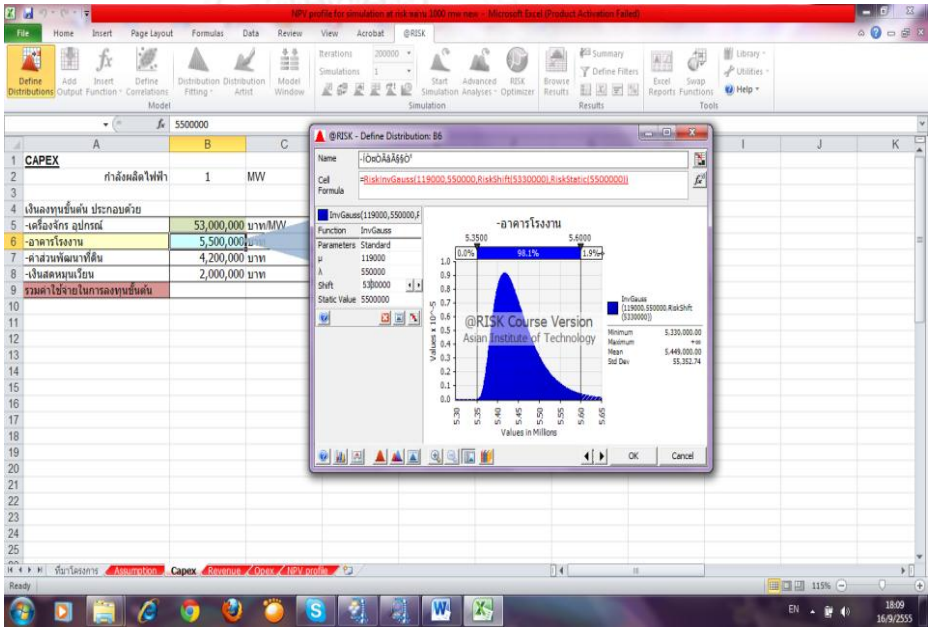
2.1 กำหนด ชนิดของกราฟ และกำหนด ค่ากลาง และ การกระจายของข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัว

2.1.1 ตัวแปรที่ 1 ราคาเครื่องจักร อุปกรณ์เฉลี่ย

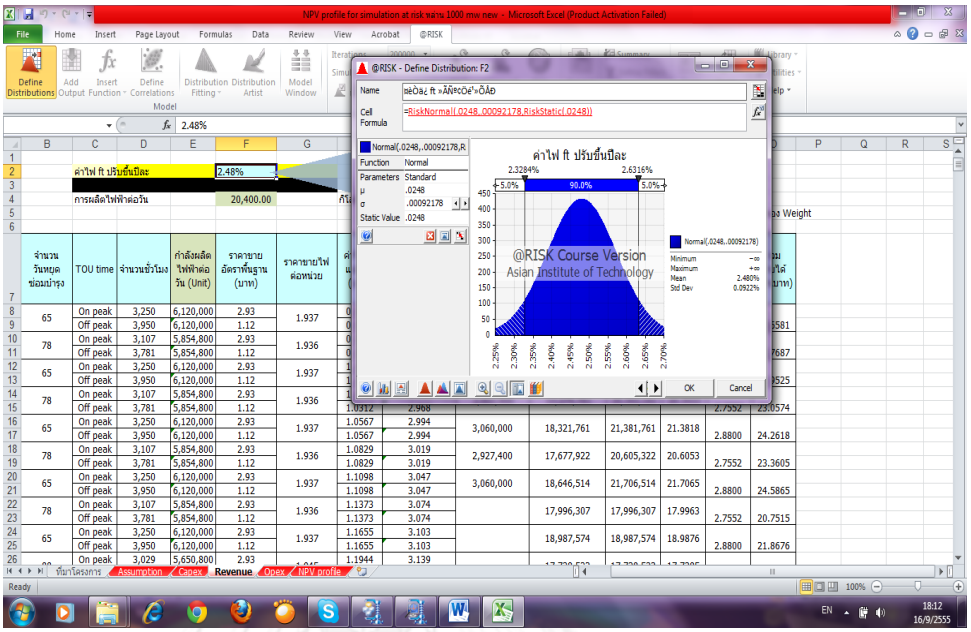




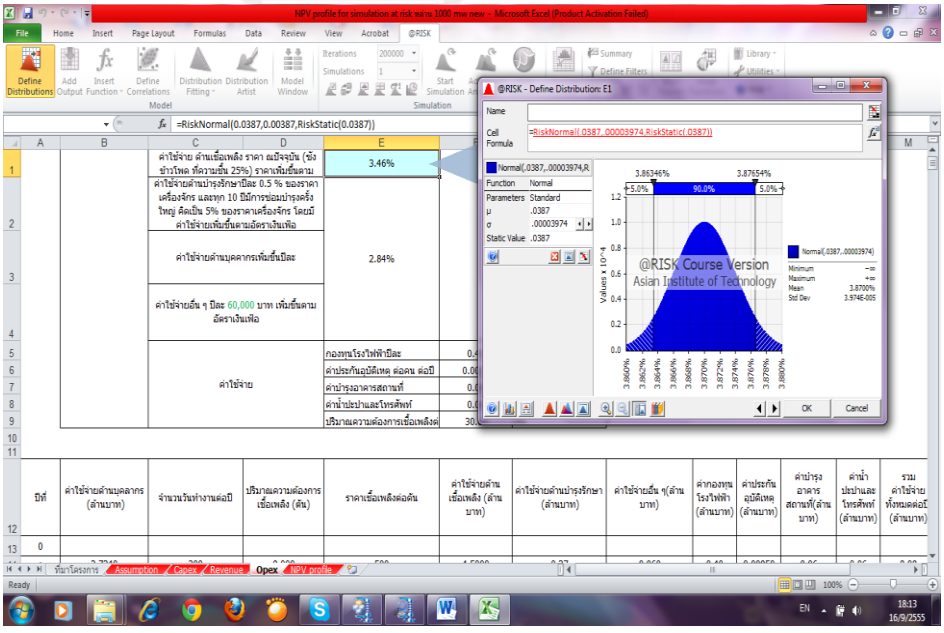
2.1.2 ตัวแปรที่ 2 ราคาค่าก่อสร้าง อาคารโรงงาน โดยเฉลี่ย



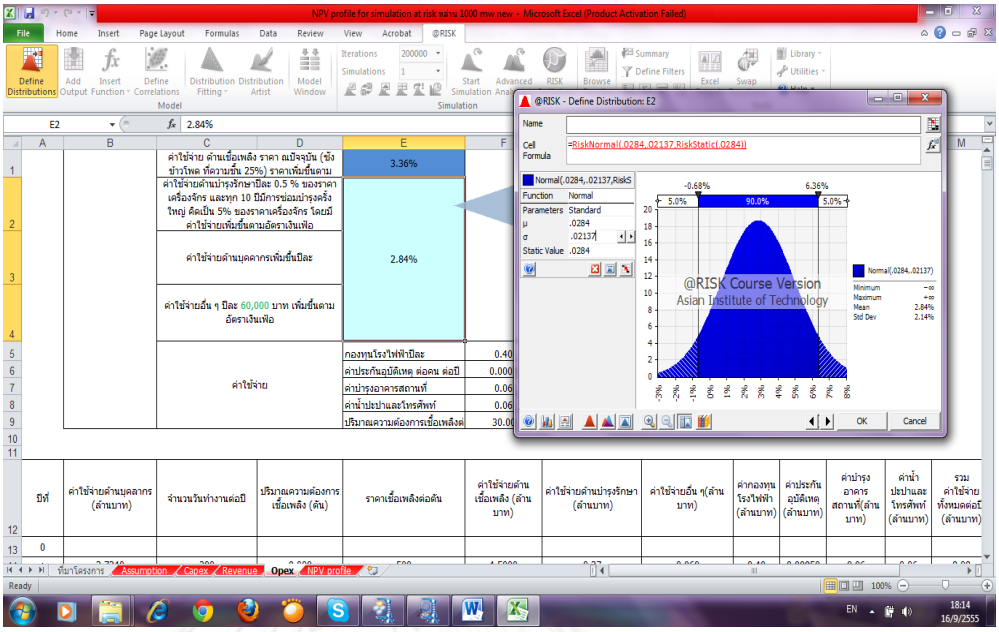
2.1.3 ตัวแปรที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า Ft



2.1.4 ตัวแปรที่ 4 อัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิง

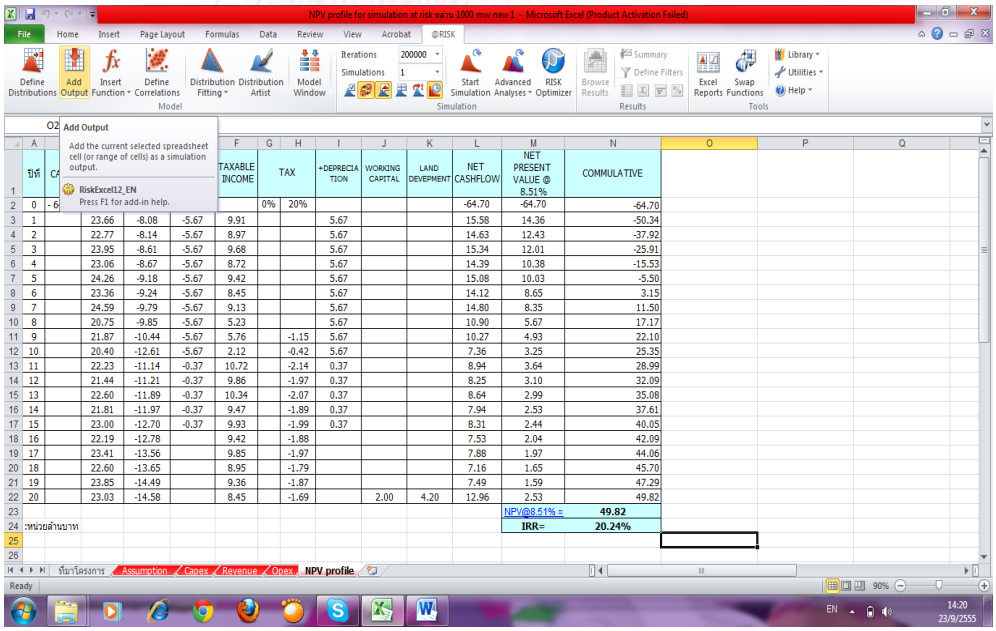


2.1.5 ตัวแปรที่ 5 ดัชนีราคาผู้บริโภค



3.กำหนด ผลลัพธ์ที่ต้องการทราบค่า

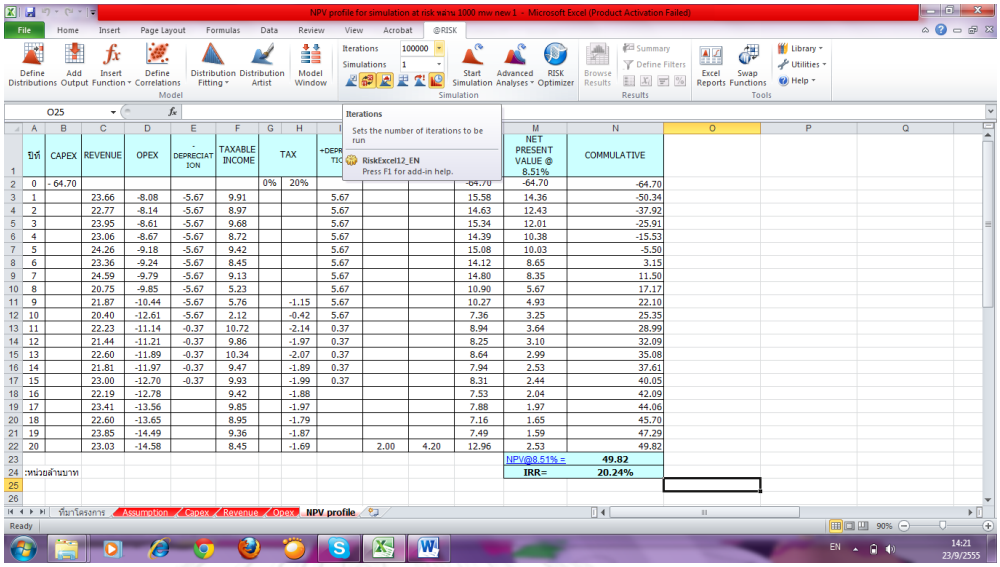
3.1 จากงานวิจัยนี้ต้องการ ทราบค่า NPV@8.51



ปีที่	TAXABLE INCOME	TAX		+DEPRECIATION	WORKING CAPITAL	LAND DEVEPMENT	NET CASHFLOW	NET PRESENT VALUE @ 8.51%	COMMULATIVE
0		0%	20%				-64.70	-64.70	-64.70
1	9.91			5.67			15.58	14.36	-50.34
2	8.97			5.67			14.63	12.43	-37.92
3	9.68			5.67			15.34	12.01	-25.91
4	8.72			5.67			14.39	10.38	-15.53
5	9.42			5.67			15.08	10.03	-5.50
6	8.45			5.67			14.12	8.65	3.15
7	9.13			5.67			14.80	8.35	11.50
8	5.23			5.67			10.90	5.67	17.17
9	5.76		-1.15	5.67			10.27	4.93	22.10
10	2.12		-0.42	5.67			7.36	3.25	25.35
11	10.72		-2.14	0.37			8.94	3.64	28.99
12	9.86		-1.97	0.37			8.25	3.10	32.09
13	10.34		-2.07	0.37			8.64	2.99	35.08
14	9.47		-1.89	0.37			7.94	2.53	37.61
15	9.93		-1.99	0.37			8.31	2.44	40.05
16	9.42		-1.88				7.53	2.04	42.09
17	9.85		-1.97				7.88	1.97	44.06
18	8.95		-1.79				7.16	1.65	45.70
19	9.36		-1.87				7.49	1.59	47.29
20	8.45		-1.69		2.00	4.20	12.96	2.53	49.82
							NPV@8.51% =	49.82	
							IRR=	20.24%	

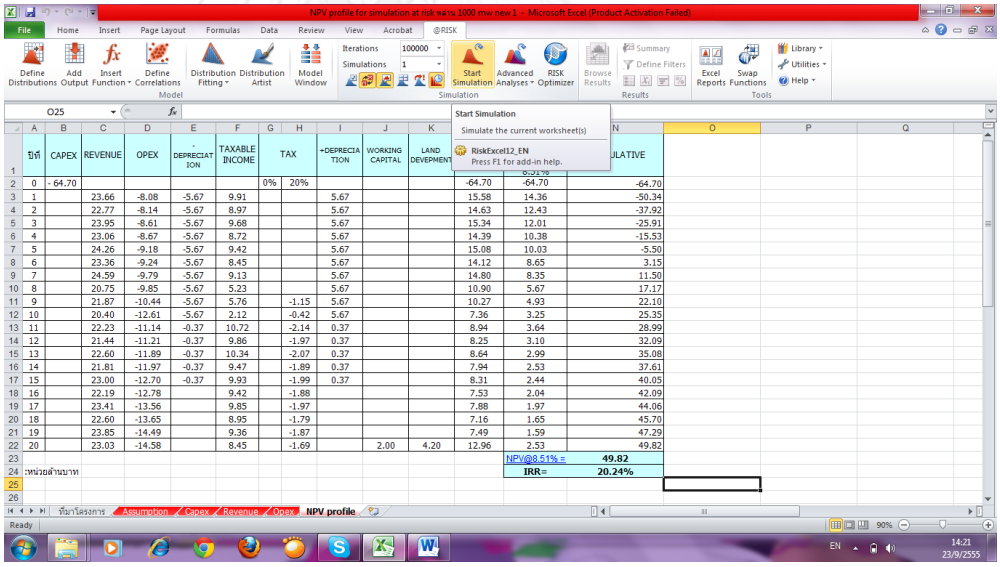
:หน่วยดำนบาท

3.2 กำหนด จำนวนการสุ่มข้อมูล ยิ่ง สุ่มมาก ความถูกต้องของข้อมูลจะยิ่งมาก



ปีที่	CAPEX	REVENUE	OPEX	DEPRECIATION	TAXABLE INCOME	TAX		+DEPRECIATION	WORKING CAPITAL	LAND DEVEPMENT		NET PRESENT VALUE @ 8.51%	COMMULATIVE
0	- 64.70					0%	20%				-64.70	-64.70	-64.70
1		23.66	-8.08	-5.67	9.91			5.67			15.58	14.36	-50.34
2		22.77	-8.14	-5.67	8.97			5.67			14.63	12.43	-37.92
3		23.95	-8.61	-5.67	9.68			5.67			15.34	12.01	-25.91
4		23.06	-8.67	-5.67	8.72			5.67			14.39	10.38	-15.53
5		24.26	-9.18	-5.67	9.42			5.67			15.08	10.03	-5.50
6		23.36	-9.24	-5.67	8.45			5.67			14.12	8.65	3.15
7		24.59	-9.79	-5.67	9.13			5.67			14.80	8.35	11.50
8		20.75	-9.85	-5.67	5.23			5.67			10.90	5.67	17.17
9		21.87	-10.44	-5.67	5.76		-1.15	5.67			10.27	4.93	22.10
10		20.40	-12.61	-5.67	2.12		-0.42	5.67			7.36	3.25	25.35
11		22.23	-11.14	-0.37	10.72		-2.14	0.37			8.94	3.64	28.99
12		21.44	-11.21	-0.37	9.86		-1.97	0.37			8.25	3.10	32.09
13		22.60	-11.89	-0.37	10.34		-2.07	0.37			8.64	2.99	35.08
14		21.81	-11.97	-0.37	9.47		-1.89	0.37			7.94	2.53	37.61
15		23.00	-12.70	-0.37	9.93		-1.99	0.37			8.31	2.44	40.05
16		22.19	-12.78		9.42		-1.88				7.53	2.04	42.09
17		23.41	-13.56		9.85		-1.97				7.88	1.97	44.06
18		22.60	-13.65		8.95		-1.79				7.16	1.65	45.70
19		23.85	-14.49		9.36		-1.87				7.49	1.59	47.29
20		23.03	-14.58		8.45		-1.69		2.00	4.20	12.96	2.53	49.82
												NPV@8.51% =	49.82
												IRR=	20.24%

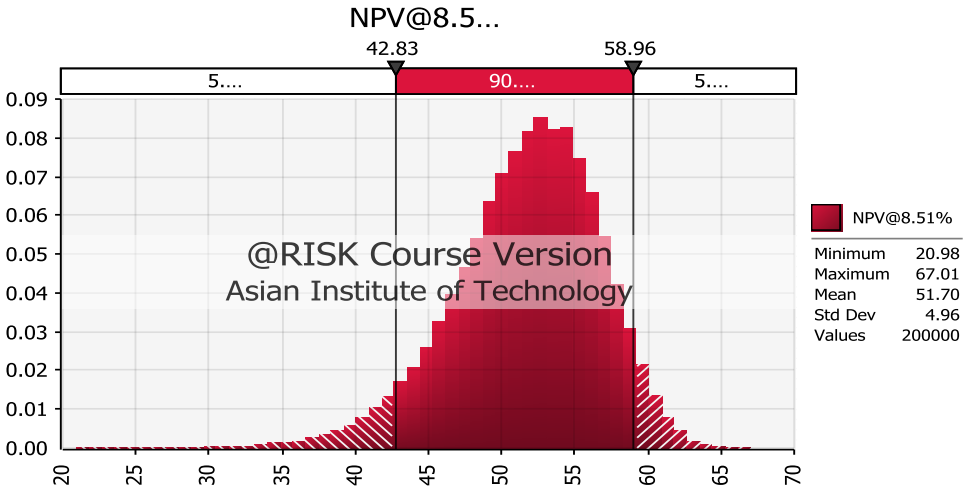
3.3 เริ่มการ คำนวณสถานการณ์



ปีที่	CAPEX	REVENUE	OPEX	DEPRECIATION	TAXABLE INCOME	TAX		+DEPRECIATION	WORKING CAPITAL	LAND DEVEPMENT			ULATIVE
0	- 64.70					0%	20%				-64.70	-64.70	-64.70
1		23.66	-8.08	-5.67	9.91			5.67			15.58	14.36	-50.34
2		22.77	-8.14	-5.67	8.97			5.67			14.63	12.43	-37.92
3		23.95	-8.61	-5.67	9.68			5.67			15.34	12.01	-25.91
4		23.06	-8.67	-5.67	8.72			5.67			14.39	10.38	-15.53
5		24.26	-9.18	-5.67	9.42			5.67			15.08	10.03	-5.50
6		23.36	-9.24	-5.67	8.45			5.67			14.12	8.65	3.15
7		24.59	-9.79	-5.67	9.13			5.67			14.80	8.35	11.50
8		20.75	-9.85	-5.67	5.23			5.67			10.90	5.67	17.17
9		21.87	-10.44	-5.67	5.76		-1.15	5.67			10.27	4.93	22.10
10		20.40	-12.61	-5.67	2.12		-0.42	5.67			7.36	3.25	25.35
11		22.23	-11.14	-0.37	10.72		-2.14	0.37			8.94	3.64	28.99
12		21.44	-11.21	-0.37	9.86		-1.97	0.37			8.25	3.10	32.09
13		22.60	-11.89	-0.37	10.34		-2.07	0.37			8.64	2.99	35.08
14		21.81	-11.97	-0.37	9.47		-1.89	0.37			7.94	2.53	37.61
15		23.00	-12.70	-0.37	9.93		-1.99	0.37			8.31	2.44	40.05
16		22.19	-12.78		9.42		-1.88				7.53	2.04	42.09
17		23.41	-13.56		9.85		-1.97				7.88	1.97	44.06
18		22.60	-13.65		8.95		-1.79				7.16	1.65	45.70
19		23.85	-14.49		9.36		-1.87				7.49	1.59	47.29
20		23.03	-14.58		8.45		-1.69		2.00	4.20	12.96	2.53	49.82
												NPV@8.51% =	49.82
												IRR=	20.24%

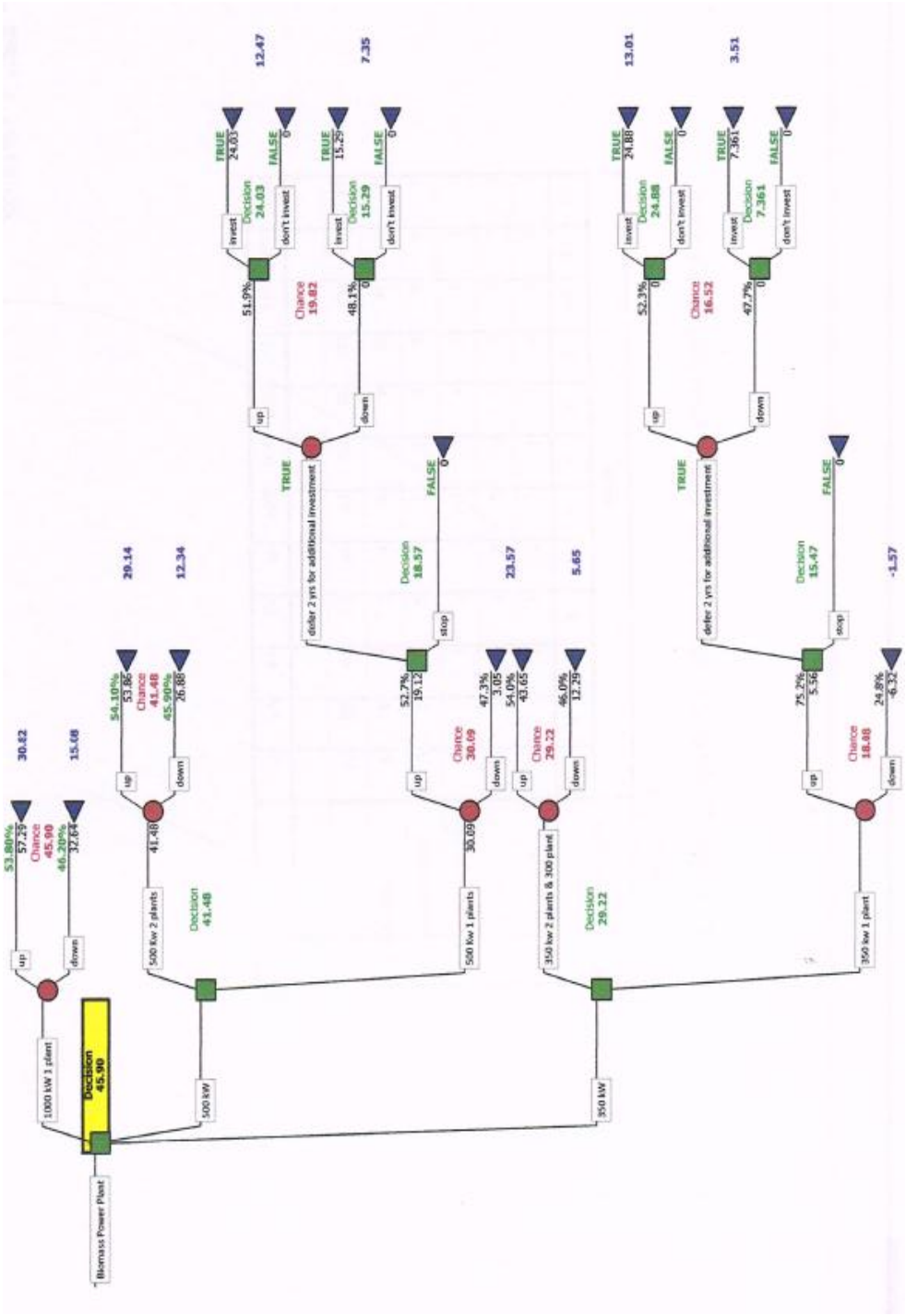
4.ผลลัพธ์

4.1 จะได้กราฟ ดังรูป จากกราฟ จะบอกค่า NPV Max, Min และ Mean รวมถึงการกระจายตัวของค่า NPV และความน่าจะเป็นโดยดูจากพื้นที่ใต้กราฟ

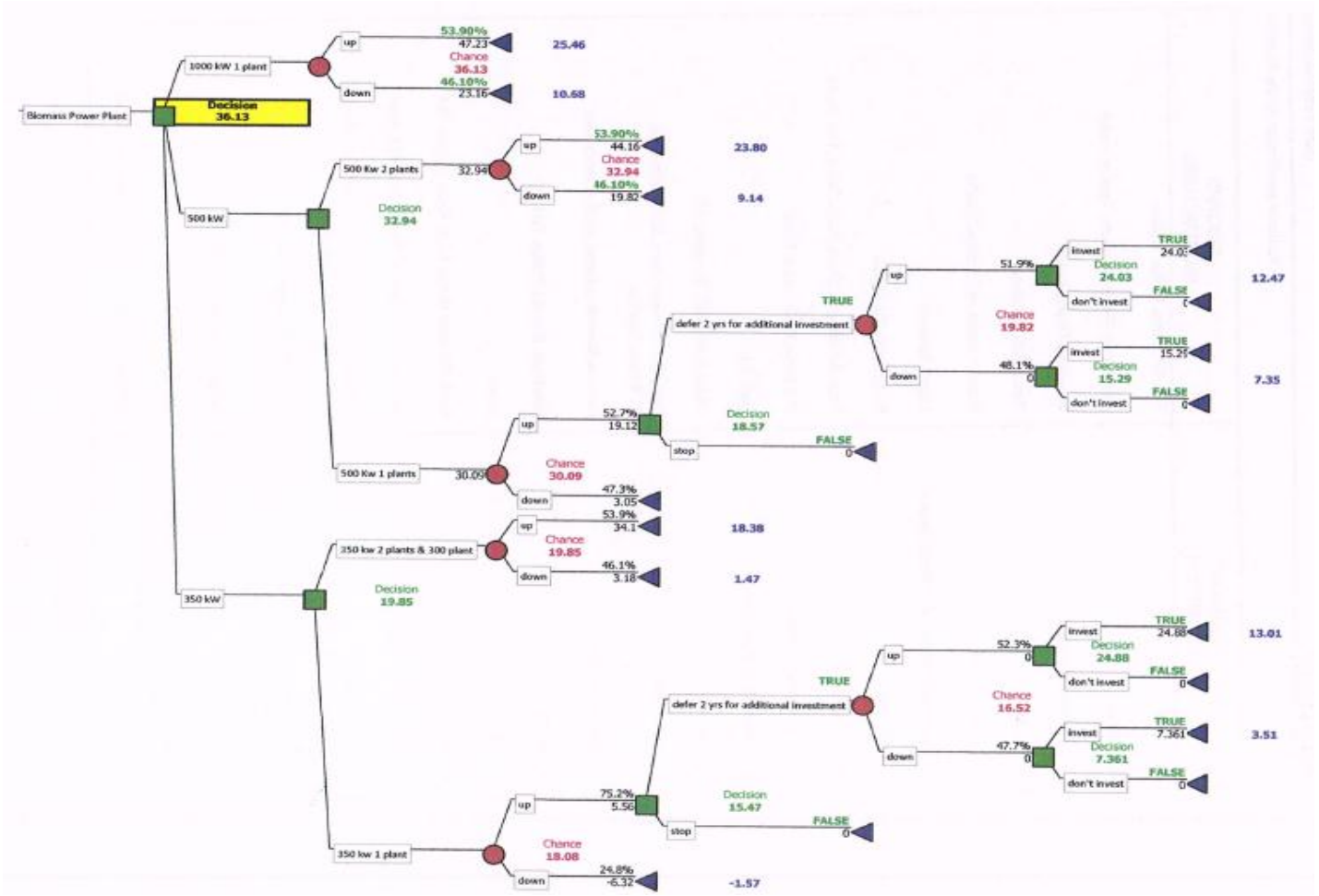


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

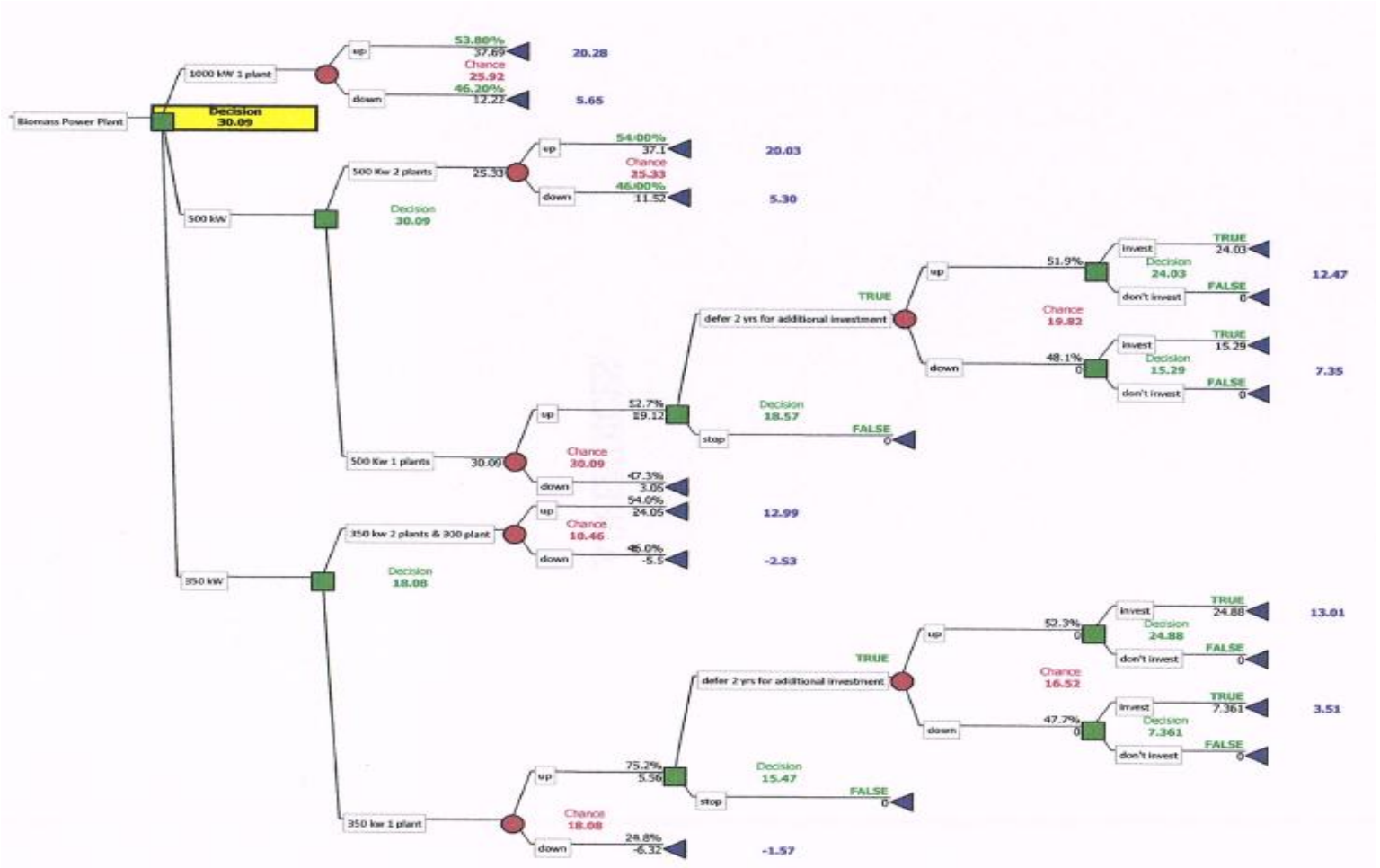
ข.การนำผลการจำลองสถานการณ์มอนติ คาร์โล มาหาค่า EMV และความยืดหยุ่น จากภาพฉายต่าง ๆ



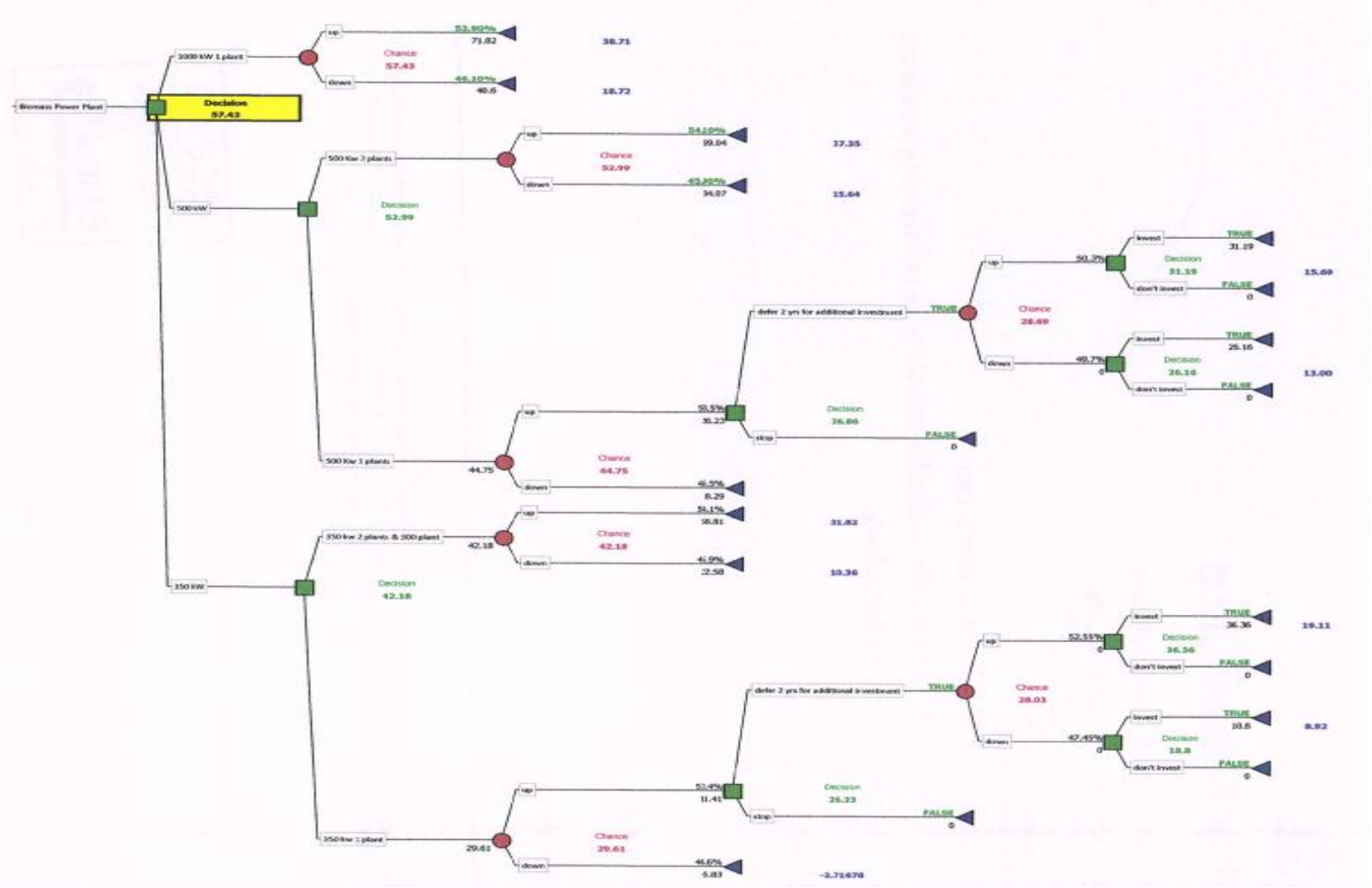
แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้ข้อมูลการโพดเป็นเชื้อเพลิงที่ราคา 500 บาทต่อตัน Scenario 1



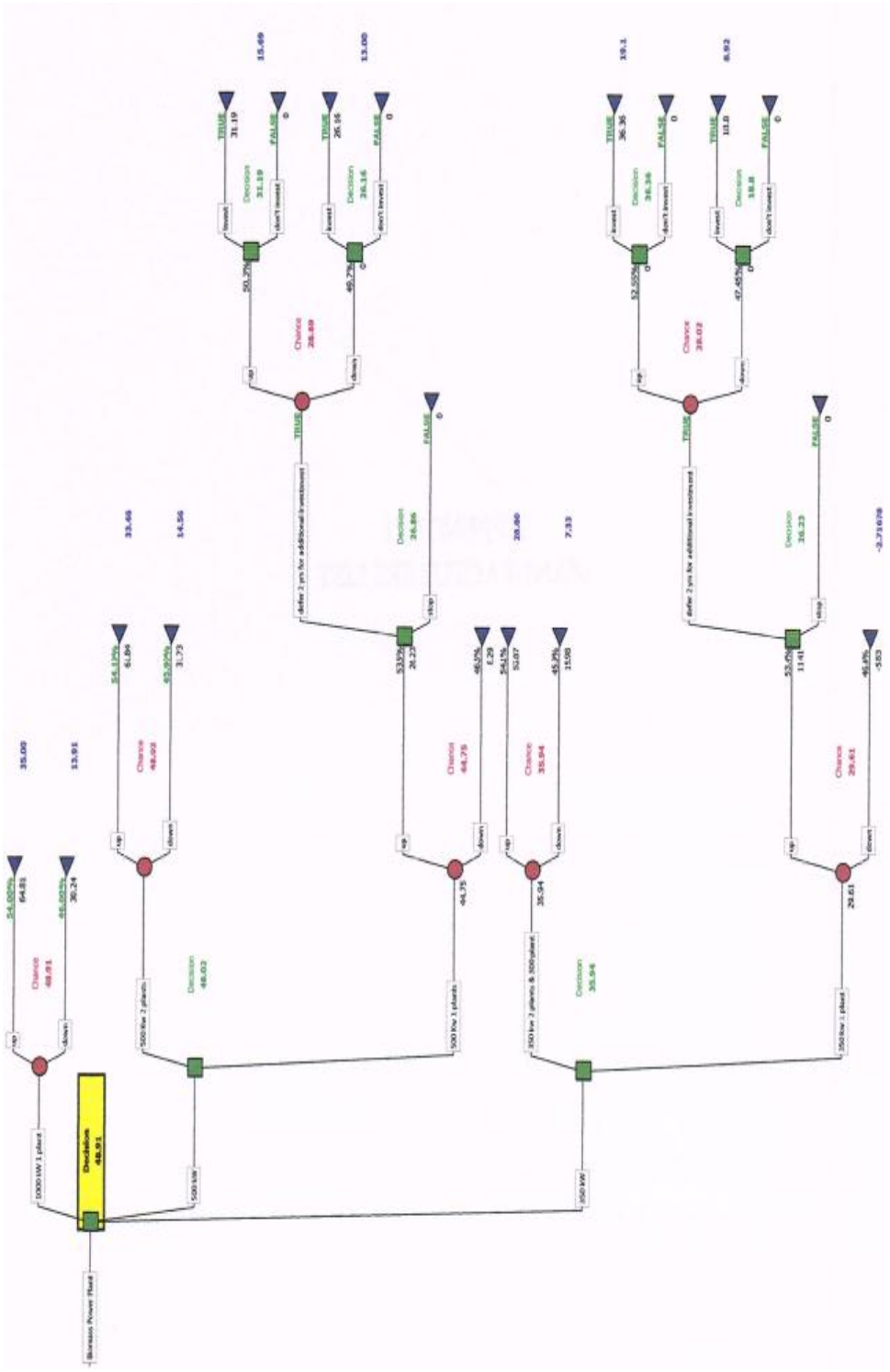
แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงที่ราคา 600 บาทต่อตัน Scenario 2



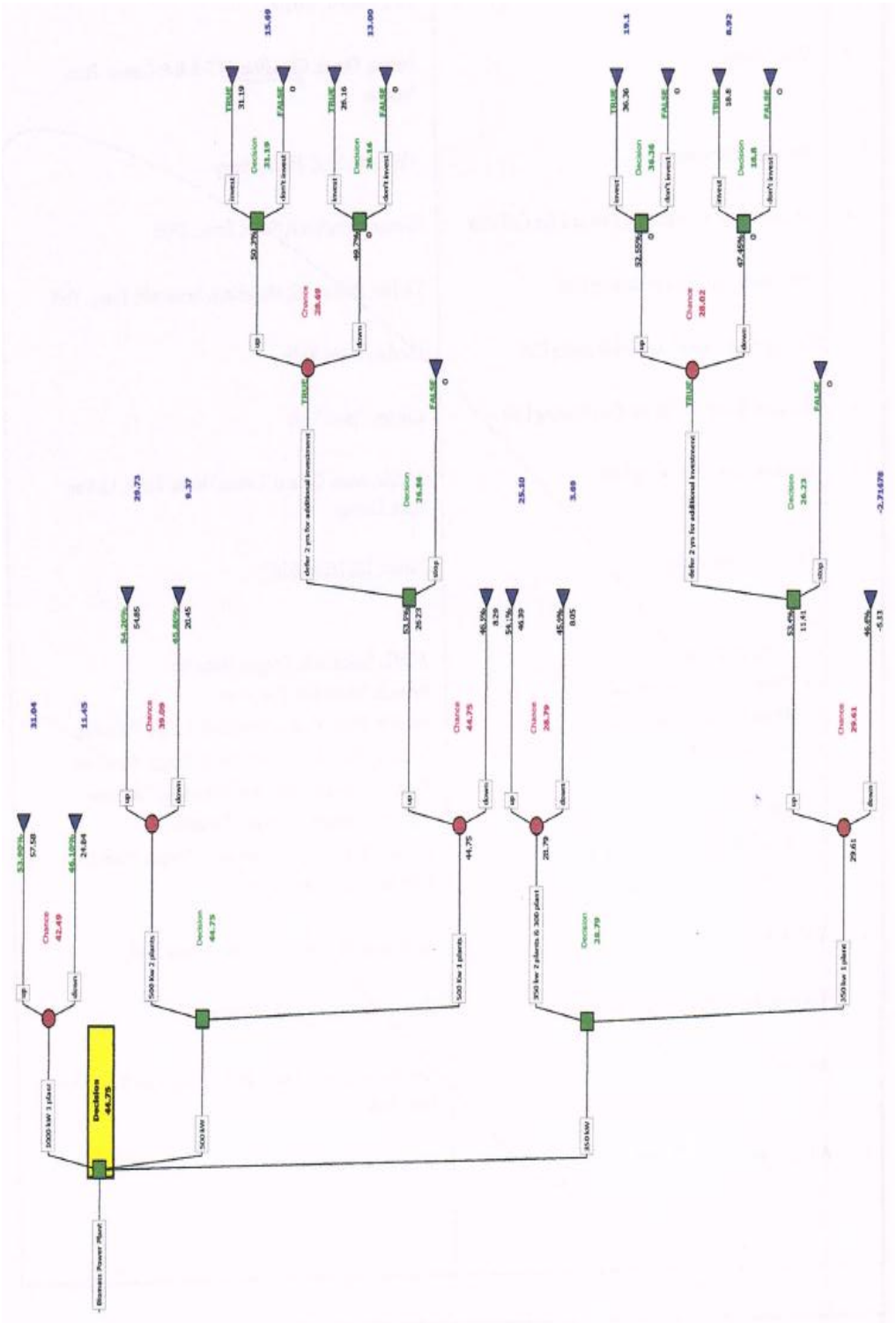
แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงที่ราคา 700 บาทต่อตัน Scenario 3



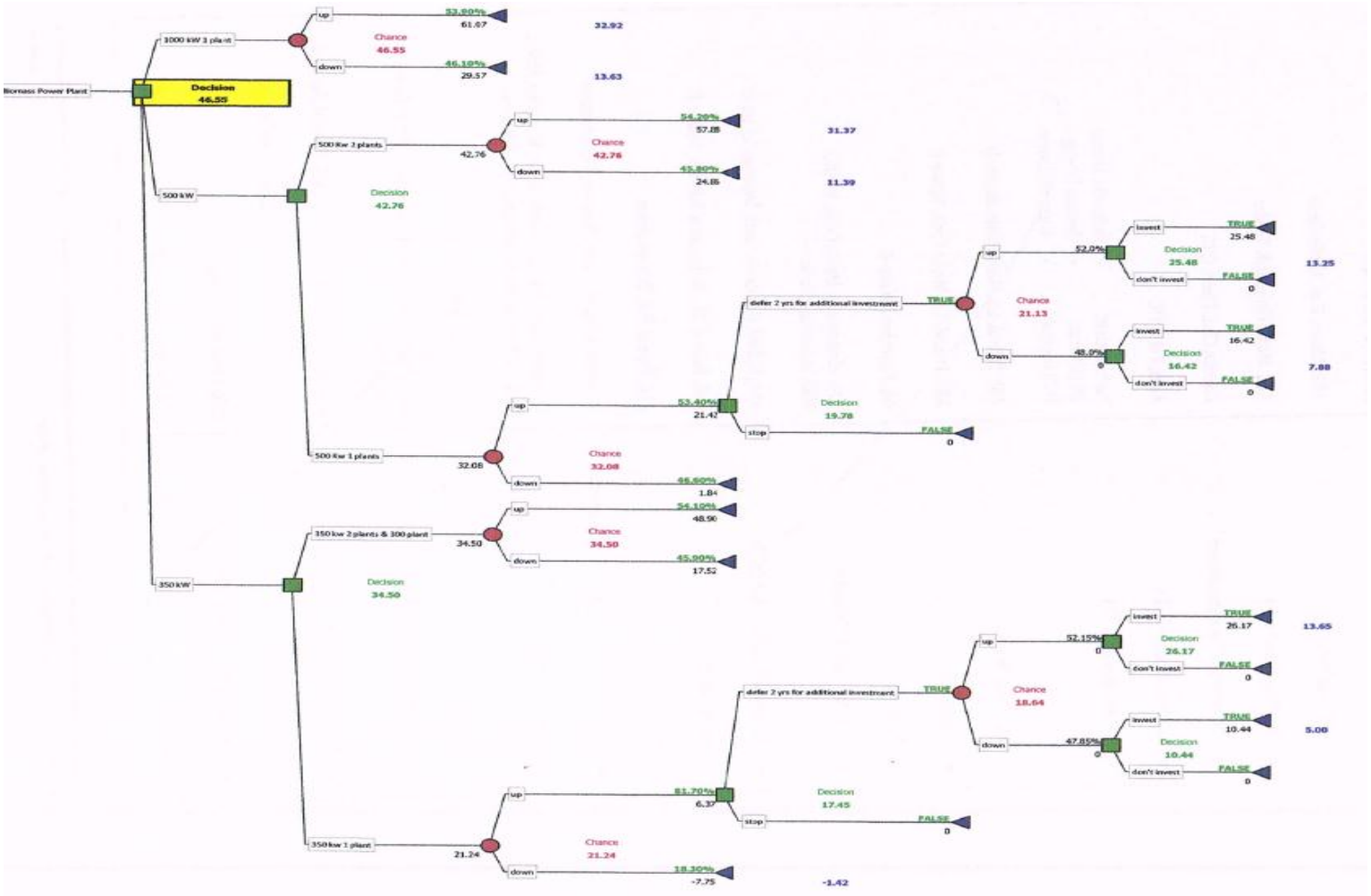
แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงที่ราคา 300 บาทต่อตัน Scenario 4



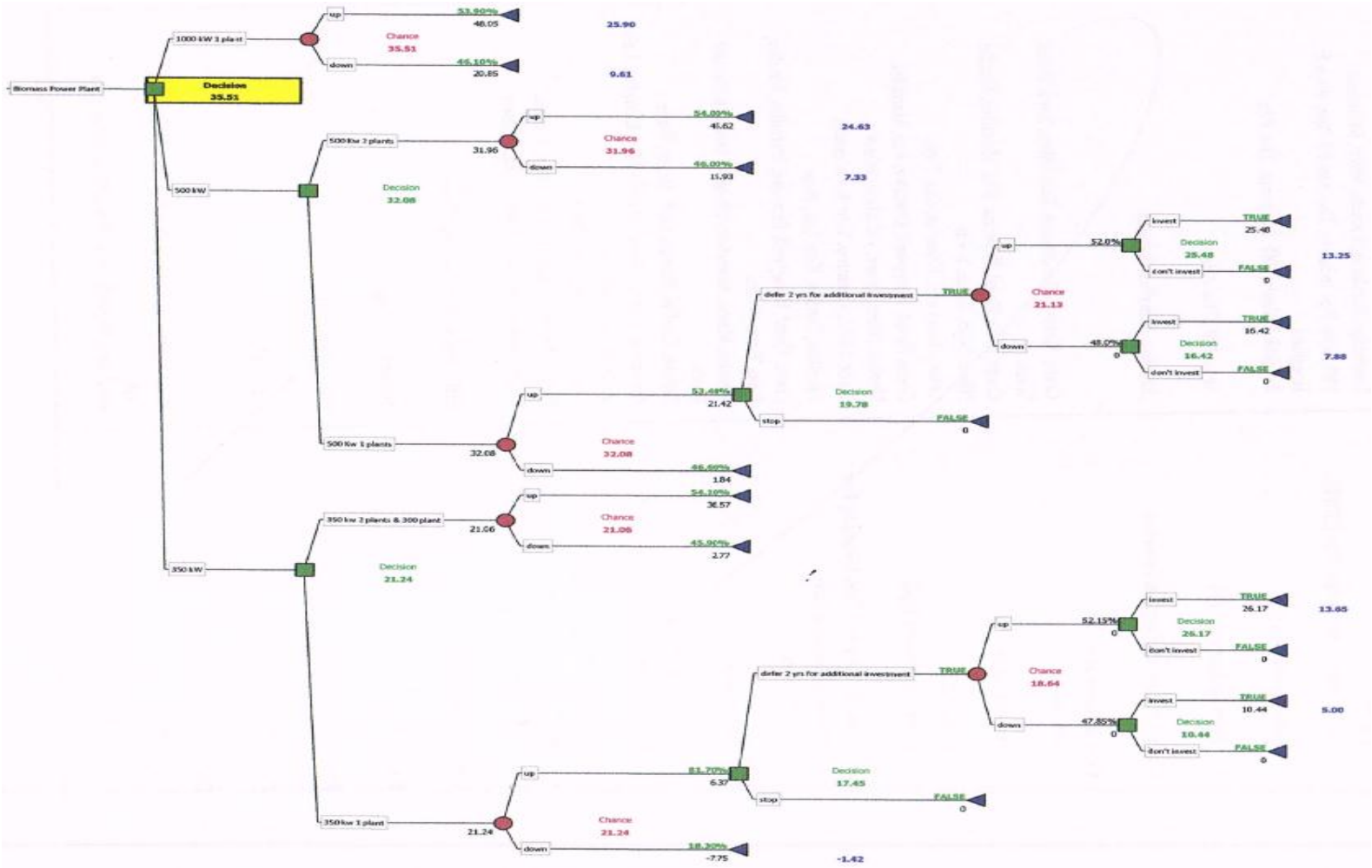
แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้หน้าเนเปียร์เป็นพื้นที่เพื่อผลิตไฟฟ้าที่ราคา 400 บาทต่อตัน Scenario 5



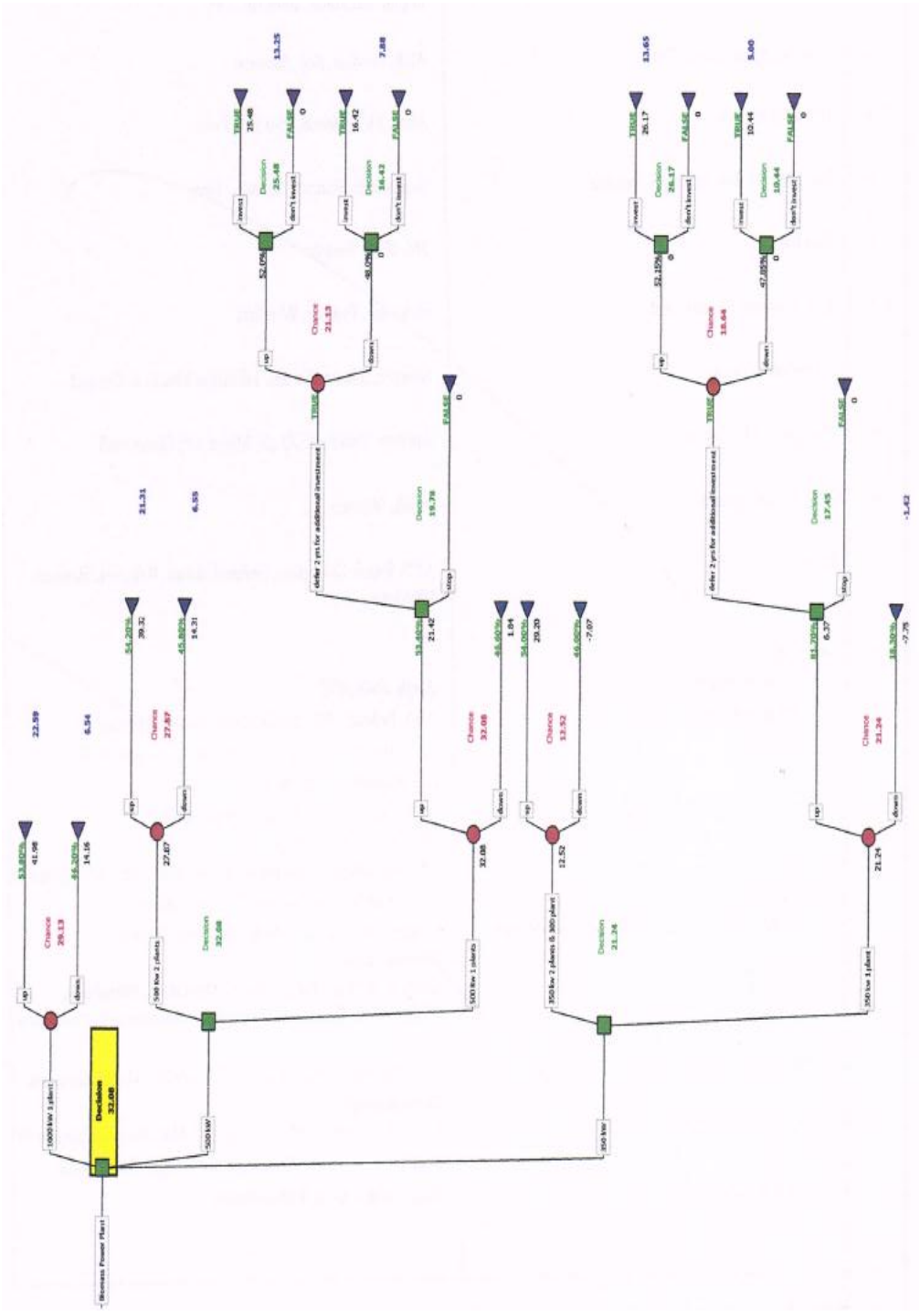
แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงที่ราคา 500 บาทต่อตัน Scenario 6



แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้ซังข้าวโพด สลับกับ หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงที่ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 500 บาทต่อตัน Scenario 7



แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้ซังข้าวโพด สลับกับ หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงที่ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 600 บาทต่อตัน Scenario 8



แผนภูมิต้นไม้ โดยใช้ชีวมวลข้าวโพด สถานการณ์ หญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงที่ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย 700 บาทต่อตัน Scenario 9

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ สกุล นางสาวอาภากร พันธุวัชรพล

วันเดือนปีเกิด 21 มิถุนายน พ.ศ 2522

สถานที่เกิด บ้านเลขที่ 135 ถ.ภูผาภักดี ต.บางนาค อ.เมือง จ.นราธิวาส 96000

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 39/9 หมู่บ้านริมสวน 2 ซ.ประชาอุทิศ 91/2 ถ.ประชาอุทิศ แขวง/เขต ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140

ประวัติการศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนราธิวาส

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนราธิวาส

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาไฟฟ้ากำลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University