

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย



นายปิยะรัฐ สุทธิบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



A COST PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICITY PRODUCTION IN THAILAND

Mr. Piyarat Suttibut

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University


Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University


550460

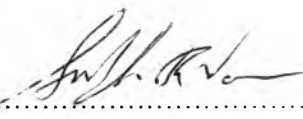
Thesis Title A COST PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICITY
 PRODUCTION IN THAILAND
By Mr.Piyarat Suttibut
Field of Study Industrial Engineering
Thesis Advisor Associate Professor Suthas Ratanakuakangwan

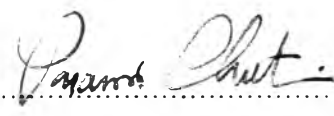
Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree



.....Dean of the Faculty of Engineering
(Associate Professor Boonsom Lerthirunwong, Dr.Ing.)

THESIS COMMITTEE


..... Chairman
(Assistant Professor Seerong Prichanont, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Associate Professor Suthas Ratanakuakangwan)


..... Examiner
(Associate Professor Parames Chutima, Ph.D.)


..... External Examiner
(Associate Professor Vanchai Rijiravanich, Ph.D.)

ปิยะรัฐ สุทธิบุตร : การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย
 ไทย. (A COST PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICITY PRODUCTION IN
 THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน , 106 หน้า.

การพัฒนาความเจริญของชุมชนเมืองและครัวเรือนทำให้มีความต้องการใช้ไฟฟ้าประเทศไทยสูงขึ้นทุกปี จึงทำให้ต้องมีแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยหรือแผนพีดีพี เพื่อใช้ในการวางแผนในการจัดหาผลิตไฟฟ้า อย่างมีความมั่นคงเพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่มากขึ้น เมื่อความต้องการใช้ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละสถานการณ์จะมีการปรับแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยตามไปด้วยเพื่อให้เกิดความถูกต้อง เหมาะสม วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย 3 แผน คือแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยพ.ศ. 2553 - 2573 แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยพ.ศ. 2553 - 2573 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 และข้อเสนอแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า 2555-2573 หรือแผนพีดีพี 2012 แล้ววิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพของต้นทุนของการเลือกใช้แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าแต่ละแผน จากการวิเคราะห์พบว่าแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยพ.ศ. 2553 - 2573 สะท้อนประสิทธิภาพของต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยได้ดีที่สุดเนื่องจากการบรรจุโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ซึ่งมีต้นทุนต่ำเข้าไปในระบบมาก ส่วนข้อเสนอแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า 2555-2573 หรือแผนพีดีพี 2012 สะท้อนประสิทธิภาพต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยไม่ด้นักเนื่องจากการบรรจุโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนซึ่งมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงเข้าไปในระบบจำนวนมาก

ภาควิชา ...วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

สาขาวิชา ...วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ปีการศึกษา2555.....

ลายมือชื่อนิติ.....

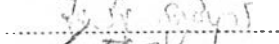
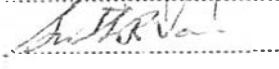
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5371508921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : COST PERFORMANCE, ELECTRICITY COST MANAGEMENT,
ELECTRICITY PRODUCTION

PIYARAT SUTTIBUT: A COST PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICITY
PRODUCTION IN THAILAND. ADVISOR : ASSOC. PROF. SUTHAS
RATANAKUAKANGWAN, 106 pp.

Rapid growth in industrial and household sectors causes increasing electricity demand in Thailand. Power Development Plan (PDP) is created to ensure adequate electricity supply in electricity planning, procurement and generation for stability of power energy. When demand situation changes, PDP is also adapted to other version in appropriate time. This paper is to study cost performance analysis of electricity production in Thailand by implement PDP 2010, PDP 2010 Revision 3 and PDP 2012 (by NGOs) and to investigate how power development plan (PDP) affect to the cost performance . First, this study summarize the main issue of three PDP. Second, study the electricity production function in Thailand. Finally, this study bring the operating hour of each power plant in each PDP to analysis the cost performance and compare the cost performance of them. The result shows that Power Development Plan 2010 reflects the best electricity production cost performance because of operation of nuclear and coal power plants. Although Power Development Plan 2012 focus on energy efficiency (EE), PDP 2012 reflect the worst electricity production cost performance because of much operation of renewable and co-generation power plants.

Department : Industrial Engineering..... Student's Signature 
Field of Study : Industrial Engineering..... Advisor's Signature 
Academic Year : 2012.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express his sincere gratitude and appreciation to his advisor, Assistant Professor Suthas Ratanakuakangwan for invaluable suggestions, useful discussions, the constructive guidance and comments during his study. In addition, he would also be grateful to Assistant Professor Seerong Prichanont, as the chairman, Associate Professor Parames Chutima as the members of the thesis committee. He is indebted for financial support to the Graduate School of Chulalongkorn University and Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) are gratefully acknowledged.

Most of all, the author would like to express his highest gratitude to his parent; Mr.Sorapong Suttibut and Mrs.Boonruean Suttibut, who always pay attention to his all the times for their suggestions, understand, and encouragements. The most success of graduation is devoted to his parent. Furthermore, he would like to thank his sister; Ms.Prinyanee Suttibut, who supports and cheerful.

Finally, he wishes to thank all the member of Industrial Engineering, faculty of Engineering, Chulalongkorn University and Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) for friendship and their assistance. To the many others, not specifically named, who have provided him with kindly supports , please be assured that he thinks of you.

CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (THAI)	iv
ABSTRACT (ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES	xi
LIST OF FIGURES.....	xiii
CHAPTER	
I INTRODUCTION.....	1
1.1 Rationale.....	1
1.2 Research Objectives.....	3
1.3 Research Scopes.....	4
1.4 Research Methodology.....	4
II THEORY AND LITERATURE REVIEWS.....	6
2.1 Theory.....	6
2.1.1 Industrial Organization	6
2.1.2 Cost Performance..	7
2.1.3 Production Function	7
2.2 Literature reviews.....	8
2.2.1 Electricity Industry in Thailand.....	8
2.2.2 Cost Performance	9
III RESEARCH METHODOLOGY.....	11
3.1 Research Methodology	11
3.2 Detail of Methodology	12

CHAPTER	PAGE
IV POWER PLANT TECHNOLOGY.....	14
4.1 ADVANCED PULVERIZED COAL (APC).....	14
4.1.1 MECHANICAL EQUIPMENT AND SYSTEMS.....	14
4.1.2 ELECTRICAL AND CONTROL SYSTEMS.....	15
4.1.3 OFF-SITE REQUIREMENTS	15
4.1.4 O&M ESTIMATE.....	15
4.2 CONVENTIONAL NATURAL GAS COMBINED CYCLE (NGCC)...	17
4.2.1 MECHANICAL EQUIPMENT AND SYSTEMS.....	17
4.2.2 ELECTRICAL AND CONTROL SYSTEMS	18
4.2.3 OFF-SITE REQUIREMENTS.....	18
4.2.4 O&M ESTIMATE	19
4.2.5 ENVIRONMENTAL COMPLIANCE INFORMATION.....	19
4.3 ADVANCED GENERATION NATURAL GAS (AG-NGCC)	20
4.3.1 MECHANICAL EQUIPMENT AND SYSTEMS.....	20
4.3.2 ELECTRICAL AND CONTROL SYSTEMS.....	21
4.3.3 OFF-SITE REQUIREMENTS.....	21
4.3.4 O&M ESTIMATE.....	21
4.3.5 ENVIRONMENTAL COMPLIANCE INFORMATION.....	21
4.4 CONVENTIONAL COMBUSTION TURBINE (CT).....	22
4.4.1 MECHANICAL EQUIPMENT AND SYSTEMS.....	22
4.4.2 ELECTRICAL AND CONTROL SYSTEMS.....	23
4.4.3 OFF-SITE REQUIREMENTS.....	23
4.4.4 O&M ESTIMATE.....	23
4.4.5 ENVIRONMENTAL COMPLIANCE INFORMATION.....	24
V SUMMARY OF THAILAND POWER DEVELOPMENT	26
5.1 SUMMARY OF THAILAND POWER DEVELOPMENT PLAN (PDP 2010)	26
5.1.1 Introduction.....	26
5.1.2 Summary of PDP2010.....	26

CHAPTER	PAGE
5.1.3 Assumptions in the Formulation of PDP 2010.....	37
5.1.4 Power Demand Forecast	41
5.2 SUMMARY OF THAILAND POWER DEVELOPMENT PLAN 2012 – 2030 (PDP 2010: REVISION 3)	43
5.2.1 Introduction.....	43
5.2.2 Summary	45
5.2.3 Thailand Electricity Overview and Power Demand Forecast.....	45
5.2.4 Thailand Power Development Plan 2012 – 2030.....	48
5.3 SUMMARY OF PROPOSED POWER DEVELOPMENT PLAN (PDP 2012)	60
5.3.1 Introduction (reference PDP 2012).....	60
5.3.2 Methodology for developing PDP 2012.....	61
5.3.3 Assumptions on Resource options.....	62
5.4 Summary of three Power Development Plan (PDP).....	72
5.4.1 Peak Load Demand.....	72
5.4.2 Mixture of Energy (Energy Mix).....	72
5.4.3 Import of energy Source.....	73
VI COST PERFORMANCE CRITERIA.....	75
6.1 Production Cost.....	76
6.2 Fuel Cost	83
6.3 Operation and Maintenance Cost	85
6.4 Environment Cost.....	85
6.5 Emission Treatment System.....	86
6.6 Social Cost.....	91

CHAPTER	PAGE
VII COST PERFORMANCE ANALYSIS.....	92
7.1 Production Cost.....	92
VIII CONCLUSIONS.....	102
REFERENCES.....	104
BIOGRAPHY.....	106

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
4.1	O&M Expenses for APC (650,000 KW).....	15
4.2	O&M EXPENSES FOR APC (1,300,000 KW).....	15
4.3	ENVIRONMENTAL EMISSIONS FOR APC.....	16
4.4	O&M EXPENSES FOR CONVENTIONAL NGCC.....	19
4.5	ENVIRONMENTAL EMISSIONS FOR CONVENTIONAL NGCC.....	20
4.6	O&M EXPENSES FOR AG-NGCC.....	21
4.7	ENVIRONMENTAL EMISSIONS FOR AG-NGCC.....	22
4.8	O&M EXPENSES FOR CONVENTIONAL CT.....	24
4.9	ENVIRONMENTAL EMISSIONS FOR CONVENTIONAL CT.....	24
5.1	Renewable energy capacity in Power Development Plan.....	39
5.2	Trajectory GDP Growth Rate Projection (2011 – 2030).....	47
5.3	Cumulative energy savings from energy efficiency in PDP2012 and PDP2010.....	63
5.4	Generation from renewable energy in MW in the PDP 2010 and the PDP2012.....	64
5.5	Dependable capacity assumptions used in PDP2010 and PDP2012.....	64
5.6	Comparison of cogeneration capacity (MW) in the PDP2010 vs the PDP2012.....	65
5.7	List of power plants scheduled to retire during the PDP2010.....	67
5.8	Comparison of resource additions through year 2030 in PDP 2010 vs. PDP2012.....	68
5.9	Power projects that were included in the PDP2010 but which are unnecessary and thus not included in the PDP2012.....	69
5.10	Reserve margin according to PDP2012.....	70
5.11	the proportion of each energy mix of each PDP in 2030.....	72
5.12	Reduced dependency on imports.....	73

TABLE	PAGE
5.13 Comparison of CO2 emissions between PDP 2010 and PDP2012.....	74
5.14 Assumptions used in calculating different types of emissions from power generation.....	74
6.1 Investment cost of each power plant.....	82
6.2 Fuel cost by each source of energy from 2012 to 2030.....	84
6.3 Emission treatment system installation in each type of power plant in Thailand.....	90
6.3 Enviromental cost for each Emssion Treatment system.....	91
7.1 Fuel cost of Natural Gas.....	95
7.2 Total Production cost.....	96

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Research Methodology of this thesis	5
3.1	Research Methodology of this study	13
4.1	Advanced pulverized coal design configuration.....	14
4.2	Coal Power Plant.....	16
4.3	Conventional NGCC Design Configuration.....	17
4.4	Gas Turbine Combined Cycle Power Plant System Schematic.....	18
4.6	Natural Gas Combined Cycle Power Plant.....	22
4.7	Conventional CT Design Configuration.....	23
4.8	Combustion Turbine Plant.....	25
5.1	Supply resources in the PDP2010 vs PDP2012.....	68
5.2	Peak Load Demand of each Power Development Plan (PDP).....	72
6.1	The responsible care integration of electricity firm.....	75
6.2	Gas Turbine or Combustion Turbine.....	77
6.3	Steam Turbine.....	77
6.4	Electricity Generator.....	78
6.5	Heat Recovery Steam Generator.....	78
6.6	Cooling Tower.....	79
6.7	Balance of plant.....	79
6.8	Transmission system.....	80
6.9	Investment cost of each power plant.....	83
6.10	Carbon Capture and Sequestration.....	87
6.11	Flue-gas desulfurization (FGD).....	88
6.12	Silencer for power plant.....	89
6.13	Processes in a typical wastewater (sewage) treatment plant.....	89

FIGURE		PAGE
7.1	Natural gas combined cycle cost.....	96
7.2	Natural gas LNG combined cycle cost.....	97
7.3	Hydro power plant cost.....	97
7.4	Heavy Oil Power plant cost.....	98
7.5	Diesel Power plant cost.....	98
7.6	Coal power plant cost.....	99
7.7	Renewable power plant cost.....	99
7.8	Nuclear power plant cost.....	100
7.9	Electric Purchase cost.....	100
7.10	Average electricity production cost of each PDP.....	101