แบบจำลองต้นทุนสำหรับศูนย์กระจายถ่านหิน

นายปัณณคุณัชญ์ อุ่นพิพัฒน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COSTING MODEL FOR A COAL CENTER

Mr. Pankhunat Ounpipat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองต้นทุนสำหรับศูนย์กระจายถ่านหิน
โดย	นายปัณณคุณัชญ์ อุ่นพิพัฒน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัณณคุณัชญ์ อุ่นพิพัฒน์ : แบบจำลองต้นทุนสำหรับศูนย์กระจายถ่านหิน (A COSTING MODEL FOR A COAL CENTER) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน , 95 หน้า.

ตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ปี 2015 มีแผนสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเพิ่มขึ้นในภาคกลาง เพื่อความมั่นคงด้านพลังงาน โดยถ่านหินที่เป็นพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าคือชนิดซับบิทูมินัส และบิทูมินัส นั้นต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ จึงต้องมีศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อรองรับปริมาณถ่านหินนำเข้าในปริมาณมาก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน เพื่อวิเคราะห์เงินลงทุน ด้วยแบบจำลองต้นทุนโดยใช้วิธีล่างขึ้นบน (Bottom up) โดยกำหนดพื้นที่บริเวณท่าเรือน้ำลึกของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เป็นพื้นที่กรณีศึกษาในการสร้างแบบจำลองต้นทุนนี้จะใช้วิธีล่างขึ้นบนในการประมาณการต้นทุน แบบจำลองต้นทุนนี้ใช้โปรแกรม ไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล ในการคำนวณ เริ่มจากการวางแผนกำลังการผลิตและเลือกกระบวนการผลิต แล้วนำมาคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) และการดำเนินงาน (OPEX) เพื่อเป็นปัจจัยนำเข้าสู่ระดับล่างสุดของแบบจำลองต้นทุนคือระดับการดำเนินงาน ในระดับนี้จะได้ต้นทุนทั้งหมดของโครงการ สามารถหาต้นทุนต่อหน่วย ต่อไปคือระดับการบริหาร ในระดับนี้จะแยกต้นทุนออกมาตามพฤติกรรมของต้นทุน เป็นต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปรทำให้ได้ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตามลำดับ และในระดับบนสุดของแบบจำลองต้นทุนนี้คือระดับนโยบายจะทำการประมาณงบกระแสเงินสดเพื่อหาต้นทุนตลอดอายุ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนการลงทุน ต้นทุนการดำเนินงาน ต้นทุนการเงิน และสามารถประเมินความคุ้มค่าของโครงการได้ ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะได้แบบจำลองต้นทุนที่เป็นเครื่องมือสามารถช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจการลงทุน

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5770222521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: COAL CENTER / BOTTOM-UP COST MODEL / COST ESTIMATE

PANKHUNAT OUNPIPAT: A COSTING MODEL FOR A COAL CENTER. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUTHAS RATANAKUAKANGWAN, 95 pp.

Based on Power Development Plan of Thailand 2015, Coal-fired power plants are planned to construct in the Central Region of Thailand in order to support the national security. Coals are sub-bituminous and bituminous, which have to be imported from overseas. Therefore, it is necessary that Thailand has a coal center to handle large amount of imported coals for such power plants.

The objectives of this research are to develop a costing model of the coal center and to project capital costs required through a bottom up approach. Site of the coal center is located at the deep sea ports of Map Ta Phut Industrial Park, Rayong. To estimated the capital costs, the bottom up approach is applied for costing model. This costing model comprises three levels, from bottom to top, operation, management, and policy. To begin with, capacity planning and process selection are investigated since they are used to calculate a capital expenditure (CAPEX) and operational expenditure (OPEX). Then, the expenditures become the inputs of the model at an operational level – the lowest level of the model – and get the total cost which provides the unit cost later. In a management level, the middle level, the total cost is separated into fixed costs and variable costs leading to an evaluation of capacity utilization and efficiency respectively. At the top level of the model, a policy level, cash flows from previous outputs are employed to find life cycle costs consisting of annual capital costs, annual operating costs and annual financial costs. Consequently, unit cost, capital investment, and the rate of return on the investment developed by the model would be used as a tool for top executives to make a decision.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ที่ให้คำปรึกษาที่มีคุณค่าอย่างยิ่งในการพัฒนาทั้งเนื้อหางานวิจัย แนวคิดในการทำการวิจัย

ขอขอบคุณ ศ.ดร.ปารเมศ ชุติมา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วันชัย ริจิรวนิช กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่สละเวลาเพื่อให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งช่วยให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆในศูนย์บริการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้คำปรึกษาในด้านการทำงานและจัดทำวิทยานิพนธ์ ในท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่านที่อาจไม่ได้เอ่ยนามที่มีส่วนทำให้สำเร็จการศึกษาปริญญามหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นผู้สนับสนุน และผลักดันให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาในที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฏ

สารบัญตาราง ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1. ที่มาและความสำคัญ 1

1.2. ความสำคัญของพลังงานถ่านหิน 2

1.2.1. ประเภทของถ่านหิน 3

1.2.2. การใช้ประโยชน์จากถ่านหิน 4

1.3. ถ่านหินในประเทศไทย 4

1.3.1. ปริมาณการผลิตถ่านหินในประเทศไทย 4

1.3.2. ปริมาณการใช้ถ่านหินในประเทศไทย 5

1.4. ถ่านหินนำเข้าในประเทศไทย 6

1.4.1. ตลาดถ่านหินนำเข้าในประเทศไทย 6

1.4.2. ผู้ที่ใช้ถ่านหินนำเข้า 7

1.5. ศูนย์กระจายถ่านหิน 7

1.5.1. ความจำเป็นในการสร้างศูนย์กระจายถ่านหิน 7

1.5.2. ท่าเทียบเรือขนถ่ายถ่านหินในประเทศไทย 8

1.5.3. ตัวอย่างรูปแบบของท่าเทียบเรือถ่านหิน 8

1.5.4. เครื่องจักรหลักของศูนย์กระจายถ่านหิน 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

1.5.5. ประโยชน์ของศูนย์กระจายถ่านหิน 12
1.6. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 12
1.7. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย....12
1.8. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย....14
1.9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 15
2.1.1. ต้นทุน ค่าใช้จ่าย และความสูญเสีย....15
2.1.2. ความสัมพันธ์ของต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการผลิต 16
2.1.2.1. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน : ต้นทุน-ปริมาณการผลิต-ผลกำไร 16
2.1.3. การประมาณการด้านการเงินของโครงการ 17
2.1.4. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม....19
2.1.4.1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 19
2.1.4.2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ....19
2.1.4.3. ค่าเสื่อมราคา....20
2.1.4.4. วงจรของต้นทุน....20
2.1.4.5. การวิเคราะห์ทางการเงิน....20
2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....21
บทที่ 3 ข้อมูลทั่วไปและวิธีการดำเนินการวิจัย....23
3.1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่กรณีศึกษา....23
3.1.1. พื้นที่ท่าเรือน้ำลึก นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด....23
3.1.2. ปริมาณการสำรองถ่านหินของศูนย์กระจายถ่านหิน....24
3.2. ชนิดของเรือบรรทุกถ่านหิน....25

หน้า

3.3. วิธีการดำเนินการวิจัย....26
3.3.1. ปริมาณความต้องการถ่านหิน....26
3.3.2. การวางแผนกำลังการผลิต....26
3.3.2.1. ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด....27
3.3.2.2. พื้นที่กองเก็บถ่านหิน....27
3.3.2.3. การวางแผนท่าเทียบเรือ....28
3.3.3. การคัดเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต....29
3.3.4. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน....31
3.3.5. ค่าใช้จ่ายในดำเนินงาน....31
3.4. แบบจำลองต้นทุน....32
3.4.1. ระดับการดำเนินงาน....32
3.4.2. ระดับการบริหาร....32
3.4.2.1. ต้นทุนคงที่....32
3.4.2.2. ต้นทุนผันแปร....32
3.4.2.3. การวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณผลผลิต-ผลกำไร....33
3.4.3. ระดับนโยบาย....33
3.4.3.1. วิเคราะห์ทางด้านการเงิน....33
3.4.3.2. โครงสร้างทางการเงิน....34
3.4.3.3. ต้นทุนตลอดอายุของศูนย์กระจายถ่ายหิน....34
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลต้นทุน....36
4.1. การวางแผนกำลังการผลิต....36
4.1.1. ขนาดพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน....36
4.1.1.1. พื้นที่ลานกองถ่านหิน....37

4.1.1.2. พื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน 38

4.1.2. การวางแผนท่าเทียบเรือ 39

4.2. การคัดเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต 40

4.2.1. กระบวนการลำเลียงถ่านหินเข้าศูนย์กระจายถ่านหิน 40

4.2.2. กระบวนการกองเก็บถ่านหิน 41

4.2.3. กระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน 41

4.2.4. แผนผังของศูนย์กระจายถ่านหิน 43

4.3. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน 44

4.4. ค่าใช้จ่ายในดำเนินงาน 45

4.4.1. การประมาณค่าแรงบุคลากร 45

4.4.2. ค่าเช่าที่ดิน 47

4.4.3. ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ 47

4.4.4. ค่าบำรุงรักษาอาคาร 47

4.4.5. ค่าประกันภัย 47

4.4.6. ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ 47

4.4.6.1. ค่าสั่งสินค้า 47

4.4.6.2. ค่าไฟฟ้า 48

4.4.7. ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ 48

4.5. ต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหิน 49

4.6. ระดับการบริหาร 49

4.6.1. ต้นทุนคงที่ 50

4.6.2. ต้นทุนผันแปร 50

4.6.3. ราคาขายของถ่านหิน 51

4.6.4. ปริมาณคุ้มทุนของถ่านหิน 51
4.7. การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน 52
4.7.1. โครงสร้างทางการเงิน 52
4.7.2. สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนค่าใช้จ่ายและต้นทุน 53
4.7.3. กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ 53
4.7.3.1. งบกำไรขาดทุน 55
4.7.3.2. งบกระแสเงินเงินสด 58
4.7.3.3. วิเคราะห์ความไว 61
4.7.4. กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส 63
4.7.4.1. งบกำไรขาดทุน 64
4.7.4.2. งบกระแสเงินเงินสด 67
4.7.4.3. วิเคราะห์ความไว 70
4.7.5. ผลการวิเคราะห์กรณีเปลี่ยนแปลงราคาขาย 72
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 73
5.1. สรุปผลการวิจัย 73
5.2. ข้อเสนอแนะ ปัญหาและอุปสรรค 76
รายการอ้างอิง 77
ภาคผนวก 79
ภาคผนวก ก อธิบายโปรแกรม 80
ภาคผนวก ข แผนที่ร่องน้ำ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด 88
ภาคผนวก ค ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์ 89
ภาคผนวก ง อัตราค่าไฟฟ้า 90
ภาคผนวก จ ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2559 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดประวัติผู้เชี่ยวชาญ 93

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 95

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.2-1 ชนิดของถ่านหิน 3
รูปที่ 1.3-1 แนวโน้มการผลิตถ่านหินของประเทศไทยในช่วงปี 2530 ถึงปี 2556 5
รูปที่ 1.3-2 ปริมาณการนำเข้าถ่านหินในปี 2556 6
รูปที่ 1.5-1 โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี 8
รูปที่ 1.5-2 ท่าเทียบเรือที่ฝั่ง Richard Bay Coal Terminal, South Africa 9
รูปที่ 1.5-3 ท่าเทียบเรือยื่นออกไปในทะเล Hay Point, Australia 9
รูปที่ 1.5-4 อุปกรณ์ลำเลียงถ่านหินจากเรือบรรทุก 10
รูปที่ 1.5-5 เครื่องโปรยและตักถ่านหิน 11
รูปที่ 1.5-6 เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ 11
รูปที่ 1.7-1 การคิดต้นทุนแบบ Bottom-Up 13
รูปที่ 2.1-1 แผนภูมิแสดงส่วนผลได้ 17
รูปที่ 3.1-1 พื้นที่นิคมอุตสากรรมมาบตาพุด 23
รูปที่ 3.2-1 ชนิดและขนาดบรรทุกของเรือบรรทุกสินค้า 25
รูปที่ 3.3-1 โมเดลต้นทุน 26
รูปที่ 3.3-2 ลักษณะรูปทรงของกองถ่านหิน 28
รูปที่ 3.3-3 กระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหิน 29
รูปที่ 3.3-4 อุปกรณ์ขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ 30
รูปที่ 3.3-5 เครื่องโปรยและตักถ่าน 30
รูปที่ 3.3-6 เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ 31
รูปที่ 4.2-1 แผนภาพการรับถ่านหินเข้าออกของศูนย์กระจายถ่านหิน 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

รูปที่ 4.2-2 แผนผังศูนย์กระจายถ่านหิน....43

รูปที่ 4.6-1 ปริมาณคุ้มทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน....51

รูปที่ 4.7-1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ....62

รูปที่ 4.7-2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส....71

รูปที่ 5.1-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน....74

รูปภาคผนวก ก-1 การกำหนดปริมาณความต้องการ....80

รูปภาคผนวก ก-2 การกำหนดเงื่อนไขการทำงานของศูนย์กระจายถ่านหิน....81

รูปภาคผนวก ก-3การกำหนดข้อมูลของกองถ่านหิน....81

รูปภาคผนวก ก-4 การกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับท่าเรือ....81

รูปภาคผนวก ก-5 แสดงผลของการวิเคราะห์เกี่ยวกับท่าเรือ....82

รูปภาคผนวก ก-6 การคำนวณเกี่ยวกับพื้นที่ลานกอง....82

รูปภาคผนวก ก-7 แสดงผลเกี่ยวกับเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ....83

รูปภาคผนวก ก-8 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการ....83

รูปภาคผนวก ก-9 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน....84

รูปภาคผนวก ก-10 การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับการดำเนินงาน....85

รูปภาคผนวก ก-11 การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับการบริหาร....86

รูปภาคผนวก ก-12 การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับนโยบาย....87

รูปภาคผนวก ข-1 แผนที่ร่องน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด....88

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1-1 โครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินสะอาด 2
ตารางที่ 1.2-1 คุณสมบัติของถ่านหินแต่ละชนิด 3
ตารางที่ 2.1-1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนในทรัพย์สินถาวร 18
ตารางที่ 2.1-2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 18
ตารางที่ 3.2-1 ข้อมูลเรือบรรทุกสินค้าเทกอง 25
ตารางที่ 3.3-1 อัตราการใช้ท่าเรือตามมาตรฐาน 29
ตารางที่ 4.1-1 กำหนดสมมติฐานในการคำนวณ 36
ตารางที่ 4.1-2 สัดส่วนพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน 38
ตารางที่ 4.1-3 สรุปผลลัพธ์ของพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน 39
ตารางที่ 4.2-1 ลักษณะของเครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ 40
ตารางที่ 4.2-2 จำนวนเที่ยวในแต่ละรูปแบบการขนส่ง 41
ตารางที่ 4.2-3 ผลการคัดเลือกเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ 41
ตารางที่ 4.3-1 เงินลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน 44
ตารางที่ 4.4-1 จำนวนพนักงานทางตรง 45
ตารางที่ 4.4-2 จำนวนพนักงานทางอ้อม 46
ตารางที่ 4.4-3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 48
ตารางที่ 4.5-1 ต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหิน 49
ตารางที่ 4.6-1 ต้นทุนคงที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน 50
ตารางที่ 4.6-2 ต้นทุนผันแปรของศูนย์กระจายถ่านหิน 50
ตารางที่ 4.7-1 อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 52
ตารางที่ 4.7-2 การประมาณการเงินลงทุนกรณีลงทุนเต็มรูปแบบ 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตารางที่ 4.7-3 งบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ 56

ตารางที่ 4.7-4 กระแสเงินสดของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ.....59

ตารางที่ 4.7-5 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ.....61

ตารางที่ 4.7-6 การประมาณการเงินลงทุนกรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส.....63

ตารางที่ 4.7-7 งบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส.....65

ตารางที่ 4.7-8 กระแสเงินสดของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส68

ตารางที่ 4.7-9 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยกรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส.....70

ตารางที่ 4.7-10 ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงินกรณีเปลี่ยนแปลงราคาขาย 72

ตารางที่ 5.1-1 ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ลงทุน.....75

ตารางภาคผนวก ค-1 ค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน 89

ตารางภาคผนวก ง-1 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 90

ตารางภาคผนวก ง-2 ความต้องการพลังงานไฟฟ้า 91

ตารางภาคผนวก จ-1 ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2559.....92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญ

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิตในภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงต้องมีการจัดหาพลังงานให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และสามารถตอบสนอง ความต้องการใช้ในกิจกรรมการผลิตต่างๆ ได้อย่างเพียงพอ ในปี 2557 ประเทศไทยมีการใช้ไฟฟ้า 168,620 กิกะวัตต์ชั่วโมง นับเป็นอันดับที่ 24 ของโลก [1] และมีการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยขยายตัวต่อปีประมาณร้อยละ 5 ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ปัจจุบันปริมาณไฟฟ้าในภาพรวมมีเพียงพอต่อความต้องการในปี 2557 กำลังการผลิตรวมของประเทศอยู่ที่ 37,612 เมกะวัตต์ สูงกว่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่ 26,942.1 เมกะวัตต์ ทั้งนี้การผลิตไฟฟ้า และความต้องการใช้ไฟฟ้าในหลายภูมิภาคไม่สมดุลกัน แต่สามารถโอนกระแสไฟฟ้าผ่านทางสายส่งจากภูมิภาคที่มีการผลิตส่วนเกินไปยังภูมิภาคที่การผลิตไม่เพียงพอได้

เมื่อพิจารณาด้านความมั่นคงทางพลังงาน ปัจจุบันประเทศไทยพึ่งพาก๊าซธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้าถึงร้อยละ 66 ของปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด โดยการใช้ก๊าซธรรมชาติหรือถ่านหินในการผลิตไฟฟ้าเป็นประเด็นที่มีการขัดแย้งในวงกว้างต่อปัญหาในเรื่องนี้ค่อนข้างมาก เพราะเชื้อเพลิงแต่ละประเภทมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งก๊าซธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรภายในประเทศนั้นมีปริมาณจำกัด หากเร่งใช้ก๊าซธรรมชาติ พลังงานประเภทนี้จะหมดไป ส่วนพลังงานจากถ่านหินนั้นขณะนี้เป็นพลังงานหลักของโลกในการผลิตไฟฟ้า ถึงร้อยละ 40 ซึ่งถ่านหินในโลกมีปริมาณสำรองจำนวนมากสามารถใช้ได้ไม่ต่ำกว่า 200 ปี อีกทั้งราคาถ่านหินมีเสถียรภาพ และมีราคาต่ำ มีผลทำให้ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศไทยไม่สูงเกินไป ปัจจุบันเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าถ่านหินมีความทันสมัยมีการจัดการในการควบคุมมลภาวะได้ดีกว่าที่กฎหมายกำหนด ดังนั้นจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจประเทศปี 2558 จึงมีการจัดทำแผนสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินในภาคใต้ และภาคกลางเพิ่มขึ้นเพื่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ดังตารางที่ 1.1-1 ตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ 2558-2579 [2]

ในอนาคตเมื่อมีการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเพิ่มตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า ทำให้ต้องมีการนำเข้าถ่านหินเพิ่มขึ้น จึงต้องสร้างศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อเป็นที่พักของถ่านหินที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ และรองรับปริมาณความต้องการของถ่านหินในอนาคต เพื่อป้อนให้กับโรงไฟฟ้า เมื่อมีการสร้างศูนย์กระจายถ่านหินจึงจำเป็นในการวิเคราะห์ต้นทุน เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนต่อหน่วยของ

ถ่านหิน ทำให้สามารถกำหนดราคาขาย และคำนวณจุดคุ้มทุนการผลิตได้ นำไปสู่การวิเคราะห์เงินลงทุนและประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน

ตารางที่ 1.1-1 โครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินสะอาด

ปี	โครงการโรงไฟฟ้า	กำลังการผลิตไฟฟ้า (MW)	ความต้องการถ่านหิน (Mtpa)	เขตพื้นที่
2562	EGAT Clean Coal #1	800	2.7	ภาคใต้
2564	EGAT Clean Coal #2	1,000	3.5	ภาคใต้
2567	EGAT Clean Coal #3	1,000	3.5	ภาคใต้
2575	EGAT Clean Coal #4	1,000	3.5	ภาคกลาง
2577	EGAT Clean Coal #5	1,000	3.5	ภาคใต้
2578	EGAT Clean Coal #6	1,000	3.5	ภาคกลาง

(ที่มา : แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579)

จากตารางที่ 1.1-1 แสดงโครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินสะอาดที่จะดำเนินการตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า โดยจะแบ่งเป็นในเขตพื้นที่ภาคใต้ จำนวน 4 โครงการ และในเขตพื้นที่ภาคกลางมีจำนวน 2 โครงการ

1.2. ความสำคัญของพลังงานถ่านหิน

ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอดีตจนถึงปัจจุบัน อุตสาหกรรมถ่านหินซึ่งรวมทั้งการสำรวจการผลิต และการใช้นั้นได้มีการพัฒนากันมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และกลุ่มประเทศในยุโรป สำหรับภายในประเทศไทยนั้นถึงแม้จะมีปริมาณสำรองถ่านหินอยู่มากกว่า 2,000 ล้านตัน แต่ส่วนใหญ่เป็นถ่านหินที่มีชั้นคุณภาพต่ำ ตั้งแต่ลิกไนต์จนถึงซับบิทูมินัส อีกทั้งภาพลักษณ์ที่ไม่ดีด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอดีต ทำให้การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมีปริมาณไม่มาก หากเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ [3]

อย่างไรก็ตามในอนาคตคาดว่าจะมีการใช้ถ่านหินเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่มีต้นทุนที่ต่ำ และมีปริมาณสำรองมากเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น แต่ทั้งนี้การนำถ่านหินมาใช้ผลิตพลังงานจะต้องใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดเพื่อกำจัดสารพิษที่ปลดปล่อยออกมาในกระบวนการผลิต

1.2.1. ประเภทของถ่านหิน

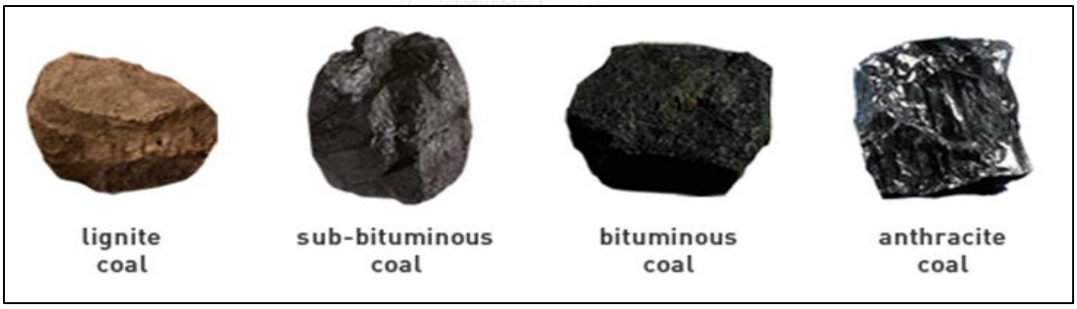
ถ่านหิน คือหินตะกอนชนิดหนึ่ง เป็นแร่เชื้อเพลิงสามารถติดไฟได้ มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีดำ มีทั้งชนิดผิวมัน ผิวด้าน น้ำหนักเบา ถ่านหินประกอบด้วยธาตุที่สำคัญหลัก 4 อย่างได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน นอกจากนั้น มีธาตุหรือสารอื่น เช่น กำมะถัน เจือปนเล็กน้อย ถ่านหินที่มีจำนวนคาร์บอนสูง และมีธาตุอื่นๆ ต่ำ เมื่อนำมาเผาจะให้พลังงานความร้อนสูง สามารถเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี สมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกาได้จำแนกถ่านหินเป็น 4 ลำดับชั้น จากรูปที่ 1.2-1 โดยเรียงลำดับจากประเภทที่มีคาร์บอนน้อยไปมาก

1) ลิกไนต์ (Lignite) เป็นถ่านหินที่มีซากพืชหลงเหลืออยู่เล็กน้อย มีความชื้นมาก มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ เป็นถ่านหินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

2) ซับบิทูมินัส (Sub-Bituminous) เป็นถ่านหินที่มีสีดำ เนื้อถ่านมีความอ่อนตัวคล้ายขี้ผึ้ง ไม่แข็งมาก เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพเหมาะสมในการผลิตกระแสไฟฟ้า

3) บิทูมินัส (Bituminous) เป็นถ่านหินเนื้อแน่น แข็ง ประกอบด้วยชั้นถ่านหินสีดำมันวาว ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการถลุงโลหะ หรือใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

4) แอนทราไซต์ (Anthracite) เป็นถ่านหินที่มีลักษณะดำเป็นเงา มันวาวมาก มีรอยแตกเว้าแบบก้นหอย ติดไฟยาก มีปริมาณความชื้นต่ำมาก ให้ความร้อนสูง มีควันน้อยจุดติดไฟยาก



รูปที่ 1.2-1 ชนิดของถ่านหิน

(ที่มา : http://www.keyword-suggestions.com/Yml0dW1pbm91cyBjb2Fs/)

ตารางที่ 1.2-1 คุณสมบัติของถ่านหินแต่ละชนิด

ประเภทของถ่านหิน	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณกำมะถัน (ร้อยละ)
แอนทราไซต์	6,500 - 8,000	5 - 8	5 - 12	0.1 - 1.0
บิทูมินัส	5,500 - 6,500	8 - 15	1 - 12	0.1 - 1.5
ซับบิทูมินัส	4,500 - 5,500	24 - 30	1 - 10	0.1 - 1.5
ลิกไนต์	3,000 - 4,000	30 - 38	15 - 20	2.0 - 5.0

(ที่มา : http://www.thaicapital.co.th)

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านหินแต่ละชนิด ดังตารางที่ 1.2-1 ด้วยการแยกตามปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณกำมะถัน แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติทั่วไปของถ่านหินที่อยู่ในลำดับสูงคือจะมีปริมาณคาร์บอนมาก ให้ความร้อนสูง มีไฮโดรเจนและออกซิเจนอยู่น้อย ในขณะที่ถ่านหินที่อยู่ในลำดับต่ำจะมีปริมาณคาร์บอนน้อย แต่มีไฮโดรเจนและออกซิเจนมาก อย่างไรก็ตามนอกจากคุณสมบัติของถ่านหิน การเลือกใช้ถ่านหินยังขึ้นอยู่กับความเหมาะสมด้านต้นทุน

1.2.2. การใช้ประโยชน์จากถ่านหิน

ถ่านหินที่นำมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทยมี 2 กลุ่มได้แก่ ภาคการผลิตไฟฟ้า (Power Sector) และภาคอุตสาหกรรม (Non-Power Sector or Industrial Sector) เชื้อเพลิงจากถ่านหินจะถูกนำไปเผาไหม้ในหม้อไอน้ำเพื่อนำความร้อนไปผลิตไฟฟ้า หรือผลิตไอน้ำ เช่นอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ โรงบ่มยาสูบ อุตสาหกรรมสิ่งท่อ เคมีภัณฑ์ และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

ในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมักเกิดปัญหาในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา เนื่องจากเชื้อเพลิงถ่านหินยังไม่เป็นที่ยอมรับจากประชาชน [3] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่มีช่วยทำให้มลพิษการใช้ถ่านหินลดลง ปัจจุบันมีเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (Clean Coal Technology : CCT) โดยเทคโนโลยีแต่ละชนิดอาจจะมีความเหมาะสมต่อคุณสมบัติถ่านหินแตกต่างกันไป บางเทคโนโลยีสามารถประยุกต์ใช้ได้กับถ่านหินคุณภาพต่ำและสูง ในขณะที่บางเทคโนโลยีสามารถใช้ได้เฉพาะถ่านหินที่มีคุณภาพค่อนข้างดี ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสามารถ เลือกใช้เทคโนโลยีรองรับที่เหมาะสมตามคุณสมบัติของถ่านหินที่มีได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3. ถ่านหินในประเทศไทย

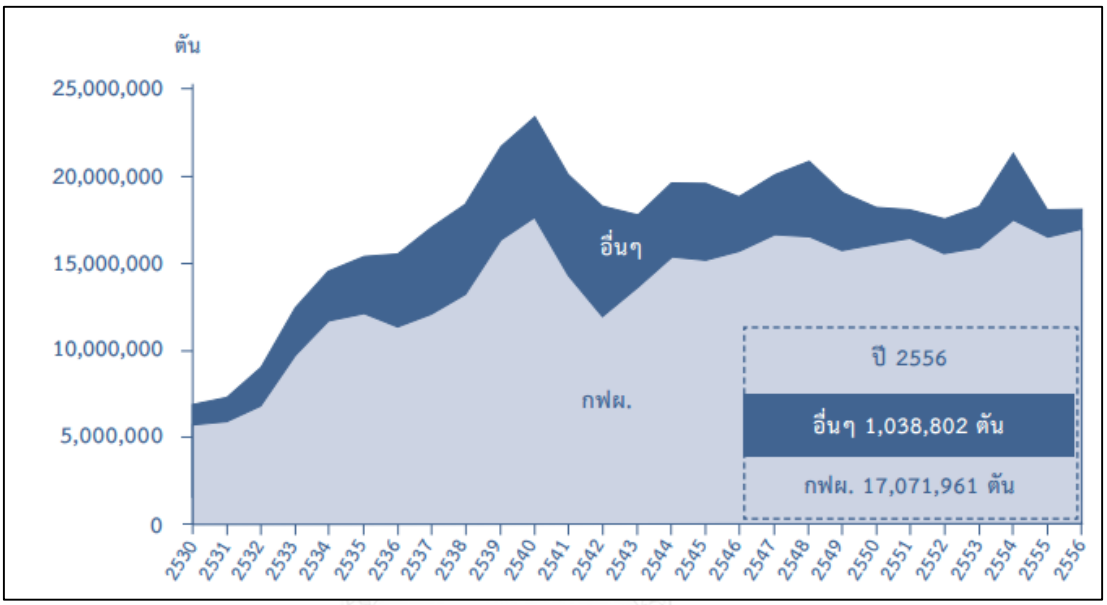
ประเทศไทยมีปริมาณสำรองถ่านหินมากกว่า 2,000 ล้านตัน โดยในจำนวนนี้คิดเป็นปริมาณสำรองที่ประเมินแล้ว 1,100 ล้านตัน แหล่งถ่านหินส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณตอนเหนือของประเทศ โดยถ่านหินที่สำรวจพบเกือบทั้งหมดประมาณร้อยละ 99 มีศักดิ์ของถ่านหิน (Coal Rank) จัดเป็นประเภทลิกไนต์ ซับ-บิทูมินัส จนถึงบิทูมินัส มีอยู่บ้างที่เป็นประเภทแอนทราไซต์ แต่มีปริมาณน้อยมาก และพบไม่กี่แหล่ง พบได้ที่แหล่งในจังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3.1. ปริมาณการผลิตถ่านหินในประเทศไทย

จากข้อมูลรายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2557 [4] การผลิตถ่านหินในประเทศไทยได้จากสองผู้ผลิตหลัก โดยเหมืองของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และเหมืองของเอกชน

เนื่องจาก กฟผ. เป็นเจ้าของสัมปทานแหล่งถ่านหิน เหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และเหมืองกระบี่ จังหวัดกระบี่ซึ่งได้หยุดการผลิตแล้วตั้งแต่ปี 2551

ในปี 2556 ปริมาณถ่านหินที่ผลิตในประเทศไทยรวม 18,110,763 ตัน โดยร้อยละ 94 เป็นผลผลิตจากแหล่งถ่านหินแม่เมาะ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 6 เป็นกานผลิตของเหมืองเอกชน อย่างไรก็ตามการผลิตถ่านหินมีแนวโน้มชะลอตัวเนื่องจากสัมปทานของภาคเอกชนทยอยหมดลง ดังรูปที่ 1.3-1 รวมถึงข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม

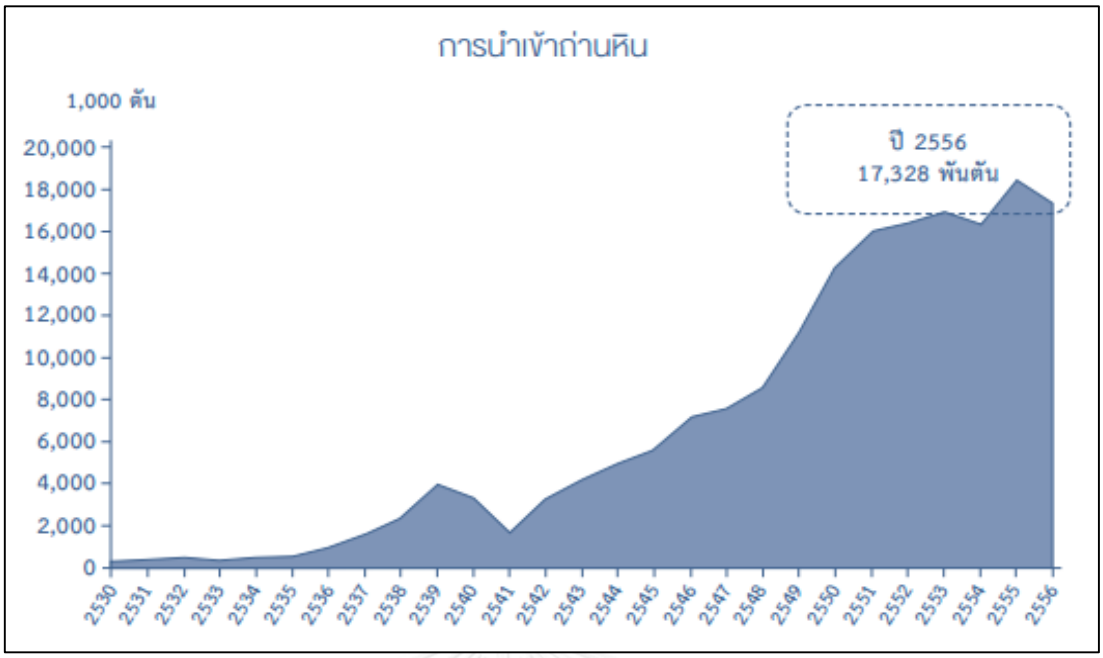


รูปที่ 1.3-1 แนวโน้มการผลิตถ่านหินของประเทศไทยในช่วงปี 2530 ถึงปี 2556

(ที่มา : รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2557)

1.3.2. ปริมาณการใช้ถ่านหินในประเทศไทย

การใช้ถ่านหินในประเทศไทย มี 2 กรณี คือใช้ถ่านหินที่ผลิตจากในประเทศ และถ่านหินที่มาจากการนำเข้า ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในภาคการผลิตไฟฟ้า และภาคอุตสาหกรรมโดยภาคอุตสาหกรรมใช้ใน อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด และใช้ในอุตสาหกรรมที่ใช้หม้อไอน้ำเป็นหลัก เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น โดยในปี 2556 [4] มีการใช้ลิกไนต์ในการผลิตไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 83 ที่เหลือใช้ในภาคอุตสาหกรรมคิดเป็นร้อยละ 17 ส่วนถ่านหินนำเข้าถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (IPP) ร้อยละ 32 ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) ร้อยละ 13 และใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 55 แสดงปริมาณถ่านหินนำเข้า ดังรูปที่ 1.3-2



รูปที่ 1.3-2 ปริมาณการนำเข้าถ่านหินในปี 2556

(ที่มา : รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2557)

1.4. ถ่านหินนำเข้าในประเทศไทย

ถ่านหินที่มีการนำเข้าในประเทศ มีปริมาณการนำเข้าถ่านหินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สาเหตุจากความต้องการใช้ถ่านหินที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณถ่านหินในประเทศมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ประกอบกับแหล่งสัมปทานลิกไนต์ภายในประเทศทยอยหมดลง รวมทั้งถ่านหินนำเข้านั้นมีค่าความร้อนสูง มีกำมะถันน้อยเมื่อเทียบกับถ่านหินที่ผลิตได้ภายในประเทศ และราคาถ่านหินถูกกว่าเมื่อเทียบกับพลังงานชนิดอื่น ทั้งนี้ถ่านหินนำเข้าที่ใช้ในประเทศส่วนใหญ่เป็นถ่านหินประเภทซับบิทูมินัส โดยจะมีค่าความร้อนตั้งแต่ 5,000 ถึง 6,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม [5]

1.4.1. ตลาดถ่านหินนำเข้าในประเทศไทย

อุตสาหกรรมการจัดจำหน่ายถ่านหินนำเข้า ในประเทศไทย มีผู้ประกอบการอยู่ประมาณ 20 ผู้ประกอบการ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

1) ผู้ประกอบการรายใหญ่ ผู้ประกอบการในกลุ่มนี้มีเงินลงทุนสูง มีการเข้าร่วมลงทุนกับเหมืองถ่านหินในต่างประเทศ ทำให้มีความมั่นคงด้านแหล่งสำรองถ่านหิน กลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่เป็นโรงงานปูนซีเมนต์ หรือโรงไฟฟ้าถ่านหิน

2) ผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็ก ผู้ประกอบการในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะไม่มีการร่วมทุนกับเหมืองถ่านหินในต่างประเทศ จะมีลักษณะการทำธุรกิจแบบซื้อมาขายไป โดยมีกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและเล็ก

3) ผู้ค้ารายใหญ่ในต่างประเทศ ซึ่งจะส่งถ่านหินเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยในลักษณะครั้งละลำเรือขนาดใหญ่ โดยจะส่งมอบถ่านหินทั้งลำเรือให้กับผู้ซื้อในคราวเดียว

1.4.2. ผู้ที่ใช้ถ่านหินนำเข้า

ถ่านหินนำเข้าจะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่างๆ [5],[6] ดังต่อไปนี้

1) อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ซึ่งใช้ถ่านหินในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ และนับเป็นกลุ่มผู้ใช้ถ่านหินกลุ่มใหญ่ที่สุดของภาคเอกชนในประเทศไทย ผู้ใช้ในกลุ่มนี้มีจำนวนไม่มาก แต่ละรายจะมีความต้องการใช้ถ่านหินในปริมาณมาก ปริมาณการใช้คิดเป็นร้อยละ 27 ของถ่านหินนำเข้า

2) โรงไฟฟ้าถ่านหินภายใต้โครงการผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (IPP) และผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP) ซึ่งใช้ถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นมีปริมาณการใช้ที่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ปริมาณการใช้คิดเป็นร้อยละ 45 ของถ่านหินนำเข้า

3) อุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในระบบหม้อไอน้ำ หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผา อบ ต้ม ในกระบวนการผลิตเช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมเคมี อาหารสิ่งทอ เป็นต้น ปริมาณการใช้คิดเป็นร้อยละ 28 ของถ่านหินนำเข้า

1.5. ศูนย์กระจายถ่านหิน

ศูนย์กระจายถ่านหิน (Coal Center) คือท่าเรือที่ประกอบกิจกรรมเกี่ยวกับการขนถ่ายถ่านหินที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อเป็นสถานที่พักหรือรอการขนส่งไปยังผู้ใช้ในประเทศ หรือการส่งออกถ่านหินสู่ต่างประเทศ โดยขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการลำเลียงถ่านหินจากเรือบรรทุกที่เข้ามาเทียบท่า วิธีการลำเลียงนั้นขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ขนถ่าย และข้อจำกัดของแต่ละท่าเรือ

1.5.1. ความจำเป็นในการสร้างศูนย์กระจายถ่านหิน

จากแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (PDP2015) มีการเพิ่มปริมาณโรงไฟฟ้าถ่านหิน ทำให้มีการเพิ่มปริมาณความต้องการถ่านหินเพื่อภาคการผลิตไฟฟ้า และในภาคอุตสาหกรรม การขนถ่ายถ่านหินในปัจจุบัน จะมีการขนถ่ายถ่านหินกลางทะเลจากเรือบรรทุกขนาดใหญ่ลงเรือเล็กเพื่อไปยังบริเวณภาคกลางของประเทศ โดยผ่านทางแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งการขนส่งในปัจจุบันนี้มีความแออัดทั้งด้านการสัญจรทางน้ำรวมไปถึงการขนส่งทางถนน ดังนั้นถ้าจะมีการนำเข้าถ่านหินเป็นปริมาณมากขึ้นในอนาคตตามแผน PDP2015 จะก่อให้เกิดปัญหาอันเนื่องมาจากปริมาณการนำเข้าถ่านหินจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นต้องสร้างศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อเป็นจุดรับถ่านหินเข้า กองเก็บถ่านหินเพื่อสำรองและกระจายถ่านหินออกไปยังผู้ใช้ ซึ่งจะลดความแออัดจากเดิมเนื่องจาก ศูนย์กระจายถ่านหิน

สามารถดำเนินในการรับถ่านหินจากเรือบรรทุกถ่านหินขนาดใหญ่ได้ และยังเป็นที่สำรองถ่านหินให้กับโรงไฟฟ้าได้อีกด้วย

1.5.2. ท่าเทียบเรือขนถ่ายถ่านหินในประเทศไทย

ท่าเทียบเรือขนถ่ายถ่านหิน เป็นของโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี (BLCP) ตั้งอยู่บนที่ดินของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดระยะที่ 3 เป็นท่าเรือขนถ่ายถ่านหินของโรงไฟฟ้าถ่านหิน จากรูปที่ 1.5-1 จะเห็นได้ว่าการลำเลียงถ่านหินนั้น จะลำเลียงถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกถ่านหินแล้วปล่อยลงสู่สายพานลำเลียง เพื่อนำถ่านหินมาโปรยที่ลานกองซึ่งเป็นลานกองแบบเปิดโล่ง และใช้สายพานลำเลียงที่มีแผ่นกำบังลมปิดกั้น ลำเลียงเข้าสู่โรงไฟฟ้า

รูปที่ 1.5-1 โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี

(ที่มา : http://www.maptaphutport.com)

1.5.3. ตัวอย่างรูปแบบของท่าเทียบเรือถ่านหิน

ท่าเทียบเรือมีหน้าที่ทำการขนถ่ายสินค้าขึ้นหรือลงจากเรือ ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ ดังนี้

1) ท่าเทียบเรือแบบเทียบฝั่ง เป็นท่าเรือน้ำลึกที่มีความลึกของร่องน้ำเพียงพอที่สามารถให้เรือบรรทุกถ่านหินเข้าเทียบที่ฝั่งเพื่อทำการขนถ่ายได้ ดังรูปที่ 1.5-2 จากนั้นก็การขนถ่ายถ่านหินจากเรือ และผ่านสายพานลำเลียงนำถ่านหินไปกองบริเวณลานกองเก็บ

รูปที่ 1.5-2 ท่าเทียบเรือที่ฝั่ง Richard Bay Coal Terminal, South Africa

(ที่มา : http://www.rbct.co.za)

2) ท่าเทียบเรือยื่นออกไปกลางทะเล (Jetty) เนื่องจากเรือบรรทุกถ่านหินขนาดใหญ่มีระยะกินน้ำลึก ซึ่งต้องการความลึกร่องน้ำที่เพียงพอ เพื่อให้เรือบรรทุกถ่านหินสามารถเทียบท่า ที่ท่าเรือดังรูปที่ 1.5-3 จากนั้นก็การขนถ่ายถ่านหินจากเรือ และผ่านสายพานลำเลียงที่ติดตั้งบนสะพานเชื่อมท่าเทียบเรือจากแผ่นดิน เพื่อลำเลียงถ่านหินไปบริเวณลานกองเก็บ

รูปที่ 1.5-3 ท่าเทียบเรือยื่นออกไปในทะเล Hay Point, Australia

(ที่มา : http://www.nqbp.com.au/hay-point)

1.5.4. เครื่องจักรหลักของศูนย์กระจายถ่านหิน

เครื่องจักรหลักของศูนย์กระจายถ่านหินมีหน้าที่ในการขนถ่ายลำเลียง เพื่อดำเนินการรับเข้ากองเก็บ และกระจายถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน ไปยังผู้ใช้ต่อไป

1) เครื่องขนถ่ายถ่านหินแบบต่อเนื่อง (Continuous Unloader) การขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกถ่านหินขนาดใหญ่ เริ่มต้นจากลำเลียงถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายถ่านหิน (Ship Unloader) ดังรูปที่ 1.5-4 เป็นแบบชนิดทำงานแบบต่อเนื่อง สามารถขนถ่ายถ่านหินได้อย่างสม่ำเสมอ จากนั้นถ่านหินก็จะถูกลำเลียงด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ จะปล่อยถ่านหินเข้าสู่ฮอปเปอร์ลงสายพานลำเลียงเพื่อไปยังลานกอง

รูปที่ 1.5-4 อุปกรณ์ลำเลียงถ่านหินจากเรือบรรทุก

(ที่มา: http://www.torontech.com/cranes/bulk-material-handling-equipment)

2) เครื่องโปรยและตักถ่านหิน มีหน้าที่ในการการโปรยหรือการทำกอง เมื่อขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ จะถูกลำเลียงลำเลียงมายังลานกองเพื่อทำการโปรยหรือทำกองโดยใช้เครื่องโปรยถ่านหิน (Stacker) เป็นตัวโปรย และเครื่องตักถ่าน (Reclaimer) มีหน้าที่ในการการตักถ่านหินเพื่อลำเลียงถ่านหินจากลานกองไปยังกระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อลำเลียงสู่ปลายทางต่อไป ซึ่งเครื่องโปรยและตักถ่านหินสามารถเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในเครื่องเดียวกันดังรูปที่ 1.5-5

รูปที่ 1.5-5 เครื่องโปรยและตักถ่านหิน

(ที่มา http://www.lase.nl/measurement-solutions/bulk-and-mining)

3) เครื่องถ่ายถ่านหินลงเรือ (Loader) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนท่าเรือที่ทำหน้าที่ ขนถ่ายถ่านหินลงเรือ เป็นกระบวนการสุดท้ายในการลำเลียงถ่านหินจากลานกองเก็บไปยังเรือเล็กโดยใช้เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ (Ship Loader) ดังรูปที่ 1.5-6

รูปที่ 1.5-6 เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ

(ที่มา : ศูนย์กระจายถ่านหินชุบุประเทศญี่ปุ่น)

1.5.5. ประโยชน์ของศูนย์กระจายถ่านหิน

ศูนย์กระจายถ่านหิน สร้างขึ้นเพื่อรองรับการนำเข้าถ่านหินจากต่างประเทศ สามารถรองรับความปริมาณถ่านหินที่เพิ่มขึ้นตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า ในการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในภาคการผลิตกระแสไฟฟ้า และในภาคอุตสาหกรรม ประโยชน์ของศูนย์กระจายถ่านหินอธิบายได้ดังนี้

1) ด้านความมั่นคงทางพลังงาน พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นการมีศูนย์กระจายถ่านหินช่วยให้สามารถสำรองถ่านหินที่มีคุณภาพ รองรับความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อตอบสนองความต้องการถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้

2) ด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อมีศูนย์กระจายถ่านหิน จะสามารถจัดการถ่านหินอย่างได้เป็นระบบและมีมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม เริ่มตั้งแต่กระบวนการขนถ่ายออกจากเรือ ไปสู่ลานกอง และขนส่งไปสู่ผู้ใช้ปลายทาง ทุกขั้นตอนจะมีการควบคุมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3) ด้านการขนส่ง ทำให้สามารถทำการขนส่ง หรือการกระจายสินค้าไปสู่ผู้ใช้ปลายทาง เช่น การขนส่งด้วยรถบรรทุก การขนส่งถ่านหินทางรางด้วยรถไฟ การขนส่งด้วยสายพานลำเลียง การขนส่งแต่ละแบบก็จะมีข้อดีข้อด้อยต่างกันไป เช่นการขนส่งแบบรางมีข้อดีคือการส่งมอบตรงเวลา

4) ด้านต้นทุน การมีศูนย์กระจายถ่านหินจะทำให้สามารถบริหารจัดการด้านต้นทุนสินค้าคงคลัง ทั้งค่าเก็บรักษา และค่าสั่งซื้อ เพื่อสามารถจัดการต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหินให้มีต้นทุนที่ต่ำ คือสามารถสั่งซื้อในปริมาณที่เหมาะสม ศูนย์กระจายถ่านหินมีการสั่งซื้อในปริมาณมากต่อปีทำให้มีศักยภาพในการต่อรองราคา เป็นผลให้ราคาต้นทุนต่อหน่วยจะลดลง

5) เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เนื่องจากการขนส่งทางเรืออาจมีเหตุขัดข้องไม่ว่าจะเป็นความไม่แน่นอนด้านสภาพทางธรรมชาติ เช่นเป็นช่วงการเกิดมรสุมไม่สามารถเดินเรือได้ ศูนย์กระจายถ่านหิน ก็ยังมีความสามารถในการเก็บและสำรองถ่านหินไว้ให้กับโรงไฟฟ้าได้

1.6. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน

1.7. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย

1) แบบจำลองต้นทุนนี้จะพิจารณาเฉพาะต้นทุนที่เกิดขึ้นภายในศูนย์กระจายถ่านหิน

2) แบบจำลองนี้กำหนดให้ มาบตาพุดเป็นสถานที่ตั้งของศูนย์กระจายถ่านหิน

3) การคำนวณการลงทุนจะแบ่งเป็น 2 กรณี

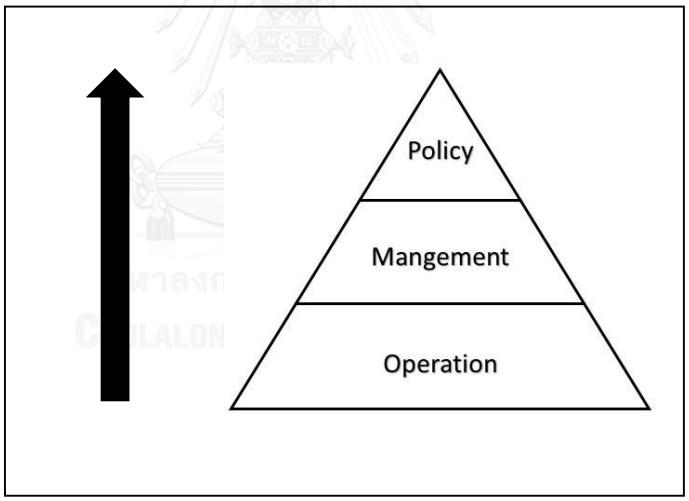
- กรณีที่ 1 ลงทุนเต็มรูปแบบ จะลงทุนทั้งหมดในครั้งเดียว

- กรณีที่ 2 แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส เพื่อโครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยที่จะมีขึ้นในปี พ.ศ.2575 และพ.ศ.2578 ตามแผน PDP 2015 ที่จะมีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินที่ภาคกลาง ดังตารางที่ 1.1-1

ศูนย์กระจายถ่านหินนี้พิจารณาบนสมมติฐานปริมาณมีความต้องการถ่านหินต่อปีด้วยอัตราคงที่ ปริมาณความต้องการของโรงไฟฟ้าถ่านหินในปี พ.ศ.2575 เป็นปริมาณ 3.5 ล้านตันต่อปีรวมกับอุตสาหกรรม 3 ล้านตันต่อปี เป็น 6,500,000 ตันต่อปี และรองรับเพิ่มปีพ.ศ.2578 คือความต้องการของโรงไฟฟ้าถ่านหิน 3.5 ล้านตันต่อปี รวมเป็น 10,000,000 ตันต่อปี ซึ่งศูนย์กระจายถ่านหินนี้สามารถรองรับปริมาณถ่านหินสุทธิที่ 10 ล้านตันต่อปี

4) ศูนย์กระจายถ่านหินต้องเก็บถ่านหินเป็นปริมาณสำรอง (Safety Stock) สำหรับโรงไฟฟ้าและอุตสาหกรรม เป็นระยะเวลา 60 วัน

5) ในการประมาณการต้นทุนโดยใช้แบบจำลองต้นทุน (Cost Model) ของงานวิจัยนี้จะทำการประมาณต้นทุนแบบ Bottom-Up คือการประมาณการต้นทุนจากระดับล่างขึ้นบน โดยเริ่มจากต้นทุนต่อหน่วยเพื่อหาเงินลงทุนของโครงการ ดังรูปที่ 1.7-1



รูปที่ 1.7-1 การคิดต้นทุนแบบ Bottom-Up

โดยเริ่มจากล่างสุดคือระดับการดำเนินงาน (Operation Level) เพื่อหาต้นทุนในกระบวนการผลิตหรือการบริหารสินค้าคงคลังเพื่อจะทำให้ได้มาซึ่งราคาต้นทุนต่อหน่วย จากนั้นขึ้นไปที่ระดับการบริหาร (Management Level) เพื่อแยกแยะต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปรในของศูนย์กระจายถ่านหินโดยใช้ระบบบัญชี นำไปสู่การวิเคราะห์เงินลงทุนของโครงการ อันประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) กับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ซึ่งอยู่ในระดับการบริหาร (Policy Level) ทำให้สามารถวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการได้

1.8. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1) ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) ศึกษากระบวนการในศูนย์กระจายถ่านหิน
3) รวบรวมต้นทุนกระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหิน
   3.1) หาตัวแปร ค่าเก็บรักษา และค่าสั่งสินค้า เพื่อให้ได้สมการต้นทุนรวม
   3.2) วิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์เพื่อกำหนดราคาขาย
4) แยกประเภทต้นทุน ตามพฤติกรรมของต้นทุนโดยใช้บัญชีต้นทุน
   4.1) วิเคราะห์ต้นทุนคงที่ ซึ่งมาจากการกำลังการผลิตของศูนย์กระจายถ่านหิน
   4.2) วิเคราะห์ต้นทุนผันแปร มาจากกระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหิน
5) วิเคราะห์เงินลงทุนของโครงการ
   5.1) เงินลงทุนของโครงการ CAPEX, OPEX
   5.2) สร้างกระแสเงินสดของโครงการ
6) ประเมินความคุ้มค่าทางของโครงการ
   6.1) ประเมินความคุ้มค่าทางการเงิน
7) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
8) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถทราบถึงต้นทุนต่อหน่วยของถ่านหิน
2) สามารถนำแบบจำลองต้นทุนไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการตัดสินใจเพื่อลงทุนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สืบเนื่องจากในปัจจุบัน มีวิฤตการณ์ทางด้านพลังงาน ได้ทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ มีผลกระทบทั้งภาคการผลิตกระแสไฟฟ้า และอุตสาหกรรม ส่งผลให้ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตและกระทรวงพลังงาน ได้กำหนดแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า จนได้กำหนดแผนที่จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินขึ้น เพื่อช่วยแก้ไขวิกฤตการณ์ต่างๆ เป็นผลให้มีการสร้างศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อรองรับการนำเข้าถ่านสำหรับโรงไฟฟ้า และอุตสาหกรรม ซึ่งงานวิจัยนี้จะศึกษาการสร้างแบบจำลองต้นทุนสำหรับศูนย์กระจายถ่านหินโดยวิเคราะห์การวางแผนกำลังการผลิต ตลอดจนวิเคราะห์เงื่อนไขการลงทุน เป็นแนวทางในการตัดสินใจการลงทุน ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงการค้นคว้าของผู้วิจัย รวมทั้งรวบรวมทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ทฤษฎีต้นทุน ระบบต้นทุน การวิเคราะห์ต้นทุน การศึกษาทางด้านการเงิน วิธีการคิดค่าเสื่อมราคา การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน ซึ่งการวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรม เป็นส่วนงานที่มีความสำคัญต่อการบริหารการผลิตซึ่งต้องดูแลด้านประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะด้านการลดต้นทุนการผลิต การวิเคราะห์ต้นทุนเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างของต้นทุนการผลิต จะช่วยให้สามารถกำหนดนโยบายทางการผลิตและการเงิน ทำให้กำหนด และควบคุมการผลิตได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1. ต้นทุน ค่าใช้จ่าย และความสูญเสีย

- ค่าใช้จ่าย (Expense) หมายถึงต้นทุนในการให้รายได้สำหรับช่วงระยะเวลาใดๆ ได้แก่ เงินเดือนในสำนักงาน ค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนเงินหรือสิ่งแลกเปลี่ยนที่จ่ายไปเพื่อการใช้บริการ ซึ่งลดทอนจากส่วนของรายได้ในงวดบัญชีใดๆ จึงมักใช้ในด้านรายงานทางการเงินมากกว่าใช้ในระบบบัญชีทรัพย์สิน

- ต้นทุน (Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่จ่ายสำหรับปัจจัยทางการผลิตเพื่อให้เกิดผลผลิต ต้นทุนจึงเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการนิยามอัตราการผลิตหรือผลิตภาพ (Productivity) ซึ่งเท่ากับผลผลิต (Output) หารด้วยปัจจัยนำเข้า (Input) ต้นทุนจึงเป็นมูลค่าที่วัดได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรที่ใช้ และต้นทุนมีลักษณะที่ใช้จ่ายเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ถือเป็นทรัพย์สินได้ เช่นคงคลังของวัสดุ งานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูป

- ความสูญเสีย หมายถึงค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปแล้วเกิดผลได้น้อยกว่าหรือค่าเสียหายที่ต้องจ่ายโดยไม่มีผลตอบแทน และเป็นค่าใช้จ่ายที่จะถูกตัดออกจากส่วนของผู้ถือหุ้นมากกว่าที่จะหักออกจากส่วนของการลงทุน ความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้จากการตัดสินใจที่ผิดพลาด หรือเกิดจากสิ่งปกติตามธรรมชาติ เช่นเกิดเพลิงไหม้ ตึกถล่ม

2.1.2. ความสัมพันธ์ของต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการผลิต

ความสัมพันธ์ของต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการผลิต [7] ต้นทุนบางประเภทจะแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกิจกรรม และต้นทุนบาง ประเภทไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณกิจกรรมเปลี่ยนไป การเข้าใจถึงพฤติกรรมต้นทุน จึงเป็นส่วน สำคัญในการจัดทำงบประมาณ การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน และการควบคุมต้นทุนอย่างมี ประสิทธิภาพ ต้นทุนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนซึ่งมีจำนวนรวมเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปริมาณกิจกรรม หรือต้นทุนแปรผันต่อหน่วยจะคงที่เมื่อระดับกิจกรรมเปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วสามารถติดตามและคำนวณต้นทุนแปรผัน ได้โดยง่าย อีกทั้งยังทราบว่าเป็นต้นทุนของแผนกใด โดยที่หัวหน้าแผนกที่เกิดต้นทุนเป็น ผู้รับผิดชอบโดยตรงในการควบคุมต้นทุน ต้นทุนแปรผัน ได้แก่ วัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรง และค่าโสหุ้ยการผลิตอื่นๆ เช่น ค่าลิขสิทธิ์ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย ค่าใช้จ่ายในการตรวจรับ วัตถุดิบ ค่าเชื้อเพลิง รวมถึงค่าวัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) หมายถึงต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณกิจกรรม ภายในช่วงเวลาที่เหมาะสม หรืออาจกล่าวได้ว่า ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์จะลดลง เมื่อระดับ กิจกรรมเพิ่มขึ้นภายในช่วงเวลาที่เหมาะสม ปกติฝ่ายจัดการระดับกลาง และระดับสูงจะเป็น ผู้รับผิดชอบในการควบคุมต้นทุนประเภทนี้ ค่าโสหุ้ยการผลิตที่เป็นต้นทุนคงที่ ได้แก่ เงินเดือน ผู้จัดการฝ่ายผลิต ค่าเสื่อมราคา ค่าเบี้ยประกัน ค่าเช่า ค่าซ่อมแซม และบำรุงรักษาอาคาร เป็นต้น

2.1.2.1. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน : ต้นทุน-ปริมาณการผลิต-ผลกำไร

การวิเคราะห์ต้นทุน ปริมารการผลิต ผลกำไร (Cost-Volume-Profit Analysis : CPV Analysis) [8] เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจลักษณะต้นทุน และพฤติกรรมต้นทุนที่ระดับการผลิตต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจด้านการควบคุมต้นทุนและวางแผนกำไร ความสัมพันธ์ของต้นทุนและรายได้หรือผลกำไรในระดับการผลิตต่างๆ ดังรูปที่ 2.1-1 และยังเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจด้านการผลิต การตลาด และการเงิน เช่นการกำหนดกำลังการผลิต การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด การตั้งราคาขาย การลงทุนเลือกซื้อเครื่องจักร เป็นต้น

ความสัมพันธ์ของต้นทุน-ปริมาณผลผลิต-ผลกำไร เขียนได้ดังสมการที่ 1

$$\pi = P \times N - \left(F + v \times N\right) \quad (1)$$

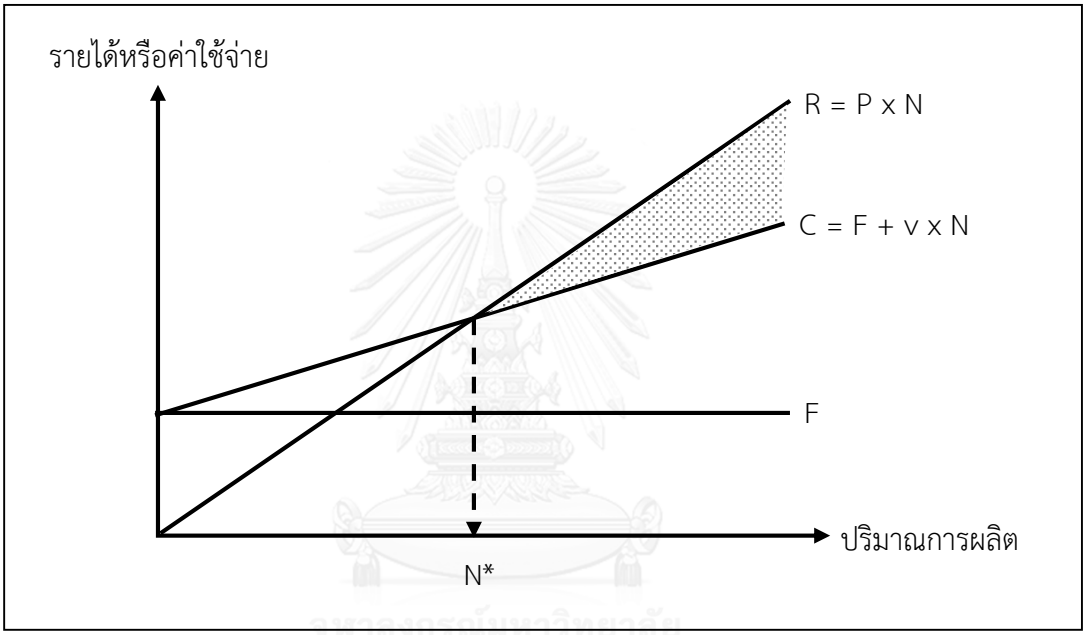
โดยที่ π = ผลกำไร

P = ราคาขายต่อหน่วย

N = ปริมาณการขาย

F = ต้นทุนคงที่

v = ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย



รูปที่ 2.1-1 แผนภูมิแสดงส่วนผลได้

2.1.3. การประมาณการด้านการเงินของโครงการ

ในการลงทุนของโครงการใดๆ จะต้องประกอบด้วยต้นทุนในการลงทุน ต้นทุนการเงิน และต้นทุนการดำเนินงาน เพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน ใช้เพื่อตัดสินใจว่าโครงการที่จะทำการลงทุนไปนั้นคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ [8]

1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Capital Expenditure)

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อการลงทุนเริ่มแรก ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เป็นมูลค่าของปัจจัยการผลิตเพื่อเป็นฐานการผลิต อาจเรียกว่าเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับปัจจัยคงที่ อาทิ ค่าที่ดิน ค่าถมที่ โรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ ยานพาหนะ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสายไฟ โทรศัพท์ ระบบความปลอดภัย ค่าที่ปรึกษาและฝึกอบรม ค่าภาษีและค่าธรรมเนียม เงินสำรองจ่ายด้ายกายภาพ ค่าจัดการ ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะไม่แปรผันไปตามการผลิตดังตารางที่ 1.2-1

ตารางที่ 2.1-1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนในทรัพย์สินถาวร

รายการ	**จำนวนเงิน (บาท)**
ค่าที่ดิน	x
การปรับที่ และปรับปรุงผิวดิน	x
อาคารและสิ่งก่อสร้าง	x
เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต	x
อุปกรณ์ช่วย และเครื่องมืออำนวยความสะดวก	x
การป้องกันด้านสิ่งแวดล้อม	x
ค่าลิขสิทธิ์	x
อื่นๆ	x
ค่าจัดทำการศึกษาก่อนการลงทุน	x
ค่าใช้จ่ายในการบริหารโครงการ	x
รวม	x

2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operation Expenditure)

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการ อันประกอบไปด้วย ค่าวัตถุดิบ ค่าจ้างและเงินเดือนแรงงาน ค่าเสื่อมราคาของอาคาร เครื่องจักร ค่าสาธารณูปโภค เป็นต้น โดยค่าใช้จ่ายเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเกิดขึ้นตลอดทุกๆ ปีจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ ดังตารางที่ 2.1-2

ตารางที่ 2.1-2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

รายการ	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2 - ปีที่ 15**
วัตถุดิบ	x	x
เงินเดือนและค่าจ้างแรงงาน	x	x
ค่าใช้จ่ายในการผลิตอื่นๆ		
ค่าเสื่อมราคา	x	x
ค่าประกันภัย	x	x
อะไหล่เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต	x	x
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น	x	x
ค่าไฟฟ้า	x	x

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2 - ปีที่ 15
ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา	x	x
รวม	x	x
ต้นทุนการผลิตทั้งหมด (เท่ากับต้นทุนการผลิตหักค่าเสื่อมราคา)	x	x

2.1.4. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

2.1.4.1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เป็นผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ หลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวกจะยอมรับโครงการแต่ถ้ามี ค่าเป็นลบจะปฏิเสธรับโครงการ ทั้งนี้การหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ จะต้องปรับค่าของเงินที่จะได้ ในอนาคตให้เป็นค่าในปัจจุบัน ดังสมการที่ 2

$$NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

โดยที่ NPV แทน มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

CF_0 แทน เงินลงทุนตอนเริ่มต้นโครงการ

CF_t แทน กระแสเงินสดสุทธิปีที่ t โดย t = 1, 2, 3,..., n

t แทน ปีของโครงการ ปีที่ 1 ถึง n

n แทน อายุโครงการ

i แทน อัตราส่วนลด

2.1.4.2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คืออัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนโดยการหาค่าอัตราส่วนลด (Discount Rate : i) ที่ส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน และต้นทุนเท่ากัน [9] หรือหักล้างกันมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังสมการที่ 3 จึงใช้เพื่อเป็นเกณฑ์ตัดสินใจเพื่อการลงทุน

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (3)$$

2.1.4.3. ค่าเสื่อมราคา

ในด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมนั้นเป็นการกระจายราคาทุนของทรัพย์สินถาวรที่มีตัวตนตามงวดบัญชีที่ได้ประโยชน์จากการใช้ทรัพย์สินนั้น ค่าเสื่อมราคาจะเกิดขึ้นกับการประกอบธุรกิจที่มีการลงทุนไปกับสินทรัพย์ถาวร เช่น วัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักร โรงงาน อาคาร หรือสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงาน หรือกิจกรรมซึ่งก่อให้เกิดรายได้แก่ธุรกิจที่ไม่ใช่การส่วนตัวยกเว้นที่ดินจะไม่มีค่าเสื่อมราคา ถึงแม้จะเป็นส่วนหนึ่งของสินทรัพย์ การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line Method) เป็นวิธีการคิดค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ยมูลค่าการเสื่อมราคาของทรัพย์สินให้เป็นค่าเสื่อมในแต่ละปีเท่าๆกัน ตลอดอายุการใช้งาน ของทรัพย์สินถาวรนั้นๆ การคิดราคาค่าเสื่อมมีดังสมการที่ 4

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = \frac{\text{ราคาทุนของทรัพย์สิน} - \text{ราคาซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}} \quad (4)$$

2.1.4.4. วงจรของต้นทุน

วงจรของต้นทุน (Life Cycle Cost : LCC) หมายถึงการวิเคราะห์ต้นทุนรวมทั้งหมดที่ประมาณไว้ว่าอาจจะเกิดขึ้นในระบบวงจรของต้นทุน รวมถึงการบริการที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ลักษณะของการประยุกต์ใช้โดยมากจะใช้กับโครงการก่อสร้าง การสร้างโรงงานใหม่ ซึ่งโดยมากแล้วจะเป็นโครงการที่คาดว่าจะมีอายุยาวนานเป็นการประมาณในระยะยาว วงจรของต้นทุนคือ ต้นทุนตลอดอายุเป็นการคำนวณต้นทุนทั้งหมดตลอดอายุใช้งานเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยใช้ตัวคูณลด ต้นทุนตลอดอายุประกอบด้วยเงินลงทุน (Capital Cost) ค่าใช้จ่ายทางการเงิน (Financial Cost) ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ (Operational Cost) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (Maintenance Cost) การคำนวณ LCC เพื่อวิเคราะห์มูลค่าตลอดอายุการใช้งาน สามารถเขียนอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการได้ดังสมการที่ 5 ดังนี้

$$LCC = CI + CO + CM - S \quad (5)$$

โดยที่

LCC	=	ต้นทุนวงจรอายุของโครงการ
CI	=	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน
CO	=	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
CM	=	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง
S	=	มูลค่าซาก

2.1.4.5. การวิเคราะห์ทางการเงิน

การวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial Analysis) [9] นั้นเป็นการวิเคราะห์ผลประโยชน์ และค่าใช้จ่ายที่อยู่ในรูปของตัวเงินโครงการเท่านั้น โดยผลประโยชน์อยู่ในรูปของกระแส

เงินสดของรายได้ที่โครงการก่อให้เกิด และค่าใช้จ่ายอยู่ในรูปของทุนเริ่มแรก และค่าใช้จ่ายดำเนินงานที่เสียไปเมื่อ ได้ดำเนินโครงการ ผลประโยชน์ และค่าใช้จ่ายของโครงการดังกล่าวจะนำมาจัดทำเป็นกระแสเงินสด (Cash Flow) ทั้งกระแสเงินสดขาเข้า (Cash Inflow) และกระแสเงินสดขาออก (Cash Outflow) ซึ่งกระแสเงินสดจะชี้ให้เห็นว่าผลประโยชน์ที่เกิดจากโครงการนี้เพียงพอสำหรับค่าใช้จ่ายต่างๆ หรือไม่ อาจจะกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ทางการเงินเป็นการพิจารณาว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางการเงินหรือไม่

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นางจันทร์เพ็ญ มิตรภักดี (2551) [10] วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกี่ยวข้องกับการจัดการคงคลังในเชิงปฏิบัติจริงของบริษัทซื้อมาขายไปแห่งหนึ่ง พบว่าสินค้าที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศที่ทราบว่าจะมีการขึ้นราคาล่วงหน้าเป็นกลุ่มสำคัญที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการ และมีความสำคัญทางด้านการเงินกับบริษัทแห่งนี้มากที่สุด แต่เมื่อทำการคำนวณพื้นที่จัดเก็บต้องการพี่ที่ทั้งสิ้น 8,421.88 ลูกบาศก์เมตร แต่บริษัทมีพื้นที่เพียง 1,750 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเหตุการณ์ที่พบได้เสมอที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่จัดเก็บสินค้า จึงต้องลดสัดส่วนการสั่งซื้อ จากการศึกษาสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่ใช้โมเดลพื้นฐาน 44,594.93 บาท หรือร้อยละ 7.89 และส่วนสินค้าต่างประเทศ สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 594,512.30 บาท

ชัยยงค์ สุขศรีสมบูรณ์ (2550) [11] วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการจัดการยาคงคลังของสถาบันเวชศาสตร์การบิน กรมแพทย์ทหารอากาศ กองบัญชาการสนับสนุนทหารอากาศ โดยนำหลักการ การจัดการสินค้าคงคลังด้วยการประยุกต์วิธีการสั่งซื้อแบบประหยัดร่วมกับจุดสั่งซื้อ มาใช้ในการจัดการยาคงคลังของกรณีศึกษา โดยจัดทำแบบจำลองการจัดการยาคงคลังด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ตัวแบบ EOQ ร่วมกับจุดสั่งซื้อ (Reorder Point) ทำให้สามารถควบคุมปริมาณยาคงคลัง และกำหนดจุดสั่งซื้อได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานลงได้

วรุณพร เชียรวิชัย (2555) [12] การสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมด้วยกระบวนการหล่อฉีดโลหะแบบของเหลว และกระบวนการหล่อฉีดโลหะแบบกึ่งของแข็ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนต่อหน่วย และสร้างแบบจำลองต้นทุนเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการหล่อฉีดโลหะแบบเดิมกับกรรมวิธีใหม่ โดยใช้ตัวอย่างสี่ชนิดเป็นกรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3 แบบจำลองย่อย ได้แก่ 1) แบบจำลองกระบวนการ เป็นการพิจารณา

กระบวนการเพื่อหารองการผลิต 2) แบบจำลองดำเนินงาน เป็นการพิจารณาเงื่อนไขการดำเนินงาน 3) แบบจำลองต้นทุน พิจารณาถึงปัจจัยทางด้านราคาเพื่อหามูลค่าเงินลงทุน และต้นทุนต่อหน่วย แบ่งการวิเคราะห์ต้นทุนเป็น 2 กรณี วิเคราะห์โดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในและจุดคุ้มทุน พบว่าทั้งสองกรณีคือ มีโรงงานแล้ว กับจัดตั้งโรงงานใหม่ให้ผลตอบแทนเหมาะแกการลงทุน และเมื่อเปลี่ยนกระบวนการหล่อฉีดโลหะแบบของเหลวเป็นการฉีดแบบกึ่งของแข็ง ต้นทุนต่อหน่วยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 13.49

ภาคภูมิ รวยลาภ (2556) [13] การศึกษาการลงทุนของสหกรณ์ในการให้บริการรับนมดิบจากฟาร์มเกษตรกร งานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาการลงทุนของสหกรณ์ในการให้บริการรับนมดิบจากฟาร์มเกษตรกร ผลจากการวิเคราะห์วิธีการขนส่งนมดิบ พบว่า กรณีที่ 1 (ทุกฟาร์มเข้าร่วมโครงการโดยสหกรณ์ลงทุนให้บริการรับนมดิบเองทั้งหมดไม่มีการจ้างผู้รับเหมาช่วง) โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 11,684,394.93 บาท กรณีที่ 2 โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนเช่นกันโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 1,847,951.94 บาท และเมื่อทำการวิเคราะห์ความไวของโครงการ โดยกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย ได้แก่ ค่าน้ำมันที่ใช้ในการเดินทางเพิ่มขึ้นจนทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็น 0 บาท และปริมาณนมดิบลดลงจนทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็น 0 บาท พบว่า กรณีที่ 1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็น 0 บาท เมื่อค่าน้ำมันที่ใช้ในการเดินทางเพิ่มขึ้นร้อยละ 177.05 หรือ เมื่อปริมาณนมดิบลดลงร้อยละ 33.55 กรณีที่ 2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นศูนย์บาท เมื่อค่าน้ำมันที่ใช้ในการเดินทางเพิ่มขึ้นร้อยละ 124.78 หรือ เมื่อปริมาณนมดิบลดลงร้อยละ 17.21

การคำนวณหาพื้นที่ลานกองสำหรับศูนย์กระจายถ่านหิน เมื่อได้ปริมาณถ่านหินที่จะทำการกองเก็บจะใช้หลักการคำนวณ ระยะเวลาในการขนถ่ายถ่านหิน โดยใช้อัตราการทำงานของเครื่องจักรและขนาดบรรทุกของเรือที่เข้าเทียบท่า มาใช้เนื่องจากการรับสินค้านั้นต้องมีระยะเวลาในการขนถ่ายจากเรือบรรทุกถ่านหิน และมีการใช้ถ่านหินต่อวันในปริมาณที่คงที่ ต่อมาในการคำนวณพื้นที่ลานกองนั้นต้องมีการใช้ข้อมูล รูปแบบการกอง ประกอบด้วยมุมที่ฐานของกองถ่านหิน ของความสูงของกองถ่านหิน ความหนาแน่นของถ่านหิน จากรายงานศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้า BLCP [14] และศูนย์กระจายถ่านหินซุบุประเทศญี่ปุ่นนั้นมีการใช้ข้อมูลที่ตรงกันคือ รูปแบบการกองถ่านหินรูปปริซึมหน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมู มุมที่ฐานประมาณ 38 องศา และความสูงของกองถ่าน 16 เมตร โดยมีความหนาแน่นของกองถ่านจะอยู่ที่ 650 ถึง 850 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จึงเป็นแนวทางในการศึกษา หรือตัวตั้งต้นในการวิเคราะห์การลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหินต่อไป

บทที่ 3
ข้อมูลทั่วไปและวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่กรณีศึกษา

พื้นที่กรณีศึกษาจะต้องมีลักษณะเป็นพื้นที่ที่ติดทะเล ซึ่งสามารถก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกเพื่อสามารถดำเนินการขนถ่ายถ่านหินจากเรือบรรทุกถ่านหินขนาดใหญ่ และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับลานกองถ่านหินของศูนย์กระจายถ่านหิน

3.1.1. พื้นที่ท่าเรือน้ำลึก นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

พื้นที่กรณีศึกษาเป็นพื้นที่ อยู่ในพื้นที่บริเวณท่าเรือน้ำลึกของการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ตั้งอยู่ในพื้นที่ท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดระยะที่ 1 มีเนื้อที่ประมาณ 353 ไร่ ดังรูปที่ 3.1-1 ซึ่งเป็นพื้นที่ของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) พื้นที่แห่งนี้ได้รับการพัฒนาจัดตั้งขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (พ.ศ. 2531-2535)

รูปที่ 3.1-1 พื้นที่นิคมอุตสากรรมมาบตาพุด

(ที่มา : www.google.co.th/maps)

3.1.2. ปริมาณการสำรองถ่านหินของศูนย์กระจายถ่านหิน

การคำนวณระยะเวลาในการสำรองถ่านหินที่ศูนย์กระจายถ่านหินจะ มีการสำรองถ่านหินสำหรับระยะเวลาสำหรับความไม่แน่นอนของคลื่นลมในทะเล จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ให้ข้อมูลระยะเวลาสำหรับความไม่แน่นอนคลื่นลมในทะเลสูงสุดของประเทศไทยเป็นระยะเวลา 15 วัน ช่วงเวลานำของเรือกรณีที่เรือสินค้ากรณีที่สั่งถ่านหินแหล่งเหมืองถ่านหินที่ไกลที่สุดเป็นระยะเวลา 24 วัน และเวลาเผื่ออีก 6 วัน รวมแล้วศูนย์กระจายถ่านหินควรมีปริมาณถ่านหินสำรองไว้สำหรับโรงไฟฟ้า เป็นระยะเวลารวมเท่ากับ 45 วัน แต่เนื่องจากทาง กฟผ. มีนโยบายในการกำหนดระยะเวลาสำรองถ่านหินเป็นระยะเวลา 60 วัน งานวิจัยนี้จึงได้ใช้แนวทางการสำรองถ่านหินของทาง กฟผ. ในการดำเนินงานวิจัย

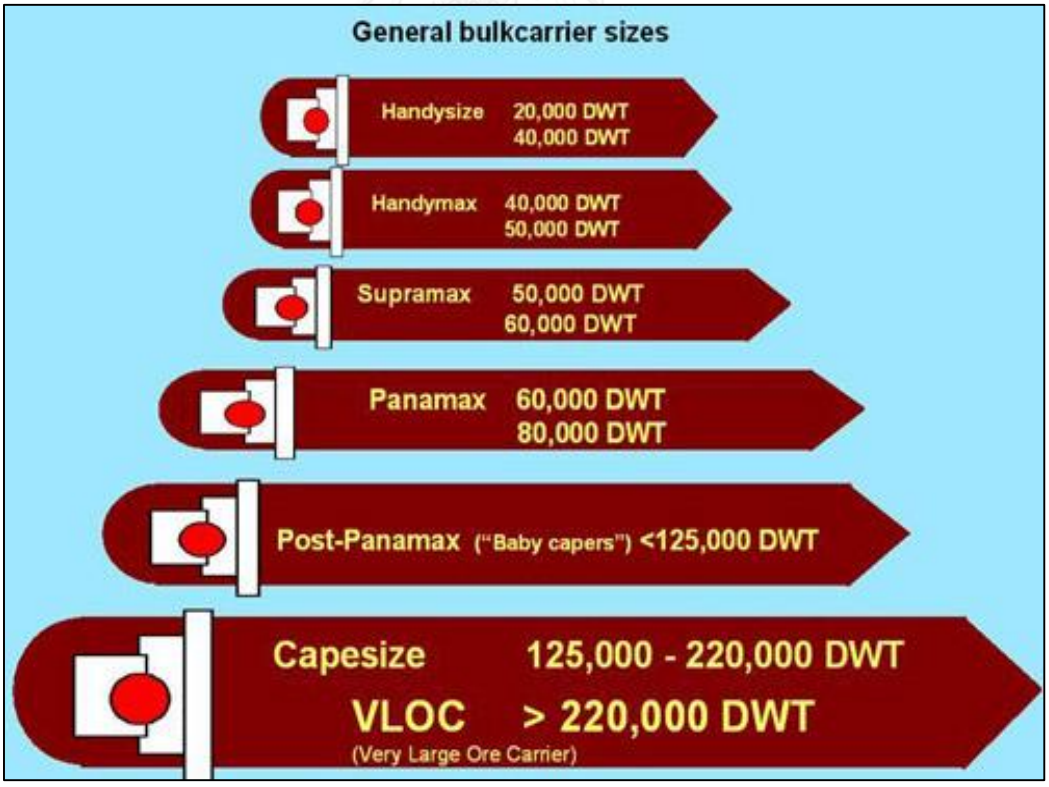
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2. ชนิดของเรือบรรทุกถ่านหิน

ชนิดของเรือที่ใช้บรรทุกหรือลำเลียงถ่านหินนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดบรรทุกของเรือ กล่าวคือ เรือที่ใช้บรรทุกถ่านหิน จะขนส่งด้วยเรือบรรทุกสินค้าเทกอง โดยทั่วไปจะใช้เรือชนิดปานาแม็กและเคปไซส์ ในการบรรทุกถ่านหินจากต่างประเทศเนื่องจากมีขนาดบรรทุกมาก ซึ่งเรือบรรทุกสินค้าแต่ละชนิด จะมีลักษณะต่างกัน ดังตารางที่ 3.2-1และ รูปที่ 3.2-1 ซึ่งควรพิจารณาข้อจำกัดของเรือบรรทุกเพื่อเข้ามาที่ศูนย์กระจายถ่านหินได้

ตารางที่ 3.2-1 ข้อมูลเรือบรรทุกสินค้าเทกอง

รายการ	หน่วย	เรือปานาแม็ก	เรือแคปไซส์
ปริมาณบรรทุก	เดทเวตตัน	60,000	100,000
ความยาวลำเรือ	เมตร	250.0	280.0
ความกว้างลำเรือ	เมตร	40.0	45.0
ระยะกินน้ำลึก	เมตร	12.5	14.5
ระดับความลึกน้ำขั้นต่ำ	เมตร	14.0	16.0

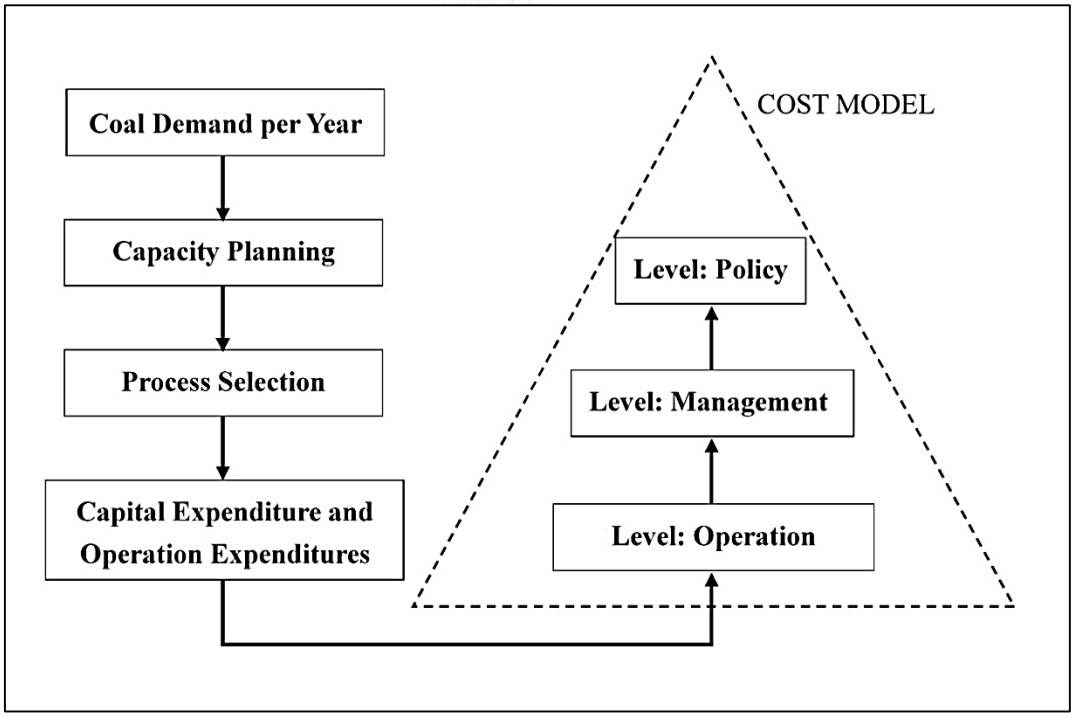


รูปที่ 3.2-1 ชนิดและขนาดบรรทุกของเรือบรรทุกสินค้า

(ที่มา : http://www.stevesmaritime.com/bulk.html)

3.3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโมเดลต้นทุนโดยเริ่มต้นจาก การกำหนดปริมาณความต้องการถ่านหินต่อปี เพื่อนำไปคำนวณความสามารถหรือขีดจำกัดของศูนย์กระจายถ่านหินประกอบไปด้วย พื้นที่กองเก็บ จำนวนท่าเรือ นำไปสู่กระบวนการคัดเลือกกระบวนการผลิต เพื่อได้เครื่องจักรของแต่ละกระบวนการ จึงสามารถนำรายการของเครื่องจักรไปคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เมื่อมีรายการค่าใช้จ่ายแล้วจึงนำเข้าสู่แบบจำลองต้นทุน โดยเริ่มจากระดับล่างสุดคือ ระดับการดำเนินงานจะได้ต้นทุนการผลิตรวม จากนั้นก็นำเข้าสู่ระดับการบริหารเพื่อแยกประเภทของต้นทุน และไปสู่ระดับนโยบาย เพื่อประเมินความคุ้มค่าด้านการเงิน แสดงดังรูปที่ 3.3-1



รูปที่ 3.3-1 โมเดลต้นทุน

3.3.1. ปริมาณความต้องการถ่านหิน

ปริมาณ ความต้องการถ่านหินต่อปี (Demand Throughput) ของศูนย์กระจายถ่านหินจะกำหนดจากความต้องการถ่านหินจากโรงไฟฟ้าตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า และอุตสาหกรรม เพื่อที่จะไปกำหนดขนาดขีดความสามารถของศูนย์กระจายถ่านหินต่อไป

3.3.2. การวางแผนกำลังการผลิต

การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning) คือการคำนวณขีดความสามารถของศูนย์กระจายถ่านหิน จะเริ่มจากข้อมูลปริมาณความต้องการถ่านหินต่อปีเป็นปัจจัยนำเข้า (Input) ในการ

คำนวณขีดความสามารถของศูนย์กระจายถ่านหินจะได้ผลลัพธ์คือ 1) ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด 2) พื้นที่สำหรับกองถ่านหิน และ 3) การวางแผนท่าเรือ

3.3.2.1. ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด

ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด คำนวณจากปริมาณคงคลังสำรอง (Safety Stock) เป็นระยะเวลา 60 วัน สำหรับโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุดของศูนย์กระจายถ่านหิน เพื่อนำไปสู่การคำนวณพื้นที่การกองเก็บถ่านหินต่อไป โดยสามารถคำนวณรอบเวลาการเข้าของเรือบรรทุกถ่านหินได้ดังสมการที่ 6 คำนวณระยะเวลาในการขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกดังสมการที่ 7 จากปริมาณความต้องการต่อปี ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เรือบรรทุกชนิดปานามแม็ก โดยจะมีการกำหนดอัตราการขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก จะทำให้ทราบระยะเวลาการขนถ่ายของเรือบรรทุก และจำนวนเรือบรรทุกที่เข้าเทียบท่าต่อปี

รอบเวลาการเข้าของเรือบรรทุกถ่านหิน

รอบเวลาการเข้าของเรือบรรทุก = จำนวนวันทำการ ÷ จำนวนเรือบรรทุกถ่านหินที่เข้าต่อปี (6)

ระยะเวลาในการขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก

ระยะเวลาในการถ่ายลำ = ขนาดบรรทุกของเรือ ÷ อัตราการขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก (7)

3.3.2.2. พื้นที่กองเก็บถ่านหิน

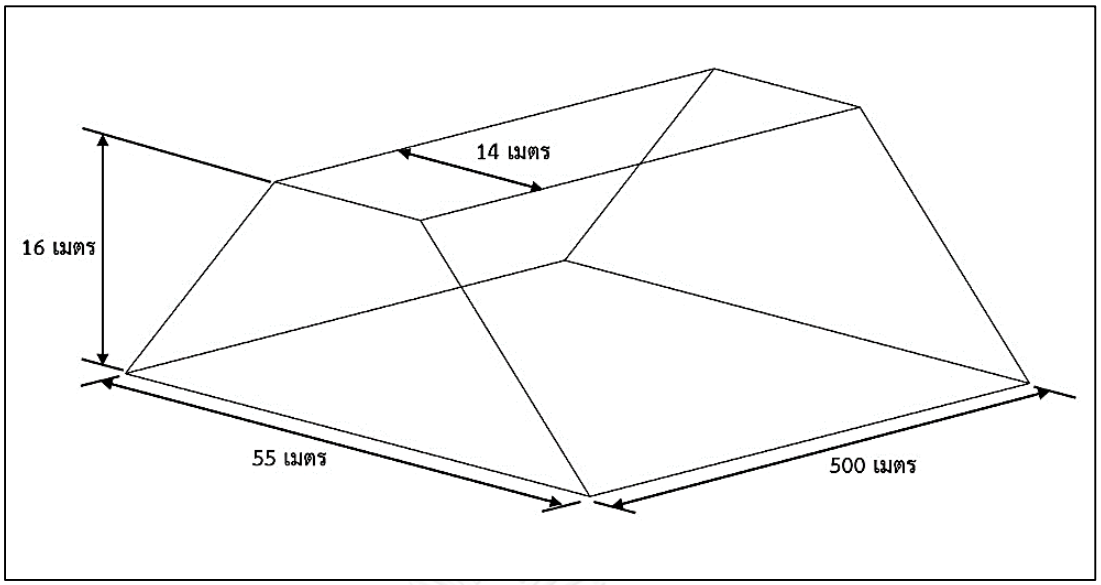
พื้นที่ลานกองถ่านหิน จะใช้ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด ซึ่งเป็นปริมาณในหน่วยของน้ำหนัก แล้วนำไปแปลงเป็นหน่วยปริมาตรโดยใช้สูตรการหาปริมาตรของของแข็ง ดังสมการที่ 8 ซึ่งมีการกำหนดให้กองถ่านหินมีการบดอัดมีด้วยความหนาแน่น (ρ) แล้วจะได้ผลลัพธ์คือปริมาตรกองถ่านหินในหน่วยลูกบาศก์เมตร และนำปริมาตรของกองถ่านหินไปคำนวณพื้นที่สำหรับกองเก็บถ่านหิน โดยใช้ลักษณะการกองเป็นรูปปริซึมหน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมูดังรูปที่ 3.3-2

$$\rho = \frac{M}{V} \tag{8}$$

โดยที่ ρ = ความหนาแน่นของกองถ่านหิน (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

V = ปริมาตรของถ่านหิน (ลูกบาศก์เมตร)

M = ปริมาณถ่านหินในหน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม)



รูปที่ 3.3-2 ลักษณะรูปทรงของกองถ่านหิน

จากรูปแบบการกองจะสามารถคำนวณพื้นที่ลานกองถ่านหิน นำไปสู่การพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของศูนย์กระจายถ่านหินอันประกอบไปด้วยพื้นที่ อาคารสำนักงาน อาคารซ่อมบำรุง ระบบบำบัดน้ำเสีย ลานจอดรถ พื้นที่สีเขียว ซึ่งในบางองค์ประกอบข้างต้นนั้นมีการกำหนดขนาดพื้นที่ตามสัดส่วนเป็นไปตามมาตรฐาน เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่นพื้นที่สีเขียวนั้นต้องมีขนาดร้อยละ 10 ของพื้นที่ศูนย์กระจายถ่านหิน [15]

3.3.2.3. การวางแผนท่าเทียบเรือ

การวางแผนท่าเรือเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง การใช้ท่าเรือ กับจำนวนท่าเทียบเรือตามมาตรฐานที่ได้ให้คำแนะนำดังตารางที่ 3.3-1 ซึ่งอัตราการใช้ท่าเรือ (Berth Occupancy Ratio) นั้นคำนวณจากระยะเวลาที่เรือสินค้าเข้าเทียบท่าเรือเพื่อถ่ายลำต่อปี ในทางปฏิบัติการขนถ่ายสินค้าที่ท่าเรือ ไม่สามารถใช้ท่าเรือได้ต่อเนื่อง ต้องมีเวลาว่างเผื่อเพื่อใช้ในการ ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ของท่าเรือ การรอระดับการขึ้นลงของน้ำทะเล เป็นต้น โดยการคำนวณจำนวนท่าเรือ [16] จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณก่อนหน้าได้แก่ ปริมาณการถ่านหิน จำนวนวันทำการ ชั่วโมงการทำงาน ระยะเวลาที่เรือเทียบท่า มาเพื่อคำนวณอัตราการใช้ท่าเรือ และนำมาวิเคราะห์จำนวนท่าเทียบเรือดังสมการที่ 9

$$\text{จำนวนท่าเทียบเรือ} = \frac{(\text{ระยะเวลาเทียบท่าเฉลี่ย} \times \text{จำนวนเรือที่เข้าเทียบท่าต่อปี})}{(\text{จำนวนวันทำการต่อปี} \times \text{อัตราการใช้ท่าเทียบเรือ})} \qquad (9)$$

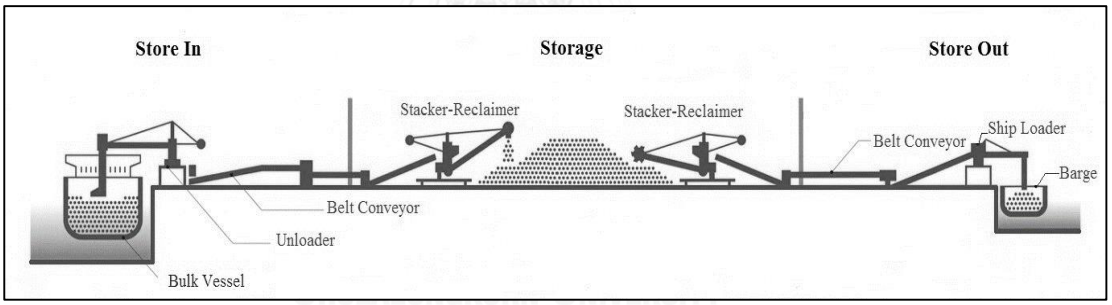
ตารางที่ 3.3-1 อัตราการใช้ท่าเรือตามมาตรฐาน

จำนวนท่าเทียบเรือ	อัตราการใช้ท่าเรือ (ร้อยละ)
1	40
2	50
3	55
4	60
5	65
6-10	70

(ที่มา: Port Development – A Handbook for Planner in Developing Countries by UNCTAD)

3.3.3. การคัดเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

กระบวนการการเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นการคัดเลือกชนิดของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ ซึ่งกระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหิน นั้นประกอบไปด้วยกระบวนการขนถ่ายขึ้นจากเรือ (Store In) กระบวนการกองเก็บ (Storage) และกระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน (Store Out) ดังรูปที่ 3.3-3



รูปที่ 3.3-3 กระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหิน

(ที่มา : ศูนย์กระจายถ่านหินซุบุ ประเทศญี่ปุ่น)

ซึ่งทั้งการวางแผนกำลังการผลิต และกระบวนการผลิต จะเป็นตัวคัดเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต [17] โดยเกณฑ์ที่ใช้เลือกเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ นอกจากจะเป็นเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่เพื่อรองรับกับปริมาณการขนถ่าย และลำเลียงถ่านหินได้อย่างต่อเนื่องแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในแต่ละกิจกรรมของศูนย์กระจายถ่านหินตั้งแต่กระบวนการขนถ่ายขึ้นจากเรือ ตลอดจนลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน ในทุกกิจกรรมนั้นส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมทั้งเสียงเครื่องจักรขณะปฏิบัติงาน ความฟุ้งกระกายของฝุ่น [18] ทำให้เกณฑ์ในการคัดเลือกเครื่องจักรนั้นต้องคำนึงถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพราะอาจเกิดการประท้วงหรือมีคนต่อต้านได้

1) กระบวนการขนถ่ายขึ้นจากเรือ

กระบวนการนี้เป็นการนำถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้จะเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่เครนบนท่าเรือมีหน้าที่ลำเลียงถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกถ่านหิน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบต่อเนื่อง จะเป็น แบบสกรู (Screw Unloader) และแบบโซ่กระพ้อ (Bucket Unloader) 2) แบบไม่ต่อเนื่องคือ ชนิดเครนปากจับ (Grab Unloader) ดังรูปที่ 3.3-4

รูปที่ 3.3-4 อุปกรณ์ขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ

(ที่มา : รายงานการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการท่าเทียบเรือบ้านคลองรั้ว)

2) กระบวนการกองเก็บ

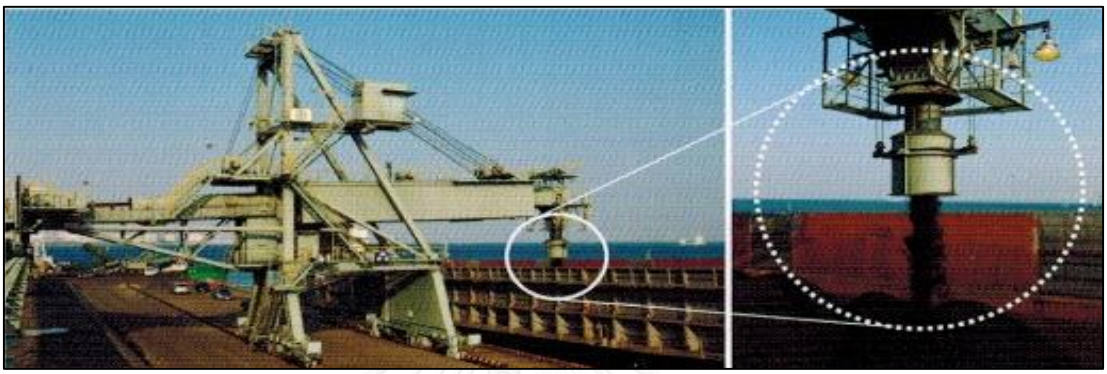
กระบวนการนี้มีหน้าที่เสมือนเป็นคลังสินค้า เพื่อเก็บสำรองถ่านหิน โดยถ่านหินที่ลำเลียงขึ้นมาจากเรือจะถูกลำเลียงลงสู่สายพานลำเลียงเข้ามายังลานกอง ซึ่งเครื่องจักรหลักที่ใช้มีหน้าที่โปรยหรือทำกองคือ เครื่องโปรยถ่าน (Stacker) และเครื่องตักถ่าน (Reclaimer) เป็นตัวตักถ่านลงสายพานเพื่อลำเลียงออก ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองนี้สามารถอยู่ในเครื่องเดียวกันได้ ดังรูปที่ 3.3-5

รูปที่ 3.3-5 เครื่องโปรยและตักถ่าน

(ที่มา : https://www.flickr.com/photos/ylord/27778912924)

3) กระบวนการลำเลียงถ่านหินออก

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการสุดท้ายของศูนย์กระจายถ่านหิน คือการลำเลียงถ่านออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน [19] อุปกรณ์นั้นจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปล่อยถ่านหินจากสายพานลำเลียงลงสู่พาหนะดังรูปที่ 3.3-6 ขึ้นอยู่กับรูปแบบการขนส่งว่าจะส่งโดยรูปแบบการขนส่ง ทางถนน ทางราง หรือทางน้ำ ซึ่งจะพิจารณาเลือกรูปแบบด้วยปริมาณการขนส่งหรือจำนวนเที่ยวการขนส่ง เพราะแต่ละรูปแบบนั้นมีขนาดบรรทุกแตกต่างกัน



รูปที่ 3.3-6 เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ
(ที่มา : ศูนย์กระจายถ่านหินชุบุประเทศญี่ปุ่น)

3.3.4. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Capital Expenditure) เป็นมูลค่าของปัจจัยการผลิต เพื่อเป็นฐานการผลิตประกอบไปด้วย ค่าโครงสร้าง ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งข้อมูลมาจากการวางแผนกำลังการผลิตและการเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต จะสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้

- ค่าโครงสร้าง ประกอบไปด้วยค่าก่อสร้างโครงสร้างของท่าเรือขนถ่ายถ่านหินขึ้น ท่าเรือถ่ายถ่านหินลงเรือบาร์จ และกับในส่วนของโครงสร้างของลานกองถ่านหิน เพื่อรับน้ำหนักถ่านหินและของอุปกรณ์

- เครื่องจักรและอุปกรณ์ ประกอบด้วยรายการต่างๆของเครื่องจักรหลักสำหรับศูนย์กระจายถ่านหินในทุกกระบวนการตั้งแต่กระบวนการนำถ่านหินขึ้นจากเรือ นำไปกองเก็บ และขนส่งออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน

- ค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ในส่วนของอาคารสำนักงาน ระบบบำบัดน้ำเสีย รั้วเปลี่ยนทิศทางลม (Wind Proof Fence)

3.3.5. ค่าใช้จ่ายในดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายในด้านการดำเนินงาน (Operation Expenditures) เป็นการประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเกิดขึ้นตลอดทุกๆ ปี

จนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ ประกอบไปด้วย ค่าประกันภัย ค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนถ่าย เงินเดือนและค่าจ้างพนักงาน ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่าบำรุงรักษาอาคาร เป็นต้น

3.4. แบบจำลองต้นทุน

แบบจำลองต้นทุน (Cost Model) นี้จะประกอบจะมี 3 ระดับซึ่งการทำแบบจำลองต้นทุนนี้เป็นแบบล่างขึ้นบน จากระดับล่างสุดคือระดับการดำเนินงาน (Operation Level) จากนั้นก็เข้าสู่ระดับการบริหาร (Management Level) และไปยังระดับนโยบาย (Policy Level) ดังรูปที่ 3.3-1

3.4.1. ระดับการดำเนินงาน

ระดับการดำเนินงาน (Operation Level) เป็นระดับล่างสุดเป็นการรวบรวมต้นทุนทั้งหมดของศูนย์กระจายถ่านหินโดยใช้บัญชีต้นทุน รวบรวมต้นทุนต่อปีทำให้ได้ต้นทุนทั้งสิ้น (Total Cost) ดังสมการที่ 10 ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตของศูนย์กระจายถ่านหิน และจากการนำต้นทุนทั้งสิ้นต่อปี หารด้วยปริมาณถ่านหินที่ผ่านศูนย์กระจายถ่านหินต่อปีจะได้ ต้นทุนต่อหน่วย (Unit Cost) ของศูนย์กระจายถ่านหินได้ดังสมการที่11

ต้นทุนทั้งสิ้น = ค่าใช้จ่ายโรงงาน + ค่าใช้จ่ายในการบริหาร + ค่าเสื่อมราคา (10)

ต้นทุนต่อหน่วย = ต้นทุนทั้งสิ้น ÷ ปริมาณถ่านหินต่อปี (11)

3.4.2. ระดับการบริหาร

ระดับการบริหาร (Management Level) ในระดับนี้จะนำข้อมูลจากระดับการดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์และแยกประเภทของต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุน เป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ซึ่งในการบริหารจัดการเราสามารถบริหารจัดการต้นทุน ซึ่งจะสะท้อนผลลัพธ์ออกมาในรูปประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

3.4.2.1. ต้นทุนคงที่

ต้นทุนคงที่รวม (Total Fixed Cost: TFC) คือต้นทุนที่มีพฤติกรรมคงที่ หมายถึงต้นทุนที่ไม่แปรผันตามกำลังการผลิต โดยต้นทุนประเภทนี้ ประกอบด้วย เงินเดือนผู้บริหาร ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคาจากราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่าประกันภัย เป็นต้น ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยนี้จะเปลี่ยนแปลงไปในทางลดลงถ้าปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น

3.4.2.2. ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปรรวม (Total Variable Cost: TVC) คือต้นทุนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกำลังการผลิต ได้แก่พวกค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทุกครั้งเมื่อมีเรือบรรทุก

ถ่านหินเข้าเทียบท่า ประกอบไปด้วยค่าจ้างพนักงาน ค่าไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งต้นทุน ผันแปรต่อหน่วยนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น

3.4.2.3. การวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณผลผลิต-ผลกำไร

การวิเคราะห์ต้นทุน ปริมารการผลิต ผลกำไร (Cost-Volume-Profit Analysis) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจลักษณะต้นทุน และพฤติกรรมต้นทุนที่ระดับการผลิตต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจด้านการควบคุมต้นทุนและวางแผนกำไร ความสัมพันธ์ของต้นทุนและรายได้หรือผลกำไรในระดับการผลิตต่างๆ และยังเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจด้านการผลิต การตลาด และการเงิน เช่นการกำหนดกำลังการผลิต การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด การตั้งราคาขาย การลงทุนเลือกซื้อเครื่องจักร เป็นต้น โดยความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ต้นทุน ปริมารการผลิต ผลกำไร เขียนได้ดังสมการที่ 12

$$N^* = \frac{F}{P-v} \qquad (12)$$

โดยที่ N = ปริมาณถ่านหิน

F = ต้นทุนคงที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน

V = ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย

P = ราคาขายถ่านหินต่อหน่วย

3.4.3. ระดับนโยบาย

ระดับนโยบาย (Policy Level) เป็นส่วนบนสุดของแบบจำลอง โดยผลลัพธ์ที่ได้จากระดับนี้เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ผลลัพธ์ในระดับนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารในการตัดสินใจการลงทุน

3.4.3.1. วิเคราะห์ทางด้านการเงิน

การวิเคราะห์ทางด้านการเงินจะใช้กระแสเงินสด (Discount Cash Flow) เป็นเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน สร้างตารางกระแสเงินสดจากข้อมูลการลงทุนและการดำเนินงาน โดยมีการกำหนดเงื่อนไขของโครงการคือ ระยะเวลาของโครงการ, อัตราดอกเบี้ย, ทำให้สามารถประเมินผลลัพธ์ด้วยวิธีกระแสเงินสดสุทธิ จะทำได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมากกว่าแสดงว่าน่าลงทุน และอีกวิธีที่ใช้ในการประเมินคือวิธีอัตราผลตอบแทน สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ถ้ามีค่ามากกว่า MARR จะสรุปได้ว่าโครงการนี้น่าลงทุน

1) ประมาณการเงินลงทุนของโครงการ

2) ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

3) กำหนดแหล่งที่มาของเงินทุน

4) วิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

5) วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

3.4.3.2. โครงสร้างทางการเงิน

การกำหนดโครงสร้างทางการเงิน คือการกำหนดแหล่งของเงินจะนำมาลงทุน การกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินทุนระยะสั้น และระยะยาว และสัดส่วนของเงินทุนจากการกู้ยืม และเงินทุนจากผู้ถือหุ้น โดยทั่วไปการหาแหล่งเงินทุนควรเลือกให้มีความเหมาะสม คือการลงทุนในทรัพย์สินที่มีอายุการใช้งานสั้น ควรเลือกการกู้แบบระยะสั้น ส่วนการลงทุนในทรัพย์สินที่มีอายุการใช้งานยาว ควรเลือกการกู้แบบระยะยาว ในการจัดหาแหล่งเงินทุนมาเพื่อใช้ในการลงทุนโครงการ สามารถคำนวณอัตราดอกเบี้ยได้โดยสมการที่ 13 คือสมการการคำนวณหาอัตราต้นทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ในกรณีที่มีการใช้เงินทุนจากแหล่งทุนหลายแหล่ง

$$WACC = \frac{(D \times K_d) + (E \times K_e)}{D + E} \quad (13)$$

โดยที่ WACC = อัตราต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

D = จำนวนเงินทุนจากแหล่งเงินกู้

E = จำนวนเงินทุนจากแหล่งเจ้าของ

K_d = อัตราต้นทุนทางการเงินของแหล่งหนี้ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืม

K_e = อัตราต้นทุนทางการเงินของแหล่งเจ้าของ

3.4.3.3. ต้นทุนตลอดอายุของศูนย์กระจายถ่ายหิน

ต้นทุนตลอดอายุ หมายถึงการวิเคราะห์ต้นทุนรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการ รวมถึงการดำเนินการที่เกิดขึ้นในแต่ละปี เป็นการคำนวณต้นทุนทั้งหมดตลอดอายุใช้งานเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยใช้ตัวคูณลด ต้นทุนตลอดอายุประกอบด้วยต้นทุนการลงทุน (Capital Cost) ต้นทุนทางการเงิน (Financial Cost) ต้นทุนการดำเนินงาน (Operational Cost) ซึ่งต้นทุนทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็นต้นทุนต่อปี เพื่อวิเคราะห์มูลค่าตลอดอายุการใช้งานดังสมการที่ 14, 15, และ 16 ตามลำดับ

การคำนวณ

$$\text{ต้นทุนการลงทุน} = (A|P,i\%,30) \times \left(\sum_{n=1}^{30} (\text{การลงทุนในปีที่ n}) \times (P|F,i\%,n)\right) - \text{มูลค่าซาก} \quad (14)$$

$$\text{ต้นทุนการดำเนินงาน} = (A|P,i\%,30) \times \left(\sum_{n=1}^{30} (\text{การดำเนินงานในปีที่ n}) \times (P|F,i\%,n)\right) \quad (15)$$

ต้นทุนทางการเงิน = (ต้นทุนการลงทุน – ต้นทุนการลงทุนเฉลี่ย) + (ต้นทุนการดำเนินงาน - ต้นทุนการดำเนินงานเฉลี่ย) (16)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์โมเดลต้นทุน

4.1. การวางแผนกำลังการผลิต

การวางแผนกำลังการผลิตของศูนย์กระจายถ่านหิน เพื่อเป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณขีดความสามารถของศูนย์กระจายถ่านหินของศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งจากแผน PDP2015 ทำให้มีปริมาณความต้องการถ่านหินอันเนื่องมาจากโรงไฟฟ้าด้วยปริมาณ 7 ล้านตันต่อปี และอุตสาหกรรมด้วยปริมาณ 3 ล้านตันต่อปี ฉะนั้นปริมาณถ่านหินที่ศูนย์กระจายถ่านหินทำการขนถ่ายรวมแล้วเป็นปริมาณ 10 ล้านตันต่อปี จะทำให้ได้ผลลัพธ์จากการวางแผนกำลังการผลิตดังต่อไปนี้

4.1.1. ขนาดพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดพื้นที่ มาบตาพุด เป็นที่ตั้งของศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งเป็นพื้นที่ว่างยังไม่มีการพัฒนา ในกรณีเช่าช่วงสิทธิ์จะต้องเช่าพื้นที่ทั้งหมดเป็นพื้นที่ 353 ไร่ ในการคำนวณหาพื้นที่ต่างๆ ของศูนย์กระจายถ่านหิน จะได้ 1) พื้นที่ลานกองถ่านหิน 2) ขนาดพื้นที่ศูนย์กระจายถ่านหิน โดยในการวิเคราะห์ขนาดกำลังการผลิตการที่จะคำนวณพื้นที่ลานกองถ่านหิน จะกำหนดสมมติฐานการคำนวณดังตารางที่ 4.1-1 คือกำหนดชนิดเรือบรรทุกถ่านหินเป็นชนิดปานาแม็ก ที่มีขนาดบรรทุก 60,000 เดทเวตตันต่อลำ เป็นปริมาณการสั่งในแต่ละครั้ง เนื่องจากเรือบรรทุกถ่านชนิดนี้สามารถแล่นผ่านแนวร่องน้ำลึกที่มีระดับความลึก -13 เมตร เพื่อความปลอดภัยในการเข้าเทียบท่าที่พื้นที่กรณีศึกษาได้

ตารางที่ 4.1-1 กำหนดสมมติฐานในการคำนวณ

สมมติฐาน	จำนวน	หน่วย
วันดำเนินการศูนย์กระจายถ่านหิน	350	วัน
เวลาทำงานต่อวัน	18	ชั่วโมง
อัตราการขนถ่ายถ่านหิน	2,500	ตัน/ชั่วโมง
อัตราการโปรยถ่านหิน	5,000	ตัน/ชั่วโมง
อัตราการตักถ่านหินจากกอง	3,000	ตัน/ชั่วโมง
ขนาดบรรทุกเฉลี่ยของเรือบรรทุกถ่านหิน	60,000	เดทเวตตัน
ความหนาแน่นของกองถ่านหิน (ρ)	850	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
ความยาวของกองถ่านหิน	500	เมตร
ระยะเวลาคงคลังสำรอง	60	วัน

4.1.1.1. พื้นที่ลานกองถ่านหิน

ในการคำนวณขีดจำกัดของศูนย์กระจากถ่านหิน เพื่อหาขนาดพื้นที่ลานกองเก็บจะใช้ปริมาณคงคลังสำรองสำหรับโรงไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 60 วันสำหรับโรงไฟฟ้า จะทำให้ได้ปริมาณคงคลังถ่านหินสูงสุดเท่ากับ 1,714,286 ตัน แล้วนำปริมาณคงคลังในหน่วยของน้ำหนัก แปลงเป็นปริมาตรโดยใช้สูตร สมการที่ 8 กำหนดความหนาแน่นของกองถ่านอยู่ที่ 850 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะสามารถคำนวณปริมาตรของกองถ่านหินประมาณ 2,016,806 ลูกบาศก์เมตร แล้วทำการกองถ่านเป็นรูปปริซึมทรงสี่เหลี่ยมคางหมู ดังรูปที่ 3.3-2 ที่มีความยาว 500 เมตรทำให้ได้กองถ่านหิน 8 กอง และพื้นที่ของรางอุปกรณ์ระหว่างลานกองถ่านหินที่มีความกว้าง 10 เมตร ใช้พื้นที่เท่ากับ 20,000 ตารางเมตร จะได้พื้นที่ลานกองเท่ากับ 240,000 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 150 ไร่ แสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

ปริมาณการใช้ต่อวัน = ปริมาณความต้องการต่อปี ÷ จำนวนวันดำเนินการศูนย์กระจายถ่านหิน
= 10,000,000 ตัน ÷ 350 วัน
= 28,572 ตัน

ปริมาณคงคลังสำรอง = ปริมาณการใช้ต่อวัน × จำนวนวันที่เก็บสำรองคงคลัง
= 28,572 ตัน × 60 วัน
= 1,714,286 ตัน

อัตราการขนถ่ายถ่านหิน = จำนวนเครื่องขนถ่ายถ่านหิน × อัตราการขนถ่ายถ่านหิน ×ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ × เวลาการทำงานต่อวัน
= 2 เครื่อง × 2,500 ตันต่อชั่วโมง × ร้อยละ 80 × 18 ชั่วโมง
= 72,000 ตันต่อวัน

ระยะเวลาในการขนถ่าย = ปริมาณการสั่งในแต่ละครั้ง ÷ อัตราการขนถ่ายถ่านหินต่อวัน
= 60,000 ตัน ÷ 72,000 ตัน
= 0.83 วัน

ปริมาตรกองถ่านหิน = ปริมาณคงคลังสูงสุด ÷ ความหนาแน่นของกองถ่านหิน
= 1,714,286,000 กิโลกรัม ÷ 850 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
= 2,016,806.72 ลบ.ม.

ความยาวรวมกองถ่านหิน = ปริมาตรกองถ่านหิน ÷ พื้นที่หน้าตัดกองถ่านหินรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
= 2,016,806.72 ลบ.ม. ÷ [(1/2) × (55+14) × 16] ตร.ม.
= 3,651.42 เมตร

จำนวนกองถ่านหิน = ความยาวรวมกองถ่านหิน ÷ ความยาวของแต่ละกอง

= 3,651.42 เมตร ÷ 500 เมตร

= 7.30 กอง หรือ จำนวน 8 กอง

พื้นที่ลานกองคือ = [(ความกว้างกองถ่าน × ความยาวกองถ่าน) × จำนวนกอง] +[(ความกว้างรางอุปกรณ์ × ความยาวกองถ่าน) × จำนวนรางอุปกรณ์]

= [(55 เมตร × 500 เมตร) × 8 กอง] + [(10 เมตร × 500 เมตร) × 4ราง]

= 240,000 ตารางเมตร หรือ 150 ไร่

4.1.1.2. พื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน

พื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหินคือพื้นที่ประกอบไปด้วยส่วนของ ลานกองถ่านหิน อาคารสำนักงาน อาคารซ่อมบำรุง ที่บำบัดน้ำเสีย ถนนของโครงการ รวมถึงพื้นที่สีเขียวของโครงการ ซึ่งได้อ้างอิงสัดส่วนของพื้นที่จากศูนย์กระจายถ่านหินชุบุประเทศญี่ปุ่น

ตารางที่ 4.1-2 สัดส่วนพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน

รายการ	พื้นที่ (ตารางเมตร)	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วน (ร้อยละ)
อาคารสำนักงาน 3 ชั้น	345	0.22	0.11
พื้นที่กองถ่าน	240,000	150.00	73.47
ลานกองอุปกรณ์	1,500	3.13	1.53
บ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อพักน้ำดิบ และระบบบำบัดน้ำเสีย	5,000	0.94	0.46
ลานจอดรถ	5,000	3.13	1.53
อาคารจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ อาคารซ่อมบำรุงและควบคุมระบบไฟฟ้า	1,800	1.13	0.55
ถนนของโครงการ	40,000	25.00	12.25
พื้นที่สีเขียว	33,000	20.63	10.10
รวม	384,835	204.15	100.00

จากตารางที่ 4.1-2 จะแสดงสัดส่วน รายละเอียด และขนาดของพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน เมื่อรวมพื้นที่แล้วเป็นขนาดเท่ากับ 204.15 ไร่ ซึ่งพื้นที่ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดที่มีขนาด 353 ไร่ นั้นมีขนาดพื้นที่เพียงพอที่จะสามารถจัดตั้งศูนย์กระจายถ่านหินได้

4.1.2. การวางแผนท่าเทียบเรือ

การวางแผนท่าเทียบเรือเพื่อที่สามารถคำนวณจำนวนท่าเทียบเรือที่เหมาะสมตามมาตรฐานจากคำแนะนำดังตารางที่ 3.3-1 เพื่อจะมีเวลาเผื่อให้สามารถ เตรียมการในการซ่อมบำรุง หรือกระทำการต่างๆ เพื่อให้การขนถ่ายครั้งต่อไปเป็นไปอย่างราบรื่น การคำนวณจำนวนท่าเทียบเรือ โดยการคำนวณจำนวนเรือบรรทุกถ่านหินที่เข้าเทียบท่า ด้วยขนาดบรรทุกลำละ 60,000 เดทเวตตัน คิดเป็นจำนวนเรือเท่ากับ 167 ลำต่อปี ขนถ่ายขึ้นจากเรือบรรทุกด้วยอัตรา 2,500 ตันต่อชั่วโมง คำนวณอัตราการใช้ท่าเรือเท่ากับร้อยละ 39.8 เป็นอัตราการใช้ท่าเรือท่าเรือที่ไม่เกินร้อยละ 40 ดังตารางที่ 3.3-1 จะได้ว่าศูนย์กระจายถ่านหินมีท่าเทียบเรือจำนวน 1 ท่า ในการดำเนินงานนั้นเพียงพอสำหรับการขนถ่ายถ่านหิน แสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

จำนวนเรือที่เข้าเทียบท่า = ปริมาณความต้องการถ่านหินต่อปี ÷ ขนาดบรรทุกเรือ
= (10,000,000 ตัน ÷ 60,000 ตัน/ลำ)
= 167 ลำ

ระยะเวลาเทียบท่าเฉลี่ย = (ขนาดบรรทุกเรือ ÷ (จำนวนเครื่องจักรขนถ่าย × อัตราการขนถ่าย × ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ × เวลาการทำงานต่อวัน))
= (60,000 ตัน ÷ (2 × 2,500 × 0.8 × 18))
= 0.83 วัน

จำนวนท่าเทียบเรือ = (ระยะเวลาเทียบท่าเฉลี่ย × จำนวนเรือที่เข้าเทียบท่าต่อปี) ÷ (จำนวนวันทำการต่อปี × อัตราการใช้ท่าเทียบเรือ)
= (0.83 วัน × 167 ลำ) ÷ (350 วัน × ร้อยละ 40)
= 0.99 หรือเท่ากับ 1 ท่าเทียบเรือ

ตารางที่ 4.1-3 สรุปผลลัพธ์ของพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน

ผลลัพธ์	จำนวน	หน่วย
ปริมาณคงคลังสูงสุด	1,714,286	ตัน
ปริมาตรกองถ่านหิน	2,016,806	ลบ.ม.
ความยาวลานกองถ่านหิน	500	เมตร
จำนวนกองถ่านหิน	8	กอง
พื้นที่ลานกองถ่านหิน	150	ไร่
พื้นที่ศูนย์กระจายถ่านหิน	353	ไร่
จำนวนท่าเทียบเรือ	1	ท่า
จำนวนเรือเข้า	167	ลำ

ผลลัพธ์	จำนวน	หน่วย
เวลาในการเทียบท่า	0.83	วัน
เวลานำของเรือ	1.26	วัน
รอบเวลาการเข้าของเรือสินค้า	2.09	วัน

สามารถสรุปผลลัพธ์ของการวางแผนกำลังการผลิตดังตารางที่ 4.1-3 คือพื้นที่ลานกองถ่านหินเท่ากับ 150 ไร่ และสามารถคำนวณท่าเทียบเรือสำหรับขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือจำนวน 1 ท่า

4.2. การคัดเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

กระบวนการการเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นการคัดเลือกชนิดของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ ซึ่งกระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหิน นั้นประกอบไปด้วยกระบวนการขนถ่ายขึ้นจากเรือ กระบวนการกองเก็บ และกระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งจะแสดงผลการคัดเลือกของในแต่ละกระบวนการดังต่อไปนี้

4.2.1. กระบวนการลำเลียงถ่านหินเข้าศูนย์กระจายถ่านหิน

กระบวนการลำเลียงถ่านเข้าศูนย์กระจายถ่านหิน เริ่มจากการลำเลียงถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกถ่านหิน โดยใช้เครื่องขนถ่ายถ่านหิน อุปกรณ์นี้จะติดตั้งอยู่บนเครนบนท่าเรือ มีหน้าที่ขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกลงสู่สายพานลำเลียง ซึ่งเครื่องขนถ่ายถ่านหินที่จะพิจารณามีอยู่ 3 ชนิด ตารางที่ 4.2-1 ลักษณะของเครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ

คุณลักษณะของเครื่องจักร	ชนิดของเครื่องขนถ่ายถ่านหิน		
	ชนิดสกรู	ชนิดโซ่กระพ้อ	ชนิดปากจับ
รูปแบบการทำงาน	แบบต่อเนื่อง	แบบต่อเนื่อง	แบบไม่ต่อเนื่อง
ด้านสิ่งแวดล้อม	ดีที่สุด	ดี	ปานกลาง
การซ่อมบำรุง	ยาก	ปานกลาง	ง่าย

จากตารางที่ 4.2-1 จะเห็นได้ว่าเครื่องจักรชนิดสกรู (Screw Unloader) นั้นมีรูปแบบการทำงานแบบต่อเนื่อง เพื่อที่สามารถขนถ่านหินจากเรือได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น เครื่องจักรชนิดนี้เป็นเครื่องจักรแบบปิด จะทำให้เกิดฝุ่นฟุ้งและเสียงจากการทำงานน้อยที่สุด ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เครื่องขนถ่ายถ่านหินชนิดสกรูในการดำเนินงาน

4.2.2. กระบวนการกองเก็บถ่านหิน

กระบวนการกองเก็บถ่านหินจะเป็นลานกองแบบเปิดโล่งโดยกองเป็นแถว เนื่องจากสามารถกองได้เป็นจำนวนมาก บริหารจัดการได้ง่าย และมีการลงทุนต่ำกว่าแบบลานกองแบบปิดทั้งในเรื่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ และอาคารเก็บถ่านหิน

เครื่องจักรในกระบวนการนี้จะมีหน้าที่ในการทำกองถ่านและตักถ่าน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่องโปรยและทำกอง (Stacker/Reclaimer) โดยมีหน้าที่โปรยถ่านหินที่ลำเลียงมาจากเรือ แล้วทำกองเป็นรูปปริซึมทรงสี่เหลี่ยมคางหมู

4.2.3. กระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน

กระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหิน สามารถลำเลียงออกได้ 3 รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นทางรถบรรทุก ทางรถไฟ หรือทางเรือ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีข้อจำกัดด้านขนาดบรรทุกแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.2-2

ตารางที่ 4.2-2 จำนวนเที่ยวในแต่ละรูปแบบการขนส่ง

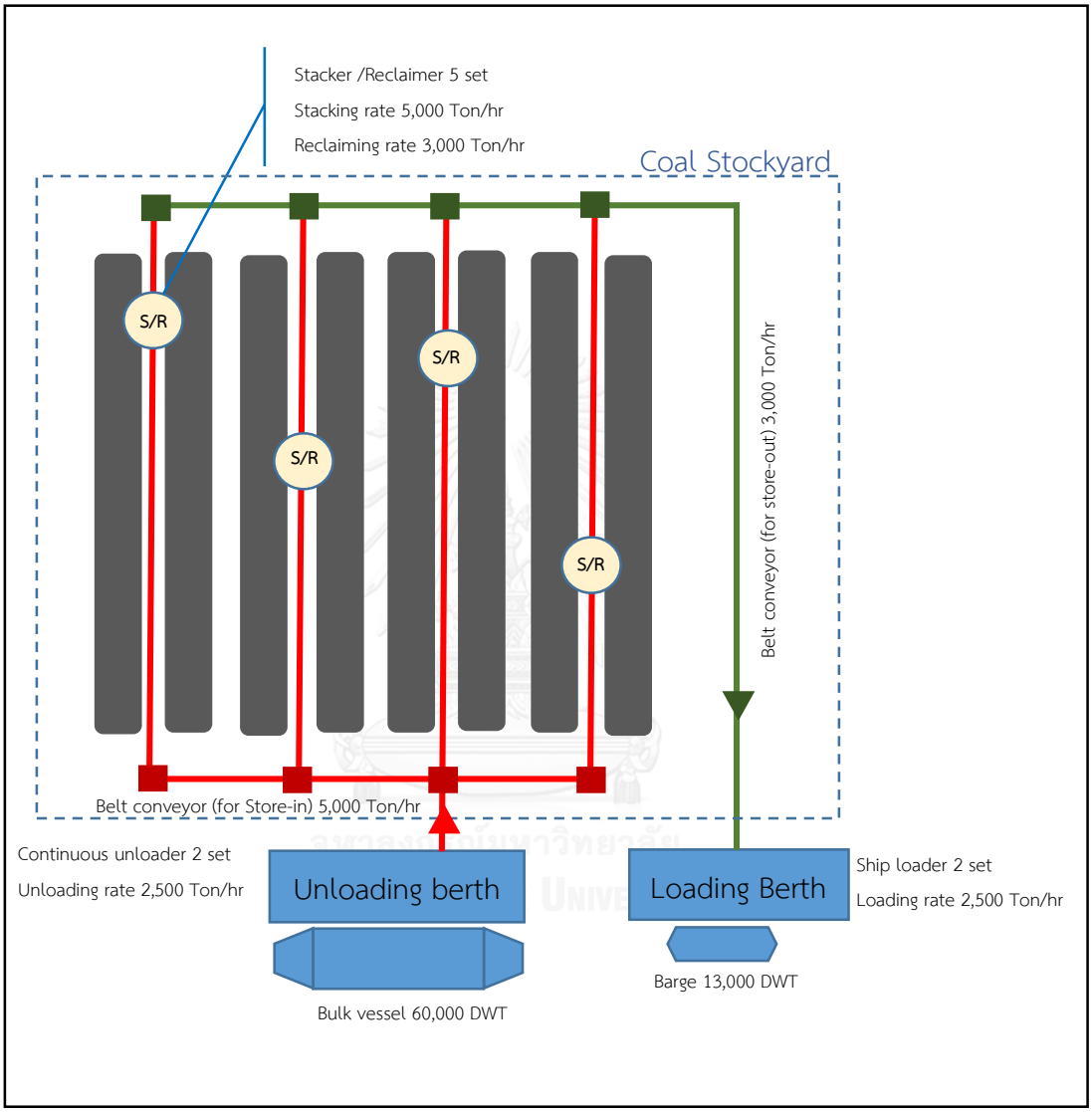
รูปแบบการขนส่ง	จำนวน (พ่วง)	ขนาดบรรทุกรวม (ตัน)	จำนวนการขนส่งต่อปี (เที่ยว/ปี)	จำนวนการขนส่งต่อวัน (เที่ยว/วัน)
รถบรรทุก	1	30	333,334	952.4
รถไฟ	30	1,200	8,334	23.8
เรือบาร์จ	1	13,000	770	2.2

ในการลำเลียงถ่านหินไปยังโรงไฟฟ้า จากตารางที่ 4.2-2 ถ้าขนส่งด้วยรูปแบบการขนส่งทางถนน ใช้การขนส่งด้วยรถบรรทุกจำนวน 953 คัน การขนส่งทางรางต้องใช้รถไฟใน 1 ขบวนมี 30 ตู้ จำนวน 24 ขบวน การขนส่งทางน้ำใช้เรือบาร์จ ขนาดบรรทุก 13,000 ตัน จำนวน 2-3 ลำ งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการลำเลียงถ่านหินออกจากศูนย์กระจายถ่านหินด้วยการขนส่งทางเรือเท่านั้น โดยใช้เครื่องขนถ่ายถ่านหินสู่เรือบรรทุก (Ship Loader) ลำเลียงลงสู่เรือบาร์จเพื่อลำเลียงไปยังผู้ใช้ต่อไป

ตารางที่ 4.2-3 ผลการคัดเลือกเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	เครื่องจักร	ประสิทธิภาพ (ตัน/ชั่วโมง)	จำนวน
ขนถ่ายถ่านหินเข้า	Screw Unloader	2,500	2 เครื่อง
กองเก็บถ่านหิน	Stacker/Reclaimer	5,000/3,000	4 เครื่อง
ลำเลียงถ่านหินออก	Ship Loader	2,100	2 เครื่อง
สายพานลำเลียง ขาเข้า	Conveyor Line In	5,000	2.47 กิโลเมตร
สายพานลำเลียง ขาออก	Conveyor Line Out	3,000	3.06 กิโลเมตร

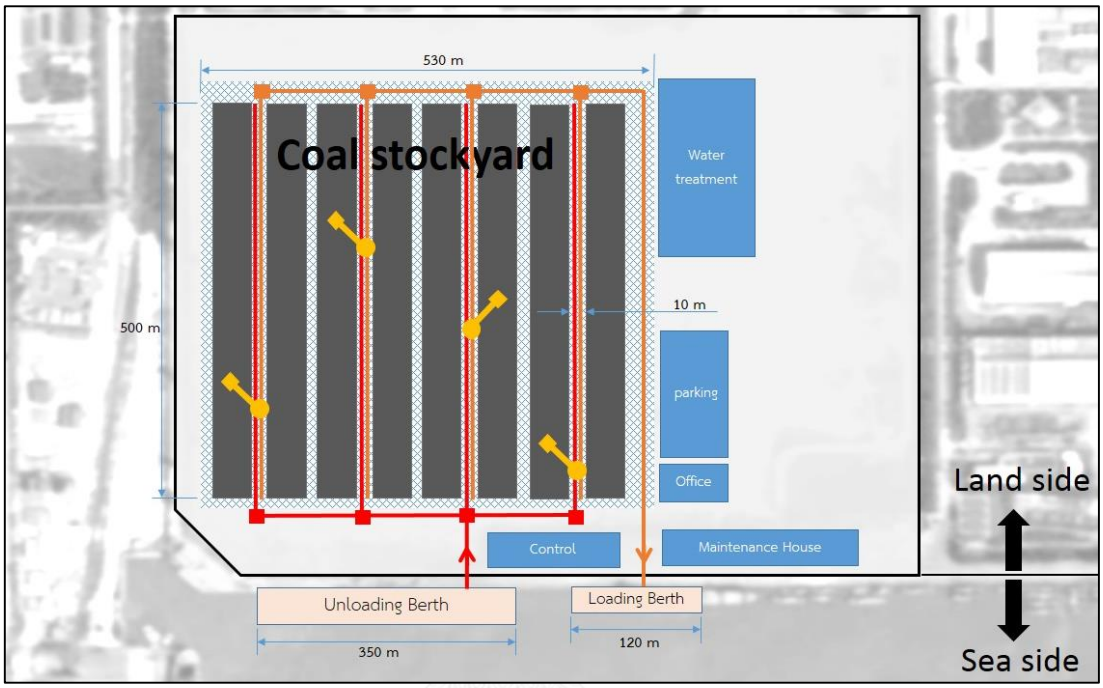
จากตารางที่ 4.2-3แสดงผลของการคัดเลือกเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิตรวมถึงอัตราหรือประสิทธิภาพของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักร และสามารถแสดงเป็นแผนภาพการรับถ่านหินเข้าออกดังรูปที่ 4.2-1



รูปที่ 4.2-1 แผนภาพการรับถ่านหินเข้าออกของศูนย์กระจายถ่านหิน

4.2.4. แผนผังของศูนย์กระจายถ่านหิน

แผนผังของศูนย์กระจายถ่านหิน นั้นเป็นการวางแผนเพื่อแสดงทิศทางการไหลของถ่านหิน และให้เห็นตำแหน่งของภาพตามสัดส่วนพื้นที่ตามสัดส่วนพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหินดังตารางที่ 4.1-2 เพื่อวางแผนโดยสังเขป



รูปที่ 4.2-2 แผนผังศูนย์กระจายถ่านหิน

(สัดส่วนของรูปมีขนาดไม่ตรงตามจริง)

จากรูปที่ 4.2-2 แสดงแผนผังของศูนย์กระจายถ่านหินซึ่งประกอบไปด้วยท่าเรือขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกที่มีขนาดความกว้าง 30 เมตร ความยาว 350 เมตร ท่าเรือขนถ่ายถ่านหินลงจากเรือบาร์จที่มีขนาดความกว้าง 16 เมตร ความยาว 120 เมตร ในส่วนของลานกองถ่านหินมีจำนวนเท่ากับ 8 กอง ที่มีความยาวกองถ่านหินเท่ากับ 500 เมตร มีระยะพื้นที่ของรางอุปกรณ์ระหว่างกองถ่านหินที่มีความกว้าง 10 เมตร อ้างอิงจากจากศูนย์กระจายถ่านหินชุบุ ประเทศญี่ปุ่น และสัดส่วนของพื้นที่ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกองของศูนย์กระจายถ่านหินดังแสดงตารางที่ 4.1-2

4.3. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) คือเงินลงทุนเริ่มแรกในการก่อสร้างศูนย์กระจายถ่านหิน ประกอบไปด้วย ค่าโครงสร้างฐานราก ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่าอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งได้อ้างอิงราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยจากราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2559 ดังตารางภาคผนวก จ-1 และรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการศูนย์กระจายถ่านหินประเทศเวียดนามปี พ.ศ.2555 [20] เพื่อคำนวณเงินลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน ดังตารางที่ 4.3-1

ตารางที่ 4.3-1 เงินลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน

รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคา (บาท)
โครงสร้างและฐานราก				
ท่าเทียบเรือขนถ่ายขึ้นจากเรือบรรทุก (กว้าง 30 เมตร)	ท่า	1	437,500,000	437,500,000
ท่าเรือขนถ่ายถ่านหินลงเรือ กว้าง (16 เมตร)	ท่า	1	82,800,000	82,800,000
ลานกองถ่านหิน	ไร่	150	1,025,200	153,780,000
เครื่องจักรและอุปกรณ์				
เครื่องจักรขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก	เครื่อง	2	570,500,000	1,141,000,000
เครื่องทำกองถ่านหินและตักถ่านหิน	เครื่อง	4	276,500,000	1,106,000,000
เครื่องจักรขนถ่ายถ่านหินลงเรือบรรทุก	เครื่อง	2	217,000,000	434,000,000
สายพานลำเลียงสำหรับ ลำเลียงถ่านหินเข้า	กม.	2.47	280,000,000	691,600,000
สายพานลำเลียงสำหรับ ลำเลียงถ่านหินออก	กม.	3.06	220,500,000	673,627,500
อุปกรณ์อื่นๆ	L.S.	1	70,000,000	70,000,000
อาคารและสิ่งปลูกสร้าง				
อาคารสำนักงาน	ตร.ม.	1,035	7,800	8,073,000
อาคารซ่อมบำรุงเครื่องจักร	ตร.ม.	3,000	7,500	22,500,000
ลานกองอุปกรณ์	ตร.ม.	1,500	7,500	11,250,000
รั้วกันฝุ่น	เมตร	2,300	52,500	120,750,000
ระบบไฟฟ้า	L.S.	1	3,000,000	3,000,000
ระบบน้ำและบำบัดน้ำ	L.S.	0.5	2,000,000	1,000,000
ถนน	ตร.ม.	40,000	400	16,000,000
ลานจอดรถ	ตร.ม.	4,000	500	2,000,000
สาธารณูปโภคอื่นๆ	L.S.	1	1,000,000	1,000,000
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด				4,975,880,500

จากตารางที่ 4.3-1 แสดงเงินลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหินในส่วนแรกคือโครงสร้างฐานราก จะประกอบไปด้วยท่าเทียบเรือขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกมีขนาดความกว้าง 30 เมตร ยาว

350 เมตร ท่าเทียบเรือขนถ่ายถ่านหินลงเรือบาร์จมีขนากความกว้าง 16 เมตร ความยาว 120 เมตร และลานกองถ่านหิน ซึ่งการได้มาซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ส่วนที่สองคือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในศูนย์กระจายถ่านหินจะประกอบไปด้วยเครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก 2 เครื่อง เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ 2 เครื่อง เครื่องโปรยและตักถ่านหิน จำนวน 4 เครื่อง เพื่อทำกองถ่านหินได้ 8 กอง และอุปกรณ์อื่นๆ และในส่วนสุดท้ายคือส่วนของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง จะประกอบไปด้วยอาคารสำนักงาน อาคารซ่อมบำรุง รั้วกันฝุ่น ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบไฟฟ้า และสาธารณูปโภคอื่นๆ ซึ่งราคานั้นได้อ้างอิงมาจาก ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร และจากรายงานศึกษาความเป็นไปได้โครงการศูนย์กระจายถ่านหินประเทศเวียดนาม ซึ่งสามารถรวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้เป็นจำนวนเท่ากับ 4,975,880,500 บาท

4.4. ค่าใช้จ่ายในดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) เป็นการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน ที่เกิดขึ้นเมื่อศูนย์กระจายถ่านหินนี้เริ่มดำเนินงาน ประกอบไปด้วย ค่าจ้างแรงงาน ค่าเช่าพื้นที่ ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าบำรุงรักษาอาคาร ค่าประกันภัย ค่าไฟฟ้าเครื่องจักร ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้เป็นค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในทุกๆ ปีตลอดอายุของโครงการ โดยจะแสดงเป็นตารางสรุป ดังตารางที่ 4.4-3

4.4.1. การประมาณค่าแรงบุคลากร

การประมาณค่าแรงบุคลากรของศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นพนักงานสำหรับปฏิบัติงานเป็นแรงงานทางตรงจำนวน 2 รอบการทำงาน แบ่งเป็นรอบการทำงานละ 48 คน ซึ่งมีหน้าที่ดังตารางที่ 4.4-1 และพนักงานในส่วนบริหาร เป็นแรงงานทางอ้อมจำนวน 19 คน ดังตารางที่ 4.4-2

ตารางที่ 4.4-1 จำนวนพนักงานทางตรง

รายการ	จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าจ้าง (บาท/ปี)
การขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุกถ่านหิน	20	5,538,000
การดำเนินงานที่ลานกอง สำหรับรับถ่านหินเข้า	10	2,769,000
การดำเนินงานที่ลานกอง สำหรับรับถ่านหินออก	8	2,215,200
การขนถ่ายถ่านหินลงเรือบรรทุกถ่านหิน	90	2,492,100
อื่นๆ	1	276,900
ค่าล่วงเวลา	48	1,246,050
รวมพนักงาน/รอบการทำงาน	48	14,537,250

รายการ	จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าจ้าง (บาท/ปี)
พนักงานรวม 2 รอบการทำงาน	96	29,074,500

จากตารางที่ 4.4-1 แสดงจำนวนพนักงานทางตรง ที่มีหน้าที่ในการดำเนินการ ขนถ่ายถ่านหินขึ้น-ลงเรือบรรทุก และการดำเนินการที่ลานกองสำหรับการจัดการถ่านหินเข้า-ออก เป็นจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 96 คน มีการทำงานล่วงเวลา 2 ชั่วโมงต่อวัน โดยจ่ายค่าตอบแทน 1.5 เท่าของเวลาทำงาน จะได้ค่าจ้างพนักงานรวมเท่ากับ 29,074,500 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.4-2 จำนวนพนักงานทางอ้อม

รายการ	จำนวนพนักงาน(คน)	ค่าแรงงาน (บาท/คน/ปี)	ค่าแรงงาน (บาท/ปี)
ผู้อำนวยการ	1	1,384,500	1,384,500
รองผู้อำนวยการ	1	692,250	692,250
แผนกบัญชี			
ผู้จัดการ	1	1,107,600	1,107,600
รองผู้จัดการ	1	553,800	553,800
เจ้าหน้าที่งานบัญชี	2	346,125	692,250
แผนกการตลาด			
ผู้จัดการ	1	1,107,600	1,107,600
รองผู้จัดการ	1	553,800	553,800
เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาด	4	346,125	1,384,500
เจ้าหน้าประจำสถานี	1	276,900	276,900
แผนกก่อสร้างและเทคนิค			
ผู้จัดการ	1	1,107,600	1,107,600
รองผู้จัดการ	1	553,800	553,800
เจ้าหน้าที่ด้านเทคนิค	3	346,125	1,038,375
แผนกเทคโนโลยี			
เจ้าหน้าที่	1	276,900	276,900
รวม	19		10,729,875

จากตารางที่ 4.4-2 แสดงจำนวนพนักงานทางอ้อมโดยจะแบ่งตามแผนก ได้จำนวนพนักงานทั้งหมดเท่ากับ 19 คนและค่าใช้แรงงานเท่ากับ 10,729,875 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.2. ค่าเช่าที่ดิน

ค่าเช่าที่ดินพื้นที่กรณีศึกษา เป็นที่ดินติดชายฝั่งทะเลบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะที่ 1 เป็นที่ดินติดชายฝั่งทะเลฝั่งตะวันออกซึ่งตามมติคณะรัฐมนตรี ได้กำหนดอัตราค่าเช่าพื้นที่อุตสาหกรรมทั่วไป อยู่ที่ 34,300 บาทต่อไร่ต่อปี โดยจะเช่าพื้นที่ทั้งหมด 353 ไร่ เป็นจำนวนเงินเท่ากับ 12,107,900 บาทต่อปี

4.4.3. ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

กำหนดค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ร้อยละ 3 ของราคาเครื่องจักร อ้างอิงจากรายงานศึกษาความเป็นไปได้ศูนย์กระจายถ่ายหินประเทศเวียดนาม ปี พ.ศ.2555 [20] ซึ่งเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 123,486,825 บาทต่อปี เป็นค่าบำรุงรักษารายปีของเครื่องจักร

4.4.4. ค่าบำรุงรักษาอาคาร

กำหนดค่าบำรุงรักษาอาคารร้อยละ 3 ของราคาอาคารและสิ่งปลูกสร้าง อ้างอิงจาก รายงานศึกษาความเป็นไปได้ศูนย์กระจายถ่ายหินประเทศเวียดนาม ปี พ.ศ.2555 [20] เป็นจำนวนเงินเท่ากับ 5,567,190 บาทต่อปี

4.4.5. ค่าประกันภัย

ค่าประกันภัยของศูนย์กระจายถ่านหิน เปรียบเสมือนโกดังสินค้าจำเป็นต้องมีประกันภัยไว้ในกรณีเกิดเพลิงไหม้อาคาร หรือสินค้าได้รับความเสียหาย จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงาน ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าประกันภัยคิดที่ร้อยละ 0.28 ของมูลค่าทรัพย์สิน เพราะฉะนั้นงานวิจัยนี้สามารถคำนวณค่าประกันภัยของศูนย์กระจายถ่านหินเท่ากับ 13,932,465 บาทต่อปี

4.4.6. ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ

ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ คือค่าใช้จ่ายทุกครั้งที่มีการขนถ่ายถ่านหิน คิดเป็นราคาต่อการถ่ายลำ (Transshipment) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าสั่งสินค้า ค่าไฟฟ้าของเครื่องจักร

4.4.6.1. ค่าสั่งสินค้า

ค่าสั่งสินค้า คือค่าสั่งเรือบรรทุกถ่านหินในแต่ละครั้งต่อการถ่ายลำจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ได้ให้ความเห็นว่าการสั่งสินค้าจะเป็นการทำสัญญาในระยะยาวและเมื่อคิดเป็นราคาต่อครั้งจะน้อย เมื่อเทียบกับราคาถ่านหินที่ทำการขนส่งมาในแต่ละครั้ง จึงไม่ต้องนำมาพิจารณา

4.4.6.2. ค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการถ่ายลำของเรือบรรทุกถ่านหินแต่ละครั้ง ซึ่งประกอบไปด้วยค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในการถ่ายลำสินค้า และนำไปกองเก็บ โดยใช้วิธีคิดอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้ (TOU) ตารางภาคผนวก ง-2 สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าเครื่องจักรเฉลี่ยได้เท่ากับ 450,571.72 บาทต่อครั้งของการถ่ายลำสินค้า

4.4.7. ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ

ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำคือการขุดลอกตะกอนที่สะสมร่องน้ำทำให้ร่องน้ำตื้น ดังนั้นเพื่อให้เรือขนสินค้าสามารถแล่นเข้าสู่ศูนย์กระจายถ่านหินได้อย่างไม่เป็นอุปสรรค จะต้องมีการบำรุงรักษาร่องน้ำ จากพื้นที่กรณีศึกษาจะมีการบำรุงรักษาร่องน้ำเพื่อให้เรือแล่นเข้าสู่พื้นที่ได้คือ จะต้องมีการขุดที่ขนาดความกว้าง 200 เมตร ขนาดความยาว 2,320 เมตร เพื่อให้ได้ขนาดความลึกที่ระดับไม่น้อยกว่า -14.00 เมตร เพื่อความปลอดภัยในการเดินเรือผ่านร่องน้ำในเขตท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดได้โดยสะดวก โดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาร่องน้ำเท่ากับ 38,976,000 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.4-3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท/หน่วย/ปี)	ราคา (บาท/ปี)
เงินเดือนและค่าจ้างพนักงาน				
ค่าแรงงานทางตรง	คน	96	302,859	29,074,500
ค่าแรงงานทางอ้อม	คน	19	564,730	10,729,875
ค่าเช่าที่ดิน	ไร่	353	34,300	12,107,900
ค่าประกันภัย	L.S.	1	13,932,465	13,932,465
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์	L.S.	1	123,486,825	123,486,825
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	L.S.	1	5,567,190	5,567,190
ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ				
ค่าไฟฟ้าเครื่องจักร	ครั้ง	167	450,571.72	75,245,477
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	ตร.ม.	464,000	84	38,976,000
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน				309,120,233

จากตารางที่ 4.4-3 แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของศูนย์กระจายถ่านหิน อันประกอบไปด้วยค่าจ้างแรงงาน ค่าเช่าที่ดิน ค่าประกันภัย ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าบำรุงรักษาอาคาร ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมเท่ากับ 309,120,233 บาทต่อปี

4.5. ต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหิน

ต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหินนั้นอยู่ใน ระดับการดำเนินงาน (Operation Level) เป็นระดับล่างสุดของโมเดลต้นทุน การรวบรวมต้นทุนทั้งหมดของศูนย์กระจายถ่านหินโดยใช้บัญชีต้นทุน รวบรวมต้นทุนต่อปีทำให้ได้ต้นทุนทั้งสิ้น (Total Cost) ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตของศูนย์กระจายถ่านหิน และจากการนำต้นทุนทั้งสิ้นต่อปี หารด้วยปริมาณถ่านหินที่ผ่านศูนย์กระจายถ่านหินต่อปีจะได้ ต้นทุนต่อหน่วย (Unit Cost) ของศูนย์กระจายถ่านหิน

ตารางที่ 4.5-1 ต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหิน

ค่าใช้จ่าย	ต้นทุนต่อปี (บาท)
เงินเดือนและค่าจ้างพนักงาน	
ค่าแรงงานทางตรง	29,074,500.00
ค่าแรงงานทางอ้อม	10,729,875.00
ค่าใช้จ่ายโรงงาน	
ค่าเช่าที่ดิน	12,107,900.00
ค่าประกันภัย	13,932,465.40
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์	123,486,825.00
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	5,567,190.00
ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	75,245,477.32
ค่าเสื่อมราคา	215,929,293.33
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	38,976,000.00
รวมต้นทุนทั้งสิ้น	525,049,526.05
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท/ตัน)	52.50

จากตารางที่ 4.5-1 แสดงต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหิน สามารถรวบรวมต้นทุนได้ทั้งหมดเท่ากับ 525,049,526.05 บาท หรือถ้านำต้นทุนนี้ไปหารจำนวนตันของถ่านหินที่ผ่านเข้าสู่ศูนย์กระจายถ่านหินจำนวน 10 ล้านตันต่อปี จะได้ต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 52.50 บาทต่อตัน

4.6. ระดับการบริหาร

ในระดับการบริหารสามารถแยกต้นทุนตามพฤติกรรมเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ทำให้ผู้บริหารสามารถบริหารจัดการต้นทุนได้ และยังได้ได้ปริมาณคุ้มทุนของถ่านหิน ในการดำเนินงานของศูนย์กระจายถ่านหิน

4.6.1. ต้นทุนคงที่

ต้นทุนคงที่เป็นต้นทุนที่ไม่ผันเปรไปตามกำลังการผลิต ต้นทุนนี้เป็นต้นทุนที่มีพฤติกรรมคงที่ ซึ่งไม่ว่ากำลังการผลิตจะมีการเพิ่มหรือลดก็ไม่มีผลกระทบต่อต้นทุนประเภทนี้ กล่าวได้ว่าถ้ามีการผลิตมากจะทำให้ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยนี้ลดลง ต้นทุนคงที่ของศูนย์กระจายถ่านหินแสดงดังตารางที่ 4.6-1

ตารางที่ 4.6-1 ต้นทุนคงที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน

ต้นทุนคงที่	จำนวนเงินต่อปี (บาท)
ค่าเช่าที่ดิน	12,107,900.00
ค่าแรงงานทางอ้อม	10,729,875.00
ค่าเสื่อมราคา	215,929,293.33
ค่าประกันภัย	13,932,465.40
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์	123,486,825.00
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	5,567,190.00
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	38,976,000.00
รวม	420,729,548.73

จากตารางที่ 4.6-1 ต้นทุนคงที่ของศูนย์กระจายถ่านหินที่ประกอบไปด้วย ค่าเช่าที่ดิน ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าเสื่อมราคาทรัพย์สิน ค่าประกันภัย ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ รวมแล้วได้เท่ากับ 420,729,548.73 บาทต่อปีซึ่งต้นทุนนี้ไม่ว่าจะผลิตน้อยหรือมากก็จะต้องมีต้นทุนนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.6.2. ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปรของศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นต้นทุนที่ แปรผันไปตามกำลังการผลิตคือถ้ามีการผลิตมากต้นทุนต่อหน่วยก็จะมีค่ามากตามไปด้วย

ตารางที่ 4.6-2 ต้นทุนผันแปรของศูนย์กระจายถ่านหิน

ต้นทุนผันแปร	จำนวนเงินต่อปี (บาท)
ค่าไฟฟ้าเครื่องจักร	75,245,477.32
ค่าแรงงานทางตรง	29,074,500.00
รวม	104,319,977.32

จากตารางที่ 4.6-2 ต้นทุนผันแปรประกอบไปด้วยค่าไฟฟ้าเครื่องจักร และค่าแรงงานทางตรง จะได้ต้นทุนผันแปรต่อหน่วยเท่ากับ 10.43 บาทต่อตัน

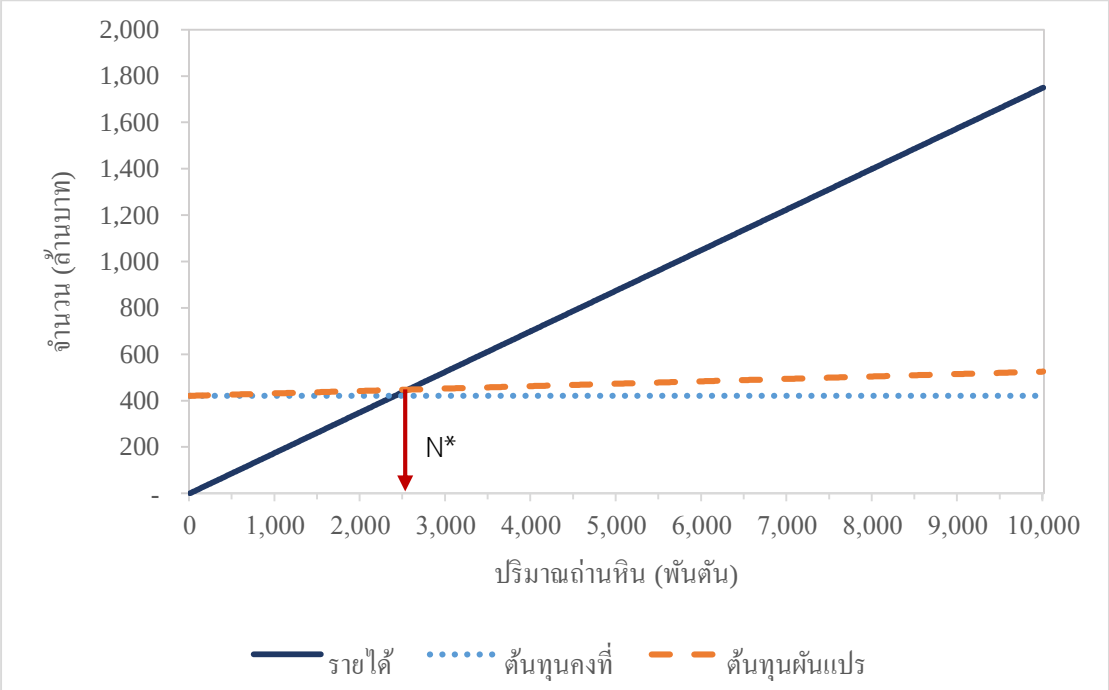
4.6.3. ราคาขายของถ่านหิน

ราคาขายถ่านหินนำเข้า จากการสัมภาษณ์ ผู้ประกอบธุรกิจถ่านหินนำเข้า ณ วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ.2559 ราคาราคาถ่านหิน ณ จุดกระจายถ่านหินของประเทศไทยในปัจจุบัน ที่ค่าความร้อน 5,500 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีราคาถ่านหินประมาณ 60 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน และคิดกำไรบวกเข้าในราคาถ่านหิน ในกรณีเป็นลูกค้ารายใหญ่เช่นโรงงานปูนซีเมนต์เหมาลำ (ประมาณ 40,000 ถึง 60,000 ตัน) ผู้ขายจะคิดกำไรต่อตันประมาณ 2 ถึง 5 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน ถ้ากรณีผู้ซื้อรายย่อยครั้งละ (1 ถึง 2,000 ตัน) ผู้ขายคิดกำไรต่อตันประมาณ 15 ถึง 20 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน

4.6.4. ปริมาณคุ้มทุนของถ่านหิน

ในระดับการบริหาร สามารถแยกต้นทุนเป็น ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ดังตารางที่ 4.6-1 และตารางที่ 4.6-2 โดยสามารถหาจุดคุ้มทุนของปริมาณการนำเข้าถ่านหินได้ด้วยการใช้วิธีวิเคราะห์ต้นทุน ปริมาณ ผลกำไร

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นเครื่องมือในการศึกษาเพื่อหาปริมาณการขายหรือการให้บริการ ที่องค์การจะถึงจุดที่ไม่ขาดทุนจากการดำเนินงานหรือเป็นปริมาณการขายหรือการให้บริการที่ เริ่มจะได้กำไรจากการดำเนินงาน จุดคุ้มทุนเป็นปริมาณการขายที่ยอดรายได้เท่ากับต้นทุนรายจ่ายของศูนย์กระจายถ่านหิน



รูปที่ 4.6-1 ปริมาณคุ้มทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน

จากรูปที่ 4.6-1 ผลลัพธ์ที่ได้คือปริมาณคุ้มทุนของถ่านหิน โดยใช้สมการที่ 12 เพื่อคำนวณโดยพิจารณาจากต้นทุนคงที่เท่ากับ 420,729,548.73 บาท ต้นทุนผันแปรต่อหน่วยเท่ากับ 10.43

บาทต่อตัน และราคาขายซึ่งเป็นราคาค่าบริการของศูนย์กระจายถ่านหินเท่ากับ 175.00 บาทต่อตัน ทำให้ได้ปริมาณคุ้มทุน คือ 2,556,544 ตัน

$$\text{ปริมาณคุ้มทุน } (N^*) = \frac{F}{P - v} = \frac{420,729,548.73}{175 - 10.43} = 2,556,544.56 \text{ ตัน}$$

4.7. การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน

การศึกษาทางด้านการเงินของศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นการวิเคราะห์ผลประโยชน์ และค่าใช้จ่ายในรูปตัวเงินของโครงการ เพื่อประเมินศักยภาพของโครงการว่าสามารถทำกำไรให้แก่เป็นผู้เป็นเจ้าของโครงการหรือไม่ โดยผลประโยชน์ และค่าใช้จ่ายของโครงการจะจัดทำในรูปของกระแสเงินสด

4.7.1. โครงสร้างทางการเงิน

โครงสร้างทางการเงินหมายถึงแหล่งเงินทุนทั้งหมดที่ธุรกิจจัดหามาเพื่อใช้ในการดำเนินงาน ทั้งแหล่งเงินทุนระยะสั้น และแหล่งเงินทุนระยะยาว ซึ่งโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน ที่ตั้งขึ้นนี้กำหนดให้ เป็นการกู้เงินทั้งหมดร้อยละ 100 ใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดีต่ำสุด (MLR) ประเภทกู้แบบมีระยะเวลา ของธนาคารพาณิชย์ 5 สถาบัน ดังตารางที่ 4.7-1

ตารางที่ 4.7-1 อัตราดอกเบี้ยเงินกู้

ธนาคารพาณิชย์	อัตราดอกเบี้ย MLR (ร้อยละ)
ธนาคารไทยพาณิชย์	6.275
ธนาคารกรุงเทพ	6.250
ธนาคารกสิกรไทย	6.250
ธนาคารกรุงศรีอยุธยา	6.600
ธนาคารกรุงไทย	6.275
ค่าเฉลี่ย	6.330

(ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย)

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดีต่ำสุดประเภทกู้แบบมีระยะเวลา เฉลี่ยของธนาคารดังตารางที่ 4.7-1 ได้อัตราดอกเบี้ยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.33 ต่อปี

4.7.2. สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนค่าใช้จ่ายและต้นทุน

1) กำหนดอัตราเงินเฟ้อที่ร้อยละ 3 ต่อปี
2) กำหนดอายุของโครงการ 30 ปี
3) ศูนย์กระจายถ่านหิน จะมีปริมาณถ่านหินคงคลังสำรองเป็นระยะเวลา 60 วัน
4) ภาษีนิติบุคคลอัตราร้อยละ 20 ของกำไรสุทธิ
5) กำหนดให้แหล่งที่มาของเงินทุนมาจากการกู้ระยะยาวจากสถาบันการเงินเป็นการกู้ทั้งหมด
6) กำหนดอัตราดอกเบี้ย ของต้นทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WACC) เท่ากับร้อยละ 7.33 จากอัตราดอกเบี้ย MLR เฉลี่ยของธนาคาร 5 แห่ง บวกกับอัตราความเสี่ยงอื่นๆ อีกร้อยละ 1
7) ใช้การหักค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง และให้มูลค่าซากที่ปีสุดท้ายเท่ากับศูนย์
8) ลงทุนซ้ำในเครื่องจักร และอุปกรณ์เมื่อถึงอายุการใช้งาน

4.7.3. กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ

กรณีการลงทุนเต็มรูปแบบ การลงทุนในทรัพย์สินถาวรและเครื่องจักร จะลงทุนครั้งเดียว โดยศูนย์กระจายถ่านหินสามารถรองรับปริมาณถ่านหินได้เต็มกำลังการผลิตเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2575 ซึ่งจะลงทุนจะในโครงสร้างรวมถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดเท่ากับ 4,975,880,500 บาท ดังตารางที่ 4.7-2 และมีการทดแทนเครื่องจักรเมื่อครบอายุการใช้งานของเครื่องจักรจากตารางภาคผนวก ค-1

ตารางที่ 4.7-2 การประมาณการเงินลงทุนกรณีลงทุนเต็มรูปแบบ

รายการการลงทุน	เงินลงทุน (บาท)
โครงสร้างและฐานราก	674,080,000
เครื่องจักรและอุปกรณ์	4,116,227,500
อาคารและสิ่งปลูกสร้าง	185,573,000
รวมเงินลงทุน	4,975,880,500

เมื่อพิจารณาต้นทุนวงจรอายุ (LCC) เป็นต้นทุนตลอดอายุการใช้งานจะได้ต้นทุนการลงทุนเท่ากับ 419,198,305 บาทต่อปี ต้นทุนการเงินเท่ากับ 108,871,553 บาทต่อปี และต้นทุนการดำเนินงาน 300,762,020 บาทต่อปี แสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

การคำนวณ

ต้นทุนการลงทุน = (A|P,8%,30) × { $\sum_{n=1}^{30}$ (การลงทุนในปีที่ n) × (P|F,8%,n)} - มูลค่าซาก

= (0.0888) × { 438 + (83×(P|F,8%,1)) + (154×(P|F,8%,2)) + (186×(P|F,8%,3))
+ (4,116×(P|F,8%,4)) + (96.9×(P|F,8%,15)) + (3,966×(P|F,8%,20))
+ (130×(P|F,8%,25)) } – 0

= (0.0888)×{437.5+76.67+131.84+147.31+3,025.55+30.55+850.81+
19.01} – 0

= 419.20 ล้านบาทต่อปี

ต้นทุนการดำเนินงาน = (A|P,8%,30) × { $\sum_{n=1}^{30}$ (การดำเนินงานในปีที่ n) × (P|F,8%,n)}

= (0.0888)×{(273×(P|F,8%,1))+(273×(P|F,8%,2))+ (273×(P|F,8%,3))
+(309×(P|F,8%,4))+(309×(P|F,8%,5))+...+(309×(P|F,8%,30))}

= (0.0888) × {272.61+233.72+216.41+227.21+210.38+194.80+
180.37+167.01+154.64+143.18+132.58+122.76+133.66+
105.24+97.45+90.23+83.55+77.36+71.63+66.32+61.41
55.86+52.65+48.75+45.14+41.79+38.70+35.83+33.18+30.72}

= 302.56 ล้านบาทต่อปี

ต้นทุนทางการเงิน = (ต้นทุนการลงทุน – ต้นทุนการลงทุนเฉลี่ย) + (ต้นทุนการดำเนินงาน -
ต้นทุนการดำเนินงานเฉลี่ย)

= (419.20 – 305.6) + (302.56 – 305.5)

= 110.67 ล้านบาทต่อปี

4.7.3.1. งบกำไรขาดทุน

งบกำไรขาดทุน (Net Income Statement) จะแสดงผลการดำเนินงานของศูนย์กระจายถ่านหินโดยนำรายได้หักออกจากค่าใช้จ่ายต่างๆ ถ้ารายได้มากกว่ารายจ่าย ผลต่างคือกำไร ถ้ารายจ่ายมากกว่ารายได้ผลต่างคือขาดทุน ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 4.7-3 แสดงงบกำไรขาดทุนของศูนย์กระจายถ่านหินกรณี ลงทุนเต็มรูปแบบ แสดงรายได้ ค่าใช้จ่าย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2575 ถึง พ.ศ.2604 จะได้กำไรขั้นต้น และภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ร้อยละ 20 จากกำไรสุทธิ จากตารางนั้นจะแสดงให้เห็นร้อยละของกำลังการผลิตซึ่งเต็มกำลังการผลิตที่ปี พ.ศ. 2578

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7-3 งบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ

หน่วย : ล้านบาท

ปี พ.ศ.	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589
กำลังการผลิต (ร้อยละ)	65	65	65	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
รายได้จากการขนถ่าย	1,138	1,138	1,138	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
ค่าใช้จ่าย															
ค่าจ้างพนักงาน	19	19	19	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
ค่าเช่าที่ดิน	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ค่าประกันภัย	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	49	49	49	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
รวมต้นทุนการดำเนินการ	262	262	262	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298
กำไรขั้นต้น	876	876	876	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452
ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ค่าเสื่อมราคา	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
กำไรสุทธิจากการดำเนินงาน	660	660	660	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236
ดอกเบี้ยเงินกู้	365	365	365	365	365	321	277	233	189	145	101	57	13	-	-
กำไรสุทธิก่อนหักภาษีเงินได้	295	295	295	871	871	915	959	1,003	1,047	1,091	1,135	1,179	1,222	1,236	1,236
ภาษีนิติบุคคล (ร้อยละ20)	59	59	59	174	174	183	192	201	209	218	227	236	244	247	247
กำไรสุทธิหลังหักภาษีเงินได้	236	236	236	697	697	732	767	802	837	872	908	943	978	989	989

ตารางที่ 4.7-3 งบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

ปี พ.ศ.	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604
กำลังการผลิต (ร้อยละ)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
รายได้จากการขนถ่าย	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
ค่าใช้จ่าย															
ค่าจ้างพนักงาน	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
ค่าเช่าที่ดิน	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ค่าประกันภัย	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
รวมต้นทุนการดำเนินการ	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298
กำไรขั้นต้น	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452	1,452
ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ค่าเสื่อมราคา	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
กำไรสุทธิจากการดำเนินงาน	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236
ดอกเบี้ยเงินกู้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กำไรสุทธิก่อนหักภาษีเงินได้	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236
ภาษีนิติบุคคล (ร้อยละ20)	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247
กำไรสุทธิหลังหักภาษีเงินได้	989	989	989	989	989	989	989	989	989	989	989	989	989	989	989

4.7.3.2. งบกระแสเงินเงินสด

งบกระแสเงินสด เป็นการเงินที่แสดงให้เห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของกระแสเงินสดที่ได้รับเข้ามา และจ่ายออกไป อันสืบเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ในกรณีที่ลงทุนเต็มรูปแบบ ที่เกิดขึ้นภายในศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นงบที่เชื่อมโยงข้อมูลจากงบกำไรขาดทุน เพื่อแสดงให้เห็นผลกระทบต่อกระแสเงินสด สามารถประมาณงบกระแสเงินสดได้ดังตารางที่ 4.7-4

การวิเคราะห์การลงทุน โดยใช้กระแสเงินสดของโครงการ กรณีที่ลงทุนเต็มรูปแบบ จะมีระยะเวลาในการก่อสร้าง 5 ปี ซึ่งสามารถดำเนินงานได้เต็มกำลังการผลิตตั้งแต่ในปีแรกที่ดำเนินการ จากตารางที่ 4.7-4 จะได้ว่าอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ ร้อยละ 18.15 และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,606.52 ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7-4 กระแสเงินสดของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ

หน่วย : ล้านบาท

	การก่อสร้าง					การดำเนินการ												
ปี พ.ศ.	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587
ปีที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
กระแสเงินสดเข้า																		
ราคาขายถ่านหิน						1,138	1,138	1,138	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
กระแสเงินสดออก																		
การลงทุนในทรัพย์สินถาวร	438	83	154	186	4,116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96.90	-	-
ต้นทุนการดำเนินงาน						273	273	273	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309
ภาษีนิติบุคคล						59	59	59	174	174	183	192	201	209	218	227	236	244
กระแสเงินสดสุทธิ	(438)	(83)	(154)	(186)	(4,116)	806	806	806	1,267	1,267	1,258	1,249	1,240	1,232	1,223	1,117	1,205	1,196
กระแสเงินสดสุทธิสะสม	(438)	(520)	(674)	(860)	(4,976)	(4,170)	(3,364)	(2,558)	(1,291)	(24)	1,234	2,483	3,723	4,955	6,177	7,295	8,500	9,696
มูลค่าปัจจุบัน (ที่ร้อยละ 8)	(438)	(77)	(132)	(147)	(3,026)	549	508	470	684	634	583	536	493	453	416	352	352	323
มูลค่าปัจจุบันสะสม	(438)	(514)	(646)	(793)	(3,819)	(3,270)	(2,762)	(2,292)	(1,608)	(974)	(391)	144	637	1,090	1,506	1,858	2,210	2,533
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(ที่ร้อยละ 8)	4,606.52																	
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 18.15																	

ตารางที่ 4.7-4 กระแสเงินสดของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

	การดำเนินการ																
ปี พ.ศ.	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604
ปีที่	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
กระแสเงินสดเข้า																	
ราคาขายถ่านหิน	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
กระแสเงินสดออก																	
การลงทุนในทรัพย์สินถาวร	-	-	3,966	-	-	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ต้นทุนการดำเนินงาน	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309
ภาษีนิติบุคคล	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247
กระแสเงินสดสุทธิ	1,194	1,194	(2,772)	1,194	1,194	1,194	1,194	1,064	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194
กระแสเงินสดสุทธิสะสม	10,890	12,084	9,312	10,506	11,699	12,893	14,087	15,150	16,344	17,538	18,732	19,925	21,119	22,313	23,507	24,700	25,894
มูลค่าปัจจุบัน (ที่ร้อยละ 8)	299	277	(595)	237	220	203	188	155	161	149	138	128	119	110	102	94	87
มูลค่าปัจจุบันสะสม	2,832	3,109	2,514	2,751	2,971	3,174	3,362	3,518	3,679	3,828	3,967	4,095	4,214	4,323	4,425	4,519	4,607
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	4,606.52																
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 18.15																

4.7.3.3. วิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของแต่ละปัจจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่มีต่อโครงการ ในกรณีที่ปัจจัยมีความสำคัญต่อผลตอบแทนโครงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งปัจจัยที่จะพิจารณาของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน จะประกอบด้วย

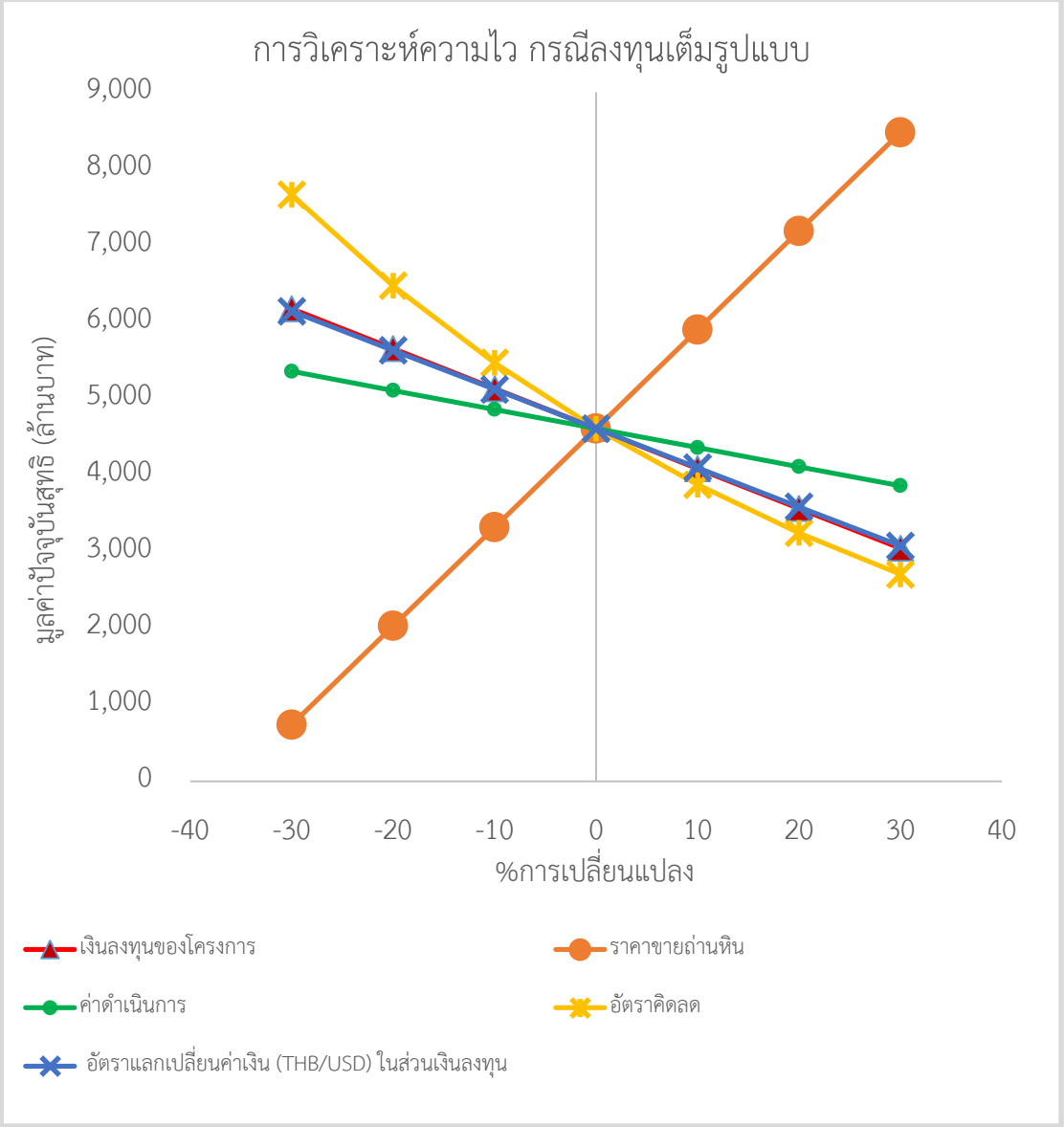
1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น
2) ราคาขายถ่านหิน
3) ต้นทุนการดำเนินงานต่อปี
4) อัตราดอกเบี้ยคิดลด
5) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศในด้านเงินลงทุน

ในการวิเคราะห์ความไวมีหลักการคือ เปลี่ยนค่าปัจจัยที่ต้องการพิจารณาทีละตัว ขณะที่ปัจจัยตัวอื่นที่ยังไม่พิจารณามีค่าคงที่ จากนั้นคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ในแต่ละช่วงของปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง แล้วสังเกตว่าปัจจัยตัวใดที่เปลี่ยนค่าแล้วส่งผลกระทบต่อโครงการมากที่สุด (มีผลทำให้ NPV เปลี่ยนแปลงมากที่สุด) แสดงว่าปัจจัยนั้นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงการมากที่สุดผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.7-5 และรูปที่ 4.7-1

ตารางที่ 4.7-5 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ

หน่วย : ล้านบาท

ปัจจัย	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากปีฐาน						
	-30	-20	-10	0	10	20	30
เงินลงทุนของโครงการ	6,171.38	5,649.76	5,128.14	4,606.52	4,084.90	3,563.28	3,041.66
ราคาขายถ่านหิน	739.56	2,028.55	3,317.54	4,606.52	5,895.51	7,184.49	8,473.48
ค่าดำเนินงาน	5,353.15	5,104.27	4,855.40	4,606.52	4,357.65	4,108.77	3,859.90
อัตราคิดลด	7,659.02	6,471.18	5,464.08	4,606.52	3,873.28	3,243.84	2,701.48
อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงิน	6,138.27	5,627.77	5,117.18	4,606.52	4,095.82	3,585.09	3,074.33



รูปที่ 4.7-1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ

จากกราฟแสดงผลการวิเคราะห์ความไวดังรูปที่ 4.7-1 คือมูลค่าปัจจุบันของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีลงทุนเต็มรูปแบบ สังเกตจากกราฟจะได้ว่าปัจจัยด้านราคาขายของถ่านหิน มีความชันมากที่สุดแสดงว่าราคาขายของถ่านหิน มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด อธิบายได้ว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มขึ้นทันทีที่ราคาขายของถ่านหิน เพิ่มขึ้นและจะมีค่าลดลงทันทีที่ราคาขายถ่านหินลดลง ส่วนปัจจัยที่มีผลรองลงมาคือด้านอัตราดอกเบี้ยคิดลด ถ้ามีการลดลงจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสูงขึ้น และปัจจัยอีก 3 ด้านที่เหลือคือด้านอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินด้านลงทุนของโครงการ ด้านค่าดำเนินงาน นั้นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่ใกล้เคียงกัน

4.7.4. กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส

การแบ่งการลงทุนเป็น 2 ระยะตามแผน PDP2015 ที่จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินในเขตพื้นที่ภาคกลางจำนวน 2 โรง เพื่อที่สามารถรองรับปริมาณความต้องการของโครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินที่จะมีขึ้นในปี พ.ศ.2575 และ พ.ศ.2578 จึงแบ่งเฟสเพื่อให้ศูนย์กระจายถ่านหินนั้นสามารถดำเนินการตามปีที่โรงไฟฟ้านั้นเริ่มดำเนินการเช่นเดียวกัน โดยการลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหินในแต่ละเฟส มีรายละเอียดการลงทุนดังต่อไปนี้

เฟสที่ 1 จะลงทุน ในโครงสร้างทั้งหมดของศูนย์กระจายถ่านหิน อาทิ ท่าเทียบเรือ อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งในเฟสนี้จะลงทุนในเครื่องจักรในส่วนลานกองเพียงครึ่งเดียว ให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการ 6.5 ล้านตันต่อปี

เฟสที่ 2 จะลงทุนในเครื่องจักรเพื่อรองรับปริมาณถ่านหินเพิ่มในส่วนที่เหลืออีก 3.5 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะมีการพัฒนาในส่วนของลานกองถ่านหิน อาทิ เครื่องโปรยและตักถ่านหิน สายพานลำเลียง

ตารางที่ 4.7-6 การประมาณการเงินลงทุนกรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส

รายการการลงทุน	**เงินลงทุน (บาท)**	
	เฟสที่ 1	**เฟสที่ 2**
โครงสร้างและฐานราก	674,080,000	-
เครื่องจักรและอุปกรณ์	3,528,577,500	642,141,021
อาคารและสิ่งปลูกสร้าง	185,573,000	-
รวมเงินลงทุน	4,388,230,500	642,141,021

เมื่อพิจารณาต้นทุนวงจรอายุ (LCC) คือต้นทุนตลอดอายุการใช้งานจะได้ต้นทุนการลงทุนเท่ากับ 402,874,250 บาทต่อปี ต้นทุนการเงินเท่ากับ 100,852,400 บาทต่อปี และต้นทุนการดำเนินงาน 297,986,843 บาทต่อปี

4.7.4.1. งบกำไรขาดทุน

งบกำไรขาดทุน จะแสดงผลการดำเนินงานของศูนย์กระจายถ่านหินโดยนำรายได้หักออกจากค่าใช้จ่ายต่างๆ ถ้ารายได้มากกว่ารายจ่าย ผลต่างคือกำไร ถ้ารายจ่ายมากกว่ารายได้ผลต่างคือขาดทุน ผลลัพธ์แสดงดัง ตารางที่ 4.7-7 แสดงงบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหินกรณี แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส แสดงรายได้ ค่าใช้จ่าย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2575 ถึง พ.ศ.2604 จะได้กำไรขั้นต้น และภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ร้อยละ 20 จากกำไรสุทธิ จากตารางนั้นจะแสดงให้เห็นร้อยละของกำลังการผลิตซึ่งเต็มกำลังการผลิตที่ปี พ.ศ. 2578

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7-7 งบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส

หน่วย : ล้านบาท

ปี พ.ศ.	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589
กำลังการผลิต (ร้อยละ)	65	65	65	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
รายได้จากการขนถ่าย	1,138	1,138	1,138	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
ค่าใช้จ่าย															
ค่าจ้างพนักงาน	19	19	19	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
ค่าเช่าที่ดิน	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ค่าประกันภัย	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	106	106	106	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	49	49	49	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
รวมต้นทุนการดำเนินการ	244	244	244	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
กำไรขั้นต้น	893	893	893	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ค่าเสื่อมราคา	161	157	157	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
กำไรสุทธิจากการดำเนินงาน	732	737	737	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233
ดอกเบี้ยเงินกู้	322	322	369	369	369	325	281	237	193	149	105	61	17	-	-
กำไรสุทธิก่อนหักภาษีเงินได้	410	415	368	864	864	908	952	996	1,040	1,084	1,128	1,172	1,216	1,233	1,233
ภาษีนิติบุคคล (ร้อยละ20)	82	83	74	173	173	182	190	199	208	217	226	234	243	247	247
กำไรสุทธิหลังหักภาษีเงินได้	328	332	294	691	691	726	762	797	832	867	902	938	973	987	987

ตารางที่ 4.7-7 งบกำไรขาดทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

ปี พ.ศ.	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604
กำลังการผลิต (ร้อยละ)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
รายได้จากการขนถ่าย	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
ค่าใช้จ่าย															
ค่าจ้างพนักงาน	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
ค่าเช่าที่ดิน	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ค่าประกันภัย	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
ค่าบำรุงรักษาอาคาร	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
รวมต้นทุนการดำเนินการ	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
กำไรขั้นต้น	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ค่าเสื่อมราคา	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
กำไรสุทธิจากการดำเนินงาน	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233
ดอกเบี้ยเงินกู้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กำไรสุทธิก่อนหักภาษีเงินได้	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233
ภาษีนิติบุคคล (ร้อยละ20)	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247
กำไรสุทธิหลังหักภาษีเงินได้	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987

4.7.4.2. งบกระแสเงินเงินสด

งบกระแสเงินสด เป็นการเงินที่แสดงให้เห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของกระแสเงินสดที่ได้รับเข้ามา และจ่ายออกไป อันสืบเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ในกรณีที่แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส ที่เกิดขึ้นภายในศูนย์กระจายถ่านหิน เป็นงบที่เชื่อมโยงข้อมูลจากงบกำไรขาดทุน เพื่อแสดงให้เห็นผลกระทบต่อกระแสเงินสด สามารถประมาณงบกระแสเงินสดได้ดังตารางที่ 4.7-8

จากการลงทุนโดยใช้การวิเคราะห์กระแสเงินสดของโครงการ กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส คือในเฟสแรกจะสามารถรองรับถ่านหินได้ 6.5 ล้านตันต่อปี และจะเต็มกำลังการผลิตเป็นปริมาณ 10 ล้านตันต่อปีใน พ.ศ. 2578 จากตารางที่ 4.7-8 จะได้ว่าอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 18.90 และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,780.32 ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7-8 กระแสเงินสดของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส

หน่วย : ล้านบาท

	การก่อสร้าง					การดำเนินการ												
ปี พ.ศ.	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587
ปีที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
กระแสเงินสดเข้า																		
ราคาขายถ่านหิน						1,138	1,138	1,138	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
กระแสเงินสดออก																		
การลงทุนในทรัพย์สินถาวร	438	83	154	186	3,529	-	-	642	-	-	-	-	-	-	-	63	-	-
ต้นทุนการดำเนินงาน						255	255	255	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311
ภาษีนิติบุคคล						82	83	74	173	173	182	190	199	208	217	226	234	243
กระแสเงินสดสุทธิ	(438)	(83)	(154)	(186)	(3,529)	801	800	167	1,266	1,266	1,258	1,249	1,240	1,231	1,222	1,151	1,205	1,196
กระแสเงินสดสุทธิสะสม	(438)	(520)	(674)	(860)	(4,388)	(3,588)	(2,788)	(2,621)	(1,355)	(88)	1,169	2,418	3,658	4,890	6,112	7,263	8,468	9,664
มูลค่าปัจจุบัน (ที่ร้อยละ 8)	(438)	(77)	(132)	(147)	(2,594)	545	504	97	684	634	583	536	492	453	416	363	352	323
มูลค่าปัจจุบันสะสม	(438)	(514)	(646)	(793)	(3,387)	(2,842)	(2,338)	(2,241)	(1,557)	(923)	(341)	195	688	1,140	1,556	1,919	2,271	2,594
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	4,780.32																	
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 18.90																	

ตารางที่ 4.7-8 กระแสเงินสดของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

	การดำเนินการ																
ปี พ.ศ.	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604
ปีที่	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
กระแสเงินสดเข้า																	
ราคาขายถ่านหิน	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
กระแสเงินสดออก																	
การลงทุนในทรัพย์สินถาวร	40	-	2,641	-	-	931	-	85	-	-	54	-	-	-	-	-	-
ต้นทุนการดำเนินงาน	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311
ภาษีนิติบุคคล	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247
กระแสเงินสดสุทธิ	1,152	1,193	(1,449)	1,193	1,193	262	1,193	1,108	1,193	1,193	1,138	1,193	1,193	1,193	1,193	1,193	1,193
กระแสเงินสดสุทธิสะสม	10,816	12,008	10,560	11,752	12,945	13,207	14,399	15,507	16,700	17,893	19,031	20,224	21,416	22,609	23,801	24,994	26,187
มูลค่าปัจจุบัน (ที่ร้อยละ 8)	288	276	(311)	237	219	45	188	162	161	149	132	128	119	110	102	94	87
มูลค่าปัจจุบันสะสม	2,882	3,159	2,848	3,085	3,304	3,349	3,537	3,699	3,860	4,009	4,141	4,269	4,388	4,498	4,599	4,693	4,780
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	4,780.32																
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 18.90																

4.7.4.3. วิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไว ของแต่ละปัจจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่มีต่อโครงการ ในกรณีที่ปัจจัยมีความสำคัญต่อผลตอบแทนโครงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งปัจจัยที่จะพิจารณาของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน จะประกอบด้วย

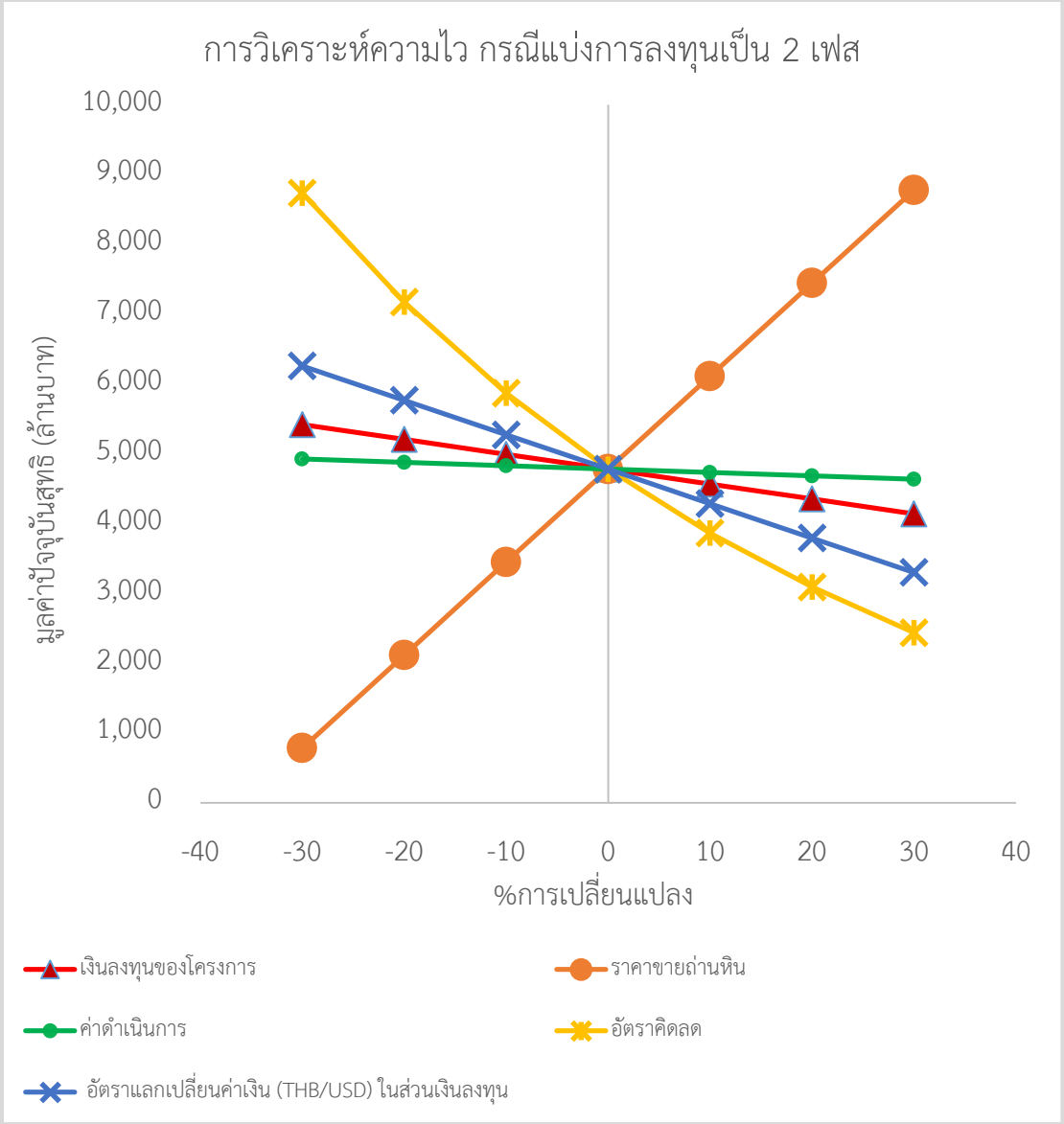
1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น
2) ราคาขายถ่านหิน
3) ต้นทุนการดำเนินงานต่อปี
4) อัตราดอกเบี้ยคิดลด
5) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศในด้านเงินลงทุน

ในการวิเคราะห์ความไวมีหลักการคือ เปลี่ยนค่าปัจจัยที่ต้องการพิจารณาทีละตัว ขณะที่ปัจจัยตัวอื่นที่ยังไม่พิจารณามีค่าคงที่ จากนั้นคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ในแต่ละช่วงของปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง แล้วสังเกตว่าปัจจัยตัวใดที่เปลี่ยนค่าแล้วส่งผลกระทบต่อโครงการมากที่สุด (มีผลทำให้ NPV เปลี่ยนแปลงมากที่สุด) แสดงว่าปัจจัยนั้นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงการมากที่สุดผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.7-9 และรูปที่ 4.7-2

ตารางที่ 4.7-9 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยกรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส

หน่วย : ล้านบาท

ปัจจัย	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากปีฐาน						
	-30	-20	-10	0	10	20	30
เงินลงทุนของโครงการ	5,420.04	5,206.80	4,993.56	4,780.32	4,567.08	4,353.84	4,140.60
ราคาขายถ่านหิน	784.08	2,116.16	3,448.24	4,780.32	6,112.40	7,444.48	8,776.56
ค่าดำเนินงาน	4,925.22	4,876.92	4,828.62	4,780.32	4,732.02	4,683.72	4,635.42
อัตราคิดลด	8,734.90	7,172.76	5,870.40	4,780.32	3,864.50	3,092.36	2,439.20
อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงิน	6,259.33	5,766.41	5,273.39	4,780.32	4,287.20	3,794.04	3,300.86



รูปที่ 4.7-2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส

จากกราฟแสดงผลการวิเคราะห์ความไวดังรูปที่ 4.7-2 คือมูลค่าปัจจุบันของโครงการในแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย กรณีแบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส สังเกตจากกราฟจะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านราคาขายของถ่านหิน มีความชันมากที่สุดแสดงว่าราคาขายของถ่านหิน และอัตราดอกเบี้ยคิดลดมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และอัตราดอกเบี้ยคิดลดเป็นปัจจัยที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงรองลงมา อธิบายได้ว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มขึ้นทันทีที่ราคาขายของถ่านหินเพิ่มขึ้นและจะมีค่าลดลงทันทีที่ราคาขายถ่านหินลดลง

4.7.5. ผลการวิเคราะห์กรณีเปลี่ยนแปลงราคาขาย

เนื่องจากปัจจัยที่ส่งมีผลกระทบต่อโครงการศูนย์กระจายถ่านหินมากที่สุดคือ ปัจจัยในด้านราคาขายถ่านหินซึ่งราคานี้เป็นราคาที่จะบวกเข้าไปในราคาของถ่านหินซึ่งราคาขาย ที่จะแสดงผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงินของศูนย์กระจายถ่านหินที่ราคา 175, 150, 140, 130, 120 บาทต่อตัน ดังตารางที่ 4.7-10 ซึ่งจะแสดงผลของอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการ

ตารางที่ 4.7-10 ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงินกรณีเปลี่ยนแปลงราคาขาย

ผลลัพธ์	กรณีที่1 การลงทุนเต็มรูปแบบ	กรณีที่2 แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส
ราคาขายถ่านหิน 175 บาท/ตัน		
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 18.15	ร้อยละ 18.90
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	4,606.52 ล้านบาท	4,780.32 ล้านบาท
ราคาขายถ่านหิน 150 บาท/ตัน		
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 14.66	ร้อยละ 15.31
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	2,765.01 ล้านบาท	2,938.81 ล้านบาท
ราคาขายถ่านหิน 140 บาท/ตัน		
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 13.10	ร้อยละ 13.72
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	2,028.45 ล้านบาท	2,202.25 ล้านบาท
ราคาขายถ่านหิน 130 บาท/ตัน		
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 11.41	ร้อยละ 11.99
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	1,291.90 ล้านบาท	1,465.69 ล้านบาท
ราคาขายถ่านหิน 120 บาท/ตัน		
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 9.55	ร้อยละ 10.10
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	555.34 ล้านบาท	729.14 ล้านบาท

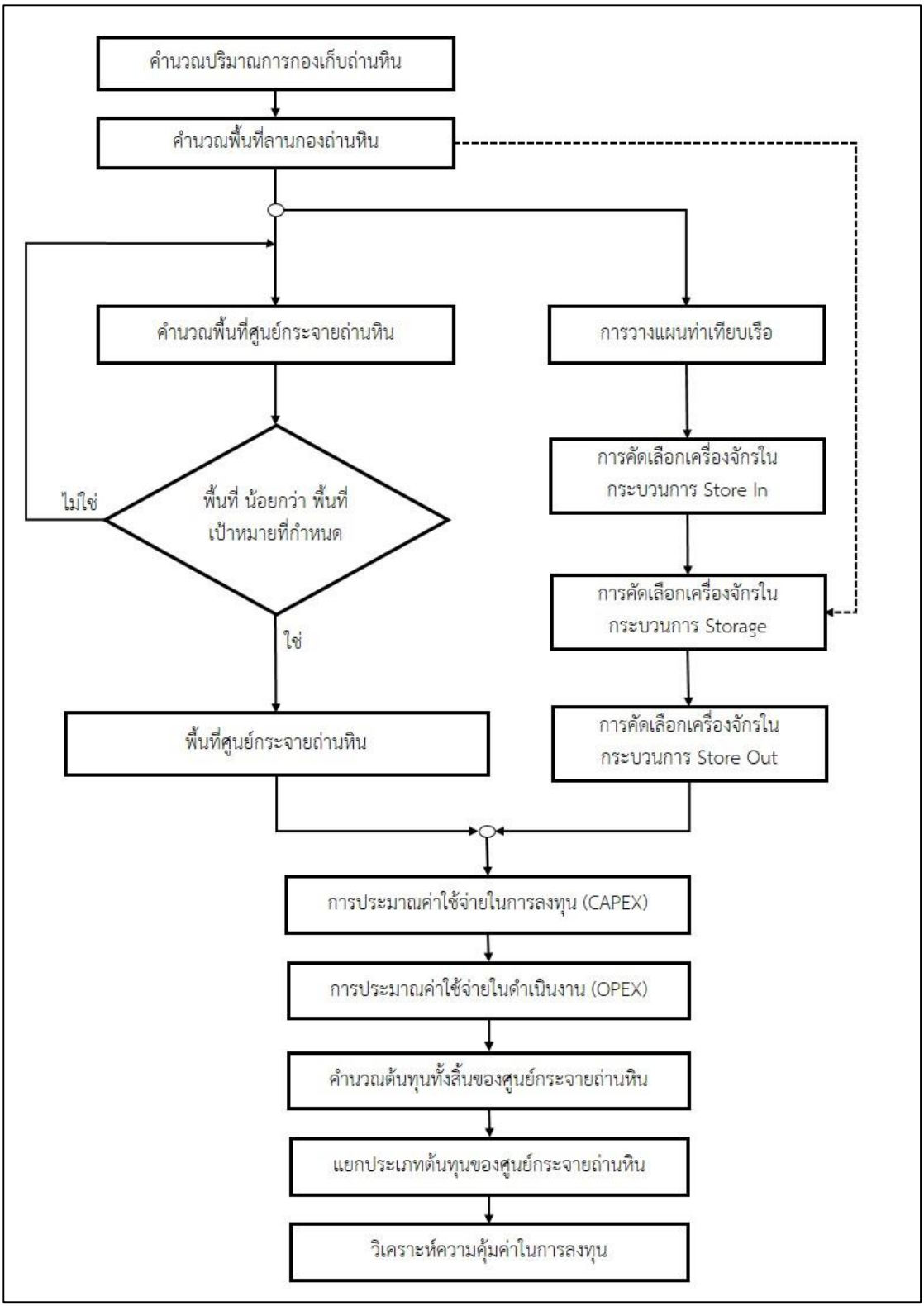
บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ สร้างแบบจำลองต้นทุน ตลอดจนวิเคราะห์การลงทุนของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน เพื่อวิเคราะห์ต้นทุน เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจในการลงทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายถ่านหิน

เริ่มต้นจากแผน PDP2015 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกับกระทรวงพลังงาน ได้วางแผนเพื่อปรับสัดส่วนของพลังงานเพื่อเพิ่มเสถียรภาพด้านพลังงาน ได้มีแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินพลังงานสะอาด ขึ้นซึ่งในงานวิจัยนี้ พิจารณาเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหินที่ภาคกลาง เพื่อรองรับปริมาณถ่านหินที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงจำเป็นต้องมีศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อบริหารจัดการในการขนถ่ายถ่านหินจากขึ้นเรือบรรทุกขนาดใหญ่ ทำให้เกิดงานวิจัยนี้ คือการสร้างแบบจำลองต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน โดยมีวิธีการดำเนินงานดังรูปที่ 5.1-1 เริ่มจากปริมาณความต้องการของโรงไฟฟ้าและอุตสาหกรรม เพื่อวางแผนกำลังการผลิตหรือขีดความสามารถประกอบด้วยการคำนวณหาพื้นที่ลานกองถ่านหิน พื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน และการคัดเลือกเครื่องจักรในกระบวนการผลิต เพื่อที่สามารถบริหารจัดการถ่านหินได้อย่างเหมาะสม เมื่อได้ข้อมูลเหล่านี้จะสามารถประมาณเงินลงทุนได้ และสามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.1-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้กำหนดพื้นที่กรณีศึกษาคือพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดตั้งอยู่ในบริเวณท่าเรือน้ำลึกมีพื้นที่ประมาณ 353 ไร่ ความยาวหน้าท่าประมาณ 700 เมตร ร่องน้ำลึกประมาณ -13 เมตร ชนิดของเรือบรรทุกถ่านหินที่สามารถเข้าเทียบท่าได้คือเรือชนิดปานามแม็ก มีขนาดบรรทุก 60,000 เดทเวตตัน ผลลัพธ์ของแบบจำลองต้นทุน ด้วยปริมาณถ่านหิน 10 ล้านตันต่อปี และการเก็บปริมาณสำรอง 60 วัน สำหรับโรงไฟฟ้าและอุตสาหกรรม สามารถคำนวณปริมาณพื้นที่กองเก็บตลอดจนสามารถคำนวณพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหินได้เท่ากับ 204.15 ไร่ ซึ่งมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการจัดตั้งศูนย์กระจายถ่านหิน ขั้นตอนต่อไปคือการเลือกเครื่องจักรให้มีความเหมาะสมต่อกระบวนการผลิต ทำให้สามารถประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) เท่ากับ 4,975,880,500 บาท และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) เท่ากับ 309,120,233 บาทต่อปี ขั้นตอนต่อไปจะเข้าสู่แบบจำลองต้นทุนโดยใช้แบบล่างขึ้น-บน ในระดับการดำเนินงานสามารถคำนวณต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหินได้ต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 52.50 บาทต่อตัน และเข้าสู่ระดับต่อไปคือระดับการบริหารจะสามารถแยกต้นทุนได้เป็นต้นทุนคงที่เท่ากับ 420,729,548.73 บาท และต้นทุนผันแปรต่อหน่วยเท่ากับ 10.43 บาทต่อตัน นำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี CPV โดยคิดค่าบริการในการขนถ่ายถ่านหินที่ 175 บาทต่อตัน สามารถคำนวณปริมาณคุ้มทุนถ่านหินได้เท่ากับ 2,556,544 ตัน จากนั้นก็เข้าสู่ระดับนโยบาย ซึ่งจะได้ผลการวิเคราะห์ทางการเงินโดยการคำนวณจะแบ่งเป็น 2 กรณีดังตารางที่ 5.1-1

ตารางที่ 5.1-1 ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ลงทุน

ผลลัพธ์	กรณีที่1 การลงทุนเต็มรูปแบบ	กรณีที่2 แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส
อัตราผลตอบแทนภายใน	ร้อยละ 18.15	ร้อยละ 18.90
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ที่ร้อยละ 8)	4,606.52 ล้านบาท	4,780.32 ล้านบาท
ต้นทุน LCC		
ต้นทุนการลงทุน	419.20 ล้านบาท/ปี	402.87 ล้านบาทต่อปี
ต้นทุนการเงิน	110.67 ล้านบาท/ปี	100.85 ล้านบาทต่อปี
ต้นทุนการดำเนินงาน	302.56 ล้านบาท/ปี	297.99 ล้านบาทต่อปี

กรณีที่ 1 การลงทุนเต็มรูปแบบ คือจะลงทุนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อที่ศูนย์กระจายถ่านหินสามารถดำเนินการได้เต็มกำลังการผลิตในปีที่ศูนย์กระจายถ่านหินเริ่มต้นการดำเนินงาน แต่เมื่อพิจารณาตามแผน PDP2015 ในปี พ.ศ.2575 ถึง พ.ศ.2577 เครื่องจักรและอุปกรณ์ของศูนย์กระจายถ่านหินนั้น จะดำเนินการด้วยอัตราเพียงร้อยละ 65 ของกำลังการผลิต จากการวิเคราะห์กระแสเงินสดของโครงการจะได้อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ ร้อยละ 18.15 และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,606.52 ล้านบาท กรณีที่ 2 แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส คือการลงทุนใน

เครื่องจักรและอุปกรณ์จะลงทุนให้ตรงตามแผน PDP2015 คือในเฟสที่ 1 ปี พ.ศ. 2575 ศูนย์กระจายถ่านหินสามารถรับปริมาณถ่านหินได้ 6.5 ล้านตันต่อปี และในเฟสที่ 2 ปี พ.ศ. 2578 ศูนย์กระจายถ่านหินจะสามารถรองรับปริมาณถ่านหินเท่ากับ 10 ล้านตันต่อปีจากการวิเคราะห์กระแสเงินสดของโครงการ จะได้ว่าอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ ร้อยละ 18.90 และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,780.32 ล้านบาท

จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน พิจารณาด้วยอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) หรือการพิจารณาด้วยวิธีการมูลค่าปัจจุบันมากกว่าศูนย์ การวิเคราะห์ของทั้ง 2 กรณีนั้นน่าลงทุน แต่การลงทุนแบบแบ่งเป็น 2 เฟส ตามปีที่มีการเกิดขึ้นของโรงไฟฟ้าถ่านหินจะให้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทางด้านการเงินที่มีความน่าลงทุนมากกว่า

แบบจำลองต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหินนี้สามารถพิจารณากำลังการผลิต งบประมาณในการลงทุน การดำเนินงาน การหาต้นทุนต่อหน่วยเพื่อพิจารณาราคาขาย ตลอดจนช่วยเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในการตัดสินใจในการลงทุนอีกด้วย

5.2. ข้อเสนอแนะ ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรค

1. ข้อมูลของราคาต่อหน่วยในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน ราคาของเครื่องจักร เพื่อใช้ในการคำนวณของแบบจำลองต้นทุนนี้เป็นข้อมูลมาจากแหล่งทุติยภูมิ ถ้าต้องการความแม่นยำของข้อมูลที่ขึ้นต้องมีการติดต่อบริษัทผู้ขายหรือผู้ผลิตต่อไป

2. ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มี ศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งราคาขายของถ่านหินอ้างอิงจากผู้ที่ค้าถ่านในปัจจุบัน ซึ่งราคาที่ใช้ในการคำนวณ 175 บาทเป็นราคาที่ จะนำไปบวกเข้ากับราคาถ่านหินที่มีความผันผวนตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเมื่อดูจากราคาค่าไฟฟ้าของเครื่องจักร และอุปกรณ์ในการขนถ่านถ่านหิน มีต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายสูง จึงควรพิจารณาที่จะสร้างโรงฟ้าถ่านหินในบริเวณพื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหินเพื่อที่จะลดต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหินได้อีกด้วย

รายการอ้างอิง

[1] ภัทรภรณ์ หิรัญวงศ์ และสิงหพันธุ์ สิงหเสนี. อนาคตพลังงานไฟฟ้าไทย พอเพียงแต่เสี่ยงภัย. สายนโยบายการเงิน. ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2558.

[2] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579, 2558.

[3] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ความรู้ทั่วไปของถ่านหิน. [ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่มา: http://projects-pdp2010.egat.co.th/projects1 [5 พฤศจิกายน 2559]

[4] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2557, 2558.

[5] จรินทร์ ชลไพศาล. สถานการณ์ถ่านหินนำเข้าปี2553และแนวโน้มปี2554. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. สำนักเศรษฐกิจและความร่วมมือระหว่างประเทศ, 2554.

[6] บริษัท บ้านปู จำกัด (มหาชน). รายงานประจำปี 2557, 2557.

[7] ดวงมณี โกมารทัต. การบัญชีและต้นทุน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[8] วันชัย ริจิรวนิช และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมและงบประมาณ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[9] หฤทัย มีนะพันธ์. หลักการวิเคราะห์โครงการ : ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้โครงการ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

[10] จันทร์เพ็ญ มิตรภักดี. การปรับปรุงระบบควบคุมคงคลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[11] ชัยยงค์ สุขศรีสมบูรณ์. การศึกษาการจัดการยาคงคลังของสถาบันเวชศาสตร์การบิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, กรมแพทย์ทหารอากาศ กองบัญชาการสนับสนุนทหารอากาศ, 2550.

[12] วรุณพร เชียรวิชัย. การสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมด้วยกระบวนการหล่อฉีดโลหะแบบของเหลว และกระบวนการหล่อฉีดโลหะแบบกึ่งของแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555.

[13] ภาคภูมิ รวยลาภ. การศึกษาการลงทุนของสหกรณ์ในการให้บริการรับนมดิบจากฟาร์มเกษตรกร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

[14] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. การศึกษาและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โครงการท่าเรือขนถ่ายถ่านหินของโรงไฟฟ้า BLCP ที่มาบตาพุดจังหวัดระยอง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[15] Teparut, C., and Sthiannopkao, S., Mae Moh lignite mine and environmental management, Geosystem Engineering, vol. 14, pp. 85-94, 2011.

[16] Radimilović, Z., and Jovanović, S., Berth occupancy at container terminals: Comparison of analytical and empirical results, PROMET-Traffic&Transportation, vol. 18, pp. 99-103, 2012.

[17] Askin, R.G., and Mitwasi, M.G., Integrating facility layout with process selection and capacity planning, European Journal of Operational Research, vol. 57, pp. 162-173, 1992.

[18] Trivedi, R., Chakraborty, M., and Tewary B., Dust dispersion modeling using fugitive dust model at an opencast coal project of Western Coalfields Limited, India, Journal of Scientific and Industrial Research, vol. 68, p. 71, 2009.

[19] Troncoso, J., Pedersen, L., and Francis R., The Design and Construction of the Coal Handling Facilities at Gordonstone Colliery, p.25, National Conference on Bulk Materials Handling: Preprints, 1993.

[20] The Socialist Republic of Viet Nam Ministry of Industry and trade, Feasibility study on the coal transshipment terminal project for Thermal power centers in mekong delta in the socialist replublic of vietnam, Japan International Cooperation Agency, 2015.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
อธิบายโปรแกรม

แบบจำลองต้นทุนนี้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการพัฒนาซึ่ง ได้แสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์โมเดลต้นทุนในบทที่ 4 โดยในบทนี้จะอธิบายการใช้งานของโปรแกรม โดยในแต่ละรูปภาคผนวกดังที่จะแสดงต่อไป จะมีช่องที่สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลเพื่อปรับเปลี่ยนค่าของแบบจำลอง

แบบจำลองต้นทุนนี้เริ่มต้นที่ Capacity Planning โดยจะต้องมีการกำหนด Demand ขึ้นมา ในแบบจำลองต้นทุนนี้ได้มีการกำหนด ปริมาณความต้องการถ่านหิน รวมเท่ากับ 10 ล้านตันต่อปี ดังรูปภาคผนวก ก-1 เพื่อเป็นปัจจัยนำเข้าในการวิเคราะห์ขนาดกำลังการผลิต ซึ่งสามารถคำนวณจำนวนท่าเทียบเรือ ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด พื้นที่ลานกองถ่านหิน และพื้นที่ศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งจะแสดงการกำหนดเงื่อนไขการคำนวณต่อไปดังรูปภาคผนวก ก-2 รูปภาคผนวก ก-3 รูปภาคผนวก ก-4 รูปภาคผนวก ก-5 และรูปภาคผนวก ก-6

COST MODEL			
Demand	Power sector	7,000,000	ตัน
	Industriy sector	3,000,000	ตัน
	รวมปริมาความต้องการถ่านหิน ต่อปี	10,000,000	ตัน
Capacity Planning	ปริมาณบรรทุกของเรือ Panamax	60,000	DWT
	จำนวนท่าเทียบเรือ	1	ท่า
	ปริมาณการเก็บถ่านหินสูงสุด	1,715,000	ตัน
	พื้นที่ลานกองถ่านหิน	150	ไร่
	พื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหินจากการคำนวณ	204.15	ไร่
	พื้นที่ของศูนย์กระจายถ่านหิน	353	ไร่

รูปภาคผนวก ก-1 การกำหนดปริมาณความต้องการ

ในการคำนวณ Capacity Planning จะมีการกำหนดสมมติฐานของศูนย์กระจายถ่านหิน เพื่อที่จะสามารถคำนวณผลลัพธ์ ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ได้ คือกำหนดวันทำงานต่อปี กำหนดชั่วโมงการทำงาน กำหนดอัตราของเครื่องจักรในการขนถ่ายถ่านหินขึ้น-ลง เรือ กำหนดอัตราของเครื่องโปรยถ่านหิน กำหนดสมมติฐานอัตราการใช้ท่าของท่าเรือ ดังรูปภาคผนวก ก-2

OPERATION CONDITION					
Operation Day	350	days	Working Hours	18	hrs/d
Unloading Rate	2,500	t/h per unloader			
Stacking Rate	5,000	t/h			
Occupancy Rate (assumption)	40%				

รูปภาคผนวก ก-2 การกำหนดเงื่อนไขการทำงานของศูนย์กระจายถ่านหิน

ในการคำนวณพื้นที่ลานกองถ่านหินจะเป็นการกองในพื้นที่เป็นลานเปิดโล่ง โดยกองเป็นรูปปริซึมทรงสี่เหลี่ยมคางหมู ดังรูปที่ 3.3-2 โดยสามารถกำหนดคุณลักษณะของกองถ่าน คือความหนาแน่นของกองถ่าน และมุมของการกองถ่านหิน ได้ดังรูปภาคผนวก ก-3

COAL		
Bulk density	850	kg/m3
Angle of repose	38	degree

รูปภาคผนวก ก-3การกำหนดข้อมูลของกองถ่านหิน

การคำนวณเกี่ยวกับการวางแผนท่าเรือรูปภาคผนวก ก-4 เริ่มต้นด้วยการกำหนดขนาดของเรือบรรทุกถ่านหินที่เข้าสู่ศูนย์กระจายถ่านหิน เพื่อที่จะคำนวณจำนวนของเรือบรรทุกที่เข้าต่อปี ระยะเวลาในการขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือบรรทุก โดยกำหนดประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการขนถ่าย จะทำให้สามารถคำนวณ อัตราการใช้ท่าเรือ ซึ่งเมื่อพิจารณาตามมาตรฐานตามข้อกำหนดดังตารางที่ 3.3-1 จะได้จำนวนท่าเรือที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายถ่านหิน

PORT FACILITIES PLANNING					
Vessel	60,000	DWT	No. of unloaders per berth	2	
			Equipment efficiency	80%	
No. of berths	1	berths	Occupancy rate	✓ 39.8%	
Average berthing days per vessel	0.83	days	Average unloading per day per berth	72,000	ton
No. of calling vessels per year	167	vessels			

รูปภาคผนวก ก-4 การกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับท่าเรือ

จะได้ข้อสรุปผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับท่าเรือดังรูปภาคผนวก ก-5 คือเรือบรรทุกเข้าเทียบท่าครั้งละ 1 ลำขนาดบรรทุก 60,000 เดทเวตตัน ศูนย์กระจายถ่านหินนี้จะมีเรือบรรทุกเข้าเทียบท่าปีละ 167 ลำ และสามารถคำนวณรอบเวลาการเข้าของเรือบรรทุกถ่านหินคือ 2.10 วัน

VESSEL CONDITIONS			
*Vessels docking at each berth simutaneously			
No. of vessels per transshipment	1 vessels	Amout of coal per transshipment	60,000 ton
No. of total transshipment per year	167 times		
Lead time (LT) per vessel	1.26 days		
Time (T) per vessel	2.10 days		

รูปภาคผนวก ก-5 แสดงผลของการวิเคราะห์เกี่ยวกับท่าเรือ

การวิเคราะห์พื้นที่ลานกองถ่านหิน เริ่มต้นจากการนำปริมาณถ่านหินที่กองเก็บมาแปลงเป็นปริมาตร ได้ 2,016,806 ลูกบาศก์เมตร แล้วกำหนดขนาดของฐาน และความสูง ของกองถ่านหิน จะได้รูปทรงดังรูปที่ 3.3-2 เมื่อกำหนดความยาวของกองถ่านหินจะได้ จำนวนกองถ่านหินจะได้จำนวนเท่ากับ 8 กอง และรางอุปกรณ์ของเครื่องโปรยและตักถ่านหินเท่ากับ 4 ราง ผลลัพธ์ของการคำนวณพื้นที่ลานกองจะได้เท่ากับ 150 ไร่ ดังรูปภาคผนวก ก-6

STOCKYARD			
Stock volumn	2,016,806.72	cu.m.	
Base	55	m	
Height	16	m	
Top	14	m	
Sectional area	552	sq.m.	
L	3,651.42	m	
Yard operational efficiency	100%		
Length of a stockpile	500	m	
No. of stockpiles	8	piles	
Rail stacker/reclaimer	4	rails	10m x 500 m
Rail stacker/reclaimer area	20,000	sq.m.	
Total area	240,000.00	sq.m.	
Total area	150.00	**Rai**	

รูปภาคผนวก ก-6 การคำนวณเกี่ยวกับพื้นที่ลานกอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การที่ได้ผลลัพธ์ของ Process Selection ดังรูปภาคผนวก ก-7คือเครื่องจักรของแต่ละกระบวนการของศูนย์กระจายถ่านหินนั้นมาจากการคำนวณของ Capacity Planning ทำให้ได้ผลลัพธ์คือ จำนวนเครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือมาจากผลของท่าเรือซึ่ง มีจำนวน 1 ท่า จึงมีอุปกรณ์ขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ 2 ชุด กระบวนการต่อมาคือ กระบวนการเกี่ยวกับลานกองมีจำนวนรางอุปกรณ์เท่ากับ 4 ราง ทำให้ได้อุปกรณ์เท่ากับ 4 ชุด และเครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือเท่ากับ 1 ชุด

Process Selection	เครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ Unloader	2	set
	เครื่องโปรยและตักถ่านหิน Stacker/Reclaimer	4	set
	เครื่องขนถ่ายถ่านหินลงเรือ Loader	1	set

รูปภาคผนวก ก-7 แสดงผลเกี่ยวกับเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ

การประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุนนั้นได้อ้างอิงจากศูนย์กระจายถ่ายหินที่ประเทศเวียดนามดังตารางที่ 4.3-1 และกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนเท่ากับ 35 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ ดังรูปภาคผนวก ก-8 จะได้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของศูนย์กระจายถ่านหิน

CAPEX	กำหนดอัตราแลกเปลี่ยนในส่วนของเงินทุน	35	บาท/ดอลลาร์สหรัฐ
	โครงสร้างและฐานราก	674,080,000	บาท
	เครื่องจักรและอุปกรณ์	4,116,227,500	บาท
	อาคารและสิ่งปลูกสร้าง	185,573,000	บาท
	รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุน	4,975,880,500	บาท

รูปภาคผนวก ก-8 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของศูนย์กระจายถ่านหินมีรายละเอียดการคำนวณและที่มาดังแสดงในบทที่ 4.4 จะสามารถคำนวณค่าใช่จ่ายในการดำเนินงานดังรูปภาคผนวก ก-9

OPEX	เงินเดือนและค่าจ้างพนักงาน		
	ค่าแรงงานทางตรง	29,074,500	
	ค่าแรงงานทางอ้อม	10,729,875	
	ค่าเช่าที่ดิน	12,107,900	
	ค่าประกันภัย	13,932,465	
	ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์	123,486,825	
	ค่าบำรุงรักษาอาคาร	5,567,190	
	ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	75,245,477	
	ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	38,976,000	
	รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	309,120,233	บาท

รูปภาคผนวก ก-9 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อเข้าสู่แบบจำลองต้นทุนในระดับการดำเนินงาน ซึ่งเป็นระดับล่างสุดของแบบจำลอง คือ การรวบรวมต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งมาจากการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของศูนย์กระจายถ่านหินได้เท่ากับ 62.22 บาทต่อตัน ดังรูปภาคผนวก ก-10

	ค่าใช้จ่าย	ต้นทุนต่อปี (บาท)
LV:OPERATION	เงินเดือนและค่าจ้างพนักงาน	
	ค่าแรงงานทางตรง	29,074,500
	ค่าแรงงานทางอ้อม	10,729,875
	ค่าใช้จ่ายโรงงาน	
	ค่าเช่าที่ดิน	12,107,900
	ค่าประกันภัย	13,932,465
	ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์	123,486,825
	ค่าบำรุงรักษาอาคาร	5,567,190
	ค่าใช้จ่ายในการถ่ายลำ	75,245,477
	ค่าเสื่อมราคา	215,929,293
	ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำ	38,976,000
	รวมต้นทุนทั้งสิ้น	525,049,526
	ต้นทุนต่อหน่วย (บาท/ตัน)	52.50

รูปภาคผนวก ก-10 การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับการดำเนินงาน

เมื่อได้รายการของต้นทุนทั้งสิ้นของศูนย์กระจายถ่านหินก็เป็นปัจจัยนำเข้าสู่แบบจำลองต้นทุนในระดับการบริหารซึ่งจะแยกประเภทของต้นทุนเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ทำให้สามารถวิเคราะห์ ปริมาณคุ้มทุนของศูนย์กระจายถ่านหินด้วยวิธี CVP โดยกำหนดปัจจัยของ ราคาขายของศูนย์กระจายถ่านหิน ซึ่งอ้างอิงจากบทที่ 4.6.3 โดยกำหนดค่าที่ 175 บาทต่อตัน จะได้ 2,556,544 ตัน ดังรูปภาคผนวก ก-11

LV:MANAGEMENT	ต้นทุนคงที่ (F)	420,729,549	บาท
	ต้นทุนผันแปร (V)	104,319,977.32	บาท
	ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย (v)	10.43	บาท/ตัน
	Cost-volumn-profit analysis		
	ราคาขายถ่านหิน (P)	175	บาท
	ปริมาณคุ้มทุน (N*)	2,556,544.56	ตัน/ปี

รูปภาคผนวก ก-11 การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับการบริหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับนโยบายซึ่งเป็นระดับบนสุด จะสามารถแสดงผลซึ่งเป็นข้อมูลให้ผู้บริหารในการตัดสินใจการลงทุน โดยการนำข้อมูลไปสร้างงบกำไรขาดทุนดัง บทที่ 4.7.3.1 และงบกระแสเงินสด ดังบทที่ 4.7.3.2 ซึ่งจะสามารถคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิโดยกำหนดอัตราคิดลด ดังรูปภาคผนวก ก-12 ทำให้ได้ผลของ และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการศูนย์กระจายถ่านหิน โดยในงานวิจัยนี้จะมีการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการเป็น 2 กรณี และยังแสดงต้นทุนของศูนย์กระจายถ่านหินในรูปของต้นทุนตลอดอายุของโครงการ

	อัตราดอกเบี้ยคิดลด (Discount Rate)	8%	
	<u>กรณีที่ 1 ลงทุนเต็มรูปแบบ</u>		
	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	4,606.52	บาท
	อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	18.15%	
	LCC		
	Annual Capital Cost	419,198,306	บาท/ปี
	Annual Operational Cost	300,762,020	บาท/ปี
	Annual Financial Cost	108,871,553	บาท/ปี
	<u>กรณีที่ 2 แบ่งการลงทุนเป็น 2 เฟส</u>		
	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	4,780.32	บาท
	อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	18.90%	
	LCC		
	Average Capital cost	402,874,251	บาท/ปี
	Annual Operational Cost	297,986,843	บาท/ปี
	Annual Financial Cost	100,852,400	บาท/ปี

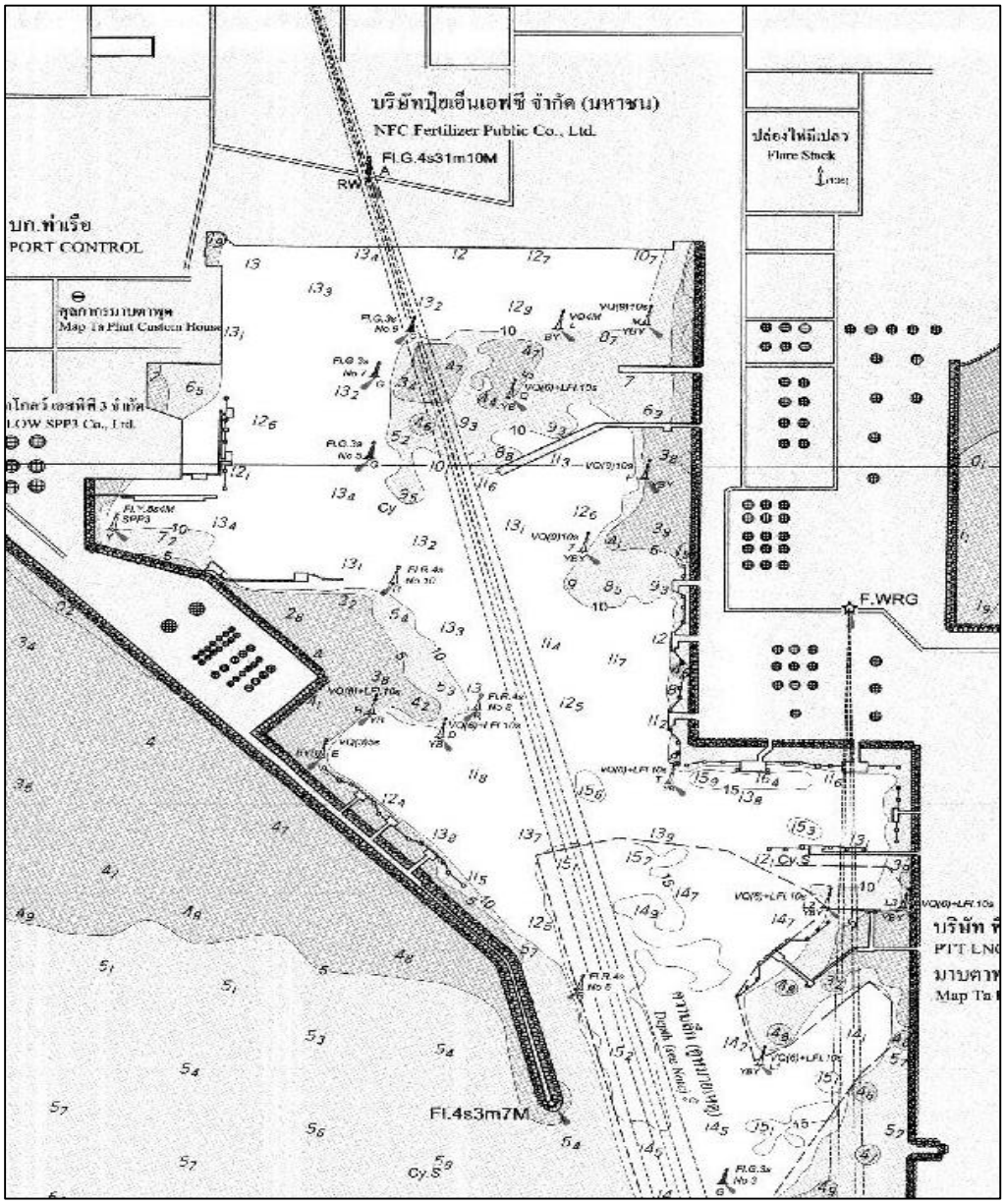
รูปภาคผนวก ก-12 การวิเคราะห์แบบจำลองต้นทุนในระดับนโยบาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

แผนที่ร่องน้ำ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

แผนที่ร่องน้ำของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เป็นแผนที่แสดงความลึกของร่องน้ำในการเข้าสู่พื้นที่กรณีศึกษา เพื่อพิจารณาชนิดของเรือบรรทุกถ่านหิน ที่จะลำเลียงเข้ามาว่าระยะการกินน้ำของเรือนั้นสามารถแล่นผ่านร่องน้ำได้หรือไม่ ดังรูปภาคผนวก ข-1 การเข้าสู่พื้นที่กรณีศึกษา บริเวณพื้นที่ปุ๋ยแห่งชาติ NFC จะมีระยะความลึกประมาณ -13 เมตร



รูปภาคผนวก ข-1 แผนที่ร่องน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ภาคผนวก ค

ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์

ค่าเสื่อมราคาของของทรัพย์สิน ประกอบไปด้วยค่าเสื่อมราคาสิ่งปลูกสร้าง เครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยแสดงอัตราการหักค่าเสื่อมราคา และอายุการใช้งานของเครื่องจักร ดังตารางภาคผนวก ค-1

ตารางภาคผนวก ค-1 ค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน

ทรัพย์สิน	อัตราการหักค่าเสื่อมราคา (ร้อยละ)	อายุการใช้งาน (ปี)
ท่าเทียบเรือ Unloading	3	50
ท่าเทียบเรือ Loading	3	50
พื้นที่ลานกอง	3	50
เครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้น จากเรือ	3	30
เครื่องโปรยและตักถ่าน	3	30
เครื่องถ่ายถ่านหินลงเรือ	3	30
สายพานลำเลียง	7	15
อุปกรณ์อื่นๆ	10	10
อาคารสำนักงาน	2	50
อาคารซ่อมบำรุง	3	30
คลังสินค้า ลานกองอุปกรณ์	3	30
รั้วกันฝุ่น	3	30
ระบบไฟฟ้า	3	30
ระบบน้ำ	3	30
ถนน	3	50
ลานจอดรถ	3	50
สาธารณูปโภคอื่นๆ	3	30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

อัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภทกิจการขนาดกลาง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรมส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนหน้าเกินไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดเครื่องเดียวระบบการคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) แสดงดังตารางภาคผนวก ง-1 อัตราค่าไฟฟ้าเริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนมกราคม 2559 เป็นต้นไป

ตารางภาคผนวก ง-1 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
แรงดันตั้งแต่ 69 KVขึ้นไป	74.14	4.1283	2.6107	312.24
แรงดัน 22 ถึง 33 kV	132.93	4.2097	2.6295	312.24
แรงดันต่ำกว่า 22 KV	210.00	4.3555	2.6627	312.24

อัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้า (Time of Use Rate : TOU) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง คือค่าไฟฟ้าจะสูงในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) ตั้งแต่เวลา 9:00 นาฬิกา ถึง 22:00 นาฬิกา ของวันทำการ และค่าไฟฟ้าจะต่ำในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย (Off Peak) ตั้งแต่เวลา 22:00 นาฬิกา ถึง 9:00 นาฬิกา ของวันทำการ รวมทั้งวันเสาร์ อาทิตย์ และวันหยุดราชการ ไม่รวมวันหยุดชดเชย ตลอดทั้งวันทำให้การใช้ไฟฟ้ามีการกระจายในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อยมากขึ้น และลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากลง ซึ่งจะช่วยทำให้ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของประเทศลดลง และผู้ใช้ไฟฟ้าจะได้ประโยชน์จากการจ่ายไฟฟ้าที่ลดลง

การคำนวณราคาค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรในการขนถ่ายถ่านหิน

เนื่องจากศูนย์กระจายถ่านหินเมื่อมีการขนถ่ายลำเกิดขึ้นศูนย์กระจายถ่านหินจะต้องดำเนินการ ขนถ่ายถ่านหินให้เร็วที่สุด เนื่องจากถ้าทำการขนถ่ายเกินเวลา จะเสียค่าปรับ จึงเลือกใช้การคิดอัตราค่าใช้ไฟฟ้าแบบตามช่วงเวลาการใช้ โดยเครื่องจักรของศูนย์กระจายถ่านหินมีดังตารางภาคผนวก ง-2 โดยคำนวณค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 450,571.72 บาทต่อการถ่ายลำ

ตารางภาคผนวก ง-2 ความต้องการพลังงานไฟฟ้า

เครื่องจักร	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	จำนวน (ชุด)	พลังงานรวม (กิโลวัตต์)
เครื่องขนถ่ายถ่านหินขึ้นจากเรือ	500	2	1,000
เครื่องโปรยและตักถ่าน	500	4	2,000
เครื่องถ่ายถ่านหินลงเรือ	300	2	3,000
สายพานลำเลียง	250	2	500
รวม			6,500

ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด = ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ×ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

= 6,500 กิโลวัตต์ × 132.93 บาทต่อกิโลวัตต์

= 864,045 บาท/เดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า = [(พลังงานไฟฟ้า × เวลาการใช้(Off Peak) × ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย + พลังงานไฟฟ้า × เวลาการใช้(Peak) × ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย)] × จำนวนครั้งการขนถ่ายต่อเดือน

= [(6,500 กิโลวัตต์ ×13 ชั่วโมง × 2.6295 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)+ (6,500 กิโลวัตต์ ×5 ชั่วโมง × 4.2097 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)] × (167 ครั้ง ÷ 12 เดือน)

= [222,192.75 + 136,815.25] × 13.92

= 4,996,194.67 บาท/เดือน

ค่าไฟฟ้าพื้นฐาน = 864,045.00 บาท + 4,996,194.67 บาท

= 5,860,239.67 บาท/เดือน

ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% = 5,860,239.67 บาท × 0.07

= 410,216.78 บาท

ค่าไฟฟ้ารวม = 6,270,456.44 บาท/เดือน

ดังนั้นค่าไฟฟ้าต่อปีเท่ากับ 75,245,477.32 บาท/ปี

ภาคผนวก จ

ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2559

ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2559 กำหนดโดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย (องค์การสาธารณะประโยชน์) ดังตารางภาคผนวก จ-1

ตารางภาคผนวก จ-1 ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2559

รายการประเภททรัพย์สิน ที่กำหนดราคามาตรฐาน	ราคาที่ใช้ในปี 2558 ใช้ราคาวัสดุก่อสร้างเดือน ธค.			ราคาที่ใช้ในปี 2559 ใช้ราคาวัสดุก่อสร้างเดือน มีค.			ราคาที่ใช้ในปี 2559 ใช้ราคาวัสดุก่อสร้างเดือน มิย.			อายุอาคาร	ค่าเสื่อม	หมายเหตุ
(ตัวเลขเป็นราคา บาท/ตารางเมตร)	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	(ปี)	/ปี	
บ้านเดี่ยวไม้ชั้นเดียว	9,900	11,400	12,800	9,900	11,400	12,800	10,000	11,500	12,900	20	5%	ก
บ้านเดี่ยวไม้ 2 ชั้น	8,500	10,800	12,400	8,500	10,800	12,400	8,600	10,900	12,500	20	5%	ก
บ้านเดี่ยวไม้ ใต้ถุนสูง (ประเมินเฉพาะชั้นบน)	12,400	13,000	14,400	12,400	13,000	14,400	12,500	13,100	14,500	20	5%	ก
บ้านครึ่งตึกครึ่งไม้	8,200	10,000	11,300	8,200	10,000	11,300	8,300	10,100	11,400	25	4%	ก
บ้านเดี่ยวตึกชั้นเดียว	11,000	12,500	14,300	11,000	12,500	14,300	11,100	12,600	14,400	50	2%	ข
บ้านเดี่ยวตึก 2-3 ชั้น	10,100	11,700	14,300	10,100	11,700	14,300	10,200	11,800	14,400	50	2%	ข
บ้านแฝดชั้นเดียว	9,300	11,000	12,500	9,300	11,000	12,500	9,400	11,100	12,600	50	2%	ข
บ้านแฝด 2-3 ชั้น	8,400	9,800	11,000	8,400	9,800	11,000	8,500	9,900	11,100	50	2%	ข
ทาวน์เฮาส์ชั้นเดียว	7,500	9,000	9,900	7,500	9,000	9,900	7,600	9,100	10,000	50	2%	ข
ทาวน์เฮาส์ 2-3 ชั้น กว้าง 4 เมตร	7,400	8,800	10,500	7,400	8,800	10,500	7,500	8,900	10,600	50	2%	ข
ทาวน์เฮาส์ 2-3 ชั้น กว้าง 5-6 ม. ไม่มีเสากลาง	8,900	10,500	12,000	8,900	10,500	12,000	9,000	10,600	12,100	50	2%	ข
ทาวน์เฮาส์ 2-3 ชั้น กว้าง 5-6 ม. มีเสากลาง	7,800	9,100	11,000	7,800	9,100	11,000	7,900	9,200	11,100	50	2%	ข
ห้องแถวไม้ 1-2 ชั้น	5,700	7,000	-	5,700	7,000	-	5,700	7,100	-	20	5%	ก
อาคารพาณิชย์ชั้นเดียว	5,800	6,400	7,400	5,800	6,400	7,400	5,800	6,400	7,500	50	2%	ข
อาคารพาณิชย์ 2-3 ชั้น	6,500	7,700	8,900	6,500	7,700	8,900	6,500	7,800	9,000	50	2%	ข
อาคารพาณิชย์ 4-5 ชั้น	6,300	7,400	8,400	6,300	7,400	8,400	6,300	7,500	8,500	50	2%	ข
อาคารพักอาศัยไม่เกิน 5 ชั้น	10,300	12,800	14,600	10,300	12,800	14,600	10,400	12,900	14,700	50	2%	ข
อาคารพักอาศัย 6-15 ชั้น*	12,400	16,800	20,000	12,400	16,800	20,100	12,500	16,900	20,300	50	2%	ข
อาคารพักอาศัย 16-25 ชั้น	16,700	20,700	26,600	16,700	20,800	26,700	16,800	21,000	26,900	50	2%	ข
อาคารพักอาศัย 26-35 ชั้น	18,400	23,400	29,900	18,400	23,500	30,000	18,500	23,700	30,200	50	2%	ข
อาคารธุรกิจสูง <23 เมตร	-	16,900	20,300	-	16,900	20,400	-	17,000	20,600	50	2%	ข
อาคารธุรกิจสูง >23 เมตรแต่ไม่เกิน 20 ชั้น	-	19,200	24,400	-	19,300	24,500	-	19,400	24,700	50	2%	ข
อาคารธุรกิจ 21-35 ชั้น	-	25,000	33,400	-	25,100	33,500	-	25,300	33,800	50	2%	ข
อาคารสรรพสินค้าที่สูงไม่เกิน 3 ชั้น	-	16,200	18,700	-	16,200	18,800	-	16,300	18,900	50	2%	ข
ศูนย์การค้าสูง 4 ชั้นขึ้นไป	-	22,100	27,200	-	22,200	27,300	-	22,400	27,500	50	2%	ข
อาคารจอดรถ ส่วนบนดิน	9,700	10,400	-	9,700	10,400	-	9,800	10,500	-	50	2%	ข
อาคารจอดรถ ส่วนใต้ดิน (1-2 ชั้น)	-	17,300	-	-	17,300	-	-	17,400	-	50	2%	ข
อาคารจอดรถ ส่วนใต้ดิน (3-4 ชั้น)	-	27,600	-	-	27,700	-	-	27,900	-	50	2%	ข
โกดัง-โรงงาน ทั่วไป	6,000	7,400	-	6,000	7,400	-	6,000	7,500	-	30	3%	ข
สนามเทนนิส: 1 สนาม	1,700,000			1,700,000			1,710,000			ไม่กำหนดไว้		
สนามเทนนิส: 3 สนามติดกัน	1,410,000			1,410,000			1,420,000			ไม่กำหนดไว้		
ถนนคอนกรีต (หมู่บ้าน โครงการจัดสรร)	800			800			800			ไม่กำหนดไว้		
ถนนลาดยาง	400			400			400			ไม่กำหนดไว้		
ลานคอนกรีต	500			500			500			ไม่กำหนดไว้		
รั้วอิฐบล็อค (แบบไม่มีกำแพงกันดิน)	1,200			1,200			1,200			30	3%	ข
โรงเลี้ยงสัตว์ (ไก่ สุกร ระบบปิด)	2,500			2,500			2,500			30	3%	ข
ส่วนโล่งหลังคาคลุม (ที่จอดรถ)	1,500			1,500			1,500			30	3%	ข

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดประวัติผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชายฝั่ง

การศึกษา

2540 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2544 วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2553 วิศวกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา The University of Nottingham

ประวัติการทำงาน

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ปัจจุบัน)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2545 – 2558

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่งถ่านหิน

การศึกษา

2524 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่ฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

ผู้จัดการ Siri Green Glow Co., Ltd. พ.ศ.2549 – ปัจจุบัน

ผู้จัดการ Unique Mining Services Plc. พ.ศ.2537 – พ.ศ.2549

วิศวกร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) พ.ศ.2526 – พ.ศ.2537

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน

การศึกษา

2533 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2536 วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2545 วิศวกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมนิวเคลียร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน และอาจารย์พิเศษสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้านการพัฒนาโรงไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้าพลังงาน

แสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ ด้านการอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงานในอาคารและโรงงาน พ.ศ.2540 – ปัจจุบัน

ที่ปรึกษาโครงการฝึกอบรมงานวิศวกรรม จัดซื้อ และก่อสร้างโรงไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2558

อาจารย์พิเศษ สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้านพลังงานหมุนเวียน (เอทานอล ไบโอดีเซล ความร้อนแสงอาทิตย์ ไฟฟ้าแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ) และพลังงานนิวเคลียร์ พ.ศ.2556

อาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้านพลังงานทดแทนในยานยนต์ พ.ศ.2555

วิทยากร โครงการแปลงนโยบายและแผนยุทธศาสตร์การพัฒนา ด้านพลังงานปรมาณูของประเทศไปสู่การปฏิบัติและการติดตามประเมินผล พ.ศ.2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นายปัณณคุณัชญ์ อุ่นพิพัฒน์ เกิดวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2534 วุฒิการศึกษาระดับมัธยมปลายโรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีพ.ศ.2555 และได้ศึกษาต่อระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University