การศึกษาการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าระหว่างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางวิไลลักษณ์ ภัทโรดม

004822

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัญชีมหาบัณฑิต
แผนกวิชาการบัญชี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2522

I 17388478

A COMPARATIVE STUDY OF ELECTRIC ENERGY PRODUCTION COSTS BETWEEN NUCLEAR POWER PLANT AND OIL-FIRED POWER PLANT

Mrs. Wilailuck Pattarodom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Accounting

Department of Accountancy

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าระหว่างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน
โดย	นางวิไลลักษณ์ ภัทโรดม
แผนกวิชา	การบัญชี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปรีชา จูงวัฒนา อาจารย์อรรณพ ตันละมัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์เพ็ญแข สนิทวงศ์ ณ อยุธยา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุธานันท์ ฮุนตระกูล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ปรีชา จูงวัฒนา)

.....กรรมการ
(อาจารย์อรรณพ ตันละมัย)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าระหว่างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน
ชื่อนิสิต	นางวิไลลักษณ์ ภัทโรดม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปรีชา จูงวัฒนา
	อาจารย์อรรณพ ตันละมัย
แผนกวิชา	การบัญชี
ปีการศึกษา	2521

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

เนื่องจากประโยชน์ที่ได้รับจากน้ำมันดิบมีมากมายหลายประการ แต่ปริมาณน้ำมันดิบในปัจจุบันมีจำนวนจำกัดจึงทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกต้องประสบกับปัญหาเกี่ยวกับพลังงาน สำหรับประเทศไทยกิจการที่ทำการผลิตพลังงานไฟฟ้าต้องประสบกับปัญหานี้โดยตรงเนื่องจากโรงไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงจึงจำเป็นต้องค้นหาต้นพลังงานชนิดอื่น ๆ มาใช้แทนน้ำมัน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้เสนอการใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์แทนน้ำมันจึงเกิดปัญหาในการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันว่า ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าชนิดใดจะต่ำกว่ากันและโรงไฟฟ้าชนิดใดจะเหมาะสมกว่ากันในสถานการณ์ปัจจุบัน ในการค้นคว้าเพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตดังกล่าว ได้ศึกษาจากหนังสือและเอกสารต่าง ๆ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและของสถาบันที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส และแคนาดา รวมทั้งของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้างโรงไฟฟ้า นอกจากนี้ยังได้ข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยในการรวบรวมตัวเลขเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าทั้งสองชนิดสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบวิเคราะห์ความเหมาะสมของโรงไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันในรายละเอียดต่าง ๆ คือ เงินลงทุนค่าก่อสร้าง ค่าเชื้อเพลิง ค่าเดินเครื่องและบำรุงรักษา ปรากฏว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิตต่ำกว่าโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันเป็นมูลค่าปัจจุบันถึง 11,835 ล้านบาท และมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำกว่าโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 29.79 สตางค์ ต่อหน่วย ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ประกอบด้วยค่าก่อสร้าง ค่าดอกเบี้ย และค่าประกันโรงไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ คือประมาณร้อยละ 58 และประกอบด้วยค่าเชื้อเพลิงเพียงประมาณร้อยละ 37 ส่วนต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันประกอบด้วยค่าก่อสร้าง ค่าดอกเบี้ย และค่าประกันโรงไฟฟ้าประมาณร้อยละ 23 ค่าเชื้อเพลิงประมาณร้อยละ 74 ซึ่งแสดงว่าเมื่อโรงไฟฟ้าสร้างเสร็จแล้วต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันมีโอกาสเปลี่ยนแปลงมากกว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า การตัดสินใจเลือกโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า 60,000 ล้านบาท ตลอดระยะเวลา 25 ปี และมีอัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนส่วนเกินประมาณ ร้อยละ 18.63 หรือคิดเป็นอัตราส่วนผลได้และต้นทุนเท่ากับ 1.405 โดยให้ต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันเป็นผลได้ของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เป็นต้นทุน

ในกรณีที่ราคาอุปกรณ์ต่างประเทศซึ่งใช้ในโรงไฟฟ้า ต้นทุนค่าก่อสร้าง ราคาเชื้อเพลิง และอัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลงไป ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ยังคงต่ำกว่าต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน ถ้าอัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นเป็นร้อยละ 17.47 ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะเท่ากับต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน ดังนั้นจึงมีเพียงกรณีเดียวที่การก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะไม่คุ้มค่า คือ เมื่ออัตราดอกเบี้ยสูงเกินกว่าร้อยละ 17.47

ผลสรุปที่ได้ดังกล่าว แสดงว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เป็นโครงการที่เหมาะสมและประหยัดที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันในสถานการณ์ปัจจุบัน อย่างไรก็ตามผลจากการขึ้นราคาน้ำมันก็จะกระทบกระเทือนต่อต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เช่นกันแม้จะไม่ใช่ผลกระทบกระเทือนโดยตรงเช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันก็ตาม ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจะต้องคำนึงถึง และในช่วงเวลาที่สามารถเลื่อนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ออกไปได้ประมาณ 5–6 ปี เนื่องจากการค้นพบแกสธรรมชาติและถ่านลิกไนท์เพิ่มขึ้นนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยควรจะติดตามศึกษาปัญหาด้านต่าง ๆ ของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์อย่างละเอียดรอบคอบทั้งในด้านเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยรวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับตัวบุคคลที่จะต้องปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้า และควรจะเผยแพร่ข่าวสารให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ประชาชน เนื่องจากประชาชนยังมีความหวั่นเกรงในเรื่องความปลอดภัยและปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพลังงานของประเทศนั้นควรจะแก้ไขปัญหาระยะยาวด้วยการค้นหาต้นพลังงานอื่น ๆ ที่เหมาะสมและประหยัดมาใช้แทนน้ำมันซึ่งนับวันแต่จะหมดไปและมีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ

Thesis Title	A comparative study of electric energy production costs between nuclear power plant and oil-fired power plant.
Name	Mrs. Wilailuck Pattarodom
Thesis Advisor	Mr. Preecha Chungwatana
	Mr. Annop Tanlamai
Department	Accountancy
Academic Year	1978

ABSTRACT

As a consequence of energy problems caused by the Arab oil embargo and the Organization of Petroleum Export Countries price increases, there has recently been a very great increase in the study and development of alternative energy sources throughout the world.

In Thailand, the cost of production of electrical energy has been severely affected by the increase in oil costs, as over 60 percent of the nation's energy is at present produced by oil-fired power plants. The Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), who is responsible for insuring an adequate supply of energy to meet national requirements, is actively considering and implementing alternative sources of energy. With increase in rural electrification, agriculture and manufacturing causing an annual increase in energy requirements of over ten

percent, this necessitates not only a program of development of local natural resources but also integration of off-shore developments to ensure future availability and reliability of electrical energy with minimum overall cost of construction and operation. To this end the EGAT has been advancing development of limited hydro-electric resources and the known lignite field. In addition, plans are well advanced to utilize gas from the natural gas field now under development in The Gulf of Thailand. However these local natural resources are limited in known capacity and to satisfy further energy requirements, it has been necessary for the EGAT to consider, and include in their development program, construction of a nuclear power plant which is the only safe and reliable major off-shore power source which is free from being affected by oil price and availability restraints.

This thesis is a study of the cost of electricity production by an oil-fired power plant compared with a nuclear power plant; the two major sources of off-shore electricity production at present available to provide the necessary augmentation of local natural resources. Data for the study was obtained from books, evaluation reports, construction and operating records made available by the EGAT; from reports and standards issued by various institutes in The United States of America, France and Canada; and from publications of manufacturers who produce major equipments used in the types of plant under consideration, as well as inquiries and interviews of the EGAT's staffs.

As a basis for comparison a 600 megawatt power plant was assumed, as this size of plant is well within the commercial experience range of both nuclear and oil-fired power plants, and is of a size compatible with requirements for additions to the plant system. A plant life expectancy of 25 years was also assumed, this relating directly to the turbine system which is common to both types of plants. Determination of production costs required consideration of total construction costs, fuel costs and operating and maintenance expenses. With full account being taken of all these factors, the study shows that installation of a nuclear power plant would realize savings which could be expected to exceed 60,000 million Baht throughout the expected plant life. For this installation the rate of return on incremental cost is estimated to be 18.63 percent with a benefit-cost ratio of 1.405.

On considering total costs, one factor of importance was found to be the average rate of interest which would be applicable to construction and operation. At a rate of 17.47 percent, production costs of both types of plants were found to be equal; at rates below this, however, a nuclear power plant has lower production costs than an oil-fired power plant. At present, commercial rates are considerably below the above mentioned rates for the large sums of money which would be involved. It is not considered that in the future interest rates will be an influencing factor on plant type selection, but any major change in the price of oil relative to uranium

would correspondingly affect the production costs of both plants and plant type selection.

When the breakdown of total costs were considered, initial costs of a nuclear power plant, comprising construction cost, interest during constructions and insurance, were found to be 58 percent of the total cost, whereas those of an oil-fired power plant were only 23 percent. However, total fuel costs for a nuclear power plant represent only 37 percent of the total cost which is half of the 74 percent of the total cost required for oil by an oil-fired power plant.

Consideration of a nuclear power plant also involves consideration of the indirect effect on production cost by the future oil cost increases; the safety and ecological factors, for in general public opinion shows most concern with respect to the possibility of accidental radioactivity release from a plant. It is also essential however that a long range planning of feasible alternative energy sources be developed for the production of electrical energy in Thailand.

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

สืบเนื่องจากการที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้เสนอโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่บริเวณอ่าวไผ่ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ต่อรัฐบาล และมีการวิพากษ์วิจารณ์กันในหมู่ประชาชนทั่วไป รวมทั้งข้อเขียนแสดงความคิดเห็นในสื่อมวลชนต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปในทางคัดค้านโครงการโดยมีประเด็นสำคัญที่ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย ในขณะที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ แถลงว่า โครงการมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่น้ำมันมีราคาสูงขึ้นและมีจำนวนจำกัด ผู้เขียนจึงมีความสนใจใคร่จะศึกษาว่าประเทศไทยจำเป็นจะต้องมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จริงหรือไม่ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์จะมีราคาถูกกว่าน้ำมันมากน้อยเพียงไร ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันแล้วจะเป็นอย่างไร เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์นั้นสูงมาก

ในการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนได้รับความอนุเคราะห์จากคุณอุดร ชุนวิไชย หัวหน้าแผนกวิศวกรรมโครงการ กองวิศวกรรมโรงไฟฟ้า และคุณพพล มิลินทางกูร วิศวกรอันดับ 2 แผนกวิศวกรรมโครงการ กองวิศวกรรมโรงไฟฟ้า ฝ่ายวิทยาการพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลและช่วยเหลือทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณต้นทุนต่าง ๆ รวมทั้งช่วยแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์นี้ทั้งหมด ซึ่งผู้เขียนรู้สึกสำนึกในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง พร้อมกันนี้ผู้เขียนได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และอาจารย์ประจำคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อาทิ เช่น

คุณอดิศัย นันทาภิรัชน์ กองบัญชี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณสมเกียรติ ผโลประการ กองวางแผนระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณชวลหัศน์ ศรีสมวงศ์ กองพลังงานพิเศษ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ดร. เชียน วงศ์สุรีย์ กองเศรษฐกิจและนโยบายการลงทุน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณนภาพร ภุมราพันธ์ กองเศรษฐกิจและนโยบายการลงทุน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณชัชวาลย์ นนทรีรักษ์ กองเศรษฐกิจและนโยบายการลงทุน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณเกรียงศักดิ์ ตั้งตรงคิด กองวิศวกรรมโรงไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณสมหมาย กมลยะบุตร กองวิศวกรรมโรงไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คุณสมนึก ศุภระวณิช กองระบบควบคุม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

รองศาสตราจารย์วรวรรณ ชัยอาญา คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โสภา โรจน์นครินทร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาโนช พรพิบูลย์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

การที่การศึกษาของผู้เขียนลุล่วงไปด้วยดีในครั้งนี้ ส่วนหนึ่งนั้นเนื่องมาจากการให้คำแนะนำ วิจารณ์ ตรวจสอบข้อผิดพลาด ตลอดจนการเรียบเรียงงานจนสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์ จากอาจารย์ปรีชา จูงวัฒนา ผู้อำนวยการฝ่ายพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และอาจารย์อรรณพ ตันละมัย อาจารย์ประจำคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ของผู้เขียน พร้อม

กันนี้ผู้เขียนยังได้รับความกรุณาในการให้คำแนะนำ ตรวจและสอบจากท่านศาสตราจารย์เพ็ญแข สนิทวงศ์ ณ อยุธยา หัวหน้าแผนกวิชาการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ประธานกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ และท่านรองศาสตราจารย์สุธานันท์ สุนตระกูล อาจารย์ประจำคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย กรรมการผู้ตรวจวิทยานิพนธ์ ซึ่งถ้าปราศจากความกรุณาจากท่านอาจารย์ทั้งสี่ท่านนี้แล้ว วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็ยากที่จะสำเร็จลงได้

ท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกท่าน ทั้งที่ได้กล่าวนามและมิได้กล่าวนามข้างต้นนี้ หากความดีทั้งหลายอันอาจได้รับจากวิทยานิพนธ์ผู้เขียนขอมอบแด่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือ ผู้เขียนเองใคร่ขอรับแต่เพียงความรู้จากการศึกษาและความภาคภูมิใจในการได้รับความอนุเคราะห์จากท่านทั้งหลาย ส่วนความผิดพลาดใด ๆ ที่ปรากฏในวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว

วิไลลักษณ์ ภัทโรดม

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ซ
รายการตารางประกอบ	ฑ
รายการรูปประกอบ	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ . .	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	4
1.5 วิธีการศึกษา	4
2. การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศ	6
2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน	6
2.2 ต้นพลังงาน	11
2.3 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต	26
2.4 แผนการขยายกำลังผลิตไฟฟ้า	38
3. ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงน้ำมัน	45
3.1 หลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงน้ำมัน	45
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า	48

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3.3 การก่อสร้างโรงไฟฟ้า 57
3.4 ต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้า 66
3.5 ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องและบำรุงรักษา 79
3.6 ค่าเชื้อเพลิง 80
3.7 ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้า 81

4. ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ 86
4.1 หลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ . . . 86
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า 94
4.3 การก่อสร้างโรงไฟฟ้า 131
4.4 ต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้า 153
4.5 ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องและบำรุงรักษา 165
4.6 ค่าเชื้อเพลิง 166
4.7 ต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้า 169

5. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าระหว่างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 174
5.1 รูปแบบของการวิเคราะห์โครงการ. 174
5.2 วิธีที่ใช้ในการเปรียบเทียบโครงการ 175
5.2.1 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตต่อหน่วย . . . 176
5.2.2 การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันรวมของต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิต 179
5.2.3 การคำนวณอัตราผลตอบแทนระหว่างเงินลงทุนส่วนเกินกับค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ หากตัดสินใจเลือกโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ 179

บทที่ หน้า

5.2.4 การคำนวณอัตราส่วนระหว่างผลได้และต้นทุน . . 183
5.3 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่อราคาอุปกรณ์ต่างประเทศเปลี่ยนแปลง 183
5.4 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่อต้นทุนค่าก่อสร้างเปลี่ยนแปลง 186
5.5 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่ออัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลง 191
5.6 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่ออัตราการเพิ่มของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลง 193
6. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 198
บรรณานุกรม 205
ประวัติการศึกษา 209

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน 9
2. โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 13
3. ปริมาณแร่ยูเรเนียมในโลก 19
4. ความต้องการแร่ยูเรเนียมในโลก 20
5. ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดและพลังงานไฟฟ้า พ.ศ. 2506 - 2533 31
6. การจำหน่ายกระแสไฟฟ้า พ.ศ. 2512 - 2520 33
7. จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2512 - 2520 34
8. โครงการที่อยู่ในระหว่างการออกแบบหรือก่อสร้าง 42
9. โครงการที่อยู่ในระหว่างเตรียมการและศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสม 42
10. โครงการเร่งด่วนเพื่อป้องกันการขาดแคลนไฟฟ้า. 44
11. ลำดับขั้นการดำเนินงานของโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน . 65
12. ต้นทุนมาตรฐานของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมันขนาดกำลังผลิต 1,000 เมกกะวัตต์ 68
13. การประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 70
14. ค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิต ตุลาคม 2528 84
15. ลำดับขั้นการดำเนินงานของโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ 154
16. ต้นทุนมาตรฐานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขนาดกำลังผลิต 1,000 เมกกะวัตต์ 157
17. การประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ . . 158

ตารางที่ หน้า

18. สรุปค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ 168
19. ค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิต ตุลาคม - 2528 172
20. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต 177
21. สรุปมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าก่อสร้างและต้นทุนการผลิต. . . 180
22. การคำนวณอัตราผลตอบแทนระหว่างเงินลงทุนส่วนเกินกับค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ 181
23. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่อราคาอุปกรณ์ต่างประเทศเปลี่ยนแปลง 185
24. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่อต้นทุนค่าก่อสร้างเปลี่ยน - แปลง 189
25. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่ออัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลง. 192
26. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเมื่ออัตราเพิ่มของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลง 195

รายการรูปประกอบ

รูปที่ หน้า

1. การแบ่งเขตระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้า 7
2. วัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ 18
3. เตาแสงอาทิตย์ของฝรั่งเศส. 24
4. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและอัตราเพิ่มเป็นร้อยละต่อปี (พ.ศ. 2506 - 2520) 28
5. พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตและอัตราเพิ่มเป็นร้อยละต่อปี (พ.ศ. 2506 - 2520) 29
6. Load Factor ประจำปี 2506 - 2520 ของระบบไฟฟ้า . 30
7. การประมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า (ปีงบประมาณ 2508 - 2525) 37
8. การผลิตพลังงานไฟฟ้า 46
9. การเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า. 47
10. หม้อน้ำของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 51
11. หม้อน้ำของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 52
12. กังหันไอน้ำของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 54
13. กังหันไอน้ำของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมัน 55
14. ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากการเผาไหม้ของถ่าน. 88
15. ปฏิกิริยาแตกตัว (Nuclear Fission) 91
16. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) 93
17. Schematic โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ 95
18. ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู. 104
19. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบนิวตรอนเร็ว (Fast Breeder Reactors) 107

รูปที่ หน้า

20. ส่วนประกอบของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ Heavy Water Candu Type ที่ Pickering Station ในประเทศแคนาดา 114
21. แท่งเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ Candu . . . 116
22. ระบบการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ Candu . . 117
23. ส่วนประกอบของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบน้ำภายใต้ความกดดันสูง (PWR) 120
24. ส่วนประกอบของแท่งเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ PWR 121
25. กังหันไอน้ำของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ 125
26. ระบบการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ PWR. . . . 127
27. ส่วนประกอบของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบน้ำเดือด (BWR) . 128
28. ส่วนประกอบของแท่งเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ BWR 130
29. ระบบการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ BWR. . . . 132
30. ตัวอย่างสถานที่ก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และจำนวนประชากรที่มีอยู่โดยรอบ. 136
31. หมายกำหนดการเกี่ยวกับการทดสอบและเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์. 150
32. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตต่อหน่วย 178
33. แสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตเมื่อราคาอุปกรณ์ต่างประเทศเปลี่ยนแปลง 187
34. แสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตเมื่อต้นทุนก่อสร้างเปลี่ยนแปลง 190

รูปที่ หน้า

35. แสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตเมื่ออัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลง 194
36. แสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตเมื่ออัตราการเพิ่มของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในราคา 197