การศึกษากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทนและความเสี่ยงของผู้มีส่วนได้เสียหลักในสัญญา PPP O&M ของโครงการทางหลวงระหว่างเมืองในประเทศไทย

นายนันทพัฒน์ ปิ่นตบแต่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A study of availability-based payment mechanisms and stakeholders' risk of PPP O&M contracts for Thailand's intercity motorway projects

Mr. Nantaphat Pintobtang

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 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทนและความเสี่ยงของผู้มีส่วนได้เสียหลักในสัญญา PPP O&M ของโครงการทางหลวงระหว่างเมืองในประเทศไทย
โดย	นายนันทพัฒน์ ปิ่นตบแต่ง
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วริษฐ์ วิปุลานุสาสน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นันทพัฒน์ ปิ่นตบแต่ง : การศึกษากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทนและความเสี่ยงของผู้มีส่วนได้เสียหลักในสัญญา PPP O&M ของโครงการทางหลวงระหว่างเมืองในประเทศไทย. (A study of availability-based payment mechanisms and stakeholders' risk of PPP O&M contracts for Thailand's intercity motorway projects) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.นคร กกแก้ว

ปัจจุบันรัฐได้เปิดโอกาสให้เอกชนเข้ามาร่วมลงทุนในโครงการของรัฐในรูปแบบของการจ้างดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ (PPP O&M) สัญญารูปแบบดังกล่าว รายได้จากการเก็บค่าผ่านทางจะเป็นของรัฐทั้งหมด แล้วจ่ายผลตอบแทนให้กับเอกชนในลักษณะอัตราเหมาจ่าย โดยรัฐต้องแบกรับความเสี่ยงด้านการตลาด (Market risk) เช่น ความเสี่ยงด้านปริมาณจราจร เป็นต้น ส่วนเอกชนแบกรับความเสี่ยงด้านการลงทุนงานระบบ และค่ายใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา สัญญา PPP O&M ได้นำกลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment mechanisms) ที่เรียกว่า "Availability Payment หรือ AP" โดยอาจจะมีการปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment) ถ้าเอกชนผู้ให้บริการไม่สามารถรักษาสภาพความพร้อมใช้และคุณภาพของการให้บริการได้ตามสัญญา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลไกการจ่ายค่าตอบแทนตามความพร้อมใช้ และเกณฑ์การคำนวณการปรับค่าตอบแทนของสัญญา PPP O&M และเพื่อสร้างกรอบการคำนวณ (Computational framework) สำหรับวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน ปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk variables and risk profile) ของผู้มีส่วนได้เสียหลัก ได้แก่ (1) รัฐเจ้าของโครงการ (2) เอกชนผู้ให้บริการ และ (3) สถาบันการเงินผู้ให้เงินกู้ยืม ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจของผู้มีส่วนได้เสียหลักในการพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทน โดยงานวิจัยนี้ใช้โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา เป็นโครงการกรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่ากรอบการคำนวณที่ได้พัฒนาสามารถนำมาใช้ในการประเมินผลตอบแทนทางการเงินและระดับของความเสี่ยงของแต่ละฝ่าย โดยแสดงผลการประเมินความเสี่ยงในรูปแบบ Risk profile เพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการความเสี่ยงให้เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6270139521 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD: PPP O&M, Availability payment, Payment mechanisms, Risk analysis, Stakeholders, Risk profile

Nantaphat Pintobtang : A study of availability-based payment mechanisms and stakeholders' risk of PPP O&M contracts for Thailand's intercity motorway projects. Advisor: Nakhon Kokkaew

Currently, there is a new type of PPP arrangements that is being employed in the highway sector in Thailand called PPP O&M Gross Cost in which the private operator is responsible for operation and maintenance of the project to meet performance specification and will be paid for a fixed sum of money over the contract period and the public agency is responsible for land acquisition, construction cost, and still bears the market risks such as tolled revenue risk. In PPP O&M contracts, compensation arrangement called availability payment (AP) made to the private operator will be linked to output performance. Under this payment mechanism, the actual compensation will be adjusted by performance deduction if the private operator fails to meet performance specifications stipulated in the contract.

This research is to study availability-and-performance based payment mechanisms, so as to develop computational framework for risk analysis of key stakeholders (i.e., public agency, private operator, and lending institutions). Key risk variables are identified using sensitivity analysis, and they are modelled using various techniques such as Geometric Brownian motion (GBM) and Markov Chain. The proposed computational framework is then applied to a case study project named Motorway #6 (Bang Pa-In to Nakhon Ratchasima). The results of the study showed the financial outcomes and the risk profile of each stakeholder, which can be further improved using an appropriate payment mechanism.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Civil Engineering Student's Signature .....

Academic Year: 2021 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าปราศจากการอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร. นคร กกแก้ว ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งได้สละเวลา ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะแนวทางในการดำเนินงานวิจัย และแก้ไข

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วริษฐ์ วิปุลานุสาสน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งทั้งสามท่านได้สละเวลา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการกองทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง บุคลากรท่านอื่นจากกรมทางหลวงสำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญยิ่งในวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณพี่สาว พี่ชาย ญาติสนิทและเพื่อน สำหรับการให้คำปรึกษาและกำลังใจ

และท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้การอนุเคราะห์ทุนทรัพย์และเป็นกำลังใจที่ขาดไม่ได้จนกระทั่งผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

นันทพัฒน์ ปิ่นตบแต่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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 6

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 6

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

บทที่ 2 11

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

2.1 นิยามและข้อมูลโดยทั่วไปของโครงสร้างพื้นฐาน 11

2.1.1 ความหมายและประเภทของโครงสร้างพื้นฐาน 11

2.1.2 ลักษณะเฉพาะของโครงสร้างพื้นฐาน (Characteristics of infrastructure) 13

2.2 การร่วมลงทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน (Public – Private Partnership) 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1. ความหมายและวิธีการร่วมทุน 16
2.2.2. วัตถุประสงค์ของการร่วมทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน 18
2.2.3. แนวทางสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าทางการเงิน 19
2.3 กลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment Mechanism) 21
2.3.1. รูปแบบ PPP Net Cost 22
2.3.2. รูปแบบ PPP Gross Cost 23
2.3.3. รูปแบบ PPP Modified Gross Cost 25
2.4 การคำนวณค่าตอบแทน 30
2.4.1. ค่าตอบแทนจากการให้บริการสูงสุด (Maximum Availability Payment, MAP) 31
2.4.2. การปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Payment Adjustment, PA) 32
2.4.3. กลไกอื่น ๆ (Other Payment, OP) เพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินงาน 39
2.5 การพยากรณ์ (Forecasting) 45
2.5.1. การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods) 45
2.5.2. การวิเคราะห์การพยากรณ์ 46
2.6 การจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) 46
2.7 ตัวแบบทางการเงิน (Financial Model) 48
2.7.1. หลักการโดยทั่วไปของการประเมินทางด้านการเงินของโครงการ 48
2.7.1.1 มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money) 48
2.7.1.2 การชำระหนี้คืน (Debt Service) 49
2.7.1.3 เกณฑ์สำหรับการตัดสินใจ 49
2.7.2. ลำดับความต้องการจากการลงทุน 49
2.8 INFRISK 51
2.9 สรุปท้ายบท 53
บทที่ 3 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีดำเนินการวิจัย 55
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา 55
3.2 ตัวแปรที่สำคัญของงานวิจัย 57
3.3 ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error) 58
3.4 ความต้องการจากการลงทุนแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย 58
3.5 กรอบแนวความคิดเชิงคำนวณของงานวิจัย 60
บทที่ 4 62
การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเสี่ยงและตัวแบบทางการเงินของผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ 62
4.1 โครงการกรณีศึกษา (Case Study Project) 62
4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 65
4.2.1 ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินและค่าก่อสร้างงานโยธา 65
4.2.2 วงเงินประมูลสำหรับค่าจ้างเอกชนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ 66
4.2.3 จำนวนเงินกู้จากสถาบันทางการเงินและค่าธรรมเนียมในการจัดหาแหล่งเงินทุน 66
4.3 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเสี่ยง (Risk Modelling) 66
4.3.1 ปริมาณจราจร (Traffic Volume) 66
4.3.1.1 กรณี Deterministic Model 66
4.3.1.2 กรณี Stochastic Model 67
4.3.2 การปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment) 68
4.3.2.1 การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง 68
4.3.2.2 การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 71
4.3.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance Costs) 75
4.3.4 อัตราคิดลด (Discount Rate) 75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 ตัวแบบทางการเงินของผู้มีส่วนได้เสีย 75
4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบทางการเงิน (Model Verification) 77
4.6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity Analysis) 82
4.4.1 ความอ่อนไหวของตัวแปรของรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการ 82
4.4.2 ความอ่อนไหวของตัวแปรของเอกชนผู้ให้บริการ 83
4.4.3 ความอ่อนไหวของตัวแปรของผู้ให้กู้ 84
บทที่ 5 88
การวิเคราะห์ผลการศึกษา 88
5.1 ผลการศึกษาตัวแปรเสี่ยงของโครงการ 88
5.1.1 ปริมาณจราจร 88
5.1.1.1 กรณีใช้ Deterministic Model 88
5.1.1.2 กรณีใช้ Stochastic Model 89
5.1.2 การปรับลดค่าตอบแทน 92
5.1.2.1 ความไม่พร้อมใช้ของสายทาง 92
5.1.2.2 การดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 95
5.1.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา 97
5.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง 99
5.2.1. ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของรัฐเจ้าของโครงการ 99
5.2.2. ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของเอกชนผู้ให้บริการ 101
5.2.3. ผลตอบแทนทางการเงินของผู้ให้กู้และความเสี่ยง 104
5.3 แนวทางในการปรับลดความเสี่ยงและพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทนให้เหมาะสม 107
บทที่ 6 117
การสรุปผลการวิเคราะห์ การอภิปรายผล และสรุปผลการศึกษา 117
6.1 สรุปผลการวิเคราะห์ 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของสัญญา PPP O&M ของโครงการทางหลวงระหว่างเมือง 117

6.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของผู้มีส่วนได้เสียหลัก 118

6.2 การอภิปรายผลการศึกษา 120

6.3 สรุปผลการศึกษา 124

6.4 ข้อจำกัด อุปสรรค และปัญหาในการทำวิจัย 128

6.5 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต 129

บรรณานุกรม 131

ภาคผนวก 135

ประวัติผู้เขียน 154

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ประเภทของโครงสร้างพื้นฐาน 12
ตารางที่ 2 การคิดค่าปรับลดจากความไม่พร้อมใช้ของถนนช่วง 4 ช่องจราจร 34
ตารางที่ 3 การคิดค่าปรับลดจากความไม่พร้อมใช้ของถนน 6 ช่องจราจร..... 34
ตารางที่ 4 การคิดคะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนจากการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทาง 35
ตารางที่ 5 การคิดคะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนจากการดูแลรักษาความเรียบของผิวถนน 35
ตารางที่ 6 อัตราการปรับลดจากความไม่พร้อมให้บริการจากคะแนนสะสมในแต่ละปี 38
ตารางที่ 7 อัตราการปรับลดจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน..... 39
ตารางที่ 8 การปรับลดค่าตอบแทนในโครงการ I-595 จากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 39
ตารางที่ 9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบลักษณะของการจ่ายค่าตอบแทนระหว่างโครงการในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดา 41
ตารางที่ 10 ลักษณะการจ่ายค่าตอบแทนของโครงการระหว่างประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดา 42
ตารางที่ 11 ค่าพื้นฐานทางสถิติของระยะเวลาจัดการความพร้อมใช้ของสายทาง 71
ตารางที่ 12 ค่าพื้นฐานทางสถิติของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทาง 73
ตารางที่ 13 รูปแบบทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการจากการศึกษาเดิม 78
ตารางที่ 14 รูปแบบทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการจากการศึกษาเดิม..... 78
ตารางที่ 15 รูปแบบทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการจากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ 79
ตารางที่ 16 รูปแบบทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการจากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ 79
ตารางที่ 17 สรุปเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของการศึกษาเดิมและผลตอบแทนทางการเงินโดยใช้ตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัย 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 สรุปเปรียบเทียบสมมติฐานที่ใช้ในรายงานและงานวิจัย ของรัฐเจ้าของโครงการ 81

ตารางที่ 19 สรุปเปรียบเทียบสมมติฐานที่ใช้ในรายงานและงานวิจัยของเอกชนผู้ให้บริการ 82

ตารางที่ 20 ตารางแสดงค่า MAPE ของการพยากรณ์ปริมาณจราจรระหว่างกรณี Deterministic Model และกรณี Stochastic Model..... 92

ตารางที่ 21 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการ 100

ตารางที่ 22 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการ..... 102

ตารางที่ 23 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินของสถาบันการเงินผู้ให้กู้ 105

ตารางที่ 24 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการกรณีที่เพิ่มปริมาณจราจร 2 เท่า..... 108

ตารางที่ 25 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการกรณีที่เพิ่มปริมาณจราจร 2 เท่า 108

ตารางที่ 26 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการหลังการจัดแบ่งรายได้ให้เอกชน..... 110

ตารางที่ 27 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการกรณีได้รับการจัดแบ่งรายได้..... 111

ตารางที่ 28 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการกรณีแบ่งรายได้ส่วนเกินให้เอกชนได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)..... 114

ตารางที่ 29 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการ กรณีได้รับรายได้ส่วนเกินให้ผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)..... 115

ตารางที่ 30 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินของสถาบันการเงินผู้ให้กู้ กรณีรัฐเจ้าของโครงการแบ่งรายได้ส่วนเกินให้เอกชนได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0) . 115

ตารางที่ 31 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผู้มีส่วนได้เสีย 117

ตารางที่ 32 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักของโครงการ 118

ตารางที่ 33 ตารางสรุปผลตอบแทนทางการเงิน กรณีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น 2 เท่าจากกรณีฐาน (Base case)..... 121

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 ตารางสรุปผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง กรณีใช้มาตรการหรือแรงจูงใจในการให้บริการของเอกชนผู้ให้บริการโดยโดยวิธีการแบ่ง รายได้ส่วนเกิน (รัฐ 60% : เอกชน 40%)..... 122

ตารางที่ 35 ตารางสรุปผลตอบแทนทางการเงิน กรณีที่แบ่งรายได้ส่วนเกินในอัตราส่วนที่ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการเป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)..... 123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานแต่ละประเภทประกอบด้วยระบบและโครงข่ายที่ทำงานร่วมกัน 2
รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของโครงสร้างพื้นฐานในแต่ละประเภท 14
รูปที่ 3 การเปรียบเทียบต้นทุนปัจจุบันสุทธิ (Net Present Cost) เพื่อคำนวณความคุ้มค่ามูลค่าทางการเงิน (Value for Money) 21
รูปที่ 4 กลไกการจ่ายค่าตอบแทนในประเทศไทย 22
รูปที่ 5 การจ่ายค่าตอบแทนแบบปรับขึ้นในอัตราที่กำหนด 24
รูปที่ 6 การจ่ายค่าตอบแทนจากส่วนเพิ่มค่าใช้จ่าย 25
รูปที่ 7 โครงสร้างการจ่ายค่าตอบแทนแบบ "Shadow Toll" 27
รูปที่ 8 องค์ประกอบและปัจจัยในการคำนวณการจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ 28
รูปที่ 9 องค์ประกอบของการจ่ายค่าตอบแทน 30
รูปที่ 10 แผนภาพการจำลองมอนติคาร์โล 47
รูปที่ 11 เอกสารสำหรับการป้อนข้อมูล INFRISK 52
รูปที่ 12 แผนผังการดำเนินการของ INFRISK 53
รูปที่ 13 กรอบแนวคิดเชิงคำนวณของงานวิจัย (Computational Framework) 61
รูปที่ 14 แนวเส้นทางของทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 63
รูปที่ 15 กระแสเงินสด (Free Cash Flow) ของรัฐเจ้าของโครงการ 64
รูปที่ 16 กระแสเงินคงเหลือสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการ (Equity Cash Flow) 65
รูปที่ 17 กราฟแสดงการกระจายตัวของอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อ AADT 69
รูปที่ 18 กราฟแสดงอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อ AADT โดยใช้ Envelope Method ในการร่วมวิเคราะห์ 70
รูปที่ 19 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการจัดการความไม่พร้อมใช้ของสายทางจากโครงการ M7 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 20 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทางจากโครงการ M7 72
รูปที่ 21 แผนภาพแบบจำลองลูกโซ่มาร์คอฟ (Markov Chain)..... 74
รูปที่ 22 Sensitivity Analysis ในรูปแบบ Tornado Diagram ของรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการ..... 83
รูปที่ 23 Sensitivity Analysis ในรูปแบบ Tornado Diagram ของเอกชนผู้ให้บริการ 84
รูปที่ 24 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านปริมาณจราจร (AADT)..... 85
รูปที่ 25 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง (D1)..... 85
รูปที่ 26 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน (D2)..... 86
รูปที่ 27 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M Costs)..... 87
รูปที่ 28 กราฟแสดงปริมาณจราจรในอนาคตกรณี Deterministic Model 89
รูปที่ 29 กราฟแสดงปริมาณจราจร 4 ช่องจราจรในอนาคตด้วยสมการ GBM โดยแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ 10 ครั้ง..... 90
รูปที่ 30 กราฟแสดงปริมาณจราจร 6 ช่องจราจรในอนาคตด้วยสมการ GBM โดยแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ 10 ครั้ง..... 90
รูปที่ 31 กราฟแสดงการกระจายตัวของอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์กรณี Deterministic Model..... 93
รูปที่ 32 กราฟแสดงการกระจายตัวของตัวอย่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์กรณี Stochastic Model..... 94
รูปที่ 33 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการจัดการความพร้อมใช้ของสายทาง 95
รูปที่ 34 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทาง 96
รูปที่ 35 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์สถานะของผิวถนน..... 97
รูปที่ 36 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายในการ O&M ในกรณี Deterministic Model..... 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 37 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายในการ O&M ในกรณี Stochastic Model โดยแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ 10 ครั้ง 99

รูปที่ 38 Histogram แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการ 101

รูปที่ 39 Histogram แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ ที่อัตราคิดลด 4% 103

รูปที่ 40 Histogram แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ ที่อัตราคิดลด 8.6% 104

รูปที่ 41 กราฟแสดงค่า DSCR ของแต่ละปีที่ชำระเงินกู้ กรณี Deterministic Model 105

รูปที่ 42 กราฟแสดงค่าความเสี่ยงในการชำระเงินกู้ด้วยวิธี Monte Carlo Simulation 106

รูปที่ 43 Histogram ของค่า DSCR ของผู้ให้กู้ในปีที่ 15 ของการชำระเงินกู้ 107

รูปที่ 44 Histogram ของแสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของรัฐเจ้าของโครงการ หลังการ “แบ่งรายได้ส่วนเกิน” รัฐ:เอกชน 60:40 111

รูปที่ 45 Histogram ของแสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของเอกชนผู้ให้บริการที่อัตราคิดลด r=8.6% หลังการ “แบ่งรายได้ส่วนเกิน” รัฐ:เอกชน 60:40 112

รูปที่ 46 กราฟแสดงค่า DSCR ของแต่ละปีที่ชำระเงินกู้ กรณีที่เอกชนผู้ให้บริการได้รับการจัดแบ่งรายได้ 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

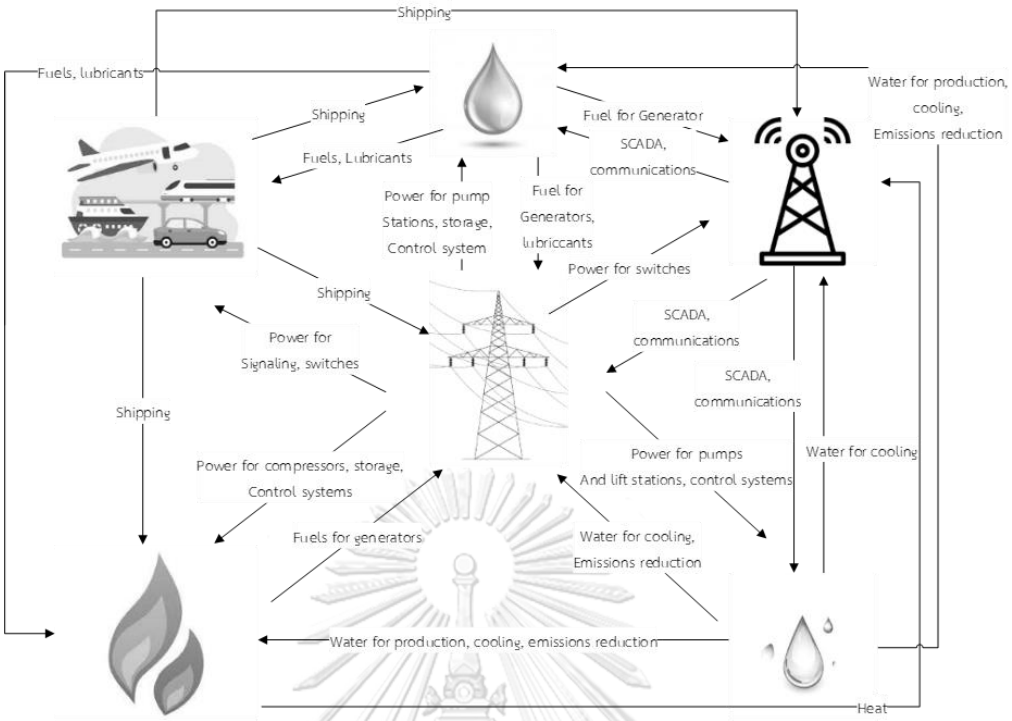
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การจัดหาเพื่อให้ได้มาของโครงสร้างพื้นฐานเพื่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในการประกอบอาชีพ และเพื่อการใช้ชีวิตที่มีคุณภาพของประชาชน ถือเป็นภาระหน้าที่ตามกฎหมายของหน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการที่รับผิดชอบในการศึกษา ออกแบบ จัดหางบประมาณในการก่อสร้าง จัดหาผู้รับจ้างก่อสร้าง และดำเนินงานและบำรุงรักษาให้มีอายุการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งให้มีสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างประสิทธิผล (Effectiveness) มีความเชื่อถือได้ในการใช้งาน (Reliability) คุ้มค่า (Cost) (National Research Council, 1996) มีความพร้อมใช้ (Availability) และปลอดภัย (Safety) ตัวอย่างโครงการโครงสร้างพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ ได้แก่ ถนน ระบบขนส่งทางราง สนามบิน ท่าเทียบเรือ ระบบน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) มีความเป็นลักษณะเฉพาะตัว มีความซับซ้อนในการก่อสร้างและบริหารโครงการ และยังมีลักษณะที่เป็นโครงข่าย (Network) นอกจากนี้แล้ว โครงสร้างพื้นฐานโดยทั่วไปยังประกอบด้วยระบบในแต่ละระดับด้วยกันหลายระดับ (System of systems) ที่ทำงานสัมพันธ์กัน เช่น ระดับโครงการ (Standalone project level) และระดับโครงข่าย (Network level) เป็นต้น ในระดับโครงการก็ยังประกอบด้วยระบบย่อยหลายระบบด้วยกัน เช่น โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ประกอบไปด้วย ระบบงานโครงสร้างตัวถนน งานระบบการจัดเก็บค่าผ่านทาง ระบบไฟฟ้าในโครงการ ระบบงานบำรุงรักษาและระบบอื่น ๆ นอกจากนี้โครงการโครงสร้างพื้นฐานยังมีลักษณะเป็นโครงข่ายที่ต้องทำงานเชื่อมต่อกัน เป็นระบบโครงข่ายขนาดใหญ่ เช่น ระบบขนส่งทางถนน และต้องเชื่อมต่อกับระบบขนส่งอื่น ๆ อีก เช่น ระบบขนส่งทางราง สนามบิน สะพานท่าเทียบเรือ รวมถึงระบบอื่นๆ ที่เข้ามามีส่วนร่วมเพื่อให้มีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ ระบบโทรคมนาคมในการสื่อสารของเครื่องบิน ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นต้น รวมเป็นระบบคมนาคมขนส่งที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน (Transportation system)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานแต่ละประเภทประกอบด้วยระบบและโครงข่ายที่ทำงานร่วมกัน

ที่มา : ปรับปรุงรูปภาพจาก Sarker and Lester (2019)

จากรูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นโครงข่าย ตัวอย่างเช่น โครงสร้างพื้นฐานทางด้านคมนาคม การขนส่งทางอากาศจะไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าขาดถนนหรือการขนส่งทางรางซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมและส่งนำผู้โดยสารที่มาจากจุดต่าง ๆ (Feeder) ดังนั้น การบริหารโครงการโครงสร้างพื้นฐานในระดับโครงข่ายและระดับระบบรวมให้มีความมั่นคงและมีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการที่รับผิดชอบควรมีบทบาทสำคัญในการกำหนดแผนงานและแนวทางในการก่อสร้างและ “บริหารระบบโครงข่ายโครงสร้างพื้นฐาน”

การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานในระดับโครงข่ายให้มีความมั่นคงและมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการจ้างบุคลากรด้านต่าง ๆ อีกทั้งการก่อสร้างโครงการยังประกอบด้วยงานระบบที่จำเป็นต่อการดำเนินโครงการ ตลอดจนการดำเนินงานและบำรุงรักษาตลอดช่วงอายุของโครงสร้างพื้นฐาน โครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่หลายโครงการจึงมีความต้องการเงินลงทุนที่สูง ซึ่งรัฐอาจจะจัดสรรเงินงบประมาณแผ่นดิน หรือการออกพันธบัตรเงินกู้ หรือการกู้ยืมจากสถาบันทางการเงิน เป็น

ต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวย่อมส่งผลต่อภาระทางด้านการเงินของรัฐเจ้าของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นภาระด้านภาษีและภาระที่เกิดจากการกู้ยืมซึ่งจะก่อให้เกิดหนี้สาธารณะที่สูงขึ้น

นอกจากวิธีพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีวิธีที่เปิดโอกาสให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงการโครงสร้างพื้นฐาน หรือที่เรียกว่า โครงการร่วมทุนระหว่างรัฐและเอกชน (Public-Private Partnership, PPP) ซึ่งสัญญาร่วมทุนนั้นส่วนใหญ่เป็นการทำสัญญาระยะยาว (Long-term contracts) เพื่อแบ่งเบาภาระทางด้านงบประมาณรัฐเจ้าของโครงการ อีกทั้งรัฐเจ้าของโครงการยังโอนความเสี่ยงในการก่อสร้างและการดำเนินงานไปให้เอกชนคู่สัญญา โดยรัฐคาดว่าจะได้ประโยชน์ในแง่ของต้นทุนที่ประหยัดได้ที่เกิดจากประสิทธิภาพในการบริหารงานและบำรุงรักษาของเอกชนผู้ให้บริการที่ส่งผลต่อต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการ (Net present life-cycle cost, NPC)

สัญญา PPP เป็นการรวมกันของสัญญาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการจัดหาโครงการในแต่ละช่วงเวลาของโครงการ เช่น สัญญา PPP ในรูปแบบที่เรียกว่า Design-Build-Operate-Maintenance (DBOM) เกิดจากการรวมสัญญาออกแบบ (Design contract) สัญญาก่อสร้าง (Construction contract) และสัญญาการดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษา (O&M หรือ Management contract) เข้าด้วยกัน เป็นต้น การรวมสัญญาเข้าด้วยกัน (Contract bundling) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เกิดการประหยัดของต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการ (Life cycle cost) เพราะว่าเอกชนผู้ให้บริการได้รับสัมปทานเป็นระยะเวลายาว ดังนั้นแล้ว เอกชนผู้ให้บริการจะมุ่งเน้นในช่วงออกแบบและก่อสร้าง (Design and Construction Phase) ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนในช่วงดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M Phase) (Engel et al., 2020)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโดยใช้วิธี PPP ที่ผ่านมาในประเทศไทยก็มีส่งผลกระทบหลายอย่างต่อประชาชนผู้ใช้บริการ เช่น การที่โครงการ PPP ส่วนใหญ่ที่ต้องเก็บค่าธรรมเนียมในการให้บริการ เช่น ค่าผ่านทาง เป็นต้น ซึ่งเป็นการผลักภาระค่าใช้จ่ายให้กับประชาชนในปัจจุบันและในอนาคต นอกจากนี้แล้ว การที่มีบริษัทเอกชนหลายรายที่มีสิทธิในการเก็บค่าบริการ ส่งผลให้ประชาชนต้องจ่ายค่าธรรมเนียมที่แยกเป็นส่วน ๆ ไม่มีการรวมต้นทุนคงที่ไว้ที่หน่วยงานรับผิดชอบหลัก และกระจายต้นทุนคงที่ของการดำเนินงานไปยังผู้ใช้บริการทั้งระบบ จึงไม่ได้เกิดการประหยัดต่อขนาดของระบบโครงสร้างพื้นฐาน (Economies of scales) และยังส่งผลต่อความต่อเนื่องในการใช้บริการของประชาชน ยกตัวอย่างเช่น โครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานคร ที่แต่ละเส้นทางมีผู้ให้บริการที่เป็นเอกชนที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการใช้บริการของ

ประชาชนที่ต้องมีการออกจากระบบหนึ่งเพื่อเข้าสู่อีกระบบหนึ่ง เป็นต้น ซึ่งแต่ละระบบก็มีต้นทุนค่าเข้าระบบ ถือเป็นการผลักภาระให้ประชาชนผู้ใช้บริการอย่างชัดเจน (Tamayo et al., 2014)

ในปัจจุบัน รัฐได้มีแนวคิดในการปรับรูปแบบของสัญญาสัมปทานแบบรวมสัญญาหลาย ๆ สัญญาจัดหาให้เป็นสัญญาเดียว หรือที่เรียกว่า “Bundling of contracts” ให้เป็นสัญญาสัมปทานแบบแยกย่อยมากขึ้น หรือเรียกว่าเป็นการ Unbundling contracts โดยจากการศึกษาของต่างประเทศ พบว่าข้อดีของการแยกสัญญาจ้างการดำเนินงานและบำรุงรักษาออกจากสัญญาสัมปทานแบบเดิม ก็เพื่อรักษาอำนาจการควบคุมการบริหารโครงการและโครงข่ายให้ยังอยู่ภายใต้หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ เช่น อำนาจในการกำหนด/ปรับเพิ่ม/หรือลดค่าธรรมเนียม เป็นต้น

การใช้สัญญาจ้างดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษาโครงการ (Operation and maintenance หรือ O&M contract) แม้ว่าหน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการยังเป็นผู้แบบรับความเสี่ยงในช่วงการพัฒนาโครงการ เช่น ความเสี่ยงในเรื่องการออกแบบ จัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน และความเสี่ยงในเรื่องของระยะเวลาและต้นทุนในการก่อสร้าง เป็นต้น แต่อาจส่งผลดีต่อการบริหารโครงข่ายโดยรวมของหน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ (Network level management) และยังอาจส่งผลดีต่อการบริหารค่าธรรมเนียมในการใช้บริการ เพื่อไม่ให้เป็นภาระกับประชาชนผู้ใช้บริการจนเกินไป

สัญญา PPP O&M เช่น สัญญาจ้างดำเนินงานและบำรุงดูแลรักษาทางหลวงระหว่างเมือง เป็นต้น รัฐยังเป็นผู้แบกรับความเสี่ยงด้านปริมาณการใช้งานและรายได้โครงการอยู่ ส่วนเอกชนผู้รับสัมปทานมีความเสี่ยงที่เกี่ยวกับต้นทุนงานก่อสร้างงานระบบและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา โดยรายได้ของเอกชนผู้ให้บริการจะอยู่ในรูปค่าตอบแทนจากรัฐเจ้าของโครงการ ด้วยลักษณะของสัญญาในรูปแบบดังกล่าว รัฐเจ้าของโครงการคาดหวังว่า โครงการดังกล่าวจะได้รับประโยชน์จากการดำเนินงานและการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพของเอกชนผู้ให้บริการ และประโยชน์จากการแข่งขันของเอกชนในการยื่นข้อเสนอขอเงินค่าตอบแทนตลอดอายุสัญญา (Competition)

ในประเทศไทยได้มีโครงการขนส่งทางถนนที่ใช้สัญญา PPP O&M ตัวอย่างเช่น โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน – นครราชสีมา โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 81 บางใหญ่ – กาญจนบุรี เป็นต้น ซึ่งสัญญา PPP O&M ในไทยนั้น รัฐเจ้าของโครงการเปิดโอกาสให้เอกชนผู้ให้บริการมีส่วนร่วมในการออกแบบ ก่อสร้าง จัดหาแหล่งเงินทุนสำหรับงานก่อสร้างงานระบบ ตลอดจนดำเนินงานและบำรุงรักษา โดยรัฐเจ้าของโครงการจ่าย

ผลตอบแทนให้กับเอกชนผู้ให้บริการในลักษณะอัตราเหมา ซึ่งรวมเงินลงทุนสำหรับงานระบบและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาตลอดอายุสัญญา หรือที่เรียกว่า O&M contract ในรูปแบบ PPP Gross Cost นั้น ถือเป็นโครงการ PPP O&M แรกของประเทศไทยที่กำหนดกลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment mechanism) ที่เรียกว่า “Availability payment หรือ AP” ซึ่งเป็นการจ่ายค่าตอบแทนแบบ Performance-based ตามสภาพความพร้อมใช้ของโครงการ โดยค่าตอบแทนนี้อาจแบ่งการจ่ายเป็นรายเดือน รายไตรมาส และค่าตอบแทนในแต่ละงวดนี้อาจมีการปรับลดในกรณีที่ผู้ให้บริการ (Operator) ไม่สามารถรักษาสภาพความพร้อมใช้ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญาได้ เช่น มีการปิดช่องทางจราจรเกินกว่าระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา หรือสภาพผิวจราจรมีคุณภาพต่ำกว่าค่าที่ระบุในสัญญา เป็นต้น ซึ่งวิธีการคำนวณการปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment) นี้ จะส่งผลต่อค่าตอบแทนสุทธิที่ผู้ให้บริการ (Operator) จะได้รับ ดังนั้นในการนำการปรับลดค่าตอบแทนดังกล่าวมาใช้ ควรที่จะต้องมีการศึกษาถึงที่มาและสมมติฐานของสมการ ตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ เพื่อวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางในนำมาวิธีการดังกล่าวมาใช้ให้เหมาะสมกับโครงการทางหลวงระหว่างเมืองและภายใต้บริบทของประเทศไทย และการปรับลดค่าตอบแทนนี้ต้องอยู่บนพื้นฐานของความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และยุติธรรมกับทั้งสองฝ่าย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษา (1) กลไกการจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบ AP โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) เกณฑ์การคำนวณการปรับค่าตอบแทน (Payment Adjustment) ของโครงการ PPP ซึ่งการปรับค่าตอบแทนจะศึกษาทั้งเกณฑ์การปรับเพิ่มและลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงาน และ (3) เพื่อสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial model) และศึกษาปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk variables and risk profile) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักของสัญญา PPP ที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากค่าความพร้อมใช้ (Availability payment) และเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเสนอแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ แนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator) และบริบทของประเทศไทย

ในอนาคตโครงการการร่วมลงทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนที่มีกลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากความความพร้อมใช้ (Availability payment) โดยวิธี PPP Gross Cost จะถูกนำไปใช้ในอีกหลายภาคส่วน เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งโครงการเหล่านี้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้เป็นแนวทางในการประเมินทางการเงินและการจัดการความเสี่ยง ช่วยให้แต่ละภาคส่วนบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment mechanism) จากโครงการขนส่งทางถนนที่ใช้การจ่ายค่าตอบแทนตามความพร้อมใช้ (Availability-based payment) โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. เพื่อศึกษาเกณฑ์การคำนวณการปรับค่าตอบแทน (Payment adjustment) ของโครงการ PPP ซึ่งการปรับค่าตอบแทนจะศึกษาทั้งเกณฑ์การปรับเพิ่มและลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงาน

3. เพื่อสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial model) และศึกษาปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk variables and risk profile) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักของสัญญา PPP ที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากค่าความพร้อมใช้ (Availability payment) และเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเสนอแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ แนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator) และบริบทของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะโครงการขนส่งทางถนนที่มีกลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment Mechanism) แบบตามความพร้อมใช้ของโครงการ (Performance-based) โดยศึกษาจากเอกสารและโครงการจากต่างประเทศ

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยภายในที่ส่งผลกระทบต่อ ผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย เช่น ปริมาณจราจร การปรับลดค่าตอบแทน เป็นต้น โดยไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอก เช่น ภัยธรรมชาติ การเมือง เป็นต้น

3. ขอบเขตด้านตัวแปร
   ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ปัจจัยภายในที่เป็นตัวแปรเสี่ยงซึ่งส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินประกอบด้วย 4 ปัจจัยคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(1) ปริมาณจราจร (Traffic Volume)

(2) การปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment)

(3) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance Costs)

(4) อัตราคิดลด (Discount rate)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลตอบแทนทางการเงินและปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญจากการลงทุนของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ได้แก่ (1) รัฐเจ้าของโครงการ (2) ผู้ให้บริการ (3) ผู้ให้กู้

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่สำคัญของการวิจัยนี้เป็นดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร (Literature review)

ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร เป็นการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ บทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในทางทฤษฎีและเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยต่อไป

2. การศึกษาตัวแปรที่สำคัญและศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์ (Key variables and forecasting theories)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการศึกษาตัวแปรที่สำคัญ เช่น ปริมาณการจราจรของโครงการ เป็นต้น พร้อมทั้งศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์ต่าง ๆ ของตัวแปรที่สำคัญ โดยใช้วิธี Deterministic และ Stochastic โดยเป็นการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของแต่ละตัวแปร พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้การพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละวิธี โดยใช้การทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

3. การกำหนดกรอบแนวความคิดและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย (Conceptual framework and research scope)

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างกรอบแนวคิดของงานวิจัยหลังจากศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สนใจ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย

4. การสร้างตัวแบบทางการเงินของโครงการและวิเคราะห์หาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ (Financial modelling and risk identification)

หลังจากทราบตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ที่มีผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของผู้ที่มีส่วนได้เสียในการพัฒนาโครงการ ขั้นตอนถัดไปจึงเป็นการสร้าง “ตัวแบบทางการเงิน” (Financial model) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ (Key stakeholders) ได้แก่ (1) รัฐเจ้าของโครงการ (2) เอกชนผู้ให้บริการ และ (3) ผู้ให้เงินกู้ ทั้งนี้เพื่อใช้ประเมินถึงผลตอบแทนทางการเงินภายใต้ความสถานการณ์ที่เป็นไปได้ตามสมมติฐานหลัก (Base case scenario) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 และกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision-making criteria) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินทางการเงินที่แตกต่างกัน โดยการประเมินโครงการในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินโครงการในรูปแบบที่เรียกว่า Deterministic analysis ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งเป็นการประเมินที่ให้ผลลัพธ์ที่เป็นค่า ๆ เดียว หรือที่เรียกว่า Single-point estimate และหลังจากที่ได้สร้างตัวแบบทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 จะเป็นการวิเคราะห์หาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ (Risk variables) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียทั้ง 3 โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity analysis)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการกรณีศึกษา

หลังจากที่ทราบตัวแปรที่สำคัญและสร้างตัวแบบทางการเงินแล้วเสร็จ ขั้นตอนถัดไปคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการกรณีศึกษา ซึ่งก็คือ โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา หรือ M6

6. การวิเคราะห์ความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลัก (Stakeholders' risk analysis)

หลังจากการสร้างตัวแบบทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ กำหนดตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ และเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วเสร็จ ผู้วิจัยจึงดำเนินการประเมินผลตอบแทนทางการเงินภายใต้ความสถานการณ์ที่เป็นไปได้ตามสมมติฐานหลัก (Base case analysis หรือ Deterministic analysis) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ จากนั้นจึงประเมินความเสี่ยงทางการเงินภายใต้ความไม่แน่นอน (Risk analysis under uncertainty) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย โดยใช้วิธี Monte Carlo simulation โดยใช้ MATLAB เพื่อให้ได้มาซึ่งช่วงของผลตอบแทนทางการเงินที่เป็นไปได้ (Possible range of outcomes) ตามสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งเรียกว่า Risk profile ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3

7. การตัดสินใจของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลัก (Stakeholders' decision-making)

หลังจากได้ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 6 ผู้วิจัยจะเปรียบเทียบ Risk profile ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 กับกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision-making criteria) ของผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย เพื่อใช้ในการอภิปรายผลการศึกษา และใช้เป็นแนวทางในการเสนอแนะแนวทางในการสร้างกลไกที่เหมาะสมในการในวิธีการจ่ายค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ (Availability payment) มาใช้ในโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองโครงการอื่นในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8. สรุปปัจจัยเสี่ยงของสัญญาที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ (Availability payment) และแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ และแนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator)

9. สรุปผลการวิจัย ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย และข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัยในลักษณะเดียวกันกับโครงการนี้ในอนาคต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รัฐเจ้าของโครงการสามารถนำกรอบการคำนวณที่นำเสนอไปใช้ประกอบการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เพื่อให้ผลประโยชน์และแรงจูงใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักของโครงการเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน (Alignment of stakeholders' interest and incentives) จากการใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนและเกณฑ์การปรับลดค่าตอบแทนที่ได้ศึกษา และเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อประสิทธิภาพ (Effectiveness) ของโครงสร้างพื้นฐานโดยรวมของประเทศ และส่งผลดีต่อภาคประชาชนผู้ใช้บริการ

2. ผู้มีส่วนได้เสียหลักทราบถึงปัจจัยความเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk profile) ของสัญญาร่วมลงทุนที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ (Availability payment) และแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ และแนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นองค์ความรู้และพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยนี้

2.1 นิยามและข้อมูลโดยทั่วไปของโครงสร้างพื้นฐาน

2.1.1 ความหมายและประเภทของโครงสร้างพื้นฐาน

ตามนิยามของ Weber and Alfen (2012) ได้ให้คำนิยามของโครงสร้างพื้นฐานไว้ว่า โครงสร้างพื้นฐานโดยทั่วไป คือ สินทรัพย์ทางกายภาพ เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นระบบผ่านการดำเนินการโดยผู้ให้บริการ ภายใต้กรอบของโครงการ การจัดการรูปแบบทางธุรกิจ กฎหมายและข้อกำหนดต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน ยกระดับคุณภาพชีวิต และพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

โครงสร้างพื้นฐานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกเรียกว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านเศรษฐกิจ (Economic Infrastructure) ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของประเทศ เช่น ถนน เขื่อน สนามบิน การขนส่งทางน้ำ ระบบการประปา ระบบการไฟฟ้า เป็นต้น ประเภทที่สองเรียกว่าโครงสร้างพื้นฐานด้านสังคม (Social Infrastructure) เป็นโครงสร้างพื้นฐานซึ่งอำนวยความสะดวก หรือ ยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนในสังคม ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นตามมา เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบการศึกษา ระบบการเงิน เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Economic Infrastructure					Social Infrastructure
Transport	**Energy**	**Water**	**Communication**	**Waste**	
Lands - Roads - Rail networks - Public local transport	**Generation Conventional** - Coal - Oil/gas - Nuclear	**Supply** - Domestic - Industrial	**Telecommunication** - Fixed networks - Mobile networks - High-speed internet - Towers (cell&broadcast)	- Domestic waste - Industrial waste	**Health** - Diagnostic - Therapy/treatment - Care - Rehabilitation - Elderly housing
Water - Inland waterways - Sea - Canals (e.g. Suez) - Ports	**Renewable** - Solar - Wind - Water - Biomass - Geothermal	**Sewerage** - Rain water - Domestic wastewater - Industrial wastewater	**Space** - Satellite network - Observation Other services		**Education/Culture** - Schools - Student housing (campus) - Libraries - Theatres - Museums
Air - Airport Services - Airline services - Air traffic control	**Transmission/Distribution** - Electricity - Gas - Oil/fuels				**Sport** - Recreational - Professional
Multimodal - Inland terminals (road/rail-freight) - Cruise terminals	**Storage** - Electricity - Gas - Oil/fuels District Heating				**Public administration** - Offices - E-government
					Security - Prisons - Police - Defence

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 ประเภทของโครงสร้างพื้นฐาน
ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Weber and Alfen (2012)

จากตารางที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานยังแบ่งออกได้หลายระดับ ได้แก่ ระดับโครงการ (Stand-alone Project Level) ระดับโปรแกรม (Program Level) และระดับกลุ่มของโครงการ (Portfolio Level) โดยระดับโครงการยังประกอบไปด้วยระบบงานหลายประเภท ตัวอย่างเช่น โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ประกอบไปด้วย ระบบงานโครงสร้างตัวถนน งานระบบการจัดเก็บค่าผ่านทาง ระบบไฟฟ้าในโครงการ ระบบงานบำรุงรักษาและระบบอื่น ๆ เป็นต้น ระบบงานแต่ละระบบต้องดำเนินงานร่วมกัน ไม่สามารถขาดระบบใดระบบหนึ่งไปได้ นอกจากนี้โครงการแต่ละโครงการยังมีลักษณะทำงานเชื่อมต่อกันเป็นระดับโครงข่ายที่มีลักษณะทำงานร่วมกัน ส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน เป็นระดับโปรแกรม เช่น ระบบทางหลวงระหว่างเมือง เป็นต้น ทางหลวงระหว่างเมือง และ

สนามบิน อาจรวมกันเป็นระบบการคมนาคมขนส่ง (Transportation system) ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างพื้นฐานต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นโครงข่าย ตัวอย่างเช่นโครงสร้างพื้นฐานทางด้านการขนส่ง การขนส่งทางอากาศจะไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าขาดถนนหรือการขนส่งทางรางซึ่งเป็นเหมือนสื่อกลางในการนำผู้โดยสารมาจากจุดต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้โครงสร้างพื้นฐานในระดับโครงข่ายจำเป็นต้องให้รัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้บริหารและจัดการในการกำหนดแผนงานและแนวทางในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานให้มีความยั่งยืน

2.1.2 ลักษณะเฉพาะของโครงสร้างพื้นฐาน (Characteristics of infrastructure)

โครงสร้างพื้นฐานมีลักษณะเฉพาะตัว มีความซับซ้อนในการก่อสร้างและบริหารโครงการ Sawant (2010) ได้กล่าวถึงลักษณะเฉพาะตัวของโครงสร้างพื้นฐานไว้ดังต่อไปนี้

- โครงการโครงสร้างพื้นฐานส่วนใหญ่ใช้เงินลงทุนสูงเพื่อการก่อสร้างโครงการ (Large up-front Investment)

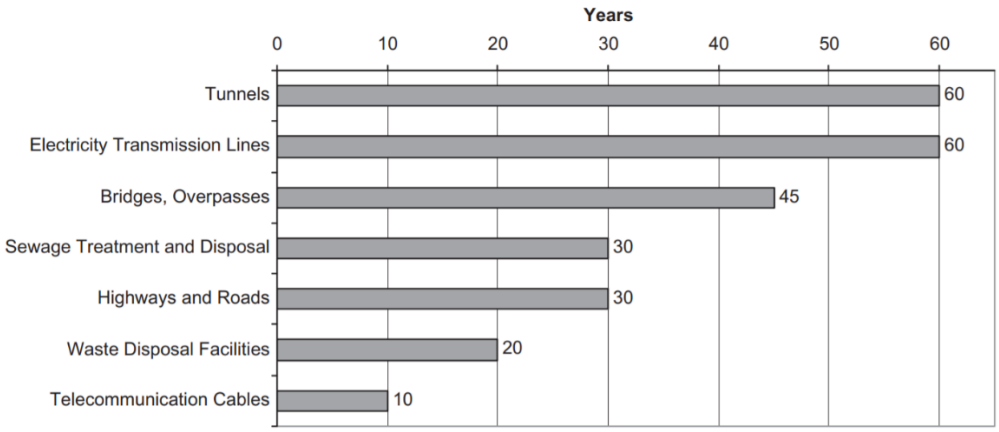
  โครงสร้างพื้นฐานต้องการเงินจำนวนมากในการลงทุนพัฒนาโครงการเนื่องจากโดยมากเป็นโครงการขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น การสร้างทาง จำเป็นต้องลงทุนไปการวัสดุก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นหิน ทราย ปูนซีเมนต์ ยางมะตอย ค่าแรงและค่าเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง ค่าดำเนินการของผู้รับจ้างก่อสร้าง นอกจากนี้ยังมีค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินและค่าชดเชยอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- โครงการโครงสร้างพื้นฐานมีอายุการใช้งานที่ยืนยาว (Long useful life)

  โครงสร้างพื้นฐานมีอายุการใช้งานนานหลายสิบปี และต้องใช้เวลานานหลายปีเช่นกันที่โครงการจะสร้างผลประโยชน์ที่คุ้มค่าเงินลงทุน รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงช่วงอายุของโครงสร้างพื้นฐานแต่ละประเภท การลงทุนในโครงการที่มีช่วงอายุยาวต้องมีการบริหารเสถียรภาพทางการเงิน ทั้งการลงทุนก่อสร้างหรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ อีกทั้งด้วยระยะที่ยาวนานของโครงการอาจมีความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีหรือทางสังคม ยกตัวอย่างเช่น การขุดคลองในสมัยก่อนเพื่อการเกษตรกรรม

และขนส่ง แต่ด้วยเวลาที่ผ่านไปที่มีการเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์เพื่อการคมนาคมขนส่ง ส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากคลองลดน้อยลง เป็นต้น



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของโครงสร้างพื้นฐานในแต่ละประเภท

ที่มา : Davis (2008)

- โครงการโครงสร้างพื้นฐานมีที่ตั้งที่เฉพาะเจาะจง (Location Specificity)

โครงสร้างพื้นฐานจะถูกกำหนดบริเวณในการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างถนนหรือทางรถไฟ ที่จะถูกกำหนดต้นทางและปลายทาง โรงไฟฟ้าจะถูกกำหนดที่ตั้งเพื่อการแจกจ่ายให้กับชุมชนอย่างทั่วถึง ในบางกรณีเช่นการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันจำเป็นต้องตั้งแท่นขุดเจาะ ณ จุดนั้น แล้วขนส่งผลิตภัณฑ์ในภายหลัง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

- เงินลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานไม่สามารถคืนสภาพกลับมาเป็นเงินสดได้ (Irreversible Investment)

โครงสร้างพื้นฐานเมื่อได้มีการลงทุนไปแล้ว เจ้าของโครงการไม่สามารถทำให้สินทรัพย์โครงการกลับคืนสภาพมาเป็นเงินลงทุนเดิมได้ เงินลงทุนในโครงสร้างนั้นจะเป็นต้นทุนจม (Sunk Cost) ไม่สามารถนำต้นทุนนั้นคืนสภาพกลับมาเป็นเงินก่อนการลงทุนได้

นอกจากนี้แล้ว Markard (2011) ยังอธิบายเพิ่มถึงลักษณะเฉพาะตัวของโครงสร้างพื้นฐานในเรื่องของความหลากหลายของระบบที่ทำงานร่วมกัน (A high degree of systemness) ไว้ว่า

โครงสร้างพื้นฐานประกอบไปด้วยหลายๆ องค์ประกอบรวมกันเป็นระบบ แต่ละองค์ประกอบต่างต้องทำงานร่วมกัน อีกนัยหนึ่งคือจะไม่สามารถดำเนินงานได้ถ้าขาดองค์ประกอบใดก็ตาม ฉะนั้นต้องคำนึงถึงความเป็นระบบนี้อย่างมีนัยสำคัญ หรือถ้าองค์ประกอบใดมีการเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบอื่นในระบบก็ต้องเปลี่ยนแปลงตามเช่นกัน เช่น งานระบบทางหลวงพิเศษจะต้องมีตัวโครงสร้าง คือ ถนน และต้องมีระบบจัดเก็บค่าผ่านทางเข้ามาร่วมทำงานด้วย อีกทั้งระบบอื่น ๆ ซึ่งเข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบไฟฟ้าในโครงการ ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบสุขอนามัยในโครงการ เป็นต้น

จากที่กล่าวไปข้างต้น การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานในระดับโครงข่ายให้มีความมั่นคงและมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการจ้างบุคลากรด้านต่าง ๆ อีกทั้งการก่อสร้างโครงการยังประกอบด้วยงานระบบที่จำเป็นต่อการดำเนินโครงการ ตลอดจนการดำเนินงานและบำรุงรักษาตลอดช่วงอายุของโครงสร้างพื้นฐาน โครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่หลายโครงการจึงมีความต้องการเงินลงทุนที่สูง การลงทุนจากรัฐเจ้าของโครงการเพียงฝ่ายเดียวอาจไม่สามารถระดมเงินทุนได้เพียงพอ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการระดมทุนและการดำเนินนโยบายด้านการลงทุนที่ต้องคำนึงถึงเสถียรภาพการคลังของประเทศด้วย สำนักงบประมาณของรัฐสภา (2559) ได้กล่าวถึงการระดมเงินทุนของรัฐเจ้าของโครงการเพื่อการลงทุนโครงการก่อสร้างพื้นฐานดังนี้

1. เงินกู้ต่างประเทศ ได้แก่ เงินกู้จากสถาบันทางการเงินระหว่างประเทศหรือรัฐบาลต่างประเทศ ได้แก่ ธนาคารโลก (World Bank) ธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank : ADB) หรือรัฐบาลญี่ปุ่นโดยกู้ผ่านองค์การความร่วมมือระหว่างญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency : JICA) เป็นต้น

2. เงินกู้ภายในประเทศ ทั้งการกู้ตรงจากธนาคารพาณิชย์ ภายในประเทศ สถาบันการเงินเฉพาะกิจและการออกพันธบัตร

แต่ด้วยการจัดหาแหล่งทุนดังกล่าวก่อให้เกิดภาระทางด้านการเงินของรัฐเจ้าของโครงการไม่ว่าจะเป็นภาระด้านภาษีที่ต้องมีการจัดสรรไปยังภาคส่วนต่าง ๆ ส่งผลให้การลงทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งภาระที่เกิดจากการกู้ยืมซึ่งจะก่อให้เกิดหนี้สาธารณะที่สูงขึ้น จึงก่อให้เกิดการให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน หรือที่เรียกว่า โครงการร่วมทุนระหว่างรัฐและเอกชน

(Public-Private Partnership) เพื่อแก้ปัญหาในส่วนนี้ อีกทั้งยังส่งผลดีต่อรัฐเจ้าของโครงการในแง่อื่นอีกด้วย

2.2 การร่วมลงทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน (Public – Private Partnership)

2.2.1.ความหมายและวิธีการร่วมทุน

Public-Private Partnership หรือ PPP คือ สัญญาร่วมทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน โดยเป็นสัญญาระยะยาวนาน (Long-Term Period) เพื่อผลประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่าย ซึ่งเอกชนผู้ให้บริการหรือบริษัทสัมปทานเป็นผู้ดำเนินการโครงการแทนรัฐตามเงื่อนไขข้อตกลงของสัญญา (Garvin & Bosso, 2008)

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (2558) ยังอธิบายรูปแบบและวิธีการร่วมทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนที่ใช้กันทั่วไปในระดับสากล ดังนี้

1. Design-Build (DB) เป็นรูปแบบรัฐจ้างเหมาแบบเบ็ดเสร็จ (Turn-key) มอบหมายให้เอกชนดำเนินการออกแบบ และดำเนินการก่อสร้างโครงการ โดยรัฐจะเป็นเจ้าของสินทรัพย์และเป็นผู้ดำเนินโครงการ รวมทั้งบำรุงรักษาสินทรัพย์ภายหลังจากที่การก่อสร้างแล้วเสร็จ และมีการจัดสรรความเสี่ยงให้กับเอกชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. Design-Build-Maintain (DBM) เป็นรูปแบบที่รัฐจ้างเอกชนในการออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งเหมือนกับรูปแบบ DB แต่รูปแบบนี้เอกชนจะมีหน้าที่ครอบคลุมการบำรุงรักษาสินทรัพย์ของโครงการนั้น ๆ โดยรัฐเป็นผู้ดำเนินโครงการภายหลังจากที่การก่อสร้างแล้วเสร็จ และมีการจัดสรรความเสี่ยงในการบำรุงรักษาให้กับเอกชนผู้ให้บริการด้วย

3. Design-Build-Operate (DBO) เป็นรูปแบบที่รัฐจ้างเอกชนในการออกแบบ ก่อสร้าง และจ้างให้เอกชนรายนั้นดำเนินการให้บริการโครงการนั้น ๆ ด้วย โดยรัฐยังคงเป็นเจ้าของสินทรัพย์ เอกชนผู้ดำเนินโครงการอาจได้รับเงินในรูปของค่าจ้างบริหาร (Management Fee) โครงการลักษณะนี้อาจเป็นโครงการที่มีขนาดใหญ่มากและเงินทุนจากเอกชนผู้ให้บริการไม่พอที่จะดำเนินได้ในทั้งโครงการ

4. Design-Build-Operate-Maintain (DBOM) เป็นรูปแบบที่รวมหน้าที่ความรับผิดชอบของเอกชนผู้ให้บริการในการจัดซื้อจัดจ้างแบบ DB กับการดำเนินการ และบำรุงรักษาสินทรัพย์ของโครงการภายในระยะเวลาที่กำหนด เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาตามสัญญาแล้ว รัฐเจ้าของโครงการจะเป็นผู้ดำเนินโครงการเอง

5. Design-Build-Finance-Operate-Maintain (DBFOM) เป็นรูปแบบที่นิยมแพร่หลายของการร่วมดำเนินการในระบบ PPPs ซึ่งรวมหน้าที่หลักได้แก่ การออกแบบ ก่อสร้าง จัดหาแหล่งเงินทุน และการดำเนินการให้บริการ ซึ่งอาจรวมถึงการบำรุงรักษาสินทรัพย์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ภายใต้ระยะยาวด้วย เอกชนจะเป็นผู้จัดหาแหล่งเงินทุน ซึ่งอาจมาในรูปเงินกู้ หรือผู้ร่วมทุนเพื่อพัฒนาโครงการ โดยเอกชนจะได้รับค่าจ้างตามสัญญาบริการที่ได้ตกลงไว้ รูปแบบการดำเนินโครงการแบบ DBFOM นี้ ความเป็นเจ้าของสินทรัพย์แล้วแต่ตกลงกัน ซึ่งอาจเป็นของรัฐหรือเอกชน หรือจะกำหนดให้เอกชนโอนสินทรัพย์ให้กับรัฐเมื่อสิ้นสุดสัญญาก็ได้

6. Build-Operate-Transfer (BOT) เป็นรูปแบบการให้สัมปทานที่ผู้รับสัมปทานจะถือกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินตลอดระยะเวลาให้บริการ (และมีความเป็นเจ้าของในทรัพย์สินนั้น) ไปจนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาสัมปทาน

7. Build-Transfer-Operate (BTO) เป็นรูปแบบสัมปทาน ที่ความเป็นเจ้าของจะถูกโอนเป็นของรัฐเมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว โดยผู้รับสัมปทานจะได้รับสิทธิ์ในการดำเนินงานตามช่วงเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. Build-Own-Operate-Transfer (BOOT) เป็นรูปแบบการให้สัมปทานที่รัฐให้สิทธิแก่เอกชนในการจัดหาแหล่งเงินทุน ออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินการให้บริการในช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยความเป็นเจ้าของสินทรัพย์จะโอนกลับไปสู่รัฐเจ้าของโครงการเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาตามที่กำหนด

9. Build-Own-Operate (BOO) เป็นรูปแบบการให้สัมปทานที่ผู้รับสัมปทานมีหน้าที่ในการจัดหาแหล่งเงินทุน ออกแบบ ก่อสร้าง ดำเนินการ และบำรุงรักษาสินทรัพย์ของโครงการโดยมีความเป็นเจ้าของสินทรัพย์ และดำเนินการให้บริการภายหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ และไม่มีข้อกำหนดในการโอนย้ายสินทรัพย์กลับเป็นของรัฐภายหลังสิ้นสุดสัญญา

จากที่กล่าวมาข้างต้น รูปแบบของสัญญาร่วมลงทุนสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบด้วยกัน ตัวอย่างเช่น สัญญา DBFOM เกิดจากการรวมกันของสัญญาย่อยหลาย ๆ สัญญาเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมสัญญาเข้าด้วยกัน (Contract bundling) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เกิดการประหยัดของต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการ (Life cycle cost) เพราะว่าเอกชนผู้ให้บริการที่ได้รับสัมปทานจะมุ่งเน้นในช่วงออกแบบและก่อสร้าง (Design and Construction Phase) ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนในช่วงดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M Phase) (Engel et al., 2020) นอกจากนี้ยังเป็นการกำหนดแรงจูงใจของผู้ออกแบบ บริษัทก่อสร้าง และบริษัทผู้ให้บริการที่สอดคล้องกัน (Alignment of incentives among designers, contractors, and operators)

2.2.2. วัตถุประสงค์ของการร่วมทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน

สำนักงบประมาณของรัฐสภา (2559) ได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการเปิดโอกาสให้เอกชนร่วมลงทุนในโครงการของรัฐเจ้าของโครงการ ดังอธิบายด้านล่าง

1. เพื่อเพิ่มศักยภาพในการลงทุนโครงการพัฒนาระบบสาธารณูปโภค ซึ่งมักเป็นโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก จึงต้องมีการวางแผนการลงทุนอย่างรอบคอบเพราะอาจเกิดผลกระทบเกี่ยวกับสถานะทางด้านการเงินของประเทศได้โดยง่าย อีกทั้งรัฐบาลมีข้อจำกัดต่าง ๆ ในการใช้งบประมาณ หรือการระดมทุนด้วยวิธีอื่น ๆ

2. เพื่อถ่ายโอนความเสี่ยงให้เอกชนผู้ให้บริการ เช่นความเสี่ยงด้านการก่อสร้าง (Construction Risk) ความเสี่ยงด้านการดำเนินงาน (Operating Risk) การถ่ายโอนความเสี่ยงให้เอกชนผู้ให้บริการ มีแนวคิดที่ว่าเอกชนนั้นสามารถบริหารจัดการความเสี่ยงได้มีประสิทธิภาพมากกว่ารัฐเจ้าของโครงการ

3. เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการบริหารต้นทุน (Cost Effectiveness) รัฐเจ้าของโครงการคาดว่าจะได้ประโยชน์ที่เกิดจากประสิทธิภาพในการบริหารงานและบำรุงรักษาของเอกชนผู้ให้บริการที่ส่งผลต่อต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการ (Net present life-cycle cost, NPC) ที่น้อยกว่าในกรณีที่รัฐดำเนินการเองทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีปัญหาในเรื่องของคุณภาพในการให้บริการจากเอกชนผู้ให้บริการ เพราะจุดประสงค์หลักของเอกชนผู้ให้บริการคือการแสวงหาผลกำไรสูงสุดซึ่งอาจจะนำมาซึ่งการลดทอนคุณภาพการให้บริการได้

จากวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้ข้างต้น ความต้องการของรัฐเจ้าของโครงการในการให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามาร่วมลงทุนคือการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการโครงการ รวมถึงต้นทุนรวมตลอดอายุทั้งโครงการที่คาดว่าจะน้อยกว่ารัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้ดำเนินการเอง เพื่อวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าทางการเงินที่เอกชนเป็นผู้ดำเนินการแทนรัฐเจ้าของโครงการ ในหัวข้อถัดไปจะเป็นการกล่าวถึงแนวทางการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าทางการเงิน

2.2.3. แนวทางสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าทางการเงิน

การจัดหาโครงสร้างพื้นฐานและบริการสาธารณะต่าง ๆ โดยการให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามามีส่วนร่วม รัฐเจ้าของโครงการต้องวิเคราะห์ถึงต้นทุนและความคุ้มค่าทางการเงินที่รัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด และเปรียบเทียบกับการให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามามีส่วนร่วม โดยวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ Public Sector Comparator หรือ PSC

จากงานวิจัยของ Kurakaew et al. (2016) ได้อธิบายถึงความหมายของ PSC คือวิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมที่ใช้ในการลงทุนพัฒนาโครงการ (Capital expenditure) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operation expenditure) ในกรณีที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินโครงการด้วยวิธีมูลค่าเงินปัจจุบัน (Net Present Value, NPV) Hui et al. (2010) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของ PSC คือ

1. ค่าใช้จ่ายพื้นฐาน (Raw PSC)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าใช้จ่ายพื้นฐาน (Raw PSC หรือ Base PSC) ในการดำเนินโครงการประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาตลอดอายุโครงการ
- ต้นทุนในการบริหาร แรงงานและเครื่องมือ

การประมาณการเงินลงทุนของของการดำเนินโครงการรูปแบบปกติ และวิธี PPP โดยทั่วไปจะกำหนดให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเหมือนกัน ยกเว้นค่าใช้จ่ายในกรณีที่เลือกใช้วิธี PPP จะรวมค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม (Premium) ซึ่งเป็นค่าชดเชยความเสี่ยงที่รัฐเจ้าของโครงการได้มีการถ่ายโอนไปยังเอกชนผู้ให้บริการ

2. ความเสี่ยงที่สามารถโอนได้ (Transfer Risk)

มูลค่าความเสี่ยงที่สามารถโอนได้ คือ ความเสี่ยงที่จัดสรรไปให้เอกชนผู้ให้บริการที่เป็นผู้ดำเนินการจัดหาโครงสร้างพื้นฐาน โดย Iossa et al. (2007) ได้อธิบายการจัดสรรความเสี่ยงที่เหมาะสมไว้ดังนี้

- การจัดสรรความเสี่ยงควรถูกจัดสรรไปยังภาคส่วนที่สามารถรับผิดชอบและควบคุมความเสี่ยงนั้นได้ดีที่สุด
- การจัดสรรความเสี่ยงควรถูกจัดสรรไปยังภาคส่วนที่สามารถแบกรับความเสี่ยงนั้นได้

ตัวอย่างความเสี่ยงที่รัฐเจ้าของโครงการถ่ายโอนไปยังเอกชนผู้ให้บริการเช่น ความเสี่ยงที่เกี่ยวกับสภาพของพื้นที่ตั้งโครงการ (Site Condition Risk) ความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Risk) ความล่าช้าในการก่อสร้างโครงการ (Construction Delay Risk) และความเสี่ยงการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบของโครงการ (Modification and design change risk) เป็นต้น

3. การปรับฐานความได้เปรียบในการแข่งขันของรัฐเจ้าของโครงการให้เป็นกลาง (Competitive Neutrality)

กรณีที่รัฐดำเนินการเองมีความได้เปรียบหลายด้านด้วยกันที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบ เช่น ในแง่ที่ไม่ต้องเสียภาษีของกำไรที่เกิดจากการดำเนินงาน ซึ่งในการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนในการดำเนินโครงการโดยวิธี PSC ต้องนำมูลค่าความได้เปรียบในเรื่องภาษีจ่ายมารวมด้วย เป็นต้น

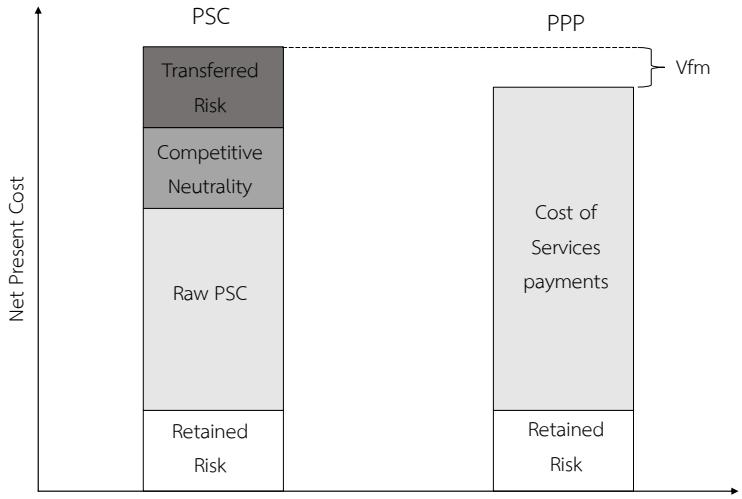
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ความเสี่ยงคงเหลือ (Retained Risk)

ความเสี่ยงคงเหลือ (Retained Risk) หมายถึง ความเสี่ยงที่รัฐเจ้าของโครงการไม่สามารถโอนไปให้คู่สัญญาได้ เช่น ความเสี่ยงที่รัฐจะผิดนัดชำระหนี้ (Government default risk) ความเสี่ยงมูลค่าโครงการที่ส่งให้เอกชนมีมูลค่าต่ำกว่าประมาณการ (Residual Value Risks) เป็นต้น

เมื่อได้วิเคราะห์องค์ประกอบของ PSC เรียบร้อย ต้องมีการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงิน (Value for Money หรือ VfM) ระหว่างวิธีการจัดหาแบบปกติของรัฐเจ้าของโครงการและวิธี

PPP โดยความคุ้มค่าทางการเงินประมาณได้จากผลต่างของต้นทุนปัจจุบันสุทธิ (Net Present Cost) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบต้นทุนปัจจุบันสุทธิ (Net Present Cost) เพื่อคำนวณความคุ้มค่ามูลค่าทางการเงิน (Value for Money)

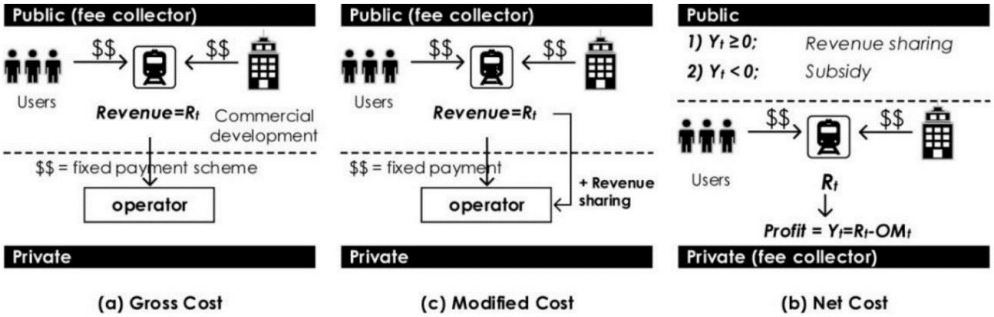
ที่มา : Grimsey and Lewis (2005)

ต้นทุนแต่ละส่วนที่ถูกถ่ายโอนมายังเอกชนผู้ให้บริการเป็นความเสี่ยงที่เอกชนผู้ให้บริการต้องแบกรับ ดังนั้นแล้ว เอกชนผู้ให้บริการจะคำนึงถึงการจัดการความเสี่ยงนั้นแล้วคำนวณออกมาในรูปของความคุ้มค่าในการรับความเสี่ยง รัฐเจ้าของโครงการผู้เป็นเจ้าของโครงการต้องจ่ายเงินชดเชย (Compensation) ให้กับการจัดการความเสี่ยงนั้นผ่านกลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment Mechanism) กลไกการจ่ายค่าตอบแทนถือเป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่งในโครงการ PPP เพราะว่ารูปแบบการจ่ายค่าตอบแทนที่แตกต่างกัน บ่งบอกได้ถึงการจัดสรรความเสี่ยงที่ต่างกัน (FHWA, 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 กลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment Mechanism)

การจ่ายค่าตอบแทนในประเทศไทยโดยทั่วไปมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งแบ่งได้ 3 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบมีลักษณะเฉพาะตัวตามคำอธิบายดังนี้



รูปที่ 4 กลไกการจ่ายค่าตอบแทนในประเทศไทย

ที่มา : Cruz et al. (2017)

2.3.1. รูปแบบ PPP Net Cost

กลไกการจ่ายค่าตอบแทนประเภทแรก คือ PPP Net Cost เอกชนผู้ให้บริการเป็นทั้งผู้จัดเก็บรายได้จากค่าธรรมเนียมและจ่ายส่วนแบ่งรายได้ตามสัดส่วนที่ได้ตกลงกันในสัญญา และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ส่งผลให้เอกชนผู้ให้บริการเป็นผู้รับความเสี่ยงด้านรายรับและต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษา รูปแบบค่าตอบแทนที่เอกชนจะแบ่งให้กับรัฐอาจประกอบไปด้วย 2 รูปแบบคือ

- ค่าสัมปทาน (Concession Fee)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าสัมปทานเป็นการให้ค่าตอบแทนแก่รัฐแลกกับสิทธิในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการโดยการจ่ายค่าสัมปทานจะพิจารณาถึงระยะเวลาในการจ่ายค่าสัมปทานว่าจ่าย ณ ช่วงเวลาใดของระยะเวลาสัมปทาน และจำนวนครั้งในการจ่ายค่าสัมปทานว่าจะแบ่งจ่ายเป็นจำนวนกี่ครั้ง

- ส่วนแบ่งรายได้ตามสัดส่วนที่ได้ตกลงกันในสัญญา (Revenue Sharing)

เป็นการแบ่งรายได้จากค่าธรรมเนียมผ่านทางในสัดส่วนที่กำหนดไว้ในสัญญา โดยเอกชนยังได้รับค่าตอบแทนตามที่คาดหวังไว้ ซึ่งกลไกการแบ่งรายได้มีทั้งลักษณะแบ่งรายได้แบบปกติ และการแบ่งรายได้แบบส่วนเกินเพดานดังต่อไปนี้

- การแบ่งรายได้ปกติ เป็นการแบ่งรายได้ โดยคิดจากรายได้ทั้งหมดที่เอกชนได้รับในอัตราส่วนที่รัฐและเอกชนตกลงกันไว้ โดยอัตราส่วนที่แบ่งอาจเท่ากันทุกปีหรือไม่ก็ได้

- การแบ่งรายได้แบบส่วนเกินเพดาน เป็นการแบ่งสัดส่วนของรายได้จากในส่วนที่เกินจากเพดานที่กำหนดไว้ โดยแบ่งกันเป็นสัดส่วนตามที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะแบ่งเท่ากันทุกปีหรือไม่ก็ได้

อย่างไรก็ตามรูปแบบการจ่ายค่าตอบแทน PPP Net Cost ที่ผ่านมาในประเทศไทยก็มีส่งผลกระทบหลายอย่างต่อประชาชนผู้ใช้บริการ เช่น การที่โครงการ PPP ส่วนใหญ่ที่ต้องเก็บค่าธรรมเนียมในการให้บริการ เช่น ค่าผ่านทาง เป็นต้น ซึ่งเป็นการผลักภาระค่าใช้จ่ายให้กับประชาชนในปัจจุบันและในอนาคต นอกจากนี้แล้ว การที่มีเอกชนหลายรายที่มีสิทธิในการเก็บค่าบริการ ส่งผลให้ประชาชนต้องจ่ายค่าธรรมเนียมที่แยกเป็นส่วน ๆ ไม่มีการรวมต้นทุนคงที่ของการดำเนินงาน เพื่อลดต้นทุนรวมในการพัฒนาโครงการ ซึ่งส่งผลต่อความต่อเนื่องในการใช้บริการของประชาชน ยกตัวอย่างเช่น โครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานคร ที่แต่ละสายมีผู้ให้บริการที่เป็นเอกชนที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการใช้บริการของประชาชนที่ต้องมีการออกจากระบบหนึ่งเพื่อเข้าสู่อีกระบบหนึ่ง เป็นต้น ซึ่งแต่ละระบบก็มีต้นทุนค่าเข้าระบบ ทำให้เป็นการผลักภาระให้ประชาชนผู้ใช้บริการอย่างชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

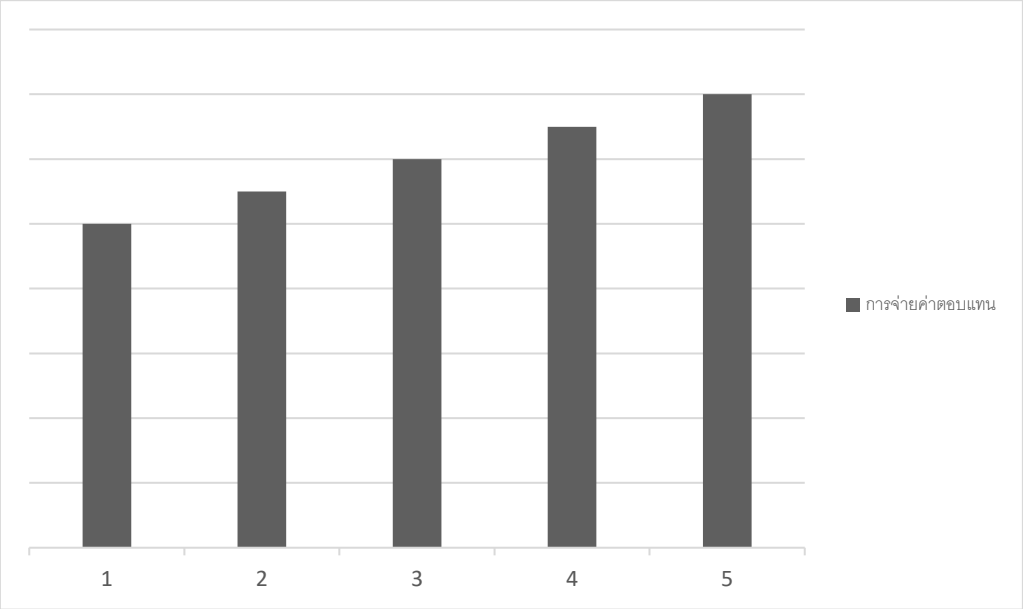
2.3.2. รูปแบบ PPP Gross Cost

กลไกการจ่ายค่าตอบแทนประเภทที่สอง คือ PPP Gross Cost รัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้จัดเก็บรายได้จากค่าธรรมเนียมรวมถึงการพาณิชย์ในขอบเขตของโครงการและจ่ายค่าตอบแทนให้เอกชนผู้ให้บริการซึ่งเป็นผู้ดำเนินงานและบำรุงรักษา รูปแบบในการจ่ายค่าตอบแทนให้กับเอกชนผู้ให้บริการในกลไกการจ่ายค่าตอบแทนแบบ PPP Gross Cost มีรายละเอียดดังนี้

- การจ่ายแบบปรับขึ้นในอัตราที่กำหนด
  เป็นการคำนวณการจ่ายค่าตอบแทนในปีแรกของการดำเนินงานและบำรุงรักษาในปีเดียวเท่านั้น โดยจากนั้นจะปรับขึ้นในอัตราที่กำหนดไว้ ซึ่งอัตราการเพิ่มของการจ่ายค่าตอบแทนอาจอ้างอิงจากอัตราที่กำหนดไว้ล่วงหน้าหรืออ้างอิงจากดัชนีราคา

ผู้บริโภคก็ได้ อย่างไรก็ตามการจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบนี้จะคำนึงถึงเพียงค่าตอบแทนของโครงการและอัตราการเติบโตของดัชนีชี้วัดที่กำหนดเท่านั้น แต่ไม่ได้คำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละปีดัง

รูปที่ 5



รูปที่ 5 การจ่ายค่าตอบแทนแบบปรับขึ้นในอัตราที่กำหนด

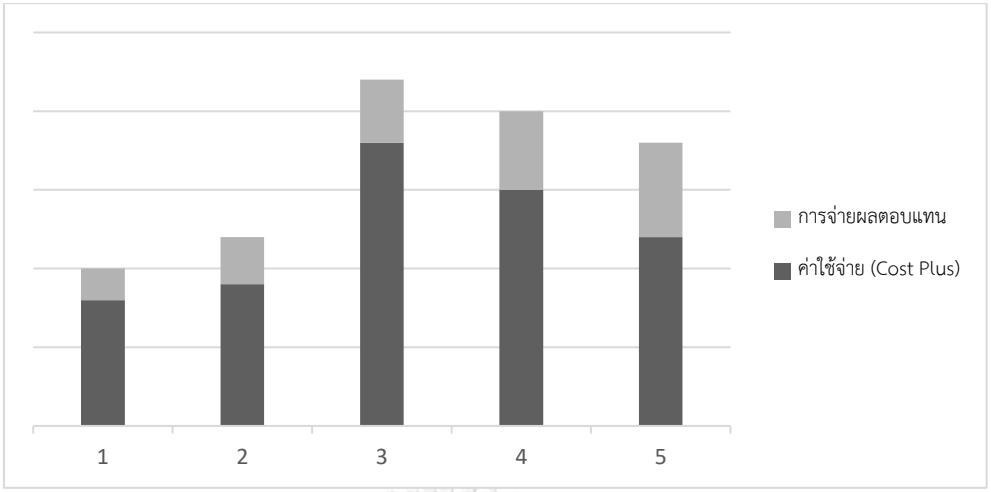
ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก กรมทางหลวง (2559)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การจ่ายค่าตอบแทนแบบส่วนเพิ่มค่าใช้จ่าย (Cost Plus)

  เป็นการคำนวณการจ่ายค่าตอบแทนจากการบวกส่วนเพิ่มกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ประมาณการไว้ในปีนั้น ๆ ในรูปแบบนี้จะคำนึงถึงค่าตอบแทนของโครงการและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละปีด้วย แต่อย่างไรก็ตามการจ่ายค่าตอบแทนจะผันผวนไปตามการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในแต่ละปีดัง

  รูปที่ 6



รูปที่ 6 การจ่ายค่าตอบแทนจากส่วนเพิ่มค่าใช้จ่าย
ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก กรมทางหลวง (2559)

2.3.3. รูปแบบ PPP Modified Gross Cost

กลไกการจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบสุดท้ายคือ PPP Modified Gross Cost มีลักษณะคล้ายกับ PPP Gross Cost แต่รัฐเจ้าของโครงการจะเพิ่มกลไกเข้ามาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับเอกชนผู้ให้บริการดำเนินงานและบำรุงรักษาให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นตัวอย่างเช่น การเพิ่มรายได้พิเศษให้เอกชนผู้ให้บริการกรณีที่โครงการมีความปลอดภัยมากกว่าค่าที่กำหนด ทว่าความเสี่ยงทางด้านความต้องการใช้งาน (Demand Risk) ทั้ง PPP Gross Cost และ PPP Modified Gross Cost ไม่ได้ถูกจัดสรรไปยังเอกชนผู้ให้บริการทั้งหมด รัฐเจ้าของโครงการรวมถึงภาคประชาชนต้องแบกรับความเสี่ยงนี้กรณีที่ความต้องการใช้งานที่ต่ำกว่าที่คาดการณ์ ซึ่งส่งผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนทั้งด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์

รูปแบบสัญญา PPP Gross Cost และ PPP Modified Gross Cost ทำให้สัญญาที่เกิดจากการรวมกันเป็นสัญญาสัมปทานสัญญาเดียวตลอดช่วงอายุโครงการ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่า “Bundling of contracts” เกิดการแยกย่อยของสัญญา (Unbundling contracts) โดยจากการศึกษาของต่างประเทศ (Tamayo et al., 2014) พบว่าข้อดีของการแยกสัญญาจ้างการดำเนินงานและบำรุงรักษาออกจากสัญญาสัมปทานแบบเดิม ก็เพื่อรักษาอำนาจการควบคุมการบริหารโครงการและโครงข่ายให้ยังอยู่ภายใต้หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ เช่น อำนาจในการกำหนด/ปรับเพิ่ม/หรือลดค่าธรรมเนียม เป็นต้น

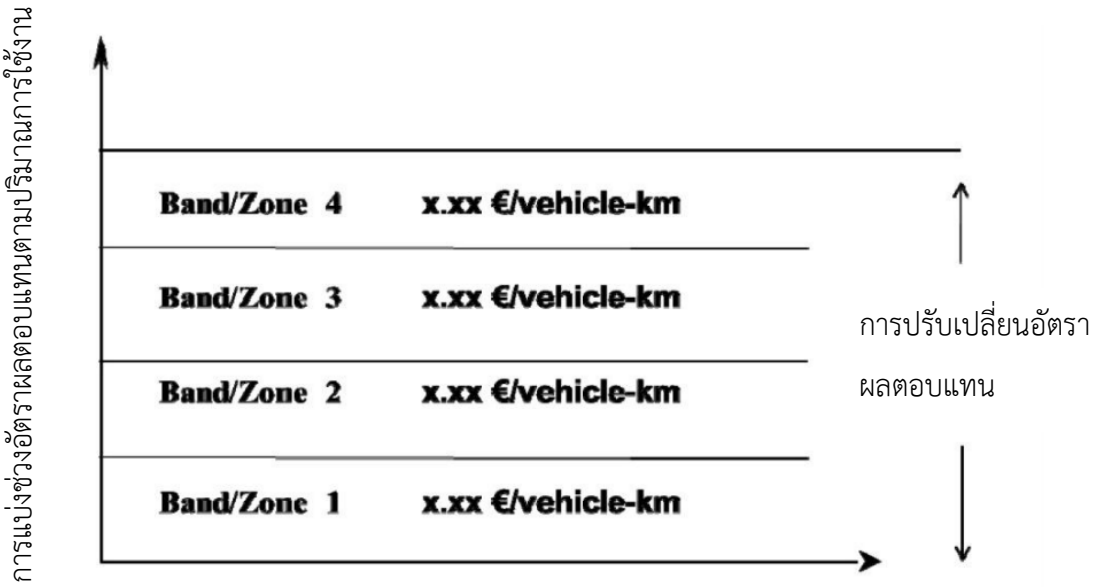
ค่าตอบแทนที่เอกชนผู้ให้บริการได้รับมาจากการจ่ายจากรัฐเจ้าของโครงการ ไม่ได้มาจากการเก็บค่าธรรมเนียมจากผู้ใช้บริการโดยตรง ในรูปแบบการจ่ายเงินประเภทนี้สามารถแบ่งย่อยได้ 2 รูปแบบดังต่อไปนี้ (Iossa et al., 2007)

1. การจ่ายค่าตอบแทนตามปริมาณการใช้งาน (Usage Payment)

การจ่ายค่าตอบแทนตามปริมาณการใช้งาน มักใช้สำหรับโครงการที่มีปริมาณการใช้งานน้อย เนื่องจากหากใช้วิธีการเก็บค่าธรรมเนียมในการใช้บริการ อาจทำให้เอกชนผู้ให้บริการได้รับรายได้น้อยไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเพิ่มค่าธรรมเนียมให้บริการของเอกชนเพื่อชดเชยรายได้ ฉะนั้นแล้วจึงเกิดเป็น Usage payment (ในโครงการเกี่ยวกับถนนใช้ชื่อ Shadow Toll) เพื่อจ่ายค่าตอบแทนกับเอกชนผู้ให้บริการ ซึ่งค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับยังคงขึ้นกับปริมาณการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง แต่รัฐเจ้าของโครงการจะเป็นผู้จ่ายค่าตอบแทนให้โดยไม่ได้รับจากผู้ใช้บริการโดยตรง ส่งผลให้ผู้ใช้บริการไม่ต้องแบกรับภาระด้านค่าธรรมเนียม ด้วยกลไกรูปแบบนี้ รัฐเจ้าของโครงการสามารถจัดสรรความเสี่ยงให้เอกชนผู้ให้บริการและยังเป็นแรงจูงใจให้เอกชนผู้ให้บริการดำเนินงานและบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างการจ่ายค่าตอบแทนให้เอกชนผู้ให้บริการในรูปแบบ Usage payment สามารถกำหนดในรูปของ “band” ซึ่งแต่และ band แสดงถึงระดับของปริมาณจราจร โครงสร้างของ band ควรจะถูกสร้างให้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ ตัวอย่างของการกำหนด band เช่น band แรกอาจกำหนดค่าตอบแทนขั้นต่ำให้ครอบคลุมกับค่าใช้จ่ายคงที่จากการดำเนินการและบำรุงรักษา และดอกเบี้ยของผู้ให้กู้รายใหญ่ ส่วน band ที่สองอาจจะกำหนดให้ครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากต้นทุนผันแปรจากการดำเนินงานและบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายที่เป็นดอกเบี้ยของผู้ให้กู้รายย่อย สำหรับ band ที่สามอาจจะกำหนดให้ครอบคลุมถึงเงินปันผลสำหรับผู้ถือหุ้นของบริษัทสัมปทาน เป็นต้น ทำให้เป็นการจำกัดกำไรเอกชนผู้ให้บริการคู่สัมปทานไม่ให้มากจนเกินไป ขณะเดียวกันยังลดความเสี่ยงจากปริมาณจราจรที่น้อยเกินไป โครงสร้างการจ่ายค่าตอบแทนแบบ “Shadow Toll” อาจจัดทำได้ดังแสดงใน

รูปที่ 7 (Mäkinen & Pakkala, 2017)



รูปที่ 7 โครงสร้างการจ่ายค่าตอบแทนแบบ "Shadow Toll"
ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Mäkinen and Pakkala (2017)

ตัวอย่างโครงการที่ใช้วิธี Shadow Toll ในการจ่ายผลตอบแทนให้กับเอกชน คือ โครงการถนนในประเทศโปรตุเกสชื่อ Beira Interior ซึ่งให้สัมปทานแก่เอกชนผู้ให้บริการในก่อสร้างทางใหม่ พร้อมทั้งดำเนินงานและปรับปรุงทาง โดยรัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้จ่ายผลตอบแทนซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งาน โดยแบ่งช่วงของการจ่ายผลตอบแทนเป็น 3 ช่วงด้วยกัน ได้แก่ (1) lower band (2) reference band และ (3) upper band โดยแต่ละช่วงจะมีอัตราการจ่ายผลตอบแทนที่แตกต่างกัน จึงถือเป็นกลไกในการลดความเสี่ยงให้เอกชนในการจ่ายผลตอบแทนขั้นต่ำและกำหนดมูลค่าสูงสุดของการจ่ายผลตอบแทนด้วยเช่นกัน อีกทั้งยังมีกลไกสนับสนุนการเพิ่มศักยภาพของการบริหารจัดการ เช่น การให้ bonus/malus ในกรณีที่มีการเกิดอุบัติเหตุที่น้อยลงหรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า เป็นต้น เพื่อเป็นสิ่งจูงใจให้บริษัทสัมปทานบริหารโครงการเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุ และเพื่อพัฒนาการบริการจัดการให้ดีกว่าเดิม (Cruz & Marques, 2013)

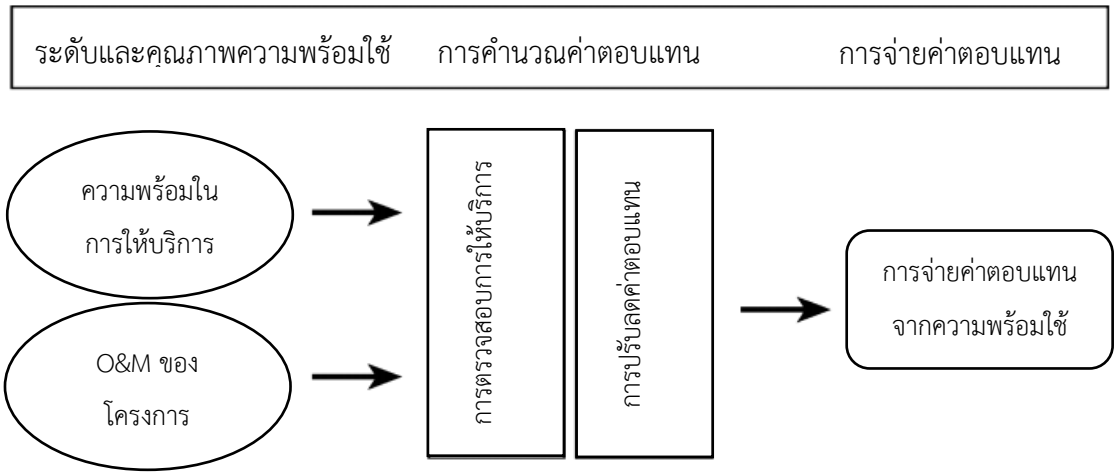
2. การจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Availability Payment)

การจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Availability Payment หรือ AP) ถือเป็นกลไกสำคัญระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนผู้ให้บริการ โดยมุ่งเน้นไปที่การให้บริการของเอกชนผู้

ให้บริการ แทนการให้ความสำคัญของลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างพื้นฐาน หัวใจหลักของวิธีการจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ คือ “การให้บริการ” ที่เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนดด้านสมรรถนะหรือผลของการให้บริการ (Performance-based Specification) (FHWA, 2016) วัตถุประสงค์ของวิธี AP ก็เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เอกชนผู้ให้บริการรักษาระดับการให้บริการให้เป็นไปตาม “เกณฑ์คุณภาพการให้บริการตามมาตรฐานที่กำหนด” ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการพัฒนาและบริหารโครงการโดยรวม

การจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ มีองค์ประกอบหลัก คือ (1) ระดับและคุณภาพของการให้บริการ (Services) และ (2) การคิดค่าตอบแทน (Pricing) ตามระดับและคุณภาพของการให้บริการ ดังแสดงใน

รูปที่ 8



รูปที่ 8 องค์ประกอบและปัจจัยในการคำนวณการจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Ahmed (2007)

องค์ประกอบแรก คือ ระดับและคุณภาพของการให้บริการ ซึ่งประกอบไปด้วย ปัจจัย 2 ประการ คือ

1. ความพร้อมในการให้บริการ หมายถึง สินทรัพย์ต้องอยู่ในสถานะพร้อมให้บริการ เช่น จำนวนช่องจราจรที่เปิดให้บริการ จำนวนขบวนของรถไฟฟ้าที่ให้บริการ เป็นต้น

2. การดำเนินงานและบำรุงรักษาที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตกลงกันในสัญญา โดยเมื่อมีการให้บริการ ผู้ให้บริการจะต้องดำเนินงานและบำรุงรักษาตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพจากการใช้งานและความปลอดภัย ซึ่ง UNIDO (1996) ได้อธิบายถึงหัวข้อหลักสามประการที่ต้องคำนึงสำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษา ดังนี้

    1) มีการสำรองแหล่งพลังงาน สาธารณูปโภค และวัสดุต่าง ๆ ตามเกณฑ์มาตรฐาน ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้าถ่านหินต้องมีปริมาณของถ่านหินที่เพียงพอสำหรับการสร้างกระแสไฟฟ้า อีกทั้งยังต้องมีการเตรียมความพร้อมของแหล่งบรรจุกระแสไฟฟ้า และการขนส่งเพื่อแจกจ่าย เป็นต้น
    2) การดำเนินงานต้องคำนึงถึงความต้องการใช้งาน (Demand) เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้ เช่น ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตเพื่อแจกจ่าย จำนวนขบวนรถไฟที่มีความเหมาะสมสำหรับขนส่งผู้ใช้งาน เป็นต้น
    3) การดำเนินงานจำเป็นต้องมีการดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ผู้ใช้งานได้ประโยชน์สูงสุดและความปลอดภัย

ในทำนองเดียวกัน การบำรุงรักษาต้องดูแลและรักษาสินทรัพย์ หากอุปกรณ์มีความชำรุดเสียหาย ต้องนำอุปกรณ์ใหม่มาติดตั้งแทน รวมถึงการลงทุนพัฒนาตัวโครงสร้างพื้นฐานให้มีความทันสมัย และตอบรับกับการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ อยู่เสมอ

เมื่อโครงการมีความพร้อมใช้แก่ผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการหรือหน่วยงานอิสระที่เป็นตัวแทน (Independent agency) ต้องคำนวณค่าตอบแทน (Pricing) จากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงในการให้บริการ ซึ่งต้องมีการวัดและตรวจสอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดในสัญญาหรือไม่ หากเอกชนผู้ให้บริการดำเนินการที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการหรือหน่วยงานอิสระที่เป็นตัวแทนจะคำนวณ “มูลค่าการปรับลดค่าตอบแทน (Deduction)” ทั้งนี้เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เอกชนผู้ให้บริการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ ให้เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพ อย่างไรก็ตาม การปรับลดค่าตอบแทนนั้น ต้องมีความเหมาะสมและเป็นธรรม เพื่อให้การพัฒนาโครงการที่มีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์ทั้งสองฝ่าย (Win-win situation)

องค์ประกอบที่สอง คือ คำนวณการจ่ายค่าตอบแทน ซึ่งประกอบไปด้วย

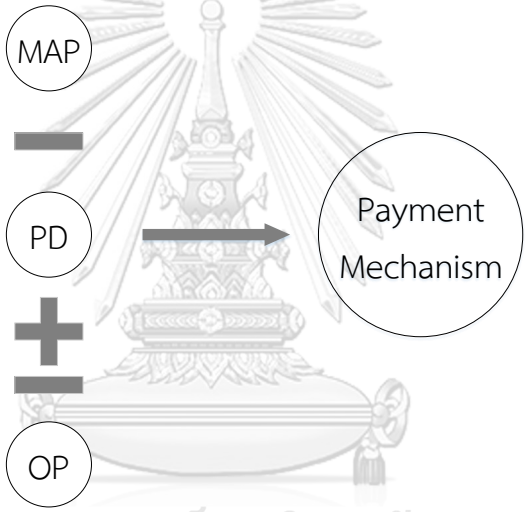
(1) ค่าตอบแทนจากการให้บริการสูงสุด (Maximum Availability Payment หรือ MAP)

(2) การปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Payment Adjustment หรือ PA)

(3) กลไกอื่น ๆ (Other Payment หรือ OP) เพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินงาน

Aziz and Abdelhalim (2017) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการจ่ายค่าตอบแทนดังแสดงใน

รูปที่ 9 โดยในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงรายละเอียดของการคำนวณการจ่ายค่าตอบแทน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 9 องค์ประกอบของการจ่ายค่าตอบแทน

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Aziz and Abdelhalim (2017)

2.4 การคำนวณค่าตอบแทน

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การคิดค่าตอบแทนให้กับเอกชนผู้ให้บริการ ควรจะมีสูตรในการคำนวณที่มีความเหมาะสม โปร่งใส และเป็นธรรม เนื่องจากที่ผ่านมาสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน หรือสัญญา PPP มีความเสี่ยงในการฟ้องร้องของเอกชนคู่สัญญาและความเสี่ยงในการเจรจาแก้ไขสัญญาในอนาคตเนื่องจากเป็นสัญญาระยะยาว การคาดการณ์ในอนาคตของตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสัญญา ให้มีความแม่นยำจึงทำได้ยาก ดังนั้นหากมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจ

เกิดจากการใช้สัญญาการจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Availability Payment) ก็อาจช่วยให้หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการเพิ่มความระมัดระวังในการกำหนดเงื่อนไขสัญญาเพื่อลดโอกาสของการเกิดกรณีพิพาทระหว่างรัฐและเอกชนในอนาคต

ในการศึกษานี้กำหนดขอบเขตการศึกษาเป็น โครงการโครงสร้างพื้นฐานทางหลวงระหว่างเมือง (Intercity motorway) ดังนั้น การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลังจากนี้จะเน้นสัญญาการจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Availability Payment) สำหรับโครงการทางหลวง

2.4.1. ค่าตอบแทนจากการให้บริการสูงสุด (Maximum Availability Payment, MAP)

ค่าตอบแทนจากการให้บริการสูงสุดจะคำนึงถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าจ้างการดำเนินงานและบำรุงรักษา ค่าลงทุนก่อสร้าง บวกด้วยผลกำไรที่เอกชนผู้ให้บริการควรจะได้รับโดยรูปแบบของการจ่ายผลตอบแทนได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.2

การคำนวณค่าตอบแทนสูงสุดให้มีความเหมาะสมนั้นต้องพิจารณาถึงความเสี่ยงที่เอกชนผู้ให้บริการแบกรับ เช่น อัตราเงินเฟ้อ (Inflation rate) เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในแต่ละปี โดย FHWA (2016) ได้อธิบายถึงการพิจารณาการปรับค่าตอบแทนให้มีความสอดคล้องกับอัตราเงินเฟ้อได้ 3 วิธีคือ

1. การปรับอัตราเงินเฟ้ออย่างคงที่
   การปรับอัตราเงินเฟ้อในลักษณะนี้มีข้อดี คือ สามารถคาดการณ์กระแสการเงินในอนาคตได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังง่ายต่อการเสนอราคา แต่มีข้อเสียคือรัฐเจ้าของโครงการจะเป็นผู้รับความเสี่ยงนี้ ถ้าหากว่าอัตราเงินเฟ้อจริง ไม่ได้เป็นไปตามที่คาดการณ์ โดยทั่วไปจะมีร้อยละการปรับอัตราเงินเฟ้ออยู่ที่ 2.50

2. การปรับอัตราเงินเฟ้อตามที่รัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้กำหนด
   การปรับอัตราเงินเฟ้อในลักษณะนี้มีข้อดี คือ รัฐเจ้าของโครงการยังคงเป็นผู้ควบคุมและลดความเสี่ยงจากอัตราเงินเฟ้อที่ไม่ได้เป็นไปตามที่คาดการณ์ แต่ข้อเสียคือเอกชนผู้ให้บริการจะต้องเป็นผู้รับความเสี่ยงแทน เพราะการปรับอัตราเงินเฟ้อตามที่รัฐเจ้าของโครงการกำหนดอาจจะไม่ได้สะท้อนต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของเอกชนผู้ให้บริการ

3. การปรับอัตราเงินเฟ้อตามที่เอกชนผู้ให้บริการเป็นผู้กำหนด
   ในทางกลับกันจากข้อ 2) ทางเลือกนี้เอกชนผู้ให้บริการจะเป็นผู้กำหนดความเสี่ยงจากอัตราเงินเฟ้อ ส่งผลให้รัฐเจ้าของโครงการต้องรับความเสี่ยง ถ้าดัชนีการปรับอัตราเงินเฟ้อพิจารณาแค่ความเสี่ยงที่เอกชนผู้ให้บริการต้องแบกรับเองเท่านั้น

การปรับค่าตอบแทนตามอัตราเงินเฟ้อสามารถพิจารณาได้ดังสมการที่ 1

$$MAP_y = MAP_{base} \times k \times \frac{CPI_y}{CPI_{base}} + MAP_{base} \times (1\text{-}k) \quad (1)$$

โดย MAP_y = ค่าตอบแทนสูงสุดในปีงบประมาณที่ y

MAP_{base} = ค่าตอบแทนสูงสุด ณ ปีงบประมาณที่เริ่มต้น

k = เปอร์เซ็นต์ที่ระบุส่วนของค่าตอบแทนสูงสุดซึ่งถูกปรับแก้ตามดัชนีราคาผู้บริโภค

CPI_y = ดัชนีราคาผู้บริโภค ณ ปีที่ y

CPI_{base} = ดัชนีราคาผู้บริโภค ณ ปีที่เริ่มต้นสัญญา

2.4.2. การปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Payment Adjustment, PA)

การปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการต้องมีการคำนวณบนพื้นฐานของความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง ไม่ใช่การคำนวณการปรับลดเพื่อเป็นการลงโทษ (Penalty) เอกชนผู้ให้บริการ เพราะหากการปรับลดค่าตอบแทนที่ไม่สมเหตุสมผล อาจนำไปสู่ข้อพิพาทในภายหลัง และการปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการควรจะต้องสอดคล้องกับปัจจัยต่าง ๆ ของการให้บริการ

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมกรณีศึกษาต่าง ๆ ของแต่ละโครงการ รวมถึงหนังสือที่เป็นแนวทางในการปรับลดค่าตอบแทน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากร่างข้อเสนอความต้องการในการจัดซื้อจัดจ้างในหัวข้อของรายละเอียดของการดำเนินงานและบำรุงรักษาในโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองบางปะอิน - นครราชสีมา (กรมทางหลวง, 2562) ได้พิจารณาการปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการดังแสดงในสมการที่ 2

$$QPA_{q,y} = QUT_{q,y} + QOV_{q,y} + QED_{q,y} \quad (2)$$

โดยที่ $QPA_{q,y}$ = การปรับลดค่าตอบแทนรวมในไตรมาสที่ q ปีที่ y

$QUT_{q,y}$ = การปรับลดค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ของสายทางในไตรมาส q ปีที่ y

$QOV_{q,y}$ = การปรับลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

$QED_{q,y}$ = การปรับลดค่าตอบอันเนื่องมาจากคะแนนส่วนเกินจากไตรมาสก่อนหน้า

โดยเอกชนผู้ให้บริการถ้าไม่สามารถดำเนินสายทางให้พร้อมใช้อยู่ตลอดเวลา จะมีการปรับลดค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ของสายทาง ($QUT_{q,y}$) ซึ่งสามารถคำนวณค่าปรับได้ดังสมการที่ 3

$$QUT_{q,y} = (\sum_i AP\ Deduction\ of\ Lane\ Closure)_{q,y}\ x\ \frac{CCPI_{q,y}}{RCPI} \quad (3)$$

โดยที่ $AP\ Deduction\ of\ Lane\ Closure$ = ค่าปรับจากความไม่พร้อมใช้ของสายทางในไตรมาสที่ q ปีที่ y

$CCPI_{q,y}$ = ดัชนีราคาผู้บริโภคในเดือนก่อนหน้าไตรมาสที่ q ปีที่ y ซึ่งประกาศโดยสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

$RCPI$ = ดัชนีราคาผู้บริโภคอ้างอิง ซึ่งประกาศโดยสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์

i = จำนวนเหตุการณ์ความไม่พร้อมใช้ของสายทางในไตรมาส q ปีที่ y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าปรับสำหรับความไม่พร้อมใช้ของสายทางจะคิดจาก 2 ปัจจัย คือ 1) ปริมาณจราจร (Traffic Volume) 2) ระยะเวลาของสายทางที่ไม่พร้อมใช้งาน (D1) และค่าปรับจะปรับไปตามดัชนีราคาผู้บริโภค ตัวอย่างของเกณฑ์ในการคิดค่าปรับดังแสดงในตารางที่ 2 และ

ตารางที่ 3

Unit: THB per Duration

Traffic Volume per Direction (pcu/h)	Duration of Lane Closure			
	1 - 15 minutes	16 - 30 minutes	31 - 45 minutes	46 - 60 minutes
1000 or less	None	None	None	None
1500	4,400	17,200	38,600	68,500
2000	15,700	62,600	140,800	250,300
2500	36,500	145,700	327,800	582,700
3000	84,000	335,800	755,300	1,342,800
Over 3000	130,100	520,300	1,170,700	2,081,100

ตารางที่ 2 การคิดค่าปรับลดจากความไม่พร้อมใช้ของถนนช่วง 4 ช่องจราจร

Unit: THB per Duration

Traffic Volume per Direction (pcu/h)	Duration of Lane Closure			
	1 - 15 minutes	16 - 30 minutes	31 - 45 minutes	46 - 60 minutes
2000 or less	None	None	None	None
2500	900	3,100	6,900	12,100
3000	5,700	22,200	49,900	88,500
3500	12,600	50,400	113,300	201,300
4000	23,700	94,700	212,800	378,200
Over 4000	82,600	329,800	742,000	1,319,200

ตารางที่ 3 การคิดค่าปรับลดจากความไม่พร้อมใช้ของถนน 6 ช่องจราจร

ส่วนการปรับลดค่าตอบแทนในกรณีที่เอกชนผู้ให้บริการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน จะคำนวณตามสมการที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$QOV_{q,y} = (\sum_j O\&M\ Violation\ Demerit\ Points)_{q,y}\ x\ 0.002\%\ x\ OMLP_{x,y} \quad (4)$$

โดยที่ $O\&M\ Violation\ Demerit\ Points$ = คะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานในไตรมาสที่ q ปีที่ y

$OMLP_{x,y}$ = ค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาในไตรมาสที่ q ปีที่ y

j = KPI สำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

การคิดคะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสามารถคิดคะแนนได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 4 และ

ตารางที่ *5*

Description	**indicator**	**Demerit Point**
Incident Response Time, including on-site Traffic Management, within 30 minutes in general cases	≥ 95 % to ≤ 100 % of incident cases	0
	≥ 90 % to ≤ 95 % of incident cases	50
	≥ 855 % to ≤ 90 % of incident cases	100
	< 85 % of incident cases	150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 การคิดคะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนจากการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทาง

Description	**indicator**	**Demerit Point**
Roughness of Concrete Pavement, Average IRI in any 1,000 m	Maintained condition Average IRI ≤ 3.5 m/km	400 per 1 lane-1,000 m

ตารางที่ 5 การคิดคะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนจากการดูแลรักษาความเรียบของผิวถนน

จากการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ในกรณีที่คะแนนสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนของเอกชนผู้ให้บริการในไตรมาส

ก่อนหน้าเกินกว่า 5,000 คะแนน คะแนนส่วนเกินจะนำมาคิดสำหรับการปรับลดค่าตอบแทนในไตรมาสถัดไปดังสมการที่ 5

$$QED_{q,y} = Excess\ Demerit\ Points\ x\ 0.002\%\ x\ OMLP_{q,y} \quad (5)$$

โดยที่ $Excess\ Demerit\ Points$ = คะแนนส่วนเกินจากไตรมาสก่อนหน้า

$OMLP_{q,y}$ = ค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาในไตรมาสที่ q ปีที่ y

นอกจากนี้แล้วการปรับลดค่าตอบแทนนั้น สามารถพิจารณานอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยคำนวณได้จากรายงานของ FHWA (2016) ซึ่งให้คำแนะนำสำหรับการคำนวณการปรับลดค่าตอบแทนดังแสดงในสมการที่ 6

$$\mathrm{QPA_{q,y}} = \mathrm{QUA_{q,y}} + \mathrm{QVA_{q,y}} \quad (6)$$

โดย $\mathrm{QPA_{q,y}}$ = การปรับลดค่าตอบแทนรวมสำหรับไตรมาส q ของปี y

$\mathrm{QUA_{q,y}}$ = การปรับลดค่าตอบแทนเนื่องจากไม่พร้อมให้บริการสำหรับไตรมาส q ในปี y

$\mathrm{QVA_{q,y}}$ = การปรับลดค่าตอบแทนเนื่องจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาไม่ได้ตามเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดสำหรับไตรมาส q ในปี y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความไม่พร้อมให้บริการ คือ ความไม่พร้อมของสินทรัพย์ที่จะให้บริการแก่ผู้ใช้งาน ความไม่พร้อมให้บริการอันเนื่องมาจากการปิดการให้บริการโดยได้รับอนุญาต (Permitted Closure) จะไม่ถูกนำมาปรับลดค่าตอบแทน ตัวอย่างความไม่พร้อมให้บริการโดยไม่ได้รับอนุญาตเช่นภาคการขนส่งรถไฟฟ้าไม่สามารถเดินขบวนได้อันเนื่องมาจากความไม่พร้อมของระบบไฟฟ้า ถนนไม่สามารถเปิดให้บริการได้จากการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน เป็นต้น การปรับลดค่าตอบแทนจากความไม่พร้อมให้บริการสามารถคำนวณจากปัจจัยต่าง ๆ ได้ดังตัวอย่างจากภาคการขนส่งทางถนน

- ช่วงเวลาที่ไม่พร้อมให้บริการ (ช่วงเวลาเร่งด่วน (Rush hour) มีอัตราการปรับลดที่สูงกว่าช่วงเวลาอื่น)
- ระยะเวลาที่ไม่พร้อมให้บริการ (เพื่อจูงใจให้เอกชนผู้ให้บริการแก้ไขปัญหาอย่างเร็วที่สุด)

- ตำแหน่งที่ไม่พร้อมให้บริการ (ความไม่พร้อมให้บริการในช่วงของโครงการที่มีปริมาณจราจรหนาแน่นจะมีอัตราการปรับลดที่สูงกว่าช่วงอื่นของโครงการ)
- จำนวนช่องจราจรที่ไม่พร้อมให้บริการ
- วันที่ไม่พร้อมให้บริการ (ช่วงวันทำงาน ช่วงสุดสัปดาห์ ช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์ จะมีอัตราการปรับลดที่ไม่เท่ากัน)

เพื่อให้สอดคล้องกับปัจจัยดังกล่าว การปรับลดค่าตอบแทนจากความไม่พร้อมให้บริการสามารถคิดได้ดังสมการที่ 7 และสมการที่ 8

$$QUA_{q,y} = \sum_{hour\ h=1}^{hq} HUA_h \tag{7}$$

$$HUA_h = \sum_{segment\ s=1}^{n} [HUF_{h,s} \times SWF_{h,s} \times TWF_{h,s}] \times \frac{MAP_y}{365 \times 24} \tag{8}$$

โดย $QUA_{q,y}$ = อัตราค่าปรับลดเนื่องจากไม่สามารถให้บริการได้สำหรับไตรมาส q และปี y

HUA_h = อัตราค่าปรับลดเนื่องจากไม่สามารถให้บริการได้สำหรับชั่วโมง h

$HUF_{h,s}$ = ตัวคูณอัตราค่าปรับลดเนื่องจากไม่สามารถให้บริการได้สำหรับระยะเวลาของช่วงสายทาง s และช่วงเวลา h

$SWF_{h,s}$ = ตัวคูณอัตราค่าปรับลดเนื่องจากไม่สามารถให้บริการได้สำหรับช่วงของสายทางของช่วงของสายทาง s และช่วงเวลา h

$TWF_{h,s}$ = ตัวคูณอัตราค่าปรับลดเนื่องจากไม่สามารถให้บริการได้สำหรับช่วงเวลาในหนึ่งวันของของช่วงสายทาง s และช่วงเวลา h

MAP_y = อัตราค่าตอบแทนจากการให้บริการสูงสุดในปีงบประมาณ y ซึ่งรวมการคำนวณอัตราเงินเฟ้อ

การดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้งาน ตัวอย่างเช่น การจราจรที่ติดขัดบนทางด่วนซึ่งเกิดจากความล่าช้าในการจ่ายตั๋วเดินทาง ปริมาณไฟฟ้าที่ไม่เพียงพอในโครงการอาจจะเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งาน การบำรุงรักษาผิวทางที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ เป็นต้น โดยทั่วไปการคำนวณอัตราปรับลดของการดำเนินงานและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานจะขึ้นอยู่กับความสำคัญและผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น สภาพของผิวทางที่เป็นหลุมบ่อซึ่งส่งผลต่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้บริการและกระทบต่อการบำรุงรักษาในระยะยาว จะมีการปรับลดที่สูงเมื่อเทียบกับกรณีที่ป้ายจราจรมีสภาพไม่สมบูรณ์ซึ่งไม่ส่งผลกระทบรุนแรงต่อผู้ใช้บริการ เป็นต้น การคำนวณอัตราปรับลดค่าตอบแทนอาจพิจารณาจากสมการที่ 9

$$QVA_{q,y} = \sum_{OMV\,i=1}^{n} VA_{hi,q} \quad (9)$$

โดย $QVA_{q,y}$ = อัตราปรับลดค่าตอบแทนเนื่องจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด รายไตรมาส q ในหนึ่งปีงบประมาณ y

$VA_{hi,q}$ = อัตราปรับลดค่าตอบแทนเนื่องจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับรายการประเภท i ในไตรมาส q

นอกจากนี้แล้วการคิดอัตราปรับลดจากความไม่พร้อมให้บริการอาจจะคำนวณได้จากการสะสมคะแนนอันเนื่องมาจากไม่พร้อมให้บริการ ดังเช่นในโครงการ Eagle Project ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งแต่ละคะแนนสะสมจะส่งผลต่ออัตราการปรับลดดังแสดงในตารางที่ 6

คะแนนสะสมรวม	**อัตราการปรับลดค่าตอบแทน**
≤50	0.00%
51	0.02%
...	...
278	4.94%
≥279	5.00%

ตารางที่ 6 อัตราการปรับลดจากความไม่พร้อมให้บริการจากคะแนนสะสมในแต่ละปี

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Aziz and Abdelhalim (2017)

นอกจากนี้แล้วการปรับลดค่าตอบแทนอาจจะกำหนดเป็นช่วงคะแนนของการปรับลดดังแสดงในตารางที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่วงคะแนนการปรับลดค่าตอบแทน	0-10	11-15	16-25	26-35	>36
อัตราการปรับลด ($)	a	b	c	d	e

ตารางที่ 7 อัตราการปรับลดจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน คิดตามช่วงของคะแนน

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Aziz and Abdelhalim (2017)

หรือการปรับลดอาจจะประยุกต์ใช้งานจากโครงการ I-595 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้กำหนดระดับความรุนแรงจากผลที่อาจเกิดจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ตัวอย่างเช่น ป้ายสัญญาณจราจรที่สีจาง ทำให้มองไม่ชัดจะมีการปรับลดที่ต่ำกว่ากรณีที่ถนนชำรุดเกิดหลุมบ่อ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน อัตราการปรับลดจะอ้างอิงกับค่าตอบแทนสูงสุด ดังแสดงใน

ตารางที่ 8

ระดับความรุนแรง	**อัตราการปรับลด ($)**
A	MAP/40,000
B	MAP/8,000
C	MAP/4,000
D	MAP/1,600
E	MAP/360

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 การปรับลดค่าตอบแทนในโครงการ I-595 จากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Aziz and Abdelhalim (2017)

2.4.3. กลไกอื่น ๆ (Other Payment, OP) เพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินงาน

การคำนวณการจ่ายผลตอบแทนประกอบไปด้วยการปรับลดเป็นหลัก ส่งผลต่อการจูงใจให้เอกชนผู้ให้บริการ O&M ให้เป็นไปตามมาตรฐานโดยมีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดเท่านั้น แต่ขาดแรงจูงใจในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้ดีมากขึ้นเช่นการนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้ในการเก็บค่าธรรมเนียม เพราะนอกจากจะไม่ได้ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังอาจจะมีเพิ่มค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นด้วย ฉะนั้นแล้วควรมีกลไกส่งเสริมการพัฒนาโครงการให้มีศักยภาพที่สูงขึ้น (Aziz & Abdelhalim, 2017) (Chan, 2017) (Robinson & Scott, 2009)

จากงานวิจัยของ Shang and Aziz (2018) และ Aziz and Abdelhalim (2017) ได้แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างโครงการที่นำกลไกอื่นเพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับโครงการดังแสดงในตารางที่ 9 และตารางที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	โครงการใน USA					โครงการใน Canada				
ลักษณะของการจ่ายค่าตอบแทน	EGL	EEC	I595	PMT	PP	CL	GE	KHC	STS	SFPR
การจ่ายค่าตอบแทนตามงวดงาน การจ่ายตามงวดงานในช่วงก่อสร้าง (Construction Phase)	x	x	x	x	x	x		x		x
การจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ จ่ายค่าตอบแทนตามเกณฑ์มาตรฐาน	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
การจ่ายค่าตอบแทนตามปริมาณการใช้งาน จ่ายค่าตอบแทนตามปริมาณการใช้งาน						x		x	x	
การจ่ายค่าตอบแทนจาก O&M Cost จ่ายค่าตอบแทนจาก O&M ตามเวลาที่กำหนด							x			
การจ่ายค่าตอบแทนจากคุณภาพ จ่ายค่าตอบแทนจากความต้องการด้านคุณภาพ						x				
การจ่าย ณ เวลาที่หมดสัญญา Lump sum for maintaining asset condition								x	x	
การจ่ายค่าตอบแทนด้านความปลอดภัย การจ่ายเพื่อสร้างแรงจูงใจในด้านความปลอดภัย							x		x	
การปรับลดจากความไม่พร้อมให้บริการ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
การปรับลดจากความล่าช้าของโครงการ ปรับลดจากความล่าช้า ไม่สามารถส่งงวดงานตามที่กำหนด							x		x	x
การปรับลดจาก O&M/Safety ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
การปรับลดจากการไหลของจราจรที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน							x	x	x	x
การปรับพารามิเตอร์ด้านเงินเฟ้อ การปรับค่าเพิ่ม/ลดอัตราเงินเฟ้อ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ตารางที่ 9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบลักษณะของการจ่ายค่าตอบแทนระหว่างโครงการในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดา

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Aziz and Abdelhalim (2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	ชื่อโครงการ	รูปแบบการจ่ายผลตอบแทน							
		การจ่ายตามงวดงาน	การจ่ายค่าตอบแทนตามปริมาณการใช้งาน	การจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ	การจ่ายค่าตอบแทนจาก O&M	การจ่ายค่าตอบแทนด้านการจัดการจราจร	การจ่ายค่าตอบแทนด้านความปลอดภัย	การจ่าย ณ จุดสิ้นสุดสัญญา	การจ่ายค่าตอบแทนเพื่อการฟื้นฟูโครงการ
US	EGL	x		x					
	GB	x		x					
	I-4	x		x					
	I-595	x		x					
	I-69	x		x					
	ORB	x		x					
	PMT	x		x					
	PP	x		x					
	SOV	x		x					
	SSR	x		x					
CA	CSR	x		x	x			x	x
	LRT	x	x	x	x				
	GEB			x	x		x		
	407	x			x				x
	IIA	x		x	x				
	KHC	x	x	x			x	x	
	NCB	x	x	x	x				x
	NAH	x		x	x			x	x
	STS		x	x		x	x	x	
	SFP	x		x					

ตารางที่ 10 ลักษณะการจ่ายค่าตอบแทนของโครงการระหว่างประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดา

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจาก Shang and Aziz (2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 9 และตารางที่ 10 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการจ่ายผลตอบแทนที่มีความแตกต่างกันโดยเฉพาะโครงการในประเทศแคนาดา ที่มีกลไกการจ่ายผลตอบแทนที่นอกเหนือจากการจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการและยังมีกลไกการปรับลดค่าตอบแทนด้านอื่นนอกเหนือจากความไม่พร้อมให้บริการและการ O&M ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน เช่น โครงการทางด่วน Sea-To-Sky (STS) ได้มีการปรับปรุงโครงการเพื่อรองรับปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น ในปี ค.ศ. 2010 ที่ประเทศแคนาดาเป็นเจ้าภาพจัดโอลิมปิกฤดูหนาว ได้มีการเพิ่มกลไกอื่นนอกจากการปรับลดค่าตอบแทนจากคุณภาพการให้บริการ ซึ่งมีการคำนวณจ่ายค่าตอบแทนเป็นดังสมการที่ 10

$$AP=MAP-NAD-OMPD-POWCD-ORWCD\pm TMA \quad (10)$$

ค่าตอบแทนจากการให้บริการสูงสุดจะถูกปรับลดจากความไม่พร้อมให้บริการ (NAD), การดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (OMPD) ความล่าช้าของการก่อสร้างซึ่งเสร็จไม่ทันงานโอลิมปิก (POWCD) การปรับลดอันเนื่องมากจากไม่สามารถก่อสร้างตามสิ่งที่ต้องการสำหรับงานโอลิมปิก (ORWCD) และการจัดการด้านการจราจร (TMA) ซึ่งกลไกการหักเงินเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อตอบสนองกับความต้องการของรัฐเจ้าของโครงการ ให้เอกชนผู้ให้บริการมีแรงจูงใจในการก่อสร้าง ดำเนินงานและบำรุงรักษา ให้มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน อีกทั้งยังมีการเพิ่มแรงจูงใจในการก่อสร้างให้เป็นไปตามกำหนดเวลาเพื่อตอบรับกับสถาณการณ์ ณ เวลานั้น

ในขณะที่โครงการอื่น ๆ ในประเทศแคนาดามีกลไกในการเพิ่มศักยภาพให้กับโครงการ ตัวอย่างเช่น โครงการ LRT ได้เพิ่มผลตอบแทนแก่เอกชนผู้ให้บริการจากการอนุรักษ์พลังงานในโครงการ เพื่อพัฒนาโครงการให้มีความยั่งยืน เป็นต้น

นอกเหนือจาก 2 ประเทศดังกล่าว Cruz and Marques (2013) ได้กล่าวถึงโครงการ Norte Concession และโครงการทางด่วน Douro Interior ซึ่งทั้ง 2 โครงการมีการจ่ายผลตอบแทนจากการให้บริการแก่เอกชนผู้ให้บริการ และแต่ละโครงการมีการนำกลไกการให้รางวัล/ปรับลดที่นอกเหนือจากความไม่พร้อมให้บริการ โดยที่มีวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคิดค่าตอบแทนแก่เอกชนผู้ให้บริการในโครงการ Norte Concession เป็นไปตามสมการที่ 11

$$TR_t = AvR_t - AvD_t \pm AcP_t \quad (11)$$

โดย TR_t = รายรับสุทธิของบริษัทสัมปทานในปีที่ t

AvR_t = ผลตอบแทนจากการให้บริการปีที่ t

AvD_t = การปรับลดค่าตอบแทนจากความไม่พร้อมให้บริการปีที่ t

AcP_t = การให้รางวัล/ปรับลด กรณีที่เกิดอุบัติเหตุปีที่ t

การคิดค่าตอบแทนแก่เอกชนผู้ให้บริการในโครงการ Douro Interior เป็นไปตามสมการที่ 12

$$TR_t = AvR_t + SeR_t - PAD_t - EAcD_t \pm AcP_t \quad (12)$$

โดย TR_t = รายรับสุทธิของคู่สัมปทานปีที่ t

AvR_t = ผลตอบแทนจากการให้บริการปีที่ t

SeR_t = ผลตอบแทนกรณีที่มีการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพจากเอกชนผู้ให้บริการปีที่ t

PAD_t = การปรับลดค่าตอบแทนกรณีที่ดำเนินงานไม่เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพและไม่พร้อมให้บริการปีที่ t

$EAcD_t$ = การปรับลดค่าตอบแทนกรณีที่มีการปล่อยมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและการเกิดอุบัติเหตุปีที่ t

AcP_t = การให้รางวัล/ปรับลด กรณีที่เกิดอุบัติเหตุปีที่ t

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การคำนวณการจ่ายผลตอบแทนนั้นมีหลายวิธี หลายตัวแปร แต่ละโครงการควรกำหนดวิธีการคำนวณที่อยู่บนพื้นฐานของความสมเหตุสมผลและมีหลักการ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ และเป็นแรงจูงใจในการทำงานที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Alignment of incentives and interest) เพื่อให้ทุกภาคส่วนในโครงการทั้งรัฐผู้เป็นเจ้าของโครงการ เอกชนผู้ให้บริการ และภาคประชาชนผู้รับการบริการต่างมีความสัมพันธ์ในโครงการลักษณะทุกฝ่ายเป็นผู้ได้ผลประโยชน์จากการพัฒนาโครงการ

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดเพื่อศึกษากลไกการจ่ายค่าตอบแทนให้แก่ผู้ให้บริการ ที่ประกอบไปด้วยการปรับลดค่าตอบแทนที่มีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการภายใต้สัญญา PPP ที่ใช้การจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบ AP และแนวทางในการพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมและเป็นธรรมกับโครงการโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทย

เพื่อหากลไกการจ่ายผลตอบแทนที่เหมาะสม การสร้างแบบวิเคราะห์จึงมีความจำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ โดยเฉพาะตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรเริ่มต้นของการวิจัย ดังนั้นแล้วการศึกษาในการสร้างตัวแปรอิสระให้มีความน่าเชื่อถือจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือและสมบูรณ์แบบ และสามารถเป็นต้นแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5 การพยากรณ์ (Forecasting)

การสร้างตัวแปรอิสระจำเป็นต้องมีหลักการที่น่าเชื่อถือ เพื่อให้ได้ตัวแปรตามหรือผลลัพธ์ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ ดังนั้นแล้วผู้จัดทำจำเป็นต้องศึกษาในส่วนของการพยากรณ์ (Forecasting) เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

การพยากรณ์คือการคาดการณ์ค่าล่วงหน้าในอนาคตที่เวลา t+1 จากค่าในเหตุการณ์ในปัจจุบัน t ที่ทราบแล้ว เป็นพื้นฐานสำคัญในการวางแผนและตัดสินใจ แต่เป็นกระบวนการที่มีความไม่แน่นอน (Uncertainty) ไม่สามารถยืนยันถึงการพยากรณ์ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างแน่นอน โดยงานวิจัยนี้ได้นำการพยากรณ์เชิงปริมาณมาใช้อันเนื่องมาจากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ในเชิงสถิติได้ โดยจะอธิบายพอสังเขปดังต่อไปนี้

2.5.1. การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods)

การพยากรณ์เชิงปริมาณคือการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลหรือตัวเลขจากอดีตจนถึงปัจจุบันเพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์ โดยงานวิจัยนี้ต้องวิเคราะห์ตัวแปรที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นแล้วการพยากรณ์ให้มีความถูกต้องแม่นยำจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก วิธีการพยากรณ์สามารถทำได้หลายวิธีเช่น การวิเคราะห์รูปแบบอนุกรมเวลา, Geometric Brownian Motion หรือ Random Walk, Mean Reversion Process, Jump-diffusion Process, วิธีแบบผสม (Mun, 2006) แบบจำลองการเดินทางและการขนส่ง (กรมทางหลวง, 2559) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างการใช้การพยากรณ์ในวิศวกรรมโยธาเช่น ระบบบริหารการซ่อมบำรุงทาง (Pavement Management System, PMS) (Haas & Hudson, 1978) ซึ่งได้อธิบายถึงการดำเนินการเพื่อซ่อมบำรุงทาง เพื่อวางแผนในการซ่อมบำรุงทางให้มีความคุ้มค่าทั้งด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ จึงต้องมีการวิเคราะห์ถึงสภาพถนนเมื่อผ่านไปในแต่ละปีและวิเคราะห์ถึงทางเลือกในการซ่อมบำรุงทางให้มีความเหมาะสม ระบบบริหารการซ่อมบำรุงสะพาน (Hawk, 1995) ซึ่งมีหลักการที่คล้ายกันกับระบบบริหารการซ่อมบำรุงทาง

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ในงานวิศวกรรมโยธา เช่น แบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางโดยวิธีลูกโซ่มาร์คอฟ (วงษ์วีระนิมิตร, 2547) โดยการศึกษานี้เป็นการพยากรณ์ค่าดัชนีความเรียบสากล (International roughness index, IRI) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งจัดกลุ่ม

แบบจำลองตามปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับความเสียหายของผิวทางลาดยาง ได้แก่ ปัจจัยทางด้านสถานที่ตั้งของสายทาง ชนิดของผิวทาง ปริมาณการจราจร ปริมาณน้ำฝน และความชันของภูมิประเทศ ผลการพยากรณ์ค่าการเสื่อมสภาพที่ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาทาง ในขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญของสายทางที่จำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษา และขั้นตอนการวางแผนระยะเวลาในงานซ่อมบำรุงรักษาทาง

2.5.2. การวิเคราะห์การพยากรณ์

การวิเคราะห์การพยากรณ์สามารถวิเคราะห์ได้สองรูปแบบ รูปแบบแรก คือ Deterministic analysis โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์วิธีนี้จะมีความแน่นอน เช่น การฝากเงิน 1 ล้านบาท โดยธนาคารให้ดอกเบี้ยร้อยละ 10 ในอีก 5 ปีข้างหน้า จะสามารถคำนวณหาเงินฝากได้อย่างแน่นอน รูปแบบที่สองเป็นแบบที่เรียกว่า Stochastic analysis โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์จะมีค่าที่ไม่แน่นอน เช่น การฝากเงินธนาคาร ซึ่งธนาคารแจ้งว่าอัตราดอกเบี้ยนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต เช่น จากร้อยละ 10 อาจจะเปลี่ยนเป็นร้อยละ 9 หรือร้อยละ 11 แล้วแต่ภาวะเศรษฐกิจของประเทศ เป็นต้น

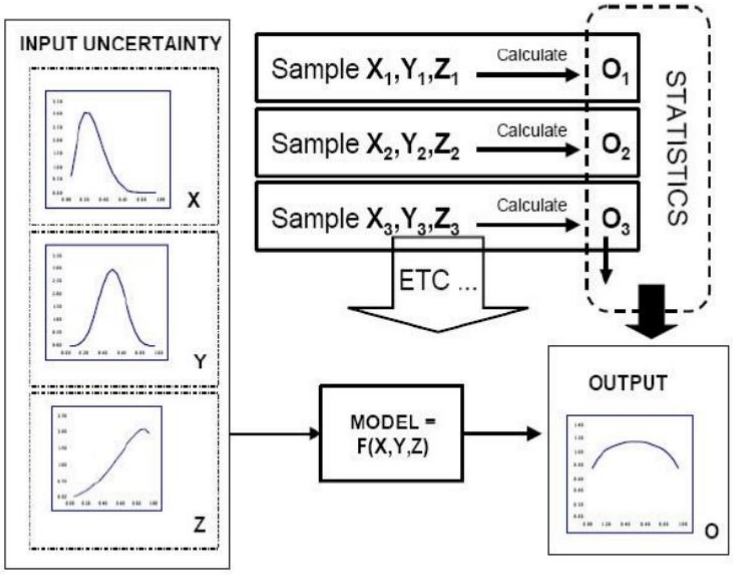
การพยากรณ์แบบ Stochastic นั้นแม้ว่าจะให้ผลลัพธ์ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งที่ไม่เหมือนกัน เช่น การสุ่มตัวแปรครั้งแรกและครั้งที่สองอาจจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างซึ่งขึ้นอยู่กับค่าทางสถิติของตัวแปรนั้น ๆ แต่รูปแบบของการสุ่มนั้นถูกกำหนดโดยสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความแน่นอน (Determined model) โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการสุ่มนั้นมีความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นแล้วงานวิจัยนี้ได้นำการจำลองมอนติ คาร์โล (Monti Carlo Simulation) เพื่อใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

2.6 การจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

การจำลองแบบมอนติคาร์โล คือ เครื่องมือในการสร้างการสุ่มตัวเลขซึ่งมีประโยชน์ในด้านการพยากรณ์ การประมาณค่า และการวิเคราะห์ความเสี่ยง โดยวิธีการจำลองคือการสุ่มค่าแบบซ้ำไปซ้ำมาจากการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ถูกกำหนด แล้วใช้ค่าสุ่มเหล่านั้นในการทำรูปแบบจำลอง ตัวอย่างเช่น การสุ่มหยิบลูกบอลสีออกจากตะกร้าโดยหลังจากสุ่มหยิบแล้วใส่กลับลงไปใหม่ ตะกร้าอาจจะมีรูปร่างและปริมาณบอลสีที่ต่างกันขึ้นกับสมมติฐานการแจกแจง (เช่น การแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10 เทียบกับ uniform distribution หรือ

triangular distribution) ทำให้เมื่อมีการสุ่มหยิบ จะมีโอกาสในการได้บอลสีที่อยู่ใกล้มือ หรือบอลสีที่มีปริมาณมากกว่า การหยิบซ้ำไปมา ในการหยิบแต่ละครั้ง จะถูกบันทึกไว้เป็นผลลัพธ์ของการพยากรณ์ (Forecast Output) (Mun, 2006)

การจำลองมอนติคาร์โลสามารถแสดงเป็นแผนภาพที่มีชุดข้อมูล X, Y และ Z ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แผนภาพการจำลองมอนติคาร์โล

ที่มา : Sampim and Kokkaew (2014)

ข้อมูล X, Y และ Z คือชุดข้อมูลที่มีการแจกแจงที่ต่างกัน นำมาสร้างโมเดลแล้ววิเคราะห์หาผลลัพธ์ (Output) ซ้ำไปมาตามจำนวนครั้งที่ได้กำหนดไว้ (Trials Simulated) ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละครั้งที่จำลองจะถูกนำมาเข้ากระบวนการทางสถิติเพื่อวิเคราะห์หาการแจกแจงของโมเดล F (X,Y,Z)

ในการวิเคราะห์ผลกระทบทางการเงินต่อโครงการของงานวิจัยนี้ วิธีจำลองมอนติคาร์โลใช้เพื่อให้แสดงถึงความไม่แน่นอนของผลลัพธ์จากการพยากรณ์ ทำให้เห็นถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นต่อทั้งรัฐเจ้าของโครงการ เอกชนผู้ให้บริการ และผู้ให้กู้ แล้วดำเนินการจัดการความเสี่ยงนั้นไม่ว่าจะเป็นการป้องกัน การลดผลกระทบจากความเสี่ยง เพื่อรักษาสถานภาพที่สำคัญของโครงการให้มีความ

มั่นคง เมื่อโครงการมีเสถียรภาพที่มั่นคง จะสามารถรับมือกับปัจจัยภายนอกที่อาจเกิดซึ่งมีความยากในการวิเคราะห์มากกว่าปัจจัยภายใน

2.7 ตัวแบบทางการเงิน (Financial Model)

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านวิธีการ Monte Carlo แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของข้อมูล ก่อให้เกิดความไม่แน่นอนซึ่งส่งผลโดยตรงต่อกระแสเงินสดของโครงการ (Cash Flow) กระทบไปยังผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ (Stakeholders) ทั้งรัฐเจ้าของโครงการ เอกชนผู้ให้บริการ และผู้ให้กู้ (Lenders) เพื่อป้องกันผลกระทบจากการขาดเสถียรภาพทางการเงิน ผู้จัดทำได้ศึกษาถึงการทำตัวแบบทางการเงินของโครงการ (Financial Model) โดยรูปแบบนี้จะแสดงให้เห็นถึงสถานะทางการเงินของโครงการในแต่ละช่วงเวลาตลอดระยะเวลาสัมปทาน

2.7.1.หลักการโดยทั่วไปของการประเมินทางด้านการเงินของโครงการ

การประเมินทางด้านการเงินของโครงการประกอบไปด้วยหลักการ สูตรการคำนวณที่หลากหลาย โดยแต่ละหลักการอธิบายดังต่อไปนี้

2.7.1.1 มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money)

การลงทุนคือเรื่องที่เราพบได้ในโลกของทุนนิยมในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนกับสินทรัพย์จับต้องได้ เช่น โรงงาน เครื่องจักร หรือสินทรัพย์ที่จับต้องไม่ได้เช่น สิทธิทางปัญญาหรือเครื่องหมายการค้า ซึ่งแต่ละการลงทุนต้องหวังถึงผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในอนาคต ตัวอย่างเช่น การลงทุนเพื่อการศึกษา โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการเรียน เทียบกับผลตอบแทนในอนาคต ซึ่งอาจจะเป็นเงินเดือนที่เพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงมีการวิเคราะห์ถึงผลตอบแทนที่ได้รับในอนาคตจากค่าเงินลงทุนในปัจจุบัน สามารถคำนวณมูลค่าในอนาคต (Future Value) (Brealey et al., 2008)

2.7.1.2 การชำระหนี้คืน (Debt Service)

ในการลงทุนจำเป็นต้องใช้เงินเพื่อการก่อสร้าง การว่าจ้าง การดำเนินงานและอื่น ๆ ซึ่งเงินเหล่านั้นอาจจะมาจากการกู้ยืมจากสถาบันทางการเงิน หลังจากกู้ยืมจะต้องมีการชำระเงินกู้ให้กับผู้ให้กู้ทั้งเงินต้นรวมถึงดอกเบี้ยตามระยะเวลาที่กำหนด

2.7.1.3 เกณฑ์สำหรับการตัดสินใจ

เกณฑ์การเงินสำคัญที่ใช้ตัดสินใจในการประเมินโครงการประกอบด้วย

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ผลรวมของกระแสเงินสดหลังจากหักค่าใช้จ่ายในโครงการพร้อมทั้งคิดย้อนมูลค่าเงินเป็นปัจจุบัน โดย NPV จะคิดมูลค่าเงินของโครงการตลอดทั้งระยะเวลาสัมปทาน ความคุ้มค่าในการลงทุนสามารถวิเคราะห์ได้จาก NPV รวมของโครงการต้องไม่น้อยกว่า 0 จากอัตราคิดลดที่กำหนด

- อัตราผลตอบแทนโครงการ (Internal rate of return หรือ IRR)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัตราผลตอบแทนโครงการ หมายถึง อัตราคิดลด (Discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับศูนย์

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback period)

ระยะเวลาคืนทุน หมายถึง ระยะเวลาที่โครงการมีผลประโยชน์รวมเท่ากับต้นทุนรวม

2.7.2.ลำดับความต้องการจากการลงทุน

โครงการร่วมลงทุนของรัฐเจ้าของโครงการ แต่ละภาคส่วนต่างมีลำดับความต้องการจากการลงทุนที่แตกต่างกัน (Equity Level) เช่น กำไรจากการลงทุน ความเสี่ยงของการลงทุนที่รับได้ ดังนั้น

แล้วในส่วนนี้จะกล่าวถึงความต้องการจากการลงทุนของแต่ละภาคส่วนดังนี้ (Pantelias & Zhang, 2010) (Zhang, 2005)

รัฐเจ้าของโครงการต้องการให้โครงการ 1) ระยะเวลาในการก่อสร้างเป็นไปตามแผนและอยู่ในงบประมาณที่กำหนด 2) การดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M) ที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 3) ผู้ใช้บริการหรือภาคประชาชนสามารถจับซื้อจับจ่ายในบริการหรือสินค้าได้ 4) มีต้นทุนรวมตลอดทั้งอายุโครงการที่ต่ำ รัฐเจ้าของโครงการมีลำดับความต้องการจากการลงทุนอยู่ในลำดับที่ต่ำ ตัวแปรที่ใช้ในการวัดถึงความสำเร็จในการลงทุนคือ “ความคุ้มค่าของเงิน (Value for Money หรือ VfM)” ซึ่งจะมีความคุ้มของเงินหากต้นทุนที่เอกชนผู้ให้บริการจัดหาทั้งหมดมีค่าที่ “ต่ำกว่า” เมื่อเทียบกับต้นทุนที่รัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้จัดหา หรือสามารถวัด “อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการลงทุน (Economic Internal Rate of Return หรือ EIRR)

เอกชนผู้ให้บริการมีความคาดหวังในผลกำไรจากหลายส่วนงานทั้งการออกแบบ ก่อสร้าง การดำเนินงานและบำรุงรักษา ลำดับความต้องการจากการลงทุนอยู่ในลำดับที่ต่ำ เพราะมีความต้องการในรายได้ที่มาก แต่ความเสี่ยงก็มากเช่นกัน เอกชนผู้ให้บริการอาจใช้ค่าพารามิเตอร์ “อัตราผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุน (Financial Internal Rate of Return หรือ FIRR)” หรือ “ผลตอบแทนของเจ้าของ (Equity Cash Flow หรือ ECF)” ในการวัดผลกำไรที่เกิดขึ้นหลังการชำระหนี้ของผู้ให้กู้ ถ้าผลกำไรที่เกิดขึ้นจริงมีค่าไม่ต่ำกว่าผลกำไรที่ตั้งเป้าไว้ จะถือว่าโครงการประสบความสำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนสุดท้ายคือผู้ให้กู้ (Lenders) ผู้ให้กู้เป็นผู้ให้เงินเพื่อไปลงทุนและหวังผลกำไรจากการคิดดอกเบี้ยเงินกู้ ดังนั้นแล้วผู้ให้กู้จะคำนึงถึงความสามารถในการชำระเงินกู้ของผู้กู้ ลำดับความต้องการจากการลงทุนอยู่ในลำดับที่สูง เพราะต้องการความเสี่ยงในการลงทุนที่ต่ำ แต่ผลตอบแทนจากการลงทุนจะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเอกชนผู้ให้บริการ โดยทั่วไปจะพิจารณาค่าพารามิเตอร์หลักคือ “อัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ (Debt Service Cover Ratio หรือ DSCR)” นอกจากนี้แล้วยังมีพารามิเตอร์อื่นที่สามารถนำมาพิจารณาเพิ่มเติมตัวอย่างเช่น Lone-Life Cover Ratio หรือ LLCR คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่โครงการมีไว้สำหรับการชำระหนี้ตลอดอายุของเงินกู้ และบัญชีสำรองเพื่อชำระหนี้ (Debt Service Reserve Account หรือ DSRA) ซึ่งเป็นบัญชีสำรองตั้งไว้เผื่อการชำระหนี้ไว้ล่วงหน้า เป็นต้น

หลักจากได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการลงทุนแต่ละภาคส่วนแล้ว เพื่อรักษาไว้ซึ่งเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ ดังนั้นแล้วเครื่องมือหรือวิธีการพัฒนากลไกการจ่ายผลตอบแทนควรจะสอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ที่แต่ละภาคส่วนพิจารณา ตัวอย่างเช่น ระดับค่าสูงสุดของการปรับลดค่าตอบแทนที่เหมาะสม (Maximum deduction threshold) ให้สอดคล้องกับระดับความต้องการของเอกชนผู้ให้บริการในระดับความเสี่ยงที่แบกรับไว้ (Level of risk transfer) เสถียรภาพทางการเงินของโครงการ และแนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของเอกชนผู้ให้บริการ (Operator) โดยกลไกการให้รางวัล (Performance rewarding mechanism) เป็นต้น

2.8 INFRISK

INFRISK คือ วิธีการประเมินและจัดการความเสี่ยงของโครงการโครงสร้างพื้นฐานโดยการใช้คอมพิวเตอร์และทฤษฎีความน่าจะเป็น ซึ่งใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงด้านการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ ผู้ให้เงินกู้และหน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการร่วมด้วย เพื่อให้การร่วมทุนในโครงการเกิดผลประโยชน์ต่อทุกผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ความเสี่ยงดังกล่าวสามารถแสดงได้ในรูปของ การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) เนื่องด้วยความเสี่ยงในโครงการมีความไม่แน่นอน อีกทั้งยังกำเนิดได้จากหลายแหล่ง ทำให้ข้อมูลมีความซับซ้อน การใช้คอมพิวเตอร์จึงมีความสำคัญอย่างมากในการวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์โครงการโดยแนวทางของ INFRISK สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การป้อนข้อมูลเข้าระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลควรจะถูกแบ่งเป็นสองส่วน 1) ช่วงก่อสร้าง 2) ช่วงดำเนินงานและบำรุงรักษา และแสดงปีที่เริ่มก่อสร้าง ปีที่สิ้นสุดก่อสร้าง ปีที่เริ่มการดำเนินงานจนถึงปีที่สิ้นสุดการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 11

	Label	UNITS								
Construction Phase	YRCONV		1992	1993	1994	1995				
Financing Costs during Construction	IK	USD	0		90.865	90.865				
Capital Construction Costs	CK	USD	109.6825	109.6825	109.6825	109.6825				
Range of changes for CK due to random fluctuations	CKRange	USD	21.9365	21.9365	21.9365	21.9365				
	DBA-12	USD	0	12	0	0				
	DBA-11	USD	0	113	0	0				
Other capital expenditures	OK	USD		49.849	49.849	49.849				
Equity	ES	USD	109.68	30.32	0	0				
Ending Exch Rate	Et	USD	1	1	1	1				
	DBA-1	USD	0	4.21	0.187	0				
	DBA-2	USD	0	0	4.398	0				
	DBA-3	USD	0	0	4.85	0				
	DBA-4	USD	0	0	4.851	0				
	DBA-5	USD	0	0	5.132	0				
	DBA-6	USD	0	0	5.133	0				
	DBA-7	USD	0	0	4.998	0				
	DBA-8	USD	0	0	4.999	0				
	DBA-9	USD	0	0	197.839	0				
	DBA-10	USD	0	0	18.01	250.392				
Operation Phase	YROPER		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Fixed Capacity Payment		USD	116.412	123.575	124.212	124.937	125.709	126.531	127.406	128.337
Variable Revenue		USD	49.404	61.844	63.834	66.094	68.575	64.931	73.974	76.819
			165.816	185.419	188.046	191.031	194.284	191.462	201.38	205.156
Non-random part of revenues	*NR*	USD	*116.41*	*123.58*	*124.21*	*124.94*	*125.71*	*126.53*	*127.41*	*128.34*
Random part of Operating Revenues	OR	USD	49.404	61.844	63.834	66.094	68.575	64.931	73.974	76.819
Range for the Operating Revenues	ORRange	USD	24.702	30.922	31.917	33.047	34.2875	32.4655	36.987	38.4095
Other Expenses		USD	14.589	15.605	16.007	17.795	16.757	20.025	21.303	18.61

รูปที่ 11 เอกสารสำหรับการป้อนข้อมูล INFRISK

ที่มา : Dailami et al. (1999)

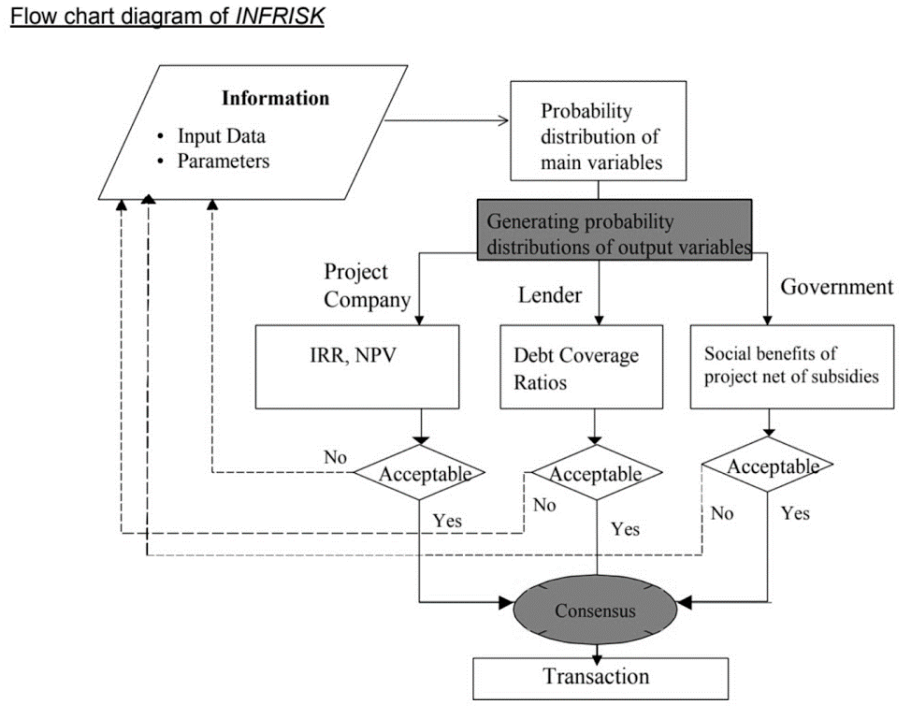
2. การตั้งค่าสำหรับการวิเคราะห์

ค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์เช่น อัตราคิดลด ต้นทุนการก่อสร้าง อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ เป็นต้น รวมไปถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการ ตัวอย่างเช่น รายรับ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ซึ่งความเสี่ยงที่นำมาพิจารณาจะถูกสร้างตัวเลขโดยการใช้วิธีการ Monte Carlo ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

3. การปรับแต่งและเข้าใจถึงผลลัพธ์

หลังจากป้อนค่าและข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือการหาผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยผลลัพธ์ที่ต้องการมีความแตกต่างกันขึ้นกับความต้องการแต่ละภาคส่วนดังกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.7.2 ดังนั้นแล้ว การปรับแต่งผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงความน่าจะเป็นที่แต่ละภาคส่วนบรรลุเป้าหมายเช่น ความน่าจะเป็นที่เอกชนผู้ให้บริการจะได้ค่าตอบแทนไม่น้อยกว่า IRR ที่กำหนด ความน่าจะเป็นที่ความสามารถในการชำระหนี้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด เป็นต้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ หากไม่สามารถรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้ จะมีการพิจารณาถึงตัวแปรอิสระที่ถูกป้อนเข้าไป และพารามิเตอร์ต่าง ๆ อีกครั้ง จนกระทั่งแต่ละภาคส่วนบรรลุเป้าหมายของการร่วมทุนในโครงการดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แผนผังการดำเนินการของ INFRISK

ที่มา : Dailami et al. (1999)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 12 จะเห็นว่า INFRISK ได้มีการวิเคราะห์ถึงความต้องการจากการลงทุนของแต่ละภาคส่วนทั้งเอกชนผู้ให้บริการ รัฐเจ้าของโครงการ และผู้ให้กู้ จากค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดความต้องการ ซึ่ง INFRISK จะประสบผลสำเร็จของการวิเคราะห์ได้ก็ต่อเมื่อ “ทุกภาคส่วนบรรลุเป้าประสงค์ของการลงทุน” จึงเกิดเป็นการทำสัญญาต่อไป

2.9 สรุปท้ายบท

การร่วมทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนในประเทศไทย มีจุดประสงค์คือการจัดสรรความเสี่ยงระหว่างภาคส่วน ความเสี่ยงแต่ละชนิด ควรจัดสรรไปยังภาคส่วนที่สามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด รัฐเจ้าของโครงการจะให้สัมปทานแก่เอกชนผู้ให้บริการในการออกแบบ จัดหาแหล่งเงินทุน ก่อสร้าง ดำเนินงานและบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่ได้ทำสัญญาไว้

รายได้ที่เอกชนผู้ให้บริการได้รับจะขึ้นอยู่กับประเภทของสัญญา รูปแบบแรกคือ PPP Net Cost รายได้จากการเก็บค่าธรรมเนียมจะเข้าสู่เอกชนผู้ให้บริการ และจ่ายให้แก่รัฐเจ้าของโครงการเป็นค่าสัมปทาน อีกสองรูปแบบคือ PPP Gross Cost และ PPP Modified Gross Cost ซึ่งทั้งสองรูปแบบรายได้ที่เอกชนผู้ให้บริการได้รับมาจากการจ่ายค่าตอบแทนโดยรัฐเจ้าของโครงการ

การจ่ายค่าตอบแทนจากการให้บริการ (Availability Payment) ถือเป็นกลไกที่สำคัญประเภทหนึ่งของสัญญา PPP Gross Cost และ PPP Modified Gross Cost โดยมุ่งเน้นไปที่การให้บริการของเอกชนผู้ให้บริการ ซึ่งต้องเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพการให้บริการ (Performance-based Specification) ถ้าเอกชนผู้ให้บริการไม่สามารถให้บริการได้ตามเกณฑ์ จะต้องมีการปรับลดค่าตอบแทนเพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้ดำเนินงานและบำรุงรักษาให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ทว่าการปรับลดค่าตอบแทนจากการให้บริการที่ไม่มีความเหมาะสม อาจทำให้โครงการขาดเสถียรภาพได้ อีกทั้งยังมีความเสี่ยงในการฟ้องร้องของเอกชนคู่สัญญาและความเสี่ยงในการเจรจาแก้ไขสัญญาในอนาคตเนื่องจากเป็นสัญญาระยะยาว การคาดการณ์ในอนาคตของตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสัญญา ให้มีความแม่นยำจึงทำได้ยาก จำเป็นต้องวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นโดยพยากรณ์ตัวแปรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับสถานะทางการเงินของโครงการอย่างมีนัยสำคัญ

ในงานวิจัยนี้จึงสนใจในประเด็นที่เกี่ยวกับ 1) กลไกการจ่ายค่าตอบแทนในการให้บริการของเอกชนในสัญญา PPP 2) การกำหนดเกณฑ์การคำนวณค่าความไม่พร้อมใช้เพื่อปรับลดค่าตอบแทน และ 3) ปัจจัยเสี่ยงของสัญญาและแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ และแนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator) ในอนาคตโครงการการร่วมลงทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนที่มีกลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ (Availability payment) โดยวิธี PPP Gross Cost จะถูกนำไปใช้ในอีกหลายภาคส่วน เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งโครงการเหล่านี้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้เป็นแนวทางในการประเมินทางการเงินและการจัดการความเสี่ยง ช่วยให้แต่ละภาคส่วนบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนของประเทศไทยต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่มากขึ้น รวมทั้งอธิบายถึงตัวแปรที่สำคัญของงานวิจัย และองค์ความรู้ที่สำคัญสำหรับการศึกษาในแต่ละขั้นตอน และกรอบแนวคิดของงานวิจัยเพื่อให้เห็นภาพของงานวิจัยนี้

3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนที่สำคัญของการวิจัยนี้เป็นดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร (Literature review)

   ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเชิงเอกสาร เป็นการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ บทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในทางทฤษฎีและเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยต่อไป

2. การศึกษาตัวแปรที่สำคัญและศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์ (Key variables and forecasting theories)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

   ในการศึกษาตัวแปรที่สำคัญ เช่น ปริมาณการจราจรของโครงการ เป็นต้น พร้อมทั้งศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์ต่าง ๆ ของตัวแปรที่สำคัญ โดยใช้วิธี Deterministic และ Stochastic โดยเป็นการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของแต่ละตัวแปร พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้การพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละวิธี โดยใช้การทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

3. การกำหนดกรอบแนวความคิดและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย (Conceptual framework and research scope)

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างกรอบแนวคิดของงานวิจัยหลังจากศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สนใจ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและกำหนดขอบเขตของงานวิจัย

4. การสร้างตัวแบบทางการเงินของโครงการและวิเคราะห์หาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ (Financial modelling and risk identification)

หลังจากทราบตัวแปรที่สำคัญ (Key variables) ที่มีผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของผู้ที่มีส่วนได้เสียในการพัฒนาโครงการ ขั้นตอนถัดไปจึงเป็นการสร้าง “ตัวแบบทางการเงิน” (Financial model) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ (Key stakeholders) ได้แก่ (1) รัฐเจ้าของโครงการ (2) เอกชนผู้ให้บริการ และ (3) ผู้ให้เงินกู้ ทั้งนี้เพื่อใช้ประเมินถึงผลตอบแทนทางการเงินภายใต้ความสถานการณ์ที่เป็นไปได้ตามสมมติฐานหลัก (Base case scenario) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 และกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision-making criteria) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินทางการเงินที่แตกต่างกัน โดยการประเมินโครงการในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินโครงการในรูปแบบที่เรียกว่า Deterministic analysis ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งเป็นการประเมินที่ให้ผลลัพธ์ที่เป็นค่า ๆ เดียว หรือที่เรียกว่า Single-point estimate และหลังจากที่ได้สร้างตัวแบบทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 จะเป็นการวิเคราะห์หาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ (Risk variables) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียทั้ง 3 โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity analysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการกรณีศึกษา

หลังจากที่ทราบตัวแปรที่สำคัญและสร้างตัวแบบทางการเงินแล้วเสร็จ ขั้นตอนถัดไป คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการกรณีศึกษา ซึ่งก็คือ โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา หรือ M6

6. การวิเคราะห์ความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลัก (Stakeholders’ risk analysis)

หลังจากการสร้างตัวแบบทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ กำหนดตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ และเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว

เสร็จ ผู้วิจัยจึงดำเนินการประเมินผลตอบแทนทางการเงินภายใต้ความสถานการณ์ที่เป็นไปได้ตามสมมติฐานหลัก (Base case analysis หรือ Deterministic analysis) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักที่สำคัญ จากนั้นจึงประเมินความเสี่ยงทางการเงินภายใต้ความไม่แน่นอน (Risk analysis under uncertainty) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย โดยใช้วิธี Monte Carlo simulation โดยใช้ MATLAB เพื่อให้ได้มาซึ่งช่วงของผลตอบแทนทางการเงินที่เป็นไปได้ตามสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งเรียกว่า Risk profile ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3

7. การตัดสินใจของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลัก (Stakeholders' decision-making)

หลังจากได้ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 6 ผู้วิจัยจะเปรียบเทียบ Risk profile ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 กับกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision-making criteria) ของผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย เพื่อใช้ในการอภิปรายผลการศึกษา และใช้เป็นแนวทางในการเสนอแนะแนวทางในการสร้างกลไกที่เหมาะสมในการในวิธีการจ่ายค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ (Availability payment) มาใช้ในโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองโครงการอื่นในอนาคต

8. สรุปปัจจัยเสี่ยงของสัญญาที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากความพร้อมใช้ (Availability payment) และแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ และแนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9. สรุปผลการวิจัย ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย และข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัยในลักษณะเดียวกันกับโครงการนี้ในอนาคต

3.2 ตัวแปรที่สำคัญของงานวิจัย

ตัวแปรของงานวิจัยที่ส่งผลต่อสถานะทางการเงินของโครงการคือ

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ปัจจัยภายในที่เป็นตัวแปรเสี่ยงซึ่งส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินประกอบด้วย 4 ปัจจัยคือ

(1) ปริมาณจราจร (Traffic Volume)

(2) การปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment)

(3) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance Costs)

(4) อัตราคิดลด (Discount rate)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลตอบแทนทางการเงินและปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญจากการลงทุนของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ได้แก่ (1) เจ้าของโครงการ (2) ผู้ให้บริการ (3) ผู้ให้กู้

3.3 ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error)

ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์เป็นวิธีวัดความแม่นยำโดยคำนวณร้อยละความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย ถ้าค่า MAPE ที่ได้ต่ำเช่น MAPE = 4% แสดงว่าวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ร้อยละ 4 (วานิชย์บัญชา, 2545) วิธีการคำนวณดังแสดงในสมการที่ 13

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} 100 \times \left(\frac{e_t}{Y_t}\right)}{n} \qquad (13)$$

โดยที่ MAPE = ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์

e_t = ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยที่ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

Y_t = ค่าจริงของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ = ค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 ความต้องการจากการลงทุนแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย

1. รัฐเจ้าของโครงการ (Public agency)

จุดประสงค์ในการทำโครงการทางหลวงพิเศษเพื่อพัฒนาโครงข่ายทางหลวงมาตรฐานสูง ซึ่งสามารถรองรับการเดินทางและขนส่งสินค้าระหว่างกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเข้ากับศูนย์กลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นเส้นทางที่ช่วยชี้นำการกระจายความเจริญจากภาคกลางและ

กรุงเทพมหานคร ไปสู่จังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ ยังสามารถลดปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) และทางหลวงหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ) ที่ปัจจุบันมีปริมาณจราจรสูง และมีแนวโน้มว่าจะประสบปัญหาการจราจรติดขัดมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงวันเสาร์ - อาทิตย์ และวันหยุดเทศกาลได้เป็นอย่างดี ดังนั้น การก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเส้นทางนี้จะช่วยให้ประชาชนผู้ใช้ทางได้รับความสะดวก รวดเร็วและปลอดภัย ลดต้นทุนในด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ลดการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานอันเนื่องมาจากการจราจรติดขัด สามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน นำความเจริญมาสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รัฐเจ้าของโครงการจะวัดผลจากการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return หรือ EIRR) ร่วมกับการวัดผลอัตราผลตอบการลงทุนทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return หรือ FIRR) เนื่องจากรัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้รับความเสี่ยงจากรายได้ทั้งหมดของโครงการ ทั้งรายได้จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียม รายได้จากการให้เช่าที่พักริมทางสำหรับการพาณิชย์ ซึ่งรายได้ดังกล่าว มีผลต่อสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของทั้งเอกชนผู้ให้บริการและผู้ให้กู้

เพื่อรักษาเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ ดังนั้นแล้วงานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนทางการเงิน (FIRR) เป็นหลัก โดยรัฐเจ้าของโครงการพิจารณาอัตราคิดลดที่ร้อยละ 4.00 จากอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลระยะยาว และผู้มีส่วนได้เสียอื่นต้องได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนไม่น้อยกว่าที่คาดหวัง

2. เอกชนผู้ให้บริการ (Private operator)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลตอบแทนที่คาดหวังไว้จากโครงการกรณีศึกษาของเอกชนผู้ให้บริการใช้พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คือ “ผลตอบแทนการลงทุนของเจ้าของ (Equity Cash Flow, ECF)” ในแต่ละปีสัมปทานให้มีความเหมาะสมจากการลงทุน โดยพิจารณาจากกรณีผลตอบแทนสูงสุดของรัฐเจ้าของโครงการ ซึ่งเป็นอัตราที่ปรับให้เหมาะสมกับความเสี่ยงของต้นทุนเงินทุน (Risk adjusted Cost of Capital) อ้างอิงจาก Final Repot – Strategic Intercity Motorway Network Project – TA7483 จัดทำโดยกรมทางหลวงและธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB) เท่ากับร้อยละ 8.60 ต่อปี

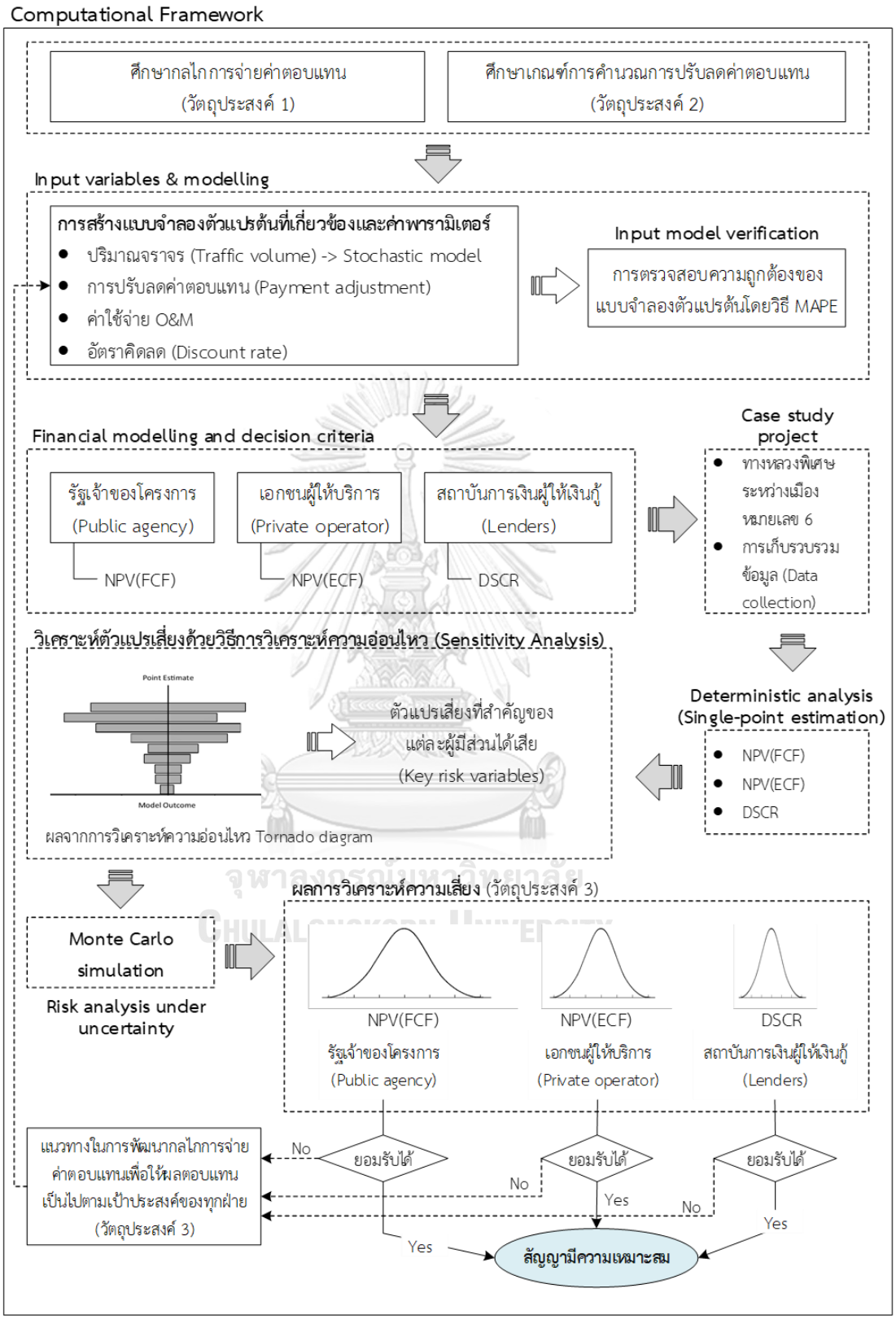
3. สถาบันการเงินผู้ให้เงินกู้ (Lenders)

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ธนาคารพาณิชย์เรียกเก็บจากลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (Minimum Loan Rate หรือ MLR) ซึ่งอ้างอิงจากธนาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ 4 แห่งได้แก่ ธนาคารไทยพาณิชย์ ธนาคารกสิกรไทย ธนาคารกรุงเทพ และธนาคารกรุงไทย พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ย MLR เท่ากับ 6.5125 แต่อัตราดอกเบี้ยในรูปแบบของ PPP Gross Cost และ Modified Gross Cost มีสมมติฐานปรับลดลงเหลือร้อยละ 6.0125 อีกทั้งผู้ให้กู้จะพิจารณาถึงอัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ (DSCR) ที่ 1.00 เท่า

3.5 กรอบแนวความคิดเชิงคำนวณของงานวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแล้วนำมาสร้างเป็นภาพแสดงกรอบแนวคิดเชิงคำนวณได้ดังแสดงในรูปที่ 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 13 กรอบแนวคิดเชิงคำนวณของงานวิจัย (Computational Framework)

บทที่ 4
การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเสี่ยงและตัวแบบทางการเงินของผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของหัวข้อต่าง ๆ โดยประกอบไปด้วย (1) โครงการกรณีศึกษา ซึ่งเป็นการนำเสนอถึงข้อมูลพื้นฐานของโครงการ และจากที่ได้กล่าวในบทที่ 2 ถึงการปรับลดค่าตอบแทนเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ นั้น จึงต้องมีการจัดทำ (2) ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเสี่ยง เพื่อพยากรณ์ถึงผลลัพธ์ของตัวแปรที่อาจส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ โดยการคำนวณผลตอบแทนทางการเงินของโครงการนั้น ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่สำคัญโดยจัดทำเป็น (3) ตัวแบบทางการเงินของผู้มีส่วนได้เสีย เมื่อได้ตัวแบบทางการเงินแล้ว จะสามารถวิเคราะห์หาความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity Analysis) โดยแสดงในรูปของแผนภาพทอร์นาโด (Tornado Diagram) เพื่อระบุตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญของโครงการ

4.1 โครงการกรณีศึกษา (Case Study Project)

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงการขนส่งทางถนนที่มีการเก็บค่าผ่านทาง ควบคุมจุดเข้าออกของรถยนต์ สัญญาในลักษณะว่าจ้างให้ออกแบบ จัดหาแหล่งเงินทุน ดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ โดยผู้ว่าจ้างเป็นเจ้าของรายได้ทั้งหมดและจ่ายค่าตอบแทนให้แก่ผู้รับจ้างตามสัญญาที่กำหนด โดยผู้วิจัยได้เลือกโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา หรือ M6 เป็นโครงการกรณีศึกษา โดยรายละเอียดของโครงการ M6 มีดังนี้

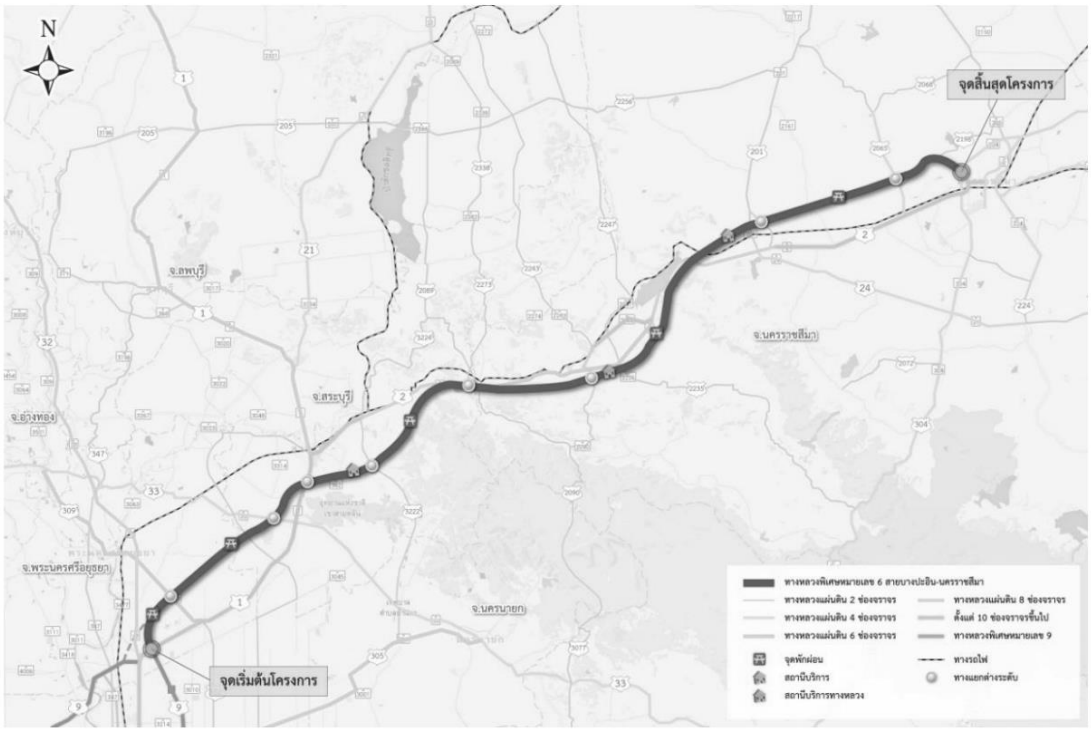
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา เป็นส่วนหนึ่งของโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนรอบนอก - หนองคาย และเป็นแนวสายทางที่มีลำดับความสำคัญสูง เนื่องจากเป็นเส้นทางที่เชื่อมโยงระหว่างภาคกลางและกทม. เข้ากับศูนย์กลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงเป็นแนวเส้นทางที่จะช่วยชี้นำการกระจายความเจริญ และสามารถเชื่อมไปสู่ประเทศลาว เวียดนาม และกัมพูชา ซึ่งจะส่งผลให้การพัฒนาทางเศรษฐกิจในภูมิภาคนี้เติบโตอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังแบ่งเบาปริมาณจราจรของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 และ 2 (ถนนพหลโยธินและถนนมิตรภาพ) ที่มีปริมาณจราจรหนาแน่น ประสบปัญหาการจราจรติดขัดโดยเฉพาะในช่วงวันเสาร์ - อาทิตย์ และวันหยุดเทศกาล และมีการควบคุมทางเข้า-ออกอย่างสมบูรณ์ ทำให้ลดจุดตัดของการจราจร จะช่วยให้ลดอุบัติเหตุได้อย่างมาก

โดยโครงการ M6 สายบางปะอิน – นครราชสีมา มีระยะทางรวม 196 กิโลเมตร จุดเริ่มต้นเชื่อมต่อกับถนนวงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานครด้านตะวันออก (ถนนกาญจนาภิเษก) อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และไปสิ้นสุดที่บริเวณทางเลี่ยงเมืองจังหวัดนครราชสีมาด้านตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีความกว้างของช่องจราจร 3.60 เมตร โครงสร้างผิวทางแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก สายทางขนาด 4 – 6 ช่องจราจรโดยมีรายละเอียดดังนี้

- ถนนขนาด 6 ช่องจราจร จาก อ.บางปะอิน - อ.ปากช่อง (กม.0+000 - กม.109+500)
- ถนนขนาด 4 ช่องจราจร จาก อ.ปากช่อง – อ.เมืองนครราชสีมา (กม.109+500 - กม.196+000)

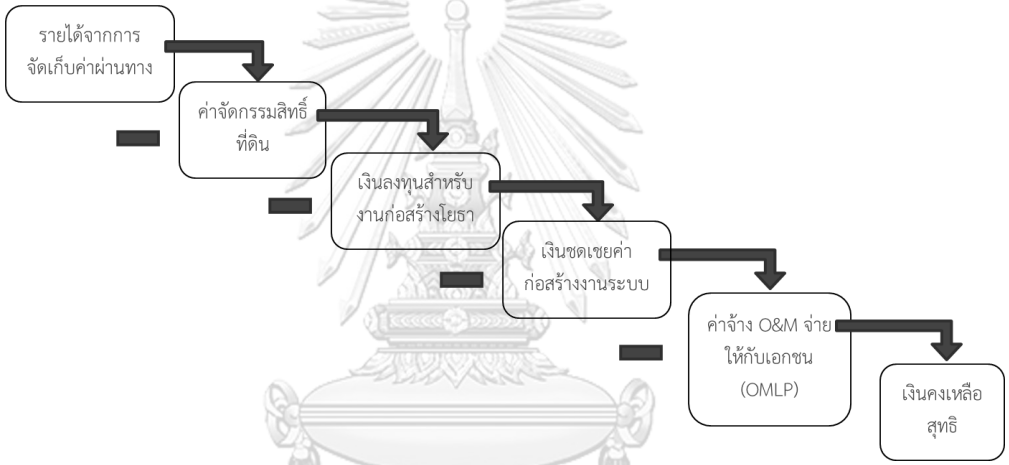
โดยที่มีความจุของปริมาณจราจรของโครงการคือ 2200 คันต่อช่องจราจรต่อชั่วโมง



รูปที่ 14 แนวเส้นทางของทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6

โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 เป็นโครงการที่รัฐเจ้าของโครงการเปิดโอกาสให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามาร่วมลงทุนในงานระบบพร้อมทั้งดำเนินงานและบำรุงรักษา ระยะเวลาในการก่อสร้างงานโยธาโดยรัฐเจ้าของโครงการ 4 ปี ระยะเวลาในการก่อสร้างงานระบบ

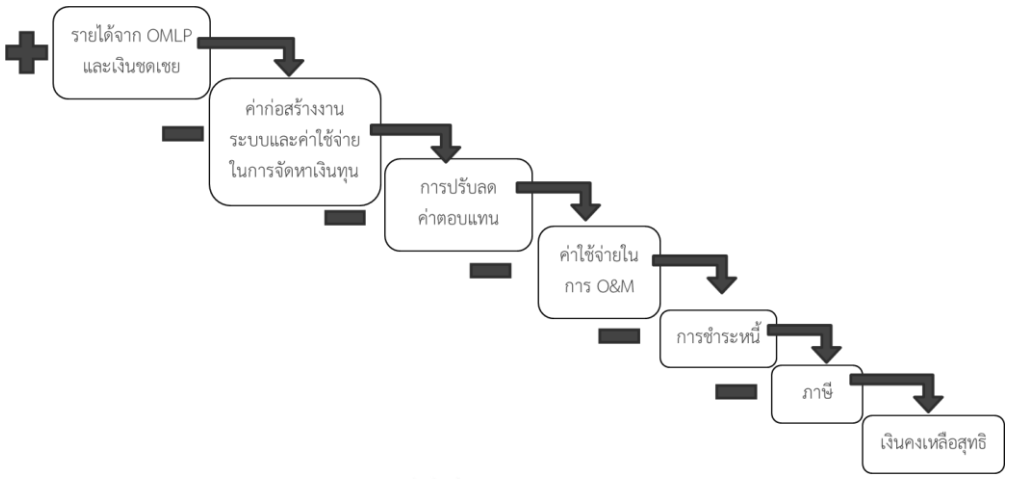
โดยเอกชนผู้ให้บริการ 3 ปี และระยะเวลาในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโดยเอกชนผู้ให้บริการ 30 ปี โดยเอกชนผู้ให้บริการเป็นผู้ดำเนินการจัดเก็บรายได้จากค่าธรรมเนียมทั้งหมดให้กับรัฐเจ้าของโครงการ และรัฐเจ้าของโครงการเป็นผู้จ่ายค่าดำเนินการให้แก่เอกชนผู้ให้บริการตามสัญญาที่ได้ระบุไว้ ค่าดำเนินการที่จ่ายให้เอกชนผู้ให้บริการนั้นจะถูกเรียกว่า Operation & Maintenance Lump Sum Payment (OMLP) โดยเอกชนผู้ให้บริการจะต้องชำระหนี้แก่ผู้ให้กู้ (Debt Services) จ่ายค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M Costs) และอาจจะมีรายจ่ายอันเนื่องมาจากการปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment) (PA) ด้วยระดับความต้องการจากการลงทุนที่ต่างกัน ดังนั้นแล้วแต่ละภาคส่วนจะมีรูปแบบทางการเงินและมุมมองในการลงทุนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 15 และรูปที่ 16



รูปที่ 15 กระแสเงินสด (Free Cash Flow) ของรัฐเจ้าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 15 รายได้จากการจัดเก็บค่าผ่านทางของรัฐเจ้าของโครงการนั้น จะต้องหักค่าจ้างสำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการให้เอกชนผู้ให้บริการ (OMLP) จากนั้นเงินที่เหลือจะเป็นเงินคงเหลือสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการที่จะได้รับในแต่ละปี



รูปที่ 16 กระแสเงินคงเหลือสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการ (Equity Cash Flow)

จากรูปที่ 16 รายได้จากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่รัฐเจ้าของโครงการจ่ายให้ (OMLP) จะต้องนำมาหัก (1) ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา (2) ค่าปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment) (3) หนี้จากการกู้ยืม (4) ภาษี เมื่อดำเนินการหักค่าใช้จ่ายต่างๆครบแล้ว จะเป็นเงินคงเหลือสุทธิสำหรับเจ้าของ (Equity cash flow, ECF) ในแต่ละปี

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากที่ได้กล่าวไปในโครงการกรณีศึกษา งานวิจัยนี้ได้นำโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา เป็นโครงการกรณีศึกษา ดังนั้นแล้วจึงมีความจำเป็นที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทางผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้

4.2.1 ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินและค่าก่อสร้างงานโยธา

ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินและค่าก่อสร้างงานโยธานั้น เป็นค่าใช้จ่ายที่รัฐเจ้าของโครงการต้องเป็นผู้รับผิดชอบ ทางผู้วิจัยได้ศึกษาค่าใช้จ่ายในส่วนดังกล่าวจาก “เอกสารงบประมาณรายจ่ายประจำปี” จากสำนักงบประมาณ (สำนักงบประมาณ, 2558 - 2565) ซึ่งเป็นประกาศที่ระบุถึงจำนวนเงินงบประมาณที่นำมาใช้ในแต่ละปีของทุกกรทรวง ทุกโครงการ โดยโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 นั้น มีวงเงินงบประมาณสำหรับการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินอยู่ที่ 6,630 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างงานโยธารวมอยู่ที่ 66,269 ล้านบาท

4.2.2 วงเงินประมูลสำหรับค่าจ้างเอกชนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ

เอกชนผู้ให้บริการนั้น ได้มีการเซ็นสัญญา PPP O&M กับรัฐเจ้าของโครงการ สำหรับการก่อสร้างและดำเนินงานพร้อมทั้งบำรุงรักษาโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา โดยเอกชนผู้ที่ชนะการประมูลนั้น ได้เสนอขอค่าตอบแทนเป็นจำนวนเงินรวม 41,422 ล้านบาท เมื่อคำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบัน (Present Value: PV) มีค่าเท่ากับ 21,308 ล้านบาท พร้อมทั้งเอกชนผู้ให้บริการจะได้รับเงินชดเชยสำหรับการก่อสร้างงานระบบ (สำนักแผนงาน, 2563)

4.2.3 จำนวนเงินกู้จากสถาบันทางการเงินและค่าธรรมเนียมในการจัดหาแหล่งเงินทุน

การก่อสร้างงานระบบของโครงการนั้น เอกชนผู้ให้บริการต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าก่อสร้าง จากนั้นรัฐเจ้าของโครงการจะเป็นผู้ชดเชยค่าก่อสร้างในส่วนนั้น โดยเงินลงทุนสำหรับการก่อสร้างเอกชนผู้ให้บริการจะลงทุนโดยใช้เงินทุนของทางเอกชนเองรวมกับเงินทุนจากการกู้ยืมจากสถาบันการเงินผู้ให้บริการ โดยจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาให้จำนวนเงินกู้จากสถาบันการเงินผู้ให้กู้นั้นอยู่ที่ 3,593 ล้านบาท ในส่วนของค่าธรรมเนียมในการจัดหาแหล่งเงินทุนนั้น พิจารณาที่ร้อยละ 2 ของจำนวนเงินกู้ทั้งหมด

4.3 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเสี่ยง (Risk Modelling)

4.3.1 ปริมาณจราจร (Traffic Volume)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปริมาณจราจรเป็นตัวแปรเสี่ยงที่ส่งผลต่อสถานะทางการเงินของโครงการโดยตรง เนื่องจากปริมาณจราจรแปรผันตรงกับรายได้จากการจัดเก็บค่าผ่านทาง ซึ่งเป็นความต้องการของรัฐเจ้าของโครงการ นอกจากนี้ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นส่งผลต่อการปรับลดค่าตอบแทนจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง และการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน (Cadar et al., 2017); (Tighe et al., 2001)

4.3.1.1 กรณี Deterministic Model

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับวิธี Deterministic Model โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาจากรายงานของกรมทางหลวง (2559) ซึ่งพยากรณ์ความต้องการใช้งานของโครงการทางหลวงพิเศษ

ระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน – นครราชสีมา โดยการใช้แบบจำลองระดับประเทศร่วมกับแบบจำลองระดับพื้นที่ รวมไปถึงการใช้หลักเศรษฐศาสตร์และสังคมร่วมในการวิเคราะห์

แบบจำลองระดับประเทศ (National Model) ได้เริ่มพัฒนาจากการศึกษาโครงการพัฒนาแบบจำลองและระบบ ฐานข้อมูลจราจร (UTDM) โดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวง คมนาคม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการพยากรณ์การเดินทางของคนและสินค้าระหว่างจังหวัด และสามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ คือ ทางรถยนต์ ทางรถไฟ ทางอากาศ และทางน้ำ โดยผลที่ได้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ในการวางแผน วิเคราะห์และประเมินผล โครงการที่เกี่ยวข้องกับการจราจรและขนส่งในระดับประเทศ โดยแบบจำลองระดับประเทศได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องพัฒนาจนถึงโครงการ ศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลองเพื่อบูรณา พัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ และระบบโลจิสติกส์ (TDL)

ส่วนแบบจำลองระดับพื้นที่ (Sample Area Model) เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางระหว่างพื้นที่ต่างๆ ในแบบจำลองด้านการจราจรและขนส่ง จะใช้การจัดแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ การเดินทางจากแต่ละหน่วยพื้นที่ย่อยในพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ และเพื่อใช้เป็นตัวแทนแสดง จุดต้นทาง-จุดปลายทางของการเดินทาง สำหรับขนาดและจำนวนของพื้นที่ย่อยจะขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสมของแต่ละโครงการและพื้นที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.1.2 กรณี Stochastic Model

งานวิจัยนี้ได้เลือกการพยากรณ์ปริมาณจราจรในกรณี Stochastic Model ด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Geometric Brownian motion (GBM) โดยมีการคำนวณดังแสดงในสมการที่ 13

$$dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dz \tag{13}$$

โดยที่ dZ = $\varepsilon_t \sqrt{dt}$; $\varepsilon_t = \sim N(0,1)$;

dX_t = ปริมาณจราจรปีที่ t;

μ = ค่าอัตราการเพิ่มขึ้น (Drift rate) ของตัวแปรสุ่ม X_t;

σ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสุ่ม X_t;

dt = $\frac{T}{n}$;

T = จำนวนปีของสัญญา;

n = จำนวนครั้งของ time step ในช่วงเวลา T

4.3.2 การปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment)

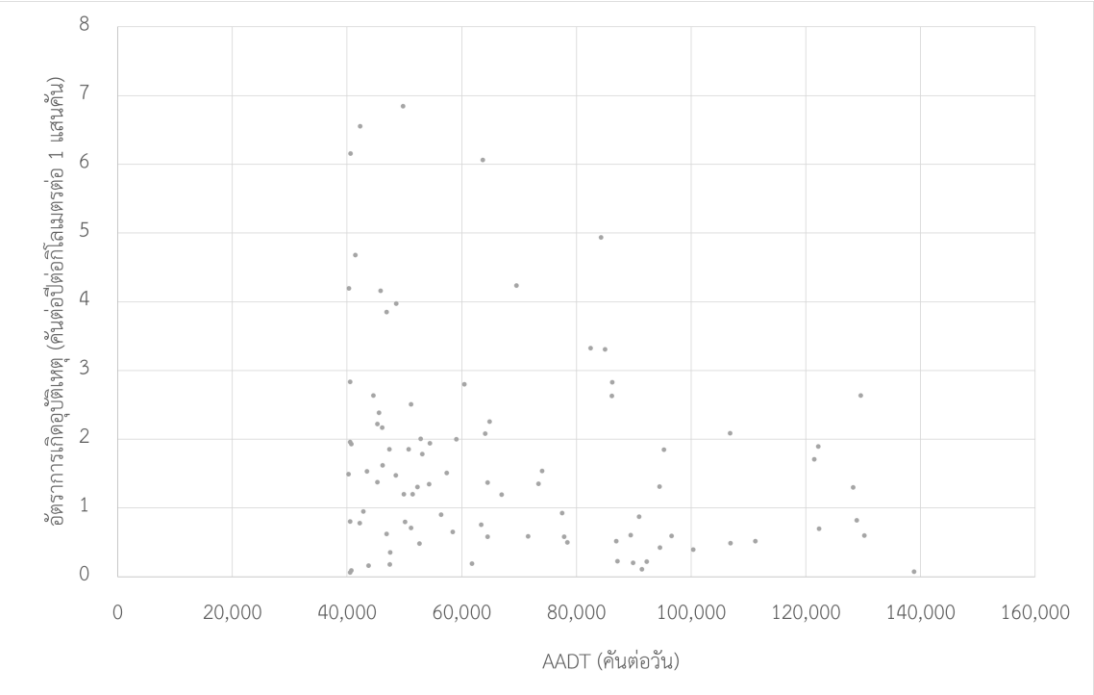
งานวิจัยนี้ได้พิจารณาการปรับลดค่าตอบแทนจากร่างข้อเสนอความต้องการในการจัดซื้อจัดจ้างในหัวข้อของรายละเอียดของการดำเนินงานและบำรุงรักษาในโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองบางปะอิน – นครราชสีมา โดยพิจารณาการปรับลดค่าตอบแทนจาก 2 กรณีคือ (1) การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง (2) การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.2.1 การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง

ความไม่พร้อมใช้ของสายทางมีสาเหตุจากการปิดการจราจร ซึ่งเอกชนผู้ให้บริการจะต้องเข้าไปจัดการสายทางให้กลับมาใช้งานได้ครบทุกช่องจราจรในระยะเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อให้ระดับการให้บริการของโครงการ (Level of Services: LOS) อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยถ้ามีการปิดการจราจรแล้วนั้น จะต้องมีการปรับลดค่าตอบแทนยกเว้นกรณีการปิดถนนที่ได้รับอนุญาตจากทางรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ความไม่พร้อมใช้ของสายทางเนื่องจากอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นในโครงการแล้วทำให้เกิดการปิดของช่องจราจร โดยวิเคราะห์จากค่าทางสถิติการเกิดอุบัติเหตุในทางหลวงทั่วประเทศจำนวน 90 สายทาง พร้อมทั้งใช้ Envelope Method (Vose, 2008) สำหรับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของอุบัติเหตุโดยจากสถิติสามารถแสดงค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุได้ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 กราฟแสดงการกระจายตัวของอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อ AADT

จากรูปที่ 17 พบว่า AADT ในแต่ละค่ามีความกว้างของช่วงของอัตราการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นแล้วจึงได้นำหลักการ Envelope Method มาช่วยในการวิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งมีหลักการดังนี้

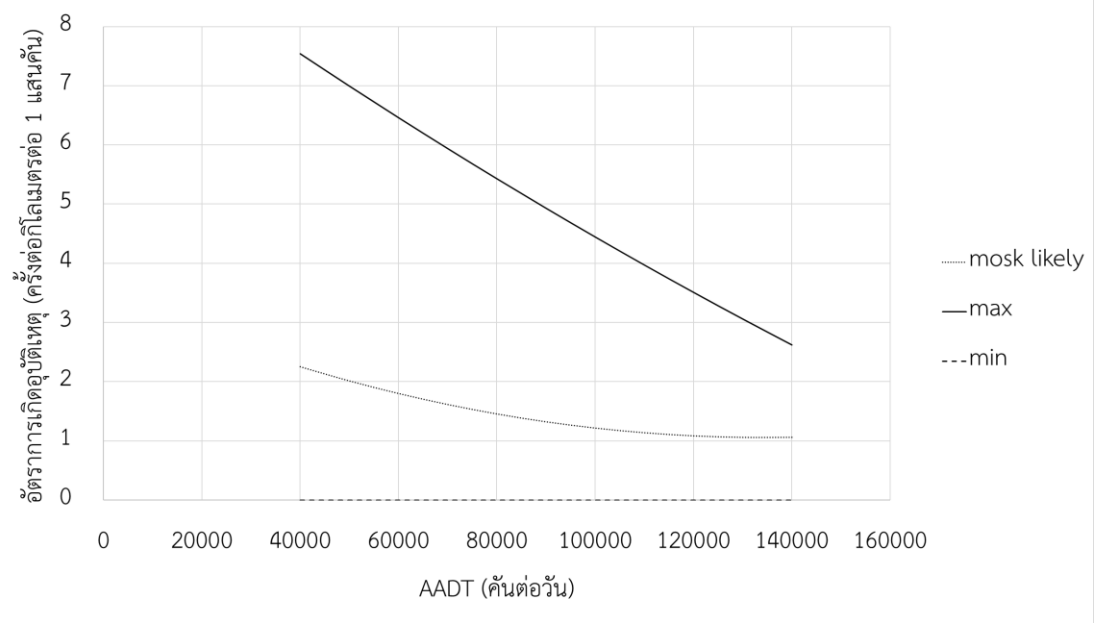
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Envelope Method เป็นการสร้างแบบจำลองของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่แบบจำลองนั้นมีการกำหนดขอบเขตของตัวแปร เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งค่าของตัวแปรอิสระนั้นเป็นตัวกำหนดค่าทางสถิติของตัวแปรตาม งานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ตัวแปรตามมีการกระจายตัวในรูปแบบของสามเหลี่ยม (Triangular Distribution) โดยมีสูตรในการคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุดังแสดงในสมการที่ 14

$$\begin{aligned} \text{Min} &= 0 \\ \text{Most likely} &= 3.47 - (3.58\ x\ 10^{-5}\ x\ AADT) + (1.33\ x\ 10^{-10}\ x\ AADT^2) \\ \text{Max} &= 9.8442 - (6\ x\ 10^{-5}\ x\ AADT) + (6\ x\ 10^{-11}\ x\ AADT^2) \end{aligned} \quad (14)$$

โดยที่ $AADT$ คือ ปริมาณจราจรรายปีเฉลี่ยต่อวัน (คันต่อวัน)

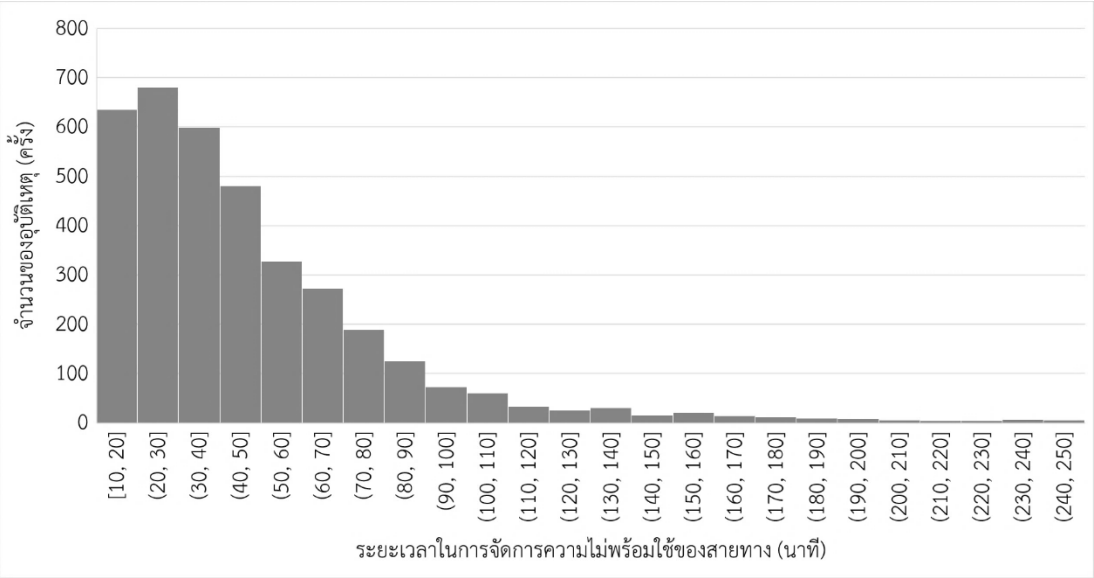
ค่าที่ได้จากการสมการจะเป็นพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบของการกระจายตัวรูปแบบสามเหลี่ยมและเมื่อนำสมการที่ได้ไปพลอทกราฟจะได้ดังแสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18 กราฟแสดงอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อ AADT โดยใช้ Envelope Method ในการร่วมวิเคราะห์

จากรูปที่ 18 เมื่อนำ Envelope Method มาประยุกต์ใช้แล้วนั้น จะทำให้กราฟสำหรับการพยากรณ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุมีการควบคุมผลลัพธ์ของตัวแปรได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น ค่า AADT ที่ 60,000 คันต่อวัน จะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุไม่เกิน 6.5 ครั้ง และไม่น้อยกว่า 0 ครั้ง และมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่เป็นไปได้มากที่สุดที่ 2.8 ครั้ง เป็นต้น

เมื่อได้อัตราการเกิดอุบัติเหตุแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์ถึงระยะเวลาในการเข้าจัดการถนนให้กลับมาพร้อมใช้งานอีกครั้ง โดยวิเคราะห์จากข้อมูลทางสถิติของระยะเวลาในการจัดการอุบัติเหตุของทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 7 กรุงเทพฯ – บ้านฉาง (M7) จำนวนทั้งสิ้น 3,644 ครั้ง โดยมีการกระจายตัวของระยะเวลาดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการจัดการความไม่พร้อมใช้ของสายทางจากโครงการ M7

จากรูปที่ 19 แสดงให้เห็นถึงกราฟที่มีการกระจายตัวในรูปแบบที่มีความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (kurtosis) ของข้อมูล โดยมีค่าพื้นฐานทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 11

รายการ	จำนวนของตัวอย่าง (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	ความเบ้ (Skewness)	ความโด่ง (Kurtosis)
ระยะเวลาจัดการความพร้อมใช้ของสายทาง	3,644	48.07	35.18	2.17	6.44

ตารางที่ 11 ค่าพื้นฐานทางสถิติของระยะเวลาจัดการความพร้อมใช้ของสายทาง

4.3.2.2 การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

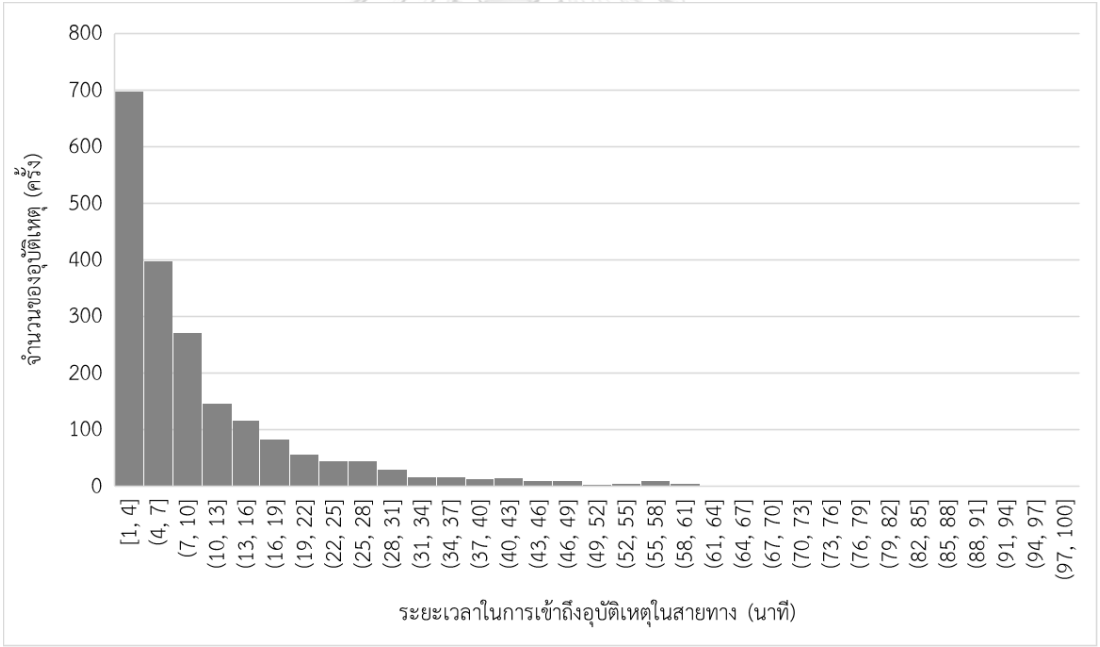
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยนี้ได้เลือกการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานจาก 2 สาเหตุประกอบไปด้วย

1) การเข้าถึงอุบัติเหตุภายในโครงการ

ความปลอดภัยในการใช้สายทางถือเป็นสิ่งที่สำคัญในโครงการเพื่อการขนส่งทางถนน โดยเอกชนผู้ให้บริการต้องดำเนินงานโครงการให้เข้าถึงจุดที่เกิดอุบัติเหตุได้อย่างทันท่วงที เพื่อให้มีการจัดการเบื้องต้นจุดเกิดเหตุตัวอย่างเช่น การปฐมพยาบาล การจัดการการจราจรเบื้องต้น เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุภายในสายทาง โดยวิเคราะห์จากข้อมูลทางสถิติของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุของทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 7 กรุงเทพฯ – บ้านฉาง (M7) จำนวนทั้งสิ้น 2,006 ครั้ง โดยมีการกระจายตัวของระยะเวลาดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทางจากโครงการ M7

จากรูปที่ 20 แสดงให้เห็นถึงกราฟที่มีการกระจายตัวในรูปแบบที่มีความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (kurtosis) ของข้อมูล โดยมีค่าพื้นฐานทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 12

รายการ	จำนวนของตัวอย่าง (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	ความเบ้ (Skewness)	ความโด่ง (Kurtosis)
ระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุ (นาที)	2,007	10.73	13.13	4.35	37.16

ตารางที่ 12 ค่าพื้นฐานทางสถิติของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทาง

2) ความเรียบของผิวถนน

การให้บริการภายในสายทางนอกจากจะต้องมีความปลอดภัยแล้ว ต้องมีการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้นำพารามิเตอร์ที่แสดงถึงการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพคือ ความเรียบของผิวถนน (Pavement Smoothness) ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index: IRI)

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ถึงค่า IRI ของสายทางโดยใช้หลักการลูกโซ่มาร์คอฟ (Markov Chains) (Pérez-Acebo et al., 2019) โดยมีหลักการดังนี้

ลูกโซ่มาร์คอฟเป็นการพยากรณ์สถานะในอนาคตของตัวแปร โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานในปัจจุบัน ถูกพัฒนาขึ้นโดย Andrei A. Markov มีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบดังนี้

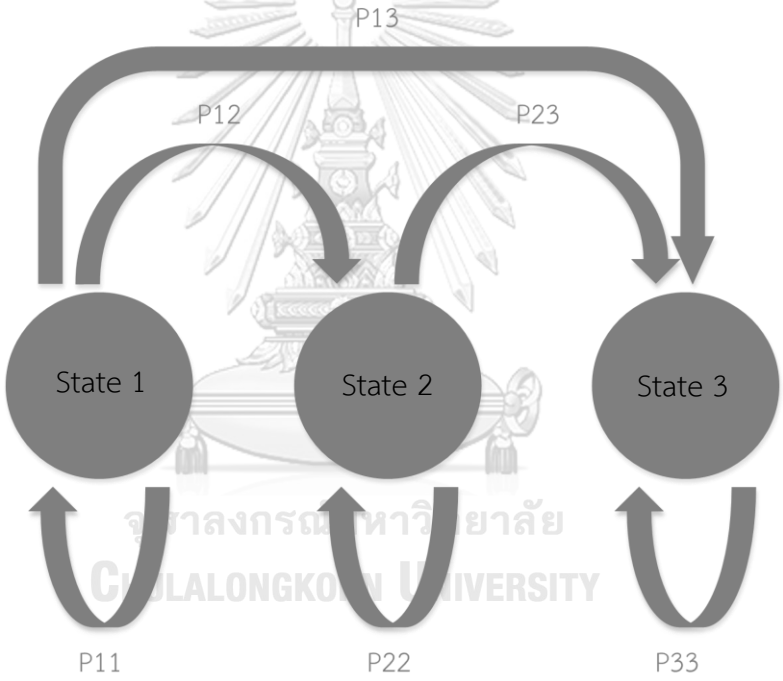
1. สถานะ (State) คือสภาพปัจจุบันของตัวแปร ซึ่งงานวิจัยนี้คือ สภาพความเรียบของผิวถนน โดยสถานะได้ถูกแบ่งไว้ 3 สถานะคือ
    1) ผิวจราจรใหม่ (State 1)
    2) ผิวจราจรที่ IRI = 2.0 – 3.5 (State 2)
    3) ผิวจราจรที่ IRI มากกว่าหรือเท่ากับ 3.5 (State 3)
2. ระยะเวลาของการเปลี่ยนสถานะ (Cycle Time) คือช่วงเวลาที่วิเคราะห์ในการเปลี่ยนสถานะ งานวิจัยนี้ได้กำหนดช่วงเวลาในการเปลี่ยนสถานะไว้ที่ ½ ปี (6 เดือน)
3. เมทริกซ์ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะ (Transition Probability Matrix) โดยทั่วไปจะเรียกว่า P เป็นเมทริกซ์ขนาด n แถว n หลัก ดังแสดงเมทริกซ์ด้านล่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$P = \begin{pmatrix} P11 & \cdots & P1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Pn1 & \cdots & Pnn \end{pmatrix}$$

โดยที่มีสมมุติฐานเป็นแบบจำลองลูกโซ่มาร์คอฟแบบเอกพันธ์ (Homogeneous Markov Chain) คือเป็นแบบจำลองลูกโซ่มาร์คอฟที่มีความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะคงที่ตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา โดย $\boldsymbol{Pij}$ คือ ความน่าจะเป็นที่หากปัจจุบันตัวแปรอยู่ในสถานะ *i* (State *i*) ในเวลาถัดไปจะอยู่ในสถานะ *j* (State *j)* เป็นต้น

จากทั้ง 3 องค์ประกอบสามารถแสดงเป็นแนวคิดในการวิเคราะห์การพยากรณ์สภาพผิวทางดังแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 แผนภาพแบบจำลองลูกโซ่มาร์คอฟ (Markov Chain)

จากรูปที่ 21 สามารถอธิบายตัวอย่างได้ดังนี้ ถนนช่วงหนึ่งมีสถานะ (State) ของถนนอยู่ในสภาพผิวจราจรใหม่ (State 1) เวลาผ่านไปครบหนึ่งระยะเวลาการเปลี่ยนสถานะ (Cycle Time) จะมีโอกาส P11 ในการคงอยู่สถานะเดิม (State 1) มีโอกาส P12 ในการเปลี่ยนจากสภาพผิวจราจรใหม่ (State 1) เป็นสภาพผิวจราจร IRI = 2.0 – 3.5 (State 2) และมีโอกาส P13 ในการเปลี่ยนสถานะจากผิวจราจรใหม่ เป็นสภาพผิวจราจร IRI มากกว่าหรือเท่ากับ 3.5 (State 3)

4.3.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance Costs)

ในส่วนของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษานั้นประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังแสดงในสมการที่ 15

$$OM\ Costs_y = Fixed\ Costs_y + \left(Variable\ Costs_y x\ Traffic\ Volumes_y\right) + Added\ Costs_y \qquad (15)$$

โดยที่

$OM\ Costs_y$ = ค่าใช้จ่ายรวมในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในปีที่ y

$Fixed\ Costs_y$ = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาคงที่ในปีที่ y

$Variable\ Costs_y$ = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาแปรผันในปีที่ y

$Traffic\ Volumes_y$ = ปริมาณจราจรรวมในปีที่ y

$Added\ Costs_y$ = ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในกรณีที่มีการซ่อมบำรุงที่ไม่ได้เกณฑ์มาตรฐานความเรียบของผิวทางในปีที่ y

4.3.4 อัตราคิดลด (Discount Rate)

อัตราคิดลดสำหรับรัฐเจ้าของโครงการนั้น พิจารณาจากอัตราพันธบัตรรัฐบาลระยะยาว ร้อยละ 4.00 ต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อัตราคิดลดของเอกชนผู้ให้บริการนั้น พิจารณาจากกรณีผลตอบแทนสูงสุดของรัฐเจ้าของโครงการ ซึ่งเป็นอัตราที่ปรับให้เหมาะสมกับความเสี่ยงของต้นทุนเงินทุน (Risk adjusted Cost of Capital) อ้างอิงจาก Final Repot – Strategic Intercity Motorway Network Project – TA7483 จัดทำโดยกรมทางหลวงและธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB) เท่ากับร้อยละ 8.60 ต่อปี

4.4 ตัวแบบทางการเงินของผู้มีส่วนได้เสีย

จากการศึกษาสัญญา PPP O&M ที่ใช้การจ่ายค่าตอบแทนตามสภาพความพร้อมใช้ สามารถสร้างตัวแบบทางการเงินของผู้มีส่วนได้เสียหลัก ดังต่อไปนี้

รัฐเจ้าของโครงการมีตัวแบบทางการเงินเป็นดังสมการที่ 16

$$Y_P = \sum_{t=1}^{t=Tc+To} \frac{-I_t - CR_t - ACQ_t + (365 \times AADT_t \times TR_t) - OMLP_t}{(1+r_p)^t} \quad (16)$$

โดยที่ Y_P = มูลค่าปัจจุบันสุทธิทางการเงิน (Financial NPV) ของรัฐเจ้าของโครงการ

I_t = เงินลงทุนของรัฐเจ้าของโครงการในปีที่ t

CR_t = เงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างงานระบบ (System Construction Repayment) ปีที่ t

ACQ_t = ค่าใช้จ่ายในการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินในปีที่ t

$AADT_t$ = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันของโครงการในปีที่ t

TR_t = อัตราค่าผ่านทางเฉลี่ยต่อคันในปีที่ t

$OMLP_t$ = ค่าตอบแทนของเอกชนจากการดำเนินงานในปีที่ t

r_p = อัตราคิดลดของรัฐเจ้าของโครงการ (Public Project discount rate)

Tc = ระยะเวลาในการก่อสร้างทั้งหมด (ปี)

To = ระยะเวลาในการดำเนินงาน (ปี)

ส่วนตัวแบบทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ เป็นดังสมการที่ 17

$$Y_O = \sum_{t=1}^{t=Tc+To} \frac{-C_t - F_t + (CR_t + OMLP_t - PA_t) - OM_t - DS_t - Tax_t}{(1+r_E)^t} \quad (17)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยที่ Y_O = ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ (Private Operator)

C_t = เงินลงทุนของเอกชนในปีที่ t

F_t = ค่าใช้จ่ายในการจัดหาเงินทุนและประกันของเอกชน (ประมาณ 2% ของเงินลงทุนงานระบบ) (Financing Fees) ในปีที่ t

CR_t = เงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างงานระบบจากรัฐเจ้าของโครงการ (System Construction Repayment) ในปีที่ t

$OMLP_t$ = ค่าตอบแทนจากการดำเนินงาน (Operation & Maintenance Payment) ในปีที่ t

PA_t = เงินปรับลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงาน (Payment adjustment) ในปีที่ t

OM_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในปีที่ t

DS_t = เงินจ่ายคืนเงินกู้ในปีที่ t (Debt services)

Tax_t = ภาษีจ่ายในปีที่ t

r_E = อัตราคิดลดหรืออัตราผลตอบแทนของเอกชน (Risk adjusted discount rate)

สำหรับตัวแบบทางการเงินของผู้ให้กู้ เป็นดังสมการที่ 18

$$DSCR_t = \frac{FCF_t}{DS_t} \tag{18}$$

โดยที่ $DSCR_t$ = อัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ (Debt Service Cover Ratio) ในปีที่ t

FCF_t = กระแสเงินสดอิสระ (Free Cash Flow) สำหรับเจ้าหนี้และเจ้าของในปีที่ t โดยมีสมการ $FCF_t = -C_t - F_t + (CR_t + OMP_t - PA_t) - OM_t$

DS_t = หนี้ที่ต้องชำระคืนในปีที่ t โดยคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$DS_t = D \times \left[\frac{r_D \times (1 + r_D)^n}{(1 + r_D)^n - 1}\right]$$

โดยที่ r_D = อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ = ร้อยละ 6.125 ต่อปี

n = ระยะเวลาการกู้ (ปี) = 25 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบทางการเงิน (Model Verification)

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดจากงานศึกษาเดิมของกรมทางหลวง โดยทางผู้วิจัยได้สร้างตัวแบบทางการเงินเพิ่มเติมจากการศึกษาเดิม ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบทางการเงินของการศึกษานี้และของการศึกษาเดิมในกรณีที่ใช้สมมติฐานของตัวแปรเหมือนกัน โดยผลการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนผู้ให้บริการจากการศึกษาเดิม เป็นดังแสดงในตารางที่ 13 และตารางที่ 14

รายการ	ปีที่									
	0	1	2	...	10	11	...	32	33	34
AADT (ล้านคัน)	-	-	-	...	18.8	19.2	...	28.1	28.6	29.1
รายได้จากค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)	-	-	-	...	2,644	2,775	...	7,072	7,362	7,665
ค่าใช้จ่ายของรัฐ (ล้านบาท)	-	-	-	...	34	22	...	34	34	40
รายได้จากการจัดเก็บภาษีของเอกชน (ล้านบาท)	-	-	-	...	0	23	...	512	512	564
OMP_t (ล้านบาท)	-	-	-	...	1,634	1,715	...	4,779	5,018	5,269
Net Cash Flow (ล้านบาท)	0	0	0	...	976	1,060	...	2,771	2,822	2,920
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	0	0	0	...	660	689	...	790	774	770
ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิ	**22,390 ล้านบาท (r=4%)**									

ตารางที่ 13 รูปแบบทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการจากการศึกษาเดิม

รายการ	ปีที่								
	0	1	2	3	4	...	29	30	31
C_t (ล้านบาท)	2,875	4,312							
OMP_t (ล้านบาท)			1,220	1,281	1,345	...	4,555	4,783	5,022
OM_t (ล้านบาท)	29	43	610	559	769	...	1,643	1,861	1,836
DS_t (ล้านบาท)	81	251	430	608	529	...	-	-	-
Tax_t (ล้านบาท)				3	27	...	512	512	564
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-829	-1,372	147	56	14	...	2,290	2,294	2,500
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	-829	-1,225	117	40	9	...	86	77	75
ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิ	**116 ล้านบาท (r=12%)**								

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 รูปแบบทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการจากการศึกษาเดิม

ส่วนผลการวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบทางการเงินของโครงการที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นดังแสดงใน ตารางที่ 15 และ ตารางที่ 16

รายการ	ปีที่									
	0	1	2	...	10	11	...	32	33	34
ACQ_t (ล้านบาท)	-	-	-	...	-	-	...	-	-	-
I_t (ล้านบาท)	-	-	-	...	-	-	...	-	-	-
CR_t (ล้านบาท)	-	-	-	...	-	-	...	-	-	-
AADT (ล้านคัน)	-	-	-	...	18.8	19.2	...	28.1	28.6	29.1
รายได้จากค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)	-	-	-	...	2,644	2,775	...	7,072	7,362	7,665
ค่าใช้จ่ายของรัฐ (ล้านบาท)	-	-	-	...	34	22	...	34	34	40
รายได้จากการจัดเก็บภาษีของเอกชน (ล้านบาท)	-	-	-	...	0	23	...	512	512	564
OMP_t (ล้านบาท)	-	-	-	...	1,634	1,715	...	4,779	5,018	5,269
Net Cash Flow (ล้านบาท)	0	0	0	...	976	1,060	...	2,771	2,822	2,920
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	0	0	0	...	660	689	...	790	774	770
ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิ	**22,390 ล้านบาท (r=4%)**									

ตารางที่ 15 รูปแบบทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการจากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

รายการ	ปีที่								
	0	1	2	3	4	...	29	30	31
C_t (ล้านบาท)	2,875	4,312	-	-	-	...	-	-	-
F_t (ล้านบาท)	-	-	-	-	-	...	-	-	-
OMP_t (ล้านบาท)	-	-	1,220	1,281	1,345	...	4,555	4,783	5,022
CR_t (ล้านบาท)	-	-	-	-	-	...	-	-	-
PA_t (ล้านบาท)	-	-	-	-	-	...	-	-	-
OM_t (ล้านบาท)	29	43	610	559	769	...	1,643	1,861	1,836
DS_t (ล้านบาท)	81	251	430	608	529	...	-	-	-
Tax_t (ล้านบาท)			3	27	1	...	512	512	564
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-829	-1,372	147	56	14	...	2,290	2,294	2,500
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	-829	-1,225	117	40	9	...	86	77	75
ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิ	**116 ล้านบาท (r=12%)**								

ตารางที่ 16 รูปแบบทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการจากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

จากตารางที่ 13 – 16 สามารถสรุปเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของการศึกษาเดิมและผลตอบแทนทางการเงินโดยใช้ตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	ผลการวิเคราะห์จากรายงานการศึกษาเดิม		ผลการวิเคราะห์จากตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้	
	(1) รัฐเจ้าของโครงการ	(2) เอกชนผู้ให้บริการ	(1) รัฐเจ้าของโครงการ	(2) เอกชนผู้ให้บริการ
ผลตอบแทนทางการเงิน (มูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV)	22,390 ล้านบาท	116 ล้านบาท	22,390 ล้านบาท	116 ล้านบาท

ตารางที่ 17 สรุปเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของการศึกษาเดิมและผลตอบแทนทางการเงินโดยใช้ตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัย

จากตารางที่ 17 จะเห็นว่าผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินจากการศึกษาเดิมและจากตัวแบบทางการเงินที่นำเสนอในงานวิจัยนี้มีค่าเท่ากัน ดังนั้นตัวแบบทางการเงินของงานวิจัยนี้มีความถูกต้องเหมือนกับตัวแบบทางการเงินของการศึกษาเดิม

งานวิจัยนี้ได้มีการเพิ่มตัวแปรที่มีผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ เช่น การปรับลดค่าตอบแทน เป็นต้น และกำหนดสมมติฐานที่แตกต่างจากการศึกษาเดิม โดยได้ศึกษาสมมติฐานเพิ่มเติมดังแสดงในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 18 และตารางที่ 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	สมมติฐานจากรายงาน	สมมติฐานของงานวิจัย
สมมติฐานด้านการเงิน		
เงินลงทุนสำหรับการจัดกรรมสิทธิ์และก่อสร้างงานโยธา	ไม่ได้พิจารณา	พิจารณาจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี สำนักงบประมาณ
รายได้จากภาษีและค่าใช้จ่ายของรัฐแต่ละปี	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	ไม่ได้พิจารณา
เงินชดเชยสำหรับการก่อสร้างงานระบบของเอกชนผู้ให้บริการ	ไม่ได้พิจารณา	พิจารณาชดเชยภายในระยะเวลา 20 ปีหลังเปิดให้บริการ
ค่าจ้างเอกชนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาจากวงเงินประมูลของเอกชนที่ได้รับการคัดเลือก
สมมติฐานด้านจราจร		
อัตราการเพิ่มของปริมาณจราจร	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาจากสมมติฐานของผู้เชี่ยวชาญ
สมมติฐานด้านระยะเวลาของโครงการ		
ระยะเวลาในการก่อสร้างงานโยธาและจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาจากการคาดการณ์ใหม่ในปีปัจจุบัน
ระยะเวลาในการก่อสร้างงานระบบ	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาจากการคาดการณ์ใหม่ในปีปัจจุบัน

ตารางที่ 18 สรุปเปรียบเทียบสมมติฐานที่ใช้ในรายงานและงานวิจัย ของรัฐเจ้าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการ	สมมติฐานจากรายงาน	สมมติฐานของงานวิจัย
สมมติฐานด้านการเงิน		
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงานและพิจารณาจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย
เงินชดเชยสำหรับการก่อสร้างงานระบบของเอกชนผู้ให้บริการ	ไม่ได้พิจารณา	พิจารณาชดเชยภายในระยะเวลา 20 ปีหลังเปิดให้บริการ
การปรับลดค่าตอบแทน	ไม่ได้พิจารณา	พิจารณาจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย
การชำระหนี้	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาการชำระหนี้ภายใน 25 ปี โดยแบ่งจ่ายเท่ากันในทุกปี
อัตราคิดลด	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาอัตราคิดลดที่ร้อยละ 8.6 (r=8.6%)
สมมติฐานด้านระยะเวลาของโครงการ		
ระยะเวลาในการก่อสร้างงานระบบ	พิจารณาจากสมมติฐานในรายงาน	พิจารณาจากการคาดการณ์ใหม่ในปีปัจจุบัน

ตารางที่ 19 สรุปเปรียบเทียบสมมติฐานที่ใช้ในรายงานและงานวิจัยของเอกชนผู้ให้บริการ

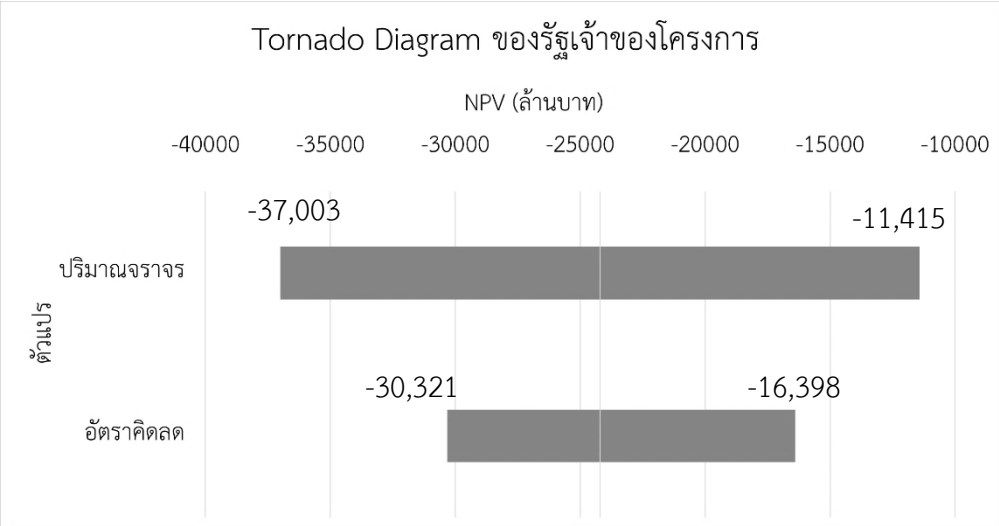
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity Analysis)

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรที่มีความสำคัญต่อผลตอบแทนทางการเงิน โดยนำเสนอในรูปแบบของ Tornado Diagram มีผลลัพธ์ดังนี้

4.4.1 ความอ่อนไหวของตัวแปรของรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการ

ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการมี 2 ปัจจัยคือ 1) ปริมาณจราจร 2) อัตราคิดลด โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงในรูปที่ 22



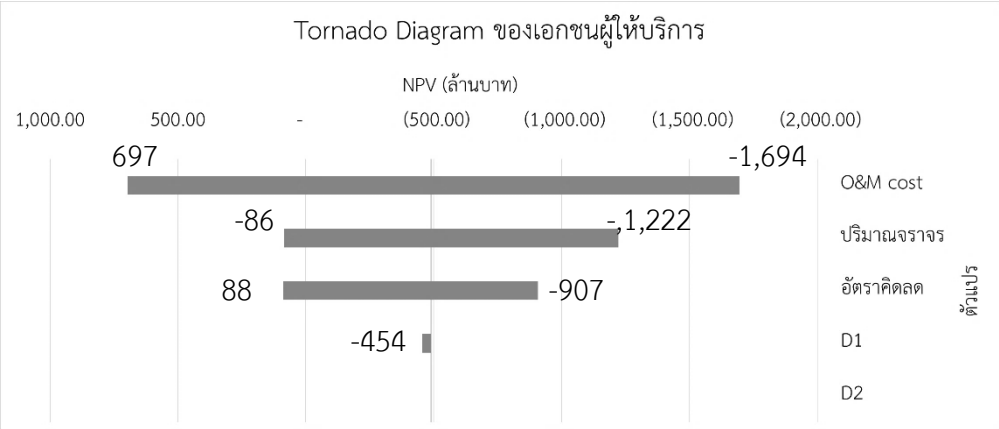
รูปที่ 22 Sensitivity Analysis ในรูปแบบ Tornado Diagram ของรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการ

จากรูปที่ 22 ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินมากที่สุดคือ “ปริมาณจราจร” รองลงมาคือ “อัตราคิดลด” ถ้าพิจารณาความอ่อนไหวของตัวแปรโดยปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น 20% จะทำให้ NPV ของรัฐเจ้าของโครงการมีค่าประมาณ -11,415 ล้านบาท แต่ถ้าปริมาณจราจรลดลง 20% จะทำให้ NPV ของเอกชนผู้ให้บริการมีค่าประมาณ -37,003 ล้านบาท

4.4.2 ความอ่อนไหวของตัวแปรของเอกชนผู้ให้บริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการมี 5 ปัจจัยคือ 1) ปริมาณจราจร 2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา 3) การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง (D1) 4) การปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (D2) 5) อัตราคิดลด โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงในรูปที่ 23

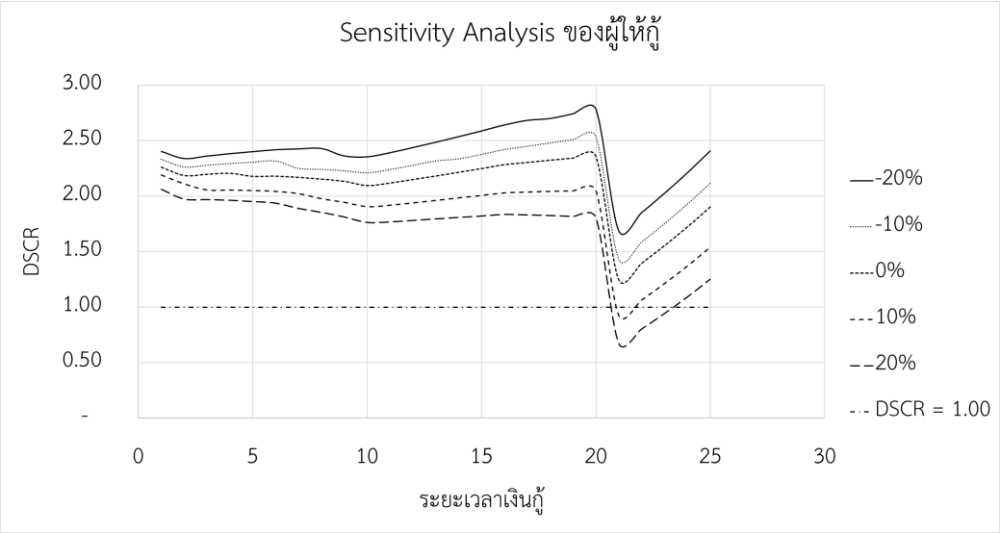


รูปที่ 23 Sensitivity Analysis ในรูปแบบ Tornado Diagram ของเอกชนผู้ให้บริการ

จากรูปที่ 23 ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการมากที่สุดคือ “ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา” รองลงมาคือ “ปริมาณจราจร” และ “อัตราคิดลด” ตามลำดับ ถ้าพิจารณาความอ่อนไหวของตัวแปรโดย O&M Costs เพิ่มขึ้น 20% จะทำให้ NPV ของเอกชนผู้ให้บริการมีค่าประมาณ -1,694 ล้านบาท แต่ถ้า O&M Costs ลดลง 20% จะทำให้ NPV ของเอกชนผู้ให้บริการมีค่าประมาณ 697 ล้านบาท

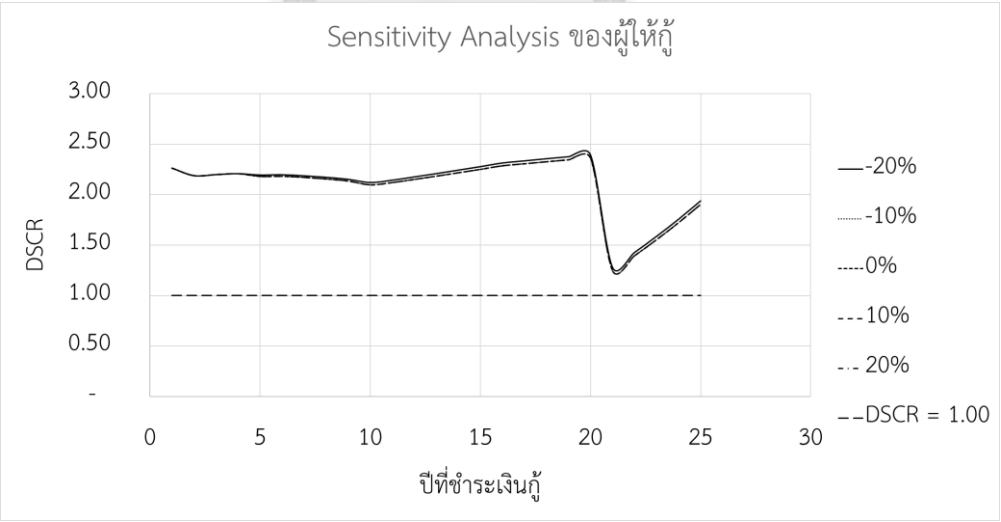
4.4.3 ความอ่อนไหวของตัวแปรของผู้ให้กู้

ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของผู้ให้กู้นั้นเป็นตัวแปรเดียวกันกับเอกชนผู้ให้บริการยกเว้นอัตราคิดลด ซึ่งการแสดงความอ่อนไหวของตัวแปรในกรณีผู้ให้กู้นั้น จะแตกต่างจากภาคส่วนอื่น เนื่องจากค่า DSCR เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องวิเคราะห์ในแต่ละปี ไม่เหมือนกับค่า NPV ดังนั้นแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟ DSCR ในแต่ละปีที่ชำระเงินกู้ โดยแสดงผลลัพธ์ของความอ่อนไหวจากตัวแปรต่างๆดังแสดงในรูปที่ 24 ถึง รูปที่ 27



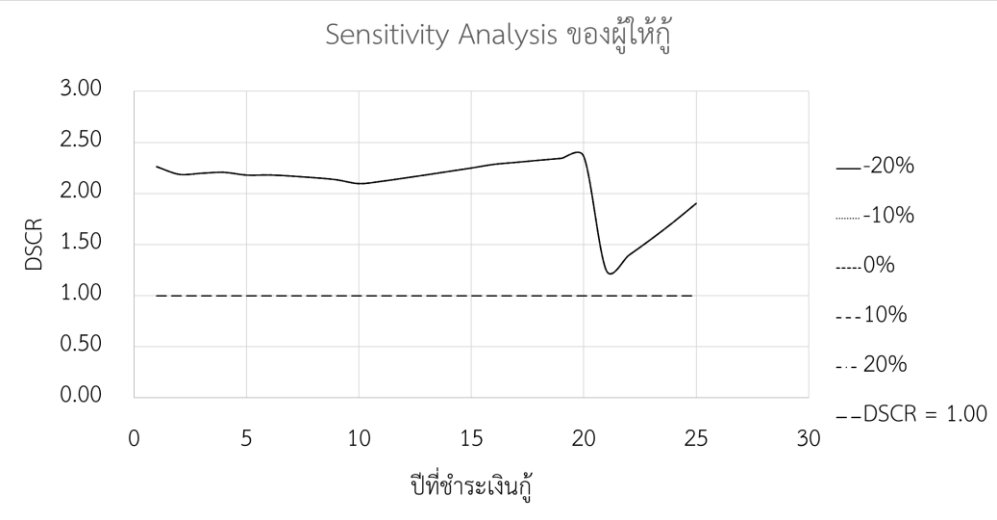
รูปที่ 24 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านปริมาณจราจร (AADT)

จากรูปที่ 24 ความอ่อนไหวของตัวแปรอันเนื่องมาจากปริมาณจราจรที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยในระดับ ±10% (+10% จากค่าเฉลี่ย หรือ -10% จากค่าเฉลี่ย) และ ±20% (+20% จากค่าเฉลี่ย หรือ -20% จากค่าเฉลี่ย) แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า DSCR น้อยลงในทุกๆ ปีของการชำระเงินกู้ โดย DSCR มีค่าต่ำกว่าที่พิจารณาตั้งแต่ปีที่ 21 ของการให้กู้ของการปรับลดลงตั้งแต่ -10% เป็นต้นไป



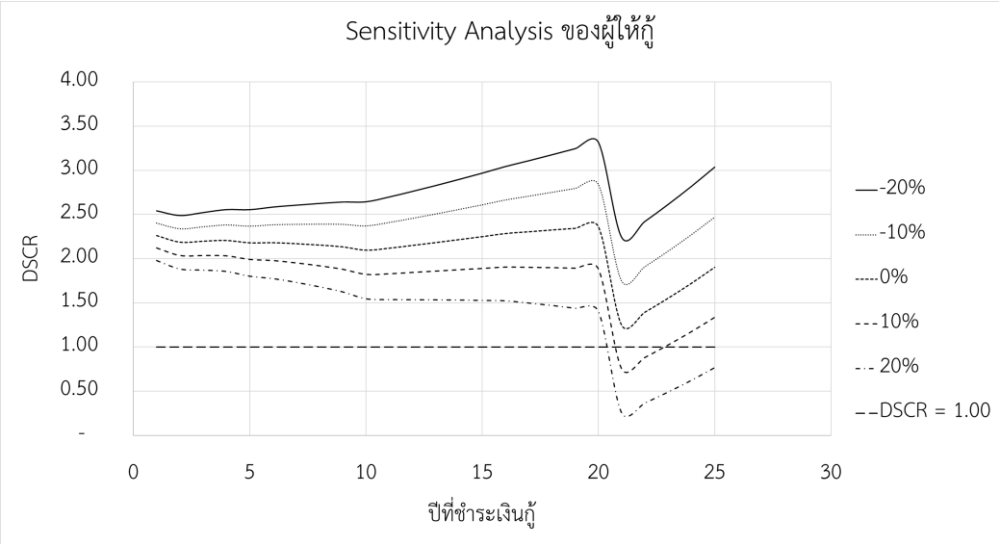
รูปที่ 25 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทาง (D1)

จากรูปที่ 25 ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมใช้ของสายทางที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยในระดับ ±10% (+10% จากค่าเฉลี่ย หรือ -10% จากค่าเฉลี่ย) และ ±20% (+20% จากค่าเฉลี่ย หรือ -20% จากค่าเฉลี่ย) แสดงให้เห็นว่ามีความอ่อนไหวเล็กน้อยต่อค่า DSCR และไม่ส่งผลกับ DSCR ที่ใช้พิจารณา



รูปที่ 26 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน (D2)

จากรูปที่ 26 ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านการปรับลดค่าตอบแทนอันเนื่องมาจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยในระดับ ±10% (+10% จากค่าเฉลี่ย หรือ -10% จากค่าเฉลี่ย) และ ±20% (+20% จากค่าเฉลี่ย หรือ -20% จากค่าเฉลี่ย) ไม่ส่งผลต่อค่า DSCR ในทุกๆปีของการชำระเงินกู้



รูปที่ 27 Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้ จากตัวแปรด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M Costs)

จากรูปที่ 27 ความอ่อนไหวของตัวแปรอันเนื่องมาจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษานั้น แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปรับเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า DSCR น้อยลงในทุกๆปีของการชำระเงินกู้ และมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดค่า DSCR ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่พิจารณาในปีที่ 21 ของการชำระเงินกู้

จากการพิจารณา Sensitivity Analysis ของผู้ให้กู้จากทุกตัวแปรเสี่ยงนั้น ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินมากที่สุดของผู้ให้กู้คือ “ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M Cost)” รองลงมาคือ “ปริมาณจราจร” เช่นเดียวกับกรณีของเอกชนผู้ให้บริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
การวิเคราะห์ผลการศึกษา

ในบทนี้จะทำการวิเคราะห์ผลการศึกษา โดยวิเคราะห์จากผลของการศึกษาตัวแปรเสี่ยงของโครงการซึ่งจะแยกเป็นกรณี Deterministic Model และ Stochastic Model ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์และค่าทางสถิติที่ได้ศึกษามา และทำการวิเคราะห์หาผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ รวมไปถึงการพิจารณาแนวทางในการปรับลดความเสี่ยงและพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทนให้เหมาะสม เพื่อให้แต่ละผู้มีส่วนได้เสียนั้น ได้ผลตอบแทนทางการเงินตามเป้าประสงค์ของการลงทุน

5.1 ผลการศึกษาตัวแปรเสี่ยงของโครงการ

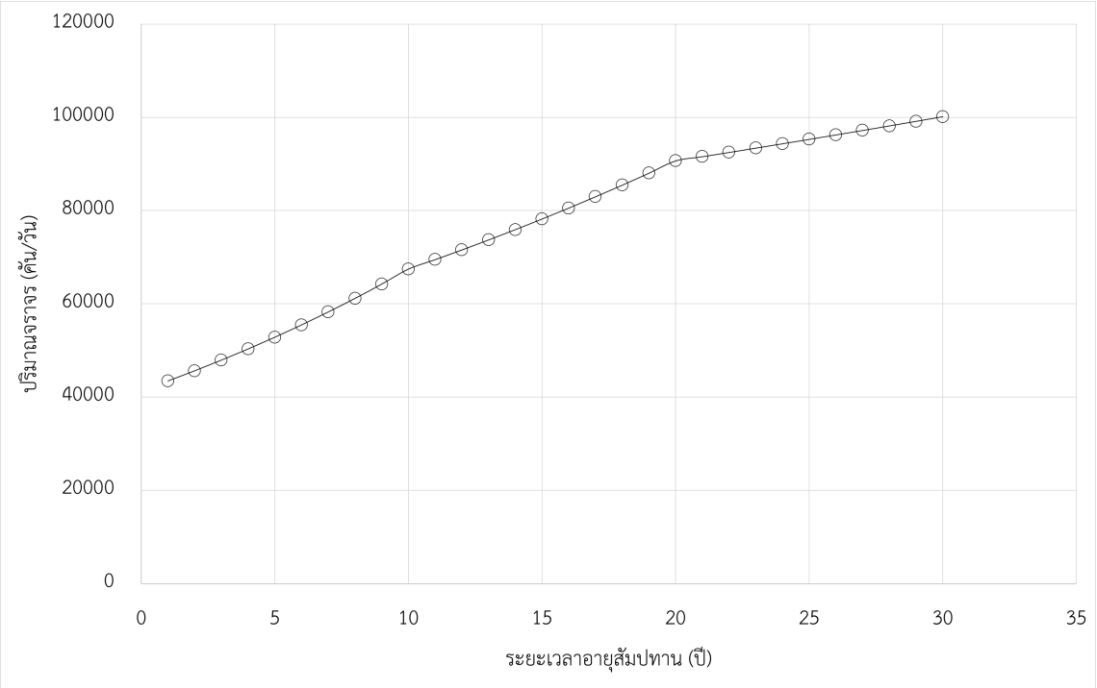
ในการศึกษาการวิเคราะห์ตัวแปรเสี่ยงจะประกอบไปด้วยตัวแปรในหัวข้อที่ 3.2 และในแต่ละหัวข้อจะแสดงผลการศึกษาแยกในกรณี Deterministic Model และกรณี Stochastic Model ซึ่งพยากรณ์ตามหลักการ Monte Carlo Simulation จำนวนทั้งหมด 10,000 ครั้ง แต่ละตัวแปรใช้หลักการในการวิเคราะห์ดังแสดงในหัวข้อที่ 5.1 โดยผลการวิเคราะห์การศึกษาที่ได้เป็นดังนี้

5.1.1 ปริมาณจราจร

5.1.1.1 กรณีใช้ Deterministic Model

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพยากรณ์ปริมาณจราจรในกรณีใช้ Deterministic Model ได้กำหนดให้อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจรอยู่ที่ร้อยละ 5 ใน 10 ปีแรก ร้อยละ 3 ใน 10 ปีถัดไป และร้อยละ 1 ใน 10 ปีสุดท้ายของอายุสัมปทาน ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ในกรณี Deterministic Model เป็นดังแสดงในรูปที่ 28

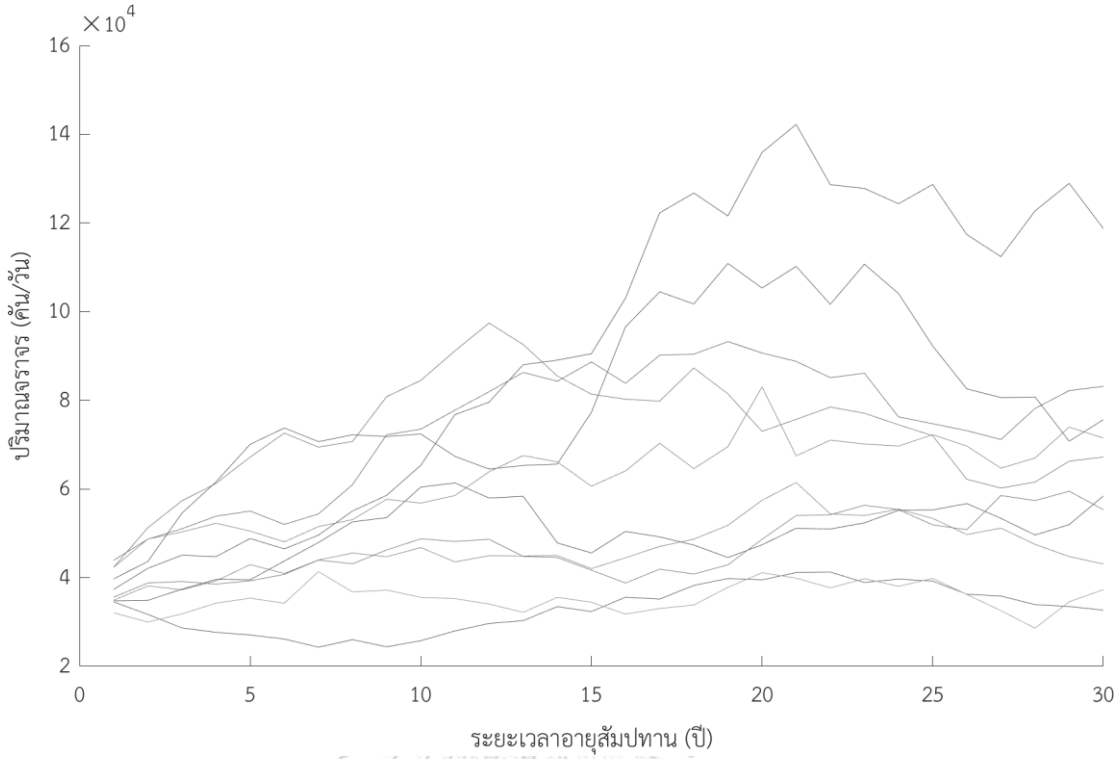


รูปที่ 28 กราฟแสดงปริมาณจราจรในอนาคตกรณี Deterministic Model

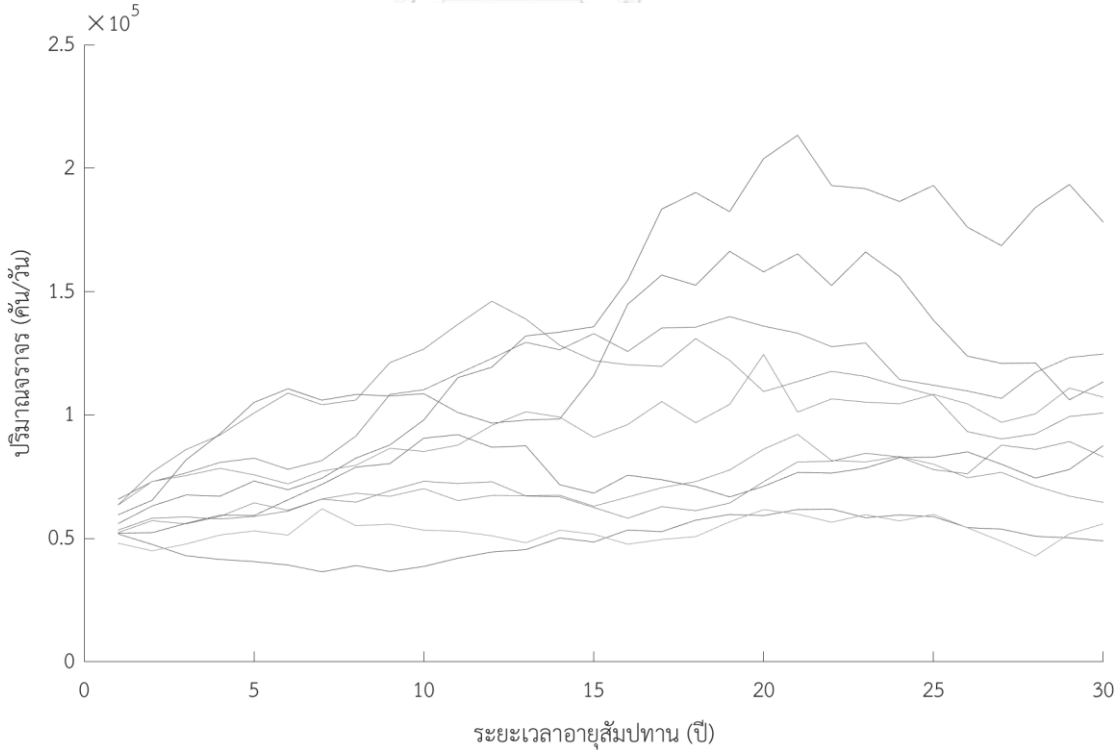
5.1.1.2 กรณีใช้ Stochastic Model

การพยากรณ์ปริมาณจราจรในกรณี Stochastic Model ได้ใช้หลักการ Geometric Brownian Motion (GBM) ในการพยากรณ์ โดยการพยากรณ์ได้แบ่งเป็นการพยากรณ์ในช่วงที่มี 4 ช่องจราจรและ 6 ช่องจราจร โดยพิจารณาถึงความจุของแต่ละช่วงจากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.1 ผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 29 และรูปที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 29 กราฟแสดงปริมาณจราจร 4 ช่องจราจรในอนาคตด้วยสมการ GBM โดยแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ 10 ครั้ง



รูปที่ 30 กราฟแสดงปริมาณจราจร 6 ช่องจราจรในอนาคตด้วยสมการ GBM โดยแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ 10 ครั้ง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ในกรณี Deterministic Model และ Stochastic Model สามารถวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนระหว่างสองกรณีได้ดังแสดงในตารางที่ 20

ปีที่	กรณี Deterministic (คันต่อวัน)	กรณี Stochastic (คันต่อวัน)	MAPE
1	43490	43509	0.04
2	45665	45747	0.18
3	47948	48074	0.26
4	50345	50545	0.40
5	52862	53180	0.60
6	55505	55891	0.69
7	58281	58768	0.84
8	61195	61709	0.84
9	64255	64863	0.95
10	67467	68138	0.99
11	69491	70141	0.93
12	71576	72279	0.98
13	73723	74468	1.01
14	75935	76752	1.08
15	78213	79051	1.07
16	80559	81582	1.27
17	82976	84064	1.31
18	85466	86715	1.46
19	88029	89314	1.46
20	90670	92019	1.49
21	91577	92896	1.44
22	92493	93809	1.42
23	93418	94849	1.53
24	94352	95842	1.58
25	95295	96883	1.67
26	96248	97745	1.56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปีที่	กรณี Deterministic (คันต่อวัน)	กรณี Stochastic (คันต่อวัน)	MAPE
27	97211	98801	1.64
28	98183	99685	1.53
29	99165	100593	1.44
30	100156	101554	1.40

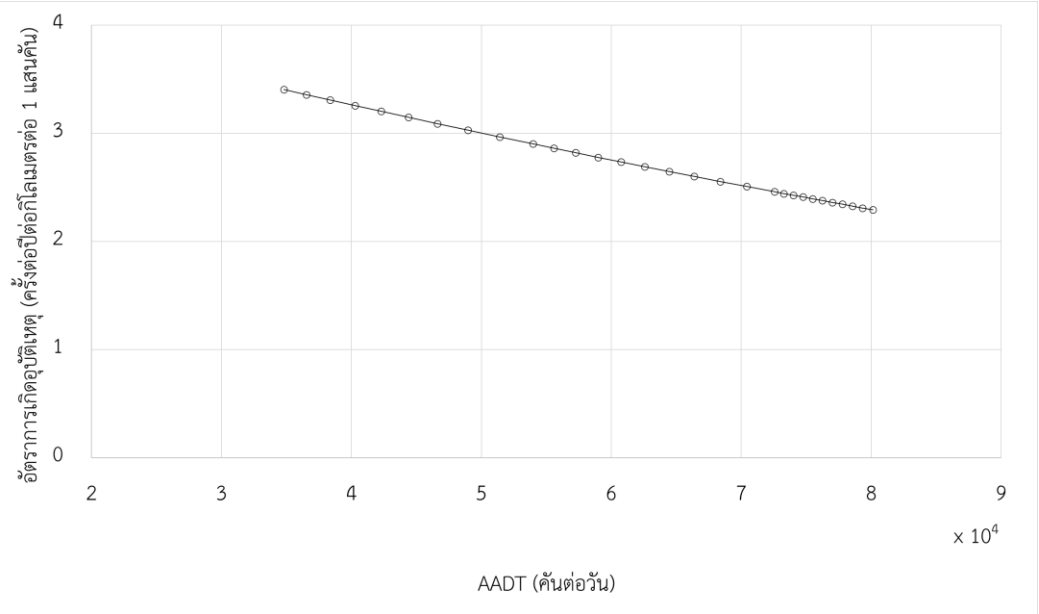
ตารางที่ 20 ตารางแสดงค่า MAPE ของการพยากรณ์ปริมาณจราจรระหว่างกรณี Deterministic Model และกรณี Stochastic Model

5.1.2 การปรับลดค่าตอบแทน

5.1.2.1 ความไม่พร้อมใช้ของสายทาง

การพยากรณ์ความไม่พร้อมใช้ของสายทางทั้งกรณี Deterministic Model และ Stochastic Model จะต้องพยากรณ์ 2 ส่วนคือ 1. พยากรณ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุ 2. พยากรณ์ระยะเวลาในการจัดการความพร้อมใช้ของสายทาง ผลลัพธ์ที่ได้ในการพยากรณ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุ กรณี Deterministic Model ดังแสดงในรูปที่ 31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

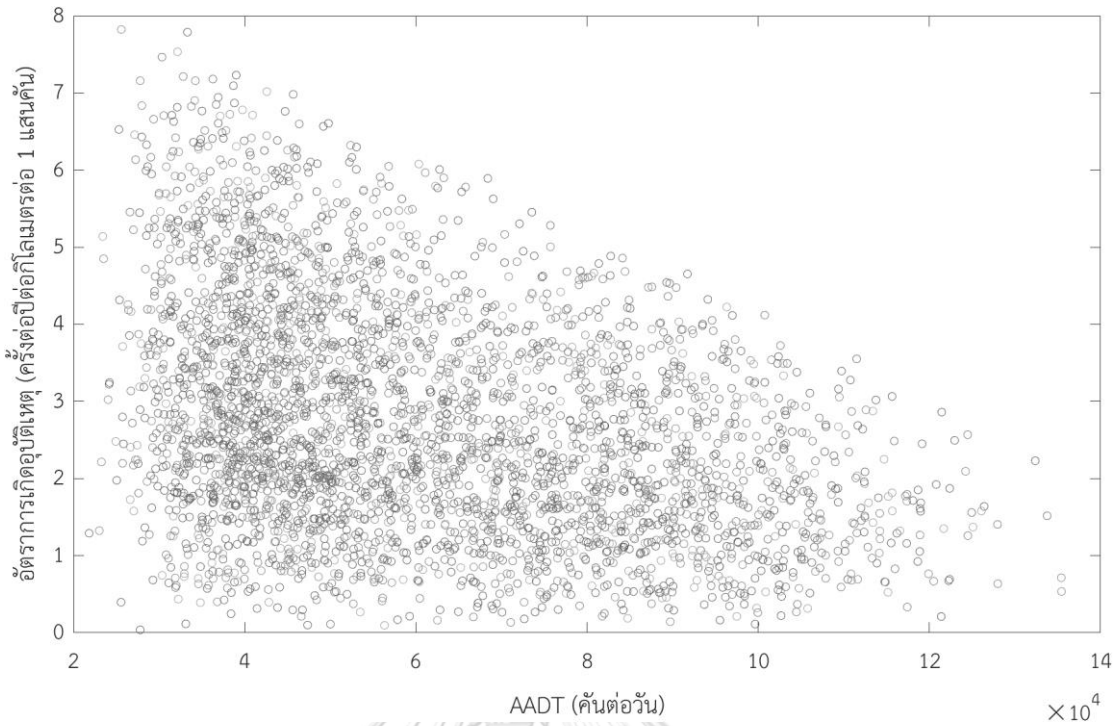


รูปที่ 31 กราฟแสดงการกระจายตัวของอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์กรณี Deterministic Model

เมื่อได้มีการพยากรณ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุแล้วนั้น จึงพยากรณ์ระยะเวลาในการจัดการความพร้อมใช้ของสายทางต่อ ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติในหัวข้อ 3.3.2.1 ผลลัพธ์ที่ได้ในการพยากรณ์ระยะเวลาในการจัดการความพร้อมใช้ของสายทางกรณี Deterministic Model มีค่าเท่ากับ 48 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

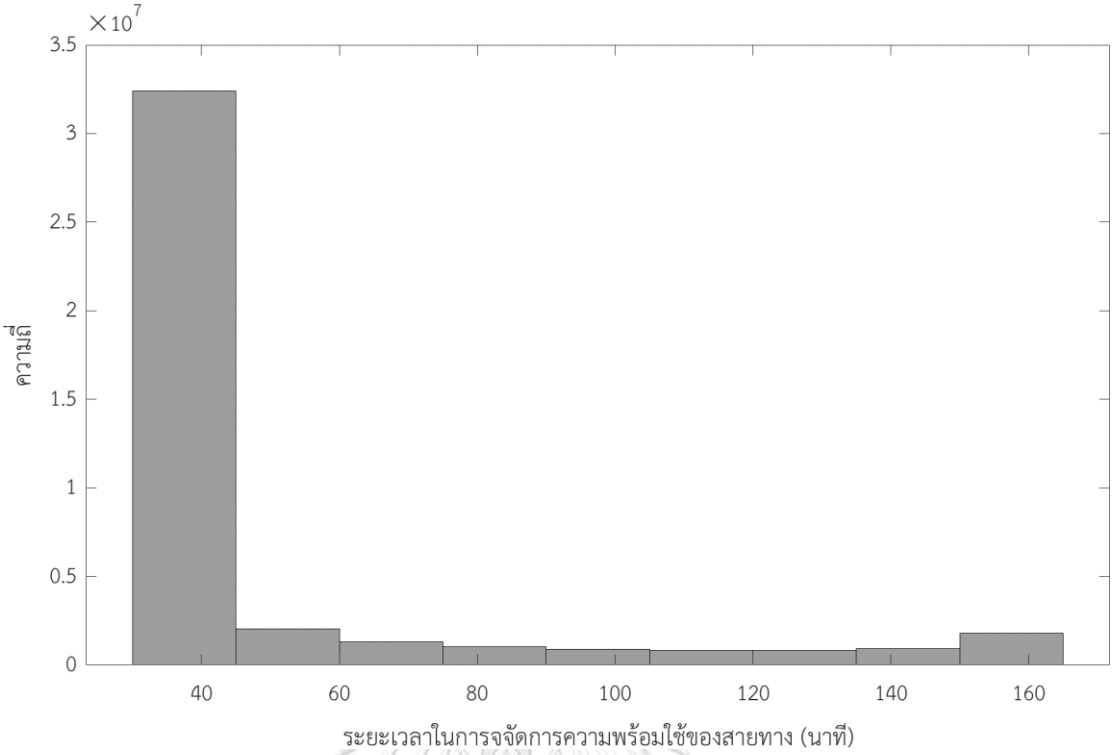
ส่วนการพยากรณ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุกรณี Stochastic Model ทางผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 กราฟแสดงการกระจายตัวของตัวอย่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์กรณี Stochastic Model

ส่วนการพยากรณ์ระยะเวลาในการจัดการความพร้อมใช้ของสายทางในกรณี Stochastic Model ผู้วิจัยแสดงผลลัพธ์ที่ได้ในรูปแบบของ Histogram ดังแสดงในรูปที่ 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 33 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการจัดการความพร้อมใช้ของสายทาง

5.1.2.2 การดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน

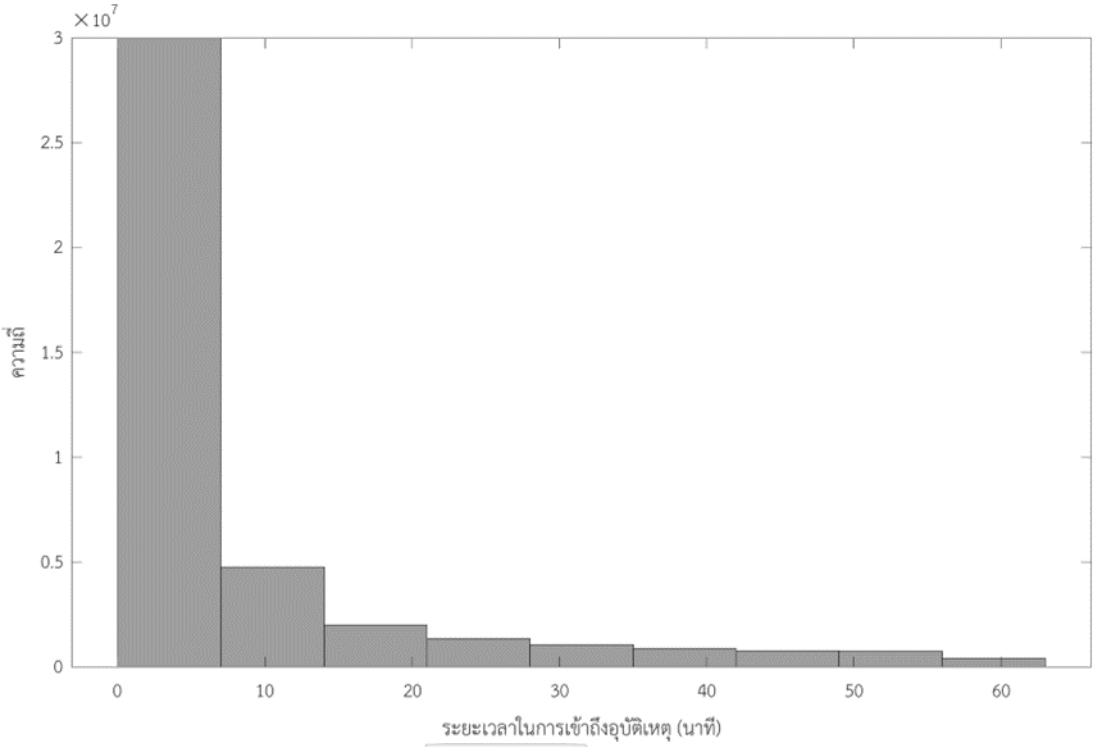
การพยากรณ์การดำเนินงานและบำรุงรักษาจะแบ่งเป็น 2 สาเหตุตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.3.2.2 ซึ่งแต่ละสาเหตุนั้น จะต้องพยากรณ์ในกรณี Deterministic Model และ Stochastic Model เช่นเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การพยากรณ์ระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุกรณี Deterministic Model ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติในหัวข้อ 3.3.2.2 ผลลัพธ์ที่ได้ในการพยากรณ์ระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทางกรณี Deterministic Model มีค่าเท่ากับ 11 นาที

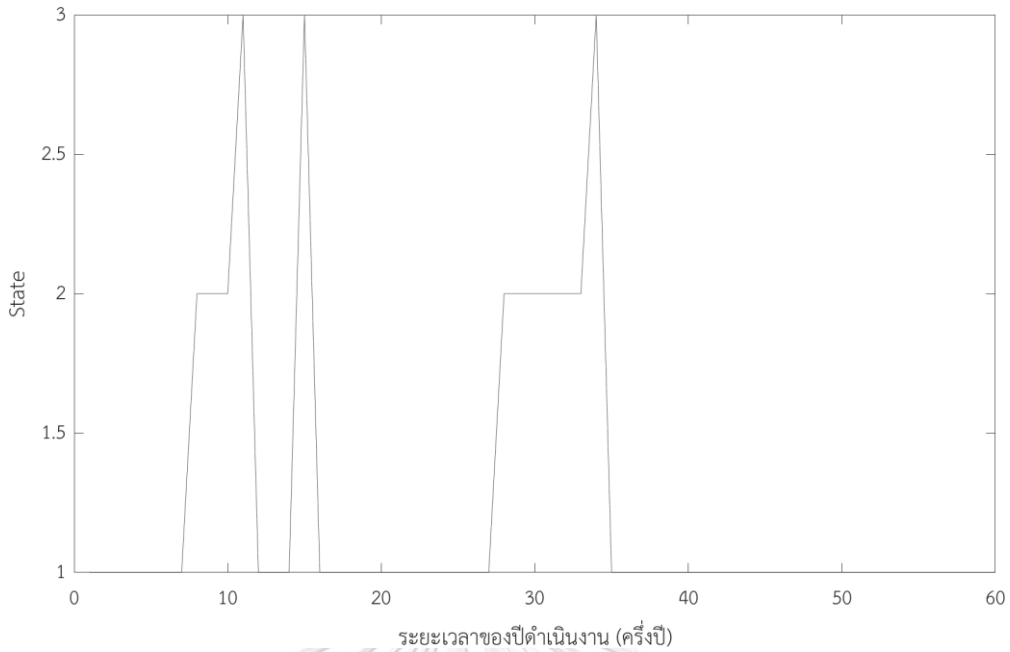
ค่าสภาพความเรียบของผิวทางในกรณี Deterministic Model นั้น ทางผู้วิจัยกำหนดให้เอกชนผู้ให้บริการสามารถดำเนินงานได้มีประสิทธิภาพ มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สภาพความเรียบนั้นเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ส่วนการพยากรณ์ในกรณี Stochastic นั้นได้ผลลัพธ์ของการพยากรณ์ระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุแสดงในรูปแบบ Histogram ดังแสดงในรูปที่ 34



รูปที่ 34 กราฟแสดงความถี่ของระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุในสายทาง

ส่วนการพยากรณ์สถานะของผิวถนนโดยใช้หลักการ Markov Chain ทางผู้วิจัยได้กำหนดให้เอกชนผู้ให้บริการจะต้องดำเนินการปรับปรุงผิวจราจรกรณีที่มีสถานะ “ผิวจราจรที่ IRI มากกว่าเท่ากับ 2.5” (State 3) ให้กลับมามีสภาพ “ผิวจราจรใหม่” (State 1) อยู่เสมอ โดยตัวอย่างของผลลัพธ์จากการพยากรณ์ที่ได้แสดงในรูปที่ 35

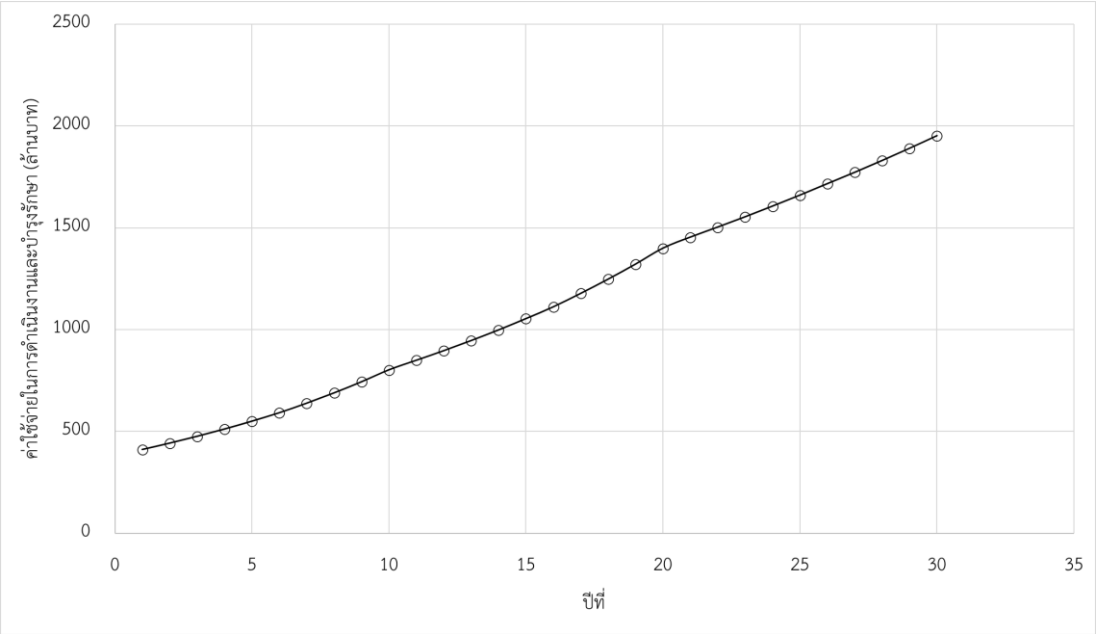


รูปที่ 35 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์สถานะของผิวถนน

5.1.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

การพยากรณ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในกรณี Deterministic Model ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 36

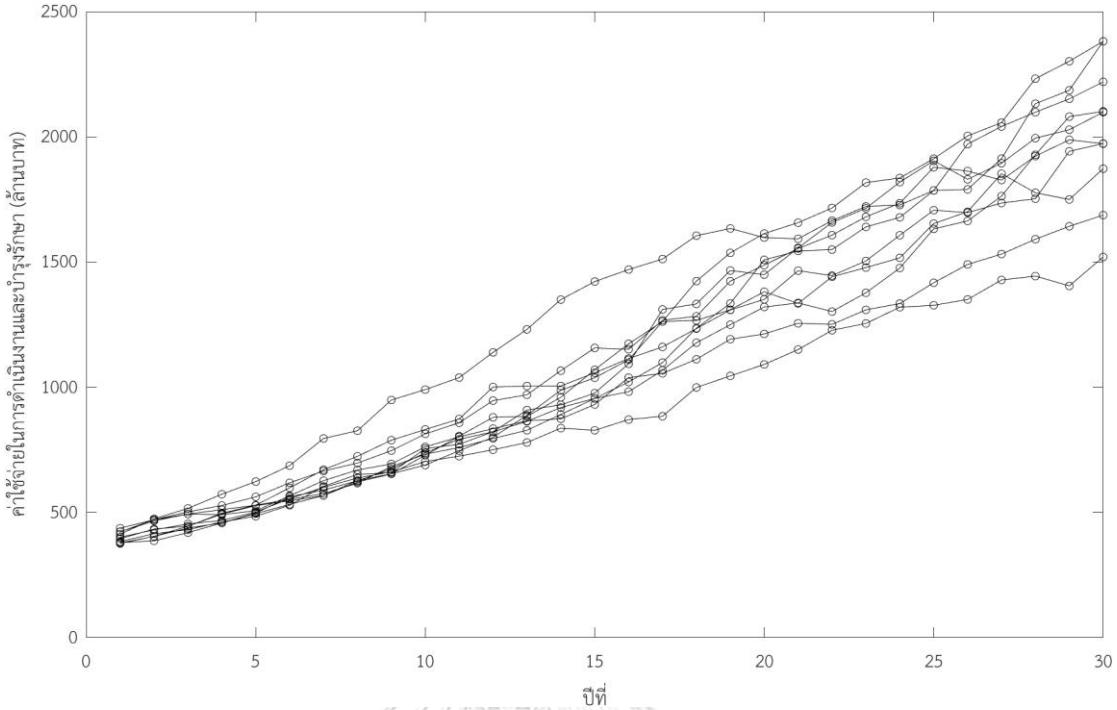
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 36 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายในการ O&M ในกรณี Deterministic Model

ส่วนการพยากรณ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในกรณี Stochastic Model ได้ตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 37 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายในการ O&M ในกรณี Stochastic Model โดยแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ 10 ครั้ง

5.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง

ตัวแปรเสี่ยงของโครงการนั้นส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินของทั้งรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนผู้ให้บริการ และส่งผลต่อค่า DSCR ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญของผู้ให้กู้ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งในกรณี Deterministic Model และ Stochastic Model ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.1. ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของรัฐเจ้าของโครงการ

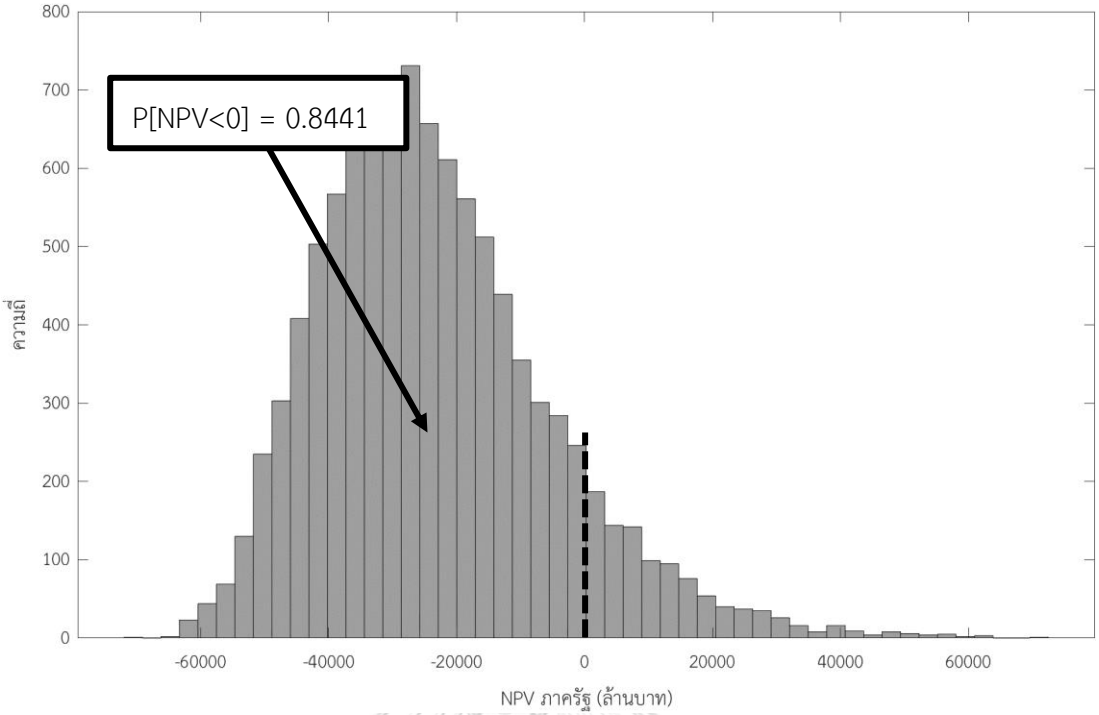
ผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการในกรณี Deterministic Model จะแสดงผลในรูปแบบของตารางซึ่งประกอบไปด้วยพารามิเตอร์สำคัญที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินดังแสดงในตารางที่ 21

รายการ	ปีที่									
	0	1	2	...	10	11	...	35	36	37
ACQ_t (ล้านบาท)	6,630									
I_t (ล้านบาท)		18,733	17,556	...	-	-	...	-	-	-
CR_t (ล้านบาท)				...	359	359	...	-	-	-
AADT (ล้านคัน)				...	17.5	18.4	...	35.8	36.2	36.6
รายได้จากค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)				...	2,388	2,567	...	9,194	9,495	9,805
OMP_t (ล้านบาท)				...	759	797	...	2596	2727	2874
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,733	-17,556	...	1,269	1,411	...	6,597	6,768	6,931
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,013	-16,232	...	858	916	...	1,672	1,649	1,624
ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิ	**-24,209 ล้านบาท**									

ตารางที่ 21 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการ

ผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการที่อัตราคิดลดร้อยละ 4 ในกรณี Stochastic Model จะแสดงผลในรูปแบบของ Histogram ดังแสดงในรูปที่ 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 38 Histogram แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการ

จากรูปที่ 38 สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการ โดยความน่าจะเป็นที่ผลตอบแทนทางการเงินเป็นบวก P[NPV > 0] มีค่าเท่ากับ 0.1559 หรือ 15.59 % หรือ ผลตอบแทนทางการเงินเป็นลบ P[NPV < 0] มีค่าเท่ากับ 0.8441 หรือ 84.41%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2.2. ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของเอกชนผู้ให้บริการ

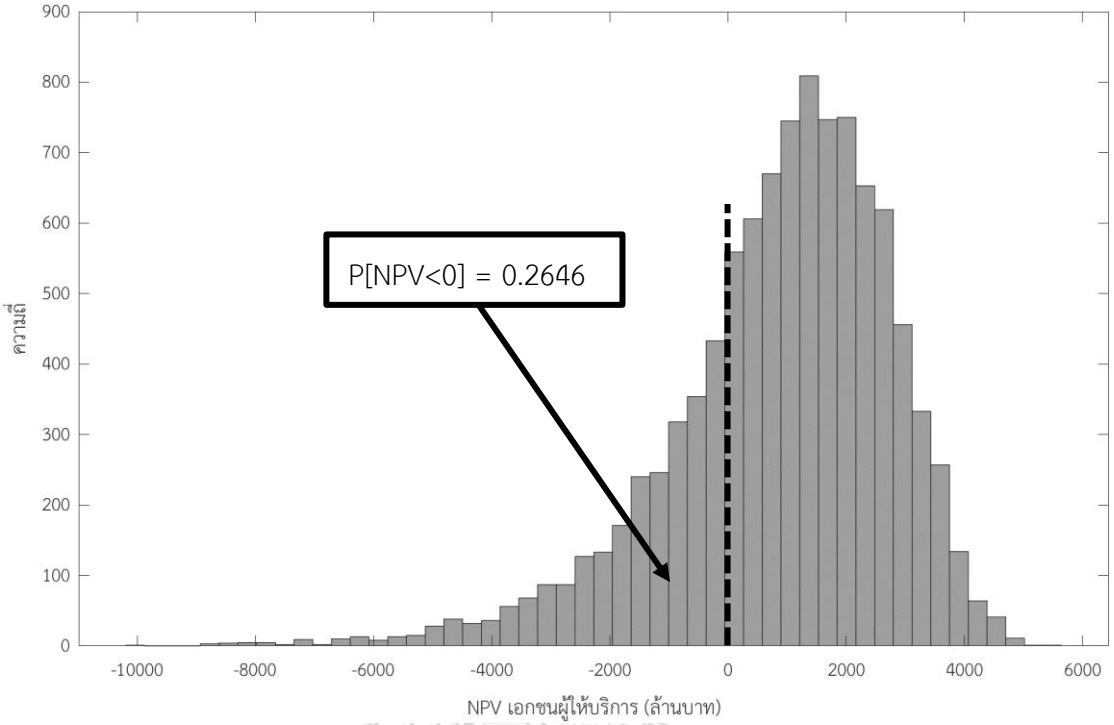
ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการในกรณี Deterministic Model จะแสดงผลในรูปแบบของตารางซึ่งประกอบไปด้วยพารามิเตอร์สำคัญที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงินและแสดงผลตอบแทนทางการเงินที่อัตราคิดลดร้อยละ 4 และอัตราคิดลดร้อยละ 8.6 ดังแสดงในตารางที่ 22

รายการ	ปีที่								
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**...**	**30**	**31**	**32**
C_t (ล้านบาท)	2,156	2,156	2,875						
F_t (ล้านบาท)	43	43	57						
OMP_t (ล้านบาท)				713	723	...	2,580	2,710	2,857
CR_t (ล้านบาท)				359	359	...	-	-	-
PA_t (ล้านบาท)				0	0	...	24	24	25
OM_t (ล้านบาท)				411	442	...	1,830	1,889	1,951
DS_t (ล้านบาท)				293	293	...	-	-	-
Tax_t (ล้านบาท)				40	36	...	100	114	131
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-1,078	-1,078	-1,437	330	311	...	641	697	765
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท) (r=86%)	-1,078	-993	-1,219	257	224	...	54	54	55
ผลตอบแทนทางการเงิน	**1,647 ล้านบาท (r=4%)**								
ผลตอบแทนทางการเงิน	**-489 ล้านบาท (r=8.6%)**								

ตารางที่ 22 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการ

ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการในกรณี Stochastic Model จะแสดงผลในรูปแบบของ Histogram ดังแสดงในรูปที่ 39 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 4 และรูปที่ 40 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 8.6

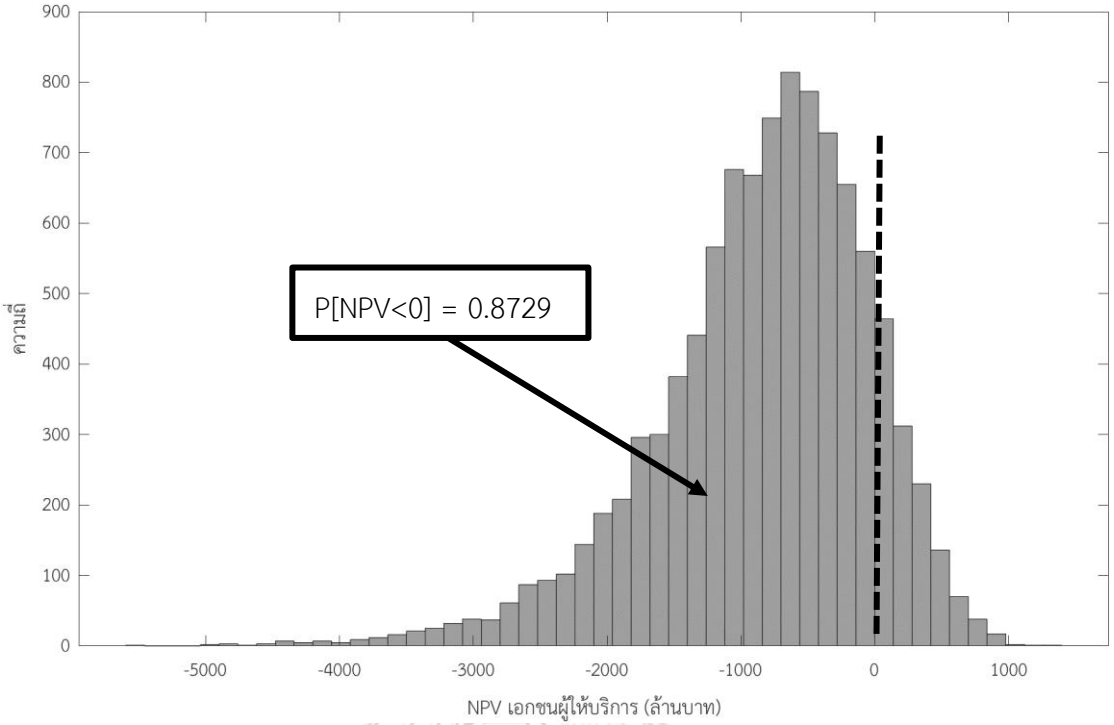
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 39 Histogram แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ ที่อัตราคิดลด 4%

จากรูปที่ 39 สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการที่อัตราคิดลดร้อยละ 4 โดยความน่าจะเป็นที่ผลตอบแทนทางการเงินเป็นบวกมีค่าเท่ากับ 0.7354 หรือ 73.54% (P[NPV ≥ 0] = 0.7354) หรือ ผลตอบแทนทางการเงินเป็นลบมีค่าเท่ากับ 0.2646 หรือ 26.46% (P[NPV < 0] = 0.2646)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 40 Histogram แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ ที่อัตราคิดลด 8.6%

จากรูปที่ 40 สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการที่อัตราคิดลดร้อยละ 8.6 โดยความน่าจะเป็นที่ผลตอบแทนทางการเงินเป็นบวกมีค่าเท่ากับ 0.1271 หรือ 12.71 % (P[NPV ≥ 0] = 0.1271) หรือ ผลตอบแทนทางการเงินเป็นลบมีค่าเท่ากับ 0.8729 หรือ 87.29 % (P[NPV < 0] = 0.8729)

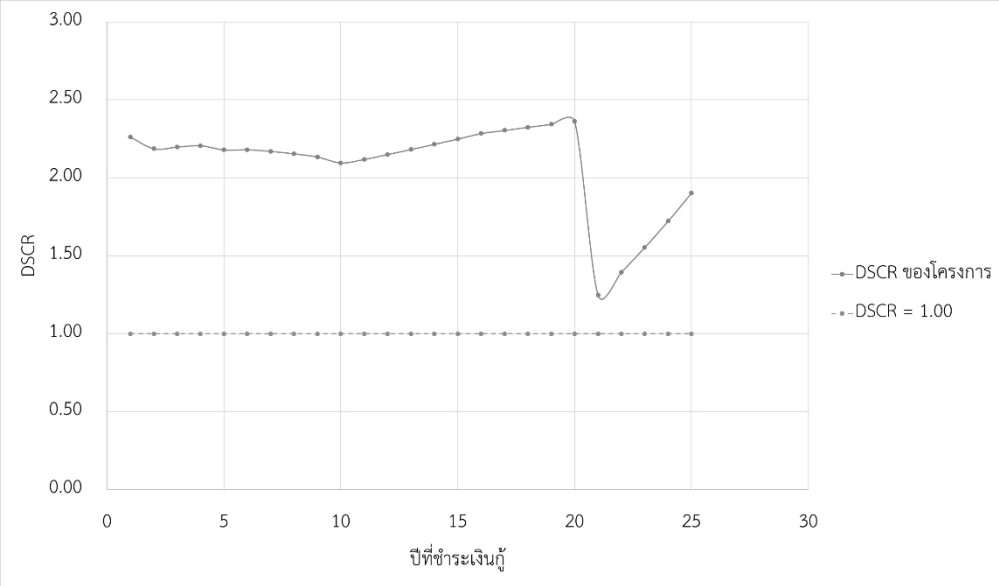
5.2.3. ผลตอบแทนทางการเงินของผู้ให้กู้และความเสี่ยง

พารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของผู้ให้กู้นั้นแตกต่างจากรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญของผู้ให้กู้คือ “อัตราส่วนความสามารถชำระหนี้ (DSCR)”

กรณี Deterministic Model สามารถแสดงเป็นรูปแบบทางการเงินได้ดังตารางที่ 23 พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของกราฟของค่า DSCR ในแต่ละปีของการชำระเงินกู้เทียบกับค่า DSCR ที่พิจารณาดังแสดงในรูปที่ 41

รายการ	**ปีที่**									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**...**	**25**	**26**	**27**
Loan (ล้านบาท)	1,078	1,078	1,437							
FCF (ล้านบาท)				662	640	643	...	455	504	557
DS (ล้านบาท)				293	293	293	...	293	293	293
DSCR				**2.26**	**2.19**	**2.20**	**...**	**1.55**	**1.72**	**1.90**

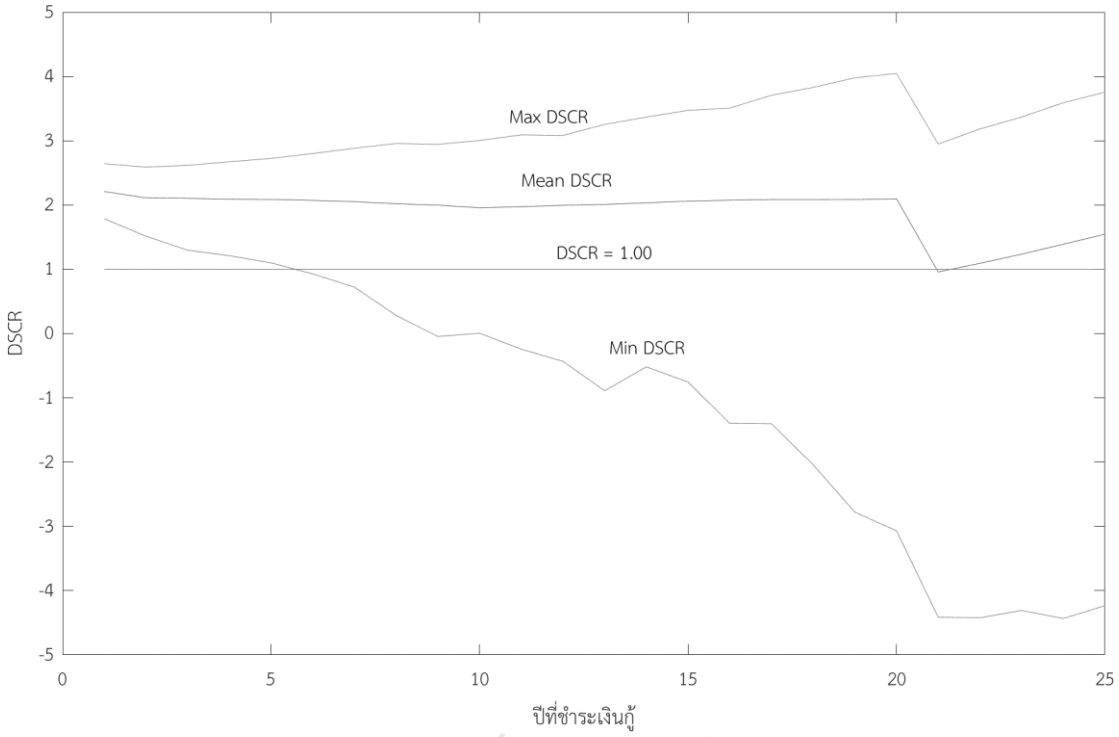
ตารางที่ 23 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินของสถาบันการเงินผู้ให้กู้



รูปที่ 41 กราฟแสดงค่า DSCR ของแต่ละปีที่ชำระเงินกู้ กรณี Deterministic *Model*

จากรูปที่ 41 ค่า DSCR กรณี Deterministic Model ของผู้ให้กู้นั้น จากกราฟจะพบว่าค่า DSCR จะน้อยลงในปีที่ 20 ของการชำระเงินกู้เนื่องจากเอกชนผู้ให้บริการได้รับค่าชดเชยจากการก่อสร้างงานระบบครบแล้ว (OMR) อย่างไรก็ตาม ค่า DSCR ของทุกๆปียังคงมากกว่าค่าที่ใช้ในการพิจารณา (DSCR = 1)

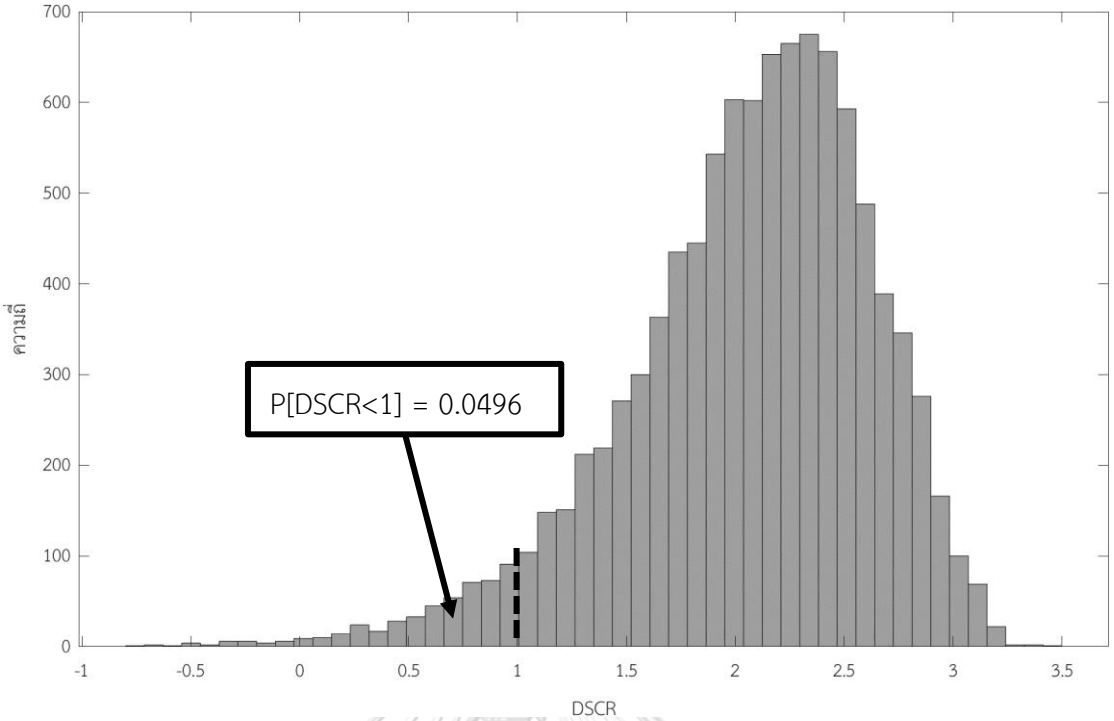
กรณี Stochastic Model นั้น เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้มาจากตัวแปรสุ่ม ดังนั้นแล้วในแต่ละปีที่ชำระเงินกู้จะมีค่า DSCR ที่มีความหลากหลาย ผลลัพธ์ที่ได้จึงแสดงในรูปของกราฟค่า DSCR ของแต่ละปีที่ชำระเงินกู้พร้อมทั้งแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของ DSCR ที่อาจจะเกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 42 และแสดงตัวอย่างของผลลัพธ์ของค่า DSCR โดยการแสดงในรูปแบบ Histogram ของค่า DSCR ในปีที่ 15 ของการชำระเงินกู้ดังแสดงในรูปที่ 43



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 42 กราฟแสดงค่าความเสี่ยงในการชำระเงินกู้ด้วยวิธี Monte Carlo Simulation

จากรูปที่ 42 แสดงให้เห็นถึงค่า DSCR จากการทำ Monte Carlo Simulation ทั้งสิ้น 10,000 ครั้ง โดยค่าสูงสุด (Max DSCR) มีค่ามากกว่า DSCR ที่พิจารณา (DSCR = 1.00) ในทุกๆปีของการชำระเงินกู้ ค่าเฉลี่ย (Mean DSCR) มีค่าต่ำกว่า DSCR ที่พิจารณาในปีที่ 21 ของการชำระเงินกู้ ส่วนค่าต่ำสุด (Min DSCR) นั้นพบว่า หลังจากปีที่ 7 เป็นต้นไป มีค่าที่ต่ำกว่า DSCR ที่พิจารณา



รูปที่ 43 Histogram ของค่า DSCR ของผู้ให้กู้ในปีที่ 15 ของการชำระเงินกู้

จากรูปที่ 43 แสดงให้เห็นถึงค่าที่ได้จากการทำ Monte Carlo Simulation ในปีที่ 15 ของการชำระเงินกู้ จะพบว่ามีค่าน้อยสุด (Min DSCR) ประมาณ -0.75 และค่ามากสุด (Max DSCR) ประมาณ 3.35 ตรงตามรูปที่ 42 โดยที่ในปีที่ 15 นั้น สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลตอบแทนทางการเงินของผู้ให้กู้ โดยความน่าจะเป็นที่ค่า DSCR ไม่น้อยกว่า 1 (P[DSCR ≥ 1]) มีค่าเท่ากับ 0.9504 หรือ 95.04 % หรือ ความน่าจะเป็นที่ค่า DSCR น้อยกว่า 1 (P[DSCR < 1]) มีค่าเท่ากับ 0.0496 หรือ 4.96 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 แนวทางในการปรับลดความเสี่ยงและพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทนให้เหมาะสม

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรในหัวข้อที่ 4.4 นั้น ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสุดของรัฐเจ้าของโครงการคือ “ปริมาณจราจร” ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีผลต่อรายได้จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียม ดังนั้นรัฐเจ้าของโครงการจะต้องหาแนวทางในการเพิ่มปริมาณจราจร โดยงานวิจัยนี้ได้สมมติให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจรเป็น 2 เท่าของทุก ๆ ปี แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิดังแสดงในตารางที่ 24 และตารางที่ 25

รายการ	ปีที่									
	0	1	2	...	10	11	...	35	36	37
ACQ_t (ล้านบาท)	6,630									
I_t (ล้านบาท)		18,733	17,556	...	-	-	...	-	-	-
CR_t (ล้านบาท)				...	359	359	...	-	-	-
AADT (ล้านคัน)				...	35.0	36.8	...	71.6	72.4	73.2
รายได้จากค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)				...	4,775	5,135	...	18,387	18,989	19,611
OMP_t (ล้านบาท)				...	759	797	...	2596	2727	2874
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,733	-17,556	...	3,657	3,978	...	15,791	16,262	16,737
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,013	-16,232	...	2,471	2,583	...	4,002	3,963	3,921
ผลตอบแทนทางการเงิน	**39,761 ล้านบาท**									

ตารางที่ 24 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการกรณีที่เพิ่มปริมาณจราจร 2 เท่า

รายการ	ปีที่								
	0	1	2	3	4	...	30	31	32
C_t (ล้านบาท)	2,156	2,156	2,875						
F_t (ล้านบาท)	43	43	57						
OMP_t (ล้านบาท)				713	723	...	2,580	2,710	2,857
CR_t (ล้านบาท)				359	359	...	-	-	-
PA_t (ล้านบาท)				13	14	...	20	20	20
OM_t (ล้านบาท)				617	664	...	2,749	2,839	2,932
DS_t (ล้านบาท)				293	293	...	-	-	-
Tax_t (ล้านบาท)				34	30	...	0	0	0
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-1,078	-1,078	-1,437	163	125	...	-178	-138	-84
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท) (r=8.6%)	-1,078	-993	-1,219	127	90	...	-15	-11	-6
ผลตอบแทนทางการเงิน	**-3,803 ล้านบาท (r=8.6%)**								

ตารางที่ 25 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการกรณีที่เพิ่มปริมาณจราจร 2 เท่า

จากตารางที่ 24 ผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการนั้นมีค่าเท่ากับ 39,761 ล้านบาท ซึ่งมากกว่าก่อนการเพิ่มปริมาณจราจร อย่างไรก็ตามตัวแปรที่อ่อนไหวที่สุดของเอกชนผู้ให้บริการและผู้ให้กู้นั้นคือ “ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ (OM Costs)” ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวแปรผันตรงกับปริมาณจราจร โดยส่งผลให้ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้

ให้บริการนั้นลดลงดังแสดงในตารางที่ 25 ซึ่งจะทำให้แนวทางในดำเนินโครงการไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

5.3.1 การทดลองนำกลไกการแบ่ง “รายได้ส่วนเกิน (Revenue Excess)” มาใช้

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว รัฐเจ้าของโครงการอาจจะมีแนวทางในการปรับลดความเสี่ยงและปรับปรุงกลไกการจ่ายค่าตอบแทน ให้มีความเหมาะสมหากผลการดำเนินงานของโครงการไม่ได้เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ในรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ตัวอย่างของการปรับปรุงกลไกการจ่ายค่าตอบแทน เช่น การมีกลไกการแบ่ง “รายได้ส่วนเกิน (Revenue excess)” จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมที่สูงกว่าที่คาดการณ์ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นแรงจูงใจให้กับเอกชนผู้ให้บริการดำเนินโครงการให้มีผลการดำเนินงานที่ดี นั่นคือ มีปริมาณจราจรที่สูง มีรายได้จากการเก็บค่าธรรมเนียมที่เพิ่มมากขึ้นจากปริมาณจราจรที่สูงขึ้น เป็นต้น ซึ่งผลประโยชน์ของเอกชนผู้ให้บริการนี้จะเป็นไปในทิศทางเดียวกับรัฐเจ้าของโครงการ โดยการแบ่ง “รายได้ส่วนเกิน” นั้นขึ้นกับนโยบายของรัฐเจ้าของโครงการ ตัวอย่างเช่น รัฐอาจใช้อัตราส่วนรายได้ส่วนเกินระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนที่ 60:40 (รัฐ 60% : เอกชน 40%) ซึ่งผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้แสดงในตารางที่ 26 และตารางที่ 27 และผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียแสดงในรูปที่ 44, รูปที่ 45 และรูปที่ 46

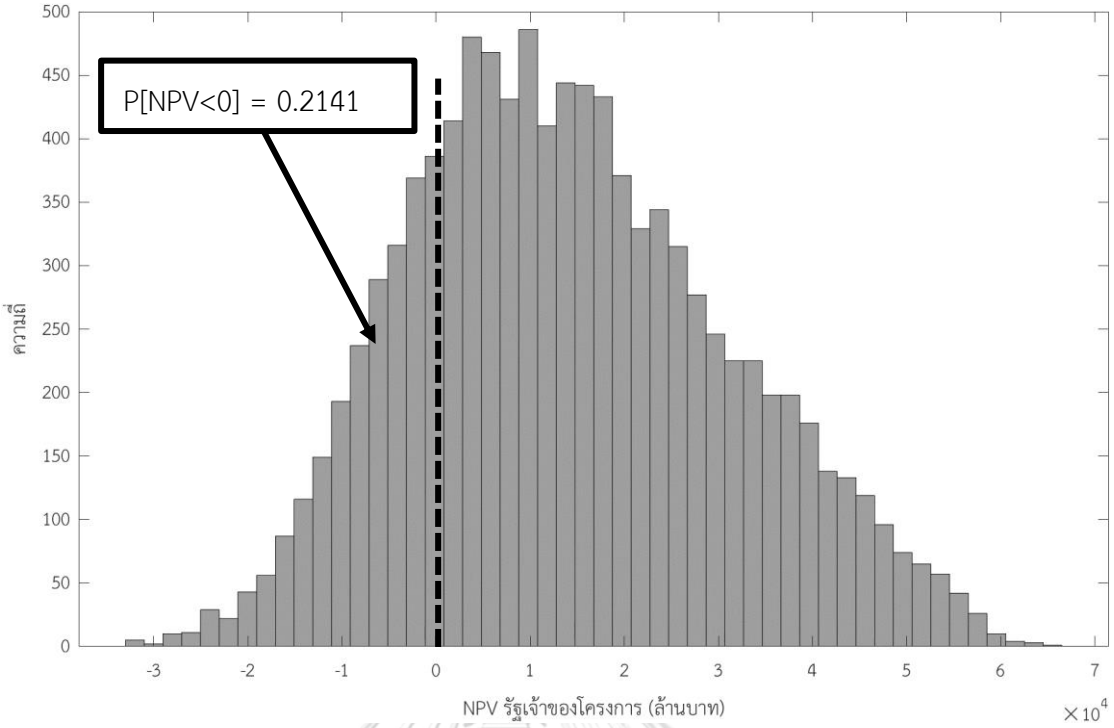
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ปีที่									
	0	1	2	...	10	11	...	35	36	37
ACQ_t (ล้านบาท)	6,630									
I_t (ล้านบาท)		18,733	17,556	...	-	-	...	-	-	-
CR_t (ล้านบาท)				...	359	359	...	-	-	-
AADT (ล้านคัน)				...	35.0	36.8	...	71.6	72.4	73.2
รายได้จากค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)				...	4,775	5,135	...	18,387	18,989	19,611
รายได้หลังจากการจัดแบ่ง (ล้านบาท)				...	2,865	3,081	...	11,032	11,393	11,767
OMP_t (ล้านบาท)				...	759	797	...	2596	2727	2874
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,733	-17,556	...	2,470	2,702	...	12,114	12,465	12,814
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,013	-16,232	...	1,736	1,825	...	3,070	3,037	3,002
ผลตอบแทนทางการเงิน	**14,173 ล้านบาท**									

ตารางที่ 26 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการหลังการจัดแบ่งรายได้ให้เอกชน

ส่วนผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นของรัฐเจ้าของโครงการที่อัตราคิดลด 4% ด้วยวิธีการ Monte Carlo Simulation ดังแสดงในรูปที่ 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

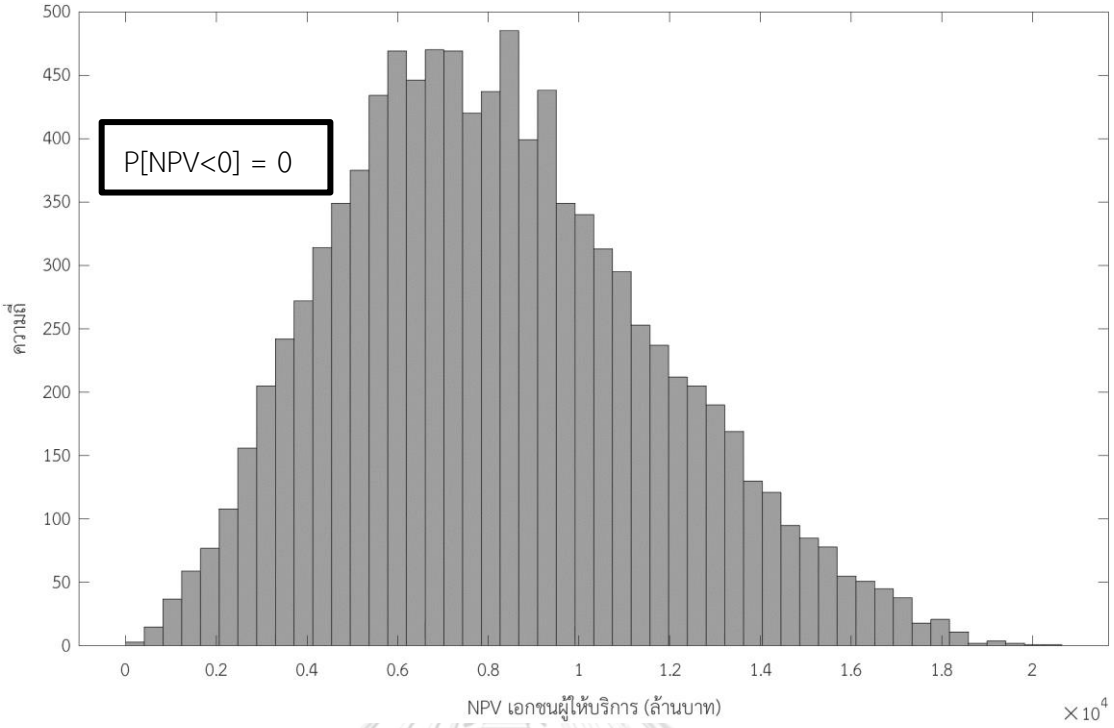


รูปที่ 44 Histogram ของแสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของรัฐเจ้าของโครงการ หลังการ “แบ่งรายได้ส่วนเกิน” รัฐ:เอกชน 60:40

รายการ	ปีที่								
	0	1	2	3	4	...	30	31	32
C_t (ล้านบาท)	2,156	2,156	2,875						
F_t (ล้านบาท)	43	43	57						
OMP_t (ล้านบาท)				713	723	...	2,580	2,710	2,857
CR_t (ล้านบาท)				359	359	...	-	-	-
รายได้จากการจัดแบ่งจากภาครัฐ (ล้านบาท)				825	888		3,677	3,798	3,922
PA_t (ล้านบาท)				13	14	...	20	20	20
OM_t (ล้านบาท)				617	664	...	2,749	2,839	2,932
DS_t (ล้านบาท)				293	293	...	-	-	-
Tax_t (ล้านบาท)				196	205	...	701	733	769
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-1,078	-1,078	-1,437	825	844	...	2,847	2,976	3,118
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท) (r=8.6%)	-1,187	-993	-1,219	644	607	...	240	231	223
ผลตอบแทนทางการเงิน	**8,383 ล้านบาท (r=8.6%)**								

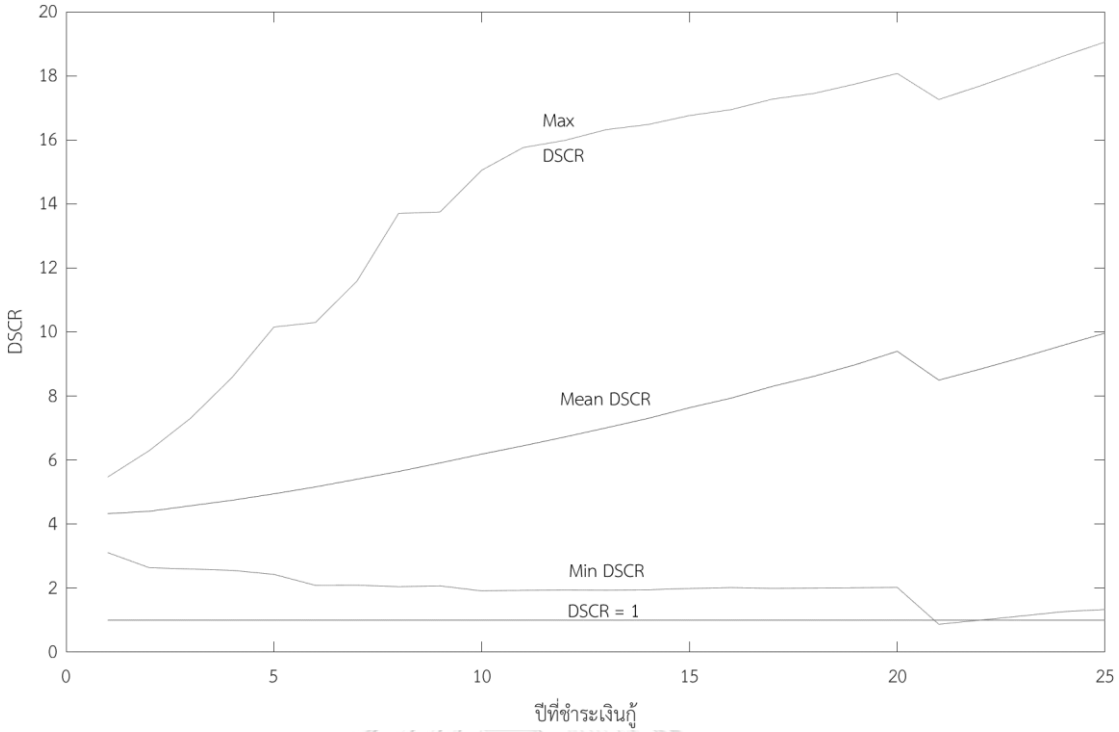
ตารางที่ 27 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการกรณีได้รับการจัดแบ่งรายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 45 Histogram ของแสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของเอกชนผู้ให้บริการที่อัตราคิดลด r=8.6% หลังการ “แบ่งรายได้ส่วนเกิน” รัฐ:เอกชน 60:40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 46 กราฟแสดงค่า DSCR ของแต่ละปีที่ชำระเงินกู้ กรณีที่เอกชนผู้ให้บริการได้รับการจัดแบ่งรายได้

จากผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลังการพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทนดังแสดงในตารางที่ 26 ตารางที่ 27 และ รูปที่ 46 พบว่า ผลตอบแทนทางการเงินของรัฐกรณีที่มีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นเท่าตัวมีค่าประมาณ 14,173 ล้านบาท (ดังแสดงในตารางที่ 26) สูงขึ้นจากกรณีที่มีปริมาณจราจรตามค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดการณ์ซึ่งมีผลตอบแทนทางการเงินประมาณ -24,209 ล้านบาท (ดังแสดงในตารางที่ 21) ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงหลังการแบ่งรายได้ส่วนเกินของรัฐมีโอกาสที่ผลตอบแทนทางการเงินเป็นบวกมีค่าเท่ากับ 0.7859 หรือ 78.59% (P[NPV>0]) ที่อัตราคิดลดร้อยละ 4 หรือ r=4% ดังแสดงในรูปที่ 44

ส่วนผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการกรณีได้รับการจัดแบ่งรายได้ส่วนเกินในอัตราส่วน 60:40 พบว่า ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนกรณีที่มีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นเท่าตัวมีค่าประมาณ 8,383 ล้านบาทที่อัตราคิดลดร้อยละ 8.6 (ดังแสดงในตารางที่ 27) เพิ่มขึ้นจากกรณีที่มีปริมาณจราจรตามค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดการณ์ ซึ่งมีผลตอบแทนทางการเงินประมาณ -489 ล้านบาท (ตามแสดงในตารางที่ 22) ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงหลังการแบ่งรายได้ส่วนเกินของเอกชน มีโอกาสที่ผลตอบแทนทางการเงินเป็นบวกมีค่าเท่ากับ 1 หรือ 100% (P[NPV>0]) ที่อัตราคิดลดร้อยละ 8.6

หรือ r=8.6% ดังแสดงในรูปที่ 45 และในกรณีของผู้ให้เงินกู้ (Lenders) พบว่า ค่า DSCR ที่ต่ำสุด (Min DSCR) น้อยกว่า DSCR ที่พิจารณาแค่ในปีที่ 21 ของการชำระเงินกู้ ดังแสดงในรูปที่ 46

อย่างไรก็ตามการจัดแบ่งรายได้ส่วนเกินนั้น งานวิจัยนี้ได้พิจารณาหาอัตราส่วนการแบ่งรายได้ส่วนเกินที่ทำให้เอกชนผู้ให้บริการได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวัง (NPV ไม่น้อยกว่า 0) โดยพิจารณาที่อัตราส่วน รัฐ:เอกชน 88.5:11.5 ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 28, ตารางที่ 29 และตารางที่ 30

รายการ	**ปีที่**									
	0	1	2	...	10	11	...	35	36	37
ACQ_t (ล้านบาท)	6,630									
I_t (ล้านบาท)		18,733	17,556	...	-	-	...	-	-	-
CR_t (ล้านบาท)				...	359	359	...	-	-	-
AADT (ล้านคัน)				...	35.0	36.8	...	71.6	72.4	73.2
รายได้จากค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)				...	4,775	5,135	...	18,387	18,989	19,611
รายได้หลังจากการจัดแบ่ง (ล้านบาท)				...	4,498	4,836	...	17,317	17,884	18,470
OMP_t (ล้านบาท)				...	759	797	...	2596	2727	2874
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,733	-17,556	...	3,379	3,679	...	14,721	15,157	15,595
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท)	-6,630	-18,013	-16,232	...	2,283	2,390	...	3,731	3,693	3,654
ผลตอบแทนทางการเงิน	**32,315 ล้านบาท**									

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 28 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการกรณีแบ่งรายได้ส่วนเกินให้เอกชนได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)

รายการ	ปีที่								
	0	1	2	3	4	...	30	31	32
C_t (ล้านบาท)	2,156	2,156	2,875						
F_t (ล้านบาท)	43	43	57						
OMP_t (ล้านบาท)				713	723	...	2,580	2,710	2,857
CR_t (ล้านบาท)				359	359	...	-	-	-
รายได้จากการจัดแบ่งจากภาครัฐ (ล้านบาท)				240	258		1,070	1,105	1,141
PA_t (ล้านบาท)				13	14	...	20	20	20
OM_t (ล้านบาท)				617	664	...	2,749	2,839	2,932
DS_t (ล้านบาท)				293	293	...	-	-	-
Tax_t (ล้านบาท)				46	43	...	130	146	164
Net Cash Flow (ล้านบาท)	-1,078	-1,078	-1,437	357	341	...	761	822	894
PV of Net Cash Flow (ล้านบาท) (r=8.6%)	-1,187	-993	-1,219	279	245	...	64	64	64
ผลตอบแทนทางการเงิน	**0 บาท (r=8.6%)**								

ตารางที่ 29 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของเอกชนผู้ให้บริการ กรณีได้รับรายได้ส่วนเกินให้ผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)

รายการ	ปีที่									
	0	1	2	3	4	5	...	25	26	27
Loan (ล้านบาท)	1,078	1,078	1,437							
FCF (ล้านบาท)				696	677	682	...	583	636	694
DS (ล้านบาท)				293	293	293	...	293	293	293
DSCR				**2.38**	**2.31**	**2.33**	**...**	**1.99**	**2.17**	**2.37**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 ตารางแสดงผลตอบแทนทางการเงินของสถาบันการเงินผู้ให้กู้ กรณีรัฐเจ้าของโครงการแบ่งรายได้ส่วนเกินให้เอกชนได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)

ดังนั้นจากข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกลไกการจ่ายค่าตอบแทนโดยมีการเพิ่มกลไกการสร้างแรงจูงใจในการดำเนินงานที่ดีด้วยการเพิ่มส่วนแบ่งรายได้เฉพาะในส่วนที่เกินจาก “ค่าประมาณการหรือ ค่าเฉลี่ย” ในอัตราที่เหมาะสมซึ่งอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นนี้ ส่งผลให้ผู้มีส่วนได้เสียหลักทั้ง 3 ซึ่งได้แก่ (1) รัฐเจ้าของโครงการ (2) เอกชนผู้ให้บริการ และ (3) สถาบันการเงินผู้ให้เงินกู้ยืม มีเสถียรภาพทางการเงินที่ดีขึ้น และมีแรงจูงใจในการดำเนินโครงการที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนในการแบ่งรายได้ส่วนเกินที่ทำให้เอกชนได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0) ทั้ง 3 ผู้ได้เสียหลักของโครงการยังคงได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่คาดหวัง และยังคงสร้างแรงจูงใจในการดำเนินโครงการที่เป็นไปในทิศทางเดียว อีกทั้งเอกชนผู้ให้บริการจะเกิดแรงกระตุ้นในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการให้ดีขึ้น เนื่องจากต้องการลดการปรับลดค่าตอบแทน เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่มากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
การสรุปผลการวิเคราะห์ การอภิปรายผล และสรุปผลการศึกษา

ในส่วนของบทที่ 6 นั้นจะเป็นการสรุปผลและอภิปรายผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียจากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5 จากนั้นเป็นการสรุปผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้ โดยเป็นการสรุปผลการศึกษาที่ได้ในแต่ละวัตถุประสงค์ รวมไปถึงข้อจำกัด อุปสรรคและปัญหาในการทำวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต

6.1 สรุปผลการวิเคราะห์

6.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของสัญญา PPP O&M ของโครงการทางหลวงระหว่างเมือง

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ (Key risk variables) ของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักของสัญญา PPP O&M ของโครงการทางหลวงระหว่างเมือง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity analysis) และนำเสนอลำดับของตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญโดยใช้กราฟ Tornado นั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 31

ปัจจัยเสี่ยง (Risk variables)	ผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders)		
	รัฐเจ้าของโครงการ	เอกชนผู้ให้บริการ	ผู้ให้กู้
ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญมากที่สุด	ปริมาณจราจร	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา
ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญรองลงมา	อัตราคิดลด	ปริมาณจราจร	ปริมาณจราจร

ตารางที่ 31 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผู้มีส่วนได้เสีย

จากตารางที่ 31 สามารถอธิบายได้ดังนี้ รัฐเจ้าของโครงการผู้เป็นเจ้าของโครงการมีปัจจัยเสี่ยงที่อ่อนไหวมากที่สุดคือ “ปริมาณจราจร” ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อรายได้จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมโดยตรง รองลงมาเป็น “อัตราคิดลด” ส่วนเอกชนผู้ให้บริการ ปัจจัยที่อ่อนไหวที่สุดคือ

“ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา” รองลงมาเป็น “ปริมาณจราจร” ในส่วนของผู้ให้กู้นั้นมีปัจจัยที่เหมือนกันกับเอกชนผู้ให้บริการ

เมื่อทราบตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพยากรณ์ของตัวแปรเสี่ยง โดยใช้ (1) Deterministic model และ (2) Stochastic model โดยเป็นการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ในอนาคต ตลอดช่วงระยะเวลาของสัญญาโครงการ (30 ปี) ถึงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ของแต่ละตัวแปร โดยใช้ค่าสถิติจากโครงการตัวแทนที่มีลักษณะคล้ายกับโครงการกรณีศึกษา พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้การพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละวิธี โดยใช้การทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Model verification) ก่อนนำไปใช้ในการประเมินผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลัก

6.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของผู้มีส่วนได้เสียหลัก

จากตัวแบบทางการเงินและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 4 และผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในบทที่ 5 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังแสดงในตารางที่ 32

รายการ	ผู้มีส่วนได้เสียหลัก			
	รัฐเจ้าของโครงการ (r=4%)	เอกชนผู้ให้บริการ (r=4%)	เอกชนผู้ให้บริการ (r=8.6%)	ผู้ให้เงินกู้
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนที่เป็นตัวเงิน (Financial NPV)	-24,209 ล้านบาท	1,647 ล้านบาท	-489 ล้านบาท	N/A*
ความเสี่ยงหรือความน่าจะเป็นที่เกณฑ์ทางการเงินจะน้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้	84.41%	26.46%	87.29%	มีโอกาสที่ DSCR < 1 ในปีที่ 7 เป็นต้นไป

*หมายเหตุ * Not applicable (N/A) เนื่องจากผู้ให้เงินกู้ (Lenders) ใช้เกณฑ์การประเมินทางการเงินที่แตกต่างจากของรัฐและเอกชน*

ตารางที่ 32 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียหลักของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 32 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลตอบแทนทางการเงินของโครงการกรณีศึกษา พบว่าหน่วยงานของรัฐที่เป็นเจ้าของโครงการ (Public agency) นั้น มีผลตอบแทนทางการเงินสุทธิของกระแสเงินสดหลังหักค่าใช้จ่าย (Free cash flow หรือ FCF) ที่อัตราคิดลดร้อยละ 4.00 ในกรณีใช้วิธี Deterministic Analysis ประมาณ -24,209 ล้านบาท และหากวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการภายใต้ความไม่แน่นอน หรือ Analysis under Uncertainty โดยใช้วิธี Monte Carlo simulation พบว่าความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิทางการเงิน (NPV) ของกระแสเงินสดหลังหักค่าใช้จ่าย (FCF) จากการลงทุนที่อัตราคิดลด 4.0% จะมีค่าเป็นบวก มีค่าประมาณ 15.59% (P[NPV(FCF) > 0] = 0.1559) หรือมีความเสี่ยงทางด้านการเงินที่จะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของรัฐเจ้าของโครงการจะเป็นลบประมาณ 84.41% (P[NPV(FCF) < 0] = 0.8441)

ส่วนผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ (Private operator) ในกรณีใช้อัตราคิดลดร้อยละ 4 พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิทางการเงิน (NPV) ของผู้ถือหุ้น (Equity cash flow หรือ ECF) ในกรณีใช้วิธี Deterministic Analysis มีค่าประมาณ 1,647 ล้านบาท และหากวิเคราะห์โดยวิธี Analysis under Uncertainty พบว่าความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิทางการเงิน (NPV) จะเป็นบวกมีค่าเท่ากับ 0.7354 หรือ 73.54% (P[NPV(ECF) ≥ 0] = 0.8741) หรือผลตอบแทนทางการเงินเป็นลบมีค่าเท่ากับ 0.2646 หรือ 26.46% (P[NPV(ECF) < 0] = 0.2646)

และหากใช้อัตราคิดลดเป็น 8.6% สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ ผลการวิเคราะห์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิทางการเงิน (NPV) ของผู้ถือหุ้น (ECF) ในกรณีใช้วิธี Deterministic Analysis มีค่าประมาณ -515 ล้านบาท และหากวิเคราะห์โดยวิธี Analysis under Uncertainty พบว่าความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิทางการเงิน (NPV) ของผู้ถือหุ้น (ECF) จะเป็นลบมีค่าเท่ากับ 0.8729 หรือ 87.29% (P[NPV(ECF) < 0] = 0.8729)

ในกรณีของผู้ให้เงินกู้ (Lenders) ความเสี่ยงของผู้ให้เงินกู้กับเอกชนผู้ให้บริการที่จะไม่ได้รับชำระเงินกู้คืน (Debt repayment risk) โดยใช้เกณฑ์ดัชนี DSCR ในแต่ละปี ที่ต้องมากกว่า 1 จากผลการวิเคราะห์ในกรณี Deterministic Analysis พบว่าโดยเฉลี่ยแล้ว ค่า DSCR มีค่าสูงกว่า 1.00 ตลอดอายุของสัญญาเงินกู้ยกเว้นในที่ 21 ของการชำระเงินกู้ ส่วนผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Analysis under Uncertainty พบว่าผู้ให้เงินกู้ยังมีความเสี่ยงที่จะไม่ได้รับเงินกู้คืนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ในแต่ละปี ซึ่งค่าความเสี่ยงนี้ต้องวิเคราะห์เป็นรายปี จะพบว่ามีความเสี่ยงที่ค่า DSCR น้อยกว่าที่คาดหวัง (DSCR < 1) โดยแสดงตัวอย่างในปีที่ 15 ของความเสี่ยงที่ค่า DSCR น้อยกว่าที่คาดหวัง ซึ่งมีค่าประมาณ 4.96% (P[DSCR < 1] = 0.0496)

6.2 การอภิปรายผลการศึกษา

เนื่องจากโครงการร่วมทุนของรัฐและเอกชน (Public-Private Partnership, PPP) ได้มีการนำรูปแบบของ PPP O&M ซึ่งเป็นโครงการที่รัฐเจ้าของโครงการได้ให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามาร่วมทุนในส่วนของงานระบบและดำเนินงานพร้อมบำรุงรักษาโครงการ (Operation & Maintenance, O&M) ในโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน – นครราชสีมา ซึ่งเป็นโครงการขนส่งทางถนนแห่งแรกในไทยที่ใช้รูปแบบสัญญาดังกล่าว โดยได้นำการใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนให้กับเอกชนผู้ให้บริการคือการจ่ายค่าตอบแทนตามความพร้อมใช้โครงการ (Availability Payment, AP) ซึ่งจะมีการปรับลดค่าตอบแทนถ้าหากผู้ให้บริการไม่สามารถรักษาระดับการให้บริการได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกลไกการจ่ายค่าตอบแทนและเกณฑ์ในการปรับลดค่าตอบแทนในโครงการที่ใช้สัญญา PPP O&M ที่มีเงื่อนไขการจ่ายค่าตอบแทนตามความพร้อมใช้ (AP) หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วนั้น จึงนำมาวิเคราะห์ถึงผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นต่อผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ

โดยจากการสรุปผลการวิเคราะห์ในหัวข้อ 6.1 จะเห็นว่าผลตอบแทนทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการ (Public agency) ไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง อย่างไรก็ตามเนื่องมาจากงานวิจัยนี้มีขอบเขตของการศึกษาความต้องการจากการลงทุนเฉพาะผลตอบแทนทางด้านการเงินเท่านั้น ยังไม่ได้คำนึงถึงผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ตัวอย่างเช่น มูลค่าที่ประหยัดไปได้จากต้นทุนที่ลดลงของผู้ใช้ทาง เวลาการเดินทางและอุบัติเหตุที่ลดลง เป็นต้น ดังนั้นในการนำไปใช้งานจริง หน่วยงานเจ้าของโครงการควรที่จะต้องนำผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์มารวมในการวิเคราะห์เพื่อหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (Economic internal rate of return หรือ EIRR)

ส่วนผลตอบแทนทางการเงินที่อัตราคิดลด 8.6% ของเอกชนผู้ให้บริการนั้น ผลตอบแทนไม่เป็นไปตามที่คาดหวังเช่นกัน อย่างไรก็ตามวงเงินประมูลที่เอกชนผู้ให้บริการได้ยื่นในโครงการกรณีศึกษานั้น น้อยกว่าราคากลางที่ได้กำหนดของรัฐเจ้าของโครงการประมาณ 36% ทำให้ผลตอบแทนทางการเงินน้อยกว่าประเมินในรายงานของการศึกษาเดิม

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโครงการ PPP เป็นการดำเนินการโดยผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ซึ่งแต่ละฝ่ายก็มีเป้าหมายในการการดำเนินงานที่แตกต่างกัน และเพื่อให้การดำเนินงานของโครงการเป็นไปอย่างมีเสถียรภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสถียรภาพทางด้านการเงินสำหรับเอกชนผู้ให้บริการและผู้ให้

เงินกู้ยืมกับเอกชนผู้ให้บริการ ดังนั้น ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) นอกจากการศึกษาความเสี่ยงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์สถานการณ์ (Scenario analysis) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการนำเสนอรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการที่ใช้กันในปัจจุบัน รัฐเจ้าของโครงการโดยหน่วยงานเจ้าของโครงการควรศึกษากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมกับระดับความเสี่ยง ผลตอบแทนทางการเงินที่เหมาะสม และเสถียรภาพในการดำเนินงานของผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ

โดยงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ถึงกรณีที่ผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ ไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Misalignment of incentives or interests) ในกรณีที่รัฐเจ้าของโครงการใช้มาตรการในการจูงใจในการใช้บริการโครงการที่มากขึ้น เช่น การกำหนดค่าผ่านทางต่ำกว่าที่ควรจะเป็น หรือการเปิดให้ประชาชนใช้ฟรีในช่วงวันหยุด เป็นต้น ส่งผลให้ปริมาณจราจรเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ปริมาณจราจรเพิ่มสูงขึ้น 2 เท่า ในการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่คาดว่าอาจจะเกิดขึ้นจากกรณีที่ผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ ไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังแสดงในตารางที่ 33

รายการ	ผู้มีส่วนได้เสีย		
	รัฐเจ้าของโครงการ (r=4%)	เอกชนผู้ให้บริการ (r=8.6%)	สถาบันการเงินผู้ให้กู้
ผลตอบแทนทางการเงิน	39,761 ล้านบาท	-3,803 ล้านบาท	DSCR น้อยกว่า 1 ในปีที่ 16 ของการชำระเงินกู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 33 ตารางสรุปผลตอบแทนทางการเงิน กรณีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น 2 เท่าจากกรณีฐาน (Base case)

จากตารางที่ 33 รัฐเจ้าของโครงการมีผลตอบแทนทางการเงินที่เป็นไปตามเป้าประสงค์ เนื่องจากมีรายได้จากการเก็บค่าธรรมเนียมในการใช้บริการที่เพิ่มขึ้น ส่วนเอกชนผู้ให้บริการและสถาบันการเงินผู้ให้เงินกู้นั้น มีผลตอบแทนทางการเงินที่ไม่เป็นไปตามเป้าประสงค์ เนื่องมาจากเอกชนผู้ให้บริการมีการจ่ายค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาที่สูงขึ้นตามปริมาณจราจร (OM Costs) ฉะนั้นแล้วเพื่อให้โครงการมีเสถียรภาพทางการเงินที่มั่นคงและให้แต่ละผู้มีส่วนได้เสียมีแนวทางในการดำเนินโครงการเป็นไปในทิศทางเดียวกัน รัฐเจ้าของโครงการควรเพิ่มมาตรการ หรือ แรงจูงใจให้เอกชนได้รับประโยชน์ที่เหมาะสมจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจร

โดยในการศึกษานี้ได้ยกตัวอย่าง มาตรการหรือแรงจูงใจในการให้บริการของเอกชนผู้ให้บริการโดยใช้การแบ่ง **รายได้ส่วนเกิน (Revenue excesses)** จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมนอกเหนือจากค่าตอบแทนในการให้บริการ (Availability payment หรือ AP) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายคงที่เกิดจากการประมูลโครงการของเอกชนผู้ให้บริการ (Availability payment as fixed O&M costs) เช่น หากในปีนั้น ๆ รัฐคาดว่าจะปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันประมาณ 50,000 คันต่อวัน และเมื่อสิ้นปีปรากฏว่ามีปริมาณจราจรสูงกว่าที่คาดการณ์ไว้เป็น 60,000 คันต่อวัน รัฐอาจจะแบ่ง “รายได้ส่วนเกิน” ที่เกิดจากปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น 10,000 คันต่อวัน ให้กับเอกชนผู้ให้บริการ โดยอัตราส่วนแบ่งนี้จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์อีกครั้ง เพื่อให้เหมาะสมกับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของเอกชนผู้ให้บริการและกำไรทางธุรกิจที่เหมาะสม สำหรับกรณีที่กำหนดอัตราส่วนรายได้ส่วนเกินระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนที่ 60:40 (รัฐ 60% : เอกชน 40%) ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้แสดงในตารางที่ 34

รายการ	ผู้มีส่วนได้เสีย		
	รัฐเจ้าของโครงการ (r=4%)	เอกชนผู้ให้บริการ (r=8.6%)	สถาบันการเงินผู้ให้กู้
ผลตอบแทนทางการเงิน	14,173 ล้านบาท	8,383 ล้านบาท	DSCR ไม่น้อยกว่า 1 ในทุกๆปี
ความเสี่ยงหรือความน่าจะเป็นที่เกณฑ์ทางการเงินจะน้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้	21.41%	0%	มีโอกาสที่ min DSCR < 1 ในปีที่ 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 ตารางสรุปผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยง กรณีใช้มาตรการหรือแรงจูงใจในการให้บริการของเอกชนผู้ให้บริการโดยโดยวิธีการแบ่ง รายได้ส่วนเกิน (รัฐ 60% : เอกชน 40%)

จากตารางที่ 34 จะเห็นว่า ผลตอบแทนทางการเงินของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในการศึกษานี้ใช้อัตราส่วนรายได้ส่วนเกินระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนที่ 60:40 นั้นเนื่องจากเป็นอัตราที่ใช้ในโครงการทางสัมปทานอื่น ๆ ในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม เพื่อไม่ให้รัฐเสียประโยชน์จากผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการที่สูงเกินไป ผู้วิจัยได้พิจารณาหาอัตราส่วนการแบ่งรายได้ส่วนเกินให้ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามที่

คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0) โดยพิจารณาการแบ่งรายได้ส่วนเกินที่อัตราส่วน รัฐ:เอกชน 88.5:11.5 ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 35

รายการ	ผู้มีส่วนได้เสีย		
	รัฐเจ้าของโครงการ (r=4%)	เอกชนผู้ให้บริการ (r=8.6%)	สถาบันการเงินผู้ให้กู้
ผลตอบแทนทางการเงิน	32,315 ล้านบาท	0 บาท (NPV ไม่น้อยกว่า 0)	DSCR ไม่น้อยกว่า 1 ในทุกๆปี

ตารางที่ 35 ตารางสรุปผลตอบแทนทางการเงิน กรณีที่แบ่งรายได้ส่วนเกินในอัตราส่วนที่ผลตอบแทนทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการเป็นไปตามที่คาดหวังพอดี (NPV ไม่น้อยกว่า 0)

จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับค่าตอบแทนโดยการแบ่งรายได้ส่วนเกิน ทำให้สถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการดีขึ้น ทุกฝ่ายต่างได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามเป้าประสงค์ของการลงทุน และยังเป็นการจูงใจให้เอกชนผู้ให้บริการให้บริการที่ดีเพราะจะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความประทับใจและมีความต้องการใช้บริการโครงการที่มากขึ้น ซึ่งจะทำให้เอกชนผู้ให้บริการได้รับผลตอบแทนที่สูงขึ้น อีกทั้งการพิจารณาวิเคราะห์อัตราส่วนแบ่งรายได้ส่วนเกินที่ทำให้รัฐไม่เสียประโยชน์จากการแบ่งรายได้จนมากเกิน ก่อให้เกิดรายได้ของรัฐที่มากขึ้น และยังคงการกระตุ้นให้เอกชนมุ่งเน้นการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ดี เพื่อเลี่ยงการปรับลดค่าตอบแทน ทำให้เอกชนได้รับรายได้ที่เพิ่มสูงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ยังพบว่ากลไกการจ่ายค่าตอบแทนและเกณฑ์การปรับลดของโครงการกรณีศึกษานั้น มีผลต่อผลตอบแทนจากการให้บริการที่เอกชนผู้ให้บริการจะได้รับไม่มากนัก โดยจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร เพื่อระบุตัวแปรเสี่ยงสำคัญของแต่ละผู้มีส่วนได้เสีย พบว่าตัวแปรการปรับลดค่าตอบแทน (Payment adjustment) นั้น มีความอ่อนไหวของตัวแปรที่น้อย ซึ่งอาจจะส่งผลให้เอกชนผู้ให้บริการไม่เกิดแรงกระตุ้นในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ดี *ข้อเสนอแนะสำหรับรัฐเจ้าของโครงการสำหรับประเด็นนี้ คือ รัฐควรจะมีการพิจารณาการปรับลดค่าตอบแทนให้มีความเหมาะสมมากขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดการบริการที่ดี*

มาตรการหรือแรงจูงใจในการให้บริการของเอกชนผู้ให้บริการโดยใช้การแบ่ง รายได้ส่วนเกิน (Revenue excesses) จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียม ที่นำเสนอในการศึกษานี้ เป็นเพียงตัวอย่างของ

การนำวิธีการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและความเสี่ยงของผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders' financial risk analysis) ที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้เท่านั้น ซึ่งยังมีอีกหลายวิธีที่สามารถนำมาทดลองเพื่อวิเคราะห์ใช้กับตัวแบบเชิงคำนวณ (Computational model) ที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบของตัวแบบเชิงคำนวณในบทที่ 4

6.3 สรุปผลการศึกษา

ปัจจุบันรัฐเจ้าของโครงการได้เปิดโอกาสให้เอกชนผู้ให้บริการเข้ามาร่วมลงทุนในโครงการของรัฐเจ้าของโครงการในรูปแบบของการจ้างดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ (PPP O&M) โดยสัญญารูปแบบนี้ หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ (Public Agency) จะเป็นผู้กำหนดค่าธรรมเนียมและรายได้จากการจัดเก็บค่าผ่านทางจะเป็นของรัฐเจ้าของโครงการแต่เพียงผู้เดียว ส่วนเอกชนผู้ให้บริการจะได้รับผลตอบแทนในลักษณะอัตราเหมาจ่ายซึ่งรวมเงินลงทุนสำหรับงานระบบและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาตลอดอายุสัญญา แบ่งการจ่ายเป็นงวด ๆ ตลอดช่วงสัญญาซึ่งมีระยะเวลา 30 ปี โดยรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการยังต้องแบกรับความเสี่ยงด้านการตลาด (Market risk) เช่น ความเสี่ยงด้านปริมาณจราจร เป็นต้น ส่วนเอกชนผู้ให้บริการแบกรับความเสี่ยงด้านการต้นทุนในการลงทุนงานระบบ และต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษา สัญญา PPP O&M ได้นำกลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment Mechanism) ที่เรียกว่า Availability Payment (AP) โดยเป็นการจ่ายค่าตอบแทนตามสภาพความพร้อมใช้และคุณภาพของการให้บริการ (Performance-based) ซึ่งอาจมีการปรับลดค่าตอบแทน (Payment Adjustment) กรณีที่ผู้ให้บริการไม่สามารถรักษาสภาพความพร้อมใช้และคุณภาพของการให้บริการได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญา สัญญา PPP O&M ได้ถูกนำมาใช้ในโครงการขนส่งทางถนนของประเทศไทย เช่น ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา และทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 81 บางใหญ่ - กาญจนบุรี และมีแนวโน้มในการใช้สัญญารูปแบบนี้อีกหลายโครงการในอนาคต

หัวใจหลักของสัญญา PPP คือ การโอนและจัดสรรความเสี่ยงที่ยุติธรรมระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องของโครงการ ตามหลักการที่ว่า "High risk, high return" หรือ อัตราผลตอบแทนที่เหมาะแปรผันโดยตรงต่อระดับความเสี่ยง ดังนั้นกลไกการจ่ายเงินและเกณฑ์การปรับลดค่าตอบแทนควรมีความสอดคล้องกับระดับของความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียโดยตรงของสัญญา PPP

การบริหารและจัดการความเสี่ยงที่ยุติธรรมระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องของโครงการยังส่งผลต่อต้นทุนตลอดอายุโครงการ (Life cycle cost) ที่ลดลง และส่งผลต่อสถานะและเสถียรภาพทางการเงิน

ของโครงการด้วย งานวิจัยมีวัตถุประสงค์หลักด้วยกัน 3 ข้อด้วยกัน ได้แก่ (1) เพื่อศึกษากลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment mechanism) จากโครงการขนส่งทางถนนที่ใช้การจ่ายค่าตอบแทนตามความพร้อมใช้ (Availability-based payment) โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) เพื่อศึกษาเกณฑ์การคำนวณการปรับค่าตอบแทน (Performance adjustment) ของโครงการ PPP ซึ่งการปรับค่าตอบแทนจะศึกษาทั้งเกณฑ์การปรับเพิ่มและลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงาน และ (3) เพื่อสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial model) และศึกษาปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk variables and risk profile) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักของสัญญา PPP ที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากค่าความพร้อมใช้ (Availability payment) และเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเสนอแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ แนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator) เพื่อให้ทุกผู้มีส่วนได้เสียได้รับผลตอบแทนที่เป็นไปตามเป้าประสงค์ ในสัญญาร่วมทุนระหว่างรัฐเจ้าของโครงการและเอกชน (Public-Private Partnership) ที่มีการจ่ายค่าตอบแทนให้กับเอกชนผู้ให้บริการตามความพร้อมใช้และคุณภาพของการให้บริการ

จากผลการศึกษา สามารถสรุปผลที่ได้ในแต่ละวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: เพื่อศึกษากลไกการจ่ายค่าตอบแทน (Payment mechanism) จากโครงการขนส่งทางถนนที่ใช้การจ่ายค่าตอบแทนตามความพร้อมใช้ (Availability-based payment) โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1: จากการศึกษาเชิงเอกสารทั้งของต่างประเทศและประเทศไทย พบว่า กลไกการจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบของ AP นั้น มีหัวใจหลักคือ “การให้บริการที่ดี” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับเอกชนผู้ให้บริการรักษาระดับการให้เป็นไปตาม “เกณฑ์คุณภาพการให้บริการตามมาตรฐานที่กำหนด” ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการพัฒนาและบริหารโครงการโดยรวม โดยการจ่ายค่าตอบแทน AP นั้นมีองค์ประกอบหลักคือ 1) ระดับและคุณภาพของการให้บริการ (Services) และ 2) การคิดค่าตอบแทน (Pricing) ตามระดับและคุณภาพของการให้บริการ แล้วจึงจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมกับระดับของคุณภาพในการให้บริการต่อไป ซึ่งค่าตอบแทนที่เอกชนผู้ให้บริการจะได้รับนั้น อาจจะมีการปรับลดน้อยลง ถ้าเอกชนผู้ให้บริการไม่สามารถให้บริการได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

โดยงานวิจัยนี้ได้นำผลที่ได้จากการศึกษาของวัตถุประสงค์นี้ ไปใช้ในการสร้างตัวแบบตัวแบบทางการเงิน (Financial model) และศึกษาปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk variables and risk profile) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักของสัญญา PPP ที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากค่าความพร้อมใช้ (Availability payment) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ของการศึกษานี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: เพื่อศึกษาเกณฑ์การคำนวณการปรับค่าตอบแทน (Performance adjustment) ของโครงการ PPP ซึ่งการปรับค่าตอบแทนจะศึกษาทั้งเกณฑ์การปรับเพิ่มและลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงาน

สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2: โดยทั่วไปแล้วกลไกการจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบ AP นั้นจะมีการปรับลดค่าตอบแทนเป็นหลัก โดยจากการศึกษาเกณฑ์การคำนวณการปรับลดค่าตอบแทนนั้น พบว่าการคำนวณสามารถพิจารณาได้โดยการปรับเป็นจำนวนเงินโดยตรงและการปรับในรูปแบบของการคิดคะแนน (Demerit Points) แล้วนำคะแนนที่ได้ไปคำนวณเป็นจำนวนเงินที่ถูกหักซึ่งอิงกับค่าจ้างสำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษา จะมีการปรับในทุกครั้งที่มีการจ่ายค่าตอบแทน โดยทั่วไปแล้วจะมีการจ่ายค่าตอบแทนในทุก ๆ ไตรมาสของแต่ละปี

อย่างไรก็ตาม ในต่างประเทศนอกจากการปรับลดแล้ว ยังมีการปรับเพิ่ม (Rewards หรือ Incentives) ในกรณีที่ผลการดำเนินงานสูงกว่าที่ระบุไว้ในสัญญา ในบางโครงการจะมีการปรับแต่งกลไกเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ ตัวอย่างเช่น โครงการ Norte และ Douro Interior ซึ่งเป็นทางสัมปทาน ในประเทศโปรตุเกส ที่เพิ่มกลไกการปรับเพิ่มค่าตอบแทน ถ้าโครงการมีอุบัติเหตุน้อยกว่าที่กำหนด หรือโครงการ Kicking Horse Canyon ที่ประเทศแคนาดา ที่มีการปรับเพิ่มค่าตอบแทนถ้าโครงการมีปริมาณจราจรที่มากขึ้น เป็นต้น

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3: เพื่อสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial model) และศึกษาปัจจัยเสี่ยงและระดับความเสี่ยง (Risk variables and risk profile) ของผู้มีส่วนได้เสียหลักของสัญญา PPP ที่ใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนจากค่าความพร้อมใช้ (Availability payment) และเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเสนอแนวทางในการพัฒนากลไกการปรับลดค่าตอบแทนให้สอดคล้องกับสถานะและเสถียรภาพทางการเงินของโครงการ แนวทางการจูงใจการให้บริการที่ดีของผู้ให้บริการ (Operator) และบริบทของประเทศไทย

สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3: หลังจากศึกษากลไกการจ่ายค่าตอบแทนในรูปแบบ AP (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) และศึกษาเกณฑ์การคำนวณการปรับลดค่าตอบแทนแล้วนั้น (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) ผู้วิจัยได้เสนอตัวแบบของการวัดผลตอบแทนทางการเงินที่เป็นไปได้ต่อผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ ทั้งนี้งานวิจัยนี้กำหนดของเขตของการศึกษาเฉพาะตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลตอบแทนทาง “การเงิน” เท่านั้น เนื่องจากตัวแปรด้านเศรษฐศาสตร์นั้นมีขอบเขตที่ค่อนข้างกว้างและต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสร้างตัวแบบเพื่อการประเมินผลตอบแทนทางการเงิน มีปัจจัยเสี่ยงหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อผลตอบแทนทางการเงิน ดังนี้

1. ปริมาณจราจร
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา
3. การปรับลดค่าตอบแทน
4. อัตราคิดลด

โดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical models) เพื่อการพยากรณ์ค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรเสี่ยง ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา มีหลายอย่างด้วยกัน ขึ้นกับลักษณะของข้อมูลและความเหมาะสมของการนำมาใช้ในการพยากรณ์ เช่น Geometric Brownian motion (GBM) สำหรับการพยากรณ์ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน Markov Chain สำหรับการพยากรณ์ค่าความเรียบของผิวถนน และ Envelope Method สำหรับการพยากรณ์การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น จากนั้นจึงนำสมการทางคณิศาสตร์ที่นำเสนอ ไปใช้ในตัวแบบทางการเงินที่พัฒนาขึ้นสำหรับโครงการกรณีศึกษา โดยตัวแบบทางการเงินนี้เป็นตัวแบบทางการเงินสำหรับผู้มีส่วนได้เสียหลักของโครงการ

จากวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ งานวิจัยนี้ได้นำวิธีและกรอบการคำนวณที่นำเสนอ ไปใช้กับ **โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา (M6)** ซึ่งเป็นโครงการกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ สรุปผลการประเมินและวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษา เป็นดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ พบว่า ตัวแปรเสี่ยงของรัฐเจ้าของโครงการ คือ “ปริมาณจราจร” ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อรายได้ของโครงการ ดังนั้นแล้วรัฐเจ้าของโครงการจะต้องมีมาตรการเพื่อจูงใจให้มีการใช้บริการโครงการที่มากขึ้น

ส่วนเอกชนผู้ให้บริการและผู้ให้กู้นั้น พบว่า ตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญที่สุดคือ “ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ” ดังนั้นแล้วเอกชนผู้ให้บริการจะต้องพยายามลดค่าใช้จ่ายในด้านนี้ให้ได้มากที่สุด เช่น การลดจำนวนของรถกู้ภัยในโครงการ การลดการบำรุงผิวทาง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลตอบแทนทางการเงินที่สูงขึ้น

ส่วนผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและความเสี่ยงของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียนั้น พบว่า โดยทั้งรัฐเจ้าของโครงการและเอกชนผู้ให้บริการต่างมีความเสี่ยงที่ค่อนข้างสูงที่ผลตอบแทนทางการเงินจะไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ดังนั้นแล้วเพื่อปรับลดความเสี่ยงนั้นจึงต้องพิจารณาปัจจัยเสี่ยงที่แต่ละภาคส่วนต้องแบกรับ โดยรัฐมีความต้องการให้มีผู้ใช้บริการมาก เพื่อให้มีรายรับที่สูงขึ้น ส่วนเอกชนผู้ให้บริการนั้น มีความต้องการในการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา เช่นเดียวกับกรณีของผู้ให้เงินกู้

แต่ทว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษานั้นแปรผันตรงกับปริมาณจราจร จึงก่อให้เกิดเป้าหมายหรือทิศทางในการดำเนินงานที่ไม่สอดคล้องไปในทางเดียวกัน ฉะนั้นแล้วควรมีการพัฒนากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมกับสภาวะการที่เปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต โดยรัฐเจ้าของโครงการควรจะสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้ให้บริการให้มีความต้องการที่เพิ่มขึ้นทางด้านปริมาณจราจรด้วยดังตัวอย่างในหัวข้อที่ 5.3 เพื่อให้ทิศทางของแรงจูงใจและผลประโยชน์เป็นไปในแนวเดียวกัน (Alignment of interest) รวมถึงการพิจารณาอัตราส่วนแบ่งรายได้ที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้รัฐเสียประโยชน์มากเกินไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากที่ได้กล่าวไปแล้วถึงการพัฒนากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทน นั้น สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจ (Decision-making support tool) สำหรับรัฐเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ก่อนการอนุมัติการดำเนินงานของโครงการในลักษณะเดียวกันต่อไป

6.4 ข้อจำกัด อุปสรรค และปัญหาในการทำวิจัย

ข้อจำกัด อุปสรรค และปัญหา ของงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน - นครราชสีมา (M6) ซึ่งเป็นโครงการกรณีศึกษา เป็นโครงการใหม่ (Greenfield project) ซึ่งยังไม่มีค่าสถิติ ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้จากโครงการที่คล้าย ๆ กัน โดยได้เลือกใช้โครงการ ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข เป็นโครงการเทียบเคียง

2. ค่าทางสถิติของการปิดสายทางของทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 7 นั้น ไม่ได้มีการกำหนดจำนวนช่องจราจรที่ถูกปิด ดังนั้นการพิจารณาการปรับลดค่าตอบแทนจากความไม่พร้อมใช้ของสายทางนั้น จึงพิจารณาบนสมมติฐานที่ช่องจราจร ถูกปิด 1 ช่องจราจรเท่านั้น

3. สำหรับการปรับลดค่าตอบแทนจากการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานนั้น ในงานวิจัยนี้ได้เลือกมา 2 ปัจจัยเป็นตัวแทน โดยปัจจัยในการปรับลดค่าตอบแทนดังกล่าวนั้นยังมีอีกหลายปัจจัยที่ไม่ได้นำมาคำนวณในงานวิจัยนี้ ตัวอย่างเช่น ความไม่พร้อมใช้ของระบบภายในโครงการ เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดด้านเนื้อหาและระยะเวลาในการทำวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา

6.5 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต

1. แนวทางในการพัฒนากลไกการจ่ายค่าตอบแทนเพื่อปรับลดความเสี่ยงและสร้างแรงจูงใจของแต่ละผู้มีส่วนได้เสียให้เหมาะสม นั้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการนำเสนอการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและระดับของความเสี่ยงที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่เหมาะสมและยอมรับได้ของทุกฝ่าย ทั้งนี้เพื่อให้การศึกษาแนวทางในการพัฒนากลไกและเกณฑ์การจ่ายค่าตอบแทนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ควรต้องพิจารณาถึงความสมดุลในกลไกนั้น ๆ ด้วย ยกตัวอย่างเช่น การปรับลดค่าตอบแทนที่อาจจะมากเกินไปจนก่อให้เกิดผลตอบแทนที่ไม่เป็นตามเป้าประสงค์ของเอกชนผู้ให้บริการ หรือการปรับลดค่าตอบแทนที่น้อยเกินไปอาจไม่ส่งผลต่อผลตอบแทนของเอกชนผู้ให้บริการ ซึ่งทำให้เอกชนผู้ให้บริการไม่สนใจในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และยังส่งผลเสียต่อรัฐเจ้าของโครงการเจ้าของโครงการและประชาชนผู้ใช้บริการอีกด้วย เป็นต้น

2. การศึกษานี้กำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลตอบแทนทางด้านการเงินเท่านั้น สำหรับการประเมินโครงการของรัฐเจ้าของโครงการ นอกจากต้นทุนและผลประโยชน์ที่เป็นตัวเงินแล้ว ยังมีต้นทุนและประโยชน์ที่ไม่ใช่ตัวเงิน ซึ่งควรนำมารวมในการสรุปความเป็นไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนของรัฐเจ้าของโครงการมีความสมบูรณ์มากขึ้น อย่างไรก็ตาม กรณีของโครงการร่วมทุน หรือ PPP นั้น ผลตอบแทนทางด้านการเงินยังมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากเอกชนผู้ให้บริการได้เข้าเกี่ยวข้องในการลงทุนและดำเนินงานโดยมุ่งหวังผลกำไรทางธุรกิจอยู่ สำหรับผู้ที่สนใจสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ นั้นสามารถนำตัวแบบที่นำเสนอไปใช้ได้โดยการเพิ่มตัวแปรทางด้านเศรษฐศาสตร์เข้าไปได้ โดยผลการวิเคราะห์ของรัฐก็จะอยู่ในรูป Social NPV

อีกทั้งแบบจำลองนี้พัฒนามาจากรูปแบบของสัญญาประเภท PPP Gross Cost ซึ่งพิจารณาการจ่ายค่าตอบแทนแบบเหมารวม และมีการปรับลดค่าตอบแทน กรณีที่เอกชนผู้ให้บริการไม่สามารถให้บริการได้ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยมีโครงการกรณีศึกษาจากโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 บางปะอิน – นครราชสีมา ผู้วิจัยที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการอื่นที่มีการจ่ายค่าตอบในลักษณะเดียวกัน เช่น โครงการรถไฟฟ้า โครงการรถร่วมบริการ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Ahmed, M. (2007). A survey of the payment mechanisms for transportation DBFO projects in British Columbia. *Construction Management & Economics*, *25*, 529-543. https://doi.org/10.1080/01446190601161465

Aziz, A. A., & Abdelhalim, K. (2017). Comparative Analysis of P3 Availability Payments in the USA and Canada. In *Advances in Public-Private Partnerships* (pp. 560-573). https://doi.org/doi:10.1061/9780784480267.044

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2008). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill/Irwin. https://books.google.co.th/books?id=eIUiAQAAMAAJ

Cadar, R., Boitor, M. R., & Dumitrescu, M. (2017). EFFECTS OF TRAFFIC VOLUMES ON ACCIDENTS: THE CASE OF ROMANIa S NATIONAL ROADS.

Chan, H. (2017). Operations and Maintenance Practice of U.S. Public-Private Partnership Roadways. In *Advances in Public-Private Partnerships* (pp. 146-158). https://doi.org/doi:10.1061/9780784480267.012

Cruz, C. O., Kokkaew, N., & Marques, R. C. (2017). Public-Private Partnerships for High-Speed Rail Projects: Portugal and Thailand. In *Advances in Public-Private Partnerships* (pp. 133-145). https://doi.org/doi:10.1061/9780784480267.011

Cruz, C. O., & Marques, R. C. (2013). Risk-Sharing in Highway Concessions: Contractual Diversity in Portugal. *139*(2), 99-108. https://doi.org/doi:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000131

Dailami, M., Lipkovich, I., & Dyck, J. (1999). INFRISK : a computer simulation approach to risk management in infrastructure project finance transactions.

Davis, H. A. (2008). *Infrastructure Finance: Trends and Techniques*. Euromoney Books. https://books.google.co.th/books?id=cxiTvmbpuVIC

Engel, E., Fischer, R., & Galetovic, A. (2020). Public-Private Partnerships: Some Lessons After 30 Years. *Regulation*, *43*(Fall 2020).

FHWA. (2016). *Public-Private Partnership Availability Payment Concessions Model Contract Guide* (FHWA-HIN-17-002). https://www.transportation.gov/buildamerica/sites/buildamerica.dot.gov/files/20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

19-08/ap_concession_model_p3_contract_guide_0117_0.pdf

Garvin, M., & Bosso, D. (2008). Assessing the Effectiveness of Infrastructure Public—Private Partnership Programs and Projects. *Public Works Management & Policy*, *13*, 162-178. https://doi.org/10.1177/1087724X08323845

Grimsey, D., & Lewis, M. K. (2005). Are Public Private Partnerships Value for Money? Evaluating Alternative Approaches and Comparing Academic and Practitioner Views. *Accounting Forum*, *29*, 345-378. https://doi.org/10.1016/j.accfor.2005.01.001

Haas, R. C. G., & Hudson, W. R. (1978). *Pavement Management Systems*. McGraw-Hill. https://books.google.co.th/books?id=sjNSAAAAMAAJ

Hawk, H. (1995). BRIDGIT deterioration models. 19-22.

Hui, S., Ying, Z., & Zhi-Qing, F. (2010). Value for money test in infrastructure procurement. *2010 International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management, ICLSIM 2010*, *1*. https://doi.org/10.1109/ICLSIM.2010.5461363

Iossa, E., Spagnolo, G., & Vellez, M. (2007). Best Practices on Contract Design in Public-Private Partnerships.

Kurakaew, N., Kokkaew, N., & Suksuwan, N. (2016). The Analysis of Value-for-Money (VfM) for Public Private Partnership Infrastructure: A Public Sector Comparator Approach. *WMS Journal of Management*, *5*(1), 26-39.

Mäkinen, S., & Pakkala, P. (2017). Experiences from PPP Road Projects in Finland. In *Advances in Public-Private Partnerships* (pp. 66-80). https://doi.org/doi:10.1061/9780784480267.006

Markard, J. (2011). Transformation of Infrastructures: Sector Characteristics and Implications for Fundamental Change. *Journal of Infrastructure Systems*, *17*. https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000056

Mun, J. (2006). Modeling Risk: Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Stochastic Forecasting, and Optimization. In (pp. 74-77). John Wiley & Sons, Inc.

National Research Council. (1996). *Measuring and Improving Infrastructure Performance*. The National Academies Press. https://doi.org/doi:10.17226/4929

Pantelias, A., & Zhang, Z. (2010). Methodological Framework for Evaluation of Financial

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Viability of Public-Private Partnerships: Investment Risk Approach. *16*(4), 241-250. https://doi.org/doi:10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000015

Pérez-Acebo, H., Mindra, N., Railean, A., & Rojí, E. (2019). Rigid pavement performance models by means of Markov Chains with half-year step time. *International Journal of Pavement Engineering*, *20*(7), 830-843. https://doi.org/10.1080/10298436.2017.1353390

Robinson, H. S., & Scott, J. (2009). Service delivery and performance monitoring in PFI/PPP projects. *Construction Management and Economics*, *27*(2), 181-197. https://doi.org/10.1080/01446190802614163

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

Sarker, P., & Lester, H. D. (2019). Post-Disaster Recovery Associations of Power Systems Dependent Critical Infrastructures. *Infrastructures*, *4*(2), 30. https://www.mdpi.com/2412-3811/4/2/30

Sawant, R. J. (2010). *Infrastructure Investing: Managing Risks & Rewards for Pensions, Insurance Companies & Endowments*. Wiley. https://books.google.co.th/books?id=UVwiigFADikC

Shang, L., & Aziz, A. A. (2018). The USA PPP Payment Mechanisms: A Comparison to the Canadian PPP Systems. In *Construction Research Congress 2018* (pp. 129-138). https://doi.org/doi:10.1061/9780784481295.014

Tamayo, J., Vassallo, J. M., & Baeza, M. d. l. Á. (2014). Unbundling tolls from contracts: a new road PPP model. *Public Money & Management*, *34*. https://doi.org/10.1080/09540962.2014.962373

Tighe, S., He, Z., & Haas, R. (2001). Environmental Deterioration Model for Flexible Pavement Design: An Ontario Example. *Transportation Research Record*, *1755*(1), 81-89. https://doi.org/10.3141/1755-09

UNIDO. (1996). *Guidelines for Infrastructure Development Through Build-Operate-Transfer (BOT) Projects*. United Nations Industrial Development Organization. https://books.google.co.th/books?id=rkWPOgAACAAJ

Vose, D. (2008). *Risk Analysis – A Quantitative Guide*. John Wiley & Sons, Ltd.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Weber, B., & Alfen, H. W. (2012). Infrastructure–An Overview. In *Infrastructure as an Asset Class* (pp. 1-20). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119205852.ch1

Zhang, X. (2005). Financial Viability Analysis and Capital Structure Optimization in Privatized Public Infrastructure Projects. *131*(6), 656-668. https://doi.org/doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:6(656)

กรมทางหลวง. (2559). รายงานการศึกษาและวิเคราะห์โครงการตามพระราชบัญญัติ การให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. *2556*.

กรมทางหลวง. (2562). Request for Proposal Volume 4 DOH's Reqirement: Part 3 Outline Operation and Maintenance Specification.

วงษ์วีระนิมิตร, ว. (2547). การพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางลาดยางในถนนที่มีปริมาณการจราจรต่ำ โดยวิธีลูกโซ่มาร์คอฟ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย/กรุงเทพฯ].

วานิชย์บัญชา, ก. (2545). การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย (Vol. 6). บริษัทธรรมสาร.

สำนักแผนงาน. (2563). ผลการคัดเลือกเอกชนและร่างสัญญาร่วมลงทุนโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข *6* สายบางปะอิน - นครราชสีมา สำหรับการให้เอกชนร่วมลงทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (*Operation and Maintenance : O&M)* และการชี้แจงประเด็นข้อสังเกตของสำนักงานอัยการสูงสุดและความเห็นของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ. (คค (ปคร) 0808.5/215).

สำนักงบประมาณ. (2558 - 2565). เอกสารงบประมาณรายจ่าย กระทรวงคมนาคม.

สำนักงบประมาณของรัฐสภา. (2559). การวิเคราะห์การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (รายงานวิชาการสำนักงบประมาณของรัฐสภา, Issue.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ. (2558). *(*ร่าง) คู่มือวิธีการเสนอโครงการร่วมลงทุน.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

การพยากรณ์ปริมาณจราจรของโครงการในอนาคต กรณี Deterministic Model

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรกรณี Deterministic Model นั้น ได้พิจารณาให้ปริมาณจราจรในปีแรก (ปีที่ 8 ของงบประมาณ) มาจากการคำนวณโดยวิธี NAM และ SAM ส่วนในปีถัดไปนั้น ได้พิจารณาในอัตราการเพิ่มขึ้นใน 10 ปีแรกที่ 5% 10 ปีถัดไปที่ 3% และ 10 ปีสุดท้ายที่ 1% โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ปีที่	4 ล้อ (คัน)	6 ล้อ (คัน)	มากกว่า 6 ล้อ (คัน)
8	37508	1807	4175
9	39434	1882	4348
10	41457	1961	4529
11	43584	2043	4718
12	45820	2128	4914
13	48170	2217	5119
14	50498	2352	5431
15	52938	2494	5762
16	55494	2647	6114
17	58174	2808	6486
18	59820	2922	6749
19	61584	3019	6972
20	63403	3118	7202
21	65275	3220	7439
22	67202	3327	7685
23	69186	3436	7937
24	71153	3572	8250
25	73177	3713	8576
26	75256	3860	8913
27	77394	4012	9265
28	78046	4088	9443
29	78947	4093	9454
30	79856	4098	9464
31	80775	4103	9475

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

32	81704	4107	9484
33	82642	4111	9495
34	83607	4110	9494
35	84582	4110	9491
36	85566	4109	9489
37	86562	4108	9487

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรในอนาคตกรณี Deterministic Mode

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข.

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปีที่	Fixed cost (ล้านบาท)	Variable cost (ล้านบาท)
8	204	206
9	220	222
10	236	239
11	254	257
12	273	276
13	294	297
14	317	321
15	343	346
16	370	373
17	399	403
18	422	426
19	446	450
20	470	475
21	496	501
22	524	529
23	553	558
24	586	592
25	620	627
26	657	664
27	696	703
28	723	730
29	748	755
30	773	780
31	799	807
32	826	834
33	854	862
34	881	890
35	910	919
36	940	949
37	971	981

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค.

รูปแบบทางการเงินของรัฐเจ้าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Unit: Million baht									
	Acquisition	Construction	AADT	revenues	consturction	Availability	Net	PV Factors	PV of
Year	Costs	Cost			repayment	Payment rep +vat	Revenues	(r=4%)	Revenues
0	6630						-6630	1.000	-6630
1		18733					-18733	0.962	-18012.5
2		17556					-17556	0.925	-16231.509
3		13262					-13262	0.889	-11789.87
4		16718					-16718	0.855	-14290.616
5							0	0.822	0
6			Construction of System By Private Operator				0	0.790	0
7							0	0.760	0
8		Operation	43490	2063	359	713	991	0.731	723.75997
9			45665	2220	359	723	1138	0.703	799.70022
10			47948	2388	359	759	1269	0.676	857.51157
11			50345	2567	359	797	1411	0.650	916.26807
12			52862	2762	359	838	1565	0.625	977.30341
13			55505	2969	359	880	1730	0.601	1039.0665
14			58281	3206	359	924	1922	0.577	1109.9309
15			61195	3460	359	971	2130	0.555	1182.6211
16			64255	3734	359	1020	2354	0.534	1256.9925
17			67467	4028	359	1071	2598	0.513	1333.6118
18			69491	4264	359	1125	2780	0.494	1372.1516
19			71576	4501	359	1182	2959	0.475	1404.5729
20			73723	4750	359	1242	3149	0.456	1437.3189
21			75935	5013	359	1304	3349	0.439	1469.633
22			78213	5291	359	1370	3562	0.422	1502.9759
23			80559	5583	359	1439	3785	0.406	1535.6141
24			82976	5916	359	1512	4044	0.390	1577.8201
25			85466	6266	359	1588	4319	0.375	1619.9461
26			88029	6637	359	1668	4610	0.361	1662.7812
27			90670	7031	359	1752	4919	0.347	1706.1631
28			91577	7304		1840	5464	0.333	1821.9808
29			92493	7551		1933	5618	0.321	1801.3246
30			93418	7804		2030	5774	0.308	1780.1498
31			94352	8068		2133	5935	0.296	1759.5662
32			95295	8339		2240	6099	0.285	1738.6399
33			96248	8622		2353	6269	0.274	1718.2245
34			97211	8902		2472	6431	0.264	1694.8552
35			98183	9194		2596	6597	0.253	1671.9036
36			99165	9495		2727	6768	0.244	1649.0986
37			100156	9805		2874	6931	0.234	1623.9519
								NPV	-24209

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง.
รูปแบบทางการเงินของเอกชนผู้ให้บริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Unit: Million baht

Year		Construction Cost	Financing Fees	Construction Repayment	O&M Lump sum Payment	O&M Re-measurement Payment	Adjustment Payment	Availability Payment before VAT	Availability Payment (AP)	Operator O&M	Cash Flow Available for DS	DS	Principal	Interest	Remaining balance	Depreciation	TAX	ECF	Discounted ECF
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] = [4]+[5]+[6]	[8] = [7] x 1.07	[9]	[10] = [3] +[8]- [9]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
0		2156.022	43												1121.13			-1078.011	-1078
1		2156.022	43												2242.26			-1078.011	-1037
2		2874.696	57												3737.10			-1437.348	-1329
3	1			359.337	666		0	666	713	411	662	292.69	68.00	224.69	3669.11	239.56	39.54	329.72	293
4	2			359.337	675		0	675	723	442	640	292.69	72.08	220.61	3597.03	239.56	35.99	311.45	266
5	3			359.337	709		0	709	759	475	643	292.69	76.42	216.27	3520.61	239.56	37.49	313.08	257
6	4			359.337	745		0	745	797	511	646	292.69	81.01	211.68	3439.60	239.56	38.92	314.23	248
7	5			359.337	783		9	774	828	550	638	292.69	85.88	206.81	3353.71	239.56	38.30	306.88	233
8	6			359.337	822		9	813	870	591	638	292.69	91.05	201.64	3262.67	239.56	39.42	306.19	224
9	7			359.337	864		10	854	914	638	635	292.69	96.52	196.17	3166.15	239.56	39.88	302.57	213
10	8			359.337	907		10	897	960	689	631	292.69	102.32	190.36	3063.82	239.56	40.14	297.77	201
11	9			359.337	953		11	942	1008	743	625	292.69	108.48	184.21	2955.34	239.56	40.17	291.74	190
12	10			359.337	1001		14	987	1056	802	614	292.69	115.00	177.69	2840.35	239.56	39.27	281.63	176
13	11			359.337	1052		15	1037	1109	849	620	292.69	121.91	170.78	2718.43	239.56	41.96	285.47	171
14	12			359.337	1105		15	1089	1166	896	629	292.69	129.24	163.45	2589.19	239.56	45.26	291.35	168
15	13			359.337	1161		16	1145	1225	945	639	292.69	137.01	155.68	2452.18	239.56	48.68	297.28	165
16	14			359.337	1219		17	1203	1287	998	649	292.69	145.25	147.44	2306.92	239.56	52.30	303.52	162
17	15			359.337	1280		17	1263	1352	1053	658	292.69	153.98	138.70	2152.94	239.56	55.99	309.55	159
18	16			359.337	1345		18	1327	1420	1111	669	292.69	163.24	129.45	1989.70	239.56	59.92	316.01	156
19	17			359.337	1413		18	1395	1492	1177	674	292.69	173.06	119.63	1816.64	239.56	63.06	318.74	151
20	18			359.337	1484		19	1465	1568	1247	680	292.69	183.46	109.23	1633.17	239.56	66.32	321.38	147
21	19			359.337	1559		19	1540	1647	1321	686	292.69	194.49	98.19	1438.68	239.56	69.63	323.58	142
22	20			359.337	1637		20	1618	1731	1399	691	292.69	206.19	86.50	1232.49	239.56	73.00	325.37	137
23	21				1720		20	1700	1819	1453	365	292.69	218.59	74.10	1013.91	239.56	10.30	62.19	25
24	22				1807		21	1786	1911	1503	408	292.69	231.73	60.96	782.18	239.56	21.55	94.04	37
25	23				1898		21	1876	2008	1553	455	292.69	245.66	47.03	536.52	239.56	33.63	128.42	48
26	24				1993		22	1972	2110	1606	504	292.69	260.43	32.26	276.09	239.56	46.44	164.89	59
27	25				2094		22	2071	2216	1660	557	292.69	276.09	16.60	0.00	239.56	60.15	204.07	71
28	26				2199		23	2176	2329	1716	613					239.56	74.69	538.33	180
29	27				2310		23	2287	2447	1772	675					239.56	87.12	588.04	189
30	28				2426		24	2402	2571	1830	741					239.56	100.32	640.83	198
31	29				2548		24	2524	2701	1889	811					239.56	114.37	697.04	207
32	30				2686		25	2661	2848	1951	896					239.56	131.37	765.05	218
																		NPV (r=4.0%)	1647

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Unit: Million baht

Year		Construction Cost	Financing Fees	Construction Repayment	O&M Lump sum Payment	O&M Re-measurement Payment	Adjustment Payment	Availability Payment before VAT	Availability Payment (AP)	Operator O&M	Cash Flow Available for DS	DS	Principal	Interest	Remaining balance	Depreciation	TAX	ECF	Discounted ECF
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] = [4]+[5]+[6]	[8] = [7] x 1.07	[9]	[10] = [3] +[8]- [9]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
0		2156.022	43												1121.13			-1078.011	-1078
1		2156.022	43												2242.26			-1078.011	-993
2		2874.696	57												3737.10			-1437.348	-1219
3	1			359.337	666		0	666	713	411	662	292.69	68.00	224.69	3669.11	239.56	39.54	329.72	257
4	2			359.337	675		0	675	723	442	640	292.69	72.08	220.61	3597.03	239.56	35.99	311.45	224
5	3			359.337	709		0	709	759	475	643	292.69	76.42	216.27	3520.61	239.56	37.49	313.08	207
6	4			359.337	745		0	745	797	511	646	292.69	81.01	211.68	3439.60	239.56	38.92	314.23	192
7	5			359.337	783		9	774	828	550	638	292.69	85.88	206.81	3353.71	239.56	38.30	306.88	172
8	6			359.337	822		9	813	870	591	638	292.69	91.05	201.64	3262.67	239.56	39.42	306.19	158
9	7			359.337	864		10	854	914	638	635	292.69	96.52	196.17	3166.15	239.56	39.88	302.57	144
10	8			359.337	907		10	897	960	689	631	292.69	102.32	190.36	3063.82	239.56	40.14	297.77	130
11	9			359.337	953		11	942	1008	743	625	292.69	108.48	184.21	2955.34	239.56	40.17	291.74	118
12	10			359.337	1001		14	987	1056	802	614	292.69	115.00	177.69	2840.35	239.56	39.27	281.63	105
13	11			359.337	1052		15	1037	1109	849	620	292.69	121.91	170.78	2718.43	239.56	41.96	285.47	98
14	12			359.337	1105		15	1089	1166	896	629	292.69	129.24	163.45	2589.19	239.56	45.26	291.35	92
15	13			359.337	1161		16	1145	1225	945	639	292.69	137.01	155.68	2452.18	239.56	48.68	297.28	86
16	14			359.337	1219		17	1203	1287	998	649	292.69	145.25	147.44	2306.92	239.56	52.30	303.52	81
17	15			359.337	1280		17	1263	1352	1053	658	292.69	153.98	138.70	2152.94	239.56	55.99	309.55	76
18	16			359.337	1345		18	1327	1420	1111	669	292.69	163.24	129.45	1989.70	239.56	59.92	316.01	72
19	17			359.337	1413		18	1395	1492	1177	674	292.69	173.06	119.63	1816.64	239.56	63.06	318.74	66
20	18			359.337	1484		19	1465	1568	1247	680	292.69	183.46	109.23	1633.17	239.56	66.32	321.38	62
21	19			359.337	1559		19	1540	1647	1321	686	292.69	194.49	98.19	1438.68	239.56	69.63	323.58	57
22	20			359.337	1637		20	1618	1731	1399	691	292.69	206.19	86.50	1232.49	239.56	73.00	325.37	53
23	21				1720		20	1700	1819	1453	365	292.69	218.59	74.10	1013.91	239.56	10.30	62.19	9
24	22				1807		21	1786	1911	1503	408	292.69	231.73	60.96	782.18	239.56	21.55	94.04	13
25	23				1898		21	1876	2008	1553	455	292.69	245.66	47.03	536.52	239.56	33.63	128.42	16
26	24				1993		22	1972	2110	1606	504	292.69	260.43	32.26	276.09	239.56	46.44	164.89	19
27	25				2094		22	2071	2216	1660	557	292.69	276.09	16.60	0.00	239.56	60.15	204.07	22
28	26				2199		23	2176	2329	1716	613					239.56	74.69	538.33	53
29	27				2310		23	2287	2447	1772	675					239.56	87.12	588.04	54
30	28				2426		24	2402	2571	1830	741					239.56	100.32	640.83	54
31	29				2548		24	2524	2701	1889	811					239.56	114.37	697.04	54
32	30				2686		25	2661	2848	1951	896					239.56	131.37	765.05	55
																		NPV (r=4.0%)	-489

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ.
รูปแบบทางการเงินของผู้ให้กู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน่วย:ล้านบาท

ปีที่ชำระเงินกู้	เงินกู้	เงินต้นคงเหลือ	เงินต้น	ดอกเบี้ย	ชำระเงินกู้รวม	DSCR
-3	1078.011	1078.011		66	66	
-2	1078.011	2156.022		132	132	
-1	1437.348	3593.37		220	220	
1		3325	268	16	284	2.33
2		3073	253	15	268	2.39
3		2835	238	15	253	2.55
4		2611	224	14	238	2.71
5		2399	211	13	224	2.84
6		2200	199	12	211	3.02
7		2013	188	11	199	3.19
8		1836	177	11	188	3.36
9		1669	167	10	177	3.53
10		1512	157	10	167	3.68
11		1364	148	9	157	3.95
12		1225	139	9	148	4.25
13		1094	131	8	139	4.58
14		970	124	8	131	4.94
15		853	117	7	124	5.32
16		743	110	7	117	5.73
17		640	104	6	110	6.14
18		542	98	6	104	6.57
19		450	92	6	98	7.03
20		364	87	5	92	7.52
21		282	82	5	87	4.22
22		205	77	5	82	5.00
23		133	72	4	77	5.91
24		64	68	4	72	6.95
25		0	64	4	68	8.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ.
การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ด้วย MAPE
ระยะเวลาในการจัดการอุบัติเหตุ (D1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปีที่	กรณี Deterministic (นาที)	กรณี Stochastic (นาที)	MAPE
1	48.07	48.07	0.00447
2	48.07	48.07	0.004928
3	48.04	48.07	0.059295
4	48.15	48.07	0.171719
5	48.08	48.07	0.024232
6	48.09	48.07	0.049335
7	47.97	48.07	0.214283
8	48.07	48.07	0.000294
9	48.07	48.07	0.002164
10	48.13	48.07	0.13498
11	48.14	48.07	0.151255
12	48.09	48.07	0.03822
13	48.03	48.07	0.073546
14	48.11	48.07	0.081128
15	48.07	48.07	0.006604
16	48.08	48.07	0.02515
17	48.06	48.07	0.020154
18	47.99	48.07	0.171294
19	48.11	48.07	0.079694
20	48.06	48.07	0.024683
21	48.08	48.07	0.025271
22	48.07	48.07	1.87E-05
23	48.05	48.07	0.037463
24	48.06	48.07	0.010845
25	48.04	48.07	0.068344
26	48.06	48.07	0.015203
27	48.13	48.07	0.134759
28	48.09	48.07	0.048652
29	48.02	48.07	0.096606
30	48.06	48.07	0.020762

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช.

การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ด้วย MAPE

ระยะเวลาในการเข้าถึงอุบัติเหตุ (D2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปีที่	กรณี Deterministic (นาที)	กรณี Stochastic (นาที)	MAPE
1	10.7	10.46	2.29
2	10.7	10.44	2.42
3	10.7	10.47	2.18
4	10.7	10.46	2.25
5	10.7	10.46	2.24
6	10.7	10.45	2.30
7	10.7	10.47	2.16
8	10.7	10.45	2.29
9	10.7	10.46	2.22
10	10.7	10.46	2.21
11	10.7	10.46	2.27
12	10.7	10.46	2.24
13	10.7	10.47	2.17
14	10.7	10.46	2.25
15	10.7	10.45	2.30
16	10.7	10.44	2.39
17	10.7	10.45	2.30
18	10.7	10.45	2.31
19	10.7	10.46	2.21
20	10.7	10.46	2.22
21	10.7	10.47	2.18
22	10.7	10.47	2.12
23	10.7	10.47	2.11
24	10.7	10.44	2.39
25	10.7	10.46	2.26
26	10.7	10.46	2.28
27	10.7	10.48	2.09
28	10.7	10.47	2.19
29	10.7	10.46	2.25
30	10.7	10.46	2.20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ.
การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ด้วย MAPE
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปีที่	กรณี Deterministic (ล้านบาท)	กรณี Stochastic (ล้านบาท)	MAPE
1	411.08	410.54	0.13
2	443.44	441.81	0.37
3	477.99	475.16	0.60
4	516.79	510.89	1.16
5	556.69	549.57	1.30
6	600.91	590.90	1.69
7	649.55	637.93	1.82
8	701.22	688.56	1.84
9	756.87	742.98	1.87
10	818.72	801.66	2.13
11	865.59	848.62	2.00
12	913.90	895.64	2.04
13	967.18	945.33	2.31
14	1020.33	997.52	2.29
15	1075.82	1052.99	2.17
16	1138.04	1111.09	2.43
17	1204.83	1177.19	2.35
18	1278.50	1246.89	2.54
19	1355.05	1320.83	2.59
20	1432.65	1399.14	2.39
21	1491.41	1453.48	2.61
22	1541.53	1502.60	2.59
23	1593.72	1553.04	2.62
24	1646.79	1605.54	2.57
25	1705.00	1659.55	2.74
26	1759.68	1715.74	2.56
27	1819.76	1771.58	2.72
28	1879.68	1829.52	2.74
29	1937.59	1889.43	2.55
30	2000.89	1951.29	2.54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นันทพัฒน์ ปิ่นตบแต่ง
วัน เดือน ปี เกิด	8 สิงหาคม 2538
สถานที่เกิด	ราชบุรี
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	51 หมู่ 8 ตำบลหนองกบ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY