แบบจำลองการตัดสินใจของรัฐเพื่อการต่อสัญญาสัมปทานโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมภายใต้ความไม่แน่นอนโดยวิธีเรียลออปชัน

นายอภิชัย รักประสงค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

MODELLING OF GOVERNMENT'S DECISION FOR THE RENEWAL/RE-PROCUREMENT OF PPP TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE UNDER UNCERTAINTY USING REAL OPTIONS

Mr. Apichai Rakprasong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองการตัดสินใจของรัฐเพื่อการต่อสัญญาสัมปทานโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมภายใต้ความไม่แน่นอนโดยวิธีเรียลออปชัน
โดย	นายอภิชัย รักประสงค์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รศ.ดร.นคร กกแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รศ.ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ.ดร.นคร กกแก้ว)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.นพดล จอกแก้ว)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน ตันติเสวี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิชัย รักประสงค์ : แบบจำลองการตัดสินใจของรัฐเพื่อการต่อสัญญาสัมปทานโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมภายใต้ความไม่แน่นอนโดยวิธีเรียลออปชัน. (MODELLING OF GOVERNMENT'S DECISION FOR THE RENEWAL/RE-PROCUREMENT OF PPP TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE UNDER UNCERTAINTY USING REAL OPTIONS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ.ดร.นคร กกแก้ว

โครงการโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้สัญญาร่วมลงทุน (Public Private Partnership, PPP) ที่ใกล้สิ้นสุดสัญญากฎหมายกำหนดให้หน่วยงานของรัฐเจ้าของโครงการต้องว่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการดำเนินการโครงการซึ่งอาจมีได้หลายรูปแบบ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงใน 3 แนวทาง ได้แก่ (1) รัฐรับผิดชอบในการดำเนินโครงการเอง (2) รัฐต่อสัญญาโดยวิธี PPP Net Cost และ (3) รัฐต่อสัญญาโดยวิธี PPP Gross Cost สำหรับประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบโครงการ

แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงที่ใช้ในการศึกษา มีขั้นตอนดังนี้ (1) สร้างแบบจำลองทางการเงินของโครงการในแต่ละทางเลือก โดยใช้โครงการทางด่วนศรีรัชเป็นกรณีศึกษา (2) พยากรณ์ปริมาณจราจรและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยวิธี Double Moving Average, Standard Normal Probability และ Geometric Brownian Motion (3) วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินที่รัฐและเอกชนคาดว่าจะได้รับ โดยใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสมกับระดับความเสี่ยงของกระแสเงินในโครงการ (4) วิเคราะห์ความอ่อนไหว เพื่อระบุตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า รัฐควรเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ในการต่อสัญญา เพราะเป็นแนวทางที่คาดว่ารัฐจะได้รับผลประโยชน์มากที่สุดในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และผลจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่า ตัวแปรเสี่ยงจราจรที่มีผลกระทบต่อผลตอบแทนทางการเงินมากที่สุด คือ ปริมาณจราจรสาย A-B ส่วนตัวแปรเสี่ยงค่าใช้จ่ายดำเนินการที่มีผลกระทบมากที่สุด คือ งานจัดเก็บค่าผ่านทาง ในการศึกษานี้จึงได้เสนอการจัดการความเสี่ยงโดยการใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้นและใช้วิธีเรียลออปชั่นในการประเมินมูลค่าในการต่อสัญญาถัดไป เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงของรัฐและภาคเอกชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6070368121 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD: Decision-making model, Infrastructure, PPP, Risk

Apichai Rakprasong : MODELLING OF GOVERNMENT'S DECISION FOR THE RENEWAL/RE-PROCUREMENT OF PPP TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE UNDER UNCERTAINTY USING REAL OPTIONS. Advisor: Assoc. Prof. Nakhon Kokkaew, Ph.D.

When PPP infrastructure projects is approaching the end of a concession contract. The Thai PPP law requires that a responsible project agency hire an independent consultant to study on how the project will be managed. This study is to purpose a decision-making model based on financial analysis and risks exposure. There are 3 alternatives considering in this study: (1) to assume full responsibility for the project operation, (2) to renew the contract using PPP Net Cost, and (3) to renew the contract using PPP Gross Cost.

The proposed decision-making model used in this study involves the following steps. First, a financial model for each alternative was developed, with the Si Rat Expressway being a case study. Then, important variables of the financial model were forecasted using three methods: (1) Double Moving Average, (2) Standard Normal Probability, and (3) Geometric Brownian Motion. Next, financial benefits to be received by the public and the private were analyzed using Monte Carlo simulation, and, to account for the different levels of risk, three risk-adjusted discount rates are employed to calculate the net present value. Finally, sensitivity analysis is performed to identify key risk variable highly influencing the results of the model.

The results of the analysis showed that the public agency should adopt the third alternative, renewing the contract using PPP Gross Cost. Based on the results from sensitivity analysis, the traffic volume in section A-B and toll collecting cost of the case study project are two of the highly sensitive variables. This research also suggests using a short-term concession with renewal options for risk management. The value embedded in renewal options are then priced using Real Option Approach.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Civil Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยดูแลการทำงานวิจัยอย่างใกล้ชิด ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้กำลังใจในการทำงานตลอดจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน ตันติเสวี กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็น คำปรึกษา แนวทางและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์นั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อผู้ที่เกี่ยวข้องที่ได้แนะนำหน่วยงานต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถเข้าเก็บข้อมูลได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น รวมถึงหน่วยงานต่างๆที่ผู้วิจัยเข้าสำรวจข้อมูลที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยมีความสำนึกในพระคุณของคณาจารย์ทุกท่าน คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อบิดามารดา ญาติพี่น้องของผู้ทำวิจัย ที่ได้เอาใจใส่ดูแลและให้ความอนุเคราะห์แก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิชัย รักประสงค์

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 5

บทที่ 2 6

แนวความคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 นิยามของโครงสร้างพื้นฐาน 6

2.2 บทบาทของโครงสร้างพื้นฐานต่อการพัฒนาประเทศ 6

2.3 การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 ความหมายของการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public Private Partnership: PPP) 15
2.4.1 รูปแบบของการให้เอกชนเข้าร่วมลงทุน 17
2.4.1.1 Build - Own – Operate - Transfer (BOOT) 18
2.4.1.2 Build – Operate - Transfer (BOT) 18
2.4.1.3 Build –Transfer – Operate (BTO) 18
2.4.1.4 Lease – Develop – Operate (LDO) 19
2.4.1.5 Design – Build – Operate (DBO) 19
2.5 การกำหนดระยะเวลาสัญญา (Concession Period) ของโครงการ PPP 20
2.6 แบบจำลองทางการเงินโครงการ PPP 22
2.6.1 มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money) 22
2.6.2 การประเมินโครงการโดยวิธีคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow, DCF) 23
2.6.3 แบบจำลองทางการเงินโครงการ PPP 23
2.7 การพยากรณ์ความต้องการการใช้งาน (Demand forecast) 26
2.7.1 การพยากรณ์ความต้องการการใช้งานโครงการใหม่ (Greenfield projects) 27
2.7.2 การพยากรณ์ความต้องการการใช้งานโครงการเดิม 27
2.8 การประเมินโครงการทางด้านการเงินภายใต้สภาวะของความไม่แน่นอนในการดำเนินงาน 32
2.8.1 วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) 32
2.9 การประเมินมูลค่าโครงการที่มีเรียลออปชั่น 34
2.10 พระราชบัญญัติ การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 36
2.11 สรุป 36
บทที่ 3 38
วิธีดำเนินการวิจัย 38
3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 แบบจำลองทางการเงินของโครงการ (Financial model) 40
3.2.1 โครงการกรณีศึกษา (Case study project) 41
3.2.1.1 ทางเลือก A: รัฐบาลดำเนินการเอง 41
3.2.2.2 ทางเลือก B: รัฐบาลดำเนินการใช้สัญญา PPP Net Cost 42
3.2.2.3 ทางเลือก C: รัฐบาลดำเนินการใช้สัญญา PPP Gross Cost 45
ขั้นตอนการคิดรายได้สุทธิตามสัญญา PPP Gross Cost ทั้งรัฐบาลและเอกชน 45
3.3 ตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ของแบบจำลองทางการเงิน 50
3.4 กรอบแนวความคิดในการตัดสินใจในการพิจารณาแนวทางในการบริหารโครงการที่หมดระยะเวลาสัมปทาน 51
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาสร้างกรอบแนวความคิด ในงานวิจัยนี้ได้ดังแสดงในรูปที่ 10 51
บทที่ 4 52
การวิเคราะห์ผลการศึกษา 52
4.1 โครงการกรณีศึกษา (Case study project) 52
4.2 ผลการศึกษาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ (Key risk variables) 57
4.2.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Double Moving Average หรือ DMA) 58
4.2.2 การประเมินค่า O&M โดยวิธีประเมินค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการทางพิเศษในอนาคต 60
4.2.3 การพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติก 60
4.2.3.1 วิธีที่ 1 การพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน (Standard Normal Probability Distribution) ... 61
4.2.2.2 วิธีที่ 2 การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยใช้ Geometric Brownian motion (GBM) 66
4.3 วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง ในกรณีที่ใช้วิธี DMA ในการพยากรณ์ 70
4.3.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง ในกรณีที่ใช้วิธี Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์ 70
4.3.3 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง ในกรณีที่ใช้วิธี Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์ 76
4.3.4 สรุปผลการวิเคราะห์ 80
4.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity Analysis) 81
4.4.1 กรณีรัฐดำเนินการเอง 81
4.4.2 กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost 84
4.4.3 กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost 89
4.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว 94
4.5 แนวทางการจัดการความเสี่ยงโดยวิธีเรียลออปชัน 95
4.6 วิเคราะห์มูลค่าของการใช้สิทธิในการต่อสัญญาโดยวิธีเรียลออปชัน 97
4.7 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ กรณีมีออปชันและไม่มีออปชัน 101
4.8 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของสัญญาตามระยะเวลาการต่ออายุสัญญาสัมปทานในกรณีต่าง ๆ 102
4.8.1 เปรียบเทียบการต่ออายุสัญญากรณี 5 ปี 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี 102
4.8.2 เปรียบเทียบรายได้สุทธิกรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี 105
4.8.3 เปรียบเทียบรายได้สุทธิกรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี 108
4.8.4 เปรียบเทียบรายได้สุทธิกรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี 109
4.6 สรุป 111
บทที่ 5 114
การอภิปรายและสรุปผลการศึกษา 114
5.1 สรุปแบบจำลองทางการเงินของโครงการ 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 เปรียบเทียบผลตอบแทนโครงการในแต่ละแนวทางการบริหารโครงการ 122
5.3 การใช้เรียลออปชันในการจัดการความเสี่ยงของโครงการ 130
5.4 ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษา 131
5.5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 132
5.5.1 สรุปผลการศึกษา 132
5.5.2 ข้อเสนอแนะ 134
บรรณานุกรม 135
ประวัติผู้เขียน 137
ภาคผนวก 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุประยะทางถนน (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562) 10

ตารางที่ 2 สรุประยะทางราง ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)..... 11

ตารางที่ 3 เส้นทางการขนส่งสินค้าตามลำน้ำในประเทศ ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562) 12

ตารางที่ 4 ท่าเรือชายฝั่งในประเทศไทย ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)..... 12

ตารางที่ 5 ปริมาณการขนส่งสินค้าทางน้ำ ปี พ.ศ. 2560 ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562) 13

ตารางที่ 6 ปริมาณผู้โดยสารด้วยระบบขนส่งทางน้ำปี พ.ศ. 2561 ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)..... 13

ตารางที่ 7 หน่วยงานที่รับผิดชอบท่าอากาศยาน ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562) 14

ตารางที่ 8 ลำดับความสามารถในการแข่งขันด้านโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทย สำหรับปี 2559 จากการศึกษาของ World Economic Forum (www.weforum.org) ที่มา: (Klaus และ Xavier, 2016)..... 15

ตารางที่ 9 สรุปค่า MAPE ที่ได้ในการคำนวณแต่ละวิธีพยากรณ์..... 32

ตารางที่ 10 สรุปหน้าที่ ผลประโยชน์ที่ได้รับ และ การรับความเสี่ยง ทั้งสามทางเลือกระหว่างรัฐบาลและเอกชนภายหลังสิ้นสุดสัญญา 49

ตารางที่ 11 ความจุของระบบทางพิเศษ (Expressway System Capacity) ที่มา:(รายงานฉบับผู้บริหาร แนวทางการดำเนินโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2)..... 56

ตารางที่ 12 สรุปข้อมูลโครงการทางพิเศษศรีรัชและสัดส่วนการแบ่งรายได้..... 57

ตารางที่ 13 สรุปผลการคำนวณค่า NPV ด้วยวิธี Double Moving Average (DMA) 70

ตารางที่ 14 สรุปผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินทั้ง 3 วิธีพยากรณ์ หน่วย:ล้านบาท..... 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 15 สรุปมูลค่าสัญญาและราคาของสิทธิในการต่อสัญญาในแต่ละช่วงสัญญา.....100
ตารางที่ 16 รายได้สุทธิของรัฐ กรณีไม่ใช้เรียลออปชัน 101
ตารางที่ 17 รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้เรียลออปชัน เอกชนพิจารณาต่อสัญญา 101
ตารางที่ 18 รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้เรียลออปชัน เอกชนไม่พิจารณาต่อสัญญา 102
ตารางที่ 19 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 5 ปี.....102
ตารางที่ 20 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 10 ปี.....103
ตารางที่ 21 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 15 ปี.....103
ตารางที่ 22 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 20 ปี.....103
ตารางที่ 23 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 25 ปี.....104
ตารางที่ 24 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณี 30 ปี.....104
ตารางที่ 25 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 1 105
ตารางที่ 26 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 2 106
ตารางที่ 27 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 3 106
ตารางที่ 28 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 4 106
ตารางที่ 29 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 5 106
ตารางที่ 30 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 6 107
ตารางที่ 31 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ครั้งที่ 1 108
ตารางที่ 32 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ครั้งที่ 2 108
ตารางที่ 33 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ครั้งที่ 3 108

Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ครั้งที่ 1 110

ตารางที่ 35 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ครั้งที่ 2 110

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของโครงการในแต่ละทางเลือก (หน่วย: ล้านบาท) 123

ตารางที่ 37 เปรียบเทียบช่วงการกระจายตัวของผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐ 126

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 เงินลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของรัฐคิดเป็นสัดส่วนของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ หรือ GDP ที่มา: (IMF World Economic Outlook 2010)..... 9

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงระหว่างภาครัฐและเอกชนในแต่ละวิธีการจัดหาเพื่อให้ได้มาของโครงการโครงสร้างพื้นฐาน ที่มา: (นคร กกแก้ว และ นุอนันท์ คุระแก้ว, 2557)..... 17

รูปที่ 3 แนวคิดระยะเวลาสัญญาแบบแปรผันตามปริมาณรายได้ ที่มา: (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจกระทรวงการคลัง, 2560)..... 21

รูปที่ 4 ตัวอย่างมูลค่าในอนาคตผลตอบแทน 5% ต่อปี ที่มา: (อัจฉรา โยมสินธุ์, 2012)..... 22

รูปที่ 5 การวิเคราะห์โครงการโดยใช้วิธี Monte Carlo simulation ที่มา: (Kokkaew และ Sampim, 2014)..... 33

รูปที่ 6 โมเดลทางการเงิน Cash-flow Waterfall ดัดแปลงจาก: (Pietroforte, 2003)..... 40

รูปที่ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ NPV ของรัฐบาลดำเนินการเอง..... 41

รูปที่ 8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ NPV ของรัฐและเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost..... 43

รูปที่ 9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ NPV ของรัฐและเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost..... 46

รูปที่ 10 กรอบแนวความคิด (Conceptual framework) ในการตัดสินใจใช้สัญญาประเภทต่าง ๆ. 51

รูปที่ 11 แผนที่เส้นทางโครงการทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2) ที่มา:(https://expressway.bemplc.co.th/ExpresswayProject-Detail?id=1)..... 54

รูปที่ 12 การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตของส่วน A และ ส่วน B โดยวิธี DMA..... 58

รูปที่ 13 การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตของส่วน C โดยวิธี DMA..... 59

รูปที่ 14 การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตของส่วน D โดยวิธี DMA..... 59

รูปที่ 15 ปริมาณค่า O&M ในอนาคตโดยใช้วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายในอนาคต..... 60

รูปที่ 16 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน A และ ส่วน B โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution..... 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 17 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน C โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution 62

รูปที่ 18 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน D โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution 63

รูปที่ 19 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน A และ ส่วน B โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution (ปรับแก้สมการ) 64

รูปที่ 20 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน C โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution (ปรับแก้สมการ) 64

รูปที่ 21 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน D โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution (ปรับแก้สมการ) 65

รูปที่ 22 ตัวอย่างการพยากรณ์ค่าใช้จ่าย O&M ในอนาคต โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติกการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน 66

รูปที่ 23 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน A และ ส่วน B โดยใช้สมการ GBM 67

รูปที่ 24 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน C โดยใช้สมการ GBM 68

รูปที่ 25 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน D โดยใช้สมการ GBM 68

รูปที่ 26 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณค่า O&M ในอนาคต โดยใช้สมการ GBM 69

รูปที่ 27 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก A: รัฐ (คลัง + กทพ.) เป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด 72

รูปที่ 28 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐ (คลัง + กทพ.) เป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost 72

รูปที่ 29 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost 73

รูปที่ 30 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐ (คลัง + กทพ.) เป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost 74

รูปที่ 31 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost 74

Chulalongkorn University

รูปที่ 32 สรุปเปรียบเทียบรายได้ของรัฐ (คลัง + กทพ.) ทั้งสามทางเลือก วิธี Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์..... 75

รูปที่ 33 สรุปเปรียบเทียบรายได้สุทธิของเอกชนทั้งสองทางเลือกวิธีที่ 1 ใช้ Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์..... 75

รูปที่ 34 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก A: รัฐ (คลัง + กทพ.) รัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด..... 76

รูปที่ 35 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐ (คลัง + กทพ.) รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost..... 77

รูปที่ 36 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost 77

รูปที่ 37 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐ (คลัง + กทพ.) รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost..... 78

รูปที่ 38 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost..... 79

รูปที่ 39 สรุปเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ (คลัง + กทพ.) ทั้งสามทางเลือกวิธี Geometric Brownian Motion..... 79

รูปที่ 40 สรุปเปรียบเทียบรายได้ของเอกชนทั้งสองทางเลือก วิธี Geometric Brownian Motion . 80

รูปที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ กทพ.กรณีรัฐดำเนินการเอง..... 82

รูปที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิส่งเข้าคลัง กรณีรัฐดำเนินการเอง 83

รูปที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. และ ส่งเข้าคลัง ตามอัตราคิดลด 8.60 % กรณีรัฐดำเนินการเอง..... 84

รูปที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost. 85

รูปที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิกระทรวงการคลัง กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost..... 86

รูปที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost..... 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. ตามอัตราคิดลด 7.41% กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost 88

รูปที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ เอกชน และ คลัง ตามอัตราคิดลด 8.60% กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost 89

รูปที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ กทพ. กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost 90

รูปที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิกระทรวงการคลัง กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost 91

รูปที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ รายได้สุทธิเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost ... 92

รูปที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. ตามอัตราคิดลด 7.41% กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost 93

รูปที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ เอกชน และ คลัง ตามอัตราคิดลด 8.60% กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost 94

รูปที่ 54 แบบจำลองการตัดสินใจขยายสัญญาของรัฐและเอกชน 96

รูปที่ 55 ตัวอย่างการพยากรณ์รายได้สุทธิของเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost 98

รูปที่ 56 แสดงการปรับมูลค่าในอนาคตกลับมาเป็นมูลค่าปัจจุบัน 99

รูปที่ 57 แผนภาพสรุปแนวทางการตัดสินใจการใช้สิทธิในการต่อสัญญาสัมปทาน 100

รูปที่ 58 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ตามระยะเวลาการต่อสัญญา 105

รูปที่ 59 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 5 ปี 107

รูปที่ 60 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 10 ปี 109

รูปที่ 61 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 15 ปี 111

รูปที่ 62 แบบจำลองทางการเงิน กรณีรัฐดำเนินการเอง 114

รูปที่ 63 แบบจำลองทางการเงินของรัฐ กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost 116

รูปที่ 64 แบบจำลองทางการเงินของเอกชน กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost 118

รูปที่ 65 แบบจำลองทางการเงินของรัฐ กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost 120

รูปที่ 66 แบบจำลองทางการเงินของเอกชน กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost 121

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 67 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของรัฐในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Standard Normal Probability ในการพยากรณ์ 124

รูปที่ 68 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Standard Normal Probability ในการพยากรณ์ 124

รูปที่ 69 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของรัฐในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์ 125

รูปที่ 70 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์ 125

รูปที่ 71 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐทั้ง 3 ทางเลือก ตามระยะเวลาการต่อสัญญา 127

รูปที่ 72 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 5 ปี 128

รูปที่ 73 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 10 ปี 129

รูปที่ 74 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 10 ปี 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานด้านเศรษฐกิจ (Economic or hard infrastructure) เช่น ถนน สนามบิน ท่าเรือ โรงไฟฟ้า ระบบส่งน้ำ และระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้แล้วในอนาคตยังมีแนวโน้มของความต้องการโครงสร้างพื้นฐานด้านสังคมเพิ่มมากขึ้น เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน อาคารสันทนาการ สวนสาธารณะ สถานสงเคราะห์คนชรา เป็นต้น เนื่องจากนโยบายยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนของรัฐ

ปัจจุบันรัฐบาลของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก มีนโยบายส่งเสริมให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ (Operation) ตลอดจนการลงทุนในการพัฒนาโครงการโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ เช่น ถนน ท่าเรือ รถไฟ โรงไฟฟ้า ระบบน้ำประปา ที่อยู่อาศัย เป็นต้น โดยโครงการเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง รูปแบบการเปิดโอกาสให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงการโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้เรียกโดยรวมว่า Public Private Partnership หรือ PPP วัตถุประสงค์หลักของการใช้วิธี PPP ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานก็เพื่อ (1) ลดการใช้งบประมาณแผ่นดิน (2) ลดการพึ่งพาเงินทุนจากการกู้ยืม เพราะการกู้ยืมนำไป สู่การก่อหนี้สาธารณะของรัฐบาล และ (3) เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าจากความเชี่ยวชาญของเอกชน ทั้งนี้รูปแบบ PPP ที่จะนำมาใช้ต้องเป็นแนวทางที่ประโยชน์กับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง (Win-Win Strategy) เช่น รัฐบาลสามารถนำงบประมาณไปใช้ในกิจกรรมเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น และอาจจะได้เรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่จากภาคเอกชน หรือ เอกชนผู้ร่วมทุนอาจจะได้นวัตกรรมจากการร่วมทุนในรูปแบบบริษัทร่วมค้ากับบริษัทต่างประเทศ (Joint Venture) ส่วนประชาชนอาจได้รับการบริการที่ดีมีคุณภาพมากขึ้น ในราคาที่เหมาะสม เป็นต้น จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ระยะเวลาของสัญญา PPP หรือที่เรียกว่าระยะเวลาสัมปทานมักประกอบด้วยขั้นตอนการก่อสร้างและระยะเวลาการดำเนินการ สำหรับ PPP บางประเภท เช่น Build-Operate-Transfer

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(BOT) และ Build-Transfer-Operate (BTO) หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาสัมปทานแล้วรัฐบาลจะมีทางเลือกสามทางคือ

(1) รับผิดชอบในการดำเนินโครงการเอง
(2) เอกชนรายเดิมเป็นผู้ดำเนินการ
(3) เอกชนรายใหม่เป็นผู้ดำเนินการ

จากการศึกษาในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในโครงการทางพิเศษที่ใช้สัญญา PPP หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาสัมปทานยังมีค่อนข้างน้อย โดยงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าจะพิจารณาอายุสัญญาสัมปทาน ตอนเริ่มต้นโครงการว่าจะให้อายุสัญญาสัมปทานเอกชน เป็นเวลากี่ปี หรือ คำนวณแบบ Single point estimate ทำให้ไม่เห็นค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นของโครงการเป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอแบบจำลองเพื่อประเมินผลตอบแทนและความเสี่ยงในการพิจารณาการตัดสินใจสำหรับโครงการร่วมลงทุนโครงสร้างพื้นฐานที่กำลังจะหมดอายุสัญญาสัมปทาน ซึ่งในอนาคตจะมีโครงการโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้สัญญา PPP ที่กำลังจะหมดอายุสัญญาสัมปทานอีกหลายโครงการ ซึ่งโครงการเหล่านั้นสามารถนำแนวทางที่ได้จากการศึกษานี้ไปปรับใช้ในการประเมินเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินและการจัดการความเสี่ยงในการบริหารโครงการโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ของประเทศไทยต่อไป และเพื่อปกป้องผลประโยชน์ของประชาชนจากการที่รัฐพิจารณาเลือกใช้แนวทางการตัดสินใจที่เกิดประโยชน์สูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบจำลองทางการเงินสำหรับการตัดสินใจภายใต้สภาวะของความไม่แน่นอนในการดำเนินงานของสัญญา (Decision making under uncertainty) ของหน่วยงานรัฐที่เป็นเจ้าของโครงการโครงสร้างพื้นฐาน (Project agency) เพื่อการพิจารณาแนวทางการตัดสินใจที่เหมาะสม (ต่อ/ขยาย หรือ ไม่ต่อขยายสัญญา) สำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมที่จะสิ้นสุดสัญญา

2. วิเคราะห์ผลตอบแทนปัจจุบันสุทธิสำหรับแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละทางเลือก ซึ่งในการศึกษานี้ใช้โครงการทางด่วนศรีรัช ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงได้แก่ (1)

กระทรวงการคลัง (2) การทางพิเศษ (3) เอกชนผู้ดำเนินการ โดยให้อัตราคิดลดตามระดับของความเสี่ยงของกระแสเงินสด หรือ ที่เรียกว่า Risk-adjusted discount rate

3. วิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงปริมาณของผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ (Key risk factors) โดยวิธีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity analysis) และวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) และการเลือกใช้เรียลออปชัน (Real Options) ในการจัดการความเสี่ยงของโครงการ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. โครงการศึกษาเป็นโครงการโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้สัญญา PPP ประเภททางพิเศษที่กำลังหมดสัญญาสัมปทาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โครงการทางด่วนศรีรัชเป็นโครงการกรณีศึกษา ตามพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ.2562 ตามมาตรา 70 และมาตรา 48 ประกอบ

2. เกณฑ์การตัดสินใจ (Decision criteria) ของการศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะด้านผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของผลตอบแทนทางการเงินสำหรับตัวแปรหรือปัจจัยเสี่ยง เท่านั้น ไม่รวมปัจจัยทางสังคม การเมือง และ ภัยธรรมชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร (Literature review) เพื่อค้นคว้าความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิจัยโดยรวบรวมจากบทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบจำลองทางการเงิน (Financial model) ของโครงการทางด่วนศรีรัชทั้งสามทางเลือกหลังหมดอายุสัญญาสัมปทาน ได้แก่ ทางเลือกที่ (1) รัฐบาลดำเนินการเอง (2) ใช้สัญญา PPP Net Cost (3) ใช้สัญญา PPP Gross Cost

3. ศึกษาตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ของแบบจำลองทางการเงิน เช่น ปริมาณจราจร (Traffic volume) และค่าใช้จ่ายการบริหารจัดการและบำรุงดูแลรักษา (Operation and Maintenance) ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายในงานจัดเก็บค่าผ่านทาง ค่าใช้จ่ายงานควบคุมการจราจร ค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายงานบริหารส่วนกลาง เป็นต้น และศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์ของตัวแปรที่สำคัญโดยวิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละวิธีและการเลือกใช้วิธีที่มีความเหมาะสมในการศึกษา โดยเฉพาะตัวแปรด้านปริมาณการจราจร และเลือกวิธีที่เหมาะสมจะพิจารณาจากวิธีทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้ค่า Mean absolute percentage error (MAPE) เพื่อคัดเลือกวิธีที่เหมาะสม หรือมีค่า MAPE ที่น้อยที่สุด

4. ศึกษาตัวแปรเสี่ยงหลักที่สำคัญ (Key risk variables) ในแบบจำลองทางการเงินของโครงการ เช่น ปริมาณจราจร ค่าดำเนินการ เป็นต้น จากนั้นศึกษาวิธีวิเคราะห์โดยใช้การสร้างตัวแปรเสี่ยงหรือตัวแปรสุ่มโดยวิธีทาง Stochastic เช่น Geometric Brownian motion เป็นต้น จากนั้นทำการใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity analysis) วิเคราะห์ถึงตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

5. วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิโดยวิธีการพยากรณ์ในแต่ละวิธี สำหรับในแต่ละทางเลือกทั้ง เพื่อพิจารณาหาแนวทางที่รัฐบาลได้รับรายได้สุทธิมากที่สุดจากนั้น นำทางเลือกที่รัฐบาลได้รับรายได้สุทธิมากที่สุดมาศึกษาวิธีการจัดการความเสี่ยงโดยวิธีเรียลออปชันต่อไป

6. ศึกษาเพื่อหาแนวทางการจัดการความเสี่ยงของสัญญาสัมปทานที่มีระยะยาว เช่น 30 ปี เป็นต้น โดยเลือกใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้นแทน เช่น สัญญาช่วงละ 15 ปี แทนสัญญาระยะยาว 30 ปี และผู้รับสัมปทานสามารถขยายสัญญาต่อไปได้ครั้งละ 15 ปี เป็นต้น เพื่อให้ผู้รับสัมปทานมีสิทธิตัดสินใจเลือกที่จะต่ออายุสัญญาสัมปทาน หรือไม่ต่ออายุสัญญา ซึ่งการมีสิทธิในการต่อขยายสัญญาได้นี้มีมูลค่าทางการเงิน และต้องประเมินมูลค่าแล้วนำไปลบในสัญญาสัมปทานต่อไป ในการศึกษานี้เลือกใช้วิธีเรียลออปชันในการวิเคราะห์มูลค่าของสิทธิในการต่อสัญญาและราคาการใช้สิทธิ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้เป็นเงื่อนไขในการต่อสัญญาสัมปทานต่อไป

7. อภิปรายและสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการศึกษาวิจัย จัดทำรายงานผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยในอนาคต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัยนี้คือ

1. เพื่อให้หน่วยงานของรัฐสามารถพิจารณาทางเลือกในการต่อสัญญาโครงการทางพิเศษในกรณีต่าง ๆ ได้ โดยใช้แบบจำลองทางการเงินและแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่ได้นำเสนอจากการศึกษานี้ และเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยให้รัฐเลือกแนวทางการต่อสัญญาที่ได้ผลประโยชน์ดีที่สุด
2. ตัวแบบทางการเงินที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปปรับใช้เป็นต้นแบบทางการเงินในการวิเคราะห์โครงการโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ กำลังจะหมดสัญญาสัมปทานต่อไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2

แนวความคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีแนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

2.1 นิยามของโครงสร้างพื้นฐาน

โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) หมายถึง ระบบของสิ่งก่อสร้างสาธารณะที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินงานของชุมชน รัฐ หรือ ประเทศ โครงสร้างพื้นฐานโดยทั่วไปสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน ประเภทแรกเรียกว่าโครงสร้างพื้นฐานหนัก (Hard infrastructure) โครงสร้างพื้นฐานประเภทนี้มีลักษณะเป็นระบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงกายภาพขนาดใหญ่ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศ ทำให้บางครั้งเราเรียกโครงสร้างพื้นฐานประเภทนี้ว่าโครงสร้างพื้นฐานด้านเศรษฐกิจ (Economic infrastructure) โดยมากแล้วโครงสร้างพื้นฐานกายภาพขนาดใหญ่ และเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมโยธา (Civil infrastructure) ตัวอย่างของโครงสร้างพื้นฐานด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ถนน สนามบิน รถไฟ ท่าเรือ เขื่อน โรงงานผลิตไฟฟ้า ระบบขนส่งมวลชน ประเภทที่สองของโครงสร้างพื้นฐานเรียกว่าโครงสร้างพื้นฐานด้านสังคม (Social infrastructure) ซึ่งหมายถึง โครงสร้างที่เป็นสถาบันต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำเนินงานของระบบเศรษฐกิจและการเงิน ระบบการศึกษา ระบบสาธารณสุข กฎหมายและรัฐธรรมนูญ รวมไปถึงระบบการปกครองของประเทศ (นคร กกแก้ว และ นุอนันท์ คุระแก้ว, 2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 บทบาทของโครงสร้างพื้นฐานต่อการพัฒนาประเทศ

การส่งเสริมและสนับสนุนเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆด้านโครงสร้างพื้นฐานนั้นก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาและช่วยสนับสนุนความคล่องตัวแก่ธุรกิจภาคเอกชน เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานมีประโยชน์ดังนี้ คือ (นิยะดา อภิชาติกาญจนากุล, 2539)

1. ช่วยส่งเสริมและเร่งรัดการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการของเมืองให้เร็วขึ้น การพัฒนาเศรษฐกิจของเมืองจะเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิผล จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความพร้อมในการจัดบริการสาธารณูปโภค สาธารณูปการที่ดี มีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการ เช่น ไฟฟ้า การ

สื่อสาร การประปา การขนส่ง และการป้องกันน้ำท่วม อันเป็นปัจจัยสำคัญในการจูงใจให้เกิดการลงทุนธุรกิจ การค้าและอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น

2. ส่งเสริมให้เกิดความเสมอภาคเท่าเทียมกันระหว่างภาค การจัดบริการขั้นพื้นฐานให้กระจายไปตามเมืองศูนย์กลางภาคต่างๆ จะเป็นการช่วยลดความเหลื่อมล้ำในโอกาสที่ได้รับบริการจากรัฐระหว่างประชาชนในพื้นที่ภาคนครหลวงและภาคอื่นๆของประเทศ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนเมืองของประเทศให้ดีขึ้น นอกจากนี้การลงทุนก่อสร้างบริการขั้นพื้นฐานยังก่อให้เกิดการกระตุ้นด้านเศรษฐกิจ ช่วยเพิ่มรายได้และสวัสดิการของประชาชนให้ดีขึ้น

3. เสริมสร้างการพัฒนาเชื่อมโยงระหว่างเมืองและชนบท การจัดบริการพื้นฐานของเมืองก่อให้เกิดการพัฒนาในลักษณะสนับสนุนซึ่งกันและกันระหว่างเมือง และพื้นที่ใกล้เคียง ประชาชนในชนบทพื้นที่ใกล้เคียงเมืองจะมีโอกาสได้รับประโยชน์จากบริการขั้นพื้นฐานทางสังคมและทางเศรษฐกิจ การบริการด้านนี้จะก่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมขึ้นโดยเฉพาะอุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งจะช่วยเป็นแหล่งรองรับแรงงานภาคเกษตรในชนบทได้เป็นอย่างดี ยิ่งกว่านั้นการใช้ผลผลิตการเกษตรเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร และช่วยเพิ่มรายได้ของประชาชนในท้องถิ่นชนบทอีกด้วย

4. เป็นการสนับสนุน นโยบายการกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาค นโยบายการพัฒนาประเทศที่สำคัญประการหนึ่งของรัฐบาล คือ การกระจายความเจริญออกจากเมืองหลวงไปสู่เมืองในส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น โดยการวางแนวทางพัฒนาระบบเมืองและชุมชนให้สอดคล้องกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

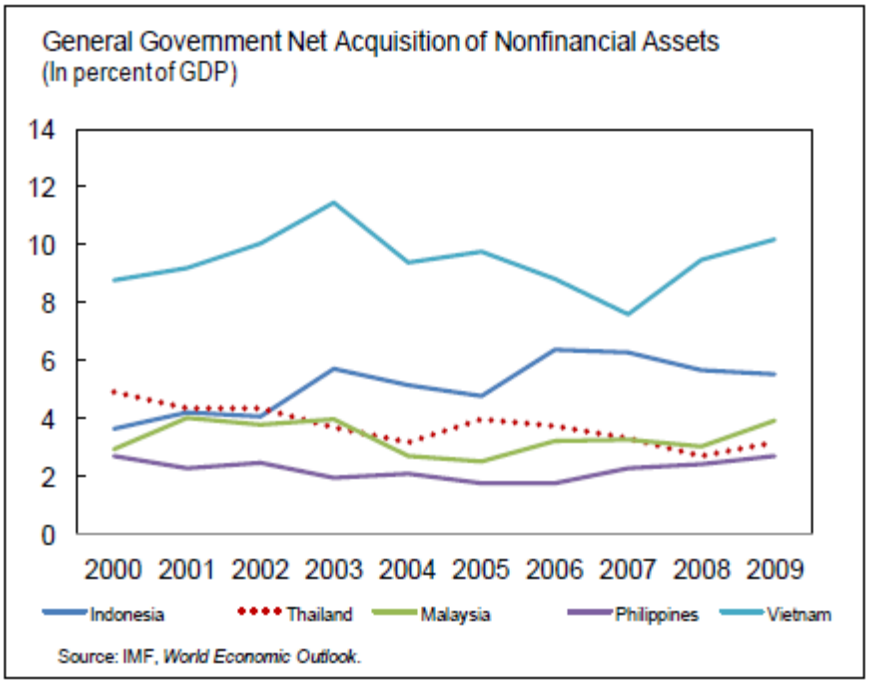
2.3 การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน

สำหรับประเทศไทย ในอดีตมีการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานมาตลอด ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 ด้วยการก่อตั้งการรถไฟไทย (รฟท.) การประปา และอื่นๆ ต่อมาหลังการเปลี่ยนแปลงระบบการปกครอง รัฐบาลไทยในระยะแรกๆ ให้ความสำคัญค่อนข้างน้อยต่อการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ จะกระทั่งเมื่อพลเอกชาติชาย ชุณหะวัณ ได้เป็นนายกรัฐมนตรี ในปี 2531 รัฐบาลในสมัยของพลเอกชาติชายได้บุกเบิกลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานหลายโครงการด้วยกัน นอกจากนี้แล้ว รัฐบาลของพลเอกชาติชาย ยังได้อนุญาตให้เอกชนเข้ามาสัมปทาน (Concession) ในโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่หลายโครงการด้วยกัน เช่น โครงการทางด่วนยกระดับในกรุงเทพมหานคร โครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน หรือ รถไฟลอยฟ้า BTS ในปัจจุบัน (กระบวนการ

จัดหาผู้รับสัมปทานส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่นายอานันท์ ปันยารชุน เป็นนายกรัฐมนตรี) ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในช่วงดังกล่าวมีอัตราที่สูงมาก (โดยเฉลี่ยมากกว่า 10% ต่อปี ขึ้นไป) แต่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่สูงในช่วงดังกล่าว กลับไม่ได้ช่วยให้รัฐบาลของพลเอกชาติชายสามารถบริหารประเทศจนครบวาระ 4 ปี ทั้งนี้เนื่องจากได้เกิดเสียงวิพากษ์วิจารณ์อย่างมาก ถึงความไม่โปร่งใสในการคัดเลือกการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐาน (Lack of transparency in project selection) และการทุจริตหาผลประโยชน์จากโครงการลงทุนของภาคเอกชน ดังนั้น หลังจากรัฐบาลของพลเอกชาติชายได้สิ้นสุดบทบาทลงในปี 2534 ก็ได้มีการออกพระราชบัญญัติว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานหรือดำเนินการในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2535 ในสมัยรัฐบาลของนายอานันท์ ปันยาระชุน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการเข้าร่วมลงทุนในกิจการภาครัฐของภาคเอกชน และเพื่อแก้ปัญหาความไม่โปร่งใสในการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ แต่ในปัจจุบันพบว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้กลับไม่ได้เอื้อต่อการลงทุนของเอกชนในโครงการที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ อย่างที่หลายฝ่ายได้คาดหวังไว้ และกระบวนการคัดเลือกผู้รับสัมปทานโครงการโครงสร้างพื้นฐานภายใต้ พ.ร.บ. ว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานหรือดาเนินการในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2535 ก็ยังขาดความยุติธรรมและความโปร่งใส (Transparency) จนกลายเป็นที่กังขาในมุมมองของภาคเอกชนที่สนใจเข้าร่วมลงทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มนักลงทุนต่างชาติ ยกตัวอย่างเช่น โครงการทางด่วนกรุงเทพฯ หรือโครงการทางด่วนขั้นที่ 2 (Bangkok Second Stage Expressway) ที่ในเบื้องต้น มีผู้สนใจเข้าร่วมซื้อแบบเพื่อประมูลสัมปทานโครงการก่อสร้างและดำเนินงานโครงการทางด่วนจำนวน 5 ราย แต่มีเพียง 2 รายเท่านั้นที่เข้ายื่นซองประมูล และหนึ่งในสองรายที่ยื่นซองประมูลก็ถูกตัดสิทธ์ เนื่องจากไม่ผ่านการประเมินคุณสมบัติด้านประสบการณ์การก่อสร้างและดำเนินงานที่เป็นทางด่วน ทำให้บริษัทที่เหลือเพียงรายเดียวได้รับการให้สัมปทานไปโดยไม่มีการแข่งขันด้านราคาที่แท้จริง ผลที่ตามมาไม่นานหลังจากเหตุการณ์นี้ก็คือ เกิดเสียงวิพากษ์วิจารณ์อย่างหนาหูถึงความไม่ โปร่งใสของคัดเลือกบริษัทรับสัมปทาน ประกอบกับหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ บริษัทผู้รับสัมปทานได้ปรับเพิ่มค่าทางด่วน ทำให้ผู้ใช้บริการเกิดความเดือดร้อนและไม่พอใจ (นคร กกแก้ว และ นุอนันท์ คุระแก้ว, 2557)

การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยก่อนวิกฤตการเงินในปี 2540 มีสัดส่วนที่สูงตามอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูง แต่หลังเกิดวิกฤตการเงินสัดส่วนการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานมี แนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งในปัจจุบัน ซึ่งมีสัดส่วนดังกล่าวอยู่ที่ประมาณ 3% ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศในภูมิภาคเดียวกัน เช่น เวียดนาม (10%) และ อินโดนีเซีย (6%) เป็นต้น (นคร กกแก้ว และ นุอนันท์ คุระแก้ว, 2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1 เงินลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของรัฐคิดเป็นสัดส่วนของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ หรือ GDP ที่มา: (IMF World Economic Outlook 2010)

จากรายงานสถานะโครงสร้างพื้นฐานคมนาคม พ.ศ. 2561 พบว่าระยะทางถนนในภาพรวมของประเทศไทยในปี 2562 (ข้อมูล ณ สิ้นปี 2561) มีระยะทางทั้งสิ้น 701,847.12 กิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากปี 2561 จำนวน 240,360.32 กิโลเมตร เนื่องจากมีการรวบรวมและปรับปรุงระยะทางถนนท้องถิ่นของกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ส่งผลให้ความหนาแน่นทางถนนในปี 2562 เท่ากับ 1.37 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากปี 2561 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 สรุประยะทางถนน (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

ประเภทถนน	ระยะทางถนน (กิโลเมตร)	
	ปี 2561	ปี 2562
1.ระยะทางถนนสายหลักและสายรอง		
1.1 กรมทางหลวง (ทล.)	51,813.221	51,849.747
1.2 กรมทางหลวงชนบท (ทช.)	47,960.831	48,031.391
2.ระยะทางพิเศษ		
2.1 การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.)	224.600	224.600
3.ระยะทางถนนท้องถิ่น		
3.1 กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (สถ.)	352,465.500	597,667.000
3.2 กรุงเทพมหานคร	4,022.650	4,074.380
รวม	**456,486.802**	**701,847.118**
พื้นที่ประเทศไทย (ตร.กม.)	**513,120**	**513,120**
ความหนาแน่นทางถนน (กม./ตร.กม.)	**0.89**	**1.37**

จากการรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่าระยะทางรางในภาพรวมของประเทศไทย ในปี 2562 (ข้อมูล ณ สิ้นปี 2561) มีระยะทางทั้งสิ้น 4,644.684 กิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากปี 2561 จำนวน 12 กิโลเมตร เนื่องจากการเปิดใช้รถไฟฟ้าสายสุขุมวิท ช่วงแบริ่ง-สมุทรปราการ ส่งผลให้ความหนาแน่นทางรางในปี 2562 เท่ากับ 0.009 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งเท่ากับปี 2561 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 สรุประยะทางราง ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

ประเภทราง	ระยะทางราง (กิโลเมตร)		หมายเหตุ
	ปี 2561	ปี 2562	
1. รถไฟระหว่างเมือง	**4,507.884**	**4,507.884**	- ทางเดี่ยว 3,618.764 กม. - ทางคู่ 251.830 กม. - ทางสาม 106.719 กม. - แม่กลอง 65.283 กม. (สายวงเวียนใหญ่ – แม่กลอง)
1.1 สายเหนือ	975.029	975.029	
1.2 สายตะวันออกเฉียงเหนือ	1,143.150	1,143.150	
1.3 สายตะวันออก	699.138	699.138	
1.4 สายใต้	1,625.284	1,625.284	
1.5 สายมหาชัย – แม่กลอง	65.283	65.283	
2. รถไฟฟ้า	**124.800**	**136.800**	
2.1 การรถไฟแห่งประเทศไทย (สายสีแดงอ่อน)	15.000	15.000	
2.2 บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท.จำกัด (Airport Rail Link)	28.500	28.500	เปิด 23 สิงหาคม พ.ศ. 2553
2.3 การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย			
2.3.1 สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน)	**21.000**	**21.000**	
(1) ช่วงบางซื่อ-หัวลำโพง	20.000	20.000	เปิด 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2547
(2) ช่วงบางซื่อ-เตาปูน	1.000	1.000	เปิด 11 สิงหาคม พ.ศ. 2560
2.3.2 สายฉลองรัชธรรม (สายสีม่วง)	**23.000**	**23.000**	
ช่วงบางใหญ่-เตาปูน			เปิด 6 สิงหาคม พ.ศ. 2559
2.4 กรุงเทพมหานคร			
2.4.1 สายสุขุมวิท	**22.800**	**22.800**	
(1) ช่วงหมอชิต – อ่อนนุช	16.500	16.500	เปิด 5 ธันวาคม พ.ศ. 2542
(2) ช่วงอ่อนนุช – แบริ่ง	5.500	5.500	เปิด 12 สิงหาคม พ.ศ. 2554
(3) ช่วงแบริ่ง – สำโรง	0.800	1.800	เปิด 3 เมษายน พ.ศ. 2560
(4) ช่วงสำโรง – สมุทรปราการ	-	11.000	เปิด 6 ธันวาคม พ.ศ. 2561
2.4.2 สายสีลม	**14.500**	**14.500**	
(1) ช่วงสนามกีฬาแห่งชาติ – สะพานตากสิน	7.000	7.000	เปิด 5 ธันวาคม พ.ศ. 2542
(2) ช่วงสะพานตากสิน –วงเวียนใหญ่	2.200	2.200	เปิด 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2552
(3) ช่วงวงเวียนใหญ่ – บางหว้า	5.300	5.300	เปิด 5 ธันวาคม พ.ศ. 2556
รวม 1 –2	**4,632.684**	**4,644.684**	
พื้นที่ประเทศไทย (ตร.กม.)	**513,120**	**513,120**	
ความหนาแน่นทางราง (กม. ต่อ ตร.กม.)	**0.009**	**0.009**	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โครงสร้างพื้นฐานทางน้ำ สามารถแบ่งเป็น 2 วัตถุประสงค์ ได้แก่ การขนส่งสินค้าทางน้ำ และการเดินทางของคน

การขนส่งสินค้าทางน้ำสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท 1. การขนส่งสินค้าทางลำน้ำภายในประเทศ 2. การขนส่งสินค้าทางชายฝั่งระหว่างประเทศ

ตารางที่ 3 เส้นทางการขนส่งสินค้าตามลำน้ำในประเทศ ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

เส้นทางลำน้ำ	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ช่วงการขนส่ง
1.แม่น้ำเจ้าพระยา	170	ตั้งแต่ปากแม่น้ำ (จังหวัดสมุทรปราการ) ถึงอำเภอเมืองจังหวัดอ่างทอง
2. แม่น้ำป่าสัก	47	ตั้งแต่จุดบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ถึงอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. แม่น้ำบางปะกง	10	ตั้งแต่ปากแม่น้ำ (จังหวัดฉะเชิงเทรา) เข้าไปประมาณ 10 กิโลเมตร
4. แม่น้ำแม่กลอง	-	บริเวณปากแม่น้ำ
5. แม่น้ำท่าจีน	78	ตั้งแต่ปากแม่น้ำ (จังหวัดสมุทรสาคร) ถึงอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ตารางที่ 4 ท่าเรือชายฝั่งในประเทศไทย ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

ภูมิภาค	จำนวนท่าเรือ (แห่ง)	ท่าเรือ
ภาคกลาง	1	ท่าเรือกรุงเทพ
ภาคตะวันออก	2	ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือมาบตาพุด
ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย	11	ท่าเรือบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี 5 แห่ง ท่าเรือบริเวณจังหวัดปัตตานี 1 แห่ง ท่าเรือบริเวณจังหวัดนราธิวาส 1 แห่ง ท่าเรือบริเวณจังหวัดสงขลา 3 แห่ง ท่าเรือบริเวณจังหวัดชุมพร 1 แห่ง
ภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามัน	29	ท่าเรือบริเวณจังหวัดกระบี่ 9 แห่ง
		ท่าเรือบริเวณจังหวัดตรัง 4 แห่ง
		ท่าเรือบริเวณจังหวัดสตูล 4 แห่ง
		ท่าเรือบริเวณจังหวัดระนอง 3 แห่ง
		ท่าเรือบริเวณจังหวัดพังงา 4 แห่ง
		ท่าเรือบริเวณจังหวัดภูเก็ต 5 แห่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ปริมาณการขนส่งสินค้าทางน้ำ ปี พ.ศ. 2560 ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

การขนส่งสินค้า	ปริมาณสินค้า ปี 2560 (ล้านตัน)	
	ปีปฏิทิน (ม.ค. – ธ.ค. 2560)	ปีงบประมาณ (ต.ค. 2559 – ก.ย. 2560)
ทางลำน้ำ	53.026	53.339
ทางชายฝั่ง	60.850	57.050
รวม	**113.876**	**110.389**

การเดินทางของคนเส้นทางการเดินทางด้วยระบบขนส่งทางน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมี เส้นทางสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา (เรือด่วนเลียบฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา และเรือยนต์ข้ามฟาก) และคลองแสนแสบ (เรือคลองแสนแสบ)

ตารางที่ 6 ปริมาณผู้โดยสารด้วยระบบขนส่งทางน้ำปี พ.ศ. 2561 ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

เส้นทาง	การให้บริการ	จำนวนผู้โดยสาร (คนต่อปี)
แม่น้าเจ้าพระยา	เรือด่วนเลียบฝั่งแม่น้าเจ้าพระยา	13,672,756
	เรือยนต์ข้ามฟาก	36,350,354
คลองแสนแสบ	เรือคลองแสนแสบ	19,252,256
รวม		69,275,366

โครงสร้างพื้นฐานทางอากาศ ปัจจุบันประเทศไทยมีท่าอากาศยานที่ใช้เพื่อกิจการพลเรือนและการพาณิชย์ จำนวน 38 แห่งโดยมี 4 หน่วยงานเป็นผู้บริหารและดำเนินงาน แสดงดังตารางที่

ตารางที่ 7 หน่วยงานที่รับผิดชอบท่าอากาศยาน ที่มา: (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

หน่วยงาน	สังกัด	จำนวนท่าอากาศยาน (แห่ง)
1.กรมท่าอากาศยาน	กระทรวงคมนาคม	28
2. บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)	กระทรวงคมนาคม	6
3. กองทัพเรือ	กระทรวงกลาโหม	1
4. บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด	เอกชน	3

แม้ว่าประเทศไทยจะให้ความสำคัญกับการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานอย่างต่อเนื่อง แต่จากการจัดอันดับของ World Economic Forum (www.weforum.org) พบว่าในปี 2559 ระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 72 ของโลก ตามแสดงในตารางที่ 8 และหากเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านแล้วพบว่า ระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 3 ในกลุ่มประเทศอาเซียน (สิงคโปร์เป็นอันดับที่ 1 และ มาเลเซียเป็นอันดับที่ 2 ของกลุ่ม)

ข้อเสนอแนะการพัฒนาผลประเมินคุณภาพโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยเนื่องจากการประเมินผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของ WEF ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70) จะใช้ข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริหารระดับสูงของบริษัทเอกชนชั้นนำของประเทศ ดังนั้น หากภาครัฐต้องการให้ผลการประเมินคุณภาพโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยมีแนวโน้มที่ดีขึ้นจำเป็นต้องดำเนินการ ดังนี้ (Klaus และ Xavier, 2016)

1. เร่งรัดการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐาน โดยการกระตุ้นให้เกิดโครงการ/แผนงาน/มาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การสร้างโครงข่ายเชื่อมโยงทางน้ำ พัฒนาโครงข่ายทางพิเศษและทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองให้รองรับประตูการค้าหลักของประเทศ การบริหารจัดการเรื่องจำนวนคนต่อเที่ยวบินให้สามารถรองรับผู้โดยสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี บุคลากรในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมราง อุตสาหกรรมซ่อมบำรุง เป็นต้น

2. การสร้างกลยุทธ์ด้านการประชาสัมพันธ์ในการสร้างการรับรู้ เข้าใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ เพื่อโน้มน้าวให้เกิดมุมมองที่ดีต่อการดำเนินงานของภาครัฐ รวมทั้งเล็งเห็นภาพการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยในทิศทางเดียวกัน ผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ ได้แก่ โทรทัศน์วิทยุ หนังสือพิมพ์ ฯลฯ และการจัดนิทรรศการ (Exhibition) การจัดสัมมนา (Seminar) กิจกรรมสาธารณะ (Public Service) กิจกรรมสื่อมวลชนสัมพันธ์ (Press Tour)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และการพบปะกลุ่มเป้าหมาย (Road Show) โดยต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและหลากหลายเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายเกิดความตระหนักและรับรู้ร่วมกันต่อไป

ตารางที่ 8 ลำดับความสามารถในการแข่งขันด้านโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทย สำหรับปี 2559 จากการศึกษาของ World Economic Forum (www.weforum.org) ที่มา: (Klaus และ Xavier, 2016)

Thailand's Infrastructure	World ranking
Quality of overall infrastructure	72
Quality of roads	60
Quality of railroad infrastructure	77
Quality of port infrastructure	65
Quality of air transport infrastructure	42
Available airline seat kms/week, millions	15
Quality of electricity supply	61
Fixed telephone lines/100 pop.	55
Mobile telephone subscriptions/100 pop.	91

2.4 ความหมายของการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public Private Partnership: PPP)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

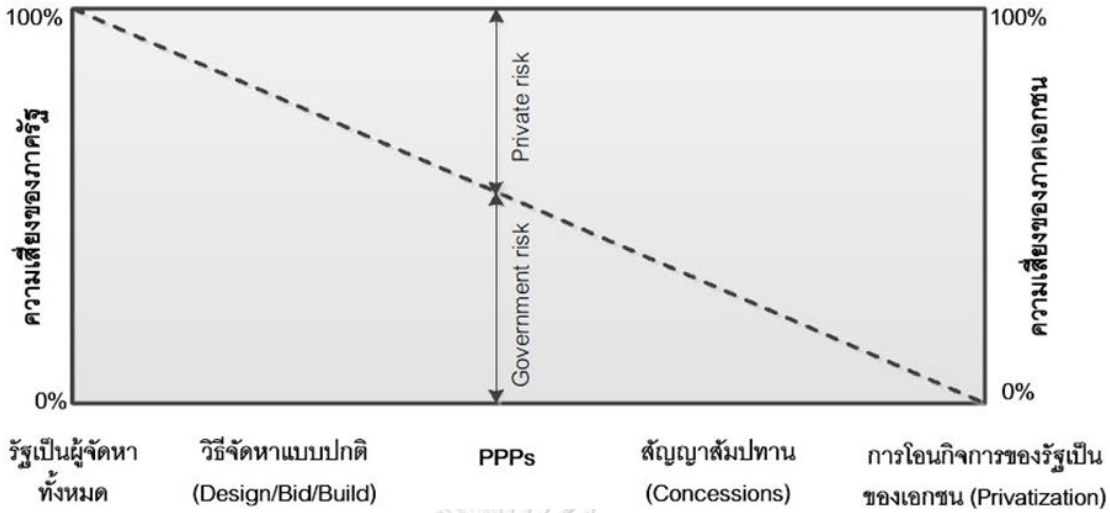
การร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน เป็นการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ (Public Private Partnership หรือ PPP) คือ การอนุญาต หรือให้สัมปทาน หรือให้สิทธิแก่เอกชนดำเนินกิจการของรัฐ ทั้งในกิจการ เชิงพาณิชย์และสังคม ซึ่งกิจการของรัฐดังกล่าวต้องเป็นกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หน่วยงานอื่นของรัฐ หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีอำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย หรือกิจการดังกล่าวจะต้องให้ทรัพยากรธรรมชาติ หรือทรัพย์สินของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หน่วยงานอื่นของรัฐ หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยมีผู้ให้ ความหมายไว้หลายองค์กร ตัวอย่างมีดังนี้ (สำนักงบประมาณของรัฐสภา และ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2559)

1. องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development : OECD) ได้ให้คำจำกัดความของ PPP ไว้ว่า เป็นข้อตกลงระหว่างรัฐบาลกับเอกชน ผู้ร่วมลงทุนหนึ่งราย หรือมากกว่าในการที่จะให้เอกชนนั้นๆ ส่งมอบบริการในลักษณะต่างตอบแทนให้แก่รัฐบาล โดยเอกชนจะได้รับผลกำไรจากการให้บริการ และรัฐบาลจะได้บรรลุเป้าประสงค์ของการส่งมอบบริการที่ได้ตั้งไว้

2. กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund: IMF) เสนอว่า PPP เป็นเรื่องของการตกลงให้ภาคเอกชนเป็นผู้จัดหาสินทรัพย์และส่งมอบบริการด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ซึ่งแต่เดิมรัฐบาลเคยเป็นผู้กระทำ นอกเหนือจากการที่ให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินการและจัดหาเงินทุนแล้ว PPP ยังมีลักษณะ ที่สำคัญอีก 2 ประการ อันได้แก่ การเน้นให้ภาคเอกชนเป็นทั้งผู้จัดหาและผู้ลงทุนในบริการสาธารณะ และ การโอนความเสี่ยงที่สำคัญจากภาครัฐไปสู่ภาคเอกชน

โดยหัวใจหลักสำคัญของแนวคิดแบบ PPP คือ การแบ่งสรรความรับผิดชอบและกระจายความเสี่ยงระหว่างรัฐ (Government) และเอกชน (Private) โดยใช้หลักของการจัดการความเสี่ยง (Risk management) นั่นคือ การโอน/แบ่งสรร ความเสี่ยง ควรโอน/แบ่งสรรไปยังคู่สัญญา (Counter party) ที่สามารถจัดการความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (นั่นคือ ด้วยต้นทุนที่น้อยที่สุด) ดังนั้น PPP จึงเสมือนรูปแบบผสมระหว่างวิธีการแบบรัฐจัดหาเงินทุน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินการเองทั้งหมด (Complete government production and delivery) และวิธีการโอนกิจการของรัฐเป็นของเอกชน หรือ Privatization ดังแสดงในรูปที่ 2 (นคร กกแก้ว และ นุอนันท์ คุระแก้ว, 2557)

สัญญาร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนในการให้บริการสาธารณะ ทั้งในด้านพาณิชย์ เช่นการก่อสร้างทางด่วน ท่าเรือ และในด้านสังคม เช่น การก่อสร้างโรงพยาบาล โรงเรียน เป็นต้น ซึ่งภาคเอกชนจะเป็นผู้ลงทุนในการออกแบบก่อสร้าง บริหารและบำรุงรักษาโครงการ และภาครัฐจะนำทรัพย์สิน เช่น ที่ดิน เพื่อร่วมลงทุนกับภาคเอกชน หรือจ่ายค่าตอบแทนคืนให้กับเอกชนตามระยะเวลาสัญญาประโยชน์ที่จะได้รับจากการดำเนินการตามกฎหมาย PPP



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงระหว่างภาครัฐและเอกชนในแต่ละวิธีการจัดหาเพื่อให้ได้มาของโครงการโครงสร้างพื้นฐาน ที่มา: (นคร กกแก้ว และ นุอนันท์ คุระแก้ว, 2557)

2.4.1 รูปแบบของการให้เอกชนเข้าร่วมลงทุน

โดยทั่วไป การให้เอกชนเข้าร่วมลงทุนกับรัฐ (Public-Private Partnerships: PPPs) อาจมีหลาย รูปแบบ อย่างเช่นที่ องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) กล่าวไว้เป็นแนวทาง 7 รูปแบบได้แก่ (1) Buy-Build-Operate : BBO (2) Build-Own-Operate : BOO (3) Build–Operate-Transfer : BOT หรือ Build–Transfer–Operate: BTO (4) Build-Lease-Operate : BLO (5) Design-Build-Finance-Operate–Transfer : DBFOT (6) Operate & Maintenance Contract : O&M (7) Design-Build : DB ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกายังมีการกำหนดเพิ่มเติมไว้อีก 3 รูปแบบ คือ (1) Lease-Develop-Operate : LDO หรือ Build-Develop-Operate : BDO (2) Sale & Leaseback และ (3) Turnkey ซึ่งหลักเกณฑ์ในการควบคุม กำกับดูแลในแต่ละรูปแบบขึ้นอยู่กับข้อกำหนดทางกฎหมายของแต่ละประเทศ ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายเฉพาะ รูปแบบที่มักจะนำมาใช้ในทางปฏิบัติของการให้เอกชนร่วมลงทุนประเทศไทย มี 5 รูปแบบ ดังนี้ (อัญชนา ธนาโอฬาร, 2559)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.1.1 Build - Own – Operate - Transfer (BOOT)

รูปแบบของการร่วมลงทุนนี้คือ ภาครัฐให้สิทธิแก่เอกชนในการจัดหาแหล่งเงินทุน ออกแบบก่อสร้าง และดำเนินการให้บริการภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ภาคเอกชน โดยความเป็นเจ้าของสินทรัพย์จะโอนกลับไปสู่ภาครัฐเมื่อสิ้นสุดระยะเวลา ซึ่งปัจจุบันมีการดำเนินการในรูปแบบนี้ คือ

โครงการให้สิทธิดำเนินการผลิตและจำหน่ายน้ำประปา บริษัท ประปาปทุมธานี จำกัด ซึ่งเป็นเอกชนคู่สัญญาได้สิทธิผลิตและจัดจำหน่ายน้ำประปาให้แก่การประปาส่วน ภูมิภาค กปภ รูปแบบการดำเนินโครงการเป็นแบบ BOOT (Build Own Operate Transfer) โดยเอกชนดำเนินการออกแบบ และก่อสร้างระบบประปา ดำเนินการผลิต ดูแลรักษาระบบผลิต และโอนทรัพย์สินแก่ กปภ. เมื่อ ครบระยะเวลาสัญญาร่วมทุน โดยเอกชนจะต้องดำเนินการให้ผู้รับเหมาเริ่มปฏิบัติงานตามที่กำหนดใน แผนการดำเนินงานที่ได้รับอนุมัติแล้วภายใน 90 วัน นับตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญาฯ และจะจัดหาที่ดินและใช้สิทธิในการใช้ที่ดินที่จะใช้ในโครงการตามสภาพที่สอดคล้องกับแผนการดำเนินงาน ทั้งนี้ ไม่รวมถึงที่ดิน และสิทธิในการใช้ที่ดินที่จะจัดหาโดย กปภ.หรือที่ กปภ.ได้ให้เอกชนเช่า ณ วันเริ่มประกอบกิจการ เอกชน จะโอนกรรมสิทธิ์ในระบบจ่ายน้ำประปาให้แก่ประชาชนให้เป็นของ กปภ.

2.4.1.2 Build – Operate - Transfer (BOT)

รูปแบบของการร่วมลงทุนนี้คือภาครัฐจะให้เอกชนดำเนินการออกแบบ ก่อสร้างถาวรวัตถุและอุปกรณ์ต่างๆในโครงการ จัดหาแหล่งเงินทุน เอกชนผู้ลงทุนจะยังคงถือกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินของโครงการและดำเนินการบริหารงานต่อไปจนครบอายุสัญญา เมื่อสัญญาสิ้นสุดเอกชนจะต้องส่งมอบ ทรัพย์สินให้รัฐ ตัวอย่าง โครงการพัฒนาที่ดินเชิงพาณิชย์บริเวณสี่แยกปทุมวัน เอ็มบีเค ในช่วงแรกของ การให้เอกชนลงทุนพัฒนาที่ดินบริเวณสี่แยกปทุมวัน เพื่อก่อสร้างและบริหาร “อาคารเอ็ม บี เค เซ็นเตอร์” หรือชื่อเดิมมาบุญครองเซ็นเตอร์ ประกอบด้วยอาคาร 3 หลังต่อเนื่องกันคืออาคารสำนักงาน 12 ชั้นอาคารส่วนโรงแรม 29 ชั้นและอาคารศูนย์การค้า 8 ชั้นโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นหน่วยงาน เจ้าของโครงการให้เอกชนเช่าและพัฒนาที่ดิน ซึ่งเอกชนจะต้องโอนบรรดาอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งเพาะปลูกบนดิน เหนือหรือใต้ดินต่างๆ พร้อมอุปกรณ์ ที่เอกชนได้ลงทุนพัฒนาให้ตกเป็นกรรมสิทธิ์ของหน่วยงานเจ้าของโครงการเมื่อครบกำหนดระยะเวลาการเช่า

2.4.1.3 Build –Transfer – Operate (BTO)

รูปแบบของการร่วมลงทุนนี้ คือภาครัฐจะให้เอกชนดำเนินการออกแบบ ก่อสร้างถาวรวัตถุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงการและจัดหาแหล่งเงินทุน เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ เอกชนคู่สัญญาจะโอนทรัพย์สินทั้งหมดรวมทั้งสิทธิ และหน้าที่ที่เกี่ยวเนื่องกับกับทรัพย์สินนั้นให้แก่ภาครัฐ แต่ยังมีสิทธิในการ บริหารจัดการโครงการโดยใช้ทรัพย์สินดังกล่าวต่อไปจนครบอายุสัญญา ตัวอย่าง โครงการทางยกระดับอุตราภิมุข โครงการดอนเมืองโทลเวย์ พ.ศ. 2532 โดย กระทรวงคมนาคม กรมทางหลวง ได้ให้เอกชนดำเนินการทางยกระดับเก็บค่าผ่านทางบนถนนวิภาวดี จาก บริเวณแยกดินแดงถึงท่าอากาศยานดอนเมือง ในรูปแบบ Build Transfer Operate (BTO) ระยะเวลา สัมปทาน 25 ปี โดยมีมูลค่าโครงการประมาณ 12,000 ล้านบาท (ราคา ณ ปี พ.ศ. 2532)

2.4.1.4 Lease – Develop – Operate (LDO)

รูปแบบของการร่วมลงทุนนี้ เอกชนเช่าทรัพย์สินจากรัฐเพื่อทำการปรับปรุงหรือพัฒนา เพื่อดำเนินการ โดยเอกชนจ่ายค่าตอบแทน ซึ่งไม่มีข้อตกลงในการที่ต้องโอนการดำเนินงานให้กับรัฐ ตัวอย่าง โครงการพัฒนาที่ดินเชิงพาณิชย์บริเวณสามเหลี่ยมย่านพหลโยธิน การ รถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) ให้บริษัท เซ็นทรัล อินเตอร์พัฒนา จำกัด ซึ่งเป็นเอกชนคู่สัญญารายเดิมเช่า อาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆที่ใช้ในการดำเนินกิจการโครงการทั้งหมดเพื่อประกอบกิจการศูนย์การค้าต่อ จากสัญญาเดิม เช่น ให้เช่าพื้นที่ร้านค้า อาคารสำนักงาน ธุรกิจโรงแรมและธุรกิจการให้บริการที่จอดรถ โดยบริษัทมีสิทธิเช่าเป็นระยะเวลา 20 ปี และบริษัทจะต้องชำระค่าผลประโยชน์ตอบแทนตลอดอายุสัญญา ให้แก่ รฟท.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.1.5 Design – Build – Operate (DBO)

เป็นรูปแบบที่รัฐจ้างเอกชนในการออกแบบก่อสร้าง และจ้างให้เอกชนรายนั้นดำเนินการให้บริการโครงการนั้นๆ ด้วย โดยรัฐยังคงความเป็นเจ้าของสินทรัพย์ โดยเอกชนผู้ดำเนินโครงการอาจได้รับ เงินในรูปค่าจ้างบริหาร (management fee) โครงการรูปแบบนี้อาจเป็นโครงการที่มีขนาดใหญ่มาก และ เงินทุนจากเอกชนไม่พอที่จะลงทุนได้ในทั้งโครงการ ตัวอย่าง โครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพูในการลงทุนโครงการ ภาครัฐจะเป็นผู้ลงทุนทั้งหมด โดย ใช้เงินกู้จากกระทรวงการคลัง ประกอบไปด้วยการว่าจ้างเอกชนออกแบบ ก่อสร้างงานโยธา จัดหาและติดตั้ง ระบบรถไฟฟ้า ในรูปแบบ Design – Build รวมทั้งเป็นผู้บำรุงรักษาในช่วงแรกของการดำเนินโครงการ โดย ในส่วนของการบริหารการเดินรถ หน่วยงานเจ้าของโครงการว่าจ้างเอกชนเป็นผู้ให้บริการ โดยอาจจะชำระ ค่าจ้าง

ตามปริมาณการเดินรถในแต่ละปี ทั้งนี้ ในโครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู ภาครัฐจะเป็นผู้จัดเก็บรายได้ที่ได้จากการดำเนินงานจากโครงการทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว

อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดรูปแบบของการให้เอกชนร่วมลงทุนจึงเป็นดุลพินิจของหน่วยงาน เจ้าของโครงการ หรือรัฐบาลที่จะใช้ดุลพินิจกำหนดรูปแบบตามที่เห็นสมควร โดยมีข้อพิจารณาที่สำคัญที่สุด คือการดำเนินโครงการในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งนั้น จะต้องเป็นทางเลือกที่ดีและเหมาะสมที่สุดและก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับโครงการมากที่สุด ประกอบกับเอกชนที่ประสงค์จะเข้าร่วมลงทุนกับรัฐมีความสนใจและมี ความพร้อมที่จะร่วมลงทุนในโครงการของรัฐ

2.5 การกำหนดระยะเวลาสัญญา (Concession Period) ของโครงการ PPP

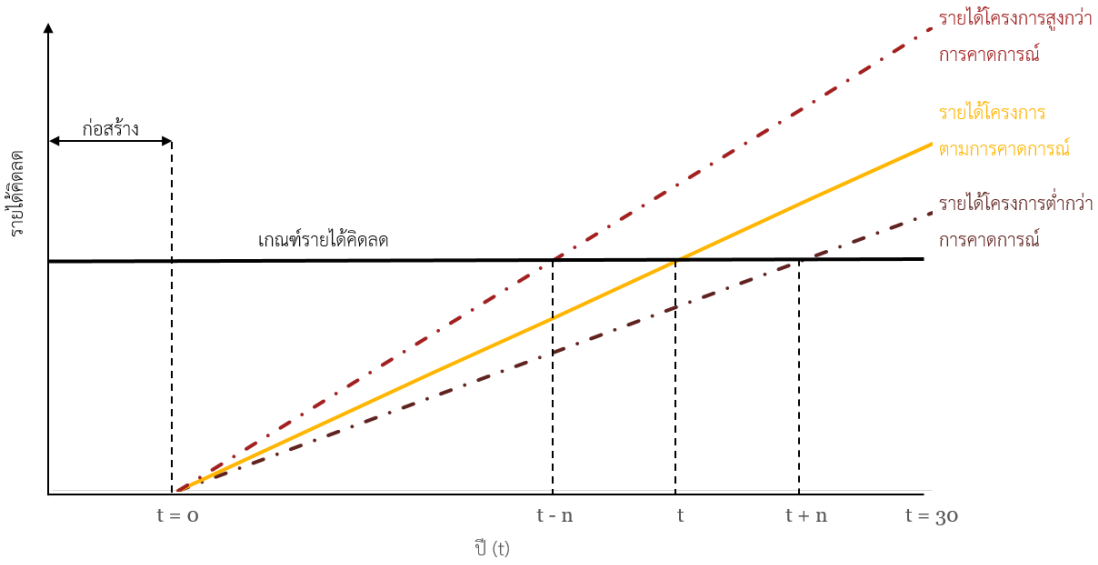
การกำหนดระยะเวลาสัญญาในการให้เอกชนร่วมลงทุนในโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและบริการสาธารณะ จะพิจารณาถึงปัจจัยสำคัญ อาทิ (1) ระยะเวลาคืนทุนขั้นต่ำ ซึ่งสามารถสร้างผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) ที่คุ้มค่าเพื่อกระตุ้นให้นักลงทุนเอกชนเข้าร่วมลงทุนและสร้างความเป็นธรรมในการจัดสรรผลประโยชน์ระหว่างรัฐและเอกชน (2) อายุการใช้งานของทรัพย์สิน/ทรัพยากรอาคารต่างๆ และ (3) ระเบียบหรือกฎหมายในการให้เช่า/ถือครองที่ดินของรัฐ (ถ้ามี) ซึ่งทำให้โครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนส่วนใหญ่จะมีระยะเวลาสัญญาประมาณ 25-30 ปี โดยอาจแตกต่างกันตามประเภทกิจการ ซึ่งบางประเทศระยะเวลาก่อสร้างจะรวมอยู่ในระยะเวลาสัมปทานด้วยแต่บางประเทศจะเริ่มสัญญาหลังจากที่โครงการสร้างเสร็จสิ้น ซึ่งเรียกโครงสร้างแบบนี้ว่า Single-Period Concession และ Two-Period Concession นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างบางส่วนของระยะเวลาสัมปทาน ที่มีเงื่อนไขที่แปรผันตามวันที่ผู้กู้คืนเงินต้น และดอกเบี้ยและผู้ถือหุ้นจะได้รับเงินตอบแทนในระดับนึงในทางกลับกัน บางประเทศจำกัดระยะเวลาของสัมปทานโครงสร้างพื้นฐานให้มากที่สุดตามที่กฎหมายกำหนดและอีกหลายแห่งกำหนดให้สัมปทานหมดอายุเมื่อมีการชำระคืนเงินกู้โครงการทางการเงินจนหมดและได้กำไรในระยะนึงถึงแม้ว่าจำนวนปีที่หมดอายุยังไม่มาถึงก็ตาม (Contreras และ Angulo, 2018)

ทั้งนี้ ภาครัฐอาจกำหนดให้ระยะเวลาสัญญาโครงการเป็นแบบคงที่หรือแบบแปรผัน รายละเอียดดังนี้

1. ระยะเวลาสัญญาแบบคงที่ (Fixed Concession Period)
2. ระยะเวลาสัญญาแบบแปรผัน (Variable Concession Period)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะเวลาสัญญาแบบคงที่ โดยหากเอกชนได้รับผลตอบแทนครบตามที่กำหนดไว้ในสัญญาก่อนครบระยะเวลาสัญญา ภาครัฐและเอกชนสามารถตกลงกันเพื่อยกเลิกสัญญาก่อนได้ หรือหากผลตอบแทนจากการดำเนินโครงการไม่เป็นไปตามที่ประมาณการไว้ ภาครัฐและเอกชนอาจตกลงกันเพื่อขยายระยะเวลาสัญญาได้ เช่น โครงการ Santiago Viña del Mar-CH 68 Toll Road ของประเทศชิลี ซึ่งเป็นโครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนที่ได้ก่อสร้างในปี 2541 กำหนดให้สัมปทานมีระยะเวลาอ้างอิง 25 ปี ซึ่งอาจลดลงได้ถ้าผู้รับสัมปทานได้รับรายได้ (Least Present Value of Revenues: LPVR) ตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้าก่อนครบระยะเวลาและรัฐมีสิทธิบริหารโครงการต่อได้ ในทางตรงกันข้าม หากผู้รับสัมปทานไม่ได้รับรายได้ตาม LPVR ที่ระบุภายในระยะเวลาที่ระบุในสัญญา ระยะเวลาของสัญญาสามารถขยายต่อไปได้จนกว่า LPVR จะครบตามที่ระบุในสัญญา อย่างไรก็ตาม วิธีการบริหารความเสี่ยงดังกล่าวยังไม่เป็นที่นิยมในทางปฏิบัติ รวมถึงประเทศในแถบเอเชียและประเทศไทย เนื่องจากรัฐจะต้องมีกลไกกำกับและตรวจสอบอย่างละเอียดและเข้มงวด ซึ่งอาจทำให้ต้นทุนของรัฐในการดำเนินโครงการสูงขึ้น โดยเฉพาะหากรายได้การดำเนินโครงการน้อยกว่าที่ระบุ เนื่องจากการปฏิบัติงานที่บกพร่องของเอกชน (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจกระทรวงการคลัง, 2560)



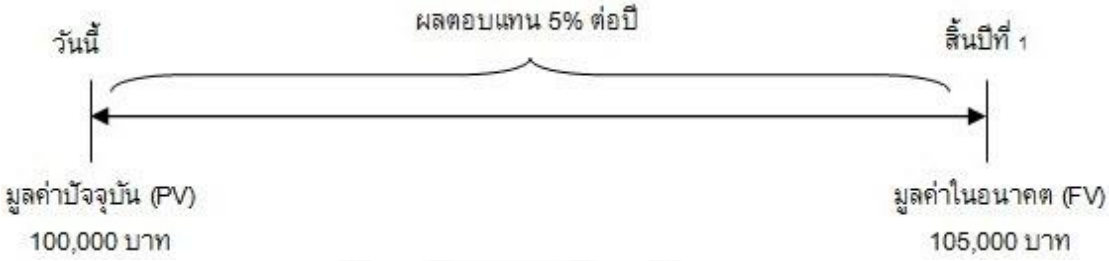
รูปที่ 3 แนวคิดระยะเวลาสัญญาแบบแปรผันตามปริมาณรายได้ ที่มา: (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจกระทรวงการคลัง, 2560)

2.6 แบบจำลองทางการเงินโครงการ PPP

2.6.1 มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money)

มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money: TVM) คือ แนวคิดที่ว่าเงินที่จะได้รับในวันนี้มีมูลค่าน้อยกว่าเงินที่จะได้รับในอนาคต เพราะเราสามารถสร้างผลตอบแทนได้จากเงินที่ได้รับในวันนี้ เช่น เงิน 100,000 บาทในวันนี้ หากนำไปลงทุนได้ผลตอบแทน 5% ต่อปี ในอีก 1 ปีข้างหน้าเราก็จะได้รับเงินทั้งสิ้น 105,000 บาท แนวคิดเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาจะช่วยให้เราสามารถเปรียบเทียบมูลค่าของเงินในเวลาที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม (อัจฉรา โยมสินธุ์, 2012)

จากตัวอย่างจะเห็นว่า เงินจำนวน 100,000 บาท มีมูลค่าในอนาคต (Future Value : FV) เท่ากับ 105,000 บาท หรือเงินจำนวน 105,000 บาท ในอีก 1 ปีข้างหน้า มีมูลค่าปัจจุบัน (Present Value : PV) เท่ากับ 100,000 บาท



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4 ตัวอย่างมูลค่าในอนาคตผลตอบแทน 5% ต่อปี ที่มา: (อัจฉรา โยมสินธุ์, 2012)

มูลค่าในอนาคต (Future Value: FV) คือ มูลค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา (Time) และอัตราผลตอบแทน (Rate of Return) ที่ได้รับ ซึ่งมูลค่าในอนาคต (Future Value: FV) คือมูลค่ารวมของเงินต้น (มูลค่าปัจจุบัน) กับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง โดยเราสามารถคำนวณมูลค่าของเงินในอนาคตได้ดังนี้

$$\text{มูลค่าในอนาคต} = \text{มูลค่าปัจจุบัน} \times (1+ \text{อัตราตอบแทน})^{\text{ระยะเวลา}}$$

$$\text{หรือ} = PV \times (1+r)^2$$

เช่น ถ้านำเงินจำนวน 500,000 บาท ไปลงทุน โดยได้รับผลตอบแทน 8% ต่อปี อยากทราบว่าอีก 3 ปีข้างหน้า จะมีเงินเท่าไหร่

$$FV = 500,000 \times (1 + 0.08)^3 = 629,856 \text{ บาท}$$

ซึ่งสามารถแยกคำนวณทีละปี ได้ดังนี้

ปีที่ 1; FV = 500,000 x $(1 + 0.08)^1$ = 540,000 บาท

ปีที่ 2; FV = 540,000 x $(1 + 0.08)^1$ = 583,200 บาท

ปีที่ 3; FV = 583,200 x $(1 + 0.08)^1$ = 629,856 บาท

จะเห็นว่าเงินต้นปีที่ 2 จำนวน 540,000 บาท มีผลตอบแทนของปีที่ 1 รวมอยู่ด้วย 40,000 บาท ผลตอบแทนที่ได้รับในปีที่ 2 จึงมากกว่าปีแรก (43,200 บาทเมื่อเทียบกับดอกเบี้ยปีแรก 40,000 บาท) แสดงว่าได้รับผลตอบแทนจากดอกเบี้ยด้วย หรือที่เรียกว่า ดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest)

2.6.2 การประเมินโครงการโดยวิธีคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow, DCF)

อัตราคิดลด (Discount rate) คือ อัตราดอกเบี้ยที่จะเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในอนาคตกลับมาเป็นมูลค่าในปัจจุบัน กล่าวคือร้อยละคิดจากผลประโยชน์ในอนาคตจะถูกลดลงมาเป็นมูลค่าในปัจจุบัน โดยอัตราคิดลดที่แท้จริง จะสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าของเงินในเวลาโดยไม่รวมถึงอัตราเงินเฟ้อทั่วไป โดยทั่วไป อัตราคิดลดจะอยู่ในช่วงประมาณ 3-5% (เกี่ยวข้องกับพันธบัตรรัฐบาลอายุ10ปีของรัฐบาลสหรัฐ) โดยส่วนมากใช้ 4% ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้างที่เป็นถนน (List, 2007) โดยสูตรเพื่อลดค่าเงินคงที่ในอนาคตให้กลับมาเป็นปัจจุบันคือ

$$\text{Present value} = \text{Future Value} \times \frac{1}{(1+r)^n}$$

เมื่อ r คือ อัตราคิดลดที่แท้จริง (Real discount rates)

n คือ จำนวนปีในอนาคตที่นับจากปีที่คิดต้นทุน

โดยในเทอม $\frac{1}{(1+r)^n}$ เป็นที่รู้จักกันในชื่อ อัตราการลด (Discount factor) และมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เสมอ

2.6.3 แบบจำลองทางการเงินโครงการ PPP

Zhang (2009) ได้เสนอสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการ PPP และระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการ สมการดังกล่าวมีตัวแปรที่สำคัญเป็นดังนี้ (Zhang, 2009)

$$NPV_c = \sum_{i=1}^{Tc} \frac{C_i}{(1+R)^{i-1}}$$

โดย มูลค่าปัจจุบันสุทธิของค่าก่อสร้าง (Net present value of total construction cost) คือ

$$NPV_0 = \sum_{j=Tc+1}^{Tc+To} \frac{NCF_j}{(1+R)^j} = \sum_{j=Tc+1}^{Tc+To} \frac{Q_j P_j - OM_j}{(1+R)^j}$$

โดย NPV_O คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของรายได้สุทธิหลังหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษา (Net present value of total operation and maintenance cost)

แนวทางการคำนวณรายได้สุทธิในช่วงระยะเวลาของสัญญา PPP ของบริษัทสัมปทานที่เสนอโดย Contreras and Angulo (2018) มีสมการเป็นดังนี้ (Contreras และ Angulo, 2018)

$$\hat{C}_t^P = [1-c]\left[(\hat{\alpha}_t - \hat{\gamma}_t)T_t^f - (r+s)L_{t-1} - \frac{R}{n}\right]$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดย $\hat{C}_t^P$ คือ รายได้สุทธิต่อปีของบริษัทสัมปทาน (Expected annual revenues) ส่วนรัฐได้รับผลประโยชน์ในรูปภาษี ซึ่งคำนวณได้จากสมการด้านล่างนี้

$$\hat{G}_t^P = c\left[(\hat{\alpha}_t - \hat{\gamma}_t)T_t^f - (r+s)L_{t-1} - \frac{R}{n}\right]$$

โดย $\hat{G}_t^P$ คือ เงินภาษีต่อปีที่รัฐคาดว่าจะได้รับ (Expected tax income per year)

เพื่อรวมผลอย่างเป็นทางการของค่าใช้จ่ายในรัฐบาลบทความนี้พิจารณารูปแบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยผู้เล่นสองประเภทคือรัฐบาลที่เป็นเจ้าของ G และผู้รับสัมปทานเอกชน C สันนิษฐานว่ารัฐบาลเข้าสู่ข้อตกลงระยะยาวกับ บริษัท เอกชนเพื่อส่งมอบบริการขนส่งที่ต้องมีการ

ก่อสร้างถนนด้วยต้นทุนในการก่อสร้างของเอกชน R ซึ่งสันนิษฐานว่าไม่มีเงินลงทุนล่วงหน้าและไม่มีรายจ่ายในการลงทุน เอกชนผู้รับสัมปทานต้องรับผิดชอบในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานและสมมติว่ารับผิดชอบในการกำหนดข้อตกลงเฉพาะ เช่น การเงินการลงทุน การจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก และ วิธีส่งมอบโครงการให้รัฐบาล ดังนั้นภาครัฐจะรักษาความเป็นเจ้าของสินทรัพย์เมื่อสัญญาหมดอายุ เพื่อความเรียบง่ายโมเดลนี้จะรวมถึงค่าบำรุงรักษาในต้นทุนการดำเนินงาน ยังสันนิษฐานได้ว่ารัฐบาลประมูลใบอนุญาตภายใต้โครงการเก็บค่าผ่านทางผู้ใช้จ่ายค่าธรรมเนียมโดยตรงกับผู้รับสัมปทาน การวิเคราะห์ผลกระทบของตัวเลือกการขยายสัญญา แบบจำลองความน่าจะเป็นของจราจร (T_t) และอัตราเงินเฟ้อ (π_t) ในถนนที่เก็บค่าผ่านทางนี้ก็จะถือว่ารายได้สุทธิประจำปีของผู้รับสัมปทาน $\hat{C}^P$ ในช่วงสัมปทานช่วงเวลา P ถูกกำหนดโดย (Contreras และ Angulo, 2018)

$$\hat{C}_t^P = [1-c]\left[(\hat{\alpha}_t - \hat{\gamma}_t)T_t^f - (r+s)L_{t-1} - \frac{R}{n}\right]$$

โดยที่ c = อัตราภาษีนิติบุคคล

$\hat{\alpha}_t$ = อัตราค่าธรรมเนียมในปีที่ t

$\hat{\gamma}_t$ = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในปีที่ t

T_t^f = ปริมาณจราจรในปีที่ t

r = อัตราผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง

s = อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่คิดเพิ่ม

L_t = มูลค่าเงินกู้คงเหลือ (Outstanding Debt) ในปีที่ t

R/n = ค่าเสื่อมราคาประจำปีของถนน

n = ระยะเวลาของสัญญาสัมปทาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าผ่านทางและค่าดำเนินงานที่คาดหวัง $\hat{\alpha}_t$ และ $\hat{\gamma}_t$ ตามลำดับคือ

$$\hat{\alpha}_t = \hat{\alpha}_0 E[\Pi_t \mid \Pi_0]$$
$$\hat{\gamma}_t = \hat{\gamma}_0 E[\Pi_t \mid \Pi_0]$$

ในทางตรงกันข้ามรายได้ที่คาดหวังของรัฐบาล $\hat{G}_t^P$ ในช่วงระยะเวลาสัมปทานซึ่งเกิดจากการจัดเก็บภาษีมอบให้โดย

$$\hat{G}_t^P = c\left[\left(\hat{\alpha}_t - \hat{\gamma}_t\right)T_t^f - \left(r+s\right)L_{t-1} - \frac{R}{n}\right]$$

ในช่วงเวลา n ผู้ถือหุ้นของผู้รับสัมปทานจะร้องขอทุนที่เหมาะสม K^* ตามเป้าหมาย ผลตอบแทนในส่วนของผู้ถือหุ้น θ^* ดังนั้น

$$K^* = \left(R-L\right)\left(1+\theta^*\right)^n$$

โดย $\theta^* = r + ep^*$ ซึ่ง ep^* เป็นผลตอบแทนที่ดีที่สุด

2.7 การพยากรณ์ความต้องการการใช้งาน (Demand forecast)

การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในชีวิตจริงทางวิทยาศาสตร์นั้น จะใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์อยู่สองชนิดคือ ตัวแบบที่กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ และตัวแปรต่างๆเป็นแบบคงที่ (Deterministic model) ซึ่งตัวแบบประเภทนี้ส่วนใหญ่จะสามารถหาคำตอบได้อย่างง่าย และมีความถูกต้องและแน่นอน สำหรับการวิเคราะห์ตัวแบบประเภทนี้จะมีโปรแกรมสำเร็จรูปมากมายเพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการหาคำตอบ ข้อเสียของตัวแบบที่เป็นแบบ Deterministic คือค่าพารามิเตอร์และค่าของตัวแปรต่างๆที่กำหนดให้เป็นค่าคงที่นั้นซึ่งในความเป็นจริงค่าต่างๆส่วนใหญ่จะไม่เป็นค่าคงที่ซึ่งจะมีความไม่แน่นอนในความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น ค่าของราคาข้าวของต่าง ๆ ภูมิอากาศ ดอกเบี้ยธนาคาร ค่าของเงินต่าง ๆ ในโลก เป็นต้น แต่มีตัวแบบอีกชนิดหนึ่งที่สามารถตอบโจทย์ให้ไกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ และตัวแปรต่าง ๆ เป็นแบบไม่คงที่ตัวแบบเรียกตัวแบบนี้ว่าตัวแบบที่เป็นแบบสโตแคสติก (Stochastic model)

สำหรับตัวแบบสโตแคสติก ค่าพารามิเตอร์ และตัวแปรต่าง ๆ ในตัวแบบจะอยู่ในรูปแบบของฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น จะไม่สามารถคาดเดาคำตอบหรือผลลัพธ์ว่าจะออกมาเป็นเท่าใด แต่จะสามารถอธิบายความน่าจะเป็นของคำตอบหรือผลลัพธ์นั้นๆโดยใช้หลักการคาดเดาต่างๆหรือหลักการของทฤษฎีความน่าจะเป็นเข้ามาช่วยในการประมาณ หรือการจำลองสถานการณ์เพื่อทำการหาคำตอบ โดยจะต้องมีการกำหนดฟังก์ชั่นต่างๆของการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มโดยปรับให้พอดี (fitting) กับข้อมูลให้มากที่สุด หรือมีความผิดพลาดน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง (พิษณุ ทองขาว, 2558)

2.7.1 การพยากรณ์ความต้องการการใช้งานโครงการใหม่ (Greenfield projects)

การพยากรณ์ความต้องการการใช้งานโครงการใหม่ (Greenfield projects) มีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูลที่ใช้ในการประเมินโครงการ ซึ่งในการพยากรณ์โครงการใหม่นี้อาจใช้วิธี สโตแคสติก (Stochastic process)

วิธีสโตแคสติก (Stochastic process) ถูกนำมาใช้เพื่อจำลองเหตุการณ์ใด ๆ ที่ผลลัพธ์ของเหตุการณ์มีความไม่แน่นอน และรูปแบบหรือค่าของความไม่แน่นอนมีวิวัฒนาการตามเวลา ยกตัวอย่างเช่น สมมติให้ X_n เป็นราคาหุ้น ณ วันที่ n นับจากวันนี้ ของบริษัทแห่งหนึ่งในตลาดหลักทรัพย์ หรือ X_n อาจหมายถึงจำนวนประชากรของประเทศไทย n ปีหลังจากนี้ หรืออาจใช้แทนจำนวนเงินคงเหลือของบริษัทประกันแห่งหนึ่งหลังจากจ่ายเงินชดเชยให้กับลูกค้าประกันคนที่ n เป็นต้นนอกจากนี้แล้ว n ไม่จำเป็นต้องมีค่าเป็นเวลาเสมอไป สามารถเป็นค่าอื่นได้ตัวอย่างเช่น X_n อาจใช้แสดงถึงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำหลังจากมีฝนตกจำนวน n ครั้งในปีใด ๆ หรืออาจใช้ X_n แสดงถึงเวลาที่ลูกค้าคนที่ n ต้องรอก่อนที่จะได้รับการบริการจากเจ้าหน้าที่ ของธนาคารแห่งหนึ่ง (Kokkaew และ Sampim, 2014)

ปัญหาและอุปสรรคของเหตุการณ์ที่เราสนใจ ด้วยกระบวนการสโตแคสติกโดยมากอยู่ที่ความสมดุลระหว่างการเลือกแบบจำลองที่สามารถครอบคลุมปัจจัยสำคัญของเหตุการณ์จริงที่ซับซ้อนได้ทั้งหมด และการออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองที่ถูกต้องและง่ายพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.7.2 การพยากรณ์ความต้องการการใช้งานโครงการเดิม

การพยากรณ์ความต้องการการใช้งานโครงการเดิมสามารถใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ กับเวลา ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นเก็บรวบรวมเป็นงวด ระยะเวลาที่เท่าๆ กัน งวดระยะในที่นี้อาจเป็น ปี เดือน สัปดาห์ หรือ วัน ก็ได้ แต่การที่เราจะศึกษาข้อมูลแบบอนุกรมเวลานี้ได้ ข้อมูลที่จะนำมาศึกษาต้องรวบรวมอย่างน้อย 5 งวดขึ้นไป ยิ่งข้อมูลมากเท่าไรผลการวิเคราะห์ก็จะมีโอกาสถูกต้องใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้นเท่านั้น วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาก็คือ เพื่อทราบอิทธิพลของเวลาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เราสนใจ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2545)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นการศึกษาข้อมูลที่ให้ความสำคัญต่อลำดับที่เกิดขึ้นของข้อมูลนั้น และเน้นถึงความสำคัญที่ขึ้นต่อกัน (Dependence) ของข้อมูล จากข้อมูลทั้ง 2 ประการนี้เอง ที่ทำให้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแตกต่างจากกรรมวิธีทางสถิติอื่นๆ ที่มีข้อมูลสมมติเกี่ยวกับความเป็นอิสระ (Independence) ต่อกัน และเกิดการสุ่ม (Randomization) ของข้อมูล จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือการอธิบายขบวนการที่ก่อให้เกิดอนุกรมเวลาชุดนั้นๆ และพยากรณ์ค่าของตัวแปรในอนาคตเป็นผลที่พิจารณาได้จากข้อมูลในอดีตซึ่งในงานวิจัยนี้เราได้ใช้คำนวณอยู่ 3 วิธี

1. Holt Method
2. Double Moving Average
3. Linear Regression

โดย วิธีการของโฮลท์ (Holt's Forecast Method) มีลักษณะคล้ายกับวิธีการปรับให้เรียบสองครั้งแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล เหมาะกับการใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่มีลักษณะทั่วไปมากกว่า โดยมีสูตรพยากรณ์ดังสมการ (ณัฐธยาน์ มนุษย์ดี, 2553)

$$\hat{Y}_t(l) = S_t + l\hat{\beta}_t$$

โดย $\hat{Y}_t(l)$ = แทนค่าพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า เมื่อพยากรณ์ที่เวลา t

S_t = ตัวสถิติปรับระดับ $S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)\left(S_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1}\right)$

$\hat{\beta}_t$ = ตัวสถิติปรับแนวโน้ม $\hat{\beta}_t = \gamma\left(S_t - S_{t-1}\right) + (1-\gamma)\hat{\beta}_{t-1}$

α = แทนค่าคงที่ในการปรับให้เรียบ

ถัดมาวิธีการ Double Moving Average มีพื้นฐานการพยากรณ์อยู่ที่วิธีการหาค่าถัวเฉลี่ย (Averaging methods) โดยสมมติว่าตัวเลขยอดขายในอดีตนั้นมีค่า (น้ำหนัก) เท่าเทียมกันไม่ว่ายอดขายนั้นจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็ว โดยอาศัยเทคนิคการหาค่าเฉลี่ย (Averaging methods) โดยมีสูตรพยากรณ์ดังสมการต่อไปนี้ (ชุมชัย บุญศรี, 2559)

1. Simple Moving Average of n periods

$$M_t = \frac{y_t + y_{t-1} + ... + y_{t-n+1}}{n}$$

โดย y_t = ปริมาณจราจรในปีที่ t

n = จำนวนปีที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยงานวิจัยนี้ใช้ 3 ปี $n = 3$

M_t = ค่าอนุกรมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 1 ครั้ง

2. Double Moving Average of n period

$$M_t^{''} = \frac{M_t + M_{t-1} + ... + M_{t-n+1}}{n}$$

โดย M_t = ค่าอนุกรมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 1 ครั้ง

n = จำนวนปีที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยงานวิจัยนี้ใช้ 3 ปี $n = 3$

$M_t^{''}$ = ค่าอนุกรมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2 ครั้ง

3. Level at time t

$$a_t = 2M_t - M_t^{''}$$

โดย a_t = Level at time t

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. Slope at time t

$$b_t = \frac{2}{n-1}\left(M_t - M_t^{''}\right)$$

โดย b_t = Slope at time t

5. Forecast at time $t+m$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

โดย m = ปีในอนาคตที่จะคำนวณเช่นในงานวิจัย พ.ศ.2561 = 1

F_{t+m} = ค่าพยากรณ์ในอนาคตปีที่

ต่อมาการวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ในลักษณะของความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน และสามารถประมาณค่าและพยากรณ์ตัวแปรตัวหนึ่งโดยใช้ค่าของข้อมูลอีกตัวหนึ่งหรือชุดหนึ่งเป็นตัวพยากรณ์ ตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์เรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent variable) หรือตัวพยากรณ์ (Predictor) ส่วนผลที่ได้เรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent variable) หรือผลที่วัดได้ (Outcome) ในที่นี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์การถดถอย 1 อย่าง คือ การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (ณัฐธยาน์ มนุษย์ดี, 2553)

การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Single Linear Regression) เป็นการวิเคราะห์การถดถอยในลักษณะที่มีตัวพยากรณ์หนึ่งตัว ซึ่งความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรตามและตัวพยากรณ์นั้นมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Linear relationship) รูปแบบของ สมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย เมื่อมีตัวพยากรณ์ (x) 1 ตัว และตัวแปรตาม (Y) 1 ตัว มีลักษณะ ดังสมการต่อไปนี้ (ณัฐธยาน์ มนุษย์ดี, 2553)

$$Y = a + bX$$

โดย Y = ค่าของตัวแปรตามที่ได้จากการพยากรณ์

X = ตัวแปรอิสระ

a = จุดตัดแกน Y

b = ค่าความชันของสมการเส้นตรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประมาณค่า a และ b ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) ซึ่งเป็นเป็นวิธีที่ทำให้ผล บวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อนของค่าจริงและค่าพยากรณ์ (Sum Square Error หรือ SSE) มีค่าน้อย ที่สุด รวมทั้งสมการที่ใช้ในการประมาณค่า a และ b ดังนี้

$$a = y - bx$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

โดย a = จุดตัดแกน Y

b = ค่าความชันของสมการเส้นตรง

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของทุกๆจุดข้อมูล y

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของทุกๆจุดข้อมูล x

y = ค่า y ณ แต่ละจุดของข้อมูล

x = ค่า x ณ แต่ละจุดของข้อมูล

n = จำนวนข้อมูล

โดยความถูกต้องในการวัดค่าพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ (Forecast Error) ความคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าจริงห่างกับค่าพยากรณ์มาก และจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงค่าจริงเราจึงสามารถพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนได้จากเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจดังต่อไปนี้

ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ในการเปรียบเทียบว่าเทคนิคการพยากรณ์วิธีใดเหมาะสมกับข้อมูลที่นำมาศึกษาดังสมการ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2545)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} 100\left[\frac{e_t}{Y_t}\right]}{n}$$

โดยที่ e_t คือ ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เรียก e_t ว่าเศษตกค้าง (Residual)

โดย $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

Y_t คือ ค่าจริงของอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t

ตารางที่ 9 สรุปค่า MAPE ที่ได้ในการคำนวณแต่ละวิธีพยากรณ์

สรุปค่า MAPE ที่คำนวณได้ในแต่ละวิธีพยากรณ์			
วิธีพยากรณ์	ทางพิเศษศรีรัช สาย A,B	ทางพิเศษศรีรัช สาย C	ทางพิเศษศรีรัช สาย D
Linear Regression	137.34	37.70	29.61
Holt Method	129.22	36.22	53.43
Double Moving Average	11	6.01	8.88

จากค่า MAPE ที่คำนวณได้น้อยที่สุดในตาราง งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธี Double Moving Average ในการทำนายปริมาณจราจรในอนาคตสำหรับงานวิจัยนี้

2.8 การประเมินโครงการทางด้านการเงินภายใต้สภาวะของความไม่แน่นอนในการดำเนินงาน

ประเมินทางการเงินแบบปกติ อาจให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงทางเลือกหรือความยืดหยุ่นในการจัดการโครงการของเจ้าของโครงการในอนาคต วิธีการในการบริหารจัดการความเสี่ยงในโครงการที่มีความเสี่ยง ผู้ออกแบบโครงการอาจเลือกแนวทางการออกแบบเป็น 2 แนวทางด้วยกันคือ 1. Robust design หรือ 2. Flexible design ซึ่ง Robust design คือ การออกแบบตั้งแต่เริ่มต้นโครงการเพื่อให้ โครงการสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งต่างจาก Flexible design ที่ออกแบบให้สามารถดัดแปลงปรับเปลี่ยนโครงการให้เหมาะสม ต่อความไม่แน่นอนในอนาคต การประเมินโครงการที่มีความยืดหยุ่นจำเป็นต้องใช้วิธีการที่สามารถประเมินมูลค่าความยืดหยุ่นได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง ซึ่งหนึ่งในเครื่องมือสำคัญในการประเมินโครงการที่มีความไม่แน่นอนและความเสี่ยงสูงก็คือวิธีการเรียลออปชั่น ซึ่งเหตุผลที่ได้กล่าวมาทำให้งานวิจัยนี้นำแนวคิดของ วิธีการเรียลออปชั่น มาใช้ในการประเมินโครงการทางด่วนขั้นที่สอง (Kokkaew และ Sampim, 2014)

2.8.1 วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) เป็นวิธีทางสถิติเพื่อใช้สำหรับลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณค่าตัวแปรที่มีผลลัพธ์ไม่แน่นอน เช่น ผลกำไรในอนาคตจากลงทุนในโครงการใด ๆ เป็นต้น โดยทำการคำนวณซ้ำหลายๆ ครั้ง จากการสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) จากข้อมูลในอดีตหรือปัจจุบันที่มีอยู่ ซึ่งอาจประมาณให้อยู่ในรูปของการแจกแจงความน่าจะเป็น

(Probability distribution) ที่เป็นตัวแทนของข้อมูลแบบจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) เป็นวิธีการจำลองโดยคอมพิวเตอร์และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล วิธีการนี้ได้รับความนิยมที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมาก เนื่องจากความสามารถในการคำนวณที่เพิ่มขึ้นของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer) (Kokkaew และ Sampim, 2014)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์โครงการด้วยวิธีการมอนติคาร์โล เป็นดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบการวิเคราะห์มาตรฐาน (Standard valuation model)

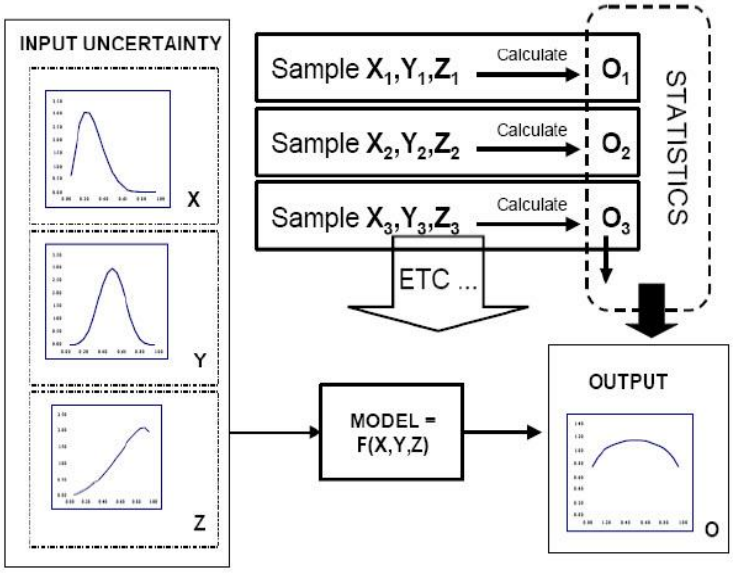
ขั้นที่ 2 เลือกรูปแบบของการกระจายตัวของตัวแปรต้นที่มีความไม่แน่นอน (Distribution shape of input uncertainty)

ขั้นที่ 3 หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ถ้ามี) (Dependence between input uncertainty)

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์โดยการสั่งคอมพิวเตอร์ให้คำนวณผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละครั้งของการสุ่ม จนครบจำนวนครั้งการสุ่มที่ต้องการ

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลการวิเคราะห์ที่ได้ในรูปของกราฟการกระจายตัวของผลลัพท์ที่ได้ (กราฟความน่าจะเป็นของผลลัพธ์)

ตัวอย่างของขั้นตอนที่กล่าวมา สามารถเขียนแผนภาพได้ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 5 การวิเคราะห์โครงการโดยใช้วิธี Monte Carlo simulation ที่มา: (Kokkaew และ Sampim, 2014)

2.8.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นการทดสอบความมั่นคงของข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์บนพิสัยของการประมาณค่าความน่าจะเป็น การใช้ดุลพินิจเกี่ยวกับตัวเลขต่างๆ ตลอดจนข้อสมมติพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนั้น ทั้งนี้โดยการแทนที่ข้อสมมติหรือตัวเลขตัวใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในระดับที่กำหนดหรือต้องการทดสอบ ลงไปแทนข้อสมมติหรือตัวเลขที่ใช้อยู่เดิมในการประมาณการงบประมาณ และทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง แล้วพิจารณาผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ว่า แตกต่างไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด หากผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากนัก หรือแตกต่างเพียงเล็กน้อยในระดับที่ไม่มีผลในทางปฏิบัติ อาจกล่าวได้ว่า วิธีการที่ใช้วิเคราะห์ต้นทุนหรือประมาณการงบประมาณนั้นมีความมั่นคง ไม่อ่อนไหว ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง แต่หากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากเดิมมาก จะทำให้เกิดความไม่มั่นใจในความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้มาก่อนหน้า คำถามที่สำคัญในการทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว คือ (ภิรมย์ กมลรัตนกุล จิรุตม์ ศรีรัตนบัลล์ และ สุรีรัตน์ งามเกียรติไพศาล)

1. ตัวแปรใด หรือข้อมูลตัวใดที่ควรนำมาประเมินความอ่อนไหว

โดยทั่วไปมักพิจารณาตัวแปรที่มีความสำคัญ และผู้วิเคราะห์ไม่มีความมั่นใจในความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มา และต้องการประเมินว่า หากข้อมูลตัวเลขหรือข้อสมมติที่ใช้มีความคลาดเคลื่อน จะทำให้ตัวเลขผลลัพธ์คำนวณได้แตกต่างไปจากค่าเดิมมากน้อยเพียงใด เช่น สัดส่วนเวลาการทำงานของแพทย์ในคลินิกต่างๆ การใช้เกณฑ์การจัดสรรต้นทุนของฝ่ายเภสัชกรรมและฝ่ายบริหารงานทั่วไป วิธี

คิดค่าเสื่อมราคาของครุภัณฑ์และอาคารสถานที่ และการประมาณการจำนวนครั้งของการมาใช้บริการในปีต่อไป เป็นต้น

2. ตัวเลขใด หรือวิธีการทำงานแบบใดที่ควรนำมาใช้แทนค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยทั่วไปในกรณีของตัวเลข มักจะใช้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดที่มีความเป็นไปได้มาใช้เป็นตัวแทนเพื่อการคำนวณในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว บางครั้งอาจนำร้อยละของความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้หรือมีความเป็นไปได้มาใช้ และนำตัวเลขเป้าหมายหรือตัวเลขที่คาดหวังให้เป็นมาทดแทน

2.9 การประเมินมูลค่าโครงการที่มีเรียลออปชั่น

เป็นการประเมินโดยการวิเคราะห์หามูลค่าเชิงกลยุทธ์ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ของการลงทุน การประเมินมูลค่าด้วยวิธีนี้ เป็นการประเมินที่มีประโยชน์อย่างมาก เมื่อมีความต้องการที่ตัดสินใจในโครงการที่มีตัวเลือกต่าง ๆ และมีความเสี่ยง โดยการกำหนดพารามิเตอร์ที่จะมีผลต่อการดำเนินการของโครงการ เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกของความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดและมีประโยชน์สูงที่สุด เช่น (สุนทรี เหล่าพัดจัน, 2559)

1. ต้องการยกเลิกการลงทุน เมื่อประเมินการลงทุนแล้วพบว่า การลงทุนโครงการนี้จะทำให้ขาดทุน

2. ต้องการเลื่อนการลงทุนออกไป เมื่อมีการคาดการณ์ว่าในอนาคตจะมีต้นทุนลดลงจากปัจจุบัน

3. ต้องการขยายการลงทุนเพิ่มเติม เมื่อประเมินการลงทุนแล้วพบว่า การลงทุนเพิ่มในโครงการคุ้มค่าการลงทุน สร้างกำไรได้มาก

4. ต้องการเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิต เมื่อประเมินการลงทุนแล้วพบว่า การเปลี่ยนเทคโนโลยีจะทำให้สามารถลดต้นทุนลงได้ และสร้างกำไรให้โครงการเพิ่มขึ้นมูลค่าของ Real option เกิดจากความยืดหยุ่นทางการบริหารที่มีในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน การประเมินมูลค่าโครงการนี้จึงสามารถประยุกต์ใช้ตัวแบบประเมินราคาออปชันได้ โดยที่ Real options อาจจะเกิดขึ้นในช่วงก่อนและหลังการตัดสินใจลงทุนในโครงการลงทุนก็ได้ ตัวอย่างของ Real Options ในแต่ละช่วงเวลาโครงการได้แก่

1. Real options ที่ให้สิทธิการตัดสินใจก่อนการลงทุนในโครงการ
   1.1 ทางเลือกในการลงทุนเป็นลำดับขั้น (Staged Investment Options)
   1.2 ทางเลือกด้านเวลาของการลงทุน (Timing Options)
   1.3 ทางเลือกด้านการดำเนินงาน (Operating Options)
2. Real Options ที่ให้สิทธิการตัดสินใจหลังการลงทุนในโครงการ
   2.1 ทางเลือกสำหรับการเติบโต (Growth Options)
   2.2 ทางเลือกหยุดดำเนินงาน (Shutdown Options)
   2.3 ทางเลือกเลิกหรือขายกิจการ (Abandonment Options)
   2.4 ทางเลือกในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Switching Options - Outputs)
   2.5 ทางเลือกในการเปลี่ยนวัตถุดิบ (Switching Options – Inputs)

การประเมินเรียลออปชัน เพื่อหามูลค่ายุติธรรมสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการใช้สมการสำเร็จรูป (Analytical method) และวิธีการใช้การสุ่มโดยคอมพิวเตอร์ (Numerical method) โดยใช้วิธีแรกเหมาะกับตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบ Geometric Brownian motion เท่านั้น ส่วนวิธีที่สองใช้ได้กับตัวแปรที่มีพฤติกรรมที่หลากหลาย การศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีวิธีการใช้การสุ่มโดยคอมพิวเตอร์ (Numerical method) ในการคำนวณมูลค่าของเรียลออปชัน

2.10 พระราชบัญญัติ การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562

ตามหมวด 7 มาตรา 48 ให้หน่วยงานเจ้าของโครงการจัดทำแนวทางการดำเนินกิจการของรัฐภายหลังจากสัญญาร่วมลงทุนสิ้นสุดโดยเปรียบเทียบการดำเนินกิจการของรัฐกรณีที่หน่วยงานของรัฐดำเนินการเองกรณีให้เอกชนร่วมลงทุน และกรณีให้เอกชนรายเดิมร่วมลงทุน เสนอต่อกระทรวงเจ้าสังกัดอย่างน้อยห้าปีก่อนที่สัญญาร่วมลงทุนจะสิ้นสุดลง โดยให้คำนึงถึงประโยชน์ของรัฐและความต่อเนื่องในการดำเนินกิจการของรัฐเพื่อเสนอให้รัฐมนตรีกระทรวงเจ้าสังกัดพิจารณาเสนอต่อคณะกรรมการ และให้คณะกรรมการพิจารณาเสนอความเห็นต่อคณะรัฐมนตรีต่อไป (ราชกิจจานุเบกษา, 2562)

ในกรณีที่คณะรัฐมนตรีมีมติให้ดำเนินกิจการของรัฐภายหลังสัญญาร่วมลงทุนสิ้นสุดโดยการให้เอกชนร่วมลงทุน และหากปรากฏว่าโครงการมีมูลค่าตามที่กำหนดไว้ในมาตรา 23 ให้หน่วยงานเจ้าของโครงการดำเนินการเสมือนหนึ่งเป็นโครงการใหม่ และให้เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนตามหมวด 4 การเสนอโครงการ โดยให้เสนอผลการศึกษาและวิเคราะห์โครงการตามรายละเอียดในมาตรา 24 ข้อที่ 4,5 และ 6

มาตรา 70 ภายในหนึ่งร้อยยี่สิบวันนับแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ ให้หน่วยงานเจ้าของโครงการที่อยู่ระหว่างการดำเนินการตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานหรือดำเนินการในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2535 จัดทำแนวทางการดำเนินกิจการของรัฐภายหลังจากสัญญาร่วมลงทุนสิ้นสุดโดยเปรียบเทียบการดำเนินกิจการของรัฐกรณีที่หน่วยงานของรัฐดำเนินการเอง กรณีให้เอกชนเข้าร่วมลงทุนและกรณีให้เอกชนรายเดิมเข้าร่วมลงทุน เสนอกระทรวงเจ้าสังกัดพิจารณาเสนอคณะรัฐมนตรต่อไป เว้นแต่โครงการดังกล่าวยังเหลือระยะเวลาตามสัญญาร่วมลงทุนเกินกว่า 5 ปี ให้นำมาตรา 48 มาใช้บังคับโดยอนุโลม

2.11 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดของโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งมี 2 ประเภท 1. โครงสร้างพื้นฐานเชิงเศรษฐกิจ (Economic infrastructure) โครงสร้างพื้นฐานประเภทนี้มีลักษณะเป็นระบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงกายภาพขนาดใหญ่ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศ 2. โครงสร้างพื้นฐานด้านสังคม (Social infrastructure) ซึ่งหมายถึง โครงสร้างที่เป็นสถาบันต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำเนินงานของระบบเศรษฐกิจและการเงิน ระบบการศึกษา ระบบสาธารณสุข กฎหมายและรัฐธรรมนูญ รวมไปถึงระบบการปกครองของประเทศ ถัดมาพูดถึงบทบาท

ของโครงสร้างพื้นฐานต่อการพัฒนาประเทศ และ การลงทุนโครงสร้างพื้นฐานในประเทศในด้านต่างๆ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

จากนั้นได้ให้นิยามความหมายของการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน โดยหัวใจหลักสำคัญของแนวคิดแบบ PPP คือ การแบ่งสรรความรับผิดชอบและกระจายความเสี่ยงระหว่างรัฐ (Government) และเอกชน (Private) โดยใช้หลักของการจัดการความเสี่ยง (Risk management) นั่นคือ การโอน/แบ่งสรร ความเสี่ยง ควรโอน/แบ่งสรรไปยังคู่สัญญา (Counter party) ที่สามารถจัดการความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดดังนั้น PPP จึงเสมือนรูปแบบผสมระหว่างวิธีการแบบรัฐจัดหาเงินทุน ออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินการเองทั้งหมด (Complete government production and delivery) และวิธีการโอนกิจการของรัฐเป็นของเอกชน หรือ Privatization

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบจำลองทางการเงินของโครงการ PPP ในต่างประเทศ และการพยากรณ์ความต้องการการใช้งานของโครงการใหม่ ซึ่งจะใช้กระบวนการสโทแคสติก (Stochastic process) เพื่อจำลองเหตุการณ์ใด ๆ ที่ผลลัพธ์ของเหตุการณ์มีความไม่แน่นอน ส่วนการพยากรณ์ของโครงการที่ดำเนินการอยู่ อาจใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและเลือกเปรียบเทียบผลของการพยากรณ์ด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่ 1. Holt Method 2. Double Moving Average และ 3. Linear Regression นำผลการคำนวณทั้ง 3 วิธี เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ พบว่าวิธี Double Moving Average มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในการพยากรณ์สำหรับโครงการที่ใช้ในการศึกษา จึงได้เลือกใช้วิธีนี้ในงานวิจัย

สำหรับวิธีการประเมินโครงการทางด้านการเงินภายใต้สภาวะของความไม่แน่นอนในการดำเนินงาน ที่นิยมใช้คือวิธี Monte Carlo Simulation ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติและความน่าจะเป็น เพื่อใช้วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้จากตัวแปรที่มีค่าไม่แน่นอน โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) โดยใช้คอมพิวเตอร์ ค่าที่ได้จากวิธี Monte Carlo simulation เป็นค่าประมาณการเท่านั้น โดยข้อดีของวิธีการนี้คือการที่ได้ผลการวิเคราะห์ที่เป็นช่วง (Range of outcomes) ทำให้สามารถนำผลการศึกษาไปวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อได้

ส่วนการประเมินมูลค่าโครงการที่มีเรียลออปชั่น เป็นการประเมินโดยการวิเคราะห์หามูลค่าเชิงกลยุทธ์ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ของการลงทุนการประเมินมูลค่าด้วยวิธีนี้ เป็นการประเมินที่ประโยชน์อย่างมาก สำหรับโครงการที่ต้องตัดสินใจในสภาวะที่มีความเสี่ยง โดยการกำหนดตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญและค่าพารามิเตอร์ที่จะมีผลต่อการดำเนินของโครงการ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมต่อสภาพการดำเนินงานของโครงการ และในบทนี้ ผู้วิจัยยังได้ศึกษากรอบการตัดสินใจภายใต้กฎหมายร่วมลงทุนในปัจจุบัน (พระราชบัญญัติ การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562) โดยเฉพาะขั้นตอนที่เกี่ยวกับการต่ออายุสัญญาสัมปทานโครงการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนวิธีการดำเนินวิจัยสำหรับการศึกษานี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในหัวข้อ 3.1 จากนั้นในบทนี้ได้เสนอผลการสร้างตัวแบบทางการเงินเพื่อการวิเคราะห์ผลตอบแทนระหว่างรัฐและเอกชน โดยนำเสนอรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 3.2 จากนั้น หัวข้อ 3.3 เป็นการเสนอการศึกษาตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ของแบบจำลองทางการเงิน และในหัวข้อ 3.4 เป็นการเสนอกรอบแนวความคิด (Conceptual framework) ในการตัดสินใจในการพิจารณาแนวทางในการบริหารโครงการที่หมดระยะเวลาสัมปทาน

3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร (Literature review) เพื่อค้นคว้าความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิจัยโดยรวบรวมจากบทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องจากนั้นรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 (ทางพิเศษศรีรัช รวมถึง ส่วนดี) จาก กทพ. และ บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (BEM) ได้แก่ ข้อมูลทรัพย์สิน ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการและบำรุงรักษา ฐานะทางการเงิน

2. สร้างแบบจำลองทางการเงิน (Financial model) ของโครงการทางด่วนศรีรัชทั้งสามทางเลือกหลังหมดอายุสัญญาสัมปทาน ได้แก่ ทางเลือกที่ (1) รัฐบาลดำเนินการเอง (2) ใช้สัญญา PPP Net Cost (3) ใช้สัญญา PPP Gross Cost โดยใช้อัตราคิดลดตามระดับของความเสี่ยงของกระแสเงินสด

3. ศึกษาตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ของแบบจำลองทางการเงิน เช่น ปริมาณจราจร (Traffic volume) และค่าใช้จ่ายการบริหารจัดการและบำรุงดูแลรักษา (Operation and Maintenance) ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายในงานจัดเก็บค่าผ่านทาง ค่าใช้จ่ายงานควบคุมการจราจร

ค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายงานบริหารส่วนกลาง เป็นต้น และศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์ของตัวแปรที่สำคัญโดยวิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละวิธีและการเลือกใช้วิธีที่มีความเหมาะสมในการศึกษา โดยเฉพาะตัวแปรด้านปริมาณการจราจร โดยวิธี

1. Holt Method
2. Double Moving Average
3. Linear Regression

เป็นต้น ส่วนการเลือกวิธีที่เหมาะสมจะพิจารณาจากวิธีทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้ค่า Mean absolute percentage error (MAPE) เพื่อคัดเลือกวิธีที่เหมาะสม หรือมีค่า MAPE ที่น้อยที่สุด

4. ศึกษาตัวแปรเสี่ยงหลักที่สำคัญ (Key risk variables) ในแบบจำลองทางการเงินของโครงการ เช่น ปริมาณจราจร ค่าดำเนินการ เป็นต้น จากนั้นศึกษาวิธีวิเคราะห์โดยใช้การสร้างตัวแปรเสี่ยงหรือตัวแปรสุ่มโดยวิธี (1) Standard Normal Probability Distribution และ (2) Geometric Brownian motion จากนั้นทำการใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity analysis) วิเคราะห์ถึงตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ โดยเสนอในรูปแบบของกราฟไยแมงมุม หรือ Spider Chart

5. วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิทั้งโดยวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีคือ (1) วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (2) Standard Normal Probability Distribution และ (3) Geometric Brownian motion ในแต่ละทางเลือกทั้ง เพื่อพิจารณาหาแนวทางที่รัฐบาลได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด จากนั้น นำทางเลือกที่รัฐบาลได้รับรายได้สุทธิมากที่สุดมาศึกษาวิธีการจัดการความเสี่ยงโดยวิธีเรียลออปชันต่อไป

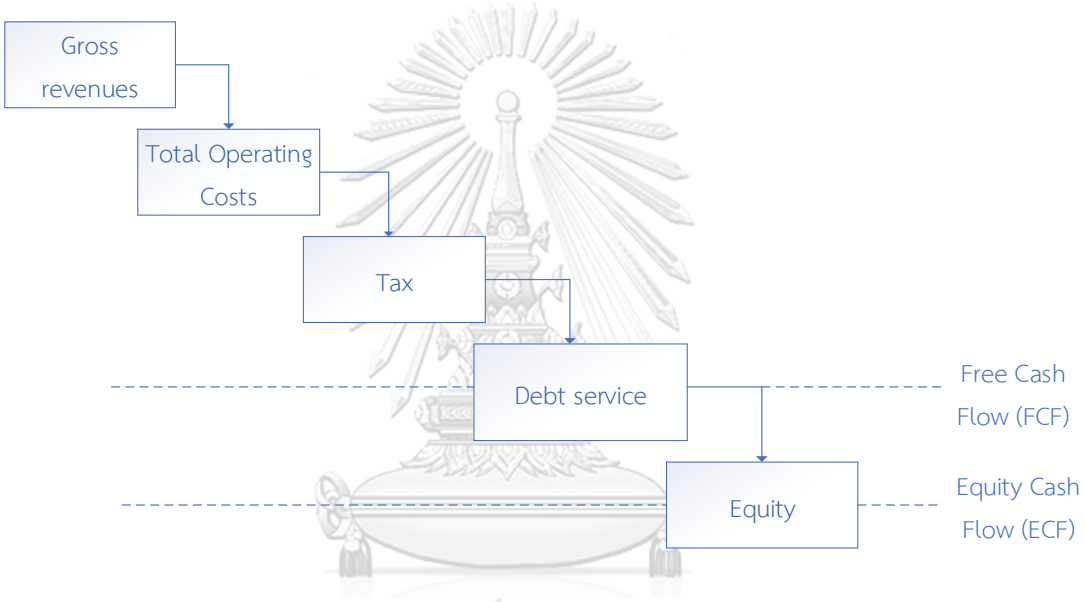
6. หาแนวทางการจัดการความเสี่ยงของสัญญาสัมปทานที่มีระยะยาว เช่น 30 ปี เป็นต้น โดยเลือกใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้นแทน เช่น สัญญาช่วงละ 15 ปี แทนสัญญาระยะยาว 30 ปี และผู้รับสัมปทานสามารถขยายสัญญาต่อไปได้ครั้งละ 15 ปี เป็นต้น เพื่อให้ผู้รับสัมปทานมีสิทธิตัดสินใจเลือกที่จะต่ออายุสัญญาสัมปทาน หรือไม่ต่ออายุสัญญา ซึ่งการมีสิทธิในการต่อขยายสัญญาได้นี้มีมูลค่าทางการเงิน และต้องประเมินมูลค่าแล้วนำไปลบในสัญญาสัมปทานต่อไป ในการศึกษานี้ เลือกใช้วิธีเรียลออปชันในการวิเคราะห์มูลค่าของสิทธิในการต่อสัญญาและราคาการใช้สิทธิ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้เป็นเงื่อนไขในการต่อสัญญาสัมปทานต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. อภิปรายและสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการศึกษาวิจัย จัดทำรายงานผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยในอนาคต

3.2 แบบจำลองทางการเงินของโครงการ (Financial model)

โมเดลทางการเงินในงานวิจัยนี้สร้างตามแนวคิดของทฤษฎี Cash-flow Waterfall ดังแสดงในรูปที่ 6 มีทฤษฎีดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 6 โมเดลทางการเงิน Cash-flow Waterfall ดัดแปลงจาก: (Pietroforte, 2003)

จากรูปที่ 6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.กระแสเงินสดอิสระ (Free cash flow) = เงินสดที่ได้จากการดำเนินงาน (Gross revenues) - ต้นทุนการดำเนินงานของโครงการ (Total Operating Costs) – ภาษี (Tax)

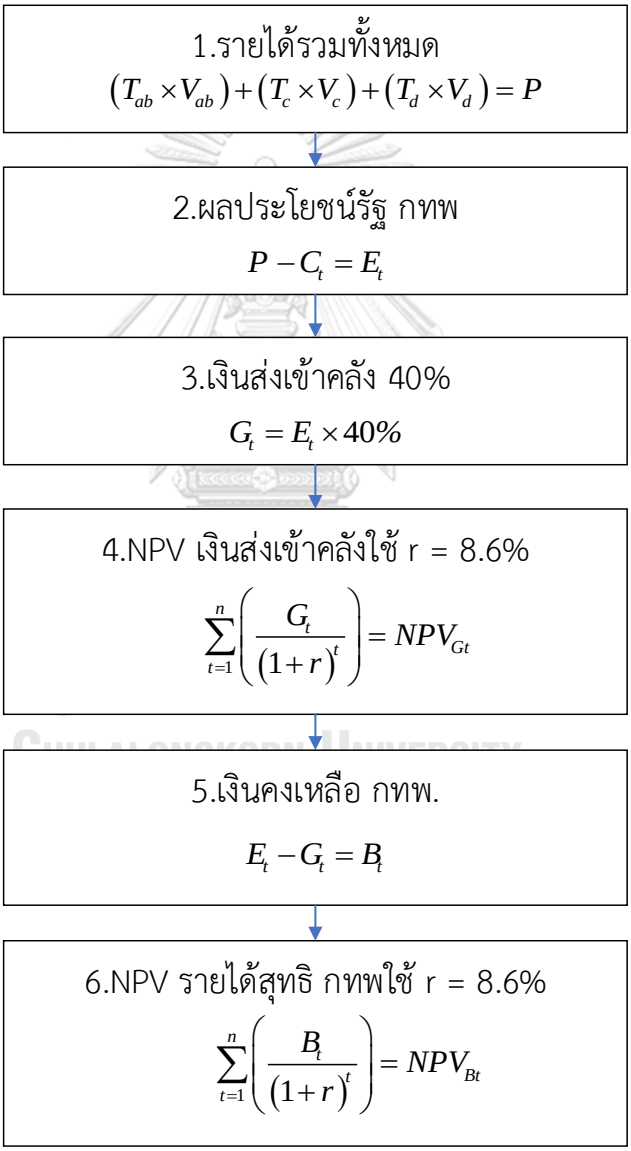
2.กระแสเงินสดของผู้ถือหุ้น (Equity cash flow) = กระแสเงินสดอิสระ (Free cash flow) - หนี้สินที่ต้องจ่ายคืนพร้อมดอกเบี้ยในแต่ละงวด (Debt service)

3.2.1 โครงการกรณีศึกษา (Case study project)

จากแนวคิดของ Cash-flow Waterfall สามารถนำมาสร้างแบบจำลองทางการเงินของโครงการกรณีศึกษาได้ดังนี้

3.2.1.1 ทางเลือก A: รัฐบาลดำเนินการเอง

ขั้นตอนในการแสดงวิธีการคำนวณรายได้สุทธิของทางเลือก A: รัฐบาลดำเนินการเอง



รูปที่ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ NPV ของรัฐบาลดำเนินการเอง

โดย T_{ab}, T_c, T_d = ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย A-B, C, D

C_t = ค่าดำเนินการของโครงการ

V_{ab}, V_c, V_d = ปริมาณจราจรสาย A-B, C, D

$r = 8.6\%$ = อัตราคิดลดที่ปรับให้เหมาะสมกับความเสี่ยงของต้นทุนเงินทุนของรัฐ (Risk Adjusted Cost of Capital) ซึ่งอ้างอิงจาก Final Report - Strategic Intercity Motorway Network Project - TA7483 ซึ่งเป็นการศึกษาของธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) ดำเนินการให้กรมทางหลวง ปี 2556 Premium (MRP) โดย สคร. เมื่อ มีนาคม 2561)

ซึ่งจะได้สมการ NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลัง

$$NPV_{Gt} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left(\left(\left(T_{ab} \times V_{ab}\right) + \left(T_c \times V_c\right) + \left(T_d \times V_d\right) - C_t\right) \times 40\%\right)}{\left(1 + 0.086\right)^t}$$

โดย NPV_{Gt} = NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลัง

และสมการ NPV รายได้สุทธิ กทพ.

$$NPV_{Bt} = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\left(P - C_t\right) - \left(E_t \times 40\%\right)}{\left(1 + 0.086\right)^t} \right)$$

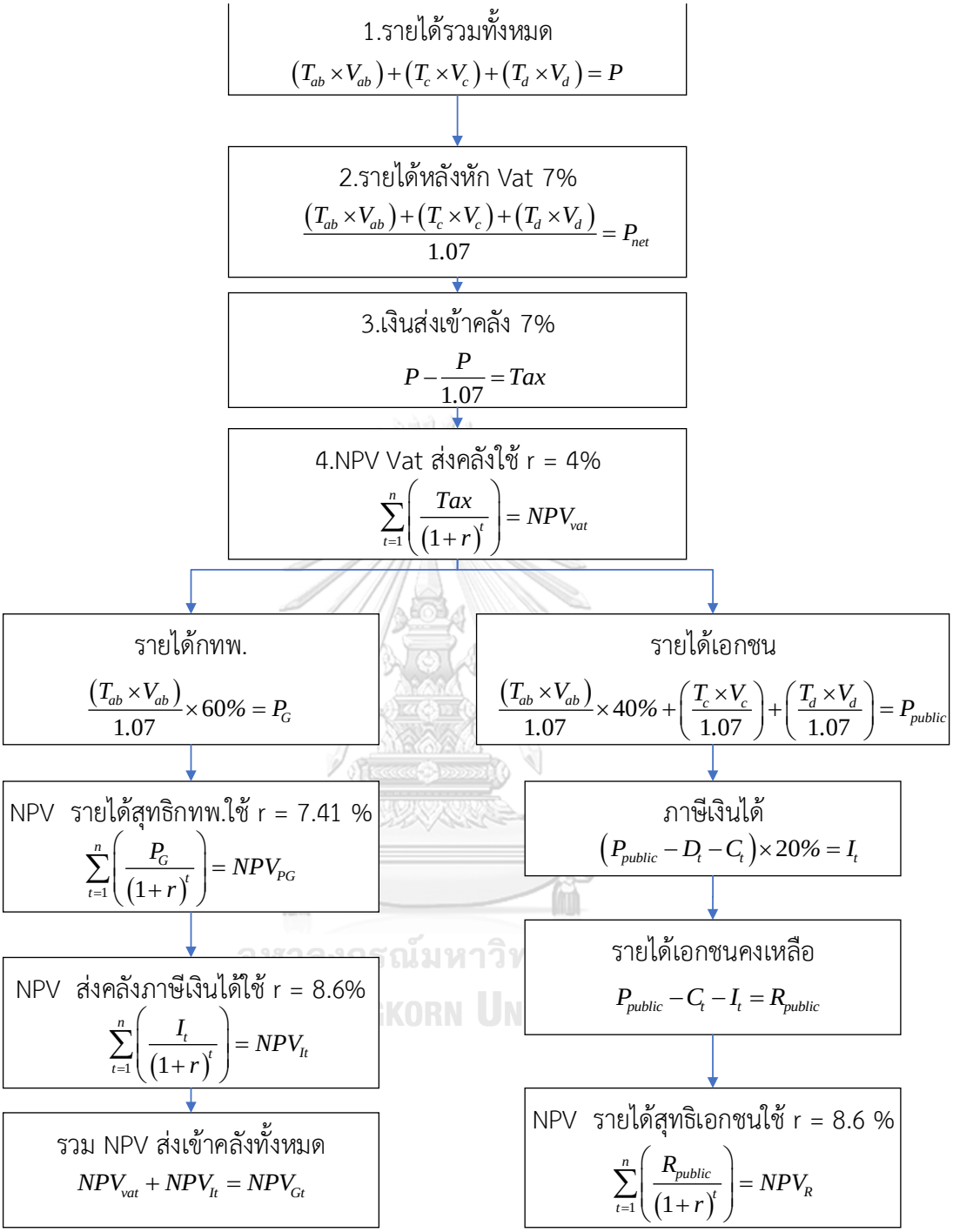
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดย NPV_{Bt} = NPV รายได้สุทธิของ กทพ.

จากรูปที่ 7 พบว่าแบบจำลองของทางการเงินรัฐดำเนินการเองนั้นไม่มีการเก็บภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (Value Added Tax , Vat) และรายได้สุทธิเข้าคลัง NPV_{Gt} ใช้อัตราคิดลด 8.60% เพราะเป็นเงินที่มีความเสี่ยงเนื่องจากมีการหักค่าดำเนินการไปแล้วซึ่งเหมือนกับ NPV_{Bt} ที่ใช้ค่าอัตราคิดลด 8.60% เช่นเดียวกันเนื่องจากมีความเสี่ยงจากการบริหารจัดการเองทั้งหมดด้วย

3.2.2.2 ทางเลือก B: รัฐบาลดำเนินการใช้สัญญา PPP Net Cost

ขั้นตอนการคิดรายได้สุทธิตามสัญญา PPP Net Cost ทั้งรัฐบาลและเอกชน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ NPV ของรัฐและเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

โดย D_t = ค่าเสื่อมราคาต่อปีของโครงการ (ในงานวิจัยนี้ใช้ 215 ล้านบาท/ปี)

$r = 7.41\%$ = อัตราคิดลดของ กทพ. (กำหนด Risk Free Rate (Rf) และ Market Risk Premium (MRP) โดย สคร. เมื่อเดือนมีนาคม 2561)

$r = 4\%$ = อัตราคิดลดอ้างอิงจากอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรระยะยาว

ซึ่งจะได้สมการ NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลังทั้งหมด

$$NPV_{Gt} = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\left(\left(T_{ab} \times V_{ab} \right) + \left(T_c \times V_c \right) + \left(T_d \times V_d \right) - \left(\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab} \right) + \left(T_c \times V_c \right) + \left(T_d \times V_d \right)}{1.07} \right) \right)}{\left(1+1.04 \right)^t} \right)$$

$$+ \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\left(\left(\left(\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab} \right)}{1.07} * 40\% + \left(\frac{T_c \times V_c}{1.07} \right) + \left(\frac{T_d \times V_d}{1.07} \right) \right) - D_t - C_t \right) \times 20\% \right)}{\left(1+1.086 \right)^t} \right)$$

และสมการ NPV รายได้สุทธิ กทพ.

$$NPV_{PG} = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab} \right)}{1.07} \times 60\%}{\left(1+1.0741 \right)^t} \right)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมการ NPV รายได้สุทธิเอกชน

$$NPV_R = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left(\begin{array}{l} \left(\left(\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab} \right)}{1.07} * 40\% + \left(\frac{T_c \times V_c}{1.07} \right) + \left(\frac{T_d \times V_d}{1.07} \right) \right) - C_t - \\ \left(\left(\left(\left(\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab} \right)}{1.07} * 40\% + \left(\frac{T_c \times V_c}{1.07} \right) + \left(\frac{T_d \times V_d}{1.07} \right) \right) - D_t - C_t \right) \times 20\% \right) \right) \end{array} \right)}{\left(1+1.086 \right)^t}$$

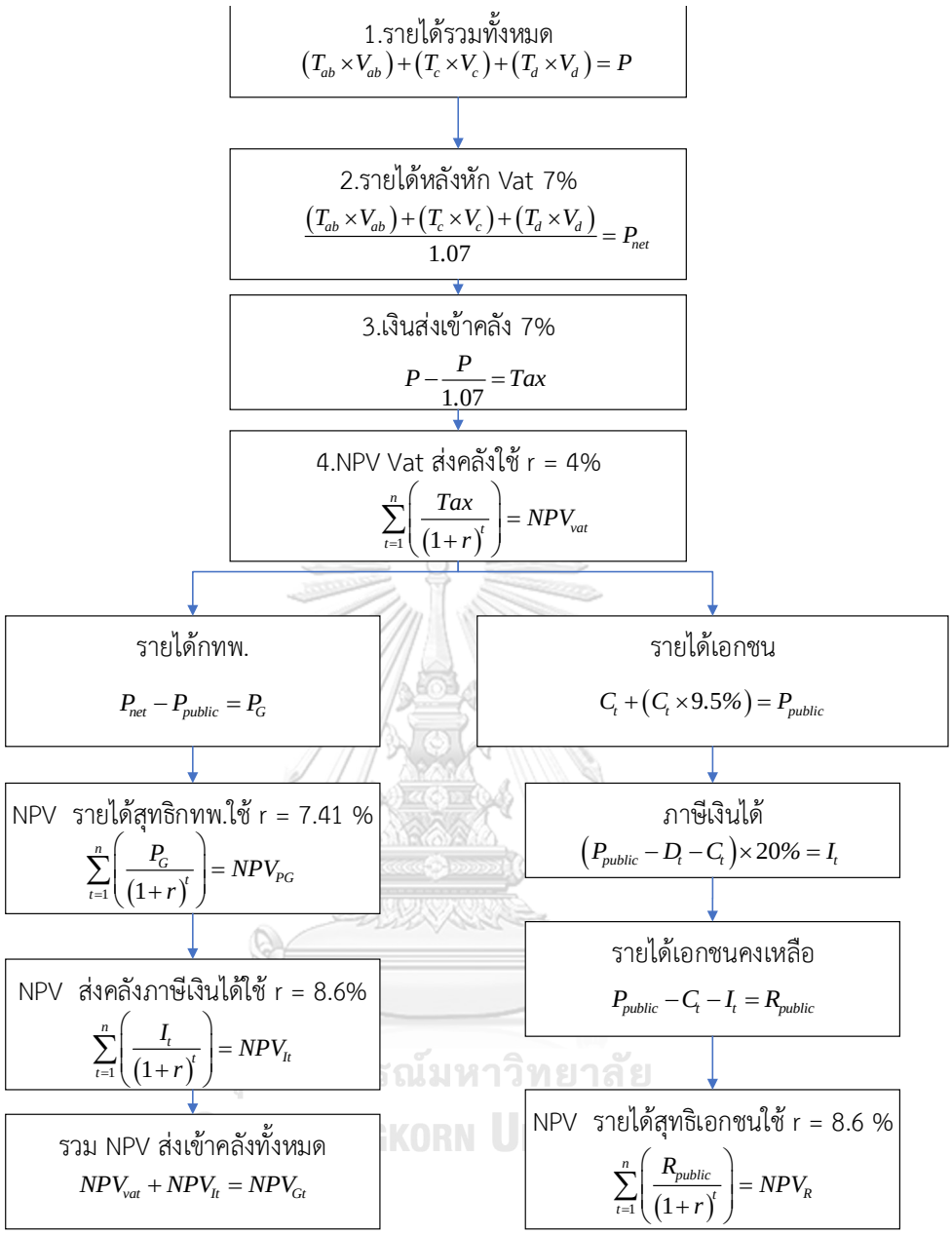
จากรูปที่ 8 ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่า Vat 7% ซึ่งอ้างอิงจากประมวลกฎหมายรัษฎากรแล้วแสดงให้เห็นว่า NPV_{vat} ใช้อัตราคิดลด 4% เพราะเป็นเงินที่ไม่มีความเสี่ยงมาจากการหักรายได้ตอนเริ่มต้นแล้วแบ่งรายได้กันโดยรัฐบาลจะได้รายได้จากค่าผ่านทางเฉพาะสาย A-B 60% เท่านั้น เอกชนจะได

ส่วนแบ่งรายได้จากค่าผ่านทางสาย A-B 40% และค่าผ่านทางของสาย C และ สาย D ทั้งหมด ส่วน NPV_{PG} รายได้สุทธิของ กทพ. ใช้อัตราคิดลด 7.41% และ NPV_{It} ส่งเงินภาษีเงินได้เข้าคลังใช้อัตราคิดลด 8.6% ส่วน NPV_R รายได้ของเอกชนใช้อัตราคิดลด 8.6% เช่นกัน

3.2.2.3 ทางเลือก C: รัฐบาลดำเนินการใช้สัญญา PPP Gross Cost

ขั้นตอนการคิดรายได้สุทธิตามสัญญา PPP Gross Cost ทั้งรัฐบาลและเอกชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ NPV ของรัฐและเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จากรูปที่ 9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ PPP Gross Cost จะคิดเหมือน PPP Net Cost ทุกอย่าง ต่างกันตรงการแบ่งรายได้ให้เอกชน PPP Gross Cost แบ่งรายได้ให้เอกชนจากค่าดำเนินการบวกเพิ่มให้อีก 9.5% แล้วให้เอกชนไปบริหารจัดการ ซึ่งวิธี PPP Gross Cost นี้เอกชนจะไม่ได้รับความเสี่ยงด้านรายได้ เหมือน PPP Net Cost รัฐบาลจะรับความเสี่ยงด้านรายได้ทั้งหมด

ซึ่งจะได้สมการ NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลังทั้งหมด

$$NPV_{Gt} = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\left(\left(T_{ab} \times V_{ab}\right) + \left(T_c \times V_c\right) + \left(T_d \times V_d\right) - \left(\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab}\right) + \left(T_c \times V_c\right) + \left(T_d \times V_d\right)}{1.07} \right) \right)}{\left(1+1.04\right)^t} \right)$$

$$+ \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\left(P_{public} - D_t - C_t\right) \times 20\%}{\left(1+1.086\right)^t} \right)$$

และสมการ NPV รายได้สุทธิ กทพ.

$$NPV_{PG} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\frac{\left(T_{ab} \times V_{ab}\right) + \left(T_c \times V_c\right) + \left(T_d \times V_d\right)}{1.07} - C_t + \left(C_t \times 9.5\%\right)}{\left(1+1.086\right)^t}$$

สมการ NPV รายได้สุทธิ เอกชน

$$NPV_R = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{C_t + \left(C_t \times 9.5\%\right) - C_t - \left(\left(P_{public} - D_t - C_t\right) \times 20\% \right)}{\left(1+1.086\right)^t} \right)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 สรุปบทบาทหน้าที่ ผลประโยชน์ที่ได้รับ และ การรับความเสี่ยง ในสามทางเลือกภายหลังสิ้นสุดสัญญา

1.ทางเลือก A รัฐบาลดำเนินการเองทั้งหมด รัฐบาลจะต้องดำเนินการบริหารจัดการเองทั้งหมด และ รับความเสี่ยงในด้านการดำเนินงานเอง ผลประโยชน์ที่ได้รับหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

2.ทางเลือก B ใช้สัญญา PPP Net Cost บทบาทของเอกชนคือเข้ามาบริหารโครงการโดยมีรัฐบาลกำกับดูแล ผลประโยชน์ที่ได้รับ รัฐบาลและเอกชน ทำการแบ่งรายได้กัน ตามสัดส่วนที่ระบุในสัญญา การรับความเสี่ยง รัฐบาลมีความเสี่ยงด้านรายได้ ส่วนเอกชนมีความเสี่ยงด้านรายได้และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

3.ทางเลือก C PPP Gross Cost บทบาทในการทำงานของรัฐบาลและเอกชนจะคล้ายกับทางเลือก B จะแตกต่างผลประโยชน์ที่ได้รับโดยเอกชนได้รับค่าตอบแทนเป็นค่าจ้างตามที่ระบุในสัญญา รัฐบาลได้ค่าตอบแทนโดยรายได้หักค่าจ้างเอกชน ด้านความเสี่ยง รัฐบาลรับความเสี่ยงด้านรายได้ และ เอกชน รับความเสี่ยงด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 สรุปหน้าที่ ผลประโยชน์ที่ได้รับ และ การรับความเสี่ยง ทั้งสามทางเลือกระหว่างรัฐบาลและเอกชนภายหลังสิ้นสุดสัญญา

หัวข้อเปรียบเทียบ	ทางเลือก A:รัฐบาลเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมด	ทางเลือก B: ดำเนินการตามสัญญา PPP Net Cost	ทางเลือก C: ดำเนินการตามสัญญา PPP Gross Cost
	หน้าที่		
รัฐบาล	ดำเนินงานและบำรุงรักษา	- กำกับดูแล - ร่วมดำเนินงาน	- กำกับดูแล - ร่วมดำเนินงาน
เอกชน		- ร่วมดำเนินงาน - บำรุงรักษา	- ร่วมดำเนินงาน - บำรุงรักษา
	ผลประโยชน์ที่ได้รับ		
รัฐบาล	รายได้หักค่าใช้จ่ายดำเนินงานและบำรุงรักษา	รายได้หักส่วนแบ่งรายได้ของเอกชน	รายได้หักค่าตอบแทนค่าจ้างของเอกชน
เอกชน		ส่วนแบ่งรายได้หักค่าใช้จ่ายดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาและค่าเสื่อมราคาของโครงการและค่าภาษีเงินได้นิติบุคคล	ค่าจ้างของเอกชน
	การรับความเสี่ยง		
รัฐบาล	ความเสี่ยงด้านรายได้และค่าใช้จ่าย	ความเสี่ยงด้านรายได้	ความเสี่ยงด้านรายได้
เอกชน		ความเสี่ยงด้านรายได้และค่าใช้จ่าย	ความเสี่ยงด้านค่าใช้จ่าย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 ตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ของแบบจำลองทางการเงิน

ตัวแปรที่สำคัญในงานวิจัยนี้ที่มีผลกระทบกับรายได้สุทธิของรัฐบาลและเอกชนมี 2 หัวข้อสำคัญดังนี้

1.ปริมาณจราจรในอนาคตของทางพิเศษศรีรัชแยกเป็นดังนี้ (V)

1.1 ปริมาณจราจรในอนาคตสาย A-B (V_{ab})

1.2 ปริมาณจราจรในอนาคตสาย C (V_c)

1.3 ปริมาณจราจรในอนาคตสาย D (V_d)

2.ค่าดำเนินการในอนาคตของโครงการ C_t ประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้

2.1 งานจัดเก็บค่าผ่านทาง

2.2 งานกู้ภัยและจัดการจราจร

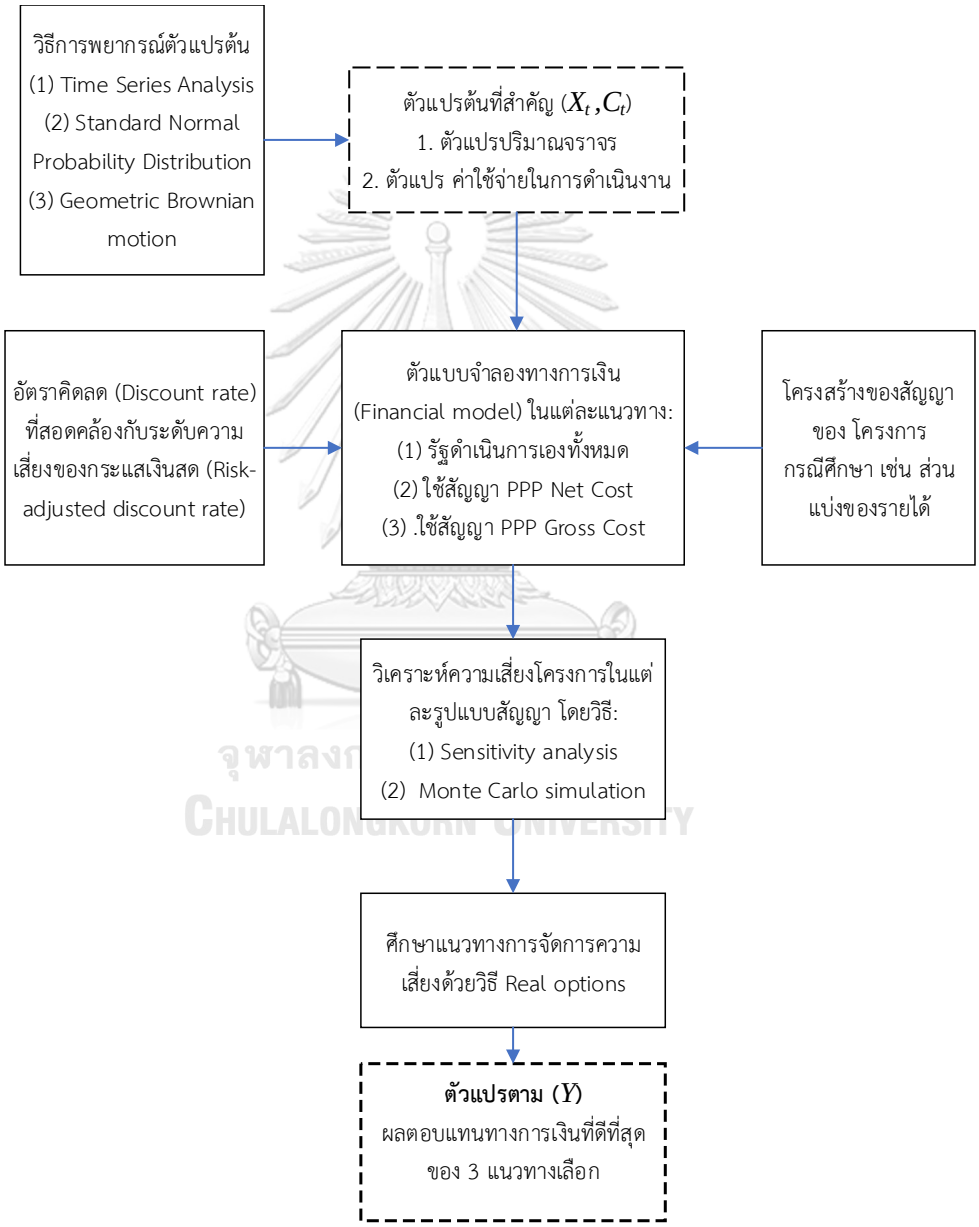
2.3 งานบำรุงรักษา

2.4 งานบริหารส่วนกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 กรอบแนวความคิดในการตัดสินใจในการพิจารณาแนวทางในการบริหารโครงการที่หมดระยะเวลาสัมปทาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาสร้างกรอบแนวความคิด ในงานวิจัยนี้ได้ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 กรอบแนวความคิด (Conceptual framework) ในการตัดสินใจใช้สัญญาประเภทต่าง ๆ

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผลการศึกษา

ในบทนี้ กล่าวถึงการวิเคราะห์ผลการศึกษา ซึ่งมี 6 หัวข้อ ดังนี้ หัวข้อ (4.1) เป็นการนำเสนอข้อมูลของโครงการกรณีศึกษาที่ใช้ในงานวิจัย จากนั้น หัวข้อ (4.2) ได้ศึกษาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ โดยนำตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 เพื่อทำการพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยตัวแปรสำคัญได้แก่ ปริมาณจราจรของทางพิเศษศรีรัช และค่าดำเนินการในอนาคต เครื่องมือสำหรับการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 วิธีได้แก่ วิธี Deterministic model และ วิธี Stochastic model จากนั้นจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและความเสี่ยง ในหัวข้อ (4.3) ซึ่งวิธีการวิเคราะห์มีรายละเอียดตามที่เสนอไว้แล้วในบทที่ 3 เพื่อประเมินถึงผลประโยชน์และความเสี่ยงในแต่ละแนวทางการตัดสินใจภายหลังสัญญาสิ้นสุด ซึ่งแนวทางเลือกที่ได้พิจารณาในการศึกษานี้ประกอบด้วย (1) รัฐบาลรับผิดชอบในการดำเนินโครงการเอง (2) รัฐเลือกใช้สัญญา PPP Net Cost และ (3) รัฐเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost จากนั้นยังได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญในโครงการ เพื่อศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลกระทบกับรายได้สุทธิของโครงการมากที่สุด จากนั้นจึงได้เสนอแนวทางการจัดการความเสี่ยงของโครงการโดยวิธีเรียลออปชัน ตามรูปแบบสัญญาที่รัฐควรเลือกใช้ โดยได้นำเสนอรายละเอียดไว้ในหัวข้อ (4.4) สำหรับหัวข้อ (4.5) เป็นการวิเคราะห์มูลค่าผลตอบแทนกรณีที่แนวทางมีเรียลออปชันในสัญญา ท้ายสุดหัวข้อ (4.6) เป็นการสรุปและอภิปรายผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์และความเสี่ยงของโครงการที่ได้จากการศึกษานี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

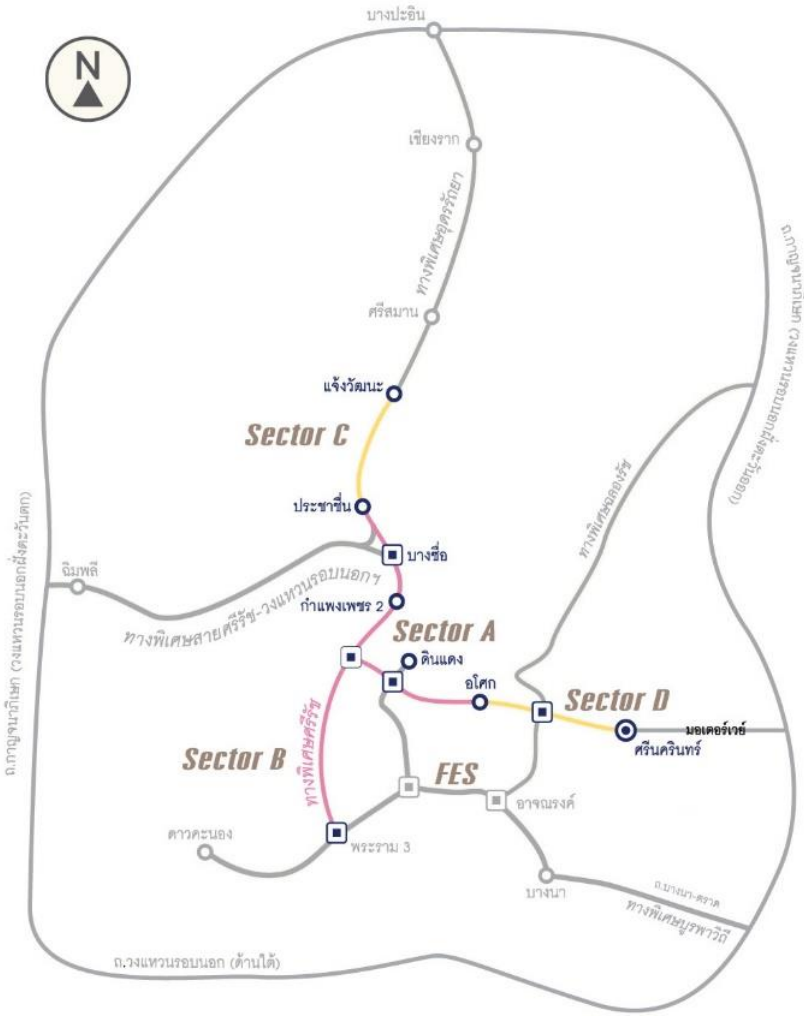
4.1 โครงการกรณีศึกษา (Case study project)

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างพื้นฐาน ที่เป็นถนนโดยได้ทำการศึกษา และหาข้อมูลจากโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคม ที่กำลังจะหมดอายุสัมปทานซึ่งโครงการที่นำมาศึกษา คือ โครงการทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2) ซึ่งกำลังจะหมดอายุสัมปทานในปี พ.ศ.2563 นี้ส่วนรายละเอียดของโครงการทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2) มีดังนี้

ในปี พ.ศ. 2531 บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ หรือ BEM ได้ทำสัญญาสัมปทานโครงการทางพิเศษศรีรัช ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่โครงการแรกในประเทศไทย ที่เกิดจากความร่วมมือระหว่าง ภาครัฐบาลและเอกชน ซึ่งทางพิเศษศรีรัชจะช่วยลดปัญหาการจราจรที่คับคั่งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยเป็นโครงการร่วมลงทุนในรูปแบบที่เรียกว่า Build Transfer and

Operate หรือ BTO โดยบริษัทจะเป็นผู้ลงทุนในการออกแบบ (Design) ก่อสร้าง (Construction) และบริหารทางพิเศษศรีรัช (Operation) ซึ่งกรรมสิทธิ์ในสิ่งก่อสร้างถาวรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือใช้ประโยชน์ในทางพิเศษศรีรัชจะตกเป็นของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) โดยบริษัทมีสิทธิในการเข้าบริหารทางพิเศษศรีรัช และมีสิทธิได้รับส่วนแบ่งรายได้จากค่าผ่านทางของทางพิเศษเฉลิมมหานคร และทางพิเศษศรีรัชตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในสัญญาโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 สัญญาของโครงการนี้มีระยะเวลา 30 ปี (วันที่ 1 มีนาคม 2533 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2563) สำหรับส่วนต่อขยายของโครงการทางด่วนขั้นที่ 2 และส่วนดี มีระยะเวลา 30 ปี (วันที่ 22 เมษายน 2540 ถึงวันที่ 21 เมษายน 2570) และสามารถเจรจาต่ออายุได้อีกครั้งละ 10 ปี จำนวน 2 ครั้ง ภายใต้เงื่อนไขข้อตกลงที่ต้องเจรจากับ กทพ. ต่อไป ลักษณะของทางพิเศษศรีรัช เป็นการก่อสร้างทางพิเศษยกระดับขนาด 6 ช่องจราจร ความยาวทั้งสิ้นประมาณ 38.5 กิโลเมตร เชื่อมพื้นที่ตอนบนของกรุงเทพฯ นนทบุรี ปทุมธานี ที่บริเวณถนนแจ้งวัฒนะกับพื้นที่ส่วนกลางของกรุงเทพฯ ที่บริเวณถนนพระราม 9 ตัดใหม่ และเชื่อมต่อไปยังทิศใต้ของกรุงเทพฯ ที่บางโคล่ โดยแบ่งพื้นที่บริการ เป็น 2 โครงข่าย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 11 แผนที่เส้นทางโครงการทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2)
ที่มา:(https://expressway.bemplc.co.th/ExpresswayProject-Detail?id=1)

โครงข่ายในเมืองเส้นสีชมพูแบ่งเป็น

1. พื้นที่ส่วนเอ เปิดให้บริการเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2536 เป็นเส้นทางระหว่างถนนรัชดาภิเษกบริเวณถนนประชาชื่น ถึงถนนพระราม 9 มีความยาวประมาณ 12.4 กิโลเมตร เส้นทางเริ่มต้นจากถนนรัชดาภิเษกลงมาทางใต้ ตัดผ่านเส้นทางรถไฟสายเหนือย่านคลังสินค้าพหลโยธินขนานกับถนนพระราม 6 ตัดผ่านถนนประดิพัทธ์ ถนนราชวิถี และมาเชื่อมต่อกับพื้นที่ส่วนบีที่บริเวณทางแยกต่างระดับพญาไท แนวสายทางตะวันออก เชื่อมต่อทางพิเศษเฉลิมมหานคร (ทางด่วนขั้นที่ 1) บริเวณต่างระดับมักกะสัน ตัดผ่านถนนรัชดาภิเษก และสิ้นสุดที่ถนนพระราม9

2. พื้นที่ส่วนบี เปิดให้บริการ เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2539 เป็นเส้นทางระหว่างโรงกรองน้ำสามเสนถึงบางโคล่ ต่อจากพื้นที่ส่วนเอ บริเวณทางแยกต่างระดับพญาไท ลงไปทางใต้เชื่อมต่อทางพิเศษเฉลิมมหานครบริเวณทางแยกต่างระดับบางโคล่ รวมระยะทางประมาณ 9.4 กิโลเมตร ก่อให้เกิดพื้นที่

วงแหวนใจกลางเมือง ช่วยแบ่งเบาปัญหาการจราจรบริเวณ สาทร สีลม สุรวงศ์ และหัวลำโพง ซึ่งเป็นย่านธุรกิจใจกลางเมืองได้เป็นอย่างดี

โครงข่ายนอกเมืองเส้นสีเหลืองแบ่งเป็น

1. พื้นที่ส่วนซี เปิดให้บริการพร้อมพื้นที่ ส่วนเอ เมื่อวันที่ 2 กันยายน 2536 เป็นเส้นทางนอกเขตเมืองต่อจากพื้นที่ส่วนเอ ที่ถนนรัชดาภิเษกบริเวณถนนประชาชื่นขึ้นไปทางเหนือจนถึง ถนนแจ้งวัฒนะระยะทางประมาณ 8 กิโลเมตร โดยต่อเชื่อมกับทางพิเศษอุดรรัถยาโดยเพื่อไปบางปะอิน จ. อยุธยา พื้นที่ส่วนนี้จะช่วยระบายรถจากในเมืองและนอกเมืองได้อย่างรวดเร็ว

2. พื้นที่ส่วนดี เปิดให้บริการส่วนแรกจากถนนพระราม 9 ถึงถนนรามคำแหง เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2541 และส่วนที่ 2 จากถนนรามคำแหง ถึงถนนศรีนครินทร์ เมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2543 เป็นเส้นทางจากถนนพระราม 9 ถึงถนนศรีนครินทร์ มีแนวเส้นทางต่อจากพื้นที่ส่วนเอ บริเวณถนนพระราม 9 ไปทางตะวันออกตัดผ่านถนนรามคำแหงสิ้นสุดที่ถนนศรีนครินทร์ ระยะทางประมาณ 8.7 กิโลเมตร ทางพิเศษส่วนนี้ได้เชื่อมต่อกับทางยกระดับจตุรทิศขาออก เพื่อเดินทางต่อเนื่องไปถนนกรุงเทพ-ชลบุรี (มอเตอร์เวย์) ทำให้สามารถเดินทางไปสนามบินสุวรรณภูมิและทางภาคตะวันออกได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้เชื่อมต่อกับทางพิเศษฉลองรัช (ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์) ที่บริเวณถนนพระราม 9 ทำให้สามารถเดินทางไปถนนรามอินทรา ถนนพัฒนาการ ถนนสุขุมวิทได้สะดวก

ตารางที่ 11 แสดงถึงความจุของปริมาณจราจร (คัน/วัน) ในทางพิเศษศรีรัชส่วนต่างๆ จากตารางแสดงให้เห็นว่า ทางพิเศษศรีรัชส่วน A-B มีความจุของปริมาณจราจรเยอะที่สุดรองลงมาคือส่วน C และ ส่วน D ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ความจุของระบบทางพิเศษ (Expressway System Capacity) ที่มา:(รายงานฉบับผู้บริหาร แนวทางการดำเนินโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2)

ทางพิเศษ	ความจุของระบบทางพิเศษ (คัน/วัน)
ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B	390,000
ทางพิเศษศรีรัช ส่วน C	254,000
ทางพิเศษศรีรัช ส่วน D	234,000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 สรุปข้อมูลโครงการทางพิเศษศรีรัช โดยแสดงให้เห็นถึงระยะทาง (กม.) และสัดส่วนการแบ่งรายได้ระหว่าง กทพ. กับ เอกชน โดยพื้นที่ส่วน A-B จะเป็นการแบ่งรายได้ระหว่างบริษัทผู้รับสัมปทาน และ กทพ. ส่วนพื้นที่ C และ D รายได้จะเป็นของบริษัทผู้รับสัมปทานเท่านั้น

ตารางที่ 12 สรุปข้อมูลโครงการทางพิเศษศรีรัชและสัดส่วนการแบ่งรายได้
ที่มา: (https://expressway.bemplc.co.th/ExpresswayProject-Detail?id=1)

ทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2)	ลักษณะพื้นที่	ระยะทาง (กม.)	วันที่เปิดบริการ	รายได้	การแบ่งรายได้ บริษัท:กทพ.
พื้นที่ส่วนเอ (พระราม 9-รัชดาภิเษก)	ในเขตเมือง	12.4	2 ก.ย.2536	บริษัทและกทพ.	-9 ปีแรก 60:40 -ระยะเวลาระหว่าง 9 ปีแรกและ 9 ปีสุดท้าย 50:50 - 9 ปีสุดท้าย 40:60
พื้นที่ส่วนบี (พญาไท-บางโคล่)	ในเขตเมือง	9.4	6 ต.ค.2539	บริษัทและกทพ.	-9 ปีแรก 60:40 -ระยะเวลาระหว่าง 9 ปีแรกและ 9 ปีสุดท้าย 50:50 - 9 ปีสุดท้าย 40:60
พื้นที่ส่วนซี (รัชดาภิเษก-แจ้งวัฒนะ)	เขตนอกเมือง	8.0	2 ก.ย.2536	บริษัท	100:0
พื้นที่ส่วนดี (พระราม 9-ศรีนครินทร์)	เขตนอกเมือง	8.7	ระยะที่ หนึ่ง 2 ธ.ค.2541 ระยะที่สอง 1 มี.ค. 2543	บริษัท	100:0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

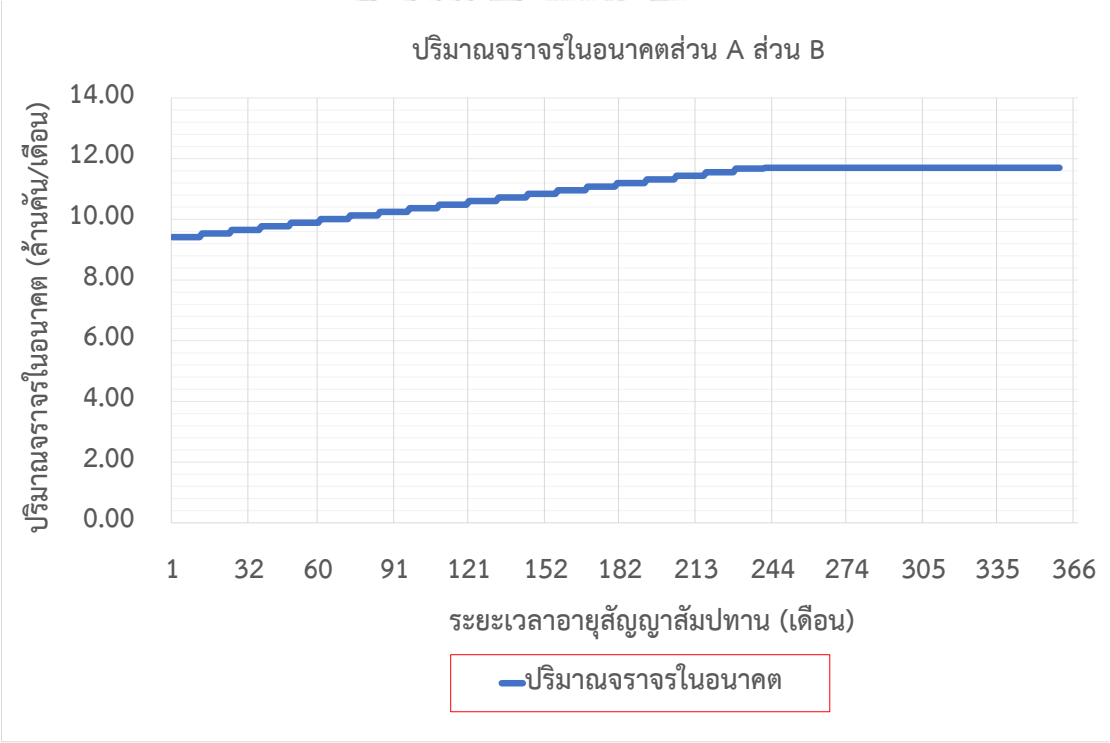
4.2 ผลการศึกษาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ (Key risk variables)

ผลการศึกษาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญตามหัวข้อที่ 3.3 จะมี 2 หัวข้อสำคัญดังนี้ 1.ปริมาณจราจรของทางพิเศษศรีรัชในส่วนต่างๆ 2.ค่าดำเนินการในอนาคต ของโครงการ โดยหัวข้อที่ 4.2.1 ผลการพยากรณ์โดยใช้วิธี (Double Moving Average หรือ DMA) และ หัวข้อที่ 4.2.2 ใช้ค่าประเมินจากรายงานผู้บริหาร การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ซึ่งทั้งสองหัวข้อนี้เป็นวิธี Deterministic Model

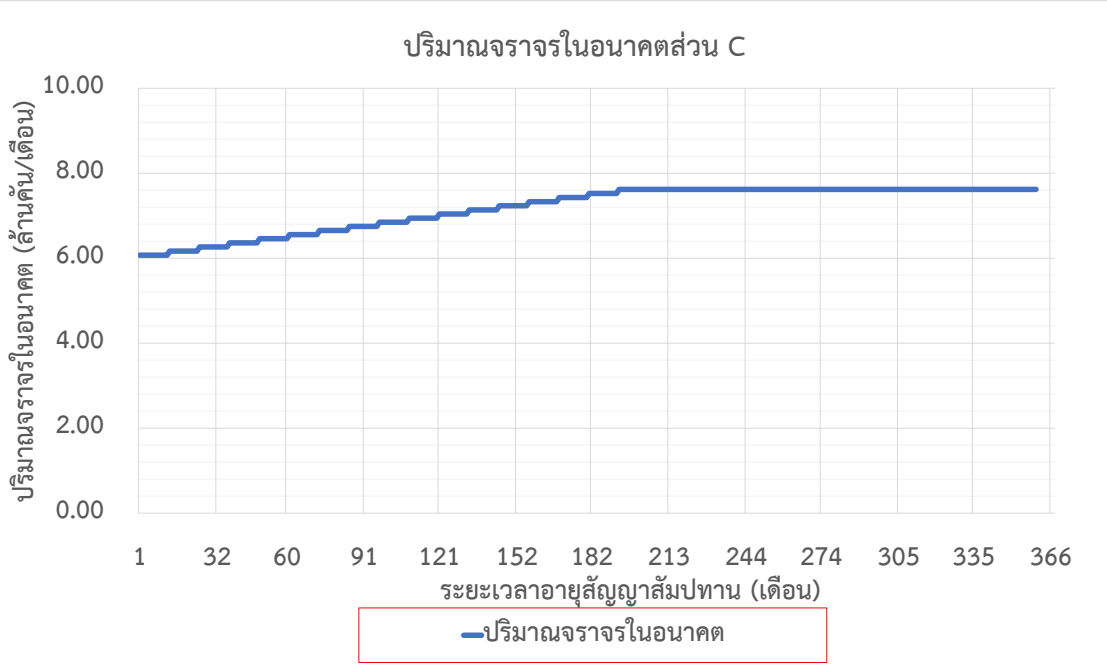
โดยใช้การคำนวณตัวแปรเป็นค่าคงที่ทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากหัวข้อที่ 4.2.3 การพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติก ที่ตัวแปรมีค่าที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็น (Probability) มี 2 วิธี 1.Standard Normal Probability Distribution 2.Geometric Brownian motion ผลการคำนวณที่ได้เป็นดังนี้

4.2.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Double Moving Average หรือ DMA)

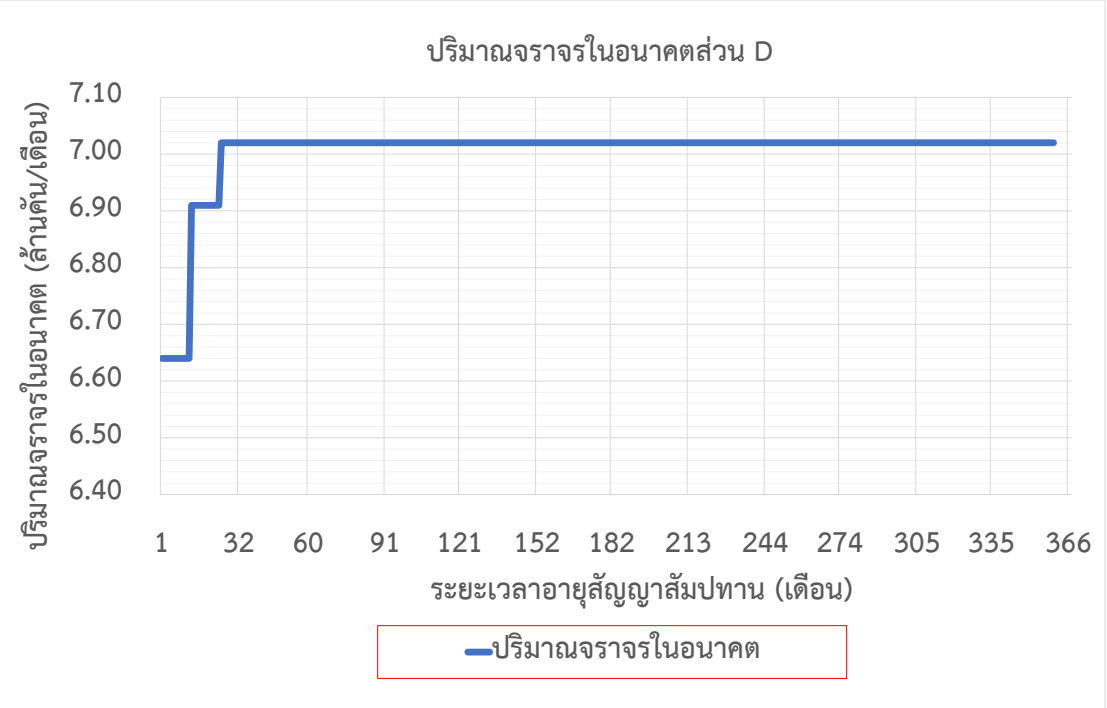
การคำนวณจะใช้ตัวแปรเป็นค่าคงที่ทั้งหมด โดยไม่มีข้อมูลใดเลยที่เป็นตัวแปรสุ่ม (random variables) หรือส่วนประกอบที่มีความน่าจะเป็นเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงได้แบบจำลองที่แน่นอนหรือตายตัว ทำให้ค่าผลที่ได้เป็นการพยากรณ์แบบค่าเดียวหรือที่เรียกว่า Single point Estimate ซึ่งแบบจำลองโดยวิธี DMA เป็นหนึ่งของวิธีต้นแบบที่เรียกว่า Deterministic Model ในงานวิจัยนี้การพยากรณ์ปริมาณจราจรโดยวิธี Double Moving Average เป็นดังแสดงในรูปที่ 12-14



รูปที่ 12 การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตของส่วน A และ ส่วน B โดยวิธี DMA



รูปที่ 13 การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตของส่วน C โดยวิธี DMA



รูปที่ 14 การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตของส่วน D โดยวิธี DMA

4.2.2 การประเมินค่า O&M โดยวิธีประเมินค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการทางพิเศษในอนาคต

ในงานวิจัยนี้ได้นำค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการทางพิเศษรวมตลอดระยะเวลา 30 ปี ของระบบทางด่วนขั้นที่ 2 หรือทางพิเศษศรีรัช ส่วนเอ บี ซี และดี มาจากรายงานฉบับผู้บริหารการทางพิเศษแห่งประเทศไทย โดยการนำการประเมินค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการทั้งสามกรณี ได้แก่ (1) รัฐบาลดำเนินการเอง (2) เอกชนรายเดิมดำเนินการต่อ และ (3) เอกชนรายใหม่ดำเนินการแทน มาบวกกันแล้วหารสามให้เป็นค่าเฉลี่ย ผลที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 15 (สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2561)

รูปที่ 15 ปริมาณค่า O&M ในอนาคตโดยใช้วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายในอนาคต

4.2.3 การพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติก

แบบจำลองสโตแคสติกใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ที่ตัวแปรมีค่าที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็น (Probability) และค่าความน่าจะเป็นสามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา โดยในการศึกษานี้สร้างแบบจำลองสโตแคสติกสำหรับการพยากรณ์ปริมาณจราจร 2 รูปแบบ ดังนี้

4.2.3.1 วิธีที่ 1 การพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน (Standard Normal Probability Distribution)

ตัวแปรปริมาณจราจรในอนาคต (X_t) สามารถคำนวณได้ตามสมการดังต่อไปนี้

$$X_t = \bar{X}_t + \sigma_t \varepsilon_t$$

โดย X_t = ปริมาณจราจรปีที่ t

$\bar{X}_t$ = ประมาณการปริมาณจราจรในปีที่ t

σ_t = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณจราจรปีที่ t

ε_t = ตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายตัวความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน, $\varepsilon_t \sim N(0,1)$

σ_t = $V \times \bar{X}_t$ โดย V = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของตัวแปร X_t

ในการศึกษานี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation) ในแต่ละส่วนของโครงการกรณีศึกษาดังนี้

$V_{X,AB}$ = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของตัวแปร X ในส่วน A และ B

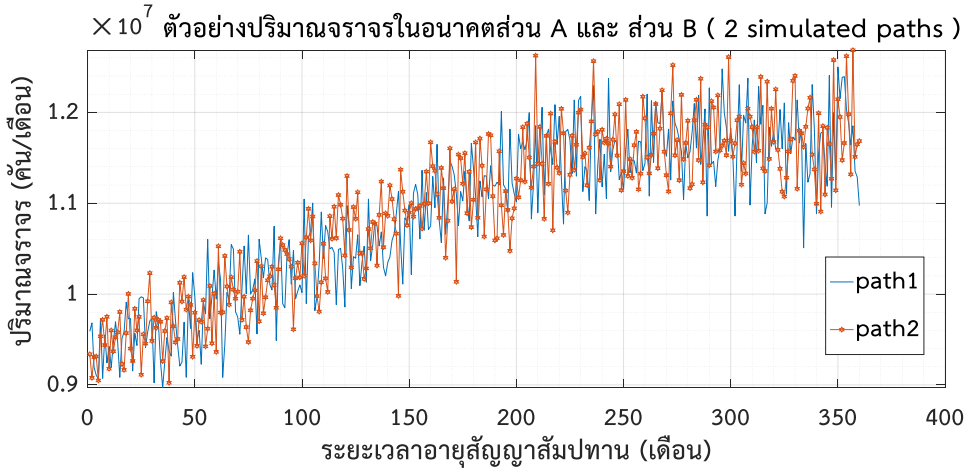
$V_{X,C}$ = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของตัวแปร X ในส่วน C

$V_{X,D}$ = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของตัวแปร X ในส่วน D

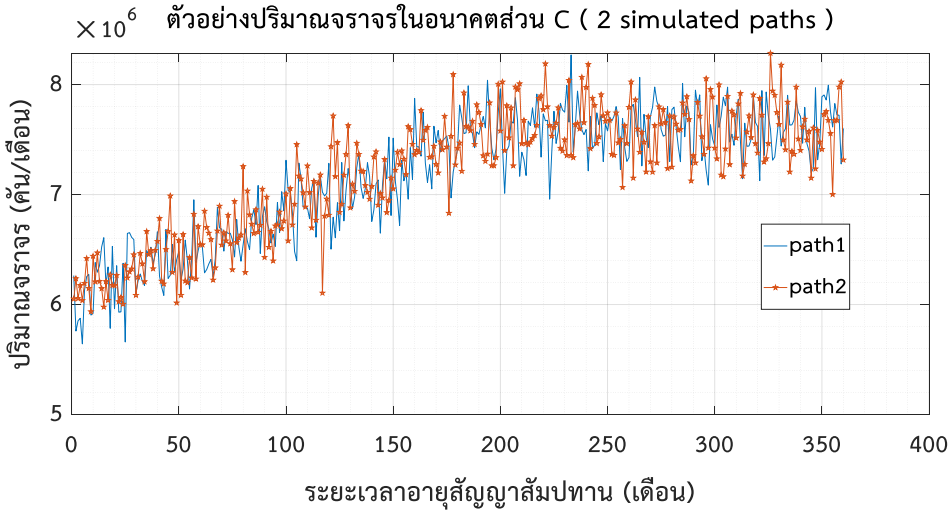
โดยค่า $V_{X,AB}$, $V_{X,C}$ และ $V_{X,D}$ มีค่าประมาณ 3.32% , 3.36% และ 3.75%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

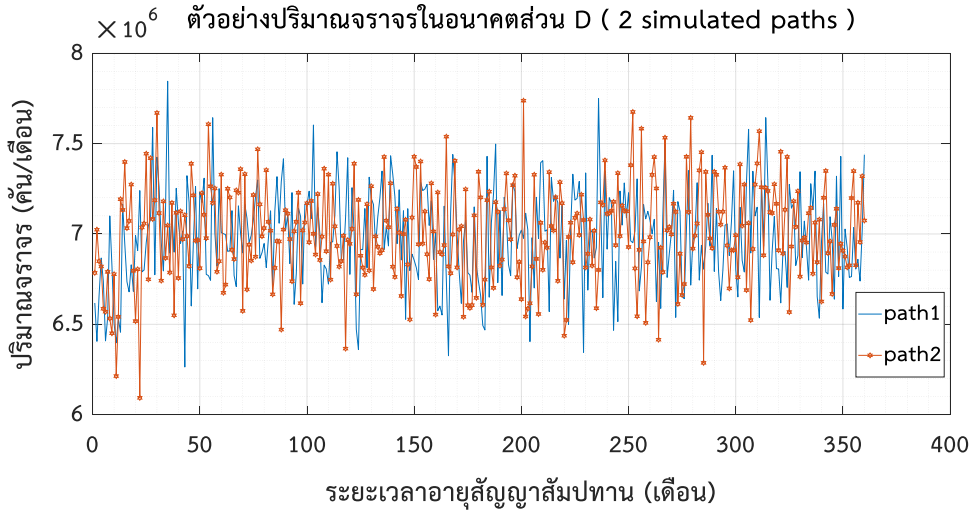
ตัวอย่างของผลที่ได้จากการสุ่มค่าปริมาณจราจรในอนาคตโดยวิธีนี้เป็นดังแสดงในรูปที่ 16 ถึง 18



รูปที่ 16 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน A และ ส่วน B โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution



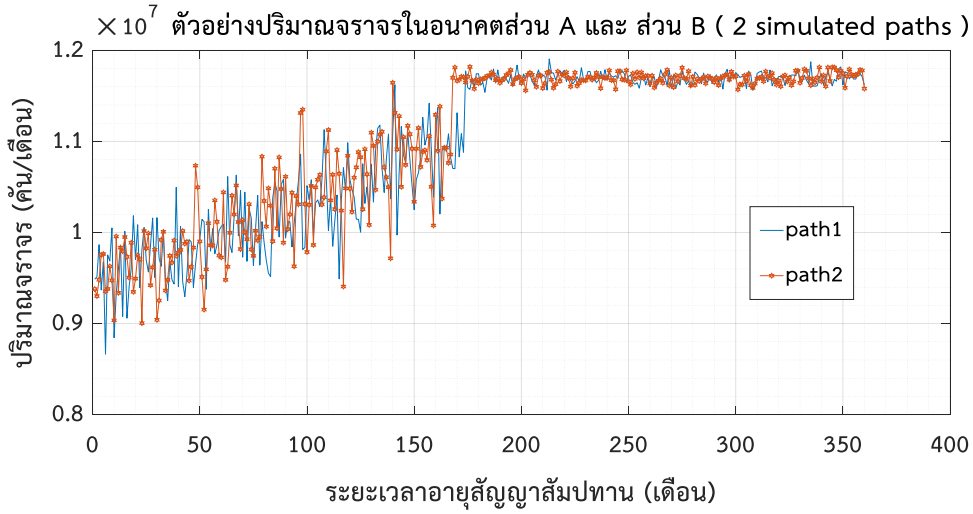
รูปที่ 17 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน C โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution



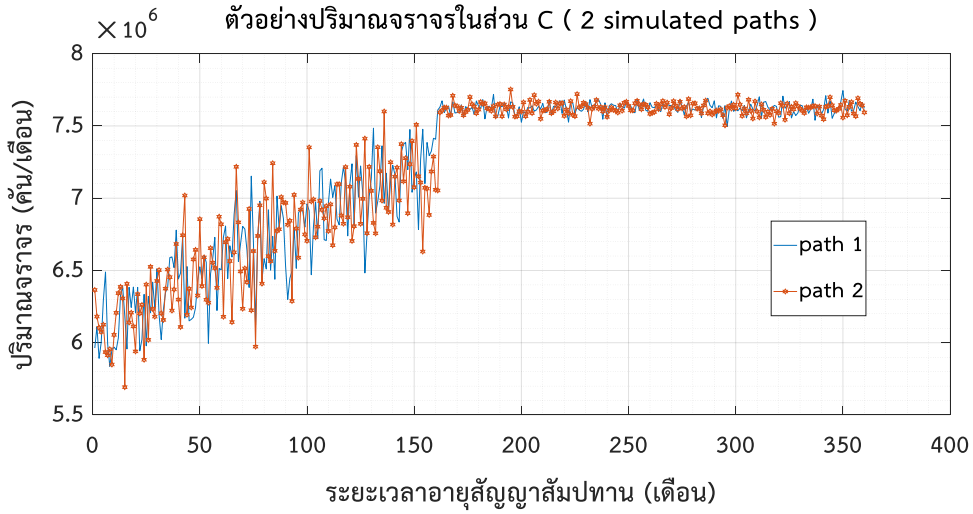
รูปที่ 18 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน D โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution

ผลจากพยากรณ์ดังแสดงในรูปที่ 16 ถึง 18 พบว่า ผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากในสมการต้นแบบไม่ได้กำหนดปริมาณความจุสูงสุด (Maximum capacity) ของทางพิเศษศรีรัช การศึกษานี้จึงทำการกำหนดปริมาณความจุสูงสุดของปริมาณจราจรในโครงการตามตารางที่ 11 โดยผลการสุ่มปริมาณจราจรในอนาคต ด้วยวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) โดยใช้สมการที่ปรับแก้เป็นดังแสดงในรูปที่ 19 ถึง 21

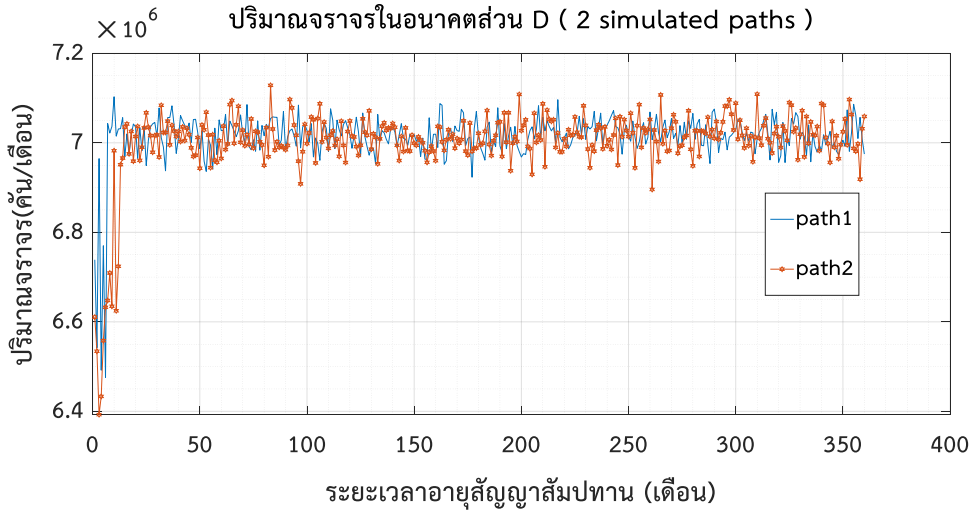
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 19 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน A และ ส่วน B โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution (ปรับแก้สมการ)



รูปที่ 20 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน C โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution (ปรับแก้สมการ)



รูปที่ 21 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน D โดยใช้ Standard Normal Probability Distribution (ปรับแก้สมการ)

สำหรับตัวแปรเสี่ยง ที่เป็นค่าใช้จ่าย ในการดำเนินงาน และบำรุงดูแลรักษา มีสมการเป็นดังนี้

$$C_t = \bar{C}_t + \sigma_t \varepsilon_t$$

โดย C_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษา ปีที่ t

$\bar{C}_t$ = ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษา ปีที่ t

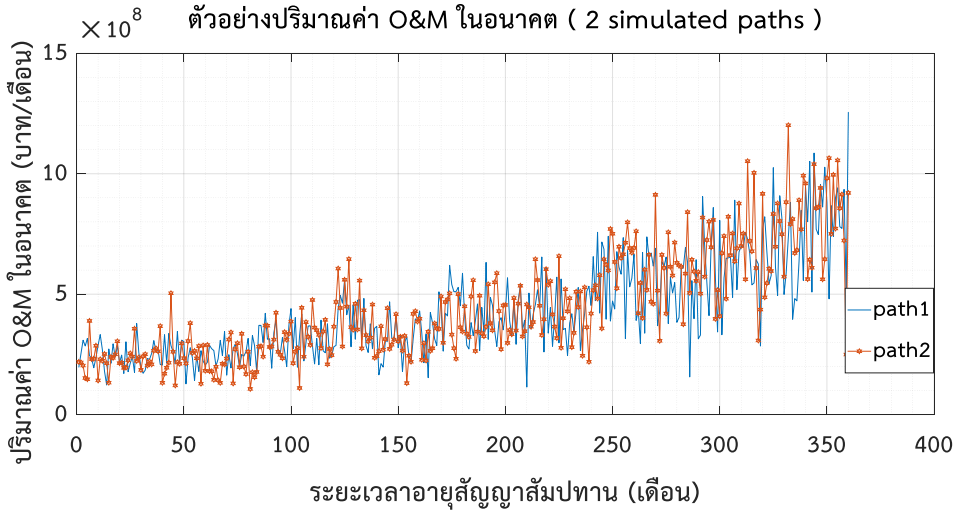
σ_t = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าใช้จ่าย O&M ปีที่ t

ε_t = ตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายตัวความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน, $\varepsilon_t \sim N(0,1)$

σ_t = $V_{O\&M} \times \bar{C}_t$ โดย $V_{O\&M}$ = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าใช้จ่าย O&M ปีที่ t

ในการศึกษานี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลรักษาเท่ากับ 25% ($V_{O\&M} = 25\%$) อ้างอิงจากการศึกษาของ Bain (2010) ผลที่ได้จากการทดลองสุ่มค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลรักษาเป็นดังแสดงในรูปที่ 22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 22 ตัวอย่างการพยากรณ์ค่าใช้จ่าย O&M ในอนาคต โดยวิธีแบบจำลองสโตแคสติกการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน

4.2.2.2 วิธีที่ 2 การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยใช้ Geometric Brownian motion (GBM)

ตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดย Geometric Brownian motion (GBM) ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร เช่น (Soliño and Galera,2012) ได้ใช้ตัวแบบที่เรียกว่า Geometric Brownian motion ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรทางหลวงของประเทศสเปน เพื่อพิจารณาการใช้ทฤษฎี Real Option และประเมินระยะเวลาของอายุสัญญาสัมปทาน ส่วน Phong, Likhitruangsilp และ Onishi (2017) ได้ใช้ตัวแบบ Geometric Brownian motion ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร และ ใช้ Monte Carlo ในการประเมินความเสี่ยงโครงการสะพานข้ามแม่น้ำใน โฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม เป็นต้น

สมการสำหรับการพยากรณ์ปริมาณจราจรโดยวิธี GBM เป็นดังนี้

$$dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dz; dz = \varepsilon_t \sqrt{dt}; \varepsilon_t \sim N(0,1)$$

โดย X_t = ปริมาณจราจรปีที่ t

μ = ค่าอัตราการเพิ่มขึ้น (Drift rate) ของตัวแปรสุ่ม X_t

σ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสุ่ม X_t

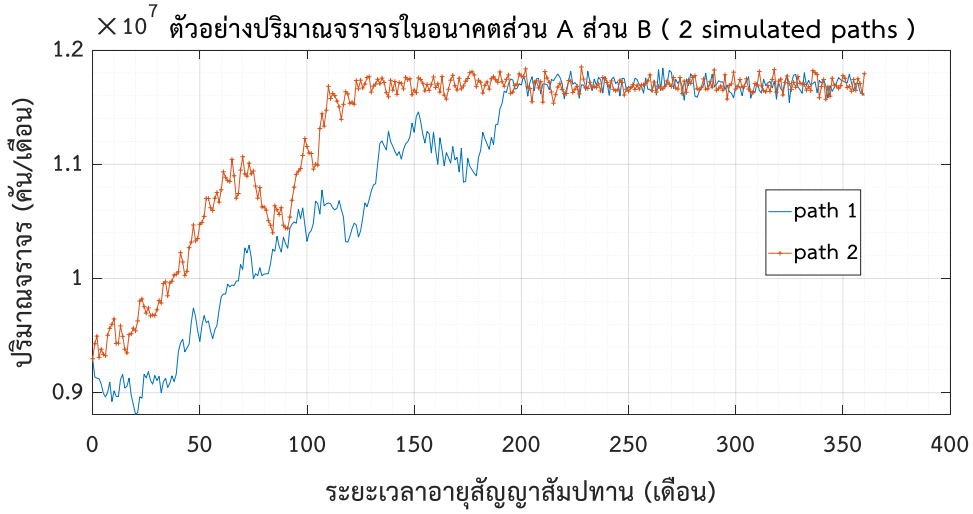
dt = Time step = $\frac{T}{n} = \frac{30}{360}\ \frac{\text{ปี}}{\text{เดือน}} = \frac{1}{12}$ ปี

T = จำนวนปีของสัญญา

n = จำนวนครั้งของ Time step

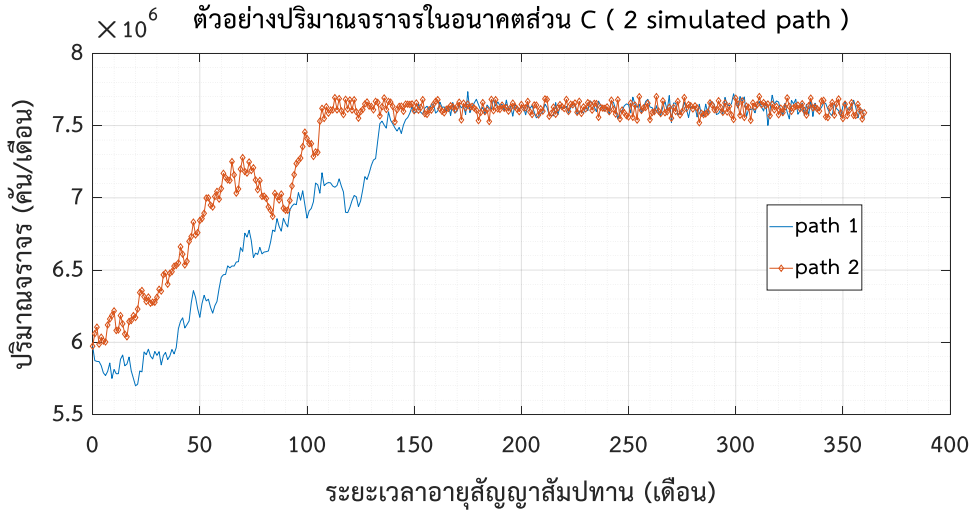
ε_t = ตัวแปรสุ่มที่มีความน่าจะเป็นแบบแจกแจงปกติมาตรฐาน, $\varepsilon_t \sim N(0,1)$

ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตโดยใช้สมการ เป็นดังแสดงในรูปที่ 23-25

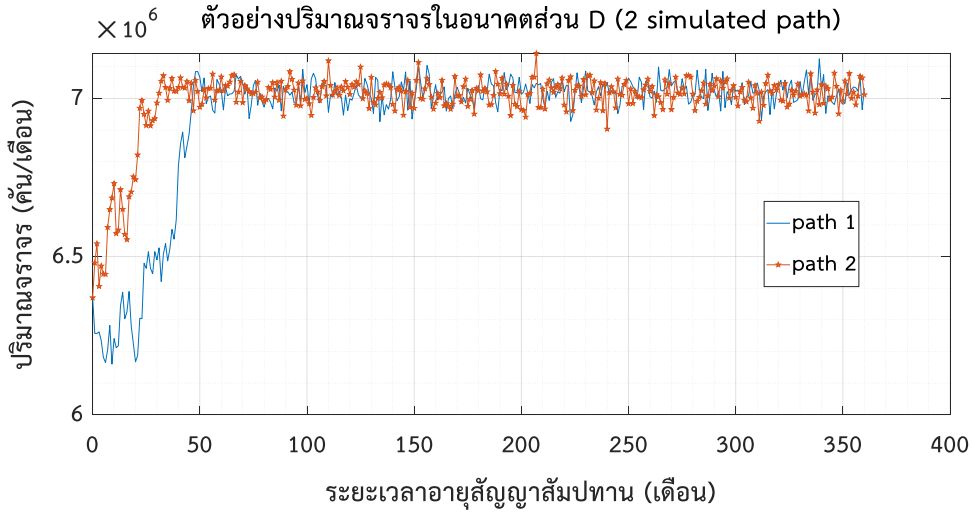


รูปที่ 23 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน A และ ส่วน B โดยใช้สมการ GBM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 24 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน C โดยใช้สมการ GBM



รูปที่ 25 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคตส่วน D โดยใช้สมการ GBM

สำหรับการพยากรณ์ค่าใช้จ่าย ในการดำเนินงาน และบำรุงดูแลรักษาในอนาคต มีสมการเป็นดังนี้

$$dC_t = \mu C_t dt + \sigma C_t dz ; dz = \varepsilon_t \sqrt{dt} ; \varepsilon_t \sim N(0,1)$$

โดย C_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงดูแลรักษา ปีที่ t

μ = ค่าอัตราการเพิ่มขึ้น (Drift rate) ของตัวแปรสุ่ม C_t

σ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสุ่ม C_t

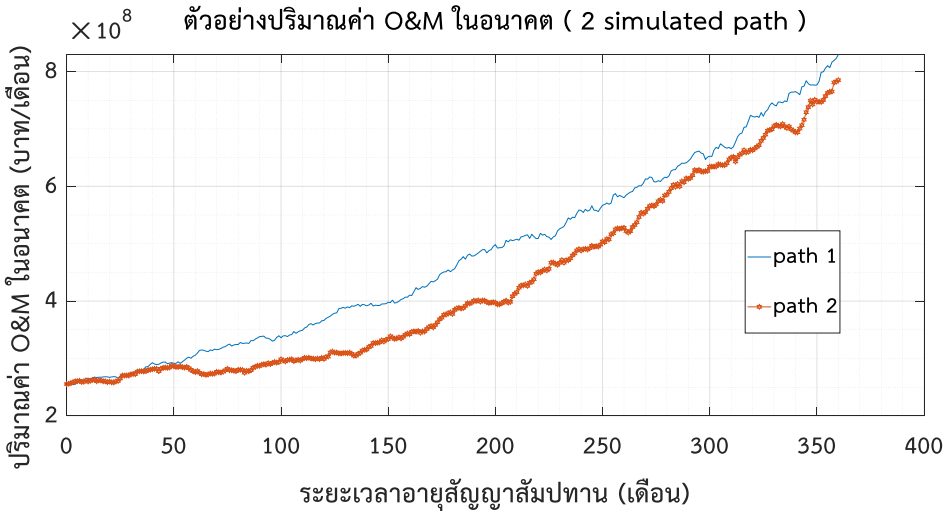
dt = Time step = $\frac{T}{n} = \frac{30}{360}\ \frac{\text{ปี}}{\text{เดือน}} = \frac{1}{12}$ ปี

T = จำนวนปีของสัญญา

n = จำนวนครั้งของ Time step

ε_t = ตัวแปรสุ่มที่มีความน่าจะเป็นแบบแจกแจงปกติมาตรฐาน, $\varepsilon_t \sim N(0,1)$

ผลที่ได้จากการทดลองสุ่มค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลรักษา โดยใช้สมการ การพยากรณ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษาในอนาคตโดยวิธี GBM เป็นดังแสดงในรูปที่ 26



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 26 ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณค่า O&M ในอนาคต โดยใช้สมการ GBM

4.3 วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง

จากแบบจำลองผลตอบแทนทางการเงินที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.2 ในแต่ละแนวทางการตัดสินใจภายหลังสัญญาสิ้นสุด มีสามทางเลือก ซึ่งได้แก่

(1) รัฐบาลรับผิดชอบในการดำเนินโครงการเอง

(2) ใช้สัญญา PPP Net Cost

(3) ใช้สัญญา PPP Gross Cost

และใช้วิธีการพยากรณ์ปริมาณจราจร และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ดังที่ได้นำเสนอในหัวข้อที่ (4.2) ผลการศึกษาเป็นดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง ในกรณีที่ใช้วิธี DMA ในการพยากรณ์

ผลการคำนวณผลตอบแทนทางการเงิน หรือรายได้สุทธิของแต่ละหน่วยงานทั้งสามทางเลือกด้วยวิธี Double Moving Average (DMA) ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ สรุปผลการศึกษาได้ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สรุปผลการคำนวณค่า NPV ด้วยวิธี Double Moving Average (DMA)

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Double Moving Average (DMA) (หน่วย: ล้านบาท)				
ประเภทสัญญา	รายได้สุทธิส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	รายได้สุทธิ กทพ. [2]	รวมรายได้สุทธิรัฐบาล [1]+[2]=[3]	รายได้สุทธิเอกชน [4]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	26,814	40,224	67,038	-
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	15,537	48,310	63,847	14,195
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	12,676	62,322	74,998	3,703

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 13 พบว่ารัฐมีรายได้สุทธิมากที่สุด กรณีเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ซึ่งคาดว่ารัฐจะมีรายรับสุทธิประมาณ 74,998 ล้านบาท ทางเลือกที่ดีรองลงมา คือ รัฐบาลดำเนินการเอง ซึ่งคาดว่ารัฐจะมีรายรับสุทธิประมาณ 72,183 ล้านบาท แต่หากรัฐเลือกใช้สัญญา PPP Net Cost จะมีรายได้สุทธิน้อยที่สุด หรือประมาณ 63,847 ล้านบาท ส่วนเอกชนจะได้รับรายได้มากที่สุดกรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

4.3.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง ในกรณีที่ใช้วิธี Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์

การคำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดหวัง (Expected value) ดังแสดงในหัวข้อ (4.3.1) ก็มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ไม่สามารถทราบถึงรูปแบบ การกระจายตัวของข้อมูลและค่าที่ได้อาจมี

ความคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่แท้จริง เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โดยใช้ช่วงการกระจายของข้อมูลที่เกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลในอนาคต โดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นและการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer simulation)

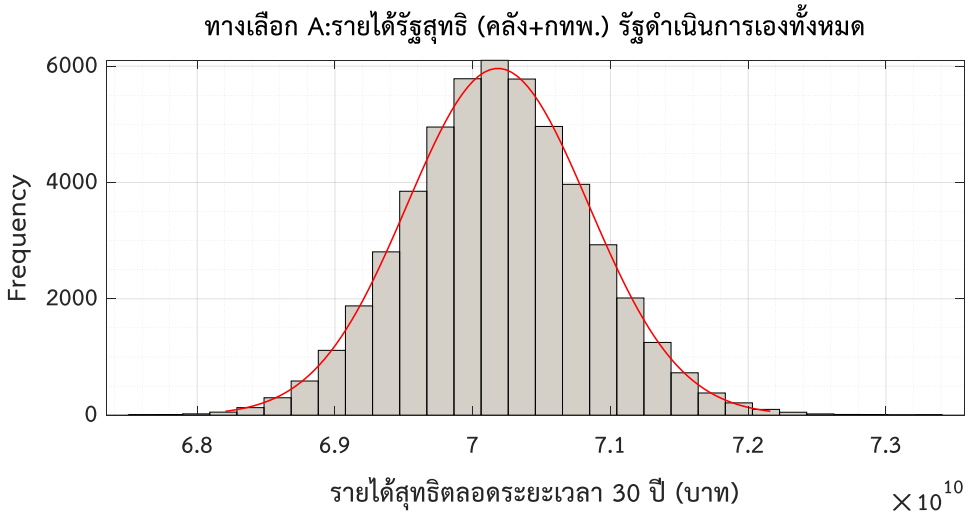
ในการศึกษานี้ ค่าใช้จ่ายในอนาคตได้จากการประมาณการ ซึ่งเป็นค่าคาดหวัง (Expected value, μ) ในความเป็นจริงแล้ว ค่าใช้จ่ายในอนาคตอาจแตกต่างจากค่าคาดหวังนี้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบการกระจายตัวของตัวแปรนี้ ซึ่งสามารถใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, σ) ในการคำนวณค่าการกระจายตัวรอบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของ “มูลค่าของความเสี่ยง (Risk)” โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอาจจะหาได้จากข้อมูลในอดีตหรือสอบถามผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ (Expert opinion) ในงานนั้น ๆ

ในการศึกษานี้ใช้วิธี Standard Normal Probability Distribution และ วิธี Geometric Brownian motion ซึ่งเป็นวิธีทาง Stochastic ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการคำนวณรายได้สุทธิของรัฐและเอกชนในกรณีที่ใช้วิธี Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์ ผลการศึกษาเป็นดังต่อไปนี้

ทางเลือก A: กรณีรัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด

กรณีที่รัฐดำเนินการเองทั้งหมด ผลการวิเคราะห์พบว่า รายได้สุทธิที่รัฐคาดว่าจะได้รับมีค่าประมาณ 7.01 หมื่นล้านบาท (มูลค่าปัจจุบัน) หรือประมาณ 2,339.43 ล้านบาทต่อปี และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 659 ล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 27

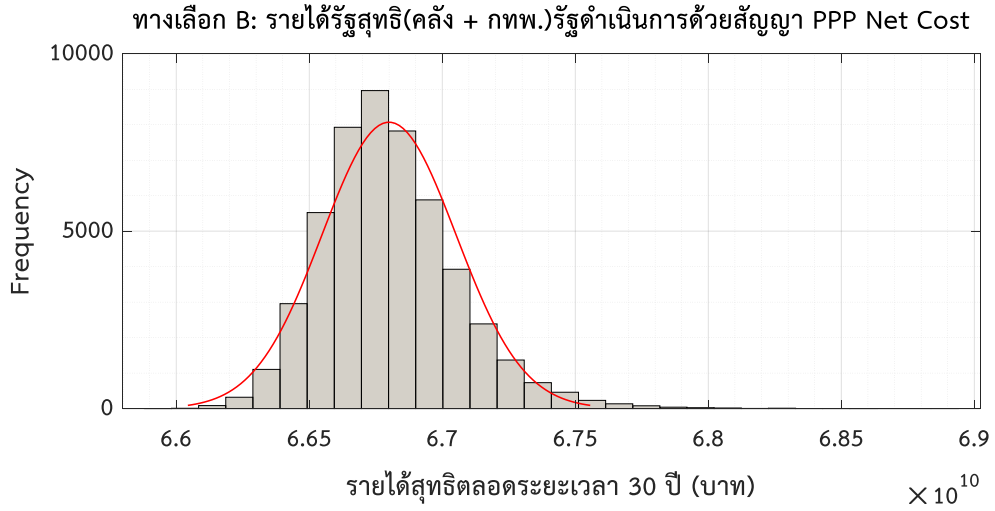
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 27 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก A: รัฐ (คลัง + กทพ.) เป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด

ทางเลือก B: รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

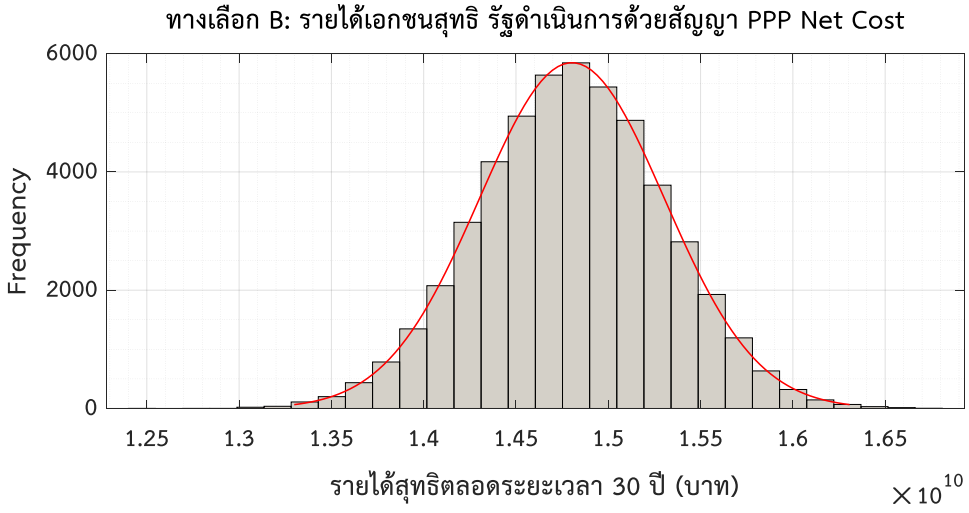
หากรัฐเลือกใชสัญญา PPP Net Cost ภายหลังสิ้นสุดสัญญา ผลการวิเคราะห์พบว่ารัฐ (คลัง+กทพ.) จะมีรายได้สุทธิ ประมาณ 6.68 หมื่นล้านบาท (มูลค่าปัจจุบัน) หรือประมาณ 2,226.67 ล้านบาทต่อปี โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 252 ล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 28



รูปที่ 28 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐ (คลัง + กทพ.) เป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost

ทางเลือก B: รายได้สุทธิของเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

หากรัฐเลือกใช้สัญญา PPP Net Cost ภายหลังสิ้นสุดสัญญา ผลการวิเคราะห์พบว่า รายได้สุทธิของเอกชนที่คาดว่าจะได้รับ มีค่าประมาณ 1.48 หมื่นล้านบาท หรือประมาณ 493.33 ล้านบาทต่อปี และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 501 ล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 29

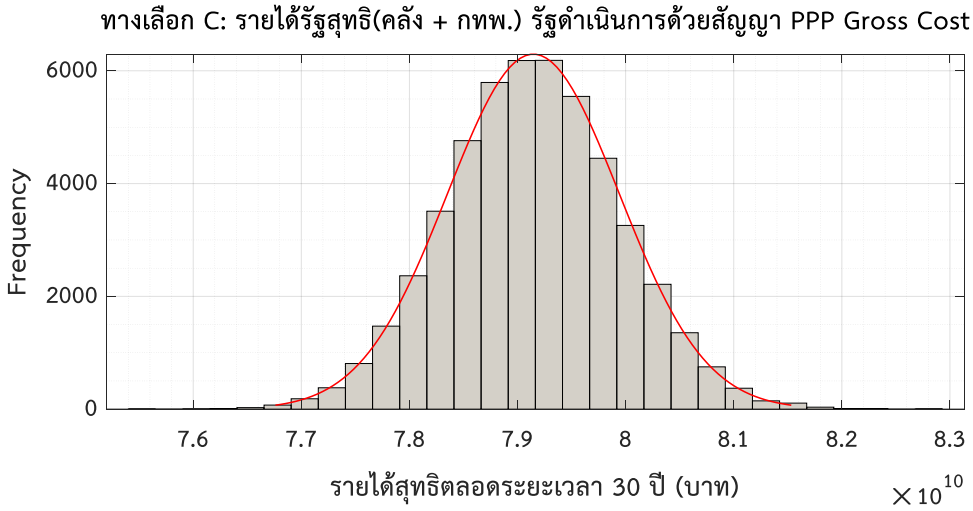


รูปที่ 29 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost

ทางเลือก C: รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

กรณีรัฐเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ผลการศึกษาพบว่า รายได้สุทธิของรัฐ (คลัง+กทพ.) มีค่าประมาณ 7.91 หมื่นล้านบาท หรือประมาณ 2,636.66 ล้านบาทต่อปี และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 795 ล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 30

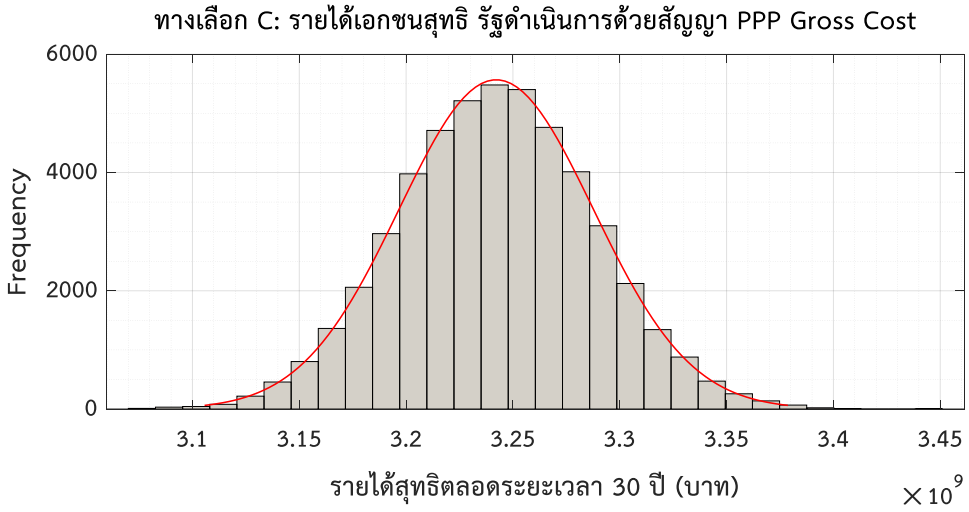
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 30 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐ (คลัง + กทพ.) เป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost

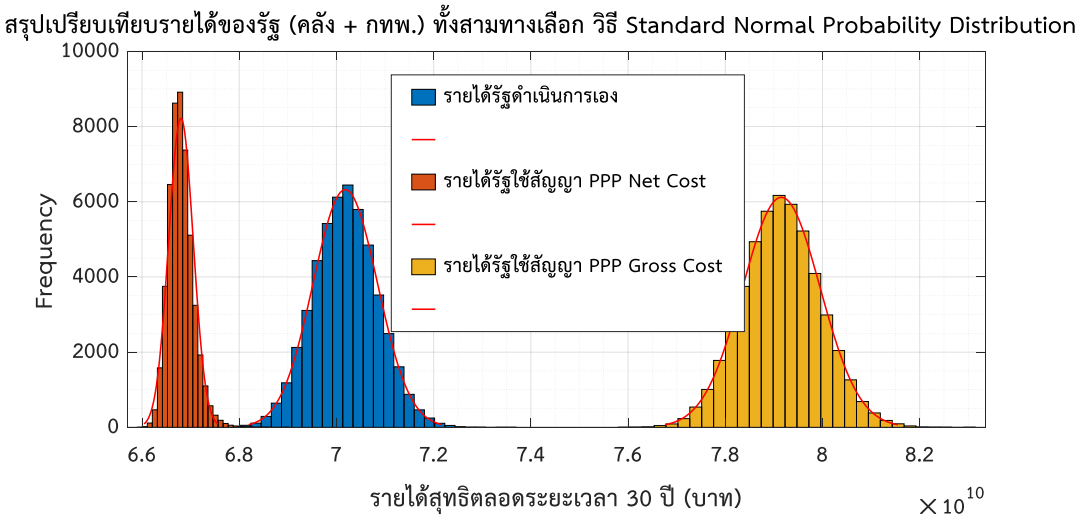
ทางเลือก C: รายได้สุทธิของเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

ถ้ารัฐเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ผลการศึกษาพบว่า รายได้สุทธิของเอกชนมีค่าประมาณ 3.24 พันล้านบาท หรือประมาณ 108 ล้านบาทต่อปี ได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 45.5 ล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 31

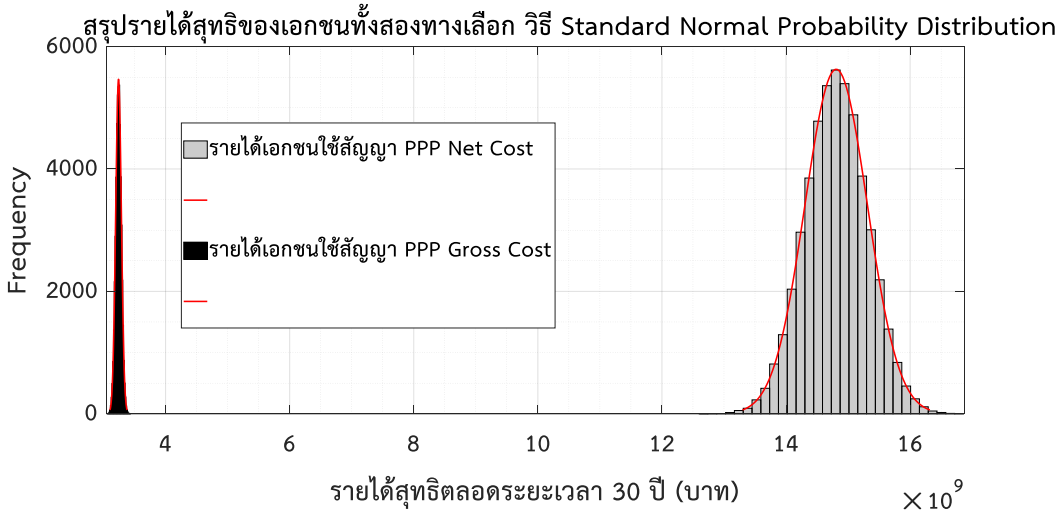


รูปที่ 31 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปเปรียบเทียบ รายได้สุทธิของรัฐและเอกชนในกรณีที่ใช้ วิธี Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์ตัวแปรปริมาณจราจร และ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 32 และ 33



รูปที่ 32 สรุปเปรียบเทียบรายได้ของรัฐ (คลัง + กทพ.) ทั้งสามทางเลือก วิธี Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์



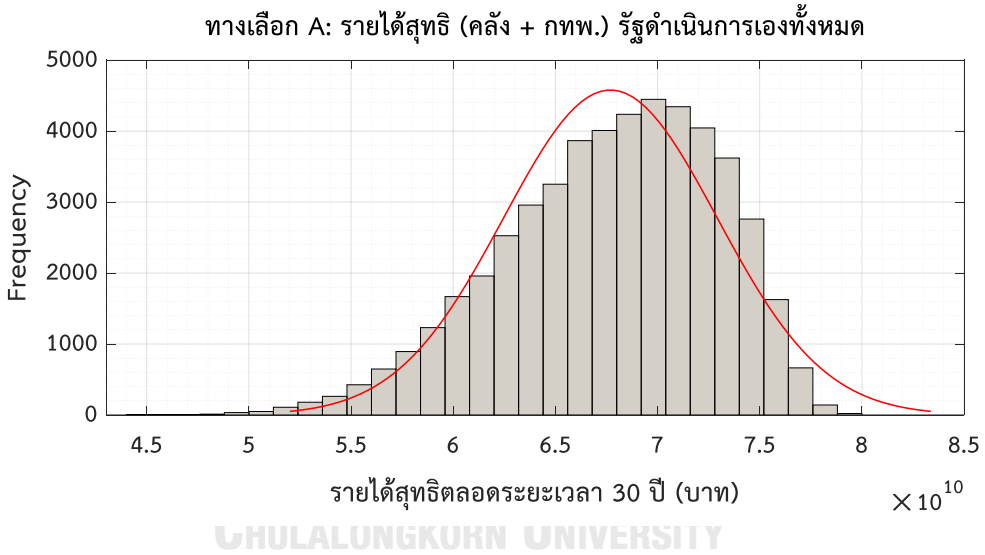
รูปที่ 33 สรุปเปรียบเทียบรายได้สุทธิของเอกชนทั้งสองทางเลือกวิธีที่ 1 ใช้ Standard Normal Probability Distribution ในการพยากรณ์

4.3.3 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง ในกรณีที่ใช้วิธี Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์

ผลการคำนวณรายได้สุทธิ ของรัฐบาล และเอกชนที่ได้ จากกรณีที่ใช้ วิธี Geometric Brownian Motion ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 34-40

ทางเลือก A: กรณีรัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด

กรณีรัฐดำเนินการเองทั้งหมด ภายหลังสิ้นสุดสัญญา ผลการวิเคราะห์พบว่ารายได้สุทธิที่รัฐ (คลัง+กทพ.) ได้รับประมาณ 6.76 หมื่นล้านบาท หรือประมาณ 2,256.36 ล้านบาทต่อปีได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 5.27 พันล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 34

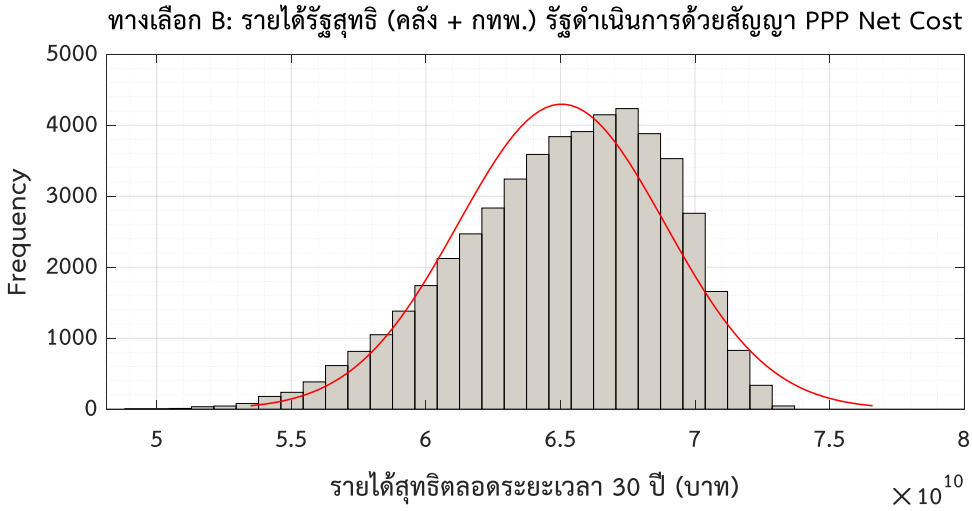


CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 34 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก A: รัฐ (คลัง + กทพ.) รัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด

ทางเลือก B: รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

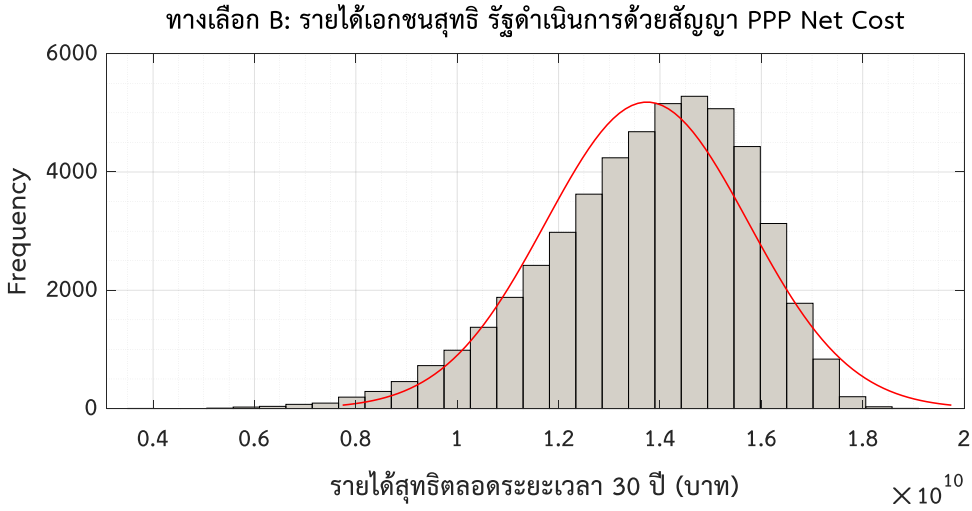
หากรัฐเลือกใช้สัญญา PPP Net Cost ภายหลังสิ้นสุดสัญญา ผลการวิเคราะห์พบว่า รายได้สุทธิของรัฐ (คลัง+กทพ.) มีรายได้สุทธิประมาณ 6.50 หมื่นล้านบาท หรือประมาณ 2,166.66 ล้านบาท ต่อปีได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 3.85 พันล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 35



รูปที่ 35 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐ (คลัง + กทพ.) รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost

ทางเลือก B: รายได้สุทธิของเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

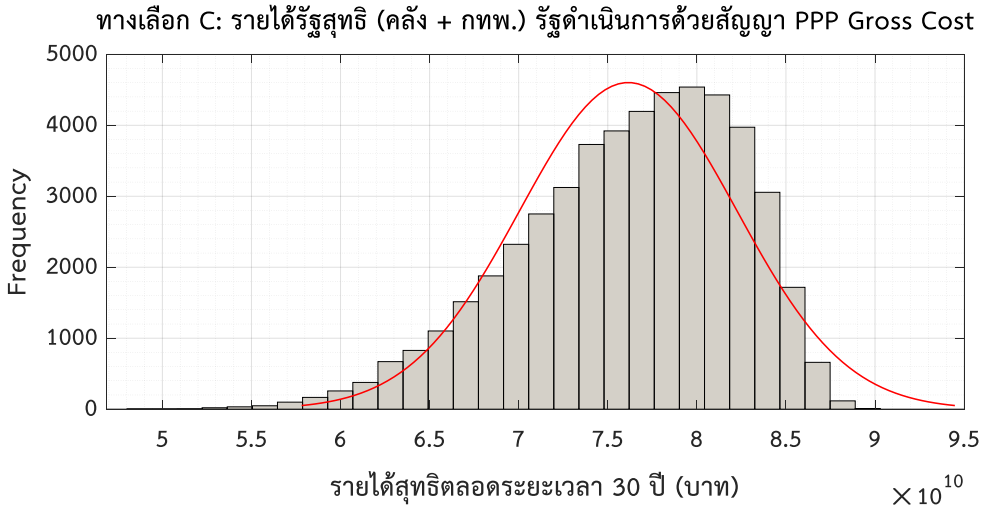
หากรัฐเลือกใช้สัญญา PPP Net Cost ภายหลังสิ้นสุดสัญญา ผลการศึกษาพบว่า รายได้สุทธิของเอกชนที่คาดว่าจะได้รับ มีค่าประมาณ 13,700 ล้านบาท หรือประมาณ 456.66 ล้านบาทต่อปีได้ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 พันล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 36



รูปที่ 36 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก B: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Net Cost

ทางเลือก C: รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

กรณีรัฐเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ผลการศึกษาพบว่า รายได้สุทธิของรัฐ (คลัง+กทพ.) มีค่าประมาณ 7.61 หมื่นล้านบาท หรือประมาณ 2,536.66 ล้านบาทต่อปีได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 6.11 พันล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 37

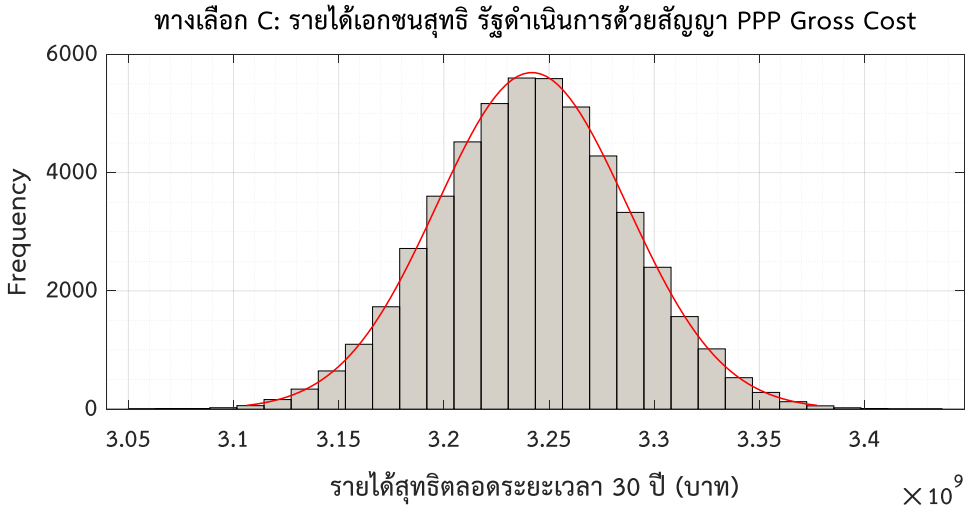


รูปที่ 37 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐ (คลัง + กทพ.) รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost

ทางเลือก C: รายได้สุทธิของเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

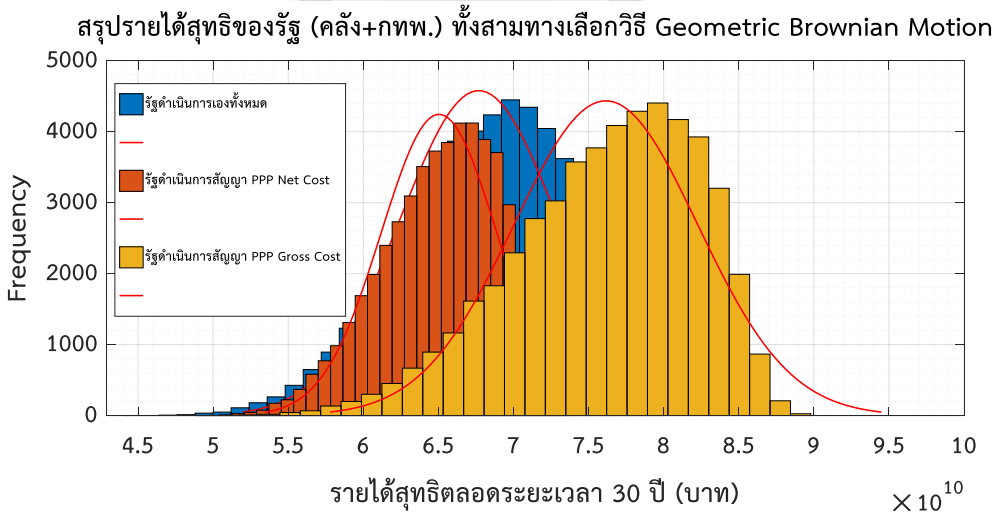
ถ้ารัฐเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ผลการศึกษาพบว่า รายได้สุทธิของเอกชนมีค่าประมาณ 3.24 พันล้านบาท (มูลค่าปัจจุบัน) หรือประมาณ 108 ล้านบาทต่อปีได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 45 ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

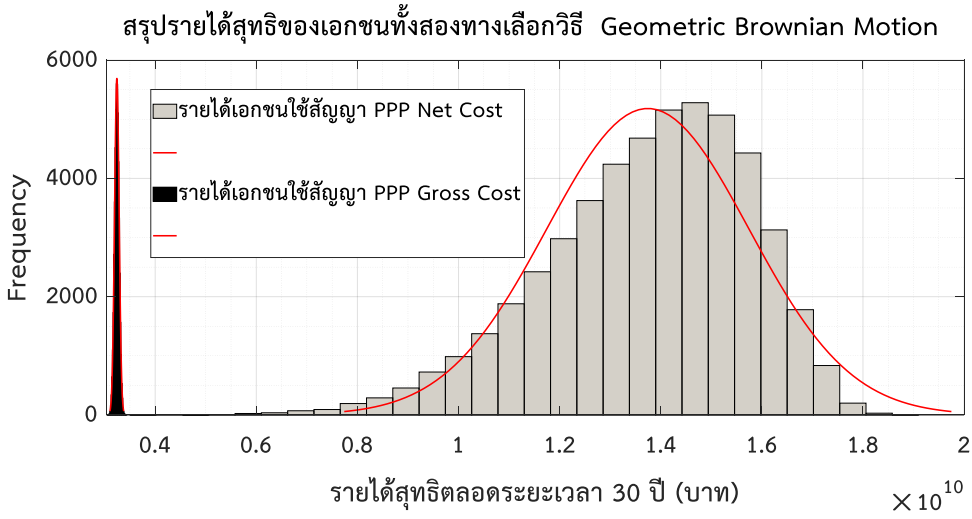


รูปที่ 38 ผลการวิเคราะห์รายได้สุทธิสำหรับทางเลือก C: รัฐเป็นผู้ดำเนินการสัญญา PPP Gross Cost

สรุปรายได้สุทธิของรัฐและเอกชนในกรณีที่ใช้วิธี Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร และ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ จากรูปที่ 39 พบว่ารายได้สุทธิของรัฐโดยใช้สัญญา PPP Gross Cost มีมูลค่ามากที่สุดรองลงมาคือ รัฐบาลดำเนินการเอง และ PPP Net Cost ตามลำดับ รายได้เอกชนดังแสดงในรูปที่ 40 พบว่า เอกชนจะได้รับรายได้มากที่สุดเมื่อใช้สัญญา PPP Net Cost รองลงมาคือ สัญญา PPP Gross Cost ตามลำดับ



รูปที่ 39 สรุปเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ (คลัง + กทพ.) ทั้งสามทางเลือกวิธี Geometric Brownian Motion



รูปที่ 40 สรุปเปรียบเทียบรายได้ของเอกชนทั้งสองทางเลือก วิธี Geometric Brownian Motion

4.3.4 สรุปผลการวิเคราะห์

จากผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและความเสี่ยงทั้ง 3 วิธีการพยากรณ์ ได้แก่ (1) Double Moving Average (DMA) (2) Standard Normal Probability Distribution และ (3) Geometric Brownian Motion (GBM) สรุปผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สรุปผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินทั้ง 3 วิธีพยากรณ์ หน่วย:ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีพยากรณ์	รัฐดำเนินการเอง		สัญญา PPP Net Cost		สัญญา PPP Gross Cost	
	(คลัง+กทพ.)	เอกชน	(คลัง+กทพ.)	เอกชน	(คลัง+กทพ.)	เอกชน
4.3.1 Double Moving Average (DMA)	67,038		63,888	14,180	74,998	3,703
4.3.2 Standard Normal Probability Distribution	70,182		66,800	14,800	79,100	3,240
4.3.3 Geometric Brownian Motion (GBM)	67,696		65,000	13,700	76,100	3,240

จากตารางที่ 14 พบว่า การใช้วิธีการพยากรณ์ปริมาณจราจรและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่แตกต่างกัน ให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยวิธี DMA ได้ผลการศึกษาใกล้เคียงกับวิธี GBM เช่น ในกรณีที่รัฐดำเนินการเอง ผลตอบแทนในกรณีที่ ใช้วิธี DMA กับ GBM มีค่าใกล้เคียงกัน โดยวิธี DMA ให้ผลตอบแทนประมาณ 67,038 ล้านบาท ส่วน วิธี GBM ให้ผลตอบแทนประมาณ 67,696 ล้านบาท ส่วนในกรณี ที่ใช้สัญญา PPP Gross Cost วิธี DMA ให้ผลตอบแทนประมาณ 74,998 ล้านบาท ส่วนวิธี GBM ให้ผลตอบแทนประมาณ 76,100 ล้านบาท ดังนั้น เราสามารถเลือกใช้วิธี GBM ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรและค่าดำเนินการได้ เพราะว่ามีค่าผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวิธี DMA และ วิธี GBM ยังสามารถทราบการกระจายตัวผลการศึกษา ซึ่งทำให้สามารถนำไปวิเคราะห์ความเสี่ยงในโครงการได้

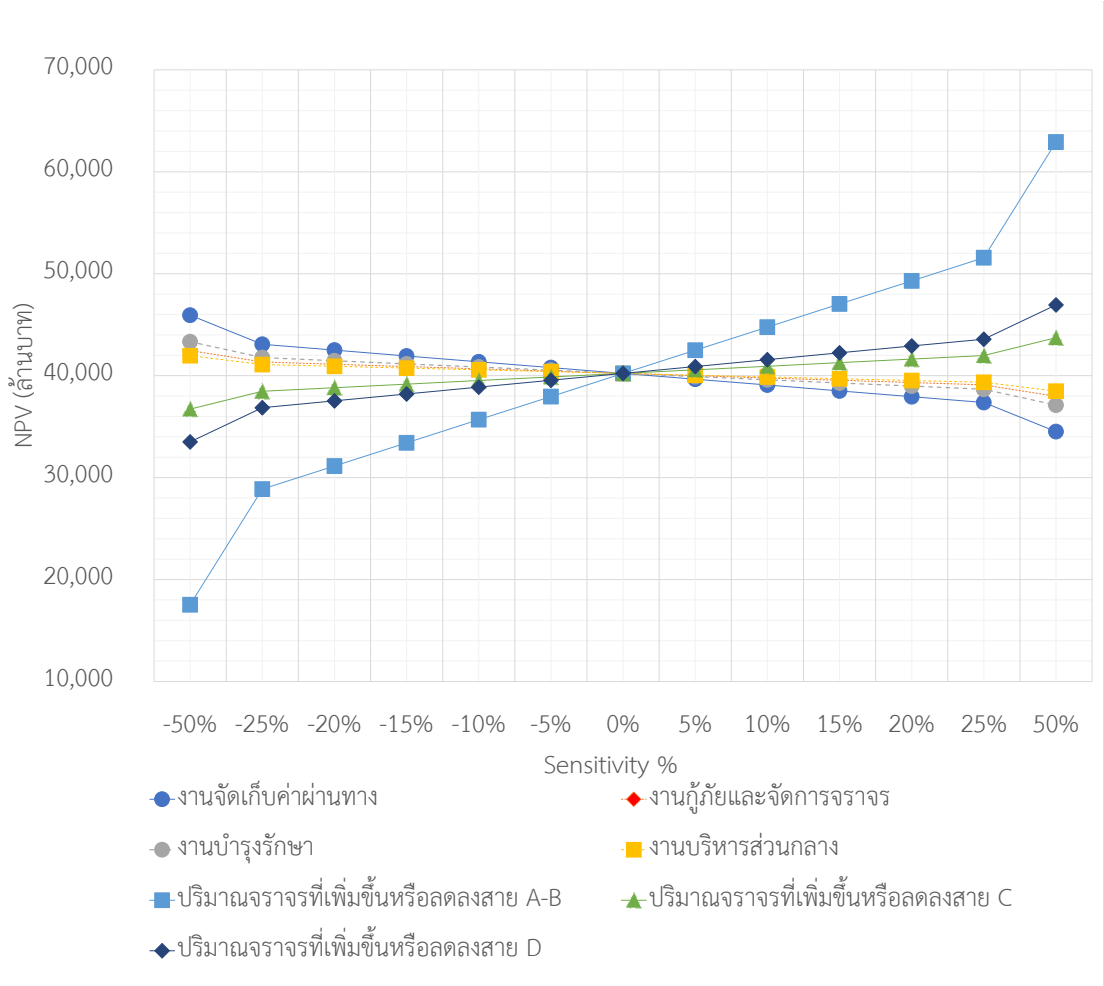
จากผลการศึกษา รัฐควรใช้สัญญา PPP Gross Cost ในการทำสัญญาสัมปทาน เนื่องจากเป็นแนวทางที่คาดว่าจะให้ผลตอบแทนดีที่สุดจากสามทางเลือก และสามารถถ่ายโอนความเสี่ยงด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการให้เอกชนเป็นผู้รับผิดชอบได้ ในแง่ของความเสี่ยงพบว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธี Stochastic model ทั้ง 2 วิธี (1) Standard Normal Probability Distribution และ (2) Geometric Brownian motion (GBM) พบว่า วิธี Standard Normal Probability Distribution มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน น้อยกว่า วิธี Geometric Brownian motion สาเหตุมาจาก วิธี Standard Normal Probability Distribution มีการเคลื่อนที่ของรายได้สุทธิเพิ่มมากขึ้นตามเวลา ต่างจากวิธี GBM ที่รายได้สุทธิ มีการเคลื่อนที่ไม่แน่นอนตามเวลาที่มากขึ้น เสมอไป

4.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity Analysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ Sensitivity Analysis ตัวแปรที่มีความสำคัญของผลตอบแทนทางการเงิน โดยนำเสนอในรูปแบบของ Spider graph หรือ กราฟใยแมงมุม เป็นดังแสดงในรูปที่ 41-48

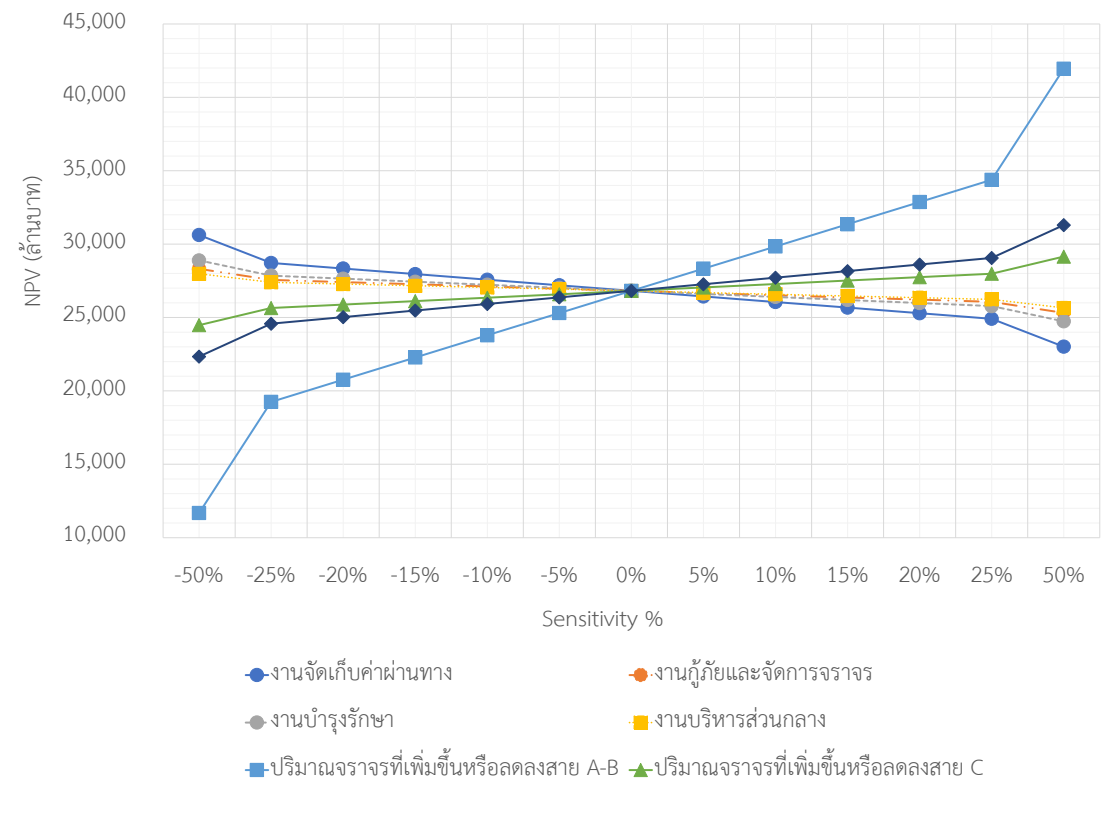
4.4.1 กรณีรัฐดำเนินการเอง



รูปที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ กทพ.กรณีรัฐดำเนินการเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

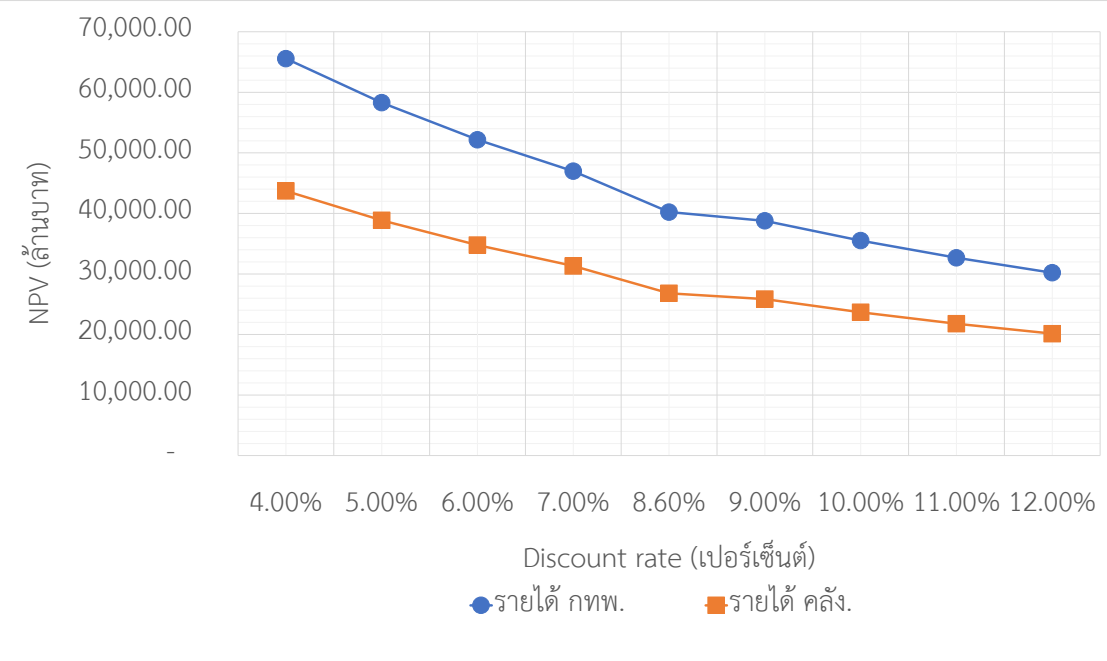
จากรูปที่ 41 พบว่าตัวแปรปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการมากที่สุด รองลงมาคือ งานจัดเก็บค่าผ่านทาง



รูปที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิส่งเข้าคลัง กรณีรัฐดำเนินการเอง

จากรูปที่ 42 พบว่า ปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการ มากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณจราจรสาย D และ สาย C ตามลำดับ

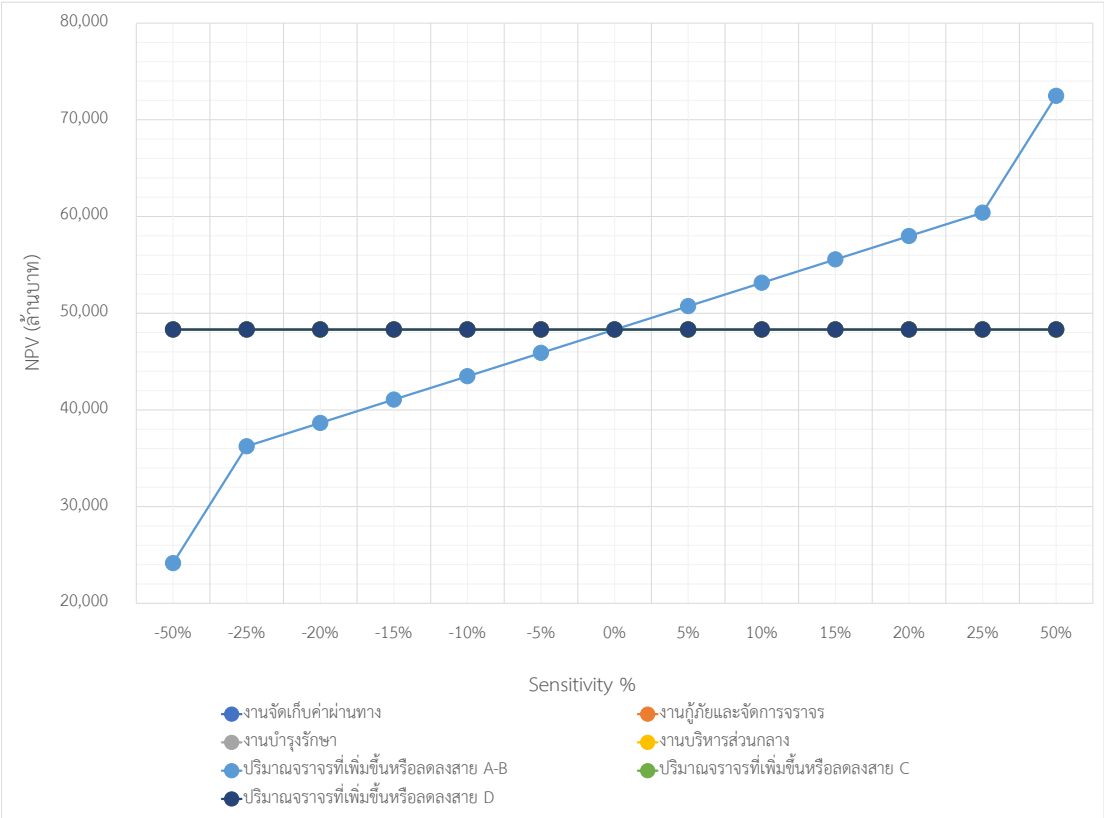
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. และ ส่งเข้าคลัง ตามอัตราคิดลด 8.60 % กรณีรัฐดำเนินการเอง

จากรูปที่ 43 พบว่ารายได้สุทธิของ กทพ. และ ส่งเข้าคลัง มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการเปลี่ยนแปลงของอัตราคิดลด โดยถ้าเพิ่มอัตราคิดลดมากกว่า 8.60% มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิจะน้อยลง เช่น หากใช้อัตราคิดลด 12% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ กทพ. จะมีค่าประมาณ 30,000 ล้านบาท หรือลดไปประมาณ 25% จากมูลค่าที่คิดโดยใช้อัตราคิดลด 8.60% เป็นต้น แต่ถ้าอัตราคิดลดน้อยกว่า 8.60% รายได้ปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มมากขึ้น เช่น หากใช้อัตราคิดลด 6% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ กทพ. จะมีค่าประมาณ 50,000 ล้านบาท เป็นต้น

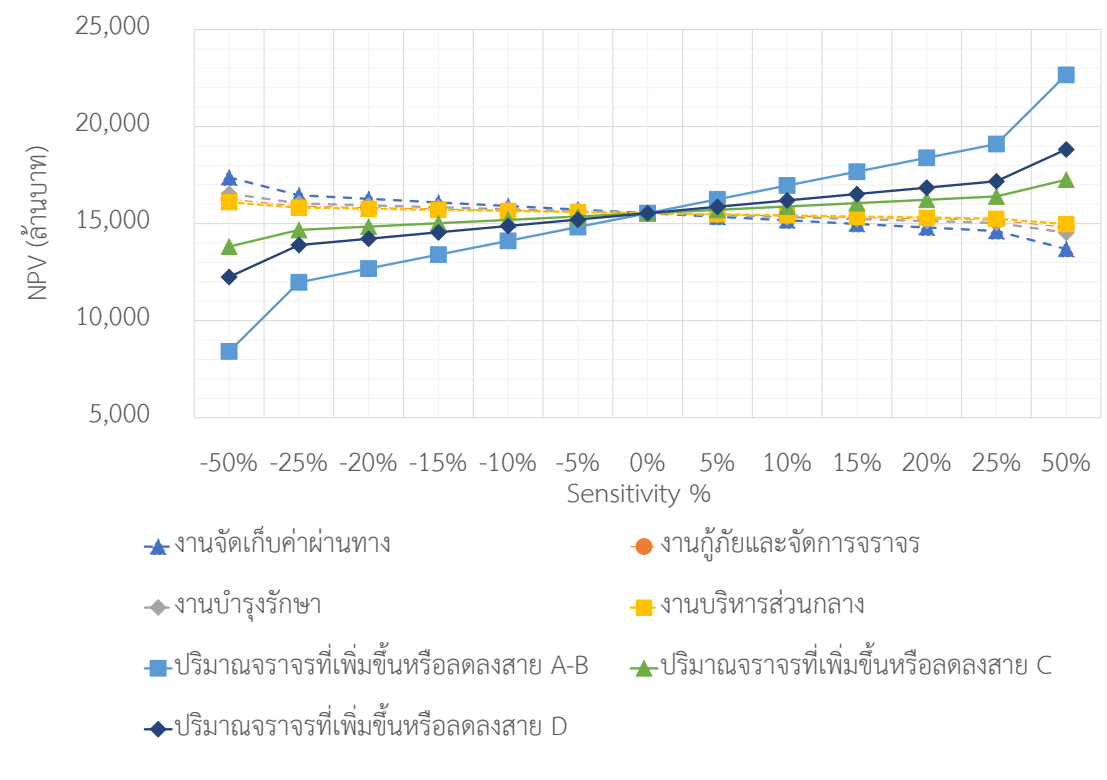
4.4.2 กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost



รูปที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

จากรูปที่ 44 พบว่ามีแค่ปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงสาย A-B เท่านั้น ที่มีผลกระทบกับรายได้ของรัฐบาลเพราะค่า O&M และ รายได้สาย C และ D โอนให้เป็นความเสี่ยงของเอกชน

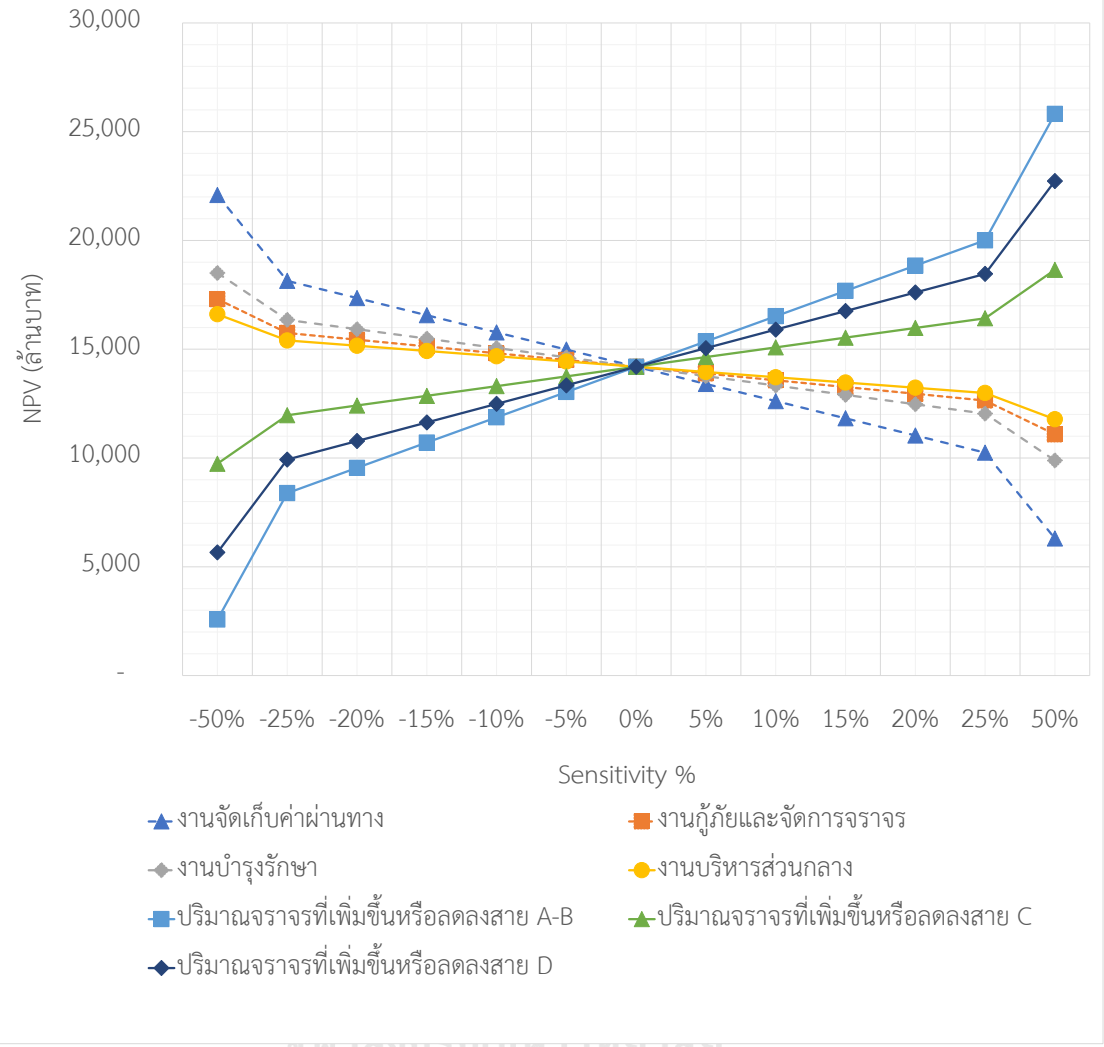
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิกระทรวงการคลัง กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

จากรูปที่ 45 ปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการมากที่สุดรองลงมาคือปริมาณจราจรสาย D และ สาย C ตามลำดับ

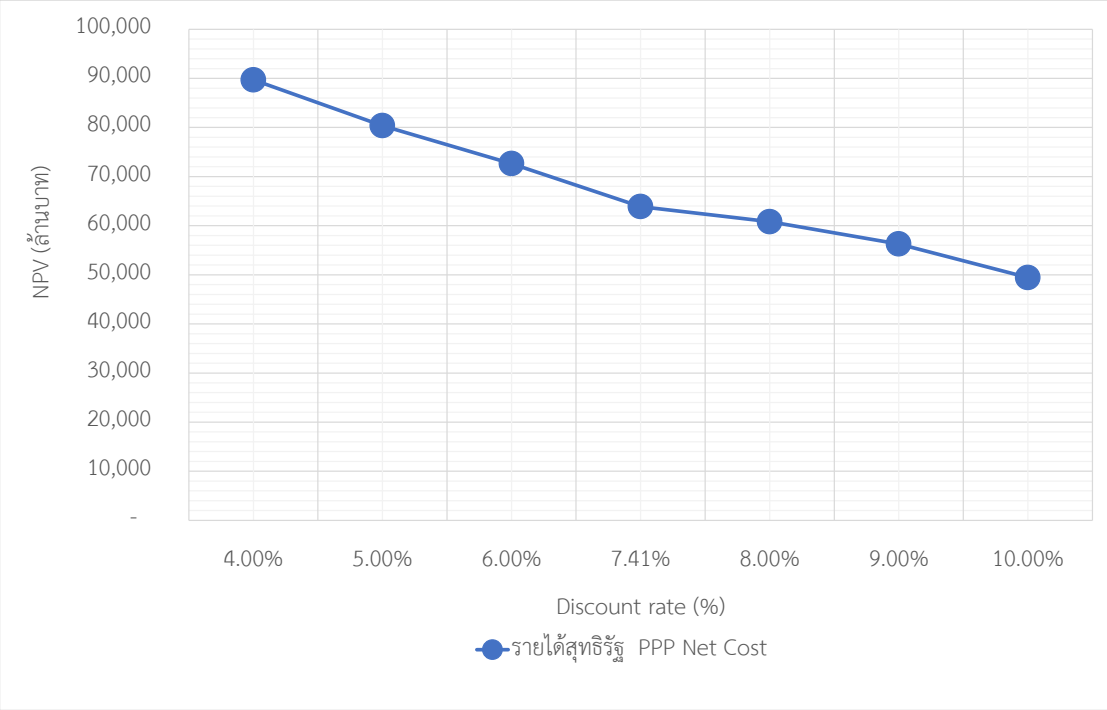
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

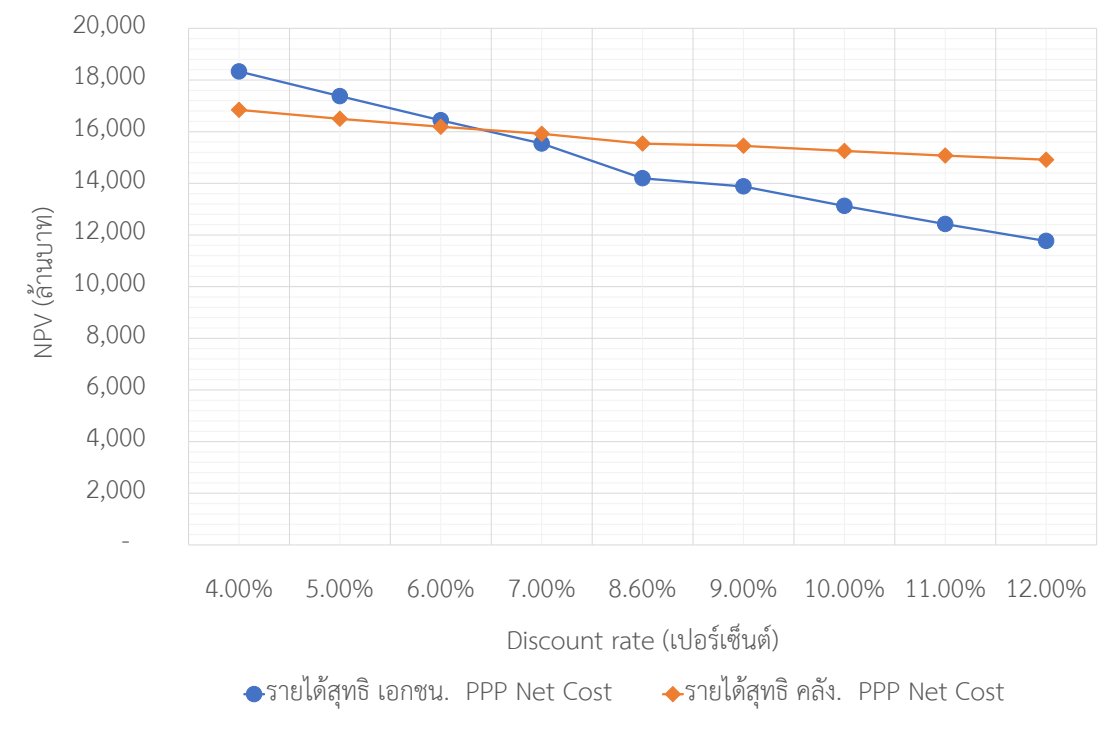
จากรูปที่ 46 พบว่าปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการมากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณจราจรสาย D และงานจัดเก็บค่าผ่านทางรองลงมา



รูปที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. ตามอัตราคิดลด 7.41% กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

จากรูปที่ 47 พบว่าอัตราคิดลดที่เพิ่มขึ้น จาก 7.41% ทำให้รายได้สุทธิของกทพ. มีการลดลง แต่ในทางตรงข้ามถ้าอัตราคิดลดน้อยกว่า 7.41% ทำให้รายได้สุทธิของกทพ. มีการเพิ่มขึ้นโดยถ้าเพิ่มอัตราคิดลดมากกว่า 7.41% มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิจะน้อยลง เช่น หากใช้อัตราคิดลด 10% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ กทพ. จะมีค่า 36,840 ล้านบาท หรือลดไปประมาณ 12,000 ล้านบาท จากมูลค่าที่คิดโดยใช้อัตราคิดลด 7.41% เป็นต้น แต่ถ้าอัตราคิดลดน้อยกว่า 7.41% รายได้ปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มมากขึ้น เช่น หากใช้อัตราคิดลด 5% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ กทพ. จะมีค่าประมาณ 64,779 ล้านบาท เป็นต้น

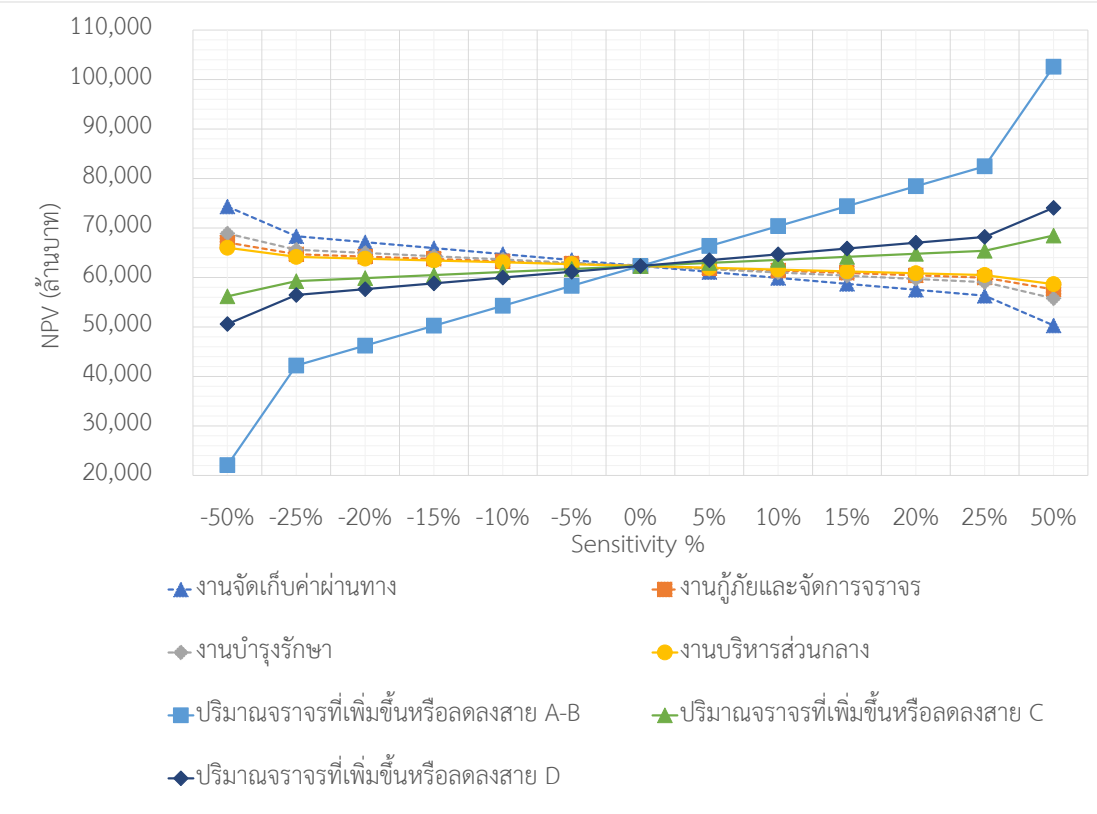
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ เอกชน และ คลัง ตามอัตราคิดลด 8.60% กรณีใช้สัญญา PPP Net Cost

จากรูปที่ 48 พบว่ารายได้สุทธิของเอกชนและคลังลดลง กรณีปรับเพิ่มอัตราคิดลดที่ 8.60% และ รายได้สุทธิเอกชนและคลังจะมากขึ้นกรณีอัตราคิดลด ลดลงกว่า 8.60% โดยถ้าเพิ่มอัตราคิดลดมากกว่า 8.60% มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิจะน้อยลง เช่น หากใช้อัตราคิดลด 10% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ เอกชน จะมีค่า 13,125 ล้านบาท และคลัง จะมีค่า 15,254 ล้านบาท โดยเอกชนจะลดไปประมาณ 1,000 ล้านบาท และคลังจะลดไปประมาณ 100 ล้านบาท จากมูลค่าที่คิดโดยใช้อัตราคิดลด 8.60% เป็นต้น แต่ถ้าอัตราคิดลดน้อยกว่า 8.60% รายได้ปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มมากขึ้น เช่น หากใช้อัตราคิดลด 5% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ เอกชน จะมีค่าประมาณ 16,440 ล้านบาท และ คลังมีค่าประมาณ 15,917 ล้านบาท เป็นต้น

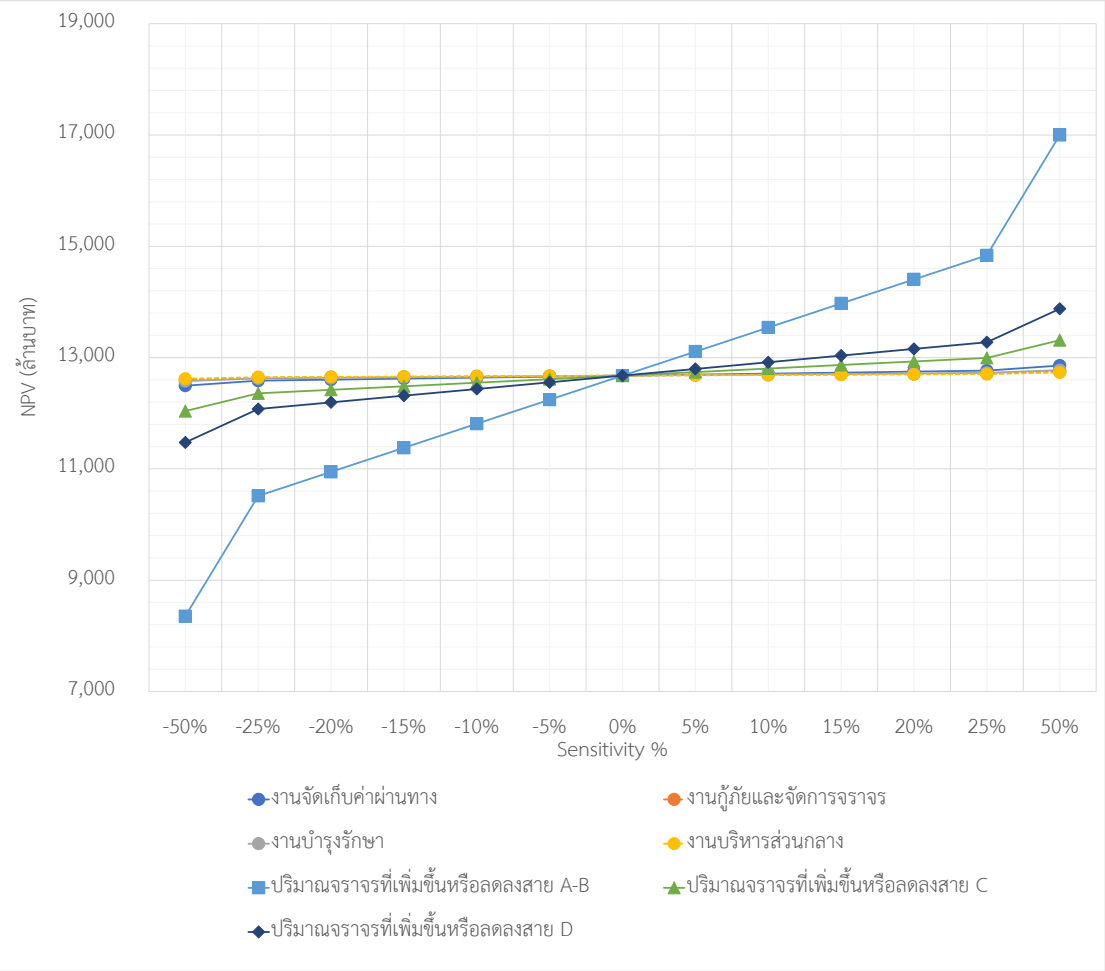
4.4.3 กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost



รูปที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ กทพ. กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จากรูปที่ 49 พบว่าปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการมากที่สุด รองลงมาปริมาณจราจรสาย D และ งานจัดเก็บค่าผ่านทางที่มีผลกระทบใกล้เคียงกัน

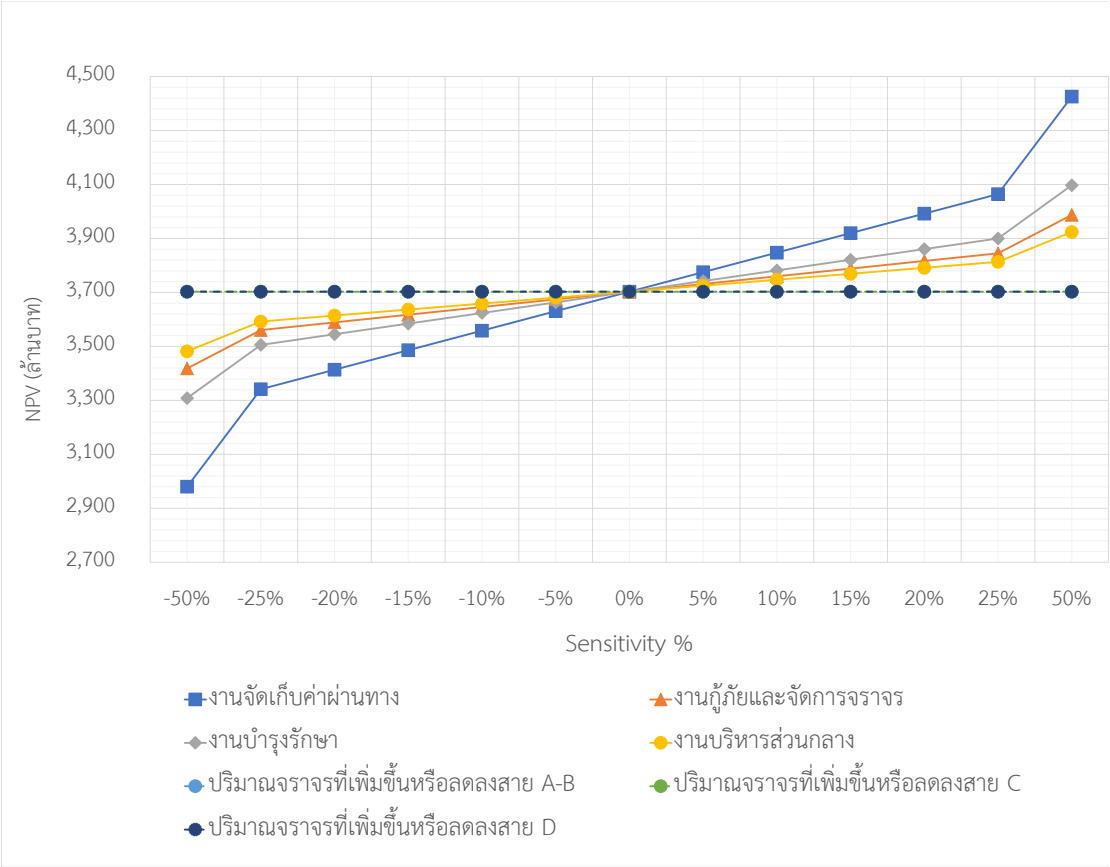
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิกระทรวงการคลัง กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

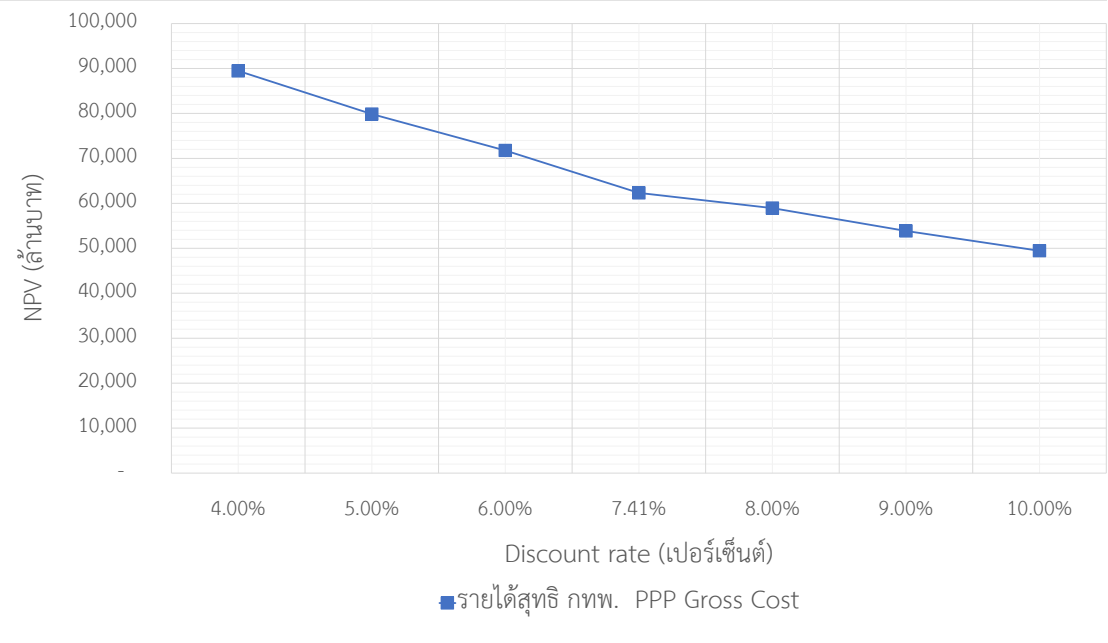
จากรูปที่ 50 พบว่าปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการมากที่สุด รองลงมาเป็นปริมาณจราจรสาย D และ สาย C ตามลำดับ



รูปที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ รายได้สุทธิเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จากรูปที่ 51 พบว่าค่างานจัดเก็บค่าผ่านทาง มีผลกระทบต่อ NPV ของโครงการมากที่สุด รองลงมาจะเป็นงานบำรุงรักษา ซึ่งปริมาณจราจรจะไม่มีผลกระทบกับกรณีนี้เนื่องจากเอกชนได้รับค่าจ้างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากค่าดำเนินการเท่านั้น

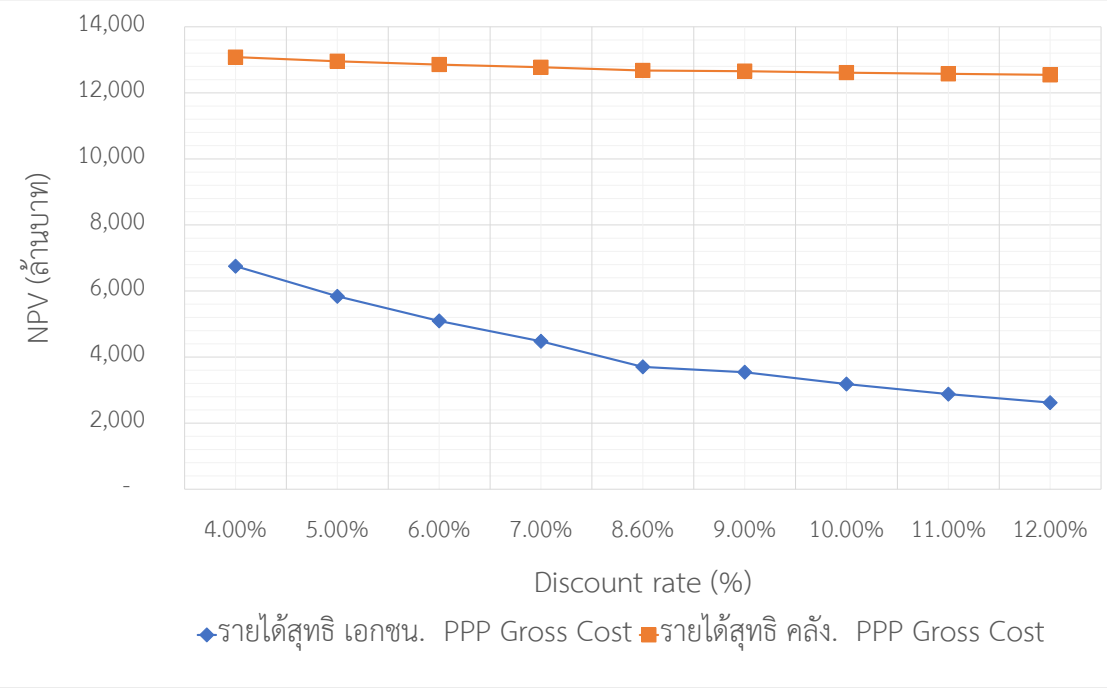
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ กทพ. ตามอัตราคิดลด 7.41% กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จากรูปที่ 52 พบว่าถ้าอัตราคิดลด ลดลงจาก 7.41% ทำให้รายได้สุทธิของ กทพ. เพิ่มมากขึ้น และถ้าอัตราคิดลด เพิ่มขึ้นจาก 7.41% ทำให้รายได้สุทธิของ กทพ. ลดลงเช่นกัน โดยถ้าเพิ่มอัตราคิดลดมากกว่า 7.41% มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิจะน้อยลง เช่น หากใช้อัตราคิดลด 8% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ กทพ. จะมีค่าประมาณ 60,000 ล้านบาท หรือลดไปประมาณ 2,000 ล้านบาทจากมูลค่าที่คิดโดยใช้อัตราคิดลด 7.41% เป็นต้น แต่ถ้าอัตราคิดลดน้อยกว่า 7.41% รายได้ปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มมากขึ้น เช่น หากใช้อัตราคิดลด 5% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ กทพ. จะมีค่าประมาณ 80,000 ล้านบาท เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของรายได้สุทธิ ของ เอกชน และ คลัง ตามอัตราคิดลด 8.60% กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จากรูปที่ 52 พบว่าถ้าอัตราคิดลด ลดลงจาก 8.60% ทำให้รายได้สุทธิของ เอกชน เพิ่มมากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าอัตราคิดลด เพิ่มขึ้นจาก 8.60% ทำให้รายได้สุทธิของ เอกชน ลดลงเช่นกัน โดยถ้าเพิ่มอัตราคิดลดมากกว่า 8.60% มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิจะน้อยลง เช่น หากใช้อัตราคิดลด 11% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ เอกชน จะมีค่า 2,879 ล้านบาท และคลัง จะมีค่า 12,574 ล้านบาท โดยเอกชนจะลดไปประมาณ 900 ล้านบาท และคลังจะลดไปประมาณ 100 ล้านบาท จากมูลค่าที่คิดโดยใช้อัตราคิดลด 8.60% เป็นต้น แต่ถ้าอัตราคิดลดน้อยกว่า 8.60% รายได้ปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มมากขึ้น เช่น หากใช้อัตราคิดลด 6% ต่อปี มูลค่ารายได้ปัจจุบันสุทธิของ เอกชน จะมีค่าประมาณ 5,094 ล้านบาท และ คลังมีค่าประมาณ 12,855 ล้านบาท เป็นต้น

4.4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านปริมาณจราจร พบว่าปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบกับรายได้สุทธิของโครงการมากที่สุด ส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านค่าดำเนินการ พบว่างานจัดเก็บค่าผ่านทาง มีผลกระทบกับรายได้สุทธิมากที่สุด และอัตราคิดลดถ้ามี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

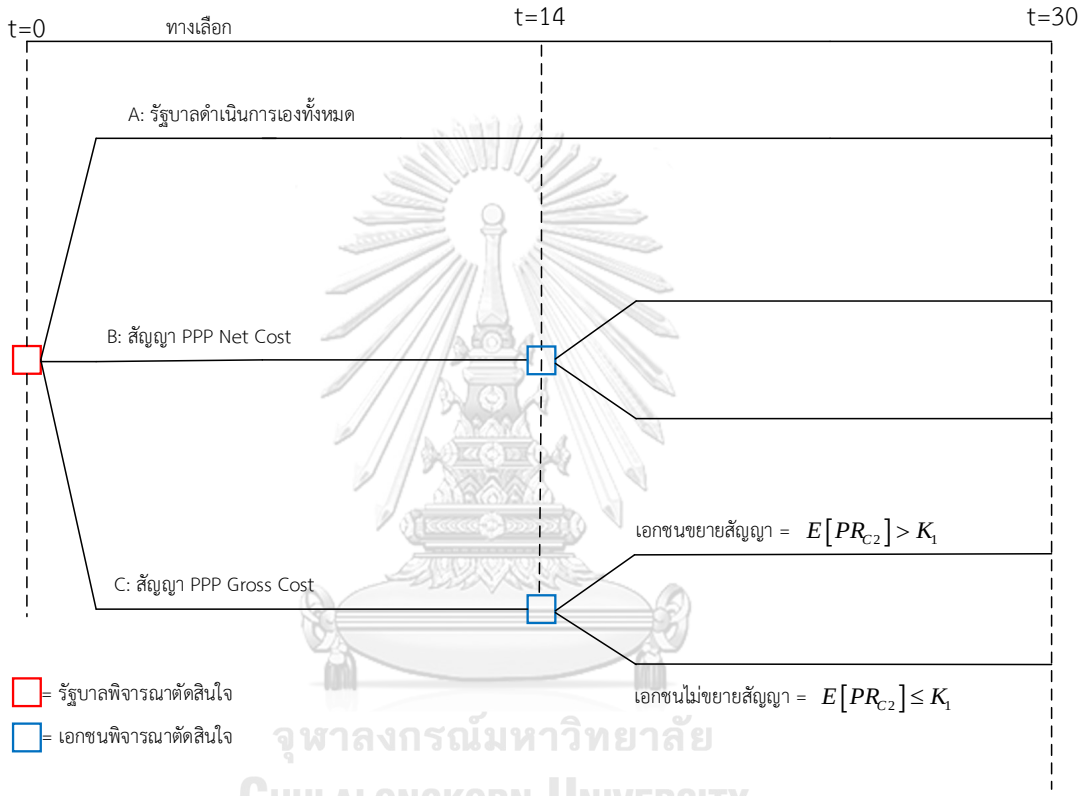
การเพิ่มขึ้นจาก 7.41% จะทำให้รายได้ของกทพ.ลดลง และถ้าอัตราคิดลด ลดลงจาก 7.41% รายได้สุทธิของ กทพ.เพิ่มมากขึ้น ในกรณีใช้รัฐสัญญา PPP Net Cost และ สัญญา PPP Gross Cost ส่วนอัตราคิดลด 8.60% มีการเพิ่มขึ้น รายได้ของกทพ.จะลดลง และถ้าอัตราคิดลด 8.60% มีการลดลง รายได้สุทธิของ กทพ.จะเพิ่มมากขึ้น ในกรณี รัฐดำเนินการเอง และ รายได้ของเอกชนจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับอัตราคิดลด 8.60% ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเช่นเดียวกัน ในกรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost และ สัญญา PPP Gross Cost ส่วนการนำผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวไปใช้ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้สัญญา PPP Gross Cost ในการจัดการตัวแปรค่าดำเนินการที่มีความเสี่ยงไปหมดแล้ว ส่วนตัวแปรปริมาณจราจรที่มีความเสี่ยงเพื่อให้หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องวางแผน แก้ไขต่อไปอย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงนั้นโอกาสที่ปริมาณจราจรสาย A-B ซึ่งเป็นทางจากพระรามเก้าไปประชาชื่น และพญาไทไปบางโคล่ จะลดลงเกิดขึ้นได้น้อยมาก ๆ ยกเว้นกรณีถ้าหากรัฐบาลดำเนินการขนส่งสาธารณะที่สมบูรณ์และประชาชนปรับเปลี่ยนวิธีการเดินทางใหม่มาใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ (Public mass transit) ซึ่งอาจทำให้มีโอกาสปริมาณจราจรในสาย A-B ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

4.5 แนวทางการจัดการความเสี่ยงโดยวิธีเรียลออปชัน

จากผลการศึกษาในหัวข้อ 4.3 ซึ่งพบว่ารัฐควรเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost เนื่องจากว่าเป็นแนวทางที่คาดว่าจะให้ผลตอบแทนดีที่สุดในทั้งสามทางเลือก อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่ใช้เรียลออปชัน เพราะการใช้สัญญาระยะยาว 30 ปี อาจทำให้เอกชนและรัฐมีความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินเนื่องจากความไม่แน่นอนของตัวแปรด้านปริมาณจราจรและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและดูแลรักษา ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้เสนอเรียลออปชันในการจัดการความเสี่ยงอันเนื่องมาจากปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวกับการดำเนินงานของสัญญาระยะยาว โดยใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้น (Short term concession) ในกรณีการต่อสัญญาสัมปทานของโครงการโครงสร้างพื้นฐานที่สิ้นสุดสัญญา

การจัดการความเสี่ยงในการดำเนินงานของโครงการโดยการใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้นนี้ (Short term concession) รัฐอาจเลือกใช้สัญญาสัมปทานที่มีระยะเวลา 15 ปี แทนสัญญาระยะยาว 30 ปี เพื่อให้เอกชนพิจารณาต่ออายุสัญญาสัมปทาน หรือจะยกเลิกสัญญาก็ได้ สาเหตุที่ใช้สัญญา 15 ปี เพราะค่าดำเนินการในโครงการนี้จะมากขึ้นเป็นพิเศษ ทุก ๆ ช่วง 10 ปี โดยจะทำให้ช่วงสัญญาที่ใกล้ปีที่ 10 หรือ 20 หรือ 30 ปี ซึ่งมีมูลค่าดำเนินการและบำรุงดูแลรักษาที่สูง และเอกชนอาจจะพิจารณาไม่ต่อสัญญาได้ ถ้าเอกชนไม่พิจารณาต่อสัญญาออกไป โดยรัฐต้องมาดำเนินการจัดประมูลหาเอกชนรายใหม่ หรือรัฐมาดำเนินการแทน แต่การต่อสัญญาจะต้องทำก่อนสัญญาสัมปทานหมดอายุ เช่น 1 ปีก่อนสิ้นสุดสัญญา เป็นต้น ซึ่งเอกชนจะพิจารณาตัดสินใจจากการเปรียบเทียบระหว่าง (1) ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ กับ (2) มูลค่าของสัญญาสัมปทานที่เสนอให้รัฐ ซึ่งหากเอกชนพิจารณา

แล้วเห็นว่า ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ มากกว่ามูลค่าของสัญญาหรือผลประโยชน์ที่ต้องให้รัฐ เอกชนก็ควรจะตัดสินใจเลือกที่จะขอขยายสัญญาออกไป ในทางตรงข้าม ถ้าเอกชนพิจารณาแล้วว่าเห็นว่า ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ น้อยกว่ามูลค่าของสัญญาหรือผลประโยชน์ที่ต้องให้รัฐ เอกชนก็สามารถตัดสินใจที่จะไม่ขอต่อขยายสัญญา ตัวอย่างกรอบแนวทางการตัดสินใจของรัฐและเอกชนเป็นดังแสดงในรูปที่ 54



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 54 แบบจำลองการตัดสินใจขยายสัญญาของรัฐและเอกชน

จากรูปที่ 54 จะได้ว่า หากรัฐตัดสินใจเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ในการต่อสัญญาให้กับเอกชน โดยสัญญามีระยะเวลา 15 ปี แต่สามารถขยายต่อได้อีก 1 ครั้ง รวมเป็นระยะเวลา 30 ปี เมื่อสัญญา 15 ปีแรกใกล้สิ้นสุดลง เอกชนต้องตัดสินใจว่าจะต่อขยายสัญญากับรัฐต่อหรือไม่ โดยรัฐกำหนดเงื่อนไขในการต่อสัญญาที่ 2 (จากปีที่ 16 ถึงปีที่ 30) ไว้ในสัญญาแรก ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ K_1 ดังแสดงในรูปที่ 49 ซึ่งหากเอกชนพิจารณาแล้วว่าเห็นว่า ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสัญญาที่ 2 ในช่วงปีที่ 16-30 ($E[PR_{C2}]$ = Expected net benefit of the second contract) มากกว่า

มูลค่าของสัญญาหรือผลประโยชน์ที่ต้องให้รัฐ (K_1) เอกชนก็ควรจะตัดสินใจเลือกที่จะใช้สิทธิในการขยายสัญญาออกไปอีกหนึ่งสัญญา

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้สอดคล้องกับแนวปฏิบัติจริง ในการศึกษานี้กำหนดให้การพิจารณาการต่อขยายสัญญาต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนสัญญาสิ้นสุดอย่างน้อย 1 ปี ตัวอย่างเช่น ภายในปีที่ 14 ($t=14$ ในรูปที่ 54) เอกชนต้องตัดสินใจว่าจะต่อหรือไม่ต่อขยายสัญญา เป็นต้น

4.6 วิเคราะห์มูลค่าของการใช้สิทธิในการต่อสัญญาโดยวิธีเรียลออปชัน

ราคามูลค่ายุติธรรม (Fair value) ของสัญญาสัมปทานแรกในกรณีที่รัฐเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost โดยใช้อัตราคิดลด 8.60% ต่อปี และใช้วิธี DMA ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ มีสมการเป็นดังนี้

$$CP_1 = NPV_{P_{public}(1\text{–}15)} = \sum_{i=1}^{15} \frac{R_i}{(1+r)^i} = 30{,}008.74 \text{ ล้านบาท}$$

โดย CP_1 = มูลค่าสัญญาแรกของโครงการ (1st contract price)

$NPV_{P_{public}(1\text{–}15)}$ = รายได้ปัจจุบันสุทธิของเอกชนในสัญญา PPP Gross Cost ระหว่างปีที่ 1 ถึง ปีที่ 15

R_i = รายได้สุทธิของเอกชนในปีที่ i

r = อัตราคิดลดเท่ากับ 8.60% ต่อปี

สำหรับการประเมินมูลค่าของราคาของการใช้สิทธิ (Exercise price) ที่รัฐควรกำหนดไว้ในสัญญา PPP Gross Cost สัญญาแรก โดยใช้อัตราคิดลด 8.60% ต่อปี และใช้วิธี DMA ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ คำนวณได้ตามสมการด้านล่างนี้

$$K_1 = NPV_{P_{public}(16\text{–}30)} = \sum_{i=16}^{30} \frac{R_i}{(1+r)^i} = 57{,}715.77 \text{ ล้านบาท}$$

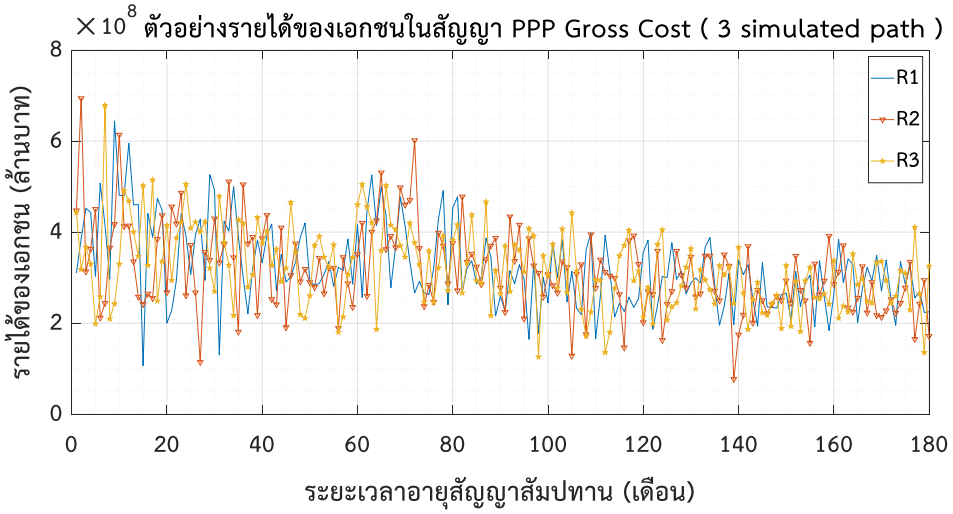
โดย $NPV_{P_{public}(16\text{–}30)}$ = รายได้ปัจจุบันสุทธิของเอกชนในสัญญา PPP Gross Cost ระหว่างปีที่ 16 ถึง ปีที่ 30

R_i = รายได้สุทธิของเอกชนในปีที่ i

r = อัตราคิดลดเท่ากับ 8.60% ต่อปี

K_1 = ราคาใช้สิทธิที่กำหนดโดยรัฐบาลในสัญญาฉบับที่ 2

ตัวอย่างการใช้วิธี Geometric Brownian motion ในการพยากรณ์รายได้สุทธิที่เอกชนคาดว่าจะได้รับ ในปีที่ 16-30 กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost เป็นดังแสดงในรูปที่ 55



รูปที่ 55 ตัวอย่างการพยากรณ์รายได้สุทธิของเอกชน กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 55 หากทราบผลการพยากรณ์รายได้สุทธิที่เอกชนคาดว่าจะได้รับตั้งแต่ปีที่ 16-30 แล้ว สามารถคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของรายได้รวมสุทธิของเอกชน (NPV) ได้เป็น

$$NPV_{\omega(i)} = \sum_{t=16}^{t=30} \frac{R_{\omega(i),t}}{(1+r)^t}$$

โดย $R_{\omega(i),t}$ หมายถึง รายได้สุทธิของเอกชนในปีที่ t จากการสุ่มครั้งที่ $\omega(i)$ โดย $i = \{1,2,...,m\}$ เมื่อ m คือ จำนวนครั้งของการสุ่ม

จากนั้นสามารถคำนวณ “มูลค่าของสิทธิ” ในปีที่ 15 ($V_{1,t=15}$) ในการต่อสัญญาได้ตามสมการดังนี้

$$V_{1,t=15} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \max\left[\left(NPV_{\omega(i)} - K_1\right), 0\right]}{m}$$

$$= \frac{\left(\left(58{,}117 - 57{,}716\right) + \left(56{,}749 - 57{,}716\right) + \left(57{,}644 - 57{,}716\right) + \ldots + \left(57{,}659 - 57{,}716\right)\right)}{50{,}000}$$

$$= \left(\frac{401.08 + 0 + 0 + \ldots + 0}{50{,}000}\right) = 432.24 \text{ ล้านบาท}$$

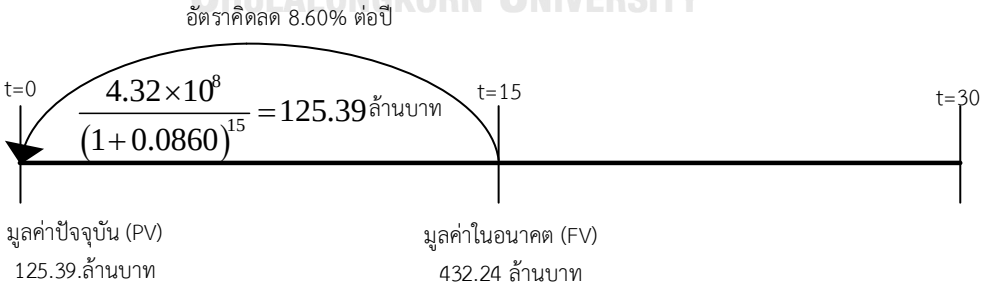
โดย $NPV_{\omega(i)}$ = รายได้รวมสุทธิ ณ ปีที่ 15 ของเอกชนในสัญญา PPP Gross Cost ระหว่างปีที่ 16 ถึงปีที่ 30 ของการสุ่มครั้งที่ $\omega(i)$, K_1 = ราคาใช้สิทธิที่กำหนดโดยรัฐบาลในสัญญาฉบับที่ 2 และ m คือ จำนวนครั้งในการสุ่ม โดย $m = 50{,}000$

คำนวณมูลค่าของสิทธิในปีที่ 15 ให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ($V_{1,t=0}$) ได้ดังนี้

$$V_{1,t=0} = \frac{V_{1,t=15}}{(1+r)^{15}} = \frac{4.32 \times 10^8}{\left(1+0.0860\right)^{15}} = \quad 125.39 \text{ ล้านบาท}$$

ดังนั้นจะได้ว่า มูลค่ายุติธรรมของสิทธิในการต่อขยายสัญญา (Option value) ของสัญญาแรก ซึ่งมีระยะเวลาจากปีที่ 1 ถึงปีที่ 15 มีค่าประมาณ 125.39 ล้านบาท ดังแสดงในภาพที่ 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



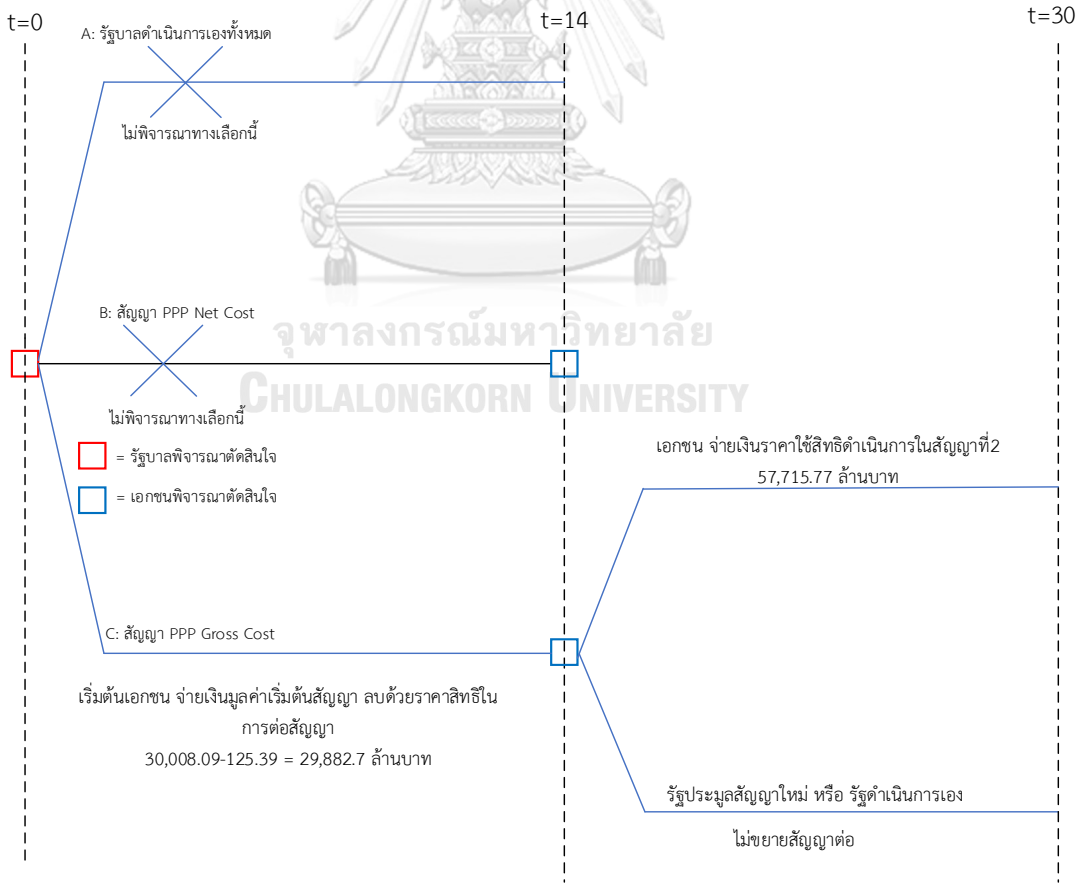
รูปที่ 56 แสดงการปรับมูลค่าในอนาคตกลับมาเป็นมูลค่าปัจจุบัน

สรุปผลการคำนวณมูลค่าสัญญา และราคาของสิทธิในการต่อสัญญา ที่ใช้ในแต่ละช่วงสัญญาเป็นดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 สรุปมูลค่าสัญญาและราคาของสิทธิในการต่อสัญญาในแต่ละช่วงสัญญา

อายุของสัญญา	มูลค่าสัญญาแรกและราคาใช้สิทธิที่กำหนดโดยรัฐบาล (ล้านบาท)	มูลค่าของสิทธิในการต่อสัญญาของเอกชน (ล้านบาท)
สัญญาที่ 1 (ปีที่ 1-15 ปี)	30,008	125.39
สัญญาที่ 2 (ปีที่ 16-30 ปี)	57,715	

จากผลการศึกษา สรุปเป็นแผนภาพการตัดสินใจได้ดังแสดงในรูปที่ 52



รูปที่ 57 แผนภาพสรุปแนวทางการตัดสินใจการใช้สิทธิในการต่อสัญญาสัมปทาน

4.7 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ กรณีมีออปชันและไม่มีออปชัน

กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost คำนวณด้วยวิธี DMA รายได้สุทธิของรัฐเป็นดังตารางที่ 16 ดังนี้

ตารางที่ 16 รายได้สุทธิของรัฐ กรณีไม่ใช้เรียลออปชัน

ช่วงระยะเวลาสัญญา	NPV รายได้รัฐ (ล้านบาท)
1-15 ปี	54,403
16-30 ปี	20,595
มูลค่ารวม	74,998

ถัดมารายได้สุทธิของเอกชนกรณี ใช้เรียลออปชัน ในการต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี เอกชนพิจารณาต่อสัญญา ดังตารางที่ 17 แสดงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 17 รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้เรียลออปชัน เอกชนพิจารณาต่อสัญญา

ช่วงระยะเวลาสัญญา	NPV รายได้รัฐ (ล้านบาท)
1-15 ปี	54,528
16-30 ปี	20,595
มูลค่ารวม	75,123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต่อมากรณีใช้เรียลออปชัน แล้วเอกชนไม่พิจารณาต่อสัญญา รัฐต้องมาดำเนินการเองในปีที่ 16-30 เป็นดังแสดงในตารางที่ 18 ต่อไปนี้

ตารางที่ 18 รายได้สุทธิของรัฐ กรณีใช้เรียลออปชัน เอกชนไม่พิจารณาต่อสัญญา

ช่วงระยะเวลาสัญญา	NPV รายได้รัฐ (ล้านบาท)
1-15 ปี	54,528
16-30 ปี	15,523
มูลค่ารวม	70,051

จากตารางที่ 16,17 และ 18 พบว่าหากรัฐดำเนินการโดยไม่ใช้เรียลออปชัน รัฐจะต้องจ่ายเงินให้เอกชนมากกว่ากรณีใช้เรียลออปชันประมาณ 125.39 ล้านบาท ในกรณีเอกชนต่อสัญญา แต่ถ้าเอกชนพิจารณาไม่ต่อสัญญา แล้วรัฐมาดำเนินการต่อเอง พบว่า รายได้สุทธิของรัฐจะน้อยกว่ารัฐไม่ใช้เรียลออปชัน หรือ เอกชนพิจารณาต่อสัญญา ประมาณ 5,072 ล้านบาท

4.8 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของสัญญาตามระยะเวลาการต่ออายุสัญญาสัมปทานในกรณีต่าง ๆ

4.8.1 เปรียบเทียบการต่ออายุสัญญากรณี 5 ปี 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี

จากผลการวิเคราะห์ รายได้สุทธิด้วยวิธี DMA ภายหลังอายุสัญญาสัมปทานสิ้นสุดลง โดยแบ่งเป็นกรณีการต่ออายุสัญญาสัมปทาน 5 ปี 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี ทั้งสามทางเลือก ผลที่ได้มีดังตารางที่ 16-21 ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 19 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 5 ปี

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 5 ปี			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	9,122	13,683	22,805
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	3,968	13,020	16,988
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	2,598	20,102	22,699

ตารางที่ 20 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 10 ปี

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 10 ปี			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	16,035	24,053	40,088
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	7,404	23,600	31,004
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	5,014	36,229	41,243

ตารางที่ 21 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 15 ปี

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 15 ปี			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	20,607	30,910	51,517
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	10,051	32,112	42,163
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	7,241	47,162	54,403

ตารางที่ 22 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 20 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 20 ปี			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	23,880	35,820	59,700
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	12,304	38,992	51,296
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	9,279	55,348	64,628

ตารางที่ 23 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 25 ปี

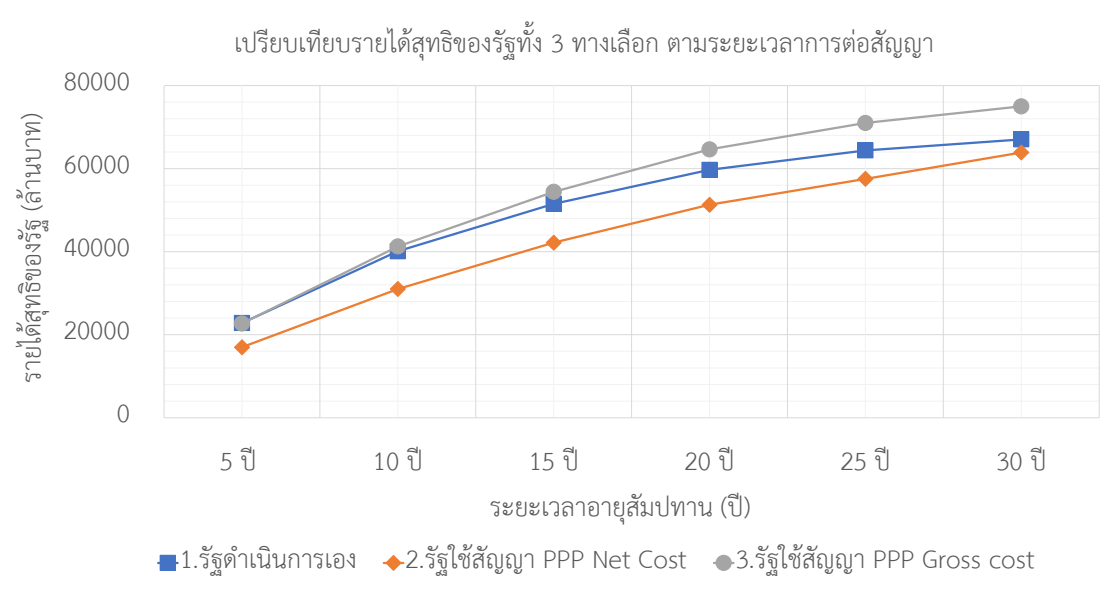
ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณีต่อสัญญา 25 ปี			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	25,754	38,632	64,386
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	13,220	44,315	57,534
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	11,098	59,896	70,994

ตารางที่ 24 ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณี 30 ปี

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) กรณี 30 ปี			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	26,816	40,224	67,040
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	15,579	48,310	63,889
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	12,676	62,322	74,998

จากตารางที่ 19-24 สามารถนำผลการคำนวณรายได้สุทธิของรัฐ มาพล็อตค่าเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 58 แสดงดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 58 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ตามระยะเวลาการต่อสัญญา

จากรูปที่ 58 จะแสดงให้เห็นว่า สัญญา PPP Gross Cost จะได้รับผลตอบแทนหรือรายได้สุทธิ ให้กับรัฐ ได้มากกว่า รัฐดำเนินการเอง และ สัญญา PPP Net Cost กรณีของระยะเวลาการต่อสัญญา 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี ส่วนกรณี รัฐดำเนินการเอง จะได้รายได้สุทธิ มากที่สุดในกรณีรัฐต่ออายุสัญญาออกไป 5 ปี และจะน้อยกว่า PPP Gross Cost กรณีต่ออายุสัญญา 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี แต่จะมากกว่า กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost ในทุกช่วงการต่ออายุสัญญา

4.8.2 เปรียบเทียบรายได้สุทธิกรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี

เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือกภายหลังสิ้นสุดสัญญา กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นดังตารางที่ 25-30

ตารางที่ 25 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 1

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 5 ปี ครั้งที่ 1			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	9,122	13,683	22,805
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	3,968	13,020	16,988
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	2,598	20,102	22,699

ตารางที่ 26 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 2

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 5 ปี ครั้งที่ 2			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	6,913	10,370	17,283
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	3,436	10,580	14,016
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	2,416	16,128	18,544

ตารางที่ 27 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 3

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 5 ปี ครั้งที่ 3			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	4,572	6,857	11,429
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	2,647	8,512	11,159
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	2,227	10,933	13,160

ตารางที่ 28 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 4

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 5 ปี ครั้งที่ 4			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	3,273	4,910	8,183
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	2,253	6,880	9,133
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	2,038	8,186	10,225

CHULALONGKORN UNIVERSITY

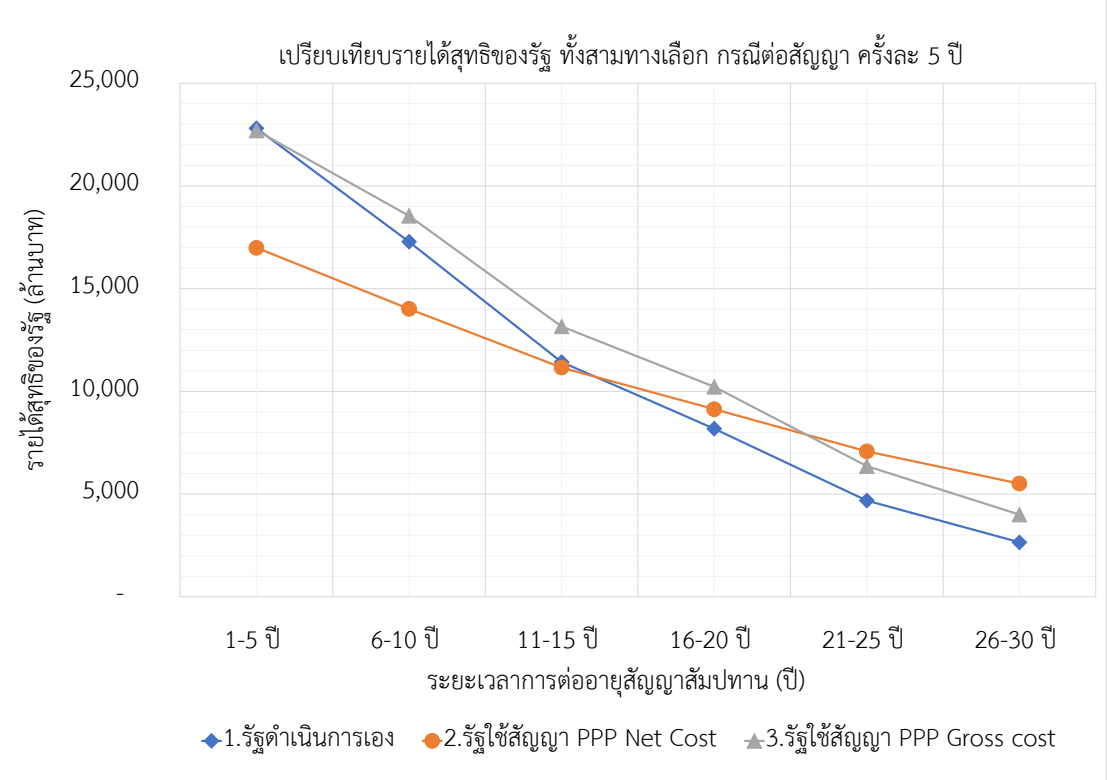
ตารางที่ 29 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 5

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 5 ปี ครั้งที่ 5			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	1,875	2,812	4,686
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	1,756	5,323	7,079
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	1,818	4,547	6,366

ตารางที่ 30 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ครั้งที่ 6

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 5 ปี ครั้งที่ 6			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	1,062	1,592	2,654
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	1,518	3,995	5,513
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	1,578	2,426	4,004

จากผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 25-30 สามารถสรุปนำมาแสดงได้เป็น กราฟ ดังรูปที่ 59 แสดงดังต่อไปนี้



รูปที่ 59 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 5 ปี

จากรูปที่ 59 แสดงให้เห็นว่าสัญญา 5 ปี แรกรัฐดำเนินการเองได้ผลตอบแทนมากที่สุด ถัดมาสัญญาที่ 2,3,4 รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Gross Cost จะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด ส่วนสัญญา

ช่วงที่ 5,6 แสดงให้เห็นว่า รัฐควรดำเนินการตามสัญญา PPP Net Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด

4.8.3 เปรียบเทียบรายได้สุทธิกรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี

เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือกภายหลังสิ้นสุดสัญญา กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นดังตารางที่ 31-33

ตารางที่ 31 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ครั้งที่ 1

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 10 ปี ครั้งที่ 1			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	16,035	24,053	40,088
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	7,404	23,600	31,004
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	5,014	36,229	41,243

ตารางที่ 32 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ครั้งที่ 2

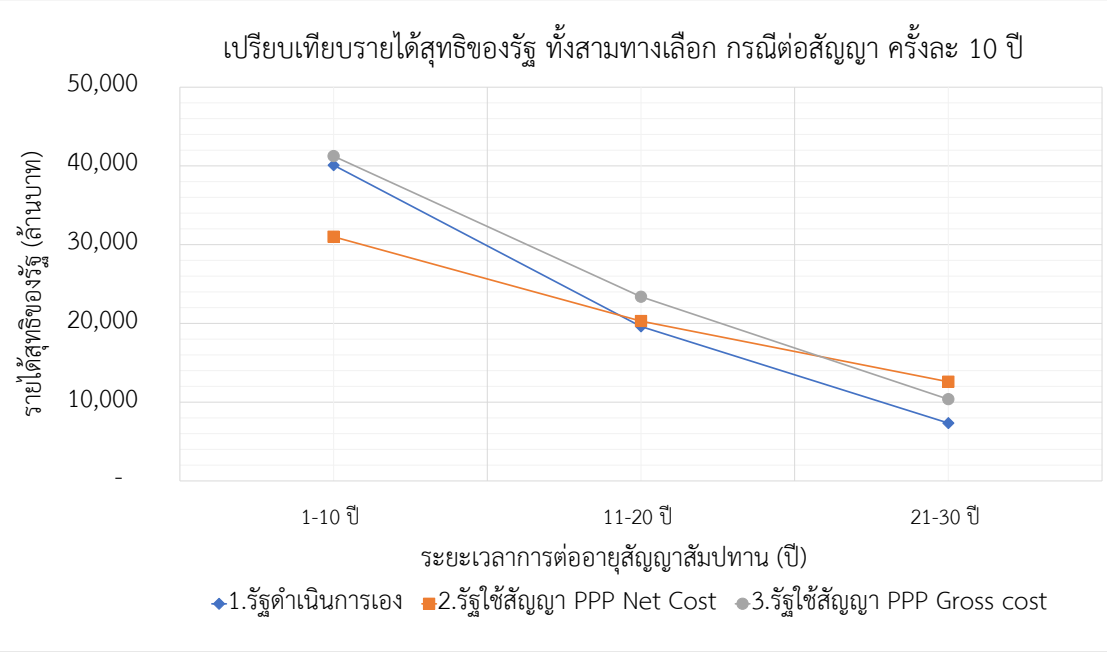
ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 10 ปี ครั้งที่ 2			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	7,845	11,767	19,612
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	4,900	15,392	20,292
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	4,265	19,119	23,384

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 33 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ครั้งที่ 3

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 10 ปี ครั้งที่ 3			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	2,936	4,404	7,340
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	3,273	9,318	12,591
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	3,396	6,974	10,370

จากผลการวิเคราะห์ กรณีต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี จากตารางที่ 31-33 สามารถนำมาสรุปได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 60 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 10 ปี

จากรูปที่ 60 พบว่ารายได้สุทธิในช่วง 10 ปีแรก ทางเลือกรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost ทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด รองลงมา รัฐดำเนินการเอง และ รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost ตามลำดับ กรณีต่อสัญญาที่สอง อีก 10 ปี พบว่าทางเลือกรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost ทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิ มากที่สุดรองลงมาคือรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost และ รัฐดำเนินการเองได้รับรายได้สุทธิน้อยที่สุด ในช่วงที่ 3 การต่อสัญญา 10 ปีสุดท้าย พบว่า รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost ทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด รองลงมารัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost และ รัฐดำเนินการเองจะได้รับรายได้สุทธิน้อยที่สุด

4.8.4 เปรียบเทียบรายได้สุทธิกรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี

เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือกภายหลังสิ้นสุดสัญญา กรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นดังตารางที่

ตารางที่ 34 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ครั้งที่ 1

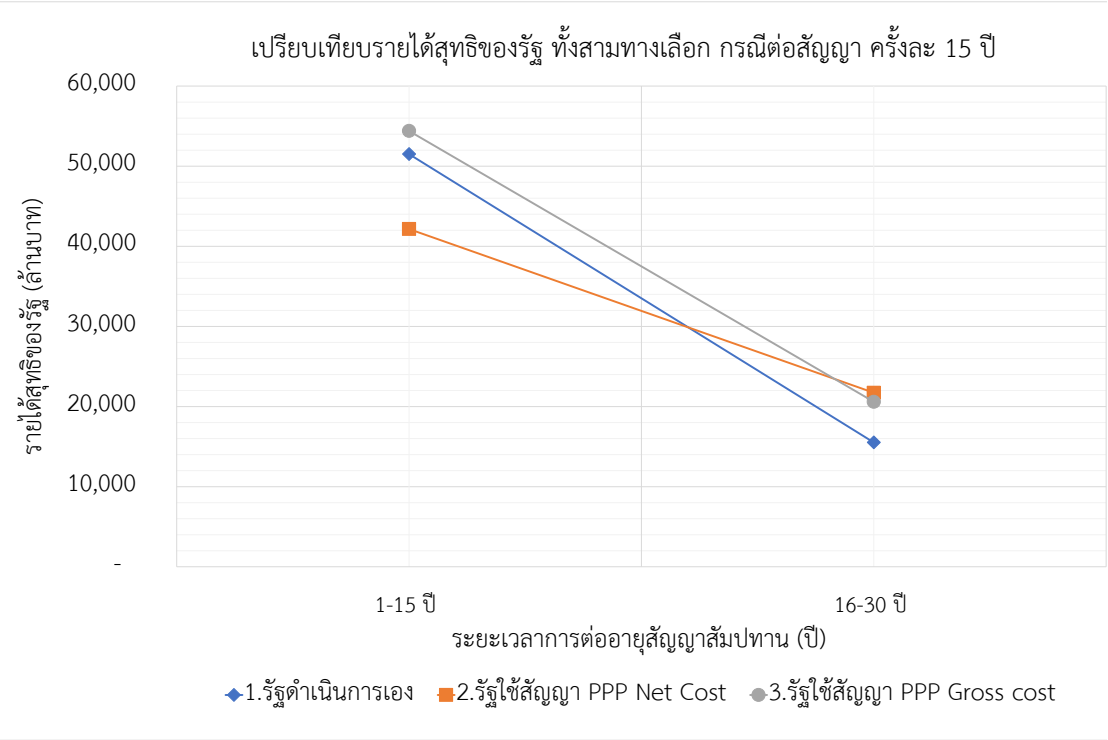
ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 15 ปี ครั้งที่ 1			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	20,607	30,910	51,517
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	10,051	32,112	42,163
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	7,241	47,162	54,403

ตารางที่ 35 ผลการคำนวณรายได้สุทธิทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ครั้งที่ 2

ผลการการคำนวณค่า NPV ที่ได้จากวิธี Deterministic Model (หน่วย/ล้านบาท) สัญญาละ 15 ปี ครั้งที่ 2			
รายละเอียด	กำไรส่งเข้ากระทรวงการคลัง [1]	กำไร กทพ.[2]	รวมกำไรรัฐบาล [1]+[2]=[3]
1.รัฐบาลดำเนินการเอง	6,209	9,314	15,523
2.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Net Cost	5,524	16,198	21,722
3.รัฐบาลใช้สัญญา PPP Gross cost	5,435	15,160	20,595

จากผลการวิเคราะห์ กรณีต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี จากตารางที่ 34-35 สามารถนำมาสรุปได้ดังรูปต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 61 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 15 ปี

ผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 61 พบว่า สัญญา 15 ปี ช่วงที่ 1 กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด รองลงมาคือ รัฐดำเนินการเอง และ รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้น้อยที่สุด ส่วนสัญญา 15 ปี ช่วงที่ 2 พบว่ารัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด รองลงมาคือสัญญา PPP Gross Cost และน้อยที่สุดคือ รัฐดำเนินการเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.6 สรุป

จากเนื้อหาทั้งหมดที่ได้นำเสนอมาแล้ว สรุปผลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

- การศึกษานี้ใช้โครงการทางด่วนขั้นที่ 2 เป็นโครงการกรณีศึกษา
- เลือกวิธีการพยากรณ์ตัวแปรเสี่ยงโครงการ ซึ่งได้แก่ ปริมาณจราจร และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลรักษา 3 วิธี ดังนี้ (1) Double Moving Average (DMA) (2) Standard Normal Probability Distribution และ (3) Geometric Brownian Motion (GBM) เพื่อ

เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ และผลการคำนวณผลตอบแทนทางการเงินที่เกิดจากการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน

- วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของทั้งสามทางเลือกภายหลังสิ้นสุดสัญญา ซึ่งได้แก่ (1) กรณีรัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด (2) กรณีดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost และ (3) กรณีดำเนินการด้วยสัญญา PPP Gross Cost ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า หน่วยงานของรัฐที่เป็นเจ้าของโครงการ (กทพ.) ควรเลือกแนวทางที่ (3) นั่นคือให้เอกชนบริหารโครงการในรูปแบบของสัญญา PPP Gross Cost ทั้งนี้ เนื่องจากรัฐ (กทพ. + กระทรวงการคลัง) มีโอกาสได้ผลตอบแทนมากที่สุด นอกจากนี้แล้วยังสามารถลดความเสี่ยงของรายได้และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ด้วย
- ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อศึกษาตัวแปรความเสี่ยง (Risk variable) ด้านปริมาณจราจร (Traffic volume) พบว่าปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อรายได้สุทธิของโครงการมากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณจราจรสาย D และ C ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operation and maintenance cost) พบว่า งานจัดเก็บค่าผ่านทาง มีผลกระทบต่อรายได้สุทธิของโครงการ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ งานบำรุงรักษา งานกู้ภัยและจัดการจราจร และ งานบริหารส่วนกลาง ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของอัตราคิดลด พบว่าอัตราคิดลด ลดลงรายได้สุทธิจะมากขึ้น และ อัตราคิดลดเพิ่มขึ้น รายได้สุทธิจะลดลง อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงนั้นโอกาสที่ปริมาณจราจรสาย A-B ซึ่งเป็นทางจากพระรามเก้าไปประชาชื่น และพญาไทไปบางโคล่ จะลดลงเกิดขึ้นได้น้อยมาก ๆ ยกเว้นกรณีถ้าหากรัฐบาลดำเนินการขนส่งสาธารณะที่สมบูรณ์และประชาชนปรับเปลี่ยนวิธีการเดินทางใหม่มาใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ (Public mass transit) ซึ่งอาจทำให้มีโอกาสปริมาณจราจรในสาย A-B ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ
- ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการต่อสัญญาโครงการ ในกรณี ต่อสัญญา 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี พบว่า รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Gross Cost ได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ รัฐดำเนินการเอง และ รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost ส่วน รัฐดำเนินการเองจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด กรณีต่อสัญญาออกไป 5 ปี และ รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost รัฐจะได้รับรายได้น้อยที่สุดในทุกกรณีการต่อสัญญา
- การเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ กรณีมีเรียลออปชันและไม่มีเรียลออปชัน พบว่ากรณีมีเรียลออปชันรัฐจ่ายเงินให้เอกชน น้อยกว่ากรณีไม่มีเรียลออปชันประมาณ 125.39 ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และในกรณีที่เอกชนไม่พิจารณาต่อสัญญาปีที่ 16-30 แล้วรัฐมาดำเนินการเองพบว่า รัฐได้รับรายได้น้อยกว่ากรณีไม่มีเรียลออปชัน และ เอกชนต่อสัญญา ประมาณ 5,072 ล้านบาท

- การต่อสัญญาออกไปครั้งละ 5 ปีพบว่าช่วงที่ 1 รัฐดำเนินการเองได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด ส่วนช่วงที่ 2-3-4 รัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด และช่วงที่ 5-6 รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด ถัดมาการต่อสัญญาออกไปครั้งละ 10 ปีพบว่าช่วงที่ 1-2 รัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost ได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด และช่วงที่ 3 รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด จากนั้นการต่อสัญญาออกไปครั้งละ 15 ปี พบว่าช่วงที่ 1 รัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost จะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด และ ช่วงที่ 2 รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด
- สำหรับข้อเสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยงโครงการ ในการศึกษานี้ใช้สัญญาระยะสั้นช่วงละ 15 ปี แทนการขยายสัญญาครั้งเดียว 30 ปี โดยในสัญญาระยะสั้นนี้ได้ให้สิทธิเอกชนในการพิจารณาตัดสินใจต่อขยายสัญญาได้ ซึ่งเพิ่มความยืดหยุ่นในการตัดสินใจให้กับเอกชนและรัฐเองก็ทราบผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับล่วงหน้า โดยในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีเรียลออปชันในการประเมินมูลค่าของสิทธิในการต่อขยายสัญญา โดยมูลค่าสิทธิสำหรับสัญญาที่ 1 ช่วงปีที่ 1-15 มีมูลค่าประมาณ 125.39 ล้านบาท โดยรัฐสามารถนำมูลค่าสิทธิที่ประเมินได้ในการศึกษานี้ไปลบกับมูลค่าสัญญาต่อไป

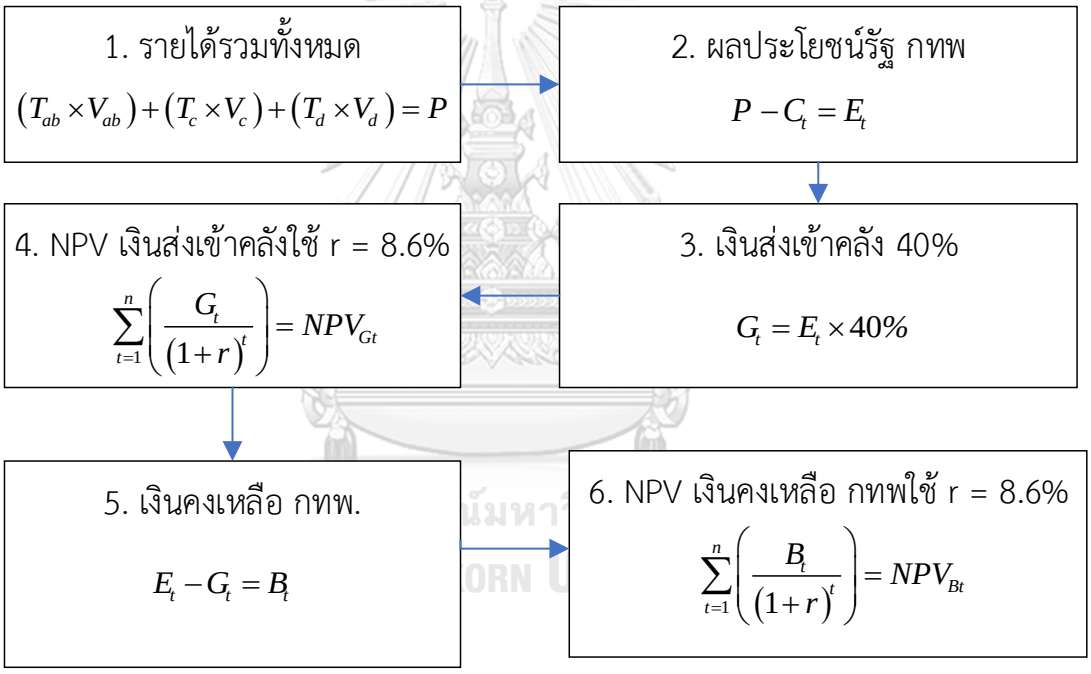
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

การอภิปรายและสรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปแบบจำลองทางการเงินของโครงการ

ในงานวิจัยนี้มีแบบจำลองทางการเงินอยู่ 3 กรณี กรณีที่ 1 รัฐดำเนินการเอง กรณีที่ 2 รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost และ กรณีที่ 3 รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Gross Cost โดยมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 62 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 62 แบบจำลองทางการเงิน กรณีรัฐดำเนินการเอง

โดย T_{ab}, T_c, T_d = ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย A-B, C, D

C_t = ค่าดำเนินการของโครงการ

V_{ab}, V_c, V_d = ปริมาณจราจรสาย A-B, C, D

$r = 8.6\%$ = อัตราคิดลดที่ปรับให้เหมาะสมกับความเสี่ยงของต้นทุนเงินทุนของรัฐ (Risk Adjusted Cost of Capital) ซึ่งอ้างอิงจาก Final

Report - Strategic Intercity Motorway Network Project - TA7483 ซึ่งเป็นการศึกษาของธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) ดำเนินการให้กรมทางหลวง ปี 2556 Premium (MRP) โดย สคร. เมื่อ มีนาคม 2561)

ซึ่งจะได้สมการ NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลัง

$$NPV_{Gt} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left(\left(\left(T_{ab} \times V_{ab}\right) + \left(T_c \times V_c\right) + \left(T_d \times V_d\right) - C_t\right) \times 40\%\right)}{\left(1 + 0.086\right)^t}$$

โดย NPV_{Gt} = NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลัง

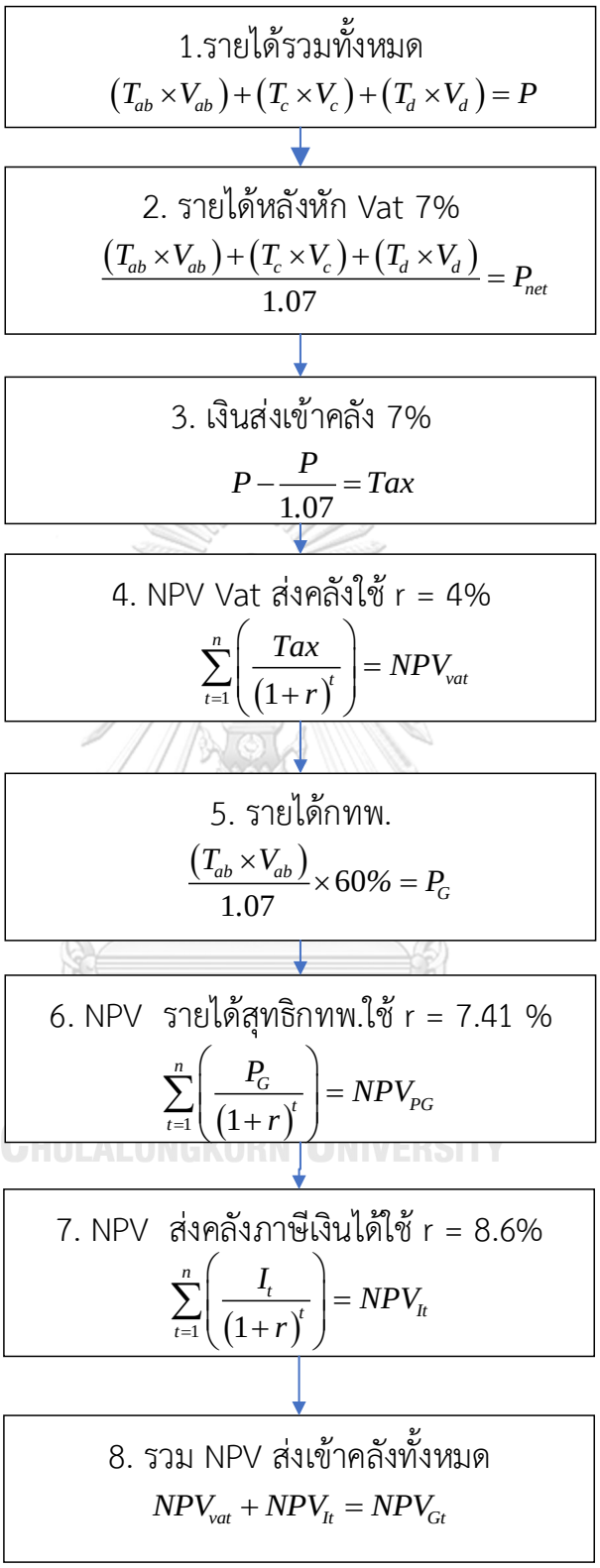
และสมการ NPV รายได้สุทธิ กทพ.

$$NPV_{Bt} = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\left(P - C_t\right) - \left(E_t \times 40\%\right)}{\left(1 + 0.086\right)^t} \right)$$

โดย NPV_{Bt} = NPV รายได้สุทธิของ กทพ.

จากรูปที่ 62 พบว่าแบบจำลองของทางการเงินรัฐดำเนินการเองนั้นไม่มีการเก็บภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (Value Added Tax , Vat) และรายได้สุทธิเข้าคลัง NPV_{Gt} ใช้อัตราคิดลดเท่ากับ 8.60% เพราะเป็นเงินที่มีความเสี่ยงเนื่องจากมีการหักค่าดำเนินการไปแล้วซึ่งเหมือนกับ NPV_{Bt} ที่ใช้ค่าอัตราคิดลด 8.60% เช่นเดียวกันเนื่องจากมีความเสี่ยงจากการบริหารจัดการเองทั้งหมดด้วย

ขั้นตอนการคิดรายได้สุทธิของรัฐตามสัญญา PPP Net Cost แสดงดังรูปที่ 63



รูปที่ 63 แบบจำลองทางการเงินของรัฐ กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost

โดย D_t = ค่าเสื่อมราคาต่อปีของโครงการ (ในงานวิจัยนี้ใช้ 215 ล้านบาท/ปี)

$r = 7.41\%$ = อัตราคิดลดของ กทพ. (กำหนด Risk Free Rate (Rf) และ Market Risk Premium (MRP) โดย สคร. เมื่อเดือนมีนาคม 2561)

$r = 4\%$ = อัตราคิดลดอ้างอิงจากอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรระยะยาว

ซึ่งจะได้สมการ NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลังทั้งหมด

$$NPV_{Gt} = \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{\left(\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)+\left(T_c\times V_c\right)+\left(T_d\times V_d\right)-\left(\frac{\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)+\left(T_c\times V_c\right)+\left(T_d\times V_d\right)}{1.07}\right)\right)}{\left(1+1.04\right)^t}\right)$$

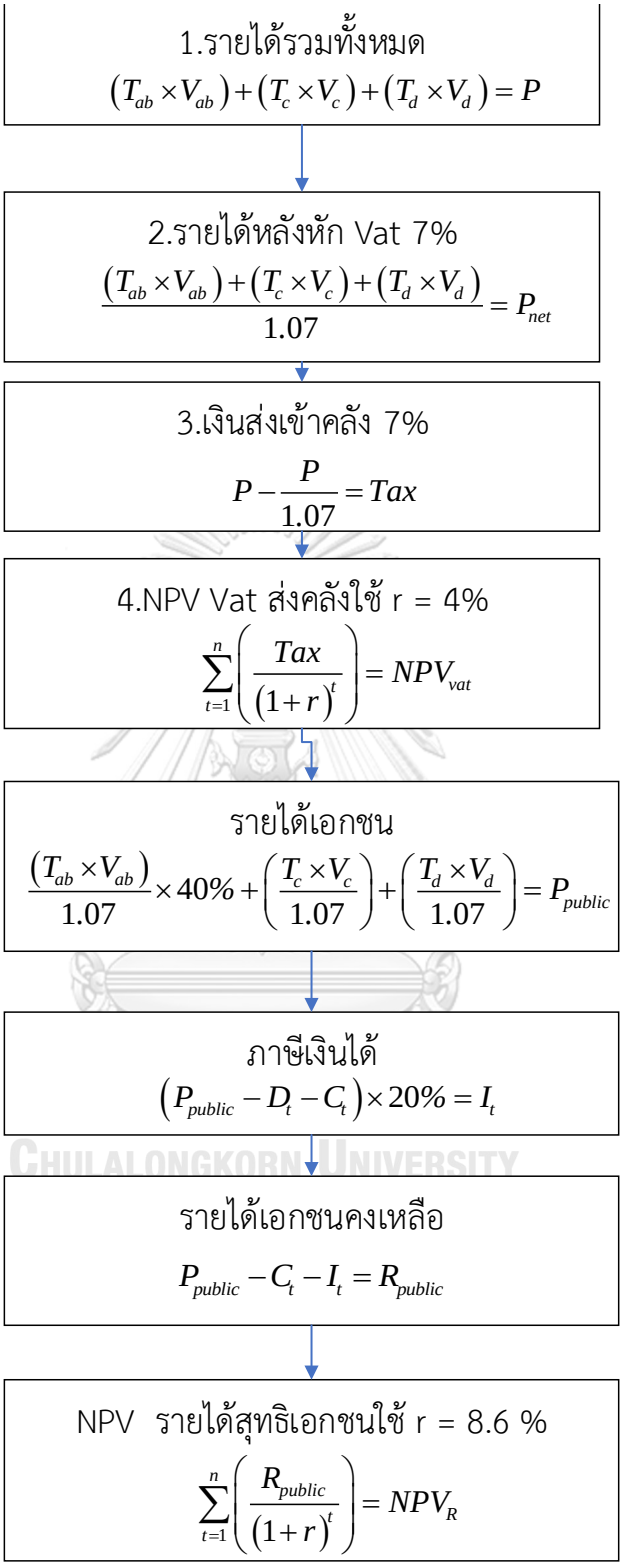
$$+\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{\left(\left(\left(\frac{\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)}{1.07}*40\%+\left(\frac{T_c\times V_c}{1.07}\right)+\left(\frac{T_d\times V_d}{1.07}\right)\right)-D_t-C_t\right)\times 20\%\right)}{\left(1+1.086\right)^t}\right)$$

และสมการ NPV รายได้สุทธิ กทพ.

$$NPV_{PG} = \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{\frac{\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)}{1.07}\times 60\%}{\left(1+1.0741\right)^t}\right)$$

จากรูปที่ 63 พบว่าในงานวิจัยนี้จะใช้ค่า Vat 7% ซึ่งอ้างอิงจากประมวลกฎหมายรัษฎากร แล้วแสดงให้เห็นว่า NPV_{vat} ใช้อัตราคิดลด 4% เพราะเป็นเงินที่ไม่มีความเสี่ยงมาจากการหักรายได้ตอนเริ่มต้น โดยรัฐบาลจะได้รายได้จากค่าผ่านทางเฉพาะสาย A-B 60% เท่านั้น ส่วน NPV_{PG} รายได้สุทธิของ กทพ. ใช้อัตราคิดลด 7.41% และ NPV_{It} ส่งเงินภาษีเงินได้เข้าคลังใช้อัตราคิดลด 8.60% เพราะมีความเสี่ยงจาก รายได้เอกชนหักค่าดำเนินการเรียบร้อยแล้วด้วย

ขั้นตอนการคิดรายได้สุทธิของเอกชนตามสัญญา PPP Net Cost แสดงดังรูปที่ 64



รูปที่ 64 แบบจำลองทางการเงินของเอกชน กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Net Cost

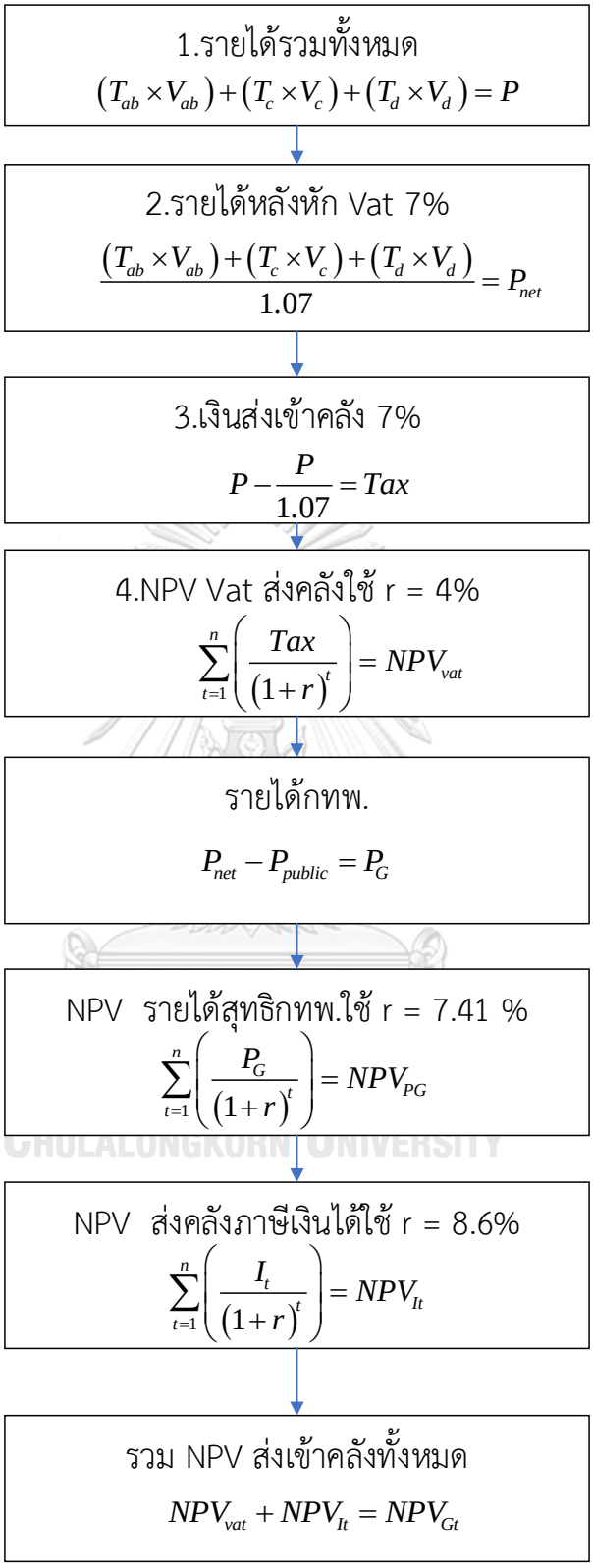
สมการ NPV รายได้สุทธิเอกชน

$$NPV_R = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left(\left(\left(\frac{(T_{ab} \times V_{ab})}{1.07} * 40\% + \left(\frac{T_c \times V_c}{1.07} \right) + \left(\frac{T_d \times V_d}{1.07} \right) \right) - C_t - \left(\left(\left(\left(\frac{(T_{ab} \times V_{ab})}{1.07} * 40\% + \left(\frac{T_c \times V_c}{1.07} \right) + \left(\frac{T_d \times V_d}{1.07} \right) \right) - D_t - C_t \right) \times 20\% \right) \right) \right)}{(1+1.086)^t}$$

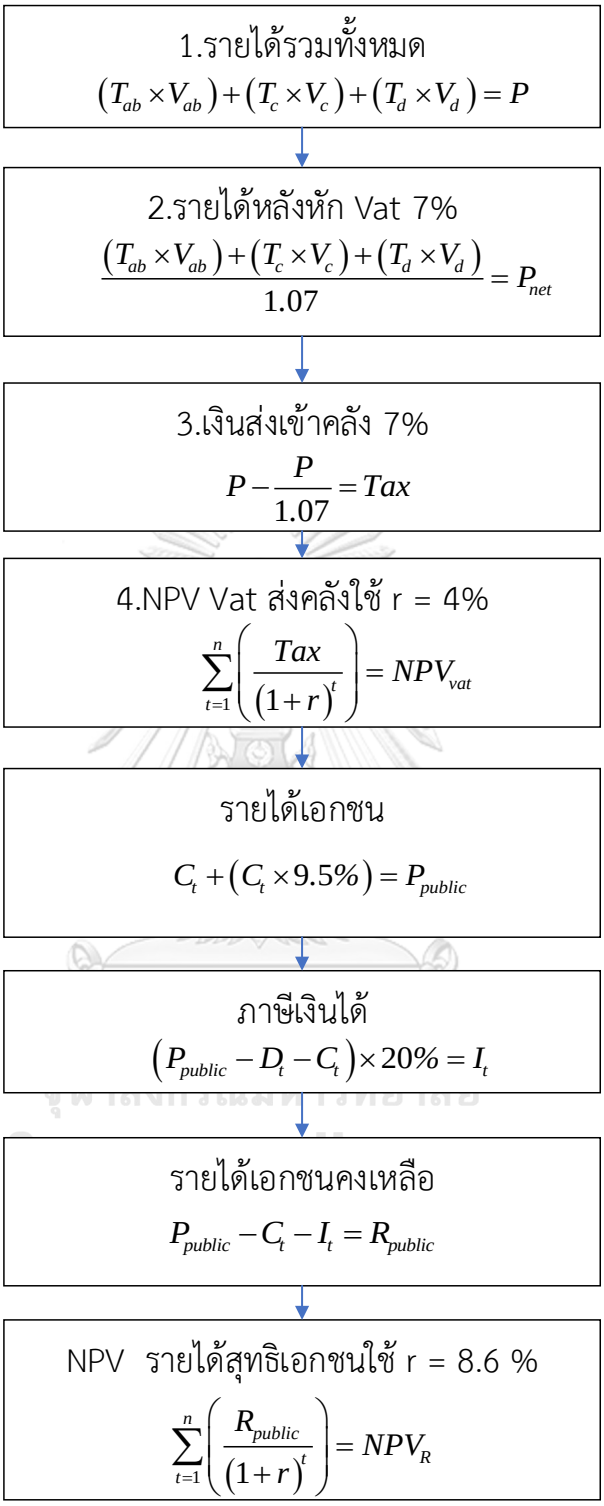
จากรูปที่ 64 พบว่าเอกชนจะได้ส่วนแบ่งรายได้จากค่าผ่านทางสาย A-B 40% และค่าผ่านทางของสาย C และ สาย D ทั้งหมด ส่วนอัตราภาษีเงินได้ 20% จะเก็บจากกำไรของเอกชนหลังหักค่าดำเนินการ กับค่าเสื่อมของโครงการแล้ว ส่วน NPV_R รายได้สุทธิของเอกชนใช้อัตราคิดลด 8.60% เท่ากับ NPV_{It} ส่งภาษีเงินได้เข้าคลังเช่นกัน

ขั้นตอนการคิดรายได้สุทธิของรัฐและเอกชนตามสัญญา PPP Gross Cost แสดงดังรูปที่ 65-66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 65 แบบจำลองทางการเงินของรัฐ กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost



รูปที่ 66 แบบจำลองทางการเงินของเอกชน กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost

จากรูปที่ 65-66 ขั้นตอนการวิเคราะห์ PPP Gross Cost จะคิดเหมือน PPP Net Cost ทุกอย่างต่างกันตรงการแบ่งรายได้ให้เอกชน PPP Gross Cost แบ่งรายได้ให้เอกชนจากค่าดำเนินการบวกเพิ่มให้อีก 9.5% แล้วให้เอกชนไปบริหารจัดการ ซึ่งวิธี PPP Gross Cost นี้เอกชนจะไม่ได้รับความเสี่ยงด้านรายได้ เหมือน PPP Net Cost รัฐบาลจะรับความเสี่ยงด้านรายได้ทั้งหมด
ซึ่งจะได้สมการ NPV รายได้สุทธิส่งเข้าคลังทั้งหมด

$$NPV_{Gt} = \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{\left(\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)+\left(T_c\times V_c\right)+\left(T_d\times V_d\right)-\left(\frac{\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)+\left(T_c\times V_c\right)+\left(T_d\times V_d\right)}{1.07}\right)\right)}{\left(1+1.04\right)^t}\right)$$

$$+\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{\left(P_{public}-D_t-C_t\right)\times 20\%}{\left(1+1.086\right)^t}\right)$$

และสมการ NPV รายได้สุทธิ กทพ.

$$NPV_{PG} = \sum_{t=1}^{n}\frac{\frac{\left(T_{ab}\times V_{ab}\right)+\left(T_c\times V_c\right)+\left(T_d\times V_d\right)}{1.07}-C_t+\left(C_t\times 9.5\%\right)}{\left(1+1.086\right)^t}$$

สมการ NPV รายได้สุทธิ เอกชน

$$NPV_R = \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{C_t+\left(C_t\times 9.5\%\right)-C_t-\left(\left(P_{public}-D_t-C_t\right)\times 20\%\right)}{\left(1+1.086\right)^t}\right)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 เปรียบเทียบผลตอบแทนโครงการในแต่ละแนวทางการบริหารโครงการ

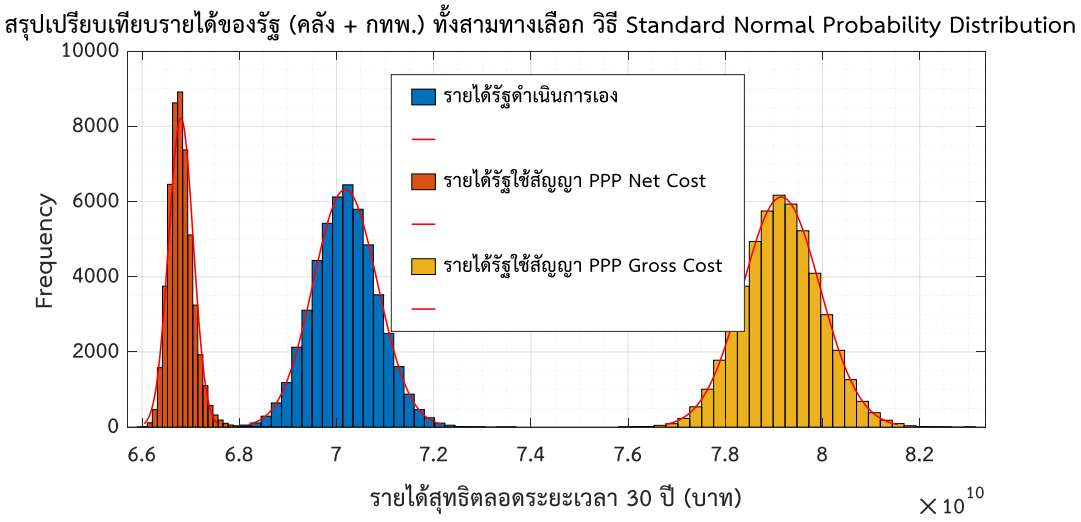
การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของโครงการของรัฐและเอกชน จากการใช้วิธีการพยากรณ์ของตัวแปรเสี่ยงในการดำเนินงานที่สำคัญ ซึ่งได้แก่ รายได้จากการดำเนินงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน วิธีการพยากรณ์ดังกล่าวได้แก่ 1. Double Moving Average (DMA) 2. Standard Normal Probability Distribution และ 3. Geometric Brownian Motion (GBM) โดยผลการศึกษาผลตอบแทนทางการเงินเป็นดังแสดงในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของโครงการในแต่ละทางเลือก (หน่วย: ล้านบาท)

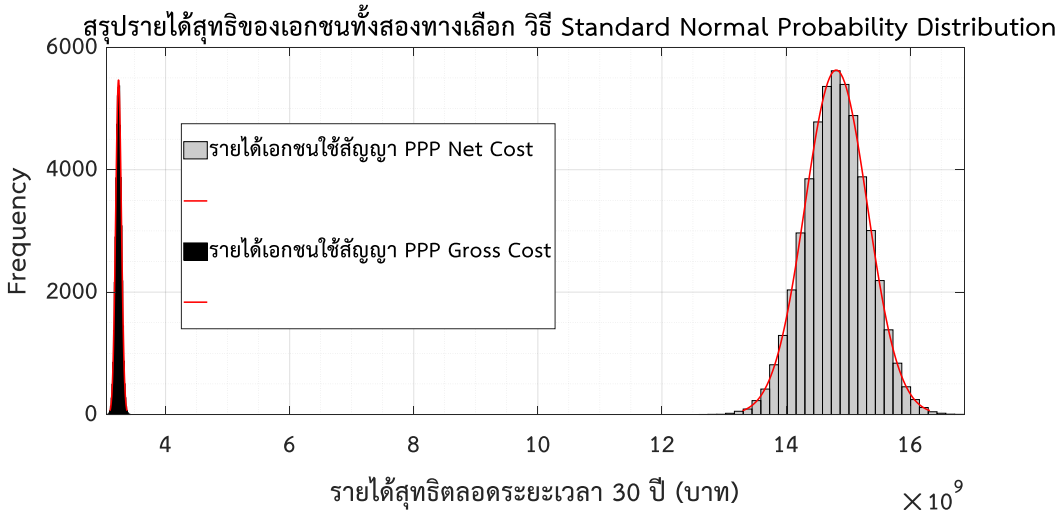
ทางเลือก	ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนทางการเงิน (ล้านบาท)					
	Double Moving Average (DMA)		Standard Normal Probability Distribution		Geometric Brownian Motion	
	(คลัง+กทพ.)	เอกชน	(คลัง+กทพ.)	เอกชน	(คลัง+กทพ.)	เอกชน
1) รัฐบาลดำเนินการเอง	67,040	-	70,182	-	67,696	-
2) สัญญา PPP Net Cost	63,888	14,180	66,800	14,800	65,000	13,700
3) สัญญา PPP Gross Cost	74,998	3,703	79,100	3,240	76,100	3,240

จากตารางที่ 36 พบว่า ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิในแต่ละทางเลือกมีค่าที่แตกต่างกัน โดยไม่ว่าจะใช้วิธีการใดพยากรณ์ ผลการศึกษาเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ รัฐควรเลือกใช้สัญญา PPP Gross Cost ในการทำสัญญากับเอกชน เมื่อสัญญาสัมปทานในปัจจุบันสิ้นสุดลง เนื่องจากเป็นแนวทางที่คาดว่าจะให้ผลตอบแทนทางการเงินกับรัฐสูงที่สุด **ซึ่งจากผลการศึกษาหากรัฐเลือกใช้แนวทางที่ 3 คือใช้สัญญา PPP Gross Cost คาดว่ารัฐจะมีผลตอบแทนทางการเงินสุทธิคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันประมาณ 74,998 – 79,100 ล้านบาท** ผลการศึกษาที่สรุปในตารางที่ 22 และค่าการกระจายตัวของผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวแบบทางการเงินในแต่ละแนวทางโดยใช้วิธี Monte Carlo simulation เป็นดังแสดงในรูปที่ 67-70

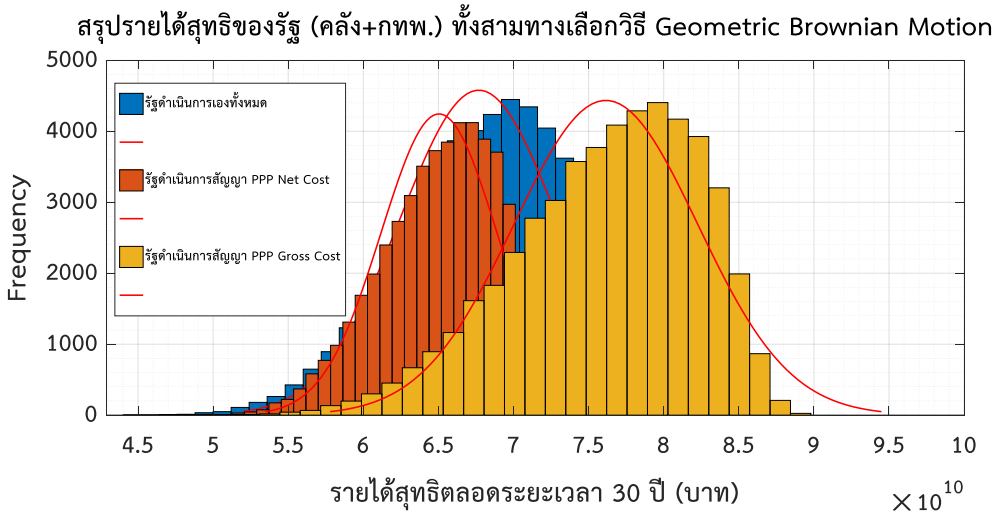
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



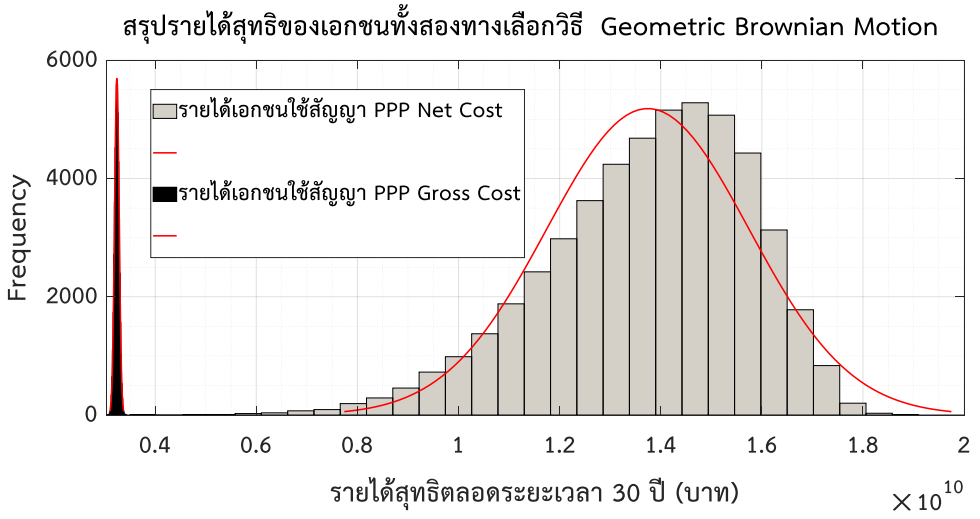
รูปที่ 67 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของรัฐในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Standard Normal Probability ในการพยากรณ์



รูปที่ 68 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Standard Normal Probability ในการพยากรณ์



รูปที่ 69 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของรัฐในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์



รูปที่ 70 สรุปเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนในแต่ละทางเลือกโดยใช้ Geometric Brownian Motion ในการพยากรณ์

เมื่อนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบ ค่าต่ำสุด สูงสุด ของผลตอบแทนทางการเงิน ในแต่ละวิธีการพยากรณ์ เป็นดังแสดงในตารางที่ 37

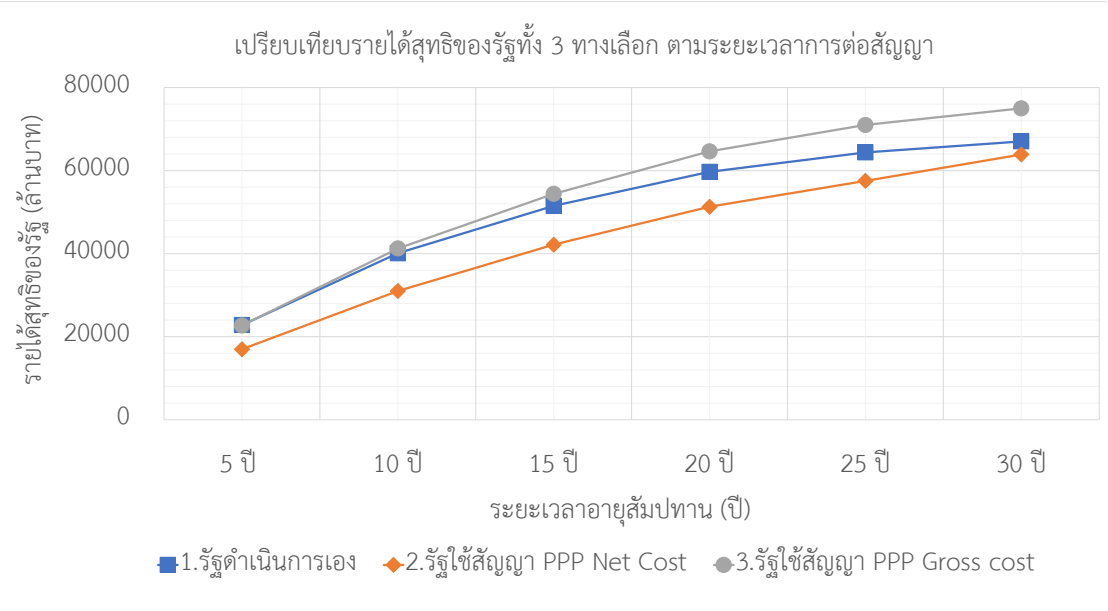
ตารางที่ 37 เปรียบเทียบช่วงการกระจายตัวของผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐ

ทางเลือก	ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐ (ล้านบาท)			
	Standard Normal Probability (คลัง+กทพ.)		Geometric Brownian Motion (คลัง+กทพ.)	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
1) รัฐบาลดำเนินการเอง	67,457	73,685	43,996	79,710
2) สัญญา PPP Net Cost	65,929	68,922	49,205	73,350
3) สัญญา PPP Gross Cost	75,520	82,923	48,150	89,677

จากตารางที่ 37 จะพบว่าการพยากรณ์โดยวิธี Standard Normal Probability กรณีใช้สัญญา PPP Gross Cost การกระจายตัวของผลตอบแทนทางการเงินรอบค่าเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าผลที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้วิธี Geometric Brownian Motion ซึ่งการกระจายตัวรอบค่าเฉลี่ยที่มากของผลตอบแทนทางการเงินแสดงถึงความเสี่ยงที่สูงด้วย ดังนั้นการพยากรณ์โดยวิธี Geometric Brownian Motion น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์สำหรับการศึกษานี้ เนื่องจากในการศึกษานี้ต้องการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่ตามมาจากการตัดสินใจของรัฐในแต่ละแนวทางเลือกในการบริหารโครงการที่สิ้นสุดสัญญาสัมปทาน นอกจากนี้วิธี Geometric Brownian Motion ยังให้ผลการศึกษาที่ใกล้เคียงกับผลการศึกษาที่ได้จากวิธี Double Moving Average (DMA)

ถัดมาเป็นผลการศึกษาการเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ตามระยะเวลาการต่ออายุสัญญาโครงการ กรณี 5 ปี 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี ดังแสดงในรูปที่ 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

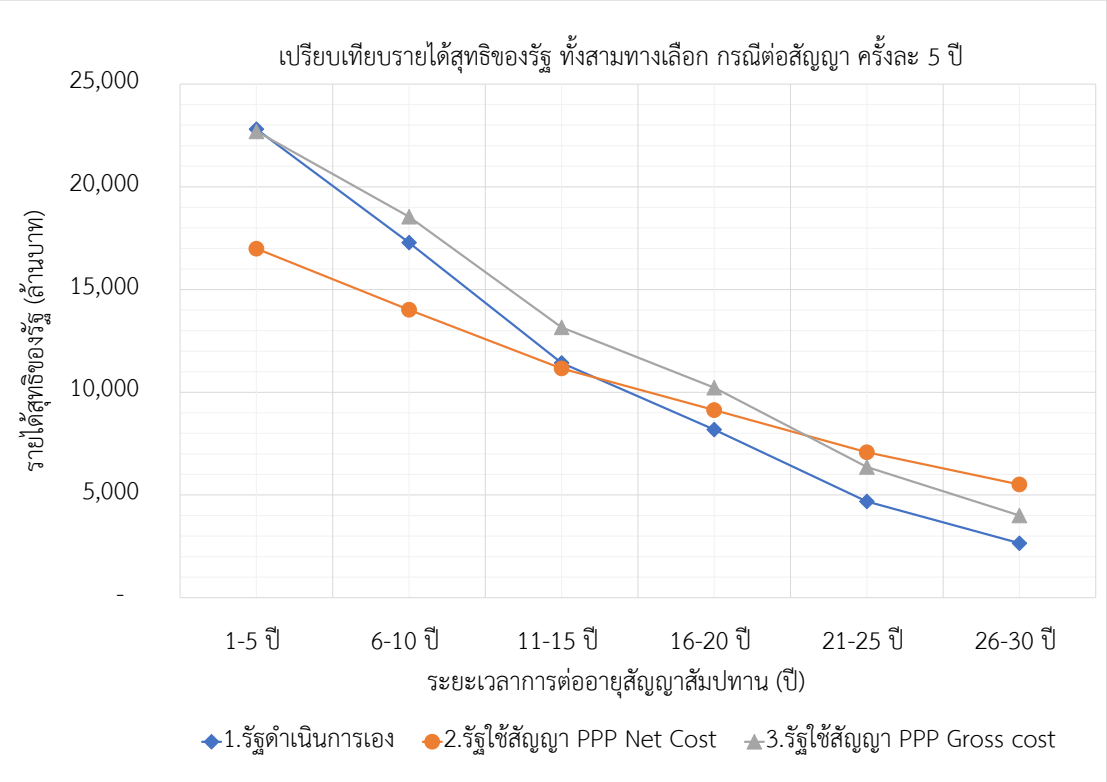


รูปที่ 71 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐทั้ง 3 ทางเลือก ตามระยะเวลาการต่อสัญญา

จากรูปที่ 71 พบว่าในกรณี ต่อสัญญา 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี พบว่า รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Gross Cost ได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ รัฐดำเนินการเอง และ รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost ส่วน รัฐดำเนินการเองจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด กรณีต่อสัญญาออกไป 5 ปี และ รัฐดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost รัฐจะได้รับรายได้น้อยที่สุดในทุกกรณีการต่อสัญญา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถัดมาเป็นสรุปผลการวิเคราะห์กรณีพิจารณาต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี ผลที่ได้เป็นดังต่อไปนี้

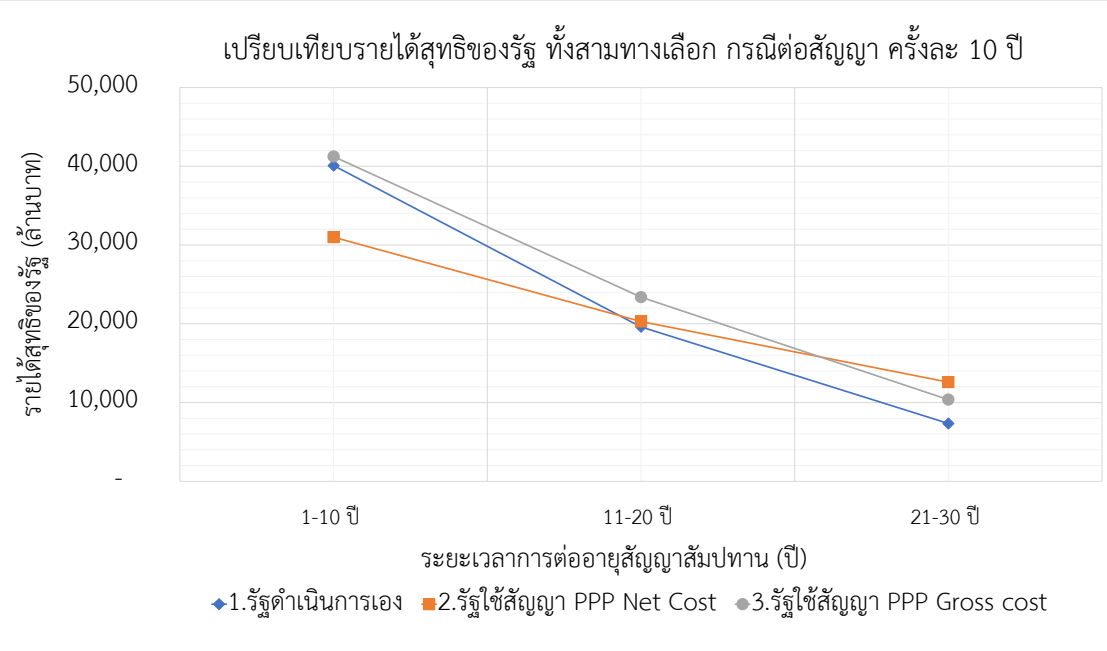


รูปที่ 72 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 5 ปี

จากผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 72 พบว่า รัฐต่อสัญญา 5 ปีแรกทางเลือกรัฐดำเนินการเองจะได้รับผลตอบแทนมากที่สุด และสัญญาช่วงที่ 2-3 และ 4 ทางเลือกรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost ทำให้รัฐได้รับรายได้มากที่สุด และ สัญญาช่วงที่ 5-6 พบว่ารัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

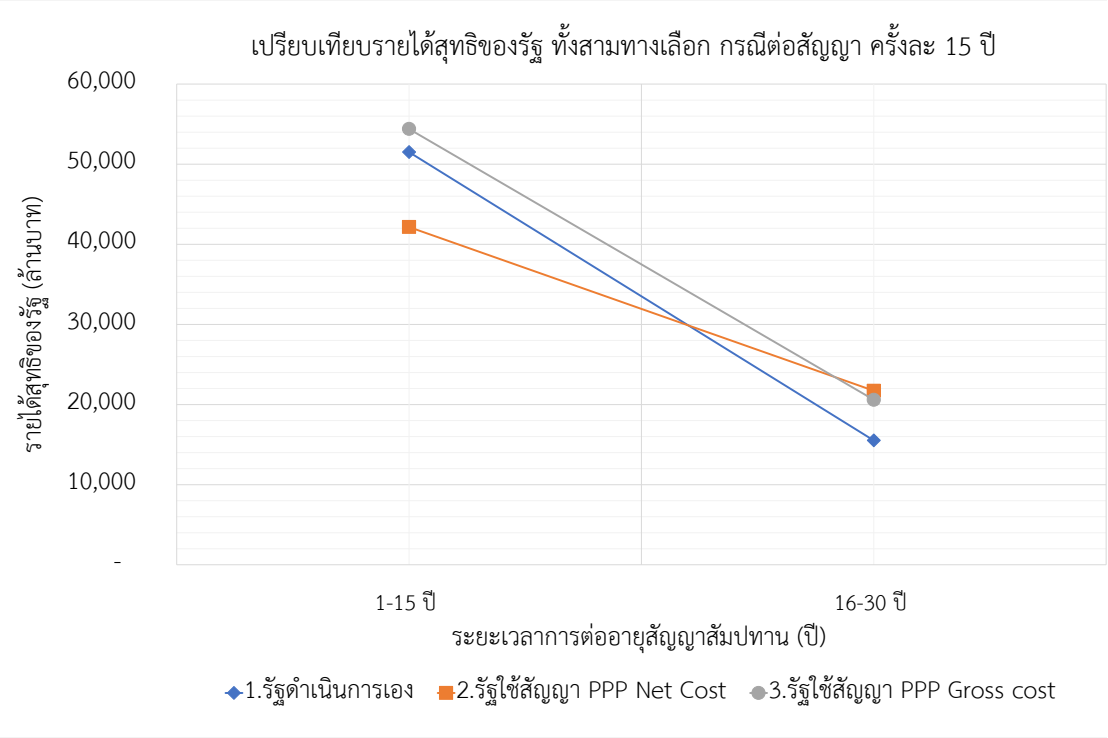
จากนั้นเป็นสรุปผลการวิเคราะห์กรณีพิจารณาต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ผลที่ได้เป็นดังรูปที่ 68 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 73 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 10 ปี

จากรูปที่ 73 พบว่าการต่อสัญญาครั้งละ 10 ปีช่วงที่ 1 และ ช่วงที่ 2 รัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost รัฐจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด ส่วนกรณีรัฐดำเนินการเองจะมากกว่ารัฐใช้สัญญา PPP Net Cost ในช่วงสัญญาที่ 1 แต่สัญญาช่วงที่ 2-3 พบว่าได้รับรายได้สุทธิน้อยที่สุด ส่วนการต่อสัญญา 10 ปี ช่วงที่ 3 รัฐควรใช้สัญญา PPP Net Cost เพราะจะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด รองลงมารัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost และ รัฐดำเนินการเองน้อยที่สุด

ถัดมาเป็นสรุปผลรายได้สุทธิของรัฐกรณีต่ออายุสัญญา ครั้งละ 15 ปี ผลที่ได้เป็นดังแสดงในรูปที่ 59 ดังนี้



รูปที่ 74 เปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ทั้งสามทางเลือก กรณีต่อสัญญา ครั้งละ 10 ปี

จากรูปที่ 74 พบว่ากรณีรัฐต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ช่วงที่ 1 ถ้ารัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด รองลงมาเป็น รัฐดำเนินการเอง และ รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost ได้รับผลตอบแทนน้อยที่สุด ในสัญญาช่วงที่ 2 พบว่า รัฐควรใช้สัญญา PPP Net Cost เพราะรัฐจะได้รับผลตอบแทนมากที่สุด รองลงมาคือ รัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost และ รัฐดำเนินการเองจะได้รับรายได้สุทธิน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 การใช้เรียลออปชันในการจัดการความเสี่ยงของโครงการ

การจัดการความเสี่ยงในการดำเนินงานของโครงการในการศึกษานี้ คือ การใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้นและสิทธิในการต่อขยายสัญญาได้ (Short term concession with extension option) โดยการศึกษานี้ได้เสนอการใช้สัญญาสัมปทานที่มีระยะเวลา 15 ปี (สามารถต่อขยายได้) แทนสัญญาระยะยาว 30 ปี เพื่อให้สิทธิกับเอกชนในการพิจารณาต่ออายุสัญญาสัมปทานกับรัฐตามมูลค่าที่ได้ตกลงกัน ซึ่งเมื่อสัญญา 15 ปีใกล้สิ้นสุดลง เอกชนจะต้องพิจารณาตัดสินใจว่าจะต่อสัมปทานกับรัฐหรือไม่ ตามมูลค่าสัมปทานที่ได้ตกลงกันแล้ว

การตัดสินใจของเอกชนในกรณีนี้ จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่าง (1) ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และ (2) มูลค่าของสัญญาสัมปทานที่ต้องเสนอให้รัฐตามที่ได้ระบุในสัญญา ซึ่งหากเอกชนพิจารณาแล้วเห็นว่า ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ มีมูลค่าของสัญญาหรือผลประโยชน์มากกว่าที่ต้องให้รัฐ เอกชนก็ควรจะตัดสินใจเลือกที่จะต่อขยายสัญญาออกไป ในทางตรงข้าม ถ้าเอกชนพิจารณาแล้วเห็นว่า ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ น้อยกว่ามูลค่าของสัญญาหรือผลประโยชน์ที่ต้องให้รัฐ เอกชนก็สามารถตัดสินใจที่จะไม่ขอต่อขยายสัญญา

การใช้สัญญาระยะสั้นและสิทธิในการต่อขยายสัญญาได้ (Short term concession with extension option) เป็นสัญญาที่เพิ่มความยืดหยุ่นในการตัดสินใจให้กับเอกชน และเอกชนเองก็ทราบผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับล่วงหน้า โดยในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีเรียลออปชันในการประเมินมูลค่าของสิทธิในการต่อขยายสัญญาของโครงการกรณีศึกษา (ทางด่วนศรีรัช) โดยมูลค่าสิทธิสำหรับสัญญาที่ 1 ช่วงปีที่ 1-15 มีมูลค่าประมาณ 125.39 ล้านบาท เมื่อทราบมูลค่าของสิทธิในการต่อขยายสัญญาได้ของเอกชน รัฐสามารถนำมูลค่าของสิทธิที่ประเมินได้นี้ ไปลบกับมูลค่าผลตอบแทนทางการเงินที่เอกชนคาดว่าจะได้รับต่อไป เพื่อใช้ในการเจรจาในการทำสัญญากับเอกชนต่อไป

จากการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เรียลออปชันและไม่มีเรียลออปชัน พบว่ากรณีมีเรียลออปชันรัฐจ่ายเงินให้เอกชนน้อยกว่าไม่มีเรียลออปชันประมาณ 125.39 ล้านบาท แต่กรณีที่เอกชนพิจารณาไม่ต่อสัญญา และรัฐมาดำเนินการต่อ รัฐอาจสูญเสียรายได้สุทธิไปประมาณ 5,072 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี ไม่มีเรียลออปชัน และ เอกชนต่อสัญญา (เนื่องจาก รัฐดำเนินการเองมีอัตราคิดลดที่ 8.60% มากกว่า กรณีรัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost อยู่ที่ 7.41% ทำให้รายได้สุทธิของ กทพ.ที่ได้รับมีค่าลดลง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4 ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษา

ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญของการศึกษานี้มีดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลปริมาณจราจรรายวันในอดีตของโครงการกรณีศึกษาได้ จึงใช้ค่าปริมาณจราจรแบบรายเดือนของปี พ.ศ. 2560 สำหรับการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในปริมาณจราจร ซึ่งอาจทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของปริมาณจราจรอาจไม่ได้เป็นตัวแทนที่แท้จริงของการศึกษานี้ ซึ่งใช้ปริมาณจราจรรายวันในการพยากรณ์ปริมาณจราจร

2. ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลรักษาโครงการทางหลวงแบบทั่วไปเท่ากับ 25% ($V_{O\&M} = 25\%$) ซึ่งได้จากการศึกษาของ Bain

(2010) ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้อาจมีค่าความแปรปรวนที่ไม่ได้สะท้อนความแปรปรวนของโครงการตัวอย่างที่แท้จริง อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ค่าความแปรปรวนที่สูง (25%) ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงและเพื่อจัดการความเสี่ยง ดีกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต่ำกว่า

5.5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงในแต่ละทางเลือกของการตัดสินใจของหน่วยงานรัฐที่เป็นเจ้าของโครงการโครงสร้างพื้นฐานที่กำลังจะสิ้นสุดสัญญาสัมปทาน โดยได้สร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินที่พิจารณาระดับของความเสี่ยงของกระแสเงินด้วย ซึ่งระดับความเสี่ยงของกระแสเงินที่แตกต่างกันทำให้งานวิจัยนี้กำหนดอัตราคิดลด (Discount rate) ที่แตกต่างกันด้วย

สำหรับการพยากรณ์ของตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญของตัวแบบทางการเงิน (Financial model) งานวิจัยนี้ได้เสนอการพยากรณ์ตัวแปรเสี่ยงด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่ 1. Double Moving Average 2. Standard Normal Probability และ 3. Geometric Brownian Motion

โดยตัวแปรเสี่ยงสำคัญในการศึกษานี้ ได้แก่

1. ปริมาณจราจรในอนาคตของทางพิเศษศรีรัช ซึ่งสามารถแยกได้เป็นดังนี้
    - 1.1 ปริมาณจราจรในอนาคตสาย A-B
    - 1.2 ปริมาณจราจรในอนาคตสาย C
    - 1.3 ปริมาณจราจรในอนาคตสาย D

2. ค่าดำเนินการในอนาคตของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย
    - 2.1 งานจัดเก็บค่าผ่านทาง
    - 2.2 งานกู้ภัยและจัดการจราจร
    - 2.3 งานบำรุงรักษา
    - 2.4 งานบริหารส่วนกลาง

จากนั้นจึงได้วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของทั้งสามทางเลือกภายหลังสิ้นสุดสัญญา ซึ่งได้แก่ (1) กรณีรัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด (2) กรณีดำเนินการด้วยสัญญา PPP Net Cost และ (3) กรณีดำเนินการด้วยสัญญา PPP Gross Cost ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยงานของรัฐที่เป็นเจ้าของโครงการ (กทพ.) ควรเลือกแนวทางที่ (3) นั่นคือให้เอกชนบริหารโครงการในรูปแบบของสัญญา PPP Gross Cost ทั้งนี้ เนื่องจากรัฐ (กทพ. + กระทรวงการคลัง) มีโอกาสได้ผลตอบแทนมากที่สุด นอกจากนี้แล้วยังสามารถลดความเสี่ยงของรายได้และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ด้วย

การศึกษานี้ยังได้วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อศึกษาตัวแปรความเสี่ยง (Risk variable) ด้านปริมาณจราจร (Traffic volume) พบว่าปริมาณจราจรสาย A-B มีผลกระทบต่อรายได้สุทธิของโครงการมากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณจราจรสาย D และ C ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operation and maintenance cost) พบว่า งานจัดเก็บค่าผ่านทาง มีผลกระทบต่อรายได้สุทธิของโครงการ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ งานบำรุงรักษา งานกู้ภัยและจัดการจราจร และ งานบริหารส่วนกลาง ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของอัตราคิดลด พบว่าอัตราคิดลด ลดลงรายได้สุทธิจะมากขึ้น และอัตราคิดลดเพิ่มขึ้น รายได้สุทธิจะลดลง อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงนั้นโอกาสที่ปริมาณจราจรสาย A-B ซึ่งเป็นทางจากพระรามเก้าไปประชาชื่น และพญาไทไปบางโคล่ จะลดลงเกิดขึ้นได้น้อยมาก ๆ ยกเว้นกรณีถ้าหากรัฐบาลดำเนินการขนส่งสาธารณะที่สมบูรณ์และประชาชนปรับเปลี่ยนวิธีการเดินทางใหม่มาใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ (Public mass transit) ซึ่งอาจทำให้มีโอกาสปริมาณจราจรในสาย A-B ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากนั้นเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐ ตามระยะเวลาการต่อสัญญาของโครงการ กรณี ต่ออายุสัญญา 10 ปี 15 ปี 20 ปี 25 ปี และ 30 ปี พบว่า รัฐดำเนินการใช้สัญญา PPP Gross Cost รัฐจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด ส่วนรัฐดำเนินการเองรายได้สุทธิมากที่สุดกรณีต่อสัญญา 5 ปีแรก และสัญญา PPP Net Cost จะได้รับรายได้สุทธิน้อยที่สุดในการต่อสัญญาทุกกรณี

จากนั้นเปรียบเทียบการต่อสัญญาครั้งละ 5 ปี พบว่า ช่วงที่ 1 รัฐดำเนินการเองจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด และ ในช่วงที่ 2,3 และ 4 รัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost รัฐจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด และในช่วงที่ 5 และ 6 พบว่า รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด

ถัดมาเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐกรณี การต่อสัญญาครั้งละ 10 ปี ช่วงที่ 1 และ 2 พบว่ารัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้มากที่สุด ส่วนในช่วงที่ 3 พบว่ารัฐใช้สัญญา PPP Net Cost นั้นรัฐจะได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด

จากนั้นเปรียบเทียบรายได้สุทธิของรัฐกรณี การต่อสัญญาครั้งละ 15 ปี ช่วงที่ 1 พบว่ารัฐใช้สัญญา PPP Gross Cost จะทำให้รัฐได้รับรายได้สุทธิมากที่สุด และในช่วงที่ 2 พบว่า รัฐใช้สัญญา PPP Net Cost ทำให้รัฐได้รับรายได้มากที่สุด

ท้ายสุด การศึกษานี้ได้เสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยงโครงการที่เกิดจากการใช้สัญญาสัมปทานระยะยาว 30 ปี โดยแนวทางการจัดการความเสี่ยงในการดำเนินงานของโครงการที่นำเสนอในการศึกษานี้ คือ การใช้สัญญาสัมปทานระยะสั้นและสิทธิในการต่อขยายสัญญาได้ (Short term concession with extension option) เช่น การใช้สัญญาสัมปทานที่มีระยะเวลา 15 ปี (สามารถต่อขยายได้) แทนสัญญาระยะยาว 30 ปี เพื่อให้สิทธิกับเอกชนในการพิจารณาต่ออายุสัญญาสัมปทานกับรัฐตามมูลค่าที่ได้ตกลงกัน ซึ่งเมื่อสัญญา 15 ปีใกล้สิ้นสุดลง เอกชนจะต้องพิจารณาตัดสินใจว่าจะต่อสัมปทานกับรัฐหรือไม่ ตามมูลค่าสัมปทานที่ได้ตกลงกันแล้ว และ จากการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เรียลออปชันและไม่มีเรียลออปชัน พบว่ากรณีมีเรียลออปชันรัฐจ่ายเงินให้เอกชนน้อยกว่าไม่มีเรียลออปชันอยู่ 125.39 ล้านบาท แต่กรณีที่เอกชนพิจารณาไม่ต่อสัญญา และรัฐมาดำเนินการต่อ พบว่ารัฐสูญเสียรายได้สุทธิไป 5,072 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี ไม่มีเรียลออปชัน และ เอกชนต่อสัญญา เป็นต้น

5.5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้ เป็นการเสนอแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงเพื่อประกอบการตัดสินใจของรัฐในการพิจารณา หรือ เจรจาในการต่ออายุสัญญาสัมปทานของโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านถนนเท่านั้น ซึ่งยังไม่ครอบคลุมกับโครงการ PPP ในประเทศไทยอีกหลากหลายรูปแบบที่อาจจะกำลังหมดอายุสัมปทาน เช่น สนามบิน ท่าเรือ โรงไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถนำไปปรับใช้กับโครงการโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้การศึกษาในอนาคต ผู้วิจัยที่สนใจอาจพิจารณาปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่เฉพาะผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง เพื่อการประกอบการตัดสินใจในการต่อขยายสัญญาสัมปทาน เช่น ปัจจัยทางประสิทธิภาพของโครงข่าย กรณีรัฐเป็นเจ้าของ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยทำให้งานวิจัยในหัวข้อนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

Adner, R., & Levinthal, D. A. (2004). What is not a real option: Considering boundaries for the application of real options to business strategy. *Academy of management review,* 29(1), 74-85.

Chiara, N., & Garvin, M. J. (2008). Variance models for project financial risk analysis with applications to greenfield BOT highway projects. *Construction Management and Economics,* 26(9), 925-939.

Contreras, C., & Angulo, J. (2018). Government Cost of Extending Concession Term Rights. *Journal of Infrastructure Systems,* 24(3), 04018011.

Kokkaew, N., & Sampim, T. (2014). Modelling of Government Support in Biopower Plant Projects: The Case of Thailand. *Energy Procedia,* 52, 525-535. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.106

List, G. (2007). A model for life cycle evaluation of highway investments. *Structure and infrastructure engineering,* 3(2), 95-101.

Phong, N. T., Likhitruangsilp, V., & Onishi, M. (2017). *Developing a stochastic traffic volume prediction model for public-private partnership projects.* Paper presented at the AIP Conference Proceedings.

Pietroforte, R. (2003). Case Studies in Infrastructure Delivery. *Construction Management & Economics,* 21(3), 329-329.

Sánchez Soliño, A., & Lara Galera, A. L. (2012). Unit root analysis of traffic time series in toll highways. *Journal of Civil engineering and Architecture,* 6(12), 1641-1647.

Zhang, X. (2009). Win–win concession period determination methodology. *Journal of Construction Engineering and Management,* 135(6), 550-558.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2545). การวิเคราะห์ทางสถิติ สำหรับการบริหารและวิจัย (6 ed.). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐธยาน์ มนุษย์ดี. (2553). การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์อนุกรม เวลาและการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย ศรีปทุม,

นคร กกแก้ว, & นุอนันท์ คุระแก้ว. (2557). การศึกษาความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการนำนวัตกรรม การเงินเพื่อการลงทุนและการจัดการความเสี่ยงในโครงสร้างพื้นฐานมาใช้ในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

นิยะดา อภิชาติกาญจนากุล. (2539). ผลกระทบของค่าใช้จ่ายภาครัฐในโครงสร้างพื้นฐานต่อรายได้ต่อหัว ในระดับภาค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของประเทศไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

บุญศรี, ช. (2559). การพยากรณ์ยอดขายสินค้าประเภทสายไฟฟ้าของลูกค้าประเภทตัวแทนจำหน่าย (*Distributor):* กรณีศึกษาบริษัทสายไฟฟ้าแห่งหนึ่ง. (มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา,

ภิรมย์ กมลรัตนกุล, จิรุตม์ ศรีรัตนบัลล์, & สุรีรัตน์ งามเกียรติไพศาล. (2544). การวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการผู้ป่วยโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์. โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย, 28-29.

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาองค์กรภาครัฐ. (2558). คู่มือวิธีการเสนอโครงการร่วมลงทุน. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ

พระราชบัญญัติ การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. ๒๕๖๒, (2562).

สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2561). แนวทางการดำเนินโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 (ทางพิเศษศรีรัช รวมถึง ส่วนดี) ภายหลังจากสัญญาร่วมลงทุนสิ้นสุด. Retrieved from การทางพิเศษแห่งประเทศไทย:

สำนักงบประมาณของรัฐสภา, & สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2559). การวิเคราะห์การร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (*Public Private Partnership : PPP)*. Retrieved from สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร:

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจกระทรวงการคลัง. (2560). กรอบในการประเมินและจัดสรรความเสี่ยงและกำหนดผลตอบแทนในการร่วมลงทุน ระหว่างรัฐและเอกชน. Retrieved from กิจการพัฒนาท่าเรือสาธารณะสาหรับขนส่งสินค้า:

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2562). รายงานสถานะโครงสร้างพื้นฐานคมนาคม พ.ศ. 2561. Retrieved from ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศการขนส่งและจราจร:

สุนทรี เหล่าพัดจัน. (2559). *Contingent Claim and Real Option Valuation*: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัจฉรา โยมสินธุ์. (2012). 365+1 ...คำศัพท์การเงินและการลงทุน: ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย.

อัญชนา ธนาโอฬาร. (2559). กฎหมายการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ.2556 : ศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานของสัญญาร่วมลงทุนในโครงการพัฒนาที่ดินของรัฐ. (ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	อภิชัย รักประสงค์
วัน เดือน ปี เกิด	25 กุมภาพันธ์ 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	203 หมู่ 2 ตำบล รังสิต อำเภอ ธัญบุรี จังหวัด ปทุมธานี 12110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

ค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการโครงการกรณีศึกษา (ทางพิเศษศรีรัช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการทางพิเศษ ในงานวิจัยนี้ นำมาจาก รายงานฉบับผู้บริหาร เรื่อง แนวทางการดำเนินโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (ทางพิเศษศรีรัช รวมถึง ส่วนดี) ภายหลังจากสัญญาร่วมลงทุนสิ้นสุด จัดทำขึ้นโดย สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่ง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งที่ปรึกษาได้แยกค่าใช้จ่ายออกเป็น 4 กลุ่ม โดยแบ่งตามลักษณะของงาน ที่สำคัญ ดังนี้

(1) งานจัดเก็บค่าผ่านทาง

(2) งานควบคุมการจราจร

(3) งานบำรุงรักษา

(4) งานบริหารส่วนกลาง

โดยหลักการประเมินค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการทางพิเศษ สำหรับการประเมินค่าใช้จ่าย ด้านบริหารจัดการทางพิเศษตามลักษณะงาน แต่ละกลุ่มดังกล่าวข้างต้น ที่ปรึกษาจะดำเนินการตาม หลักการ ขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

(1) ศึกษาขอบเขตของงานและกำหนดปริมาณงานตลอดระยะเวลาการศึกษา รายละเอียดดัง แสดงใน ตารางที่ 1

(2) จัดทำผังการทำงานตามโครงสร้างองค์กรและประมาณการจำนวนบุคลากรในตำแหน่ง ต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับขอบเขตของงาน ปริมาณงาน และความชำนาญในการปฏิบัติงาน โดยใน กรณีเอกชนรายเดิม (BEM) เป็นผู้ดำเนินการ และกรณีเอกชนรายใหม่เป็นผู้ดำเนินการนั้น ในบาง ตำแหน่งงานของงานจัดเก็บค่าผ่านทางและงานควบคุมการจราจรจะใช้การจ้างบุคลากรของ กทพ. เช่นเดียวกับที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

(3) จัดทำประมาณการอัตราเงินเดือนและสวัสดิการพนักงาน รวมทั้งประมาณการอัตราการ เพิ่มขึ้นของเงินเดือน และสวัสดิการพนักงานตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยใช้หลักการดังนี้

3.1 ใช้ข้อมูลต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงทั้งกทพ. และ เอกชนรายเดิม (BEM)

3.2 กรณีที่ไม่มีข้อมูลจริงสำหรับอ้างอิง จะใช้วิธีการการประมาณการเรียงตามลำดับดังนี้

3.2.1 กรณีเอกชนรายเดิม (BEM) เป็นผู้ดำเนินการ และกรณีเอกชนรายใหม่เป็น ผู้ดำเนินการจะ ประมาณการอัตราเงินเดือนและสวัสดิการพนักงานในส่วนของเจ้าหน้าที่ กทพ. จาก ข้อมูลการจ้างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ส่วนอัตราเงินเดือนและสวัสดิการของพนักงานเอกชนจะประมาณ การจากราคาตลาด โดยอ้างอิงจากรายงาน Adecco Thailand Salary Guide 2018 และเอกสาร Benefits & Salary Tracking Report 2016 สำหรับกลุ่มธุรกิจ Infrastructure & Utility Services ณ Percentile ที่ 75 ซึ่งจัดทำโดยสมาคมการจัดการธุรกิจแห่งประเทศไทย (TMA) โดยพิจารณาช่วง คุณสมบัติ ประสบการณ์และอายุงานที่เหมาะสม

3.2.2 กรณีเอกชนรายใหม่เป็นผู้ดำเนินการ ตำแหน่งงานที่ต้องใช้ทักษะความรู้ความชำนาญเฉพาะทางในการปฏิบัติงาน กำหนดให้ใช้อัตราเงินเดือนสูงกว่าราคาตลาดร้อยละ 15-25

3.2.3 กรณี กทพ.เป็นผู้ดำเนินการ จะประมาณการอัตราเงินเดือนและสวัสดิการ หัวข้อที่ 3.2.3.1-3.2.3.2 ดังนี้

3.2.3.1 บุคลากรระดับผู้บริหารหรือหัวหน้างาน ประมาณการโดยใช้อัตราเงินเดือนเฉลี่ยจาก ข้อมูลการจ้างในปัจจุบันของบุคลากรแต่ละตำแหน่ง

3.2.3.2 พนักงานระดับปฏิบัติการ ที่ปรึกษาประเมินว่าในภาพรวมขององค์กร กทพ. จะต้องเพิ่มอัตรากำลัง โดยรับพนักงานเข้ามาใหม่และจัดสรรหรือเกลี่ยอัตรากำลังไปปฏิบัติงานในโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 โดยมีสัดส่วนพนักงานเดิมจากทางพิเศษที่ กทพ. ดูแลอยู่ในปัจจุบันต่อพนักงานที่รับเข้ามาใหม่ในสัดส่วน 4 : 1 หรือร้อยละ 80 ต่อร้อยละ 20 ตามลำดับ ดังนั้นอัตราเงินเดือนของพนักงานระดับปฏิบัติการจะ แบ่งเป็น 2 อัตราคือ อัตราเงินเดือนเฉลี่ยปัจจุบันสำหรับพนักงานเดิมและอัตราเงินเดือนเริ่มต้นสำหรับพนักงานที่รับเข้ามาใหม่

(4) การประมาณการต้นทุนการจัดซื้อจัดจ้าง จะใช้วิธีการการประมาณการเรียงตามลำดับดังนี้

4.1 อ้างอิงจากประกาศการจัดซื้อจัดจ้างของกทพ. หรือประกาศการจัดซื้อจัดจ้างของเอกชนรายเดิม (BEM)

4.2 ในส่วนต้นทุนของกทพ. ในกรณีที่ไม่มีเอกสารจัดซื้อจัดจ้างสำหรับอ้างอิง จะใช้การประมาณการจากต้นทุนของเอกชนรายเดิม (BEM) โดยประเมินให้ต้นทุนการดำเนินการของภาครัฐสูงกว่าเอกชนร้อยละ 10

(5) ศึกษาและจัดทำประมาณการแผนงานการซ่อมแซมบำรุงรักษา โครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 ส่วนเอ ส่วนบี ส่วนซี และ ส่วนดี ตลอดระยะเวลาการศึกษา

(6) จัดทำประมาณการค่าใช้จ่ายซ่อมแซมบำรุงรักษา โครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 ส่วนเอ ส่วนบี ส่วนซี และ ส่วนดี โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายซ่อมแซมบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลา และค่าใช้จ่ายซ่อมแซมบำรุงรักษาประจำปี ที่มีความสอดคล้องกับแผนงานการซ่อมแซมบำรุงรักษาฯ รวมทั้งประมาณการอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายซ่อมแซมบำรุงรักษาฯ ตลอดระยะเวลาการศึกษา

(7) จัดทำประมาณการค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อสินทรัพย์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานเริ่มแรก อาทิ รถปฏิบัติการ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้สำนักงาน และเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้การบริหารจัดการทางพิเศษเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

(8) จัดทำประมาณการค่าสาธารณูปโภค และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการบริหารจัดการทางพิเศษ ประกอบด้วยค่าไฟฟ้าบนทาง ค่าไฟฟ้าและน้ำประปา ค่าโทรศัพท์และค่าอินเตอร์เน็ตค่าซ่อมบำรุงรถปฏิบัติการ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าจ้างพนักงานรักษาความสะอาดและ

พนักงานรักษาความปลอดภัยค่าบริการรถขนเงิน ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าวัสดุสิ้นเปลือง เป็นต้น รวมทั้งประมาณการอัตราการเพิ่มขึ้นของ ค่าใช้จ่ายดังกล่าวตลอดระยะเวลาการศึกษา

(9) สรุปข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการทางพิเศษที่ได้จากการจัดทำประมาณการค่าใช้จ่ายตามข้อ (1) – (7) โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายบุคลากร ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อสินทรัพย์เริ่มแรก ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคค่าใช้จ่ายซ่อมแซมบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้อง

(10) จัดทำประมาณการค่าใช้จ่ายงานบริหารส่วนกลางส่วนเพิ่มจากการบริหารจัดการโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 ส่วนเอ ส่วนบี ส่วนซี และ ส่วนดี โดยใช้วิธีคำนวณจากค่าใช้จ่ายส่วนกลางเฉพาะส่วนที่ผันแปร

(11) สมมติฐานอื่นๆที่ใช้สำหรับการประมาณการต้นทุน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมมติฐานที่ใช้ในการศึกษาค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการทางพิเศษ

รายการ	รายละเอียด	หมายเหตุ
ปีของราคาฐาน	ปี 2559	ยกเว้น รถปฏิบัติการใช้ราคาปี 2561
อัตราเงินเฟ้อ (CPI)	ปีละ 2.11% (กำหนดโดย กทพ.)	ใช้ในการปรับขึ้นของอัตราค่าผ่านทาง และค่าใช้จ่ายด้านบริหารจัดการทางพิเศษ ยกเว้นค่าใช้จ่ายบุคลากร
ระยะเวลาศึกษา	4.0%	อ้างอิงจากอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลอายุ 30 ปี
ขอบเขตการศึกษา	ระบบทางด่วนขั้นที่ 2	เฉพาะส่วนเอ ส่วนบี ส่วนซี และ ส่วนดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แสดงค่าใช้จ่ายค่าดำเนินการทางพิเศษศรีรัชในอนาคต ตลอดระยะเวลา 30 ปี ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการทางพิเศษรวมตลอดระยะเวลา 30 ปี ของระบบทางด่วนขั้นที่ 2 หรือทางพิเศษศรีรัช ส่วนเอ บี ซี และดี (หน่วย:ล้านบาท)

ปีงบประมาณ	กรณี กทพ.เป็นผู้ดำเนินการ	กรณีเอกชนรายเดิม (BEM) เป็นผู้ดำเนินการ	กรณีเอกชนรายใหม่เป็นผู้ดำเนินการ
2563	3,296	2,804	3,097
2564	3,066	2,587	2,799
2565	3,198	2,681	2,907
2566	3,334	2,792	3,022
2567	3,056	2,526	2,723
2568	3,117	2,555	2,752
2569	3,199	2,607	2,809
2570	3,871	3,207	3,440
2571	3,897	3,203	3,443
2572	4,104	3,364	3,613
2573	5,492	4,510	4,902
2574	4,136	3,338	3,565
2575	4,419	3,550	3,797
2576	4,692	3,759	4,018
2577	5,531	4,491	4,787
2578	5,329	4,328	4,667
2579	5,522	4,468	4,804
2580	5,823	4,702	5,050
2581	5,802	4,626	4,964
2582	6,003	4,772	5,095
2583	7,938	6,372	6,882
2584	7,404	5,959	6,327
2585	7,583	6,039	6,429
2586	8,074	6,416	6,824
2587	8,543	6,764	7,187
2588	8,630	6,746	7,156
2589	9,104	7,086	7,508
2590	9,672	7,512	7,951
2591	11,129	8,749	9,247
2592	11,457	8,929	9,440
รวม	176,421	141,442	151,205

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข.

ตารางค่าผ่านทางในอนาคต (Toll Plan) ของทางพิเศษศรีรัช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมมติฐานการปรับค่าผ่านทางนำมานำมาจาก รายงานฉบับผู้บริหาร เรื่องแนวทางการดำเนินโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2 การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (ทางพิเศษศรีรัช รวมถึง ส่วนดี) ภายหลังจากสัญญาร่วมลงทุนสิ้นสุด ซึ่งแสดงได้ดังนี้

(1) การปรับค่าผ่านทางจะปรับตามความเห็นของสำนักงานอัยการสูงสุด

(2) การปรับค่าผ่านทางจะปรับตามอัตราการเพิ่มของดัชนีราคาผู้บริโภคหรือ CPI พื้นที่กรุงเทพมหานครและบริมณฑล ณ เดือนมีนาคม ที่ออกโดยสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้ากระทรวงพาณิชย์ ณ เดือนมีนาคมล่าสุดทุกระยะเวลา 5 ปี

ตารางที่ 1 อัตราค่าผ่านทางเฉลี่ยสำหรับทางพิเศษศรีรัชในอนาคต โดยการปรับค่าผ่านทาง ยึดหลักการตามแนวทางเดิมที่เคยปรับมา

ปี	ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B	ทางพิเศษศรีรัช ส่วน C	ทางพิเศษศรีรัช ส่วน D
	ค่าผ่านทางเฉลี่ย (บาท)	ค่าผ่านทางเฉลี่ย (บาท)	ค่าผ่านทางเฉลี่ย (บาท)
2563	49.51	13.38	25.44
2564	49.51	13.38	25.44
2565	49.51	13.38	25.44
2566	53.07	13.38	25.50
2567	54.50	13.38	25.52
2568	54.50	13.38	25.52
2569	54.50	13.38	25.52
2570	54.50	13.38	25.52
2571	57.86	13.38	25.57
2572	59.20	13.38	25.59
2573	59.20	13.38	25.59
2574	59.20	13.38	25.59
2575	59.20	13.38	25.59
2576	63.26	13.38	25.64
2577	64.88	13.38	25.66
2578	64.88	13.38	25.66
2579	64.88	13.38	25.66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 อัตราค่าผ่านทางเฉลี่ยสำหรับทางพิเศษศรีรัชในอนาคตโดยการปรับค่าผ่านทางยึดหลักการตามแนวทางเดิมที่เคยปรับมา (ต่อ)

ปี	ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B	ทางพิเศษศรีรัช ส่วน C	ทางพิเศษศรีรัช ส่วน D
	ค่าผ่านทางเฉลี่ย (บาท)	ค่าผ่านทางเฉลี่ย (บาท)	ค่าผ่านทางเฉลี่ย (บาท)
2580	64.88	13.38	25.66
2581	68.52	13.38	25.72
2582	69.97	13.38	25.74
2583	69.97	13.38	25.74
2584	69.97	13.38	25.74
2585	69.97	13.38	25.74
2586	73.61	13.38	25.79
2587	75.06	13.38	25.81
2588	75.06	13.38	25.81
2589	75.06	13.38	25.81
2590	75.06	13.38	25.83
2591	75.48	13.38	25.84
2592	80.14	13.38	25.86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่าง การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคต ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B ด้วยวิธี Double Moving Average (DMA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคต ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B ด้วยวิธี Double Moving Average (DMA)

Year/Index (x)	Traffic/day (y)	3-Year ma (M_t)	3-year double ($M_t^{''}$)	Value of a (a_t)	Value of b (b_t)	Forecast (F_{t+m})
2536	3,689					
2537	73,868					
2538	91,227	56,261				
2539	108,654	91,250				
2540	211,551	137,144	94,885	179,403	42,259	
2541	209,896	176,700	135,031	218,369	41,669	221,662
2542	196,398	205,948	173,264	238,632	32,684	260,038
2543	208,658	204,984	195,878	214,090	9,106	271,317
2544	220,030	208,362	206,431	210,293	1,931	223,197
2545	244,627	224,438	212,595	236,282	11,844	212,223
2546	259,736	241,464	224,755	258,174	16,709	248,125
2547	266,189	256,851	240,918	272,784	15,933	274,883
2548	271,676	265,867	254,727	277,007	11,140	288,716
2549	270,935	269,600	264,106	275,094	5,494	288,146
2550	289,172	277,261	270,909	283,613	6,352	280,588
2551	280,687	280,265	275,709	284,821	4,556	289,964
2552	280,949	283,603	280,376	286,829	3,227	289,377
2553	292,704	284,780	282,882	286,678	1,898	290,056
2554	308,297	293,983	287,455	300,511	6,528	288,575
2555	316,519	305,840	294,868	316,812	10,972	307,039
2556	324,135	316,317	305,380	327,254	10,937	327,784
2557	314,563	318,406	313,521	323,290	4,885	338,191

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคต ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B ด้วยวิธี Double Moving Average (DMA) (ต่อ)

Year/Index (x)	Traffic/day (y)	3-Year ma (M_t)	3-year double ($M_t^{''}$)	Value of a (a_t)	Value of b (b_t)	Forecast (F_{t+m})
2558	232,451	290,383	308,369	272,397	(17,986)	328,175
2559	334,344	293,786	300,858	286,714	(7,072)	254,412
2560	327,273	298,023	294,064	301,981	3,959	279,642
2561						305,940
2562						309,899
2563						313,858
2564						317,817
2565						321,775
2566						325,734
2567						329,693
2568						333,652
2569						337,610
2570						341,569
2571						345,528
2572						349,487
2573						353,446
2574						357,404
2575						361,363
2576						365,322
2577						369,281
2578						373,239

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง การพยากรณ์ปริมาณจราจรในอนาคต ทางพิเศษศรีรัช ส่วน A และ ส่วน B ด้วยวิธี Double Moving Average (DMA) (ต่อ)

Year/Index (x)	Traffic/day (y)	3-Year ma (M_t)	3-year double ($M_t^{''}$)	Value of a (a_t)	Value of b (b_t)	Forecast (F_{t+m})
2579						377,198
2580						381,157
2581						385,116
2582						389,075
2583						390,000
2584						390,000
2585						390,000
2586						390,000
2587						390,000
2588						390,000
2589						390,000
2590						390,000
2591						390,000
2592						390,000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่าง ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท)

Year	ปริมาณจราจรสาย A-B (คัน/ต่อวัน) [1]	ปริมาณจราจรสาย A-B (คัน/ต่อปี) [1]*30*12=[2]	ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย A-B [3]	รายได้ทางพิเศษสาย A-B [2]*[3]=[4]	ปริมาณจราจรสาย C (คัน/ต่อวัน) [5]	ปริมาณจราจรสาย C (คัน/ต่อปี) [5]*30*12=[6]
1	313,858	112,988,800	49.51	5,594.08	202,351	72,846,480
2	317,817	114,413,960	49.51	5,664.64	205,582	74,009,640
3	321,775	115,839,120	49.51	5,735.19	208,813	75,172,800
4	325,734	117,264,280	49.51	5,805.75	212,044	76,335,960
5	329,693	118,689,440	49.51	5,876.31	215,275	77,499,120
6	333,652	120,114,600	53.07	6,374.48	218,506	78,662,280
7	337,610	121,539,760	54.50	6,623.92	221,737	79,825,440
8	341,569	122,964,920	54.50	6,701.59	224,968	80,988,600
9	345,528	124,390,080	54.50	6,779.26	228,199	82,151,760
10	349,487	125,815,240	54.50	6,856.93	231,430	83,314,920
11	353,446	127,240,400	57.86	7,362.13	234,661	84,478,080
12	357,404	128,665,560	59.20	7,617.00	237,892	85,641,240
13	361,363	130,090,720	59.20	7,701.37	241,123	86,804,400
14	365,322	131,515,880	59.20	7,785.74	244,354	87,967,560
15	369,281	132,941,040	59.20	7,870.11	247,585	89,130,720

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย C [7]	รายได้ทางพิเศษสาย C [6]*[7]=[8]	ปริมาณจราจรสาย D (คัน/ต่อวัน) [9]	ปริมาณจราจรสาย D (คัน/ต่อปี) [9]*30*12=[10]	ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย D [11]	รายได้ทางพิเศษสาย D [10]*[11]=[12]
1	13.38	974.69	203,334	73,200,360	25.44	1,862.22
2	13.38	990.25	212,332	76,439,520	25.44	1,944.62
3	13.38	1005.81	221,330	79,678,680	25.44	2,027.03
4	13.38	1021.38	230,327	82,917,840	25.50	2,114.40
5	13.38	1036.94	234,000	84,240,000	25.52	2,149.80
6	13.38	1052.50	234,000	84,240,000	25.52	2,149.80
7	13.38	1068.06	234,000	84,240,000	25.52	2,149.80
8	13.38	1083.63	234,000	84,240,000	25.52	2,149.80
9	13.38	1099.19	234,000	84,240,000	25.57	2,154.02
10	13.38	1114.75	234,000	84,240,000	25.59	2,155.70
11	13.38	1130.32	234,000	84,240,000	25.59	2,155.70
12	13.38	1145.88	234,000	84,240,000	25.59	2,155.70
13	13.38	1161.44	234,000	84,240,000	25.59	2,155.70
14	13.38	1177.01	234,000	84,240,000	25.64	2,159.91
15	13.38	1192.57	234,000	84,240,000	25.66	2,161.60

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	รวมรายได้ทางพิเศษ [4]+[8]+[12]=[13]	Vat 7% [13]*7%=[14]	รายได้หลังหัก vat [13]-[14]=[15]	NPV ส่งคลัง Vat r=4% [2]*[14]=[16]	ค่า O&M [17]	รายได้รัฐบาล [15]-[20]=[18]	ค่าเสื่อม [19]
1	8,430.98	551.56	7,879.42	530.35	3,065.67	4,522.51	215.00
2	8,599.51	562.58	8,036.92	520.14	2,817.33	4,951.94	215.00
3	8,768.03	573.61	8,194.42	509.94	2,928.67	4,987.53	215.00
4	8,941.53	584.96	8,356.57	500.03	3,049.33	5,017.55	215.00
5	9,063.06	592.91	8,470.15	487.33	2,768.33	5,438.82	215.00
6	9,576.79	626.52	8,950.27	495.15	2,808.00	5,875.51	215.00
7	9,841.79	643.86	9,197.93	489.28	2,871.67	6,053.46	215.00
8	9,935.02	649.95	9,285.07	474.92	3,506.00	5,446.00	215.00
9	10,032.47	656.33	9,376.14	461.13	3,514.33	5,527.94	215.00
10	10,127.39	662.54	9,464.85	447.59	3,693.67	5,420.28	215.00
11	10,648.15	696.61	9,951.54	452.50	4,968.00	4,511.58	215.00
12	10,918.58	714.30	10,204.28	446.15	3,679.67	6,175.05	215.00
13	11,018.52	720.84	10,297.68	432.92	3,922.00	6,003.09	215.00
14	11,122.66	727.65	10,395.01	420.20	4,156.33	5,843.82	215.00
15	11,224.28	734.30	10,489.98	407.73	4,936.33	5,084.69	215.00

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	รายได้เอกชน ([17]*9.5%)+[17]=[20]	ภาษีเงินได้ ([20]-[17]-[19])*20%=[21]	NPV ส่งคลังภาษีเงินได้ r=8.6% [21]*[27]=[22]	รวม NPV ส่งเงินเข้าคลัง [16]+[22]=[23]	รัฐบาลเหลือรายได้ [18]=[24]	เอกชนเหลือรายได้ [20]-[17]-[21]=[25]	Discount rate 4% [26]
1	3,356.91	15.25	14.04	544.39	4,522.51	275.99	0.96
2	3,084.98	10.53	8.93	529.07	4,951.94	257.12	0.92
3	3,206.89	12.64	9.87	519.81	4,987.53	265.58	0.89
4	3,339.02	14.94	10.74	510.77	5,017.55	274.75	0.85
5	3,031.33	9.60	6.35	493.68	5,438.82	253.39	0.82
6	3,074.76	10.35	6.31	501.46	5,875.51	256.41	0.79
7	3,144.48	11.56	6.49	495.77	6,053.46	261.25	0.76
8	3,839.07	23.61	12.20	487.12	5,446.00	309.46	0.73
9	3,848.20	23.77	11.31	472.44	5,527.94	310.09	0.70
10	4,044.57	27.18	11.91	459.50	5,420.28	323.72	0.68
11	5,439.96	51.39	20.74	473.24	4,511.58	420.57	0.65
12	4,029.24	26.91	10.00	456.15	6,175.05	322.65	0.62
13	4,294.59	31.52	10.78	443.70	6,003.09	341.07	0.60
14	4,551.19	35.97	11.33	431.53	5,843.82	358.88	0.58
15	5,405.29	50.79	14.73	422.46	5,084.69	418.16	0.56

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	Discount rate 7.41% [27]	Discount rate 8.6% [28]	NPV รัฐบาล r=7.41% [24]*[27]=[29]	NPV เอกชน Gross cost r=8.6% [25]*[27]=[30]	รวม NPV รัฐบาล Σ[29]=[31]	รวม NPV เอกชน Σ[30]=[32]
1	0.93	0.92	4210.52	254.14	4210.52	254.14
2	0.87	0.85	4292.26	218.01	8502.78	472.14
3	0.81	0.78	4024.87	207.35	12527.64	679.49
4	0.75	0.72	3769.76	197.52	16297.40	877.02
5	0.70	0.66	3804.36	167.74	20101.76	1044.76
6	0.65	0.61	3826.28	156.30	23928.04	1201.06
7	0.61	0.56	3670.21	146.64	27598.25	1347.69
8	0.56	0.52	3074.11	159.94	30672.36	1507.63
9	0.53	0.48	2905.10	147.58	33577.46	1655.21
10	0.49	0.44	2652.01	141.86	36229.46	1797.07
11	0.46	0.40	2055.12	169.71	38284.58	1966.78
12	0.42	0.37	2618.81	119.89	40903.39	2086.67
13	0.39	0.34	2370.25	116.70	43273.64	2203.37
14	0.37	0.32	2148.18	113.07	45421.82	2316.44
15	0.34	0.29	1740.18	121.31	47162.00	2437.75

157

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	ปริมาณจราจรสาย A-B (คัน/ต่อวัน) [1]	ปริมาณจราจรสาย A-B (คัน/ต่อปี) [1]*30*12=[2]	ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย A-B [3]	รายได้ทางพิเศษสาย A-B [2]*[3]=[4]	ปริมาณจราจรสาย C (คัน/ต่อวัน) [5]	ปริมาณจราจรสาย C (คัน/ต่อปี) [5]*30*12=[6]
16	373,239	134,366,200	63.26	8,500.01	250,816	90,293,880
17	377,198	135,791,360	64.88	8,810.14	254,000	91,440,000
18	381,157	137,216,520	64.88	8,902.61	254,000	91,440,000
19	385,116	138,641,680	64.88	8,995.07	254,000	91,440,000
20	389,075	140,066,840	64.88	9,087.54	254,000	91,440,000
21	390,000	140,400,000	68.52	9,620.21	254,000	91,440,000
22	390,000	140,400,000	69.97	9,823.79	254,000	91,440,000
23	390,000	140,400,000	69.97	9,823.79	254,000	91,440,000
24	390,000	140,400,000	69.97	9,823.79	254,000	91,440,000
25	390,000	140,400,000	69.97	9,823.79	254,000	91,440,000
26	390,000	140,400,000	73.61	10,334.84	254,000	91,440,000
27	390,000	140,400,000	75.06	10,538.42	254,000	91,440,000
28	390,000	140,400,000	75.06	10,538.42	254,000	91,440,000
29	390,000	140,400,000	75.06	10,538.42	254,000	91,440,000
30	390,000	140,400,000	75.06	10,538.42	254,000	91,440,000

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย C [7]	รายได้ทางพิเศษสาย C [6]*[7]=[8]	ปริมาณจราจรสาย D (คัน/ต่อวัน) [9]	ปริมาณจราจรสาย D (คัน/ต่อปี) [9]*30*12=[10]	ค่าผ่านทางเฉลี่ยสาย D [11]	รายได้ทางพิเศษสาย D [10]*[11]=[12]
16	13.38	1208.13	234,000	84,240,000	25.66	2,161.60
17	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.66	2,161.60
18	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.66	2,161.60
19	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.72	2,166.65
20	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.74	2,168.34
21	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.74	2,168.34
22	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.74	2,168.34
23	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.74	2,168.34
24	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.79	2,172.55
25	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.81	2,174.23
26	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.81	2,174.23
27	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.81	2,174.23
28	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.83	2,175.92
29	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.84	2,176.76
30	13.38	1223.47	234,000	84,240,000	25.86	2,178.45

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	รวมรายได้ทางพิเศษ [4]+[8]+[12]=[13]	Vat 7% [13]*7%=[14]	รายได้หลังหัก vat [13]-[14]=[15]	NPV ส่งคลัง Vat r=4% [2]*[14]=[16]	ค่า O&M [17]	รายได้รัฐบาล [15]-[20]=[18]	ค่าเสื่อม [19]
16	11,869.74	776.52	11,093.21	414.59	4,774.67	5,864.95	215.00
17	12,195.21	797.82	11,397.39	409.58	4,931.33	5,997.58	215.00
18	12,287.67	803.87	11,483.81	396.81	5,191.67	5,798.93	215.00
19	12,385.19	810.25	11,574.95	384.58	5,130.67	5,956.87	215.00
20	12,479.34	816.41	11,662.94	372.60	5,290.00	5,870.39	215.00
21	13,012.01	851.25	12,160.76	373.56	7,064.00	4,425.68	215.00
22	13,215.59	864.57	12,351.02	364.81	6,563.33	5,164.17	215.00
23	13,215.59	864.57	12,351.02	350.78	6,683.67	5,032.41	215.00
24	13,219.80	864.85	12,354.96	337.40	7,104.67	4,575.35	215.00
25	13,221.49	864.96	12,356.53	324.46	7,498.00	4,146.22	215.00
26	13,732.55	898.39	12,834.15	324.04	7,510.67	4,609.97	215.00
27	13,936.13	911.71	13,024.42	316.20	7,899.33	4,374.65	215.00
28	13,937.81	911.82	13,025.99	304.07	8,378.33	3,851.72	215.00
29	13,938.65	911.87	13,026.78	292.39	9,708.33	2,396.15	215.00
30	13,940.34	911.98	13,028.35	281.18	9,942.00	2,141.86	215.00

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	รายได้เอกชน ([17]*9.5%)+[17]=[20]	ภาษีเงินได้ ([20]-[17]-[19])*20%=[21]	NPV ส่งคลังภาษีเงินได้ r=8.6% [21]*[27]=[22]	รวม NPV ส่งเงินเข้าคลัง [16]+[22]=[23]	รัฐบาลเหลือรายได้ [18]=[24]	เอกชนเหลือรายได้ [20]-[17]-[21]=[25]	Discount rate 4% [26]
16	5,228.26	47.72	12.75	427.34	5,864.95	405.87	0.53
17	5,399.81	50.70	12.47	422.05	5,997.58	417.78	0.51
18	5,684.88	55.64	12.60	409.41	5,798.93	437.57	0.49
19	5,618.08	54.48	11.36	395.94	5,956.87	432.93	0.47
20	5,792.55	57.51	11.04	383.64	5,870.39	445.04	0.46
21	7,735.08	91.22	16.13	389.69	4,425.68	579.86	0.44
22	7,186.85	81.70	13.30	378.11	5,164.17	541.81	0.42
23	7,318.62	83.99	12.59	363.37	5,032.41	550.96	0.41
24	7,779.61	91.99	12.70	350.10	4,575.35	582.95	0.39
25	8,210.31	99.46	12.64	337.10	4,146.22	612.85	0.38
26	8,224.18	99.70	11.67	335.71	4,609.97	613.81	0.36
27	8,649.77	107.09	11.54	327.74	4,374.65	643.35	0.35
28	9,174.28	116.19	11.53	315.60	3,851.72	679.75	0.33
29	10,630.63	141.46	12.93	305.32	2,396.15	780.83	0.32
30	10,886.49	145.90	12.28	293.46	2,141.86	798.59	0.31

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณรายได้สุทธิ สัญญา PPP Gross Cost (หน่วย: ล้านบาท) (ต่อ)

Year	Discount rate 7.41% [27]	Discount rate 8.6% [28]	NPV รัฐบาล r=7.41% [24]*[27]=[29]	NPV เอกชน Gross cost r=8.6% [25]*[27]=[30]	รวม NPV รัฐบาล Σ[29]=[31]	รวม NPV เอกชน Σ[30]=[32]
16	0.32	0.27	1868.74	108.42	49030.74	2546.17
17	0.30	0.25	1779.16	102.76	50809.90	2648.93
18	0.28	0.23	1601.56	99.11	52411.46	2748.04
19	0.26	0.21	1531.68	90.29	53943.14	2838.33
20	0.24	0.19	1405.31	85.47	55348.45	2923.80
21	0.22	0.18	986.37	102.54	56334.82	3026.34
22	0.21	0.16	1071.56	88.23	57406.39	3114.57
23	0.19	0.15	972.18	82.61	58378.57	3197.18
24	0.18	0.14	822.91	80.49	59201.47	3277.66
25	0.17	0.13	694.28	77.91	59895.75	3355.58
26	0.16	0.12	718.68	71.86	60614.43	3427.43
27	0.15	0.11	634.94	69.35	61249.38	3496.78
28	0.14	0.10	520.48	67.47	61769.86	3564.25
29	0.13	0.09	301.45	71.37	62071.31	3635.62
30	0.12	0.08	250.87	67.21	62322.18	3702.83