

บทความวิจัย

# การออกแบบทางหลวงพิเศษเพื่อส่งเสริมการเชื่อมต่อถนนสายรองและการเข้าถึงพื้นที่

# Special highway design to promote connectivity Secondary Roads and access to the area


**สมบูรณ์ เทียนธรรมชาติ**

กรมทางหลวง

2/486 ถนนศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

**SomboonThaintummarchart**

Department of Highways

2/486 Sri Ayutthaya Road, Thung Phayathai, Ratchathewi, Bangkok 10400

E-mail: boon-doh@hotmail.com



วันที่รับบทความ : 28 มิถุนายน 2565

วันที่แก้ไขบทความ : 10 กรกฎาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ : 30 กรกฎาคม 2565

# บทคัดย่อ


การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบการเชื่อมต่อทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองกับทางหลวงสายรองต่าง ๆ โดยใช้ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทอง เป็นกรณีศึกษา การศึกษาพบว่าวิธีการออกแบบการเชื่อมต่อในประเทศสหรัฐอเมริกามักใช้ทางต่างระดับเชื่อมต่อทางสายรองโดยตรง ขณะที่ทางหลวงพิเศษกับทางสายรองในประเทศไทยมักใช้การเชื่อมต่อด้วยทางคู่ขนานก่อนเข้าสู่ด่านเก็บค่าผ่านทาง เพื่อแยกการจราจรทางหลักออกจากการจราจรท้องถิ่นที่มีความเร็วสูง ส่วนการเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงพิเศษกับทางขนาดใหญ่ยังคงเป็นการเชื่อมต่อโดยใช้ทางแยกต่างระดับเพื่ออำนวยความสะดวกให้การจราจรสามารถเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทองกำหนดให้มีทางขึ้น 8 จุด และทางลง 6 จุดซึ่งเชื่อมต่อด้วยทางคู่ขนานทั้งหมด และมีทางแยกต่างระดับทั้งหมด 5 แห่ง ทางแยกต่างระดับที่เป็นสามแยกใช้ทางต่างระดับแบบทรัมเปตและทางแยกต่างระดับที่เป็นสี่แยกใช้ทางแยกต่างระดับแบบผสมผสานระหว่างพาร์เชียลโคลเวอร์ลีฟและการเชื่อมต่อโดยตรง

การคาดการณ์ปริมาณการจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปได้นำปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในอดีตมาสร้างแบบจำลองการคาดการณ์และใช้แนวโน้มผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP) และ จำนวนประชากร (Population) เป็นตัวกำหนดการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต เมื่อเปิดการให้บริการถนนโครงการกรณีฐาน (Base Case) พ.ศ. 2569 มีปริมาณจราจรเข้าระบบ 187,077 คันต่อวัน และมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2569–2599 ร้อยละ 1.69ต่อปี เมื่อใช้อัตราค่าธรรมเนียมผ่านทาง 10+1.50 บาทต่อกิโลเมตรจะทำให้เกิดรายได้สูงสุด

โครงการทางหลวงพิเศษนี้มีมูลค่าลงทุนรวมทั้งหมด 68,504.03 ล้านบาทตลอดอายุโครงการ 30 ปี การวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งและรูปแบบของทางเชื่อมและทางต่างระดับมีความเหมาะสมทำให้การจราจรไหลได้อย่างคล่องตัวบนทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการลดเวลาการเดินทาง ลดค่าใช้จ่ายยานพาหนะ และลดอุบัติเหตุ โดยการวิเคราะห์ตัวชี้วัดที่สำคัญ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 15,892.59 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 1.39 และอัตราผลตอบแทนภายใน ร้อยละ 14.46 ซึ่งทั้งหมดเป็นค่าผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ แสดงให้เห็นว่าผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นเป็นผลประโยชน์ที่มีความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับทรัพยากรที่ต้องลงทุนและค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้น



**คำสำคัญ :** การออกแบบทางหลวง, การเชื่อมต่อถนน, มอเตอร์เวย์, ทางยกระดับ

# Abstract

This study aims to investigate various forms of ramp connections between a motorway and other secondary highway corridors. Kanchanaphisek West Ring Road Intercity Motorway (Bang KhunThian – Bang Bua Thong) is used as the case study. It is found that highway design in the U.S. usually employs grade-separated interchanges to provide direct linkage. On the other hand, highway design in Thailand prefers connection through frontage roads before approaching toll plazas. Such connection separate local traffic from high-speed mainline traffic. Meanwhile connection between the motorway and large highways still relies on grade-separated interchanges to facilitate all possible movements. At the opening year 2026, it is forecasted on the base case that 187,077 vehicles will enter the system each day, with an average annual growth rate of 1.69% between 2026 and 2056. The 10+1.50 baht per kilometers fare structure is proved to generate maximum revenue. This project requires 68,504.03 million baht of investment throughout the 30-year project life. An economic benefit analysis shows that the locations and types of ramps and interchanges are appropriately designed which generate benefits on time saving, vehicle operation cost saving, and accident reduction. All key indicators are above the minimum standard which means that the benefits from this project are worthwhile compared to investment resources and opportunity cost that must be spent.

Traffic engineers with experience on grade-separated interchange design point out that ramp and interchange design must give priority to safety first, followed by traffic handling capacity and driving maneuver difficulty. Finally, they suggests that the most appropriate forms of ramps and interchanges for motorway in Thailand are Pinavia interchange and frontage ramps.

**Keywords:** Highway design, Connectivity, Connection road, Motorway, Interchange

# บทนำ

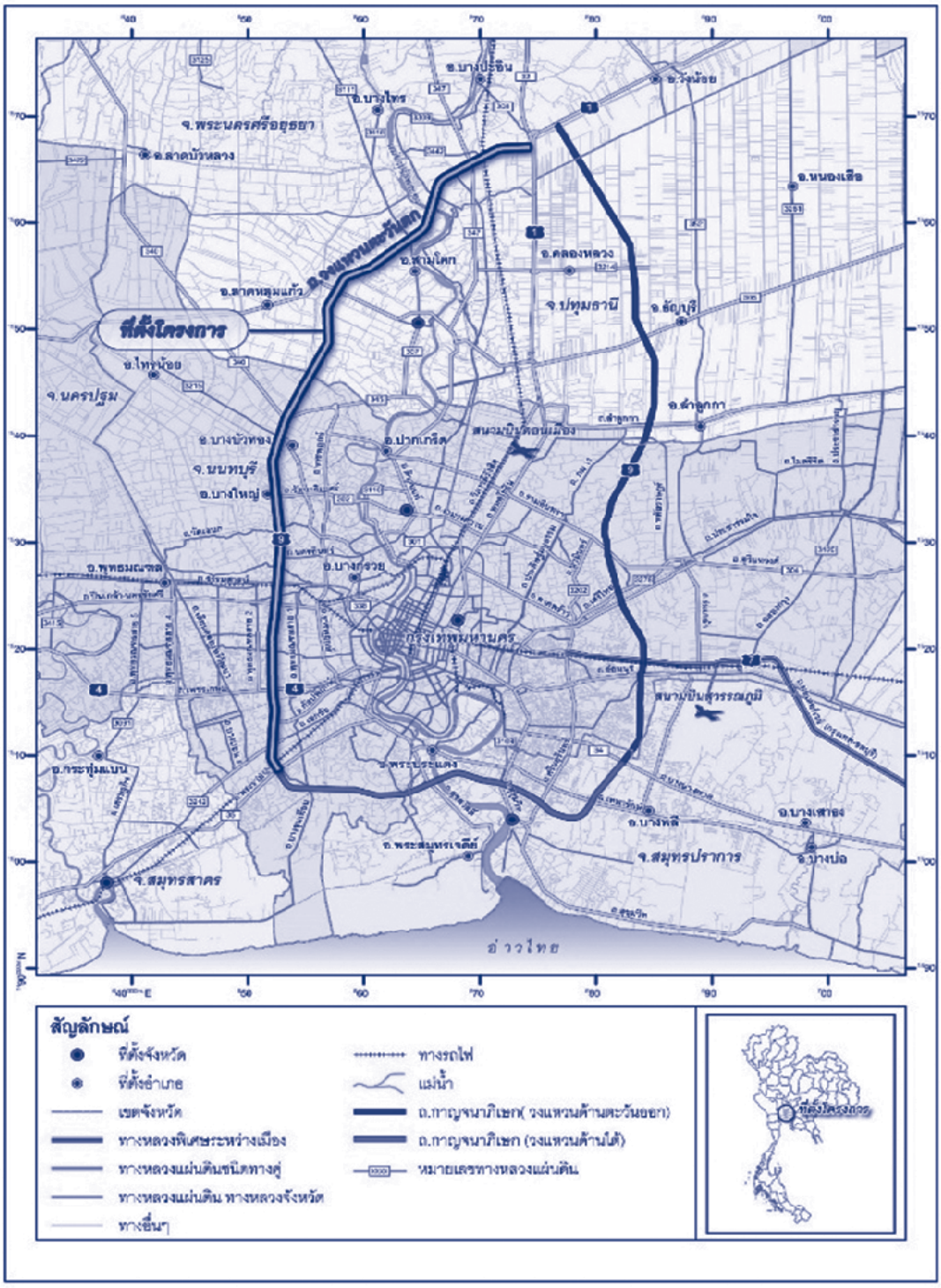
โครงสร้างพื้นฐานทางถนนมีการจำแนกลำดับชั้น (Road Hierarchy) ตามวัตถุประสงค์และลักษณะการใช้งาน (Objectives and Functions) ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเป็นทางหลวงที่ออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางระหว่างจังหวัดหรือในระยะไกล มีการอนุญาตให้ใช้ความเร็วสูง และมีการเก็บค่าผ่านทางจากผู้ใช้ ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเป็นทางหลวงที่มีมาตรฐานสูง เพื่อรองรับปริมาณความต้องการในการเดินทางและการขนส่งสินค้าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเป็นทางหลวงระดับที่อนุญาตให้ใช้ความเร็วสูง การออกแบบโครงข่ายทางหลวงพิเศษจึงต้องออกแบบด้วยระดับมาตรฐานสูงสุด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทาง รวมทั้งต้องคำนึงถึงความสอดคล้องของบทบาทหน้าที่และลักษณะการใช้งานของโครงสร้างพื้นฐานแต่ละระดับ และการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัย

การออกแบบทางหลวงพิเศษจะต้องพิจารณาถึงหน้าที่ของทางหลวงพิเศษดังกล่าวและความสอดคล้องกับโครงข่ายถนนที่มีอยู่ รวมทั้งตำแหน่งในการเชื่อมต่อที่จะอำนวยความสะดวกในการเข้าใช้และก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดนอกจากนั้นจุดเชื่อมต่อกับทางหลวงหรือถนนระดับรองเมื่อมีการเปลี่ยนความเร็วและเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพอย่างทันที ทำให้ผู้ขับขี่ไม่สามารถปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การออกแบบจุดเชื่อมต่อของทางหลวงพิเศษจึงต้องคำนึงถึงหลักการเชื่อมต่อกับถนนที่มีการใช้ความเร็วที่ใกล้เคียงกัน รวมถึงรูปแบบการเชื่อมต่อที่สามารถปรับความเร็วของยานพาหนะได้อย่างราบรื่น มีความสามารถในการรองรับปริมาณจราจรเพียงพอ สามารถลดผลกระทบด้านการจราจรต่อโครงข่ายโดยรอบ ซึ่งตลอดมากรมทางหลวงได้มีการพิจารณาโครงข่ายรอบข้างอย่างครอบคลุม อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดบางประการ เช่น แนวเขตทางกรรมสิทธิ์ที่ดิน และข้อกำหนดของการออกแบบเชื่อมต่อกับจุดเชื่อมต่อทางรองอื่นๆ อาจทำให้การออกแบบตำแหน่งการเชื่อมต่อทางหลวงพิเศษยังคงมีประเด็นที่สามารถพัฒนาให้เหมาะสมได้ ยิ่งขึ้น เช่น การออกแบบจุดเชื่อมต่อกับโครงข่ายรองที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เดินทางสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากทางหลวงพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาการเดินทางได้อย่างคุ้มค่าเทียบกับค่าผ่านทางที่จ่ายไป เวลาการเดินทางที่ประหยัดได้เหล่านี้สามารถแปลงให้เป็นผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจด้วยแนวคิดด้านมูลค่าเวลา นอกจากนั้นยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ ได้แก่ ค่าน้ำมันและค่าสึกหรอต่าง ๆ เมื่อรถเหล่านี้สามารถวิ่งในกระแสจราจรที่คล่องตัวขึ้น และจะเกิดประโยชน์อื่น ๆ อีกมาก หากมีการเชื่อมต่อโครงข่ายทางรองอื่น ๆ โดยปราศจากข้อจำกัดข้างต้น

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญข้างต้น การวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์รูปแบบจุดเชื่อมต่อทางหลวง และการกำหนดตำแหน่งของทางขึ้น-ลงเพื่อให้มีการเชื่อมต่อกับถนนสายต่าง ๆ อย่างเป็นระบบตามลำดับชั้น มูลค่าการลงทุนและความสอดคล้องของการออกแบบการเชื่อมต่อกับลักษณะของถนนระดับรองและความเร็วที่ออกแบบสามารถตอบสนองความต้องการตามพฤติกรรมของผู้เดินทาง และส่งผลให้การขับขี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจจากการลดความล่าช้า ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน นอกจากนั้นยังจะวิเคราะห์ผลกระทบต่อชุมชนและสภาพแวดล้อม ผลการวิจัยจะสรุปแนวทางการพิจารณาคัดเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อกับโครงข่ายรองที่อาจมีความเหมาะสม และความคุ้มค่าของการเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อดังกล่าว

งานวิจัยนี้พิจารณาทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทอง เป็นกรณีศึกษา โครงการทางหลวงพิเศษสายนี้เป็นทางยกระดับบนแนวเส้นทางของทางหลวงหมายเลข 9 ส่วนวงแหวนด้านตะวันตก ปริมาณความต้องการเดินทางบนทางหลวงหมายเลข 9 ในพื้นที่ดังกล่าวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจากการพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยและโครงการพาณิชยกรรม

**แผนภาพที่ 1แนวเส้นทางทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 9**




ที่มา :การศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ วิศวกรรม และผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการพัฒนาวงแหวนรอบนอก กรุงเทพมหานคร ด้านตะวันตก, (กรมทางหลวง, 2557)

ในพื้นที่ฝั่งตะวันตก รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานทางถนนที่เชื่อมต่อการจราจรเข้าสู่เส้นทาง

จากการศึกษาระดับการให้บริการบนทางหลวงหมายเลข 9 พบว่าตลอดเส้นทางจะประสบปัญหาสภาพการจราจรติดขัดในพื้นที่เริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2559 ซึ่งมีระดับการให้บริการ (LOS) F หากไม่มีโครงการฯ จะเกิดปัญหาสภาพจราจรติดขัดจะทวีความรุนแรงจนถึงขั้นวิกฤต ตั้งแต่ช่วงถนนพระราม 2 จนถึงถนนรัตนาธิเบศร์ ดังนั้น กรมทางหลวงจึงเร่งรัดพัฒนาโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก เพื่อป้องกันและลดปัญหาการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทอง มีจุดเริ่มต้นโครงการที่ทางแยกต่างระดับบางขุนเทียน และสิ้นสุดโครงการที่จุดตัดบางบัวทอง เชื่อมต่อกับทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 9 วงแหวนกาญจนาภิเษก ช่วงบางบัวทอง-บางปะอิน รวมระยะทาง 38 กิโลเมตร ดังแสดงในแผนภาพที่ 1

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วิเคราะห์ประเด็นในการออกแบบการเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงพิเศษและถนนสายรอง

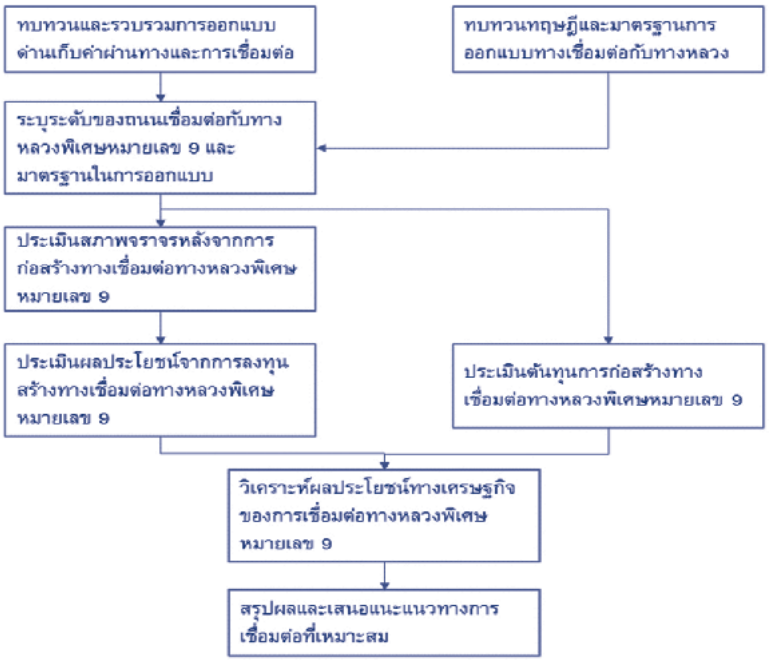
2. สรุปแนวทางการเลือกตำแหน่งและรูปแบบการเชื่อมต่อของทางหลวงพิเศษ รวมทั้งปัจจัยในการพิจารณาเพื่อให้การออกแบบมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจสูงสุด

3. วิเคราะห์ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจที่เกิดจากการเลือกจุดเชื่อมต่อกับโครงข่ายรอง เพื่อลดความจราจรแออัดที่เป็นผลจากรูปแบบการเชื่อมต่อ

## ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของทางเชื่อมทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสามารถทำได้โดยตรงจากการใช้ซอฟต์แวร์แพ็คเกจวิเคราะห์แบบจำลองระดับจุลภาค เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แต่จะต้องใช้ข้อมูลและทรัพยากรมาก การวิจัยนี้มีเวลาและทรัพยากรที่จำกัด จึงออกแบบให้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อรับทราบความคิดเห็นและเชื่อมโยงการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญไปสู่ผลลัพธ์ของการวิจัย

## กรอบแนวคิดของการวิจัย



**รูปที่ 2 เปรียบเทียบรูปแบบการเชื่อมต่อกับถนนสายรอง**




ที่มา : (กรมทางหลวง, 2564)

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative) โดยการสังเกต ทบทวนข้อมูลการศึกษา วิเคราะห์ และสรุปผล โดยยึดหลักเหตุผลทางตรรกศาสตร์ หรือวิธีอนุมาน (Deduction) ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลข้อมูลที่ต้องทบทวนแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่

1.1. ข้อมูลปฐมภูมิ ดำเนินการโดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวางแผนจราจรและขนส่ง เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวกับรูปแบบการเชื่อมต่อและตำแหน่งของด่านเก็บค่าผ่านทาง

1.2. ข้อมูลทุติยภูมิ ทบทวนและรวบรวมรูปแบบและแนวทางการออกแบบการเชื่อมต่อถนนโครงข่ายเดิมกับทางหลวงพิเศษหรือทางหลวงที่ใช้ความเร็วสูง และทบทวนทฤษฎีและมาตรฐานการออกแบบทางเชื่อมต่อกับทางหลวง เช่น ทฤษฎีการออกแบบการเชื่อมต่อกับทางหลวงพิเศษ รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของรูปแบบทางเชื่อมต่อต่าง ๆ, ปริมาณจราจรบนโครงการ (กรมทางหลวง, 2565), อัตราค่าธรรมเนียมผ่านทางที่เหมาะสม (กรมทางหลวง, 2565), ผลการคาดการณ์ปริมาณจราจรบนทางหลวงหมายเลข 9 (กรมทางหลวง, 2565) และข้อมูลสรุปมูลค่าการลงทุนของโครงการรายปี (กรมทางหลวง, 2565)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Context Analysis) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบ และสังเคราะห์ข้อมูลทฤษฎี หลักการต่าง ๆ จากการทบทวนข้อมูลทั้งสองส่วนข้างต้น จะทำให้สามารถระบุรูปแบบการเชื่อมต่อและระดับของถนนที่เชื่อมต่อเข้ากับทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 แบบสอบถามจะถูกส่งออกไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อสอบถามถึงความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการเชื่อมต่อในด้านสภาพการจราจร ความปลอดภัย ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และการลงทุน เพื่อนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบการเชื่อมต่อ

3. การนำเสนอข้อมูล

นำเสนอข้อมูลแบบรายงานวิจัยเชิงปริมาณและเชิงพรรณนาและวิเคราะห์ความเหมาะสมของตำแหน่งและแนวทางการออกแบบที่จุดเชื่อมต่อ และนำเสนอข้อมูลคะแนนความเหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อด้วยทางแยกต่างระดับรูปแบบต่าง ๆ และวิเคราะห์ความเหมาะสมของตำแหน่งและแนวทางการออกแบบที่จุดเชื่อมต่อดังแสดงในรูปที่ 2

**รูปที่ 3 รูปแบบทางเชื่อมและทางแยกต่างระดับของโครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทอง**



**ทางแยกต่างระดับบางขุนเทียน**
โครงสร้างหลักเป็นทางแยกแบบ pinwheel โดยเพิ่มการเชื่อมต่อแบบพาร์เชียลโคลเวอร์ลีฟจากทางพิเศษพระราม 3 – ดาวคะนอง – วงแหวนฯ ที่จะเลี้ยวขวาไปพระราม 2 ขาเข้า

**ทางแยกต่างระดับบรมราชชนนี**
โครงสร้างหลักเป็นพาร์เชียลโคลเวอร์ลีฟ แต่ใช้การเชื่อมต่อโดยตรง (Directional) ในทิศทางเลี้ยวขวาจากทางหลักสู่ทางสายรองแทนการใช้ไฟสัญญาณจราจรควบคุม





**ทางแยกต่างระดับศรีรัช**
ทางแยกต่างระดับแบบทรัมเป็ดมีทางโค้งวงกลมเชื่อมต่อการจราจรจากทางพิเศษศรีรัชไปยังทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 แยกเป็นสอง ส่วนบริเวณกลางโค้ง ด้านซ้ายจะเชื่อมกับทางหลวงพิเศษที่มุ่งหน้าทิศเหนือ และด้านขวาเชื่อมกับทางหลวงพิเศษมุ่งหน้าทิศใต้

**ทางแยกต่างระดับบางใหญ่**
ทางแยกต่างระดับแบบทรัมเป็ดซ้อนบนทางแยกต่างระดับทรัมเป็ดเดิม โดยมีทางโค้งวงกลมเชื่อมการจราจรจากทางหลวงหมายเลข 81 ขาเข้าไปสู่ทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 มุ่งหน้าทิศใต้





**ทางแยกต่างระดับบางบัวทอง**
โครงหลักเป็นแบบพาร์เชียลโคลเวอร์ลีฟ และเชื่อมต่อในทิศทางเลี้ยวขวาจากทางสายรอง (ทางหลวงหมายเลข 345) สู่ทางหลักด้วยวิธีเชื่อมต่อโดยตรง

ที่มา : (กรมทางหลวง, 2564)

## ผลการวิจัย

การออกแบบตำแหน่งและรูปแบบของทางเชื่อมและทางแยกต่างระดับทำให้ปริมาณจราจรจำนวนมากสามารถเข้าสู่ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 9 วงแหวนกาญจนาภิเษกฝั่งตะวันตกได้อย่างสะดวก โดยมีปริมาณจราจรกว่า 260,000 คันต่อวัน ใน พ.ศ. 2569 หรือปีเปิดให้บริการ และเพิ่มขึ้นไปอย่างต่อเนื่องจนถึง 340,000 คันต่อวัน ใน พ.ศ. 2599 หรือคิดเป็น 32% ของปริมาณการจราจรที่ใช้เส้นทางวงแหวนกาญจนาภิเษกฝั่งตะวันตก ดังแสดงในรูปที่ 3

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจตลอดอายุโครงการ 30 ปี แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งและรูปแบบของทางเชื่อมและทางต่างระดับมีความเหมาะสม ทำให้การจราจรไหลได้อย่างคล่องตัวบนทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการลดเวลาการเดินทาง ลดค่าใช้จ่ายยานพาหนะ และลดอุบัติเหตุ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นเป็นผลประโยชน์ที่มีความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับทรัพยากรที่ต้องลงทุนและค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงตัวชี้วัดที่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทน

## สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาวิเคราะห์การออกแบบจุดเชื่อมต่อทางหลวง และการกำหนดตำแหน่งของทางขึ้น-ลงเพื่อให้มีการเชื่อมต่อกับถนนสายต่าง ๆ อย่างเป็นระบบตามลำดับชั้น มูลค่าการลงทุนและความสอดคล้องของการออกแบบการเชื่อมต่อกับลักษณะของถนนระดับรองและความเร็วที่ออกแบบสามารถตอบสนองความต้องการตามพฤติกรรมของผู้เดินทาง โดยใช้ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทอง เป็นกรณีศึกษา โดยพิจารณาคัดเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อกับโครงข่ายรองที่มีความเหมาะสม และความคุ้มค่าของการเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อดังกล่าว ซึ่งใช้ตัวชี้วัดจากผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจจากการลดความล่าช้า ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน เทียบกับมูลค่าการลงทุนทางด้านทรัพยากรเพื่อพัฒนาโครงการดังกล่าว

โครงข่ายทางหลวงและถนนที่มีประสิทธิภาพควรจะเชื่อมต่อกันอย่างเป็นลำดับชั้น โดยเริ่มจากทางหลวงซึ่งอำนวยความสะดวกให้การจราจรความเร็วสูงเดินทางระหว่างสองพื้นที่ในเวลาอันรวดเร็ว เชื่อมต่อกับทางประธานสายหลักซึ่งจะนำจราจรเข้าสู่เมือง และทางประธานสายรองที่นำจราจรเข้าสู่ชุมชนหลัก โดยมีถนนท้องถิ่นในระดับต่าง ๆ คอยรองรับอีกชั้นหนึ่งเพื่อเชื่อมต่อเข้าสู่ชุมชนย่อยและที่พักอาศัย การเชื่อมต่อเช่นนี้จะทำให้ความเร็วของการจราจรค่อย ๆ ปรับลดลงเป็นลำดับไม่เกิดความขัดแย้งระหว่างการจราจรที่ความเร็วต่าง ๆ กัน และเพิ่มความปลอดภัยในการสัญจรทางถนน

การทบทวนลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงและถนนสายรองในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ามักเป็นการเชื่อมต่อถนนสายหลักและสายรองโดยตรง โดยการพัฒนารูปแบบจากทางแยกเสมอระดับไปเป็นทางแยกต่างระดับเพื่อให้กระแสจราจรทางหลักสามารถไหลไปได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ทางเลือกการพัฒนาทางแยกต่างระดับขึ้นอยู่กับปริมาณจราจรและทิศทางการเคลื่อนที่ของปริมาณจราจรเป็นหลักเริ่มจากทางแยกต่างระดับแบบไดมอนด์ที่เป็นทางแยกต่างระดับพื้นฐานที่มีสัญญาณไฟจราจรหนึ่งคู่ควบคุมบนทางแยกของถนนสายรอง และมีการปรับเป็นทางแยกต่างระดับอีกหลายรูปแบบที่อาศัยพื้นฐานจากทางแยกต่างระดับไดมอนด์นี้เพื่อลดข้อด้อยต่าง ๆ เช่น ทางแยกต่างระดับ Double-T Offset และทางแยกต่างระดับจุดเดียว ขณะที่ทางแยกต่างระดับในอีกขั้นหนึ่งเป็นทางแยกต่างระดับที่ใช้ทุนก่อสร้างสูงกว่าแต่ปราศจากการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจรโดยสิ้นเชิง ได้แก่ ทางแยกโคลเวอร์ลีฟ และทางแยกแบบเชื่อมต่อโดยตรง ทางแยกรูปแบบดังกล่าวมักจะใช้ในกรณีปริมาณจราจรสูงมากหรือมีการเคลื่อนที่ในทิศใดทิศหนึ่งมากเป็นพิเศษ ทั้งนี้ทางเลือกทั้งหมดสามารถอำนวยความสะดวกให้ปริมาณจราจรระหว่างทางหลวงและทางสายรองสามารถเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง

การเชื่อมต่อของทางหลวงและถนนสายรองในประเทศไทยมีความแตกต่างจากสหรัฐอเมริกา เนื่องจากทางหลวงในประเทศไทยมีการเชื่อมต่อกับการใช้ประโยชน์ที่ดินสองข้างทางค่อนข้างอิสระ ดังนั้นทางหลวงสายหลักมักถูกออกแบบให้มีทางคู่ขนานเพื่อแยกการจราจรท้องถิ่นออกจากการจราจรผ่านพื้นที่ซึ่งมีความเร็วสูงกว่า ทางหลวงกาญจนาภิเษกมีการออกแบบให้มีทางคู่ขนานตลอดแนว

เชื่อมต่อด้วยทางเชื่อมแบบ slip ramp และมีทางเชื่อมเข้าด่านเก็บค่าผ่านทางของทางหลวงพิเศษต่อเนื่องจากทางคู่ขนานดังกล่าว ดังนั้น บริเวณจุดตัดกับทางสายรองจะเป็นการตัดกับทางคู่ขนานและเป็นการบังคับเลี้ยวซ้ายทั้งหมด (สำหรับรถที่ต้องการจะเลี้ยวขวาจะต้องเลี้ยวซ้ายเข้าทางหลวงธรรมดาก่อนที่จะไปกลับรถใต้สะพาน) ขณะที่จุดตัดของทางหลวงพิเศษกับทางสายหลักอื่น ๆ ได้แก่ ทางแยกต่างระดับบางขุนเทียน ทางยกระดับบรมราชชนนี ทางพิเศษศรีรัช ทางแยกต่างระดับบางใหญ่ และทางแยกต่างระดับบางบัวทอง เป็นการเชื่อมต่อด้วยทางแยกต่างระดับโดยตรงเพื่ออำนวยความสะดวกให้ทุกทิศทางการเคลื่อนที่ เนื่องจากทางคู่ขนานจะไม่สามารถรองรับปริมาณจราจรจำนวนมากได้ ทางแยกต่างระดับส่วนมากเป็นการออกแบบทางแยกแบบทรัมเป็ตหรือ ผสมผสานกันระหว่างทางแยกต่างระดับพาร์เชียลโคลเวอร์ลีฟและทางแยกเชื่อมต่อโดยตรงโดยพิจารณาความเหมาะสมให้สอดคล้องกับปริมาณจราจรในทิศทางการเคลื่อนที่ต่าง ๆ

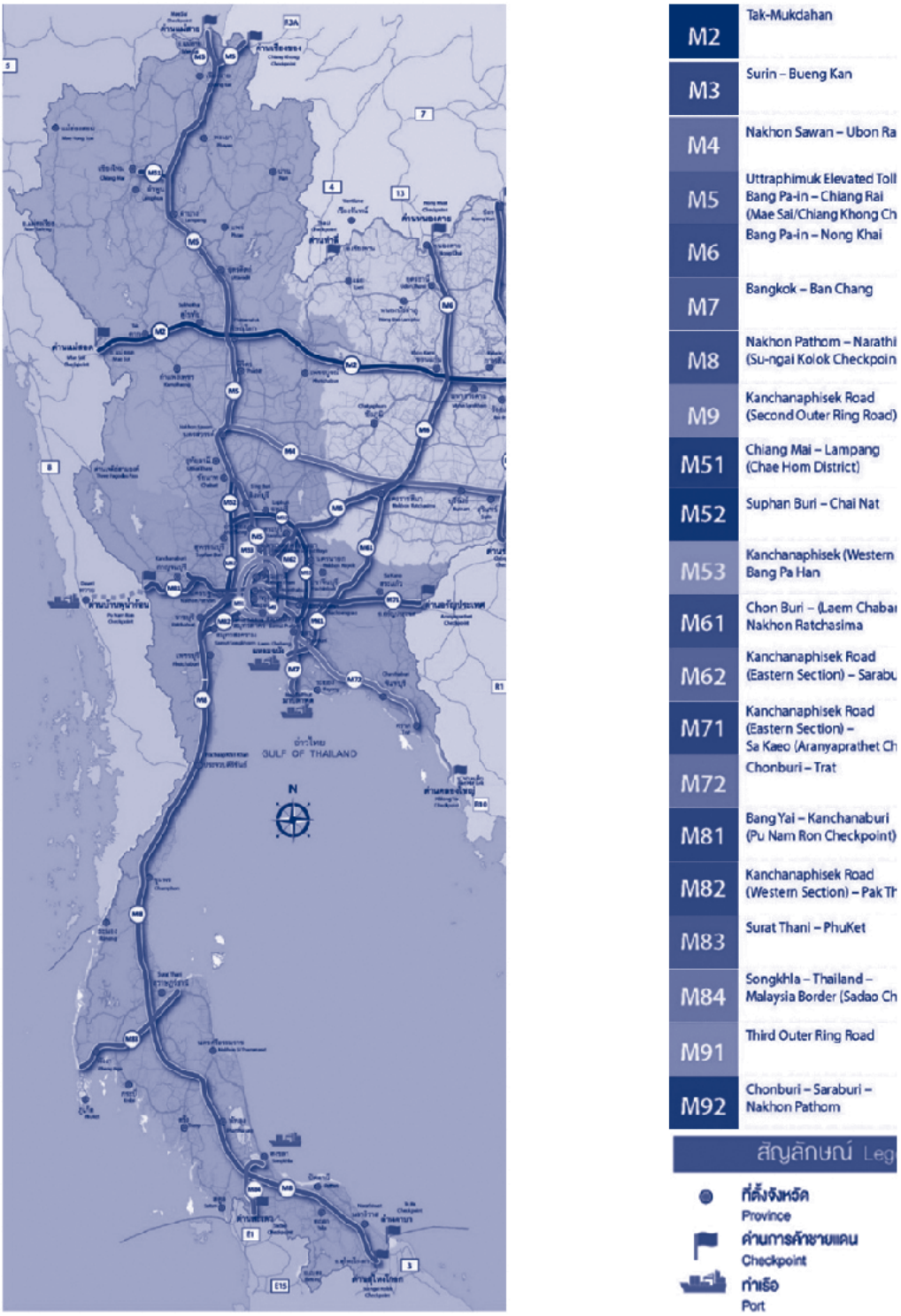
การออกแบบตำแหน่งและรูปแบบของทางเชื่อมและทางแยกต่างระดับทำให้ปริมาณจราจรจำนวนมากสามารถเข้าสู่ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 9 วงแหวนกาญจนาภิเษกฝั่งตะวันตกได้อย่างสะดวก เนื่องจากภารกิจของกรมทางหลวงมุ่งเน้นการให้บริการประชาชน การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการจึงพิจารณาในแง่มุมของเศรษฐกิจเหนือความคุ้มค่าด้านการเงิน การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ ภายใต้ระยะเวลาการดำเนินโครงการ 30 ปี พบว่าโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษกด้านตะวันตก ช่วงบางขุนเทียน-บางบัวทอง มีความเหมาะสมต่อการลงทุนทางเศรษฐกิจ โดยมีอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (EIRR) ร้อยละ 14.46 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 15,892.59 ล้านบาท และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C)เท่ากับ 1.39 ที่อัตราคิดลดร้อยละ 12 ต่อปี ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งและรูปแบบของทางเชื่อมและทางต่างระดับมีความเหมาะสม ทำให้การจราจรไหลได้อย่างคล่องตัวบนทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ก่อให้เกิดประโยชน์ที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจเมื่อเทียบกับทรัพยากรที่ต้องลงทุนและค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้น

ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก ก่อสร้างอยู่บนแนวเส้นทางหลวงเดิม ซึ่งมีทางคู่ขนานทำหน้าที่คล้ายถนนสายรองเชื่อมต่อและปรับความเร็วของกระแสจราจรระหว่างทางหลวงและทางสายรองอื่น ๆ การเชื่อมต่อกับด่านเก็บค่าผ่านทางเหล่านี้จึงใช้พื้นที่ของทางคู่ขนานให้เป็นประโยชน์ เพื่อชะลอความเร็วของรถที่จะเข้าสู่ด่านเก็บค่าผ่านทางและรถที่ออกจากทางหลวงพิเศษ และใช้ทางคู่ขนานเหล่านี้เชื่อมต่อกับทางสายรองต่อไป ขณะที่การเชื่อมต่อระหว่างทางขนาดใหญ่จะใช้ทางแยกต่างระดับเชื่อมต่อโดยตรงและสร้างด่านเก็บค่าผ่านทางนอกพื้นที่ทางหลวงพิเศษ ดังนั้นการเชื่อมต่อของทางหลวงพิเศษในอนาคต ในกรณีที่เป็นการสร้างทางพิเศษบนเส้นทางเดิมและมีทางคู่ขนานอยู่แล้ว เช่น ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองกาญจนาภิเษกในส่วนต่อขยายอื่น ๆ ที่จะสร้างคร่อมทางหลวงเดิม หรือทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 82 (สายบางขุนเทียน–บ้านแพ้ว) ที่สร้างบนเขตทางของถนนพระรามที่ 2 ควรจะสร้างทางเชื่อมจากทางคู่ขนานเข้าสู่ด่านเก็บค่าผ่านทางเพื่อประโยชน์ในการปรับถ่ายความเร็วระหว่างถนนสองระดับชั้น ขณะที่ทางตัดระหว่างทางหลวงพิเศษและทางหลวงขนาดใหญ่อื่น ๆ ควรออกแบบให้เป็นทางต่างระดับที่เชื่อมต่อโดยตรง และวางตำแหน่งด่านเก็บค่าผ่านทางไว้นอกเขตทางหลวงพิเศษ เนื่องจากจะสามารถให้บริการปริมาณจราจรได้มากกว่าและทำให้ไม่เกิดการรบกวนกระแสจราจรหลัก

## ข้อเสนอแนะ

กรมทางหลวงได้จัดทำแผนแม่บทการพัฒนาทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (Intercity Motorways) ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) จำนวน 21 สายทาง ระยะทางรวมทั้งสิ้น 6,612 กิโลเมตร ครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 4 ปัจจุบันมีทางหลวงพิเศษที่ก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดให้บริการจำนวนรวม 3 สายทาง ระยะทางรวม 282 กม. โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองที่ปัจจุบันอยู่ระหว่างการก่อสร้าง มีจำนวน 3 สายทาง ระยะทางรวม 317 กม. และ โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองที่อยู่ระหว่างการศึกษารูปแบบการลงทุนและเตรียมความพร้อมในการเสนอขออนุมัติเห็นชอบการดำเนินการก่อสร้าง มีจำนวน 4 สายทาง ระยะทางรวม 187 กม. โดย

**รูปที่ 4 โครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองตามแผนแม่บททางหลวงพิเศษระหว่างเมืองพ.ศ. 2560-2579**




ที่มา : ประมวลผลโดยผู้เขียน, 2565

ทางหลวงพิเศษแต่ละเส้นทางได้ถูกจัดลำดับความสำคัญและมีกำหนดการดำเนินงานที่ชัดเจน การดำเนินงานขั้นสุดท้ายก่อนการก่อสร้างจริง ได้แก่ การศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียด ซึ่งรวมถึงการกำหนดราคาค่าผ่านทาง การพยากรณ์ปริมาณจราจร การพิจารณาความเหมาะสมของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ และการออกแบบรูปแบบการเชื่อมต่อทั้งที่ด่านเก็บค่าผ่านทางและจุดตัดกับทางแยกหลัก

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะของทางหลวงพิเศษในประเทศไทยที่มีแนวเส้นทางคร่อมอยู่บนทางหลวงเดิมและมีทางคู่ขนานให้บริการอยู่แล้ว ดังเช่น ทางหลวงพิเศษกาญจนาภิเษกส่วนต่อขยายด้านเหนือ หรือทางหลวงพิเศษหมายเลข 5 ส่วนต่อขยายทางยกระดับอุตราภิมุข ช่วงรังสิต–บางปะอินที่ยังไม่มีการก่อสร้าง สามารถออกแบบให้มีการเชื่อมต่อค่าผ่านทางในลักษณะดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่การเชื่อมต่อที่จุดตัดกับทางสายหลักขนาดใหญ่ควรเป็นการเชื่อมต่อโดยตรงด้วยทางแยกต่างระดับ และวางตำแหน่งด่านเก็บค่าผ่านทางไว้นอกแนวเส้นทาง แนวทางการออกแบบดังกล่าวจึงควรนำไปเป็นกรอบการพิจารณาออกแบบทางเชื่อมสำหรับทางหลวงพิเศษในอนาคต

นอกจากนี้การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้วยตัวชี้วัดมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (BC Ratio) ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่กำหนดอัตราส่วนลด 12% ตัวเลขนี้เป็นกรอบอ้างอิงที่ใช้มานานตั้งแต่ช่วงหลังวิกฤติการณ์ทางการเงินเมื่อ พ.ศ. 2541 และมักทำให้เกิดความกดดันในการสร้างผลประโยชน์ให้เพียงพอต่อค่าใช้จ่ายหรือค่าเสียโอกาสที่ลงทุนไป การเติบโตทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีทำให้พฤติกรรมด้านเศรษศาตร์ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในช่วงกว่า 20 ปีที่ผ่านมานี้ ดังนั้นควรมีการพิจารณาศึกษาอัตราส่วนลดที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน

# บรรณานุกรม


กรมทางหลวง. (2557). การศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ วิศวกรรม และผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการพัฒนาวงแหวนรอบนอก กรุงเทพมหานคร ด้านตะวันตก, กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. (2564). การศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมการให้เอกชนร่วมลงทุนโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก, กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. (2565). การศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมการให้เอกชนร่วมลงทุนโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านตะวันตก, กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง.