การประยุกต์ใช้เกมการต่อรองและเรียลออปชันเพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขการเจรจาขอแก้ไขสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน ด้วยวิธีการจำลอง Monte Carlo

นายชานน อธิปัญญา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

Application of Bargaining Game and Real Option for Analysis of PPP Renegotiation Trigger Variables Using Monte Carlo Method

Mr. Chanon Atipanya

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 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้เกมการต่อรองและเรียลออปชันเพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขการเจรจาขอแก้ไขสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน ด้วยวิธีการจำลอง Monte Carlo
โดย	นายชานน อธิปัญญา
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

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

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.กองกูณฑ์ โตชัยวัฒน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชานน อธิปัญญา : การประยุกต์ใช้เกมการต่อรองและเรียลออปชันเพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขการเจรจาขอแก้ไขสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน ด้วยวิธีการจำลอง Monte Carlo. (Application of Bargaining Game and Real Option for Analysis of PPP Renegotiation Trigger Variables Using Monte Carlo Method) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.นคร กกแก้ว

ปัจจุบันมีการใช้สัญญาการร่วมทุนระหว่างรัฐและเอกชนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของประเทศมากขึ้น โดยรัฐเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามาร่วมลงทุนและดำเนินการในโครงการ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณและความสามารถในการกู้ อีกทั้งสัญญาการร่วมทุนยังส่งเสริมการแข่งขันของภาคเอกชนในการบริหารจัดการ ตลอดจนการแบ่งสรรความเสี่ยงที่เหมาะสมระหว่างรัฐและเอกชน อย่างไรก็ตามสัญญาร่วมทุนมักมีระยะเวลาคงที่และนานหลายปี เช่น 25-30 ปี เป็นต้น ซึ่งสัญญาระยะยาวย่อมมีความเสี่ยงสูง ทำให้มักเกิดเหตุการณ์ขอเจรจาแก้ไขสัญญาจากเอกชนผู้รับสัมปทานในช่วงดำเนินงาน กรณีที่หากเกิดเหตุการณ์เสี่ยงที่ส่งผลเชิงลบต่อผลการดำเนินงาน อีกทั้งโครงการร่วมลงทุนแต่ละโครงการมีบริบท ต้นทุน ผลประโยชน์และความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาสัมปทานที่เป็นแบบคงที่หรือการกำหนดรูปแบบการสนับสนุนที่เหมือนกัน อาจทำให้ภาครัฐเสียโอกาสในรายได้ที่ควรจะได้รับกรณีที่โครงการมีผลการดำเนินงานดีกว่าที่ประเมินในรายงานผลการศึกษาโครงการ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อใช้วิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการภายใต้การจำลองแบบมอนติคาร์โล โดยใช้หลักทฤษฎีเกมเพื่อหาระยะเวลาสัมปทานและกรอบแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสนับสนุนจากภาครัฐในรูปแบบต่างๆด้วยการวิเคราะห์แบบเรียลออปชัน เช่น การวิเคราะห์การสนับสนุนโดยการให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด หรือ การกำหนดระยะเวลาสัมปทานแบบยืดหยุ่น เนื่องจากเป็นการศึกษากรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ดังนั้นจึงมีการกำหนดตัวแปรบางอย่างเพื่อให้สามารถทดสอบตัวแบบที่สร้างขึ้นมาได้ สำหรับการศึกษาในอนาคตอาจศึกษาถึงที่มาและผลของตัวแปรที่แตกต่างออกไป

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6470159221 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD: Public Private Partnership (PPP), Concession period, Government Support, Monte Carlo simulation, Game theory, Real Option Analysis

Chanon Atipanya : Application of Bargaining Game and Real Option for Analysis of PPP Renegotiation Trigger Variables Using Monte Carlo Method. Advisor: Assoc. Prof. Nakhon Kokkaew

Governments around the world are employing Public Private Partnerships (PPPs) as an alternative infrastructure project delivery. Under PPP arrangements, the private sector is welcome to finance and operate the project, usually for a fixed period, on behalf of a responsible public agency. PPPs can help lessen the government's strain on the fiscal budget and increase public borrowing. However, like in many countries, Thailand’s PPP contracts have a fixed period, usually 25 to 30 years. Such long-term contracts certainly carry high operating risks, as a result, private concessionaires often seek contract renegotiation in case there is an event that negatively affects their operating revenues. Moreover, each PPP project has different settings, construction and O&M costs, benefits, and transferred risks. Therefore, this study is to present a computational framework based on Monte Carlo simulation and Game Theory for determining the concession period for a PPP project. Together with analysis of government support efficiency using real options analysis, for example, low-interest rate loan and flexible concession period. Since this study is mainly focused on developing the computational framework, certain parameters used in this study were assumed to illustrate the application of the proposed model. Therefore, for further study, these parameters should be further investigated.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

Academic Year: 2023 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความรู้ทางวิชาการ คำแนะนำ และข้อคิดอันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์แก่ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ดร.นคร กกแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสละเวลาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่สละเวลาช่วยตรวจสอบและให้ข้อชี้แนะที่เป็นประโยชน์ขอขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้มอบความรู้และข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ข้อมูล อำนวยความสะดวก และความกรุณาในการให้ใช้สถานที่ก่อสร้างเป็นที่เก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในทุกๆด้านและเป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งในระหว่างการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ชานน อธิปัญญา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

บทที่ 1.....10

บทนำ.....10

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....10

1.2 โจทย์ของโครงการวิจัย.....15

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....15

1.4 สมมติฐานการวิจัย.....15

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....15

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย.....16

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....17

บทที่ 2.....18

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....18

2.1 โครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (PPP).....18

2.2 รูปแบบสัญญา PPP และการแบ่งสรรความเสี่ยง.....19

2.3 งานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ PPP สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน.....21

2.4 งานวิจัยที่วิพากษ์ถึงผลเสียของการใช้ PPP สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน.....22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 การเจรจาต่อรองในโครงการ PPP 25
2.6 ทฤษฎีเกม (Binmore, 2007).....28
2.7 การประเมินผลตอบแทน (Payoff) โครงการ PPP.....32
2.7.1 ตัวแบบทางการเงินของผลตอบแทน (Payoff) โครงการ PPP 32
2.7.2 การคำนวณอัตราคิดลดที่เหมาะสม.....35
2.8 การประเมินผลตอบแทนโครงการ PPP ภายใต้ความไม่แน่นอน (Payoff under uncertainty) 37
2.9 ทฤษฎีออปชัน (Option theory) 39
2.10 ประเมินมูลค่าของเรียลออปชัน (Pricing of real options).....40
2.11 สรุปท้ายบท 45
บทที่ 3.....46
วิธีดำเนินการวิจัย.....46
3.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย 46
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย.....48
3.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล.....49
3.4 การออกแบบเครื่องมือสำหรับงานวิจัย 49
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 51
บทที่ 4.....55
การพัฒนาตัวแบบ Risk-based Bargaining Model โดยใช้การจำลองมอนติคาร์โลและทฤษฎีเกม.55
4.1 รูปแบบเกมการต่อรอง (Bargaining model) 55
4.2 การจำลองจำนวนผู้ใช้บริการโครงการด้วยการจำลองมอนติคาร์โล 57
4.3 Risk-based Bargaining Model.....58
4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการกรณีศึกษา 63
4.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาโดยตัวแบบ Risk-based bargaining model.....63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5.1 โครงการกรณีศึกษาตัวอย่าง Dulles Greenway 63
4.5.2 การวิเคราะห์โดยตัวแบบ Risk-based bargaining model 66
4.6 ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ตัวแบบ Risk-based bargaining model กับโครงการกรณีศึกษา 67
บทที่ 5 75
การศึกษารูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐและการวิเคราะห์เรียลออปชัน 75
5.1 หลักการและเหตุผลของการศึกษาเงื่อนไขในการขอแก้ไขสัญญา 75
5.2 การสนับสนุนจากภาครัฐ 79
5.2.1 การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ 79
5.2.2 การปรับระยะเวลาสัมปทาน 79
5.2.3 การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ 79
5.2.4 การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด 80
5.2.4.1 การวิเคราะห์การให้กู้ยืม 1 สิทธิ 80
5.2.4.2 การวิเคราะห์การให้กู้ยืมมากกว่า 1 สิทธิ 87
5.3 เงื่อนไขในการรับการสนับสนุนจากรัฐบาล 93
5.4 ผลการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาในประเทศ 96
5.4.1 การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ 96
5.4.2 การปรับระยะเวลาสัมปทาน 96
5.4.3 การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ 97
5.4.4 การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด 98
5.4.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสนับสนุนจากภาครัฐ 98
5.5 ผลการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาต่างประเทศ 99
5.5.1 การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ 99
5.5.2 การปรับระยะเวลาสัมปทาน 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5.3 การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ 101
5.5.4 การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด 102
5.5.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสนับสนุนจากภาครัฐ 102
บทที่ 6 104
สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย 104
6.1 สรุปผลการวิจัย 104
6.2 อภิปรายผลการวิจัย 106
6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 107
บรรณานุกรม 110
ประวัติผู้เขียน 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศทั่วโลกได้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ เช่น ถนน สนามบิน ระบบขนส่งทางราง เป็นต้น โดยในหลาย ๆ ประเทศ รวมทั้งประเทศไทย ภาครัฐได้เปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานมากขึ้น โดยการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน หรือที่เรียกว่า Public-Private Partnership (PPP) เป็นรูปแบบของสัญญาระยะยาวระหว่าง “หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ (Public agency)” และ “เอกชนผู้รับสัมปทาน (Concessionaire หรือ Project company)” ในการพัฒนาโครงการแทนรัฐเจ้าของโครงการ โดยเป็นการอนุญาตหรือให้สัมปทานแก่ภาคเอกชนในการดำเนินกิจการเพื่อผลตอบแทนทางการเงินจากการจัดเก็บรายได้จากผู้ใช้บริการ หรือจากรายได้จากการดำเนินงานจากภาครัฐ

สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการนำวิธี PPP มาใช้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานมีหลายประการ ยกตัวอย่างเช่น งบประมาณของภาครัฐและความสามารถในการกู้ที่มีอยู่อย่างจำกัด (Fiscal and debt borrowing capacity) ความรู้หรือประสบการณ์ในการพัฒนาและดำเนินงานโครงการ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ PPP โดยให้เหตุผลสนับสนุนว่า ภาคเอกชนมักจะบริหารและดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าภาครัฐ หรือที่เรียกว่าประสิทธิภาพทางการผลิตทางเทคนิค (Technical efficiency) (Black et al., 2012) อีกทั้งการใช้สัญญาร่วมลงทุนจะช่วยให้ภาครัฐถ่ายโอนความเสี่ยง (Risk transfer) ในการลงทุนก่อสร้างและการดำเนินงานไปยังภาคเอกชนที่มีความสามารถในการจัดการความเสี่ยงได้ดีกว่า โดยเป็นผลจากรูปแบบโครงสร้างการบริหารขององค์การ ระบบการทำงาน หรือระบบจูงใจตอบแทนที่มีประสิทธิภาพของภาคเอกชน ซึ่งเป็นประสิทธิภาพภายในเฉพาะของแต่ละองค์การ (X-efficiency) และเกิดการแข่งขันระหว่างเอกชนในการประมูลโครงการ ซึ่งนำไปสู่ต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการที่ลดลง (Reduction of total life cycle cost) จากประสิทธิภาพของการจัดสรรปัจจัยการผลิต (Allocative efficiency) ของภาคเอกชน

ตัวอย่างของโครงการ PPP ที่สำคัญที่ผ่านมาในประเทศไทย เช่น

1) โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร เป็นโครงการรถไฟฟ้าที่มีวัตถุประสงค์เพื่อขยายระบบขนส่งมวลชยและเป็นทางเลือกให้กับประชาชนในการเดินทางแทนรถยนต์

ส่วนตัว ภาคเอกชนที่เข้ามาร่วมทุนคือ บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (BTSC) โดยมีรูปแบบการร่วมทุนทั้ง BTO และ BOT นั่นคือ กรรมสิทธิ์ในโครงสร้างและอสังหาริมทรัพย์จะมีการโอนให้กับภาครัฐทันทีหลังจากการก่อสร้าง ในขณะที่ระบบไฟฟ้าและเครื่องกล จะมีการโอนกรรมสิทธิ์ภายหลังที่สัญญาสิ้นสุดลง ซึ่งในส่วนของส่วนต่อขยายจะมีรูปแบบการร่วมทุนแบบ O&M นั่นคือภาครัฐลงทุนในงานก่อสร้างทั้งหมดและภาคเอกชนมีหน้าที่ในการดำเนินการและซ่อมบำรุง

2) โครงการระบบรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล เป็นโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินโดยมีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนหางประเทศไทย (MRTA) เป็นเจ้าของโครงการ และ บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (BEM) เป็นภาคเอกชนที่เข้ามาร่วมลงทุน รูปแบบของการร่วมทุนคือภาครัฐทำมีหน้าที่ในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและให้สัมปทานแก่ภาคเอกชนในการดำเนินกิจการเดินรถและจัดเก็บรายได้จากการดำเนินงาน (PPP net cost)
3) โครงการทางด่วนขั้นที่ 2 (ทางพิเศษศรีรัช) เป็นโครงการทางพิเศษยกระดับ 6 ช่องทาง ความยาวทั้งสิ้นประมาณ 38.5 กิโลเมตร โดยเป็นการร่วมทุนระหว่างการทางพิเศษแห่งประเทศไทย และ บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (BEM) รูปแบบของโครงการเป็นรูปแบบ BTO นั่นคือภาคเอกมีหน้าที่ในการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทั้งหมด แล้วจึงโอนกรรมสิทธิ์ให้กับภาครัฐในวันที่เปิดดำเนินการ ซึ่งภาคเอกชนจะได้รับผลตอบแทนจากการจัดเก็บค่าใช้บริการ
4) โครงการสัญญาสัมปทานทางหลวงในทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 31 ถนนวิภาวดีรังสิต ตอน ดินแดง –ดอนเมือง เป็นโครงการทางพิเศษที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาความหนาแน่นบนถนนวิภาวดีรังสิต โดยกรมทางหลวงเป็นเจ้าของโครงการและบริษัท ทางยกระดับดอนเมือง จำกัด (มหาชน) (Tollway) เป็นเอกชนคู่สัญญา รูปแบบของโครงการเป็นรูปแบบ BOT และมีการเปลี่ยนเป็น BTO ในภายหลังที่มีการแก้ไขสัญญา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เนื่องจากสัญญา PPP เป็นสัญญาระยะยาว มีอายุสัญญายาวถึง 30 ปี ทำให้ในช่วงดำเนินการอาจได้รับผลกระทบจากความเสี่ยงในการดำเนินงานที่เกิดจากสิ่งที่ไม่สามารถคาดคิดได้ล่วงหน้า เช่น การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2564 ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้ใช้บริการเนื่องจากนโยบายทำงานที่บ้าน (Work from home) ทำให้มีผู้ใช้บริการโครงการทางพิเศษและระบบขนส่งมวลชนลดลง เป็นต้น หรือการเปลี่ยนแปลงระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อการ

ดำเนินงานของโครงการ เช่น การปิดหรือย้ายสนามบินไปที่ใหม่ การพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานใหม่ที่เป็นคู่แข่งการดำเนินงาน (Competing projects) เช่น โครงการทางด่วนขั้นที่ 2 และ โครงการทางยกระดับดอนเมือง เป็นต้น

อีกทั้งด้วยรูปแบบสัญญาระยะยาวของโครงการ PPP การประเมินรายได้ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินงานที่มีระยะเวลายาวนานย่อมมีความคลาดเคลื่อนและมีความเสี่ยงสูง ทั้งความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ตัวอย่างของปัจจัยภายใน (Internal risk factors) ได้แก่ ความเสี่ยงด้านการก่อสร้าง และความเสี่ยงในการบริหารจัดการความเสี่ยงของเอกชน เป็นต้น ส่วนตัวอย่างของปัจจัยเสี่ยงภายนอก (External risk factors) ซึ่งเป็นปัจจัยที่นอกเหนือการควบคุมของเอกชนผู้รับสัมปทาน ได้แก่ สภาพและการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศและของโลก ความไม่มั่นคงทางการเมือง (Bovis, 2012) การเปลี่ยนแปลงของกฎหมายและข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการดำเนินงานของโครงการ เช่น กฎหมายร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน กฎหมายสิ่งแวดล้อม (Rybnicek et al., 2020) เป็นต้น เมื่อรายได้จากการดำเนินงานจริงไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจากเหตุการณ์ที่เกิดจากปัจจัยเสี่ยงภายนอก เอกชนคู่สัญญามักจะขอเจรจาเพื่อแก้ไขสัญญา (Renegotiation) หรือเพื่อขอการสนับสนุนช่วยเหลือในรูปแบบต่าง ๆ จากภาครัฐ ยกตัวอย่างเช่น การขอขยายระยะเวลาสัมปทาน หรือ การเพิ่มค่าบริการ เพื่อลดหรือเยียวยาผลกระทบต่อการดำเนินงานของเอกชน ซึ่งถ้าหากทั้ง 2 ฝ่ายไม่สามารถหาข้อตกลงที่ยอมรับได้อาจทำให้เกิดการทำสัญญาใหม่กับภาคเอกชนรายอื่น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายและต้นทุนธุรกรรม (Transaction costs) ของโครงการในรูปแบบ PPP สูงขึ้น

ดังนั้นในบางครั้ง ภาครัฐโดยหน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ (Public agency) จึงยอมรับในข้อตกลงเพื่อยุติข้อพิพาทและคดีฟ้องร้องที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน ยกตัวอย่างเช่น ข้อพิพาทระหว่างการทางพิเศษแห่งประเทศไทย (หน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการ) และ บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (BEM) ในโครงการทางพิเศษศรีรัช เป็นต้น นอกจากนี้ การประมูลโครงการ PPP หลายโครงการที่ผ่านมาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ มักจะเกิดปัญหาการเสนอราคาประมูลเพื่อให้เป็นผู้ชนะของเอกชน แล้วเอกชนที่เป็นคู่สัญญาอาจใช้วิธีขอเจรจาขอแก้ไขสัญญาภายหลังในช่วงเวลาดำเนินการ การขอเจรจาที่เกิดขึ้นในภายหลังนอกจากจะไม่ยุติธรรมกับผู้ประมูลรายอื่นแล้ว ยังอาจส่งผลต่อคุณภาพและความต่อเนื่องของการให้บริการสาธารณะในอนาคตได้ (Availability of the service) เนื่องจากเอกชนอาจใช้เหตุผลดังกล่าวเป็นเงื่อนไขในการเจรจาขอแก้ไขสัญญา ดังนั้นเนื่องจากโครงการ PPP เอง เป็นโครงการเพื่อให้บริการสาธารณะ ภาครัฐจึงต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หาข้อสรุปในการเจรจากับภาคเอกชนโดยเร็วที่สุด เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชาชนผู้ใช้บริการ (Kokkaew et al., 2015) (De Brux, 2010)

จากเหตุผลดังกล่าวที่กล่าวมา จึงเกิดคำถามว่า หน่วยงานของรัฐที่เป็นเจ้าของโครงการ หน่วยงานรัฐที่กำกับดูแลการอนุมัติและติดตามการดำเนินงาน และหน่วยงานด้านการพิจารณาสัญญาจะมีแนวทางอย่างไร เพื่อให้กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การประมูล การก่อสร้าง และการดำเนินงาน ซึ่งเปรียบเสมือนเป็น “Rules of the PPP game”

การเจรจาขอแก้ไขสัญญาสามารถวิเคราะห์การเจรจาโดยการใช้ทฤษฎีเกม (Game Theory) ซึ่งศึกษากลยุทธ์ที่ภาคเอกชนและภาครัฐใช้ในการเจรจาต่อรองเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด การเจรจาขอแก้ไขสัญญามีรูปแบบการเจรจาที่สามารถวิเคราะห์โดยการใช้ Bargaining Model ของทฤษฎีเกมซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์การแบ่งผลประโยชน์ระหว่างผู้เล่นทั้ง 2 ฝ่ายโดยการใช้การตัดสินใจแบบย้อนกลับ (Backward induction) โดยการเจรจาในรูปแบบ Bargaining model จะมีค่าสูญเสีย (Loss factor) ที่เกิดจากการเจรจาแต่ละครั้ง นั่นคือจำนวนรอบที่เจรจาสูงขึ้นจะทำให้ผลตอบแทนรวมของทั้งสองฝ่ายลดลง (Nikolaidis & Roumboutsos, 2013) จากงานวิจัยของ (Liang et al., 2019) และ (Jin et al., 2020) ที่ได้จำลองการเจรจาของภาครัฐและภาคเอกชนด้วย Bargaining Model และใช้ผลกำไรที่ได้จากการดำเนินงานเป็นผลตอบแทนที่ถูกแบ่งระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน เมื่อใช้วิธีการให้เหตุผลแบบย้อนกลับจะทำให้ได้รับกลยุทธ์ที่ผู้เสนอการเจรจาควรเลือกใช้เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่สูงที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อีกทั้งโครงการร่วมทุนระหว่างรัฐและเอกชนมีต้นทุนของโครงการสูง และมีความไม่แน่นอนในจำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉพาะในโครงการที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ ดังนั้นข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการและผลประกอบการของโครงการจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Renegotiation) การกำหนดให้สัญญามีลักษณะยืดหยุ่นนั่นคือการให้ตัวเลือกแก่ผู้รับสัมปทานจึงเป็นการเพิ่มข้อมูลให้กับภาคเอกชนในการบริหารและตัดสินใจลงทุน จากการศึกษาของ (Cruz et al., 2015) พบว่าความยืดหยุ่นของสัญญาร่วมทุนจะเพิ่มมูลค่าให้กับโครงการ เนื่องจากการประยุกต์ใช้เรียลออปชัน (Real option) กับโครงการร่วมทุนทำให้ผู้รับสัมปทานสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการบริหารหรือการตัดสินใจลงทุนเพิ่มเติมในโครงการให้สอดคล้องกับสถานการณ์และความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเปิดใช้โครงการ ส่งผลให้ความเสี่ยงจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชนมีค่าลดลง

สำหรับสัญญาร่วมทุนในต่างประเทศ **(da Cruz & Marques, 2013)** จะมีการกำหนดเงื่อนไขในการริเริ่มการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Contractual trigger) โดยแบ่งออกเป็น

1) เงื่อนไขเชิงคุณภาพ (Qualitative) เป็นเงื่อนไขที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนนโยบายหรือแก้ไขข้อสัญญา ยกตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนขอบเขตสัมปทาน (Concession scope) การปรับเปลี่ยนแบบก่อสร้าง การปรับเปลี่ยนอัตราค่าบริการโครงการ (Toll rate) เป็นต้น
2) เงื่อนไขเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยการใช้ดัชนีวัดความสำเร็จ (KPI) ซึ่งจะช่วยบงชี้ถึงผลการดำเนินงาน ยกตัวอย่างเช่น IRR DSCR LLCR เป็นต้น

การกำหนดเงื่อนไขในการแก้ไขสัญญาอย่างชัดเจน ภาคเอกชนจึงไม่สามารถเจรจาขอแก้ไขสัญญาเพื่อเพิ่มมูลค่าโครงการภายหลังที่ได้รับเลือกเป็นผู้รับสัมปทานโดยเฉพาะในกรณีที่เอกชนผู้รับสัมปทานชนะการประมูลโครงการด้วยการเสนอราคาที่ต่ำกว่าความเป็นจริง หรือ ใช้วิธีการประเมินรายได้ในอนาคตที่คาดว่าจะได้รับสูงเกินความเป็นจริง (Inflated revenue forecast) และภายหลังจากที่โครงการเปิดใช้งานหากพบว่ามีรายได้น้อยกว่าที่คาดการในรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ก็มักจะขอเจราจรเพื่อแก้ไขสัญญา (De Brux, 2010)

ดังนั้นจะเห็นว่า การเจรจาเพื่อขอแก้ไขสัญญาของสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (PPP) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ค่อนข้างบ่อยและไม่เฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น โดยเฉพาะการขอขยายระยะเวลาของสัญญาร่วมลงทุน เนื่องจากสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน เป็นสัญญาระยะยาวแบบคงที่ ทำให้มีความเสี่ยงในการดำเนินงานสูง อย่างไรก็ตามการขอแก้ไขสัญญาที่ผ่านมาฝ่ายเอกชนมักจะเป็นผู้ริเริ่มขอเจรจาเพื่อแก้ไขสัญญา มากกว่ากรณีที่ฝ่ายรัฐเป็นผู้ริเริ่ม ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากไม่มีเงื่อนไขข้อกำหนดที่ชัดเจนที่สามารถนำไปใช้ในการปรับแก้ไขสัญญา งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาปัญหาการขอเจราจรแก้ไขสัญญาที่เกิดขึ้นในโครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (PPP) โดยเน้นไปที่การวิเคราะห์เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมของสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน โดยใช้ทฤษฎีเกม (Game theory) และการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) และศึกษาเงื่อนไขที่ใช้ในการปรับแก้สัญญาจากโครงการ PPP ในต่างประเทศ เพื่อให้เกิดความเป็นยุติธรรมในการขอแก้ไขสัญญาสำหรับเอกชนผู้รับสัมปทาน (Concessionaire) และหน่วยงานภาครัฐเจ้าของโครงการ (Public agency) และเพื่อนำเงื่อนไขที่น่าสนใจมานำเสนอใช้บริบทของประเทศไทย โดยเงื่อนไขที่น่าสนใจจะถูกนำไปรวมในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ ในรูปแบบของการวิเคราะห์แบบเรียลออปชั่น (Real options)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 โจทย์ของโครงการวิจัย

1) การวิเคราะห์โครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (PPP) ด้วยทฤษฎีเกม (Game theory) และการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) ส่งผลต่อความเสี่ยงจากการขอเจรจาแก้ไขสัญญา (Renegotiation) อย่างไร
2) การสนับสนุนจากภาครัฐโดยการกำหนด “Trigger variables or conditions” หรือ “เงื่อนไขในการริเริ่มการเจรจาขอแก้ไขสัญญา” (Contractual trigger) ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงจากการขอเจรจาแก้ไขสัญญา (Renegotiation) อย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อเสนอกรอบการวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมกับโครงการด้วยทฤษฎีเกม (Game theory) และการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) และวิเคราะห์ระดับค่าความเสี่ยงที่จะเกิดการขอเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชน (Renegotiation risk)
2) เพื่อศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงจากการริเริ่มขอเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชน (Renegotiation risk) โดยการสนับสนุนจากภาครัฐผ่านการเพิ่ม “เงื่อนไขในการรับการสนับสนุน” (Contractual trigger) จากโครงการ PPP ในต่างประเทศ เพื่อให้สัญญา PPP มีความยืดหยุ่นในการดำเนินงานมากขึ้น จากสภาพสิ่งแวดล้อมในการดำเนินงานที่มีพลวัตในการเปลี่ยนแปลงสูงในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์แบบเรียลออปชั่น (Real options analysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 : การกำหนดระยะเวลาสัมปทานให้เหมาะสมกับโครงการจะช่วยลดความเสี่ยงจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Opportunistic renegotiation) จากภาคเอกชน

สมมติฐานที่ 2 : การสนับสนุนจากภาครัฐโดยการกำหนดเงื่อนไขในการรับการสนับสนุน จะช่วยลดความเสี่ยงจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Opportunistic renegotiation) จากภาคเอกชน

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมุ่งเน้นศึกษาแนวทางการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของภาครัฐในโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1) ขอบเขตด้านประชากร งานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาเฉพาะโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนประเภทโครงการทางพิเศษ
2) ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกม (Game theory) ในรูปแบบของเกมการต่อรอง (Bargaining model) และ เรียลออปชัน (Real option) กับการเจรจาแก้ไขสัญญา (Renegotiation) ในโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อหาแนวทางการลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชนในรูปแบบที่ไม่มีข้อกำหนดในสัญญา (Opportunistic renegotiation)
3) ขอบเขตด้านตัวแปร
    a. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ นโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐในโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ประกอบด้วย 2 นโยบาย คือ
        i. การกำหนดระยะเวลาสัมปทานแบบยืดหยุ่น (flexible concession period)
        ii. การกำหนดเงื่อนไข (Contractual trigger) ในการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Renegotiation) อย่างชัดเจน
    b. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความน่าจะเป็นที่ภาคเอกชนจะทำการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Renegotiation) และ ต้นทุนของภาครัฐในโครงการร่วมทุน
4) ขอบเขตด้านเวลา

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review) เพื่อค้นคว้าหาแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานวิจัย และเสริมสร้างความรู้พื้นฐานให้กับผู้วิจัยสามารถใช้พัฒนาต่อยอดงานวิจัยได้
2) กำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัย โดยการกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามรวมถึงผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ แล้วจึงกำหนดขั้นตอนการวิจัยจากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและแนวคิดที่ได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแนวคิดหลักที่ใช้ในงานวิจัยคือ ทฤษฎีเกมการต่อรอง (Bargaining game) การเลือกใช้สิทธิ์ (Option) และ การจำลอง Monte Carlo
3) ออกแบบเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย โดยงานวิจัยฉบับนี้ใช้โปรแกรม MATLAB ในการจำลองจำนวนผู้ใช้บริการโครงการด้วยรูปแบบการกระจายตัว Geometric Brownian Motion และรายได้ของโครงการ เพื่อหาการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุน แล้วจึงทำ

การคำนวณหาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมจากการเจรจาต่อรองด้วย Bargaining model

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเงินลงทุน ค่าบริการ จำนวนผู้ใช้เริ่มต้น ค่าเช่าพื้นที่ และ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง รวมไปถึงแนวโน้มการเติบโตของผู้ใช้บริการและนโยบายการปรับราคาค่าบริการของโครงการ PPP ตัวอย่าง ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป
5) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุนและระยะเวลาคืนทุนต่ำสุดและสูงสุดภายใต้ความเชื่อมั่นที่ต้องการเพื่อนำไปวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการภายใต้เกมการต่อรอง
6) สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย นำผลการเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมากำหนดแนวทางการเขียนสัญญาร่วมทุนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1) ภาครัฐสามารถกำหนดนโยบายสำหรับโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อลดต้นทุนโดยรวมของภาครัฐ
2) สามารถนำผลการศึกษาหรือแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาผลกระทบจากการขอแก้ไขสัญญา รวมไปถึงการศึกษานโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐในรูปแบบอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (PPP) ปัญหาการเจรจาต่อรองในโครงการ PPP ตลอดจนการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับทฤษฎีการแข่งขัน หรือ ทฤษฎีเกม (Game theory) การประเมินผลตอบแทนโครงการ PPP ภายใต้ความไม่แน่นอน (Payoff under uncertainty) ทฤษฎีออปชัน (Option theory) ทฤษฎีเรียลออปชัน (Real option theory) และการประเมินมูลค่าของเรียลออปชัน (Pricing of real options) รายละเอียดของแต่ละหัวข้อที่สำคัญเป็นดังต่อไปนี้

2.1 โครงการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (PPP)

โครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (PPP) หมายถึง โครงการที่ภาครัฐเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนที่สนใจมาร่วมลงทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ โดยการร่วมทุนของภาคเอกชนจะทำให้ภาครัฐไม่ต้องแบกรับความเสี่ยงจากการดำเนินงานไว้ทั้งหมด และภาคเอกชนจะได้รับผลตอบแทนจากการดำเนินงานตามที่ได้ตกลงกับภาครัฐซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นการลดภาระหนี้ของภาครัฐเนื่องจากงบประมาณและความสามารถในการกู้ที่มีอยู่อย่างจำกัด

ในประเทศไทย โครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (PPP) ตามพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 มีความหมายแบ่งออกเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“โครงการ” หมายความว่า *โครงการลงทุนของรัฐในกิจการที่หน่วยงานของรัฐหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งหรือหลายหน่วยงานรวมกันมีหน้าที่และอำนาจต้องทำตามกฎหมายหรือกฎ หรือที่มีหน้าที่และอำนาจต้องทำตามวัตถุประสงค์ในการจัดตั้ง*

“ร่วมลงทุน” หมายความว่า *ร่วมลงทุนกับเอกชนไม่ว่าโดยวิธีใด หรือมอบให้เอกชนลงทุนแต่ฝ่ายเดียว โดยวิธีการอนุญาต หรือให้สัมปทาน หรือให้สิทธิไม่ว่าในลักษณะใด*

โดยโครงการร่วมลงทุน ฯ ที่ต้องดำเนินการตาม “พระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562” (พรบ. ร่วมลงทุน 2562) ประกอบด้วย โครงสร้างพื้นฐานและบริการสาธารณะดังต่อไปนี้

1) ถนน ทางหลวง ทางพิเศษ การขนส่งทางถนน

2) รถไฟ รถไฟฟ้า การขนส่งทางราง
3) ท่าอากาศยาน การขนส่งทางอากาศ
4) ท่าเรือ การขนส่งทางน้ำ
5) การจัดการน้ำ การชลประทาน การประปา การบำบัดน้ำเสีย
6) การพลังงาน
7) การโทรคมนาคม การสื่อสาร
8) โรงพยาบาล การสาธารณสุข
9) โรงเรียน การศึกษา
10) ที่อยู่อาศัยหรือสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้มีรายได้น้อยหรือปานกลาง ผู้สูงวัย ผู้ด้อยโอกาส หรือผู้พิการ
11) ศูนย์นิทรรศการและศูนย์การประชุม
12) กิจการอื่นตามที่กำหนดในพระราชกฤษฎีกา

2.2 รูปแบบสัญญา PPP และการแบ่งสรรความเสี่ยง

การร่วมลงทุนของภาคเอกชนสามารถจัดรูปแบบด้วยบทบาทของภาคเอกชนได้หลัก ๆ 5 รูปแบบ (การวิเคราะห์การร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน, 3/2559) ได้แก่

1) Build-Operate-Transfer (BOT) หรือ Build-Transfer-Operate (BTO) คือรูปแบบการร่วมทุนที่ภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนและดำเนินกิจการตามระยะเวลาที่กำหนด แล้วจึงโอนกรรมสิทธิ์ทรัพย์สินของโครงการให้แก่ภาครัฐหลังสิ้นสุดสัญญา (BOT) หรือ หลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (BTO) ซึ่งเป็นรูปแบบการร่วมทุนที่นิยมมากที่สุดในประเทศไทย โดยมีการร่วมทุนในรูปแบบนี้ทั้งสิ้น 28 โครงการ* เช่น โครงการทางพิเศษ โครงการคลังสินค้า
2) Build-Own-Operate-Transfer (BOOT) คือรูปแบบการร่วมทุนที่ภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนและดำเนินกิจการ รวมไปถึงการเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ทรัพย์สินในโครงการนั้นภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยในประเทศไทยมีการร่วมทุนในรูปแบบนี้ 2 โครงการ*
3) Build-Own-Operate (BOO) คือรูปแบบการร่วมทุนที่ภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนและดำเนินกิจการ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับรูปแบบ BOOT แต่จะไม่มีการโอนกรรมสิทธิ์โครงการให้ภาครัฐในภายหลัง โดยจะนิยมใช้กับโครงการประเภท โรงไฟฟ้า และ โรงบำบัดน้ำ

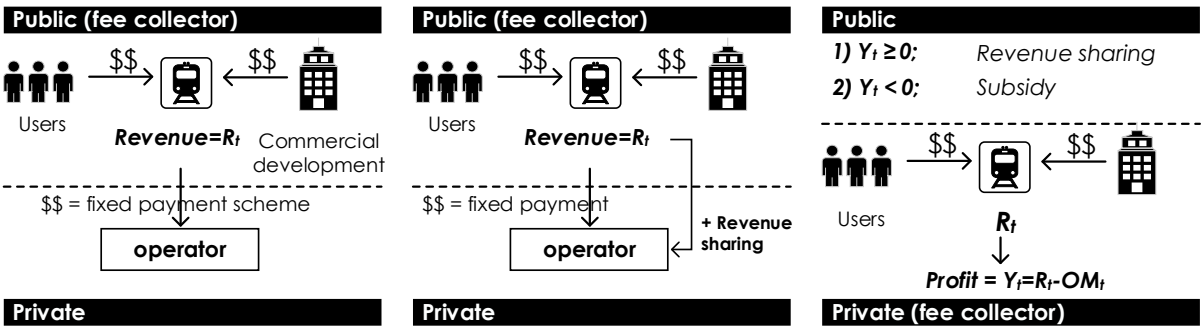
4) Build-Lease-Operate-Transfer (BLOT) คือรูปแบบการร่วมทุนที่ภาคเอกชนเช่าพื้นที่ของรัฐในการก่อสร้างและดำเนินกิจการในระยะเวลาที่กำหนด แล้วจึงโอนกรรมสิทธิ์สิ่งปลูกสร้างให้ภาครัฐ โดยในประเทศไทยมีการร่วมทุนในรูปแบบนี้ 3 โครงการ*
5) Operate and Maintenance (O&M) คือรูปแบบการร่วมทุนที่ภาคเอกชนมีบทบาทในการดำเนินงานและซ่อมบำรุงโครงการที่มีอยู่แล้วของภาครัฐ ซึ่งอาจได้รับผลตอบแทนเป็นรายได้จากการดำเนินงานหรือค่าตอบแทนจากภาครัฐ

นอกจากนี้ยังสามารถจัดรูปแบบการร่วมทุนของเอกชนด้วยการจ่ายผลตอบแทนของภาครัฐได้ 3 รูปแบบ ได้แก่

1) PPP net cost คือ รูปแบบที่ภาคเอกชนได้รับผลตอบแทนผ่านการจัดเก็บรายได้จากประชาชนที่ใช้ประโยชน์จากโครงการและอาจมีการจัดสรรผลตอบแทนบางส่วนให้ภาครัฐ ซึ่งในรูปแบบนี้ภาคเอกชนจะแบกรับความเสี่ยงจากผลการดำเนินงานทั้งหมด
2) PPP gross cost คือ รูปแบบที่ภาคเอกชนทำหน้าที่จัดเก็บรายได้ให้ภาครัฐ และได้รับผลตอบแทนจากภาครัฐจากการดำเนินงาน
3) PPP modified gross cost คือ รูปแบบที่ภาคเอกชนทำหน้าที่จัดเก็บรายได้ให้ภาครัฐ และได้รับผลตอบแทนจากภาครัฐจากการดำเนินงาน และจะมีค่าตอบแทนพิเศษในกรณีที่สามารถจัดเก็บรายได้ได้สูงกว่าที่กำหนด ซึ่งจะเป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับภาคเอกชนในการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของรูปแบบการร่วมทุนของเอกชนด้วยการจ่ายผลตอบแทนของภาครัฐ ทั้ง 3รูปแบบ สำหรับโครงการขนส่งทางราง

Chulalongkorn University



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างของรูปแบบการร่วมทุนของเอกชนด้วยการจ่ายผลตอบแทนของภาครัฐ

ที่มา : Cruz et al. (2017)

2.3 งานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ PPP สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนจะสามารถลดการใช้ทรัพยากรของภาครัฐ อันเป็นผลมาจากข้อจำกัดทางด้านประสบการณ์และความเชี่ยวชาญได้ (Cumming, 2007) และยังทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนด้วย อีกทั้งการบริหารจัดการโครงการของภาคเอกชนจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการบริหารของภาครัฐเนื่องจากแรงจูงใจและผลตอบแทนที่ได้รับจากการดำเนินงาน (Incentive) จะเป็นผลประโยชน์โดยตรงให้กับภาคเอกชน รวมไปถึงการลดโอกาสที่จะเกิดค่าใช้จ่ายส่วนเกิน (Cost overrun) และความล่าช้าของโครงการ (Project delay) นอกจากนี้ภาครัฐยังสามารถแบ่งสรรความเสี่ยงบางส่วนให้กับภาคเอกชนที่เข้ามาร่วมลงทุนได้ การจัดการความเสี่ยงในโครงการร่วมทุน ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความสำเร็จของโครงการ (Dailami et al., 1999) โดยการถ่ายโอนความเสี่ยงให้กับฝ่ายที่สามารถจัดการความเสี่ยงนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า จากงานวิจัยของ Li et al. (Bing et al., 2005) ที่ได้ศึกษาเรื่องการจัดสรรความเสี่ยงในโครงการร่วมทุนของภาคเอกชน โดยการสอบถามความเห็นจากตัวแทนของโครงการร่วมทุนทั้งฝั่งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งพบว่าความเสี่ยงในโครงการสามารถแบ่งประเภทได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ความเสี่ยงที่ควรจะแบกรับโดยภาครัฐ ได้แก่ ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงทางการเมือง ความเสี่ยงจากการประท้วงโครงการ ความเสี่ยงในเวนคืนที่ดินและการเข้าถึงพื้นที่โครงการ

2) ความเสี่ยงที่ควรจะแบกรับโดยภาคเอกชน ได้แก่ ความเสี่ยงของรายได้จากการดำเนินงาน ความเสี่ยงในการจัดหาเงินทุน ความเสี่ยงในงานก่อสร้าง ความเสี่ยงในการจัดทำการตลาด ความเสี่ยงในด้านสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม
3) ความเสี่ยงที่ควรจะแบ่งปันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ได้แก่ ความเสี่ยงในเหตุสุดวิสัย ความเสี่ยงในการเปลี่ยนแปลงข้อกฎหมาย

2.4 งานวิจัยที่วิพากษ์ถึงผลเสียของการใช้ PPP สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

แม้ว่าโครงการ PPP จะมีข้อดีหลายอย่างดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จากการศึกษาและงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า โครงการ PPP ก็มีข้อเสียหลายด้านด้วยกัน ตัวอย่างเช่น โครงการ PPP มีการกำหนดเงื่อนไขห้ามรัฐพัฒนาโครงการที่มีลักษณะที่เป็นการแข่งขันทางรายได้กับโครงการสัมปทานที่เอกชนเป็นผู้ร่วมลงทุน ซึ่งเคยก่อให้เกิดกรณีพิพาทระหว่างการทางพิเศษแห่งประเทศไทยและบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (BEM) จากการก่อสร้างทางยกระดับดอนเมืองโทลเวย์ส่วนต่อขยายช่วงอนุสรณ์สถานแห่งชาติ – รังสิต ขึ้นมาแข่งขันกับโครงการทางด่วนสายบางปะอิน – ปากเกร็ดของบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้า จำกัด (BEM) โดยเรียกเงื่อนไขนี้ว่า “Non-compete clauses” ทั้งนี้เพื่อปกป้องผลประโยชน์ที่เป็นตัวเงินของเอกชนที่เป็นผู้ลงทุนและคาดหวังรายได้และกำไรจากการดำเนินงาน (Iseki & Houtman, 2012); (Geddes & Wagner, 2013); (Weaver et al., 2018) อีกทั้งโครงการ PPP ยังนิยมใช้การเก็บค่าธรรมเนียมของการให้บริการกับประชาชนผู้ใช้ (User fees) ซึ่งเป็นการผลักภาระด้านค่าใช้จ่ายให้กับประชาชนในอนาคต ในส่วนของต้นทุนทางการเงิน (Financing costs) โครงการ PPP ยังมีต้นทุนทางการเงินสูงกว่ากรณีที่รัฐดำเนินการเอง ทั้งนี้เนื่องจากรัฐสามารถระดมเงินทุนจากการกู้โดยการออก “พันธบัตรรัฐบาล (Government bond)” ซึ่งมีอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำดังแสดงในรูปที่ 2.1 เนื่องจากความน่าเชื่อถือของรัฐในการชำระเงินกู้คืนตามระยะเวลาที่กำหนด ทำให้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลเป็นอัตราดอกเบี้ยแบบไม่มีความเสี่ยง (Risk-free rate, r_f) เปรียบเทียบกับการที่เอกชนกู้จากสถาบันการเงินในรูป “เงินกู้ร่วม (Syndicated loans, r_D)” และเอกชนเจ้าของโครงการยังกำหนดต้นทุนของเงินทุน (Cost of equity, r_E) ที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากความเสี่ยงของการด้านการตลาดของธุรกิจ PPP ที่สูงจากความไม่แน่นอนของรายได้ในอนาคต ทำให้ค่า Risk premium (Equity market risk premium, *EMRP*) สำหรับธุรกิจ PPP สูงตามไปด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.2

รูปที่ 2.2 อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลไทยแบบ 10 ปี (10Y – Thai government bond)

ตารางที่ 2.1 ต้นทุนของเงินทุนในส่วนของเจ้าของ (Cost of equity, r_E) สำหรับโครงการร่วมลงทุนด้านการขนส่งในประเทศต่าง ๆ (Hellowell, 2017)

Factors	Algeria	Turkey	Indonesia	Columbia	India
10y Government bond yield	4.75%	10.22%	6.83%	6.21%	6.49%
Country default spread	3.12%	2.89%	2.54%	2.20%	2.54%
Risk free rate	1.63%	7.33%	4.29%	4.01%	3.95%
Asset Beta	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Tax rate	26.00%	20.00%	25.00%	25.00%	34.61%
Average project D/E	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%
Re-levered beta	1.01	1.04	1.02	1.02	0.97
Adjusted beta	1.01	1.02	1.01	1.01	0.98
EMRP	9.75%	9.44%	9.00%	8.55%	9.00%
Total cost of equity	11.45%	17.00%	13.38%	12.64%	12.79%
Total cost of equity with liquidity premium (3%)	14.45%	20.00%	16.38%	15.64%	15.79%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างอีกประการหนึ่งที่สำคัญของปัญหาที่เกิดจากการใช้สัญญา PPP ก็คือ ปัญหาจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญาของเอกชนคู่สัญญา ทั้งนี้เนื่องจากสัญญา PPP เป็นสัญญาระยะยาวและเงื่อนไขของสัญญาที่ถูกกำหนดในรูปค่าคงที่ (Predetermined or fixed concession parameters) เช่น การกำหนดระยะเวลาสัมปทานในสัญญาเป็นจำนวนปีที่แน่นอน (30 ปี เป็นต้น) หรือ การสัดส่วนของการแบ่งรายได้ระหว่างรัฐและเอกชน (รัฐ 60% เอกชน 40% เป็นต้น) เป็นต้น ซึ่งการกำหนดค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) หรือค่าคาดหวัง (Expected value) ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงการกรณีฐาน (Base case project analysis) อย่างไรก็ตามเนื่องจากสัญญา PPP เป็นสัญญาระยะยาวดังที่ได้กล่าวมา ทำให้การคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตเป็นไปได้ค่อนข้างยาก เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่กระทบต่อการดำเนินงานของเอกชน เอกชนจึงมักจะเลือกที่จะเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Renegotiation) เพื่อเป็นการเยียวยาจากผลกระทบในทางลบที่เกิดจากความไม่แน่นอน (Carbonara & Pellegrino, 2014)

ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น ช่องว่างของกฎหมายสัญญาร่วมทุนอาจเปิดโอกาสให้เอกชนผู้รับสัมปทานชนะการประมูลโครงการด้วยการเสนอราคาที่ต่ำกว่าความเป็นจริง หรือ ใช้วิธีการประเมินรายได้ในอนาคตที่คาดว่าจะได้รับสูงเกินความเป็นจริง (Inflated revenue forecast) แล้วเพิ่มมูลค่าโครงการผ่านการเจรจาแก้ไขสัญญา อีกทั้งยังมีประเด็นในเรื่องของความไม่สมมาตรของข้อมูลสารสนเทศที่ใช้ในการเจรจา (Asymmetric information) ที่ภาครัฐไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลดิบหรือข้อมูลสารสนเทศบางอย่างของเอกชนคู่เจรจา เช่น โครงสร้างเงินทุนและต้นทุนทางการเงินที่แท้จริงของเอกชน เป็นต้น (Ho, 2006) นอกจากนี้โครงสร้างพื้นฐาน PPP ต้องมีการให้บริการที่ต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบอย่างอื่นตามมา ส่งผลให้ภาครัฐค่อนข้างเสียเปรียบในการเจรจาต่อรอง ในทางกลับกัน หากตัวแปรที่สำคัญในอนาคต เช่น ปริมาณผู้ใช้งานและรายได้จากการดำเนินงาน เป็นต้น มีค่าสูงกว่าที่ประมาณการ เอกชนก็จะได้รับผลประโยชน์ที่สูงกว่าที่ประเมินไว้ ดังนั้นการที่ความเสี่ยงด้านเศรษฐกิจและการตลาดได้ถ่ายโอนไปให้เอกชนผู้รับสัมปทานทั้งหมดนั้นจึงไม่ถือเป็นความจริงในทางปฏิบัติ และผลตอบแทน (Payoff) ระหว่างรัฐและเอกชนจึงเป็นแบบไม่สมมาตร (Asymmetric payoff)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 การเจรจาต่อรองในโครงการ PPP

ในกรณีที่ต้องมีการแก้ไขสัญญา พระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 กำหนดให้หน่วยงานเจ้าของโครงการจะต้องทำการเสนอเหตุผลและความจำเป็น ประเด็นที่ขอแก้ไข ผลกระทบจากการแก้ไข ต่อคณะกรรมการกำกับดูแลซึ่งแต่งตั้งโดยความเห็นชอบของคณะรัฐมนตรีทำการตรวจสอบเพื่อพิจารณาให้ความเห็น แล้วจึงทำการส่งร่างสัญญาฉบับแก้ไขที่ได้ทำการเจรจากับเอกชนคู่สัญญาแล้วให้สำนักงานอัยการสูงสุดตรวจพิจารณา แล้วจึงส่งกลับให้หน่วยงานเจ้าของโครงการภายใน 45 วัน หลังจากผ่านการพิจารณาจากสำนักงานอัยการสูงสุดแล้ว ให้หน่วยงานเจ้าของโครงการนำเสนอเหตุผล ประเด็นที่ขอแก้ไข ผลกระทบจากการแก้ไข ความเห็นของคณะกรรมการกำกับดูแล และร่างสัญญาฉบับแก้ไขที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากสำนักงานอัยการสูงสุดแล้ว ต่อรัฐมนตรีกระทรวงเจ้าสังกัดเพื่อพิจารณาความเห็นชอบ โดยเมื่อรัฐมนตรีกระทรวงเจ้าสังกัดเห็นชอบ ให้หน่วยงานเจ้าของโครงการลงนามในสัญญาร่วมลงทุนฉบับแก้ไขต่อไป อีกทั้งยังกำหนดให้หน่วยงานเจ้าของโครงการจัดทำแนวทางการดำเนินโครงการต่อหลังสิ้นสุดสัญญา โดยเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่รัฐดำเนินการเองและกรณีที่ให้เอกชนร่วมลงทุน เสนอรัฐมนตรีกระทรวงเจ้าสังกัดอย่างน้อย 5 ปีก่อนที่สัญญาร่วมลงทุนจะสิ้นสุดลง เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการให้บริการและลดผลกระทบต่อประชาชน

สำหรับโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนในประเทศโปรตุเกส (da Cruz & Marques, 2013) มีการกำหนดในสัญญาร่วมทุนถึงกรณีที่ภาคเอกชนสามารถเจรจาขอแก้ไขสัญญาถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงของรายได้ดังแสดงในตารางที่ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.2 เงื่อนไขการเจรจาในแต่ละประเภทโครงการ PPP ในประเทศโปรตุเกส

ประเภทโครงการ		**เงื่อนไขการเจรจา**
ขนส่ง	ถนนและทางพิเศษ	IRR หรือ DSCR หรือ LLCR มีค่าลดลง 0.01%
	รถไฟ	IRR หรือ DSCR หรือ LLCR มีค่าลดลง 0.03%
	ท่าเรือ	ตามที่ตกลงกันในสัญญา
สาธารณสุข		สามารถขอเจรจาได้หากเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งต่อไปนี้ 1) IRR มีค่าลดลง 0.05% 2) IRR และ DSCR มีค่าลดลง 0.1%
แหล่งน้ำและการบำบัดน้ำเสีย		IRR หรือ DSCR มีค่าลดลง 0.01%

โดย IRR หมายถึง Internal rate of return สามารถคำนวณได้จากการหาอัตราคิดลด (Discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของเจ้าของโครงการ (Equity contribution) มีค่าเท่ากับ 0 โดยคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$NPV\left[ECF\right] = \sum_{t=0}^{t=Tc+To} \frac{ECF_t}{\left(1+IRR\right)^t} = 0 \qquad (2.1)$$

เมื่อ ECF_t คือ กระแสเงินคงเหลือสำหรับเจ้าของ (Equity cash flow)

Tc คือ ระยะเวลาก่อสร้าง (ปี) และ To คือ ระยะเวลาดำเนินงาน

DSCR หมายถึง อัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ (Debt Service Coverage Ratio) ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละปี คำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$DSCR_t = \frac{NOI_t}{DS_t} \qquad (2.2)$$

โดย $DSCR_t$ คือ อัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ ในปีที่ t

NOI_t คือ รายได้สุทธิ (Net operating income) ในปีที่ t

DS_t คือ มูลค่าหนี้ที่ต้องจ่าย (Debt service) ในปีที่ t โดย

$DS_t = D\left[\frac{r_D\left(1+r_D\right)^n}{\left(1+r_D\right)^n-1}\right]$ เมื่อ D คือ เงินกู้ยืมในการลงทุนก่อสร้าง และมีอัตราดอกเบี้ย r_D มีระยะเวลาการชำระคืน n ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วน LLCR หมายถึง Loan Life Coverage Ratio คำนวณได้จากสมการ

$$LLCR_t = \frac{NPV_t\left[CFADS\right]}{D_t} \qquad (2.3)$$

โดย $LLCR_t$ คือ Loan Life Coverage Ratio ในปีที่ t ส่วน $NPV_t\left[CFADS\right]$ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสเงินสดคงเหลือก่อนการชำระหนี้ (Cash flow available for debt service: *CFADS*) ในปีที่ t โดยวัดจากปีที่ t ถึงปีที่สิ้นสุดการใช้หนี้ (Debt maturity) และ D_t คือ หนี้คงเหลือ (Outstanding debt) ในปีที่ t

โดยตัวอย่างการคำนวณค่า DSCR และค่า LLCR ของโครงการตัวอย่างที่มีข้อมูลเป็นดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการคำนวณค่า DSCR และค่า LLCR (เงินกู้ยืม 60% ของเงินลงทุนทั้งหมด หรือ 1500 ล้าน มีดอกเบี้ยเงินกู้ 7% ชำระคืนเท่า ๆ กันตลอดสัญญา 5 ปี)

Year	Investment (million)	Revenues (million)	O&M costs (million)	NOI_t (million)	DS_t (million)	DSCR	$NPV_t[CFADS]$ (million)	D_t (million)	LLCR
0	-2500								
1		500	100	400	365.84	1.09	2,368.04	1,829.18	1.29
2		500	100	400	365.84	1.09	2,105.81	1,463.34	1.44
3		750	100	650	365.84	1.78	1,825.21	1,097.51	1.66
4		750	100	650	365.84	1.78	1,257.48	731.67	1.72
5		750	100	650	365.84	1.78	650.00	365.84	1.78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2.3 การคำนวณอัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ (DSCR) ของโครงการสามารถคำนวณได้โดยการคำนวณรายได้สุทธิ (Net operating income, NOI) ของโครงการจากผลต่างระหว่างรายได้ (Revenue) และ ต้นทุนดำเนินงานและดูแลรักษา (O&M costs) จากนั้นจึงคำนวณมูลค่าหนี้ที่ต้องจ่ายในแต่ละปี (Debt Service) จากการกระจายเงินลงทุนในต้นพร้อมดอกเบี้ย (Principal and interest) ตามระยะเวลากำหนดการชำระคืน ซึ่งในตัวอย่างใช้เป็นเวลา 5 ปี จากนั้นจึงคำนวณ DSCR จากอัตราส่วนระหว่าง รายได้สุทธิ (NOI) และ มูลค่าหนี้ที่ต้องจ่าย (DS) ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ซึ่งค่า DSCR ควรมากกว่า 1.00

สำหรับการคำนวณ LLCR ของโครงการ จะต้องคำนวณ NPV ของกระแสเงินสดโดยเริ่มต้นจากปีที่คำนวณจนถึงปีที่สิ้นสุดการชำระหนี้ แล้วหารด้วยมูลค่าหนี้คงเหลือในปีนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น

ในปีที่ 1 มี NPV ของกระแสเงินสดจากการลดทอนรายได้สุทธิในปีที่ 1 ถึง 5 ด้วยอัตราดอกเบี้ย 7% ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 2,368 ล้านบาท และมีมูลค่าหนี้คงเหลือ ณ ปีที่ 1 ($D_{t=1}$) คือ 1,829 ล้านบาท ดังนั้นจะได้ $LLCR_{t=1}$ ในปีที่ 1 เท่ากับ $\frac{2,368}{1,829}$ =1.29

2.6 ทฤษฎีเกม (Binmore, 2007)

ทฤษฎีการแข่งขัน หรือ ทฤษฎีเกม (Game theory) เกิดขึ้นจากการที่นักเศรษฐศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ทางเศรษฐศาสตร์ที่มีจำนวนผู้แข่งขันน้อยราย หรือการตอบสนองของเอกชนในภาคอุตสาหกรรมหนึ่ง ๆ ต่อกฎระเบียบของรัฐ (Corporation respond to regulation) เป็นต้น ซึ่งทฤษฎีเกม บุกเบิกโดย John von Neumann และ Oskar Morgenstern ซึ่งทั้งสองเป็นผู้แต่งตำราชื่อ “Theory of Games and Economic Behavior” (Von Neumann & Morgenstern, 1947) และพัฒนาต่อโดย John Nash ซึ่งเป็นผู้ทำให้ทฤษฎีเกมถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการตัดสินใจของหลากหลายศาสตร์ที่ผู้ตัดสินใจมีปฏิสัมพันธ์กัน และต้องตัดสินใจอย่างมีกลยุทธ์ ภายใต้ของกฎระเบียบของการแข่งขันที่ผู้ตัดสินใจต้องทำตาม (Rule-based)

ทฤษฎีเกม (Game theory) หมายถึง การวิเคราะห์หลักในการตัดสินใจในกิจกรรมที่ผู้คนหรือตัวแทนมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยการตัดสินใจของฝ่ายหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจของอีกฝ่ายนึง ซึ่งอาจเรียกสถานการณ์ในรูปแบบนี้ว่า เกม (Game) โดยแต่ละเกมจะต้องมีผู้เล่น (Player) อย่างน้อย 2 คน และผลที่ได้รับจากการเล่นเกม คือ ผลตอบแทน (Payoff) ทฤษฎีเกมจะใช้หลักทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ในการอธิบายกลยุทธ์ (Strategy) ที่ผู้เล่นควรจะเล่นในสถานการณ์ต่าง ๆ เมื่อพิจารณาอย่างมีเหตุและมีผล (Rational) เกมสามารถแสดงในรูปแบบของเมทริกซ์ (Matrix) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงกลยุทธ์ของผู้เล่นแต่ละฝ่ายและผลตอบแทนที่ผู้เล่นจะได้รับจากการเล่นกลยุทธ์นั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 นั่นคือ ผู้เล่นที่ 1 และ 2 จะได้รับผลตอบแทน (Payoff) เท่ากับ 1 และ 1 ตามลำดับ หรือเขียนได้เป็น (1,1) ถ้าหากเลือกผู้เล่นทั้งสองเลือกเล่นกลยุทธ์ “หัว”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

		ผู้เล่น 2	
		หัว	ก้อย
ผู้เล่น 1	หัว	(1,1)	(-1,-1)
	ก้อย	(-1,-1)	(1,1)

รูปที่ 2.1 เกมหัว-ก้อย

เกมสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบโดยอาจใช้รูปแบบของผลตอบแทนเป็นเกณฑ์ในการแบ่งได้ดังนี้

1) เกมแห่งความร่วมมือ หมายถึง รูปแบบของเกมที่ผู้เล่นแต่ละฝ่ายจะได้รับผลตอบแทนสูงขึ้นเมื่อผู้เล่นร่วมมือกัน
2) เกมแห่งความขัดแย้ง หมายถึง รูปแบบของเกมที่สนับสนุนให้ผู้เล่นสามารถที่จะได้รับผลตอบแทนสูงขึ้น ในขณะที่ผู้เล่นอีกฝ่ายได้รับผลตอบแทนลดลง ยกตัวอย่างเช่น เกมของนักโทษ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เกมนักโทษ นั่นคือ ผู้เล่นทั้งสองสามารถที่จะได้รับผลตอบแทนสูงขึ้นถ้าหากเลือกที่จะไม่ร่วมมือกับผู้เล่นอีกฝ่าย

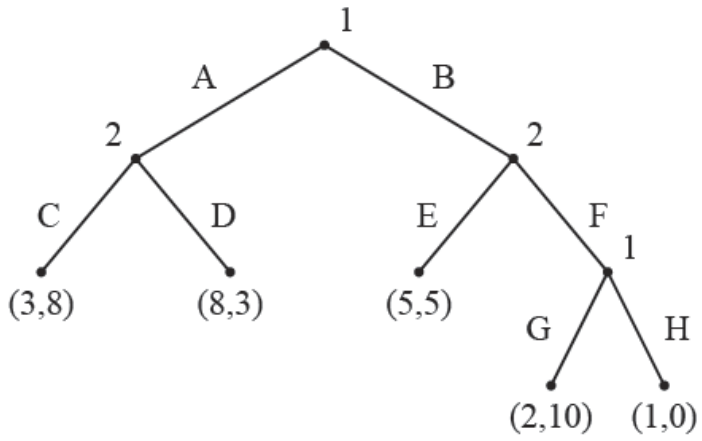
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

		ผู้เล่น 2	
		ร่วมมือ	ไม่ร่วมมือ
ผู้เล่น 1	ร่วมมือ	(3,3)	(0,4)
	ไม่ร่วมมือ	(4,0)	(1,1)

รูปที่ 2.2 เกมนักโทษ

นอกจากนี้เกมยังสามารถแบ่งโดยใช้ช่วงเวลาในการตัดสินใจเล่นเกม ดังนี้

1) เกมที่เล่นพร้อมกัน (Simultaneous move game) นั่นคือผู้เล่นทั้งหมดตัดสินใจเลือกกลยุทธ์ที่จะเล่นพร้อมกัน โดยที่ไม่รู้ว่าอีกฝ่ายจะเล่นกลยุทธ์ใด (Imperfect information game) ซึ่งนิยมแสดงในรูปแบบเมทริกซ์ (Matrix form)
2) เกมที่เล่นเป็นลำดับ (Sequential move game) นั่นคือ ผู้เล่นที่ 1 เลือกกลยุทธ์ในการเล่นก่อนแล้วผู้เล่นที่ 2 จึงตัดสินใจเล่นต่อ โดยเกมที่เล่นเป็นลำดับนิยมแสดงในรูปแบบแผนภาพการตัดสินใจ (Extensive form) เพื่อแสดงให้เห็นถึงลำดับในการเล่นเกมดังแสดงในรูป 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภาพการตัดสินใจของเกมที่เล่นเป็นลำดับ (Sequential move game)

ที่มา : http://mlwiki.org/index.php/Extensive_Form_Game

โดยการวิเคราะห์เกมในรูปแบบแผนภาพการตัดสินใจจะใช้วิธีการวิเคราะห์ย้อนกลับ (Backward induction) สามารถวิเคราะห์ได้โดยการเปรียบเทียบผลตอบแทนของแต่ละทางเลือกที่ปลายทางของแผนภาพ แล้วจึงวิเคราะห์การเลือกเล่นกลยุทธ์ย้อนกลับจากปลายทางไปยังต้นทาง จากรูปที่ 2.3 ถ้าหากผู้เล่น 2 เลือกเล่นกลยุทธ์ F จะทำให้ผู้เล่น 1 เป็นคนสุดท้ายในการเลือกเล่นกลยุทธ์ ซึ่งผู้เล่น 1 จะต้องเลือกเล่นกลยุทธ์ G เสมอ ซึ่งมีผลตอบแทนเป็น (2,10) เนื่องจากจะได้รับผลตอบแทนสูงกว่ากลยุทธ์ H ซึ่งมีผลตอบแทนเป็น (1,0) นั่นหมายความว่าถ้าหากผู้เล่นที่ 2 เลือกเล่นกลยุทธ์ F จะได้รับผลตอบแทน 10 เสมอ ทำเช่นนี้จนถึงต้นทางของเกม จะได้ว่ากลยุทธ์ที่เป็น**ดุลย**

ภาพของแนช คือ **(A,C)** นั่นคือ ผู้เล่น 1 เลือกเล่น “**กลยุทธ์ A**” และ ผู้เล่น 2 เลือกเล่น “**กลยุทธ์ C**” ซึ่งผู้เล่น 1 และผู้เล่น 2 จะได้รับผลตอบแทนเป็น 3 และ 8 ตามลำดับ

สำหรับการวิเคราะห์การเจรจาขอแก้ไขสัญญา จะใช้เกมในรูปแบบแผนภาพการตัดสินใจในการจำลองการเจรจา เนื่องจากมีรูปแบบการเล่นเกมที่เหมือนกัน นั่นคือผู้เล่นที่เป็นผู้ริเริ่มการเจรจาทำการเลือกกลยุทธ์ของตนเองก่อน แล้วจึงให้ผู้เล่นอีกฝ่ายเลือกกลยุทธ์ในการโต้ตอบ เช่น ยอมรับเงื่อนไขของสัญญาใหม่ (Accept) หรือ ไม่ยอมรับและทำการเสนอเงื่อนไขอื่น (Reject and counter Offer) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนของแต่ละกลยุทธ์แบบย้อนกลับ เพื่อหาแนวทางการเล่นเกมที่ตนเองได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด

ดุลยภาพแนช (Nash Equilibrium) หมายถึง สถานการณ์ที่ผู้เล่นทุกคนจะเลือกการตอบโต้ที่ดีสุด (Best Reply) เมื่อทราบว่าผู้เล่นที่เหลือจะเลือกเล่นอย่างไร ซึ่งในเกมที่เราไม่สามารถรู้ได้ว่าผู้เล่นที่เหลือจะเลือกเล่นแบบไหน จึงเกิดการให้เหตุผลแบบต่อเนื่องไม่รู้จบ (Infinite Regression) เมื่อผู้เล่นคนหนึ่งคิดว่าผู้เล่นอีกคนจะเล่นแบบนี้ และผู้เล่นอีกคนก็คิดเช่นเดียวกัน จึงทำให้การเล่นเกมเข้าสู่จุดที่เรียกว่าดุลยภาพแนช ซึ่งในเกมจำกัด (Finite Game) ที่มีผู้เล่นจำกัดและผู้เล่นแต่ละคนมีกลยุทธ์จำกัดรวมไปถึงมีจุดสิ้นสุดของเกมที่ชัดเจนทุกเกม จะมีจุดที่เป็นดุลยภาพแนชเสมอ ยกตัวอย่างเช่น เกมหัว-ก้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.1 จุดดุลยภาพของแนช คือ จุดที่ผู้เลนทั้งสองเลือกเล่นกลยุทธ์ หัว หรือ ก้อย นั่นคือ ผู้เล่นที่ 1 ไม่สามารถทำให้ผลตอบแทนของตนเองสูงกว่านี้เมื่อผู้เล่นที่ 2 เลือกเล่น “หัว” ในขณะเดียวกัน ผู้เล่นที่ 2 ก็ไม่สามารถทำให้ผลตอบแทนของตนเองสูงกว่านี้เมื่อผู้เล่นที่ 1 เลือกเล่น “หัว” เช่นกัน ดังนั้นไม่ว่าเกมรูปแบบใดก็ตาม กลยุทธ์ที่เลือกเล่นจะมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพแนชเสมอเมื่อเล่นเกมอย่างมีเหตุและมีผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มูลค่าแมกซิมิน (Maximin value) หมายถึง ผลตอบแทนสูงสุดที่ผู้เล่นสามารถมั่นใจว่าจะได้รับไม่ว่าคู่แข่งจะเลือกเล่นกลยุทธ์แบบใดก็ตาม และ กลยุทธ์แมกซิมิน หมายถึง กลยุทธ์ที่ทำให้ได้รับผลตอบแทนตามมูลค่าแมกซิมิน ในทางตรงกันข้าม มูลค่ามินิแมกซ์ (Minimax value) หมายถึง ผลตอบแทนต่ำที่สุดที่คู่แข่งจะสามารถจำกัดให้ผู้เล่นได้ และกลยุทธ์มินิแมกซ์ หมายถึง กลยุทธ์ที่ทำให้ผู้เล่นอีกฝ่ายได้รับผลตอบแทนตามมูลค่ามินิแมกซ์ ซึ่งกลยุทธ์แมกซิมินจะช่วยในการหาจุดดุลยภาพของแนชในเกมที่ไม่สามารถหาดุลยภาพจากกลยุทธ์แบบชัดแจ้ง (Pure strategy) จึงต้องใช้กลยุทธ์แบบผสม (Mixed strategy) นั่นคือการเล่นกลยุทธ์แต่ละแบบด้วยความน่าจะเป็น

กลยุทธ์ครอบงำ หรือ **กลยุทธ์เด่น (Dominant Strategy)** หมายถึง กลยุทธ์ที่ดีกว่ากลยุทธ์ที่เหลืออย่างเห็นได้ชัด นั่นคือในเกมบางชนิดผู้เล่นอาจมีกลยุทธ์ที่ครอบงำกลยุทธ์อื่น ๆ เนื่องจากไม่ว่าคู่แข่งจะเล่นแบบไหน กลยุทธ์ที่ครอบงำก็จะให้ผลตอบแทนที่ดีกว่ากลยุทธ์ที่เหลือเสมอ ซึ่งการพิจารณากลยุทธ์ที่ครอบงำจะช่วยลดความซับซ้อนในการวิเคราะห์โดยการตัดกลยุทธ์ที่ถูกครอบงำออก ยกตัวอย่างเช่น ในเกมของนักโทษ กลยุทธ์ “ไม่ร่วมมือ” ครอบงำกลยุทธ์ “ร่วมมือ”

2.7 การประเมินผลตอบแทน (Payoff) โครงการ PPP

ผลตอบแทนของเอกชนในโครงการร่วมทุน ฯ สามารถประเมินได้โดยใช้การสร้างตัวแบบทางการเงินและทฤษฎีทางการเงินที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีมูลค่าเงินตามเวลา การคำนวณอัตราคิดลดที่เหมาะสม โดยใช้ต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted average cost of capital, WACC) การคำนวณอัตราคิดลดของเจ้าของโครงการ (Required rate of return on equity) เป็นต้น โดยมีรายละเอียดเป็นดังต่อไปนี้

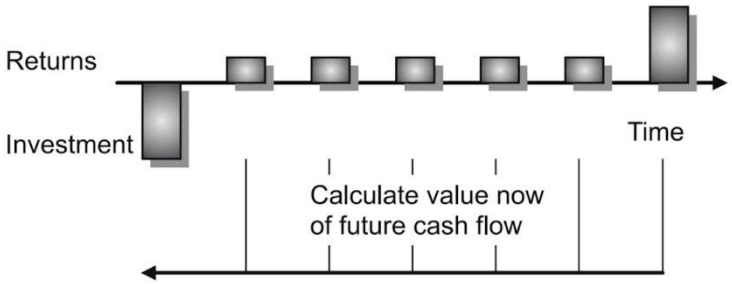
2.7.1 ตัวแบบทางการเงินของผลตอบแทน (Payoff) โครงการ PPP

ผลตอบแทน (Payoff) หมายถึง สิ่งที่ผู้ลงทุนคาดหวังว่าจะได้รับจากการลงทุน แบ่งออกเป็น

1) ผลตอบแทนทางการเงิน (Financial benefit) สามารถพิจารณาจากตัวชี้วัด เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) เป็นต้น
2) ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic benefit) พิจารณาถึงผลประโยชน์โดยรวมทางเศรษฐศาสตร์นอกเหนือจากการเงินเพียงอย่างเดียว เช่น การลดระยะเวลาการเดินทาง การส่งเสริมเศรษฐกิจในชุมชน เป็นต้น
3) ผลตอบแทนทางสังคม (Social return on investment) พิจารณาผลประโยชน์ทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ได้รับจากโครงการ เช่น ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความปลอดภัยของผู้ใช้บริการ เป็นต้น

ผลตอบแทนของเอกชนจากการลงทุน (Payoff) ในโครงการ PPP คือ ผลต่างระหว่าง (1) มูลค่าปัจจุบัน (Present value, PV) ของรายได้รวมตลอดอายุโครงการ และ (2) มูลค่าปัจจุบัน (PV) ของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายรวมตลอดอายุโครงการ หรือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value, NPV) ของกระแสเงินตลอดอายุโครงการนั่นเอง โดยกระแสเงินที่เกิดขึ้นตลอดช่วงอายุโครงการสามารถแสดงโดยใช้กราฟกระแสเงินสด (Cash flow diagram) ได้ดังรูปที่ 2.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.4 กราฟกระแสเงินสด (Cash flow diagram) ของกระแสเงินที่เกิดขึ้นตลอดช่วงอายุโครงการ

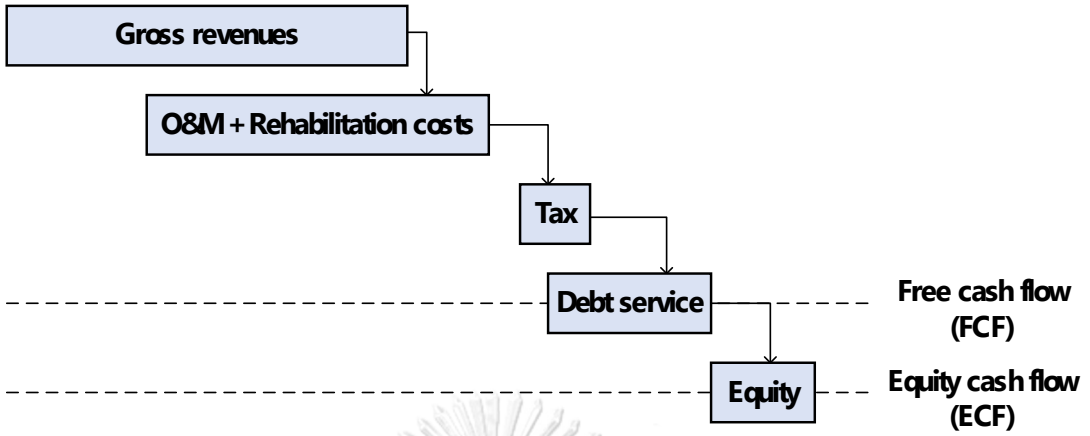
ที่มา : (Crundwell, 2008)

ผลตอบแทนของเอกชนจากการลงทุน (Payoff, Π) ในโครงการ PPP เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Pi(Y_t, C_t; r) = PV[Y_t] - PV[C_t] = \sum_{t=0}^{t=N+M} \frac{Y_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (2.4)$$

โดย $\Pi(Y_t, C_t; r)$ คือ ผลตอบแทนของเอกชนจากการลงทุน (Payoff, Π) ในโครงการ PPP โดยมีตัวแปร คือ Y_t และ C_t และมีพารามิเตอร์ คือ r เมื่อ Y_t คือ รายได้จากการดำเนินงานในปีที่ t ; C_t คือ เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในปีที่ t; r คือ อัตราคิดลด; N คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง (ปี); M คือ ระยะดำเนินงาน (ปี)

เนื่องจากกระแสเงินที่เกิดขึ้นจากการลงทุนในโครงการ PPP นั้นมีความซับซ้อน ขึ้นกับบริบทและเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายถึงวิธีการสร้างตัวแบบทางการเงิน ผู้วิจัยใช้การแสดงลำดับของกระแสเงินที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของโครงการด้วยแผนภาพน้ำตกของกระแสเงิน (Cash flow waterfall) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนภาพน้ำตกของกระแสเงิน (Cash flow waterfall) ในช่วงดำเนินงาน

จากรูปที่ 2.5 เขียนสมการทางคณิตศาสตร์แสดงกระแสเงินสดอิสระ (Free cash flow, FCF) และกระแสเงินสดของส่วนของเจ้าของ (Equity cash flow, ECF) ได้ดังนี้

$$FCF_t = Y_t - C_t - Tax_t \quad (2.5)$$

$$ECF_t = Y_t - C_t - Tax_t - DS_t \quad (2.6)$$

โดย Y_t หมายถึง รายได้ทั้งหมดในปีที่ t, C_t หมายถึง ค่าใช้จ่ายรวมในปี t, Tax_t หมายถึง เงินภาษีที่ต้องจ่ายในปีที่ t และ DS_t หมายถึง เงินที่ต้องจ่ายคืนเจ้าหนี้ (Debt service) ในปีที่ t ซึ่งประกอบด้วยเงินต้น (Principal) และดอกเบี้ย (Interest) สำหรับงวดนั้น ๆ

ส่วนการประเมินจากรายได้ในอนาคตตลอดช่วงระยะเวลาสัมปทานที่คาดว่าจะได้รับเมื่อเปิดใช้โครงการ (Revenue) รายได้ในอนาคตประเมินจากจำนวนผู้ใช้บริการและค่าธรรมเนียมเฉลี่ยของการใช้บริการ ดังแสดงสมการที่ 2.7

$$Y_t = AADT_t \times T_t \quad (2.7)$$

เมื่อ Y_t คือ รายได้ที่คาดว่าจะได้รับ ในปีที่ t

$AADT_t$ คือ จำนวนผู้ใช้บริการ ในปีที่ t

T_t คือ ค่าธรรมเนียมการใช้บริการ ในปีที่ t

นอกจากการประเมินรายได้แล้ว ยังต้องประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างโครงการ (Investment cost) ค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงานและค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุง

(Operating and maintenance Cost : O&M) รวมถึงค่าใช้จ่ายจากการฟื้นฟูสภาพโครงการให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง (Rehabilitation cost) แล้วจึงรวมเป็นกำไรสุทธิสำหรับเจ้าของของเอกชนผู้รับสัมปทาน (Equity owner, $\Pi_E = NPV\left[ECF\right]$) ในปีนั้น ๆ โดยเขียนเป็นสมการทางการเงินได้ดังนี้

$$\Pi_E\left(Y_t, OM_t, R_t, DS_t; r_E\right) = NPV\left[ECF\right] = \sum_{t=0}^{t=N+M} \frac{-I_{E,t} + Y_t - OM_t - R_t - Tax_t - DS_t}{(1+r_E)^t} \quad (2.8)$$

เมื่อ $I_{E,t}$ คือ ลงทุนก่อสร้างโครงการเฉพาะในส่วนเจ้าของ (Equity contribution) ในปีที่ t

Y_t คือ รายได้ที่คาดว่าจะได้รับ ในปีที่ t

OM_t คือ ค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงานและค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุง ในปีที่ t

R_t คือ ค่าใช้จ่ายจากการฟื้นฟูสภาพโครงการ ในปีที่ t

Tax_t คือ ภาษีจ่าย ในปีที่ t

DS_t คือ มูลค่าหนี้ที่ต้องจ่าย (Debt service) ในปีที่ t

r_E คือ อัตราผลตอบแทนที่เจ้าของต้องการ (Return on equity)

2.7.2 การคำนวณอัตราคิดลดที่เหมาะสม

การคำนวณอัตราคิดลดที่เหมาะสม ทำได้ 2 วิธี คือ วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted average cost of capital, WACC) และวิธีการคำนวณอัตราคิดลดของเจ้าของโครงการ (Required rate of return on equity)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted average cost of capital, WACC)

สูตรสำหรับคำนวณอัตราลดทอนโดยวิธีถัวเฉลี่ย หรือ WACC (Weighted Average Cost of Capital) เป็นดังนี้

$$WACC = \left(\frac{E}{E+D}\right) \times r_E + \left(\frac{D}{E+D}\right) \times r_D \times \left(1 - tax\right) \quad (2.9)$$

โดย E หมายถึง มูลค่าของเจ้าของ (Equity)

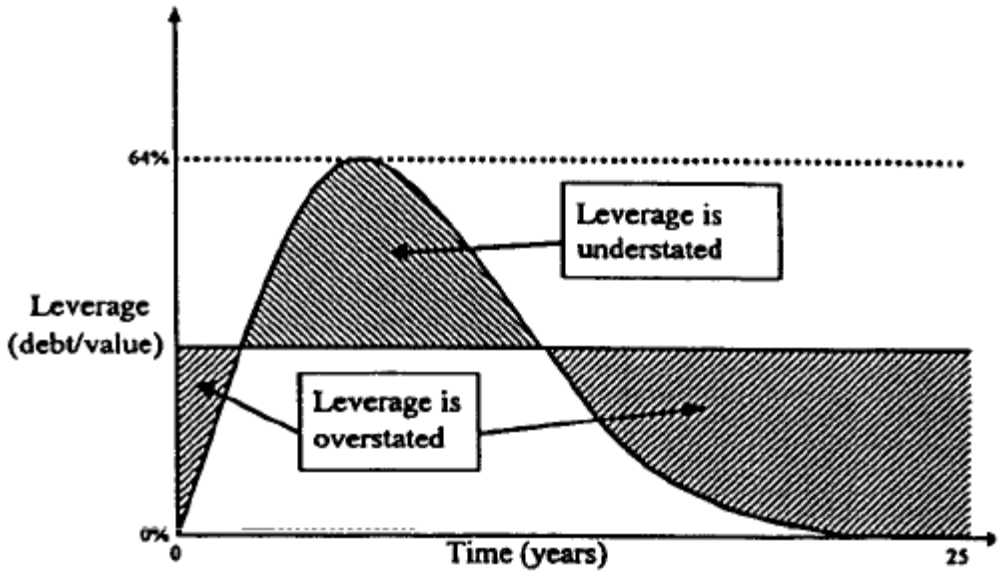
D หมายถึง มูลค่าของหนี้ (Debt)

r_E หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่เจ้าของ (Equity) ต้องการ

r_D หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่เจ้าหนี้ (Lender) ต้องการ

tax หมายถึง อัตราภาษีเงินได้

ในโครงการโครงสร้างพื้นฐาน โครงสร้างเงินทุน (Capital structure) หรืออัตราส่วนวัดภาระหนี้สิน (Leverage ratio) มักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด เนื่องจากรายได้จากการดำเนินงานจะถูกนำไปใช้จ่ายเป็นดอกเบี้ยและเงินต้นบางส่วน ส่งผลให้เงินกู้คงเหลือ (Outstanding debt) ลดลงหลังจากการเปิดใช้โครงการ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (Esty, 1999)



รูปที่ 2.5 อัตราส่วนวัดภาระหนี้สิน (Leverage Ratio) ของโครงการ PPP

ที่มา : Esty (1999)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่าอัตราส่วนวัดภาระหนี้สินในช่วงแรกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากการกู้ยืมในช่วงก่อสร้างหรือเงินกู้เพื่อใช้ในการดำเนินงานในช่วงแรก ๆ ของโครงการ หลังจากนั้นอัตราส่วนวัดภาระหนี้สินจะค่อย ๆ ลดลง จนมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการชำระเงินกู้ยืมคืน ดังนั้นโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนในโครงสร้างพื้นฐานจึงควรประเมินผลตอบแทนโดยการใช้ต้นทุนเงินทุนจากเจ้าของซึ่งมีค่าคงที่ตลอดการดำเนินการเพียงอย่างเดียว

2) วิธีการคำนวณอัตราคิดลดของเจ้าของโครงการ (Required rate of return on equity) ต้นทุนเงินทุนจากเจ้าของ (Cost of equity) ซึ่งสามารถประเมินโดยใช้หลักการ CAPM model นั่นคือ ต้นทุนเงินทุนจากเจ้าของจะขึ้นอยู่กับอัตราลดทอนในโครงการที่ไม่มี

ความเสี่ยง (Risk-free rate) ความเสี่ยงของโครงการเมื่อเทียบกับภาพรวมของตลาด (β : Beta) ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการลงทุนในตลาด และผลตอบแทนชดเชยความเสี่ยงต่างประเทศ (Country risk premium) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$r_E = r_f + \beta \times (r_m - r_f) + CRP \quad (2.10)$$

เมื่อ r_E หมายถึง ต้นทุนเงินทุนจากเจ้าของ

r_f หมายถึง Risk-free rate

r_m หมายถึง ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการลงทุนในตลาด

β หมายถึง ความเสี่ยงของโครงการเมื่อเทียบกับภาพรวมของตลาด

CRP หมายถึง Country risk premium

ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์โครงสร้างเงินทุนของภาคเอกชนในโครงการร่วมทุนซึ่งเป็นโครงการโครงสร้างพื้นฐานซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเจ้าของ (Equity) และหนี้สิน (Debt) แล้วจึงทำการกระจายหนี้สินและดอกเบี้ยของภาคเอกชนในตอนเริ่มโครงการให้เป็นค่าใช้จ่ายในแต่ละปีเพื่อหักออกจากรายได้ แล้วจึงนำเฉพาะกระแสเงินสดของส่วนของเจ้าของ (Equity cash flow) มาวิเคราะห์ผลตอบแทน

2.8 การประเมินผลตอบแทนโครงการ PPP ภายใต้ความไม่แน่นอน (Payoff under uncertainty)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น โครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนมักถูกกำหนดด้วยสัญญาร่วมลงทุนระยะยาว ทำให้โครงการไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงความไม่แน่นอนและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นการประเมินผลตอบแทนของโครงการ PPP ภายใต้ความไม่แน่นอนจึงต้องใช้หลักการการจำลอง Monte Carlo ซึ่งจะช่วยในการหาการกระจายตัวและค่าคาดหวังของผลลัพธ์ด้วยการจำลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง การจำลอง Monte Carlo ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างสมการเชื่อม (Transfer equation) หมายถึง สมการที่เชื่อมระหว่างตัวแปรสุ่ม input และ ผลลัพธ์ output ที่เราต้องการ โดยสมการเชื่อมจะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่มและผลลัพธ์ และความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ที่นำไปสู่ผลลัพธ์ต่าง ๆ

2. การกำหนดตัวแปรสุ่ม (Input parameter) หมายถึง การกำหนดรูปแบบการกระจายตัวของตัวแปรสุ่มที่จะนำไปแทนค่าในสมการเชื่อม ยกตัวอย่างเช่น Uniform distribution, Triangular distribution หรือ Normal distribution
3. การตั้งค่าการจำลอง (Set up simulation) หมายถึง การกำหนดจำนวนครั้งที่จะทำการจำลอง โดยยิ่งจำนวนครั้งสูง ความแม่นยำในการจำลองก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย
4. วิเคราะห์ผลการจำลอง เมื่อแทนค่าตัวแปรสุ่มลงในสมการเชื่อมตามจำนวนครั้งการจำลองที่ต้องการแล้ว จึงนำผลลัพธ์ที่ได้ไปวิเคราะห์หารูปแบบการกระจายตัว ค่าคาดหวัง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มและผลลัพธ์ตามที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้

การตัดสินใจ Decision theory ซึ่งจะคำนึงถึงผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับและความน่าจะเป็นที่จะได้รับผลตอบแทนนั้น โดยเครื่องมือที่นิยมใช้มากที่สุดในการตัดสินใจคือ Decision Tree ซึ่งจะประกอบไปด้วย ตัวเลือกการตัดสินใจ ผลจากการตัดสินใจ และ เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวเลือกสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่

1. แนวทางบรรทัดฐาน (Normative approach) คือ แนวทางที่ศึกษาการตัดสินใจจากการประเมินและเปรียบเทียบตัวเลือกที่มีด้วยสมมติฐานที่ผู้ตัดสินใจเลือกอย่างมีเหตุและมีผลประกอบไปด้วย
    a. ทฤษฎีมูลค่าคาดหวัง (Expected monetary value) ที่ประเมินจากผลคูณระหว่างผลตอบแทนและความน่าจะเป็นที่จะได้รับผลตอบแทนนั้น แล้วจึงเลือกตัวเลือกที่ทำให้ได้รับมูลค่าคาดหวังที่สูงที่สุด (Maximize EMV) แต่ทฤษฎีนี้จะประเมินด้วยสมมติฐานที่ผู้ทำการตัดสินใจมีทัศนคติต่อความเสี่ยงแบบเพิกเฉยต่อความเสี่ยง (Risk neutral) เหมือนกันทั้งหมด
    b. ทฤษฎีอรรถประโยชน์คาดหวัง (Expected utility theory) จะคำนึงถึงรูปแบบการตอบสนองต่อความเสี่ยงที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล นั่นคือมูลค่าของผลตอบแทนเดียวกันภายใต้ความน่าจะเป็นเดียวกัน จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับทัศนคติต่อความเสี่ยงของบุคคลนั้น ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ Risk-averse, Risk-neutral และ Gambler

2. แนวทางพรรณนานโยบาย (Descriptive approach) คือ แนวทางการตัดสินใจที่อธิบายการตัดสินใจของมนุษย์ตามที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งในบางครั้งอาจไม่สอดคล้องกับทฤษฎีบรรทัดฐานหรือแนวทางที่ควรจะเป็น

ในการวิเคราะห์ตัวเลือกการตัดสินใจ (Decision analysis) จะใช้หลักการวิเคราะห์ Average out and folding back (Raiffa, 1968) นั่นคือทำการหาค่าคาดหวังเฉลี่ยจากเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน แล้วจึงทำการเปรียบเทียบและเลือกค่าคาดหวังของแต่ละตัวเลือกการตัดสินใจและทำซ้ำย้อนกลับจนกระทั่งถึงตัวเลือกการตัดสินใจจุดแรก

2.9 ทฤษฎีออปชัน (Option theory)

ออปชัน (Option) หมายถึง สิทธิที่ไม่ผูกมัด (Right but not the obligation) ในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งในอนาคต ซึ่งออปชันเป็นสัญญาที่ผู้ขายออปชันให้สิทธิแก่ผู้ซื้อออปชัน ในการซื้อ (Call) หรือขาย (Put) สินทรัพย์ในอนาคตตามราคาและจำนวนที่ได้ตกลงกันไว้ตามสัญญา ซึ่งราคาที่ระบุในสัญญาเรียกว่า “ราคาใช้สิทธิ” (Strike หรือ Exercise price) โดยการเลือกใช้สิทธิจะมีเงื่อนไขขึ้นกับผลตอบแทน (Payoff) ที่เกิดจากการใช้สิทธิเป็นตัวแปรสำคัญในการตัดสินใจว่าจะใช้สิทธิหรือไม่ ซึ่งผลตอบแทนที่เกิดจากการใช้สิทธิของออปชันจะมีความสัมพันธ์กับมูลค่าของตัวแปรอ้างอิง (Underlying variable) ที่ใช้เป็นตัวกำหนดมูลค่าของออปชันนั้น ๆ ซึ่งหากออปชันมีการกำหนดมูลค่าตามตัวแปรอ้างอิงที่เป็นเครื่องมือทางการเงิน (Financial instrument) เราเรียกออปชั่นประเภทนี้ว่าเป็น “ออปชั่นทางการเงิน (Financial options)” ตัวอย่างของเครื่องมือทางด้านการเงิน ได้แก่ หุ้นสามัญ พันธบัตร สกุลเงินต่าง ๆ เป็นต้น หากออปชันมีตัวแปรอ้างอิงที่ใช้กำหนดมูลค่าไม่ใช่เครื่องมือหรือสินทรัพย์ทางการเงิน เราเรียกออปชั่นดังกล่าวว่าเป็น “เรียลออปชั่น (Real option)” (Myers, 1977) เนื่องจากมูลค่าของออปชันซึ่งเป็นตัวแปรเสี่ยง (Risk variable) มีค่าเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่น ออปชันจึงถือเป็นชนิดหนึ่งของอนุพันธ์ (Derivatives)

ทฤษฎีออปชัน (Option theory) หมายถึง ทฤษฎีที่ศึกษาเกี่ยวกับสิทธิในการเลือกใช้ออปชันที่ตกลงไว้ในสัญญา ยกตัวอย่างเช่นการซื้อหรือขายสินทรัพย์ในราคาที่ตกลงไว้ หรือ การใช้สิทธิเบิกประกัน โดยออปชันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1) Financial option หมายถึง ออปชันทางการเงินที่ประเมินจากเครื่องมือทางการเงิน (Financial instrument) เช่น สิทธิในการซื้อหรือขายสินทรัพย์ในราคาที่กำหนดให้ใน

อนาคต ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น สัญญาที่ให้สิทธิในการขาย (Put Option) และสัญญาที่ให้สิทธิในการซื้อ (Call option)

2) Real option หมายถึง ออปชันที่วิเคราะห์จากมูลค่าของสินทรัพย์จริง (Real asset) หรือสินทรัพย์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่สินทรัพย์ทางการเงิน เช่น ที่ดิน ทรัพย์สินทางปัญญา สิทธิ์ในสัญญาสัมปทาน การขยายถนน (Horizontal expansion) การต่อเติมเพิ่มจำนวนชั้น (Vertical expansion) การหยุดการดำเนินการชั่วคราว (Suspension) และการยุติการดำเนินงาน (Abandon) เป็นต้น

นอกจากนี้ออปชันยังสามารถแบ่งตามระยะเวลาการใช้สิทธิ์ได้ 3 รูปแบบได้แก่

1) American option หมายถึง รูปแบบออปชันที่ผู้ซื้อออปชันสามารถใช้สิทธิ์ในเวลาใดก็ได้ก่อนหมดอายุสัญญา
2) European option หมายถึง รูปแบบออปชันที่ผู้ซื้อออปชันสามารถใช้สิทธิ์ ณ วันสุดท้ายของสัญญาเท่านั้น
3) Multiple exercised option (Australian option) หมายถึง รูปแบบของออปชันที่อยู่ระหว่าง American option และ European option ที่ผู้ซื้อออปชันสามารถใช้สิทธิ์ได้ตามจำนวนที่กำหนดในเวลาใดก็ได้ก่อนหมดอายุสัญญา

2.10 ประเมินมูลค่าของเรียลออปชัน (Pricing of real options)

การประเมินมูลค่าของออปชัน (Option Valuation) คือ การหาราคาของออปชัน (Option price) ซึ่งสามารถทำการประเมินได้ 3 วิธี ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) Black-Scholes (B/S) Model (Black & Scholes, 1973) คือ การประเมินมูลค่าออปชันโดยการใช้สูตรภายใต้สมมติฐานที่กำหนด ซึ่งตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อมูลค่าของออปชันจะประกอบไปด้วย ราคาของสินทรัพย์ (Underlying price) ราคาที่กำหนดในออปชัน (Strike price) อัตราลดทอนที่ไม่มีความเสี่ยง (Risk-free rate) ความผันผวน (Volatility) และ ระยะเวลาสิ้นสุดสัญญา (Time to expiration date) โดยสูตรที่ใช้ในการประเมินคือ

$$C = SN(d_1) - Ke^{(-rT)}N(d_2) \qquad (2.11)$$

โดยที่ $$d_1 = \frac{ln(\frac{S}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{(\sigma\sqrt{t})} \qquad (2.12)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \qquad (2.13)$$

เมื่อ C หมายถึง ราคาออปชันการซื้อ (Call Option Price)

S หมายถึง ราคาปัจจุบันของสินทรัพย์ (Underlying Price)

K หมายถึง ราคาที่กำหนดในออปชัน (Strike Price)

r หมายถึง อัตราลดทอนที่ไม่มีความเสี่ยง (Risk-free Rate)

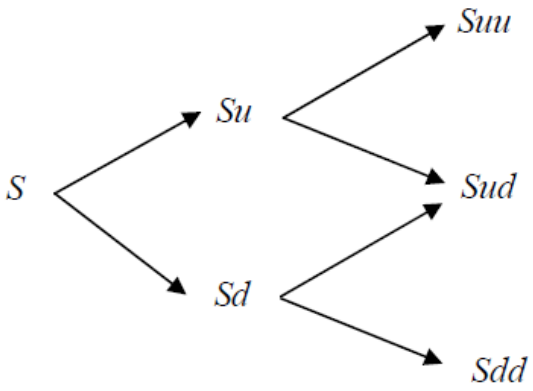
t หมายถึง ระยะเวลาสิ้นสุดสัญญา (Time to Expiration date)

σ หมายถึง ความผันผวน (Volatility)

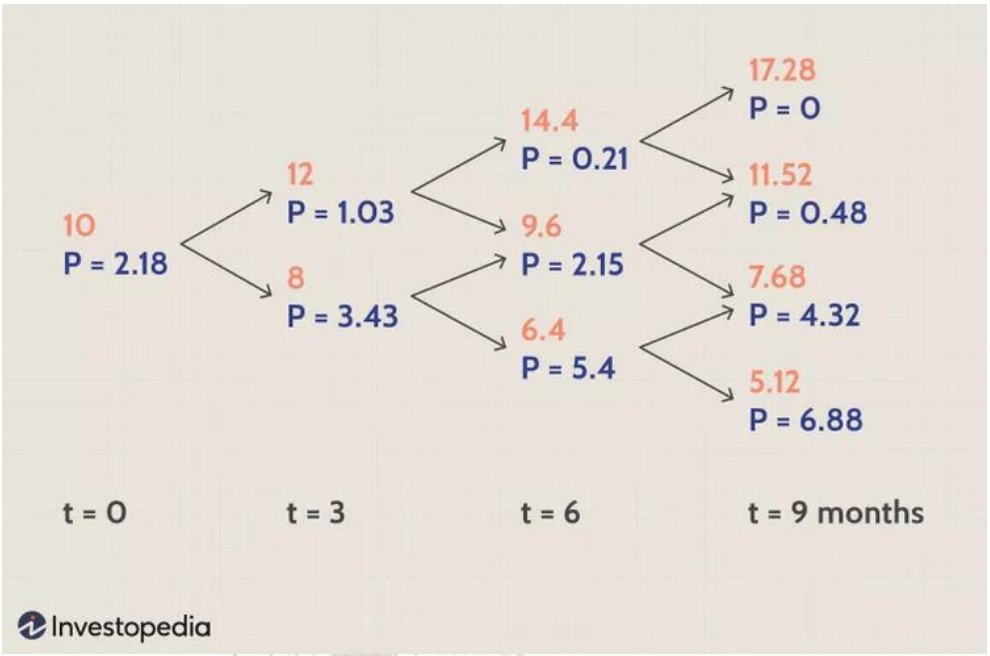
N หมายถึง ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของ Normal Standard Distribution

ข้อจำกัดของ Black-Scholes model คือ สามารถใช้กับออปชันประเภท European option เท่านั้น และ จะต้องอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ความผันผวน (volatility) และอัตราลดทอนที่ไม่มีความเสี่ยง (Risk-free rate) มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาของสัญญา

2) Binomial option pricing model คือ การประเมินมูลค่าของออปชันด้วยวิธีการวนซ้ำ (Iterative procedure) ภายใต้สมมติฐานที่ราคาของสินทรัพย์มีมูลค่าสูงขึ้น (*u* for up) และลดลง (*d* for down) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ซึ่งสามารถประเมินมูลค่าของออปชันได้ในช่วงเวลาก่อนที่จะหมดสัญญา ดังนั้นวิธี Binomial option pricing จึงเหมาะกับการประเมินมูลค่าออปชันประเภท American option ที่สามารถใช้สิทธิ์ในเวลาใดก็ได้ก่อนหมดสัญญา รูปที่ 2.7 เป็นตัวอย่างการประเมินมูลค่า Put option ด้วยวิธี 3-Step Binomial lattice

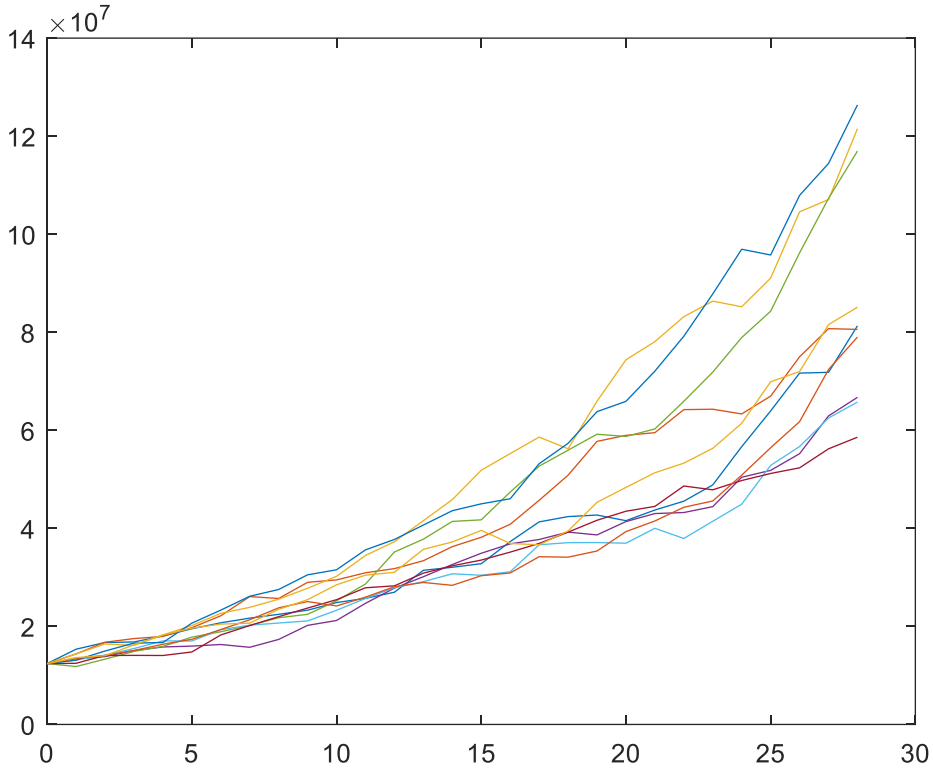


รูปที่ 2.6 Two-Step Binomial Lattice



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการประเมินมูลค่า Put option ด้วยวิธี Binomial pricing model ที่มา: https://www.investopedia.com/articles/investing/021215/examples-understand-binomial-option-pricing-model.asp

3) Monte Carlo simulation คือ วิธีการประเมินมูลค่าของออปชันด้วยวิธีคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical method) นั่นคือการจำลองมูลค่าของสินทรัพย์มีค่าเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วจึงประเมินมูลค่าของออปชันโดยเปรียบเทียบมูลค่าของสินทรัพย์ในกรณีที่มีออปชันและไม่มีออปชัน (Chiara & Garvin, 2007) ตัวอย่างของการจำลองมูลค่าของสินทรัพย์มีค่าเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาเป็นดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างตัวแปรที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดย Monte Carlo simulation ด้วยโปรแกรม MATLAB

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ราคาออปชัน (Option price) จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ มูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic value) และ มูลค่าของเวลา (Time value) โดยมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic value) ของออปชันสามารถประเมินได้จากสมการ

$$V_{\text{call}}(T) = \max\left[X_T - K, 0\right] \text{ สำหรับ Call option} \qquad (2.14)$$

$$V_{\text{put}}(T) = \max\left[K - X_T, 0\right] \text{ สำหรับ Put option} \qquad (2.15)$$

เมื่อ X_T คือ มูลค่าของสินทรัพย์ (Underlying variable) ณ เวลา T

K คือ ราคาใช้สิทธิ์ที่กำหนดในออปชัน (Strike price)

นั่นคือ มูลค่าที่แท้จริงของ Call option จะมีค่าเท่ากับ $X_T - K$ ในกรณีที่มูลค่าของสินทรัพย์มีค่าสูงกว่าราคาที่กำหนดในออปชัน แต่จะไม่มีมูลค่าเมื่อมูลค่าสินทรัพย์มีค่าต่ำกว่าราคาที่กำหนดในออปชัน และ มูลค่าที่แท้จริงของ Put option จะมีค่าเท่ากับ $K - X_T$ ในกรณีที่มูลค่าของ

สินทรัพย์มีค่าต่ำกว่าราคาที่กำหนดในออปชัน แต่จะไม่มีมูลค่าเมื่อมูลค่าสินทรัพย์มีค่าสูงกว่าราคาที่กำหนดในออปชัน

การประเมินมูลค่าเรียลออปชันโดยวิธีคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical method) มีหลายวิธีที่นิยมใช้ คือ วิธีที่เรียกว่า Least Square Monte Carlo (LSM) Method สำหรับการประเมิน Options ที่เป็น American-style options (รูปแบบออปชันที่ผู้ซื้อออปชันสามารถใช้สิทธิ์ในเวลาใดก็ได้ก่อนหมดอายุสัญญา) โดยการประมาณมูลค่าออปชั่นโดยวิธี LSM จะใช้วิธีทั้ง 3 วิธีนี้ร่วมกัน ได้แก่

(1) Monte Carlo (MC) simulation

(2) Dynamic programming และ

(3) Least square method

โดยวิธี MC method จะใช้ในการพยากรณ์ค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรอ้างอิง (Underlying variable) ซึ่งเป็นตัวแปรเสี่ยง (Risk variable) ที่ใช้กำหนดมูลค่าของออปชั่น ซึ่งการพยากรณ์ค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรอ้างอิง ถือเป็น Forward projection ส่วนการหามูลค่าของเรียลออปชันจะคำนวณจากหลังไปหน้า (Backward calculation) เพื่อหากลยุทธ์ที่เหมาะสม (Optimal strategy) ตามหลักการของวิธี Dynamic programming และการตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้ออปชันจากการเปรียบเทียบผลตอบแทน (Payoff) ที่ได้จากการใช้ Options และค่าคาดหวังของกรณีที่ไม่ใช้ Options (Longstaff & Schwartz, 2001)

ในการวิเคราะห์เกมแบบตัวเลือกสิทธิ์ (Option Game) เพื่อประเมินการเลือกใช้ตัวเลือกให้ได้รับผลตอบแทนที่สูงที่สุด สามารถเปรียบเทียบการเลือกใช้สิทธิ์ (Execute option) เป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่มีอยู่สำหรับการเล่นเกม แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่ได้รับจากการเลือกเล่นกลยุทธ์นั้น ยกตัวอย่างเช่น การใช้สิทธิ์เคลมประกันรถยนต์เพื่อชดเชยค่าซ่อมรถยนต์จะต้องแลกกับการเสียค่าเบี้ยประกันที่สูงขึ้น ดังนั้นเจ้าของสิทธิ์จึงต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้สิทธิ์และไม่ใช้สิทธิ์นั้น

ในโครงการร่วมทุนเอกชน รัฐอาจกำหนดให้สิทธิ์เอกชนในการรับประกันรายได้ส่วนต่างในกรณีที่รายได้ของโครงการมีค่าต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ แต่เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการดำเนินโครงการและลดค่าใช้จ่ายของรัฐ ภาครัฐจะไม่สามารถให้สิทธิ์ในการรับประกันรายได้ทุกปี โดยอาจกำหนดเป็นจำนวนสิทธิ์ภายในระยะเวลาสัมปทาน ยกตัวอย่างเช่น การให้สิทธิ์การรับประกันรายได้ 10 สิทธิ์ในระยะเวลา 30 ปี ดังนั้นภาคเอกชนจึงต้องวิเคราะห์และเลือกใช้สิทธิ์ที่มีอยู่เพื่อให้เกิด

ผลตอบแทนอย่างสูงที่สุด นอกจากนี้ภาครัฐอาจกำหนดสิทธิ์การซื้อคืนสัมปทาน (Buyback) ในสัญญาร่วมทุนเพื่อเปิดโอกาสให้ภาครัฐสามารถซื้อโครงการร่วมทุนก่อนหมดระยะเวลาสัมปทานเพื่อมาดำเนินการเอง ยกตัวอย่างเช่น การให้สิทธิ์ภาครัฐในการซื้อคืนหลังจากเปิดใช้โครงการทุก ๆ 10 ปี

2.11 สรุปท้ายบท

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น การร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนถือเป็นรูปแบบการส่งมอบโครงการ (Project delivery Method) ที่นิยมใช้ในโครงการที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ (Zhang, 2005) เนื่องจากผลประโยชน์ในด้านการดำเนินกิจการที่มีประสิทธิภาพของเอกชน (Cumming, 2007) และการแบ่งสรรความเสี่ยงที่เหมาะสมระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน อีกทั้งภาครัฐยังสามารถเลือกใช้สัญญาที่กำหนดบทบาทของภาคเอกชนให้เหมาะสมกับโครงการได้เนื่องจากการร่วมทุนมีรูปแบบการจัดการบทบาทของเอกชนรวมไปถึงการแบ่งปันผลตอบแทนที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามการร่วมทุนมีข้อจำกัดในด้านของต้นทุนทางการเงินที่สูงกว่าในกรณีที่รัฐเป็นผู้ดำเนินการ และข้อจำกัดในการฉวยโอกาส (Opportunistic behavior) ในการเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชนส่งผลให้ต้นทุนโดยรวมของโครงการสูงขึ้น (Carbonara & Pellegrino, 2014) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการโดยการพิจารณารายได้และต้นทุน รวมไปถึงการลดทอนมูลค่าในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบันตามหลักของ Time-Value of Money เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงแนวทางการป้องกันและลดความเสี่ยงในพฤติกรรมการฉวยโอกาสดังกล่าวของภาคเอกชน โดยการพิจารณารูปแบบการเจรจาขอแก้ไขสัญญาด้วยทฤษฎีเกม (Bargaining model) เพื่อหากลยุทธ์ที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ย้อนกลับ (Backward induction) แล้วจึงใช้การจำลองมอนติคาร์โลเพื่อจำลองเหตุการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ในอนาคต และ การประยุกต์ทฤษฎีเรียลออปชันกับการกำหนดเงื่อนไขในการริเริ่มเจรจาขอแก้ไขสัญญาหรือการให้ตัวเลือกแก่ภาครัฐและเอกชนในระหว่างการดำเนินโครงการ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

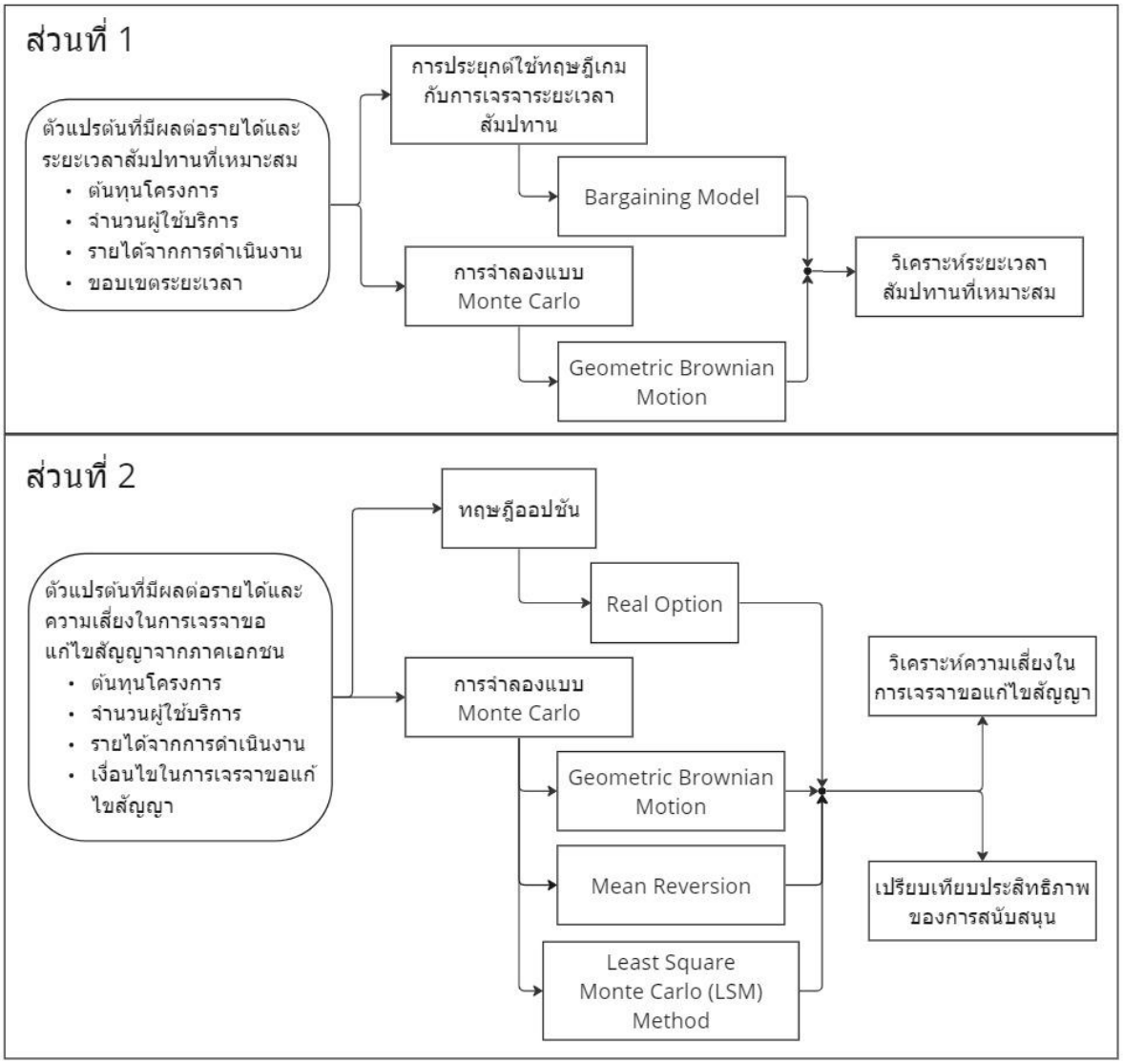
กรอบแนวคิดของการวิจัยการวิจัยเป็นดังแสดงในรูปที่ 3.1 จากรูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดของการวิจัยการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาลักษณะและรูปแบบของสัญญาโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนที่ใช้ในปัจจุบันทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และผลกระทบจากการขอแก้ไขสัญญาในโครงการที่ผ่านมา จากนั้นจึงทำการศึกษาการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมในรูปแบบเกมการต่อรอง (Bargaining game) และ Monte Carlo simulation เพื่อหาระยะเวลาการต่อสัญญา PPP ที่เหมาะสมตามทฤษฎีเกม (Game-based concession extension)

โดยในการวิเคราะห์หาระยะเวลาสัญญา PPP ที่เหมาะสมตามทฤษฎีเกม (Game-based concession period) และระดับของความเสี่ยงที่จะเกิดการแก้ไขสัญญา ซึ่งจะใช้ข้อมูลของโครงการตัวอย่างและโครงการกรณีศึกษาในการวิเคราะห์ เช่น ต้นทุนก่อสร้างและดำเนินงาน จำนวนผู้ใช้บริการ และรายได้จากการดำเนินงาน เป็นต้น ข้อมูลของโครงการตัวอย่างเหล่านี้ล้วนเป็นตัวแปรต้นของงานวิจัย

ต่อมาใน**ส่วนที่ 2** จะเป็นการศึกษารูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐโดยใช้การจำลองมอนติคาร์โลและ การวิเคราะห์แบบเรียลออปชั่น (Real options) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการสนับสนุนที่จะนำมาใช้เพื่อลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญา ผ่านการกำหนดเงื่อนไขการใช้สิทธิในการรับการสนับสนุน ซึ่งควรมีโอกาสในการเกิดการเจรจาที่เกิดจากทั้งภาครัฐและเอกชนในระดับเดียวกัน เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมและโปร่งใสในการขอแก้ไขสัญญาสำหรับเอกชนผู้รับสัมปทาน (Concessionaire) และหน่วยงานภาครัฐเจ้าของโครงการ (Public agency) รวมไปถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสนับสนุนในรูปแบบต่างๆเพื่อหาแนวทางการสนับสนุนที่เหมาะสมสำหรับโครงการร่วมทุนลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review) เพื่อค้นคว้าหาแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานวิจัย และเสริมสร้างความรู้พื้นฐานให้กับผู้วิจัยสามารถใช้พัฒนาต่อยอดงานวิจัยได้
2) กำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัย โดยการกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามรวมถึงผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ แล้วจึงกำหนดขั้นตอนการวิจัยจากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและแนวคิดที่ได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแนวคิดหลักที่ใช้ในงานวิจัยคือทฤษฎีเกมการต่อรอง (Bargaining game) การจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) และ เรียลออปชัน (Real option)
3) ออกแบบเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย โดยงานวิจัยฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่
    a) ส่วนที่ 1 ใช้โปรแกรม MATLAB ในการจำลองจำนวนผู้ใช้บริการโครงการด้วยรูปแบบการกระจายตัว Geometric Brownian Motion และรายได้ของโครงการ เพื่อหาการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุน แล้วจึงทำการคำนวณหาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมจากการเจรจาต่อรองด้วย Bargaining model
    b) ส่วนที่ 2 ใช้โปรแกรม MATLAB ในการจำลองจำนวนผู้ใช้บริการโครงการด้วยรูปแบบการกระจายตัว Geometric Brownian Motion และรายได้ของโครงการ แล้วจึงวิเคราะห์การใช้สิทธิ์ที่กำหนดในสัญญาด้วยวิธี Least Square Monte Carlo (LSM) เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนที่ได้จากการใช้ Option
4) การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเงินลงทุน ค่าบริการ จำนวนผู้ใช้เริ่มต้น ค่าเช่าพื้นที่ และ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง รวมไปถึงแนวโน้มการเติบโตของผู้ใช้บริการ และนโยบายและเงื่อนไขต่าง ๆ ของโครงการ PPP (Rules of the game) เช่น การปรับราคาค่าบริการของโครงการ PPP ตัวอย่าง ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป
5) การวิเคราะห์ข้อมูล
    a) ส่วนที่ 1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุนและระยะเวลาคืนทุนต่ำสุดและสูงสุดภายใต้ความเชื่อมั่นที่ต้องการเพื่อนำไปวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการภายใต้เกมการต่อรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

b) ส่วนที่ 2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนในกรณีที่มีและไม่มีนโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐ และวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา

6) สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย นำผลการเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมากำหนดแนวทางการเขียนสัญญาร่วมทุนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

3.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการ จำนวนโครงการตัวอย่างที่ต้องการประกอบด้วย

- โครงการ PPP ในต่างประเทศ 3 โครงการ
- โครงการ PPP ในประเทศไทย 5 โครงการ

โดยข้อมูลของแต่ละโครงการที่ต้องเก็บรวบรวมได้แก่

1) ต้นทุนของโครงการ
2) ระยะเวลาชำระหนี้
3) อัตราดอกเบี้ย
4) จำนวนผู้ใช้บริการเริ่มต้น
5) อัตราการเจริญเติบโตในจำนวนผู้ใช้บริการ
6) ความผันผวนของจำนวนผู้ใช้บริการ
7) อัตราค่าบริการและนโยบายการปรับค่าบริการ
8) ค่าใช้จ่ายรายปีประกอบไปด้วย ค่าเช่าพื้นที่และค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง
9) ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูสภาพโครงการ

นอกจากข้อมูลโครงการแล้ว งานวิจัยนี้ยังต้องรวบรวมข้อมูลเชิงนโยบายด้าน PPP เพื่อกำหนดระเบียบกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่จะนำไปใช้ในการเจรจาต่อรองด้วย Bargaining model

3.4 การออกแบบเครื่องมือสำหรับงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) การสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial modelling) ของโครงการตัวอย่างกรณีศึกษา (2) Monte Carlo simulation (3) Stochastic process (Geometric Brownian motion, GBM และ Mean reversion process) (4) Game theory (5) Real options analysis และ (6) โปรแกรม MATLAB

จากกรอบแนวคิดของการวิจัยการวิจัยเป็นดังแสดงในรูปที่ 3.1 รายละเอียดของการใช้เครื่องมือที่วิจัยทั้งหมดเป็นดังต่อไปนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> การศึกษาลักษณะและรูปแบบของสัญญาโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน

เครื่องมือที่ใช้ได้แก่

1) การสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial modelling)
2) Stochastic process (Geometric Brownian motion, GBM) และ Monte Carlo simulation

$$S_{(n+1)} = S_n exp\left[(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + (\sigma\sqrt{dt} \times N(0,1)) \right] \quad (3.1)$$

เมื่อ $S_{(n+1)}$ คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ n+1

S_n คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ n

μ คือ อัตราการเจริญเติบโตในจำนวนผู้ใช้บริการ

σ คือ ความผันผวนของจำนวนผู้ใช้บริการ

dt คือ

$N(0,1)$ คือ การกระจายตัวแบบ standard normal

3) โปรแกรม MATLAB
4) Game theory

<u>ส่วนที่ 2</u> การศึกษา “Trigger variables or conditions” หรือ “ตัวแปรหรือเงื่อนไขนำไปสู่การปรับแก้ไขสัญญา” ของโครงการ PPP ในต่างประเทศ เพื่อนำ “ตัวแปรหรือเงื่อนไขนำไปสู่การปรับแก้ไขสัญญา” มาประยุกต์ใช้บริบทของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ได้แก่

1) การสร้างตัวแบบทางการเงิน (Financial modelling)
2) Stochastic process (Geometric Brownian motion, GBM) และ Monte Carlo Simulation

$$S_{(n+1)} = S_n exp\left[(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + (\sigma\sqrt{dt} \times N(0,1)) \right] \quad (3.1)$$

เมื่อ $S_{(n+1)}$ คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ n+1

S_n คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ n

μ คือ อัตราการเจริญเติบโตในจำนวนผู้ใช้บริการ

σ คือ ความผันผวนของจำนวนผู้ใช้บริการ

dt คือ

$N(0,1)$ คือ การกระจายตัวแบบ standard normal

3) Mean reversion process

$$S_{(n+1)} = S_n[1+\eta(S_m - S_n)dt + \sigma\sqrt{dt}N(0,1)] \quad (3.2)$$

เมื่อ $S_{(n+1)}$ คือ อัตราการเติบโตของ GDP ในปีที่ $n+1$

S_n คือ อัตราการเติบโตของ GDP ในปีที่ n

S_m คือ อัตราการเติบโตเฉลี่ยของ GDP

σ คือ ความผันผวนของอัตราการเจริญเติบโตของ GDP

η คือ อัตราการผันผวนเข้าสู่ค่าเฉลี่ย

dt คือ ระยะเวลา

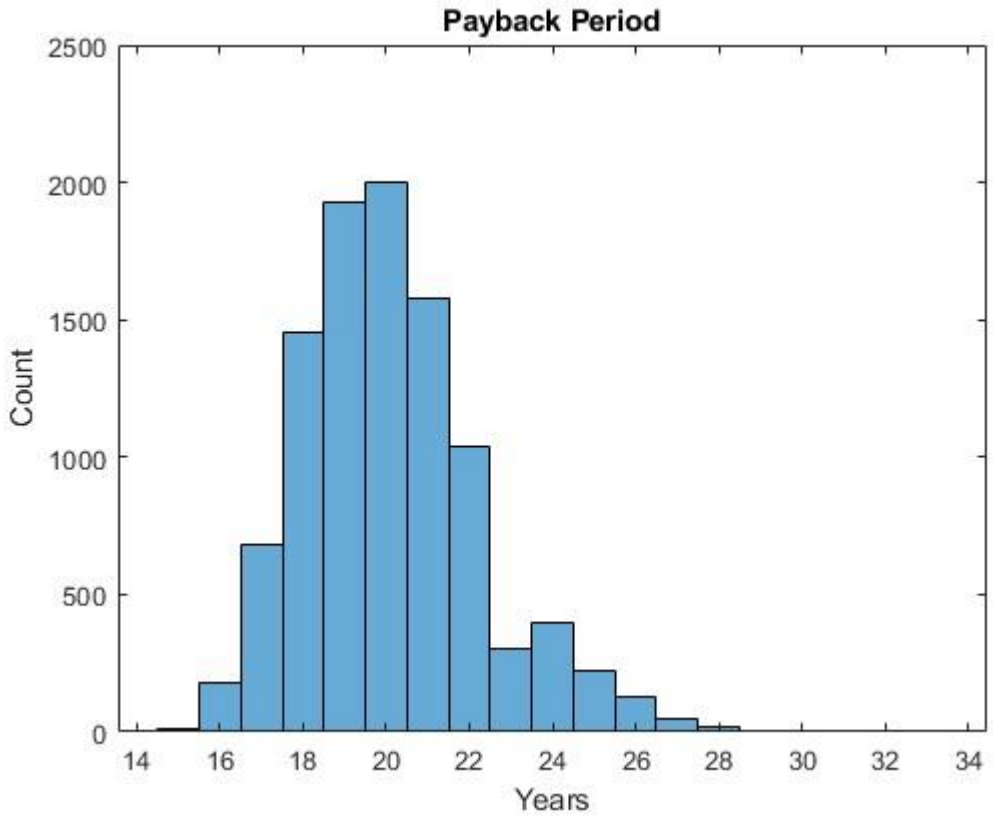
4) Real Option Analysis

5) โปรแกรม MATLAB

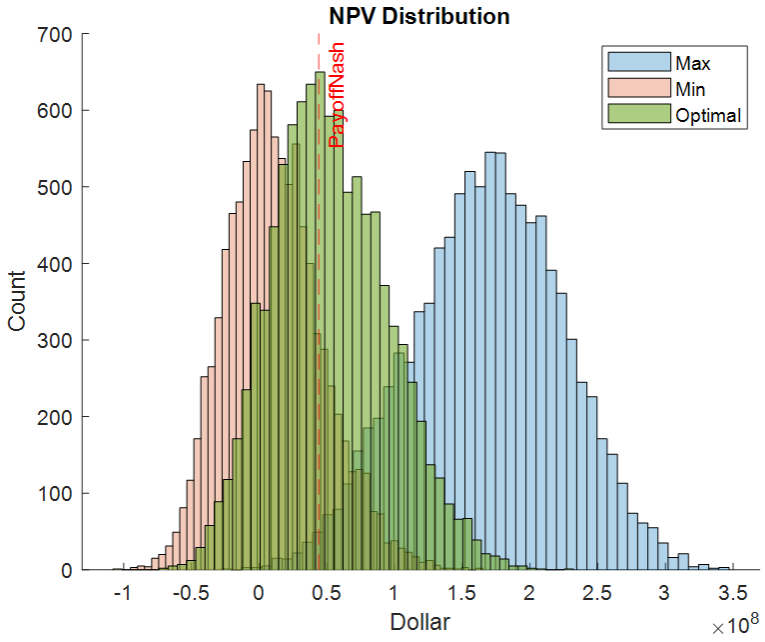
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

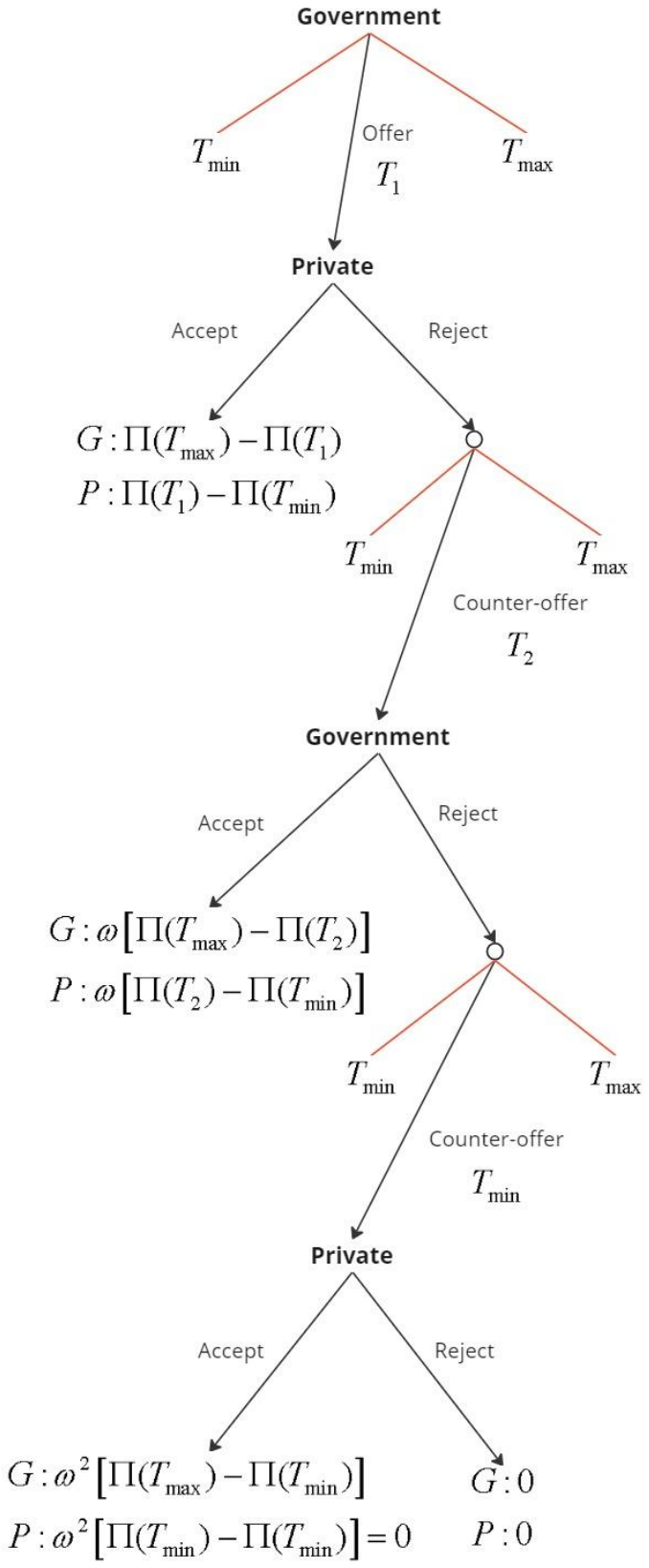
<u>ส่วนที่ 1</u> ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุน และระยะเวลาคืนทุนต่ำสุดและสูงสุดภายใต้ความมั่นใจที่ระดับ 95% เพื่อนำไปหาระยะเวลาคืนทุนที่เหมาะสมจาก Bargaining model ซึ่งจะได้การกระจายตัวของรายได้ปัจจุบันสุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่าง ๆ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3.2 - 3.4 เป็นต้น



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงระยะเวลาคืนทุนของโครงการตัวอย่าง



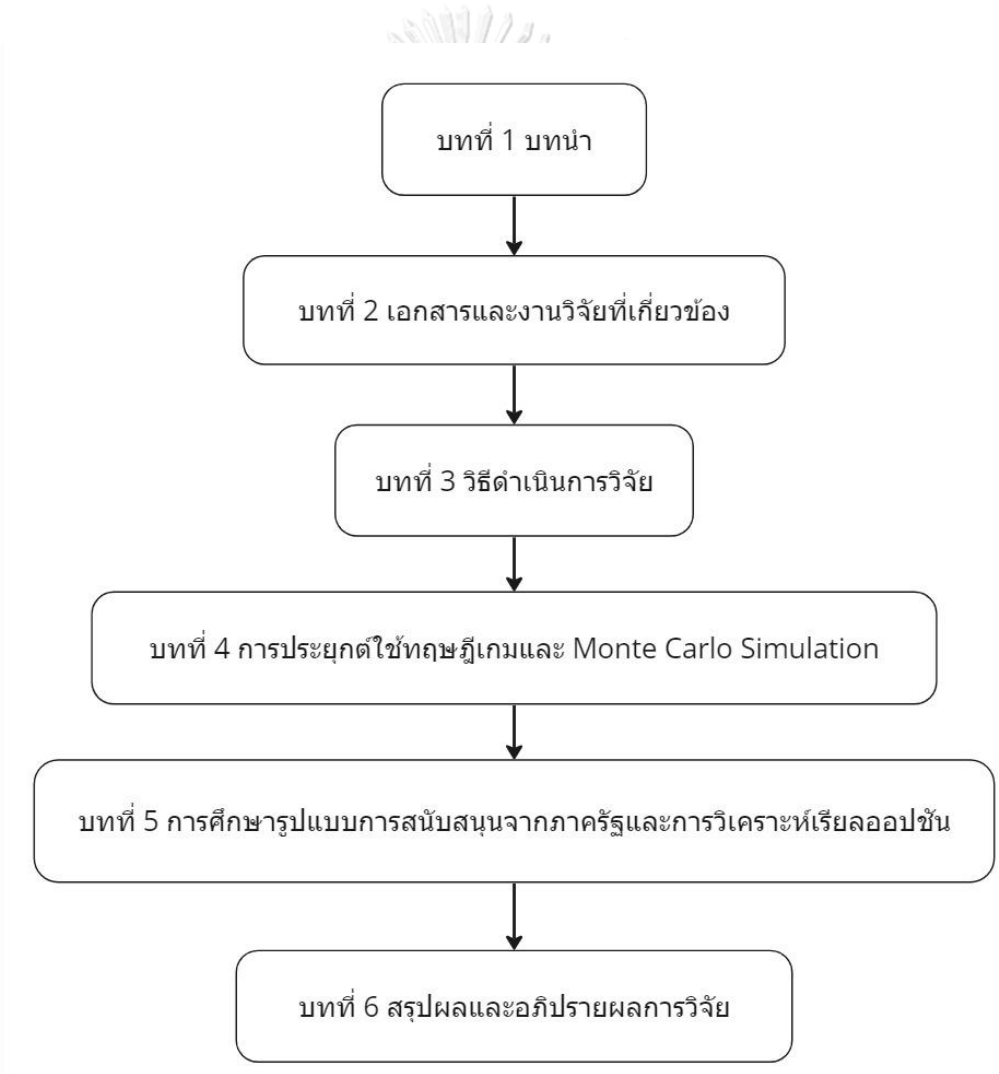
รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของรายได้ปัจจุบันสุทธิภายใต้ระยะเวลาสัมปทานต่าง ๆ ของโครงการตัวอย่าง



รูปที่ 3.4 แผนภาพแสดงการเจรจาในรูปแบบเกมการต่อรอง (Bargaining Model)

<u>ส่วนที่ 2</u> ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนในกรณีที่มีและไม่มีการสนับสนุนจากภาครัฐผ่านการกำหนดเงื่อนไขในการรับการสนับสนุน โดยเงื่อนไขจะนำไปสู่การวิเคราะห์แบบ Real options และประเมินมูลค่าของออปชันด้วยวิธี Least Square Monte Carlo (LSM) และนำไปวิเคราะห์ความเสี่ยงที่ภาคเอกชนจะใช้โอกาสในการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (Opportunistic Renegotiation) ต่อไป

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลและผลของการวิเคราะห์ในทั้ง 2 ส่วน จะนำเสนอใน**บทที่ 4 5** และ **6** จะเป็นการสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะในงานวิจัยในอนาคตต่อไป โดยโครงสร้างของแต่ละบทของรายงานวิจัยนี้เป็นดังแสดงในรูปที่ 3.5



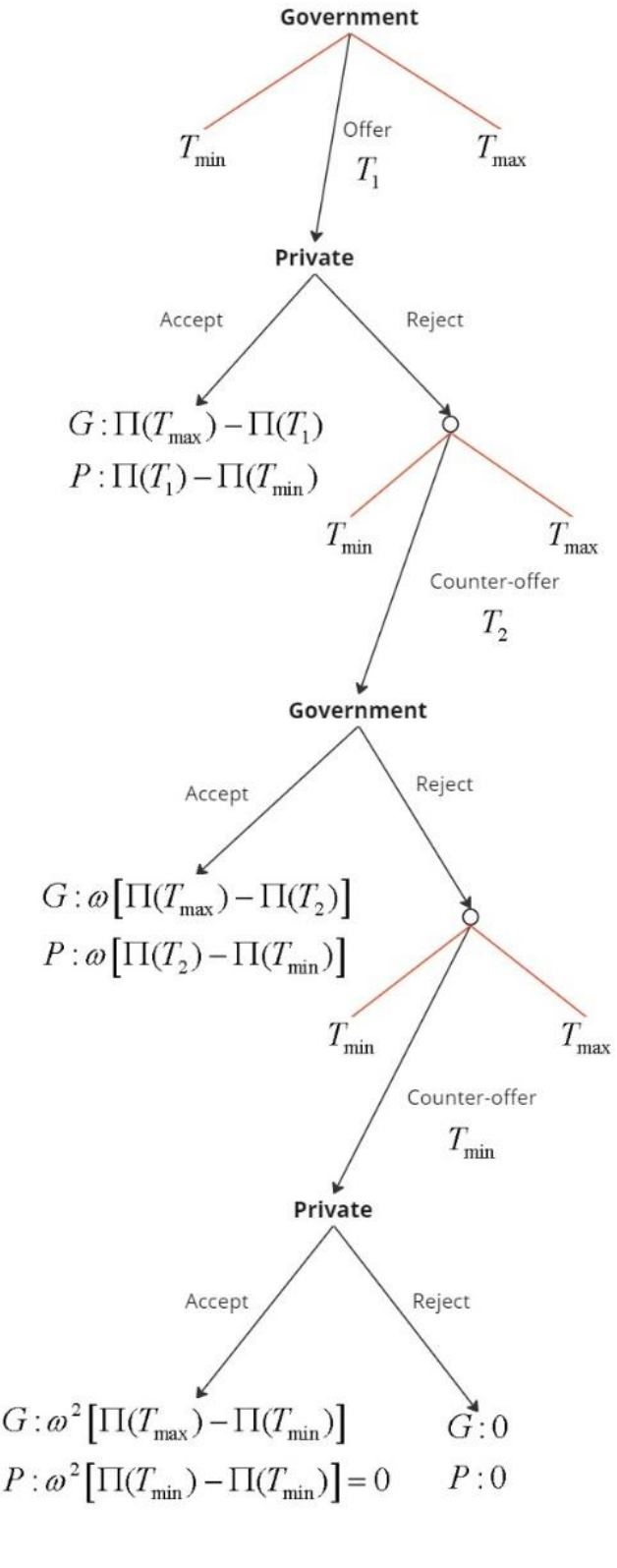
รูปที่ 3.5 โครงสร้างของรายงานวิจัย

บทที่ 4
การพัฒนาตัวแบบ Risk-based Bargaining Model โดยใช้การจำลองมอนติคาร์โล และทฤษฎีเกม

4.1 รูปแบบเกมการต่อรอง (Bargaining model)

สำหรับการวิเคราะห์การเจรจาระยะเวลาสัมปทาน จะวิเคราะห์โดยการใช้ทฤษฎีเกมในรูปแบบเกมการต่อรองในการจำลองการเจรจา เนื่องจากมีรูปแบบการเล่นเกมที่เหมือนกันซึ่งแสดงให้เห็นถึงกลยุทธ์และผลตอบแทนที่ผู้เล่นจะได้รับในการเลือกเล่นกลยุทธ์แต่ละรูปแบบ นั่นคือผู้เล่นที่เป็นผู้ริเริ่มการเจรจาทำการเลือกกลยุทธ์ของตนเองก่อน แล้วจึงให้ผู้เล่นอีกฝ่ายเลือกกลยุทธ์ในการโต้ตอบ เช่น ยอมรับเงื่อนไขของสัญญาใหม่ (Accept) หรือ ไม่ยอมรับและทำการเสนอเงื่อนไขอื่น (Reject and counter Offer) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนของแต่ละกลยุทธ์แบบย้อนกลับ เพื่อหาแนวทางการเล่นเกมที่ตนเองได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด โดยเกมการต่อรองของการเจรจาสัญญา จะเริ่มจากการที่ภาครัฐเป็นฝ่ายเสนอระยะเวลาสัมปทาน T_1 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $T_{\min}$ นั่นคือระยะเวลาสัมปทานต่ำที่สุดโดยคำนวณจากระยะเวลาที่ภาคเอกชนจะคืนทุนจากโครงการ และ $T_{\max}$ นั่นคือระยะเวลาสัมปทานสูงที่สุดที่ภาครัฐสามารถให้กับภาคเอกชนได้ แล้วภาคเอกชนจึงตัดสินใจในการยอมรับระยะเวลาสัมปทานหรือปฏิเสธเงื่อนไข โดยถ้าหากภาคเอกชนเลือกที่จะยอมรับในสัญญา ผลตอบแทนที่ทั้ง 2 ฝ่ายจะได้รับจะแสดงในแผนภาพ โดย G หมายถึง ผลประโยชน์ที่ภาครัฐจะได้รับ ในขณะที่ P หมายถึง ผลประโยชน์ที่ภาคเอกชนจะได้รับ โดยที่ $\prod$ คือ ผลประโยชน์ที่ได้รับซึ่งจะเป็นฟังก์ชันของระยะเวลาสัมปทาน การเจรจาจะดำเนินต่อไปทั้งหมด 3 ครั้ง เนื่องจากการเจรจาแต่ละครั้งจะก่อให้เกิดการสูญเสีย ω (Loss factor) ซึ่งเป็นผลมาจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสียโอกาส และมูลค่าของเงินที่ลดลงตามเวลา ดังนั้นภาครัฐและภาคเอกชนจึงจำเป็นที่จะต้องจำกัดจำนวนครั้งการเจรจาเพื่อให้ทั้งสองฝ่ายยังได้รับผลตอบแทนที่เหมาะสม การวิเคราะห์เกมการต่อรองจึงทำการวิเคราะห์ย้อนกลับโดยเริ่มจากการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่ปลายแผนภาพก่อน ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.1 แผนภาพการเจรจาในรูปแบบเกมการต่อรอง (Bargaining Model)

จากรูปที่ 4.1 ภาครัฐจะเป็นฝ่ายเสนอระยะเวลาสัมปทานของโครงการ ระหว่างระยะเวลาต่ำสุดและระยะเวลาสูงสุด ($T_{\min}, T_{\max}$) อย่างไรก็ตามระยะเวลาสัมปทานของโครงการ ซึ่งในกรณีนี้ คือ ระยะเวลาที่โครงการคืนทุน (Payback period) หรือ เป็นระยะเวลาที่ NPV ของเอกชนเป็นศูนย์ มีความไม่แน่นอนจากความเสี่ยงของด้านตลาด (Market risk) เช่น ปริมาณการใช้บริการ (Demand risk) เป็นต้น หากนำความเสี่ยงด้านปริมาณการใช้บริการมาใช้ในการวิเคราะห์การเจรจาต่อรองด้วย ซึ่งในการศึกษานี้ใช้การจำลองมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว

4.2 การจำลองจำนวนผู้ใช้บริการโครงการด้วยการจำลองมอนติคาร์โล

งานวิจัยนี้ใช้ Stochastic process ที่เรียกว่า Geometric Brownian motion (GBM) ในการแสดงตัวแปรเสี่ยงด้านจำนวนผู้ใช้บริการโครงการ (Demand risk variable) ซึ่งมีสมการเป็นดังนี้

$$S_{(n+1)} = S_n exp\left[(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + (\sigma\sqrt{dt} \times N(0,1)) \right] \quad (3.1)$$

เมื่อ $S_{(n+1)}$ คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ $n+1$

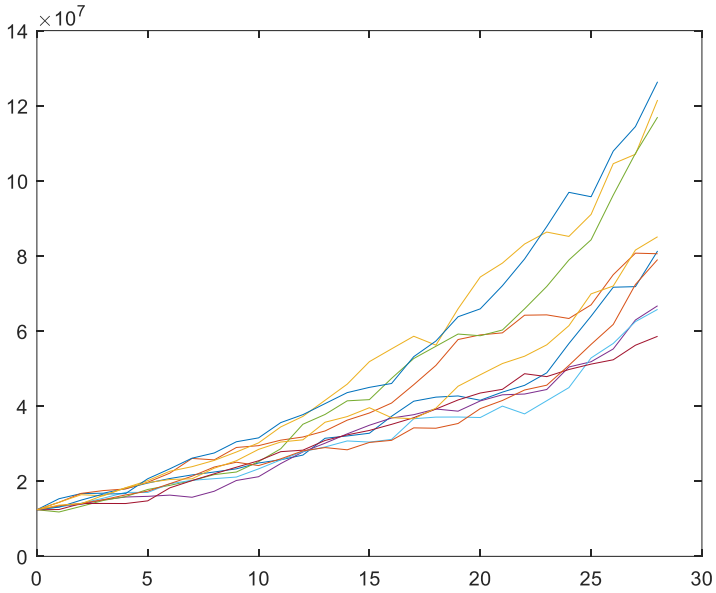
S_n คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ n

μ คือ อัตราการเจริญเติบโตในจำนวนผู้ใช้บริการ

σ คือ ความผันผวนของจำนวนผู้ใช้บริการ

dt คือ ระยะเวลา

$N(0,1)$ คือ การกระจายตัวแบบ standard normal ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 (μ, σ)

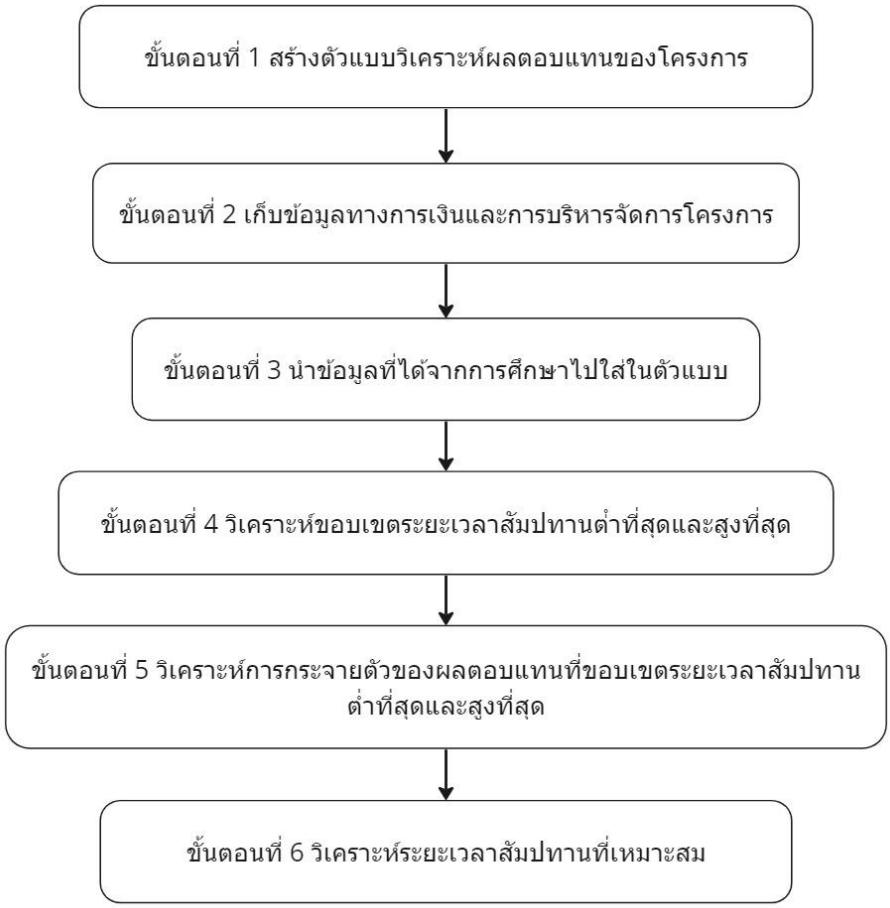


รูปที่ 4.2 จำนวนผู้ใช้บริการในช่วงระยะเวลา 30 ปี จากการจำลองมอนติคาร์โล

4.3 Risk-based Bargaining Model

งานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบการเจรจาบนพื้นฐานของความเสี่ยงของการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของภาคเอกชน โดยใช้วิธีการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) เพื่อวิเคราะห์ค่าผลตอบแทนที่เป็นไปได้ ค่าเฉลี่ย หรือค่าคาดหวังของผลตอบแทน (Expected payoff) ของการลงทุน และช่วงการกระจายตัวของผลตอบแทนที่เป็นไปได้ (Possible range of payoff) โดยขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยแบบการเจรจาบนพื้นฐานของความเสี่ยงของการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของภาคเอกชน เป็นดังแสดงในรูปที่ 4.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม

จากรูปที่ 4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบแบบการเจรจาบนพื้นฐานของความเสี่ยงของการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐาน PPP มีลำดับและรายละเอียดเป็นดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 1 สร้างตัวแบบวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

สร้างตัวแบบวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการสัมปทานจากการคำนวณรายได้ผ่านจำนวนผู้ใช้และอัตราค่าบริการ โดยมีการเจริญเติบโตและความผันผวนที่ก่อให้เกิดการกระจายตัวของรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลทางการเงินและการบริหารจัดการโครงการ

เก็บรายละเอียดและข้อมูลการลงทุนรวมไปถึงแนวทางการบริหารจัดการโครงการ ซึ่งข้อมูลที่จะต้องทำการเก็บประกอบไปด้วย

1) เงินลงทุนในส่วนของเจ้าของ

2) เงินลงทุนและอัตราดอกเบี้ยจากการกู้ยืม
3) ระยะเวลาการชำระหนี้
4) ค่าใช้จ่ายในการบริหารและซ่อมบำรุง (O&M Cost)
5) จำนวนผู้ใช้บริการเริ่มต้น
6) อัตราการเติบโตและความผันผวนของจำนวนผู้ใช้บริหาร
7) อัตราค่าบริการและแนวทางการปรับราคาค่าบริการ

ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใส่ในตัวแบบ

หลังจากทำการศึกษาข้อมูลทางการเงินและการบริหารจัดการโครงการแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้ไปใส่ในตัวแบบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ขอบเขตระยะเวลาสัมปทานต่ำที่สุดและสูงที่สุด

การวิเคราะห์ขอบเขตระยะเวลาสัมปทานต่ำที่สุดจะวิเคราะห์จากระยะเวลาคืนทุนของโครงการ PPP ได้โดยการวิเคราะห์ปีที่รายได้ของโครงการเมื่อหักลบกับต้นทุนในส่วนของเจ้าของและค่าใช้จ่ายแล้ว สามารถชำระหนี้ส่วนเกินที่เหลืออยู่ทั้งหมดของโครงการได้ ซึ่งสามารถเขียนคำสั่งในการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MATLAB

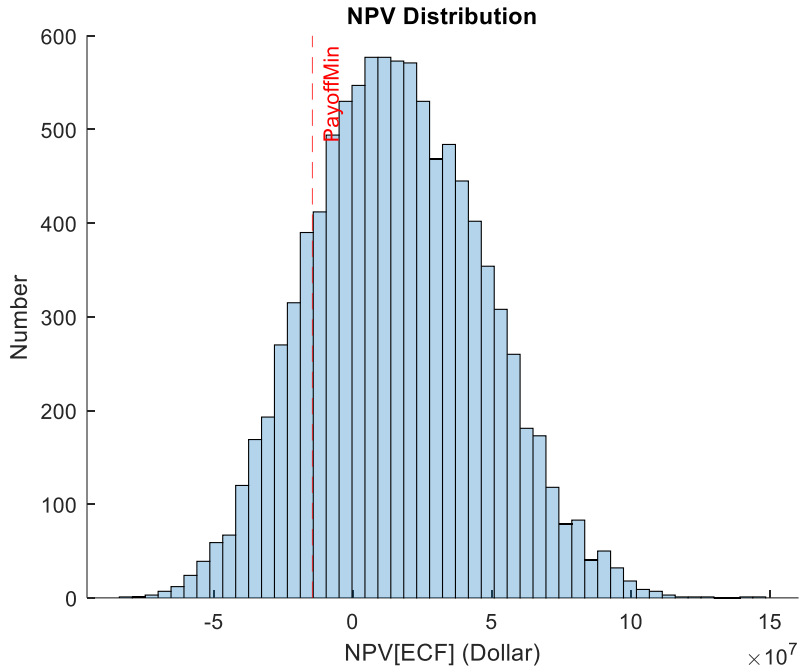
ตัวอย่างของการเขียนคำสั่งในการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MATLAB โครงการตัวอย่าง เป็นดังแสดงในรูปที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
concession = zeros(m,1);
for j=1:m
    x = -38000000;
    a = 0;
    for i=1:n
        a=a+PV(j,i);
        if a+x>((Payment1+Payment2)*(1-(1+rd)^-(32-i))/rd)/(1+rd)^i
            break
        end
    end
    concession(j,1) = i;
end
```

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างชุดคำสั่ง MATLAB ในการหาระยะเวลาคืนทุนของโครงการ PPP ตัวอย่าง

โดยในตัวอย่างชุดคำสั่งมีการกำหนดมูลค่าของเงินลงทุนในส่วนของเจ้าของ x = 38,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ แล้วจึงสามารถคำนวณระยะเวลาสัมปทานต่ำที่สุดได้จากการจำลองมอนติคาร์โลและวิเคราะห์ผลตอบแทนคาดหวังของค่าเฉลี่ยระยะเวลาสัมปทาน (T_{mean}) แล้วจึงทำการคำนวณผลตอบแทนที่ต่ำที่สุดที่ภาคเอกชนยอมรับได้ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของผลตอบแทน ลบด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.5 ผลตอบแทนขั้นต่ำที่ภาคเอกชนยอมรับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยการกำหนดขอบเขตระยะเวลาสัมปทานสูงที่สุดจะขึ้นอยู่กับผลตอบแทนสูงที่สุดที่ภาครัฐจะยอมให้ภาคเอกชนได้รับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันในแต่ละโครงการ และขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละประเทศ

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์การกระจายตัวของผลตอบแทนที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ

ทำการวิเคราะห์จากการจำลองมอนติคาร์โล เพื่อหาการกระจายตัวของรายได้ปัจจุบันสุทธิ (NPV) และ ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Payoff) ที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆเพื่อนำค่าผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับไปวิเคราะห์ในการเจรจาต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์การเจรจาระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน

จากนั้นทำการวิเคราะห์การเจรจาเพื่อหาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนโดยการกำหนดให้ภาครัฐเป็นผู้เสนอระยะเวลาสัมปทานก่อนแล้วภาคเอกชนจะเป็นฝ่ายตัดสินใจในการยอมรับ (Accept) หรือไม่ยอมรับและเสนอเงื่อนไขอื่น (Reject & counter offer) แล้วจึงกลับมาเป็นฝ่ายรัฐในการตัดสินใจ โดยแต่ละครั้งที่เกิดการเจรจา ผลตอบแทนที่ภาครัฐและภาคเอกชนได้รับจะถูกลดทอนด้วยค่าสูญเสีย ω (Loss factor) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานและผลของมูลค่าเงินที่ลดลงตามเวลาโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ดังนั้นเกมการเจรจาจึงถูกจำกัดจำนวนการเล่นที่ 3 รอบ เนื่องจากจำนวนการเจรจาแต่ละครั้งจะทำให้ผลตอบแทนโดยรวมของทั้ง 2 ฝ่ายมีค่าลดลงและถ้าหากภาครัฐและภาคเอกชนยังไม่สามารถตกลงในเงื่อนไขได้ ทั้ง 2 ฝ่ายจะไม่ได้รับผลตอบแทนจากโครงการ

จากแผนภาพ 4.1 การวิเคราะห์ย้อนกลับจะถูกนำมาใช้เพื่อหาผลตอบแทนที่ภาครัฐควรจะเสนอให้ภาคเอกชนในการเจรจาครั้งแรก ภายใต้สมมติฐาน “ถ้าหากผลตอบแทนเท่ากัน ทั้ง 2 ฝ่ายจะเลือกยอมรับเงื่อนไขเสมอ” ดังนั้นการวิเคราะห์จึงเริ่มจากการเปรียบเทียบผลตอบแทนที่ปลายแผนภาพ นั่นคือภาคเอกชนจะยอมรับในเงื่อนไขที่สุดท้ายที่ภาครัฐเสนอให้ ($\Pi(T_{\min})$) เสมอ นั่นหมายถึง ถ้าหากภาครัฐไม่ยอมรับข้อตกลง T_2 ภาครัฐจะได้รับผลตอบแทน $\omega^2\left[\Pi(T_{\max})-\Pi(T_{\min})\right]$ ดังนั้นภาคเอกชนจึงต้องเสนอ T_2 ที่ทำให้

$$\omega^2\left[\Pi(T_{\max})-\Pi(T_{\min})\right]=\omega\left[\Pi(T_{\max})-\Pi(T_2)\right] \tag{4.1}$$

เพื่อทำให้ภาครัฐยอมรับในเงื่อนไข และภาคเอกชนจะได้รับผลตอบแทน $\omega\left[\Pi(T_2)-\Pi(T_{\min})\right]$ และเมื่อวิเคราะห์ย้อนกลับจนถึงครั้งแรกที่ภาครัฐเป็นฝ่ายยื่นข้อเสนอ จะได้ว่าภาครัฐจะต้องเสนอระยะเวลาสัมปทาน T_1 ที่ทำให้

$$\omega\left[\Pi(T_2)-\Pi(T_{\min})\right]=\Pi(T_1)-\Pi(T_{\min}) \tag{4.2}$$

เมื่อแก้สมการที่ (4.2) และ (4.3) ร่วมกัน จะได้ว่า

$$\Pi(T_1)=(\omega-\omega^2)\Pi(T_{\max})+(1+\omega^2-\omega)\Pi(T_{\min}) \tag{4.3}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นั่นคือภาครัฐจะต้องเสนอระยะเวลาสัมปทานที่ทำให้ภาคเอกชนได้รับผลตอบแทนใกล้เคียงกับสมการที่ (4.4) มากที่สุดเพื่อให้ภาคเอกชนเลือกที่จะยอมรับในข้อเสนอตั้งแต่ครั้งแรกของการเจรจาและทำให้ภาครัฐได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการกรณีศึกษา

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการกรณีศึกษา จะทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 8 โครงการ โดยเป็นโครงการภายในประเทศ 3 โครงการ และ โครงการต่างประเทศ 5 โครงการ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายชื่อโครงการกรณีศึกษา

ชื่อโครงการ	ประเทศ	มูลค่าเงินลงทุน
โครงการรถไฟความเร็วสูงเชื่อม 3 สนามบิน	ไทย	168,718 ล้านบาท
โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางปะอิน-นครราชสีมา*	ไทย	43,277 ล้านบาท
โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางใหญ่-กาญจนบุรี*	ไทย	38,588 ล้านบาท
Dulles Greenway	สหรัฐอเมริกา	258 ล้านดอลลาร์สหรัฐ
SR91 Express Lane	สหรัฐอเมริกา	126 ล้านดอลลาร์สหรัฐ
Santa Ana Viaduct Express	สหรัฐอเมริกา	801 ล้านดอลลาร์สหรัฐ
Bridge over Northumberland Strait	แคนาดา	800 ล้านดอลลาร์สหรัฐ
Golden Gates Bridge	สหรัฐอเมริกา	35 ล้านดอลลาร์สหรัฐ

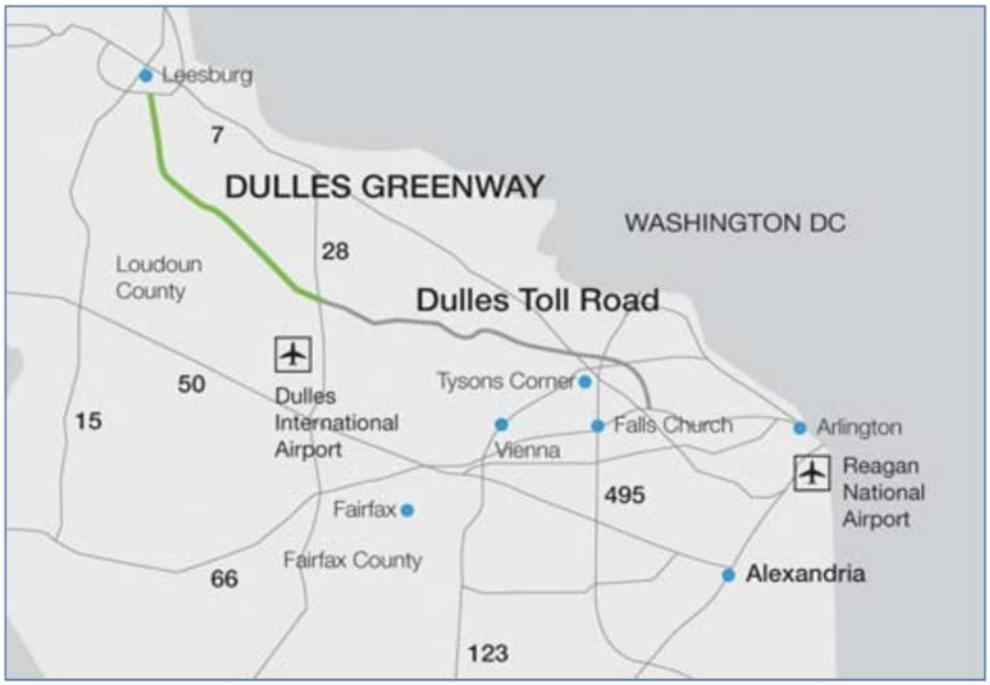
4.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาโดยตัวแบบ Risk-based bargaining model

หลังจากการนำเสนอตัวแบบแบบการเจรจาบนพื้นฐานของความเสี่ยงของการลงทุนในโครงการโครงสร้างพื้นฐาน PPP ในหัวข้อที่ 4.3 และการเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการกรณีศึกษาแล้ว หัวข้อนี้จะเป็นการแสดงวิธีการใช้ตัวแบบที่ได้นำเสนอกับโครงการกรณีศึกษา 1 โครงการ เพื่อแสดงตัวอย่างของรายละเอียดการวิเคราะห์ โดยเลือกโครงการ Dulles Greenway เนื่องจากโครงการ Dulles Greenway เป็นโครงการตัวอย่างที่มีข้อมูลการดำเนินงานที่ครบถ้วนและสามารถนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาได้

4.5.1 โครงการกรณีศึกษาตัวอย่าง Dulles Greenway

โครงการ Dulles Greenway เป็นโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนประเภท BOO โดยเป็นโครงการทางพิเศษ 4 ช่องทางซึ่งเป็นส่วนต่อขยายของ Dulles Toll Road โดยเชื่อมต่อระหว่างสนามบิน Dulles International Airport และ ทางเชื่อมทางหลวงหมายเลข 7 และ 15 ในรัฐ Virginia ประเทศสหรัฐอเมริกา (รูปที่ 4.**) มีบริษัทผู้รับสัมปทาน (Concessionaire) คือ Toll Road

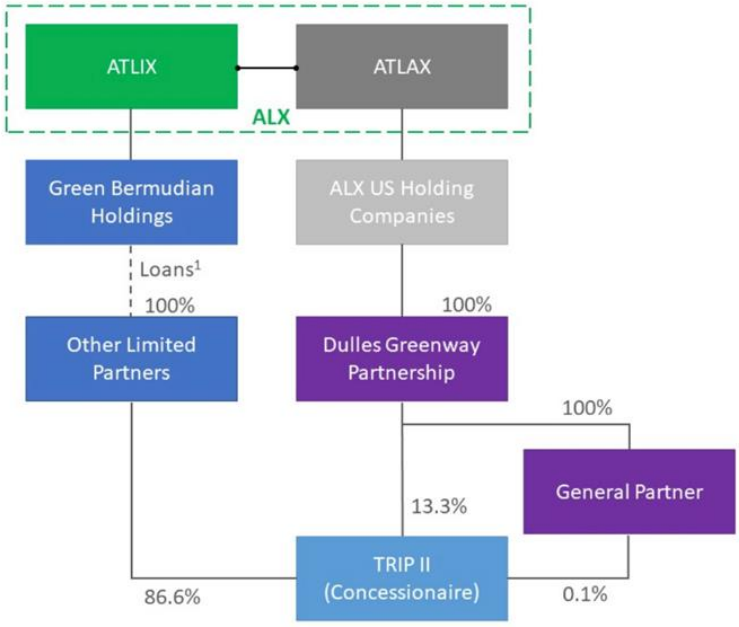
Investor Partnership II (TRIP II) ซึ่งมีโครงสร้างการร่วมลงทุนของเอกชนดังแสดงในรูปที่ 4.7 โครงการ Dulles Greenway ได้ออกแบบให้สามารถขยายจำนวนช่องทางรวมไปถึงการเพิ่มระบบขนส่งมวลชนในอนาคตได้ (Expansion and adaptation flexibility)



รูปที่ 4.6 แผนที่เส้นทางของโครงการ Dulles Greenway

ที่มา : https://www.mwaa.com/sites/mwaa.com/files/legacyfiles/BOD/2017-03/tab_12_financial_advisors_report_-_dules_corridor_enterprise.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.7 โครงสร้างการร่วมลงทุน

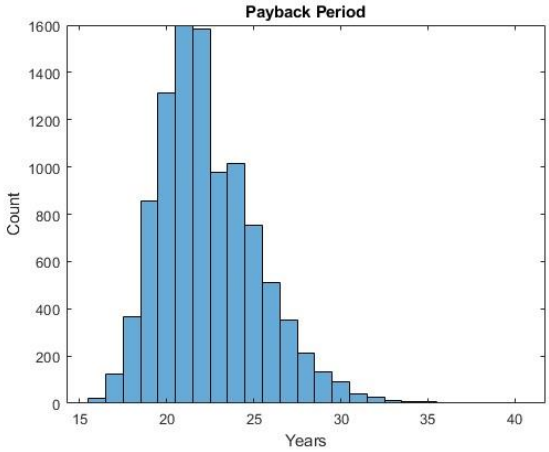
ที่มา : https://www.atlasarteria.com/portfolio/dulles-greenway

ข้อมูลทางการเงินและการดำเนินงานของโครงการสามารถสรุปได้ ดังนี้

1) ผู้ใช้บริการในปีแรก 34,000 คันต่อวัน มีอัตราเจริญเติบโต 7% ต่อปี และความผันผวน 5% จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด 132,400 คันต่อวัน
2) เงินลงทุนในส่วนของเจ้าของ 38,000,000 ดอลลาร์ลงทุนในปีที่ 0
3) เงินลงทุนจากการกู้ยืม 129,000,000 ดอลลาร์ในปีที่ 1 และ 129,000,000 ดอลลาร์ในปีที่ 2 ภายใต้อัตราดอกเบี้ย 8% โดยมีกำหนดการชำระหนี้ทั้งหมดในปีที่ 32
4) อัตราค่าบริการ 2 ดอลลาร์ต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นหลังจากปีที่ 3 ด้วยอัตรา 2.5% ต่อปี
5) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง 7,000,000 ดอลลาร์ต่อปี
6) ค่าใช้จ่ายในการเช่าที่ 500,000 ดอลลาร์ต่อปี
7) ค่าใช้จ่ายในการขยายโครงการ 20,000,000 ดอลลาร์ในปีที่ 13 และ 40,000,000 ดอลลาร์ในปีที่ 23
8) อัตราคิดลดของเจ้าของโครงการ 12%

4.5.2 การวิเคราะห์โดยตัวแบบ Risk-based bargaining model

เมื่อทำการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของโครงการจากการจำลองจำนวนผู้ใช้บริการด้วยการจำลองมอนติคาร์โลดังแสดงในรูปที่ จะได้ว่าระยะเวลาคืนทุนต่ำสุดและสูงสุดของโครงการ เท่ากับ 19 ปี และ 40 ปี ตามลำดับและมีการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุนดังแสดงในรูปที่ 4.8

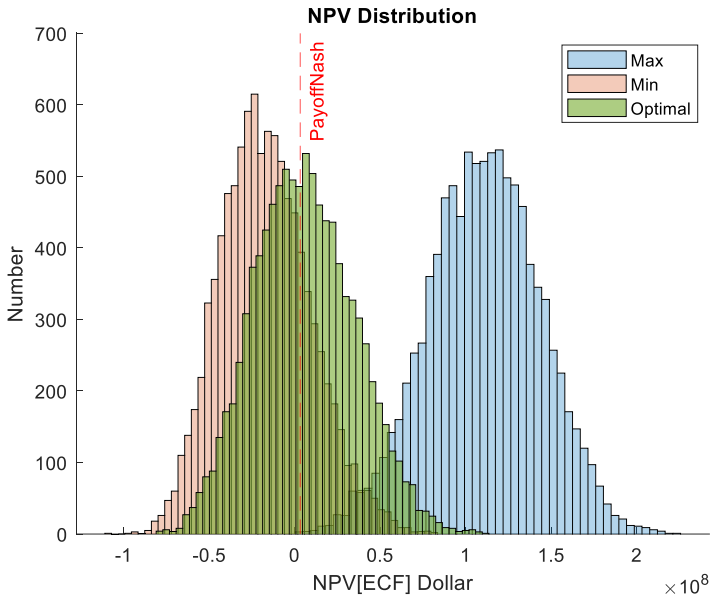


รูปที่ 4.8 การกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

เมื่อได้ระยะเวลาคืนทุนหรือระยะเวลาสัมปทานที่ต่ำที่สุดและสูงที่สุดแล้ว จึงทำการวิเคราะห์หาผลตอบแทนที่ภาครัฐควรเสนอให้กับภาคเอกชนในการเจรจาสัญญาด้วยสมการที่ (6) โดยสมมติให้ค่าสูญเสียในการเจรจา $\omega = 0.8$ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เป็นตัวแทนของความอดทนของมนุษย์ที่มีอย่างจำกัด การสูญเสียโอกาสการลงทุนในธุรกิจอื่น และความไม่แน่นอนของชีวิต จะสามารถคำนวณ $\Pi(T_1)$ ได้เท่ากับ 3,204,087 ดอลลาร์ แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมเพื่อให้ค่าคาดหวังของผลตอบแทนมีค่าใกล้เคียงกับ $\Pi(T_1)$ มากที่สุด จะได้ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมเท่ากับ 21 ปี ดังแสดงในรูปที่ 4.9

โดยจำลองการกระจายตัวของรายได้ที่ระยะเวลาสัมปทานต่ำที่สุด 19 ปี (สีแดง) ระยะเวลาสัมปทานสูงที่สุด 40 ปี (สีน้ำเงิน) และระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 21 ปี (สีเขียว)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



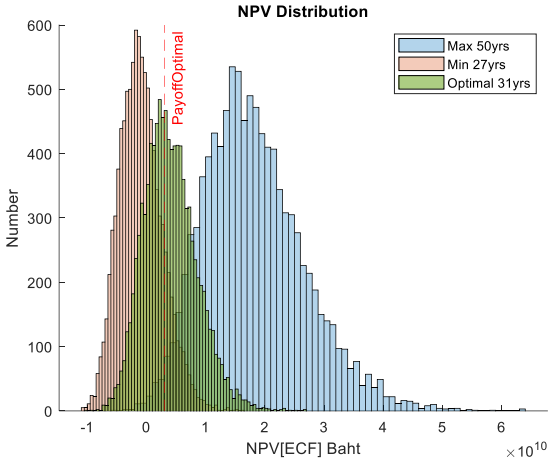
รูปที่ 4.9 การกระจายตัวของรายได้ปัจจุบันสุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่าง ๆ ของโครงการ

4.6 ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ตัวแบบ Risk-based bargaining model กับโครงการกรณีศึกษา

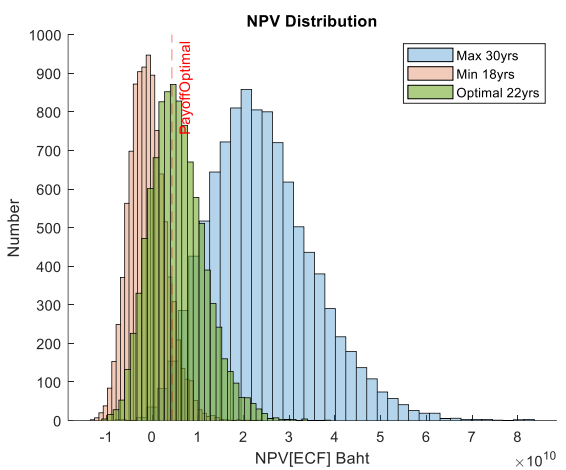
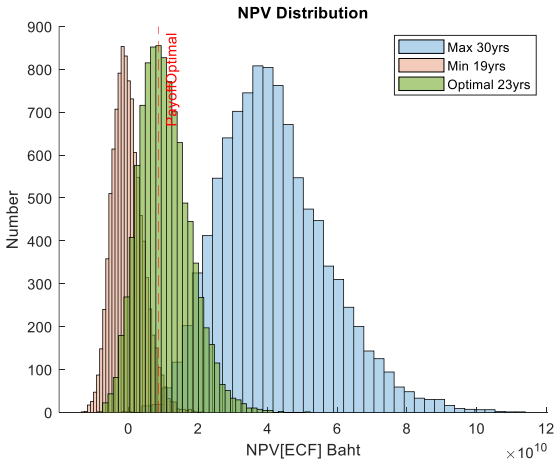
สำหรับการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาโครงการอื่น ๆ จะทำการสรุปรายละเอียดข้อมูลของโครงการและผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2

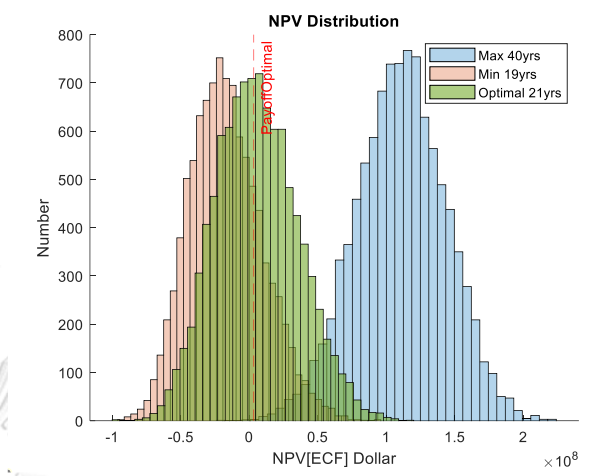
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.2 สรุปข้อมูลของโครงการและผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้ตัวแบบ Risk-based bargaining model

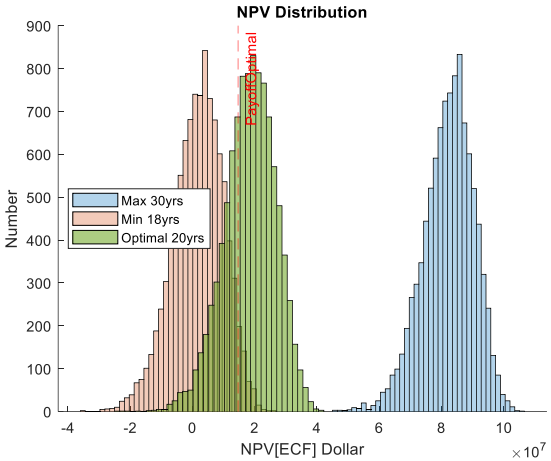
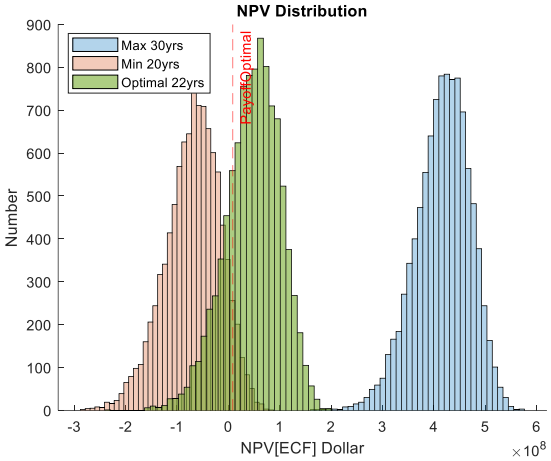
ชื่อโครงการ	ข้อมูลทางการเงิน	ข้อมูลปริมาณการใช้งาน	ระยะเวลาสัมปทาน	แผนภาพรายได้สุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ
โครงการภายในประเทศ 1	• เงินลงทุนจากการกู้ยืม 69,788,000,000 บาท ในปีที่ 1 และ 69,788,000,000 บาท ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 5% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงและดำเนินการ 1353,000,000 บาท ต่อปี • ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 243,000,000 บาท ต่อปี • เงินสนับสนุนจากภาครัฐ 1,974,000,000 บาทต่อปี ในปีที่ 6 ถึง 15 • ระยะเวลาก่อสร้าง 5 ปี	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 147,200 คนต่อวัน มีอัตราเจริญเติบโต 3% ต่อปี และความผันผวน 5% • อัตราค่าบริการ 40 บาทต่อคน	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 50 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 27 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 31 ปี	

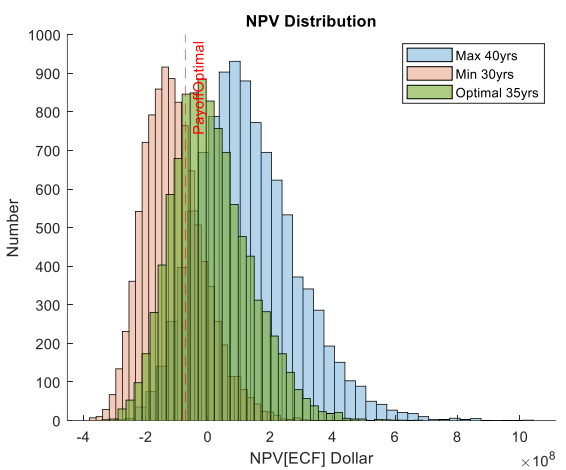
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อโครงการ	ข้อมูลทางการเงิน	ข้อมูลปริมาณการใช้งาน	ระยะเวลาสัมปทาน	แผนภาพรายได้สุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ
โครงการภายในประเทศ 2	• สัญญาในรูปแบบ O&M PPP Modified Gross Cost • ส่วนแบ่งรายได้ในอัตราส่วนภาครัฐ 40 : 60 ภาคเอกชน • เงินลงทุนจากการกู้ยืม 3,552,000,000 บาท ในปีที่ 1 และ 3,552,000,000 บาท ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 8% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงและดำเนินการ 700,000,000 บาทต่อปี	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 44,818 คันต่อวัน มีอัตราเจริญเติบโต 5% ต่อปี และความผันผวน 5% • อัตราค่าบริการ 140 บาทต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นด้วยอัตรา 2% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 30 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 18 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 22 ปี	
โครงการภายในประเทศ 3	• สัญญาในรูปแบบ O&M PPP Modified Gross Cost • ส่วนแบ่งรายได้ในอัตราส่วนภาครัฐ 40 : 60 ภาคเอกชน • เงินลงทุนจากการกู้ยืม 3,150,000,000 บาท ในปีที่ 1 และ 3,150,000,000 บาท ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 8% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงและดำเนินการ 650,000,000 บาท	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 41,914 คันต่อวัน มีอัตราเจริญเติบโต 7% ต่อปี และความผันผวน 5% • อัตราค่าบริการ 70 บาทต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นด้วยอัตรา 5% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 30 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 19 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 23 ปี	

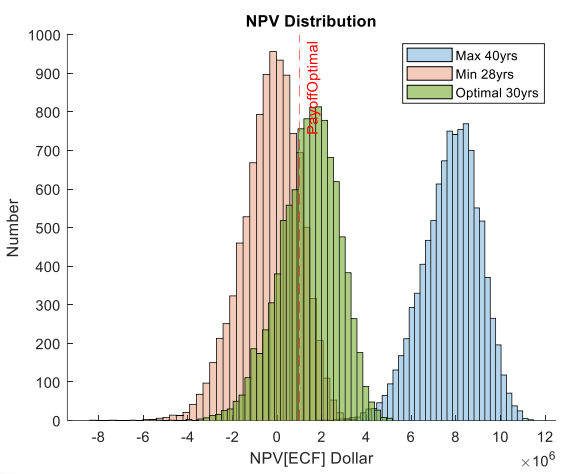
ชื่อโครงการ	ข้อมูลทางการเงิน	ข้อมูลปริมาณการใช้งาน	ระยะเวลาสัมปทาน	แผนภาพรายได้สุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ
Dulles Greenway	• เงินลงทุนในส่วนของเจ้าของ 38,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ • เงินลงทุนจากการกู้ยืม 129,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 1 และ 129,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 8% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง 7,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี • ค่าใช้จ่ายในการเช่าที่ 500,000 ดอลลาร์ต่อปี • ระยะเวลาก่อสร้าง 2 ปี	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 34,000 คันต่อวัน มีอัตราเจริญเติบโต 7% ต่อปี และความผันผวน 5% จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด 132,400 คันต่อวัน • อัตราค่าบริการ 2 ดอลลาร์ต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นหลังจากปีที่ 3 ด้วยอัตรา 2.5% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 40 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 19 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 21 ปี	

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ	ข้อมูลทางการเงิน	ข้อมูลปริมาณการใช้งาน	ระยะเวลาสัมปทาน	แผนภาพรายได้สุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ
SR91 Express Lanes	• เงินลงทุนจากการกู้ยืม 63,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 1 และ 63,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 10% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง 2,340,000 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี โดยมีการปรับขึ้น 2% ต่อปี • ระยะเวลาก่อสร้าง 4 ปี	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 6,500,000 คันต่อปี มีอัตราเจริญเติบโต 10% ต่อปี และความผันผวน 5% จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด 16,860,000 คันต่อปี • อัตราค่าบริการ 2 ดอลลาร์ต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นหลังจากปีที่ 5 ด้วยอัตรา 5% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 30 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 18 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 20 ปี	
Santa Ana Viaduct Express	• เงินลงทุนในส่วนของเจ้าของ 11,750,000 ดอลลาร์สหรัฐ • เงินลงทุนจากการกู้ยืม 368,495,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 1 และ 368,495,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 10% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง 17,200,000 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี โดยมีการปรับขึ้น 2% ต่อปี • ค่าใช้จ่ายอื่น 7,000,000 ดอลลาร์	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 26,000,000 คันต่อปี มีอัตราเจริญเติบโต 10% ต่อปี และความผันผวน 5% จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด 67,400,000 คันต่อปี • อัตราค่าบริการ 4 ดอลลาร์ต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นหลังจากปีที่ 5 ด้วยอัตรา 5% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 30 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 20 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 22 ปี	

ชื่อโครงการ	ข้อมูลทางการเงิน	ข้อมูลปริมาณการใช้งาน	ระยะเวลาสัมปทาน	แผนภาพรายได้สุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ
Bridge over Northumberland Strait	• เงินลงทุนในส่วนของเจ้าของ 40,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ • เงินลงทุนจากการกู้ยืม 40,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 1 และ 40,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 10% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง 1,720,000 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี โดยมีการปรับขึ้น 2% ต่อปี • ระยะเวลาก่อสร้าง 2 ปี	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 860,000 คันต่อปี มีอัตราเจริญเติบโต 5% ต่อปี และความผันผวน 5% จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด 2,230,000 คันต่อปี • อัตราค่าบริการ 37 ดอลลาร์ต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นหลังจากปีที่ 3 ด้วยอัตรา 5% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 40 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 30 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 35 ปี	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อโครงการ	ข้อมูลทางการเงิน	ข้อมูลปริมาณการใช้งาน	ระยะเวลาสัมปทาน	แผนภาพรายได้สุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ
Golden Gates Bridge	• เงินลงทุนจากการกู้ยืม 17,500,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 1 และ 17,500,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปีที่ 2 อัตราดอกเบี้ย 10% • ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง 250,000 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี โดยมีการปรับขึ้น 2% ต่อปี • ระยะเวลาก่อสร้าง 4 ปี	• ผู้ใช้บริการในปีแรก 2,250,000 คันต่อปี มีอัตราเจริญเติบโต 10% ต่อปี และความผันผวน 5% จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด 5,835,920 คันต่อปี • อัตราค่าบริการ 0.85 ดอลลาร์ต่อคัน โดยปรับราคาขึ้นหลังจากปีที่ 3 ด้วยอัตรา 5% ต่อปี	ระยะเวลาสัมปทานสูงสุด 40 ปี ระยะเวลาสัมปทานต่ำสุด 28 ปี ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม 30 ปี	

Chulalongkorn University จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.2 จะสามารถวิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของแต่ละโครงการได้ ซึ่งแต่ละโครงการจะมีระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมและผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแนวทางการดำเนินงานและต้นทุนของโครงการนั้น ยกตัวอย่างเช่น โครงการ Dulles Greenway มีระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมอยู่ที่ 21 ปี โดยมีผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับอยู่ที่ 5,579,096 ดอลลาร์สหรัฐ ในขณะที่โครงการ SR91 มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสมอยู่ที่ 20 ปี และมีผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับอยู่ที่ 18,521,627 ดอลลาร์สหรัฐ เนื่องจากมีการกำหนดขอบเขตระยะเวลาสัมปทานสูงที่สุดจากระยะเวลาสัมปทานจริงของโครงการ ส่งผลให้เมื่อเกิดการเจรจาระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ระยะเวลาสัมปทานมี่เหมาะสมของทั้ง 2 โครงการจึงเกิดการเฉลี่ยด้วยอัตราที่ไม่เท่ากัน ทำให้ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับของโครงการ Dulles Greenway มีค่าต่ำกว่าและเข้าใกล้ 0 เมื่อเทียบกับโครงการ SR91 เช่นเดียวกับโครงการกรณีศึกษาอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การศึกษารูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐและการวิเคราะห์เรียลออปชัน

การสนับสนุนจากภาครัฐในโครงการร่วมทุนสามารถทำได้เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา ซึ่งรูปแบบการสนับสนุนมีได้หลายรูปแบบ เช่น การให้เงินสนับสนุนโครงการ การให้กู้ยืม หรือ การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ การสนับสนุนแต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงรูปแบบการสนับสนุนแต่ละรูปแบบ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสนับสนุนในโครงการร่วมทุน

5.1 หลักการและเหตุผลของการศึกษาเงื่อนไขในการขอแก้ไขสัญญา

ในการศึกษาปัจจัยในการขอแก้ไขสัญญาสามารถแบ่งปัจจัยออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัจจัยภายใน (Internal factors) ซึ่งเกิดจากการบริหารโครงการและความเสี่ยงในการดำเนินงานของโครงการ เช่น ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินงาน เป็นต้น
2. ปัจจัยภายนอก (External factors) อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค การตกต่ำของเศรษฐกิจ หรือ เหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาโอกาสในการเกิดขึ้นและระดับของผลกระทบได้ล่วงหน้า

เนื่องจากสัญญา PPP เป็นสัญญาระยะยาว มีระยะเวลา 20-30 ปี จึงทำให้สัญญาเป็นสัญญาที่มีความเสี่ยงที่เกิดจากเหตุการณ์อันเกิดจากปัจจัยภายนอกที่เหนือการควบคุมของทั้งภาครัฐและเอกชน อีกทั้งสัญญา PPP เป็นสัญญาที่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete contract) ตามแนวคิดของ "ทฤษฎีสัญญา" (Contract theory) ของ อลิเวอร์ ฮาร์ท และเบงก์ โฮล์มสตรอม (Hart & Holmstrm, 1986) จึงทำให้สัญญา PPP เกิดการขอเจรจาแก้ไขอยู่บ่อยครั้ง โดยเฉพาะในช่วงแรกของการดำเนินงาน

โดยทั่วไป การขอแก้ไขสัญญา PPP มักเป็นผลจากปัจจัยภายนอก (External factors) ที่ส่งผลให้จำนวนผู้ใช้บริการและรายได้ของโครงการลดลง ไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ภาคเอกชนจึงอาจขอเจรจาแก้ไขสัญญาเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการขยายสัญญาสัมปทานหรือการปรับขึ้นค่าบริการโครงการ ซึ่งเหตุการณ์ที่นำไปสู่การแก้ไขสัญญาในประเทศไทยไม่มีการกำหนดเงื่อนไขอย่างชัดเจน ส่งผลให้ไม่มีเกณฑ์ (Criteria) หรือระบบในการแก้ไขสัญญาที่ยุติธรรมแก่ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นการศึกษานี้ จึงต้องการศึกษาเงื่อนไข (Conditions) และตัวแปรทริกเกอร์ (Trigger variables) ที่นำไปสู่การชดเชยหรือการสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐ โดยการชดเชยหรือสนับสนุนนี้เป็นไปอย่างโปร่งใส ลดความเสี่ยงในการลงทุนของภาคเอกชน ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนทางการเงินของโครงการที่ลดลงตามระดับความเสี่ยงของโครงการที่ลดลง นอกจากนี้การที่ภาคเอกชนมีต้นทุนทางการเงินที่ลดลงย่อมทำให้อัตราคิดลด (Discount rate) ลดลงไปด้วย และมีโอกาสคืนทุนได้เร็วมากขึ้น โดยต้นทุนที่ลดลงนี้ ภาคประชาชนผู้ใช้บริการก็จะได้รับประโยชน์จากการเก็บค่าธรรมเนียมที่ถูกลงด้วย นั่นคือ ต้นทุนที่ประหยัดได้จะถูกส่งต่อให้กับประชาชนผู้ใช้บริการ (Savings pass on to users)

การเพิ่มเงื่อนไข (Conditions) และตัวแปรทริกเกอร์ (Trigger variables) ในสัญญา ที่นำไปสู่การชดเชยหรือการสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐ ก็เพื่อลดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชนจากแบบเดิมที่ไม่มีเกณฑ์หรือกลไกที่ชัดเจน ซึ่งการสนับสนุนจากภาครัฐจะเป็นการชดเชยให้กับภาคเอกชนในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาได้ หรือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคอย่างกะทันหัน ยกตัวอย่างเช่น การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (covid-19) ซึ่งการสนับสนุนจากภาครัฐในโครงการร่วมทุนสามารถทำได้หลายรูปแบบ ยกตัวอย่างเช่น การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ (Minimum income guarantee) การให้กู้ยืมในอัตราดอกเบี้ยต่ำกว่าตลาด การปรับเปลี่ยนระยะเวลาสัมปทานแบบอัตโนมัติ (Contract duration adjustment) การให้เงินทุนสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ

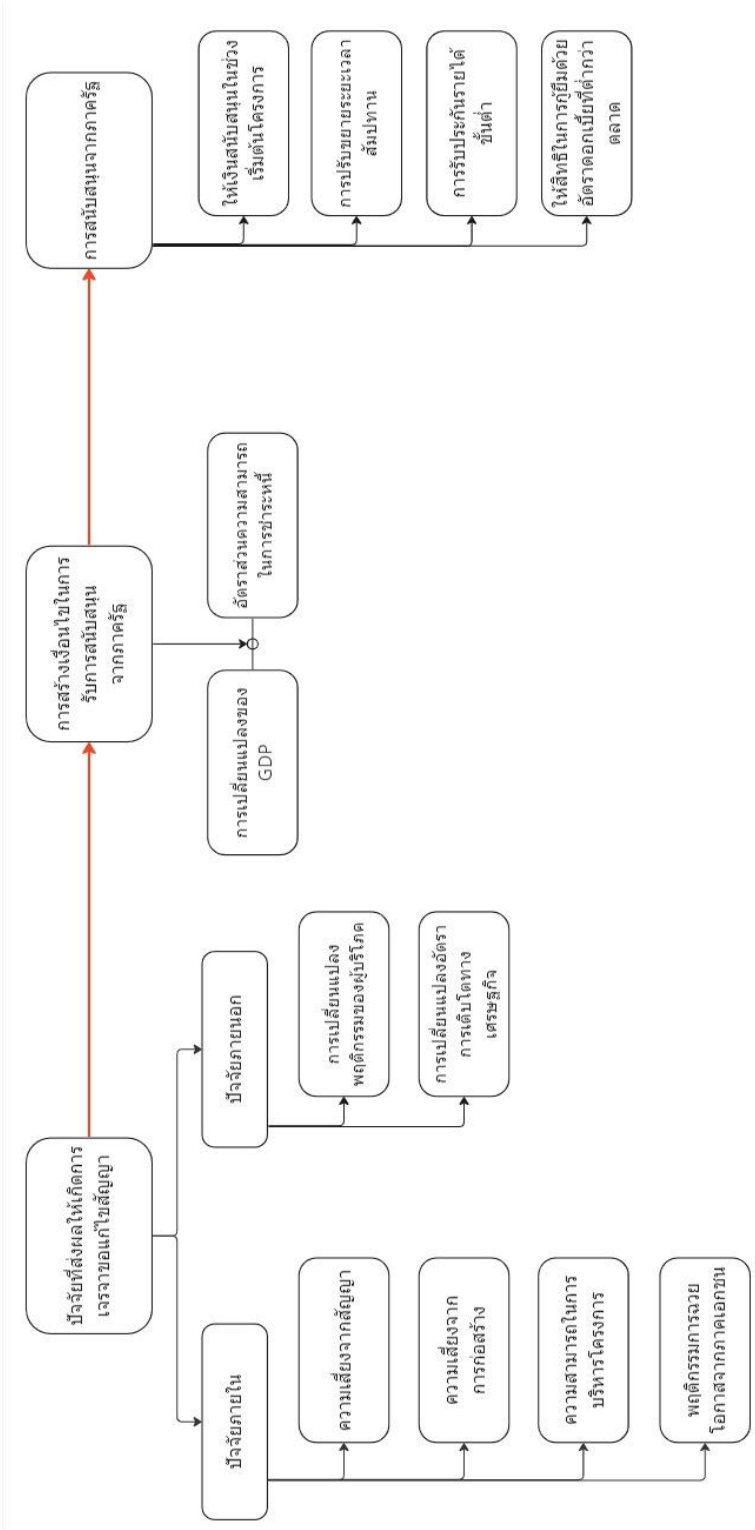
ซึ่งการสนับสนุนจากภาครัฐนอกจากจะชดเชยให้กับภาคเอกชนแล้ว การสนับสนุนบางรูปแบบยังส่งให้ต่อต้นทุนโดยรวมของโครงการ เช่น การให้กู้ยืมในอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด ส่งผลให้ธนาคารผู้ให้กู้มีความมั่นใจที่จะได้รับการชำระหนี้ตามที่นัดหมายไว้จากภาคเอกชนอย่างแน่นอน อัตราดอกเบี้ยที่ให้กู้จึงมีค่าลดลง ต้นทุนโดยรวมของโครงการจึงมีค่าลดลงเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การสนับสนุนจากภาครัฐอาจถูกมองว่าเป็นการช่วยเหลือหรือแบกรับความเสี่ยงแทนภาคเอกชนมากเกินไป

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงมีการกำหนดเงื่อนไขการรับการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลจากการสนับสนุนในแต่ละรูปแบบ ซึ่งภาคเอกชนจะได้รับการสนับสนุนก็ต่อเมื่อมีปัญหาในการบริหารโครงการ โดยแบ่งเงื่อนไขออกเป็น 2 รูปแบบได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. เงื่อนไขสภาพเศรษฐกิจ โดยจะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของ GDP ซึ่งภาคเอกชนจะได้รับการสนับสนุนก็ต่อเมื่อ GDP มีค่าเปลี่ยนแปลงจากปีก่อนหน้าต่ำกว่า 1%
2. เงื่อนไขความสามารถในการชำระหนี้ โดยจะพิจารณาจากความสามารถในการชำระหนี้ DSCR ของโครงการ ซึ่งภาคเอกชนจะได้รับการสนับสนุนก็ต่อเมื่อ การดำเนินงานในปีนั้นมีค่า DSCR น้อยกว่า 1 นั่นหมายถึงรายได้ของโครงการไม่ครอบคลุมภาระหนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 5.1 แผนภาพรูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐ

5.2 การสนับสนุนจากภาครัฐ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการสนับสนุนของภาครัฐที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อลดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา สามารถสรุปได้ออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

5.2.1 การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ

การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ หมายถึง การที่ภาครัฐให้เงินสนับสนุนกับภาคเอกชนในช่วงที่โครงการยังอยู่ในช่วงระหว่างการก่อสร้างหรือในช่วงที่ภาคเอกชนยังไม่มีรายได้จากการดำเนินงาน จะเป็นการลดการสร้างภาระหนี้ของภาคเอกชน ส่งผลให้ต้นทุนของโครงการโดยรวมมีค่าลดลง

5.2.2 การปรับระยะเวลาสัมปทาน

การปรับระยะเวลาสัมปทาน หมายถึง การกำหนดระยะเวลาสัมปทานแบบยืดหยุ่น จะไม่กำหนดระยะเวลาสัมปทานโดยการใช้จำนวนปี แต่จะเป็นการกำหนด รายได้รวมปัจจุบัน (Least Present Value Revenue : LPVR) นั่นคือ สัญญาสัมปทานจะสิ้นสุดก็ต่อเมื่อภาคเอกชนดำเนินงานจนได้รับรายได้รวมปัจจุบันตามที่ตกลงร่วมกันไว้ ซึ่งการกำหนดระยะเวลาสัมปทานด้วยรายได้รวมปัจจุบัน จะส่งผลให้ภาคเอกชนไม่ต้องแบกรับความเสี่ยงจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดซึ่งส่งผลให้รายได้ของภาคเอกชนต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ และ เป็นการลดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาโดยตรง

การตกลงรายได้รวมปัจจุบันสามารถใช้หลักการเกมการต่อรอง (Bargaining Model) ในการเจรจาหาผลตอบแทนที่เหมาะสมและใช้เป็นค่ากำหนดรายได้รวมปัจจุบันร่วมกัน โดยการคำนวณ LPVR จะทำการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันของรายได้รวมโดยการใช้อัตราคิดลดซึ่งมีค่าเท่ากับ Weighted Average Cost of Capital (WACC)

5.2.3 การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ

การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ หมายถึง การที่ภาครัฐจะจ่ายเงินสนับสนุนให้กับภาคเอกชนในกรณีที่รายได้จากการดำเนินงานในปีนั้นต่ำกว่ารายได้ที่คาดการณ์ไว้เป็นจำนวนเท่ากับส่วนต่างของรายได้ในปีนั้นกับรายได้ที่ตกลงร่วมกันไว้ ซึ่งการรับประกันรายได้ขั้นต่ำ จะถูกมองว่าเป็นการช่วยเหลือภาคเอกชนเกินสมควร เนื่องจากจะทำให้ความเสี่ยงจากการดำเนินงานทั้งหมด ถูกโอนกลับมาเป็นของภาครัฐ รวมไปถึงเป็นการลดแรงจูงใจในการดำเนินการของภาคเอกชนเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่สูงที่สุดเนื่องจากภาคเอกชนจะได้รับการชดเชยอย่างแน่นอนถ้าหากรายได้ต่ำกว่าที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คาดการณ์ นอกจากนี้ยังเป็นช่องว่างในการฉวยโอกาสในกรณีที่ภาคเอกชนทำการคาดการณ์รายได้ให้เกินความเป็นจริง เพื่อต้องการจะได้รับเงินสนับสนุนเป็นส่วนต่างของรายได้ที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้น การรับประกันรายได้ขั้นต่ำจึงไม่นิยมใช้ในโครงการที่เป็นโครงการถนนและราง ผู้วิจัยจึงเสนอการสนับสนุนในรูปแบบถัดไป นั่นคือ การให้ภาคเอกชนกู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด

5.2.4 การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด

การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด หมายถึง ภาครัฐจะให้ภาคเอกชนกู้ยืมเงินสนับสนุน เพื่อใช้ชำระภาระหนี้ในกรณีที่รายได้ในปีนั้นต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งภาคเอกชนจะต้องทำการชำระหนี้คืนให้กับภาครัฐในปีสุดท้ายของระยะเวลาสัมปทาน และผลจากการให้กู้ยืมคือ ธนาคารผู้ให้กู้ยืมจะสามารถมั่นใจได้ว่าจะได้รับการชำระหนี้จากภาคเอกชนอย่างครบถ้วนและตรงตามที่กำหนด ส่งผลให้ต้นทุนทางการเงินของโครงการโดยรวมมีค่าลดลง อีกทั้งการสนับสนุนในรูปแบบนี้ยังไม่เป็นการโอนความเสี่ยงในการดำเนินงานกลับมาเป็นของภาครัฐและไม่เป็นการลดแรงจูงใจในการดำเนินงานเพื่อให้เกิดผลประโยชน์สูงที่สุดของภาคเอกชน

สำหรับการวิเคราะห์การเลือกใช้สิทธิในการกู้ยืม เนื่องจากภาครัฐกำหนดสิทธิเป็นจำนวนจำกัดให้กับภาคเอกชนยกตัวอย่างเช่น 5 สิทธิ ในระยะเวลา 30 ปี ดังนั้นถ้าหากภาคเอกชนต้องการที่จะได้รับผลประโยชน์อย่างสูงที่สุดจึงไม่สามารถใช้สิทธิทุกครั้งที่การดำเนินงานผ่านเงื่อนไขได้ จึงต้องทำการวิเคราะห์แบบเรียลออปชันเพื่อวิเคราะห์ปีที่ภาคเอกชนควรใช้สิทธิเพื่อได้รับผลประโยชน์สูงที่สุดโดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.4.1 การวิเคราะห์การให้กู้ยืม 1 สิทธิ

จากการกำหนดเงื่อนไขในการให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยนที่ต่ำกว่าตลาดจากภาครัฐ โดยกำหนดให้เป็นจำนวนสิทธิ์ในการกู้ยืมในช่วงระยะเวลาสัมปทาน จึงใช้การวิเคราะห์แบบ Real Option เพื่อวิเคราะห์มูลค่าของเงื่อนไขที่จำนวนสิทธิต่าง ๆ ในการพิจารณามูลค่าของสิทธิในการกู้ยืมสามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Least Square Monte Carlo ซึ่งจะวิเคราะห์โดยการจำลองรายได้ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินงานไปข้างหน้า แล้วจึงพิจารณาการใช้สิทธิที่เหมาะสมที่สุด

โดยเริ่มจากการจำลองรายได้ที่คาดว่าจะได้รับไปข้างหน้าตามระยะเวลาสัมปทานด้วยการจำลอง Monte Carlo ผ่านสมการ Geometric Brownian แล้วจึงพิจารณาการเลือกใช้สิทธิในปีสุดท้าย โดยจะเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่จะได้รับระหว่างการใช้สิทธิในปีสุดท้ายกับการเก็บสิทธิไว้ใช้ในปีก่อนหน้านั้น 1 ปี แต่เนื่องจากในความเป็นจริง เราไม่สามารถทราบผลประโยชน์ที่จะได้รับถ้าหาก

เก็บสิทธิไว้ใช้ในอนาคตได้อย่างแน่นอน จึงใช้การประมาณค่า Regression ด้วยวิธี Least Square เพื่อประมาณผลประโยชน์คาดว่าจะได้รับหากเก็บสิทธิไว้ใช้ในอนาคต แล้วจึงทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์จากการใช้สิทธิในปีนั้นกับผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับหากเก็บสิทธิไว้ใช้ในอนาคต ทำการวิเคราะห์ย้อนกลับในทุก ๆ ปีจนถึงปีแรกที่มีการเปิดให้ใช้สิทธิ เพื่อวิเคราะห์การเลือกใช้สิทธิที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด

ดังแสดงในตัวอย่างการคำนวณดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการคำนวณที่ 1 (Numerical example 1)

ตารางที่ 5.1 รายได้ของโครงการจากการจำลองในปีที่ 1,2 และ 3

Path	$X_{t=0}$	$X_{t=1}$	$X_{t=2}$	$X_{t=3}$
1	1	1.09	1.08	1.34
2	1	1.16	1.26	1.54
3	1	1.22	1.07	1.03
4	1	0.93	0.97	0.92
5	1	1.11	1.56	1.52
6	1	0.76	0.77	0.9
7	1	0.92	0.84	1.01
8	1	0.88	1.22	1.34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยที่ ระยะเวลาสัมปทาน t = 3 ปี

ราคาใช้สิทธิ Strike Price K = 1.1

อัตราดอกเบี้ยตลาด r_d = 0.08

อัตราดอกเบี้ยที่รัฐให้กู้ยืม r_g = 0.05

จำนวนสิทธิในการกู้ยืม M = 1

ในขั้นตอนการวิเคราะห์จะเริ่มจากการพิจารณารายได้ของโครงการที่แต่ละเส้นทาง (Path) ในปีที่ 3 จึงพบว่าถ้าหากเลือกใช้สิทธิในปีที่ 3 จะสามารถได้รับเงินกู้ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 3

Path	$CF_{t=1}$	$CF_{t=2}$	$CF_{t=3}$
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0.07
4	0	0	0.18
5	0	0	0
6	0	0	0.2
7	0	0	0.09
8	0	0	0

แต่เนื่องจากการให้กู้ยืมของภาครัฐ จะต้องมีการใช้หนี้พร้อมกับดอกเบี้ยคืนให้กับภาครัฐในปีสุดท้ายของระยะเวลาสัมปทาน ดังนั้นจึงสามารถคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากการกู้ยืมด้วยสมการ

$$BF_t = f(CF_t, r_d, r_g) = \left[CF_t \times e^{r_d (T-t)} - CF_t \times e^{r_g (T-t)} \right] \Big/ e^{r_d (T-t)} \qquad (5.1)$$

$$CF_t = \max\left[K - X_t, 0 \right] \qquad (5.2)$$

เมื่อพิจารณาเงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 3 และหาผลประโยชน์ที่ได้รับ จะได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 5.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 3

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0

ซึ่งจะพบว่ามีค่าเท่ากับ 0 ในทุกเส้นทาง เนื่องจากการกู้ยืมในปีสุดท้ายของโครงการ และใช้คืนในทันที ไม่สร้างผลประโยชน์ใด ๆ ให้กับภาคเอกชนผู้รับสัมปทาน

ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ขั้นต่อไปโดยทำการพิจารณาการใช้สิทธิในปีที่ 2 ซึ่งจะพบว่า เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 2 สามารถแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Path	$CF_{t=1}$	$CF_{t=2}$	$CF_{t=3}$
1	0	0.02	0
2	0	0	0
3	0	0.03	0
4	0	0.13	0
5	0	0	0
6	0	0.33	0
7	0	0.26	0
8	0	0	0

แล้วจึงทำการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากการกู้ยืมในปีที่ 2 ของแต่ละเส้นทางด้วยสมการที่ (5.1) และ (5.2) ได้ดังตารางที่ 5.5

$$BF_{t=2} = f(CF_{t=2}, r_d, r_g) = \left[CF_{t=2} \times e^{r_d(T-2)} - CF_{t=2} \times e^{r_g(T-2)} \right] \Big/ e^{r_d(T-2)}$$

$$CF_{t=2} = \max\left[K - X_{t=2}, 0\right]$$

สำหรับ Path 1

$CF_{t=2} = \max\left[1.10 - 1.08, 0\right] = 0.02$, และ

$$BF_{t=2} = f(CF_{t=2}, r_d, r_g) = \left[0.02 \times e^{0.08\times(3-2)} - 0.02 \times e^{0.05\times(3-2)} \right] \Big/ e^{0.08\times(3-2)} = 0.000591$$

ตารางที่ 5.5 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 2

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$
1	0	0.000591	0
2	0	0	0
3	0	0.000887	0
4	0	0.003842	0
5	0	0	0
6	0	0.009753	0
7	0	0.007684	0
8	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการคำนวณขั้นต่อไป จะคำนวณหามูลค่าต่อเนื่อง (Continuing Variable) ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการใช้สิทธิที่ระยะเวลานั้นๆ ซึ่งจะสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง รายได้ในปีนั้น (X) และ มูลค่าต่อเนื่องด้วยสมการ

$$C = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 \qquad (5.3)$$

ซึ่งความสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยสามารถคำนวณได้จากผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเก็บสิทธิไว้ใช้ในภายหลังและทำการลดทอนด้วยอัตราดอกเบี้ยดังสมการ

$$C = BFe^{-rd} \qquad (5.4)$$

ตารางที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง X และ $C_{t=1}$

Path	$X_{t=1}$	$C_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$
1	1.09	$0.000591\times e^{-0.08\times(1)}$	0.000591	0
4	0.93	$0.003842\times e^{-0.08\times(1)}$	0.003842	0
6	0.76	$0.009753\times e^{-0.08\times(1)}$	0.009753	0
7	0.92	$0.007684\times e^{-0.08\times(1)}$	0.007684	0
8	0.88	$0\times e^{-0.08\times(1)}$	0.000000	0

จากการวิเคราะห์การถดถอยจะสามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$C_{t=1} = 0.0487X^2 - 0.1125X + 0.0656$$

โดย C หมายถึง ตัวแปรตอบสนองหรือค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเก็บสิทธิไว้ใช้ในภายหลัง จากการประมาณการ

X หมายถึง ตัวแปรประมาณการหรือผลประโยชน์ที่ได้รับจาการใช้สิทธิในปีนั้น

หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ขั้นต่อไปโดยทำการพิจารณาการใช้สิทธิในปีที่ 1 ซึ่งจะพบว่าเงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1 สามารถแสดงดังตารางที่ 5.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.7 เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1

Path	$CF_{t=1}$	$CF_{t=2}$	$CF_{t=3}$
1	0.01	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0.17	0	0
5	0	0	0
6	0.34	0	0
7	0.18	0	0
8	0.22	0	0

แล้วทำการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากการกู้ยืมในปีที่ 1 ของแต่ละเส้นทางด้วยสมการที่ (5.1)

ตารางที่ 5.8 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$
1	0.0006	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0.0099	0	0
5	0	0	0
6	0.0198	0	0
7	0.0105	0	0
8	0.0128	0	0

ขั้นตอนสุดท้าย ทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1 กับ การเก็บสิทธิไว้ใช้ในภายหลังโดยคำนวณจากสมการถดถอย $C_{t=1} = 0.0487X^2 - 0.1125X + 0.0656$

ตารางที่ 5.9 เปรียบเทียบการใช้สิทธิ

Path	$X_{t=1}$	$BF_{t=1}$	$C_{t=1}$	Exercise
1	1.09	0.0006	0.00084	No
4	0.93	0.0099	0.00310	Yes
6	0.76	0.0198	0.00823	Yes
7	0.92	0.0105	0.00332	Yes
8	0.88	0.0128	0.00431	Yes

ดังนั้นสามารถสรุปผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในการกู้ยืมดังแสดงในตารางที่ 5.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.10 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิกู้ยืม

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$
1	0	0.0006	0
2	0	0	0
3	0	0.0009	0
4	0.0099	0	0
5	0	0	0
6	0.0198	0	0
7	0.0105	0	0
8	0.0128	0	0

5.2.4.2 การวิเคราะห์การให้กู้ยืมมากกว่า 1 สิทธิ

ในกรณีที่จำนวนสิทธิในการกู้ยืมมีมากกว่า 1 สิทธิ จะต้องทำการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบผลประโยชน์ระหว่างการใช้สิทธิในปีนั้น 1 สิทธิรวมกับผลประโยชน์ที่เหลือจากสิทธิที่เหลืออยู่ กับ การไม่เลือกใช้สิทธิเลย แล้วเก็บสิทธิทั้งหมดไว้ใช้ในภายหลัง โดยสามารถทำการวิเคราะห์ดังตัวอย่างการคำนวณที่ 2 Numerical Example 2

ตัวอย่างการคำนวณที่ 2 (Numerical Example 2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.11 รายได้ของโครงการจากการจำลองในปีที่ 1,2,3 และ 4

Path	$X_{t=0}$	$X_{t=1}$	$X_{t=2}$	$X_{t=3}$	$X_{t=4}$
1	1	1.09	1.08	1.34	1.05
2	1	1.16	1.26	1.54	1.23
3	1	1.22	1.07	1.03	0.86
4	1	0.93	0.97	0.92	0.96
5	1	1.11	1.56	1.52	0.91
6	1	0.76	0.77	0.9	1.2
7	1	0.92	0.84	1.01	1.14
8	1	0.88	1.22	1.34	1.08

โดยที่ ระยะเวลาสัมปทาน t = 4 ปี

ราคาใช้สิทธิ Strike Price K = 1.1

อัตราดอกเบี้ยตลาด r_d = 0.08

อัตราดอกเบี้ยที่รัฐให้กู้ยืม r_g = 0.05

จำนวนสิทธิในการกู้ยืม M = 2

เนื่องจากการใช้สิทธิในปีสุดท้ายไม่เกิดผลประโยชน์ทางการเงินให้กับเอกชนผู้รับสัมปทาน (ดังแสดงในตัวอย่าง Numerical Example 1) ดังนั้นจึงเริ่มทำการวิเคราะห์การใช้สิทธิที่ t = 3 โดยเงินและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 3 สามารถคำนวณโดยใช้สมการ

$$BF_t = f(CF_t, r_d, r_g) = \left[CF_t \times e^{r_d(T-t)} - CF_t \times e^{r_g(T-t)} \right] \Big/ e^{r_d(T-t)} \qquad (5.1)$$

$$CF_t = \max\left[K - X_t, 0\right] \qquad (5.2)$$

ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.12 เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 3

Path	$CF_{t=1}$	$CF_{t=2}$	$CF_{t=3}$	$CF_{t=4}$
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0.07	0
4	0	0	0.18	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0.2	0
7	0	0	0.09	0
8	0	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.13 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 3

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$	$BF_{t=4}$
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0.0020688	0
4	0	0	0.0053198	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0.0059109	0
7	0	0	0.0026599	0
8	0	0	0	0

แล้วจึงทำการพิจารณาการใช้สิทธิในปีที่ 2 ร่วมกับ ปีที่ 3 ซึ่งจะได้รับเงินและผลประโยชน์ดังแสดงในตารางที่ 5.14 และ 5.15 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.14 เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 2 ร่วมกับปีที่ 3

Path	$CF_{t=1}$	$CF_{t=2}$	$CF_{t=3}$	$CF_{t=4}$
1	0	0.02	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0.03	0.07	0
4	0	0.13	0.18	0
5	0	0	0	0
6	0	0.33	0.2	0
7	0	0.26	0.09	0
8	0	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.15 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่2 ร่วมกับปีที่ 3

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$	$BF_{t=4}$
1	0	0.001165	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0.001747	0.0020688	0
4	0	0.007571	0.0053198	0
5	0	0	0	0
6	0	0.019218	0.0059109	0
7	0	0.015141	0.0026599	0
8	0	0	0	0

หลังจากนั้นจึงทำการรวมผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 2 ร่วมกับ ปีที่ 3 เข้าด้วยกันโดยการเปรียบเทียบจาก Discounted Continuation Value, C ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้สมการ

$$C = BFe^{-rd} \tag{5.4}$$

แล้วจึงทำการวิเคราะห์ถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ในปีที่ 1 และผลประโยชน์รวมจากการใช้สิทธิในปีที่ 2 ร่วมกับ ปีที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.16 ความสัมพันธ์รายได้ในปีที่ 1 และ ผลประโยชน์รวมที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 2 ร่วมกับปีที่ 3

Path	$X_{t=1}$	$C_{2\ (t=1)}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$
1	1.09	0.00107516	0.0011647	0
4	0.93	0.01152179	0.0075706	0.00532
6	0.76	0.02277711	0.0192177	0.00591
7	0.92	0.01624373	0.0151412	0.00266
8	0.88	0	0	0

โดยจะสามารถหาความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการได้ คือ

$$C_{2\ (t=1)} = 0.0592X^2 - 0.1445X + 0.0885$$

โดย C_2 หมายถึง ตัวแปรตอบสนองหรือค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเก็บสิทธิไว้ใช้ในภายหลังจำนวน 2 สิทธิ จากการประมาณการ

X หมายถึง ตัวแปรประมาณการหรือผลประโยชน์ที่ได้รับจาการใช้สิทธิในปีนั้น

แล้วจึงวิเคราะห์เงินและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 5.17 และ ตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.17 เงินที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1

Path	$CF_{t=1}$	$CF_{t=2}$	$CF_{t=3}$	$CF_{t=4}$
1	0.01	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0.17	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0.34	0	0	0
7	0.18	0	0	0
8	0.22	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.18 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีที่ 1

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$	$BF_{t=4}$
1	0.000861	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0.014632	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0.029263	0	0	0
7	0.015492	0	0	0
8	0.018935	0	0	0

ขั้นตอนสุดท้ายจึงทำการเปรียบเทียบระหว่างผลประโยชน์จากการใช้สิทธิในปีที่ 1 แล้วเหลือสิทธิไว้ใช้ในปีที่ 2 หรือ 3 จำนวน 1 สิทธิ กับ การเก็บสิทธิไว้ใช้ในปีที่ 2 และ 3 ซึ่งการใช้สิทธิในปีที่ 1 แล้วเก็บสิทธิไว้ใช้อีก 1 สิทธิ จะสามารถพิจารณาผลประโยชน์ได้จากผลรวมดังแสดงในสมการ

$$\underset{2\ (t=1)}{\pi} = BF_{t=1} + \underset{1\ (t=1)}{C} \qquad (5.5)$$

$$\underset{1\ (t=1)}{C} = 0.0961X^{2} - 0.2217X + 0.1293$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดย $\underset{1}{C}$ หมายถึง ตัวแปรตอบสนองหรือค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเก็บสิทธิไว้ใช้ในภายหลังจำนวน 1 สิทธิ จากการประมาณการ

X หมายถึง ตัวแปรประมาณการหรือผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สิทธิในปีนั้น

ตารางที่ 5.19 เปรียบเทียบการใช้สิทธิในปีที่ 1

Path	$X_{t=1}$	$BF_{t=1}$	$C_{1\ (t=1)}$	$BF_{t=1}+C_{1\ (t=1)}$	$C_{2\ (t=1)}$	Exercise
1	1.09	0.000861	0.001823	0.0026841	0.0021997	Yes
4	0.93	0.014632	0.006236	0.0208676	0.0083709	Yes
6	0.76	0.029263	0.016315	0.0455788	0.0209024	Yes
7	0.92	0.015492	0.006675	0.0221674	0.0089376	Yes
8	0.88	0.018935	0.008624	0.0275590	0.0114176	Yes

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลประโยชน์ที่ได้รับในกรณีที่มีสิทธิจำนวน 2 สิทธิ ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.20 ผลประโยชน์ที่ได้รับในกรณีที่มีสิทธิจำนวน 2 สิทธิ

Path	$BF_{t=1}$	$BF_{t=2}$	$BF_{t=3}$	$BF_{t=4}$
1	0.000861	0.001165	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0.001747	0.002069	0
4	0.014632	0.007571	0	0
5	0	0	0	0
6	0.029263	0.019218	0	0
7	0.015492	0.015141	0	0
8	0.018935	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

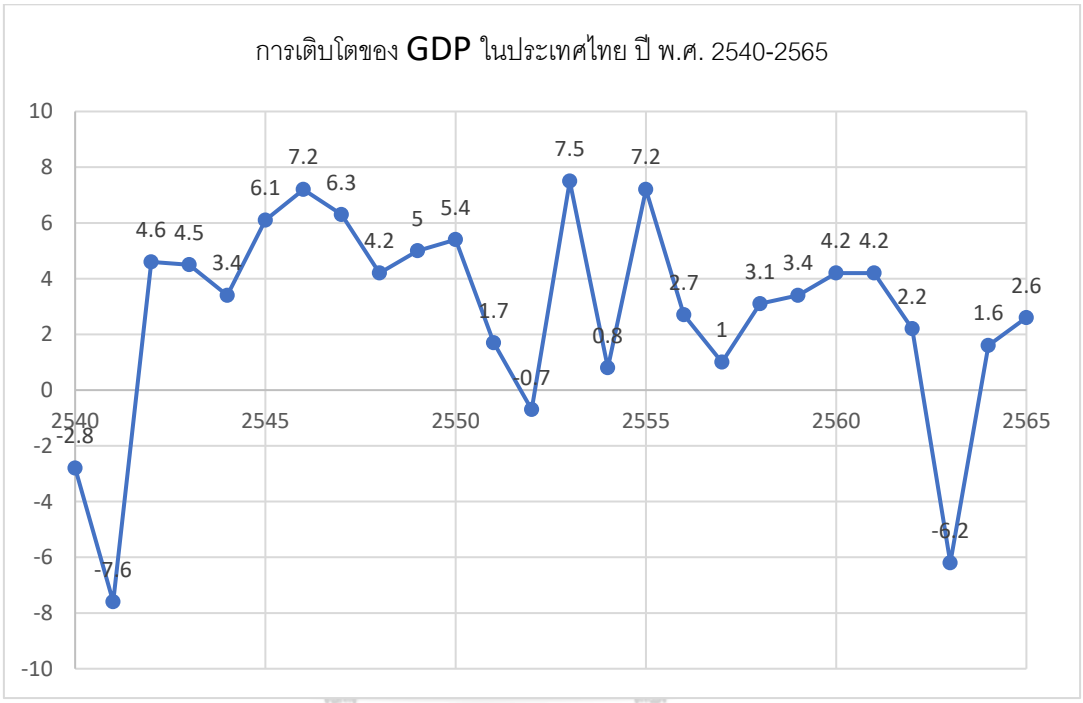
จากตารางที่ 10 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการให้สิทธิในการกู้ยืม 2 สิทธิ จะมีสามารถคำนวณได้จากผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่ได้รับในแต่ละปี แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยทั้ง 8 เส้นทาง ซึ่งจากตัวอย่างจะได้ว่าผลประโยชน์ที่ได้รับมีค่าเท่ากับ 0.0141

5.3 เงื่อนไขในการรับการสนับสนุนจากรัฐบาล

ในงานวิจัยนี้ เพื่อให้สามารถศึกษาตัวแบบในการวิเคราะห์การเลือกใช้สิทธิของภาคเอกชนจึงมีการกำหนดเงื่อนไขในการรับการสนับสนุนจากรัฐบาลสำหรับใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของ

รูปแบบการสนับสนุน โดยกำหนดเงื่อนไขที่ภาคเอกชนจะได้รับการกู้ยืมก็ต่อเมื่อ การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) มีการเปลี่ยนแปลงจากปีก่อนหน้าต่ำกว่า 1% และ มีอัตราส่วนความสามารถในการชำระหนี้ (DSCR) ต่ำกว่า 1

สำหรับการจำลอง GDP ของประเทศจะทำการจำลองโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประเทศในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงในรูปที่



รูปที่ 5.2 GDP ย้อนหลัง 25 ปี ของประเทศไทย

ที่มา https://workpointtoday.com/25-year-9-priminister-thai-gdp-growth/

ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยของ GDP อยู่ที่ 4% แล้วจึงทำการจำลองด้วยวิธี Monte Carlo ผ่านสมการ Mean Reversion นั่นคือ ค่า GDP จะมีการเปลี่ยนแปลงตามความผันผวน และจะมีการพลิกกลับเข้าสู่ค่าเฉลี่ยเมื่อเวลาผ่านไป ดังสมการ

$$S_{(n+1)} = S_n[1+\eta(S_m - S_n)dt + \sigma\sqrt{dt}N(0,1)] \qquad (3.2)$$

โดย $S_{(n+1)}$ คือ อัตราการเติบโตของ GDP ในปีที่ $n+1$

S_n คือ อัตราการเติบโตของ GDP ในปีที่ n

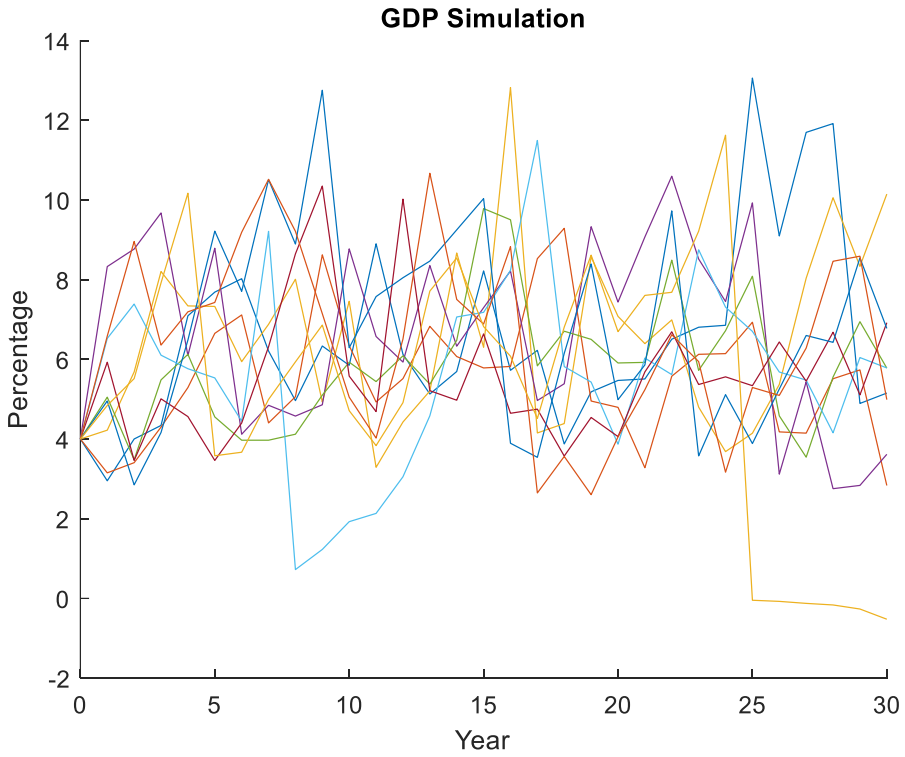
S_m คือ อัตราการเติบโตเฉลี่ยของ GDP

σ คือ ความผันผวนของอัตราการเจริญเติบโตของ GDP

η คือ อัตราการผันผวนเข้าสู่ค่าเฉลี่ย

dt คือ ระยะเวลา

$N(0,1)$ คือ การกระจายตัวแบบ standard normal ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 ($\mu = 0$, $\sigma = 1$)



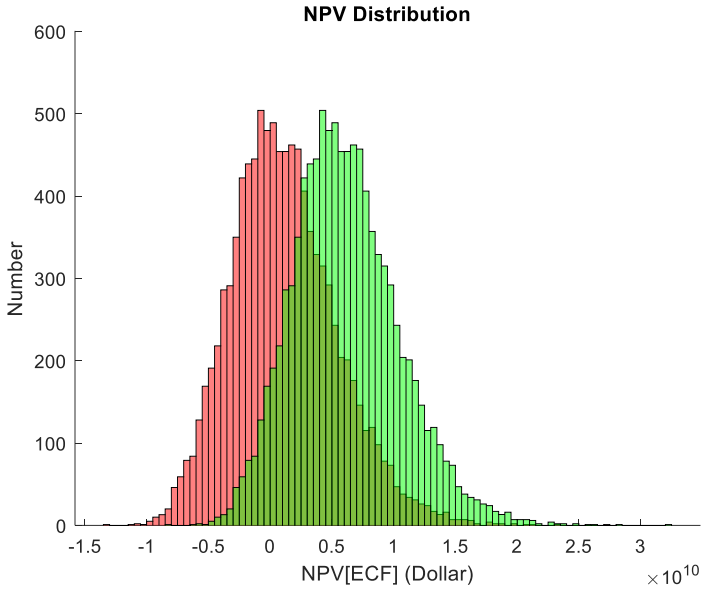
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างการจำลอง GDP 10 เส้นทางด้วยโปรแกรม MATLAB

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4 ผลการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาในประเทศ

5.4.1 การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ

สำหรับโครงการกรณีศึกษาในประเทศ จะทำการวิเคราะห์โดยการให้เงินสนับสนุนจากภาครัฐอยู่ที่ 5,000 ล้านบาท ซึ่งจะส่งผลให้มีการขยับตัวของการกระจายรายได้ดังแสดงในรูปที่ 5.4



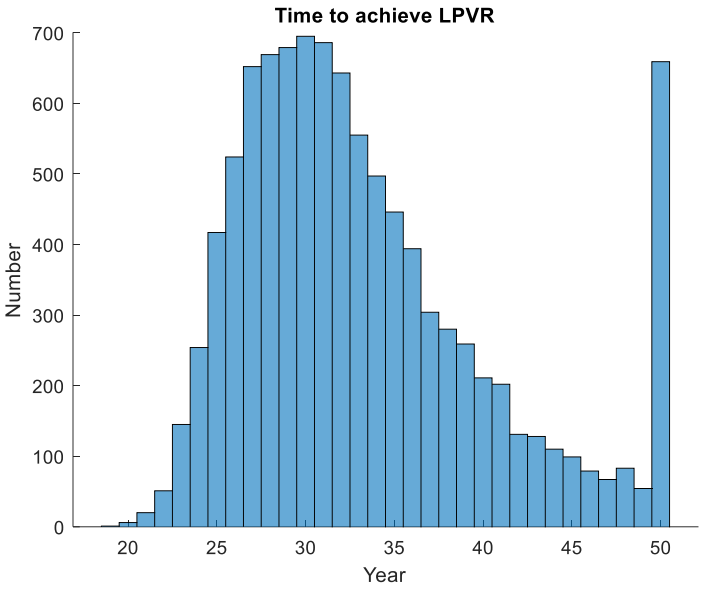
รูปที่ 5.4 แผนภาพการกระจายตัวของ NPV ก่อน (แดง) และหลัง (เขียว) ได้รับเงินสนับสนุน

ซึ่งจะทำให้ภาคเอกชนมีโอกาสที่ NPV จะต่ำกว่า 0 มีค่าเป็นลดลง (สีเขียว) ส่งผลให้การเจรจาขอแก้ไขสัญญามีค่าลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4.2 การปรับระยะเวลาสัมปทาน

การปรับระยะเวลาสัมปทาน โดยการกำหนดรายได้ที่ภาคเอกชนจะได้รับจากโครงการ LPVR แล้วระยะเวลาสัมปทานจะสิ้นสุดก็ต่อเมื่อภาคเอกชนได้รับรายได้ตามที่ตกลงร่วมกันไว้ สำหรับโครงการกรณีศึกษาในประเทศ สามารถวิเคราะห์รายได้รวมปัจจุบัน (LPVR) อยู่ที่ 20,723 ล้านบาท โดยวิเคราะห์จากกรณีพื้นฐาน (Base Case) ที่ระยะเวลา 31 ปี มีรูปแบบการกระจายตัวของระยะเวลาสัมปทานที่ภาคเอกชนจะได้รับรายได้ตามที่ตกลงกันไว้ดังแสดงในรูปที่ 5.5



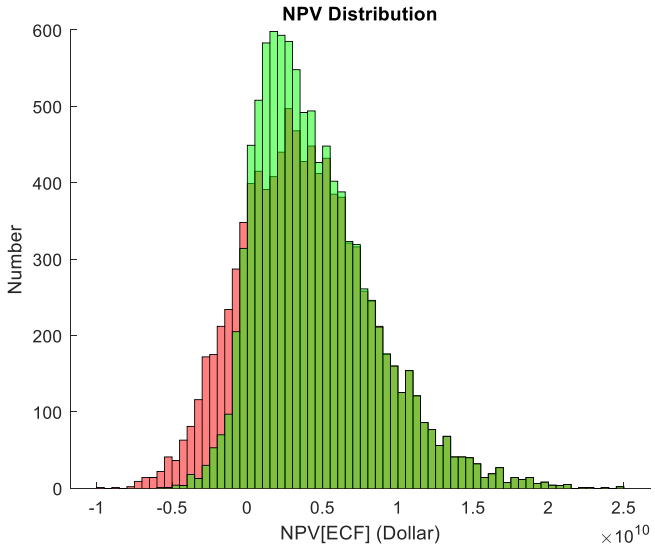
รูปที่ 5.5 แผนภาพการกระจายตัวของระยะเวลาที่ได้รับรายได้ตามที่ตกลง (LPVR)

ซึ่งโอกาสที่ระยะเวลาสัมปทานจะมีค่าน้อยกว่า 31 ปี มีค่าเท่ากับ 48% และโอกาสที่ระยะเวลาสัมปทานจะสูงกว่า 31 ปี มีค่าเท่ากับ 52%

5.4.3 การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ

จากการรับประกันรายได้ขั้นต่ำที่ภาคเอกชนจะได้รับ โดยมีการกำหนดรายได้ขั้นต่ำอยู่ที่ 90% ของกรณีพื้นฐาน (Base Case) และมีการกำหนดจำนวนการใช้สิทธิ 10 ครั้ง ในระยะเวลาสัมปทาน 31 ปี จะทำให้รูปแบบการกระจายตัวของ NPV เป็นดังแสดงในรูปที่ 5.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

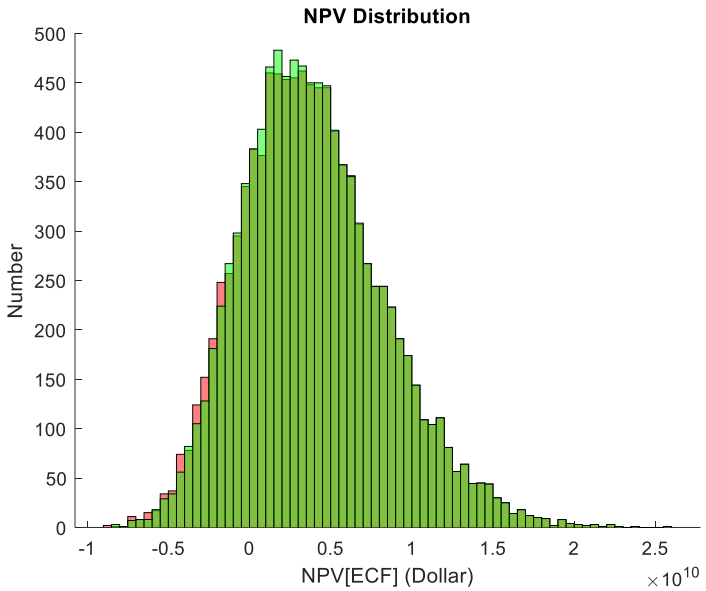


รูปที่ 5.6 แผนภาพการกระจายตัวของ NPV ก่อน (แดง) และหลัง (เขียว) การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ

จากรูป การกระจายตัวของ NPV มีการขยับตัวไปทางขวา (สีเขียว) นั่นคือโอกาสที่ NPV ของภาคเอกชน จะมีค่าต่ำกว่า 0 มีค่าลดลง ส่งผลให้โอกาสในการเจรจาขอแก้ไขสัญญามีค่าลดลงด้วยเช่นกัน โดยภาคเอกชนได้รับผลประโยชน์จากการใช้สิทธิอยู่ที่ 505 ล้านบาท

5.4.4 การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด

จากการให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ตำกว่าตลาดการ ซึ่งจะมีการกำหนดจำนวนการให้กู้ยืมและมีเงื่อนไขที่จะให้กู้ยืมก็ต่อเมื่อความสามารถในการชำระหนี้ DSCR ในปีนั้นของโครงการมีค่าต่ำกว่า 1 และมีการเติบโตของ GDP ต่ำกว่า 1% แล้วเปรียบเทียบการกระจายตัวของ กำไรปัจจุบันสุทธิ NPV จะได้ผลการจำลองดังแสดงในรูปที่ 5.7



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5.7 แผนภาพการกระจายตัวของ NPV ก่อน (แดง) และหลัง (เขียว) การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด

จากรูป การกระจายตัวของ NPV มีการขยับตัวไปทางขวา (สีเขียว) ส่งผลให้โอกาสที่ภาคเอกชนจะเจรจาขอแก้ไขสัญญามีค่าลดลง และภาคเอกชนได้รับผลประโยชน์จากการใช้สิทธิอยู่ที่ 32 ล้านบาท

5.4.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสนับสนุนจากภาครัฐ

เมื่อวิเคราะห์ผลการสนับสนุนของภาครัฐในแต่ละรูปแบบ โดยทำการเปรียบเทียบผลต่างของความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาก่อนและภายหลังการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ โดย

กำหนดให้ความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาคือมีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นที่ผลตอบแทนของภาคเอกชนมีค่าต่ำกว่า 0 ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ดังตารางที่ 5.21

ตารางที่ 5.21 สรุปผลรูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐ

นโยบายการสนับสนุน	**เงินสนับสนุน (ล้านบาท)**	**ผลต่างของความเสี่ยงจะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (ร้อยละ)**	**ประสิทธิภาพ (ร้อยละต่อล้านบาท)**
เงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ	5,000	37.13	0.0074
รับประกันรายได้ขั้นต่ำ	505	10.7	0.0206
ให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด	32	0.8	0.0248

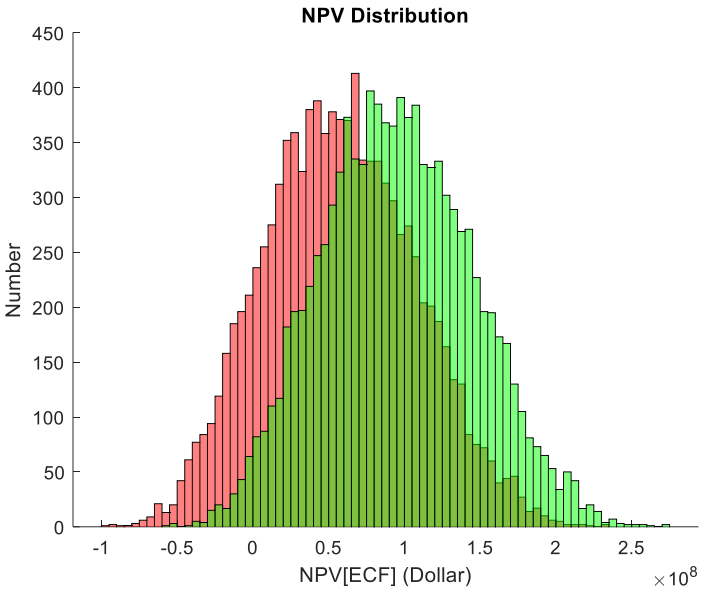
จากตารางที่ 5.21 สามารถสรุปได้ว่า สำหรับโครงการกรศึกษาภายในประเทศ การสนับสนุนจากภาครัฐด้วยวิธีการให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาดมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการสนับสนุนด้วยเงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ และ การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ

5.5 ผลการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาต่างประเทศ

สำหรับโครงการที่ใช้เป็นโครงการกรณีศึกษาคือโครงการ Dulles Greenway ซึ่งมีข้อมูลรายละเอียดของโครงการดังแสดงในหัวข้อ 4.4 และทำการวิเคราะห์ผลจากการสนับสนุนภาคเอกชนโดยภาครัฐทั้ง 4 รูปแบบดังต่อไปนี้

5.5.1 การให้เงินสนับสนุนในช่วงเริ่มต้นโครงการ

เนื่องจากโครงการ Dulles Greenway มีการลงทุนจากส่วนของเจ้าของเป็นจำนวนเงิน 38,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ ถ้าหากภาครัฐให้การสนับสนุนโดยการให้เงินลงทุนก้อนนี้แก่เอกชนผู้รับสัมปทาน จะทำให้รูปแบบการกระจายตัวของ NPV มีการขยับตัวไปทางขวาดังแสดงในรูปที่ 5.8



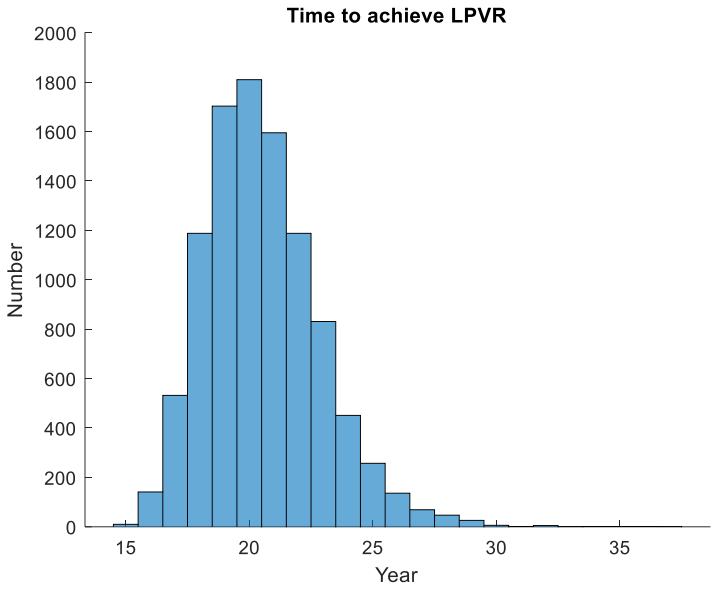
รูปที่ 5.8 แผนภาพการกระจายตัวของ NPV ก่อน (แดง) และหลัง (เขียว) ได้รับเงินสนับสนุน

ซึ่งจะทำให้ภาคเอกชนมีโอกาสที่ NPV จะต่ำกว่า 0 มีค่าเป็นลดลง (สีเขียว) ส่งผลให้การเจรจาขอแก้ไขสัญญามีค่าลดลง

5.5.2 การปรับระยะเวลาสัมปทาน

การปรับระยะเวลาสัมปทาน โดยการกำหนดรายได้ที่ภาคเอกชนจะได้รับจากโครงการ LPVR แล้วระยะเวลาสัมปทานจะสิ้นสุดก็ต่อเมื่อภาคเอกชนได้รับรายได้ตามที่ตกลงร่วมกันไว้ สำหรับโครงการกรณีศึกษาคือโครงการ Dulles Greenway มีการกำหนด WACC อยู่ที่ 12% ทำให้สามารถวิเคราะห์รายได้รวมปัจจุบัน (LPVR) อยู่ที่ 271,327,898 ดอลลาร์สหรัฐโดยวิเคราะห์จากกรณีพื้นฐาน (Base Case) ที่ระยะเวลา 20 ปี มีรูปแบบการกระจายตัวของระยะเวลาสัมปทานที่ภาคเอกชนจะได้รับรายได้ตามที่ตกลงกันไว้ดังแสดงในรูปที่ 5.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



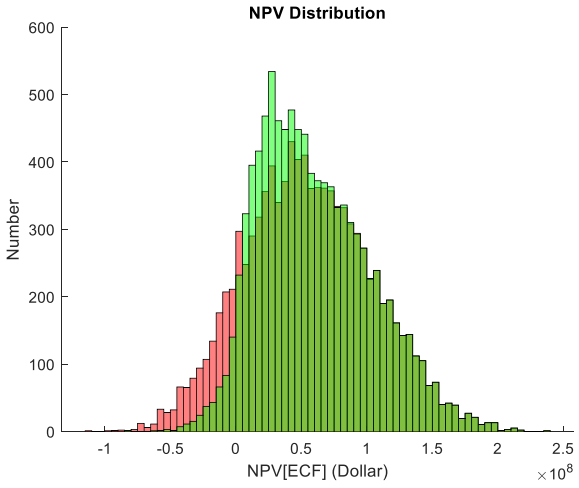
รูปที่ 5.9 แผนภาพการกระจายตัวของระยะเวลาที่ได้รับรายได้ตามที่ตกลง (LPVR)

ซึ่งโอกาสที่ระยะเวลาสัมปทานจะมีค่าน้อยกว่า 20 ปี มีค่าเท่ากับ 54% และโอกาสที่ระยะเวลาสัมปทานจะสูงกว่า 20 ปี มีค่าเท่ากับ 46%

5.5.3 การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ

จากการรับประกันรายได้ขั้นต่ำที่ภาคเอกชนจะได้รับ โดยมีการกำหนดรายได้ขั้นต่ำอยู่ที่ 90% ของกรณีพื้นฐาน (Base Case) และมีการกำหนดจำนวนการใช้สิทธิ 7 ครั้ง ในระยะเวลาสัมปทาน 21 ปี จะทำให้รูปแบบการกระจายตัวของ NPV เป็นดังแสดงในรูปที่ 5.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

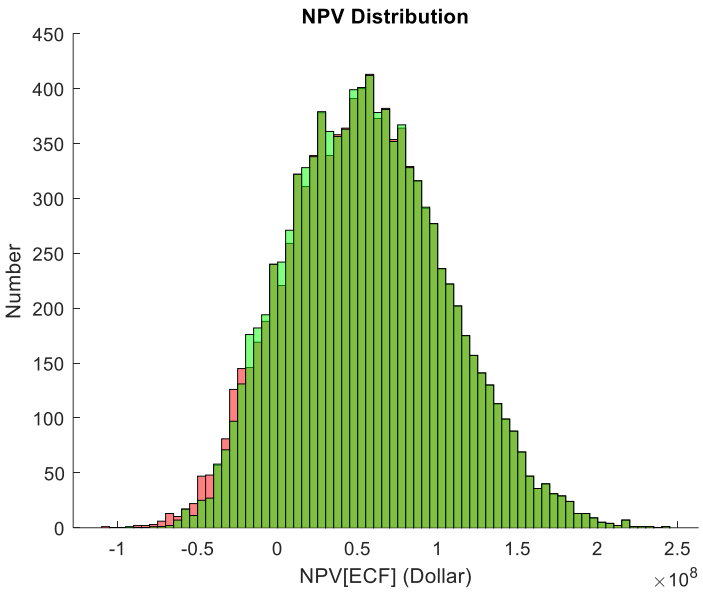


รูปที่ 5.10 แผนภาพการกระจายตัวของ NPV ก่อน (แดง) และหลัง (เขียว) การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ

จากรูป การกระจายตัวของ NPV มีการขยับตัวไปทางขวา (สีเขียว) นั่นคือโอกาสที่ NPV ของภาคเอกชน จะมีค่าต่ำกว่า 0 มีค่าลดลง ส่งผลให้โอกาสในการเจรจาขอแก้ไขสัญญามีค่าลดลงด้วยเช่นกัน โดยภาคเอกชนได้รับผลประโยชน์จากการใช้สิทธิอยู่ที่ 4,600,395 ดอลลาร์สหรัฐ

5.5.4 การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด

จากการให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ตำกว่าตลาดการโดยกำหนดอัตราดอกเบี้ยของตลาดอยู่ 8% และอัตราดอกเบี้ยที่ภคารัฐให้กู้ยืมอยู่ที่ 3% ซึ่งจะมีการกำหนดจำนวนการให้กู้ยืมและมีเงื่อนไขที่จะให้กู้ยืมก็ต่อเมื่อความสามารถในการชำระหนี้ DSCR ในปีนั้นของโครงการมีค่าต่ำกว่า 1 และมีการเติบโตของ GDP ต่ำกว่า 1% แล้วเปรียบเทียบการกระจายตัวของ กำไรปัจจุบันสุทธิ NPV จะได้ผลการจำลองดังแสดงในรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แผนภาพการกระจายตัวของ NPV ก่อน (แดง) และหลัง (เขียว) การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด

จากรูป การกระจายตัวของ NPV มีการขยับตัวไปทางขวา (สีเขียว) ส่งผลให้โอกาสที่ภาคเอกชนจะเจรจาขอแก้ไขสัญญามีค่าลดลง และภาคเอกชนได้รับผลประโยชน์จากการใช้สิทธิอยู่ที่ 647,781 ดอลลาร์สหรัฐ

5.5.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสนับสนุนจากภาครัฐ

เมื่อวิเคราะห์ผลการสนับสนุนของภาครัฐในแต่ละรูปแบบ โดยทำการเปรียบเทียบผลต่างของความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาก่อนและภายหลังการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ โดย

กำหนดให้ความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาคือมีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นที่ผลตอบแทนของภาคเอกชนมีค่าต่ำกว่า 0 ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ดังตารางที่ 5.22

ตารางที่ 5.22 สรุปผลรูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐ

นโยบายการสนับสนุน	**เงินสนับสนุน (ล้านบาท)**	**ผลต่างของความเสี่ยงจะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (ร้อยละ)**	**ประสิทธิภาพ (ร้อยละต่อล้านบาท)**
เงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ	1368	10.37	0.0075
รับประกันรายได้ขั้นต่ำ	167	8.94	0.0535
ให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด	23.4	0.75	0.0321

จากตารางที่ 5.22 สามารถสรุปได้ว่า สำหรับโครงการ Dulles Greenway การสนับสนุนจากภาครัฐด้วยวิธีการรับประกันรายได้ขั้นต่ำมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการสนับสนุนด้วยเงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ และ การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด ซึ่งแตกต่างจากโครงการกรณีศึกษาในประเทศที่การสนับสนุนโดยให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาดมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากโครงสร้างของเงินทุน และ รูปแบบการบริหารโครงการรวมไปถึงบริบทของโครงการที่แตกต่างกัน เป็นผลให้การสนับสนุนที่เหมาะสมสำหรับแต่ละโครงการแตกต่างกัน

บทที่ 6
สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการเสนอแนวทางการวิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมด้วยทฤษฎีเกมและการจำลองมอนติคาร์โล และ ศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญาโดยการสนับสนุนจากภาครัฐผ่านการวิเคราะห์ด้วยการจำลองมอนติคาร์โลและการวิเคราะห์แบบเรียลออปชัน ซึ่งงานวิจัยได้ศึกษาถึงแนวทางการกำหนดระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมจากตัวแบบการเจรจาต่อรองซึ่งมีรูปแบบการเจรจาสอดคล้องกับเกมการต่อรองในทฤษฎีเกม เพื่อให้ทั้งสองฝ่ายได้รับผลประโยชน์สูงที่สุด รวมไปถึงการจำลองมอนติคาร์โลเพื่อวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงที่จะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาและการวิเคราะห์ผลตอบแทนคาดหวังที่ระยะเวลาสัมปทานต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้การวิเคราะห์ในรูปแบบเรียลออปชันเพื่อวิเคราะห์การเลือกใช้สิทธิการสนับสนุนจากภาครัฐที่ทำให้ภาคเอกชนได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด และศึกษาถึงประสิทธิภาพของการสนับสนุนในรูปแบบต่างๆ เพื่อหารูปแบบการสนับสนุนที่เหมาะสมในโครงการนั้น

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในบทที่ 4 เรื่อง การพัฒนาตัวแบบ Risk-based Bargaining Model โดยใช้การจำลองมอนติคาร์โลและทฤษฎีเกม สามารถวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของแต่ละโครงการกรณีศึกษาซึ่งแตกต่างกันดังนี้

- โครงการกรณีศึกษาในประเทศที่ 1 มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 31 ปี
- โครงการกรณีศึกษาในประเทศที่ 2 มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 22 ปี
- โครงการกรณีศึกษาในประเทศที่ 3 มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 23 ปี
- โครงการ Dulles Greenway มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 21 ปี
- โครงการ SR91 Express Lane มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 20 ปี
- โครงการ Santa Ana Viaduct Express มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 22 ปี
- โครงการ Bridge over Northumberland Strait มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 35 ปี
- โครงการ Golden Gates Bridge มีระยะเวลาสัมปทานเหมาะสม 30 ปี

โดยแต่ละโครงการมีระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างเงินทุนและรูปแบบการดำเนินโครงการ ส่งผลให้แต่ละโครงการมีระยะเวลาคืนทุนและขอบเขตระยะเวลาสัมปทานที่ต่ำที่สุดแตกต่างกัน รวมไปถึงการกำหนดขอบเขตระยะเวลาสัมปทานสูงที่สุด ซึ่งขึ้นอยู่กับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การกำหนดผลตอบแทนที่ภาครัฐยอมให้ภาคเอกชนได้รับจากนโยบายของแต่ละประเทศ และการกำหนดระยะเวลาสัมปทานในโครงการที่มีลักษณะเดียวกัน

งานวิจัยนี้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมด้วยทฤษฎีเกมและการจำลองแบบมอนติคาร์โล โดยระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม มีส่วนช่วยในการลดความเสี่ยงจากการขอเจรจาแก้ไขสัญญาเนื่องจากมีการวิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมผ่านโครงสร้างเงินทุนและรูปแบบการดำเนินการของแต่ละโครงการที่แตกต่างกัน โดยมีการกำหนดระยะเวลาสัมปทานให้สอดคล้องกับบริบทของโครงการนั้น ๆ

จากการวิจัยในบทที่ 5 เรื่อง การศึกษาเงื่อนไขการขอแก้ไขสัญญาและการวิเคราะห์เรียลออปชัน ซึ่งวิเคราะห์ผลของการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญา โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังแสดงในตารางที่ 6.1 และ 6.2

ตารางที่ 6.1 สรุปผลรูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐสำหรับโครงการในประเทศ

นโยบายการสนับสนุน	**เงินสนับสนุน (ล้านบาท)**	**ผลต่างของความเสี่ยงจะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (ร้อยละ)**	**ประสิทธิภาพ (ร้อยละต่อล้านบาท)**
เงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ	5,000	37.13	0.0074
รับประกันรายได้ขั้นต่ำ	505	10.7	0.0206
ให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด	32	0.8	0.0248

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.2 สรุปผลรูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐสำหรับโครงการต่างประเทศ (Dulles Greenway)

นโยบายการสนับสนุน	เงินสนับสนุน (ล้านบาท)	ผลต่างของความเสี่ยงจะเกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญา (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพ (ร้อยละต่อล้านบาท)
เงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ	1368	10.37	0.0075
รับประกันรายได้ขั้นต่ำ	167	8.94	0.0535
ให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด	23.4	0.75	0.0321

จากตารางสามารถสรุปได้ว่า สำหรับโครงการในประเทศ การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาดมีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้เงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ และ การรับประกันรายได้ขั้นต่ำ ในขณะที่ สำหรับโครงการ Dulles Greenway การสนับสนุนโดยการรับประกันรายได้ขั้นต่ำมีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้เงินสนับสนุนในช่วงต้นโครงการ และ การให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด ดังนั้น รูปแบบการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดจึงแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับโครงสร้างเงินทุน และรูปแบบการดำเนินโครงการ รวมไปถึงเงื่อนไขในการรับการสนับสนุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลของการวิจัยในบทที่ 5 ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในการศึกษาแนวทางลดความเสี่ยงจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญาโดยการวิเคราะห์การสนับสนุนจากภาครัฐ ผ่านการจำลองมอนติคาร์โลและการวิเคราะห์แบบเรียลออปชัน และการศึกษาหารูปแบบการสนับสนุนจากภาครัฐที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งพบว่า การสนับสนุนของภาครัฐสามารถลดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาได้ โดยการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้างเงินทุนและบริบทของโครงการ

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในบทที่ 4 จะสามารถหาระเวลาสัมปทานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละโครงการได้ ซึ่งแต่ละโครงการมีระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้น การกำหนดระยะเวลาสัมปทานสำหรับโครงการร่วมทุนจึงควรวิเคราะห์ถึงโครงสร้างเงินทุน และรูปแบบการดำเนินกิจการ

เพื่อให้ระยะเวลาสัมปทานสอดคล้องกับบริบทของโครงการ ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาสัมปทานให้เท่ากันในทุกๆโครงการร่วมทุน จึงอาจก่อให้เกิดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาเพื่อปรับระยะเวลาสัมปทานในภายหลังได้ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาตัวแบบสำหรับวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม โดยนำตัวแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจำลองการดำเนินงานและการเจรจาต่อรองระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทางการกำหนดระยะเวลาสัมปทานจากข้อมูลโครงสร้างเงินทุนและการดำเนินงานของโครงการซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลที่กำหนด

จากผลการวิจัยในบทที่ 5 สามารถวิเคราะห์หาแนวทางการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการโดยขึ้นอยู่กับการกำหนดเงื่อนไขการรับการสนับสนุนและจำนวนสิทธิการสนับสนุน ซึ่งทุกแนวทางการสนับสนุนจะช่วยลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญาขึ้นอยู่กับบริบทของโครงการนั้นๆ นอกจากการสนับสนุนด้วยเงินในโครงการสัมปทานแล้ว ยังมีนโยบายการสนับสนุนโดยการกำหนดระยะเวลาสัมปทานแบบยืดหยุ่น นั่นคือการกำหนดรายได้ปัจจุบันที่คาดว่าจะได้รับ (LPVR) ของภาคเอกชน แล้วจึงดำเนินโครงการจนกว่าภาคเอกชนจะได้รับรายได้ตามที่ตกลงกับภาครัฐไว้ ซึ่งการสนับสนุนในรูปแบบนี้จะช่วยลดการเจรจาขอแก้ไขสัญญาเพื่อขยายระเวลาสัมปทาน แต่ความเสี่ยงของโครงการจะถูกถ่ายโอนกลับมาสู่ภาครัฐ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาตัวแบบเพื่อศึกษาหาแนวทางการสนับสนุนโดยการกำหนดเงื่อนไขและจำนวนสิทธิที่แตกต่างกันออกไปเพื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของนโยบายการสนับสนุนแต่ละรูปแบบและเลือกใช้นโยบายการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

การวิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์การต่อขยายระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม ในกรณีที่ภาครัฐต้องการขยายสัญญากับภาคเอกชน โดยการพิจารณาระยะเวลาสำหรับการต่อขยายเพื่อให้ภาครัฐสามารถประเมินระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมซึ่งไม่น้อยและไม่มากเกินไปสำหรับโครงการร่วมลงทุน รวมไปถึงการวิเคราะห์โดยการกำหนดให้มีการเจรจาที่มากกว่า 3 ขั้นตอน และการศึกษาตัวแปรสูญเสีย (Loss factor) ในแต่ะครั้งของการเจรจาให้สอดคล้องกับความสูญเสียที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้เกิดความสมจริงในการเจรจาหาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมมากที่สุด

การวิเคราะห์ผลจากการสนับสนุนของภาครัฐเพื่อลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญาในงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์เฉพาะผลตอบแทนที่ได้รับทางการเงินของการสนับสนุนแต่ละรูปแบบ ซึ่ง

ไม่ได้พิจารณาผลตอบแทนในรูปแบบอื่นๆ เช่น ผลตอบแทนทางด้านสังคม และ ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งการสนับสนุนในรูปแบบการให้กู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าตลาด นอกจากจะให้ผลตอบแทนทางการเงินตามที่ได้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้แล้ว ยังมีผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการสร้างความมั่นใจให้กับสถาบันการเงินผู้ให้กู้ยืมในการได้รับการชำระหนี้ที่ครบถ้วนและตรงตามระยะเวลาที่กำหนด ส่งผลให้ต้นทุนทางการเงินโดยรวมของโครงการมีค่าลดลง ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับผลตอบแทนทางการเงินเพื่อหาผลตอบแทนโดยรวมของการสนับสนุนในรูปแบบนี้

นอกจากนี้ สำหรับงานวิจัยในอนาคตสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปศึกษาความเป็นไปได้ในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับโครงการร่วมลงทุนในประเทศไทย จากการสอบถามความน่าจะเป็นในภาคเอกชน พบว่าภาคเอกชนยังไม่มีการกำหนดหน่วยสำหรับตัดสินใจ (Decision Making Unit: DMU) ในการตัดสินใจเรื่องการลงทุนในโครงการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ส่งผลให้ไม่สามารถศึกษาแนวโน้มความน่าจะเป็นในการประยุกต์ใช้ผลการวิจัยกับโครงการร่วมลงทุนในประเทศได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Bing, L., Akintoye, A., Edwards, P. J., & Hardcastle, C. (2005). The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK. *International Journal of project management*, 23(1), 25-35.

Binmore, K. (2007). *Game theory: a very short introduction*. OUP Oxford.

Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, 81(3), 637-654.

Black, J., Hashimzade, N., & Myles, G. (2012). *A dictionary of economics*. Oxford University Press, USA.

Bovis, C. H. (2012). Risk and public-private partnerships. *European Procurement & Public Private Partnership Law Review*, 7(1), 44-56.

Carbonara, N., & Pellegrino, R. (2014). PPP for public infrastructure in Italy: opportunity and challenges. *Managerial Finance*, 40(11), 1078-1094.

Chiara, N., & Garvin, M. J. (2007). Using real options for revenue risk mitigation in transportation project financing. *Transportation Research Record*, 1993(1), 1-8.

Crundwell, F. (2008). *Finance for engineers: Evaluation and funding of capital projects*. Springer Science & Business Media.

Cruz, C. O., Kokkaew, N., & Marques, R. C. (2015). Public-Private Partnerships for High-Speed Rail Projects: Portugal and Thailand. Second International Conference on Public-Private Partnerships,

Cumming, D. (2007). Government policy towards entrepreneurial finance: Innovation investment funds. *Journal of Business Venturing*, 22(2), 193-235.

da Cruz, N. F., & Marques, R. C. (2013). New development: The challenges of designing municipal governance indicators. *Public Money & Management*, 33(3), 209-212.

Dailami, M., Lipkovich, I., & Van Dyck, J. (1999). INFRISK: A computer simulation approach to risk management in infrastructure project finance transactions. *Available at SSRN* 620542.

De Brux, J. (2010). The dark and bright sides of renegotiation: An application to transport concession contracts. *Utilities Policy*, 18(2), 77-85.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Esty, B. C. (1999). Improved techniques for valuing large-scale projects. *Journal of Project Finance*, 5(1), 9-26.

Geddes, R. R., & Wagner, B. L. (2013). Why do US states adopt public–private partnership enabling legislation? *Journal of Urban Economics*, 78, 30-41.

Hart, O. D., & Holmstrm, B. (1986). The theory of contracts.

Ho, P. H. (2006). Development of public private partnerships (PPPs) in China. *Surveyors Times*, 15(10), 1-5.

Iseki, H., & Houtman, R. (2012). Evaluation of progress in contractual terms: Two case studies of recent DBFO PPP projects in North America. *Research in Transportation Economics*, 36(1), 73-84.

Jin, H., Liu, S., Li, J., & Liu, C. (2020). A game-theoretic approach to developing a concession renegotiation framework for user-pays PPPs. *International Journal of Construction Management*, 20(6), 642-652.

Kokkaew, N., Oliveira Cruz, C., & Alexander, D. (2015). The impact of rule of laws on the recovery of distressed PPP infrastructure Projects.

Liang, Q., Hu, H., Wang, Z., & Hou, F. (2019). A game theory approach for the renegotiation of Public-Private Partnership projects in Chinese environmental and urban governance industry. *Journal of cleaner production*, 238, 117952.

Longstaff, F. A., & Schwartz, E. S. (2001). Valuing American options by simulation: a simple least-squares approach. *The review of financial studies*, 14(1), 113-147.

Myers, S. (1977). Determinants of Corporate Borrowing," Journal of Financial Economics, Vol. 5, No. 2 (November), pp. 147-75. 1984. *The Capital Structure Puzzle," Journal of Finance*, 39, 572-592.

Nikolaidis, N., & Roumboutsos, A. (2013). A PPP renegotiation framework: a road concession in Greece. *Built Environment Project and Asset Management*, 3(2), 264-278.

Raiffa, H. (1968). Decision analysis: introductory lectures on choices under uncertainty.

Rybnicek, R., Plakolm, J., & Baumgartner, L. (2020). Risks in public–private partnerships: A systematic literature review of risk factors, their impact and risk mitigation strategies. *Public Performance & Management Review*, 43(5), 1174-1208.

Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1947). Theory of games and economic behavior,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2nd rev.

Weaver, E., D'Alessio, A., & Cui, Q. (2018). Non-compete provisions in public-private partnerships: A review of current practice. Construction Research Congress 2018,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ชานน อธิปัญญา
วัน เดือน ปี เกิด	18 เมษายน 2541
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	20/134 ม.แกรนด์คาแนล ถ.ประชาชื่น ต.บางตลาด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY