การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

นาย สมพล พัทจารี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5071518921

A MACHINE REPLACEMENT ANALYSIS FOR INCREASING THE ECONOMIC PROFIT OF CORN SEED FACTORY

Mr. Sompol Patjaree

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineer Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

530752

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
โดย	นาย สมพล พัทจารี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมพล พัทจารี : การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. (A MACHINE REPLACEMENT ANALYSIS FOR INCREASING THE ECONOMIC PROFIT OF CORN SEED FACTORY)
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน,
131หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ของโครงการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงทำความร้อนโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

เนื่องจากเครื่องกำเนิดความร้อนในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดปัจจุบันใช้เชื้อเพลิงทำความร้อน จากน้ำมันดีเซล ซึ่งปัญหาคือราคาน้ำมันมีแนวโน้มในการปรับตัวที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนสินค้าสูงขึ้น จึงทำให้ต้องการหาเชื้อเพลิงที่จะสามารถทดแทนเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิงดีเซลที่มีใช้อยู่เดิม เพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์

โดยพิจารณาความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมของเครื่องกำเนิดความร้อนแบบหม้อน้ำ (Boiler) พบว่าสามารถใช้ทดแทนได้ เชื้อเพลิงที่ได้นำมาทำการคัดเลือกคือ ซังข้าวโพด แกลบ ถ่านหิน LPG และดีเซล ได้วิเคราะห์เชื้อเพลิงที่จะทำให้ได้กำไรทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดและวิเคราะห์ความไวในแต่ละเชื้อเพลิง จากนั้นนำมาเลียงลำดับเชื้อเพลิงที่ได้ค่าที่ดีที่สุดจากมากไปน้อยคือ ซังข้าวโพด ถ่านหิน แกลบ ดีเซล และ LPG แต่ถ้าพิจารณาจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเชื้อเพลิงที่จากมากไปน้อยตามลำดับคือ ดีเซล ซังข้าวโพด ถ่านหิน แกลบ และ LPG ขั้นตอนต่อมา ได้ใช้แผนภูมิต้นไม้มาวิเคราะห์การตัดสินใจภายใต้ค่าคาดหวัง และคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit) พบว่าค่า NPV of EP แต่ละเชื้อเพลิงมีค่าดังต่อไปนี้ ซังข้าวโพดคือ 189,783,741.29 บาท ถ่านหินคือ 186,107,230.47 บาท แกลบคือ 184,755,926.86 บาท ดีเซลคือ 173,234,326.17 บาท และ LPG คือ 159,351,418.94 บาท ตามลำดับจากมากไปน้อย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม ลายมือชื่อนิสิต สมพล พัทจารี
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา 2553

5071518921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : MACHINE REPLACEMENT / ECONOMIC PROFI / CORN SEED FACTORY / FUEL

SOMPOL PATJAREE : A MACHINE REPLACEMENT ANALYSIS FOR INCREASING THE ECONOMIC PROFIT OF CORN SEED FACTORY. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUTHAS RATANAKUAKANGWAN, 131 pp.

The objective of this thesis is to analyze the replacement of machine for increasing economic profit of corn seed factory.

The seed corn plant used the diesel for heat generation. The cost of production has the trend to encore due to the oil price. To increase the economic profit. The plant decided to use the other of fuel to replace the diesel

Considering the possibility of engineering generation heat boiler (Boiler) showed that the replacement. We have the selection fuel cob, husk, coal, LPG. To found the most economic gain and the sensitivity of each type. The best value from the highest to the lowest is cob coal, rice husk, diesel and LPG, but if the break-even point and payback period of the fuel from the highest to the lowest is diesel, cob, coal, rice husk, LPG. Next steps to be used to analyze the decision tree under the expected value and calculate economic profit. Found that the NPV of economic profit for each fuel is the following. Cob is 189,783,741.29 Bath. Coal is 186,107,230.47 Bath. husk is 184,755,926.86 Baht diesel is 173,234,326.17 and LPG is 159,351,418.94 Baht

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Industrial Engineering Student's Signature

Field of Study Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยเอาใจใส่ให้ความรู้และคำปรึกษา ตลอดจนเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ ระหว่างทำวิจัย และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านซึ่งมิได้เอ่ยนามข้างต้น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฑ

สารบัญรูป..... ณ

บทที่ 1: บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2: ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 การบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์..... 4

2.1.1 ความหมายการบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์..... 4

2.1.2 ความหมายของกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์..... 4

2.1.3 ความหมายของต้นทุนเงินลงทุน..... 7

2.1.4 แนวทางการคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์..... 10

2.1.5 แนวทางการสร้างกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์..... 14

2.1.6 กรอบปัจจัยผลักดันกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์..... 14

2.1.7 ข้อจำกัดของระบบการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์... 15

2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ..... 15

2.2.1 การคาดคะเนกระแสการไหลของเงินสดของโครงการ..... 15

หน้า

2.2.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ..... 15
2.2.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ..... 16
2.2.4 ระยะเวลาคืนทุน..... 16
2.2.5 การวิเคราะห์ความไว..... 16
2.2.6 การตัดสินใจในการลงทุน..... 17
2.3 การวิเคราะห์ทดแทนทรัพย์สิน..... 17

บทที่ 3: ข้อมูลเบื้องต้นของหน่วยงานที่ทำการวิจัยและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์..... 21
3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ทำการวิจัย ณ. ปัจจุบัน..... 21
3.2 ความเสี่ยงจากปัจจัยภายในและภายนอกของโรงงานเมล็ดพันธุ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน. 25
3.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรมในการใช้พลังงานทางเลือก..... 27
3.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของพลังงานทางเลือก..... 29
3.4.1 ต้นทุนการผลิต..... 29
3.4.2 NPV..... 30
3.4.3 Payback Analysis..... 32
3.4.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Analysis)..... 33
3.4.5 Internal Rate of Return..... 34

บทที่ 4: การตัดสินใจทดแทนทรัพย์สิน (Replacement and Retention Decision)..... 36
4.1 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มสำหรับเครื่องจักรใหม่..... 36
4.2 วิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)..... 38
4.3 การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้..... 41
4.4 วิเคราะห์ผลมูลค่าเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานเมล็ดพันธุ์
หลังจากมีการลงทุนในเครื่องจักรใหม่..... 42

บทที่ 5: สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ..... 48
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 48
5.2 อุปสรรคและปัญหาในการวิจัย..... 51

หน้า

5.3 ข้อเสนอแนะ 52

รายการอ้างอิง 53

ภาคผนวก 55

ภาคผนวก ก. (Boiler) 56

1. โครงสร้างของหม้อไอน้ำ 58

1.1 เตา (Furnace) 58

1.2 ตัวหม้อไอน้ำ (Boiler Shell) 58

1.3 อุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ 59

2. ชนิดของหม้อไอน้ำ 59

2.1 หม้อไอน้ำท่อไฟ 59

2.1.1 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายนอก 61

2.1.2 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายนอก 62

2.1.3 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบสำเร็จรูป หรือแพคเกจ 63

2.1.4 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบยืน 64

2.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ 65

2.2.1 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่หมุนเวียนธรรมชาติ 68

2.2.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่หมุนเวียนบังคับ 69

2.2.3 หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านเลย 70

3. ลักษณะหม้อไอน้ำที่ดี 71

4. อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบหม้อไอน้ำ 73

4.1 ลิ้นหรือวาล์ว (Valve) 73

4.1.1 วาล์วทรงกลม (Globe Valve) 73

4.1.2 ปลั๊กวาล์ว (Plug Valve) 74

4.1.3 เกทวาล์ว (Gate Valve) 74

4.1.4 บอลล์วาล์ว (Ball Valve) 75

4.1.5 วาล์วกันกลับหรือเชควาล์ว (Check Valve) 75

4.1.6 วาล์วลดความดัน (Pressure Reducing Valve) 76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4.2 เครื่องวัดระดับน้ำ (Valve) 77
4.2.1 เครื่องวัดระดับน้ำแบบแก้ว 77
4.2.2 เครื่องวัดระดับน้ำแบบความดัน 77
4.3 เครื่องวัดความดัน 78
4.4 ระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำ 78
4.4.1 อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำ 78
4.4.2 ถังพักน้ำ 78
4.4.3 มาตรวัดปริมาณน้ำ 78
4.4.4 เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำ 78
4.4.5 เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำ (Feed Water Pump) 79
4.5 ระบบเชื้อเพลิงและการเผาไหม้ 79
4.5.1 เชื้อเพลิงแข็ง (Solid fuel) 79
4.5.2 เชื้อเพลิงผง (Pulverized fuel) 79
4.5.3 เชื้อเพลิงเหลว (Liquid fuel) 79
4.5.4 เชื้อเพลิงก๊าซ (Gas fuel) 80
4.6 ระบบจ่ายไอน้ำ 80
4.6.1 อุปกรณ์แยกน้ำออกจากไอน้ำ 80
4.6.2 วาล์วจ่ายไอน้ำ (Main Steam Valve) 80
4.6.3 ท่อจ่ายไอน้ำ (Steam Pipe) 80
4.6.4 ถังพักไอน้ำ (Header) 81
4.7 ระบบช่วยประหยัดเชื้อเพลิง 81
4.7.1 เครื่องอุ่นลม (Air Preheater) 81
4.7.2 เครื่องอุ่นน้ำ (Economizer) 81
4.8 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของหม้อไอน้ำ 81
4.8.1 ลิ้นนิรภัย (Safety Valve) 81
4.8.2 ปลั๊กหลอมละลายหรือสะดือหม้อไอน้ำ (Fusible Plug) 83
4.8.3 เครื่องควบคุมระดับน้ำ (Water Level Control) 83
4.8.4 สัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติ (Automatic Alarm) 84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4.8.5 สวิทช์ควบคุมความดัน (Pressure Control Switch)..... 84
4.8.6 ฝานิรภัย (Access Door)..... 84
4.9 ฉนวนกันความร้อน (Insulation)..... 84

5. ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำและการตรวจวัด..... 85
5.1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ..... 85
5.2 การตรวจวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ..... 86
6. สาเหตุที่ทำให้หม้อไอน้ำระเบิด..... 86
6.1 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ..... 86
6.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ..... 87
ภาคผนวก ข. (Feasibility)..... 88
1. การคำนวณหาต้นทุนการผลิต..... 88
1.1 รายละเอียดต้นทุนแต่ละเครื่องจักร..... 88
1.2 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง
ซังข้าวโพด..... 89
1.3 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ.... 91
1.4 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน... 92
1.5 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG..... 93
1.6 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล.... 94
2. การคำนวณหาต้นทุนเงินทุน..... 95
3. การคำนวณหาค่า NPV..... 96
3.1 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด..... 96
3.2 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ..... 99
3.3 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน..... 100
3.4 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG..... 102
3.5 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล..... 103

หน้า

4. Payback Analysis..... 105
4.1 Payback Period เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด..... 105
4.2 Payback Period เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ..... 106
4.3 Payback Period เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน.... 107
4.4 Payback Period เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG..... 108
4.5 Payback Period เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล..... 109
5. Break Even Point Analysis..... 111
5.1 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด..... 111
5.2 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ..... 112
5.3 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน..... 113
5.4 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG..... 114
5.5 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล..... 115
6. Internal Rate of Return..... 117
6.1 Internal Rate of Returnเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด..... 117
6.2 Internal Rate of Returnเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ..... 118
6.3 Internal Rate of Returnเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน..... 119
6.4 Internal Rate of Return เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG..... 120

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

6.5 Internal Rate of Return เครื่องกำเนิดความร้อนโดย
ใช้เชื้อเพลิง ดีเซล..... 121
7. วิเคราะห์ Scenario Analysis..... 123
ภาคผนวก ค. (Replacement)..... 132
1. การตัดสินใจทดแทนทรัพย์สิน..... 132
2. คำนวณกระแสเงินสดส่วนเพิ่ม..... 132
3. วิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)..... 134
4. การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้..... 140
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 142

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของโรงงานปี 2552..... 21
ตารางที่ 3.2 การข้อมูลเครื่องกำเนินความร้อนเดิม..... 22
ตารางที่ 3.3 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน
หลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงซังข้าวโพด..... 24
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดที่นำมาวิเคราะห์ต้นทุนเครื่องกำเนินความร้อน..... 29
ตารางที่ 3.5 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย..... 30
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดที่นำมาวิเคราะห์ NPV ของเครื่องกำเนินความร้อน..... 31
ตารางที่ 3.7 NPV ของเครื่องกำเนินความร้อน กรณีคิดเงินทุน 5%..... 31
ตารางที่ 3.8 NPV ของเครื่องกำเนินความร้อน กรณีคิดเงินทุน 9.4 %..... 32
ตารางที่ 3.9 สมมติฐาน คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน..... 33
ตารางที่ 3.10 ระยะคืนทุน ของเครื่องกำเนินความร้อนแต่ละชนิดเชื้อเพลิง..... 33
ตารางที่ 3.11 สมมติฐาน คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน..... 34
ตารางที่ 3.12 ปริมาณจุดคุ้มทุนเครื่องกำเนินความร้อนแต่ละชนิด..... 34
ตารางที่ 3.13 อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนของเครื่องกำเนินความร้อนแต่ละชนิด... 35
ตารางที่ 4.1 คำนวณกระแสเงินสดส่วนเพิ่ม..... 37
ตารางที่ 4.2 การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้..... 41
ตารางที่ 4.3 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน
หลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงซังข้าวโพด..... 43
ตารางที่ 4.4 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน
หลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงแกลบ..... 44
ตารางที่ 4.5 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน
หลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงถ่านหิน..... 45
ตารางที่ 4.6 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน
หลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิง LPG..... .46
ตารางที่ 4.7 สรุปมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน..... 47
ตารางที่ 5.1สรุปการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการจัดซื้อจัดหาเครื่องกำเนิดความร้อน. 48

หน้า

ตารางที่ 5.2 จัดลำดับค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์เครื่องกำเนิดความร้อนแต่ละชนิด.....49
ตารางที่ 5.3 สรุปเงื่อนไขในการวิเคราะห์ความไว.....49
ตารางที่ 5.4 สรุปการประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้.....50
ตารางที่ 5.5 สรุปมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน.....50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของเส้นโค้งต้นทุนรายปี..... 19
รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการศึกษาการทดแทนทรัพย์สินแต่ละวิธี..... 20
รูปที่ 2.3 ขบวนการทดแทนเครื่องจักร..... 20
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว %ของราคาขายและ NPV ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด. 38
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว %ของปริมาณขายและ NPV
ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด..... 39
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว % Fix cost และ NPV ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด..... 39
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว % Variable cost และ NPV
ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด..... 40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศที่มีอุตสาหกรรมหลักคือสินค้าเกษตร และการเพาะปลูกได้มีการพัฒนาสายพันธุ์กันมาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่และมีผลผลิตต่อไร่ให้ได้มากที่สุด ดังนั้นเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตในการเพาะปลูก

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง ที่มีมูลค้าทางการตลาดอีกตัวหนึ่ง โดยมีบริษัทหรือโรงงานที่ทำหน้าที่พัฒนาเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกร ได้เมล็ดพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่อการเพาะปลูกที่สูง

โรงงานเมล็ดพันธุ์เป็นโรงงานที่คอยทำหน้าที่ ในการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นาน สำหรับการเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไป โดยปกติจะเก็บเมล็ดพันธุ์ถึงสองปี

วิธีการทำงานในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด คือ นำเอาฟักข้าวโพดมาคัดฝักที่ไม่แข็งแรงออก จากนั้นนำไปลดความชื้น จากประมาณ 30% ให้ลดลงเหลือ 12% จากนั้นจึงนำมากะเทาะและคัดเลือกเมล็ดที่ดี เคลือบยา และบรรจุเพื่อขาย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มีความต้องการใช้ความร้อนเข้ามาช่วยในกระบวนการลดความชื้น และในปัจจุบันยังมีการใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการเผาไหม้ทำให้เกิดความร้อนจากนั้นนำความร้อนเข้ามาอบ แต่แนวโน้มของราคาน้ำมันมีอัตราที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามราคาน้ำมัน ฉะนั้นจึงมีการค้นหาพลังงานที่จะมาทดแทนในส่วนนี้ นั้นก็คือ พลังงานความร้อนจากการเผาซังข้าวโพดที่ได้หลังจากการกะเทาะเอาเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ต้นทุนต่ำเพราะได้จากการนำ วัตถุดิบที่เหลือจากการผลิต มาใช้ประโยชน์

ในสภาวะปัจจุบันธุรกิจทางด้านเมล็ดพันธุ์ มีการแข่งขันที่สูงมาก ทั้งทางด้านราคา คุณภาพ ซึ่งปัญหาที่โรงงานเมล็ดพันธ์ ประสบอยู่ในปัจจุบันนั้น มีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อโรงงานเมล็ดพันธุ์ และปัจจัยภายในกิจการโรงงานเมล็ดพันธุ์

ปัจจัยภายนอกวิเคราะห์ตามสภาพอุตสาหกรรมโรงงานเมล็ดพันธุ์ คือ

1. การแข่งขันจากคู่แข่งปัจจุบัน มีการแข่งขันที่รุนแรงโดยเฉพาะการแข่งขันด้านราคา

2. ราคาน้ำมันโลก มีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามราคาน้ำมันโลก

ปัจจัยภายในวิเคราะห์ตามสภาพอุตสาหกรรมโรงงานเมล็ดพันธุ์คือ

1. การดำเนินงาน เช่น ผลิตต้องเสียค้าใช้จ่ายทางพลังงานที่สูงทำให้ต้นทุนมีราคาสูง

2. การเงินที่ใช้ในการลงทุนในเครื่องจักรมีมูลค่าสูง ทำให้เกิดความเสี่ยงในการลงทุนเครื่องจักรแต่ละครั้ง จึงไม่มีการเลือกใช้พลังงานทดแทน แทนการใช้น้ำมันดีเซลเดิม

ดังนั้นจึงได้นำโครงการการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงพลังงาน เป็นกรณีศึกษาในการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ใช้หาแนวทางการพัฒนาระบบการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากว่าเป็นโครงการที่สามารถเก็บข้อมูลได้ และระยะเวลาในการเก็บข้อมูลไม่ยาวมากนัก สำหรับการการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ โครงการได้นำหลักเกณฑ์การวัดทางเศรษฐศาสตร์คือ มูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจ (Economic Value Added) มาเป็นตัววัดความสามารถ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดทางด้านการเงินของโครงการ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ของโครงการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงทำความร้อนโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1 ศึกษาวิจัยนี้จะดำเนินการเฉพาะขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์เท่านั้น โดยไม่มีการนำแผนดังกล่าวไปปฏิบัติจริงในช่วงการวิจัย โดยใช้กรณีศึกษาการลงทุนในโครงการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงทำความร้อนในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งพิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงทำความร้อนจากน้ำมันดีเซล มาเป็นซังข้าวโพด เท่านั้น

2 ในการพิจารณามูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์จะคิดค่าคาดหวังของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เท่านั้น โดยคำนวณตามสูตร

มูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ = กำไรหลังจากหักภาษี – ต้นทุนเงินลงทุน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1 ศึกษาทฤษฎี บทความวิชาการ และการจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

2 วัดผลมูลค่าเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์" (Economic Profit: EP) ของโรงงาน ณ. ปัจจุบัน

3 ประเมินความเสี่ยงจากปัจจัยภายในและภายนอกของโรงงานเมล็ดพันธุ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

4 วิเคราะห์ทางเลือกในการใช้พลังงาน

5 วิเคราะห์ความไว

6 สร้างรูปแบบในการตัดสินใจในการทดแทน

7 วิเคราะห์ผลมูลค่าเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์" (Economic Profit: EP) ของโรงงานเมล็ดพันธุ์ หลังจากมีการลงทุนในเครื่องจักรใหม่

8 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ พร้อมทั้งจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงให้ความร้อนโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

2 โรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มีรูปแบบในการตัดสินใจในการทดแทนการเปลี่ยนแปลงเครื่องกำเนิดความร้อนโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการและแนวคิดพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย แนวคิดของระบบการบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ที่นำมาใช้แนวทางการคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์

2.1 การบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Value Management)

2.1.1 ความหมายการบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Value Management)

การบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ ระบบบริหารจัดการองค์กรที่ได้นำเอาปัจจัยสำคัญต่างๆที่เกี่ยวข้องในหารดำเนินธุรกิจขององค์กรมาพิจรณาร่วมกันอย่างครบถ้วน ในการวางแผนการดำเนินการทางธุรกิจขององค์กร เพื่อให้องค์กรสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ในองค์กร โดยนำหลักการสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐศาสตร์นี้ใช้ เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจลงทุนในกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร ซึ่งใช้ตัวชี้วัดที่เรียกว่า กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit) เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบผลการดำเนินการขององค์กร โดยพิจรณาจากการเปลี่ยนแปลงของกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ ในแต่ละช่วงเวลา และใช้ข้อมูล และใช้ข้อมูลที่ได้รับนี้ในการทบทวนการวางแผนกลยุทธ์และแผนธุรกิจขององค์กรต่อไป ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง

2.1.2 ความหมายของกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์

กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ กำไรสุทธิที่หักค่าใช่จ่ายทุกอย่างรวมทั้งการหักต้นทุนค่าเสียโอกาสของผู้ถือหุ้น กำไรส่วนที่เหลือนี้คือกำไรที่แท้จริงขององค์กร การวัดกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์สามารถทำได้โดย นำกำไรจากการดำเนินการหลังหักภาษี ลบด้วยต้นทุนเงินเพื่อใช้ทำกำไรนั้นๆ บางครั้งอาจเรียกต้นทุนว่ากำไรขั้นต่ำที่ต้องทำได้ การพิจรณาโดยใช้กำไรสุทธิเป็นหลักนั้นมีข้อจำกัดทางเศรษฐศาสตร์ที่

สำคัญคือ ในการคำนวณกำไรสุทธินั้น องค์กรไม่ได้คำนวณต้นทุนค่าเสียโอกาสของผู้ถือหุ้นหรือต้นทุนของเจ้าของ

กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit) = กำไรการดำเนินงานหลังหักภาษี – ต้นทุนเงินทุน

ส่วนประกอบหลัก ๆ ในการคำนวณ EVA จะมีในงบกำไรขาดทุนและงบดุล คือ

1. **กำไรหลังหักภาษี** (Net Operating Profit after Tax : NOPAT) ซึ่งคำนวณจากรายได้ลบด้วยค่าใช้จ่ายทางด้านปฏิบัติการและภาษี

2. **เงินลงทุน** (Capital) ซึ่งประกอบด้วยเงินลงทุนหมุนเวียน เงินลงทุนถาวร และส่วนของสินทรัพย์อื่นๆ ที่ก่อให้เกิดรายได้

3. **ต้นทุนของเงินลงทุน** (Capital Charge) คือผลตอบแทนที่ทั้งผู้ถือหุ้นหรือเจ้าหนี้ต้องการ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือผลตอบแทนที่นักลงทุนต้องการเพื่อชดเชยกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นต่อเงินลงทุน หากจะต้องไปกู้ยืมเงินมาลงทุนทั้งหมด ดอกเบี้ยของเงินทุนก็คือต้นทุนของเงินลงทุน

ต้นทุนของเงินลงทุน (Capital Charge) = เงินลงทุน (Capital) x อัตราของผลตอบแทนที่ต้องการ

สมการสำหรับการหาค่า EVA

EVA = NOPAT – Capital Charge

= กำไรสุทธิหลังจากหักภาษี – ต้นทุนเงินลงทุน

ตัวอย่างการคำนวณ

สมมุติว่ามีเงินอยู่ 2,000 บาท นำไปลงทุนทำธุรกิจผลิตสินค้าขาย ตลอดปีขายของได้ 1,000 บาท คิดต้นทุนสินค้าและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ 700 บาท ธุรกิจเช่นนี้สมควรจะดำเนินการหรือไม่

การคิดหาค่า EVA จะเป็นดังนี้

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ยอดขาย	1,000
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	700
กำไรก่อนเสียภาษี	300
ภาษีประจำปี 30% ของกำไร	90
กำไรสุทธิหลังจากหักภาษี (NOPAT)	300-90 = 210
เงินลงทุน (Invest Capital) 2,000	2000
ต้นทุนของเงินลงทุน (Capital Charge) (ปล่อยกู้จะได้ร้อยละ 10 ต่อปี)	2000 x 0.1 = 200

EVA = 210 – 200 = 10 **บาท**

ค่า EVA เป็นบวกจะแสดงให้เห็นว่าธุรกิจที่เราทำนั้นดีกว่านำเงินไปปล่อยให้คนอื่นกู้ การกู้นั้นไม่ต้องมีความเหนื่อยในการดำเนินการเลย มีเพียงแต่การวิเคราะห์หาลูกหนี้ชั้นดีเท่านั้น

ดังนั้นหากจะต้องทำอะไรที่เหนื่อยมากกว่า ก็ควรจะได้ผลตอบแทนที่ดีกว่า แต่ถ้าหากผลออกมาเป็นลบเช่น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงขึ้นเป็น 740 บาท ก็จะทำให้ค่า EVA เท่ากับ 1,000 - 740 เหลือกำไรขั้นต้น 260 เสียภาษีอีก 30% เหลือกำไร 260 - 78 = 182 บาท ค่า EVA คือ 182 - 200 = -18 บาท กรณีนี้ก็ควรปล่อยเงินให้คนอื่นกู้แทนจะไปทำธุรกิจ

ตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการคำนวณ EVA อย่างง่ายๆ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า ค่า EVA เป็นบวกก็แสดงว่างานที่ทำลงไปนั้นคุ้มกับเงินลงทุน หากเป็นลบก็จะไม่คุ้มสมควรที่จะอยู่เฉยๆ ดีกว่า แต่ในการลงทุนทำกิจการใหญ่ๆ

ในปีแรก ยังไม่มีผลประกอบการหรือยอดขาย ค่า EVA ก็จะเป็นค่าติดลบ ดังนั้นจะต้องมีการคิดหลายปีต่อเนื่อง เช่นหากคิดว่าจุด คุ้มทุนจะเป็นเวลา 5 ปี ก็นำค่า EVA ทั้ง 5 ปี มาหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) เพื่อเปรียบเทียบกับ NPV ของกำไรสุทธิหลังจากหักภาษี (NOPAT)

นอกจากนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ การตัดสินใจในการลงทุน ซึ่งอาจมีหลายรูปแบบ หลายโครงการได้อย่างชัดเจน โดยการเปรียบเทียบกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit) ที่ได้รับในแต่ละรูปแบบ และ/หรือในแต่ละโครงการ ซึ่งช่วยให้องค์กรตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

2.1.3 ความหมายของต้นทุนเงินลงทุน

ต้นทุนเงินลงทุนมาจากสองแหล่งคือ ผู้กู้ให้กู้และผู้ถือหุ้น ดังนั้น ต้นทุนเงินลงทุนจึงอยู่ในสองรูปแบบ ได้แก่ ต้นทุนเงินกู้ซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย และต้นทุนเงินทุนจากผู้ถือหุ้นซึ่งหมายถึงค่าเสียโอกาสอันเกิดจากที่ผู้ถือหุ้นสามารถนำเงินทุนนี้ไปลงทุนในธุรกิจอื่น

ต้นทุนเงินลงทุน (Capital Charge)

คือ ต้นทุนของเงินทุนที่เกิดจากการก่อหนี้และส่วนของเจ้าของหรืออัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ธุรกิจต้องการจากการลงทุนในโครงการนั้น

เงินลงทุน (Investment Capital)

สินทรัพย์หมุนเวียนสุทธิ (Working Capital) หมายถึง สินทรัพย์ที่กิจการสามารถเปลี่ยนเป็นเงินสดได้ภายในระยะเวลา 1 ปี หรือในวงรอบวงจรการดำเนินงานตามปกติของกิจการ ได้แก่ เงินสด เงินฝากธนาคาร เงินฝากระยะสั้น ตั๋วเงินรับ ลูกหนี้ รายได้ค้างรับ สินค้าคงเหลือ

สินทรัพย์ถาวร (Fixed Capital) หมายถึง สินทรัพย์ที่มีอายุใช้งานนานว่า 1 ปี หรือเกินกว่ารอบดำเนินงานตามปกติ เป็นสินทรัพย์ประเภทมีตัวตนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้งานได้แก่ ที่ดิน อาคาร อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์ร้านค้า อุปกรณ์ในการขนส่ง

อัตราต้นทุนเงินทุน (WACC) ต้นทุนของเงินถั่วเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital – WACC) เมื่อคำนวณต้นทุนของเงินทุนแต่ละแหล่งใดแล้ว ก็นำมาคำนวณหาต้นทุนจองเงินทุนรวมของโครงสร้างเงินทุนของธุรกิจปัจจุบันโดยวิธีถั่วเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งต้นทุนของเงินทุนนี้จะเป็นตัวเลขบอกธุรกิจเรื่องอัตราผลตอบแทนต่ำที่สุดที่ธุรกิจนี้ควรจะได้รับจากการลงทุนจากโครงการต่างๆ

ต้นทุนเงินทุนจากผู้ถือหุ้น (Cost of Equity)

ต้นทุนเงินทุนกู้หลังหักภาษี (Cost of Debt after Tax)

โครงการ (Project) เงินลงทุน หมายถึง เงินสดที่ต้องใช้จ่ายทั้งหมดเพื่อให้ได้มาซึ่งสินทรัพย์หรือโครงการใหม่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้

เงินทุนหมุนเวียน/เงินทุนดำเนินงาน (Working Capital) หมายถึง เงินทุนหรือสินทรัพย์หมุนเวียน ที่ต้องจ่ายเพิ่มเพื่อให้เกิดสภาพคล่องของโครงการลงทุน ได้แก่ เงินสด ลูกหนี้ สินค้า วัตถุดิบ เป็นต้น

แหล่งเงินทุน

เงินกู้ยืม (Debt)

- เงินกู้ระยะยาว
- เงินกู้จากสถาบันการเงิน (Loans)
- ออกหุ้นกู้ (Corporate bonds of Debentures)
- เงินกู้ระยะสั้น
- เงินเบิกเกินบัญชี (Overdraft)
- ออกตั๋วเงิน (Commercial Paper)

เงินทุนจากส่วนผู้ถือหุ้นหรือเจ้าของ (Equity)

- ขายหุ้นสามัญ (Common Stock)
- ขายหุ้นบุริมสิทธิ (Preferred stock)
- ขายใบสำคัญแสดงสิทธิผู้ถือหุ้นสามัญ (Warrant)

ต้นทุนของเงินถั่วเฉลี่ย (WACC)

- อัตราผลตอบแทนของเจ้าของเงินทุนที่นำมาใช้ในการดำเนินงานของกิจการถั่วเฉลี่ย (Return Vs Cost)
- เงินทุนแต่ละแหล่งมีเงินทุนไม่เท่ากัน
- เงินทุนจากการกู้ยืม มีต้นทุนต่ำกว่า เพราะมีประโยชน์ทางด้านภาษี (ดอกเบี้ยหักค่าใช้จ่ายทางภาษีได้) ความเสี่ยงของเจ้าหนี้ต่ำกว่า

หนีสินและทุน

งบดุลทางด้านหนีสินและทุน แสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของเงินทุนทางธุรกิจนั้น ณ วันนั้นที่เข้ามาทั้งในรูปเงินทุนระยะสั้น และเงินทุนระยะยาว ประกอบกันเป็นโครงสร้างทางการเงินในส่วนโครงสร้างทุน จะเน้นเฉพาะเงินทุนระยะยาว การเข้ามาของเงินทุนดังกล่าว เข้ามาในลักษณะหนีระยะยาวและส่วนของผู้ถือหุ้น และส่วนของผู้ถือหุ้นนี้ยังแบ่งเป็นส่วนภายใน ได้แก่ กำไรที่ธุรกิจทำมา หาได้

หลังจ่ายปันผล สะสมไว้ลงทุนต่อ ซึ่งถือว่าเป็นเหน่งเงินทุนที่สำคัญยิ่งต่อธุรกิจที่กำลังขยายตัว และจากการจำหน่ายหุ้น การจัดหาแหล่งเงินทุ่นเข้ามาแต่ละรูปแบบจะส่งผลต่อความเสี่ยงทางการเงินของธุรกิจนั้นตลอดจนการดำเนินงานของธุรกิจ

หนี้สิน (Debt)

หนี้สินมุ่นเวียน

หนี้สินมุ่นเวียนเป็นภาระผูกพันอันเกิดจากซื้อสินค้าและบริการ หนี้สินค่าภาษี ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เงินมัดจำ เงินยืมพนักงาน ตั๋วเงินจ่าย เงินกู้ธนาคารระยะสั้น หนี้สินระยะยาวที่ครบกำหนดภายในหนึ่งปี รายการที่จัดอยู่ในประเภทหนี้สินมุ่นเวียนมีลักษณะดังนี้

1. เป็นภาระผูกผันที่อยู่ในวงจรดำเนินงาน เริ่มตั้งแต่ ซื้อวัตถุดิบ ผลิตตลอดจนจำหน่ายสินค้าและได้เงินมา เช่น หนี้สินจากการซื้อวัตถุดิบ วัสดุเพื่อใช้ในการผลิต หรือให้บริการ เพื่อหารายได้
2. หนีสินที่เกิดจากการดำเนินงานซึ่งเกี่ยวพันกับวงจรดำเนินงานโดยตรง
   เจ้าหนี้ทางการค้า เจ้าหนี้ทางการค้าควรเป็นรายการจำนวนหนี้รวมอันเกิดมาจากการซื้อวัตถุดิบหรือสินค้าเป็นเงินเชื่อ

หนี้ระยะยาว

เป็นหนี้ที่มีภาระผูกพันชำระเงินเกินกว่าหนึ่งปี ได้แก่ เงินกู้ระยะยาวจากธนาคารหรือจากแหล่งอื่น หุ้นธนบัตรหรือหุ้นกู้ ข้อมูลที่ควรทราบในการวิเคราะห์ ได้แก่ อัตราดอกเบี้ย ระยะเวลาครบกำหนดไถ่ก่อน หากเป็นเงินกู้จากธนาคารข้อมูลที่ควรทราบเพิ่มเติม ก็คือ ลักษณะหนี้ มีหลักประกันหรือไม่ กรณีเป็นธนบัตรหรือหุ้นกู้ ควรทราบเงื่อนไขเป็นต้นว่า การแปลงสภาพ การเรียกคืน หลักประกัน กองทุนไถ่ถอนหนี้

ส่วนเจ้าของหรือผู้ถือหุ้น

ส่วนเจ้าของ เป็นส่วนที่แสดงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในกิจการนั้นโดยแท้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหุ้นสามัญ ในกรณีเลิกกิจการหรือชำระบัญชี เจ้าหนีจะได้รับเงินคืนเต็มจำนวนก่อนผู้ที่ถือหุ้นจะได้รับเงินคืน จะเป็นรูปแบบเงินสดหรือสินทรัพย์ แล้วแต่กรณี

2.1.4 แนวทางการคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์

กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit) = NOPAT – Capital Charge

= กำไรสุทธิหลังจากหักภาษี – ต้นทุนเงินลงทุน

ต้นทุนของเงิน (WACC) คือผลตอบแทนทางการเงินที่ผู้ลงทุนคาดหมายว่าจะได้รับจากการลงทุนของตน โดยคำนวณจากผลตอบแทนขั้นต่ำซึ่งเจ้าของเงินกู้หรือผู้ถือหุ้นต้องการเรียกว่า อัตราต้นทุนเงินทุน (Cost of Capital) คูณด้วย เงินทุน (Capital) ซึ่งเป็นเงินทุนที่ลงไว้เมื่อเริ่มต้น อาจกล่าวได้ว่าต้นทุนเงินทุนเปรียบได้เป็น ค่าเช่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Rent) ซึ่งทางองค์กรต้องจ่ายให้กับผู้ลงทุน (หรือผู้เช่าสินทรัพย์) โดยถือว่าเป็นต้นทุนแบบหนึ่ง เช่นเดียวกับต้นทุนอื่นๆ ในการดำเนินธุรกิจและจะต้องหักลบเงินทุนนี้ออกจากกำไรจากการดำเนินงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งกำไรที่แท้จริงทางเศรษฐศาสตร์ หรือที่เรียกว่า กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit)

เงินทุน (Capital) คือ เกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการวัดจำนวนเงินทั้งหมดที่เจ้าของเงิกู้หรือผู้ถือหุ้นลงทุนในการดำเนินงานธุรกิจตั้งแต่เริ่มประกอบกิจการ อาจกล่าวโดยง่ายว่า เงินทุนคือเงินที่ลงในธุรกิจ และสามารถคำนวณเงินทุนได้จากการนำข้อมูลในงบดุลมาปรับปรุงทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งคำนวณได้ 2 วิธี

วิธีที่ 1 คิดจากสินทรัพย์ โดยการรวมเงินทุนหมุนเวียนสุทธิ สินทรัพย์ถาวรสุทธิ สินทรัพย์ที่ใช้ในการดำเนินงานอื่นๆ และยอดกำไร/ขาดทุนสะสมซึ่งเกิดจากรายได้พิเศษและไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำ

วิธีที่ 2 คิดจากหนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น โดยรวมหนี้สินที่มีดอกเบี้ย ส่วนของผู้ถือหุ้น และราการปรับปรุงต่างๆที่มีผลต่อเงินทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์

วิธีการคำนวณ

ในการคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit) มีวิธีการคำนวณ 2 ขั้นตอน คือ การจัดทำงบการเงินในเชิงเศรษฐศาสตร์ และการคำนวณต้นทุนเงินทุน

<u>ขั้นที่ 1 การจัดทำงบการเงินในเชิงเศรษฐศาสตร์</u>

การจัดทำงบการเงินในเชิงเศรษฐศาสตร์ สามารถจัดทำขึ้นจากการปรับปรุงงบการเงิน NOPAT และงบดุลจะถูกปรับปรุงเป็นงบทุน (Capital) ซึ่งการปรับปรุงงบการเงินเป็น งบการเงินในเชิงเศรษฐศาสตร์ดังกล่าวจะทำให้ผู้บริหารทราบถึงความสามารถในการทำกำไรจากการดำเนินงาน และการใช้ทุนทรัพย์เชิงเศรษฐศาสตร์ที่มีตัวเลขถูกต้องกว่าตัวเลขในบัญชี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงงบการเงินในเชิงเศรษฐศาสตร์

1. เพื่อให้รายได้ ค่าใช้จ่าย และต้นทุนเงินทุน มีความสอดคล้องและเกิดขึ้นในเวลาช่วงเดียวกัน
2. เพื่อให้รายได้ ค่าใช้จ่าย และต้นทุนเงินทุน มีความเป็นกลาง ไม่ถูกบิดเบือนในการตัดสินใจของผู้บริหาร
3. เพื่อให้สามารถกำหนดความรับผิดชอบของผลงานได้ชัดเจน เช่น สินทรัพย์ทุกอย่าง ซึ่งสามารถสร้างรายได้และใช้เงินทุนขององค์กรควรนำมาคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์
4. เพื่อให้สามารถแบ่งแยกต้นทุนดำเนินการ ออกจากต้นทุนทางการเงินได้อย่างชัดเจน

หลักที่ใช้ในการพิจารณาการปรับปรุงรายการ

การคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ ให้ถูกต้องตามทฤษฎีต้องทำการปรับปรุงงบการเงินที่ไม่สะท้อนค่าทางเศรษฐศาสตร์ ให้เป็นงบการเงินในเชิงเศรษฐศาสตร์ทุกรายการ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติสามารถเลือกปรับปรุงบางรายการที่มีนัยสำคัญก็เพียงพอที่จะใช้วัดค่ากำไรเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว

รายการปรับปรุง

จากหลักที่ใช้ในการกลั่นกรองทั้ง 4 ข้อ พบว่าองค์กรทั่วไปควรทำการปรับปรุงรายการในงบการเงินให้มีความเหมาะสม ในการคำนวณกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ ประมาณ 12 รายการ

1. ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย
2. หนี้สินระยะสั้น / ยาวที่ไม่มีดอก
3. ภาษีเศรษฐศาสตร์
4. ค่าความนิยม
5. ผู้ถือหุ้นส่วนน้อย
6. ค่าเผื่อการสูญเสีย
7. ค่าเผื่อสำรอง
8. การประเมินมูลค่าสินทรัพย์ใหม่
9. กำไรหรือขาดทุนจากอัตราแลกเปลี่ยน
10. รายการพิเศษ
11. การก่อสร้างที่อยู่ในการดำเนินการ
12. ค่าเช่าสินทรัพย์เพื่อใช้ในการดำเนินงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากคัดเลือกรายการในงบการเงินที่มีความจำเป็นต้องปรับปรุง เป็นงบประมาณในเชิงเศรษฐศาสตร์ ตามหลักการดังกล่าวข้างต้นแล้ว จะทำการปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้ในหลักเกณฑ์ทั่วไปในการกำหนดแนวทางวัดมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะได้ NOPAT และเงินทุน

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณต้นทุนเงินทุน (WACC)

ต้นทุนเงินทุน คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามโครงสร้างเงินทุนของต้นทุนเงินทุนของผู้ให้กู้และต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น

ต้นทุนเงินทุน = (หนี้สิน x อัตราต้นทุนของผู้ให้กู้หลังหักภาษี) + (ส่วนของผู้ถือหุ้น x อัตราต้นทุนของผู้ถือหุ้น)

อัตราต้นทุนของผู้ให้กู้ (Cost of Debt, Kd)

อัตราต้นทุนของผู้ให้กู้ หรืออัตราต้นทุนกู้กำหนดได้หลายแนวทาง และให้ต้นทุนที่ต่างกัน ดังนี้

1. กำหนดจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่องค์กรจ่ายจริง ต้นทุนที่ได้จะเป็นตัวแทนของต้นทุนในอดีตและปัจจุบันขององค์กร
2. กำหนดความหน้าเชื่อถือขององค์กร (Credit Rating) ในองค์กรที่มีการจัดอันดับความน่าเชื่อถือสามารถใช้อัตราผลตอบแทนขององค์กรตามลำดับความเสี่ยง แทนต้นทุนของผู้ให้กู้ และต้นทุนที่ได้จะเป็นตัวแทนของต้นทุนเงินกู้ขององค์กรในระยะยาว
3. กำหนดโดยใช้เครื่องมือประเมินส่วนเพิ่มความเสี่ยงจากผู้กู้เงินที่พัฒนาโดย Professor Damodaran แห่ง New York University ที่เรียกว่า Synthetic Debt Rating ซึ่งจะประเมินระดับความน่าเชื่อถือโดยดูจากความสามารถในการจ่ายดอกเบี้ย

ต้นทุนของผู้ให้กู้ที่ดี ควรสามารถใช้เป็นตัวแทนต้นทุนขององค์กรในระยะยาว

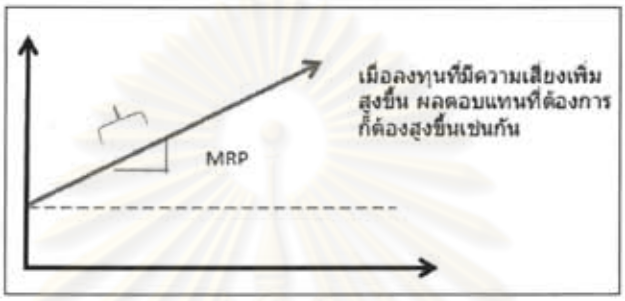
อัตราต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น (Cost of Equity, Ke)

อัตราต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้นหรืออาจเรียกว่าอัตราต้นทุนค่าเสียโอกาสของเจ้าของ

การคำนวณหาต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น

สำหรับการคำนวณต้นทุนเงินทุนในส่วนของผู้ถือหุ้น หรือในส่วนของทุนที่เราลงไปจำเป็นต้องพิจารณาถึงต้นทุนเสียโอกาสในบริษัทที่จะนำเงินลงทุนดังกล่าวไปลงทุนอย่างอื่นอีกมาก ที่จะได้

ผลตอบแทนที่มากกว่าการลงทุนนี้ จึงมีการเสนอแนวคิดในการคำนวณหาต้นทุนเงินลงทุนในส่วนผู้ถือหุ้น (Cost of Equity) ที่ได้แสดงถึงความเสี่ยงหรือความมาแน่นนอนที่อาจเกิดขึ้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจ โดยการใช้สูตร Capital Asset pricing Model (CAMP) เนื่องจากทฤษฎี CAMP แสดงความสัมพันธ์ของ R_f, $Belta_{levered}$ และ Market Risk Premium เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเสี่ยงและผลตอบแทน มีความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 8.1 โมเดลการคำนวณหาค่าต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น

$$\text{Cost of Equity} = R_f + Belta_{levered} * \text{Market Risk Premium}$$

$$Belta_{levere} = Belta_{\text{un levere}}$$

โดยที่

Cost of Equity = ต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น หรือผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ

R_f = Risk Free Rate = ผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง

$Belta_{levere}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบแทนต่อความเสี่ยงในการลงทุนสำหรับองค์กรที่มีเงินทุนผู้ถือ หุ้นที่ประกอบด้วยเงินกู้ และเงินทุนผู้ถือหุ้น

$Belta_{\text{un levere}}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบแทนต่อความเสี่ยงในการลงทุนสำหรับองค์กรที่มีเงินทุนผู้ถือ หุ้น 100%

Market Risk Premium = ผลต่างของผลตอบแทนของตลาดที่สูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง

T = อัตราภาษี

D/E = อัตราเปรียบเทียบระหว่างส่วนของนี่สินและผู้ถือหุ้น

หากเงินทุนของส่วนของเจ้าของ 100% ดังนั้นส่วนคำนวณหาต้นทุนของผู้ถือหุ้น โดยใช้ทฤษฎี CAMP จะได้ว่า

Cost of Equity = Risk Free Rate + Belta $_{\text{un levere}}$ * Market Risk Premium

กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์จะเพิ่มขึ้นหากองค์กรสามารถดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หากองค์กรดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น
2. หากมีการลงทุนใหม่ๆที่เพิ่มมูลค่าให้กับองค์กร หรือหากดึงเงินทุนออกจากกิจกรรมที่ไม่ได้สร้างมูลค่าให้กลับองค์ประกอบของสูตร กำไรเชิงเศรษฐศาสตร์

2.1.5 แนวทางการสร้างกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์

1.ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและภาษี เพื่อให้ได้กำไรจากการดำเนินงานหลักหักภาษีเพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้ว่า ดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น เพื่อสร้างผลตอบแทนที่มากขึ้นให้กับเงินทุนที่ลงไว้ในธุรกิจ

2. ลงทุนในโครงการต่างๆ ที่ให้ผลดำเนินงานหลังหักภาษีสูงกว่าต้นทุนเงินทุนที่เพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า ลงทุนในการเติบโตที่สร้างกำไร โดยลงทุนในทุกโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวกซึ่งจะให้ผลตอบแทนสูงกว่าต้นทุนเงินทุน

3. ดึงเงินทุนออกจากการดำเนินงานใดๆ ต้นทุนที่ลดลงมีมูลค่าสูงกว่ากำไรจากการดำเนินงานหลังหักภาษีลดลง หรือกว่าอีกแบบหนึ่งว่า ขาย หรือหยุดการลงทุนในสินทรัพย์ หรือกิจกรรมที่ไม่ได้สร้างผลตอบแทนเท่ากับหรือมากกว่าต้นทุนของเงินทุน เช่น การขายสินทรัพย์ซึ่งมีมูลค่าต่อผู้อื่นมากว่าองค์กรของเรา การลดสินค้าคงคลัง และการเก็บเงินลูกนี้การค้าเร็วขึ้น

2.1.6 กรอบปัจจัยผลักดันกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์

กรอบปัจจัยผลักดันกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ช่วยให้องค์กรสามารถประเมิน และระบุส่วนที่มีผลกระทบโดยตรงกับการสร้างหรือทำลายมูลค่าขององค์กร ซึ่งมีองค์ประกอบหลักๆคือ

1. รักษาและปรับปรุงยอดขายโดยรักษาฐานลูกค้าในเชิงรุก การให้บริการส่งมอบที่ดีขึ้น ลดการลดลงของอัตรากำไร
2. สร้างความสามรถในการผลิตที่ดีขึ้น โดยการลำการทำงานที่ซ้ำซ้อน กิจกรรมที่ไม่จำเป็น การเพิ่มขีดความสามารถและแผนการใช้ทรัพยากร ปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

3. ปรับปรุงการบริหารลูกหนี้การค้า เจ้าหนี้การค้า และกระบวนการห่วงโซ่มูลค่า (Supply Chain Management)

2.1.7 ข้อจำกัดของระบบการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

1. ระบบ EVM มีแนวโน้มที่จะมุ่งเน้นทำให้ผู้บริหารมุ่งเน้นที่ผลการดำเนินงานด้านการเงินมากเกินไป แทนที่จะมุ่งเน้นการบริหารโดยพิจารณาจากกลยุทธ์ขององค์กร โดยมีจุดมุ่งหมายด้านการเงินเป็นองค์ประกอบ
2. การใช้ระบบ EVM ในการบริหารในงาน อาจเกิดความยุ่งยากในการทำความเข้าใจกับผู้เกี่ยวข้อง ทั้งในแง่แนวคิดและวิธีในการคำนวณ
3. การกำหนดตัวชี้วัดระยะยาวเข้าไปในการบริหารตามระบบ EVM นั้นอาจดำเนินการได้ค่อนข้างลำบาก

2.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ

2.2.1 การคาดคะเนกระแสการไหลของเงินสดของโครงการ (Cash Flow)

การคาดคะเนกระแสการไหลของเงินสดของโครงการ เป็นการวิเคราะห์กระแสเงินสดของโครงการ (Cash Flow) ซึ่งประกอบด้วยกระแสเงินสดรับ กระแสเงินสดจ่าย และกระแสเงินสดสุทธิ โดยมีรูปแบบความสัมพันธ์ดังนี้

กระแสเงินสดสุทธิ = กระแสเงินสดรับ – กระแสเงินสดจ่าย

โดยทำการคาดคะเนทำให้มราบเงินทุนหมุนเวียนและกำไร ขาดทุนในแต่ละปี

2.2.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

โดยทั่วไปการวิเคราะห์โครงการจะใช้วิธีการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยหาผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับหรือผลตอบแทน (มูลค่าปัจจุบันของผลได้) กับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายหรือต้นทุน (มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ = มูลค่าปัจจุบันของผลได้ – มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

2.2.3 **อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ** (Internal Rate of Return: IRR)

มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับหรือผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายหรือต้นทุน คำนวณหาค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการสามารถทำได้โดยวิธี Trial and error เป็นวิธีการทดลองเพื่อทดสอบหาระดับของอัตราส่วนลดหลายๆอัตรา แล้วเลือกส่วนลดที่ทำให้มูลค่าค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ ซึ่งอัตราส่วนลดนี้ก็คือผลตอบแทนภายในโครงการนั่นเอง ซึ่งวิธี Trial and error นั้นพบว่าไม่สะดวกในการปฏิบัติเนื่องจากต้องเสียเวลาในการคำนวณเพื่อหาอัตราส่วนลดหลายๆอัตราเพื่อทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์

2.2.4 **ระยะเวลาคืนทุน** (Payback Period)

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุ คือ การประมาณระยะเวลาการคืนทุน ของการลงทุน ซึ่งการคำนวณระยะเวลาของการลงทุน เป็นข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนในการเลือกการลงทุน โดยมีสูตรการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

$$0 = P + \sum NCF\left(\frac{P}{F,I,t}\right)$$

โดยที่ NCF คือการประเมณกระแสเงินสดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเท่ากันทุกๆปี สามารถแทนด้วย (P/A) Factor และใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$0 = P + \sum NCF\left(\frac{P}{A,I,n}\right)$$

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินงานที่มีผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิจากโครงการสามารถชดเชยเงินลงทุนตอนเริ่มต้นโครงการ วิธีหาระยะเวลาคืนทุนหรือจำนวนปีที่จะทำให้ได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินที่ลงทุนนี้ สามารถคำนวณได้ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี

2.2.5 **การวิเคราะห์ความไว** (Sensitivity Analysis)

ค่าของผลที่เกิดขึ้นหรือค่าความน่าจะเป็นล้วนแต่เป็นเพียงค่าที่ประมาณขึ้นเพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีตัวชี้วัดที่สามารถบอกความไวของผลจากทางเลือกได้ วิธีที่ใช้คือการ การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ซึ่งก็คือการหาช่วงของความน่าจะเป็นที่ทางเลือกนั้นให้ ผลตอบแทนที่ดีที่สุด วิธีนี้มีประโยชน์มากใช้ในกรณีที่มี 2 State of Nature โดยจะมีการร่างกราฟขึ้นมา และใช้พีชคณิตใน

การกำหนดช่วงของความน่าจะเป็นที่ให้ผลที่เกิดขึ้นดีที่สุด กราฟจะช่วยให้เห็นภาพของช่วงชัดเจนขึ้น และพีชคณิตจะเป็นตัวระบุค่าที่แน่นอนของช่วง

การวิเคราะห์ความไว คือการศึกษาความไวของปัจจัยต่างๆ ของโครงการที่มีต่อปัจจัยหลัก เช่น ผลกำไรหรืออีกนัยหนึ่งเป็นการศึกษาผลกระทบต่อปัจจัยหลักที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวแปรต่างๆ ของโครงการ เช่น อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่กำหนดไว้ต่อปี (MARR) จากที่ประมาณการไว้ที่ 10% แต่เปลี่ยนไป +1% หรือ -1% ต่อปี ค่าเทียบเท่าเงินปัจจุบันสุทธิของผลกำไรของโครงการจะเป็นอย่างไร ยังคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงค่า MARR ดังกล่าว ทำให้ค่าเทียบเท่าเงินปัจจุบันสุทธิของผลกำไรเปลี่ยนแปลงไปมาก แสดงว่าปัจจัย MARR มีความไวสูง ถ้าเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย แสดงว่าปัจจัย MARR มีความไวต่ำหรือไม่มีความไวเลย นอกจากปัจจัยเรื่อง MARR เรายังสามารถศึกษาหาความไวของปัจจัยอื่นๆ ของโครงการ เช่น รายได้ ต้นทุนดำเนินการ ต้นทุนผันแปร ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย อายุของโครงการ มูลค่าซากของทรัพย์สินในโครงการ และอื่นๆ

2.2.6 **การตัดสินใจในการลงทุน** (Investment Decision)

การตัดสินใจในการลงทุน เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกโครงการลงทุนว่าควรลงทุนในโครงการใดจึงจะให้ผลตอบแทนตามความต้องการ โดยพิจารณาถึงค่าเสียโอกาส (Opportunity) และการจะตัดสินใจว่าโครงการใดควรลงทุนนั้น มีหลักในการพิจารณาดังนี้

- มูลค่าปัจจัยสุทธิ (NPV) มีค่ามากกว่าศูนย์
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าสูงกว่าต้นทุนเงินทุน
- ระยะเวลาคืนทุนจะเลือกโครงการที่ระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด เร็วที่สุด

2.3 **การวิเคราะห์ทดแทนทรัพย์สิน** (Replacement Analysis)

ความจำเป็นในการศึกษาการทดแทนทรัพย์สินนั้นอาจเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกันคือ

1. การลดลงของสมรรถนะ เนื่องจากการเสื่อมสภาพทางด้านกายภาพของทรัพย์สินทำให้ความสามารถในการทำงานลดลง ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การซ่อมงาน การเพิ่มขึ้นของเศษวัสดุ ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นแต่คุณภาพลดลง
2. การเปลี่ยนแปลงความต้องการ มีความต้องการในการทำงานที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้องการที่จะเปลี่ยนหรือทดแทนทรัพย์สินที่เคยมีอยู่

3. ความล้าสมัย เนื่องจากการแข่งขันกันมากและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางเทคโนโลยี ทำให้ทรัพย์สินเดิมไม่สามารถสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ตลอดไป แม้ว่ายังคงทำงานได้ดีตามที่ควรจะเป็น แต่อาจน้อยกว่าหรือช้ากว่าทรัพย์สินใหม่ที่จะนำมาทดแทน

คำศัพท์ที่ควรรู้

1. ผู้ป้องกันและผู้ท้าชิง (defender(D) and Challenge(C)) ผู้ป้องกัน หมายถึง ทรัพย์สินที่กำลังถูกพิจารณาว่าสมควรถูกทดแทนหรือไม่ ผู้ท้าชิง หมายถึง ทรัพย์สินใหม่ที่กำลังถูกพิจารณาว่าสมควรนำมาทดแทนทรัพย์สินเก่าหรือไม่
2. มูลค่ารายปี (Annual Worth (AW)) เป็นค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่นิยมนำมาใช้เปรียบเทียบระหว่างผู้ท้าชิงและผู้ป้องกัน บางครั้งใช้คำว่า มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Equivalent Uniform Annual Worth (EUAW))
3. อายุการใช้งานที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Service Life) เป็นจำนวนอายุ (ปี) ของทรัพย์สินใด ๆ ที่ให้ค่าใช้จ่ายรายปี (AW of costs) สามารถนำมาใช้คำนวณหาค่า ESL ของทั้งผู้ท้าชิงและผู้ป้องกัน
4. ราคาเริ่มต้นของผู้ป้องกัน (First Cost, Initial Cost) เป็นราคาเริ่มต้นของผู้ป้องกัน
5. ราคาเริ่มต้นของผู้ท้าชิง (First Cost , Initial Cost) ราคาเริ่มต้นของผู้ท้าชิง
6. มูลค่าตามบัญชี (Book value) เป็นมูลค่าทรัพย์สินที่เจ้าของทรัพย์สินประเมินราคาไว้ ณ เวลาใดๆ
7. มูลค่าตลาด (Market value) เป็นมูลค่าทรัพย์สินที่กำหนดโดยตลาด ณ เวลาใด ๆ
8. ต้นทุนจม (Sunk cost) เป็นผลต่างระหว่างมูลค่าตามบัญชีกับมูลค่าตลาด ต้นทุนจมเป็นความสูญเสียของต้นทุนซึ่งไม่สามารถนำมาทดแทนได้ในการศึกษาการทดแทนทรัพย์สิน

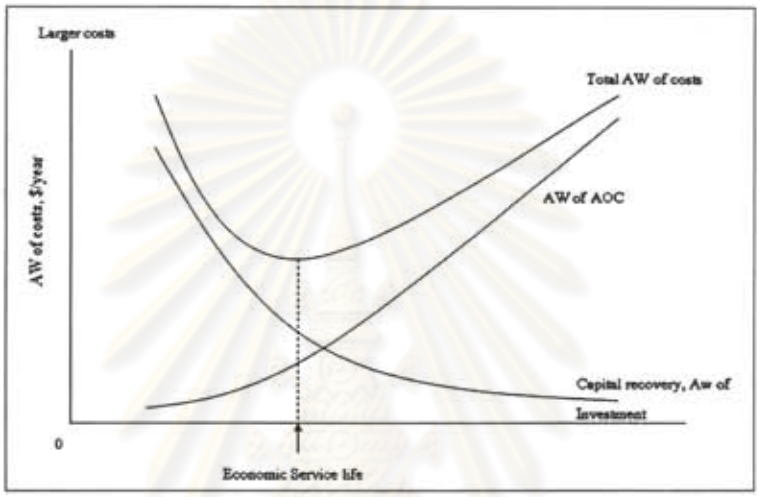
สมมติฐานของการทดแทนทรัพย์สิน

1. การใช้บริการของโครงการเป็นสิ่งที่ต้องกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอนในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้ท้าชิงเป็นผู้ท้าชิงที่ดีที่สุดในขณะนี้(เวลาปัจจุบัน)ของผู้ป้องกันเมื่อผู้ท้าชิงเข้ามาทดแทนผู้ป้องกันจะต้องทดแทนไปตลอดอายุการใช้งานของผู้ท้าชิง
3. การประมาณต้นทุนของผู้ท้าชิง ทุกๆรอบอายุของผู้ท้าชิงจะต้องคงเดิมเสมอ

อายุการใช้งานที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Service Life, ESL)



รูปที่ 2.1 **แสดงลักษณะของเส้นโค้งต้นทุนรายปี** (AW of costs curvs)

ค่า ESL บางครั้งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อายุที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (minimum cost life) สามารถคำนวณหาได้โดยใช้ผลรวมของต้นทุนรายปีทั้งหมด (AW) ของทรัพย์สินที่ใช้พิจารณาผลรวมของต้นทุนรายปี ประกอบไปด้วยมูลค่ารายปี (Capital Recovery, CR) ของเงินลงทุนครั้งแรก และมูลค่าซากใด ๆ กับมูลค่ารายปี (AW) ของต้นทุนการดำเนินการรายปี (AOC) แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ต้นทุนรายปี = -CR – AW of AOC

ค่า ESL เป็นตัวเลขค่า n ของปีใด ๆ ซึ่งมีต้นทุนรายปีทั้งหมดต่ำที่สุด สมการที่สมบูรณ์ของต้นทุนทั้งหมดรายปี ตลอด k ปีเป็นดังนี้

$$AW_k = -P\left(\frac{A}{P,i\%,k}\right) + SV_k\left(\frac{A}{F.i\%,k}\right) - \left[AOC_j\left(\frac{P}{F,i,j}\right)\right]\left(\frac{A}{P,i,k}\right)$$

เมื่อ P = เงินลงทุนครั้งแรก

SV_k = มูลค่าซากของทรัพย์สิน หลังจาก k ปี

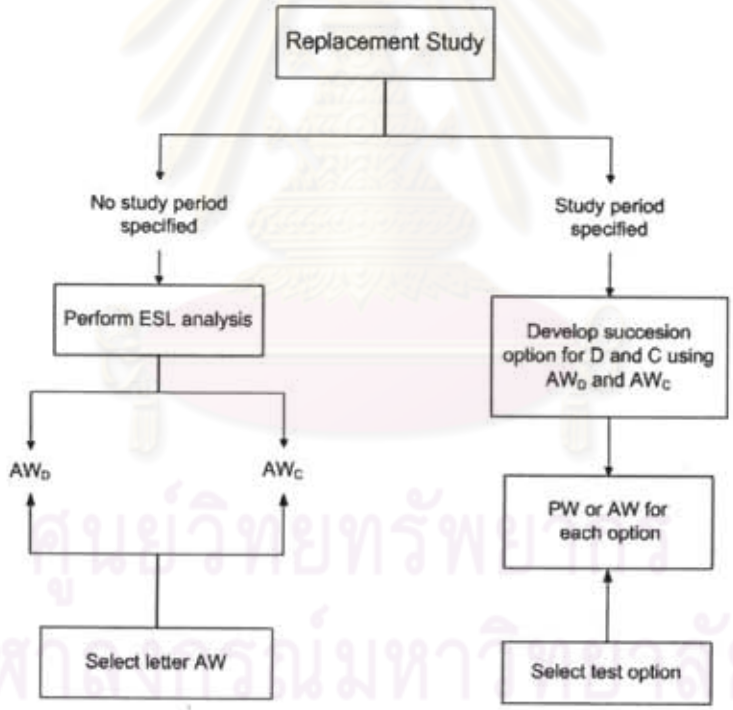
AOC_j = ค่าดำเนินการรายปี สำหรับปีที่ j (j= 1 ถึง k)

มูลค่าทางตลาด (MV) ในแต่ละปีอาจถูกนำมาแทนมูลค่าซาก (SV) เมื่อสิ้นปีที่ 1, 2, 3,... ใดๆ ได้

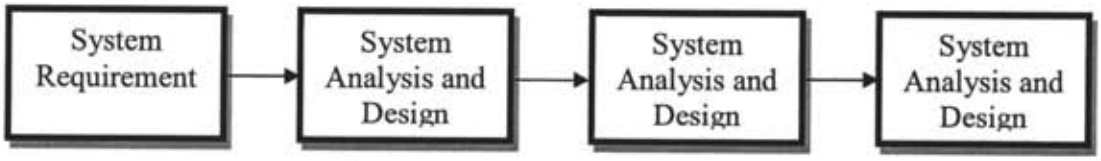
การศึกษาการทดแทนทรัพย์สิน (Performing a Replacement Study)

การศึกษาการทดแทนทรัพย์สินนั้นอาจกระทำได้ในแนวทางหนึ่งแนวทางใดของ 2 วิธีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาโดยไม่มีช่วงเวลาที่แน่นอนกำหนดมาให้
2. ศึกษาโดยมีช่วงเวลาที่แน่นอนกำหนดมาให้



รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการศึกษาการทดแทนทรัพย์สินแต่ละวิธี



รูปที่ 2.3 ขบวนการทดแทนเครื่องจักร

บทที่ 3
ข้อมูลเบื้องต้นของหน่วยงานที่ทำการวิจัยและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการ การจัดหาเครื่องจักร การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ กรณีศึกษา โรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งก็คือการเการทดแทนเครื่องกำเนิดความร้อนหรือ Burner เดิมที่ใช้เชื้อเพลิงความร้อนจากน้ำมันดีเซล รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และตัดสินใจเลือกเครื่องกำเนินความร้อน

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ทำการวิจัย ณ ปัจจุบัน

ต้นทุนในการผลิตมีปัจจัยหนึ่งคือค่าเชื้อเพลิงความร้อน จากข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้อยู่เป็นเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่าเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นของโลก ซึ่งข้อมูลการใช้พลังงานแสดงในตารางด้านล่าง

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของโรงงานปี 2552

เดือน	ผลผลิต(ก.ก.)	น้ำมันที่ใช้ (ลิตร)	รวมราคาน้ำมัน*
กุมภาพันธ์	300,200.00	130,402.50	3,037,074.23
มีนาคม	2,681,700.00	192,690.00	4,487,750.10
เมษายน	2,021,350.00	89,980.00	2,095,634.20
รวม	5,003,250.00	413,072.50	9,620,458.53

*ราคาน้ำมันดีเซล 23.29 บาท/ลิตร (เมษายน2552)

ตารางที่ 3.2 การข้อมูลเครื่องกำเนินความร้อนเดิม

ข้อมูลความต้องการ	ปริมาณ	หน่วย
กำลังผลิตสินค้าสำเร็จรูป (Seed FG)	5,000.00	ตัน
ระยะเวลาผลิต	60.00	วัน
กำลังผลิตสินค้าสำเร็จรูป (Seed FG) ต่อเดือน	83.33	ตันต่อวัน
กำลังผลิตต่อเดือน (วัตถุดิบ)	166.67	ตันต่อวัน
ข้อมูลการอบ		
จำนวนวัตถุดิบ/เตาอบ	40.00	ตัน/เตา
เตาอบใช้เวลาต่อรอบ	6.00	วัน
จำนวนเตารับวัตถุดิบต่อวัน	25.00	เตา
ข้อมูลพลังงาน		
ราคาค่าไฟฟ้า	3.00	บาท/kW
ราคาค่าเชื้อเพลิง	30.00	บาท/ลิตร
ค่าความร้อน	9.24	Mcal/liter
ข้อมูลเครื่องจักร		
จำนวนเตาอบที่ต้องใช้	25.00	เตา
Blower	55.00	kW/เตาอบ
จำนวนเครื่อง Burner	25.00	เตา
พลังงานไฟฟ้าต่อเครื่อง	3.10	kW
พลังงานไฟฟ้ารวม	1,452.50	kW
จำนวนเชื้อเพลิงต่อชั่วโมง	11.48	liter/h
ชั่วโมงผลิตต่อวัน	24.00	ชั่วโมง
จำนวนไฟฟ้าต่อวัน	34,860.00	kW/วัน
จำนวนน้ำมันดีเซลต่อวัน	6,886.06	ลิตร/วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณค่าพลังงาน	ปริมาณ	หน่วย
ราคาค่าไฟฟ้า	104,580.00	บาท/วัน
	3,137,400.00	บาท/เดือน
	627.48	บาท/ตัน
ราคาค่าน้ำมันดีเซล	206,581.94	บาท/วัน
	6,197,458.18	บาท/เดือน
	1,239.49	บาท/ตัน
รวมค่าเชื้อเพลิง	311,161.94	บาท/วัน
	9,334,858.18	บาท/เดือน
ค่าพลังงาน/ตันสินค้า	1,866.97	บาท/ตัน

ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าต้นทุนในเชื้อเพลิงกำเนิดความร้อน มีต้นทุนที่สูงมาก หากทำการลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะทำให้ลดต้นทุนในการผลิตได้มาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อนหลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงซังข้าวโพด

Year		หน่วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Price		บาท/ก.ก.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sale Volume		ก.ก.	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
Revenue			500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00
FC	ค่าแรงงาน	บาท/ปี	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	บาท/ปี	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	ค่าบำรุงรักษา	บาท/ปี	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
VC	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
	ค่าดำเนินการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
Total Fixed Cost (FC)		บาท/ปี	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00	953,000.00
Total Variable Cost (VC)		บาท/ก.ก.	92.87	92.87	92.87	92.87	92.87	92.87	92.87	92.87	92.87	92.87
TOTAL (FC+VC)		บาท/ปี	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00	465,303,000.00
ค่าเครื่อง*		บาท/เดือน	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00	1,360,000.00
Net operation Profit			33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00	33,337,000.00
Tax			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
NOPAT			23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00	23,335,900.00
Machine (Fixed Asset)		บาท	13,600,000.00	12,240,000.00	10,880,000.00	9,520,000.00	8,160,000.00	6,800,000.00	5,440,000.00	4,080,000.00	2,720,000.00	1,360,000.00
Inventory (work Capital)		บาท	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
Invested Capital		บาท	23,600,000.00	22,240,000.00	20,880,000.00	19,520,000.00	18,160,000.00	16,800,000.00	15,440,000.00	14,080,000.00	12,720,000.00	11,360,000.00
Cost of Capital			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Capital Charge		บาท	1,180,000.00	1,112,000.00	1,044,000.00	976,000.00	908,000.00	840,000.00	772,000.00	704,000.00	636,000.00	568,000.00
Economic Value		บาท	22,155,900.00	22,223,900.00	22,291,900.00	22,359,900.00	22,427,900.00	22,495,900.00	22,563,900.00	22,631,900.00	22,699,900.00	22,767,900.00
NPV of EV		บาท	173,234,326.17									

3.2 ความเสี่ยงจากปัจจัยภายในและภายนอกของโรงงานเมล็ดพันธุ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในสภาวะปัจจุบันธุรกิจทางด้านเมล็ดพันธุ์ มีการแข่งขันที่สูงมาก ทั้งทางด้านราคา คุณภาพ ซึ่งปัญหาที่โรงงานเมล็ดพันธ์ ประสบอยู่ในปัจจุบันนั้น มีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อโรงงานเมล็ดพันธุ์ และปัจจัยภายในกิจการโรงงานเมล็ดพันธุ์

ปัจจัยภายนอกวิเคราะห์ตามสภาพอุตสาหกรรมโรงงานเมล็ดพันธุ์ คือ

1. การแข่งขันจากคู่แข่งปัจจุบัน มีการแข่งขันที่รุนแรงโดยเฉพาะการแข่งขันด้านราคา

2. ราคาน้ำมันโลก มีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามราคาน้ำมันโลก

ปัจจัยภายในวิเคราะห์ตามสภาพอุตสาหกรรมโรงงานเมล็ดพันธุ์คือ

1. การดำเนินงานด้านการ เช่น ผลิตต้องเสียค้าใช้จ่ายทางพลังงานที่สูงทำให้ต้นทุนมีราคาสูง

2. การเงินที่ใช้ในการลงทุนในเครื่องจักรมีมูลค่าสูง ทำให้เกิดความเสี่ยงในการลงทุนเครื่องจักรแต่ละครั้ง จึงไม่มีการเลือกใช้พลังงานทดแทน แทนการใช้น้ำมันดีเซลเดิม

ดังนั้นจึงได้นำโครงการการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงพลังงาน เป็นกรณีศึกษาในการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ใช้หาแนวทางการพัฒนาระบบการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากว่าเป็นโครงการที่สามารถเก็บข้อมูลได้ และระยะเวลาในการเก็บข้อมูลไม่ยาวมากนัก สำหรับการการประเมินความเสี่ยงเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ โครงการได้นำหลักเกณฑ์การวัดทางเศรษฐศาสตร์คือ มูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจ (Economic Value Added) มาเป็นตัววัดความสามารถ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดทางด้านการเงินของโครงการ

โดยจะเลือกไปที่เครื่องกำเนิดความร้อนที่เป็นหม้อต้มน้ำ(Boiler) ซึ่งหม้อต้มน้ำ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1.ส่วนเตาเผาเชื้อเพลิง

2.ส่วนต้มน้ำให้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้น

3.ส่วนที่นำพลังงานความร้อนไปใช้

โดยในการศึกษาวิจัยนี้จะดำเนินการเฉพาะเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงทำความร้อนในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งพิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลง เครื่องเผาไหม้(Burner) เชื้อเพลิงทำความร้อนจากน้ำมันดีเซล มาเป็นเครื่องกำเนิดความร้อนที่เป็นหม้อต้มน้ำ (Boiler) โดยใช้เชื้อเพลิงพลังงานทางเลือก

อื่นในการเผาไหม้ให้เกิดความร้อนของหม้อต้มน้ำ (Boiler) เพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยในการศึกษาวิจัยนี้จะดำเนินการวิเคราะห์ไปที่เชื้อเพลิง ดังต่อไปนี้

1. พลังงานจากซังข้าวโพด
2. พลังงานจากแกบ
3. พลังงานถ่านหิน
4. LPG

เนื่องจากเชื้อเพลิงดังกล่าวสามารถใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนที่เป็นหม้อต้มน้ำ(Boiler) ได้ และยังสามารถจัดหาซื้อได้ง่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรมในการใช้พลังงานทางเลือก

เนื่องจากราคาเชื้อเพลิงเดิมที่ใช้อยู่ในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เป็นน้ำมันดีเซลมีราคาที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามความต้องการใช้น้ำมันดีเซลของโลก จึงมีความต้องการที่จะหาพลังงานความร้อนที่ได้แทนความร้อนจากการเผาน้ำมันดีเซล

เมื่อใช้การแบ่งเกณฑ์โดยพิจารณาจากเทคโนโลยีการเผาไหม้เชื้อเพลิงทดแทนที่มีใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรมเป็นประเด็นสำคัญ จะสามารถแบ่งประเภทออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เทคโนโลยีการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล ถ่านหินสะอาด และก๊าซชีวภาพ โดยแหล่งพลังงานทดแทน ดังกล่าว คือ

1.เชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass) ซึ่งประกอบด้วย แกลบ ฟางข้าว ซังข้าวโพด ลำต้นและเหง้ามันสำปะหลัง ชานอ้อย ยอดและใบอ้อย กะลาปาล์ม ใยปาล์ม ทะลายปาล์ม เศษไม้และขี้เลื่อย เป็นต้น ซึ่งเชื้อเพลิงชีวมวลเหล่านี้มีทั้งที่เกิดอยู่ที่โรงงานและปัจจุบันมีการนำมาใช้จนมีราคาและบางประเภทมีปริมาณเหลือน้อยมาก และเชื้อเพลิงชีวมวลประเภทที่ยังคงถูกปล่อยทิ้งไว้ในไร่นา เนื่องจากยังขาดอุปกรณ์และกลไกในการเก็บรวบรวมมาใช้ประโยชน์

2.เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ (Biogas) ประกอบด้วยพลังงานจากก๊าซที่ได้จากน้ำเสียทั้งจากกลุ่มอุตสาหกรรมบางประเภทและกลุ่มของเสียจากฟาร์มสัตว์ เช่น ฟาร์มหมู ฟาร์มไก่ เป็นต้น ข้อดีของเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพนี้ นอกจากการพัฒนาพลังงานเพื่อใช้แล้ว ยังเป็นการกำจัดของเสียที่จุดผลิตหรือที่จุดกำเนิด ดังนั้น การใช้เชื้อเพลิงก๊าซจึงมีทั้งผลดีต่อระบบของโรงงานหรือผู้ประกอบการในการทำลายของเสีย และทำให้เกิดพลังงานที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งยังไม่มีค่าใช้จ่ายของการขนส่ง

3.เชื้อเพลิงถ่านหินสะอาด (Clean Coal) เชื้อเพลิงประเภทนี้ในปัจจุบันยังไม่มีการนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ ยกเว้นการนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าไฟฟ้าแต่ในต่างประเทศเทคโนโลยีดังกล่าวนี้ค่อนข้างแพร่หลาย โดยการใช้ถ่านหินในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมมีข้อจำกัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหามลภาวะทางอากาศเช่นการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศและการปนเปื้อนกับผลผลิต ดังนั้นการนำเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะประเภทที่มีการใช้พลังงานมากๆ จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมอีกทางหนึ่งสำหรับผู้ประกอบการ

สำหรับโครงการนี้ต้องการหาทางเลือกพลังงานใหม่ นำมาใช้พิจารณาเพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมาใช้ โดยมีเชื้อเพลิงที่นำมาพิจารณาดังนี้ดังนี้

1. พลังงานความร้อนจากซังข้าวโพด
2. พลังงานความร้อนจากแกลบ
3. พลังงานความร้อนถ่านหิน
4. พลังงานความร้อนLPG

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรม เมื่อใช้กับระบบผลิตเมล็ดพันธุ์

เครื่องจักรที่ใช้คือ หม้อต้มน้ำ (BOILER) ซึ่งจะทำการต้มน้ำให้ได้ประมาณ 80 C° โดยใช้เชื้อเพลิงที่จะทำการวิจัยเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ทำให้น้ำที่บรรจุอยู่ในหม้อต้มน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึง 80 C° จากนั้นก็จะใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำที่มีอุณหภูมิที่ได้ 80 C° เข้าไปในระบบท่อส่งไปตามเตาอบ และจะผ่านชุดแลกเปลี่ยน ความร้อน แล้วน้ำจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 60 C° จากนั้นก็ไหลกลับมาผ่านหม้อต้มน้ำ (BOILER) เพื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิ แล้วส่งต่อไปอีกครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของพลังงานทางเลือก

เนื่องจากโครงการการทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ของโครงการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงทำความร้อนโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เป็นการลงทุนเพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยตัดสินใจเลือกเครื่องจักรที่มีความเหมาะสมและคุ้มค่ามากที่สุดในการลงทุน ซึ่งโครงการที่ศึกษานั้นเป็นโครงการที่อิสระ โดยโครงการมีรายละเอียดในการวิเคราะห์การลงทุน มีดังนี้

3.4.1 ต้นทุนการผลิต

ในการคิดต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนินความร้อน โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวณหาต้นทุนจากการผลิต จากสูตร

ต้นทุนการผลิต = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนแปรผัน

Total Cost = Fixed Cost + Variable Cost

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดที่นำมาวิเคราะห์ต้นทุนเครื่องกำเนินความร้อน

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	ดีเซล	ซังข้าวโพด	แกลบ	ถ่านหิน	LPG
1	ค่าเครื่องจักร	บาท	13,600,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00
2	ค่าความร้อนเฉลี่ย	Mcal/kg.	9.24	11.70	14.21	32.20	26.60
3	ราคาเชื้อเพลิง	บาท/ตัน	30.00	800.00	1,700.00	3.00	15.00
4	จำนวนเชื้อเพลิงที่ต้องใช้	ตัน/ชม.	0.55	1.00	0.82	0.37	0.44
5	พลังงานไฟฟ้า	kW	124.00	160.00	160.00	160.00	160.00
6	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
7	ค่าดำเนินการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
8	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.63	0.67	0.67	0.67	0.67
9	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	1.24	0.12	0.21	0.16	1.15
10	ค่าไฟฟ้า	บาท/หน่วย	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
11	ค่าบำรุงรักษา	บาท/เดือน	3,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
12	โสหุ้ยการผลิต	บาท/เดือน	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
13	ค่าแรงการผลิต	บาท/เดือน	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
14	ระยะเวลาการใช้งาน	ปี	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

สำหรับการวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนินความร้อน มีการสมมติฐานในการนำมาวิเคราะห์ ซึ่งการสมมติฐานดังกล่าวเป็นข้อมูลการประมาณการ (Most likely estimation) อ้างอิงจากผู้จัดการและหัวหน้าฝ่ายวิศวกรรมโรงงาน โดยการคำนวณจะอยู่บนฐานการพิจรณาด้วยข้อมูลเป็นปี ดังนี้

สมมติฐาน

1. ราคาขาย 100 บาท/กิโลกรัม
2. ปริมาณการผลิตต่อปี 5,000 ตัน/ปี
3. ระยะเวลาการใช้งาน 10 ปี

ตารางที่ 3.5 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

รายการ		ซังข้าวโพด	แกลบ	ถ่านหิน	LPG	ดีเซล	หน่วย
Fixed Cost	ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	1,360,000.00	บาท/ปี
	ค่าแรงงาน	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	บาท/เดือน
	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	บาท/เดือน
	ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	3,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost	ค่าวัตถุดิบ	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
	ค่าดำเนินการ	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
	ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	0.67	0.67	0.67	0.63	บาท/ก.ก.
	ค่าเชื้อเพลิง	0.12	0.21	0.16	1.15	1.24	บาท/ก.ก.
คำนวณ	ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย	2.90	2.90	2.90	2.90	2.56	บาท/ก.ก.
	ต้นทุนแปรผัน	91.79	91.88	91.83	92.82	92.87	บาท/ก.ก.
	ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	94.69	94.78	94.73	95.72	95.43	บาท/ก.ก.

สามารถดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ข การคำนวณหาต้นทุนเงินทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.2 NPV

ในการเลือกเครื่องกำเนิดความร้อนชนิดไหนแบบไหนที่น่าจะลงทุนมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่ามูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value: NPV) ซึ่งในการลงทุนในโครงการ NPV ที่เป็นบวกจะเป็นโครงการที่น่าลงทุน และโครงการ NPV ที่เป็นลบจะเป็นโครงการที่ไม่น่าลงทุน

ในการคำนวณหาค่า NPV ทางผู้วิจัยได้พิจารณาหาค่า โดยได้ตั้งสมมติฐานต่างๆมาใช้ประกอบการตัดสินใจ และคำนวณหาค่าดังกล่าว

สมมติฐานที่ 1

1.	ราคาขาย	100	บาท/กิโลกรัม
2.	ปริมาณการผลิตต่อปี	5,000	ตัน/ปี
3.	ระยะเวลาการใช้งาน	10	ปี
4.	ต้นทุนเงินทุน	5	%
5.	ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	1,350,000	บาท/เดือน

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดที่นำมาวิเคราะห์ NPV ของเครื่องกำเนินความร้อน

เชื้อเพลิง	ซังข้าวโพด	แกลบ	ถ่านหิน	LPG	ดีเซล	หน่วย
ราคาขาย	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	953,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	0.67	0.67	0.67	0.63	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.12	0.21	0.16	1.15	1.24	บาท/ก.ก.

ตารางที่ 3.7 NPV ของเครื่องกำเนินความร้อน กรณีคิดเงินทุน 5%

เครื่องกำเนินความร้อน	NPV
ซังข้าวโพด	198,022,832.46
แกบ	194,548,051.74
ถ่านหิน	196,478,485.47
LPG	158,255,897.57
ดีเซล	173,374,089.58

สมมติฐานที่ 2

1.	ราคาขาย	100	บาท/กิโลกรัม
2.	ปริมาณการผลิตต่อปี	5,000	ตัน/ปี
3.	ระยะเวลาการใช้งาน	10	ปี
4.	ต้นทุนเงินทุน*	9.4	%
5.	ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	1,350,000	บาท/เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ต้นทุนเงินทุน 9.4% คำนวณหาค่าต้นทุนเงินทุน จากสูตร Capital Asset Pricing Model (CAMP) เนื่องจากทฤษฎี CAMP ดูจากภาคผนวก ข

ตารางที่ 3.8 NPV ของเครื่องกำเนินความร้อน กรณีคิดเงินทุน 9.4 %

เครื่องกำเนินความร้อน	NPV
ซังข้าวโพด	156,221,889.64
แกบ	153,384,102.63
ถ่านหิน	154,960,650.97
LPG	123,744,993.88
ดีเซล	139,098,165.79

3.4.3 Payback Analysis

การหาปีที่ทำให้กระแสการเงินสะสมหรือกำไรมีค่าเท่ากับศูนย์ ในการใช้เกณฑ์การลงทุนโดยใช้หลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน ผู้ลงทุนอาจใช้เกณฑ์ที่ว่าโครงการใดให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุดเป็นตัวตัดสินใจในการลงทุน ซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้ลงทุน สำหรับการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน ทางผู้วิจัยใช้ข้อมูลผลตอบแทนหรือกำไรของการคำนวณ NPV มาใช้ประกอบการคำนวณ ในภาคผนวก ก สำหรับการคำนวณได้ใช้สมมติฐานในการวิเคราะห์ โดยใช้สูตรคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุน = ปีก่อนลงทุน + (กระแสเงินสดสะสมติดลบปีสุดท้าย/กระแสเงินสดปีถัดไป)

ในการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน ใช้ข้อมูลของกระแสเงินสดเดียวกันกับการคำนวณหาค่า NPV ซึ่งได้คำนวณไว้ในภาคผนวก ข หัวข้อที่ 4

ตารางที่ 3.9 สมมติฐาน คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนโดยใช้รายละเอียดดังนี้

เชื้อเพลิง	ซังข้าวโพด	แกลบ	ถ่านหิน	LPG	ดีเซล	หน่วย
ราคาขาย	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	953,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	0.67	0.67	0.67	0.63	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.12	0.21	0.16	1.15	1.24	บาท/ก.ก.

ตารางที่ 3.10 ระยะคืนทุน ของเครื่องกำเนินความร้อนแต่ละชนิดเชื้อเพลิง

เครื่องกำเนินความร้อน	Payback Period (ปี)
ซังข้าวโพด	1.016
แกบ	1.032
ถ่านหิน	1.023
LPG	1.231
ดีเซล	0.562

3.4.4 Break Even Point Analysis

คำนวณหาจุดคุ้มทุนของการผลิต เพื่อหาปริมาณการผลิตที่ทำให้กำไรมีค่าเท่ากับต้นทุนการผลิต เพื่อช่วยในการตัดสินใจการลงทุน โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Q_{BEP} = \frac{FC}{(r - v)}$$

โดยที่

Q_{BEP} = จำนวนสินค้าที่ผลิต

FC = ต้นทุนคงที่

r = ราคาสินค้าต่อหน่วย

v = ต้นทุนผันแปร

ในการคำนวณปริมาณจุดคุ้มทุน ใช้ข้อมูลของการคิดต้นทุนการผลิตตามหัวข้อการคำนวณหาต้นทุนการผลิต 3.2.1 และได้ แสดงการคำนวณไว้ในภาคผนวก ข หัวข้อที่ 4

ตารางที่ 3.11 สมมติฐาน คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนโดยใช้รายละเอียดดังนี้

เชื้อเพลิง	ซังข้าวโพด	แกลบ	ถ่านหิน	LPG	ดีเซล	หน่วย
ราคาขาย	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	953,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	0.67	0.67	0.67	0.63	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.12	0.21	0.16	1.15	1.24	บาท/ก.ก.

ตารางที่ 3.12 ปริมาณจุดคุ้มทุนเครื่องกำเนินความร้อนแต่ละชนิด

เครื่องกำเนินความร้อน	Q BEP (ก.ก.)
ซังข้าวโพด	5,788,063.34
แกบ	5,852,216.75
ถ่านหิน	5,816,401.47
LPG	6,618,384.40
ดีเซล	3,892,847.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.5 Internal Rate of Return

อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุน (Internal Rate of Return) ซึ่งเป็นอัตราคิดลดที่จะทำให้ข้อมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่จะได้รับเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรกพอดี คำนวณโดยวิธีลองผิดลองถูก (Trial and Error) ในการคำนวณหาค่าอัตรผลตอบแทนที่แท้จริงทางผู้วิจัยได้ใช้กระแสเงินสดสุทธิเดียวกับการใช้คำนวณหาค่า NPV พร้อมใช้ Excel ในการคำนวณหาค่า IRR (Internal Rate of Return) ตามลำดับโดยสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.13 อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนของเครื่องกำเนินความร้อนแต่ละชนิด

เครื่องกำเนินความร้อน	IRR
ซังข้าวโพด	98.33%
แกบ	96.82%
ถ่านหิน	97.66%
LPG	81.05%
ดีเซล	178.04%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การตัดสินใจทดแทนทรัพย์สิน

4.1 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มสำหรับเครื่องจักรใหม่

หลังจากที่ได้คำนวณหาค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน (Boiler) ที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากเป็นพลังงานทางเลือก เพื่อใช้ทดแทนเครื่องกำเนิดความร้อจากพลังงานดีเซลที่ใช้อยู่เดิม จากนั้นทำการวิเคราะห์การทดแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยนำข้อมูลเครื่องกำเนิดความร้อน (Boiler) ที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากพลังงานทางเลือก มาเปรียบเทียบกับเครื่องกำเนิดความร้อนจากพลังงานดีเซลที่ใช้อยู่เดิม

นำค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่คำนวณได้จากภาคผนวก ข มาทำการคำนวณหาค่ากระแสเงินสดส่วนเพิ่ม ดังต่อไปนี้

Initial Cost	= ค่าเครื่องจักร
Annual cash flow	= กระแสเงินสดต่อปี
Salvage value	= มูลค่าที่เหลืออยู่หลังจากหักค่า เสื่อมราคาแล้ว
Lift	= อายุการใช้งาน
Incremental Investment	= ค่าลงทุนส่วนเพิ่ม
Incremental Cash Flow	= กระแสเงินสดส่วนเพิ่ม
Incremental i*	= อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 คำนวณกระแสเงินสดส่วนเพิ่ม

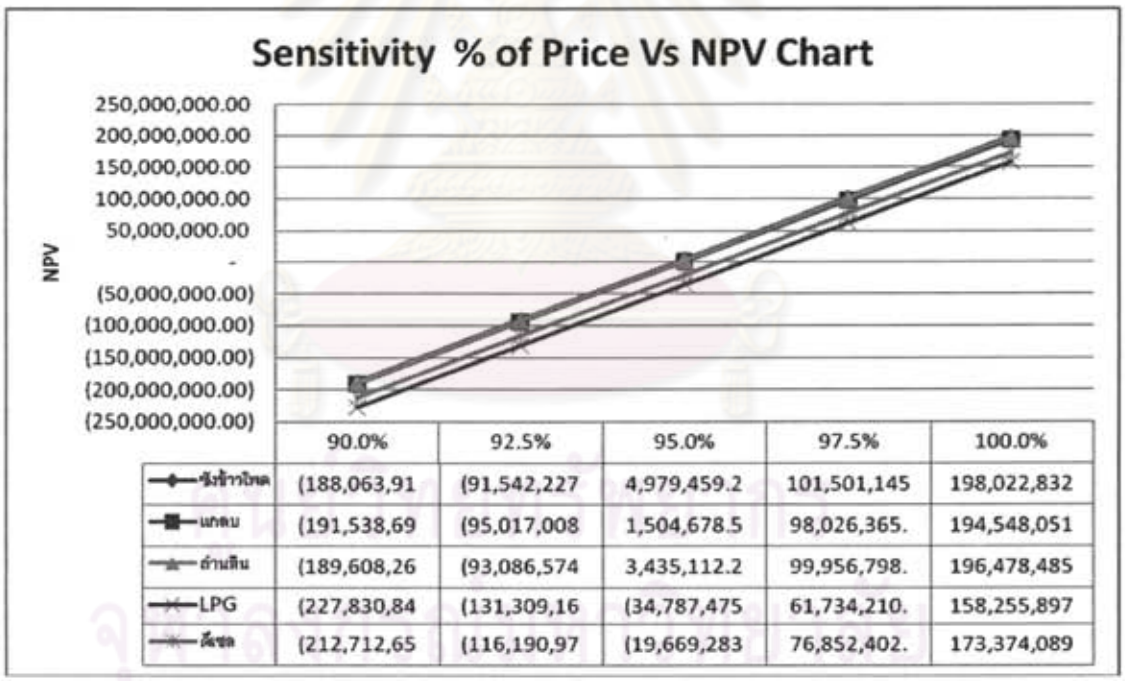
Alternative	Year	ดีเซล	ชังข้าวโพด	แอลบ	ถ่านหิน	LPG
Initial Cost		-13,600,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00
Annual cash flow		24,214,000.00	29,630,000.00	29,080,000.00	29,330,000.00	24,380,000.00
Salvage value		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Life		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ROR Comparison			ชังข้าวโพด - ดีเซล	แกลบ - ดีเซล	ถ่านหิน - ดีเซล	LPG - ดีเซล
Incremental Investment	0		-16,400,000.00	-16,400,000.00	-16,400,000.00	-16,400,000.00
Incremental Cash Flow	1		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	2		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	3		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	4		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	5		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	6		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	7		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	8		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	9		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
	10		5,316,000.00	4,866,000.00	5,116,000.00	166,000.00
Incremental i*			30.1%	26.9%	28.7%	#DIV/0!

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

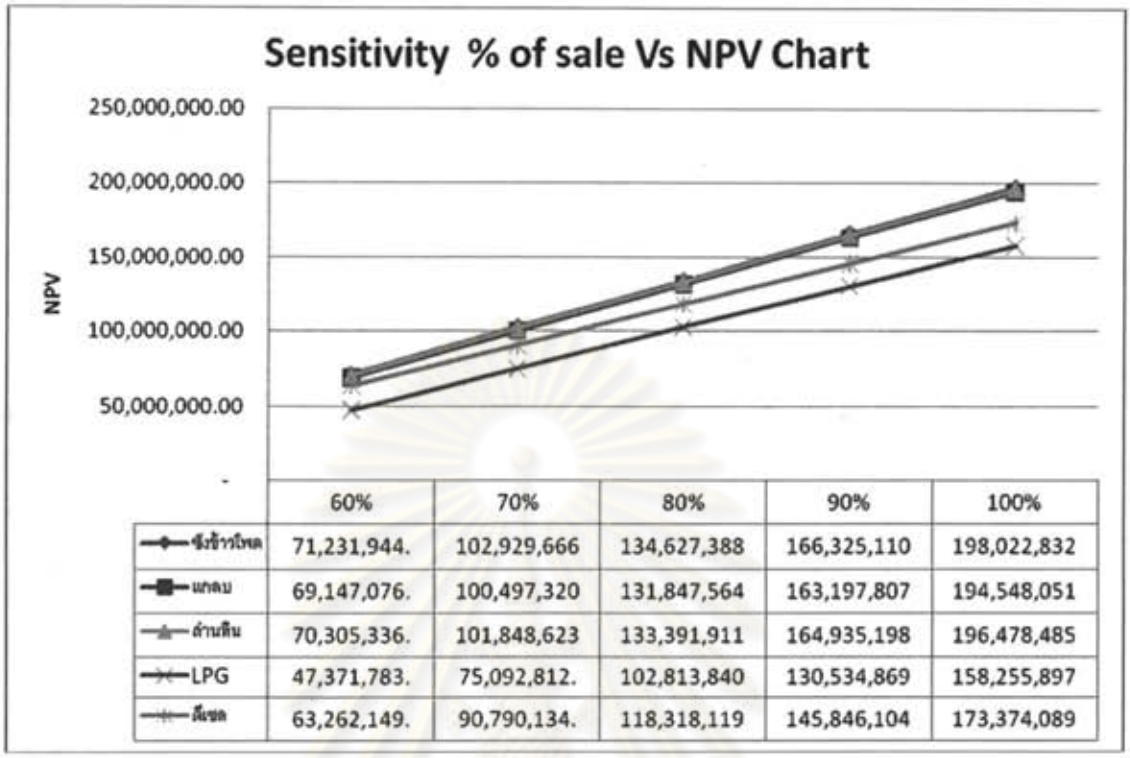
4.2 **วิเคราะห์ความไว** (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์ว่า ถ้าปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญค่าใดค่าหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆยังมีค่าคงที่แล้ว จะมีผลกระทบต่อโครงการอย่างไร โดยทั่วไป การวิเคราะห์ความไวจะวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าผลตอบแทนของโครงการ โดยจัดมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ ซึ่งจะพิจารณาการรเปลี่ยนแปลงที่ละปัจจัย โดยปัจจัยอื่นคงที่แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกรณีพื้นฐานของโครงการ (Base Case) เพื่อพิจารณาว่า การเปลี่ยนแปลงปัจจัยเหล่านั้น เป็นผลดีหรือเป็นผลเสียต่อโครงการมากน้อยเพียงใด

การตัดสินใจเพื่อเลือกเครื่องกำเนิดความร้อน โดยวิธีการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ใช้สมมติฐานการวิเคราะห์เดียวกันกับการหาปริมาณคุ้มทุน

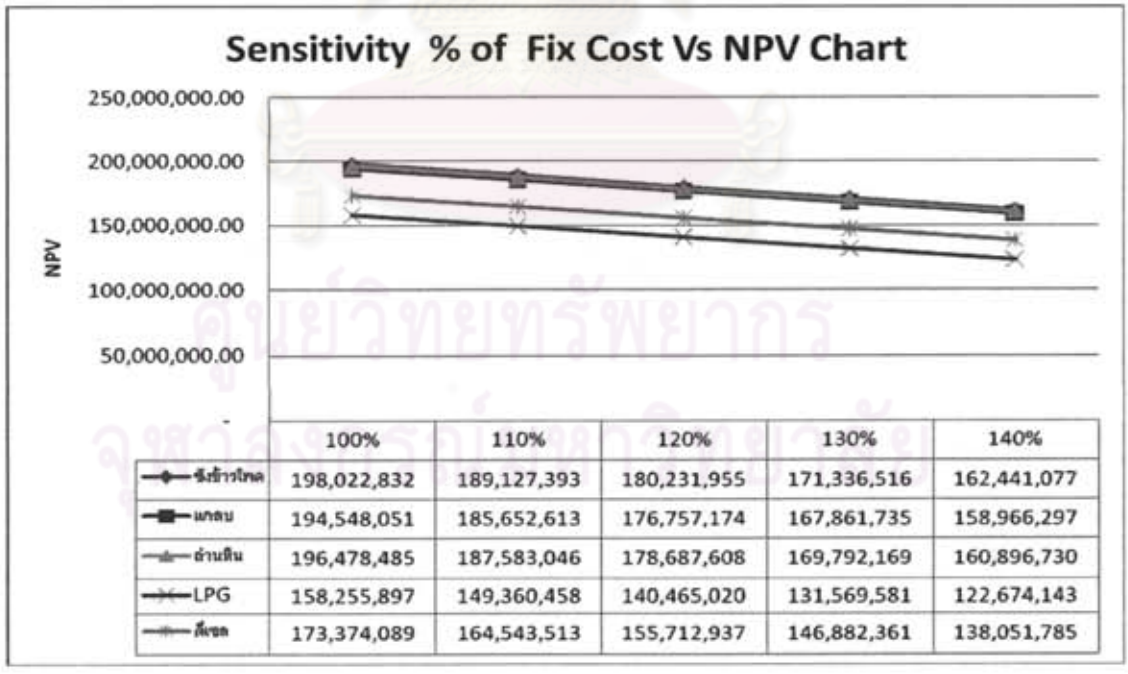


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว %ของราคาขายและ NPV ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด



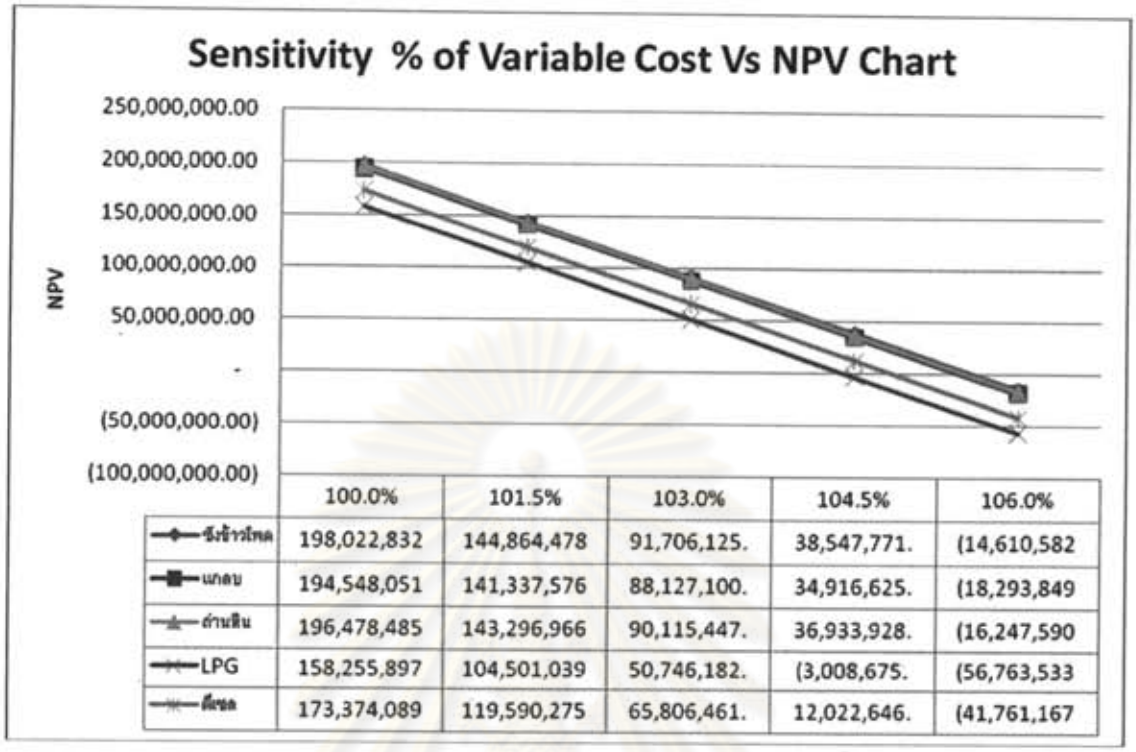
	60%	70%	80%	90%	100%
ชีวภาพ	71,231,944.	102,929,666	134,627,388	166,325,110	198,022,832
แกลบ	69,147,076.	100,497,320	131,847,564	163,197,807	194,548,051
ถ่านหิน	70,305,336.	101,848,623	133,391,911	164,935,198	196,478,485
LPG	47,371,783.	75,092,812.	102,813,840	130,534,869	158,255,897
ดีเซล	63,262,149.	90,790,134.	118,318,119	145,846,104	173,374,089

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว %ของปริมาณขายและ NPV ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด



	100%	110%	120%	130%	140%
ชีวภาพ	198,022,832	189,127,393	180,231,955	171,336,516	162,441,077
แกลบ	194,548,051	185,652,613	176,757,174	167,861,735	158,966,297
ถ่านหิน	196,478,485	187,583,046	178,687,608	169,792,169	160,896,730
LPG	158,255,897	149,360,458	140,465,020	131,569,581	122,674,143
ดีเซล	173,374,089	164,543,513	155,712,937	146,882,361	138,051,785

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว % Fix cost และ NPV ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด



	100.0%	101.5%	103.0%	104.5%	106.0%
ซังข้าวโพด	198,022,832	144,864,478	91,706,125.	38,547,771.	(14,610,582
แกลบ	194,548,051	141,337,576	88,127,100.	34,916,625.	(18,293,849
ถ่านหิน	196,478,485	143,296,966	90,115,447.	36,933,928.	(16,247,590
LPG	158,255,897	104,501,039	50,746,182.	(3,008,675.	(56,763,533
ดีเซล	173,374,089	119,590,275	65,806,461.	12,022,646.	(41,761,167

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความไว % Variable cost และ NPV ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้

การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Staged Evaluation of Alternative Using a Decision Tree) การประเมิณทางเลือก บ้างครั้งอาจต้องตัดสินใจหลายขั้นโดยคำตอบของขั้นแรกเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการติดสินใจต่อไป เมื่อมีการกำหนดทาเลือกอย่างชัดเจน ค่าความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือกอาจหมายถึงความเสี่ยง ซึ่งมันช่วยได้มากสำหรับหารประเมิณ โดยใช้แผนภูมิต้นไม้

ตารางที่ 4.2 การประเมิณทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้

เชื้อเพลิง	∑xiP(xi)	Estimates	% Sale	xiP(xi)	$P(x_i)$	NPV 5%
ชังข้าวโพด	153,646,021.82	Pessimistic	60% Sale forecast	14,246,388.98	0.2	71,231,944.92
		Most Likely	80% Sale forecast	40,388,216.61	0.3	134,627,388.69
		Optimistic	100% Sale forecast	99,011,416.23	0.5	198,022,832.46
แกลบ	150,657,710.40	Pessimistic	60% Sale forecast	13,829,415.30	0.2	69,147,076.49
		Most Likely	80% Sale forecast	39,554,269.23	0.3	131,847,564.12
		Optimistic	100% Sale forecast	97,274,025.87	0.5	194,548,051.74
ถ่านหิน	152,317,883.41	Pessimistic	60% Sale forecast	14,061,067.35	0.2	70,305,336.73
		Most Likely	80% Sale forecast	40,017,573.33	0.3	133,391,911.10
		Optimistic	100% Sale forecast	98,239,242.74	0.5	196,478,485.47
LPG	119,446,457.82	Pessimistic	60% Sale forecast	9,474,356.80	0.2	47,371,783.99
		Most Likely	80% Sale forecast	30,844,152.23	0.3	102,813,840.78
		Optimistic	100% Sale forecast	79,127,948.79	0.5	158,255,897.57
ดีเซล	134,834,910.54	Pessimistic	60% Sale forecast	12,652,429.90	0.2	63,262,149.49
		Most Likely	80% Sale forecast	35,495,435.86	0.3	118,318,119.53
		Optimistic	100% Sale forecast	86,687,044.79	0.5	173,374,089.58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 วิเคราะห์ผลมูลค่าเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานเมล็ดพันธุ์หลังจากมีการลงทุนในเครื่องจักรใหม่

จากข้อมูลที่ผ่านมาพบว่าค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเชื้อเพลิงแบบซังข้าวโพดจะมีตัวเลขที่ดีที่สุด ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณหาค่าเชิงเศรษฐศาสตร์หลังจากการวิเคราะห์เชื้อเพลิงซังข้าวโพด เพื่อจารณาดูว่า หลังจากใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพดแล้ว มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ที่คาดว่าจะได้รับเป็นอย่างไร ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

เงื่อนไขที่กำหนด

1. ราคาขายสินค้ายังเท่าเดิม = 100 บาท
2. ปริมาณการผลิตต่อปี = 5,000ตัน/ปี
3. ต้นทุนเงินทุน = 5 %

ผลการคำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของเศรษฐศาสตร์ (PV of EV) หลังจากได้เปลี่ยนเชื้อเพลิงความร้อน เป็นไปตามรางต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อนหลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงซังข้าวโพด

Year		หน่วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Price		บาท/ก.ก.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sale Volume		ก.ก.	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
Revenue			500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00
FC	ค่าแรงงาน	บาท/ปี	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	บาท/ปี	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	ค่าบำรุงรักษา	บาท/ปี	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
VC	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
	ค่าค่าแนนการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Total Fixed Cost (FC)		บาท/ปี	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00
Total Variable Cost (VC)		บาท/ก.ก.	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79
TOTAL (FC+VC)		บาท/ปี	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00	459,910,000.00
ค่าเครื่อง*		บาท/เดือน	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00
Net operation Profit			37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00	37,090,000.00
Tax			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
NOPAT			25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00	25,963,000.00
Machine (Fixed Asset)		บาท	30,000,000.00	27,000,000.00	24,000,000.00	21,000,000.00	18,000,000.00	15,000,000.00	12,000,000.00	9,000,000.00	6,000,000.00	3,000,000.00
Inventory (work Capital)		บาท	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
Invested Capital		บาท	40,000,000.00	37,000,000.00	34,000,000.00	31,000,000.00	28,000,000.00	25,000,000.00	22,000,000.00	19,000,000.00	16,000,000.00	13,000,000.00
Cost of Capital			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Capital Change		บาท	2,000,000.00	1,850,000.00	1,700,000.00	1,550,000.00	1,400,000.00	1,250,000.00	1,100,000.00	950,000.00	800,000.00	650,000.00
Economic Value		บาท	23,963,000.00	24,113,000.00	24,263,000.00	24,413,000.00	24,563,000.00	24,713,000.00	24,863,000.00	25,013,000.00	25,163,000.00	25,313,000.00
NPV of EV		บาท	189,783,741.29									

ตารางที่ 4.4 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อนหลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงแกลบ

Year		หน่วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Price		บาท/ก.ก.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sale Volume		ก.ก.	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
Revenue			500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00
FC	ค่าแรงงาน	บาท/ปี	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	บาท/ปี	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	ค่าบำรุงรักษา	บาท/ปี	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
VC	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
	ค่าดำเนินการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Total Fixed Cost (FC)		บาท/ปี	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00
Total Variable Cost (VC)		บาท/ก.ก.	91.88	91.88	91.88	91.88	91.88	91.88	91.88	91.88	91.88	91.88
TOTAL (FC+VC)		บาท/ปี	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00	460,360,000.00
ค่าเครื่อง*		บาท/เดือน	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00
Net operation Profit			36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00	36,640,000.00
Tax			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
NOPAT			25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00	25,648,000.00
Machine (Fixed Asset)		บาท	30,000,000.00	28,640,000.00	27,280,000.00	25,920,000.00	24,560,000.00	23,200,000.00	21,840,000.00	20,480,000.00	19,120,000.00	17,760,000.00
Inventory (work Capital)		บาท	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
Invested Capital		บาท	40,000,000.00	38,640,000.00	37,280,000.00	35,920,000.00	34,560,000.00	33,200,000.00	31,840,000.00	30,480,000.00	29,120,000.00	27,760,000.00
Cost of Capital			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Capital Change		บาท	2,000,000.00	1,932,000.00	1,864,000.00	1,796,000.00	1,728,000.00	1,660,000.00	1,592,000.00	1,524,000.00	1,456,000.00	1,388,000.00
Economic Value		บาท	23,648,000.00	23,716,000.00	23,784,000.00	23,852,000.00	23,920,000.00	23,988,000.00	24,056,000.00	24,124,000.00	24,192,000.00	24,260,000.00
NPV of EV		บาท	184,755,926.86									

ตารางที่ 4.5 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อนหลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงถ่านหิน

Year		หน่วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Price		บาท/ก.ก.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sale Volume		ก.ก.	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
Revenue			500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00
FC	ค่าแรงงาน	บาท/ปี	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	บาท/ปี	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	ค่าบำรุงรักษา	บาท/ปี	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
VC	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
	ค่าดำเนินการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Total Fixed Cost (FC)		บาท/ปี	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00
Total Variable Cost (VC)		บาท/ก.ก.	91.83	91.83	91.83	91.83	91.83	91.83	91.83	91.83	91.83	91.83
TOTAL (FC+VC)		บาท/ปี	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00	460,110,000.00
ค่าเครื่อง*		บาท/เดือน	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00
Net operation Profit			36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00	36,890,000.00
Tax			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
NOPAT			25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00	25,823,000.00
Machine (Fixed Asset)		บาท	30,000,000.00	28,640,000.00	27,280,000.00	25,920,000.00	24,560,000.00	23,200,000.00	21,840,000.00	20,480,000.00	19,120,000.00	17,760,000.00
Inventory (work Capital)		บาท	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
Invested Capital		บาท	40,000,000.00	38,640,000.00	37,280,000.00	35,920,000.00	34,560,000.00	33,200,000.00	31,840,000.00	30,480,000.00	29,120,000.00	27,760,000.00
Cost of Capital			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Capital Change		บาท	2,000,000.00	1,932,000.00	1,864,000.00	1,796,000.00	1,728,000.00	1,660,000.00	1,592,000.00	1,524,000.00	1,456,000.00	1,388,000.00
Economic Value		บาท	23,823,000.00	23,891,000.00	23,959,000.00	24,027,000.00	24,095,000.00	24,163,000.00	24,231,000.00	24,299,000.00	24,367,000.00	24,435,000.00
NPV of EV		บาท	186,107,230.47									

ตารางที่ 4.6 มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อนหลังจากเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิง LPG

Year		หน่วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Price		บาท/ก.ก.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sale Volume		ก.ก.	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
Revenue			500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00	500,000,000.00
FC	ค่าแรงงาน	บาท/ปี	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	บาท/ปี	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	ค่าบำรุงรักษา	บาท/ปี	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
VC	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
	ค่าดำเนินการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Total Fixed Cost (FC)		บาท/ปี	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00
Total Variable Cost (VC)		บาท/ก.ก.	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82
TOTAL (FC+VC)		บาท/ปี	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00	465,060,000.00
ค่าเครื่อง*		บาท/เดือน	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00
Net operation Profit			31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00	31,940,000.00
Tax			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
NOPAT			22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00	22,358,000.00
Machine (Fixed Asset)		บาท	30,000,000.00	28,640,000.00	27,280,000.00	25,920,000.00	24,560,000.00	23,200,000.00	21,840,000.00	20,480,000.00	19,120,000.00	17,760,000.00
Inventory (work Capital)		บาท	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
Invested Capital		บาท	40,000,000.00	38,640,000.00	37,280,000.00	35,920,000.00	34,560,000.00	33,200,000.00	31,840,000.00	30,480,000.00	29,120,000.00	27,760,000.00
Cost of Capital			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Capital Change		บาท	2,000,000.00	1,932,000.00	1,864,000.00	1,796,000.00	1,728,000.00	1,660,000.00	1,592,000.00	1,524,000.00	1,456,000.00	1,388,000.00
Economic Value		บาท	20,358,000.00	20,426,000.00	20,494,000.00	20,562,000.00	20,630,000.00	20,698,000.00	20,766,000.00	20,834,000.00	20,902,000.00	20,970,000.00
NPV of EV		บาท	159,351,418.94									

ตารางที่ 4.7 สรุปมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน

เครื่องกำเนินความร้อน	มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ NPV	เทียบเป็น %
ซังข้าวโพด	189,783,741.29	9.55%
แกบ	184,755,926.86	6.65%
ถ่านหิน	186,107,230.47	7.43%
LPG	159,351,418.94	-8.01%
ดีเซล	173,234,326.17	0.00%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการกำหนด แผนบริหารจัดการการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ตลอดจนข้อจำกัดและข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการจัดซื้อจัดหาเครื่องกำเนิดความร้อน(Boiler) ใช้ทดแทนเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยดีเซลที่มีอยู่เดิม เพื่อเพิ่มกำไรทางเศรษฐศาสตร์ในโรงงานเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยได้ทำการพิจารณาเชื้อเพลิง ซังข้าวโพด, แกลบ, ถ่านหิน, LPG และ ดีเซล ดังนั้นจึงทำการเลือกเครื่องกำเนิดความร้อนภายใต้เงื่อนไขต่างๆ โดยได้สรุปออกมาเป็นตารางดังต่อไปนี้

จากบทที่ 3 เราได้คำนวณค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ไปแล้วนั้น สรุปข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 สรุปการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการจัดซื้อจัดหาเครื่องกำเนิดความร้อน (Boiler)

เครื่องกำเนินความร้อน	Cost	NPV @ 5%	NPV @ 9.4%	Payback Period	BEP	IRR
ซังข้าวโพด	94.69	198,022,832.46	156,221,889.64	1.016	5,788,063.34	98.33%
แกบ	94.78	194,548,051.74	153,384,102.63	1.032	5,852,216.75	96.82%
ถ่านหิน	94.73	196,478,485.47	154,960,650.97	1.023	5,816,401.47	97.66%
LPG	95.72	158,255,897.57	123,744,993.88	1.231	6,618,384.40	81.05%
ดีเซล	95.43	173,374,089.58	139,098,165.79	0.562	3,892,847.12	178.04%

จากนั้นนำข้อมูลมาจัดลำดับเครื่องกำเนิดความร้อนแต่ละชนิดจากค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ดีที่สุดไปหาค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่น้อยที่สุดตามลำดับพบว่าได้ค่าตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 จัดลำดับค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์เครื่องกำเนิดความร้อนแต่ละชนิด

ลำดับ	1	2	3	4	5
Cost	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	ดีเซล	LPG
NPV	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	ดีเซล	LPG
Payback Period	ดีเซล	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	LPG
BEP	ดีเซล	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	LPG
IRR	ดีเซล	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	LPG

ตาราง 5.3 สรุปเงื่อนไขในการวิเคราะห์ความไว

ลำดับความปลอดภัยที่มากสุด	1	2	3	4	5
1. ราคาขายลดลง	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	ดีเซล	LPG
2. ยอดขายลดลง	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	ดีเซล	LPG
3. ต้นทุนคงที่เพิ่มขึ้น	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	ดีเซล	LPG
4. ต้นทุนแปรผันเพิ่มขึ้น	ซังข้าวโพด	ถ่านหิน	แกบ	ดีเซล	LPG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.4 สรุปการประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้

ลำดับ	ชนิดเชื้อเพลิง	EPECTED VALUE
1	ชังข้าวโพด	153,646,021.82
2	ถ่านหิน	152,317,883.41
3	แกลบ	150,657,710.40
4	ดีเซล	134,834,910.54
5	LPG	119,446,457.82

ตารางที่ 5.5 สรุปมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำเนิดความร้อน

เครื่องกำเนินความร้อน	มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ NPV	เทียบเป็น %
ชังข้าวโพด	189,783,741.29	9.55%
แกบ	184,755,926.86	6.65%
ถ่านหิน	186,107,230.47	7.43%
LPG	159,351,418.94	-8.01%
ดีเซล	173,234,326.17	0.00%

จะเห็นได้ว่าเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิงจาก ชังข้าวโพด, ถ่านหิน, แกลบ, ดีเซล, LPG เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดตามลำดับ

ฉะนั้นหากจะเลือกเครื่องกำเนิดความร้อนจากกลุ่มตัวอย่างพลังงานที่นำมาวิเคราะห์พบว่าควรเลือกใช้เครื่องกำเนิดความร้อน (Boiler) ที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากชังข้าวโพดมากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 อุปสรรคและปัญหาในการวิจัย

1. ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลจากการประมาณค่าที่เป็นไปได้มากที่สุด (Most likely estimation) โดยอ้างอิงจากผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม และหัวหน้าฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมพิจารณา เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจการลงทุน ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จึงอยู่ภายใต้กรอบความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้บริหารที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนได้บ้าง เช่น ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าน้ำมัน ที่เปลี่ยนไป เป็นต้น

2. ข้อมูลต้นทุนในการผลิตบางรายการไม่สามารถให้ข้อมูลที่ชัดเจนได้เนื่องจากเป็นความรับของบริษัทจึงเป็นข้อมูลจากการประมาณค่าที่เป็นไปได้มากที่สุด (Most likely estimation)

3. ราคาเครื่องจักรเป็นตัวเลขการประเมินจากผู้ขายเครื่องจักร ทั้งนี้ราคาอาจปรับขึ้นปรับลงได้ตามค่าวัสดุ และตามแบบการวางเครื่องจักร

4. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันทั้งของการวิเคราะห์การลงทุนหรือการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และมูลค่าเพิ่มเศรษฐศาสตร์ เป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมเครื่องกล เพราะเนื่องจากยังไม่มีการใช้เครื่องกำเนิดความร้อน (Boiler) มาก่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ราคาเครื่องจักรเป็นตัวเลขการประเมินจากผู้ขายเครื่องจักร ควรมีการจัดวางเครื่องจักรที่แน่นอนจะทำให้ได้การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ที่แน่นอนมากขึ้น

2. เชื้อเพลิงที่ผู้วิจัยนำมาทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ เป็นเชื้อเพลิงที่โรงงานสามารถจัดหาซื้อได้สะดวก หากมีเชื้อเพลิงอื่นก็สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ โดยใช้เทคนิคที่นำเสนอมาใช้ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 6. : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
2. ธารดา อมรเพชรกุล. การพัฒนาระบบบริหารความเสี่ยงในส่วนการพัสดุ สำนักบริหารแผนและการคลัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
3. วราพร อาสาพัห์ประกิต . บริหารความเสี่ยงของโครงการการให้คำปรึกษาและติดตั้งระบบสารสนเทศ.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
4. ศิณีวรรณ จันทะปิดตา. การบริหารความเสี่ยงของโครงการเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
5. ดร.นฤมล สะอาดโฉม. การบริหารความเสี่ยม. โครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งแรก.: โรงพิมพ์ ก.พลพิมพ์, 2548.
6. Dr.Twarath Sutabutr. Deputy Director-General Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) Thailand's Ministry of Energy. Business Opportunities in Thailand's Renewable Energy. Power point. Manila, The Phillipines : Ministry of Energy, 2010.
7. มหาวิทลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม[online]. แหล่งที่มา:http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Energy_Conservation_in_Industrial_Plant/table/table5.html, 2553
8.กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.แหล่งที่มา:เทคโนโลยีชีวมวล. แหล่งที่มา: www.energy.mju.ac.th/.../เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวลเชื้อเพลิงแกลบ.pdf , 2552
9. ชนกนันท์ สุขกำเนิด อนุสรณ์ ชินสุวรรณ กนกรัตน์ ไชยสุทธิ์ และ คำนึง วาทโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ศักยภาพของการใช้แกลบเพื่อผลิตพลังงานสำหรับโรงสีข้าว : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2552

10. Don Hofstrand. extension value-added agriculture specialist, co-director Ag Marketing Resource Center, แหล่งที่มา: http://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-86.html, 2553
11. EM Group. ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: http://www.em-group.co.th/Technology_Biomass.html, 2553
12. ผศ.สมคิด สลัดยะนันท์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หม้อไอน้ำ. แหล่งที่มา: http://teenet.chiangmai.ac.th/emac/journal/1999/05/02.php, 2542

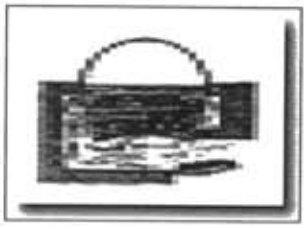
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

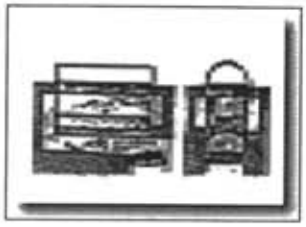
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้
NO THIS PAGE IN ORIGINAL

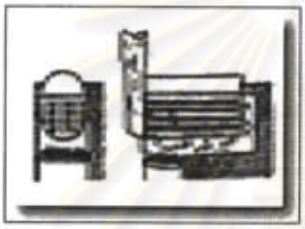
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 1 หม้อไอน้ำแบบหัวทรงกลม

รูปที่ 2 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟทรงกระบอก



รูปที่ 3 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ **รูปที่** 4 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

พิกัดหม้อไอน้ำ หมายถึง อัตราการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำสามารถผลิตได้ต่อหน่วยเวลาเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง, ปอนด์ต่อชั่วโมง หรือตันต่อชั่วโมง แต่การกำหนดพิกัดหม้อไอน้ำ ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของไอน้ำที่ผลิตออกมา

ถ้าเป็นไอน้ำอิ่มตัวก็จะกำหนดเป็นอัตราการผลิตไอน้ำต่อหน่วยเวลา เช่น 1 ตันต่อชั่วโมง หมายถึง ปริมาณความร้อนที่สามารถทำให้น้ำขนาด 1 ตันที่อุณหภูมิ 100ฐC กลายเป็นไอน้ำที่ 100ฐC หมดภายในเวลา 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังกำหนดเป็นแรงม้าหม้อไอน้ำ (Boiler Horsepower)

1 **แรงม้าหม้อไอน้ำตามมาตราฐาน** ASME คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำขนาด 34.5 ปอนด์ ที่อุณหภูมิ 212ฐF กลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 212ฐF หมดในเวลา 1 ชั่วโมง หรือ 1 แรงม้าหม้อไอน้ำเท่ากับพื้นที่รับความร้อนของหม้อไอน้ำ 10 ตารางฟุต อัตราการผลิตไอน้ำ 1 ตันต่อชั่วโมงจะเท่ากับประมาณ 63.8 แรงม้าหม้อไอน้ำ

ถ้าเป็นไอน้ำร้อนจัด ปกติจะผลิตได้จากหม้อไอน้ำแบบท่อขนาดกำลังผลิตสูง การกำหนดอัตราการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำจะเป็นอัตราการผลิตไอน้ำที่กำหนดความดัน และอุณหภูมิต่อหน่วยเวลาที่ส่งเข้าหม้อไอน้ำที่กำหนดอุณหภูมิ เช่น อัตราการผลิตไอน้ำ 160 ตันต่อชั่วโมง ที่ความดัน 92 บรรยากาศ เกจ อุณหภูมิ 514ฐC น้ำส่งเข้าหม้อไอน้ำอุณหภูมิ 150ฐC

1. โครงสร้างของหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำโดยทั่วๆ ไปจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. เตา (Furnace)
2. ตัวหม้อไอน้ำ (Boiler Shell)
3. อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ

1.1 เตา (Furnace)

เตาเป็นที่เผาไหม้ของเชื้อเพลิง ประกอบด้วยอุปกรณ์เผาไหม้เชื้อเพลิง และห้องเผาไหม้สำหรับเชื้อเพลิงของแข็งส่วนล่างของเตาจะเป็นตะแกรงไฟ (Fire Grate) ส่วนเชื้อเพลิงเหลว, แก๊สและถ่านหินผงจะใช้หัวเผา (Burner) ส่วนมากเตาและตัวหม้อไอน้ำจะเป็นตัวเดียวกัน

1.2 ตัวหม้อไอน้ำ (Boiler Shell)

ตัวหม้อไอน้ำเป็นส่วนได้ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้และส่งถ่ายความร้อนนี้ให้กับน้ำซึ่งอยู่ภายในทำให้น้ำกลายเป็นไอ ตัวหม้อไอน้ำประกอบด้วย ท่อทรงกระบอก (Drum) และท่อน้ำ (Water Tube) หรือท่อไฟ (Fire Tube) ส่วนที่รับความร้อน เรียกว่า ผิวนำความร้อน (Heating Surface) ประกอบด้วยพื้นผิวที่อยู่ติดกับห้องเผาไหม้ ซึ่งส่วนใหญ่จะรับความร้อนจากเปลวไฟโดยการแผ่รังสีสูง จึงเรียกว่า ผิวนำความร้อนด้วยการแผ่รังสี ส่วนพื้นผิวที่อยู่ห่างจากห้องเผาไหม้ จะได้รับความร้อนส่วนใหญ่จากการสัมผัสกับแก๊สเผาไหม้ที่มีความร้อนสูง จึงเรียกว่า ผิวนำความร้อนโดยการพา ตัวหม้อไอน้ำเป็นภาชนะทนความดันได้สูงที่บรรจุน้ำและไอน้ำอิ่มตัว น้ำจะบรรจุอยู่ประมาณ 2/3-3/4 ของปริมาตรของตัวหม้อไอน้ำ นอกจากนี้ก็มีช่องลอด (Manhole) หรือรูมือ (Handhole) สำหรับทำความสะอาดหรือตรวจสอบภายใน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อไอน้ำ

1.3 อุปกรณ์และส่วนประกอบต่าง ๆ

อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของหม้อไอน้ำว่า มีความจำเป็นต้องใช้มากน้อยเพียงใด ได้แก่ เครื่องดงไอ (Superheater) สำหรับเพิ่มความร้อนให้ไอน้ำ, อุปกรณ์ประหยัดเชื้อเพลิง (Economizer), อุปกรณ์อุ่นอากาศ (Air Preheater) เครื่องเป่าลม, อุปกรณ์ปรุงน้ำป้อนหม้อไอน้ำ, และอุปกรณ์ส่งน้ำป้อนหม้อไอน้ำ สำหรับหม้อไอน้ำปัจจุบันส่วนมากมีอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ นอกจากนี้ก็มีอุปกรณ์ประกอบย่อยได้แก่ ลิ้นนิรภัย, ลิ้นถ่ายน้ำวาล์วต่างๆ, เครื่องมือวัดความดัน, เครื่องมือวัดระดับน้ำและเครื่องขจัดเขม่า เป็นต้น

2. ชนิดของหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำที่ใช้กันอยู่ปัจจุบัน มีอยู่ด้วยกันหลายแบบตามขนาดและจุดประสงค์การใช้งาน การแบ่งชนิดของหม้อไอน้ำอาจแบ่งได้โดยยึดหลัก ดังนี้

1. ตามลักษณะการวางแนวแกนของเปลือกหม้อไอน้ำ
2. ตามลักษณะการใช้งาน
3. ตามตำแหน่งเตา
4. ตามน้ำหรือก๊าซร้อนที่อยู่ในท่อ
5. หม้อไอน้ำที่สร้างขึ้นพิเศษ

การแบ่งหม้อไอน้ำเพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียได้เหมาะสม นิยมแบ่งหม้อไอน้ำ ตามลักษณะหรือก๊าซร้อนที่อยู่ในท่อ ซึ่งจะแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ (Fire Tube Boiler)
2. หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water Tube Boiler)

2.1 หม้อไอน้ำท่อไฟ

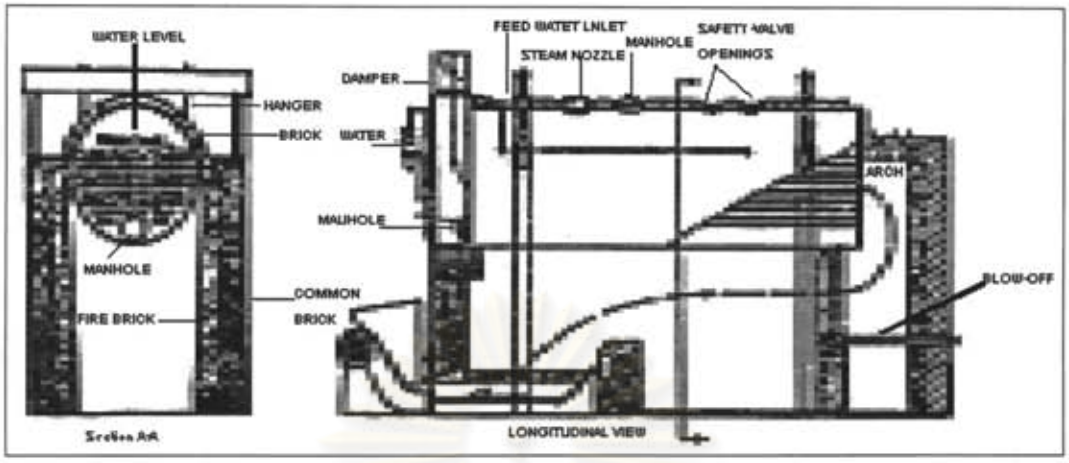
หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ เป็นหม้อไอน้ำที่มีโครงสร้างง่ายๆ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ (Fire Box) ถูกส่งผ่านเข้าภายในท่อเหล็กซึ่งมีจำนวนมาก ประกอบอยู่ตามยาวของหม้อไอน้ำ ภายนอกของท่อไฟมีน้ำอยู่โดยรอบ ความร้อนจากการเผาไหม้ จะทำให้น้ำที่อยู่รอบนอกท่อไฟและห้องเผาไหม้ร้อนและเดือดเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ ตลอดความยาวที่ไฟวิ่งผ่านตั้งแต่ห้องเชื้อเพลิงไปจนถึงปล่องควัน

หม้อไอน้ำประเภทนี้ ส่วนมากมีขนาดเล็กความดันต่ำ โดยทั่วไปที่ใช้ความดันไม่ควรเกิน 150 ปอนด์ต่อตารางเมตรนิ้ว อัตราการผลิตไอน้ำมีขนาดตั้งแต่ 15,000 ปอนด์ต่อชั่วโมงลงมา ไอน้ำที่ได้นำไปใช้กับเครื่องจักรไอน้ำและเครื่องจักรที่ให้ความร้อนต่างๆ หม้อไอน้ำแบบนี้ยังใช้กันมาก เช่น หัวจักรรถไฟ, เรือกลไฟ, โรงสีไฟ, โรงอบไม้, โรงงานกระดาษ, โรงงานอาหารสัตว์, โรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป, โรงงานสัปปะรดกระป๋อง เป็นต้น

ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

หม้อไอน้ำแบบท่อไฟมีแบบต่างๆ หลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดก็มีจุดประสงค์ที่ใช้งานแตกต่างกันพร้อมทั้งยังมีส่วนประกอบของหม้อไอน้ำที่แตกต่างออกไปบ้าง แต่ ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ โดยทั่วไปเท่าที่เราควรรู้จัก ได้แก่

1. ตัวหม้อไอน้ำ (Boiler Shell) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลมทำด้วยเหล็กกล้า
2. ช่องลอด (Manhole) ที่ตัวหม้อไอน้ำตอนบนและทางด้านหน้าหม้อไอน้ำตอนล่างสำหรับคนลอดเข้าไปทำความสะอาดหรือตรวจสอบ
3. เตา (Furnace) เป็นที่สำหรับเชื้อเพลิงไหม้ ถ้าหม้อไอน้ำความดันต่ำผิวจะเรียบ ถ้าหม้อไอน้ำกลังสูงมักจะสร้างให้เป็นลอนลูกฟูกเพื่อให้แข็งแรงและเพิ่มพื้นที่ผิวนำความร้อนให้มากขึ้น
4. ท่อไฟ (Fire Tube) สำหรับให้แก๊สร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเดินผ่าน ปลายทั้งสองของท่อไฟยึดติดแน่นกับแผ่นเหล็กฝาปิดหน้าหม้อไอน้ำและแผ่นเหล็กแผ่นหน้าของห้องเผาไหม้
5. สะเต (Stay) สำหรับยึดส่วนประกอบของหม้อไอน้ำที่เป็นเหล็กแผ่นเรียบแบนไม่ให้โป่งออกเมื่อหม้อน้ำมีความดัน
6. เหล็กตระกรับไฟ (Fire Grate) สำหรับรองรับเชื้อเพลิง
7. ผนัง (Bridge Wall)
8. ประตูเตา (Furnace Door)
9. ประตูรังขี้เถ้า (Ashpit Door)
10. ห้องควัน (Smoke Box)

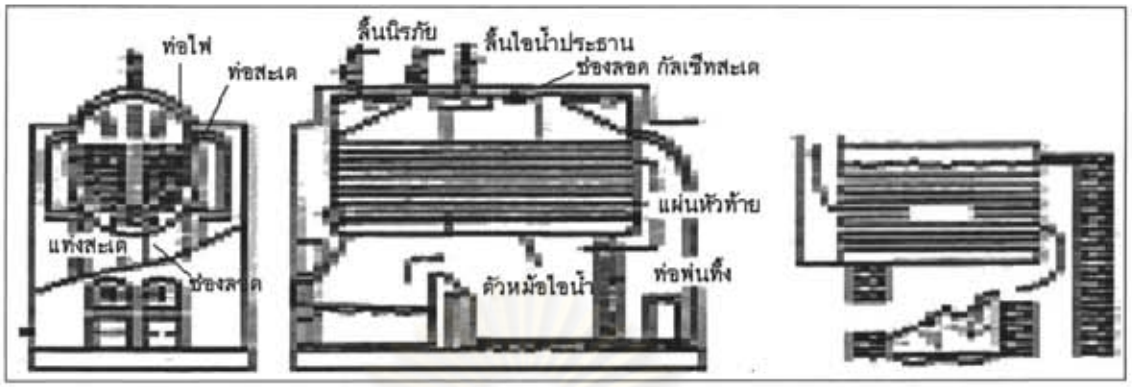


รูปที่ 5 ตำแหน่งของส่วนประกอบของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ บางแบบของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ อาจจะมีส่วนประกอบดังกล่าวไม่ครบ หรือมีแตกต่างออกไป หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบที่มีการนำมาใช้กันมาก ซึ่งเราควรรู้จัก ได้แก่

2.1.1 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายนอก

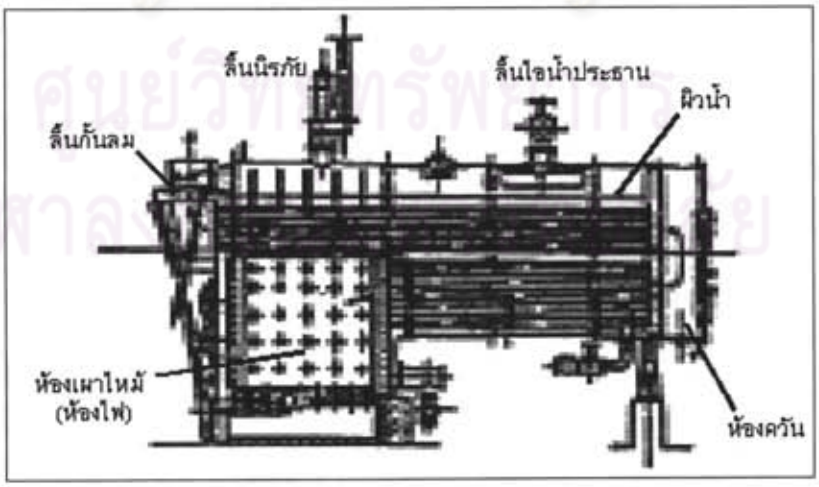
ภายในตัวหม้อไอน้ำ ซึ่งตั้งเกือบขนานกับแนวราบจะเป็นห้องเผาไหม้ ก่อด้วยอิฐทนไฟ แก๊สเผาไหม้ให้ความร้อนกับส่วนล่างของตัวหม้อไอน้ำจะผ่านเข้าไปยังท่อไฟและวกออกมาให้ความร้อนกับด้านข้างของตัวหม้อไอน้ำอีกด้วย ปลายทั้งสองข้างของท่อไฟก็ประกอบเข้ากับแผ่นหัวท้าย โดยใช้เครื่องมือขยายปลายท่อ เนื่องจากแผ่นหัวท้ายใช้เหล็กแผ่นแบนส่วนบนจึงต้องยึดแข็งแรงไว้ด้วยกัสเซ็ทสะเต ในจำนวนกลุ่มท่อไฟจะมีท่อบางท่อที่หนากว่าปกติ ทำหน้าที่เป็นท่อสะเตเพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่ส่วนนี้ท่อสะเตจะยึดกับแผ่นหัวท้ายด้วยแป้นเกลียว ที่ส่วนล่างสุดจะมีแท่งสะเตช่วยเสริมความแข็งแรงตัวหม้อไอน้ำจะเอียงเทหลังเล็กน้อย และมีท่อพ่นทิ้งติดใกล้ๆ กับแผ่นท้าย



รูปที่ 6 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายนอก

2.1.2 **หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายใน**

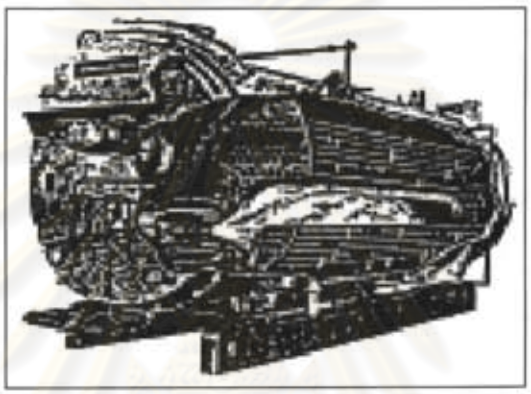
หม้อไอน้ำแบบนี้ ห้องเผาไหม้สร้างอยู่ภายในตัวหม้อไอน้ำ ไม่จำเป็นต้องมีทางไฟภายนอก ซึ่งทำด้วยอิฐทนไฟ จึงติดตั้งได้ง่าย เหมาะสมสำหรับใช้ในโรงงาน หม้อไอน้ำแบบนี้มีแบบซึ่งเรียกว่า หม้อไอน้ำแบบหัวรถจักรไอน้ำและแบบที่ติดตั้งอยู่กับที่เรียกว่า Kewanee Boiler รูปที่ 7 เป็นแบบมีห้องเผาไหม้รูปกล่องสี่เหลี่ยม(Fire Box) และกลุ่มท่อไฟหม้อไอน้ำแบบนี้ มีแบบซึ่งแก๊สเผาไหม้จากห้องเผาไหม้ผ่านกลุ่มท่อมายังห้องควัน (Smoke Box) แล้วปล่อยออกสู่ภายนอก เรียกว่า แบบไฟทางเดียว ส่วนแบบแก๊สเผาไหม้ไหลกลับผ่านกลุ่มท่อส่วนบนมายังด้านหน้าของหม้อไอน้ำ เรียกว่า แบบไฟวนกลับ



รูปที่ 7 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายใน

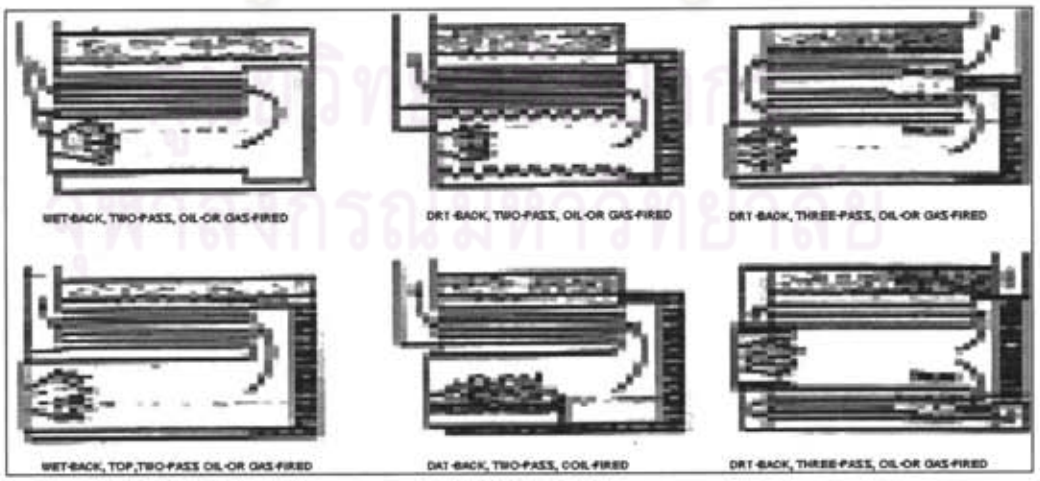
2.1.3 **หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบสำเร็จรูป หรือแพคเกจ** (Package Boiler)

หม้อไอน้ำสำเร็จรูปเป็นหม้อไอน้ำแบบท่อไฟชนิดเผาไหม้ภายในที่ทำการสร้างสำเร็จมาจากโรงงาน มีการออกแบบโครงสร้างแข็งแรง มีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับหม้อไอน้ำครบ จึงมีความสะดวกในการนำมาติดตั้งใช้งานหม้อไอน้ำชนิดนี้ มีการนำมาใช้ตามโรงงานอุตสาหกรรม, โรงแรม, โรงพยาบาล ในปัจจุบันเป็นจำนวนมาก เชื้อเพลิงใช้ได้เหมาะสมกับหม้อไอน้ำแบบนี้เช่น น้ำมันเตา และก๊าซธรรมชาติ ลักษณะโครงสร้างของหม้อไอน้ำแบบนี้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้แบบสำเร็จรูป

หม้อไอน้ำสำเร็จรูปมีการจัดทิศทางการไหลของก๊าซร้อน (Hot Gas) ตั้งแต่ 2 ถึง 4 ทางไฟ (Pass) ขึ้นอยู่กับการออกแบบของบริษัทผู้ผลิตหม้อไอน้ำ ดังรูปที่ 9

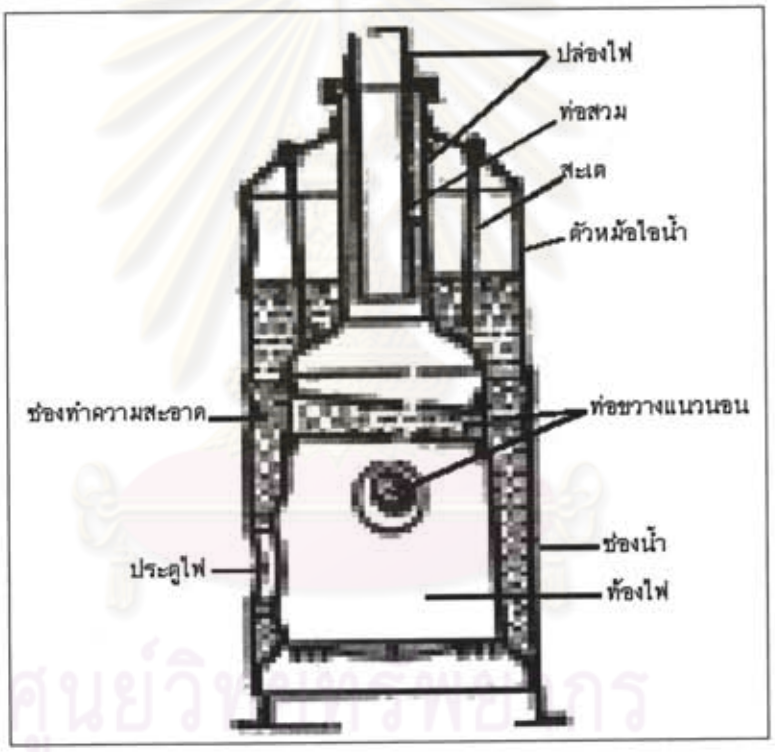


รูปที่ 9 แสดงการไหลของก๊าซเผาไหม้ตามทางไฟ

2.1.4 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบยืน

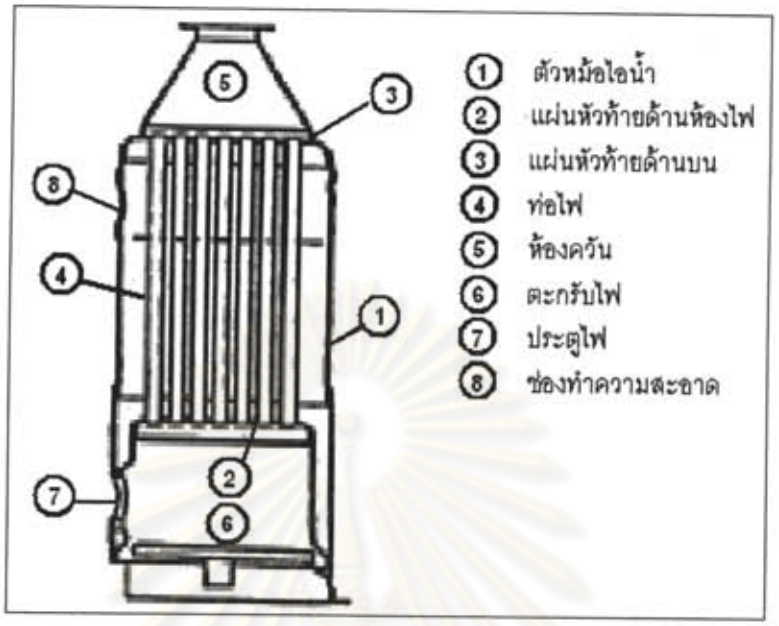
เป็นหม้อไอน้ำแบบท่อไฟชนิดเผาไหม้ภายใน ตอนล่างเป็นห้องเผาไหม้หรือห้องไฟ (Fire Box) ตอนบนเป็นตัวหม้อไอน้ำแนวตั้ง ดังนั้นจึงใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยและไม่ต้องก่ออิฐ แต่เนื่องจากไม่สามารถสร้างให้มีพื้นที่ผิวนำความร้อนมากได้ จึงทำได้แต่เฉพาะหม้อไอน้ำขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพต่ำ

ซึ่งมี 2 แบบคือ แบบท่อขวางแนวนอน (รูปที่ 10) และแบบท่อไฟหลายท่อ (รูปที่ 11)



รูปที่ 10 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบยืน (แบบท่อขวางแนวนอน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบยืน (แบบท่อไฟหลายท่อ)

แบบท่อขวางแนวนอน ในห้องเผาไหม้มีท่อต่อเป็นทางน้ำในแนวนอนจำนวน 1-6 ท่อ การสร้างเป็นท่อขวางแนวนอน (Cross Tube) นี้ ทำให้มีพื้นที่นำความร้อนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ก็เป็นการเสริมความแข็งแรงของห้องไฟด้วย น้ำป้อนหม้อไอน้ำจะถูกส่งเข้าทางตอนล่าง ส่วนท่อไอน้ำส่งออกมีรูปเป็นตัวยู (U) ต่อจากฝาบนออกที่ข้างๆ ตัวหม้อไอน้ำ เนื่องจากที่ก้นหม้อไอน้ำจะมีตะกอนหรือตะกรัน เพื่อหลีกเลี่ยงการร้อนจัดของส่วนนี้ จึงสร้างตะแกรงไฟให้สูงกว่าระดับก้นเล็กน้อย เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวนำความร้อนของหม้อไอน้ำประเภทนี้ จึงมีการสร้างท่อไฟเพิ่มขึ้นเป็นแบบท่อไฟหลายท่อที่ตอนบนของห้องไฟและที่ตัวหม้อไอน้ำจะมีท่อไฟหลายท่อติดอยู่

2.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

หม้อไอน้ำประเภทนี้ การสร้างมีบางอย่างที่แตกต่างกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟคือ จัดทำให้น้ำภายในหม้อไอน้ำแยกลงมาอยู่ในหมู่ท่อน้ำ และภายนอกของท่อเหล่านี้ได้รับความร้อนจากเปลวไฟจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงตลอดทางที่ไฟผ่านหมู่ท่อน้ำ หม้อไอน้ำประเภทท่อน้ำ เป็นหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ความดันไอน้ำตั้งแต่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป และสามารถผลิตไอน้ำได้มาก ไอน้ำที่

ผลิตได้ส่วนมากจะเป็นไอน้ำร้อนจัด (Superheated Steam) ใช้กับเครื่องกังหันไอน้ำ (Power Plant), โรงงานน้ำตาล, โรงงานกระดาษ, โรงกลั่นน้ำมัน, โรงงานทำน้ำมันปาล์ม, เรือเดินทะเล ฯลฯ

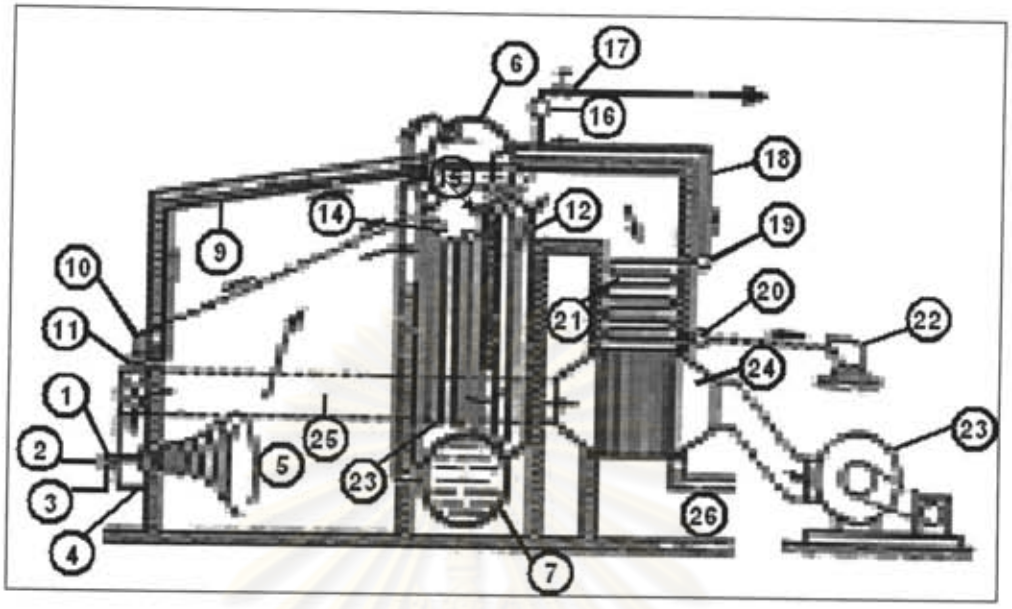
ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ถังน้ำ (Water Drum or Mud Drum)
2. ถังน้ำกับไอน้ำ (Steam and Water Drum)
3. ท่อน้ำ (Water Tube)
4. ห้องเผาไหม้ (Furnace)
5. เครื่องดงไอ (Superheater)
6. อุปกรณ์ประหยัดเชื้อเพลิง (Economizer)
7. อุปกรณ์อุ่นอากาศ (Air Heater)
8. เครื่องดักขี้เถ้า (Dust Collector)
9. พัดลมส่ง (FORCE Draft Fan)
10. พัดลมดูด (Induce Draft Fan)
11. ปล่องควัน (Stack)

ตัวอย่าง โครงสร้างของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ ซึ่งเป็นหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตา โดยใช้หัวเผา (Burner) ดังรูปที่ 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 12 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ

ชื่อตำแหน่งต่าง ๆ ของรูป

1. เครื่องเผาเชื้อเพลิง
2. หัวเผา (Burner)
3. ท่อส่งน้ำมัน
4. กล่องลม (Air Box)
5. ห้องเผาไหม้ (Furnace)
6. ถังน้ำกับไอน้ำ (Steam and Water Drum)
7. ถังน้ำ (Water Drum or Mud Drum)
8. ผนังเตาหล่อเย็น (Water-Cooled Furnace Walls)
9. ท่อผลิตไอน้ำ
10. ท่อน้ำ (Water Tube)
11. เฮดเดอร์ (Header)
12. ท่อน้ำ (Water Tube)
13. เครื่องดงไอ (Superheater Steam)
14. เฮดเดอร์ (Header)
15. เฮดเดอร์ (Header)
16. เฮดเดอร์ (Header)
17. วาล์วไอน้ำประธาน (Main Steam Valve)
18. ท่อน้ำ (Water Tube)
19. เฮดเดอร์ (Header)
20. เฮดเดอร์ (Header)
21. อุปกรณ์ประหยัดเชื้อเพลิง (Economizer)
22. เครื่องสูบน้ำ (Pump)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

23. พัดลมส่ง (Force Draft Fan)
24. อุปกรณ์อุ่นอากาศ (Air Heater)
25. ท่อลม (Air Duct)
26. ท่อควันออกไปปล่องควัน

จากรูปดังกล่าว เป็นเพียงบางแบบของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้หัวเผาหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายแบบที่ใช้งานกัน ซึ่งการแบ่งแบบอาจอาศัยหลักการพิจารณาดังนี้

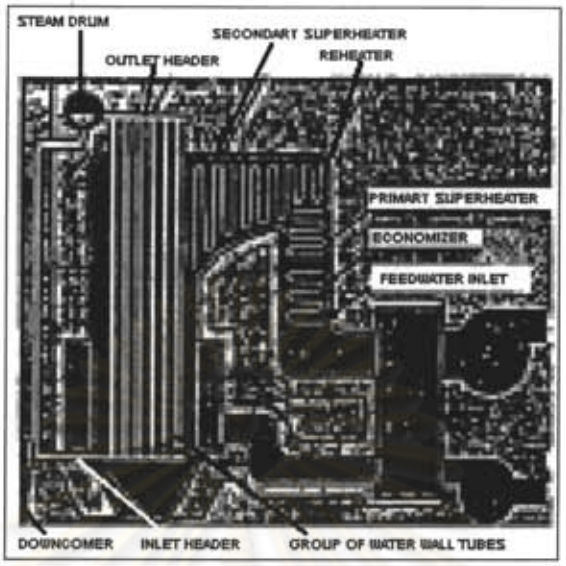
(1) การไหลหมุนเวียนของน้ำในท่อน้ำ
(2) ลักษณะการวางท่อน้ำ
(3) จำนวนถังน้ำและไอน้ำ (Drum)
(4) ขนาดการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ

จากหลักการแบ่งหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำดังกล่าว หลักการแบ่งที่นิยมและสะดวกในการแบ่งชนิดมักใช้พิจารณาการไหลหมุนเวียนของน้ำในท่อ ซึ่งการแบ่งลักษณะนี้ สามารถแบ่งหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำได้ 3 ประเภท คือ

(1) หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ (Natural Circulation Water Tube Boiler)
(2) หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนบังคับ (Forced Circulation Water Tube Boiler
(3) หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านเลย (Once Througe Boiler)

2.2.1 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ

หม้อไอน้ำประเภทนี้ การหมุนเวียนของน้ำในหม้อไอน้ำเกิดจากการพาความร้อนตามธรรมชาติ ดังนั้น ความดันของไอน้ำที่ผลิตออกมาจะไม่ถึง 200 บาร์ เนื่องจาก น้ำหมุนเวียนธรรมชาติมีขีดจำกัด โครงสร้างของเตาออกแบบได้ง่าย และสามารถขยายหรือออกแบบได้อิสระ แต่ออกแบบภาระความร้อน (Heat Load) หรือพื้นที่ผิวนำความร้อนที่ติดตั้งในเตาไฟต้องเผื่อความปลอดภัยไว้ให้มากพอ ลักษณะรูปพื้นฐานดังรูปที่ 13

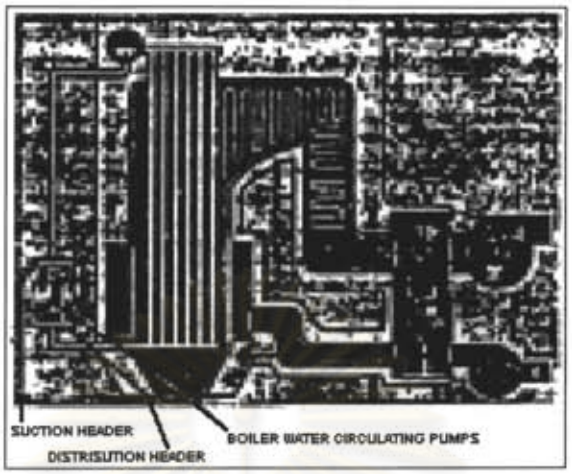


รูปที่ 13 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ

2.2.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนบังคับ

หม้อไอน้ำแบบนี้ การหมุนเวียนของน้ำในหม้อไอน้ำใช้ปั๊มน้ำเป็นตัวทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำในหม้อไอน้ำ ข้อดีของหม้อไอน้ำชนิดนี้ที่ดีกว่าหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนธรรมชาติคือ อัตราการหมุนเวียนของน้ำไม่มีผลมากนักในการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รับความร้อน/ความสูงของหม้อไอน้ำ หรือการเปลี่ยนความดันในการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ แต่หม้อไอน้ำชนิดนี้ก็มีข้อยุ่งยากมากขึ้น เกี่ยวกับตัวปั๊มน้ำที่ต้องนำมาติดตั้งเพื่อใช้งานที่อุณหภูมิและความดันสูง ลักษณะรูปพื้นฐานของหม้อไอน้ำชนิดนี้ดังรูปที่ 14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

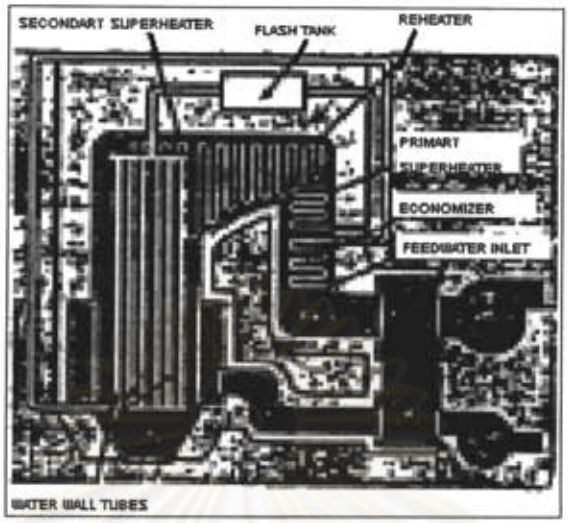


รูปที่ 14 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนบังคับ

2.2.3 **หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านเลย**

หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ และแบบหมุนเวียนบังคับ น้ำที่หมุนเวียนเข้าหม้อไอน้ำจะไม่สามารถผลิตออกเป็นไอน้ำได้ที่เดียวหมด โดยปกติหม้อไอน้ำทั้งสองแบบนี้ น้ำที่ส่งเข้าหมุนเวียนในหม้อไอน้ำจะต้องมีอัตราประมาณ 4-10 เท่าของขนาดกำลังผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้ เพื่อให้อัตราการผลิตไอน้ำได้ปริมาณคงที่อยู่เสมอ หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียน จึงต้องใช้พื้นผิวนำความร้อนแบบให้น้ำหมุนเวียน

ส่วนหม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านเลย พื้นที่นำความร้อนสำหรับการอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ การผลิตไอน้ำ และการดงไอ ต้องมีท่อผลิตไอน้ำที่มีพื้นผิวนำความร้อนเพียงพอต่อการผลิตไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านครั้งเดียว หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลเลยจะไม่มีถังน้ำกับไอน้ำ (Drum) ลักษณะรูปพื้นฐานของหม้อไอน้ำชนิดนี้ ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 หม้อไอน้ำแบบแบบน้ำไหลผ่านเลย

3. **ลักษณะหม้อไอน้ำที่ดี**

หม้อไอน้ำทุกแบบที่สร้างขึ้นมาใช้งาน ล้วนแล้วแต่มีข้อดีและข้อเสียของตัวเองทั้งนั้น ถ้าต้องการหม้อไอน้ำที่ดีครบทุกประการแล้ว หม้อไอน้ำนั้นควรจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. ตัวโครงสร้างต้องเป็นแบบง่ายๆ แข็งแรงและปลอดภัยต่อการใช้งาน

2. ต้องใช้วัสดุและช่างฝีมือที่สร้างหม้อไอน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

3. การออกแบบการไหลหมุนเวียนของน้ำและก๊าซตลอดจนกระทั่งการถ่ายเทความร้อนต้องทำงานได้ดี

4. มีพื้นผิวนำความร้อนมากและถ่ายเทความร้อนได้ดี

5. สามารถทำการตรวจทดสอบและซ่อมแซมทุกส่วนได้โดยสะดวก

6. เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง ต้องมีพื้นที่เพียงพอที่จะทำการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในเตาได้อย่างสมบูรณ์

7. มีส่วนเก็บกักไอน้ำได้มาก

จากลักษณะดังกล่าวทั้งหมด หม้อไอน้ำเพียงเครื่องเดียวไม่สามารถที่จะมีลักษณะที่ดีได้ครบถ้วนจากหลักการพิจารณาดังกล่าว เป็นเพียงแนวทางเพื่อจะหาทางเลือกหม้อไอน้ำที่มีลักษณะดีให้ได้มากที่สุด

ข้อดีและข้อเสียของหม้อไอน้ำ

แบบท่อไฟและแบบท่อน้ำ

หม้อไอน้ำแบบท่อไฟและแบบท่อน้ำ ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียบางลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การจะพิจารณาเลือกใช้หม้อไอน้ำประเภทใด ควรจะต้องพิจารณาถึงลักษณะงานที่จะนำหม้อไอน้ำไปใช้ว่ามีลักษณะเหมาะสมกับหม้อไอน้ำแบบใด ก็จะได้รับประโยชน์จากการใช้หม้อไอน้ำแบบนั้นได้มาก

ข้อดีของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

1. โดยที่น้ำอยู่นอกท่อไฟ และมีปริมาตรมากจึงทำให้หม้อไอน้ำแบบน้ำไม่สั่นหรือไม่สะเทือนได้ง่ายขณะปฏิบัติงาน แม้ว่าอัตราใช้ไอน้ำอาจจะไม่สม่ำเสมอตลอดเวลา หรืออัตราการเผาไหม้ไม่คงที่สม่ำเสมอก็ตาม หม้อไอน้ำแบบท่อไฟจึงง่ายต่อการใช้งาน และแน่นอนมาก เหตุผลก็คือ เมื่อหม้อไอน้ำมีน้ำบรรจุอยู่ด้วยปริมาณมากๆ จึงเท่ากับเป็นการสะสมพลังงานเป็นจำนวนมาก พลังงานจำนวนนี้จะอยู่ในรูปของความดันและอุณหภูมิ เมื่อใช้ไอน้ำไปความดันก็ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมาก

2. ราคาถูก ดังนั้น ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จึงใช้หม้อไอน้ำแบบท่อไฟเป็นส่วนใหญ่

3. ไม่ต้องใช้น้ำเลี้ยงที่มีคุณภาพดีนัก เพราะตะกรันเกาะอยู่ที่ผิวนอกของท่อทำความสะอาดง่ายจึงเท่ากับเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำในบางแห่งใช้น้ำที่ผ่านการกรองเท่านั้นก็ใช้ได้

ข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

1. การเริ่มติดเตาชนิดนี้กินเวลานาน เพราะมีน้ำบรรจุอยู่มากกินเวลาเป็นชั่วโมงๆ กว่าจะได้อุณหภูมิและความดันที่ต้องการ

2. เมื่อเทียบน้ำหนักต่อจำนวนไอน้ำทั้งหม้อไอน้ำแบบท่อไฟกับหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ หม้อไอน้ำแบบท่อไฟจะหนักกว่า

3. ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer Efficency) ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะการถ่ายเทความร้อนไม่ได้ใช้การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ให้เป็นประโยชน์เพียงพอ

4. ในกรณีเกิดระเบิดจะมีอันตรายมาก เพราะมีทั้งน้ำร้อนและไอน้ำจำนวนมากสะสมอยู่ภายใน

5. หม้อไอน้ำแบบท่อไฟไม่สามารถผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงๆ ได้เกิน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพราะพื้นที่ของผิวน้ำที่สัมผัสกับไอน้ำมีมาก ไอน้ำจึงอยู่ในรูปไอน้ำอิ่มตัว (Saturated Steam)

ข้อดีของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

1. การไหลเวียนของน้ำกระทำได้ดี โดยธรรมชาติ เนื่องจากการจัดวางท่อจะอยู่ในลักษณะเป็นวงจร เมื่อการไหลเวียนดีการถ่ายความร้อนก็ดีด้วย

2. การถ่ายเทความร้อน ด้วยการแผ่รังสีกระทำได้ดี

3. ใช้เวลาสั้นในการเริ่มจุดเตา

4. สามารถผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงๆ ได้

5. เมื่อเกิดการระเบิดจะระเบิดเพียงท่อเดียวหรือสองท่อ ซึ่งเท่ากับเป็นการลดอันตรายลง

ข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

1. ราคาแพงกว่า

2. ทำความสะอาดลำบาก

3. เมื่อมีการใช้งานที่ต้องการความดันไม่คงที่ ไอน้ำก็จะไม่คงที่ด้วย

4. ต้องใช้น้ำเลี้ยงที่มีคุณภาพที่ดีคือ ต้องใช้น้ำอ่อนมากๆ น้ำที่ใช้จึงมีราคาแพงและยังอาจพบปัญหาการกำจัดน้ำเสียอีกด้วย

4. อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบหม้อไอน้ำ

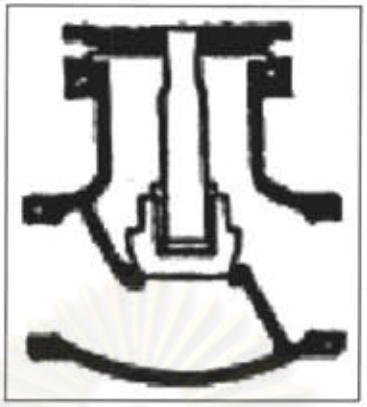
หม้อไอน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อใช้งานมีหลายแบบด้วยกัน ดังนั้นอุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบของหม้อไอน้ำบางอย่างก็มีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งก็เป็นการยากลำบากที่จะอธิบายทุกๆ อย่างได้ครบถ้วน ในที่นี้จะอธิบายให้ทราบหน้าที่และความสำคัญเฉพาะ อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบที่เป็นพื้นฐานของหม้อไอน้ำ ได้แก่

4.1 ลิ้นหรือวาล์ว (Valve)

วาล์วมีหลายชนิดและโครงสร้างแตกต่างกันตามสภาพ และจุดมุ่งหมายในการใช้งานในหม้อไอน้ำ ซึ่งมีความดันและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน วาล์วที่ควรรู้จักที่ใช้ในหม้อไอน้ำ ได้แก่

4.1.1 วาล์วทรงกลม (Globe Valve)

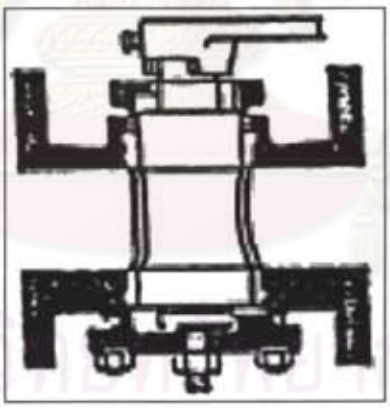
เหมาะที่จะใช้กับงานที่ต้องปิด-เปิดอย่างช้าๆ วาล์วชนิดนี้มีความเสียดทานสูง มักจะใช้วาล์วจ่ายไอน้ำ ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 วาล์วทรงกลม

4.1.2 **ปลั๊กวาล์ว** (Plug Valve)

มีลักษณะดังรูปที่ 17 เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปิด-เปิดเร็ว เพราะหมุนเพียง 1/4 รอบก็เปิดกว้างสุด วาล์วชนิดนี้ความเสียดทานต่ำ พบในการใช้เป็นวาล์วหลอดแก้วและวาล์วถ่ายน้ำ



รูปที่ 17 ปลั๊กวาล์ว

4.1.3 **เกทวาล์ว** (Gate Valve)

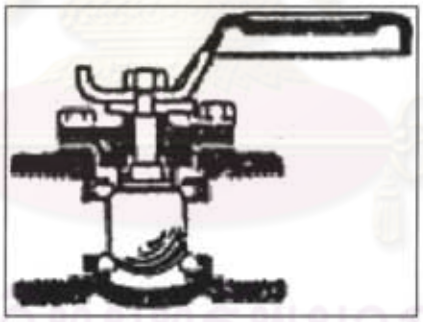
มีลักษณะดังรูปที่ 18 เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปิด-เปิดไม่เร็วเกินไป ทิศทางการไหลจะผ่านตรงทำให้มีความเสียดทานต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 18 เกทวาล์ว

4.1.4 **บอลล์วาล์ว** (Ball Valve)

มีลักษณะดังรูปที่ 19 เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปิด-ปิดเร็ว เพราะหมุนเพียง 1/4 รอบก็เปิดกว้างสุด เช่นเดียวกับปลั๊กวาล์ว แต่ว่ามีความเสียดทานต่ำกว่า มักใช้เป็นวาล์วถ่ายน้ำและวาล์วท่อน้ำเข้า



รูปที่ 19 บอลล์วาล์ว

4.1.5 **วาล์วกันกลับหรือเชควาล์ว** (Check Valve)

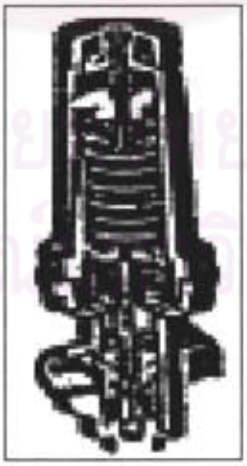
มีลักษณะดังรูปที่ 20 วาล์วกันกลับจะยอมให้ของไหลผ่านไปได้แต่ย้อนกลับไม่ได้ โดยทั่วไปจะติดตั้งไว้ที่ท่อน้ำเข้าหม้อไอน้ำและท่อจ่ายไอ (สำหรับโรงงานที่ใช้หม้อไอน้ำ ตั้งแต่ 2 เครื่อง และต่อท่อจ่ายไอร่วมกัน) วาล์วกันกลับที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายแบบ เช่น เชควาล์วแบบสวิง (Swing Check

Valve) เหมาะสำหรับติดตั้งกับท่อที่วางในแนวดิ่ง เซควาล์วแบบลูกสูบ (Piston Valve) เหมาะที่จะใช้งานกับท่อที่วางในแนวนอน

รูปที่ 20 เซควาล์วแบบสวิงและแบบลูกสูบ

4.1.6 **วาล์วลดความดัน** (Pressure Reducing Valve)

มีลักษณะดังรูปที่ 21 วาล์วลดความดันจะทำหน้าที่ ควบคุมความดันหรือลดความดันของไอน้ำที่หม้อไอน้ำจ่ายมาให้เหมาะสมกับงานที่ใช้การควบคุมความดัน จะทำงานโดยอัตโนมัติ โรงงานที่หม้อไอน้ำใช้งานความดัน 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว แต่มีเครื่องจักรใช้ความดัน 25 และ 75 ปอนด์/ตารางนิ้ว ถ้าเครื่องจักรทั้ง 2 ไม่ติดตั้งวาล์วลดความดันจะทำให้เครื่องจักรชำรุดได้



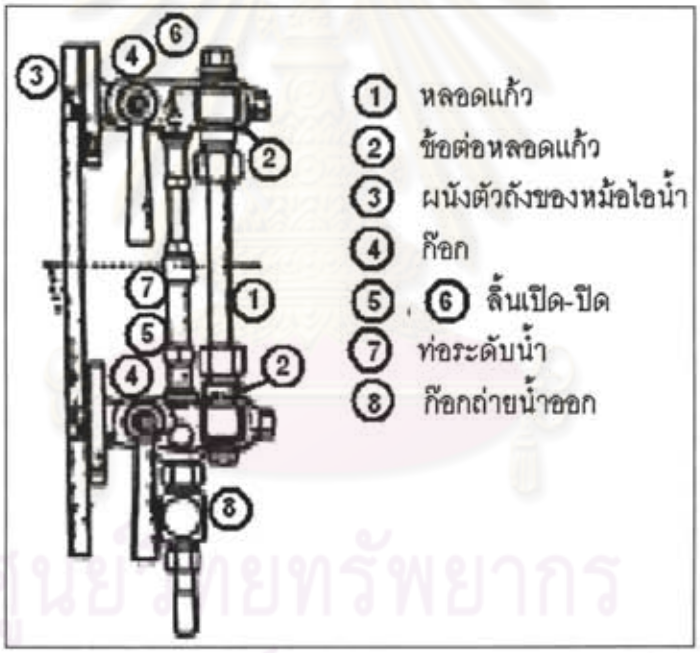
รูปที่ 21 วาล์วลดความดัน

4.2 **เครื่องวัดระดับน้ำ** (Valve)

ระดับน้ำในถังของตัวหม้อไอน้ำขึ้นลง ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตไอน้ำและปริมาณน้ำป้อนเข้า เพราะฉะนั้น จะต้องติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำและเพื่อรักษาระดับน้ำ ให้อยู่ในระดับที่ปกติเสมอ เครื่องวัดระดับน้ำที่ใช้กับหม้อไอน้ำ มีอยู่หลายแบบด้วยกันสามารถแบ่งเป็นชนิดใหญ่ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

4.2.1 **เครื่องวัดระดับน้ำแบบแก้ว**

เป็นเครื่องวัดระดับน้ำภายในหม้อไอน้ำโดยตรง มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น แบบหลอดแก้วกลม แบบแผ่นแก้วสะท้อนแสง แบบแผ่นแก้วแบบโปร่งแสง แบบสองสีและแบบความดันสูง เป็นต้น แบบหลอดแก้วกลมเป็นแบบที่มีการใช้มากสุด ดังรูปที่ 22



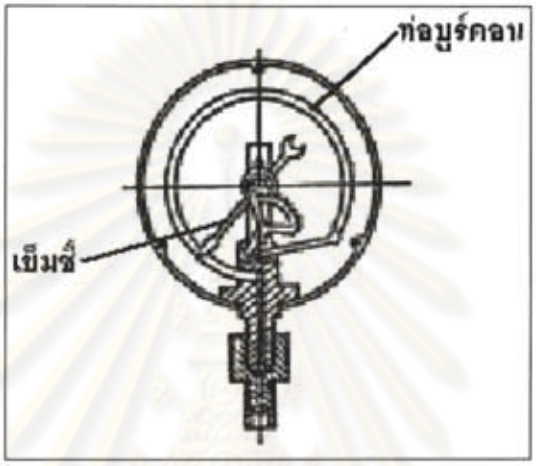
รูปที่ 22 เครื่องวัดระดับน้ำแบบหลอดแก้วกลม

4.2.2 **เครื่องวัดระดับน้ำแบบความดัน**

แตกต่าง ใช้การวัดระดับน้ำภายในหม้อไอน้ำ โดยอาศัยความดันภายในหม้อไอน้ำ ส่งผลถึงระดับของเหลวในหลอดแก้วเพิ่มขึ้นหรือลดลง

4.3 **เครื่องวัดความดัน** (Pressure Gauge)

ที่หม้อไอน้ำจะต้องติดตั้งเครื่องวัดความดัน ซึ่งแสดงความดันที่ถูกต้องอยู่เสมอ เครื่องวัดความดันที่ใช้งานมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันเป็นเครื่องวัดความดันแบบท่อบูร์ดอน (Bourdon-tube Pressure Gauge) ตามรูปที่ 23



รูปที่ 23 เครื่องวัดความดันแบบท่อบูร์ดอน

4.4 **ระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำ**

ระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำ มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

4.4.1 **อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำ** ใช้สำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมที่จะใช้กับหม้อไอน้ำ

4.4.2 **ถังพักน้ำ** ใช้สำหรับเก็บสำรองน้ำที่จะจ่ายให้กับหม้อไอน้ำ ถังพักน้ำควรมีอุปกรณ์บอกระดับน้ำและวาล์วถ่ายน้ำ ความจุของถังพักควรมีมากพอที่หม้อไอน้ำจะใช้ในวันหนึ่งๆ

4.4.3 **มาตรวัดปริมาณน้ำ** ใช้วัดปริมาณน้ำที่ส่งเข้าหม้อไอน้ำ เพื่อจะได้ทราบปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับหม้อไอน้ำในระยะเวลาหนึ่งๆ

4.4.4 **เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำ** (Feed Water Pump) ทำหน้าที่ส่งน้ำจากถังพักน้ำเข้าหม้อไอน้ำเครื่องสูบน้ำต้องมีความสามารถส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำได้มากกว่าอัตราการผลิตไอ นอกจากนั้นเครื่องสูบน้ำต้องมีความสามารถอัดน้ำให้มีความดันสูงกว่าความดันใช้งานของหม้อไอน้ำอย่างน้อย 1.5 เท่า เครื่องสูบน้ำมีใช้หลายแบบ ดังนี้

เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) เช่น Turbine
เครื่องสูบน้ำแบบโรตารี่ (Rotary Pump)
เครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ (Reciprocating Pump)
เครื่องสูบน้ำแบบ Injector

4.4.5 **เกจวัดความดันน้ำ** ปกติจะติดตั้งไว้ที่ท่อน้ำระหว่างเครื่องสูบนน้ำกับหม้อไอน้ำ สามารถใช้หาความผิดปกติของระบบส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำได้โดยการอ่านค่าจากเกจวัดความดัน

4.5 ระบบเชื้อเพลิงและการเผาไหม้

การส่งเชื้อเพลิงเข้าเตา เพื่อทำการเผาไหม้เชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ว่าเป็นอย่างไร ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

4.5.1 **เชื้อเพลิงแข็ง** (Solid fuel) เช่น พวกแกลบ ฟืน การส่งเชื้อเพลิงเข้าเตาเผาไหม้ อาจใช้คนโกยหรือใช้สายพาน (Stoker) ในระบบการเผาไหม้แบบนี้ ภายในเตาต้องมีตะกรับ (Grate) หรือสายพานเพื่อเป็นที่วางเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ อากาศจะเข้าทางใต้ตะกรับหรือสายพานเพื่อทำการเผาไหม้

4.5.2 **เชื้อเพลิงผง** (Pulverized fuel) เช่น ถ่านหินผง เชื้อเพลิง จะถูกลำเลียงด้วยอากาศขั้นต้น (Primary air) มารวมกับอากาศขั้นสอง (Secondary air) ที่หัวฉีด (Burner) ซึ่งหัวฉีดจะทำหน้าที่พ่นเชื้อเพลิงพร้อมอากาศเข้าไปเผาไหม้ในเตาของหม้อไอน้ำระบบการเผาไหม้เป็นแบบลอยตัว

4.5.3 **เชื้อเพลิงเหลว** (Liquid fuel) เช่น น้ำมันเตาหรือน้ำมันดีเซลจะต้องใช้หัวฉีดเป็นตัวพ่นน้ำมันให้เป็นละอองรวมกับอากาศเข้าเตา เพื่อจะลุกไหม้ได้ง่าย หัวฉีดน้ำมันมีหลายแบบ ดังนี้

แบบใช้ลมหรือไอน้ำสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Atomizer)
แบบใช้ความดันของน้ำมันสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Nozzle)
แบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Rotary Cup)

การใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง จะต้องมีเครื่องอุ่นน้ำมัน (Oil Heater) ซึ่งเครื่องอุ่นน้ำมันจะใช้ความร้อนที่ได้มาจากไอน้ำ หรือไฟฟ้าอุ่นน้ำมันเตาให้ความหนืดน้อยลง เพื่อสะดวกต่อการส่งน้ำมันเข้าหัวฉีดและทำให้การฉีดน้ำมันเป็นฝอยดีขึ้น

4.5.4 **เชื้อเพลิงก๊าซ** (Gas fuel) เช่น ก๊าซธรรมชาติ หัวฉีดจะพ่นก๊าซเชื้อเพลิงเข้าสู่เตา เพื่อรวมกับอากาศและเกิดการเผาไหม้ต่อไป นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้การลำเลียงเชื้อเพลิงป้อนเข้าเตาเผาไหม้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำในระบบเชื้อเพลิงและการเผาไหม้ ต้องมีอุปกรณ์ดังนี้

1. **พัดลม** (Fan)

พัดลม จะทำหน้าที่ป้อนอากาศเข้าห้องเผาไหม้พัดลมที่ใช้กับหม้อไอน้ำโดยทั่วไป แบ่งได้ 2 แบบ คือ

(1) พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fan)

(2) พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Fan) หม้อไอน้ำส่วนใหญ่ จะใช้พัดลมแบบแรงเหวี่ยง

2. **กระจกดูการเผาไหม้** (Deep Hole)

ใช้สำหรับดูการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและทราบทิศทางของเปลวไฟ เพื่อจะได้ปรับแต่งเชื้อเพลิงกับอากาศให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสม

4.6 ระบบจ่ายไอน้ำ

ระบบจ่ายไอน้ำของหม้อไอน้ำมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

4.6.1 **อุปกรณ์แยกน้ำออกจากไอน้ำ**

เนื่องจากหม้อไอน้ำผลิตไอน้ำได้เป็นไอน้ำที่มีความชื้นหรือน้ำผสมอยู่ เมื่อนำไปใช้งาน ความร้อนจะลดลงเร็ว อีกทั้งอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อเครื่องจักรไอน้ำได้ การแยกน้ำออกจากไอน้ำทำได้หลายวิธี คือ

(1) เปลี่ยนทิศทางการไหลของไอน้ำ

(2) ให้ไอน้ำไหลชนแผ่นกั้นหรือตะแกรงกรอง

(3) อาศัยแรงหนีศูนย์กลาง

(4) แบบใช้ทั้ง 3 วิธีรวมกัน

4.6.2 **วาล์วจ่ายไอน้ำ** (Main Steam Valve)

ทำหน้าที่จ่ายไอน้ำออกจากหม้อไอน้ำไปใช้งาน

4.6.3 **ท่อจ่ายไอน้ำ** (Steam Pipe)

ทำหน้าที่ส่งไอน้ำไปใช้งาน ท่อจ่ายไอน้ำควรต้องใช้ฉนวนหุ้ม เพื่อจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนของไอน้ำ

4.6.4 **ถังพักไอน้ำ** (Header)

จะทำหน้าที่เก็บไอน้ำผลิตได้ แล้วจ่ายไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ไอน้ำ ถังพักน้ำจะต้องสร้างจากวัสดุที่ทนความดันและอุณหภูมิของไอน้ำได้ ถังพักไอควรจะมีลิ้นนิรภัย (Safety Valve) เกจวัดความดัน วาล์วถ่ายน้ำหรือเครื่องดักไอน้ำ (Steam Trap) และหุ้มฉนวนกันความร้อน

4.7 ระบบช่วยประหยัดเชื้อเพลิง

เป็นระบบการนำเอาความร้อนที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานหรือค่าใช้จ่ายให้น้อยลง เครื่องช่วยประหยัดมี 2 แบบ คือ

4.7.1 **เครื่องอุ่นลม** (Air Preheater)

จะใช้ความร้อนที่จะออกปล่องไฟกลับมาอุ่นอากาศที่จะป้อนเข้าไปช่วยในการเผาไหม้ จะช่วยให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีขึ้น

4.7.2 **เครื่องอุ่นน้ำ** (Economizer)

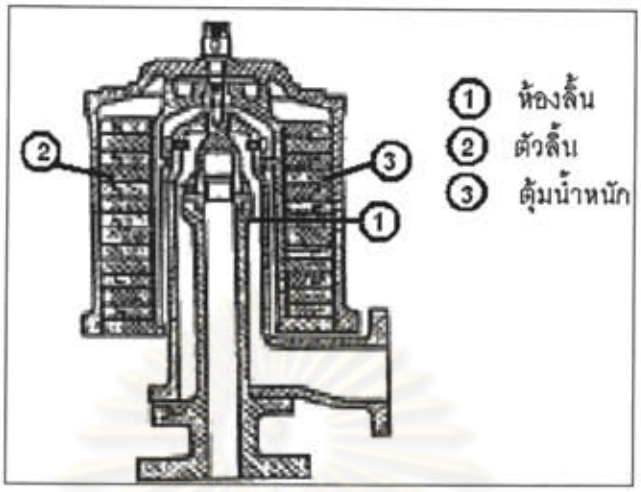
จะใช้ความร้อนจากปล่องไฟหรือไอน้ำที่เหลือจากใช้งานมาอุ่นน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น บางครั้งอุ่นน้ำจนมีอุณหภูมิเกือบ 212 ฐF (เกือบเดือด) เมื่อน้ำเข้าไปหม้อไอน้ำได้รับความร้อนอีกเพียงเล็กน้อยก็เดือดกลายเป็นไอทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงที่จะมาต้มให้เดือด

4.8 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของหม้อไอน้ำ

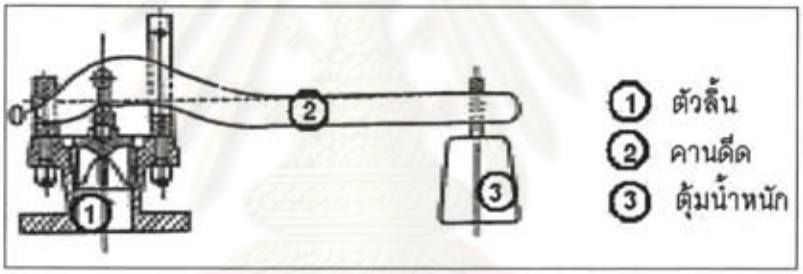
หม้อไอน้ำ ถึงแม้ว่าจะมีโครงสร้างที่แข็งแรง และส่วนประกอบที่จำเป็นแล้ว แต่ก็ยังเกิดอันตรายได้ จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย จึงจะทำให้หม้อไอน้ำมีความปลอดภัยในการใช้งานมากยิ่งขึ้น อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของหม้อไอน้ำมีดังนี้

4.8.1 **ลิ้นนิรภัย** (Safety Valve)

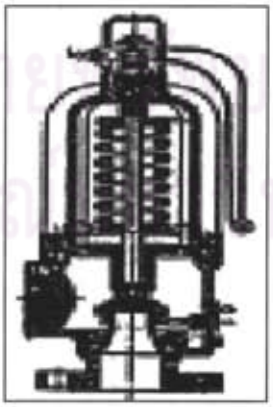
หม้อไอน้ำจะต้องติดตั้งลิ้นนิรภัยไว้ เพื่อไม่ให้ความดันขึ้นสูงกว่าที่กำหนดไว้ ลิ้นนิรภัยมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความดันของไอน้ำ ชนิดและขนาดของหม้อไอน้ำลิ้นนิรภัยแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป ก็มีลิ้นนิรภัยแบบตุ้มน้ำหนัก (รูปที่ 24), ลิ้นนิรภัยแบบคานดีด (รูปที่ 25), ลิ้นนิรภัยแบบสปริง (รูปที่ 26) เป็นต้น



รูปที่ 24 ลิ้นนิรภัยแบบตุ้มน้ำหนัก



รูปที่ 25 ลิ้นนิรภัยแบบคานดีด



รูปที่ 26 ลิ้นนิรภัยแบบสปริง แบบ POP SAFETY

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8.2 **ปลั๊กหลอมละลายหรือสะดือหม้อไอน้ำ** (Fusible Plug)

ปกติจะติดตั้งไว้บริเวณห้องเผาไหม้หรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ปลั๊กหลอมละลายจะทำงานเมื่อระดับน้ำต่ำจนเกือบถึงจุดอันตราย สารที่อุดปลั๊กหลอมละลายต่ำ (ประมาณ 235 ฐC) จะหลอมละลายทำให้ไอน้ำหรือน้ำภายในหม้อไอน้ำไหลออกมาดับไฟ ปลั๊กหลอมละลายบางแบบจะติดตั้งไว้สำหรับพ่นไอน้ำให้รีบหยุดหม้อไอน้ำก่อนที่หม้อไอน้ำจะเกิดอันตรายหรือระเบิดได้ โดยทั่วไปจะต้องเปลี่ยนสารที่อุดปลั๊กไว้ทุกๆ ปี

ปลั๊กหลอมละลายที่ใช้มีหลายชนิด ดังนี้

แบบใส่ทางด้านในหรือด้านน้ำ (Inside Type)

แบบใส่ทางด้านนอกหรือด้านไฟ (Outside Type)

แบบทำหน้าที่เป็นฟิวส์เมื่อละลายจะมีสัญญาณ (Fuse Alarm)

4.8.3 **เครื่องควบคุมระดับน้ำ** (Water Level Control)

จะทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำเข้าหม้อไอน้ำ เพื่อรักษาระดับน้ำภายในหม้อไอน้ำให้อยู่ในช่วงที่กำหนด เครื่องควบคุมระดับน้ำโดยทั่วไปจะทำงานโดยอาศัยความแตกต่างของระดับน้ำส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ กล่าวคือ

เมื่อน้ำมากจะส่งสัญญาณให้เครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน แต่ถ้าน้ำน้อยก็จะส่งสัญญาณให้เครื่องสูบน้ำทำงาน

ไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องควบคุมระดับน้ำ ควรเป็นไฟกระแสตรงแรงดันต่ำ (12 โวลท์) เครื่องควบคุมระดับน้ำที่ใช้มีหลายแบบ ดังนี้

1. **แบบลูกลอย** (Float Type) เครื่องควบคุม ระดับน้ำแบบนี้ การส่งสัญญาณไปควบคุมเครื่องสูบน้ำทำได้โดยอาศัยลูกลอยแกนลูกลอยและหลอดแก้วภายในบรรจุปรอท (ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมเครื่องสูบน้ำ)

2. **แบบอิเลคโทรด** (Electrode) เครื่องควบคุมระดับน้ำแบบนี้ การทำงานอาศัยการเป็นสื่อนำไฟฟ้าของแท่งอีเลคโทรด โดยอาศัยน้ำเป็นสะพานไฟ (สื่อนำไฟฟ้า) สำหรับส่งสัญญาณไปควบคุมปั๊มน้ำต่ออีกทอดหนึ่ง ดังนั้น ถ้าน้ำในหม้อไอน้ำสกปรกจะทำให้แท่งอีเลคโทรด มีคุณสมบัติของการเป็นสื่อนำไฟฟ้าลดลง การควบคุมเครื่องสูบน้ำก็จะบกพร่องไปด้วย เครื่องควบคุมระดับน้ำแบบอีเลคโทรดมีชนิดแท่งอีเลคโทรดเพียง 1 แท่ง และแบบแท่งอีเลคโทรดหลายแท่ง

3. **แบบขยายตัว โดยหลักการเธอร์โมสแตตริก** (Thermostatic Expansion) เครื่องควบคุมระดับแบบนี้ การทำงานจะอาศัยการขยายตัวของโลหะไปบังคับการเปิดปิดน้ำเข้าหม้อไอน้ำ ปัจจุบันยังใช้ไม่แพร่หลาย

4.8.4 **สัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติ** (Automatic Alarm)

เป็นอุปกรณ์สำหรับแจ้งอันตราย เมื่อน้ำในหม้อไอน้ำมีน้อยกว่าที่ใช้งานตามปกติ จะเป็นสัญญาณเสียงเพียงอย่างเดียวหรือมีสัญญาณแสงด้วยก็ได้ โดยปกติจะติดตั้งสัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติทำงานร่วมกับเครื่องควบคุมระดับน้ำ

4.8.5 **สวิทช์ควบคุมความดัน** (Pressure Control Switch)

สวิทช์ควบคุมความดัน ทำงานโดยอาศัยความดันของไอน้ำไปกระทำต่อเบลโลว์ล (Bellows) ที่ควบคุมหัวฉีดน้ำมัน ถ้าตั้งสวิทช์ควบคุมความดันให้มีความแตกต่างกัน (Difference Pressure) มากไป ทำให้ความดันไอน้ำที่จะนำไปใช้งานไม่สม่ำเสมอ แต่ถ้าตั้งให้มีความดันแตกต่างน้อยไป จะทำให้หัวฉีดทำงานบ่อยและอาจชำรุดได้ง่าย ดังนั้นการตั้งสวิทช์ควบคุมความดันจะต้องพิจารณาให้รอบคอบและเหมาะสมต่อการทำงาน

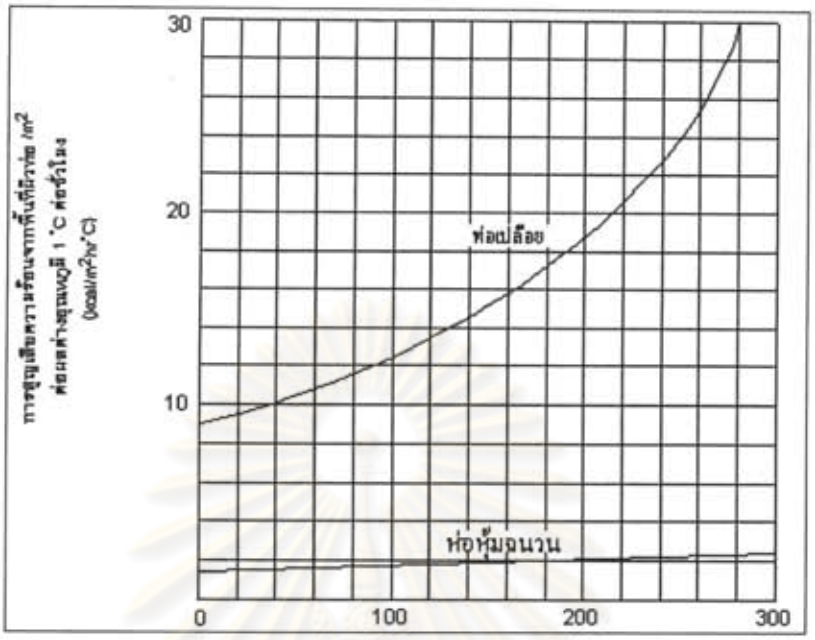
4.8.6 **ฝานิรภัย** (Access Door)

หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงเหลวควรจะมีฝานิรภัย เพื่อช่วยป้องกันแรงกระแทกขณะเริ่มติดไฟในห้องเผาไหม้ มิให้กระทำอันตรายต่อห้องเผาไหม้ ฝานิรภัยโดยทั่วไปจะทำไว้ที่ด้านหลังหม้อไอน้ำ แต่บางรุ่นก็ทำไว้ด้านข้าง

4.9 **ฉนวนกันความร้อน** (Insulation)

ฉนวนกันความร้อนใช้สำหรับท่อห่อหุ้มเปลือกหม้อไอน้ำหรือท่อจ่ายไอน้ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน รูปที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการสูญเสียความร้อนของท่อไอน้ำที่หุ้มฉนวนและไม่หุ้มฉนวน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 27 แสดงปริมาณการสูญเสียความร้อนจากผิวท่อเปลือยและท่อที่หุ้มฉนวน

ฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้หุ้มหม้อไอน้ำ ได้แก่ ใยแก้ว, ใยหิน และอิฐทนไฟ

5. ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำและการตรวจวัด

5.1 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (Boiler efficiency) หมายถึง ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดที่ป้อนเข้าไปในหม้อไอน้ำกับความร้อนที่มีอยู่ในไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้

ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ = (ปริมาณไอน้ำที่ผลิต x ปริมาณความร้อนที่อยู่ในไอน้ำ x 100) / **(ปริมาณเชื้อเพลิง x ค่าความร้อนเชื้อเพลิง)**

การคำนวณประสิทธิภาพหม้อไอน้ำทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากคือ การนำดุลย์ความร้อน (Heat balance) โดยอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดว่าความร้อนเข้าระบบเท่ากับความร้อนออกจากระบบ

การคำนวณหาปริมาณความร้อนเข้าระบบและปริมาณความร้อนออกจากระบบทำได้ ดังนี้

ก. ความร้อนเข้า

1. ความร้อน ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
2. ความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง
3. ความร้อนสัมผัสของอากาศสำหรับการเผาไหม้
4. ความร้อนสัมผัสของน้ำที่โอนเข้า

ข. ความร้อนออก

1. ความร้อนที่มีอยู่ในไอน้ำที่เกิดขึ้น
2. ความร้อนที่มีอยู่ในก๊าซเผาไหม้แห้งเพื่อปล่อยทิ้ง
3. ความร้อนที่มีอยู่ในหม้อไอน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้
4. ความร้อนที่สูญเสียจากการถ่ายเทความร้อน การนำ การพาและการแผ่รังสี

5.2 การตรวจวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

การตรวจวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ สามารถดำเนินการตรวจสอบได้ 3 วิธีการ ดังนี้

1. การวัดความร้อนที่สูญเสียออกทางปล่องไฟ (Stack loss) โดยการวัดคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนและอุณหภูมิของก๊าซร้อน
2. การวัดประมาณความร้อนเข้าและความร้อนออก
3. การสมดุลย์ความร้อน

6. สาเหตุที่ทำให้หม้อไอน้ำระเบิด

หม้อไอน้ำเป็นภาชนะมีความดัน (Pressure Vessel) ซึ่งความดันภายใน อาจจะระเบิดออกมาเมื่อไหร่ก็ได้ สาเหตุที่ทำให้หม้อไอน้ำระเบิด ส่วนใหญ่เกิดกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟส่วนหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำการระเบิดไม่ค่อยปรากฏบ่อยนัก ส่วนมากที่พบได้แก่ ท่อน้ำแตกและถ้าน้ำแห้งหม้อไอน้ำ ถังน้ำกับไอน้ำจะยุบลงมาได้ซึ่งเสียหายมาก

สาเหตุที่ทำให้หม้อไอน้ำระเบิดโดยทั่วๆ ไป สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

6.1 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

สาเหตุที่เกิดการระเบิดมีดังนี้

6.1.1 **น้ำแห้งหม้อ** เนื่องจากช่างไฟไม่เอาใจใส่ เลินเล่อ ไม่ค่อยดูแลระดับน้ำในหม้อไอน้ำ ถ้าเป็นหม้อไอน้ำสมัยใหม่ที่มีสัญญาณเตือนภัยระดับน้ำต่ำหรือสัญญาณดับไฟที่หัวเผาไม่ทำงาน ส่วนบนของห้องเผาไหม้ไม่มีน้ำหล่อเลี้ยงจะร้อนแดงและยุบตัวประกอบกับความดันไอน้ำภายในดันให้หม้อไอน้ำแตกระเบิดออกได้

6.1.2 **หม้อไอน้ำมีสภาพเก่ามาก** เนื้อเหล็กบางจนทนความดันไอน้ำไม่ได้

6.1.3 **ลิ้นนิรภัย** (Safety Valve) **ไม่ทำงาน** ถ้าความดันไอน้ำในหม้อไอน้ำเกิดสูงขึ้น เกินความดันไอน้ำใช้งาน และลิ้นนิรภัย (Safety Valve) ไม่เปิดให้ไอน้ำระบายออกความดันไอน้ำในหม้อไอน้ำสูงขึ้นเกินกำลังความแข็งแรงของหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำอาจระเบิดได้

6.1.4 **มีตะกรัน** (Scale) **จับตามผิวเตาด้านสัมผัสกันน้ำมากเกินไป** หรือผิวเตาด้านสัมผัสกับไฟมีคราบน้ำมันจับหนาเกินไป ทำให้บริเวณนั้นได้รับความร้อนจัด เนื้อโลหะบริเวณนั้นจะอ่อนตัว ความดันภายในหม้อไอน้ำจะดันให้หม้อไอน้ำแตกชำรุดได้

6.1.5 **ช่องทางที่ก๊าซร้อนผ่านออกแคบลงเนื่องจากมีเขม่าจับมากเกินไป** ก๊าซร้อนภายในเตาจะสะสมมากขึ้นๆ อาจทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ถ้าอุณหภูมิเนื้อโลหะสูงกว่า 600 ฐF อาจทำให้เตายุบตัวพังได้

6.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

สาเหตุที่เกิดการระเบิด คล้ายกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

(แหล่งที่มา บทความ ผศ.สมคิด สลัดยะนันท์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

http://www.gmcworkshop.com/new_bolier/EnergyWorldJournal.htm

ภาคผนวก ข

1. การคำนวณหาต้นทุนการผลิต

1.1 โดยรายละเอียดต้นทุนแต่ละเครื่องจักรมีดังนี้

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	ดีเซล	ซังข้าวโพด	แกลบ	ถ่านหิน	LPG
1	ค่าเครื่องจักร	บาท	13,600,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00	30,000,000.00
2	ค่าความร้อนเฉลี่ย	Mcal/kg.	9.24	11.70	14.21	32.20	26.60
3	ราคาเชื้อเพลิง	บาท/ตัน	30.00	800.00	1,700.00	3.00	15.00
4	จำนวนเชื้อเพลิงที่ต้องใช้	ตัน/ชม.	0.55	1.00	0.82	0.37	0.44
5	พลังงานไฟฟ้า	kW	124.00	160.00	160.00	160.00	160.00
6	ค่าวัตถุดิบ	บาท/ก.ก.	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
7	ค่าดำเนินการ	บาท/ก.ก.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
8	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/ก.ก.	0.63	0.67	0.67	0.67	0.67
9	ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ก.ก.	1.24	0.12	0.21	0.16	1.15
10	ค่าไฟฟ้า	บาท/หน่วย	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
11	ค่าบำรุงรักษา	บาท/เดือน	3,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
12	โสหุ้ยการผลิต	บาท/เดือน	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
13	ค่าแรงการผลิต	บาท/เดือน	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
14	ระยะเวลาการใช้งาน	ปี	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.12	บาท/ก.ก.
คำนวณ		
ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย	2.90	บาท/ก.ก.
ต้นทุนแปรผัน	91.79	บาท/ก.ก.
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	94.69	ก.ก.

*ค่าเครื่องกำเนิดความร้อน หมายถึง ค่าเสื่อมราคาของเครื่องกำเนิดความร้อน โดยคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (SL Depreciation) ภายใต้ระยะเวลาการใช้งาน 5 ปีโดยมีมูลค่าซากเป็นศูนย์ และคำนวณได้จากสูตร

$$D = \frac{B - SV}{n}$$

โดยที่ D = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (Annual Depreciation Rate)

B = ต้นทุนแรกเริ่ม (Fist Cost)

SV = มูลค่าซาก (Salvage Value)

n = ระยะเวลาในการใช้งาน (Recovery Period)

ดังนั้น D = (30,000,000-0)/10 = 3,000,000 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูตร คำนวณหาต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (Unit Cost)

A. **ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย** (Fix Cost)

ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) = เครื่องกำเนิดความร้อน
+ (ค่าแรง + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ + ค่าบำรุงรักษา)*12

ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย (Fix Cost/Unit) = ต้นทุนคงที่ / ปริมาณการผลิต

B. **ต้นทุนแปรผัน** (Variable Cost)

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) = ค่าวัตถุดิบ+ค่าดำเนินการ+ค่าพลังงานไฟฟ้า+
ค่าเชื้อเพลิง

C. **ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย**

ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย = ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย + ต้นทุนแปรผัน

สมมติฐาน

กำลังผลิตสินค้าสำเร็จรูป (Seed FG) = 5,000 ตันต่อปี

ดังนั้น ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย = [3,000,000 +
(900,000+50,000+10,000)*12]/5,000
= 2,900 บาท/ตัน
= 2.9 บาท/ก.ก.

ต้นทุนแปรผัน = 36+55+0.67+0.12 = 91.79 บาท/ก.ก.

ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย = 94.69 บาท/ ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.21	บาท/ก.ก.
คำนวณ		
ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย	2.90	บาท/ก.ก.
ต้นทุนแปรผัน	91.88	บาท/ก.ก.
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	94.78	ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.16	บาท/ก.ก.
คำนวณ		
ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย	2.90	บาท/ก.ก.
ต้นทุนแปรผัน	91.83	บาท/ก.ก.
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	94.73	ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	1.15	บาท/ก.ก.
คำนวณ		
ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย	2.90	บาท/ก.ก.
ต้นทุนแปรผัน	92.82	บาท/ก.ก.
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	95.72	ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 ต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	1,360,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	3,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.63	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	1.24	บาท/ก.ก.
คำนวณ		
ต้นทุนคงที่ต่อหน่วย	2.56	บาท/ก.ก.
ต้นทุนแปรผัน	92.87	บาท/ก.ก.
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	95.43	ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การคำนวณหาต้นทุนเงินทุน

การคำนวณหาค่าต้นทุนเงินทุน จากสูตร Capital Asset Pricing Model (CAMP) เนื่องจากทฤษฎี CAMP แสดงความสัมพันธ์ของ R_i, $Beta_{levered}$ และ Market Risk Premium เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเสี่ยงและผลตอบแทน

$$\text{Cost of equity} = \text{Risk Free Rate} + Beta_{\text{un levered}} * \text{Market Risk Premium}$$

โดยข้อมูลอ้างอิง http://www.scis.co.th/prod/pdf/UnpbbNRRbV123650.pdf สถาบันวิจัยนครหลวง
ไทย (SCRI) ซึ่งเป็นการหาต้นทุนเงินลงทุนโดยเปรียบเทียบกับมูลค่าของตลาด ในกลุ่มธุรกิจเกษตรอุตสาหกรรมโดยมีข้อมูลดังนี้

Cost of equity = 9.4%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การคำนวณหาค่า NPV

3.1 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด

การคำนวณหาค่า NPV ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้

รายการ	ราคา	หน่วย
ราคาขาย	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	บาท/เดือน
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.12	บาท/ก.ก.

สมมติฐาน ปริมาณความต้องการคงที่ตลอดระยะเวลาใช้งาน 10 ปี เท่ากับ 5,000 ตันต่อปี

รายละอียดมูลค่าเงินแต่ละปี

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร
0	-30,000,000	-	-	-
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	9,530,000.00
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00

6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00

การคำนวณต้นทุน

ต้นทุนการผลิต = ปริมาณการขาย *(ค่าวัตถุดิบ+ค่าดำเนินการ+ค่าไฟฟ้า+ค่าพลังงาน) + (โสหุ้ยการผลิต)*12

= 5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12

= 470,470,000

วิธีการคำนวณหาค่า NPV

NPV = -30,000,000 + 29,530,0 (P/F,5%,1) + 29,530,0 (P/F,5%,2) + 29,530,0 (P/F,5%,3)
+ 29,530,0 (P/F,5%,4) + 29,530,0 (P/F,5%,5) + 29,530,0 (P/F,5%,6)
+ 29,530,0 (P/F,5%,7) + 29,530,0 (P/F,5%,8) + 29,530,0 (P/F,5%,9)
+ 29,530,0 (P/F,5%,10)

= 198,022,832.46

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	198,022,832.46
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด กรณีต้นทุนเงินทุน 9.4%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	156,221,889.64
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ

การคำนวณหาค่า NPV ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้

รายการ	ราคา	หน่วย
ราคาขาย	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	บาท/เดือน
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.21	บาท/ก.ก.

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ กรณีต้นทุนเงินทุน 5%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	194,548,051.74
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ กรณีต้นทุนเงินทุน 9.4%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	153,384,102.63
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	

3.3 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน

การคำนวณหาค่า NPV ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้

รายการ	ราคา	หน่วย
ราคาขาย	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	บาท/เดือน
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.16	บาท/ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน กรณีต้นทุนเงินทุน 5%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	196,478,485.47
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน กรณีต้นทุนเงินทุน 9.4%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	154,960,650.97
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG

การคำนวณหาค่า NPV ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้

รายการ	ราคา	หน่วย
ราคาขาย	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	960,000.00	บาท/เดือน
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	1.15	บาท/ก.ก.

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG กรณีต้นทุนเงินทุน 5%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	158,255,897.57
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NPV **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง** LPG **กรณีต้นทุนเงินทุน** 9.4%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	123,744,993.88
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	

3.5 NPV **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล**

การคำนวณหาค่า NPV ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้

รายการ	ราคา	หน่วย
ราคาขาย	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	5,000,000.00	ก.ก.
FOH	953,000.00	บาท/เดือน
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า	0.63	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	1.24	บาท/ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล กรณีต้นทุนเงินทุน 5%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-13,600,000	-	-	-	-13,600,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	173,374,089.58
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	

NPV เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล กรณีต้นทุนเงินทุน 9.4%

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	NPV
0	-13,600,000	-	-	-	-13,600,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	139,098,165.79
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.63+1.24)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. Payback Analysis

คำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของการลงทุนเครื่องกำเนินความร้อนของแต่ละเชื้อเพลิง จากการคำนวณโดยใช้ Excel วิเคราะห์ได้ระยะเวลาการคืนทุนดังนี้

4.1 Payback Period **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพด**

การคำนวณหาค่า Payback Period ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้ สมมติฐานเดียวกับการคำนวณหาค่า NPV

ปีที่	NCF	Cumulative NCF
0	-30,000,000	-30,000,000
1	29,530,000	-470,000
2	29,530,000	29,060,000
3	29,530,000	58,590,000
4	29,530,000	88,120,000
5	29,530,000	117,650,000
6	29,530,000	147,180,000
7	29,530,000	176,710,000
8	29,530,000	206,240,000
9	29,530,000	235,770,000
10	29,530,000	265,300,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Payback Period = 1 – (-470,000/29,530,000) = 1.016 ปี

4.2 Payback Period **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ**

การคำนวณหาค่า Payback Period ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้ สมมติฐานเดียวกับการคำนวณหาค่า NPV

ปีที่	NCF	Cumulative NCF
0	-30,000,000	-30,000,000
1	29,080,000	-920,000
2	29,080,000	28,160,000
3	29,080,000	57,240,000
4	29,080,000	86,320,000
5	29,080,000	115,400,000
6	29,080,000	144,480,000
7	29,080,000	173,560,000
8	29,080,000	202,640,000
9	29,080,000	231,720,000
10	29,080,000	260,800,000

Payback Period = 1 – (-920,000/29,080,000) = 1.032 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 Payback Period **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน**

การคำนวณหาค่า Payback Period ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้ สมมติฐานเดียวกับการคำนวณหาค่า NPV

ปีที่	NCF	Cumulative NCF
0	-30,000,000	-30,000,000
1	29,330,000	-670,000
2	29,330,000	28,660,000
3	29,330,000	57,990,000
4	29,330,000	87,320,000
5	29,330,000	116,650,000
6	29,330,000	145,980,000
7	29,330,000	175,310,000
8	29,330,000	204,640,000
9	29,330,000	233,970,000
10	29,330,000	263,300,000

Payback Period = 1- (-670,000/29,330,000) = 1.023 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 Payback Period **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง** LPG

การคำนวณหาค่า Payback Period ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้ สมมติฐานเดียวกับการคำนวณหาค่า NPV

ปีที่	NCF	Cumulative NCF
0	-30,000,000	-30,000,000
1	24,380,000	-5,620,000
2	24,380,000	18,760,000
3	24,380,000	43,140,000
4	24,380,000	67,520,000
5	24,380,000	91,900,000
6	24,380,000	116,280,000
7	24,380,000	140,660,000
8	24,380,000	165,040,000
9	24,380,000	189,420,000
10	24,380,000	213,800,000

Payback Period = 1- (-5,620,000/24,380,000) = 1.231 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 Payback Period **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล**

การคำนวณหาค่า Payback Period ภายใต้สมมติฐาน มีรายละเอียดข้อมูลการคำนวณ ดังนี้ สมมติฐานเดียวกับการคำนวณหาค่า NPV

ปีที่	NCF	Cumulative NCF
0	-13,600,000	-13,600,000
1	24,214,000	10,614,000
2	24,214,000	34,828,000
3	24,214,000	59,042,000
4	24,214,000	83,256,000
5	24,214,000	107,470,000
6	24,214,000	131,684,000
7	24,214,000	155,898,000
8	24,214,000	180,112,000
9	24,214,000	204,326,000
10	24,214,000	228,540,000

Payback Period = 0- (-13,600,000/24,214,000) = 0.562 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางสรุปPayback Period เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด

เครื่องกำเนินความร้อน	Payback Period (ปี)
ซังข้าวโพด	1.016
แกบ	1.032
ถ่านหิน	1.023
LPG	1.231
ดีเซล	0.562

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. Break Even Point Analysis

คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อน

$$Q = \frac{FC}{(r - v)}$$

5.1 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงชังข้าวโพด

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.12	บาท/ก.ก.
รวม		
รวม Fixed Cost	47,520,000.00	บาท/ปี
รวม Variable Cost	91.79	บาท/ก.ก.
Break Even Point	**5,788,063.34**	**ก.ก.**

$$Q = \frac{FC}{(r - v)}$$

= 47,520,000/(100-91.79) ก.ก./ปี

= **5,788,063.34** ก.ก.

5.2 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.21	บาท/ก.ก.
รวม		
รวม Fixed Cost	47,520,000.00	บาท/ปี
รวม Variable Cost	91.88	บาท/ก.ก.
Break Even Point	5,852,216.75	ก.ก.

$$Q = \frac{FC}{(r - v)}$$

= 47,520,000/ (100-91.88) ก.ก./ปี

= 5,852,216.75 ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.16	บาท/ก.ก.
รวม		
รวม Fixed Cost	47,520,000.00	บาท/ปี
รวม Variable Cost	91.83	บาท/ก.ก.
Break Even Point	**5,816,401.47**	**ก.ก.**

$$Q = \frac{FC}{(r - v)}$$

= 47,520,000/(100-91.83) ก.ก./ปี

= **5,816,401.47** ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง LPG

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	3,000,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	10,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	1.15	บาท/ก.ก.
รวม		
รวม Fixed Cost	47,520,000.00	บาท/ปี
รวม Variable Cost	92.82	บาท/ก.ก.
Break Even Point	**6,618,384.40**	**ก.ก.**

$$Q = \frac{FC}{(r - v)}$$

= 47,520,000/(100-92.82) ก.ก./ปี

= **6,618,384.40** ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 คำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล

Fixed Cost		
ค่าเครื่อง*	1,360,000.00	บาท/เดือน
ค่าแรงงาน	900,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	50,000.00	บาท/เดือน
ค่าบำรุงรักษา	3,000.00	บาท/เดือน
Variable Cost		
ค่าวัตถุดิบ	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.63	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง	1.24	บาท/ก.ก.
รวม		
รวม Fixed Cost	27,756,000.00	บาท/ปี
รวม Variable Cost	92.87	บาท/ก.ก.
Break Even Point	**3,892,847.12**	**ก.ก.**

$$Q = \frac{FC}{(r - v)}$$

= 23,436,000/(100-92.87) ก.ก./ปี

= **3,892,847.12** ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางสรุปคำนวณปริมาณคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด

เครื่องกำเนินความร้อน	Q BEP (ก.ก.)
ซังข้าวโพด	5,788,063.34
แกบ	5,852,216.75
ถ่านหิน	5,816,401.47
LPG	6,618,384.40
ดีเซล	3,892,847.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. Internal Rate of Return

6.1 Internal Rate of Return**เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงชังข้าวโพด**

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	IRR
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	**98.33%**
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.12)+960,000*12	29,530,000.00	29,530,000.00	

หมายเหตุ ใช้ Microsoft Excel ในการคำนวณหา IRR กำเนิดความร้อนแต่ละชนิด ตามกระแสเงินสดข้างต้นพร้อมทั้งใช้ สูตร Excel คือ =IRR(Values, guess)

IRR = 98.33 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 Internal Rate of Returnเครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	IRR
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	**96.82%**
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.21)+960,000*12	29,080,000.00	29,080,000.00	

หมายเหตุ ใช้ Microsoft Excel ในการคำนวณหา IRR กำเนิดความร้อนแต่ละชนิด ตามกระแสเงินสดข้างต้นพร้อมทั้งใช้ สูตร Excel คือ =IRR(Values, guess)

IRR = 96.82 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 Internal Rate of Return**เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน**

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	IRR
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	**97.66%**
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+0.16)+960,000*12	29,330,000.00	29,330,000.00	

หมายเหตุ ใช้ Microsoft Excel ในการคำนวณหา IRR กำเนิดความร้อนแต่ละชนิด ตามกระแสเงินสดข้างต้นพร้อมทั้งใช้ สูตร Excel คือ =IRR(Values, guess)

IRR = 97.66 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.4 Internal Rate of Return **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง** LPG

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	IRR
0	-30,000,000	-	-	-	-30,000,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	**81.05%**
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(36+55+0.67+1.15)+960,000*12	24,380,000.00	24,380,000.00	

หมายเหตุ ใช้ Microsoft Excel ในการคำนวณหา IRR กำเนิดความร้อนแต่ละชนิด ตามกระแสเงินสดข้างต้นพร้อมทั้งใช้ สูตร Excel คือ =IRR(Values, guess)

IRR = 81.05 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5 Internal Rate of Return **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิง ดีเซล**

ปีที่	เงินลงทุน	รายได้จากการขาย	ต้นทุน	กำไร	NCF	IRR
0	-13,600,000	-	-	-	-13,600,000.00	
1	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
2	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
3	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
4	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
5	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	**178.04%**
6	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
7	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
8	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
9	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	
10	-	100*5,000,000	5,000,000*(40+55+0.63+1.49)+953,000*12	24,214,000.00	24,214,000.00	

หมายเหตุ ใช้ Microsoft Excel ในการคำนวณหา IRR กำเนิดความร้อนแต่ละชนิด ตามกระแสเงินสดข้างต้นพร้อมทั้งใช้ สูตร Excel คือ = IRR(Values, guess)

IRR = 178.04 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางสรุป Internal Rate of Return **เครื่องกำเนิดความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด**

เครื่องกำเนินความร้อน	IRR
ซังข้าวโพด	98.33%
แกบ	96.82%
ถ่านหิน	97.66%
LPG	81.05%
ดีเซล	178.04%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. **วิเคราะห์** Scenario Analysis

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนของแต่ละเชื้อเพลิง ในกรณี Worst Case

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนของแต่ละเชื้อเพลิง ในกรณี Normal Case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน		-30,000,000.00											บาท
ราคาขาย			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	60%		3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	ก.ก.
FOH			960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ			36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ			55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า			0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง			0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF		-30,000,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	13,110,000.00	บาท
NPV	5.0%	71,231,945											บาท
NPV	9.4%	52,674,195											บาท

NPV **ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยซังข้าวโพด ในกรณี** worst case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน		-30,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	บาท
ราคาขาย			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	100%		5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH			960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ			36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ			55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า			0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง			0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF		-30,000,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	29,530,000.00	บาท
NPV	5.0%	198,022,832											บาท
NPV	9.4%	156,221,890											บาท

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยซังข้าวโพด ในกรณี Normal Case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน	-30,000,000.00											บาท
ราคาขาย		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume 60%		3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	ก.ก.
FOH		960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ		36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ		55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า		0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าซื้อเชื้อเพลิง		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF	-30,000,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	12,840,000.00	บาท
NPV 5.0%	69,347,076											บาท
NPV 9.4%	50,971,523											บาท

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยแกลบ ในกรณี worst case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน		-30,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	บาท
ราคาขาย			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	100%		5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH			960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ			36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ			55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า			0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง			0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF		-30,000,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	29,080,000.00	บาท
NPV	5.0%	194,548,052											บาท
NPV	9.4%	153,384,103											บาท

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยแกลบ ในกรณี Best Case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน	-30,000,000.00											บาท
ราคาขาย		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume 60%		3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	ก.ก.
FOH		960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ		36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ		55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า		0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าน้ำมันเตา		0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF	-30,000,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	12,990,000.00	บาท
NPV 5.0%	70,305,337											บาท
NPV 9.4%	51,917,452											บาท

NPV **ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยถ่านหิน ในกรณี** worst case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน		-30,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	บาท
ราคาขาย			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	100%		5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH			960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ			36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ			55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า			0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง			0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF		-30,000,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	29,330,000.00	บาท
NPV	5.0%	196,478,485											บาท
NPV	9.4%	154,960,651											บาท

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วยถ่านหิน ในกรณี Best Case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน	-30,000,000.00											บาท
ราคาขาย		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume 60%		3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	ก.ก.
FOH		960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ		36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ		55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า		0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าซื้อเชื้อ		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF	-30,000,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	10,020,000.00	บาท
NPV 5.0%	47,371,784											บาท
NPV 9.4%	33,188,057											บาท

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วย LPG ในกรณี worst case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หน่วย
เงินลงทุน		-30,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	บาท
ราคาขาย			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	บาท/ก.ก.
Forecast Sale Volume	100%		5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00	ก.ก.
FOH			960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	960,000.00	บาท/ปี
ค่าวัตถุดิบ			36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	บาท/ก.ก.
ค่าดำเนินการ			55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	บาท/ก.ก.
ค่าไฟฟ้า			0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	บาท/ก.ก.
ค่าเชื้อเพลิง			1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	บาท/ก.ก.
Cost of Capital NCF		-30,000,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	24,380,000.00	บาท
NPV	5.0%	158,255,898											บาท
NPV	9.4%	123,744,994											บาท

NPV ของเครื่องกำเนิดความร้อนด้วย LPG ในกรณี Best Case

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

1. การตัดสินใจทดแทนทรัพย์สิน (Replacement and Retention Decision)

การพิจารณาว่าจะทิ้งทรัพย์สินเก่าและนำทรัพย์สินใหม่มาทดแทนนั้น องค์ประกอบในการพิจารณาเพื่อตัดสินใจนั้นมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น

- เรื่องของการลดลงของสมรรถนะ
- การเปลี่ยนแปลงความต้องการ
- ความล้าสมัย
- ลดต้นทุน

ดังนั้น การตัดสินใจทดแทนจึงต้องพิจารณาทั้งในเรื่องของมูลค่าทรัพย์สินเก่า อายุใช้งาน และต้นทุน การศึกษาการทดแทนทรัพย์สินเป็นการประเมินมูลค่าทรัพย์สิน โดยใช้วิธีมูลค่ารายปีเป็นหลัก

สมมติฐานมีดังนี้

- การใช้งานเครื่องจักรมีช่วงเวลาที่แน่นอนในอนาคต
- เครื่องจักรที่นำมาเปรียบเทียบเป็นเครื่องจักรที่ดีที่สุดในขณะนี้

2. คำนวณกระแสเงินสดส่วนเพิ่ม

นำค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่คำนวณได้จากภาคผนวก ข มาทำการคำนวณหาค่ากระแสเงินสดส่วนเพิ่ม ดังต่อไปนี้

Initial Cost	= ค่าเครื่องจักร
Annual cash flow	= กระแสเงินสดต่อปี
Salvage value	= มูลค่าที่เหลืออยู่หลังจากหักค่า เสื่อมราคาแล้ว
Lift	= อายุการใช้งาน
Incremental Investment	= ค่าลงทุนส่วนเพิ่ม
Incremental Cash Flow	= กระแสเงินสดส่วนเพิ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Incremental i* = อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม

ตาราง คำนวณกระแสเงินสดส่วนเพิ่ม

Alternative	Year	ดีเซล	ชังข้าวโพด
Initial Cost		-10,000,000.00	-30,000,000.00
Annual cash flow		14,916,000.00	22,100,000.00
Salvage value		0.00	0.00
Lift		10.00	10.00
ROR Comparison			ชังข้าวโพด - ดีเซล
Incremental Investment	0		-20,000,000.00
Incremental Cash Flow	1		7,184,000.00
	2		7,184,000.00
	3		7,184,000.00
	4		7,184,000.00
	5		7,184,000.00
	6		7,184,000.00
	7		7,184,000.00
	8		7,184,000.00
	9		7,184,000.00
	10		7,184,000.00
Incremental i*			34.0%

อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม(Incremental i*) คือ 34%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. **วิเคราะห์ความไว** (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์ว่า ถ้าปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญค่าใดค่าหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆยังมีค่าคงที่แล้ว จะมีผลกระทบต่อโครงการอย่างไร โดยทั่วไป การวิเคราะห์ความไวจะวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าผลตอบแทนของโครงการ โดยจัดมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ ซึ่งจะพิจารณาการรเปลี่ยนแปลงที่ละปัจจัย โดยปัจจัยอื่นคงที่แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกรณีพื้นฐานของโครงการ (Base Case) เพื่อพิจารณาว่า การเปลี่ยนแปลงปัจจัยเหล่านั้น เป็นผลดีหรือเป็นผลเสียต่อโครงการมากน้อยเพียงใด

การตัดสินใจเพื่อเลือกเครื่องกำเนิดความร้อน โดยวิธีการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ใช้สมมติฐานการวิเคราะห์เดียวกันกับการหาปริมาณคุ้มทุน

ในที่นี้จะทำการหาวิเคราะห์ความไวจากค่า IRR ของ แต่ละ % ของปริมาณยอดขายต่อปี ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางของเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิงซังข้าวโพด

Cash Flow of Year	% ของปริมาณยอดขายต่อปี				
	60%	70%	80%	90%	100%
0	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00
1	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
2	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
3	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
4	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
5	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
6	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
7	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
8	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
9	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
10	1,380,000.00	3,530,000.00	5,680,000.00	7,830,000.00	9,980,000.00
IRR	-12.09%	3.07%	13.68%	22.74%	31.04%

ตารางของเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิงแกลบ

Cash Flow of Year	% ของปริมาณยอดขายต่อปี				
	60%	70%	80%	90%	100%
0	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00
1	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
2	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
3	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
4	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
5	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
6	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
7	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
8	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
9	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
10	1,320,000.00	3,460,000.00	5,600,000.00	7,740,000.00	9,880,000.00
IRR	-12.69%	2.68%	13.32%	22.37%	30.66%

ตารางของเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิงถ่านหิน

Cash Flow of Year	% ของปริมาณยอดขายต่อปี				
	60%	70%	80%	90%	100%
0	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00
1	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
2	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
3	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
4	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
5	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
6	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
7	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
8	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
9	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
10	1,350,000.00	3,495,000.00	5,640,000.00	7,785,000.00	9,930,000.00
IRR	-12.39%	2.88%	13.50%	22.56%	30.85%

ตารางของเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิง LPG

Cash Flow of Year	% ของปริมาณยอดขายต่อปี				
	60%	70%	80%	90%	100%
0	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00	-30,000,000.00
1	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
2	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
3	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
4	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
5	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
6	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
7	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
8	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
9	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
10	780,000.00	2,830,000.00	4,880,000.00	6,930,000.00	8,980,000.00
IRR	#NUM!	-1.05%	9.99%	19.07%	27.24%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางของเครื่องกำเนิดความร้อนเชื้อเพลิงดีเซล

Cash Flow of Year	% ของปริมาณยอดขายต่อปี				
	60%	70%	80%	90%	100%
0	-10,000,000.00	-10,000,000.00	-10,000,000.00	-10,000,000.00	-10,000,000.00
1	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
2	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
3	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
4	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
5	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
6	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
7	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
8	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
9	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
10	(2,796,000.00)	(1,356,000.00)	84,000.00	1,524,000.00	2,964,000.00
IRR	#DIV/0!	#DIV/0!	#NUM!	8.50%	26.90%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้

การประเมินทางเลือกโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Staged Evaluation of Alternative Using a Decision Tree) การประเมิณทางเลือก บ้างครั้งอาจต้องตัดสินใจหลายขั้นโดยคำตอบของขั้นแรกเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการติดสินใจต่อไป เมื่อมีการกำหนดทาเลือกอย่างชัดเจน ค่าความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือกอาจหมายถึงความเสี่ยง ซึ่งมันช่วยได้มากสำหรับหารประเมิน โดยใช้แผนภูมิต้นไม้

เชื้อเพลิง	$\sum x_i P(x_i)$	Estimates	% Sale	$x_i P(x_i)$	$P(x_i)$	IRR
ซัง ข้าวโพด	25.08%	Pessimistic	80% Sale forecast	2.74%	0.2	13.68%
		Most Likely	90% Sale forecast	6.82%	0.3	22.74%
		Optimistic	100% Sale forecast	15.52%	0.5	31.04%
แกลบ	24.71%	Pessimistic	80% Sale forecast	2.66%	0.2	13.32%
		Most Likely	90% Sale forecast	6.71%	0.3	22.37%
		Optimistic	100% Sale forecast	15.33%	0.5	30.66%
ถ่านหิน	24.89%	Pessimistic	80% Sale forecast	2.70%	0.2	13.50%
		Most Likely	90% Sale forecast	6.77%	0.3	22.56%
		Optimistic	100% Sale forecast	15.43%	0.5	30.85%

LPG	21.34%	Pessimistic	80% Sale forecast	2.00%	0.2	9.99%
		Most Likely	90% Sale forecast	5.72%	0.3	19.07%
		Optimistic	100% Sale forecast	13.62%	0.5	27.24%
ดีเซล	16.00%	Pessimistic	80% Sale forecast	0.00%	0.2	0.00%
		Most Likely	90% Sale forecast	2.55%	0.3	8.50%
		Optimistic	100% Sale forecast	13.45%	0.5	26.90%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสมพล พัทจารี เกิดเมื่อวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นบตรคนที่ 1 ของนายพิชัย พัทจารี และนางสมัย พัทจารี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2547 และได้เข้าศึกษาในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาภาคปลาย ปีการศึกษา 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย