

การคัดแยกทางหลวงชนบท โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ Rural Roads Classification by Using Analytic Hierarchy Process

กิตติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ^{1*}, วชรภูมิ เบญจโอฬาร²

¹วิศวกรโยธาปฏิบัติการ กรมทางหลวงชนบท, นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, E-mail: rakkitipong@hotmail.com

²รองศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา

บทคัดย่อ - กรมทางหลวงชนบทได้กำหนดแบ่งประเภททางหลวงชนบททั่วประเทศ ออกเป็น 6 ประเภท ตามหน้าที่การให้บริการและตามรูปทรงเรขาคณิต อย่างไรก็ตามยังมีถนนเดิมที่ก่อสร้างไปแล้วอีกจำนวนมากที่ไม่ได้ถูกคัดแยกออกเป็นประเภทต่างๆอย่างชัดเจน งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดแยก ให้สอดคล้องตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะการใช้งาน เพื่อนำไปใช้ในการสำรวจออกแบบด้านเรขาคณิตให้ถูกต้องและเหมาะสม โดยทำการหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากกรมทางหลวงชนบทด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่าค่าถ่วงน้ำหนักรวมของปัจจัยด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรต่อปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมของ (1) ถนนทางหลวงชนบท มีค่าเท่ากับ 59.50 ต่อ 40.50 (2) ถนนในเขตชุมชนเมือง มีค่าเท่ากับ 58.50 ต่อ 41.50 (3) ถนนเพื่อการท่องเที่ยว มีค่าเท่ากับ 52.50 ต่อ 47.50 (4) ถนนชมทิวทัศน์ มีค่าเท่ากับ 32.60 ต่อ 67.40 (5) ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง มีค่าเท่ากับ 31.10 ต่อ 68.90 (6) ถนนโลจิสติกส์ มีค่าเท่ากับ 71.80 ต่อ 28.20 และค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดของปัจจัยรองสำหรับถนนแต่ละประเภท (1) ถนนทางหลวงชนบท มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เท่ากับ 0.241 (2) ถนนในเขตชุมชนเมือง มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน เท่ากับ 0.226 (3) ถนนเพื่อการท่องเที่ยว มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อนำไปสู่แหล่งท่องเที่ยว เท่ากับ 0.338 (4) ถนนชมทิวทัศน์ มีค่าปัจจัยโครงข่ายที่มีคุณค่าทิวทัศน์เชิงธรรมชาติ เท่ากับ 0.219 (5) ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชทางเกษตร/สินค้า เท่ากับ 0.425 และ (6) ถนนโลจิสติกส์ มีค่าปัจจัยโครงข่ายที่มีปริมาณจราจรบรรทุก เท่ากับ 0.254 เมื่อนำเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท มาทำการประยุกต์ใช้กับสายทางของทางหลวงชนบทก็พบว่าสามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาคัดเลือกเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบด้านเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการวิจัยนี้

สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบทที่มีอยู่ในความรับผิดชอบได้

คำสำคัญ - ถนนทางหลวงชนบท, ถนนในเขตชุมชนเมือง, ถนนเพื่อการท่องเที่ยว, ถนนชมทิวทัศน์, ถนนบนดอย, ถนนโลจิสติกส์

Abstract - Department of Rural Road, classified 6 different types of the rural roads based on the functional services and the typical cross section. However, many existing roads, which have been constructed before this classification established, have not been classified yet and there were no standard criteria for classifying these existing roads. This study aims to determine the suitable criteria and their associating weight factors by using the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique. The questionnaires was prepared and used in the interview session with the expertise engineers of the Department. The results show that the ratios between the weight factors of Transportation Engineering and the weight factors of Economic and Social Impacts are as follows: (1) 59.50/40.50 for the Rural-Road type, (2) 58.50/41.50 for the Urban-Road type, (3) 52.50/47.50 for the Tourist-Road type, (4) 32.60/67.40 for the Scenic-Road type, (5) 31.10/68.90 for the Mountain-Road or Hilly-Road type, and (6) 71.80/28.20 for the Logistic-Road type. The maximum weight factors of the sub-criteria for each road type are : (1) the Rural-Road type, has the “transport important crop route” factor = 0.241 (2) the Urban-Road type, has the “land use route” factor = 0.226 (3) the Tourist-Road type, has the

“tourism attraction route” factor = 0.338 (4) the Scenic-Road type, has the “natural landscapes route” factor = 0.219 (5) the Mountain-Road or Hilly-Road type, has the “transport agricultural crops route” factor = 0.425, and (6) the Logistic-Road type, has the “truck route” factor = 0.254. The test results also show that civil engineers of the Rural Road Department can successfully use the classification criteria, which are found in this study, to evaluate and assess the examples of unclassified rural road networks.

Keywords – Rural Road, Urban Road, Tourist Road, Scenic Road, Mountain Road, Logistic Road

1. คำนำ

ถนนหรือทางหลวงมีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การจัดระบบงานทางหลวงกับโครงข่ายทางหลวงที่ดีและเพียงพอ มีความจำเป็นและสำคัญอย่างมากในเบื้องต้นต่อการพัฒนาชนบทและประเทศ [1] การจัดระบบงานทางหลวงโดยการจำแนกประเภท ก็เพื่อให้การวางแผน การจัดการตลอดจนการบริหารและการให้บริการทางด้านการขนส่งเป็นไปอย่างมีระเบียบเกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้งผู้ใช้งานและฝ่ายเจ้าหน้าที่ จึงต้องมีการจำแนกถนนตามลักษณะการให้บริการ (Function System of Classification) คือ ต้องให้บริการด้านการเดินทางอย่างรวดเร็วและให้ประโยชน์ในการเข้าถึงบริเวณพื้นที่ต่างๆได้มากที่สุด [2]

กรมทางหลวงชนบท ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาในการจำแนกประเภทและการสำรวจออกแบบทางหลวงชนบทที่มีอยู่ในความรับผิดชอบ เนื่องจากถนนที่ได้รับการถ่ายโอนจากกรมโยธาธิการและกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบทนั้น มีรูปแบบและลักษณะการให้บริการที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ที่ครอบคลุมในทุกภูมิภาคของประเทศ จึงได้ทำการจำแนกประเภททางหลวงชนบทตามหน้าที่การให้บริการ ออกเป็น 6 ประเภท [3,5] ดังนี้

1. ถนนทางหลวงชนบท (Rural Road)
2. ถนนในเขตชุมชนเมือง (Urban Road)
3. ถนนเพื่อการท่องเที่ยว (Tourist Road)
4. ถนนชมทิวทัศน์ (Scenic Road)
5. ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง (Mountain Road)
6. ถนนโลจิสติกส์ (Logistic Road)

การแบ่งประเภทดังกล่าวนี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้ใช้มาตรฐานการออกแบบด้านเรขาคณิตที่ถูกต้อง เหมาะสมและอยู่ในทิศทางเดียวกัน เฉพาะเจาะจงสำหรับถนนแต่ละประเภทพร้อมทั้งเป็น

แนวทางเบื้องต้นให้คำนึงถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ควรจัดให้มีขึ้นในการออกแบบทางหลวงชนบทแต่ละประเภท

แต่การจำแนกประเภทที่กำหนดขึ้นไว้นั้นยังไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากยังไม่มีกำหนดเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท ที่ก่อสร้างไปแล้วออกเป็นประเภทต่างๆอย่างชัดเจนทั้งหมด สายทางใดควรให้บริการอยู่ในประเภทใด ทำให้เกิดปัญหาหรือสับสนในการเลือกเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบด้านเรขาคณิต ให้มีความสอดคล้องถูกต้องและเหมาะสม

การกำหนดเกณฑ์การคัดแยกให้สอดคล้องกับการจำแนกประเภทที่กำหนดขึ้นไว้นั้น ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง จะพิจารณาจากหลักเกณฑ์ข้อกำหนดของกรมทางหลวงชนบทในปัจจุบัน ทฤษฎีการจำแนกตามมาตรฐานสากลและในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางศึกษาและให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ แต่ด้วยปัจจัยที่หลากหลาย กระบวนการตัดสินใจอาจมีข้อผิดพลาด จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ร่วมกับการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ ที่มีประสิทธิภาพและแพร่หลายในปัจจุบัน สามารถช่วยในการตัดสินใจประเด็นปัญหาที่มีความหลากหลาย ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น สามารถแบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งที่เป็นรูปธรรมกับนามธรรมออกเป็นส่วนๆ แล้วจัดให้อยู่ในรูปแบบภูมิลำดับชั้น มีหลักการง่ายๆ โดยการกำหนดเป้าหมาย กำหนดเกณฑ์หลักและเกณฑ์รองตามลำดับ แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทีละคู่ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ว่าเกณฑ์ใดสำคัญกว่าอีกอันหนึ่งโดยการให้คะแนนตามระดับความสำคัญที่แตกต่างกันมากหรือน้อย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเกณฑ์การคัดแยกประเภททางหลวงชนบท โดยหาปัจจัยต่างๆที่เป็นเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง พร้อมทั้งหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเหล่านี้ โดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

- ด้านเนื้อหา ใช้ทฤษฎีการจำแนกตามมาตรฐานสากลและประเทศไทยร่วมกับหลักเกณฑ์ข้อกำหนดของกรมทางหลวงชนบท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาสร้างรายการปัจจัยต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง

- ด้านประชากร ใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมขนส่งและจราจรของสำนักสำรวจและออกแบบและกองแผนงาน ของกรมทางหลวงชนบท เป็นผู้ให้คะแนนสำหรับการหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ตามหลักการวิธี AHP

ซึ่งผลจากการวิจัยนี้จะเกิดประโยชน์ คือ ได้ปัจจัยและค่าถ่วงน้ำหนัก ที่จะใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการคัดแยกทางหลวงชนบทออกเป็นถนนประเภทใดประเภทหนึ่งใน 6 ประเภทมาตรฐาน ซึ่งจะทำให้สามารถใช้มาตรฐานการออกแบบด้านเรขาคณิตให้

ถูกต้องและเหมาะสม สอดคล้องตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะการให้บริการ แล้วยังสามารถที่จะจัดลำดับความสำคัญของสายทางเพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการวางแผนและด้านการบริหารจัดการ ได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจำแนกประเภททางหลวงตามวิธีการของ American Association of State Highway and Transportation Officials หรือ AASHTO (2011)

เป็นมาตรฐานสากลที่ประเทศต่างๆ ส่วนใหญ่ในโลก รวมทั้งประเทศไทยยึดถือและใช้อ้างอิงในการออกแบบด้านเรขาคณิตและองค์ประกอบส่วนอื่นๆ ของถนนหรือทางหลวง

ระบบทางหลวงตามมาตรฐานทางด้านวิศวกรรม โดย AASHTO (2011) เรื่อง A Guide for Geometric Design of Highways and Street 2011 ได้กำหนดมาตรฐานของระบบทางหลวง (Highway Classification) ไว้ 4 ประเภท ดังรูปที่ 1 โดยคำนึงถึงการเคลื่อนที่ (Mobility) และการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) [4] ได้แก่

1. Freeway Limited หรือ Access Facility เป็นถนนที่มุ่งเน้นการเคลื่อนที่ ด้วยความเร็ว และปลอดภัยสูง มีการควบคุมการเข้าออกถนนอย่างเข้มงวด โดยไม่คำนึงถึงการเข้าถึงพื้นที่

2. Arterials Road เป็นถนนที่มุ่งเน้นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและปลอดภัยขณะเดียวกันรวมทั้งยอมให้มีการเชื่อมทางการเข้าถึงพื้นที่ เพื่อไปสู่เป้าหมายได้บ้าง

3. Collectors Road เป็นถนนที่มุ่งเน้นในการเดินทาง และการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ทำหน้าที่กระจายยานพาหนะจาก Arterial ไปสู่ชุมชน และรวบรวมยานพาหนะจากชุมชนเข้าสู่ Arterial และไปสู่ Freeway ต่อไป

4. Local Road เป็นถนนที่มุ่งเน้นการเข้าถึงพื้นที่ ชุมชน ที่อยู่อาศัย หรือสถานที่ติดต่อต่างๆ เป็นหลักเพื่อให้ยานพาหนะของชุมชนสามารถเดินทางมาสู่ Collectors และออกสู่ Arterial ได้

FUNCTION	FUNCTIONAL CLASS	DESIGN CLASS
Mobility	Arterials	Freeway
		Major Arterial
		Minor Arterial
	Collectors	Major Collector
		Minor Collector
Land Access	Locals	Local

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์การเคลื่อนที่และการเข้าถึงพื้นที่ของ (AASHTO, 2011)

2.2 การจำแนกประเภททางหลวงตาม พ.ร.บ. ทางหลวง

ระบบการบริหารโครงข่ายทางหลวงในปัจจุบัน ตามพระราชบัญญัติทางหลวง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2549 มาตรา 6 ทางหลวงมี 5 ประเภท และหากเปรียบเทียบพระราชบัญญัติทางหลวงฉบับนี้กับการจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากลพบว่ามีความสอดคล้องกันและหน่วยงานที่รับผิดชอบ ไม่เกิดความซ้ำซ้อนในการกิจ ทำให้เกิดความชัดเจนทั้งประเภททางหลวงและหน่วยงานรับผิดชอบ อีกทั้งยังสอดคล้องกับกฎหมายการกระจายอำนาจอีกด้วย รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภททางหลวงตาม พ.ร.บ. ทางหลวง กับ มาตรฐานสากล [4]

ประเภททางหลวง	ประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล	หน่วยงานรับผิดชอบ
ทางหลวงพิเศษ	Freeway	กรมทางหลวง
ทางหลวงแผ่นดิน	Arterial Street	กรมทางหลวง
ทางหลวงชนบท	Collectors Road	กรมทางหลวงชนบท
ทางหลวงท้องถิ่น	Local Road	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
ทางหลวงสัมปทาน	Freeway	กรมทางหลวง

2.3 การบริหารและการจำแนกประเภททางหลวงชนบท

ระบบการบริหารและการจำแนกประเภททางหลวงชนบท ก็เพื่อช่วยในด้านการสำรวจออกแบบ การวางแผน การบริหารจัดการ ภายในองค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ภายใต้กรอบอำนาจหน้าที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 หลักเกณฑ์การคัดแยกถนนสายรอง (Collector Road) ของระบบโครงข่ายตามทฤษฎี กรมทางหลวงชนบท

ในการกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อการอนุรักษ์สภาพสายทางของกรมทางหลวงชนบท ตามหลักวิชาการระบบโครงข่ายทางหลวงที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบ จะพิจารณาจากลักษณะของการเชื่อมต่อตามหลักการของ Road Hierarchy ซึ่งมีลักษณะของการเชื่อมต่อกับทางหลวงแผ่นดิน ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง [4] โดยมีลักษณะดังนี้

1. โครงข่ายทั่วไป ตามหลักวิชาวิศวกรรมทางและการขนส่ง ประกอบด้วย โครงข่ายสมบูรณ์เพื่อเป็นเส้นทางสายรอง, โครงข่ายสมบูรณ์เฝ้าระวัง, โครงข่ายเพื่อการพัฒนาในระบบในอนาคต, โครงข่ายที่เป็นทางเลี้ยวเมือง, โครงข่ายที่เป็นทางลัด และโครงข่ายที่เป็นเส้นทางตามยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคง

2. โครงข่ายเพื่อการขนส่งพิเศษหรือที่สำคัญของประเทศ

3. โครงข่ายอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาโลจิสติกส์ของประเทศ ประกอบด้วย โครงข่ายที่รองรับการขนส่งผลผลิตจากแหล่งอุตสาหกรรม และโครงข่ายที่รองรับการขนส่งผลผลิตจากแหล่งอุตสาหกรรมสู่ท่าเรือ

2.3.2 การจำแนกประเภทของทางหลวงชนบท

จากขอบเขตอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบ จึงได้กำหนดวิสัยทัศน์ พันธกิจ ในการดำเนินงานให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่กำหนดไว้ คือ การพัฒนาและยกระดับมาตรฐานทางหลวงชนบทเพื่อสนับสนุนการคมนาคมขนส่ง การท่องเที่ยว การพัฒนาชายแดน การพัฒนาเมืองอย่างบูรณาการและยั่งยืน แก้ไขปัญหาการจราจรโดยสร้างทางต่อเชื่อม (Missing Link), ทางเลี่ยง (Bypass) และทางลัด (Shortcut)

จากที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น สามารถจำแนกประเภททางหลวงชนบท ออกเป็น 6 ประเภท [3,5] ดังนี้

1. ถนนทางหลวงชนบท ทำหน้าที่ให้บริการในลักษณะที่เชื่อมต่อระหว่างหมู่บ้าน ตำบลและอำเภอ รวมทั้งสถานที่สำคัญๆ ที่ทำให้เกิดปริมาณการจราจร รวมทั้งเชื่อมต่อทางหลวงชนบทด้วยกันเองและเชื่อมต่อกับระบบทางหลวงแผ่นดิน

2. ถนนในเขตชุมชนเมือง ทำหน้าที่ให้บริการในลักษณะที่เป็นถนนสายรองไปจนถึงสายหลัก เชื่อมต่อระหว่างโครงข่ายถนนภายในชุมชนเมืองไปสู่ระบบทางหลวงแผ่นดินในพื้นที่ชานเมืองหรือเชื่อมต่อทางหลวงชนบท

3. ถนนเพื่อการท่องเที่ยว เป็นเส้นทางที่พัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมต่อแหล่งท่องเที่ยวกับทางหลวงแผ่นดิน ให้นักท่องเที่ยวสามารถใช้ในการเดินทาง เข้า-ออก ได้อย่างสะดวก และปลอดภัย เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้าถึงจุดท่องเที่ยว

4. ถนนชมทิวทัศน์ เป็นเส้นทางที่ผู้ใช้บริการสามารถสัญจรไปบนเส้นทางพร้อมๆ กับ ชื่นชมความสวยงามของธรรมชาติและทิวทัศน์สอง ข้างทางหรืออาจจะจอดรถเพื่อพักผ่อนหย่อนใจและทำกิจกรรม เป็นต้น

5. ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง เป็นเส้นทางที่โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นการจัดให้มีขึ้นเพื่อยุทธศาสตร์การพัฒนาชายแดนและเป็นโครงการตามพระราชดำริ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางติดต่อและขนส่งสินค้าทางด้านเกษตรกรรม

6. ถนนโลจิสติกส์ เป็นเส้นทางที่ช่วยสนับสนุนโครงข่ายการขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผ่านกระบวนการผลิตจนเป็นสินค้า จากนั้นขนส่งสินค้าสู่ตลาดเพื่อกระจายสู่ผู้บริโภคได้สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย

2.3.3 โครงการจัดทำแผนปรับปรุงภูมิทัศน์ถนนโครงข่ายทางหลวงชนบทเพื่อการท่องเที่ยว 40 แห่ง

สำนักสำรวจและออกแบบร่วมกับสำนักทางหลวงชนบททั้ง 18 สำนักทั่วประเทศ ทำการสำรวจตรวจสอบศักยภาพของเส้นทางในเบื้องต้น เพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์จัดทำลำดับความสำคัญของสายทางโดยมีปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินสายทาง [6] ดังนี้

1. เนื้อหาคุณค่าของเส้นทางชมทิวทัศน์ ได้แก่ คุณค่าเชิงทิวทัศน์, คุณค่าเชิงธรรมชาติ, คุณค่าเชิงวัฒนธรรมและคุณค่าเชิงนันทนาการ

2. โครงข่ายคมนาคมและมาตรฐานความปลอดภัย ได้แก่ การเชื่อมโยงเป็นโครงข่ายถนนท่องเที่ยว, มาตรฐานความปลอดภัย, ชนิดของผิวทาง, ความกว้างผิวทาง ไหล่ทาง เขตทาง, สภาพความชำรุดของเส้นทาง

3. ความพร้อมของพื้นที่

4. การสนับสนุนยุทธศาสตร์ต่างๆ / แผนพัฒนาท้องถิ่น ได้แก่ ด้านการท่องเที่ยว, ด้านการศึกษา สังคม การเรียนรู้

5. ความร่วมมือ ผู้เกี่ยวข้องในเส้นทาง ได้แก่ หน่วยงานท้องถิ่นและประชาชนในพื้นที่/ ชุมชนท้องถิ่น

6. ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยว, จำนวนแหล่งท่องเที่ยวบนเส้นทาง, ความใกล้ของแหล่งท่องเที่ยวกับเส้นทาง, ช่วงฤดูกาลที่เข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว

7. ผลกระทบเชิงลบต่อสภาพแวดล้อม

8. ผลกระทบเชิงลบต่อวัฒนธรรมท้องถิ่น

9. ความเสี่ยง ปัญหา ภัยคุกคาม มีความจำเป็นเร่งด่วนในการดำเนินงาน

2.3.4 โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์โลจิสติกส์ของกรมทางหลวงชนบท

กรมทางหลวงชนบทได้จัดทำแผนแม่บทสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์โลจิสติกส์ขึ้นมา โดยการตรวจสอบและแยกประเภทเส้นทางโลจิสติกส์และการวิเคราะห์เส้นทางโลจิสติกส์ โดยมีปัจจัยหลักและปัจจัยรองในการคัดเลือกและประเมินความเหมาะสมของเส้นทาง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์ประเมินเส้นทางโลจิสติกส์ [7]

รายการ	ปัจจัย
1. ด้านความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์/นโยบายโลจิสติกส์	หลัก
1.1 ศักยภาพในการส่งเสริมโครงการ/แผนงาน รวมทั้งรองรับ Gateway ด้านโลจิสติกส์, 1.2 เชื่อมโยงการคมนาคมของนิคมอุตสาหกรรมและสถานีขนส่ง/รถไฟ/ท่าเรือ, 1.3 ช่วยส่งเสริมการขนส่ง/การกระจายสินค้าของภูมิภาค	รอง
2. ด้านเศรษฐกิจและจราจร	หลัก
2.1 ปริมาณจราจร, 2.2 GPP ของจังหวัด, 2.3 จำนวนประชากร, 2.4 จำนวนโรงงานในพื้นที่	รอง
3. ด้านวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม	หลัก
3.1 ความกว้างถนนและไหล่ทาง, 3.2 ชนิดและสภาพผิวทาง, 3.3 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม, 3.4 แนวเส้นทาง, 3.5 สภาพพื้นที่	รอง

2.3.5 โครงการศึกษาแบบการควบคุมกำกับน้ำหนักบรรทุกของยานพาหนะบนทางหลวงชนบท

การคัดเลือกสายทางเพื่อพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งของด่านชั่งน้ำหนัก มีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจคัดเลือกสายทาง โดยการกำหนดปัจจัยของเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์คัดเลือกเส้นทางเพื่อการควบคุมกำกับน้ำหนักบรรทุกของยานพาหนะ [8]

รายการ	ปัจจัย
1. ด้านวิศวกรรมการขนส่ง	หลัก
1.1 ปริมาณรถบรรทุก, 1.2 ความสำคัญของสายทาง, 1.3 ความสอดคล้องกับด่านชั่งของกรมทางหลวง	รอง
2. ด้านเศรษฐกิจ	หลัก
2.1 แหล่งวัสดุทางอุตสาหกรรม, 2.2 แหล่งวัสดุทาง, 2.3 เขตที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรม	รอง

2.4 การวิเคราะห์เพื่อวางผังเมืองรวม

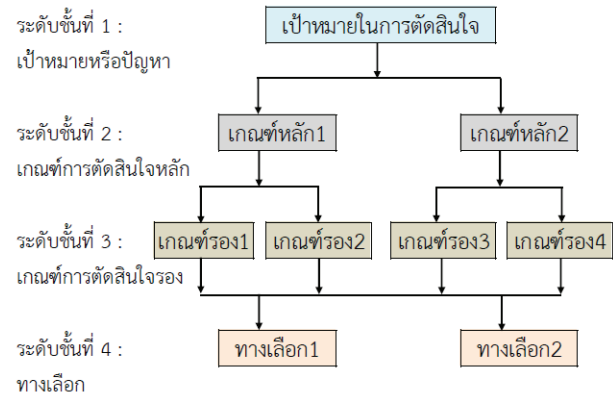
กรมโยธาธิการและผังเมือง มีหน้าที่ในการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวม และยังมีบทบาทสนับสนุนท้องถิ่นต่างๆ ได้แก่ เทศบาล องค์การบริหารส่วนจังหวัด และองค์การบริหารส่วนตำบล ในการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวมหรือผังจังหวัด ขอบเขตของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางผังเมืองรวม ครอบคลุมการวิเคราะห์ด้านต่างๆ [9] ดังนี้ การวิเคราะห์ประชากร, การวิเคราะห์เศรษฐกิจ, การวิเคราะห์สังคมและวัฒนธรรม, การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน, การวิเคราะห์ระบบสาธารณูปโภค, การวิเคราะห์การคมนาคมขนส่ง และการวิเคราะห์ระบบสาธารณูปการ

2.5 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Best Alternatives) พัฒนาขึ้นโดยศาสตราจารย์ทอมัส ซาตตี้ (Thomas Saaty) ในปี ค.ศ. 1970 โดยจะทำการแบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือการกำหนดเป้าหมาย แล้วจึงกำหนดเกณฑ์หลัก เกณฑ์รอง และทางเลือก แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์จะทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากันโดยการให้คะแนนตามความสำคัญ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ แล้วจึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ [10] วิธี AHP เหมาะที่จะมาประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทางของกรมทางหลวงชนบทได้ [5]

2.5.1 การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกของหรือทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์หลัก (Criteria) เกณฑ์รอง (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์รองได้ [10, 12] ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ [10]

2.5.2 การหาค่าระดับความสำคัญ

ในแต่ละชั้นผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญโดยการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง ส่วนระดับความสำคัญ แบ่งออกเป็น 9 ระดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สเกลในการเปรียบเทียบหรือความชอบของสองสิ่ง [11, 13, 14]

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่งในทางปฏิบัติปัจจัยนั้นมีอิทธิพลอย่างเห็นได้ชัด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2, 4, 6, 8	สำหรับในกรณีประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระหว่างระดับความรู้สึก	บางครั้งจำเป็นต้องใช้การวินิจฉัยในลักษณะที่กำกวมและไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้

หลังจากที่ทราบความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในรูปของคะแนน หรือตัวเลขความสำคัญจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในขั้นนั้น แล้ว จะนำตัวเลขมาใส่ลงในตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ [11]

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย				
C		A1	A2	→		An
ปัจจัย ↓	A1	1	1/3	-	-	-
	A2	3	1	-	-	-
	↓					
	An	-	-	-	-	1

ขั้นตอนวิธีดังนี้จะเริ่มต้นจากระดับชั้นบนสุดของแผนภูมิ เพื่อที่จะเลือกเกณฑ์ในการตัดสินใจ ดูตารางที่ 5 สมมติให้ชื่อ C ซึ่งจะใช้ในการเปรียบเทียบครั้งแรก ต่อจากนั้นปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ ระดับชั้นถัดลงมาจะถูกนำมาเปรียบเทียบกัน สมมติว่าเป็น A ประกอบด้วย A1, A2, ต่อไปเรื่อยๆ ถึง A5 ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ C ปัจจัย A1 ในแถวซ้ายมือบนสุดจะถูกเปรียบเทียบกับ ปัจจัย A2 ถึง A5 ในแถวบนของ A1 การเปรียบเทียบก็ ดำเนินการเช่นเดียวกันในแถวบนที่ 2 ในการเปรียบเทียบนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องถามตัวเองว่า ปัจจัยนี้มีระดับ ความสำคัญหรือส่งผลหรือมีอิทธิพล หรือมีผลประโยชน์มากกว่า อีกปัจจัยอื่นที่ถูกเปรียบเทียบในระดับไหน [11]

2.5.3 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล

การวิเคราะห์ความสอดคล้องเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดย นำผลรวมของค่าน้ำหนักในแถวตั้งคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยใน แถวบนแต่ละแถว แล้วนำผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะ เท่ากับจำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผลรวมนี้เรียกว่า Eigen Vector สูงสุด ซึ่งหากค่า แลมด้าแมกซ์ (λ_{max}) มีค่าเท่ากับ จำนวนปัจจัยพอดี แสดงว่ามีความสอดคล้องของปัจจัยสมบูรณ์ (100%) พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI) [11] จากสมการ (1)

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1) \quad (1)$$

โดย CI คือ ดรรชนีความสอดคล้อง
n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก

พิจารณาอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR) โดยที่ค่า CR จะต้องไม่มากกว่า ร้อยละ 10 คำนวณค่าได้จาก สมการที่ (2)

$$CR = CI / RI \quad (2)$$

โดย CR คือ สัดส่วนความสอดคล้อง

RI คือ ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สอดคล้อง (Random Consistency Index) ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สอดคล้อง [11, 13, 14]

D*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI*	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45

D* = ขนาดของตารางเมทริกซ์ RI* = ค่า RI จากการสุ่ม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ในอดีตจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลควร เป็น 8 ถึง 10 ท่าน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีการลดจำนวน ผู้เชี่ยวชาญลงเหลือ 5 ถึง 7 ท่าน เนื่องจากมีมากเกินไปอาจทำให้ การจัดการข้อมูลทำได้ยากนอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายสูงด้วย [8]

ผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมขนส่งและจราจร เนื่องจาก เป็นประเด็นปัญหาเฉพาะด้านที่ต้องการผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ มีลักษณะการทำงานที่ใกล้เคียงหรือสอดคล้องและ ต้องเข้าใจกับบริบทของถนนแต่ละประเภทของกรมทางหลวง ขนบทเป็นอย่างดี โดยเป็นระดับผู้อำนวยการ ของสำนักสำรวจ และออกแบบ และกองแผนงาน ของกรมทางหลวงชนบท

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นจากทฤษฎีและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำข้อมูลและหลักการ มาสร้างเป็น แบบสอบถามให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิธีการกรอกข้อมูลการให้ คะแนนระดับความสำคัญ และการให้คะแนนระดับความสำคัญ ของปัจจัยโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ

3.2.1 การกำหนดปัจจัยของเกณฑ์หลัก

ทางหลวงชนบท คือ ถนนประเภท Collect Road ตาม มาตรฐานสากล ถนนประเภทนี้จะมีทำหน้าที่อยู่ 2 อย่าง คือ การ ให้บริการด้านการเดินทางที่สะดวกรวดเร็วและประโยชน์ในการ เข้าถึงบริเวณพื้นที่ต่างๆ ให้มากที่สุด มีความสำคัญที่เท่าเทียมกัน ผู้วิจัยจะทำการพิจารณาคัดเลือกปัจจัยภายใต้เกณฑ์หลัก ออกเป็น 2 ด้าน คือ

- เกณฑ์ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร
- เกณฑ์ด้านเศรษฐกิจและสังคม

ซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์หลักสำหรับประเภททางหลวงชนบทที่ได้ กำหนดไว้

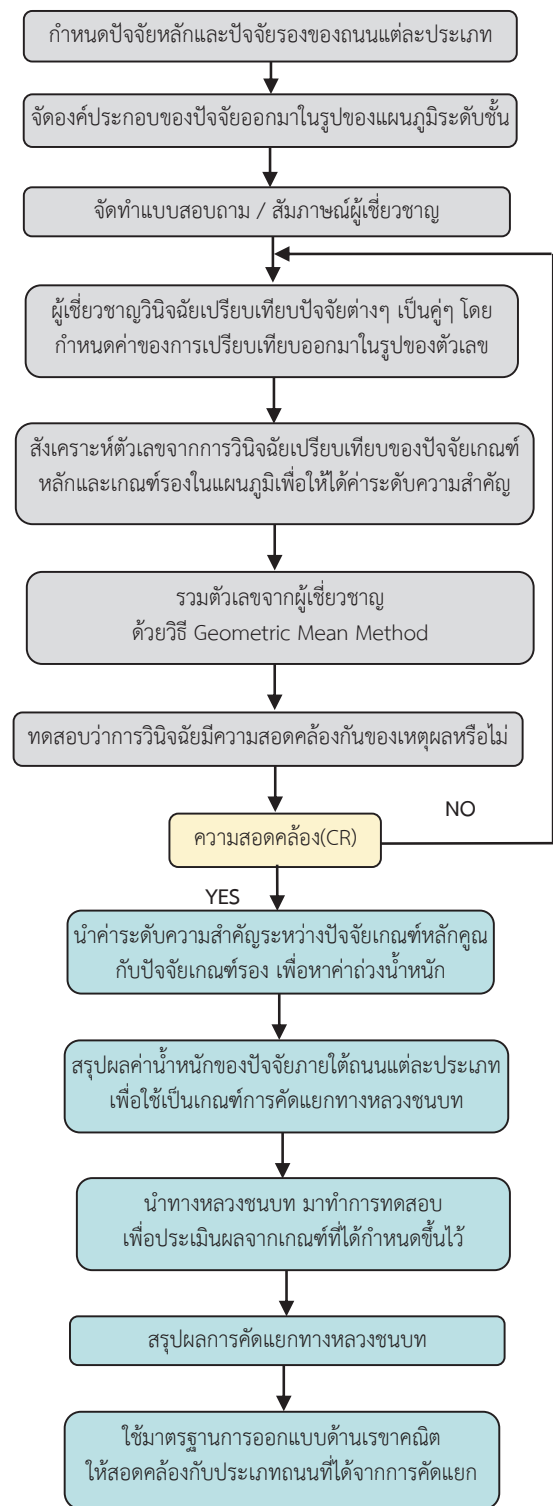
3.2.2 การกำหนดปัจจัยของเกณฑ์รอง

เกณฑ์รองจะพิจารณาเลือกปัจจัย ของเกณฑ์ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร และเกณฑ์ด้านเศรษฐกิจและสังคม จากหัวข้อการบริหารและการจำแนกประเภททางหลวงชนบทของกรมทางหลวงชนบท และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนผังเมืองรวม โดยปัจจัยต่างๆ จะถูกกำหนดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจง สำหรับถนนแต่ละประเภท ด้วยการพิจารณาถึงค่านิยมของทางหลวงชนบท ทั้ง 6 ประเภท เพื่อให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเกณฑ์การคัดแยกทาง ซึ่งปัจจัยของแต่ละประเภทถนนที่ได้กำหนดขึ้นไว้ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ดังต่อไปนี้

- นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาหาค่าระดับความสำคัญ โดยนำตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของทุกๆ ปัจจัยภายใต้เกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง มาใส่ในตารางเมทริกซ์ โดยเริ่มจากปัจจัยที่อยู่ภายใต้เกณฑ์หลักก่อน ตามด้วยปัจจัยที่อยู่ภายใต้เกณฑ์รองของแต่ละเกณฑ์ที่ทำการพิจารณา
 - คำนวณหาค่าระดับความสำคัญของแต่ละผู้เชี่ยวชาญ ของแต่ละปัจจัยภายใต้เกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง โดยผลรวมของแต่ละเกณฑ์จะต้องมีค่าเท่ากับ 1 และตรวจสอบค่าความสอดคล้อง ซึ่งต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 10
 - ทำการรวมตัวเลขจากผู้เชี่ยวชาญโดยการหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขลงในตารางเมทริกซ์แล้วทำการคำนวณหาค่าระดับความสำคัญ ค่าถ่วงน้ำหนัก และตรวจสอบค่าความสอดคล้องใหม่อีกครั้งตามข้อที่ 1 และ 2
 - นำค่าระดับความสำคัญระหว่างปัจจัยภายใต้เกณฑ์หลักคู่ๆ กับปัจจัยภายใต้เกณฑ์รองของแต่ละเกณฑ์ที่ทำการพิจารณา เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนัก โดยผลรวมจะต้องมีค่าเท่ากับ 1
 - นำค่าจากข้อ 4 มาทำการสรุปผล จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ภายใต้แต่ละประเภทถนนที่ได้จำแนกขึ้นไว้ มาเป็นเกณฑ์เพื่อใช้ในการคัดแยกทางหลวงชนบท
 - นำสายทางของทางหลวงชนบท มาทำการคัดแยกประเภทจากเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท ที่ได้จากข้อ 5 แล้วสรุปผลที่ได้จากการคัดแยกประเภททางหลวงชนบท
- จากวิธีดำเนินการวิจัยสามารถสรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนได้ดังรูปที่ 3 ดังนี้



รูปที่ 3 แผนภูมิลำดับขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

4. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

จากแบบสอบถามเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท ที่ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ได้รับครบตามจำนวนที่ได้กำหนดไว้ ทั้งหมด 10 ชุด ส่วนผลการคำนวณที่ได้ มีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท

นำข้อมูลจากการวินิจฉัยของผู้เชี่ยวชาญ จากแบบสอบถามมาใส่ตัวเลขลงในตารางเมทริกซ์เพื่อหาค่าระดับความสำคัญ ขั้นแรกต้องหาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมทริกซ์ ดังตารางที่ 7 หลังจากนั้นก็นำเอาตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้ง แต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งนั้น เพื่อให้ได้ตารางเมทริกซ์ของค่าเฉลี่ยซึ่งจะเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่างๆ ขั้นสุดท้ายต้องหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวนอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวมาหารด้วยผลรวมของแถวตั้งของจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแต่ละแถวนอนนั้น ดังตารางที่ 8 และการหาค่าความสอดคล้อง โดยการนำเอาผลรวมของค่าระดับความสำคัญโดยรวมมาคูณกับค่าตัวเลขที่ได้จากการวินิจฉัยในตารางเมทริกซ์ แล้วหาผลรวมในแถวนอนแต่ละแถว ดังตารางที่ 9 (ตัวอย่างการคำนวณหาค่าความสอดคล้องท้ายตารางนี้)

เนื่องจากมีผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นจำนวน 10 ท่าน เพราะฉะนั้นจะใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean Method) เพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในการวินิจฉัยเปรียบเทียบลงในตารางเมทริกซ์ แล้วทำการคำนวณใหม่อีกครั้งตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาในข้างต้น

ตารางที่ 7 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าระดับความสำคัญ

ประเภทถนน	ปัจจัย1	ปัจจัย2	ปัจจัย3
ปัจจัย1	1	1/3	1/5
ปัจจัย2	3	1	1
ปัจจัย3	5	1	1
ผลรวมแถวตั้ง	$1+3+5 = 9.000$	$1/3+2+1 = 2.333$	$1/5+1+1 = 2.200$

ตารางที่ 8 ตัวอย่างค่าเฉลี่ยสำหรับการคำนวณหาค่าระดับความสำคัญ

ประเภทถนน	ปัจจัย1	ปัจจัย2	ปัจจัย3	ผลรวม	ค่าระดับความสำคัญ
ปัจจัย1	$1 / 9 = 0.111$	$1/3 / 2.333 = 0.143$	$1/5 / 2.200 = 0.091$	0.345	$0.345/3 = 0.115$
ปัจจัย2	$3 / 9 = 0.333$	$1 / 2.333 = 0.429$	$1 / 2.200 = 0.455$	1.216	$1.216/3 = 0.405$
ปัจจัย3	$5 / 9 = 0.556$	$1 / 2.333 = 0.429$	$1 / 2.200 = 0.455$	1.439	$1.439/3 = 0.480$
ผลรวมแถวตั้ง	1	1	1	3	1

ตารางที่ 9 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าความสอดคล้อง

ประเภทถนน	ปัจจัย1 (0.115)	ปัจจัย2 (0.405)	ปัจจัย3 (0.480)	ผลรวม	Con. Vector
ปัจจัย1	$1(0.115) = 0.115$	$1/3(0.405) = 0.135$	$1/5(0.480) = 0.096$	0.346	$0.346 / 0.115 = 3.009$
ปัจจัย2	$3 (0.115) = 0.345$	$1(0.405) = 0.405$	$1(0.480) = 0.480$	1.230	$1.230 / 0.405 = 3.037$
ปัจจัย3	$5(0.115) = 0.575$	$1(0.405) = 0.405$	$1(0.480) = 0.480$	1.460	$1.460 / 0.480 = 3.042$
ผลรวมแถวตั้ง	1.035	0.945	1.056	3.036	9.087

จากตารางที่ 9 นำผลลัพธ์ที่ได้มาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนปัจจัย เพื่อหาค่า λ_{max} จะได้เท่ากับ $9.087 / 3 = 3.029$ จากนั้นจะคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (CI) จากสมการที่ (1) จะได้ $CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1) = (3.029 - 3) / (3 - 1) = 0.015$ จากตารางที่ 6 ขนาดของสแควร์เมตริก เท่ากับ 3 จะได้ค่า $RI = 0.520$ แล้วคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (CR) จากสมการที่ (2) จะได้ $CR = CI / RI = 0.015 / 0.520 = 0.028$ ซึ่งมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 แสดงว่ามีความสอดคล้อง

ผลสรุปที่ได้จากการคำนวณหาค่าระดับความสำคัญและค่าถ่วงน้ำหนักของประเภทถนนทางหลวงชนบท, ถนนในเขตชุมชน, ถนนเพื่อการท่องเที่ยว, ถนนชมทิวทัศน์, ถนนบนดอยหรือพื้นที่และถนนโลจิสติกส์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สรุปผลค่าระดับความสำคัญและค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท

ประเภทถนน	ค่าระดับความสำคัญ				ค่าถ่วงน้ำหนัก	
	เกณฑ์หลัก		เกณฑ์รอง			
ถนนทางหลวงชนบท	ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร	0.596	โครงข่ายสมบูรณ์ เพื่อเป็นเส้นทางสายรอง	0.256	0.152	0.595
			โครงข่ายสมบูรณ์ โยแมงมุม Radial Network	0.140	0.083	
			โครงข่ายเพื่อการพัฒนาาระบบ ในอนาคต	0.186	0.111	
			โครงข่ายที่เป็นทางเลี่ยงเมือง	0.157	0.094	
			โครงข่ายที่เป็นทางลัด	0.150	0.089	
			โครงข่ายที่เป็นเส้นทางตามยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคง	0.111	0.066	
	ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.404	โครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ	0.596	0.241	0.405
			โครงข่ายเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม	0.404	0.164	
ถนนในเขตชุมชนเมือง	ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร	0.586	โครงข่ายคมนาคมขนส่งของผังเมือง	0.296	0.173	0.585
			โครงข่ายสมบูรณ์ โยแมงมุม	0.202	0.118	
			โครงข่ายเพื่อการพัฒนาาระบบ ในอนาคต	0.186	0.109	
			โครงข่ายที่เป็นทางเลี่ยงเมือง	0.171	0.100	
			โครงข่ายที่เป็นทางลัด	0.145	0.085	
	ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.414	โครงข่ายเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.545	0.226	0.415
			โครงข่ายเพื่อระบบสาธารณสุข/โภชนาการ	0.455	0.189	
	ถนนเพื่อการท่องเที่ยว	ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร	0.525	โครงข่ายเพื่อนำไปสู่แหล่งท่องเที่ยว	0.643	0.338
โครงข่ายเชื่อมโยงเพื่อการพัฒนาถนนท่องเที่ยว				0.537	0.187	
ด้านเศรษฐกิจและสังคม		0.475	โครงข่ายที่มีความสอดคล้องกับนโยบายการท่องเที่ยว	0.362	0.172	0.475
			โครงข่ายที่เข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ	0.337	0.160	
			โครงข่ายที่เข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก	0.301	0.143	
ถนนชมทิวทัศน์	ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร	0.326	โครงข่ายเชื่อมโยงเพื่อพัฒนาถนนชมทิวทัศน์	0.394	0.128	0.326
			โครงข่ายที่มีลักษณะเด่นทางกายภาพ	0.606	0.198	
	ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.674	โครงข่ายที่มีความสอดคล้องกับนโยบายการท่องเที่ยว	0.162	0.109	0.674
			โครงข่ายที่มีคุณค่าทิวทัศน์เชิงธรรมชาติ	0.325	0.219	
			โครงข่ายที่มีคุณค่าเชิงวัฒนธรรม	0.257	0.173	
			โครงข่ายที่มีคุณค่าเชิงนันทนาการ	0.256	0.173	
ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง	ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร	0.311	โครงข่ายสมบูรณ์ เพื่อเป็นเส้นทางสายรอง	0.422	0.131	0.311
			โครงข่ายเพื่อการพัฒนาาระบบ ในอนาคต	0.285	0.089	
			โครงข่ายที่เป็นเส้นทางตามยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคง	0.293	0.091	
	ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.689	โครงข่ายที่มีความสอดคล้องกับโครงการพระราชดำริ	0.383	0.264	0.689
			โครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชทางเกษตร/สินค้า	0.617	0.425	
ถนนโลจิสติกส์	ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร	0.718	โครงข่ายที่มีปริมาณจราจรบรรทุก	0.354	0.254	0.718
			โครงข่ายเพื่อการพัฒนาาระบบ ในอนาคต	0.225	0.162	
			โครงข่ายที่เป็นทางเลี่ยงเมือง	0.222	0.159	
			โครงข่ายที่เป็นทางลัด	0.199	0.143	
	ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.282	โครงข่ายที่มีความสอดคล้องกับนโยบายโลจิสติกส์	0.369	0.104	0.282
			โครงข่ายที่เป็นเส้นทางแหล่งวัสดุทางอุตสาหกรรม	0.198	0.056	
			โครงข่ายที่เป็นเส้นทางแหล่งวัสดุทางการเกษตร	0.201	0.057	
			โครงข่ายที่เป็นเส้นทางเชื่อมโยงนิคมอุตสาหกรรม	0.232	0.065	

ผลการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท จากตารางที่ 10 สรุปได้ดังนี้

1. ประเภทถนนทางหลวงชนบท พบว่าปัจจัย “โครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ” มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด
2. ประเภทถนนในเขตชุมชนเมือง พบว่าปัจจัย “โครงข่ายเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน” มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด
3. ประเภทถนนเพื่อการท่องเที่ยว พบว่าปัจจัย “โครงข่ายเพื่อนำไปสู่แหล่งท่องเที่ยว” มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด
4. ประเภทถนนชมทิวทัศน์ พบว่าปัจจัย “โครงข่ายที่มีคุณค่าทิวทัศน์เชิงธรรมชาติ” มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด
5. ประเภทถนนบดอยหรือพื้นที่สูง พบว่าปัจจัย “โครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชทางเกษตร/สินค้า” มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด
6. ประเภทถนนโลจิสติกส์ พบว่าปัจจัย “โครงข่ายที่มีปริมาณจราจรบรรทุก” มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด

4.1 การประยุกต์ใช้เกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท

ผู้วิจัยจะได้ใช้สายทางที่ถูกกำหนดประเภทถนนไว้อย่างชัดเจนแล้ว มาใช้ทดสอบ ซึ่งเป็นสายทางในความรับผิดชอบของแขวงทางหลวงชนบทนครราชสีมา จำนวน 4 สายทาง ได้แก่

1. สายทาง นม.1020 แยกทางหลวงหมายเลข 2 (239+000) – บ้านหนองปลิง ระยะทางประมาณ 14.000 กิโลเมตร
2. สายทาง นม.1120 แยกทางหลวงหมายเลข 2 (กม.ที่ 2+800) – บ้านโคกไผ่ ระยะทางประมาณ 6.080 กิโลเมตร
3. สายทาง นม.1022 แยกทางหลวงหมายเลข 2 (กม.ที่ 74+060) – บ้านหัวหนอง ระยะทางประมาณ 14.402 กิโลเมตร
4. สายทาง นม.3052 แยกทางหลวงหมายเลข 304 (กม.ที่ 55+000) – บ้านท่ามะปรังค์ ระยะทางประมาณ 69.543 กิโลเมตร

เพื่อนำมาใช้ประเมินตามเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบททั้ง 6 ประเภท ที่ได้จากตารางที่ 10 ทั้งนี้จะขอยกตัวอย่างการคัดแยกสายทางของประเภทถนนเพื่อการท่องเที่ยว ดังตารางที่ 11 ส่วนผลจากการคัดแยกสายทางทั้งหมด ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 11 ตัวอย่างผลการคัดแยกสายทางตามประเภทถนนเพื่อการท่องเที่ยว

การคัดแยกประเภทถนนเพื่อการท่องเที่ยว	เกณฑ์การคัดแยกถนนเพื่อการท่องเที่ยว					คะแนนรวม	การจัดลำดับ
	1. โครงข่ายเพื่อนำไปสู่แหล่งท่องเที่ยว	2. โครงข่ายเชื่อมโยงเพื่อการพัฒนากลุ่มท่องเที่ยว	3. โครงข่ายที่มีความสอดคล้องกับนโยบายการท่องเที่ยว	4. โครงข่ายที่เข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ	5. โครงข่ายที่เข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก		
สายทาง	33.80	18.70	17.20	16.00	14.30	100	
นม.1020	1	1	0	1	0	68.50	2
นม.1120	0	0	0	0	0	0.00	-
นม.1022	0	0	0	0	0	0.00	-
นม.3052	1	1	1	1	1	100	1

หมายเหตุ [1] คือ สายทางที่มีความสอดคล้อง

[0] คือ สายทางที่ไม่มีความสอดคล้อง

สายทางใดที่มีความสอดคล้องจะได้คะแนน ไม่สอดคล้องไม่ได้คะแนน จึงได้กำหนดเป็น [1] และ [0] เพื่อให้มีช่วงระดับคะแนนมีความแตกต่างกันมากพอควร ที่จะใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจว่าสายทางที่นำมาพิจารณาควรจะเป็นถนนประเภทใดประเภทหนึ่งใน 6 ประเภท

ขอยกตัวอย่างการรวมคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักของสายทาง นม.1020 ดังนี้ $(1)(33.80) + (1)(18.70) + (0)(17.20) + (1)(16.00) + (0)(14.30)$ จะได้เท่ากับ $33.80 + 18.70 + 0 + 16.00 + 0 = 68.50$ คะแนน เป็นต้น

ตารางที่ 12 สรุปการประเมินผลการคัดแยกสายทางของทางหลวงชนบท

สายทาง	ประเภททางหลวงชนบท					
	ถนนทางหลวงชนบท	ถนนในเขตชุมชนเมือง	ถนนเพื่อการท่องเที่ยว	ถนนชมทิวทัศน์	ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง	ถนนโลจิสติกส์
นม.1020	35.20	-	68.50	-	-	46.40
นม.1120	52.90	82.70	-	-	-	46.40
นม.1022	35.20	10.90	-	-	-	30.50
นม.3052	35.20	-	100	82.70	-	30.50

จากตารางที่ 12 สามารถสรุปผลการคัดแยกทางหลวงชนบท ทั้ง 4 สายทาง โดยพิจารณาจากผลคะแนนรวมสูงสุด ได้ดังนี้

1. สายทาง นม. 1020 เป็นประเภทถนนเพื่อการท่องเที่ยว
2. สายทาง นม. 1120 เป็นประเภทถนนในเขตชุมชนเมือง
3. สายทาง นม. 1022 เป็นประเภทถนนทางหลวงชนบท
4. สายทาง นม. 3052 เป็นประเภทถนนเพื่อการท่องเที่ยว

จากผลการคัดแยกสายทาง พบว่ามีความสอดคล้องกับประเภทถนนที่ได้กำหนดไว้แล้ว และในส่วนการสำรวจออกแบบ ควรพิจารณาประเภทถนนที่มีลำดับคะแนนสูงสุดและควรนำประเภทถนน 2 ประเภทที่มีคะแนนลำดับความสำคัญลดหลั่นจากลำดับแรกมาพิจารณาประกอบ ด้วยเหตุผลที่ว่าเส้นทางหนึ่งสายทางของทางหลวงชนบทอาจมีศักยภาพที่จะสามารถพัฒนาได้มากกว่าหนึ่งประเภท

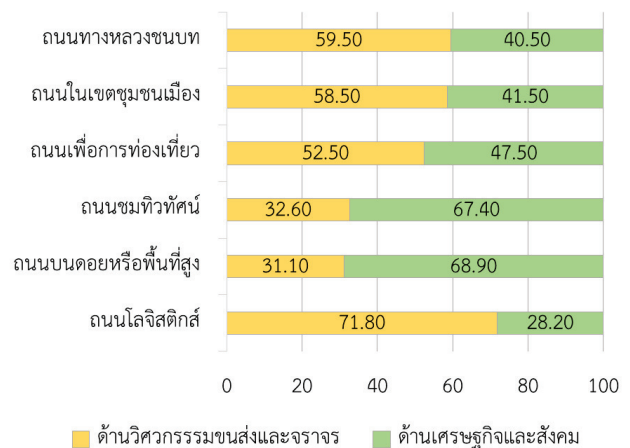
ซึ่งหลังจากที่สายทางได้ถูกคัดแยกประเภทแล้ว วิศวกรหรือหัวหน้าโครงการที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการสำรวจออกแบบ จะได้ใช้ดุลยพินิจตามหลักวิศวกรรมที่ดี เพื่อนำมาประกอบการออกแบบด้านเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเภทถนนนั้นๆมาใช้ในการบำรุงรักษาต่อไป

5. สรุปผลการวิจัย

การกำหนดเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(AHP) ในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงการจำแนกตามมาตรฐานสากล ถนนแต่ละสายนั้นจะมีหน้าที่อยู่ 2 อย่าง คือ การให้บริการด้านการเดินทาง (Mobility) และประโยชน์ในการเข้าถึงบริเวณพื้นที่ต่างๆ (Land Access) ถนนของกรมทางหลวงชนบทที่อยู่ในความรับผิดชอบจะเป็นถนนประเภท Collector Road ตามมาตรฐานสากลต้องคำนึงถึงการให้บริการด้านการเดินทางและประโยชน์ในการเข้าถึงบริเวณพื้นที่ต่างๆ ให้มีความสำคัญที่เท่าเทียมกัน ทำให้สามารถกำหนดปัจจัยที่

เป็นเกณฑ์หลักได้ 2 ด้านคือ ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร และด้านเศรษฐกิจและสังคม ส่วนปัจจัยที่เป็นเกณฑ์รองนั้นได้จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบริหารและการจำแนกประเภททางหลวงชนบท ซึ่งทำให้ได้ปัจจัยเกณฑ์รองต่างๆกัน เฉพาะเจาะจงสำหรับถนนแต่ละประเภท จากนั้นได้นำวิธี AHP มาใช้ในการหาค่าถ่วงน้ำหนักตามระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ เหล่านี้

ผลสรุปค่าถ่วงน้ำหนักรวมจากตารางที่ 10 พบว่าปัจจัยด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรต่อปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมของ (1) ถนนทางหลวงชนบท มีค่าเท่ากับ 59.50 ต่อ 40.50 (2) ถนนในเขตชุมชนเมือง มีค่าเท่ากับ 58.50 ต่อ 41.50 (3) ถนนเพื่อการท่องเที่ยว มีค่าเท่ากับ 52.50 ต่อ 47.50 (4) ถนนชมทิวทัศน์ มีค่าเท่ากับ 32.60 ต่อ 67.40 (5) ถนนบนดอยหรือพื้นที่สูง มีค่าเท่ากับ 31.10 ต่อ 68.90 (6) ถนนโลจิสติกส์ มีค่าเท่ากับ 71.80 ต่อ 28.20 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงผลค่าถ่วงน้ำหนักรวมด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรต่อ

ซึ่งจะเห็นว่าความสำคัญของปัจจัยด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรมากกว่าสำหรับถนน 4 ประเภท แต่ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมมากกว่าสำหรับถนน 2 ประเภทที่เหลือ

ส่วนค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดของปัจจัยรองสำหรับถนนแต่ละประเภทมีค่าดังนี้ (1) ถนนทางหลวงชนบท มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เท่ากับ 0.241 (2) ถนนในเขตชุมชนเมือง มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน เท่ากับ 0.226 (3) ถนนเพื่อการท่องเที่ยว มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อนำไปสู่แหล่งท่องเที่ยว เท่ากับ 0.338 (4) ถนนชมทิวทัศน์ มีค่าปัจจัยโครงข่ายที่มีคุณค่าทิวทัศน์เชิงธรรมชาติ เท่ากับ 0.219 (5) ถนน

บนดอยหรือพื้นที่สูง มีค่าปัจจัยโครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชทางเกษตร/สินค้า เท่ากับ 0.425 และ (6) ถนนโลจิสติกส์ มีค่าปัจจัยโครงข่ายที่มีปริมาณจราจรรถบรรทุก เท่ากับ 0.254

เมื่อนำเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท มาทำการประยุกต์ใช้กับสายทางของกรมทางหลวงชนบท ก็พบว่าสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์การคัดแยกสายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบทที่มีอยู่ในความรับผิดชอบได้ เพื่อให้ทราบว่าสายทางใดควรเป็นถนนประเภทใดที่ได้กำหนดขึ้นไว้ ตามลักษณะการให้บริการ เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาเลือกใช้มาตรฐานการออกแบบด้านเรขาคณิตให้ถูกต้องและเหมาะสม สอดคล้องตามสภาพภูมิประเทศเพื่อความปลอดภัยและคุ้มค่าต่อการลงทุนของสายทางนั้นๆ และจากผลคะแนนที่ได้จากการคัดแยกสายทางยังสามารถที่จะจัดลำดับความสำคัญของสายทางเพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการวางแผน ด้านบริหารจัดการ การจัดสรรงบประมาณในด้านต่างๆ เช่น การก่อสร้าง บำรุงทาง ที่มีอยู่อย่างจำกัดที่ได้มาจากภาษีของประชาชนคนไทยทุกคน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน ผู้ใช้เส้นทาง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากกรมทางหลวงชนบทที่กรุณาตอบแบบสอบถามและกรมทางหลวงชนบทที่ให้ข้อมูลในการวิจัยและสนับสนุนทุนในการศึกษาครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] จิรพัฒน์ โชติกไกล, “วิศวกรรมการทาง,” สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.
- [2] นิรชร พึ่งแดง, “วิศวกรรมการทาง,” สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2549.
- [3] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท, “แนวทางการออกแบบด้านเรขาคณิตของกรมทางหลวงชนบท,” pp. 1-63., 2554

- [4] สมชาย ชนะภัย, “การศึกษาแนวทางเพื่อการคัดแยกถนนโครงข่ายสายรอง (Collector Road) ของกรมทางหลวงชนบท ตามพระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2549,” วิทยานิพนธ์ มจพ., 2552.
- [5] กิตติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ์, “การศึกษาแนวทางเพื่อการคัดแยกถนนทางหลวงชนบทสำหรับออกแบบด้านเรขาคณิตของกรมทางหลวงชนบท”, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ การขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 9, โรงแรมรามารการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ, pp. 84, วันที่ 20-21 พฤศจิกายน 2557.
- [6] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท, “โครงการจัดทำแผนปรับปรุงภูมิทัศน์ถนนโครงข่ายทางหลวงชนบทเพื่อการท่องเที่ยว 40 แห่ง,” pp. 1-10, 2556
- [7] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท, “โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์โลจิสติกส์ของกรมทางหลวงชนบท,” pp. 19-40, 2551
- [8] ศูนย์วิจัยการคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ., “โครงการศึกษารูปแบบการควบคุมกักเก็บน้ำหนักรถบรรทุกของยานพาหนะบนทางหลวงชนบท,” การคัดเลือกลำดับความสำคัญของการพัฒนาการจราจรเพื่อวางแผนผังเมืองรวม,” pp. 101-144, 2554
- [9] กรมโยธาธิการและผังเมือง, “โครงการศึกษาตัวแบบมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อวางแผนผังเมืองรวม,” มยธ.3-0006 สำนักพัฒนามาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2551, pp. 1-8.
- [10] วราวุธ วุฒินิชย์, การตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น, สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2554, จากฐานข้อมูลบทความภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน.
- [11] วิฑูรย์ ต้นศิริคงคล, “AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก,” สำนักพิมพ์กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นต์, 2542.
- [12] สุธรรม อรุณ, การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process : AHP), สืบค้นเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2558, จาก http://202.183.190.2/FTPIWebAdmin/knw_pworld/image_content/64/process1.pdf
- [13] Thomas, L. Saaty, “Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process”, Printing in the United States of America, 2006
- [14] Thomas L. Saaty, “The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation”, McGraw-Hill, University of California, 1980