

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วย
ไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

**THE FINANCIAL FEASIBILITY ANALYSIS RESEARCH STUDY ON THE
INVESTMENT TO BUILD A MICRO TURBINE POWER SUPPLY
GENERATOR USING NATURAL GAS AS FUEL**



17.
81881
2551

เลขหมู่.....**81881**
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี...**26 ส.ย. 2551**

b.....**11939278**
i.....

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต

สาขาวิชาบริหารธุรกิจ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน พ.ศ.2551 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE FINANCIAL FEASIBILITY ANALYSIS RESEARCH STUDY ON THE
INVESTMENT TO BUILD A MICRO TURBINE POWER SUPPLY
GENERATOR USING NATURAL GAS AS FUEL**



**AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION IN AGRICULTURAL TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
2008
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG การทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุน สร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง
นักศึกษา	นายสุรเชษฐ์ รัตนาประเสริฐ
รหัสนักศึกษา	49066102
ระดับการศึกษา	บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	บริหารธุรกิจ
พ.ศ.	2551
ประธานกรรมการการศึกษาอิสระ	รองศาสตราจารย์ ดร. กุลกัญญา ณ ป้อมเพ็ชร
กรรมการการศึกษาอิสระ	รองศาสตราจารย์ อมรศรี ตันพิพัฒน์

บทคัดย่อ

เนื่องจากเศรษฐกิจที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง กระตุ้นให้ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี และนับวันราคาก็เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ การผลิตไฟฟ้าเองเพื่อขายให้กับกรไฟฟ้าฝ่ายผลิตเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ ซึ่งตรงกับแผนการสนับสนุนของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ แต่สิ่งที่เป็จุดสำคัญในการเลือกแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ก็คือต้นทุนในการผลิต การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติด้วยไมโครเทอร์ไบน์ ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากและสอดคล้องกับคำกล่าวข้างต้น การค้นคว้าแบบอิสระนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมทางการเงิน

โดยการศึกษาครั้งนี้พิจารณาความเหมาะสมทางการเงิน โดยใช้ดัชนีวัดความสำเร็จของโครงการ คือ Net Present value Approach (NPV) , B/C ratio และ Internal rate of return (IRR) ในการวิเคราะห์ทางการเงินของการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน ของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วย ไมโครเทอร์ไบน์ โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 2 ระบบ คือ ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และ ระบบที่มีการผลิต ไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม 4 ขนาด คือ

1. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 30 kW ของบริษัท Capstone รุ่น Model 330
2. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 70 kW ของบริษัท IR Energy System รุ่น 70 LM
3. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 100 kW ของบริษัท Turbec รุ่น T 100
4. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 350 kW ของบริษัท DTE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาพบว่า โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์, 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมไม่เหมาะต่อการลงทุน เนื่องจากค่า NPV ณ Discount Rate ที่กำหนดมีค่าเป็นลบ หรือ $B < C$ แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนน้อยกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการ ส่วนค่า B/C Ratio มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C < 1$ แสดงว่าขาดทุนจากการลงทุน ส่วนค่า IRR มีค่าต่ำกว่า 12% ดังนั้นโครงการดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน

หากแต่มีโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 100 กิโลวัตต์ และขนาด 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมเหมาะต่อการลงทุน เนื่องจากค่า NPV ณ Discount Rate ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 314,883.23 บาท และ 8,047,035.12 บาท ตามลำดับ ซึ่งเป็นบวก หรือ $B > C$ แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนมากกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการ ส่วนค่า B/C Ratio มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C > 1$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.0466 และ 1.3972 ตามลำดับ แสดงว่ากำไรจากการลงทุน ส่วนค่า IRR มีค่ามากกว่า 12% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.47 % และ 21.34 % ตามลำดับ ดังนั้นโครงการดังกล่าวนี้เหมาะสมต่อการลงทุน

จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ไม่ควรส่งเสริมการลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์ เนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่นั้น เกิดจากราคาของไมโครเทอร์ไบน์ที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยเฉพาะจะไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ลงทุนต้องการลงทุนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วขายให้กับการไฟฟ้าเป็นหลัก ดูได้จาก โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์, 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถทำกำไรจากการขายไฟฟ้าได้เลย โดยดูได้จากค่า B/C Ratio มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C < 1$ หากแต่การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์เพื่อขายไฟฟ้าและนำความร้อนจากไอเสียมาใช้ประโยชน์นั้นจะเหมาะสมที่โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 100 กิโลวัตต์ และขนาด 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

Title	The financial feasibility analysis research study on the investment to build a micro-turbine power supply generator using natural gas as fuel
Student	Mr. Surachet Rattanaprasert
Student ID.	49066102
Degree	Master of Business Administration
Programmed	Business Administration
Year	2008
Advisor	Associate Professor Dr. Kulkanya Na Pompetch
Co - Advisor	Associate Professor Amornsri Tanpipat

ABSTRACT

Since economical consistent growth has motivated the need for power supply to increase annually and also the pricing is being increased higher day by day, a self-generation of power supply for sale to the Energy Generation Authority of Thailand (EGAT) is an interesting alternative. This option is consistent with the supporting plan of the National Energy Planning Office but the most important factor in choosing the power supply source is the production cost. The generation of the power supply from natural gas using a micro-turbine is another interesting alternative for a very small power plant and consistent with the foregoing statement. This independent research study was made to study the feasibility analysis of the financial investment to build a micro-turbine power plant using natural as fuel for consideration of financial feasibility.

This research study took into consideration the financial feasibility using the project achievement measurement index of Net Present value Approach (NPV), B/C ratio and Internal Rate of Return (IRR). In the financial analysis of this research study an analytical study shall take into consideration the financial cost and profitable return of this micro-turbine power plant using natural gas as fuel of 2 systems comprising of the power supply generation only and the combined cycle power supply generation of 4 sizes consisted of:

1. A Micro-Turbine Power Generator size 30kW from Capstone, Model 330;
2. A Micro-Turbine Power Generator size 70kW from IR Energy System, Model 70LM
3. A Micro-Turbine Power Generator size 100kW from Turbec, Model T 100
4. A Micro-Turbine Power Generator size 350 kW from DTE Make.

The results of the independent study found that the micro-turbine power supply using natural gas as fuel size 30 KW, 70 KW, 100, 350 KW capacity of the power supply generation only system and size 30 KW, 70 KW of Combined Cycle System were not feasible for the investment because the NPV value at the Discount Rate was negative or $B < C$, showing that the project yielded less return than the project expense. Also B/C Ratio was with less value than the defined criteria i.e. 1 or $B/C < 1$ which meant a loss as a result from the investment, as of IRR value was lower than 12% therefore the project of the mentioned size were not feasible for the investment.

However the micro-turbine power plant using natural gas as fuel size 100KW, 350 KW capacity of Combined Cycle System were found to be feasible for the investment because the NPV value at the Discount Rate was positive or $B > C$, showing that the project yielded more return than the project cost. Also the B/C Ratio was with value which was more than the defined criteria i.e. 1 or $B/C > 1$ which was equivalent to 14.47% and 21.34% respectively, showing a profit from the project investment. And meanwhile IRR value was more than 12% therefore the project of the mentioned sizes were feasible for the investment.

As a result of the analysis the conclusion was that that the investing promotion on the construction of the micro-turbine power plant using natural gas as fuel should not be encouraged because most of the costs were attributed to the cost of the micro-turbine the pricing of which was relatively high especially this was very unfeasible for the investment for the generation of the power supply for sale as the main income revenue source as it could be seen from the samples of the projects of 30 KW, 70 KW, 100, 350 KW capacity of production system alone which were not able to make profit from the sale of the power supply as can be seen from the B/C Ration with value less than the criterion specified of 1 or $B/C < 1$. However the investment on the construction of the micro-turbine power plant for sale of the power supply and the induction of the heat from the exhaust for utilization or so called Combined Cycle Power Plant were feasible at the micro-turbine power plant using natural gas as fuel of 100KW, 350 KW capacity of Combined Cycle System were found to be feasible.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร. กุลกัญญา ณ ป้อมเพ็ชร ประธานกรรมการการศึกษาอิสระ และรองศาสตราจารย์อมรศรี ตันพิพัฒน์ กรรมการการศึกษาอิสระ ที่กรุณาให้คำปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำแนวทางในการศึกษา และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณอย่างยิ่งในความกรุณาดังกล่าว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ คุณพ่อ (เตี้ย) คุณแม่ (แม่) น้องชาย (เอ) น้องสะใภ้ (กาญจน์) และน้องสาว (น้องแนน) ที่มอบกำลังใจและคอยช่วยเหลือให้กับผู้ศึกษามาตั้งแต่ต้นจนจบ

ขอขอบคุณ คุณอัญชสา เพชรแท้ ผู้ที่เอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวกสถานที่ในการทำงานเดือนสติในการทำวิจัย และให้กำลังใจ

ขอขอบคุณ คุณเปรม ศิริตันติเวชกร เพื่อนผู้ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณอานุพล ชากกลาง หัวหน้างานผู้ที่ให้ความเมตตา เข้าใจ และส่งเสริมเรื่องการศึกษาของข้าพเจ้า

ท้ายสุดขอขอบพระคุณคณาจารย์ในโครงการหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ทางวิชาการ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีค่ายิ่ง รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาบริหารธุรกิจเกษตรที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานมาโดยตลอด และผู้สนับสนุนทุกท่านที่ข้าพเจ้ามิได้เอ่ยนามที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์กับงานวิจัย

สุรเชษฐ์ รัตนาประเสริฐ

24 กุมภาพันธ์ 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและปัญหาของการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.5 นิยามศัพท์.....	5
1.6 การตรวจเอกสาร.....	5
1.7 วิธีการศึกษา.....	7
1.7.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	7
1.8 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	7
บทที่ 2 แนวความคิดและทฤษฎี.....	9
2.1 ทฤษฎีความเจริญเติบโตแบบไม่สมดุล (Unbalanced Growth).....	9
2.2 ทฤษฎีเกณฑ์การตัดสินใจลงทุน.....	11
บทที่ 3 ไมโครเทอร์ไบน์ (Micro turbine).....	15
3.1 ส่วนประกอบพื้นฐาน (Basic components).....	16
3.2 ผู้ผลิต (Producer).....	20
3.3 การประยุกต์ใช้งาน (Application).....	20
3.4 ตัวอย่างกระบวนการทำงานและนำไปใช้.....	21

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.5 การทำงานเป็นระบบไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP Operation).....	22
3.6 ลักษณะพิเศษของการออกแบบ (Design characteristics).....	22
3.7 สมรรถนะ (Performance characteristics).....	23
3.8 ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้า (Electrical efficiency).....	24
3.9 สมรรถนะตอนรับโหลดต่ำกว่าพิกัด (Part – load performance).....	26
3.10 ผลกระทบของสภาพแวดล้อมต่อสมรรถนะ (Effect of ambient conditions on performance).....	26
3.11 การนำความร้อนกลับมาใช้งานใหม่ (Heat recovery).....	26
3.12 การเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (Performance and Efficiency Enhancement).....	26
3.13 เชื้อเพลิง (Fuels).....	29
บทที่ 4 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน.....	30
4.1 การวิเคราะห์ทางการเงิน.....	30
4.2 สมมุติฐานการศึกษา.....	30
4.3 การประมาณการด้านรายจ่าย.....	31
4.3.1 เงินลงทุนโครงการ (Capital cost).....	31
4.3.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อปี.....	33
4.3.3 รายละเอียดของการประมาณการเงินลงทุนในโครงการทั้งหมดของ โครงการโดยแยกในแต่ละขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ทั้งระบบที่มี การผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	33
4.4 การประมาณการด้านรายรับ.....	40
4.5 ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน.....	49
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	59
5.1 สรุปผล.....	59

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	60
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	61
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	65
ภาคผนวก ก รายละเอียดของอุปกรณ์ฯ ของเครื่องไมโครเทอร์โมไรร์ ในแต่ละขนาด.....	66
ประวัติผู้เขียน.....	69



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 สถิติความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8, 9, 10.....	2
3.1 สมรรถนะต่างๆของไมโครเทอร์ไบน์.....	24
3.2 ชนิดของเชื้อเพลิงต่างๆที่สามารถใช้ได้ไมโครเทอร์ไบน์.....	29
4.1 ราคาประเมินของไมโครเทอร์ไบน์ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว.....	32
4.2 ราคาประเมินของไมโครเทอร์ไบน์ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	32
4.3 ตารางสรุปค่าใช้จ่ายของระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว.....	34
4.4 ตารางสรุปค่าใช้จ่ายของระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	37
4.5 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง ขนาด 30 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	41
4.6 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 30 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	42
4.7 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 70 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	43
4.8 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 70 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	44
4.9 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 100 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	45
4.10 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 100 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม	

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	46
4.11 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 350 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	47
4.12 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 350 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561.....	48
4.13 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 30 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว.....	50
4.14 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 30 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	51
4.15 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 70 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว.....	52
4.16 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 70 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	53
4.17 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 100 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว.....	54
4.18 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 100 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	55
4.19 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 350 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว.....	56
4.20 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดย ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 350 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	57
4.21 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทั้ง 4 ขนาด ในระบบ	

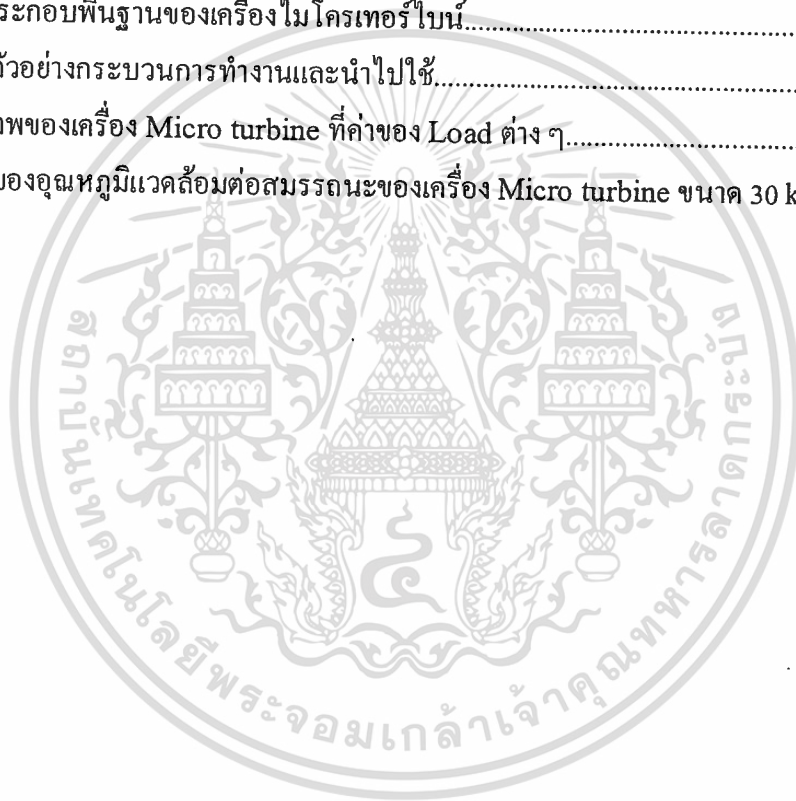
สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดี่ยวและระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม.....	58
ก.1 สมรรถนะของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ ในแต่ละขนาด.....	68
ก.2 ราคาบำรุงรักษาของไมโครเทอร์ไบน์.....	69



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงการเปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil), ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ที่ลั้งความร้อนที่เท่ากัน.....	3
2.1 แนวคิดของฮีรัซแมน.....	11
3.1 ภาพประกอบแสดงการทำงานเบื้องต้นของเครื่อง Micro turbine.....	16
3.2 ภาพส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์.....	17
3.3 ภาพแสดงตัวอย่างกระบวนการทำงานและนำไปใช้.....	21
3.4 ประสิทธิภาพของเครื่อง Micro turbine ที่ค่าของ Load ต่าง ๆ.....	27
3.5 ผลกระทบของอุณหภูมิแวดล้อมต่อสมรรถนะของเครื่อง Micro turbine ขนาด 30 kW.....	28



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและปัญหาของการศึกษา

ภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องในหลายปีที่ผ่านมา กระตุ้นให้ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี และคาดว่าอัตราเพิ่มของความต้องการของพลังงานไฟฟ้าจะอยู่ในระดับสูงต่อไปอีกตามทิศทางการพัฒนาประเทศ การจัดหาพลังงานไฟฟ้ามาสนองความต้องการให้เพียงพอ และกระทบสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดทั้งในสภาวะปัจจุบันและอนาคตด้วยต้นทุนที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญที่จะผลักดันให้การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศมีเสถียรภาพ สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐาน (Infrastructure) ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งที่จะกระตุ้นและก่อให้เกิดผลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมในลักษณะเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward linkage effect) โดยจะถูกนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม การสื่อสาร การคมนาคม การเกษตร และธุรกิจต่าง ๆ ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Value added) ในทุกสาขาเศรษฐกิจ เกิดการจ้างงาน การกระจายรายได้ นอกจากนี้ยังถูกใช้ประโยชน์ในการอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันของประชาชน ไม่ว่าจะเป็นสังคมเมืองหรือสังคมชนบท ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่องสว่าง ประกอบอาหาร บันทึกลง ฯลฯ อันเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิต (Quality of life) ขณะเดียวกันการผลิตพลังงานไฟฟ้ายังก่อให้เกิดผลในลักษณะเชื่อมโยงย้อนหลัง (Back linkage effect) คือ ก่อให้เกิดการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ อาทิ พลังน้ำ ถ่านหินลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติ แร่ น้ำมัน ฯลฯ รวมถึงก่อให้เกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจอีกจำนวนมาก เช่น การก่อสร้างโรงไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้า นับตั้งแต่มีการใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับแรก เมื่อปี พ.ศ. 2504 เป็นต้นมาจนถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ปี พ.ศ. 2550 จากผลความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมาโดยตลอด (ตารางที่ 1.1)

การที่ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงเร่งจัดหาและพัฒนาแหล่งพลังงาน เพื่อใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต เนื่องจากการจัดหาและพัฒนาแหล่งพลังงานมาผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการ ใช้ระยะเวลาเตรียมการยาวนานและต้องใช้เงินลงทุนสูง นอกจากนี้อาจมีการทบทวนสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ ดังนั้นการเลือกใช้ทรัพยากรพลังงานที่นำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงควรพิจารณาด้วยความละเอียดรอบคอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 สถิติความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8, 9, 10

แผนพัฒนาฉบับที่	พ.ศ.	เมกะวัตต์ (MW)	เพิ่มขึ้น (MW)	%เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี
8	2540 - 2544	16,214	581	4.02
9	2545 - 2549	22,168	1,191	6.46
10	2550 - 2554	30,587	1,684	6.65

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, สถานะภาพการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร: กองการพิมพ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

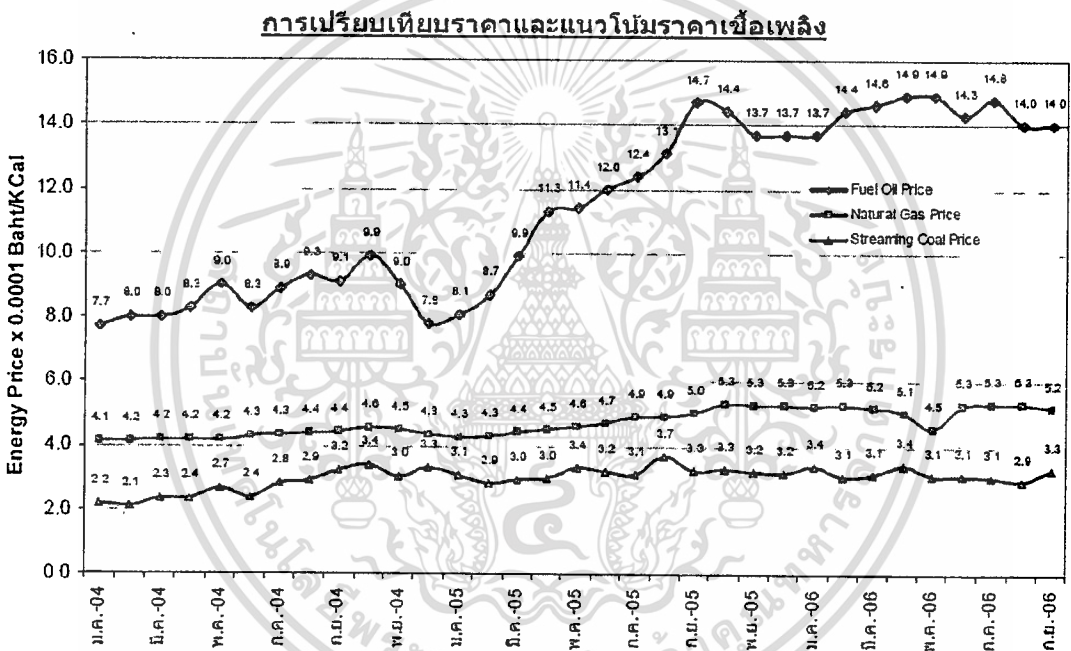
ในปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเครื่องจักรดีเซลซึ่งจะต้องใช้เชื้อเพลิงมากในการผลิตและน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ประเทศไทยจะต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งนับว่าเป็นเงินมหาศาลในแต่ละปี ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาคิดค้นพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น พลังงานจากน้ำ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

การผลิตไฟฟ้าได้มาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นพลังงานจากน้ำ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและอีกหลายแหล่ง แต่สิ่งที่เป็นจุดสำคัญในการเลือกแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ก็คือต้นทุนในการผลิต และการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดก๊าซธรรมชาติ ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะมีมลพิษต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเตา และถ่านหิน เหมาะกับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กมากกว่าเชื้อเพลิงอื่น ๆ เพราะสามารถเข้าถึงได้โดยง่าย การขนส่งทำได้ง่ายกว่าถ่านหินและน้ำมันอันเนื่องมาจากการผลิตที่ต้องทำอย่างต่อเนื่อง สำหรับถ่านหินจะต้องมีพื้นที่สำหรับกองถ่านหิน (Coal yard) ค่อนข้างมากตามกำลังการผลิต ส่วนน้ำมันจำเป็นต้องสร้างถังเก็บ (Storage tank) แต่ก๊าซธรรมชาติ สามารถต่อใช้งานได้จากแนวท่อก๊าซ มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเตา (ภาพที่ 1.1)

อีกทั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้ามีขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพสูง มลพิษต่ำ ซึ่งเรียกว่า ไมโครเทอร์ไบน์ ไมโครเทอร์ไบน์เป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 30 ถึง 350 kW ที่มีลักษณะการทำงานเหมือนแก๊สเทอร์ไบน์ ซึ่งมีความเหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและเล็ก โรงแรม โรงพยาบาล อาคารสำนักงานและธุรกิจที่มีขนาดการใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยมีจุดเด่นที่มีมลพิษน้อยและใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด เช่น ก๊าซธรรมชาติ เชื้อเพลิงเหลว หรือ แก๊สเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่ได้จากขยะหรือกระบวนการผลิต ไมโครเทอร์ไบน์สามารถใช้งานเป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) โดยอาจใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น หม้อไอน้ำความร้อนทิ้ง เครื่องทำความเย็น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและอุปกรณ์ดูดซับความชื้นต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่เป็นเชิงพาณิชย์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีหรือนำไมโครเทอร์ไบน์มาใช้งานทั้งที่มีการใช้งานกันแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ยังไม่มีการศึกษาสมรรถนะ ศักยภาพ และความเหมาะสมในการใช้งานในประเทศไทย แต่ยังคงมีบริษัทเอกชนหลายบริษัทที่คิดค้นไมโครเทอร์ไบน์ และหลายบริษัทก็พยายามที่จะนำเข้ามาไมโครเทอร์ไบน์ แต่ยังไม่ได้รับความสนใจ เนื่องจากอุตสาหกรรมขนาดกลางและเล็ก ไม่มีข้อมูลในการลงทุนและเป็นการลงทุนเพิ่ม ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการสร้างโรงไฟฟ้าจากไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการที่สนใจที่จะลงทุนในการตั้งโรงไฟฟ้าจากไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือปรับปรุงกิจการเพื่อลดค่าใช้จ่ายของโรงงานในด้านค่าไฟฟ้า



ภาพที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel oil), ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ที่พลังความร้อนที่เท่ากัน

ที่มา: EPPO, UMS จากบทวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำขึ้น โดยบริษัทหลักทรัพย์ ฟาร์อีสท์ จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอและเผยแพร่บทวิเคราะห์ให้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของ นักลงทุนทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงต้นทุนและความเป็นไปได้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า และกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลงทุน สำหรับนักลงทุนที่สนใจ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

เป็นการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน ของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์ โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 2 ระบบ คือ ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และ ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม 4 ขนาด คือ

1. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 30 kW ของบริษัท Capstone รุ่น Model 330
2. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 70 kW ของบริษัท IR Energy System รุ่น 70 LM
3. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 100 kW ของบริษัท Turbec รุ่น T 100
4. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 350 kW ของบริษัท DTE

โดยเลือกพิจารณาถึงต้นทุนเกี่ยวกับการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ค่าเชื้อเพลิง การเดินเครื่อง และค่าการบำรุงรักษา ตลอดอายุโครงการ

1.5 นิยามศัพท์

1. โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก หมายถึง โรงไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 10 เมกะวัตต์
2. กิโลวัตต์ หมายถึง วัตต์หรือแรงเทียนคือพลังไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีวัตต์มากก็กินไฟมากกว่าที่มีวัตต์น้อย (ในเวลาเท่ากัน) 1 กิโลวัตต์ คือ 1,000 วัตต์

3. ก๊าซธรรมชาติ หรือ ก๊าซ NG (Natural gas) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน (Methane) เป็นส่วนใหญ่จึงเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบาว่าอากาศ การขนส่งไปยังผู้ใช้จะขนส่งผ่านทางท่อในรูปก๊าซภายใต้ความดันสูงจึงไม่เหมาะสำหรับการขนส่งไกล ๆ หรืออาจบรรจุใส่ถังในรูปก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้ความดันสูง หรือที่เรียกว่า CNG แต่ปัจจุบันมีการส่งก๊าซธรรมชาติในรูปของเหลวโดยทำให้ก๊าซให้เย็นลงถึง -160 องศาเซลเซียส จะได้ของเหลวที่เรียกว่า Liquefied Natural Gas หรือ LNG ซึ่งสามารถขนส่งทางเรือไปที่ไกล ๆ ได้ และเมื่อถึงปลายทางก่อนนำมาใช้ก็จะทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลับเป็นก๊าซ อย่างเดิม ก๊าซธรรมชาติมีค่าออกเทนสูงถึง 120 RON จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ เครื่องยนต์ได้

4. ไมโครเทอร์ไบน์เป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 30 ถึง 350 กิโลวัตต์ที่มี

ลักษณะการทำงานเหมือนแก๊สเทอร์ไบน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เทอร์ไบน์ (Turbine) หรือเครื่องกังหัน เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานที่มีอยู่ภายในของไหลให้เป็นงาน ซึ่งโดยทั่วไปงานที่ได้จะอยู่ในรูปของงานเพลลา (Shaft work) เทอร์ไบน์นั้นจะแบ่งตามลักษณะของของไหลทำงานได้เป็นสามลักษณะ คือ แบบแรก คือ กังหันน้ำ (Hydraulic turbine) คือ สารทำงานจะมีสภาพเป็นของเหลว แบบที่สอง คือ กังหันไอน้ำ (Steam turbine) คือ สารทำงานจะมีสภาพเป็นไอ แม้ว่าไอของสารนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นไอน้ำแต่โดยส่วนใหญ่แล้วนิยมใช้ไอน้ำเป็นหลัก และสุดท้ายก็คือกังหันก๊าซหรือกังหันเทอร์ไบน์ (Gas turbine) คือ สารทำงานจะมีสภาพเป็นก๊าซ โดยปกติทั่วไปนั้นกังหันเหล่านี้จะทำงานที่อุณหภูมิสูง ยกเว้นกังหันน้ำที่จะทำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีการหุ้มฉนวนกันน้ำไว้เพื่อไม่ให้พลังงานของของไหลทำงานนั้นสูญเสียออกมาในรูปของความร้อน

1.6 การตรวจเอกสาร

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2538) ได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กแม่ยะ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นโครงการร่วมมือระหว่างไทยกับอังกฤษ เป้าหมายของโครงการคือเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าให้แก่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และเพื่อขยายระบบไฟฟ้าเข้าไปยังชนบทซึ่งยังไม่มีไฟฟ้าใช้ โดยมีกำลังผลิตไฟฟ้า 1000 กิโลวัตต์ ใช้พลังงานในการผลิต ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นรวม 44.3 ล้านบาท ซึ่งประกอบด้วยเงินช่วยเหลือจากอังกฤษแบบให้เปล่า 18.3 ล้านบาท และเงินสมทบจากรายได้ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือเงินกู้ภายในประเทศ 26 ล้านบาท ในการวิเคราะห์ผู้ศึกษาได้ศึกษานโยบาย เทคนิค เศรษฐศาสตร์ และการเงิน โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำนี้ใช้เทคนิคแบบน้ำไหลผ่าน (Run of river hydro plant) โดยผันน้ำจากลำน้ำธรรมชาติหมุนเครื่องกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การผลิตแบบนี้ส่วนใหญ่จะทำให้กำลังการผลิตไม่มากนัก โดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในธรรมชาติค่อนข้างมาก ผลการศึกษาพบว่า ผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return or IRR) มี IRR เท่ากับ 11.1 % โดยคิดค่าใช้จ่ายเงินทุนรวม แต่กรณีที่คิดเฉพาะค่าใช้จ่ายลงทุนเป็นเงินบาทจะมี IRR เท่ากับ 20.1 % ได้ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อไม่รวมค่าใช้จ่ายลงทุนที่ได้รับการช่วยเหลือแล้ว จะทำให้อัตราผลตอบแทนของการลงทุนเพิ่มขึ้น โดยสรุปสภาพโครงการนี้มีความเหมาะสมทั้งสภาพแรงน้ำและธรณีวิทยา เพื่อก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กถึงทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ

สุนทร ดันถาวร (2533) ศึกษาเรื่องไฟฟ้ากับการพัฒนาประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์วิเคราะห์ บทบาทของไฟฟ้ากับการพัฒนาประเทศ โดยประเมินสถานการณ์ข้อจำกัดในการพัฒนาไฟฟ้าของประเทศแล้ววิเคราะห์แนวทางพัฒนาไฟฟ้ารองรับการพัฒนาประเทศ จากการศึกษาพบว่าเป้าหมายในการพัฒนาต้องใช้พลังงานต่าง ๆ โดยเฉพาะการไฟฟ้าในฐานะเป็นปัจจัยพื้นฐานในการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มกับการผลิตต่าง ๆ ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าจึงมีความสัมพันธ์กับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ รายได้และจำนวนประชากรส่งผลให้ ความต้องการไฟฟ้าในอนาคตเพิ่มมากขึ้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการผลิต ระบบส่งและการจำหน่ายไฟฟ้าอย่างรอบคอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาไฟฟ้าในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อลดการลงทุนของภาครัฐ รวมทั้งควรมีการร่วมมือแลกเปลี่ยนและพัฒนาไฟฟ้ากับประเทศเพื่อนบ้านที่มีศักยภาพพัฒนาการผลิตไฟฟ้าสูงมาก ได้แก่ด้านการเงินในการลงทุน นโยบายของรัฐบาล การก่อสร้างและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า เทคโนโลยี ทรัพยากรธรรมชาติและบุคลากร เป็นต้น และควรมีการติดตามวิเคราะห์อย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันผลกระทบต่อการพัฒนาไฟฟ้าและเพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องกับสถานการณ์ สร้างความมั่นคงให้กับกรไฟฟ้า เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

ทีฆัมพร จอนเจดสิน (2539) ทำการศึกษาเปรียบเทียบกรณี โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ระเบิดเปรียบเทียบผลการใช้น้ำมันเตาและถ่านหินโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์โครงการด้านเศรษฐศาสตร์ให้ข้อมูลทฤษฎีที่รวบรวมจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเพื่อวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าและทรัพยากรที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาระบบไฟฟ้าในอนาคต เกณฑ์ในการเปรียบเทียบโดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนโครงการ ผลการวิเคราะห์พบว่าในกรณีใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงจะเกิดความคุ้มค่ามากกว่าการใช้ น้ำมันเตา และเมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการต่อการปรับตัวเพิ่มขึ้นของน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่ากรณีใช้ถ่านหินจะมีความมั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงของราคามากกว่าแต่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าการพิจารณาเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่จำกัดอย่างรอบคอบและเกิดความคุ้มค่าต่อส่วนรวมมากที่สุด

สุเทพ บรรณทอง (2539) ศึกษาโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบริหารโครงการ โดยศึกษาเปรียบเทียบที่ดำเนินงานในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่ง โครงการเหล่านี้ อยู่ในความรับผิดชอบของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม การเปรียบเทียบจะแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านระดับประสิทธิภาพของการบริหารโครงการ และด้านทรัพยากรบริหารที่มีต่อประสิทธิภาพของการบริหารโครงการ โดยวิธีการศึกษาจะเป็นการวิเคราะห์อัตราส่วนค่าใช้จ่ายกับผลตอบแทน (Benefit-cost analysis) สำหรับการวัดระดับประสิทธิภาพของการบริหารโครงการและวิเคราะห์ปัจจัยด้านความเพียงพอด้านบุคลากร ด้านความเพียงพอด้านงบประมาณ ด้านความเพียงพอเครื่องจักรและวัสดุอุปกรณ์ และด้านรูปแบบเทคนิคการบริหาร จากผลการศึกษาพบว่าโครงการขนาดเล็กอยู่ในระดับไม่คุ้มทุน แต่ขนาดใหญ่คุ้มทุนมากส่วนทางด้านความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรการบริหาร กับประสิทธิภาพของการบริหารโครงการ เห็นว่าคุณภาพบุคลากร และปริมาณวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เพียงพอทั้งทางด้านการบริหารและการผลิต รวมถึงการวางรูปแบบเทคนิคยังไม่เหมาะสม ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นปัจจัยสำคัญต่อการบริหารโครงการด้วยประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีการเสนอแนะให้มีการปรับปรุงด้านต่าง ๆ เพื่อให้โครงการดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.7 วิธีการศึกษา

1.7.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากเอกสาร รายงาน การศึกษาบทความ งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากผู้ประกอบการกิจการโรงไฟฟ้า ขนาดเล็กมาก และบริษัท เอกชน ที่ประกอบกิจการนำเข้าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยก๊าซธรรมชาติ ในเรื่องของเงินลงทุน ต้นทุนการผลิต และราคาขายไฟฟ้า ตลอดจนข้อมูลจากหน่วยราชการ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการลงทุน (Financial analysis of investment project) การวิเคราะห์ผลตอบแทน หรือความเป็นไปได้ในการลงทุนโดยอาศัยตัววัดผลของการลงทุนดังต่อไปนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) คือ ความแตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่ได้รับสุทธิในแต่ละปีของโครงการลงทุน กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนคงที่เกิดขึ้นในแต่ละปีของโครงการลงทุน ซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกโครงการ หลักเกณฑ์การพิจารณา คือ จะเลือกโครงการลงทุนที่ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ำกว่าศูนย์หรือเป็นบวก

$$\text{สูตรคำนวณ NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - C_t$$

โดย NPV	=	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
B _t	=	ผลตอบแทนหรือกระแสเงินสดเข้าในปี
C _t	=	ต้นทุนหรือกระแสเงินสดออกในปีที่ t
r	=	อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้
t	=	ระยะเวลาโครงการ 1, 2,.....: n
n	=	อายุโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต้นทุน (Benefit – cost ratio: BCR) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย ตลอดจนอายุของโครงการซึ่งมีเกณฑ์ในการตัดสินใจที่จะพิจารณาเลือกโครงการคือ จะเลือกโครงการที่ BCR มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1

$$\text{สูตรคำนวณ BCR ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t(1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t(1+r)^t}$$

กำหนดให้ B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในปีที่ t

r = อัตราคิดลด

t = ระยะเวลาโครงการ

n = อายุโครงการ

3. อัตราผลตอบแทนภายในการลงทุน (Internal rate of return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนหรืออัตราคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ หรือเป็นอัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์ หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุนในโครงการ เมื่อพิจารณาจากตัววัด IRR คือร้อยละของ IRR มีค่าสูงกว่าอัตราคิดลดที่ใช้ในการคำนวณผู้ลงทุนจะตัดสินใจลงทุนในโครงการนั้น เพราะมีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ สูตรในการคำนวณ IRR มีดังนี้

$$\text{สูตรคำนวณ } C_t = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+IRR)^t}$$

โดย IRR เป็นอัตราคิดลดหรือดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ $NPV = 0$

B_t = ผลตอบแทนหรือกระแสเงินสดเข้าในปี

C_t = ต้นทุนหรือกระแสเงินสดออกในปีที่ t

T = ระยะเวลาโครงการ 1, 2....., n

N = อายุโครงการ

บทที่ 2

แนวความคิดและทฤษฎี

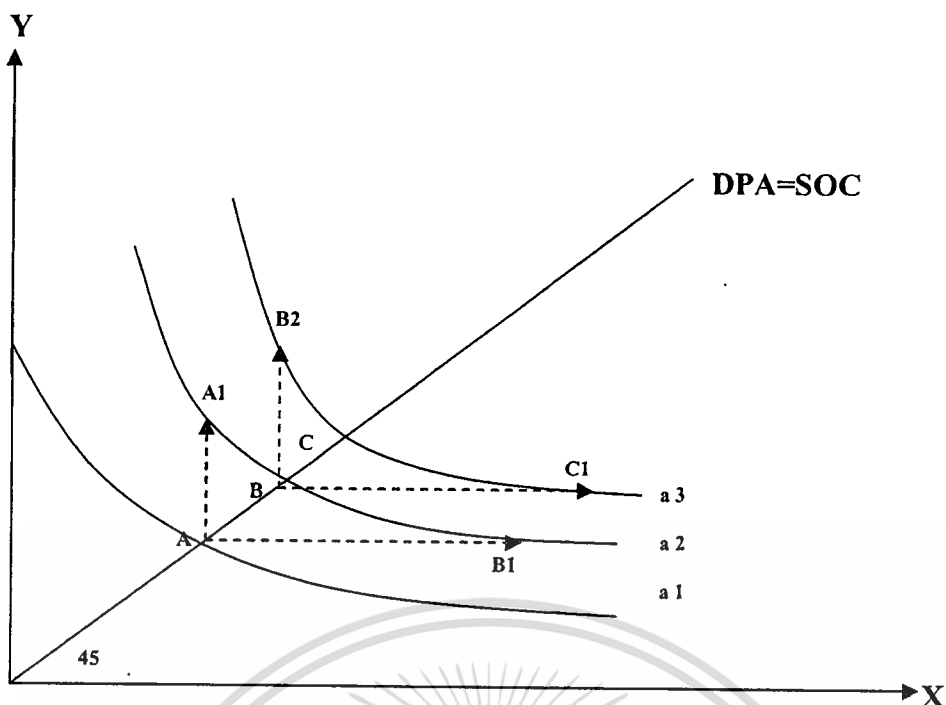
ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนของโครงการในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้า ขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบปาว์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีทฤษฎีทาง เศรษฐศาสตร์ที่ใช้คือ การเจริญเติบโตแบบไม่สมดุล (Unbalanced Growth) และการวิเคราะห์ ทางด้านการเงิน ดังนี้

แนวคิด ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีความเจริญเติบโตแบบไม่สมดุล (Unbalanced growth)

แนวความคิดของเฮิร์ชแมน (ทศนิยม เกียรติภัทรภรณ์. 2540) ที่เน้นการลงทุนในบาง อุตสาหกรรมที่เหมาะสมเท่านั้น ไม่ลงทุนหรือการพัฒนาทุกสาขาในระบบพร้อม ๆ กันไป โดยจะ เน้นการลงทุนในสาขาที่มีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็วในระยะแรกเริ่มการพัฒนา อุตสาหกรรม สิ้นค้าประเภททุนจัดว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีอัตราการขยายตัวสูงและกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาอย่าง เร็ว นอกจากนี้เฮิร์ชแมนยังเห็นว่าภาวะที่ไม่สมดุลเป็นภาวะที่ดีที่สุดที่จะทำให้เกิดการเจริญเติบโต ทางเศรษฐกิจ และ เฮิร์ชแมนเห็นด้วยกับหลักการลงทุนขนาดใหญ่ แต่เนื่องจากประเทศด้อยพัฒนา มีเงินทุนจำนวนจำกัด ฉะนั้นจึงเลือกลงทุนเฉพาะกิจการที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยลงทุน ขนาดใหญ่ในทางอุตสาหกรรมหรือสาขาการผลิตที่เห็นว่าเหมาะสม นั่นคือจะต้องเป็นกิจการที่ ก่อให้เกิดการขยายตัวอย่างกว้างขวาง การลงทุนในกิจกรรมดังกล่าวจะสร้างโอกาสในการลงทุน อื่น ๆ และสร้างสภาวะอันจะนำไปสู่ความเจริญเติบโตต่อไป การพัฒนาจะเกิดขึ้นจากความไม่ สมดุลที่ต่อเนื่องกัน ฉะนั้นจะต้องพยายามให้เกิดการไม่สมดุลในระบบ ความไม่สมดุลที่มีอยู่จะ กระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตอันจะนำไปสู่ความสมดุลใหม่และกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโต ต่อไปอีก ฉะนั้นความไม่สมดุลจึงเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาที่สำคัญ กลยุทธ์นี้จะสามารถทำลาย วงจรแห่งความยากจนในประเทศด้อยพัฒนาได้ สิ่งที่เป็นอันตรายแก่ประเทศที่ยากจน คือ สภาวะ สมดุล ณ ระดับรายได้ที่ต่ำ การผลิต การบริโภค การออม และการลงทุนปรับเข้าหากัน ณ ระดับ รายได้ที่ต่ำมากจนกระทั่งสภาวะสมดุลกลายเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโต ประเทศเหล่านี้ต้อง หาทางทำลายดุลยภาพที่ต่ำโดยใช้กลยุทธ์แบบไม่สมดุล นอกจากนี้เฮิร์ชแมนมีความเห็นว่า โอบาย พัฒนาไม่ควรมีเป้าหมายในการขยายการลงทุนทุกด้านพร้อม ๆ กัน แต่ควรที่จะเลือกและมุ่งไปยัง สาขาที่มีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงมากที่สุด โครงการลงทุนอาจจะมีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงได้ 2 แบบ คือ ความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward linkage) ได้แก่ การกระตุ้นให้เกิดการลงทุนใน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขบวนการผลิตขั้นต่อไป และความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยง ไปข้างหลัง (Backward linkage) ได้แก่ การกระตุ้นให้เกิดการลงทุนเชื่อมโยงในขบวนการผลิต ก่อนหน้านี้สิ่งสำคัญ คือจะต้องพยายามหาโครงการอุตสาหกรรมที่มีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกันให้มากที่สุด เช่นมีโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ก็จะก่อให้เกิดการขยายการผลิต ไปโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และจะทำให้เกิดโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อป้อนโรงงานผลิตชิ้นส่วนฯ และสินค้าที่ได้จากโรงงานประกอบชิ้นส่วนฯ ก็สามารถนำไปใช้กับโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้เฮิร์ทแมนยังเชื่อว่าความไม่สมดุลในระบบเศรษฐกิจที่เกิดจากกลยุทธ์ที่วางไว้ก่อนอย่างจงใจ โดยการลงทุนอุตสาหกรรมที่เลือกไว้จะก่อให้เกิดโอกาสในการลงทุนใหม่ ๆ และเป็นการวางแนวทางไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจต่อไป เขาถือว่าการพัฒนาเป็นเสมือนหนึ่ง “สายโซ่แห่งความไม่สมดุล (Disequilibrium) ที่ทำให้ความไม่สมดุลยังคงมีอยู่มีใช้ทำลายมันลง ไป ซึ่งกำไรและการขาดทุนเป็นอาการอย่างหนึ่งในระบบเศรษฐกิจมีการแข่งขัน “หากจะทำให้ระบบเศรษฐกิจเจริญก้าวหน้าต่อไปภารกิจของนโยบายการพัฒนาก็คือการดำรงไว้ซึ่งความตึงเครียด (Tensions) ความไม่ได้สัดส่วนกัน (Disproportion) และความไม่สมดุล ความไม่สมดุลนี้ส่งผลให้เกิดความสมดุลใหม่เรื่อย ๆ ไปอย่างไม่ไม่มีที่สิ้นสุด และ เฮิร์ทแมนยังแบ่งการผลิตออกเป็น 2 ประเภทคือ 1). กิจกรรมที่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง (Direct productive activity =DPA) เช่นเกษตรและอุตสาหกรรม 2). กิจกรรมพื้นฐานทางเศรษฐกิจ (Social overhead capacity=SOC) ที่จะสนับสนุนการผลิต เช่น ไฟฟ้า ประปา การคมนาคม เป็นต้น เฮิร์ทแมนมีความเห็นว่าประเทศด้อยพัฒนาควรจะมีการวางแผนลงทุนในกิจกรรมพื้นฐานทางเศรษฐกิจก่อนเมื่อ SOC ต่าง ๆ ถูกสร้างแล้ว การลงทุนด้านการผลิตโดยตรงจะเกิดขึ้นตามมาความไม่สมดุลในระบบเศรษฐกิจอาจเกิดจากการเน้นการลงทุนในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดผลผลิตโดยตรง (จาก DPA ไป SOC) เรียกว่าเป็นการพัฒนาจากการขาดแคลนปัจจัยขั้นพื้นฐาน (Development via shortage of SOC) ถ้าเลือกลงทุนในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดผลผลิตโดยตรงก่อน โดยที่ยังขาดแคลนปัจจัยพื้นฐาน คือ พัฒนาจาก DPA ไปยัง SOC จะทำให้อัตราการผลิตสูง (Development via excess of SOC) จะเลือกอนุกรมไหนย่อมแล้วแต่ว่าอนุกรมใดมี Self-propelling มากกว่า (หมายถึงอนุกรมที่ทวีค่าในตัวเองมากกว่า) ฉะนั้นในแนวทางการพัฒนาแบบขาดแคลนปัจจัยขั้นพื้นฐานจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จึงเป็นแนวทางที่ไม่ราบรื่น และอาจเป็นเพราะระบบขยายตัวช้าเกินกว่าที่ควรจะเป็นแนวทางการพัฒนาทั้งจาก SOC ไปสู่ DPA หรือ DPA ไปสู่ SOC สามารถอธิบายได้ตามรูปจากจากแนวความคิดของเฮิร์ทแมนดังนี้



ภาพที่ 2.1 แนวคิดของเฮิร์ชแมน
ที่มา: ทศนีย์ เกียรติภัทรากรณ์ (2540)

แกนตั้งแสดงหน่วยของการลงทุนด้าน SOC แกนนอนแสดงหน่วยของการลงทุนด้าน DPA เส้นโค้ง a1 , a2 , a3 แต่ละเส้นแสดงถึงส่วนประกอบของปริมาณ SOC และ DPA ที่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GNP) เท่ากัน เส้น a3 แสดงถึงระดับรายได้ที่สูงกว่าเส้น a2 และเส้น a1 ตามลำดับเส้น 45 องศา แสดงถึงปริมาณ SOC ที่เท่ากับปริมาณ DPA สมมติว่าเริ่มขยายการลงทุน SOC จาก A ไปยัง A1 การลงทุนนี้จะชักนำให้เกิดการขยายตัวของ DPA จนกระทั่งเกิดการสมดุลที่ B และระดับผลผลิตของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดจะสูงขึ้น ถ้ายังลงทุน soc ต่อไปอีกจาก B ไปยัง B2 การลงทุนใหม่นี้จะชักนำให้เกิดการขยายตัวของ DPA มาถึงจุด C ฉะนั้นแนวทางการเจริญเติบโตจะเป็น A A1B B2C แนวทางนี้คือการพัฒนาจาก SOC แต่ถ้าเริ่มจากการลงทุน DPA จาก A ไปยัง B1 จะต้องมีการขยายตัวของ SOC ถึงจุด B จึงจะสมดุล ถ้ายังคงขยายการลงทุน DPA จาก B ไปยัง C1 จะมีการขยายตัวของ SOC (ยุทธนา เผ่าพงษ์ไทย 2542)

2.2 ทฤษฎีเกณฑ์การตัดสินใจลงทุน

ปัจจุบันการวิเคราะห์โครงการโดยใช้วิธีวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทน (Cost-benefit analysis) เป็นที่แพร่หลายมากทั้งในธุรกิจเอกชนและกิจการของรัฐบาล ดังนั้นการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ก็จะใช้วิธีวิเคราะห์

ต้นทุน-ผลตอบแทน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความเป็นจริง กล่าวคือ เป็นการพิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนของโครงการ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

การวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial analysis)

เครื่องมือหรือเกณฑ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้วิเคราะห์โครงการ เพื่อที่จะนำไปสู่การเลือก ลงทุนในโครงการที่ให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด ในการวิเคราะห์ทางการเงินที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี ดังนี้คือ

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) คือ ความแตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบัน ของกระแสเงินสดที่ได้รับสุทธิในแต่ละปีของโครงการลงทุน กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีของโครงการลงทุน ซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกโครงการ หลักเกณฑ์ การพิจารณา คือ จะเลือกโครงการลงทุนที่ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ำกว่าศูนย์หรือเป็นบวก

$$\text{สูตรคำนวณ NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - C_t$$

โดย NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

B_t = ผลตอบแทนหรือกระแสเงินสดเข้าในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือกระแสเงินสดออกในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้

t = ระยะเวลาโครงการ 1, 2, n

n = อายุโครงการ

ถ้า $NPV > 0$ หรือ $NPV = 0$ โครงการนั้นน่าจะลงทุนเพราะอย่างน้อยก็คุ้มค่ากับ อัตราส่วนลด

ถ้า $NPV < 0$ โครงการลงทุนนั้นจะไม่คุ้มค่ากับอัตราส่วนลด

1.1 ข้อดีของ NPV

1.1.1 สามารถวัดค่าออกมาเป็นตัวเงิน ดังนั้นจึงสามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้ อย่างชัดเจน

1.1.2 ถึงแม้ตลาดเงินทุนจะมีความไม่สมบูรณ์ คือ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลง แต่การ ทอนมูลค่าเงินให้เป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิจะทำให้ค่าถูกต้องเสมอ ถ้ามีการเลือกอัตราส่วนลดอย่าง ถูกต้องคือไม่กำหนดอัตราส่วนลดต่ำหรือน้อยเกินไป

1.1.3 เป็นวิธีที่คำนวณหาได้ไม่ยาก

1.2 ข้อเสียของ NPV

1.2.1 ถ้ารัฐบาลมีงบประมาณจำกัดแต่มีโครงการหลาย ๆ โครงการให้เลือก โดยใช้ หลักเกณฑ์ NPV พิจารณาอาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดได้ ปัญหานี้ควรใช้หลักเกณฑ์ B/C Ratio

ไม่ว่าการณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียงลำดับโครงการและเลือกกลุ่มโครงการจนกระทั่งหมดจำนวนงบประมาณ จะได้ผลตอบแทนสูงกว่า การเลือกโดยใช้ NPV ที่สูงสุด

1.2.2 ในตลาดเงินทุนที่ไม่สมบูรณ์การเลือก Discount rate ผิดพลาดอาจทำให้ค่าของ NPV ผิดพลาดได้

2. อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต้นทุน (Benefit – cost ratio: BCR) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย ตลอดอายุของโครงการซึ่งมีเกณฑ์ในการตัดสินใจที่จะพิจารณาเลือกโครงการคือ จะเลือกโครงการที่ BCR มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1

$$\text{สูตรคำนวณ BCR ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t (1+r)^t}$$

กำหนดให้ B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในปีที่ t

r = อัตราคิดลด

t = ระยะเวลาโครงการ

n = อายุโครงการ

2.1 ข้อดีของ Benefit – Cost Ratio

2.1.1 สามารถบอกค่าผลตอบแทนต่อทุน 1 หน่วย มีมากน้อยเพียงใด

2.1.2 สามารถจัดลำดับความคุ้มค่าของโครงการ ในกรณีที่มีงบประมาณที่จำกัด และสามารถเลือกโครงการได้หลาย ๆ โครงการ

2.2 ข้อเสียของ Benefit – Cost Ratio

2.2.1 ไม่สามารถบอกถึงขนาดของความคุ้มค่าในการลงทุนได้ ซึ่งในบางครั้งทำให้ตัดสินใจผิดพลาด โดยเลือกตรงที่ Benefit – Cost Ratio ซึ่งอาจมี NPV ต่ำกว่าอีกโครงการหนึ่ง

2.2.2 จะมีความไหวตัวต่อมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ และต้นทุนอย่างมาก ถ้ามีการคิดต้นทุนบางรายการให้มีผลประโยชน์ที่ติดลบ และคิดผลประโยชน์บางรายการให้เป็นต้นทุนที่ติดลบ เช่น โครงการลดมลภาวะ (นิพนธ์ พัวพงศกร, 2537) อาจทำให้ค่า Benefit – Cost Ratio ไม่สามารถบอกถึงความเหมาะสมของโครงการได้ ซึ่งลักษณะแบบนี้การใช้หลักเกณฑ์ NPV จะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมกว่า

3. อัตราผลตอบแทนภายในการลงทุน (Internal Rate of Return หรือ IRR) คือ อัตราผลตอบแทนหรืออัตราคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ หรือเป็นอัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์ หลักเกณฑ์ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดสินใจลงทุนในโครงการ เมื่อพิจารณาจากตัววัด IRR คือ ร้อยละของ IRR มีค่าสูงกว่าอัตราคิดลดที่ใช้ในการคำนวณผู้ลงทุนจะตัดสินใจลงทุนในโครงการนั้น เพราะมีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ สูตรในการคำนวณ IRR มีดังนี้

$$\text{สูตรคำนวณ } C_t = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+IRR)^t}$$

โดย IRR เป็นอัตราคิดลดหรือดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ NPV = 0

B_t = ผลตอบแทนหรือกระแสเงินสดเข้าในปี

C_t = ต้นทุนหรือกระแสเงินสดออกในปีที่ t

T = ระยะเวลาโครงการ (1,2,.....,n)

N = อายุโครงการ

3.1 ข้อดีของ IRR

3.1.1 เป็นการวัดประสิทธิภาพส่วนเพิ่มของการลงทุนว่าเมื่อตัดสินใจลงทุนไปแล้วจะให้ผลตอบแทนอย่างไร ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจเมื่อเทียบกับค่าเสียโอกาสของทุน (อัตราส่วนลด)

3.1.2 มีประโยชน์เมื่อมีการทำ Sensitivity Analysis กล่าวคือ ถ้าต้นทุนของโครงการเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลกระทบต่อ IRR อย่างมาก ดังนั้น IRR จึงสะท้อนถึงทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

3.2 ข้อเสียของ IRR

3.2.1 อาจมีค่า IRR มากกว่า 1 ค่า ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็น 0 จึงทำให้เกิดความไม่แน่ใจว่าค่าใดเป็นค่าที่เหมาะสม

บทที่ 3

ไมโครเทอร์ไบน์

(Micro turbine)

ไมโครเทอร์ไบน์ (Micro turbine) เป็นเครื่องต้นกำลังผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่ทำงานตามวัฏจักรก๊าซเทอร์ไบน์ เทคโนโลยีของไมโครเทอร์ไบน์เป็นผลมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีในด้านเครื่องจักรก๊าซเทอร์ไบน์ (Gas turbine) อุปกรณ์ส่วนควบ (Auxiliary power equipment) และเทอร์โบชาร์จเจอร์ (Turbocharger) โดยได้เริ่มต้นพัฒนามาจากอุตสาหกรรมรถยนต์ในปี 1950 ต่อมาภายหลังได้พัฒนาเป็นเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (Micro turbine) และได้ศึกษาและทดสอบในประมาณปี 1997 จากนั้นเริ่มมีการนำมาใช้งานในปี 2000

ขนาดของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ที่ได้รับการพัฒนาอยู่ระหว่าง 30 ถึง 350 kW ที่ความเร็วรอบของเครื่องสูงประมาณ 60,000 รอบต่อนาที โดยใช้ในงานผลิตไฟฟ้าหรือผลิตงานกลได้อย่างเดียว หรือใช้เป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (Combined heat and power plant, CHP) เชื้อเพลิงที่ใช้กับไมโครเทอร์ไบน์มีหลายชนิด ประกอบด้วย ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) และเชื้อเพลิง เช่น เบนซิน (Gasoline) น้ำมันก๊าด (Kerosene) และน้ำมันดีเซล (Diesel oil) หรือก๊าซเชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนต่ำที่ได้มาจากขยะหรือของเสีย น้ำเสียหรือจากกระบวนการผลิต

นวัตกรรมใหม่สำหรับพลังงานในกลุ่มการค้าและอุตสาหกรรม โดยการใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และพลังงานความร้อนที่นำไปใช้กับงานต่าง ๆ ได้หลากหลาย อาทิ เช่น เตาอบ การผลิตน้ำร้อน เป็นต้น เครื่องไมโครเทอร์ไบน์นี้มีส่วนประกอบหลัก ๆ คือ คอมเพรสเซอร์ ใบพัด และเครื่องเผาความร้อน โดยเครื่องนี้ จะมีส่วนประกอบย่อยอีก แต่จะมีไม่มากมาย เนื่องจากการออกแบบที่มุ่งเน้นถึงด้านความสะดวก และง่ายต่อการบำรุงรักษา

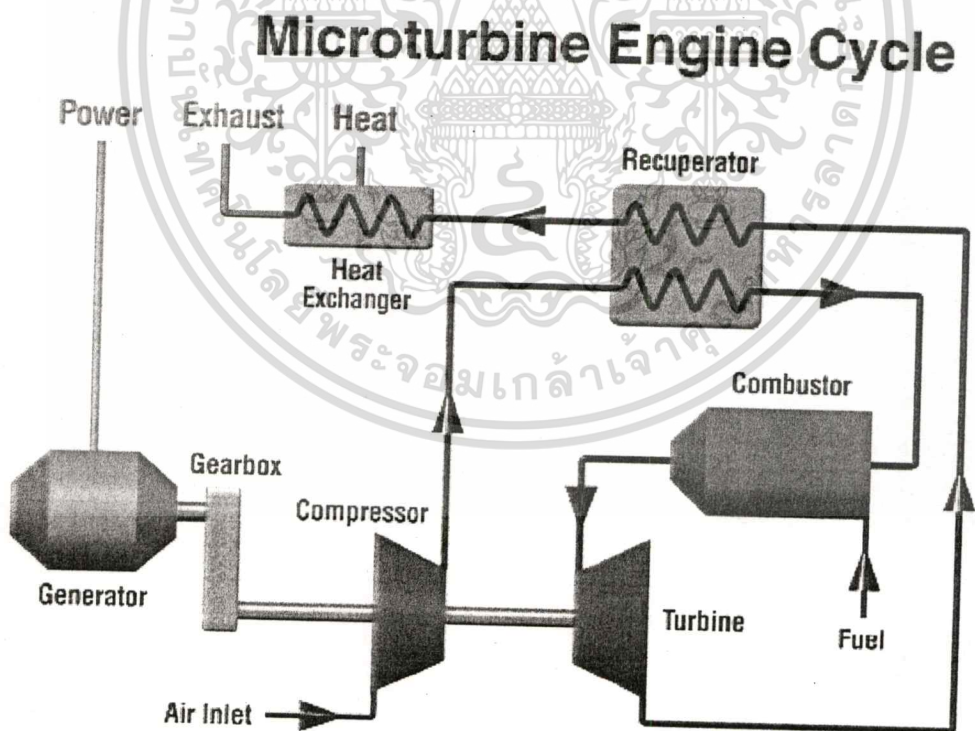
ประโยชน์ของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์

1. การใช้ความร้อนโดยตรงปริมาณความร้อนที่ได้จากเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ จำนวน 3 เครื่อง คือ 1.6 ล้าน บีทียู/ชั่วโมง (หรือ 402,000 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง) ซึ่งจะถูกส่งผ่านท่อตรงไปที่เตาอบ หรือเตาความร้อน
2. การใช้น้ำร้อน: ความร้อนที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้เพื่อผลิตน้ำร้อนโดยตรง เพื่อนำไปใช้ในการทำความสะดวกในบริเวณโรงงาน
3. ลดปริมาณแก๊ส NOx และ CO ที่ได้จากการเผาไหม้
4. ลดอัตราการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
5. เพิ่มประสิทธิภาพของกระแสไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นไฟฟ้าสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนประกอบพื้นฐาน (Basic components)

ไมโครเทอร์ไบน์เป็นเครื่องยนต์เทอร์ไบน์ขนาดเล็ก ส่วนใหญ่จะมีระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนภายใน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Recuperator (รูปที่ 3.1) ไมโครเทอร์ไบน์จะมีคอมเพรสเซอร์แบบหอยโข่ง (Centrifugal compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศที่ไหลเข้า แล้วถูกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยอาศัยความร้อนจากไอเสียที่ไหลออกจากเทอร์ไบน์ (Turbine) ใน Recuperator หลังจากนั้นอากาศร้อน ดังกล่าวถูกผสมกับเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้ามาในห้องเผาไหม้และเผาไหม้ ได้แก๊สร้อนออกมาซึ่งจะขยายตัวผ่านเทอร์ไบน์ กำลังที่ได้จากเทอร์ไบน์ส่วนหนึ่งใช้ขับคอมเพรสเซอร์ที่ติดตั้งอยู่บนเพลาคเดียวกัน ส่วนกำลังที่เหลือก็จะนำไปขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ดังที่กล่าวในตอนแรก ไอเสียที่ออกจากเทอร์ไบน์จะนำไปเพิ่มความร้อนให้กับอากาศที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ในรุ่นที่มีเพลาคเดียว (Single - shaft model) ทำงานที่ความเร็วรอบมากกว่า 60,000 รอบต่อนาที จะผลิตไฟฟ้าที่ความถี่สูง ซึ่งจะต้องปรับลดความถี่ลงมาที่ 60 Hz ส่วนในแบบสองเพลานั้น (Two - shaft version) ตัวเทอร์ไบน์ กำลังจะต่อกับกระปุกเกียร์ (Gear box) เพื่อปรับความเร็วรอบให้ได้ค่าที่เหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าที่ความถี่ 60 หรือ 50 Hz ตามมาตรฐานความต้องการแต่ละประเทศ

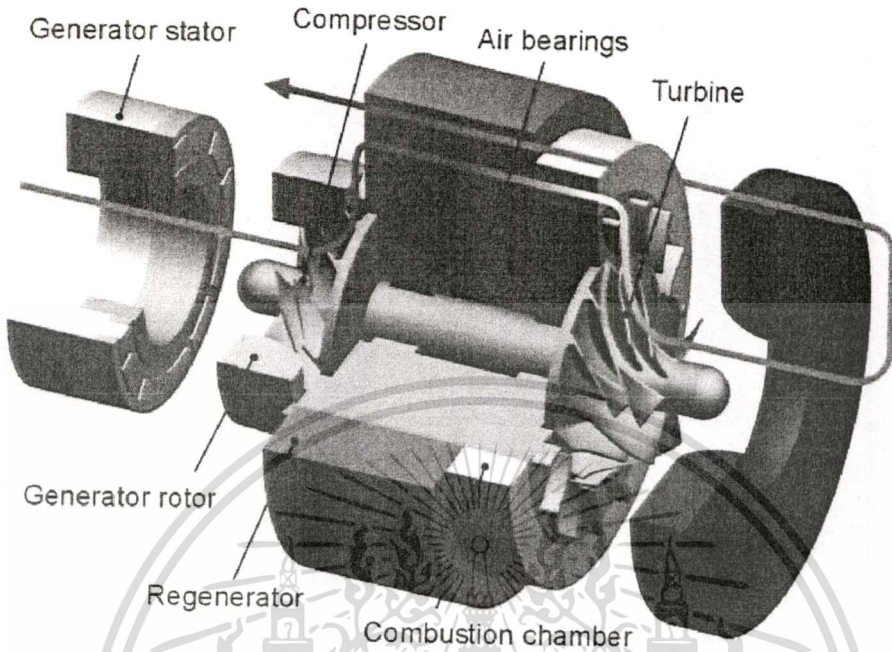


ภาพที่ 3.1 การทำงานเบื้องต้นของเครื่อง Micro turbine

ที่มา: บริษัท IR Ingersoll Rand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุดคอมเพรสเซอร์กับเทอร์ไบน์



ภาพที่ 3.2 ภาพส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์
ที่มา: <http://www.powermems.be>

ส่วนประกอบพื้นฐานของไมโครเทอร์ไบน์ก็เหมือนกับ ก๊าซเทอร์ไบน์ คือ มีคอมเพรสเซอร์เทอร์ไบน์ (ภาพ 3.2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนคอมเพรสเซอร์กับเทอร์ไบน์ โดยปกติจะติดตั้งอยู่บนเพลาดียวกัน และต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีแบริ่ง (Bearing) รองรับเพลาดูอยู่ 2 ตลับ ในอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ เช่น เพลา ได้มีการออกแบบให้มีการบำรุงรักษาน้อยและมีประสิทธิภาพความเชื่อถือได้สูง สำหรับรุ่นที่มีสองเพลา เพลาหนึ่งจะใช้ต่อระหว่างคอมเพรสเซอร์กับเทอร์ไบน์ช่วงความดันสูง และเพลที่สองจะต่อระหว่างเทอร์ไบน์ความดันต่ำกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านชุดเกียร์ เพื่อทำการปรับค่าความเร็วรอบเพื่อผลิตไฟฟ้าที่ความถี่ที่ต้องการ จุดแตกต่างในแบบสองเพลานั้นอยู่ที่การมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวมากกว่าแต่ไม่ต้องการเครื่องแปลงความถี่มาใช้งานเหมือนในแบบเพลาดียวในการผลิตไฟฟ้าให้ได้กระแสไฟฟ้าสลับที่มีความถี่ 60 Hz ข้อจำกัดของก๊าซเทอร์ไบน์ขนาดใหญ่ คือ การใช้เทอร์ไบน์และคอมเพรสเซอร์ที่มีการไหลในแนวแกนแบบหลายชั้น (Stages) เครื่องอัดอากาศของไมโครเทอร์ไบน์นั้นจะอัดอากาศในการไหลในแนวรัศมี ซึ่งเหมาะกับการไหลของอากาศที่มีปริมาณน้อยและเทอร์ไบน์คอมเพรสเซอร์ที่ไหลในแนวแกนขนาดใหญ่จะให้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าที่ไหลในแนวรัศมีโดยอัตราการไหลในไมโครเทอร์ไบน์ปกติมีค่าประมาณ 0.227 ถึง 2.27 ปอนด์ต่อวินาที ในไมโครเทอร์ไบน์เพลของกังหันอัดอากาศนั้นจะหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงประมาณ 96,000 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเอกสารนี้แล้ว กรุณาแจ้งการคัดลอกเอกสารนี้ให้ทราบด้วย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อนาที ในเครื่องขนาด 30 kW และประมาณ 80,000 รอบต่อนาที ในเครื่องขนาด 75 kW แต่ในบางรุ่น ผู้ผลิตบางรายได้พัฒนาให้มีความเร็วรอบสูงมาก เช่นกรณีของเครื่อง Capstone รุ่น C60 High pressure ที่มีขนาด 0 – 60 kW จะทำงานที่ความเร็วรอบสูงสุดที่ 116,000 รอบต่อนาที แต่ในการหมุนของเพลามีปัญหาเมื่อความเร็วของเทอร์ไบน์กับคอมเพรสเซอร์มีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากตัวเทอร์ไบน์และคอมเพรสเซอร์ติดตั้งอยู่บนเพลาดียว ดังนั้นการออกแบบเทอร์ไบน์ และคอมเพรสเซอร์ต้องให้มีความแข็งแรงพอเพียง และเป็นไปตามทฤษฎีพลศาสตร์ของอากาศ การออกแบบคอมเพรสเซอร์ที่มีการไหลในแนวรัศมีนั้น เป็นเรื่องค่อนข้างง่ายเช่นเดียวกับตัวกังหันที่ไหลในแนวแกน เพราะเคยมีการออกแบบอุปกรณ์ในรถยนต์ รถบรรทุกมาก่อน คือ เครื่องอัดอากาศแบบซูเปอร์ชาร์ตเจอร์ (Supercharger) และแบบเทอร์โบชาร์ตเจอร์ (Turbocharger) ซึ่งมีการใช้กันอย่างกว้างขวางตั้งแต่เมื่อประมาณ 80 ปีที่แล้ว ซึ่งเป็นการเพิ่มกำลังของเครื่องยนต์โดยการอัดอากาศเข้าไปในเครื่องยนต์ในซูเปอร์ชาร์ตเจอร์ (Supercharger) และเทอร์โบชาร์ตเจอร์ (Turbocharger) ในรถยนต์เล็กมีปริมาณการผลิตทั่วโลกอยู่ประมาณ 2 ล้านหน่วยต่อปี ส่วนก๊าซเทอร์ไบน์ที่มีขนาดเล็กและกำลังการผลิตไฟฟ้าในขนาดเดียวกันกับไมโครเทอร์ไบน์ได้มีการนำไปใช้งานในระบบไฟฟ้าสำรองบนเครื่องบิน ส่วนการปรับอากาศของเครื่องบินก็มีการใช้รูปแบบและการออกแบบอย่างเดียวกัน จากประสบการณ์การใช้งานในด้านต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานการผลิตส่วนประกอบของไมโครเทอร์ไบน์

2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

ไมโครเทอร์ไบน์มีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทอร์ไบน์ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบสูง ในกรณีที่ทั้ง 2 อุปกรณ์ติดตั้งอยู่บนเพลาดียวกันกับคอมเพรสเซอร์หรือขับผ่านชุดเกียร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่บนเพลาดียวกัน ชุดเกียร์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในรูปของ Permanent magnet alternator (ที่เรียกว่า Samarium – Cobalt) ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่สูง (ประมาณ 1,600 Hz สำหรับเครื่องขนาด 30 kW) ซึ่งต้องปรับลดค่าความถี่ให้ตรงกับมาตรฐานของประเทศที่นำไปใช้งาน ไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่สูงที่ได้จะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หลังจากนั้นจะเปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสตรงมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่มาตรฐาน การแปลงดังกล่าวจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลง (ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์) ตอนเริ่มสตาร์ทเครื่องจะต้องหมุนชุดรวมของคอมเพรสเซอร์กับเทอร์ไบน์ให้มีค่าความเร็วรอบสูงเพียงพอสำหรับการผลิตไฟฟ้า ในการสตาร์ทเครื่อง (Full startup) ต้องใช้เวลาในการเดินเครื่องหลายนาที

3. Recuperator

Recuperator เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้แล้วขยายตัวผ่านเทอร์ไบน์ (อุณหภูมิประมาณ 1,200 F) คายความร้อนให้แก่อากาศอัดที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 300 F ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เรียกว่า Recuperator ก่อนที่จะเข้าห้องเผาไหม้ด้วยวิธีนี้ จะสามารถลดความต้องการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ความดันของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญัดเห็นาเบเซประเษนดานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และก๊าซร้อนที่ลดลงจะทำให้กำลังงานที่ได้รับลดลงประมาณ 10 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ อุณหภูมิไอเสียภายหลังที่ออกจาก Recuperator ซึ่งมีค่าต่ำลงจะทำให้สัทธิภาพของไมโครเทอร์ไบน์ ในการประยุกต์ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมลดลงด้วย

4. กระจกบรรับเพลลา (Bearings)

ปกติจะใช้น้ำมันหล่อลื่น (Oil – lubricated) หรือฝาประกบแบบอากาศ (Air bearings) อย่างใดอย่างหนึ่งในการรองรับเพลลาของไมโครเทอร์ไบน์ ในแบบที่ใช้ฝาประกบน้ำมันหล่อลื่น (Oil – lubricated bearing) จะมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 อย่าง คือ

1. High – speed metal roller
2. Floating sleeve
3. Ceramic surface

ส่วนประกอบดังกล่าวจะช่วยยืดอายุการใช้งานและลดอุณหภูมิที่เกิดขึ้น ในการทำงานต้องใช้ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น (Oil pump) ระบบกรองน้ำมัน (Oil filtering system) และสารหล่อเย็น (Cooling liquid) ซึ่งจะเพิ่มต้นทุนของไมโครเทอร์ไบน์และค่าบำรุงรักษาด้วย ในแบบที่ใช้กระจกบรรับเพลลาแบบอากาศ (Air bearings) จะให้เพลลาของคอมเพรสเซอร์กับเทอร์ไบน์หมุนอยู่ในเบริง โดยมีอากาศเป็นตัวรองรับ จึงทำให้แรงเสียดทานต่ำ ทำให้สามารถทำงานที่ความเร็วรอบสูงขึ้น ระบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นและปั๊มน้ำมัน ดังนั้นการทำงานจึงเสียค่าใช้จ่ายน้อย และไม่ต้องมีการบำรุงรักษามากนัก เพราะไม่ต้องมีระบบที่ต้องใช้ในการจ่ายและกรองน้ำมัน

5. ชุดควบคุมการแปลงกระแสไฟฟ้า (Digital power controllers)

ลักษณะพิเศษของไมโครเทอร์ไบน์อยู่ที่ชุดควบคุมการแปลงกระแสไฟฟ้าสลับที่มีความถี่สูงที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะแปลงเป็นกระแสตรงหลังจากนั้นแปลงกลับมาเป็นกระแสสลับที่มีความถี่ 50 หรือ 60 Hz มาตรฐาน ในขณะที่เดียวกันจะต้องกรองและลดค่าฮาร์โมนิก (Harmonic) ด้วย และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ โดยทั่วไปจะเป็นไฟฟ้า 3 เฟส

3.2 ผู้ผลิต (Producer)

ในปัจจุบันมีผู้ผลิตไมโครเทอร์ไบน์หลายรายทั้งใน อเมริกา และประเทศในแถบยุโรป ซึ่งเป็นรายที่มีมาตรฐานและเทคโนโลยีการผลิตและบริการสูงมีดังนี้

1. บริษัท Bowman Power System (BPS) เป็นบริษัทในเครือ Turbogren TM ซึ่งได้พัฒนาชุดไมโครเทอร์ไบน์ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กระหว่าง 25 – 80 kW ทำงานโดยอาศัยหลักการของเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์และเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบสูงหรืออุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Capstone เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ของบริษัท Capstone มีขนาดเล็กมากใช้เทคโนโลยีพื้นฐานเดียวกับเครื่องยนต์ไอพ่น แต่ใช้ Air bearing ในการรองรับเพลลาและมีโปรแกรมในการรักษาสมดุลในการผลิตไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบสำคัญ บริษัทได้พัฒนาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์มาตั้งแต่ปี 1988 และได้ผลิตออกจำหน่ายในเดือนตุลาคม ปี 1988 ทั้งนี้บริษัทได้ทดสอบเครื่องไมโครเทอร์ไบน์มากกว่า 130 ครั้ง ทั้งในประเทศแคนาดา นิวซีแลนด์ และสหรัฐฯ เป็นระยะเวลา 350,000 ชั่วโมง

3. DTE Energy Technology – Dtech บริษัท DTE Energy Technology – Dtech พัฒนาระบบไมโครเทอร์ไบน์จากก๊าซเทอร์ไบน์ขนาดใหญ่ ซึ่งมีรุ่น ENT – 400 มีขนาดประมาณ 350 kW จัดว่าเป็นขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาไมโครเทอร์ไบน์ นอกจากนี้ยังใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความเร็วรอบสูงที่สุด ซึ่งเป็นการออกแบบที่มีลักษณะจำเพาะของบริษัทนี้ เทคโนโลยี DTE Energy มีการออกแบบและควบคุมให้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบ Microgrids หรือ Grids ใหญ่ได้

3.3 การประยุกต์ใช้งาน (Application)

วัตถุประสงค์หลักของไมโครเทอร์ไบน์คือผลิตกระแสไฟฟ้าแต่ก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานลักษณะอื่น ได้ดังนี้

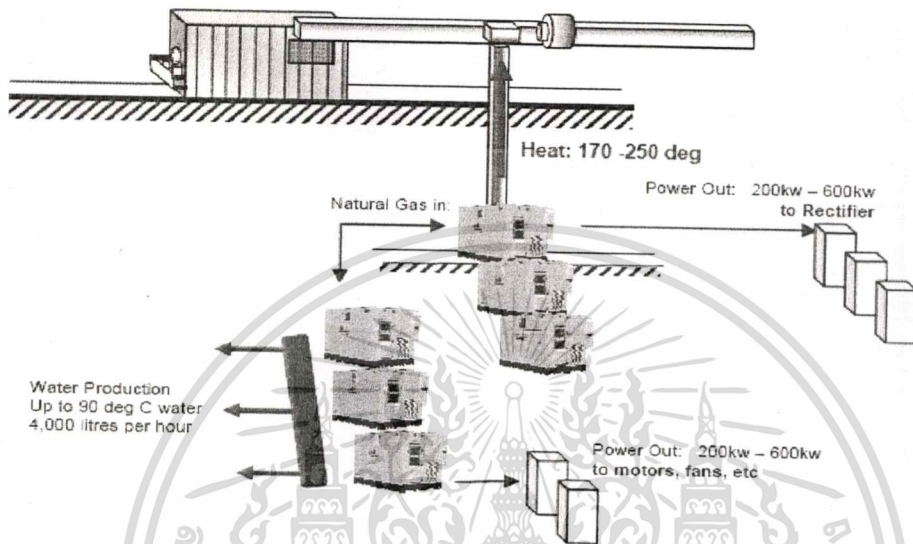
1. ทำงานผลิตไฟฟ้าเพื่อรับภาระหลัก (Base load)
2. ทำงานร่วมกันเป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม
3. ทำงานผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว
4. เป็นระบบไฟฟ้าสำรอง

ส่วนใหญ่ผู้ใช้ไมโครเทอร์ไบน์จะเป็นประเภท บริษัทการค้าสาร ภัตตาคาร ห้องเช่า ร้านค้าปลีก อาคารสำนักงาน และในภาคธุรกิจอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีที่ใช้ใน Oil and gas production fields, Wellheads, Coal mines และ Landfill operations โดยที่พวกหลังนี้จะใช้เชื้อเพลิงที่เป็นผลพลอยได้ซึ่งมีต้นทุนต่ำ จุดสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ผลิตเชื้อเพลิงเหล่านี้ซึ่งถ้าหากอยู่ห่างไกลจากไมโครเทอร์ไบน์ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินท่อมาก ในการใช้งานเป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม ความร้อนที่ได้จากไมโครเทอร์ไบน์จะใช้ในการผลิตน้ำร้อน ทำความร้อนแก่อาคาร ทำความเย็น หรือใช้ในอุปกรณ์ลดความชื้น และยังสามารถเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่อาคารหรือกระบวนการในอุตสาหกรรมที่ต้องการพลังงาน

3.4 ตัวอย่างกระบวนการทำงานและนำไปใช้

แก๊สธรรมชาติจะถูกส่งเข้าไปเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังโหลดต่าง ๆ ดัง (ภาพ 3.3)

Proposed Design:



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างกระบวนการทำงานและนำไปใช้
ที่มา: บริษัท IR Ingersoll Rand

ข้อมูลที่ต้องการทราบในการพิจารณาการใช้เครื่อง Micro turbine

1. ปริมาณการใช้และค่าไฟฟ้า
2. ปริมาณและค่าใช้จ่ายการใช้แก๊ส
3. จำนวนชั่วโมงการทำงาน
4. Thermal Load MM Btu/hr

3.5 การทำงานเป็นระบบไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP Operation)

ระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม เป็นระบบที่นำความร้อนจากไอเสียมาใช้ประโยชน์ โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งสามารถใช้ทำน้ำร้อน เป็นความร้อนเข้าในระบบปรับอากาศแบบดูดกลืนอุปกรณ์ขจัดความชื้นตลอดจนให้ความร้อนแก่อาคารและกระบวนการการผลิตแบบต่าง ๆ การประยุกต์ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมไม่สมควรจะใช้ไมโครเทอร์ไบน์ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recuperator ติดตั้งอยู่ในตัว จะทำให้อุณหภูมิของไอเสียที่ได้ลดลงทำให้ได้ความร้อนไม่เพียงพอต่อการใช้งานกับระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม

3.6 ลักษณะพิเศษของการออกแบบ (Design characteristics)

ลักษณะพิเศษของการออกแบบไมโครเทอร์ไบน์ซึ่งแตกต่าง ๆ จากเครื่องจักรทั่ว ๆ ไป คือ

1. ส่วนของพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ (Thermal output)

ไมโครเทอร์ไบน์จะผลิตพลังงานความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 205 ถึง 316 C ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้ในระบบที่ต้องการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิในช่วงดังกล่าว

2. เลือกใช้เชื้อเพลิงได้หลายแบบ (Fuel flexibility)

ไมโครเทอร์ไบน์สามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิดแตกต่างกัน เช่น ก๊าซธรรมชาติ เชื้อเพลิงเหลวต่าง ๆ ตลอดจนก๊าซทิ้ง (Waste gas) ต่าง ๆ

3. ความเชื่อถือและอายุการใช้งาน

สามารถออกแบบให้มีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 40,000 - 80,000 ชั่วโมง

4. ขนาดของเครื่อง

ไมโครเทอร์ไบน์มีการพัฒนาออกแบบมาเป็นลำดับ โดยมีขนาดระหว่าง 30 ถึง 350 kW

5. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการที่อุณหภูมิเผาไหม้มีค่าต่ำและอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงสูง เป็นให้ค่า NOx มีค่าต่ำกว่า 10 ppm เมื่อทำงานโดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

6. รูปแบบการต่อเชื่อม (Modularity)

สามารถนำเครื่องมาต่อขนานทำให้ได้เป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ

7. ขนาด (Dimensions)

ขนาดของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์โดยปกติจะครอบคลุมปริมาตรประมาณ 1.115 ลูกบาศก์เมตร

3.7 สมรรถนะ (Performance characteristics)

ไมโครเทอร์ไบน์มีจุดเด่นมากกว่าก๊าซเทอร์ไบน์หลายประการ การติดตั้ง Recuperator จะทำให้ใช้เชื้อเพลิงน้อยลง (ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น) แต่การติดตั้ง Recuperator ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียความดันภายในระบบมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพและกำลังลดลง เนื่องจากมีการแข่งขันกันมากในบรรดาผู้ผลิตไมโครเทอร์ไบน์ ดังนั้นนักออกแบบของผู้ผลิตแต่ละบริษัทจะออกแบบให้มีการสูญเสียความดันให้น้อยที่สุด และมีต้นทุนของการผลิตต่ำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนเพิ่มเติม เกี่ยวกับการเลือกอัตราส่วนความดันสำหรับการทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีความคุ้มค่าที่สุด (โดยให้กำลังสูงที่ราคาต้นทุนต่ำ) ในเครื่อง Recuperator มีปัจจัยหลักของสมรรถนะ 2 อย่าง คือ 1) การมีประสิทธิภาพสูง 2) การสูญเสียความดัน ซึ่งจะต้องพิจารณาให้รอบคอบในการตัดสินใจการเลือก Recuperator ให้มีประสิทธิภาพและมีต้นทุนที่คุ้มค่าที่สุด Recuperator ที่มีประสิทธิภาพสูงจะต้องการพื้นที่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งจะทำให้ถ่ายเทความร้อนได้มาก แต่จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายและสูญเสียความดันมากขึ้น ซึ่งจะทำให้กำลังที่ผลิตได้ลดลงและค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องไมโครเทอร์ไบน์สูงขึ้น

ในด้านสมรรถนะของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ ทั้งในทอมของประสิทธิภาพและกำลังจำเพาะ มีความไวมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะของเครื่องและการสูญเสียต่าง ๆ ภายในเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ การสูญเสียเพียงเล็กน้อยในส่วนประกอบต่าง ๆ และความสูญเสียความดันภายในเครื่อง รวมทั้งประสิทธิภาพ Recuperator มีผลกระทบอย่างมากต่อประสิทธิภาพรวมและกำลังการผลิตต่อหน่วยการไหลเชิงมวล

3.8 ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้า (Electrical efficiency)

ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของไมโครเทอร์ไบน์ที่มี Recuperator ซึ่งเป็นฟังก์ชันของอัตราส่วนการอัดอากาศที่อุณหภูมิทางเข้าเทอร์ไบน์ 844 – 955 C ผลที่แสดงเป็นค่าประสิทธิภาพทั้งหมดโดยไม่คิดการสูญเสียจากการแปลงความถี่ และ Parasitic losses แต่ปกติจะมีการสูญเสียประสิทธิภาพในการแปลงความถี่อยู่ประมาณ 5% ซึ่งจะไม่รวมอยู่ในค่าประสิทธิภาพ จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพสูงจะอยู่ระหว่างค่าอัตราส่วนความดัน 3 ถึง 4 ในส่วนของค่ากำลังงานจำเพาะของไมโครเทอร์ไบน์ที่มีค่าอุณหภูมิเผาไหม้และอัตราส่วนความดันค่าต่าง ๆ อัตราส่วนความดันที่มีค่าสูงจะทำให้กำลังจำเพาะมีค่าสูงขึ้นตามอย่างไรก็ตามเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะออกแบบให้ทำงานที่ค่าอัตราส่วนความดัน 3.5 – 5 ในตารางที่ 3.1 ได้สรุปข้อมูลและสมรรถนะของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ที่ทำงานเป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนรวมขนาดที่มีการใช้กันแพร่หลายปัจจุบัน จะอยู่ระหว่าง 30 ถึง 350 kW จากข้อมูลการต่าง ๆ ในคู่มือการใช้งานสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ ค่าความร้อน และอื่น ๆ ในส่วนของการไหลของไอเสียและอุณหภูมิที่ไหลออกจากเทอร์ไบน์ซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินค่าความร้อนที่จะนำไปใช้ในระบบผลิตความร้อนได้ ซึ่งปกติจะเป็นการผลิตน้ำร้อนให้แก่กระบวนการผลิตประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนรวมทั้งหมดเป็นผลรวมของไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดบวกกับความร้อนในน้ำร้อนที่ผลิตได้หารด้วยเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมดในระบบ การผลิตไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพจะมีประโยชน์มาก เพราะจะทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้

ตารางที่ 3.1 สมรรถนะต่างๆ ของไมโครเทอร์ไบน์

Cost & Performance	System 1	System 2	System 3	System 4
Nominal Electricity Capacity (kW)	30	70	100	350
Package cost (Baht/kW)	44,130	41,923.5	35,304	33,097.5
Total installed cost (Baht/kW)	110,310.8	89,628.03	68,886.93	59,090.07
Electric heat rate (Btu/kWh)	14,581	13,450	12,637	11,766
Electrical efficiency (%)	23.4	25.2	27	29
Fuel input (MMBtu/hr)	0.437	0.948	1.264	4.118
Required fuel gas pressure (psig)	55	55	75	135
CHP Characteristics				
Exhaust flow (lbs/sec)	0.72	1.4	1.74	5
GT exhaust temp (F)	500	435	500	60
Heat exchange exhaust temp (F)	150	130	131	140
Heat out (MMBtu/hr)	0.218	0.369	0.555	1.987
Heat output (kW equivalent)	64	108	168	582
Total CHP efficiency (%)	73	64	71	77
Power / Heat ratio	0.47	0.65	0.62	0.6
Net heat rate (Btu/kWh)	5,509	6,952	5,703	4,667
Effective electrical efficiency (%)	62	49	60	73

ข้อมูลใน (ตารางที่ 3.1) แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ ซึ่งประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้ค่า Available thermal energy ลดลง อัตราส่วนของกำลังงานต่อความร้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยซึ่งจะมีผลกระทบต่อความคุ้มค่า และการตัดสินใจของลูกค้าในการนำมาใช้งาน

ผู้ผลิตเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ในแต่ละแบบในตารางที่ 3.1 จะใช้ Recuperator ที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพระหว่างต้นทุนและสมรรถนะที่เหมาะสม ทั้งนี้พบว่าสมรรถนะของ Recuperator มีผลกระทบมาก เช่น การใช้ Recuperator ที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ประสิทธิภาพของวัฏจักรเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องเลือกอัตราส่วนความดันที่ดีที่สุดดังที่กล่าวมาแล้ว ไมโครเทอร์ไบน์ต้องการความดันในการจ่ายเชื้อเพลิงที่ 50 – 80 psia เพราะอัตราส่วนความดันที่คอมเพรสเซอร์มีค่าระหว่าง 3 – 4 ที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุด ค่าความดันที่ต้องการในการจ่ายเชื้อเพลิงในไมโครเทอร์ไบน์นั้นน้อยกว่าในก๊าซเทอร์ไบน์อุตสาหกรรม ที่มีค่าอัตราส่วนความดัน 7 – 35 โดยความดันที่ใช้ในการจ่ายก๊าซธรรมชาติในสหรัฐทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 30 – 130 psig ใน Feeder line เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ที่ระหว่าง 1 – 50 psig ภาคธุรกิจส่วนใหญ่ของสหรัฐจะใช้ไมโครเทอร์โบไนซ์ขนาด 30, 70 และ 100 kW โดยใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงความดันประมาณ 0.5 – 1 psig แต่ในกฎหมายของประเทศสหรัฐได้ห้ามมิให้มีการวางท่อก๊าซธรรมชาติความดันสูงในโครงสร้างอาคาร ดังนั้น ไมโครเทอร์โบไนซ์ที่ใช้ในภาคธุรกิจจึงจำเป็นต้องมี Fuel booster compressor เพื่อเพิ่มความดันเชื้อเพลิงจากความดันในท่อจ่ายก๊าซธรรมชาติให้มีค่าสูงพอสำหรับการควบคุมการไหลและเผาไหม้

ในไมโครเทอร์โบไนซ์ส่วนใหญ่จะมี Fuel booster compressor เป็นส่วนประกอบ ในเครื่องไมโครเทอร์โบไนซ์ที่ใช้ในการทดสอบมีการใช้ Fuel booster compressor ทั้งหมด ค่าใช้จ่ายของการเพิ่มและการติดตั้ง Fuel booster compressor ผู้ซื้อต้องเป็นผู้ออก ด้วยประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงของ Fuel booster compressor ที่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานจึงมีความคุ้มค่าการใช้งาน

ราคาของไมโครเทอร์โบไนซ์ที่ได้มีการติดตั้ง Fuel booster compressor จะได้มีต้นทุนของเครื่องไมโครเทอร์โบไนซ์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนเพิ่มขึ้นประมาณ 50 – 100 ดอลลาร์สหรัฐต่อ kW ซึ่งจะเป็นการเมของต้นทุนและกำลังงาน ในการขับเครื่อง Fuel booster compressor เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย มีเพียงบางรุ่นที่ต้องการพลังงานสำหรับการทำงานประมาณ 5 % ของงานที่ผลิตได้ทั้งหมดของเครื่องไมโครเทอร์โบไนซ์ ตัวอย่างเช่น

1. ระบบไมโครเทอร์โบไนซ์แบบ Single ขนาด 60 kW นั้นหมายความว่าถ้าเครื่องรุ่นนี้ติดตั้ง Fuel booster compressor ต้องเสียพลังงานในการทำงานของ Fuel booster compressor ประมาณ 2.6 kW

2. ในระบบที่ใช้การติดตั้งแบบขนาน 3 เครื่อง ขนาดเครื่องละ 30 kW ต้องเสียพลังงานประมาณ 4.4 kW ให้แก่ Fuel booster compressor ซึ่งผลกระทบของการสูญเสียกำลังดังกล่าวจะทำให้ประสิทธิภาพลดลงประมาณ 1.5 % ในบางรายที่ติดตั้งเครื่องไมโครเทอร์โบไนซ์ไว้ภายนอกอาคาร สามารถประหยัดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องโดยใช้ท่อส่งก๊าซสาธารณะที่มีความดันของก๊าซเพียงพอที่ไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Fuel booster compressor เพิ่ม

3.9 สมรรถนะตอนรับโหลดต่ำกว่าพิกัด (Part – load performance)

การเปลี่ยนแปลงค่าโหลดในไมโครเทอร์โบไนซ์จากตำแหน่งที่ไม่มีโหลดมาที่มีภาระเต็มพิกัดและการเปลี่ยนแปลงจากค่าโหลดเต็มพิกัดมาอยู่ที่ตำแหน่ง Off – load อย่างทันทีทันใดนั้นจะต้องคอยดูแลให้ดี เพราะจะมีผลทำให้การสะสมพลังงานในเครื่องไมโครเทอร์โบไนซ์ ขณะที่มีความเร็วรอบสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสียหายกับเทอร์โบไนซ์ได้ และการที่กำลังลดลงเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโหลดของการเดินเครื่องนั้นจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ผลกระทบของสภาพแวดล้อมต่อสมรรถนะ (Effect of ambient conditions on performance)

การเดินเครื่องภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันก็มีผลกระทบต่อกำลังงานที่ผลิตได้และประสิทธิภาพ เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้น ทั้งกำลังงานและประสิทธิภาพจะมีค่าลดลง กำลังงานที่ลดลงเป็นผลโดยตรงจากอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่ลดลง (เมื่อความหนาแน่นของอากาศลดลงซึ่งมาจากอุณหภูมิ) และประสิทธิภาพจะลดลงเพราะคอมเพรสเซอร์มีความต้องการกำลังขับที่มากขึ้นในการอัดอากาศที่อุณหภูมิสูง แต่ถ้าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปตรงข้าม คือ อุณหภูมิอากาศลดลง กำลังงานและประสิทธิภาพจะมีค่าเพิ่มขึ้น

3.11 การนำความร้อนกลับมาใช้งานใหม่ (Heat recovery)

เพื่อให้ได้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากไอเสีย ให้มีประสิทธิภาพ ปกติความร้อนจากไอเสียสามารถนำกลับมาใช้งานได้หลายอย่าง เช่น เพิ่มความร้อนให้แก่ น้ำ ทำความร้อนภายในอาคาร และใช้งานในอุปกรณ์ที่อาศัยความร้อนต่าง ๆ เช่น ใน Chiller แบบดูดกลืนหรืออุปกรณ์ลดความชื้น

ประสิทธิภาพของระบบไมโครเทอร์ไบน์ที่ทำงานเป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม จะขึ้นกับอุณหภูมิของไอเสียมาก ด้วยเหตุนี้ระบบไมโครเทอร์ไบน์ที่ใช้เป็นระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมจึงมีประสิทธิภาพและอัตราส่วนความร้อนและกำลังแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะการออกแบบเครื่อง และต้นทุนผลิตเครื่องไมโครเทอร์ไบน์และ Recuperator และผลกระทบของราคา ซึ่งขึ้นกับขนาดของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ด้วย

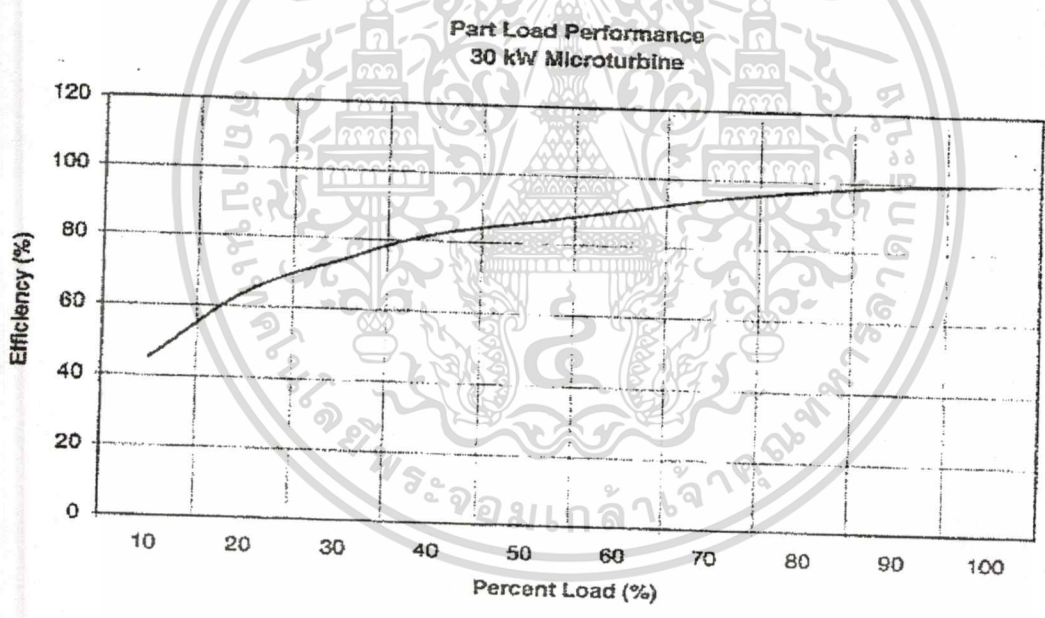
3.12 การเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (Performance and Efficiency Enhancement)

1. Recuperator ไมโครเทอร์ไบน์ส่วนใหญ่จะมี Recuperator รวมอยู่ในเครื่องด้วย การใช้ Recuperator ที่มีประสิทธิภาพ (Recuperator ที่มีประสิทธิภาพจะมีค่าประสิทธิภาพประมาณ 90% สูงสุด) จะทำให้ ประสิทธิภาพของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น ที่อัตราส่วนความดัน 3.2 ค่าประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นจากประมาณ 14 % จากกรณีที่ไม่มี Recuperator เป็น 29 % ขึ้นอยู่กับรายละเอียดของส่วนประกอบเครื่องที่ไม่มี Recuperator จะเหมาะสำหรับการใช้งานในสถานะฉุกเฉินเป็นระบบสำรอง โดยปกติการเพิ่ม Recuperator ในไมโครเทอร์ไบน์ จะช่วยประหยัดเชื้อเพลิงและทำให้ต้นทุนไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่ำลง

แต่ก่อนได้มีการนำเอา Recuperator มาใช้ก๊าซเทอร์ไบน์อุตสาหกรรมแต่ไม่ประสบความสำเร็จ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือการรั่ว ของ Recuperator ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างกันมากของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายตัวของชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นและการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิของอากาศกับไอเสียในเครื่องทันทานของวัสดุ Alloy มีความแข็งแรงสูง มีการเชื่อมที่มีคุณภาพสูงและอาศัยการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อหลีกเลี่ยงการขยายตัวที่มีความแตกต่างกันมากภายในเครื่อง Recuperator ที่เป็นสาเหตุของการรั่ว การใช้ Recuperator เป็นการเพิ่มต้นทุนซึ่งจะทำให้ ความคุ้มค่าของการใช้ในงานไมโครเทอร์ไบน์ลดลง แต่ก็มีข้อดีคือทำให้อายุการใช้งานของไมโครเทอร์ไบน์เพิ่มขึ้น

ผลของการรวมเอา Recuperator เข้ามาในไมโครเทอร์ไบน์ ทำให้มีการสูญเสียความร้อนภายใน Recuperator และในส่วนของท่อที่ต่อกับ อุปกรณ์ส่วนอื่นด้วย โดยในการสูญเสียความดันนี้ในบางรุ่นส่งผลทำให้มีการสูญเสียกำลัง 10 – 15 % และการสูญเสียที่จุดต่อจะเป็นปัจจัยของการสูญเสียความดันภายในซึ่งการเพิ่มหรือลดลงของอัตราส่วนของความดันจะมีผลต่อการผลิตไฟฟ้าและกำลังงานที่ได้รับจากกระบวนการขยายตัวในภาพที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของ Recuperator และประสิทธิภาพของไมโครเทอร์ไบน์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าประสิทธิภาพของ Recuperator มีบทบาทสำคัญต่อค่าประสิทธิภาพของระบบมาก



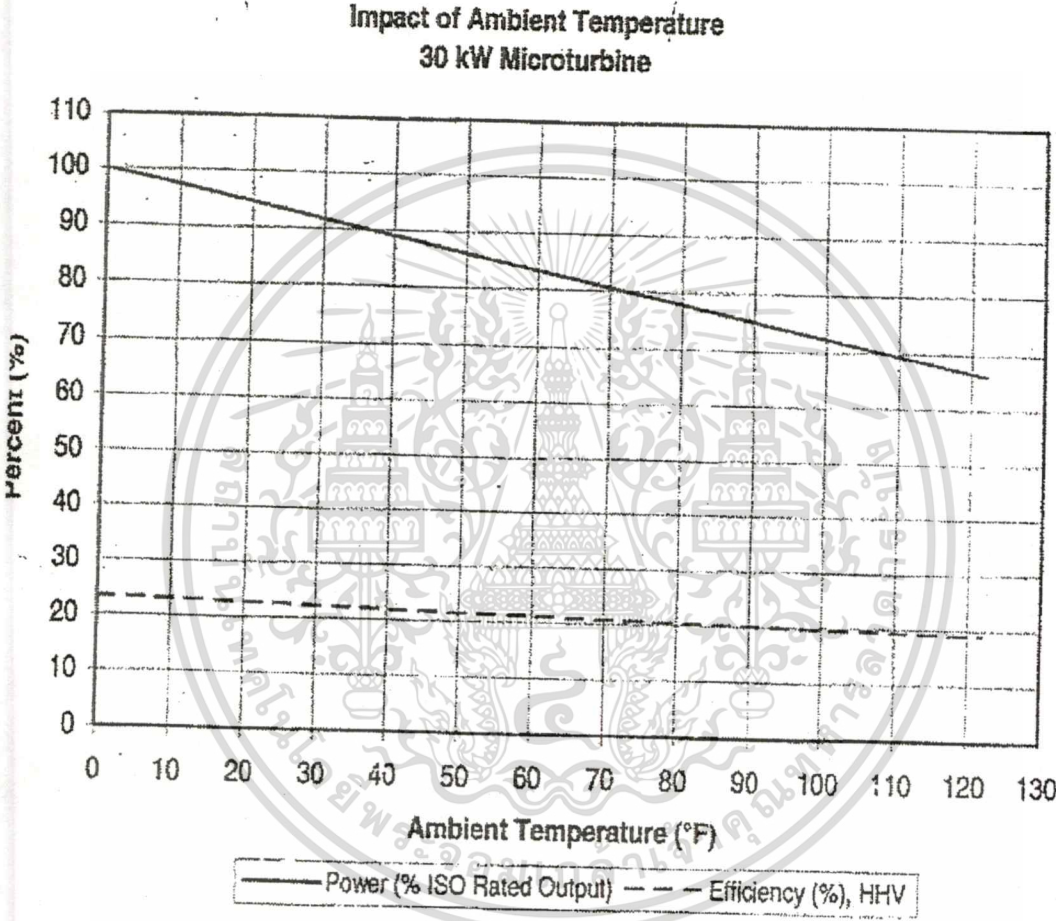
ภาพที่ 3.4 ประสิทธิภาพของเครื่อง Micro turbine ที่ค่าของ Load ต่าง ๆ

2. อุณหภูมิการเผาไหม้ (Firing temperature) ในเทอร์ไบน์ขนาดใหญ่ที่มีอัตราการไหล 25 ถึง 2000 lbs/sec จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถลดอุณหภูมิในระบบ เพื่อให้ไม่ให้อุณหภูมิการเผาไหม้สูงกว่าขีดจำกัดการทนทานของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์ไบน์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องคิดค้นเทคโนโลยีที่สามารถ ทำให้วัสดุที่นำมาทำเทอร์ไบน์ สามารถทนอุณหภูมิสูงจากการเผาไหม้ได้ อุปสรรคในการพัฒนาไมโครเทอร์ไบน์ที่สำคัญประการหนึ่ง คือการแผ่รังสีความร้อน 3 มิติในเทอร์ไบน์ซึ่งมี ค่าสูงจึงได้มีความคิดในการพัฒนาวัสดุที่มีการแผ่รังสีต่ำมาใช้ทำเทอร์ไบน์เพื่อลดการแผ่รังสีที่จะทำให้อุณหภูมิ สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การลดอุณหภูมิอากาศเข้า (Inlet air cooling)

ดังที่แสดงในภาพที่ 3.5 กำลังงานและประสิทธิภาพของไมโครเทอร์ไบน์มีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมมีค่าสูงขึ้น การใช้ระบบทำความเย็นภายในสามารถที่จะลดความต้องการกำลังได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูง การใช้ระบบทำความเย็น ภายในเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการทำความเย็นให้แก่เทอร์ไบน์ขนาดใหญ่อยู่แล้วดังนั้นจึงสามารถลดขนาดของระบบทำความเย็นมาใช้งานในไมโครเทอร์ไบน์ได้



ภาพที่ 3.5 ผลกระทบของอุณหภูมิแวดล้อมต่อสมรรถนะของเครื่อง Micro turbine ขนาด 30 kW

การลดอุณหภูมิของอากาศแบบการระเหยกลายเป็นไอ (Evaporative cooling) เป็นเทคนิคที่มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด ซึ่งจะใช้วิธีฉีดน้ำให้เป็นละอองเข้าสู่อากาศโดยตรงแลกเปลี่ยนความร้อนจะทำให้ น้ำดังกล่าวระเหยกลายเป็นไอ ทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลง ขีดจำกัดความสามารถในการลดอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่กระเปาะเปียก ส่วนมากอุณหภูมิกระเปาะแห้งจะสูงกว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียกอยู่ 20° F แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้จำเป็นต้องใช้น้ำจำนวนมากซึ่งจะเป็นอุปสรรคสำคัญในเขตพื้นที่ภูมิอากาศแห้ง

วิธีการลดอุณหภูมิอากาศเข้าโดยวิธีอื่น ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องทำน้ำเย็น หรือการทำ ความเย็นแบบ ดูดกลืน (Absorption) ซึ่งอาศัยการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศกับน้ำเย็นทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของโครงการเพื่อการศึกษาและวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาระบบพลังงานทดแทน การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดความดันตกที่ทางเข้า คอมเพรสเซอร์ ซึ่งส่งผลให้กำลังงานและประสิทธิภาพของวัฏจักร มีค่าลดลงแต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศแบบระเหยกลายเป็นไอแล้ว จะมีต้นทุนสูงกว่าซึ่งอาจทำให้เทคโนโลยีนี้มีความเป็นไปได้น้อยกว่าในการนำมาใช้

3.13 เชื้อเพลิง (Fuels)

ได้มีการออกแบบไมโครเทอร์โบให้ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลัก อย่างไรก็ตามก็สามารถจะใช้เชื้อเพลิงอื่น ๆ ดัง (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ชนิดของเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่สามารถใช้ได้ไมโครเทอร์โบ

Gas	Composition
Liquefied petroleum gas (LPG)	Propane, Butane mixtures
Sour gas	Unprocessed Natural Gas
Biogas	Landfill gas, Sewage digester gas, Waste digester gas
Industrial waste gas	Flare gas, Process off-gas
Manufactured gases	Low and Medium-BTU gas

เมื่อมีการใช้ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มาจากของเสีย ก๊าซเหล่านั้นโดยมากจะมีลักษณะเป็นกรดเฉพาะ (H_2S , Halogen acid, HCN; Ammonia: salts and metal-containing compounds; Organic halogen, sulfur-, Nitrogen-, และ Silicon-containing compound) และน้ำมัน ในการเผาไหม้ Halogen และ Sulfur compound จาก halogen acid, SO_2 , SO_3 , มลพิษ H_2SO_4 โดยกรดของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดสามารถกัดกร่อนอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะ

บทที่ 4

วิเคราะห์ความเป็นได้ทางการเงิน

4.1 การวิเคราะห์ทางการเงิน

การวิเคราะห์ทางการเงินทำให้ทราบถึงผลกำไรที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งการวางแผนการเงินที่เหมาะสม ทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่มีปัญหาทางการเงินเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ

โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้น เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม เพื่อสนองความต้องการพลังงานไฟฟ้าของธุรกิจ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการวิเคราะห์โครงการในส่วนนี้ จึงเป็นการพิจารณาผลตอบแทนทางการเงินว่าเป็นอย่างไร คำนวณค่ากับการลงทุนหรือไม่ โดยนำต้นทุนค่าใช้จ่ายและรายได้ที่เกิดขึ้นแต่ละปีจนถึงสิ้นสุดโครงการมาคิดทอนเป็นค่าปัจจุบัน (Present value) โดยมีดัชนีวัดความสำเร็จของโครงการ เช่น Net Present value Approach (NPV) , B/C ratio , Internal rate of return (IRR)

ไมโครเทอร์ไบน์นั้นเป็นเครื่องจักรที่ค่อนข้างซับซ้อนและการซื้อเครื่องจักรนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงมีบริษัทเพียงไม่กี่รายที่นำเข้า และบริษัทที่นำเข้านั้นต้องมีศักยภาพพอที่จะดูแลลูกค้าได้เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาในการใช้งานอีกด้วย ดังนั้น ในการวิเคราะห์ทางการเงินของการศึกษานี้จะศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน ของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์ โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 2 ระบบ คือ ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม 4 ขนาด คือ

1. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 30 kW ของบริษัท Capstone รุ่น Model 330
2. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 70 kW ของบริษัท IR Energy System รุ่น 70 LM
3. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 100 kW ของบริษัท Turbec รุ่น T 100
4. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 350 kW ของบริษัท DTE

4.2 สมมุติฐานการศึกษา

1. กำหนดให้ใช้เงินลงทุนส่วนตัวสำหรับโครงการนี้

2. อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราอยู่ที่ 36 บาท ต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ ฯ
3. ให้อุปกรณ์ทำงานที่ Load factor 85%
4. ระยะเวลาการเดินเครื่อง 8,750 ชั่วโมงต่อปี
5. ราคาขายก๊าซธรรมชาติให้แก่ผู้ผลิต ไฟฟ้าขนาดเล็กมาก เท่ากับ 160 บาทต่อ MMBtu
6. อายุสัญญาโครงการ 10 ปี โดยเริ่มโครงการปี 2550
7. ภาษีนำเข้าอุปกรณ์มีอัตรา 5 %
8. คิดอัตราค่าไฟฟ้าที่ขายรวมหักภาษีเท่ากับ 3.3 บาท /หน่วย และมีการกำหนดส่วนเพิ่มในราคาซื้อไฟฟ้าให้แก่ผู้ผลิต ไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้น 9.60% ทุก ๆ 3ปี
9. พลังงานความร้อนสามารถแปลงเป็นรายได้ โดยมีค่าเท่ากับ ค่าความร้อนที่เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ผลิตได้ (MMBtu/hr) x ราคาขายก๊าซธรรมชาติให้แก่ผู้ผลิต ไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ซึ่งเท่ากับ 160 บาทต่อ MMBtu x ชั่วโมงการทำงานของไมโครเทอร์ไบน์ (hr) โดยเป็นการแสดงให้เห็นถึงการประหยัดในกรณีของอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ความร้อนใน กระบวนการผลิต แต่จะไม่นำมาคิดกรณีที่เป็นระบบผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว
10. อัตราผลตอบแทนของโครงการต้องมากกว่า 12 %
11. มูลค่าซากของไมโครเทอร์ไบน์อายุ 10 ปีราคา 20,000 บาท

4.3 การประมาณการด้านรายจ่าย

เงินลงทุนโครงการ (Capital cost)

เงินลงทุนโครงการหรือต้นทุนการลงทุนพื้นฐาน (Capital cost) ของ โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหรือ โรงงานใด ๆ ประกอบด้วย ผลรวมของค่าใช้จ่ายทุกประเภทที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างจนแล้วเสร็จพร้อมที่จะดำเนินการผลิต เช่น การออกแบบโรงไฟฟ้า การก่อสร้างอาคารต่าง ๆ งานวิศวกรรม ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่าแรงงาน ค่าประกอบและติดตั้งอะไหล่ การขออนุญาต การบริหาร โครงการ และดอกเบี้ยระหว่างก่อสร้าง เป็นต้น โดยสรุปเงินลงทุนโครงการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง (ตาราง 4.1 และ ตาราง 4.2) เป็นค่าใช้จ่ายได้ 2 ประเภท คือ

1. ต้นทุนและราคาของเครื่อง (Equipment Cost)
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ (Project Management Cost)

ตารางที่ 4.1 ราคาประเมินของไมโครเทอร์ไบน์ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

องค์ประกอบต้นทุน	ระบบ 1	ระบบ 2	ระบบ 3	ระบบ 4
อัตราการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจริง (กิโลวัตต์)	30	70	100	350
ต้นทุน (บาทต่อกิโลวัตต์)				
ไมโครเทอร์ไบน์	42,000	41,166	31,500	29,400
ระบบคอมพิวเตอร์	-	-	-	-
ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่	-	-	-	-
ระบบควบคุมและตรวจสอบ	7,518	6,006	5,040	2,394
ต้นทุนและราคาเครื่อง (บาทต่อกิโลวัตต์)	49,518	47,166	36,540	31,794
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ (บาทต่อกิโลวัตต์)	32,886	25,494	18,942	17,388
เงินลงทุนโครงการ (บาทต่อกิโลวัตต์)	82,404	72,660	55,482	49,182

ที่มา : Energy Nexus Group

ตารางที่ 4.2 ราคาประเมินของไมโครเทอร์ไบน์ระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าการผลิตไฟฟ้าและมี
ความร้อนร่วม

องค์ประกอบต้นทุน	ระบบ 1	ระบบ 2	ระบบ 3	ระบบ 4
อัตราการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจริง (กิโลวัตต์)	30	70	100	350
ต้นทุน (บาทต่อกิโลวัตต์)				
ไมโครเทอร์ไบน์	42,000	43,260	33,600	31,500
ระบบคอมพิวเตอร์	-	-	-	-
ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่	9,450	-	-	-
ระบบควบคุมและตรวจสอบ	7,518	6,006	5,040	2,394
ต้นทุนและราคาเครื่อง (บาทต่อกิโลวัตต์)	58,926	49,266	38,640	33,894
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ (บาทต่อกิโลวัตต์)	46,764	36,036	26,964	22,302
เงินลงทุนโครงการ (บาทต่อกิโลวัตต์)	105,672	94,752	75,054	65,646

ที่มา : Energy Nexus Group

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อปี

ในการลงทุนโครงการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละปีดังนี้

1. ต้นทุนจากเชื้อเพลิง (Fuel cost)

เป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติของไมโครเทอร์ไบน์ในแต่ละขนาด

2. ต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษา (Operation and maintenance cost)

การเดินเครื่องและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้น จะเริ่มต้นหลังจากทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ด้วยการควบคุมการเดินเครื่องให้ทำงานได้ปกติและการป้องกันเหตุที่อาจเกิดขึ้น โดยปกติจะมีการตรวจซ่อมทุก ๆ 20,000 ถึง 40,000 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับการออกแบบ และกำหนดเวลาของผู้ผลิต โดยมีอัตราการเดินเครื่องและการบำรุงรักษาเฉลี่ยที่แปรผันตามอัตราแลกเปลี่ยนคือ 0.005 \$/kWhr

3. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation cost)

ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้มูลค่าซากของไมโครเทอร์ไบน์อายุ 10 ปี เท่ากับราคา 20,000 บาท ดังนั้น ค่าเสื่อมราคาต่อปี คิดได้จาก

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = \frac{\text{ต้นทุนและราคาของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์} - 20,000 \text{ บาท}}{\text{อายุโครงการ}}$$

4.3.3 รายละเอียดของการประมาณเงินลงทุนในโครงการทั้งหมดของโครงการโดยแยกในแต่ละขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ทั้งระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

1. การประมาณเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายของระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ดังแสดงใน (ตารางที่ 4.3)

2. การประมาณเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายของระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม ดังแสดงใน (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปค่าใช้จ่ายของระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

	ระบบ 1	ระบบ 2	ระบบ 3	ระบบ 4
ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (kW)	30	70	100	350
4.3.1 ต้นทุนและราคาของเครื่อง				
(1) ราคาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (บาท/กิโลวัตต์)	49,518	47,166	36,540	31,794
(2) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)	30	70	100	350
(3) ราคาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (บาท) (3) = (1) * (2)	1,485,540	3,301,620	3,654,000	11,127,900
(4) ภาษีนำเข้า 5 % (4) = (3) * 5%	74,277	165,081	182,700	556,395
(5) ราคาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์รวมภาษีนำเข้า (บาท) (5) = (3) + (4)	1,559,817	3,466,701	3,836,700	11,684,295
(6) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (บาท/กิโลวัตต์)	32,886	25,494	18,942	17,388
(7) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)	30	70	100	350
(8) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตามกิโลวัตต์ (บาท) (8) = (6) * (7)	986,580	1,784,580	1,894,200	6,085,800

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)					
(9) รวมต้นทุนและราคาของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ทั้งหมด (บาท)					
(9) = (5) + (8)					
		2,546,397	5,251,281	5,730,900	17,770,095
(9) เงินลงทุนในปีแรกของโครงการ (บาท)					
4.3.2 ต้นทุนจากเชื้อเพลิง ต่อปี					
(10) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)		30	70	100	350
(11) ระยะเวลาการเดินเครื่องต่อปี (ชั่วโมง)		8,760	8,760	8,760	8,760
(12) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า 85%		0.85	0.85	0.85	0.85
(13) ราคาเชื้อเพลิง (บาท/MMBtu)		160	160	160	160
(14) สัมประสิทธิ์ของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ กรณีผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว		0.019	0.019	0.019	0.019
(15) รวมต้นทุนจากเชื้อเพลิง ต่อปี					
(15) = (10) * (11) * (12) * (13) * (14)					
		679,075	1,584,509	2,263,584	7,922,544
4.3.3 ต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษา ต่อปี					
(16) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)		30	70	100	350

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

(19) ระยะเวลาการเดินเครื่องต่อปี (ชั่วโมง)	8760	8760	8760	8760
(20) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า 85%	0.85	0.85	0.85	0.85
(21) รวมต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษา ต่อปี (21) = (16) * (17) * (18) * (19) * (20)	40,208	93,820	134,028	469,098
4.3.4 ค่าเสื่อมราคา ต่อปี				
(22) รวมต้นทุนและราคาของเครื่องไม่โครเทอร์โมอินทรีย์ทั้งหมด	2,546,397	5,251,281	5,730,900	17,770,095
(23) ราคาซากเครื่องไม่โครเทอร์โมอินทรีย์อายุ 10 ปี	20,000	20,000	20,000	20,000
(24) ค่าเสื่อมราคาต่อปี (24) = [(22) - (23)]/10	252,640	523,128	571,090	1,775,010
(25) ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (25) = (15) + (21) + (24)	971,923	2,201,457	2,968,702	10,166,652

ที่มา : จากการศึกษาและคำนวณ

ตารางที่ 4.4 ตารางสรุปค่าใช้จ่ายของระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนรวม

	ระบบ 1	ระบบ 2	ระบบ 3	ระบบ 4
ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (kW)	30	70	100	350
4.3.1 ต้นทุนและราคาของเครื่อง				
(1) ราคาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (บาท/กิโลวัตต์)	58,926	49,266	38,640	33,894
(2) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)	30	70	100	350
(3) ราคาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ (บาท) (3) = (1) * (2)	1,767,780	3,448,620	3,864,000	11,862,900
(4) ภาษีนำเข้า 5 % (4) = (3) * 5%	88,389	172,431	193,200	593,145
(5) ราคาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์รวมภาษีนำเข้า (บาท) (5) = (3) + (4)	1,856,169	3,621,051	4,057,200	12,456,045
(6) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานโครงการ (บาท/กิโลวัตต์)	46,764	36,036	26,964	22,302
(7) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)	30	70	100	350
(8) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานโครงการตามกิโลวัตต์ (บาท) (8) = (6) * (7)	1,402,920	2,522,520	2,696,400	7,805,700
(9) รวมต้นทุนและราคาของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ทั้งหมด (บาท) (9) = (5) + (8)	3,259,089	6,143,571	6,753,600	20,261,745

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)	(9) เงินลงทุนในปีแรกของโครงการ (บาท)	3,259,089	6,143,571	6,753,600	20,261,745
4.3.2 ต้นทุนจากเชื้อเพลิง ต่อปี					
(10) อัตราการใช้เชื้อเพลิง (MMBtu/ชั่วโมง)	0.44	0.95	1.26	4.12	
(11) ระยะเวลาการเดินเครื่องต่อปี (ชั่วโมง)	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760
(12) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า 85%	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
(13) ราคาเชื้อเพลิง (บาท/MMBtu)	160	160	160	160	160
(14) รวมต้นทุนจากเชื้อเพลิง ต่อปี (14) = (10) * (11) * (12) * (13)	524,198	1,131,792	1,501,114	4,908,403	
4.3.3 ต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษา ต่อปี					
(15) ขนาดของไมโครเทอร์ไบน์ (กิโลวัตต์)	30	70	100	350	
(16) ต้นทุนประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องไมโครเทอร์ไบน์	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
(17) อัตราแลกเปลี่ยน 36 บาทต่อ 1 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ	36	36	36	36	36
(18) ระยะเวลาการเดินเครื่องต่อปี (ชั่วโมง)	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760
(19) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า 85%	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

(20) รวมต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษา ต่อปี (20) = (15) * (16) * (17) * (18) * (19)	40,208	93,820	134,028	469,098
4.3.4 ค่าเสื่อมราคา ต่อปี				
(21) รวมต้นทุนและราคาของเครื่องไม่โครเทอร์โมไนน์ ทั้งหมด	2,546,397	5,251,281	5,730,900	17,770,095
(22) ราคาซากเครื่องไม่โครเทอร์โมไนน์อายุ 10 ปี	20,000	20,000	20,000	20,000
(23) ค่าเสื่อมราคา ต่อปี (23) = [(21) - (22)]/10	252,640	523,128	571,090	1,775,010
(24) ค่าใช้จ่ายรวม ต่อปี (24) = (14) + (20) + (23)	776,838	1,748,740	2,206,232	7,152,511

ที่มา : จากการศึกษาและคำนวณ

4.4 การประมาณการด้านรายรับ

รายรับของโครงการเกิดจากการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก มีอายุสัญญาโดยทั่วไปคือระยะเวลา 10 ปี โดยรายรับมาจากจำนวนชั่วโมงงานไฟฟ้าต่อหน่วย โดยมีอัตราตามที่มีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกำหนดให้โดยเฉลี่ยราคาค่าไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากในปี 2551 รวมหักภาษีเท่ากับ 3.3 บาท/หน่วย และมีการกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าให้แก่ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้น 9.60% ทุก ๆ 3 ปี (ที่มา: จากการสำรวจ)

รายรับของโครงการที่เกิดจากการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากนี้แบ่งการคิดออกเป็น 2 แบบตามระบบของไมโครเทอร์ไบน์คือ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม โดยใช้วิธีการดังนี้

1. ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

รายได้ต่อปี = ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า (%) x พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (กิโลวัตต์) x ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง) x ราคารับซื้อไฟฟ้า (บาท)

ดังแสดงใน (ตารางที่ 4.5), (ตารางที่ 4.7), (ตารางที่ 4.9) และ (ตารางที่ 4.11) ของระบบ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

2. ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

รายได้ต่อปี = รายได้จากการขายไฟฟ้า (บาท) + รายได้จากการขายพลังงานความร้อน (บาท)
 = {ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า (%) x พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (กิโลวัตต์) x ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง) x ราคารับซื้อไฟฟ้า (บาท)}
 + {พลังงานความร้อนที่ผลิตได้ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง) x ค่าความร้อนที่คิดเป็นเงิน (โดยคิดที่ 160 บาท/MMBtu)}

ดังแสดงใน (ตารางที่ 4.6), (ตารางที่ 4.8), (ตารางที่ 4.10) และ (ตารางที่ 4.12) ของระบบ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบไนต์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 30 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ระหว่างปี พ.ศ.2551 – 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h)	ราคารับซื้อไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทุก 3 ปี (บาท/kWh)	รายได้รวมต่อปี (บาท)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(1)*(2)*(3)*(4)
2551	0.85	30	8,760	3.3000	737,154.00
2552	0.85	30	8,760	3.3000	737,154.00
2553	0.85	30	8,760	3.3000	737,154.00
2554	0.85	30	8,760	3.6168	807,920.78
2555	0.85	30	8,760	3.6168	807,920.78
2556	0.85	30	8,760	3.6168	807,920.78
2557	0.85	30	8,760	3.9640	885,481.18
2558	0.85	30	8,760	3.9640	885,481.18
2559	0.85	30	8,760	3.9640	885,481.18
2560	0.85	30	8,760	4.3446	970,487.37
2561	0.85	30	8,760	4.3446	970,487.37

ที่มา : จากการสำรวจและคำนวณ

ตารางที่ 4.6 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมโดยไม่โครเทอร์โมอิเล็กทริกขนาด 30 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนรวม ระหว่างปี พ.ศ.2551 - 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr)	ราคาซื้อขายไฟฟ้า (บาท)	พลังงานที่ผลิตได้ (MMBtu/h)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h)	คิดเป็นค่าความร้อนทั้งหมด (MMBtu)	รายได้จากค่าความร้อนโดยคิดที่ 160 บาท/MMBtu (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)
(1)	(2)	(3)	(4)=(1)*(2)*(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)=(5)*(6)*(7)*(8)	(10)=(4)+(9)
2551	0.85	30	8,760	737,154.00	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,042,702.80
2552	0.85	30	8,760	737,154.00	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,042,702.80
2553	0.85	30	8,760	737,154.00	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,042,702.80
2554	0.85	30	8,760	807,920.78	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,113,469.58
2555	0.85	30	8,760	807,920.78	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,113,469.58
2556	0.85	30	8,760	807,920.78	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,113,469.58
2557	0.85	30	8,760	885,481.18	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,191,029.98
2558	0.85	30	8,760	885,481.18	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,191,029.98
2559	0.85	30	8,760	885,481.18	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,191,029.98
2560	0.85	30	8,760	970,487.37	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,276,036.17
2561	0.85	30	8,760	970,487.37	0.218	8,760	1,910	305,548.80	1,276,036.17

ที่มา : จากการสำรวจและคำนวณ

ตารางที่ 4.7 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 70 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ระหว่างปี พ.ศ.2551 – 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h)	ราคาซื้อขายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทุกปี (บาท/kWh)	รายได้รวมต่อปี (บาท)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(1)*(2)*(3)*(4)	
2551	0.85	70	8,760	3.3000	1,720,026.00
2552	0.85	70	8,760	3.3000	1,720,026.00
2553	0.85	70	8,760	3.3000	1,720,026.00
2554	0.85	70	8,760	3.6168	1,885,148.50
2555	0.85	70	8,760	3.6168	1,885,148.50
2556	0.85	70	8,760	3.6168	1,885,148.50
2557	0.85	70	8,760	3.9640	2,066,122.75
2558	0.85	70	8,760	3.9640	2,066,122.75
2559	0.85	70	8,760	3.9640	2,066,122.75
2560	0.85	70	8,760	4.3446	2,264,470.54
2561	0.85	70	8,760	4.3446	2,264,470.54

ที่มา: จากการสำรวจและคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 70 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนรวม ระหว่างปี พ.ศ.2551 - 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW) (2)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr) (3)	ราคาซื้อขายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทุกปี (บาท/kWh) (4)=(1)*(2)*(3)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท) (5)	พลังงานความร้อนที่ผลิตได้ (MMBtu/h) (6)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h) (7)	คิดเป็นค่าความร้อนทั้งหมด (MMBtu) (8)	รายได้จากค่าความร้อนโดยคิดที่ 160 บาท/MMBtu (บาท) (9)=(5)*(6)*(7)*(8)	รายได้รวมต่อปี (บาท) (10)=(4)+(9)
2551	0.85	70	8,760	3.3000	1,720,026.00	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,237,216.40
2552	0.85	70	8,760	3.3000	1,720,026.00	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,237,216.40
2553	0.85	70	8,760	3.3000	1,720,026.00	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,237,216.40
2554	0.85	70	8,760	3.6168	1,885,148.50	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,402,338.90
2555	0.85	70	8,760	3.6168	1,885,148.50	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,402,338.90
2556	0.85	70	8,760	3.6168	1,885,148.50	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,402,338.90
2557	0.85	70	8,760	3.9640	2,066,122.75	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,583,313.15
2558	0.85	70	8,760	3.9640	2,066,122.75	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,583,313.15
2559	0.85	70	8,760	3.9640	2,066,122.75	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,583,313.15
2560	0.85	70	8,760	4.3446	2,264,470.54	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,781,660.94
2561	0.85	70	8,760	4.3446	2,264,470.54	0.369	8,760	3,232	517,190.40	2,781,660.94

ที่มา : จากการสำรวจและคำนวณ

ตารางที่ 4.9 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบวินด์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 100 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ระหว่างปี พ.ศ.2551 – 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h)	ราคารับซื้อไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทุกปี (บาท/kWh)	รายได้รวมต่อปี (บาท)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(1)*(2)*(3)*(4)	
2551	0.85	100	8,760	3.3000	2,457,180.00
2552	0.85	100	8,760	3.3000	2,457,180.00
2553	0.85	100	8,760	3.3000	2,457,180.00
2554	0.85	100	8,760	3.6168	2,693,069.28
2555	0.85	100	8,760	3.6168	2,693,069.28
2556	0.85	100	8,760	3.6168	2,693,069.28
2557	0.85	100	8,760	3.9640	2,951,603.93
2558	0.85	100	8,760	3.9640	2,951,603.93
2559	0.85	100	8,760	3.9640	2,951,603.93
2560	0.85	100	8,760	4.3446	3,234,957.91
2561	0.85	100	8,760	4.3446	3,234,957.91

ที่มา: จากการสำรวจและคำนวณ

ตารางที่ 4.10 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมค่าขายไม่ตรงเทอร์มิโนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 100 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม ระหว่างปี พ.ศ.2551 - 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr)	ราคาปรับซื้อไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทูลกรีปี (บาท/kWh)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท)	พลังงานความร้อนที่ผลิตได้ (MMBtu/h)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr)	คิดเป็นค่าความร้อนทั้งหมด (MMBtu)	รายได้จากค่าความร้อนโดยคิดที่ 160 บาท/MMBtu (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)
(1)	(2)	(3)	(4)=(1)*(2)*(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)=(5)*(6)*(7)*(8)	(10)=(4)+(9)	
2551	0.85	100	8,760	3.3000	2,457,180.00	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,235,068.00
2552	0.85	100	8,760	3.3000	2,457,180.00	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,235,068.00
2553	0.85	100	8,760	3.3000	2,457,180.00	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,235,068.00
2554	0.85	100	8,760	3.6168	2,693,069.28	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,470,957.28
2555	0.85	100	8,760	3.6168	2,693,069.28	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,470,957.28
2556	0.85	100	8,760	3.6168	2,693,069.28	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,470,957.28
2557	0.85	100	8,760	3.9640	2,951,603.93	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,729,491.93
2558	0.85	100	8,760	3.9640	2,951,603.93	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,729,491.93
2559	0.85	100	8,760	3.9640	2,951,603.93	0.555	8,760	4,862	777,888.00	3,729,491.93
2560	0.85	100	8,760	4.3446	3,234,957.91	0.555	8,760	4,862	777,888.00	4,012,845.91
2561	0.85	100	8,760	4.3446	3,234,957.91	0.555	8,760	4,862	777,888.00	4,012,845.91

ที่มา : จากการศึกษาและคำนวณ

ตารางที่ 4.11 รายรับการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โมไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 350 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ระหว่างปี พ.ศ.2551 – 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h)	ราคาซื้อขายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทุกปี (บาท/kWh)	รายได้รวมต่อปี (บาท)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(1)*(2)*(3)*(4)	
2551	0.85	350	8,760	3.3000	8,600,130.00
2552	0.85	350	8,760	3.3000	8,600,130.00
2553	0.85	350	8,760	3.3000	8,600,130.00
2554	0.85	350	8,760	3.6168	9,425,742.48
2555	0.85	350	8,760	3.6168	9,425,742.48
2556	0.85	350	8,760	3.6168	9,425,742.48
2557	0.85	350	8,760	3.9640	10,330,613.76
2558	0.85	350	8,760	3.9640	10,330,613.76
2559	0.85	350	8,760	3.9640	10,330,613.76
2560	0.85	350	8,760	4.3446	11,322,352.68
2561	0.85	350	8,760	4.3446	11,322,352.68

ที่มา : จากการสำรวจและคำนวณ

ตารางที่ 4.12 ราชรับราชการขายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ขนาด 350 กิโลวัตต์ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนรวม ระหว่างปี พ.ศ.2551 - 2561

ปี	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW) (2)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr) (3)	ราคาซื้อไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 9.6% ในทุกปี(บาท/kWh) (4)=(1)*(2)*(3)	รายได้จากการขายไฟฟ้าต่อปี (บาท) (5)	พลังงานที่ผลิตได้ (MMBtu/h) (6)	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (h) (7)	คิดเป็นค่าความร้อนทั้งหมด (MMBtu) (8)	รายได้จากค่าความร้อนโดยคิดที่ 160 บาท/MMBtu (บาท) (9)=(5)*(6)*(7)*(8)	รายได้รวมต่อปี (บาท) (10)=(4)+(9)
2551	0.85	350	8,760	3.3000	8,600,130.00	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	11,385,109.20
2552	0.85	350	8,760	3.3000	8,600,130.00	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	11,385,109.20
2553	0.85	350	8,760	3.3000	8,600,130.00	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	11,385,109.20
2554	0.85	350	8,760	3.6168	9,425,742.48	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	12,210,721.68
2555	0.85	350	8,760	3.6168	9,425,742.48	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	12,210,721.68
2556	0.85	350	8,760	3.6168	9,425,742.48	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	12,210,721.68
2557	0.85	350	8,760	3.9640	10,330,613.76	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	13,115,592.96
2558	0.85	350	8,760	3.9640	10,330,613.76	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	13,115,592.96
2559	0.85	350	8,760	3.9640	10,330,613.76	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	13,115,592.96
2560	0.85	350	8,760	4.3446	11,322,352.68	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	14,107,331.88
2561	0.85	350	8,760	4.3446	11,322,352.68	1.987	8,760	17,406	2,784,979.20	14,107,331.88

ที่มา : จากการศึกษาและคำนวณ

4.5 ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน

การวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ณ ราคาก๊าซธรรมชาติเท่ากับ 160 บาท/MMBtu ที่ อัตราแลกเปลี่ยน 36 บาทต่อ 1 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ ^๑ , Discount rate 12 % ปรากฏผลดังนี้

1. ระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์ และ 350 กิโลวัตต์ ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ดังแสดงใน (ตารางที่ 4.13), (ตารางที่ 4.15), (ตารางที่ 4.17) และ (ตารางที่ 4.19)

2. ระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์ และ 350 กิโลวัตต์ ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมระบบ ดังแสดงใน (ตารางที่ 4.14), (ตารางที่ 4.16), (ตารางที่ 4.18) และ (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.13 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวม 30 เครื่องที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์ เป็นระบบ
ที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	2,546,397					-2,546,397
2551		971,923.00	737,154.00	252,639.70		-234,769
2552		971,923.00	737,154.00	252,639.70		-234,769
2553		971,923.00	737,154.00	252,639.70		-234,769
2554		971,923.00	807,920.78	252,639.70		-164,002
2555		971,923.00	807,920.78	252,639.70		-164,002
2556		971,923.00	807,920.78	252,639.70		-164,002
2557		971,923.00	885,481.18	252,639.70		-86,442
2558		971,923.00	885,481.18	252,639.70		-86,442
2559		971,923.00	885,481.18	252,639.70		-86,442
2560		971,923.00	970,487.37	252,639.70		-1,436
2561		971,923.00	970,487.37	252,639.70	20,000.00	18,564
Net Present value				-฿83,496,295.10		
B/C ratio				-0.3730		
IRR						

น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้

ตารางที่ 4.14 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กลงมากด้วยโมเดลที่ใช้กำไรรวมขาด 30 กิโลวัตต์ เป็นระบบ
ที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	3,259,089					-3,259,089
2551		817,047.00	1,042,702.80	323,908.90		225,656
2552		817,047.00	1,042,702.80	323,908.90		225,656
2553		817,047.00	1,042,702.80	323,908.90		225,656
2554		817,047.00	1,113,469.58	323,908.90		296,423
2555		817,047.00	1,113,469.58	323,908.90		296,423
2556		817,047.00	1,113,469.58	323,908.90		296,423
2557		817,047.00	1,191,029.98	323,908.90		373,983
2558		817,047.00	1,191,029.98	323,908.90		373,983
2559		817,047.00	1,191,029.98	323,908.90		373,983
2560		817,047.00	1,276,036.17	323,908.90		458,989
2561		817,047.00	1,276,036.17	323,908.90	20,000.00	478,989
Net Present value					-฿1,607,484.29	
B/C ratio						0.5068
IRR						1.60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมด้วยไมโครเทอร์โบวินโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 70 กิโลวัตต์เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	5,251,281					-5,251,281
2551		2,201,457.00	1,720,026.00	523,128.10		-481,431
2552		2,201,457.00	1,720,026.00	523,128.10		-481,431
2553		2,201,457.00	1,720,026.00	523,128.10		-481,431
2554		2,201,457.00	1,885,148.50	523,128.10		-316,309
2555		2,201,457.00	1,885,148.50	523,128.10		-316,309
2556		2,201,457.00	1,885,148.50	523,128.10		-316,309
2557		2,201,457.00	2,066,122.75	523,128.10		-135,334
2558		2,201,457.00	2,066,122.75	523,128.10		-135,334
2559		2,201,457.00	2,066,122.75	523,128.10		-135,334
2560		2,201,457.00	2,264,470.54	523,128.10		63,014
2561		2,201,457.00	2,264,470.54	523,128.10	20,000.00	83,014
Net Present value						
B/C ratio						
IRR						

-฿7,092,742.26

-0.3507

น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้

ตารางที่ 4.16 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กลงด้วยโมโตเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 70 กิโลวัตต์ เป็นระบบ
ที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	6,143,571					-6,143,571
2551		1,748,740.00	2,237,216.40	612,357.10		488,476
2552		1,748,740.00	2,237,216.40	612,357.10		488,476
2553		1,748,740.00	2,237,216.40	612,357.10		488,476
2554		1,748,740.00	2,402,338.90	612,357.10		653,599
2555		1,748,740.00	2,402,338.90	612,357.10		653,599
2556		1,748,740.00	2,402,338.90	612,357.10		653,599
2557		1,748,740.00	2,583,313.15	612,357.10		834,573
2558		1,748,740.00	2,583,313.15	612,357.10		834,573
2559		1,748,740.00	2,583,313.15	612,357.10		834,573
2560		1,748,740.00	2,781,660.94	612,357.10		1,032,921
2561		1,748,740.00	2,781,660.94	612,357.10	20,000.00	1,052,921
Net Present value						
			-฿2,504,839.14			
B/C ratio			0.5923			
IRR			4.10%			

ตารางที่ 4.17 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมค่าขายนีโตรเจนที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 100 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	5,730,900					-5,730,900
2551		2,968,702.00	2,457,180.00	571,090.00		-511,522
2552		2,968,702.00	2,457,180.00	571,090.00		-511,522
2553		2,968,702.00	2,457,180.00	571,090.00		-511,522
2554		2,968,702.00	2,693,069.28	571,090.00		-275,633
2555		2,968,702.00	2,693,069.28	571,090.00		-275,633
2556		2,968,702.00	2,693,069.28	571,090.00		-275,633
2557		2,968,702.00	2,951,603.93	571,090.00		-17,098
2558		2,968,702.00	2,951,603.93	571,090.00		-17,098
2559		2,968,702.00	2,951,603.93	571,090.00		-17,098
2560		2,968,702.00	3,234,957.91	571,090.00		266,256
2561		2,968,702.00	3,234,957.91	571,090.00	20,000.00	286,256
Net Present value						-฿7,365,783.01
B/C ratio						-0.2853
IRR						น้อยกว่าจนไม่สามารถหาค่าได้

ตารางที่ 4.18 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวม 100 โครงการที่ใช้โดยผู้ค้าพลังงานไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงขนาด 100 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุเฉลี่ยราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	6,753,600					-6,753,600
2551		2,206,232.00	3,235,068.00	673,360.00		1,028,836
2552		2,206,232.00	3,235,068.00	673,360.00		1,028,836
2553		2,206,232.00	3,235,068.00	673,360.00		1,028,836
2554		2,206,232.00	3,470,957.28	673,360.00		1,264,725
2555		2,206,232.00	3,470,957.28	673,360.00		1,264,725
2556		2,206,232.00	3,470,957.28	673,360.00		1,264,725
2557		2,206,232.00	3,729,491.93	673,360.00		1,523,260
2558		2,206,232.00	3,729,491.93	673,360.00		1,523,260
2559		2,206,232.00	3,729,491.93	673,360.00		1,523,260
2560		2,206,232.00	4,012,845.91	673,360.00		1,806,614
2561		2,206,232.00	4,012,845.91	673,360.00	20,000.00	1,826,614
Net Present value						
			฿314,883.23			
B/C ratio				1.0466		
IRR				14.47%		

ตารางที่ 4.19 ผลวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กรวมค่าโดยไม่โครเทอร์โมไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 350 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	17,770,095					-17,770,095
2551		10,166,652.00	8,600,130.00	1,775,009.50		-1,566,522
2552		10,166,652.00	8,600,130.00	1,775,009.50		-1,566,522
2553		10,166,652.00	8,600,130.00	1,775,009.50		-1,566,522
2554		10,166,652.00	9,425,742.48	1,775,009.50		-740,910
2555		10,166,652.00	9,425,742.48	1,775,009.50		-740,910
2556		10,166,652.00	9,425,742.48	1,775,009.50		-740,910
2557		10,166,652.00	10,330,613.76	1,775,009.50		163,962
2558		10,166,652.00	10,330,613.76	1,775,009.50		163,962
2559		10,166,652.00	10,330,613.76	1,775,009.50		163,962
2560		10,166,652.00	11,322,352.68	1,775,009.50		1,155,701
2561		10,166,652.00	11,322,352.68	1,775,009.50	20,000.00	1,175,701
Net Present value						
						-฿22,227,637.38
B/C ratio						-0.2508
IRR						น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้

ตารางที่ 4.20 ผลวิเคราะห์ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กลงมากด้วยไมโครเทอร์ราโบนัโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 350 กิโลวัตต์ เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

ปี	เงินลงทุนหลัก (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี (บาท)	รายได้รวมต่อปี (บาท)	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)	มูลค่าซาก อายุ 10 ปี ราคา 20,000 บาท	Net Cash flow (บาท)
2550	20,261,745					-20,261,745
2551		7,152,511.00	11,385,109.20	2,024,174.50		4,232,598
2552		7,152,511.00	11,385,109.20	2,024,174.50		4,232,598
2553		7,152,511.00	11,385,109.20	2,024,174.50		4,232,598
2554		7,152,511.00	12,210,721.68	2,024,174.50		5,058,211
2555		7,152,511.00	12,210,721.68	2,024,174.50		5,058,211
2556		7,152,511.00	12,210,721.68	2,024,174.50		5,058,211
2557		7,152,511.00	13,115,592.96	2,024,174.50		5,963,082
2558		7,152,511.00	13,115,592.96	2,024,174.50		5,963,082
2559		7,152,511.00	13,115,592.96	2,024,174.50		5,963,082
2560		7,152,511.00	14,107,331.88	2,024,174.50		6,954,821
2561		7,152,511.00	14,107,331.88	2,024,174.50	20,000.00	6,974,821
Net Present value					฿8,047,035.12	
B/C ratio					1.3972	
IRR					21.34%	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทั้ง 4 ขนาด ในระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

ขนาดของ ไมโคร เทอร์ไบน์	ระบบ	NPV	B/C Ratio	IRR
30	ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว	-฿3,496,295.10	-0.3730	น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้
	ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม	-฿1,607,484.29	0.5068	1.60%
70	ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว	-฿7,092,742.26	-0.3507	น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้
	ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม	-฿2,504,839.14	0.5923	4.10%
100	ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว	-฿7,365,783.01	-0.2853	น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้
	ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม	฿314,883.23	1.0466	14.47%
350	ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว	-฿22,227,637.38	-0.2508	น้อยมากจนไม่สามารถหาค่าได้
	ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม	฿8,047,035.12	1.3972	21.34%

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนดังกล่าวแสดงว่าโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์, 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมไม่เหมาะต่อการลงทุน เนื่องจากค่า NPV ณ Discount Rate ที่กำหนดมีค่าเป็นลบ หรือ $B < C$ แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนน้อยกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการ ส่วนค่า B/C Ratio มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C < 1$ แสดงว่าขาดทุนจากการลงทุน ส่วนค่า IRR มีค่าต่ำกว่า 12% ดังนั้นโครงการดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน

หากแต่มีโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 100 กิโลวัตต์ และขนาด 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมเหมาะต่อการลงทุน เนื่องจากค่า NPV ณ Discount Rate ที่กำหนดมีค่าเป็นบวก หรือ $B > C$ แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนมากกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการ ส่วนค่า B/C Ratio มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C > 1$ แสดงว่ากำไรจากการลงทุน ส่วนค่า IRR มีค่ามากกว่า 12% ดังนั้นโครงการดังกล่าวนี้เหมาะสมต่อการลงทุน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษาคือความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงด้วยไมโครเทอร์ไบน์นั้นเป็นเครื่องจักรที่ค่อนข้างซับซ้อนและการซื้อเครื่องจักรนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงมีบริษัทเพียงไม่กี่รายที่น่าเข้า และบริษัทที่น่าเข้านั้นต้องมีศักยภาพพอที่จะดูแลลูกค้าได้เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาในการใช้งานอีกด้วย ดังนั้น ไมโครเทอร์ไบน์ที่เลือกจึงใช้ไมโครเทอร์ไบน์ 4 ขนาดจากบริษัทผู้ผลิต 4 ราย ดังนี้คือ

1. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 30 kW ของบริษัท Capstone รุ่น Model 330
2. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 70 kW ของบริษัท IR Energy System รุ่น 70 LM
3. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 100 kW ของบริษัท Turbec รุ่น T 100
4. เครื่องไมโครเทอร์ไบน์ขนาด 350 kW ของบริษัท DTE

โดยที่การศึกษารั้งนี้ ใช้ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากเอกสาร รายงาน การศึกษาบทความ งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก และบริษัทเอกชน ที่ประกอบกิจการนำเข้าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซธรรมชาติ ในเรื่องของเงินลงทุน ต้นทุนการผลิต และราคาขายไฟฟ้า ตลอดจนข้อมูลจากหน่วยราชการ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยกำหนด อัตราแลกเปลี่ยน 36 บาทต่อ 1 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ γ , Discount Rate 12 % ณ ราคาซื้อขายก๊าซเท่ากับ 160 บาท/MMBtu มีอายุโครงการ 10 ปี พบว่าผลตอบแทนทางการเงินของโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์, 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และขนาด 30 กิโลวัตต์ ขนาด 70 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมไม่เหมาะต่อการลงทุน เนื่องจากค่า NPV ณ Discount Rate ที่กำหนดมีค่าเป็นลบ หรือ $B < C$ แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนน้อยกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการ ส่วนค่า B/C Ratio มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C < 1$ แสดงว่าขาดทุนจากการลงทุน ส่วนค่า IRR มีค่าต่ำกว่า 12% ดังนั้นโครงการดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน

หากแต่มีโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 100 กิโลวัตต์ และขนาด 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมเหมาะต่อการลงทุน เนื่องจากค่า NPV ณ Discount Rate ที่กำหนดมีค่าเป็นบวก หรือ $B > C$ แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนมากกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการ ส่วนค่า B/C Ratio มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C > 1$ แสดงว่ากำไรจากการลงทุน ส่วนค่า IRR มีค่ามากกว่า 12% ดังนั้นโครงการดังกล่าวนี้เหมาะสมต่อการลงทุน โดยโครงการดังกล่าวให้ผลตอบแทนดังนี้คือ

โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 100 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

NPV	=	314,883.23	บาท
B/C Ratio	=	1.0466	
IRR	=	14.47	%

โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อขนาด 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วม

NPV	=	8,047,035.12	บาท
B/C Ratio	=	1.3972	
IRR	=	21.34	%

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ไม่ควรส่งเสริมการลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์ เนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่่นั้น เกิดจากราคาของไมโครเทอร์ไบน์ที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยเฉพาะจะไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ลงทุนต้องการลงทุนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วขายให้การไฟฟ้าเป็นหลัก ดูได้จากโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์ไบน์โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 กิโลวัตต์, 70 กิโลวัตต์, 100 กิโลวัตต์, 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดี่ยว และขนาด 30 กิโลวัตต์ ขนาด 70 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมนั้นไม่สามารถทำกำไรจากการขายไฟฟ้าได้เลย โดยดูได้จากค่า B/C Ratio มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 1 หรือ $B/C < 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบเจนเพื่อขายไฟฟ้าและนำความร้อนจากไอเสียมาใช้ประโยชน์ จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า โครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบเจนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงขนาด 100 และขนาด 350 กิโลวัตต์ที่เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและมีความร้อนร่วมมีความเหมาะสมในการลงทุน

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลา ในการวิจัยในครั้งนี้ทำให้การศึกษาและผลการวิเคราะห์ที่ได้ยังมีข้อจำกัด และไม่มีครอบคลุมบางประเด็นที่สำคัญในการลงทุน โครงการ โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบเจนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นในการศึกษาและวิจัยต่อไปควรให้ความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

1. จากการศึกษาพบว่า โครงการ โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบเจนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแบบมีความร้อนร่วมมีความเหมาะสมกับการลงทุน จึงควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในกรณีที่ใช้แบบมีความร้อนร่วมโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตให้กับอุตสาหกรรมขนาดย่อม
2. เนื่องจากไมโครเทอร์โบเจนมีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด หากนำไปประยุกต์ใช้กับเชื้อเพลิงอื่นที่ได้เปล่า เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) ที่ได้จากมูลสัตว์, ก๊าซเสีย (waste gas) ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้เกิดผลกำไร และคุ้มค่าน่ามากกว่า ดังนั้นจึงควรศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากด้วยไมโครเทอร์โบเจนโดยใช้ก๊าซที่ได้เปล่าเป็นเชื้อเพลิงแบบมีความร้อนร่วม
3. มีข้อจำกัดหลายประการ ซึ่งควรนำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งต่อไป คือ ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเฉพาะไมโครเทอร์โบเจนที่ผลิตจากต่างประเทศเท่านั้น หากภายในประเทศผลิตเครื่องไมโครเทอร์โบเจนได้ก็จะเป็นผลดีที่น่าศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการลงทุน

บรรณานุกรม

- การไฟฟ้านครหลวง. 2548. อัตราค่าไฟฟ้าการไฟฟ้านครหลวง . การไฟฟ้านครหลวง.
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2550. สถานะภาพการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
กรุงเทพมหานคร: กองการพิมพ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2538. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่ยะ. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.
- ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. 2538. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพมหานคร. สำนักส่งเสริมและ
ฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บริษัทหลักทรัพย์ ฟาร์อีสท์ จำกัด. 2550. บทวิเคราะห์ข้อมูล. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอและ
เผยแพร่บทวิเคราะห์ให้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของนักลงทุนทั่วไป
- ประมวล จันทร์พงษ์. 2543. การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.
กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.
- ประมวล จันทร์พงษ์. 2543. การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.
- เปรม สิริตันติเวชกร. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไมโครเทอร์โบในในประเทศไทย.
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ทิมมพร จอนเจดสิน. 2539. การวิเคราะห์โครงการด้านเศรษฐศาสตร์ กรณีโรงไฟฟ้าพลังงานความ
ร้อนกระบี่ เปรียบเทียบน้ำมันเตาและถ่านหิน. กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ เกียรติภัทราภรณ์. 2540. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม:
กรณีศึกษาโครงการนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดนครสวรรค์. กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์
ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- ยุทธนา เผ่าพงษ์ไทย. 2542. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์. การค้นคว้า
แบบอิสระ. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วันชัย วิจิรวนิช และ ช่อม พลอยมีค่า . 2537. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุเทพ บรรณทอง. 2539. ประสิทธิภาพการบริหารโครงการไฟฟ้าขนาดเล็ก : ศึกษาเปรียบเทียบ
3 ขนาดที่ดำเนินงานในจังหวัดเชียงใหม่. กรุงเทพ. การค้นคว้าแบบอิสระ. สถาบันบัณฑิต
พัฒนบริหารศาสตร์.
- สุนทร ต้นถาวร. 2533. ไฟฟ้ากับการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพ. การค้นคว้าแบบอิสระ. วิทยาลัย
ป้องกันราชอาณาจักร.
- Capstone Customer Service. 2001. **Protective relay function for Capstone microturbines.**
Application Note.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Capstone Turbine Corporation. 2000. **Capstone Low Emission Microturbine Technology**. White paper.
- Colin. F. McDonald. 2002. **Recuperator considerations for future higher efficiency microturbines**. Applied Thermal Engineering . Vol 23. page 1463-1487.
- E. Bilgen. 2000. **Energetic and engineering analyses of gas turbine base cogeneration system** . Energy . Vol 25. page 1215-1229.
- Electric Power Research Institute. 2000. **Microturbine are Generating Interest**. Materials & Components in Fossil Energy Application. Vol 43.
- Environment Protection Agency. 2002. **Technology Characterization: Microturbines**. Energy nexus group. page 1-23 .
- Ed Wheless and George Wihsee. 2001. **Demonstration test of the Capstone microturbines on landfill gas** . The SWANA 24th Annual Landfill Gas Symposium. Texas.
- Flavio. G. Jr., Sergio A.A.G. Derqueira and Silvia A. Nebra. 2000. **Thermoeconomic evaluation of a gas turbine cogeneration**. Energy Conversion & Management. Vol 41. page 1191-1200.
- Jan peirs. Pominiek Reynaerts. Filip Verplaetsen and Micheal Posesen . 2003. **A Microturbine Made by Micro-Electro-Discharge Machining**. Katholieke Universiteit Leuven. Belgium.
- V.G. McDonell. R.L. Hack. V. Jermakian and G.S. Samuelsen. 2002 **Development of test protocol for microturbine generators** California Energy Commission 2002.
- Y. Zhu and K. Tomsovic. 2002. **Development of models for analyzing the load-following performance of microturbines and fuel cells**. Electric Power Systems Research. Vol 62. page 1-11.
- <http://www.bowmanpower.com>
- <http://www.dmf.go.th>
- <http://www.dtetech.com>
- <http://www.egat.or.th>
- <http://www.energy.go.th>
- <http://www.eppo.go.th>
- <http://www.google.co.th>

<http://www.irpowerworks.com>

<http://www.jsw.co.jp>

<http://www.microturbine.com>

<http://www.nepo.go.th>

<http://www.thaienergy.net>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ ในแต่ละขนาด

ที่ขนาด 30 kW ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ดังนี้

- Gas booster compressor
- DC-to-AC inverter
- All electronic interconnection
- ไม่มี Heat recovery exchanger

ที่ขนาด 70 kW ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ดังนี้

- Gas booster compressor
- Generator speed at 3600 rpm AC unit
- All electronic interconnection
- Heat recovery exchanger
- ค่าบำรุงรักษา 1 ปี

ที่ขนาด 100 kW ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ดังนี้

- Gas booster compressor
- DC-to-AC inverter
- All electronic interconnection
- Heat recovery exchanger

ที่ขนาด 350 kW ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ดังนี้

- Gas booster compressor
- DC-to-AC inverter
- All electronic interconnection
- Heat recovery exchanger

ตารางผนวกที่ 1 สมรรถนะของเครื่องไมโครเทอร์ไบน์ ในแต่ละขนาด

Cost component	System 1	System 2	System 3	System 4
Nominal capacity (kW)	30	70	100	350
Package cost (Baht/kW)	44,130	41,923.50	35,304	33,097.50
Total installed cost (Baht/kW)	110,380.80	89,628.03	68,886.93	59,090.07
Electrical heat rate (Btu/kWh)	14,581	13,450	12,637	11,766
Electrical efficiency (%)	23.40	25.20	27	29
Fuel input (MMBtu/hr)	0.44	0.95	1.26	4.12
Required fuel gas pressure (psig)	55	55	7	135
CHP Characteristics				
Exhaust flow (lbs/sec)	0.72	1.40	1.74	5
GT exhaust temp (Celsius)	500	435	500	600
Heat exchanger exhaust temp (Fahrenheit)	150	130	131	140
Heat output (MMBtu/hr)	0.22	0.37	0.56	1.99
Heat output (kW equivalent)	64	108	168	582
Total CHP efficiency (%)	73	64	71	77
Power / Heat ratio	0.47	0.65	0.62	0.60
Net heat rate (Btu/kWh)	5,509	6,952	5,703	4,668
Effective electrical efficiency (%)	62	49	60	73

ที่มา : Energy Nexus Group

ตารางผนวกที่ 2 ราคาบำรุงรักษาของไมโครเทอร์ไบน์

	Standard service events	
	Capstone Micro turbine	
	Service interval (hour)	Service cost
Thermocouple replacement	8,000	\$ 99
Air filter	8,000	\$ 150
Fuel filter	8,000	\$ 73
Igniter or spark plugs	16,000	\$ 369
Fuel injectors	16,000	\$ 687
Engine overhaul	20,000	\$ 4,480

ที่มา : Standard service events, Capstone Micro turbine

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายสุรเชษฐ์ รัตนาประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	24 กุมภาพันธ์ 2522
ที่อยู่	167/120 ระยองริเวอร์ไซด์เรสซิเดนซ์ ถ.อศุทธ์ธรรมประภาส ต.เชิงเนิน อ.เมือง จ.ระยอง
ประวัติการศึกษา	2542 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2545 – 2548	Mechanical Engineer บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)
ปัจจุบัน	Mechanical Engineer บริษัท เพาเวอร์เจนเนอเรชั่นเซอวิส จำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้