

การนำแบบจำลองการลงทุนของถนนโดย ที อาร์ อาร์ แอด
มาใช้กับทางหลวงสายสระบุรี - หล่มสัก



นายเอกสิทธิ์ สินธุสาร

006723

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๑๘

APPLICATION OF THE TRRL ROAD TRANSPORT INVESTMENT MODEL
TO THE SARABURI - LOMSAK HIGHWAY



Mr. Ekasith Sinthusarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1976

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University
in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master
of Engineering.

Kisil Prochanatamol.

.....
Dean of the Graduate School

Thesis Committes

Niwat Darananda.

.....
(Prof. Dr. Niwat Daranandana, Chairman)

John Hugh Jones

.....
(Prof. John Hugh Jones)

S. Bunnag

.....
(Assist. Prof. Dr. Supradit Bunnag)

Anukalya Israsena

.....
(Mr. Anukalya Israsena Na Ayudhaya)

Advisor: Prof. John Hugh Jones

Date: April 1976

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การนำแบบจำลองการลงทุนของถนนโคโย ที่ อาร์ อาร์ แอล
มาใช้กับทางหลวงสายสระบุรี - หล่มสัก
ชื่อ นายเอกสิทธิ์ สีนุสาร แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา ๒๕๑๘

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบจำลองการลงทุนของถนนเมื่อนำมาใช้กับถนนในประเทศไทย แบบจำลองจะช่วยการตัดสินใจในการลงทุนสร้างถนนโดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยการคำนวณค่าก่อสร้าง ทำนายสภาพของถนนตามระยะเวลาและการจราจร ประมาณราคาค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาดถนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายในแต่ละปี ค่าใช้จ่ายในแต่ละปีตลอดอายุการใช้งานของถนนจะคิดรวมเป็นเงินลงทุนทั้งหมดในปีที่เริ่มก่อสร้างถนน โดยคิดจากอัตราดอกเบี้ยที่ผู้ใช้แบบจำลองกำหนดขึ้น ในการประมาณราคาจากราคาต่อหนึ่งหน่วย แบบจำลองช่วยในการศึกษาลักษณะธุรกิจของการก่อสร้างถนนแบบต่างๆ เช่น ควรปรับปรุงถนนดินเป็นถนนกรวดหรือถนนลาดยาง ในเวลาใดในช่วงอายุการใช้งานของถนน

ในการศึกษานี้ใช้ส่วนหนึ่งของทางหลวงสายสระบุรี-หล่มสักซึ่งอยู่ทางเหนือของประเทศไทยเป็นข้อมูล แบบจำลองคำนวณค่าก่อสร้างถนนได้ใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างจริงในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้รถโดยใช้ข้อมูลในประเทศไทย พบว่าแบบจำลองคำนวณค่านี้สูงกว่าค่าที่ใดในประเทศไทย ส่วนค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาดถนนเมื่อเปรียบเทียบกับค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาดถนนซึ่งได้จากกรมทางหลวงบนทางสายนี้ปรากฏว่าแบบจำลองคำนวณได้ต่ำกว่า

ในการศึกษาพบว่า เมื่ออายุการใช้งานของถนนเท่ากับ ๕ ปี ค่าใช้จ่ายในการใช้รถมีค่าประมาณร้อยละ ๘๕ ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาดถนนค่าถาวรร้อยละ ๑ และค่าก่อสร้างถนนประมาณร้อยละ ๑๕ ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการขนส่ง

were based on the assumptions used in Thailand as it was found that the vehicle operating costs calculated by RTIM are too high for use in Thailand. Road maintenance costs calculated by RTIM are low, compared with the actual maintenance costs expended on this highway by the Thai Highway Department.

In the present study, vehicle operating costs over a nine-year period of service were found to be about 85 percent, road maintenance costs less than 1 percent, and construction costs about 15 percent of the total cost of transportation.

ACKNOWLEDGEMENTS



The author wishes to express his gratitude to Prof. John Hugh Jones, his advisor, for his patient guidance, valuable suggestions and encouragement through the duration of this study. Special acknowledgement is also made to Prof. Dr. Niwat Daranandana, Asst. Prof. Dr. Supradit Bunnag and Mr. Anukalya Israsena Na Ayudhaya for serving as member of the thesis committee.

The author wishes to express sincere thanks to Mr. Neville Bulman, Overseas Unit, British Transport and Road Research Laboratory, for his many useful suggestions which were incorporated into the study, and to Mrs. Jinda Suratanakavikul for her help in compiling the RTIM program for use on the Univac -1106 computer which was used for the study. He also wishes to express his sincere thanks to all agencies and individuals who were concerned with the study.

An acknowledgement of gratitude is made to the Transport and Road Research Laboratory for sanctioning this calibration of the Road Transport Investment Model, and for their financial support of the project. Thanks are also extended to the Graduate School of Chulalongkorn University for a research grant to conduct the study.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Title Page in Thai	i
Title Page in English	ii
Thesis Approval	iii
Abstract in Thai	iv
Abstract in English	v
Acknowledgements	vii
Table of contents	viii
List of Tables	xii
List of Figures	xv
Chapter	
I INTRODUCTION	1
Statement of Problem	1
Literature Review	2
Purpose, Scope and Limitations	4
Plan of Investigation	5
Sources of Data	6
Expected Usefulness of the Research	6
II THE RTIM COMPUTER MODEL	8
Description of the Model	8
Limitation of the Model	15
Computer Requirements	17
Structure of the Model	17



TABLE OF CONTENTS (continued)

Chapter	Page
III CASE STUDY OF THE SARABURI - LOMSAK HIGHWAY	19
General Description	19
Design Criteria	22
IV CONSTRUCTION COSTS	30
Ground Data	30
Horizontal and Vertical Alignment	31
Minimum Radius Summit Vertical Curves	33
Minimum Radius Sag Vertical Curves	36
Roadway Cross Section	39
Soil Characteristics	44
Earthwork Volumes	44
Retaining Walls	45
Haulage, Borrow and Spoil	47
Site Clearance	48
Pavement and Shoulders	49
Drainage	51
Other Items	55
Cost and Foreign Exchange	56
V ROAD USER COSTS	58
Vehicle Types	58
Traffic Forecasts	62
Vehicle Speeds	63
Fuel Consumption	67

TABLE OF CONTENTS (continued)

Chapter	Page
Lubricating oil Consumption	69
Age Distribution of Vehicles	70
Spare Parts Consumption	72
Maintenance Labour Hours	73
Tyre Consumption	74
Vehicle Usage	75
Depreciation	76
Commercial Vehicle Crew Hours	76
Interest Charges	77
Standing Charges	78
Passenger Time Cost	79
VI ROAD DETERIORATION AND ROAD MAINTENANCE	80
Pavement Strength	80
Pavement Roughness	82
Rut Depth	83
Cracking	83
Paved Road Maintenance Requirements	83
Maintenance Operations	84
Patching	87
Surface Dressing	88
Overlaying	89
Shoulder Maintenance	90
Drainage Maintenance	91
Stage Construction	93



TABLE OF CONTENTS (continued)

Chapter	Page
VII RESULTS AND DISCUSSION OF RESULTS	94
Construction Costs	94
Average Side Slope for Rock Cuts	98
Comments on Construction Cost Analysis	104
Vertical Alignment Generated by the Model	104
Vehicle Operating Costs	105
Road Maintenance Costs	116
Economic Analysis	119
VIII CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	128
REFERENCES	132
APPENDIX A	136
APPENDIX B	142
APPENDIX C	146
APPENDIX D	151
APPENDIX E	162
VITA	165

LIST OF TABLES

Number	Title	Page
1.	Comparison of Stopping Sight Distance : RTIM and THD	34
2.	Comparison of Summit - Curve Radius : RTIM and THD	36
3.	Comparison of Sag - Curve Radius : RTIM and THD	38
4.	Maximum Slope for Cuts and Fills	40
5.	Axle Weight for Buses and Heavy Vehicles Used in the Model	59
6.	Axle Weight for Buses and Heavy Vehicles Used in the Present Study	60
7.	Range of Variables for Vehicle Speeds on Paved Roads	66
8.	Average Speed for Each Type of Vehicle by the Model Formulas	66
9.	Range of Variables for Vehicle Fuel Consumption on Paved Road	68
10.	Allowable Ranges of the Variables for Spare Parts Consumption	73
11.	Average Annual Vehicle Kilometrage Used by the Model	75
12.	Average Annual Vehicle Kilometrage Used in the Present Study	75
13.	Annual Crew Hours	77
14.	Details of RTIM Productivity Packages	85
15.	Maintenance Plant Fuel Consumption	86
16.	Ratio of Working Time to Total Time	86
17.	Maintenance Patching of Saraburi - Lomsak Highway Called for by RTIM : Amount in sq.m/km and Total Cost of Each Section, Baht	88
18.	Surface Dressing of Saraburi - Lomsak Highway : Area of Treatment, sq.m/km and Total Cost of Each Section, Baht	89
19.	Quantity and Cost of Drainage Maintenance for Saraburi - Lomsak Highway for a Typical Year	92

LIST OF TABLES (continued)

Number	Title	Page
20.	Construction Costs for the Saraburi - Lomsak Highway (Thai Baht)	96
21.	Percentage Subdivision of Construction Costs for the Saraburi - Lomsak Highway	96
22.	Sensitivity of Earthworks Volume to Side Slopes	98
23.	Costs of Earthwork in Baht	103
24.	Vertical Alignment Generated by RTIM(Portion of Study Section 3)	107
25.	Vertical Alignment from Engineer's Design (Portion of Study Section 3)	108
26.	Comparison of Earthwork Quantities : RTIM VS Engineer's Design Section 3	108
27.	Average Vehicle Speeds and Fuel Consumption from the Model	110
28.	Comparison of Fuel Consumption Costs Predicted by the Model with the T.P.O'Sullivan Study	111
29.	Vehicle Operating Costs (Except Fuel) During First Year of Traffic (Baht per Vehicle Kilometer, Not Discounted)	112
30.	Vehicle Operating Costs (Except Fuel) During Ninth Year of Traffic (Baht per Vehicle Kilometer, Not Discounted)	112
31.	Change in Vehicle Operating Costs, Including Fuel Cost (Baht per Vehicle Kilometer, Not Discounted)	113
32.	Vehicle Operating Costs (Except Fuel) Obtained from T.P.O' Sullivan Study (Baht per Vehicle Kilometer, Not Discounted)	113
33.	Comparison of Total Vehicle Operating Costs Predicted by the Model with T.P.O'Sullivan Study	114
34.	Annual Maintenance Costs for 5 Percent Traffic Growth from RTIM (12 Percent Discount Rate)	117

LIST OF TABLES (continued)

Number	Title	Page
35.	RTIM Costs for Saraburi - Lomsak Highway Study Sections (66.6 km), Baht	120
36.	Cash Flow for Saraburi - Lomsak Highway Study Sections (66.6 km), Baht	120
37.	Construction Costs for Different Discount Rates	121
38.	Sensitivity of Road Maintenance Costs to Traffic Growth and Discount Rate	122
39.	Sensitivity of Vehicle Operating Costs to Traffic Growth and Discount Rate	122
40.	Sensitivity of Total Cost to Traffic Growth and Discount Rate	122
41.	Sensitivity of Composition of Total Cost to Traffic Growth and Discount Rates in Percentage	125



LIST OF FIGURES

Number	Title	Page
1.	Framework for Determining Total Road Transport Cost	9
2.	Flow Chart of Road Transport Investment Model Showing Costs and Upgrading	11
3.	Saraburi - Lomsak Highway Location Map	20
4.	Typical Roadway Sections	23
5.	CBR Design Curve	26
6.	Typical Bridge Sections	28
7.	Roadway Cross Section	41
8.	Typical Rock - Cut Slopes for the Saraburi - Lomsak Highway	42
9.	Typical Fill and Cut Sections for the Saraburi - Lomsak Highway	43
10.	Roadway Cross Section with Retaining Wall	46
11.	Typical Pavement Sections of Saraburi - Lomsak Highway	50
12.	Typical Head Walls	52
13.	ADT Observation and Regression Curve, Saraburi - Ban Phu Kae Segment	64
14.	ADT Observation and Regression Curve, Ban Phu Kae - Lamnarai Segment	64
15.	Criteria for Design Rock Cut Sections	100
16.	Example of Determination of Equivalent Single - Value Side Slope for Rock Cuts in Study Section 3	100
17.	Cumulative Volumes of Earthwork for Various Side Slope	102
18.	Typical Ground Longitudinal Section and Vertical Alignments	106
19.	Sensitivity of Total Transportation Cost to Traffic Growth and Discount Rates	124
20.	Composition in Percentage of Total Transportation Cost	126