การวิเคราะห์หาระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนโดยใช้การจำลองมอนติคาร์โลและทฤษฎีเกม

Analysis of Game-based Concession Period for PPP Projects Using Monte Carlo Simulation and Game Theory

ชานน อธิปัญญา[1] และ นคร กกแก้ว[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการใช้สัญญาการร่วมทุนระหว่างรัฐและเอกชนในโครงการโครงสร้างพื้นฐานของประเทศมากขึ้น โดยรัฐเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามาร่วมลงทุนและดำเนินการในโครงการ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณและความสามารถในการกู้ อีกทั้งสัญญาการร่วมทุนยังส่งเสริมการแข่งขันของภาคเอกชนในการบริหารจัดการ ตลอดจนการแบ่งสรรความเสี่ยงที่เหมาะสมระหว่างรัฐและเอกชน อย่างไรก็ตามสัญญาร่วมทุนมักมีระยะเวลาคงที่และนานหลายปี เช่น 25-30 ปี เป็นต้น ซึ่งสัญญาระยะยาวย่อมมีความเสี่ยงสูง ทำให้มักเกิดเหตุการณ์ขอเจรจาแก้ไขสัญญาจากเอกชนผู้รับสัมปทานในช่วงดำเนินงาน กรณีที่หากเกิดเหตุการณ์เสี่ยงที่ส่งผลเชิงลบต่อผลการดำเนินงาน อีกทั้งโครงการร่วมลงทุนแต่ละโครงการมีบริบทต้นทุน ผลประโยชน์และความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาสัมปทานที่เป็นแบบคงที่อาจทำให้ภาครัฐเสียโอกาสในรายได้ที่ควรจะได้รับกรณีที่โครงการมีผลการดำเนินงานดีกว่าที่ประเมินในรายงานผลการศึกษาโครงการ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อใช้วิเคราะห์ระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมของโครงการภายใต้การจำลองแบบมอนติคาร์โล และใช้หลักทฤษฎีเกมเพื่อหาระยะเวลาสัมปทาน กรอบแนวคิดเชิงคำนวณยังสามารถนำไปใช้หาระยะเวลาปรับเพิ่มลดลงของสัญญา หากมีการระบุเงื่อนไขของการปรับเพิ่มลดระยะเวลา เช่น การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของรายได้ที่ภาคเอกชนได้รับภายหลังจากการเปิดให้บริการจริงกับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับในตอนทำสัญญา

คำสำคัญ: สัญญาร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน, ระยะเวลาสัมปทาน, มอนติคาร์โล, ทฤษฎีเกม

Abstract

Public Private Partnerships (PPPs) are being employed by governments around the world as an alternative infrastructure project delivery. Under PPP arrangements, the private sector is welcomed 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 fiscal budget and its increasing public borrowing. In addition, PPPs can help promote the private competition in providing the public goods and services, as well as better risk allocation between the public and private sectors. However, like in those 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. Thus, fixed period concession contracts may create opportunistic behavior of the concessionaire in seeking renegotiation when operating environment reveals not to be as expected, but retain all the windfall if the opposite happens. Therefore, this paper is to present a computational framework based on Monte Carlo simulation and Game Theory for determining concession period for a PPP project. The proposed method can also be applied, with trigger parameters such as least present value of revenues (LPVR), for contract duration readjustment by the government in the negotiation with the concessionaire.

Keywords: Public Private Partnership (PPP), Concession period, Monte Carlo simulation, Game theory

1. บทนำ

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

เนื่องจากสัญญา PPP เป็นสัญญาระยะยาวและคงที่ มีอายุสัญญายาวถึง 30 ปี ทำให้ในช่วงดำเนินการอาจได้รับผลกระทบจากความเสี่ยงในการดำเนินงานที่เกิดจากสิ่งที่ไม่สามารถคาดคิดได้ล่วงหน้า เช่น การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2564 ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้ใช้บริการ เนื่องจากการกำหนดให้มีมาตรการการเว้นระยะห่างจากสังคม (Social distancing) และภาครัฐกำหนดให้ผู้ที่ไม่มีความจำเป็น ต้องปฏิบัติงานจากที่พักอาศัย หรือการทำงานจากที่บ้าน (work from home) อีกทั้งด้วยรูปแบบสัญญาระยะยาวของโครงการ PPP การประเมินรายได้ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินงานที่มีระยะเวลายาวนานย่อมมีความคลาดเคลื่อนและมีความเสี่ยงสูง ทั้งความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก [1] เมื่อรายได้จากการดำเนินงานจริงไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ เอกชนคู่สัญญามักจะขอเจรจาเพื่อแก้ไขสัญญา (Renegotiation) หรือเพื่อขอการสนับสนุนช่วยเหลือในรูปแบบต่าง ๆ จากภาครัฐ ยกตัวอย่างเช่น การขอขยายระยะเวลาสัมปทาน หรือ การเพิ่มค่าบริการ เพื่อลดหรือเยียวยาผลกระทบต่อการดำเนินงานของเอกชน ซึ่งถ้าหากทั้ง 2 ฝ่ายไม่สามารถหาข้อตกลงที่ยอมรับได้อาจทำให้เกิดการทำสัญญาใหม่กับภาคเอกชนรายอื่น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายของภาครัฐสูงขึ้น และต้นทุนธุรกรรม (Transaction costs) ของโครงการในรูปแบบ PPP ที่สูงขึ้น

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าระยะเวลาสัมปทานถือเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดรายได้จากการดำเนินงาน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความเสี่ยงในการขอเจรจาแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชน เพราะฉะนั้นการกำหนดระยะเวลาสัมปทานจึงจำเป็นจะต้องประเมินถึงบริบทต้นทุน ผลประโยชน์ และความเสี่ยงที่แตกต่างกันของแต่ละโครงการเพื่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ทั้ง 2 ฝ่าย และเพื่อลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญาในอนาคต

2. งานวิจัยในอดีตและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ PPP สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนจะสามารถลดการใช้ทรัพยากรของภาครัฐ อันเป็นผลมาจากข้อจำกัดทางด้านประสบการณ์และความเชี่ยวชาญได้ [2] และยังทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนด้วย อีกทั้งการบริหารจัดการโครงการของภาคเอกชนจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการบริหารของภาครัฐเนื่องจากแรงจูงใจและผลตอบแทนที่ได้รับจากการดำเนินงาน (Incentive) จะเป็นผลประโยชน์โดยตรงให้กับภาคเอกชน รวมไปถึงการลดโอกาสที่จะเกิดค่าใช้จ่ายส่วนเกิน (cost overrun) และความล่าช้าของโครงการ (project delay) นอกจากนี้ภาครัฐยังสามารถแบ่งสรรความเสี่ยงบางส่วนให้กับภาคเอกชนที่เข้ามาร่วมลงทุนได้ การจัดการความเสี่ยงในโครงการร่วมทุน ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความสำเร็จของโครงการ [3] โดยการถ่ายโอนความเสี่ยงให้กับฝ่ายที่สามารถจัดการความเสี่ยงนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า จากงานวิจัยของ Li et al. (2005) [4] ที่ได้ศึกษาเรื่องการจัดสรรความเสี่ยงในโครงการร่วมทุนของภาคเอกชนโดยการสอบถามความเห็นจากตัวแทนของโครงการร่วมทุนทั้งฝั่งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งพบว่าความเสี่ยงในโครงการสามารถแบ่งประเภทได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1.1.1) ความเสี่ยงที่ควรจะแบกรับโดยภาครัฐ

ได้แก่ ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงทางการเมือง ความเสี่ยงจากการประท้วงโครงการ ความเสี่ยงในเวนคืนที่ดินและการเข้าถึงพื้นที่โครงการ

1.1.2) ความเสี่ยงที่ควรจะแบกรับโดยภาคเอกชน

ได้แก่ ความเสี่ยงของรายได้จากการดำเนินงาน ความเสี่ยงในการจัดหาเงินทุน ความเสี่ยงในงานก่อสร้าง ความเสี่ยงในการจัดทำการตลาด ความเสี่ยงในด้านสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม

1.1.3) ความเสี่ยงที่ควรจะแบ่งปันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน

ได้แก่ ความเสี่ยงในเหตุสุดวิสัย ความเสี่ยงในการเปลี่ยนแปลงข้อกฎหมาย

2.2 งานวิจัยที่วิพากษ์ถึงผลเสียของการใช้ PPP สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

แม้ว่าโครงการ PPP จะมีข้อดีหลายอย่างดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จากการศึกษาและงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า โครงการ PPP ก็มีข้อเสียหลายด้านด้วยกัน ตัวอย่างเช่น โครงการ PPP มีการกำหนดเงื่อนไขห้ามรัฐพัฒนาโครงการที่มีลักษณะที่เป็นการแข่งขันทางรายได้กับโครงการสัมปทานที่เอกชนเป็นผู้ร่วมลงทุน ซึ่งเคยก่อให้เกิดกรณีพิพาทระหว่างการทางพิเศษแห่งประเทศไทยและบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (BEM) จากการก่อสร้างทางยกระดับดอนเมืองโทลเวย์ส่วนต่อขยาย ช่วงอนุสรณ์สถานแห่งชาติ – รังสิต ขึ้นมาแข่งขันกับโครงการทางด่วนสายบางปะอิน – ปากเกร็ดของบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้า จำกัด (BEM) โดยเรียกเงื่อนไขนี้ว่า "non-compete clauses" ทั้งนี้เพื่อปกป้องผลประโยชน์ที่เป็นตัวเงินของเอกชนที่เป็นผู้ลงทุนและคาดหวังรายได้และกำไรจากการดำเนินงาน [5-7] อีกทั้งโครงการ PPP ยังนิยมใช้การเก็บค่าธรรมเนียมของการให้บริการกับประชาชนผู้ใช้ (User fees) ซึ่งเป็นการผลักภาระด้านค่าใช้จ่ายให้กับประชาชนในอนาคต ในส่วนของต้นทุนทางการเงิน (Financing costs) โครงการ PPP ยังมีต้นทุนทางการเงินสูงกว่ากรณีที่รัฐดำเนินการเอง เนื่องจากความน่าเชื่อถือของรัฐในการชำระเงินกู้คืนตามระยะเวลาที่กำหนดทำให้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลเป็นอัตราดอกเบี้ยแบบไม่มีความเสี่ยง (Risk-free rate, r_f) เปรียบเทียบกับการที่เอกชนกู้จากสถาบันการเงินในรูป "เงินกู้ร่วม (Syndicated loans, r_D)" และเอกชนเจ้าของโครงการยังกำหนดต้นทุนของเงินทุน (Cost of equity, r_E) ที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากความเสี่ยงของการด้านการตลาดของธุรกิจ PPP ที่สูงจากความไม่แน่นอน

ของรายได้ในอนาคต ทำให้ค่า Risk premium (Equity market risk premium, EMRP) สำหรับธุรกิจ PPP สูงตามไปด้วย

ตัวอย่างอีกประการหนึ่งที่สำคัญของปัญหาที่เกิดจากการใช้สัญญา PPP ก็คือ ปัญหาจากการเจรจาขอแก้ไขสัญญาของเอกชนคู่สัญญา ทั้งนี้เนื่องจากสัญญา PPP เป็นสัญญาระยะยาวและเงื่อนไขของสัญญาที่ถูกกำหนดในรูปแบบค่าคงที่ (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 [8]

อีกทั้งยังมีประเด็นในเรื่องของความไม่สมมาตรของข้อมูลสารสนเทศที่ใช้ในการเจรจา (Asymmetric information) ที่ภาครัฐไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลดิบหรือข้อมูลสารสนเทศบางอย่างของเอกชนคู่เจรจา เช่น โครงสร้างเงินทุนและต้นทุนทางการเงินที่แท้จริงของเอกชน เป็นต้น ยังส่งผลให้ภาครัฐค่อนข้างเสียเปรียบในการเจรจาต่อรองอีกด้วย [9] นอกจากนี้โครงสร้างพื้นฐาน PPP ต้องมีการให้บริการที่ต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบอย่างอื่นตามมา ส่งผลให้ภาครัฐค่อนข้างเสียเปรียบในการเจรจาต่อรอง

ในทางกลับกัน หากตัวแปรที่สำคัญในอนาคต เช่น ปริมาณผู้ใช้งานและรายได้จากการดำเนินงาน เป็นต้น มีค่าสูงกว่าที่ประมาณการ เอกชนก็จะได้รับผลประโยชน์ที่สูงกว่าที่ประเมินไว้ แม้ว่ารัฐจะได้ประโยชน์ในรูปภาษีที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ผลประโยชน์ส่วนเกินนี้ รัฐก็ไม่ได้มีประโยชน์อย่างที่ควร ซึ่งกรณีนี้ถือเป็นเหตุการณ์ที่เอกชนได้รับผลกำไรที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ (Windfall) ดังนั้นการที่ความเสี่ยงด้านเศรษฐกิจและการตลาดได้ถ่ายโอนไปให้เอกชนผู้รับสัมปทานทั้งหมดนั้นจึงไม่ถือเป็นความจริงในทางปฏิบัติ และผลตอบแทน (Payoff) ระหว่างรัฐและเอกชนจึงเป็นแบบไม่สมมาตร (Asymmetric payoff)

2.3 ทฤษฎีเกม

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” [10] และพัฒนาต่อโดย John Nash ซึ่งเป็นผู้ทำให้ทฤษฎีเกมถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการตัดสินใจของหลากหลายศาสตร์ที่ผู้ตัดสินใจมีปฏิสัมพันธ์กัน และต้องตัดสินใจอย่างมีกลยุทธ์ ภายใต้ของกฎระเบียบของการแข่งขันที่ผู้ตัดสินใจต้องทำตาม (Rule-based)

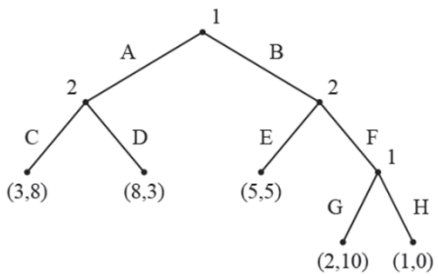
ทฤษฎีเกม (Game Theory) หมายถึง การวิเคราะห์หลักในการตัดสินใจในกิจกรรมที่ผู้คนหรือตัวแทนมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยการตัดสินใจของฝ่ายหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจของอีกฝ่ายนึง ซึ่งอาจเรียกสถานการณ์ในรูปแบบนี้ว่า เกม (Game) โดยแต่ละเกมจะต้องมีผู้เล่น (Player) อย่างน้อย 2 คน และผลที่ได้รับจากการเล่นเกม คือ ผลตอบแทน (Payoff) ทฤษฎีเกมจะใช้หลักทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ในการอธิบายกลยุทธ์ (Strategy) ที่ผู้เล่นควรจะเล่นในสถานการณ์ต่าง ๆ เมื่อพิจารณาอย่างมีเหตุและมีผล (Rational)

ดุลยภาพแนช (Nash Equilibrium) [11] หมายถึง สถานการณ์ที่ผู้เล่นทุกคนจะเลือกการตอบโต้ที่ดีสุด (Best Reply) เมื่อทราบว่าผู้เล่นที่เหลือจะเลือกเล่นอย่างไร ซึ่งในเกมที่เราไม่สามารถรู้ได้ว่าผู้เล่นที่เหลือจะเลือกเล่นแบบไหน จึงเกิดการให้เหตุผลแบบต่อเนื่องไม่รู้จบ (Infinite Regression) เมื่อผู้เล่นคนหนึ่งคิดว่าผู้เล่นอีกคนจะเล่นแบบนี้ และผู้เล่นอีกคนก็คิดเช่นเดียวกัน จึงทำให้การเล่นเกมเข้าสู่จุดที่เรียกว่าดุลยภาพแนช ซึ่งในเกมจำกัด (Finite Game) ที่มีผู้เล่นจำกัดและผู้เล่นแต่ละคนมีกลยุทธ์จำกัดรวมไปถึงมีจุดสิ้นสุดของเกมที่ชัดเจนทุกเกม จะมีจุดที่เป็นดุลยภาพแนชเสมอ

เกมสามารถแบ่งโดยใช้ช่วงเวลาในการตัดสินใจเล่นเกม 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) เพื่อแสดงให้เห็นถึงลำดับในการเล่นเกม



รูปที่ 1 แผนภาพการตัดสินใจของเกมที่เล่นเป็นลำดับ (Sequential move game)

โดยการวิเคราะห์เกมในรูปแบบแผนภาพการตัดสินใจจะใช้วิธีการวิเคราะห์ย้อนกลับ (Backward Induction) สามารถวิเคราะห์ได้โดยการเปรียบเทียบผลตอบแทนของแต่ละทางเลือกที่ปลายทางของแผนภาพ แล้วจึงวิเคราะห์การเลือกเล่นกลยุทธ์ย้อนกลับจากปลายทางไปยังต้นทาง จากรูปที่ 1 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 จะได้ว่ากล

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

2.4 การจำลองมอนติคาร์โล ***[12]***

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

1.4.1 การสร้างสมการเชื่อม (Transfer Equation)

หมายถึง สมการที่เชื่อมระหว่างตัวแปรสุ่ม input และ ผลลัพธ์ output ที่เราต้องการ โดยสมการเชื่อมจะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่มและผลลัพธ์ และความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ที่นำไปสู่ผลลัพธ์ต่าง ๆ

1.4.2 การกำหนดตัวแปรสุ่ม (Input parameter)

หมายถึง การกำหนดรูปแบบการกระจายตัวของตัวแปรสุ่มที่จะนำไปแทนค่าในสมการเชื่อม ยกตัวอย่างเช่น

- Uniform distribution หมายถึง การแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่ความน่าจะเป็นของการเกิดค่าใด ๆ หรือช่วงที่ความกว้างเท่ากันใด ๆ มีค่าเท่ากัน
- Triangular distribution หมายถึง การแจกแจงของตัวแปรสุ่มในกรณีที่ข้อมูลมีความหนาแน่นอยู่บริเวณตรงกลาง (Most Likely Value) และมีค่าอยู่ระหว่างขอบเขตล่าง (Minimum Value) กับขอบเขตบน (Maximum Value)
- Normal distribution หมายถึง การแจกแจงของตัวแปรสุ่มในรูปแบบปกติซึ่งมีลักษณะคล้ายกับรูประฆังคว่ำ และแจกแจงด้วย Gaussian Function

1.4.3 การตั้งค่าการจำลอง (Set up simulation)

หมายถึง การกำหนดจำนวนครั้งที่จะทำการจำลอง โดยยิ่งจำนวนครั้งสูงความแม่นยำในการจำลองก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

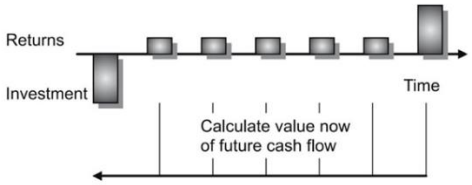
1.4.4 วิเคราะห์ผลการจำลอง

เมื่อแทนค่าตัวแปรสุ่มลงในสมการเชื่อมตามจำนวนครั้งการจำลองที่ต้องการแล้ว จึงนำผลลัพธ์ที่ได้ไปวิเคราะห์หารูปแบบการกระจายตัว ค่าคาดหวัง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มและผลลัพธ์ตามที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้

3. การสร้างตัวแบบผลตอบแทนโครงการ PPP

3.1 การประเมินผลตอบแทนโครงการ PPP (Payoff)

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



รูปที่ 2 กราฟกระแสเงินสด

ส่วนการประเมินจากรายได้ในอนาคตตลอดช่วงระยะเวลาสัมปทานที่คาดว่าจะได้รับเมื่อเปิดใช้โครงการ (Revenue) รายได้ในอนาคตประเมินจากจำนวนผู้ใช้บริการและค่าธรรมเนียมเฉลี่ยของการใช้บริการ ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$Y_t = AADT_t \times T_t \tag{1}$$

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) ในปีนั้น ๆ โดยเขียนเป็นสมการทางการเงินได้ดังนี้

$$\Pi_E(Y_t, OM_t, R_t, DS_t; r_E) = NPV[ECF] = \sum_{t=0}^{t=N+M} \frac{-I_{E,t} + Y_t - OM_t - R_t - Tax_t - DS_t}{(1+r_E)^t} \tag{2}$$

เมื่อ Π_E คือ มูลค่าผลตอบแทนปัจจุบันสุทธิของโครงการ

$I_{E,t}$ 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)

3.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้การจำลองมอนติคาร์โล (Risk analysis)

สำหรับการจำลองจำนวนผู้ใช้บริการโครงการด้วยการจำลองมอนติคาร์โล สมการเชื่อมที่ใช้คือ Geometric Brownian Equation มีสมการคือ

$$S_{(n+1)} = S_n exp\left[(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + (\sigma\sqrt{dt} \times N(0,1))\right] \quad (3)$$

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

S_n คือ จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ n

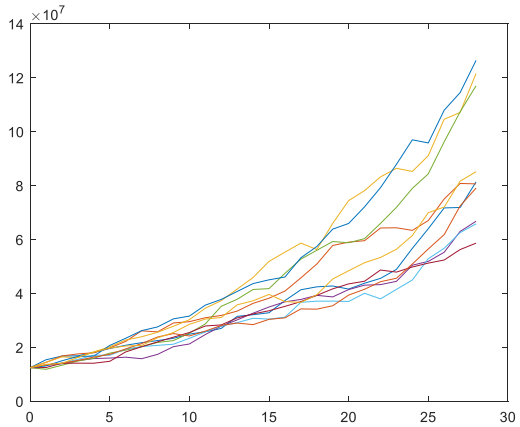
μ คือ อัตราการเจริญเติบโตในจำนวนผู้ใช้บริการ

σ คือ ความผันผวนของจำนวนผู้ใช้บริการ

dt คือ ระยะเวลา

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

ในการหาระยะเวลาคืนทุนของโครงการ สามารถคำนวณได้โดยการวิเคราะห์ปีที่รายได้ของโครงการเมื่อหักลบกับต้นทุนในส่วนของเจ้าของและค่าใช้จ่ายแล้ว สามารถชำระหนี้ส่วนเกินที่เหลืออยู่ทั้งหมดของโครงการได้ ซึ่งสามารถเขียนคำสั่งในการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MATLAB ได้ดังแสดงในรูปที่ 4



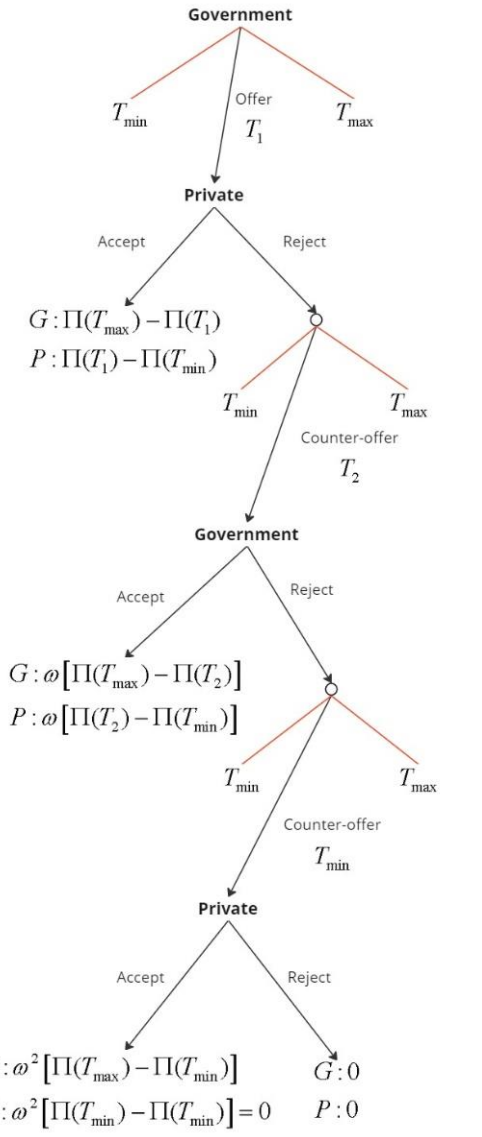
รูปที่ 3 จำนวนผู้ใช้บริการในช่วงระยะเวลา 30 ปี จากการจำลองมอนติคาร์โล

```
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 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการหาระยะเวลาคืนทุน

3.3 การพัฒนา Risk-based bargaining model

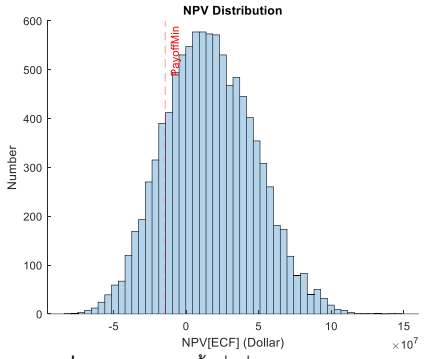
สำหรับการวิเคราะห์การเจรจาขอแก้ไขสัญญา จะใช้เกมในรูปแบบเกมการต่อรองในการจำลองการเจรจา เนื่องจากมีรูปแบบการเล่นเกมที่เหมือนกัน นั่นคือผู้เล่นที่เป็นผู้ริเริ่มการเจรจาทำการเลือกกลยุทธ์ของตนเองก่อน แล้วจึงให้ผู้เล่นอีกฝ่ายเลือกกลยุทธ์ในการโต้ตอบ เช่น ยอมรับเงื่อนไขของสัญญาใหม่ (Accept) หรือ ไม่ยอมรับและทำการเสนอเงื่อนไขอื่น (Reject and Counter Offer) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนของแต่ละกลยุทธ์แบบย้อนกลับ เพื่อหาแนวทางการเล่นเกมที่ตนเองได้รับผลตอบแทนสูงที่สุดดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพการเจรจาในรูปแบบเกมการต่อรอง (Bargaining Model)

จากรูปที่ ภาครัฐจะเป็นฝ่ายเสนอระยะเวลาสัมปทานของโครงการระหว่างระยะเวลาต่ำสุดและระยะเวลาสูงสุด (T_{min}, T_{max}) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการจำลองมอนติคาร์โลและวิเคราะห์ผลตอบแทนคาดหวังของค่าเฉลี่ยระยะเวลาสัมปทาน (T_{mean}) แล้วจึงทำการคำนวณผลตอบแทน

ที่ต่ำที่สุดที่ภาคเอกชนยอมรับได้ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของผลตอบแทน ลบด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 6 ผลตอบแทนขั้นต่ำที่ภาคเอกชนยอมรับได้

จากนั้นภาคเอกชนจะเป็นฝ่ายตัดสินใจในการยอมรับ (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 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

$$\omega^2\left[\Pi(T_{\max})-\Pi(T_{\min})\right]=\omega\left[\Pi(T_{\max})-\Pi(T_2)\right] \quad (4)$$

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

$$\omega\left[\Pi(T_2)-\Pi(T_{\min})\right]=\Pi(T_1)-\Pi(T_{\min}) \quad (5)$$

เมื่อแก้สมการที่ (4) และ (5) ร่วมกัน จะได้ว่า

$$\Pi(T_1)=(\omega-\omega^2)\Pi(T_{\max})+(1+\omega^2-\omega)\Pi(T_{\min}) \quad (6)$$

4. โครงการกรณีศึกษาตัวอย่าง

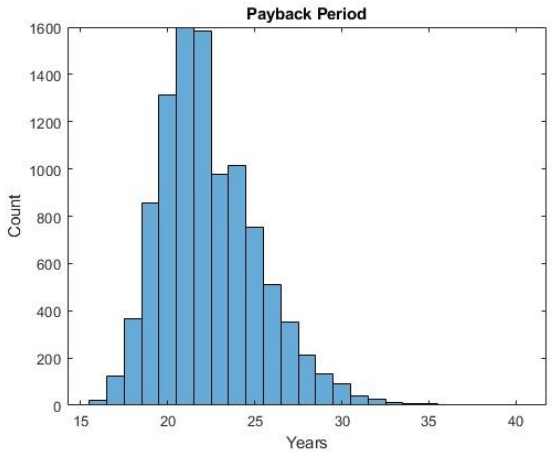
โครงการ Dulles Greenway เป็นโครงการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนประเภท BOO โดยเป็นโครงการทางพิเศษ 4 ช่องทางซึ่งเป็นส่วนต่อขยายของ Dulles Toll Road โดยเชื่อมตอระหว่างสนามบิน Dulles International Airport และ ทางเชื่อมทางหลวงหมายเลข 7 และ 15 ในรัฐ Virginia ประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้รับสัมปทานคือ Toll Road Investor Partnership II (TRIP II) โครงการถูกก่อสร้างให้สามารถขยายจำนวนช่องทางรวมไปถึงการเพิ่มระบบขนส่งมวลชนในอนาคตได้ 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%

สาเหตุที่เลือกใช้โครงการ Dulles Greenway เป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง คือ โครงการ Dulles Greenway เป็นโครงการตัวอย่างที่มีข้อมูลการดำเนินงานที่ครบถ้วนและสามารถนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาได้ อีกทั้งการเก็บข้อมูลโครงการในประเทศไทยจำเป็นต้องใช้เวลาและข้อมูลบางอย่างอาจไม่สามารถเปิดเผยต่อบุคคลภายนอกได้ ทำให้ต้องสมมติข้อมูลการดำเนินงานบางส่วนขึ้นมาเพื่อให้สามารถนำมาศึกษากับแบบจำลอง

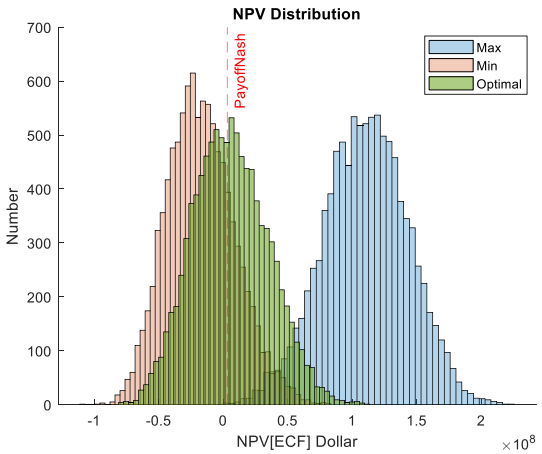
5. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

เมื่อทำการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของโครงการจากการจำลองจำนวนผู้ใช้บริการด้วยการจำลองมอนติคาร์โลดังแสดงในรูปที่ จะได้ว่าระยะเวลาคืนทุนต่ำสุดและสูงสุดของโครงการ เท่ากับ 19 ปี และ 40 ปี ตามลำดับและมีการกระจายตัวของระยะเวลาคืนทุนดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 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 8



รูปที่ 8 การกระจายตัวของรายได้ปัจจุบันสุทธิที่ระยะเวลาสัมปทานต่าง ๆ ของโครงการ

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

6. การประยุกต์ใช้สำหรับโครงการ PPP ในอนาคต

ในการประยุกต์ใช้กับโครงการ PPP ในประเทศไทย สามารถนำข้อมูลทางการเงินและนโยบายการดำเนินโครงการ มาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ภาครัฐและภาคเอกชนในการลงทุน อีกทั้งยังสามารถนำผลการวิจัยไปพัฒนาต่อยอดโดยการเพิ่มเงื่อนไขการขยายหรือลดระยะเวลาสัมปทานจากผลการดำเนินงานในปีที่ผ่านมา ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดแต้มการขยาย/ลดระยะเวลาสัมปทาน ถ้าหากโครงการมีผลประกอบการติดลบในปีนั้นจะทำการขยายระยะเวลาสัมปทานออกไปโดยการเพิ่มแต้ม ในทางกลับกันถ้าหากผลประกอบการสูงกว่าที่รัฐกำหนด จะทำการลดแต้มระยะเวลาสัมปทานให้น้อยลง เมื่อครบระยะเวลาสัมปทานจึงทำการพิจารณาผลรวมแต้มการขยาย/ลดระยะเวลาสัมปทาน แล้วจึงกำหนดนโยบายการดำเนินงานต่อไป ซึ่งจะทำให้สัญญาร่วมทุนมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น เนื่องจากระยะเวลาสัมปทานจะเปลี่ยนแปลงตามผลการดำเนินการที่เกิดขึ้นจริง

7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการคำนวณระยะเวลาสัมปทานที่เหมาะสมโดยการใช้ทฤษฎีเกม การต่อรองและการจำลองมอนติคาร์โลทำให้ภาครัฐสามารถพิจารณาระยะเวลาสัมปทานของโครงการที่มีบริบทที่แตกต่างกันได้ ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเจรจาขอแก้ไขสัญญาจากภาคเอกชนโดยการขอเพิ่มระยะเวลาสัมปทานเพื่อชดเชยต้นทุนจากการประมูลราคาที่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และเพิ่มความยุติธรรมให้กับภาคเอกชนในการกำหนดระยะเวลาสัมปทานต่ำที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้ภาคเอกชนแบกรับความเสี่ยงจากการดำเนินงานมากเกินไป อีกทั้งยังรักษาผลประโยชน์ให้ภาครัฐโดยการกำหนดระยะเวลาสัมปทานที่สูงที่สุดเพื่อรักษารายได้ที่ควรจะเป็นของภาครัฐ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับการพิจารณาการต่อขยายสัญญาในโครงการร่วมทุน เนื่องจากไม่มีการกำหนดระยะเวลาการต่อขยายที่ตายตัว และภาครัฐสามารถเจรจาต่อรองกับภาคเอกชนได้เพื่อหาระยะเวลาสัมปทานที่จะต่อขยายอย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

[1] Bovis, C. H. (2012). Risk and Public-Private Partnerships. European Procurement & Public Private Partnership Law Review, 7(1), 44–56.

[2] Cumming, D. (2007). Government policy towards entrepreneurial finance: Innovation investment funds. J. Bus. Ventur.

[3] Dailami, M., I. Lipkovich, and J. Van Dyck. (1999). INFRISK: A Computer Simulation Approach to Risk Management in Infrastructure Project Finance Transactions". Paper No. 2083, World Bank, Washington, D.C.

[4] Li, B., Akintoye, A., Edwards, P.J. and Hardcastle, C. (2005). The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK. Int. J. Project Management

[5] Iseki, H. and Houtman, R. (2012). Evaluation of progress in contractual terms: Two case studies of recent DBFO PPP projects in North America,Research in Transportation Economics

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

[7] Weaver, E., D'Alessio, A., and Cui, Q. (2018). *Non-compete provisions in public-private partnerships: A review of current practice*. In Construction Research Congress 2018 (pp. 175-185).

[8] Carbonara, N. and Pellegrino, R. (2014). *PPP for public infrastructure in Italy: opportunity and challenges*. Managerial Finance. Emerald Group Publishing.

[9] Ho, P.H. (2006). Development of public private partnerships (PPPs) in China. International Roundup 19.

[10] von Neumann, J. and Morgenstern, O. (1949) "Theory of Games and Economic Behavior"

[11] Binmore, K. (2007/2019). Game Theory : Short Introduction

[12] Mooney, Christopher Z. (1997). Monte Carlo simulation. Thousand Oaks, Calif. :Sage Publications