Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 12 No. 3 September - December 2021

การศึกษาวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสมในเขตนอกเมือง กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 35 (ถนนพระราม 2) กับทางหลวงชนบท สค. 2055

วรวิทย์ หมั่นวงศ์[1*] และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 2) สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค และ 3) เสนอรูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสมบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 โดยรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ศึกษาและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ นอกจากนี้ได้ใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับและรูปแบบเดิมในปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านวิศวกรรมมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงที่สุด (ร้อยละ 40) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน (ร้อยละ 30) และรูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสมมากที่สุดมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 เป็นการต่อเชื่อมแบบ semi directional ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 94.97 คะแนน และรูปแบบที่ 2 เป็นการต่อเชื่อมแบบ loop ได้คะแนนเท่ากับ 81.52 คะแนน โดยผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการก่อสร้างทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 เพื่อช่วยเพิ่มโครงข่ายการเดินทางจากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออกที่มีทางหลวงหมายเลข 35 เป็นโครงข่ายหลัก

คำสำคัญ: ทางแยกต่างระดับ; แบบจำลองสภาพการจราจร; กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์; ค่าน้ำหนักความสำคัญ

รับพิจารณา: 1 กันยายน 2564
แก้ไข: 20 ตุลาคม 2564
ตอบรับ: 27 ตุลาคม 2564

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +669 6564 9593 อีเมล: tewit_tr9@hotmail.com

A Study of Appropriate Configurations for Rural Service Interchange A Case Study of Highway No. 35 (Rama II Road) and Rural Road 2055 Interchange

Worawit Manwong[1*] and Kittichai Thanasupsin[2]

Abstract

This research aims to 1) study factors affecting the interchange pattern between Highway No. 35 and Rural road 2055 2) create traffic microsimulation models and 3) propose an appropriate interchange pattern between Highway No. 35 and Rural road 2055. The data was collected in the study area. The factors affecting the configurations of interchange to determine the weighted of each factor were investigated using a hierarchy analytic process. In addition, the traffic microsimulation program was used to analyze the intersection between do nothing and with interchange. The results show that the engineering factor has the highest weight (40%) follows by the economic factor (30%), and the environmental factor (30%). From two types of interchange, semi-directional ramp gets the highest score 94.97 points and loop ramp gets 81.52 points. The results of this research can be used as a preliminary guideline for the construction of an interchange between highway No. 35 and rural road 2055. This construction will improve the road network between west and east of highway No. 35.

Keywords: Interchange; Traffic microsimulation model; Hierarchy analytic process; Weight of factor value

Received: September 1, 2021
Revised: October 20, 2021
Accepted: October 27, 2021

[1] Master Degree student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[2] Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[*] Corresponding Author, Tel. +669 6564 9593 e-mail: tewit_tr9@hotmail.com

1. บทนำ

ปัจจุบันทางแยกต่างระดับในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดสมุทรสงคราม ที่ต่อเชื่อมโครงข่ายด้านทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกที่มีทางหลวงหมายเลข 35 เป็นโครงข่ายหลักมีเพียง 3 แห่ง ได้แก่ 1) ทางแยกต่างระดับสมุทรสาคร ก.ม.ที่ 27+950 2) ทางแยกต่างระดับบ้านแพ้ว ก.ม.ที่ 38+350 และ 3) ทางแยกต่างระดับสมุทรสงคราม ก.ม.ที่ 63+200 โดยแต่ละแห่งมีระยะทางห่างกันประมาณ 10 ก.ม. และ 25 ก.ม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นระยะทางที่ไกลและไม่สะดวกปลอดภัยต่อผู้ใช้ทาง เนื่องจากต้องรอจังหวะกลับรถบนทางหลวงหมายเลข 35 โดยผลการศึกษาจากโครงการสำรวจและออกแบบรายละเอียดทางหลวงชนบท สค.2055 พบว่ามีจุดเริ่มต้นบริเวณ ก.ม.ที่ 46+700 ของทางหลวงหมายเลข 35 ซึ่งเชื่อมต่อเฉพาะเลี้ยวซ้ายเข้า-ออก จึงไม่สะดวกสบายต่อผู้ใช้ทางที่จะเข้าสู่ทางหลวงชนบท สค.2055 และบริเวณดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะก่อสร้างทางแยกต่างระดับ เนื่องจากอยู่กึ่งกลางระหว่างทางแยกต่างระดับบ้านแพ้วและทางแยกต่างระดับสมุทรสงคราม และมีปริมาณจราจรบนทางหลวงหมายเลข 35 (ถนนสายหลัก) กับปริมาณจราจรบนทางหลวงชนบท สค.2055 (ถนนสาย-รอง) อยู่ในเกณฑ์ก่อสร้างเป็นทางแยกต่างระดับ [1]

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055

2.2 สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (microsimulation)

2.3 เสนอรูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสมในเบื้องต้นบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055

3. ขอบเขตของงานวิจัย

3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณทางหลวงหมายเลข 35 ตั้งแต่ ก.ม.ที่ 44+300 ถึง 47+900 ซึ่งอยู่ในพื้นที่ ต.กาหลง อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ตำแหน่งทางแยกต่างระดับและพื้นที่ศึกษา

3.2 สำรวจและรวบรวมข้อมูลด้านกายภาพ โครงข่ายถนน และปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา

3.3 การศึกษาและการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับใช้วิธี AHP กระบวนการตัดสินใจ [2]

3.4 การศึกษาครั้งนี้พัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม AIMSUN เพื่อประยุกต์ใช้ดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของการจราจร (MOEs) ที่ได้จากแบบจำลองไปใช้ในการประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินทางเลือกของทางแยกต่างระดับ

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 สำรวจและรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ศึกษาที่จำเป็นต่อการออกแบบรูปแบบทางแยกต่างระดับและการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจร ได้แก่ โครงข่ายถนน สภาพทางกายภาพ และปริมาณจราจรในปีปัจจุบันและในปีอนาคต

4.2 ออกแบบทางเลือก (Alternative) รูปแบบทางแยกต่างระดับโดยต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือข้อจำกัดในพื้นที่ศึกษา และความต้องการเดินทางในอนาคต

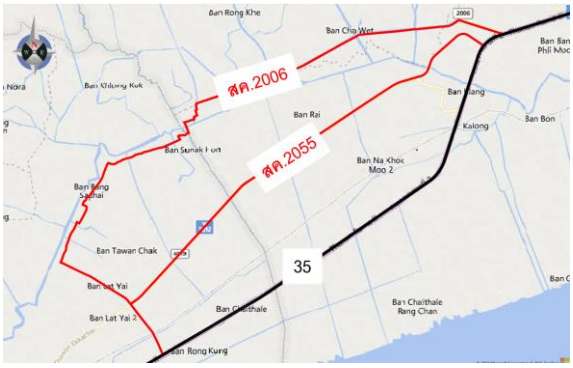
4.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับ โดยการรวบรวมปัจจัยจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง [3] ได้แก่ การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจจัดลำดับโครงการก่อสร้างและปรับปรุงทางหลวงขนาดใหญ่ [4] แบบจำลองการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับโดยกระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับชั้น [5] การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาปรับปรุงทางแยกระดับราบของกรมทางหลวง [6] และการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับ กรณีศึกษาทางแยกแคราย-ทางหลวงหมายเลข 302 (ถนนรัตนาธิเบศร์) กับทางหลวงหมายเลข 306 (ถนนติวานนท์) [7]

4.4 พิจารณาเลือกปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับโดยการรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับ จากนั้นนำปัจจัยที่ผ่านการพิจารณาไปสร้างแบบสอบถาม AHP สำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากแบบสอบถาม AHP และแจกแจงค่าน้ำหนักความสำคัญเป็นคะแนนเต็มของแต่ละปัจจัย เพื่อใช้สำหรับการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับ

4.5 การจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค มีขั้นตอนดังนี้

4.5.1 พื้นที่ศึกษาในการพัฒนาแบบจำลองคือบริเวณทางหลวงหมายเลข 35 ตั้งแต่ ก.ม.ที่ 44+300 ถึง 47+900 ซึ่งอยู่ในพื้นที่ ต.กาหลง อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร ดังรูปที่ 1

4.5.2 การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ได้แก่ โครงข่ายถนน ข้อมูลปริมาณจราจร และความเร็วเฉลี่ย



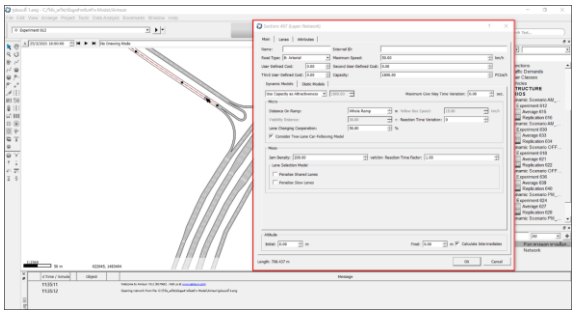
รูปที่ 2 โครงข่ายถนนในการสร้างแบบจำลอง

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรและความเร็วบนโครงข่ายถนน

ชื่อถนน	ปริมาณจราจรช่วง ชม. สูงสุด PCU/ชม.	ความเร็วเฉลี่ย กม./ชม.
ทล.35	5,505	≈85
สค.2055	619	≈56
สค.2006	271	≈47

4.5.3 การจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยโปรแกรม AIMSUN ดังนี้

1) การพัฒนาแบบจำลองฐานโดยนำเข้าข้อมูลโครงข่ายถนน และข้อมูลปริมาณจราจร ณ ปีปัจจุบันเพื่อสร้างแผนผัง Link-Node และตารางการเดินทาง (OD Matrix) ในแบบจำลอง



รูปที่ 3 การใส่ข้อมูลพารามิเตอร์ด้านจราจร

2) การปรับเทียบแบบจำลองฐาน โดยการนำผลปริมาณจราจรในแบบจำลองเทียบกับผลจากการสำรวจจริง เพื่อตรวจสอบความใกล้เคียงกับสภาพจริง

3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองฐานที่ผ่านการปรับเทียบแล้วไปใช้วิเคราะห์ทางเลือกซึ่งมีดัชนีชี้วัด

ประสิทธิผลของการจราจรของระบบในแบบจำลองได้แก่ ระยะทางรวมในการเดินทาง (VKT) ระยะเวลารวมในการเดินทาง (VHT) และความเร็วเฉลี่ย โดยในการประยุกต์ใช้แบบจำลองแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6

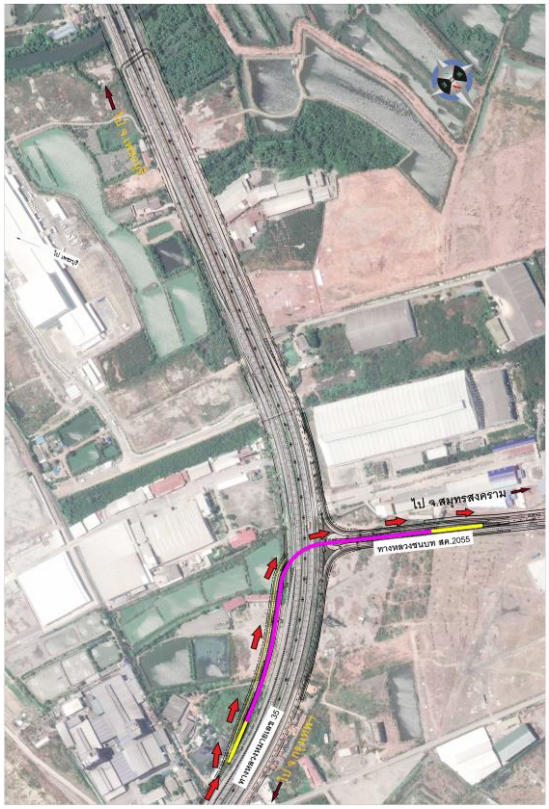
4.6 ประเมินทางเลือกของทางแยกต่างระดับโดยคำนวณค่าตัวคูณของแต่ละปัจจัยและเปรียบเทียบแต่ละทางเลือก โดยจะอยู่ในรูปแบบของคะแนน (ค่าตัวคูณ x ค่าน้ำหนักความสำคัญ) รูปแบบทางแยกต่างระดับที่ได้คะแนนมากที่สุดจะเป็นรูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสมมากที่สุด

5. ผลการดำเนินงานวิจัย

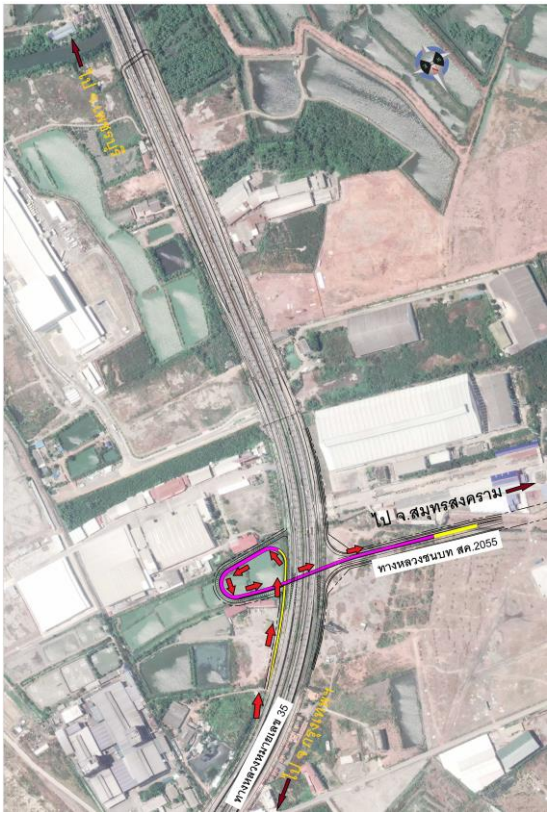
5.1 ผลการออกแบบรูปแบบทางแยกต่างระดับ โดยทิศการเดินทางที่เหมาะสมจะก่อสร้างเป็นทางแยกต่างระดับ คือ ทิศการเดินทางจากกรุงเทพฯ เลี้ยวขวาเข้าสู่ทางหลวงชนบท สค.2055 มี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 เป็นแบบต่อเชื่อมกึ่งตรง (Semi Directional) ดังรูปที่ 4 และรูปแบบที่ 2 เป็นแบบต่อเชื่อมแบบ Loop ดังรูปที่ 5 โดยมีรูปแบบเดิมในปัจจุบันสำหรับใช้สร้างแบบจำลองสภาพจราจร (แบบจำลองฐาน) ดังรูปที่ 6

5.2 ผลการศึกษารวบรวมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการรับฟังความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับ ได้ข้อสรุปเป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 ทั้งสิ้น 2 ระดับชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

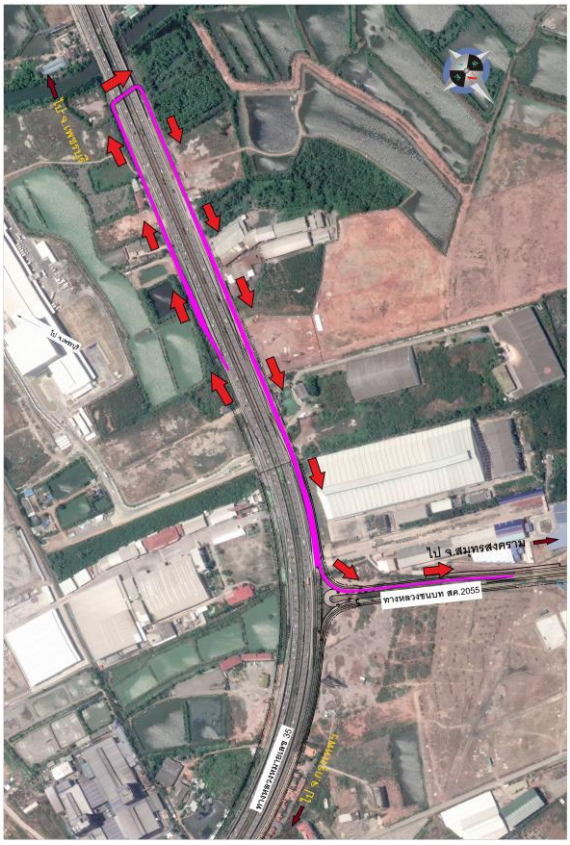
5.2.1 ปัจจัยหลักทางด้านวิศวกรรมและการจราจร เป็นการพิจารณาความเหมาะสมด้านการก่อสร้าง ความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้ใช้ทาง ประกอบด้วยปัจจัยรอง ได้แก่ การออกแบบเรขาคณิตทางแนวราบ การออกแบบเรขาคณิตทางแนวดิ่ง ระยะเวลาในการก่อสร้าง ความเร็วเฉลี่ยที่ผ่านทางแยก และความพร้อมของสถานที่ก่อสร้าง



รูปที่ 4 รูปแบบทางแยกต่างระดับ รูปแบบที่ 1



รูปที่ 5 รูปแบบทางแยกต่างระดับ รูปแบบที่ 2



รูปที่ 6 รูปแบบเดิมในปัจจุบัน (รูปแบบฐาน)

5.2.2 ปัจจัยหลักทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน เป็นการพิจารณาความเหมาะสมด้านการลงทุนและผลประโยชน์ทางตรงของผู้ใช้ทาง ประกอบด้วยปัจจัยรอง ได้แก่ มูลค่าก่อสร้าง มูลค่าการเวนคืน มูลค่าบำรุงรักษา มูลค่าประหยัดค่าใช้จ่ายยานพาหนะ มูลค่าประหยัดเวลาการเดินทาง และมูลค่าประหยัดความสูญเสียจากอุบัติเหตุ

5.2.3 ปัจจัยหลักทางด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม เป็นการพิจารณาความเหมาะสมด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมโดยรอบบริเวณที่จะก่อสร้างทางแยกต่างระดับ ได้แก่ การโยกย้ายครัวเรือน การประกอบธุรกิจ การจราจรระหว่างก่อสร้าง และระบบสาธารณูปโภค

ตารางที่ 2 สรุปปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
1. วิศวกรรมและจราจร	1.1 เรขาคณิตทางแนวราบ 1.2 เรขาคณิตทางแนวดิ่ง 1.3 ระยะเวลาในการก่อสร้าง 1.4 ความเร็วเฉลี่ยที่ผ่านทางแยก 1.5 ความพร้อมของสถานที่ก่อสร้าง
2. เศรษฐกิจและการลงทุน	2.1 มูลค่าการก่อสร้าง 2.2 มูลค่าการเวนคืน 2.3 มูลค่าการบำรุงรักษา 2.4 มูลค่าประหยัดค่าใช้ยานพาหนะ 2.5 มูลค่าประหยัดเวลาเดินทาง 2.6 มูลค่าประหยัดจากอุบัติเหตุ
3. สิ่งแวดล้อมและสังคม	3.1 การโยกย้ายครัวเรือน 3.2 การประกอบธุรกิจ 3.3 การจราจรขณะก่อสร้าง 3.4 ระบบสาธารณูปโภค

5.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการจราจร

5.3.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองฐานโดยใช้ปริมาณจราจรจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับปริมาณจราจรจากการสำรวจ โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$GEH = \sqrt{\left(\frac{simulated - observed}{0.5 * (simulated + observed)}\right)^2}$$

พบว่า มีค่าสถิติ GEH น้อยกว่า 5 ดังนั้นแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่สร้างขึ้นมาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และสอดคล้องกับข้อมูลสำรวจเป็นอย่างดี โดยสามารถนำแบบจำลองฐานไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์ทางเลือกของทางแยกต่างระดับ เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับด้านการจราจรต่อไป

5.3.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับรูปแบบต่าง ๆ จากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการปรับเทียบแบบจำลองฐาน โดยใช้ข้อมูลปริมาณจราจร (PCU/ชม.)

ถนน	ปริมาณจราจร (แบบจำลอง)	ปริมาณจราจร (สำรวจ)	GEH
ทล.35	5,393	5,551	2.14
สค.2055	624	619	0.20
สค.2006	293	271	1.31

5.4 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัยจากการตอบแบบสอบถาม AHP ของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับ 15 ท่าน แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของทุกปัจจัย ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต และค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (CR) พบว่าค่าความสอดคล้องกันเหตุผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีค่าไม่เกิน 0.10 แสดงว่าเหตุผลในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับจากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

พารามิเตอร์	หน่วย	รูปแบบเดิม	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2
ความเร็วบนทางแยกต่างระดับ	กม./ชม.	-	47.05	41.44
ระยะทางเดินทางรวมของระบบ (VKT)	PCU-กม.	18,397	18,413	18,239
ระยะเวลาเดินทางรวมของระบบ (VHT)	PCU-ชม.	490	418	477
ความเร็วเฉลี่ยของทั้งระบบ	กม./ชม.	37.54	44.05	38.24

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม AHP การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.	ด้านวิศวกรรมและจราจร	40.0%	42.9%	40.0%	25.0%	42.9%	32.8%	32.8%	33.3%
2.	ด้านเศรษฐกิจและการลงทุน	20.0%	14.2%	20.0%	50.0%	42.9%	41.1%	41.1%	33.3%
3.	ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	40.0%	42.9%	40.0%	25.0%	14.2%	26.1%	26.1%	33.3%
CR		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.031	0.000

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.1	เรขาคณิตทางแนวราบ	35.5%	10.4%	30.9%	38.2%	35.0%	28.0%	23.1%	23.3%
1.2	เรขาคณิตทางแนวดิ่ง	3.8%	4.1%	6.5%	5.3%	25.4%	29.6%	20.4%	11.8%
1.3	ระยะเวลาการก่อสร้าง	9.3%	19.8%	14.7%	8.6%	5.8%	3.9%	5.9%	7.4%
1.4	ความเร็วเฉลี่ยที่ผ่านทางแยก	35.5%	45.9%	37.1%	34.1%	23.1%	29.6%	44.2%	48.8%
1.5	ความพร้อมของที่ก่อสร้าง	15.9%	19.8%	10.7%	13.8%	10.8%	8.8%	6.4%	8.7%
CR		0.079	0.071	0.063	0.089	0.068	0.077	0.057	0.055

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม AHP การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 (ต่อ)

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2.1	มูลค่าการก่อสร้าง	35.5%	10.4%	30.9%	38.2%	35.0%	28.0%	23.1%	23.3%
2.2	มูลค่าการเวนคืน	3.8%	4.1%	6.5%	5.3%	25.4%	29.6%	20.4%	11.8%
2.3	มูลค่าการบำรุงรักษา	9.3%	19.8%	14.7%	8.6%	5.8%	3.9%	5.9%	7.4%
2.4	มูลค่าประหยัดค่าใช้รถ	35.5%	45.9%	37.1%	34.1%	23.1%	29.6%	44.2%	48.8%
2.5	มูลค่าประหยัดเวลาเดินทาง	15.9%	19.8%	10.7%	13.8%	10.8%	8.8%	6.4%	8.7%
2.6	มูลค่าประหยัดจากอุบัติเหตุ	8.8%	6.5%	8.9%	10.9%	10.9%	6.1%	5.3%	10.0%
CR		0.045	0.044	0.041	0.042	0.082	0.026	0.034	0.036

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
3.1	การโยกย้ายครัวเรือน	37.5%	58.1%	55.5%	55.8%	59.1%	56.9%	59.1%	41.7%
3.2	การประกอบธุรกิจ	37.5%	24.1%	25.2%	26.3%	25.8%	23.7%	25.8%	41.7%
3.3	การจราจรระหว่างก่อสร้าง	12.5%	9.3%	9.7%	12.2%	7.9%	6.6%	7.9%	8.3%
3.4	ระบบสาธารณูปโภค	12.5%	8.5%	9.7%	5.7%	7.2%	12.8%	7.2%	8.3%
CR		0.000	0.019	0.026	0.065	0.031	0.066	0.031	0.000

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							ค่าเฉลี่ย
		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	เรขาคณิต
1.	ด้านวิศวกรรมและจราจร	40.0%	33.3%	50.0%	49.0%	40.0%	49.0%	50.0%	39.8%
2.	ด้านเศรษฐกิจและลงทุน	20.0%	33.3%	25.0%	19.8%	40.0%	19.8%	25.0%	29.9%
3.	ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	40.0%	33.3%	25.0%	31.2%	20.0%	31.2%	25.0%	30.3%
CR		0.010	0.000	0.000	0.052	0.000	0.052	0.000	100.0%

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							ค่าเฉลี่ย
		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	เรขาคณิต
1.1	เรขาคณิตทางแนวราบ	34.5%	22.0%	20.2%	23.4%	23.4%	22.0%	20.8%	26.7%
1.2	เรขาคณิตทางแนวดิ่ง	22.5%	22.0%	20.2%	14.8%	14.8%	22.0%	19.4%	14.0%
1.3	ระยะเวลาการก่อสร้าง	3.7%	3.7%	4.4%	4.4%	4.4%	5.2%	5.0%	6.4%
1.4	ความเร็วเฉลี่ยผ่านทางแยก	30.5%	45.9%	46.4%	46.5%	46.5%	44.7%	49.5%	42.9%
1.5	ความพร้อมของที่ก่อสร้าง	8.8%	6.5%	8.9%	10.9%	10.9%	6.1%	5.3%	10.0%
CR		0.053	0.078	0.039	0.049	0.049	0.057	0.082	100.0%

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม AHP การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 (ต่อ)

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต
		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
2.1	มูลค่าการก่อสร้าง	29.3%	27.9%	27.3%	31.1%	27.1%	29.8%	27.5%	30.0%
2.2	มูลค่าการเวนคืน	29.3%	27.9%	27.3%	31.1%	27.1%	26.9%	27.5%	27.7%
2.3	มูลค่าการบำรุงรักษา	3.8%	3.1%	3.1%	4.3%	3.9%	3.7%	3.4%	3.7%
2.4	มูลค่าประหยัดค่าใช้รถ	15.8%	19.2%	21.5%	12.7%	20.0%	17.8%	21.8%	16.4%
2.5	มูลค่าประหยัดเวลา	14.0%	12.1%	14.4%	14.2%	14.1%	12.8%	13.3%	14.7%
2.6	มูลค่าประหยัดอุบัติเหตุ	7.7%	9.8%	6.3%	6.7%	7.7%	8.9%	6.4%	7.5%
CR		0.072	0.062	0.036	0.051	0.051	0.021	0.035	100.0%

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญท่านที่							ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต
		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
3.1	การโยกย้ายครัวเรือน	43.1%	41.7%	59.1%	57.5%	55.8%	55.8%	59.1%	53.6%
3.2	การประกอบธุรกิจ	39.9%	41.7%	25.8%	28.7%	26.3%	26.3%	25.8%	29.5%
3.3	การจราจรขณะก่อสร้าง	1.1%	8.3%	7.9%	6.9%	12.2%	12.2%	7.9%	7.7%
3.4	ระบบสาธารณูปโภค	5.9%	8.3%	7.2%	6.9%	5.7%	5.7%	7.2%	9.2%
CR		0.063	0.000	0.000	0.048	0.065	0.065	0.000	100.0%

5.5 ผลการแจกแจงค่าน้ำหนักความสำคัญเป็นคะแนนเต็มของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเต็มของปัจจัยในการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055

ปัจจัยหลัก	**คะแนน**	**ปัจจัยรอง**	**คะแนน**
วิศวกรรมและจราจร	39.8% **(≈40%)**	เรขาคณิตทางแนวราบ	0.267x40 = **10.7%**
		เรขาคณิตทางแนวดิ่ง	0.140x40 = **5.6%**
		ระยะเวลาการก่อสร้าง	0.064x40 = **2.6%**
		ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง	0.429x40 = **17.1%**
		ความพร้อมของที่ก่อสร้าง	0.100x40 = **4.0%**
เศรษฐกิจและการลงทุน	29.9% **(≈30%)**	มูลค่าการก่อสร้าง	0.300x30 = **9.0%**
		มูลค่าการเวนคืน	0.276x30 = **8.3%**
		มูลค่าการบำรุงรักษา	0.037x30 = **1.1%**
		มูลค่าประหยัดใช้ยานพาหนะ	0.164x30 = **4.9%**
		มูลค่าประหยัดเวลา	0.147x30 = **4.4%**
		มูลค่าประหยัดจากอุบัติเหตุ	0.075x30 = **2.3%**

ตารางที่ 6 คะแนนเต็มของปัจจัยในการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 (ต่อ)

ปัจจัยหลัก	คะแนน	ปัจจัยรอง	คะแนน
สิ่งแวดล้อมและสังคม	30.3% (≈30%)	การโยกย้ายครัวเรือน	0.536x30 = **16.1%**
		การประกอบธุรกิจ	0.295x30 = **8.8%**
		การจราจรขณะก่อสร้าง	0.092x30 = **2.8%**
		ระบบสาธารณูปโภค	0.077x30 = **2.3%**
รวม	**100%**		**100%**

5.6 ผลการพิจารณาให้คะแนนรูปแบบทางแยกต่างระดับระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 ที่ได้จากการคำนวณค่าตัวคูณของปัจจัยจากการวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับรูปแบบต่าง ๆ คูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัย พบว่า ทางแยกต่างระดับรูปแบบที่ 1 ที่เป็นแบบการต่อเชื่อมกึ่งตรง (Semi Directional) มีคะแนนความ สำคัญมากที่สุด ได้คะแนนรวมเท่ากับ 95.09 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยมีปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจรได้คะแนนเท่ากับ 37.71 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการลงทุนได้คะแนนเท่ากับ 29.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมได้คะแนนเท่ากับ 28.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน สำหรับทางแยกต่างระดับรูปแบบที่ 2 ที่เป็นแบบการต่อเชื่อมแบบ Loop Ramp ได้คะแนนรวมเท่ากับ 81.12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยมีปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจรได้คะแนนเท่ากับ 32.71 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการลงทุนได้คะแนนเท่ากับ 20.69 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมได้คะแนนเท่ากับ 27.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยผลการพิจารณาให้คะแนนแต่ละรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการพิจารณาให้คะแนนแต่ละรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055

ปัจจัยการพิจารณาเปรียบเทียบ	คะแนนเต็ม	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2	
		ค่าตัวคูณ	คะแนน	ค่าตัวคูณ	คะแนน
1 ปัจจัยด้านวิศวกรรมและการจราจร					
1.1 การออกแบบทางด้านเรขาคณิตทางแนวราบ	10.7	0.85	9.09	0.70	7.49
1.2 การออกแบบทางด้านเรขาคณิตทางแนวดิ่ง	5.6	0.92	5.15	0.88	4.93
1.3 ระยะเวลาในการก่อสร้าง	2.6	0.91	2.37	1.00	2.60
1.4 ความเร็วเฉลี่ยบนทางแยกต่างระดับ	17.1	1.00	17.10	0.88	15.05
1.5 ความพร้อมของสถานที่ก่อสร้าง	4.0	1.00	4.00	0.66	2.64
รวมปัจจัยด้านวิศวกรรมและการจราจร	**40**		**37.71**		**32.71**

ตารางที่ 7 ผลการพิจารณาให้คะแนนแต่ละรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 (ต่อ)

ปัจจัยการพิจารณาเปรียบเทียบ	คะแนนเต็ม	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2	
		ค่าตัวคูณ	คะแนน	ค่าตัวคูณ	คะแนน
2 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการลงทุน					
2.1 มูลค่าการก่อสร้าง	9.0	0.93	8.37	1.00	9.00
2.2 มูลค่าการเวนคืน	8.3	1.00	8.30	0.39	3.24
2.3 มูลค่าการบำรุงรักษา	1.1	0.91	1.00	1.00	1.10
2.4 มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ	4.9	1.00	4.90	0.87	4.26
2.5 มูลค่าการประหยัดเวลาในการเดินทาง	4.4	1.00	4.40	0.18	0.79
2.6 มูลค่าการประหยัดความสูญเสียจากอุบัติเหตุ	2.3	0.99	2.28	1.00	2.30
รวมปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการลงทุน	**30**		**29.25**		**20.69**
3 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม					
3.1 ผลกระทบต่อการโยกย้ายครัวเรือน	16.1	1.00	16.10	0.90	14.49
3.2 ผลกระทบต่อการประกอบธุรกิจ	8.8	0.90	7.92	0.95	8.36
3.3 ผลกระทบต่อการจราจรระหว่างก่อสร้าง	2.8	0.77	2.16	1.00	2.80
3.4 ผลกระทบต่อสาธารณูปโภค	2.3	0.85	1.95	0.90	2.07
รวมปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	**30**		**28.13**		**27.72**
รวมคะแนน (1 + 2 + 3)	**100**		**95.09**		**81.12**
ผลการจัดลำดับความเหมาะสม		**1**		**2**	

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลโครงการสำรวจและออกแบบรายละเอียดทางหลวงชนบท สค.2055 มีจุดเริ่มต้นบริเวณ ก.ม.ที่ 46+700 ของทางหลวงหมายเลข 35 และได้ออกแบบการเชื่อมต่อเฉพาะเลี้ยวซ้ายเข้า-ออก จึงไม่สะดวกสบายและไม่ปลอดภัยต่อผู้ใช้ทางในทิศการเดินทางจากกรุงเทพมหานคร มุ่งสู่ทางหลวงชนบท สค. 2055 และเมื่อก่อสร้างทางหลวงชนบท สค.2055 แล้วเสร็จอาจจะไม่ดึงดูดให้ผู้ขับขี่ในทิศการเดินทางที่มาจากกรุงเทพเลือกวิธีกลับรถใต้สะพานเพื่อสู่ทางหลวงชนบท สค.2055 มากนัก ซึ่งการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในบริเวณดังกล่าวจะเป็นการแก้ปัญหา และเป็นการเพิ่มโครงข่ายต่อเชื่อมด้านทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดสมุทรสงครามที่มีทางหลวงหมายเลข 35 เป็นโครงข่ายหลัก

จากผลการออกแบบรูปแบบทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค. 2055 ที่สอดคล้องในทางวิศวกรรม ข้อกำหนดต่าง ๆ และข้อมูลที่รวบรวมในพื้นที่ศึกษา ได้รูปแบบที่เหมาะสมมากที่สุด 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 เป็นการต่อเชื่อมแบบ semi-directional และรูปแบบที่ 2 เป็นการต่อเชื่อมแบบ loop โดยผลการพิจารณาเฉพาะด้านจราจรที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการ จราจรระดับจุลภาคโดยเลือกความเร็วเฉลี่ยทั้งโครงข่ายในแบบจำลองมาทำการเปรียบเทียบ พบว่า ความเร็วเฉลี่ยทั้งโครงข่ายในแบบจำลองกรณีไม่มีทางแยกต่างระดับ เท่ากับ 37.54 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วเฉลี่ยทั้งโครงข่ายในแบบ

จำลองกรณีมีทางแยกต่างระดับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 44.05 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 38.24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดั้งนั้นรูปแบบที่มีความเหมาะสมด้านจราจรมากที่สุด คือรูปแบบที่ 1 และผลการศึกษาปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับ พบว่า ปัจจัยหลักทั้ง 3 ด้านได้แก่ 1) ด้านวิศวกรรมและการจราจร 2) ด้านเศรษฐกิจและการลงทุน และ 3) ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับและด้านงานทางเช่นเดียวกับการศึกษาของ อัญชลี [4], มาโนช [5], สมคเน [6] และ นันทวัน [7] มีปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรมและจราจร ได้แก่ 1.1) การออกแบบเรขาคณิตทางแนวราบ และ 1.2) การออกแบบเรขาคณิตทางแนวดิ่งที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ อัญชลี [4], มาโนช [5], สมคเน [6] และ นันทวัน [7] 1.3) ระยะเวลาการก่อสร้าง 1.4) ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง และ 1.5) ความพร้อมของสถานที่ก่อสร้าง มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ อัญชลี [4] และ มาโนช [5], อัญชลี [4] และ นันทวัน [7] และ อัญชลี [4] ตามลำดับ มีปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านเศรษฐกิจและการลงทุน ได้แก่ 2.1) มูลค่าการก่อสร้าง และ 2.2) มูลค่าเวนคืน ที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ อัญชลี [4], มาโนช [5], สมคเน [6] และ นันทวัน [7] 2.3) มูลค่าการบำรุงรักษา และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางคือ 2.4) มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายการใช้รถ 2.5) มูลค่าการประหยัดเวลาในการเดินทาง และ 2.6) มูลค่าการประหยัดการสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุ มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ สมคเน [6] และ นันทวัน [7] และมีปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมได้แก่ 3.1) ผลกระทบต่อการจราจรระหว่างก่อสร้างที่มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ อัญชลี [4], มาโนช [5] และ นันทวัน [7] 3.2) ผลกระทบต่อการประกอบธุรกิจ มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ มาโนช [5] และ นันทวัน [7] 3.3) ผลกระทบต่อบ้านเรือนที่โดนเขตทาง และ 3.4) ผลกระทบต่อสาธารณูปโภค มีผลต่อรูปแบบทางแยกต่างระดับเช่นเดียวกับการศึกษาของ นันทวัน [7] และผลการประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยการวิเคราะห์แบบสอบถาม AHP ที่เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจรมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด (ร้อยละประมาณ 40) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการลงทุน และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน (ร้อยละประมาณ 30) ส่วนผลการพิจารณาให้คะแนนรูปแบบทางแยกต่างระดับทั้ง 2 รูปแบบ พบว่ารูปแบบทางเลือกที่ 1 เป็นการต่อเชื่อมแบบ semi directional มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยได้คะแนนเท่ากับ 95.09 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบรายละเอียดและก่อสร้างทางแยกต่างระดับบนจุดเชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 35 กับทางหลวงชนบท สค.2055 เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่หรือผู้ใช้ทางในทิศการเดินทางจากกรุงเทพมหานครมุ่งสู่ทางหลวงชนบท สค.2055 และเพิ่มโครงข่ายการเดินทางจากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออกที่มีทางหลวงหมายเลข 35 เป็นโครงข่ายหลัก

7. เอกสารอ้างอิง

[1] K. W. Ogden, Safer Roads: A Guide to Roads Safety Engineering, Cambridge, GB, 1996.

[2] T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, 1980.

[3] S. Pumjean, A Study of Factor for the Budget Allocation in Construction Project Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok: Kasetsart University, 2019. (in Thai)

[4] A. Janpanichsub, The Development of Decision Support System for Priority Setting of Large Highway Construction and Improvement Projects, Bangkok: King Mongkut' s University of Technology Thonburi, 2001. (in Thai)

[5] M. Chaosuan, Model of Interchange Configuration Selection with Analytic Hierarchy Process, Chiang Mai: Chiang Mai University, 2002. (in Thai)

[6] S. Semtuppa, Analysis of Factors of At-grade Intersection Improvement in Department of Highways with Analytic Hierarchy Process, Bangkok: King Mongkut' s University of Technology Thonburi, 2005. (in Thai)

[7] N. Sanchoo, A Study of Configuration of the Urban Grade Separation Intersections Case Study: Khae Rai Intersection – Highway 302 and Highway 306, Bangkok: Kasetsart University, 2009. (in Thai)