

การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของการลงทุนสร้างโรงงานผลิต  
แอมโมเนียโดยใช้แก๊สธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ



นายสมศักดิ์ ชำนาญทองไพวัลย์

005303

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2524

A PREFEASIBILITY STUDY ON AN AMMONIA PLANT

UTILISING NATURAL GAS AS RAW MATERIAL

Mr. Somsak Chamnanthongpaivanh

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

Thesis Title : A Prefeasibility Study on an Ammonia Plant  
Utilising Natural Gas as Raw Material  
Name : Mr. Somsak Chamnanthongpaivanh  
Department : Chemical Engineering  
Thesis Advisor: Assistant Professor Sutham Vanichseni, Ph.D.

---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University  
in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree

*S. Bunnag*  
..... (Dean of Graduate School)  
(Associate Professor Supadit Bunnag, Ph.D.)

*K. Sukanjanajtee*  
..... Chairman  
(Associate Professor Kroekchai Sukanjanajtee, Ph.D.)

*Wiwat Tanthapanichakoon*  
..... Member  
(Assistant Professor Wiwat Tanthapanichakoon, Ph.D.)

*Poonsa-nga Somboonpanya*  
..... Member  
(Assistant Professor Poonsa-nga Somboonpanya, Ph.D.)

*Sutham Vanichseni*  
..... Member  
(Assistant Professor Sutham Vanichseni, Ph.D.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของการลงทุนสร้างโรงงาน  
ผลิตแอมโมเนียโดยใช้แก๊สธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ

ชื่อนิสิต                    นายสมศักดิ์ ชำนาญทองไพวัลย์

อาจารย์ที่ปรึกษา        ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธรรม วาณิชเสณี

ภาควิชา                    วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา                2523



### บทคัดย่อ

ประเทศไทยได้สั่งซื้อปุ๋ยจากต่างประเทศปีหนึ่งเป็นพัน ๆ ล้านบาท การค้นพบแก๊สธรรมชาติในอ่าวไทยได้นำความหวังมาสู่ประเทศไทยว่าจะสามารถผลิตปุ๋ยในโตรเจนภายในประเทศเองได้ ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยในโตรเจนหลาย ๆ ชนิดต่างต้องได้มาจากผลิตภัณฑ์ตัวกลางก่อน กล่าวคือ แอมโมเนีย การศึกษานี้จึงมีขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของการสร้างโรงงานผลิตแอมโมเนียโดยใช้แก๊สธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ

การศึกษานี้ได้คลุมไปถึงการศึกษาความต้องการปุ๋ยในโตรเจนของประเทศไทย กระบวนการผลิตแอมโมเนีย การเลือกกระบวนการผลิต การออกแบบเครื่องมือเบื้องต้น การศึกษาคำนการลงทุน และการสร้างแบบจำลองโรงงาน

การลงทุนทั้งสิ้นสำหรับโรงงานผลิตแอมโมเนีย 1,200 ตันต่อวัน โดยใช้แก๊สธรรมชาติเป็นวัตถุดิบคือ 138.9 ล้านบาทสรอ. ณ ราคาแก๊สธรรมชาติ 4 ดอลลาร์ต่อล้านบีทียู และราคาขายแอมโมเนีย 400 ดอลลาร์สรอ. ต่อตัน อัตราผลตอบแทนคือ 22.5% จากการเปลี่ยนแปลงราคาแก๊สธรรมชาติเป็น 5 ดอลลาร์และ 6 ดอลลาร์สรอ. ต่อล้านบีทียู อัตราผลตอบแทนจะลดลงเป็น 17.2% และ 12.0% ตามลำดับ เนื่องจากแอมโมเนียที่ได้ผลิตส่วนใหญ่ต้องนำไปใช้ในการเกษตร จึงควรมีการศึกษาถึงการสร้างโรงงานผลิตปุ๋ยที่ใชแอมโมเนียที่ผลิตได้ต่อไป

Thesis Title: A Prefeasibility Study of an Ammonia Plant  
Utilising Natural Gas as Raw Material

Name: Mr. Somsak Chamnanthongpaivanh

Thesis Advisor: Assistant Professor Sutham Vanichseni, Ph.D.

Department: Chemical Engineering

Academic Year: 1980

#### Abstract

Thailand has to import several billion bahts of fertilizer each year. The discovery of natural gas in the Gulf of Thailand brings hope to Thailand of manufacturing her own nitrogen fertilizer. As several products of nitrogen fertilizer have to come from a medium compound, ammonia, a study on the prefeasibility of an ammonia plant utilising natural gas as raw material is made.

The project includes the study of the demand of nitrogen fertilizer of Thailand, ammonia synthesis process, process selection, preliminary equipment design, economic analysis and plant model construction.

The total investment for the 1,200-ton-per-day ammonia plant utilising natural gas as raw material is US\$138.9 million. With natural gas price of US\$4.00/MM BTU and ammonia selling price of US\$400/short ton, the rate of return is 22.5 per cent. By varying natural gas price to \$5 and \$6/1000 cu.ft; the internal rate of return are 17.2% and 12.0% As ammonia is an intermediate to manufacture, a further study on a fertilizer complex is suggested to determine its feasibility.

## ACKNOWLEDGEMENT



The author wishes to sincerely thank and express his gratitude to his advisor, Assistant Professor Dr. Sutham Vanichseni, for his supervision, guidance and pedagogical assistance during this project. Special thanks are highly expressed to the staff of the Chemical Engineering Department and the Engineering Faculty, Chulalongkorn University for lessons given directly and indirectly to him.

He also wishes to convey his most sincere appreciation to all his friends, especially Mr. Prasarn Chanyarayachon, Mr. Prapin Lalitpat, Mr. Vikran Viriyathamkul, and Miss Dararut Chaipojcharoen, for their encouragement and assistance in the typing job. Appreciation is extended to his parents, his brothers and all his friends for their unceasing encouragement.

Finally he would like to thank all the people concerned who share a part making this project complete.

## CONTENTS

	Page
THESIS TITLE IN THAI .....	i
THESIS TITLE .....	ii
APPROVAL FORM .....	iii
ABSTRACT IN THAI .....	iv
ABSTRACT .....	v
ACKNOWLEDGEMENT .....	vi
CONTENTS .....	vii
LIST OF TABLES .....	ix
LIST OF FIGURES .....	xi
CHAPTER I INTRODUCTION .....	1
1.1 The Role of Fertilizer in Agriculture .....	1
1.2 The Role of Fertilizer in Thailand .....	2
1.3 Application of Fertilizer in Thailand .....	5
1.4 Demand of Ammonia for Thailand .....	12
1.5 Natural Gas in the Gulf of Thailand .....	15
1.6 The Purpose of This Study .....	17
II AMMONIA SYNTHESIS .....	18
2.1 The History of Ammonia .....	18
2.2 Ammonia Synthesis Process .....	22
2.2.1 Light Hydrocarbon Process .....	28
2.2.2 Heavy Hydrocarbon Process .....	47
2.2.3 Coal-based Partial Oxidation Process ..	50
2.3 Future Development .....	55



CHAPTER III	PROCESS SELECTION .....	59
	3.1 Desulfurisation .....	61
	3.2 Primary Reforming .....	63
	3.3 Secondary Reforming .....	64
	3.4 CO Shift Conversion .....	65
	3.5 CO <sub>2</sub> Removal .....	67
	3.6 Methanation .....	68
	3.7 Ammonia Synthesis .....	69
	3.8 Ammonia Storage .....	70
IV	PRELIMINARY EQUIPMENT DESIGN .....	76
	4.1 Heat Exchanger Design .....	78
	4.2 Flash Drum Design .....	78
	4.3 Pressure Vessel Design .....	79
	4.4 Column Design .....	79
	4.5 Compressor Design .....	80
V	PLANT MODEL CONSTRUCTION .....	83
VI	INVESTMENT ANALYSIS .....	88
VII	CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS .....	90
	REFERENCES .....	101
APPENDIX A.	LINEAR REGRESSION ANALYSIS .....	103
	B. SPECIFICATIONS OF MAJOR EQUIPMENTS .....	105
	C. NOMENCLATURE .....	107
	AUTOBIOGRAPHY .....	109



## LIST OF TABLES

Table	Page
I-1 Organic Fertilizer Production and Nutrients .....	3
I-2 Fertilizer Production of the Mae-Moh Fertilizer Factory	4
I-3 Importation of Fertilizer in Thailand .....	6
I-4 Fertilizer Demand of Thailand .....	8
I-5 Fertilizer Application in Some Asian Countries .....	9
I-6 Productivity of Cereals in kg/ha in Some Asian Countries	11
I-7 Relative Application of Fertilizer and Productivity of land in 1976 .....	11
I-8 Percentage of Production of Nitrogen Fertilizer Compared to Domestic Requirements and the Production Compared to Capacity .....	13
II-1 Typical Composition of Natural Gas .....	30
II-2 Acid Gas Treating Processes .....	42
III-1 Gas Composition of the Natural Gas from the Gulf of Thailand .....	59
III-2 Process Comparison: MEA-Benfield .....	68
III-3 Stock Table .....	71
IV-1 Major Equipment for the Ammonia Plant .....	77
VI-1 Present Value VS Internal Rate of Return .....	89
VI-2 Capital Investment Estimation .....	91
VI-3 Raw Material, Utilities & Labor Cost .....	92
VI-4 Annual Income Estimation at Natural Gas Price of \$4/1000 cu.ft. ....	94

Table	Page
VI-5 Annual Income Estimation at Natural Gas Price of \$5/1000 cu.ft. ....	95
VI-6 Annual Income Estimation at Natural Gas Price of \$6/1000 cu.ft. ....	96
VI-7 Cash Flow Table at Natural Gas Price of \$4/1000 cu.ft. .	97
VI-8 Cash Flow Table at Natural Gas Price of \$5/1000 cu.ft. .	98
VI-9 Cash Flow Table at Natural Gas Price of \$6/1000 cu.ft. .	99

## LIST OF FIGURES

Figure		Page
II-1	Annual World Ammonia Production .....	21
II-2	Number of Large Capacity Ammonia Plant .....	22
II-3	Percentage Ammonia in Equilibrium with $3\text{H}_2:\text{N}_2$ Mixture .....	25
II-4	Ammonia Synthesis from Natural Gas .....	32
II-5	Shell-Gasification Process .....	49
II-6	Texaco Gasification Process .....	51
II-7	Ammonia via Lurgi Coal Gasification .....	53
II-8	Ammonia via Koppers-Totzek Coal Gasification .....	54
II-9	Stages in the Development of Modern $\text{NH}_3$ Process ....	56
III-1	Ammonia Plant Process Diagram .....	62
V-1	Master Plot Plan .....	84
V-2	Unit Plot Plan .....	85
V-3	Model of the Designed Plant .....	87
VI-1	Present Value vs Internal Rate of Return .....	90