



วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลา The prioritization on road investment projects in Songkhla

ธนกฤต อรัญดร* อรกมล วังอภิสิทธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Thanakrit Arundon* Ornkamon Wang-a-pisit

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90112

* Corresponding author.

E-mail: moke_thanakrit@hotmail.com; Telephone: 08 7630 7023

วันที่รับบทความ 22 มีนาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 5 พฤษภาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 27 พฤษภาคม 2563

วันที่ตอบรับบทความ 1 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

ถนนเป็นระบบขนส่งหลักในประเทศไทย รองรับการต้องการในการเดินทาง เชื่อมต่อ อำนวยความสะดวกประชาชนและพัฒนาเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ซึ่งมีหน่วยงานของรัฐคอยกำกับดูแล จังหวัดสงขลาเป็นหนึ่งในเมืองเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ที่มีจำนวนโครงการถนนมากเป็นอันดับสองของภาคใต้ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างจากงบประมาณรายจ่ายแผนงานบูรณาการพัฒนาด้านคมนาคมที่มีอยู่อย่างจำกัด และลดลงอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี ทำให้มีผลต่อการพัฒนาและบำรุงรักษาทุกโครงการที่รับผิดชอบให้ครอบคลุมทั้งหมด ส่งผลให้หน่วยงานต้องตัดสินใจเลือกลงทุนโครงการถนนที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด บทความนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของโครงการถนนในจังหวัดสงขลาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับโครงการถนน โดยพิจารณาตามลักษณะการดำเนินการก่อสร้างใหม่ และปรับปรุงถนนเดิม โดยมีปัจจัย ด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านการเมืองและนโยบาย และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยหลักในการพิจารณา และใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) ในการช่วยวิเคราะห์ความคลุมเครือของกระบวนการตัดสินใจ และนำน้ำหนักความสำคัญมาหาคะแนนเพื่อจัดลำดับโครงการที่ดำเนินการ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง เฉลี่ยร้อยละ 34.73 และให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่นๆ โดยมีความสำคัญเฉลี่ย ด้านเศรษฐศาสตร์ร้อยละ 23.25 ด้านการเมืองและนโยบายร้อยละ 21.07 และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 20.96 ตามลำดับ และจากความเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดพบว่า การลงทุนโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนเพื่อพัฒนาพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ก่อนพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ ทำให้ได้แนวทางในการวางแผนตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลาที่เหมาะสม

คำสำคัญ

การลงทุนโครงการถนน การจัดลำดับ การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ

Abstract

Road is a principal transportation system in Thailand. It is utilized to satisfy travel demands, to facilitate movements, to connect with other modes, as well as to develop the overall economy. All Thai road networks are under responsibility of governmental agencies. Songkhla is one of the most important economic provinces in the country; it accommodates

the second- largest road networks in the southern region, and is continually expanding. Nevertheless, the increase of its road networks is in contrast to the present transport integration-development budget; which seems to be in perpetual decline each year. The effect is such that responsible road agencies could not effectively develop and maintain many routes under their care, and are forced to make tough decisions on suitable road-network investment that would optimize benefits. In accordance with this desire, this article aims to study factors that affect executive decision- making to invest in the Songkhla road networks by probing relevant experts of their knowledge and experiences working on road projects belonging to the Department of Highways, the Department of Rural Roads, and the Department of Local Administration. The subject is divided into new road construction projects and existing road improvement projects. Fuzzy Analytic Hierarchy Process method is utilized to analyze and allocate scores to the decision- making process, as well as project ranking considering inclusive factors such as engineering, economic, political and policy, and social and environmental factors. The study reveals that all the three Departments have attached primary importance to engineering factors with an average score of 34.70 percent; and secondary, the social and environmental factors, at 20.55 percent. In addition, majority of the expert opinions indicates prioritizing of road- network investments to developments of residential areas and official offices, followed respectively by commercial and industrial, rural and agricultural, environmental conservation, and recreation areas. It is anticipated that the findings could be used as a guidance to appropriate future planning on the decision making process of road construction and rehabilitation investment projects in Songkhla, and beyond.

Keywords

road investment; prioritization; multi- criteria decision making (MCDM); fuzzy analytic hierarchy process (FAHP); influencing road decision-making factors

1. บทนำ

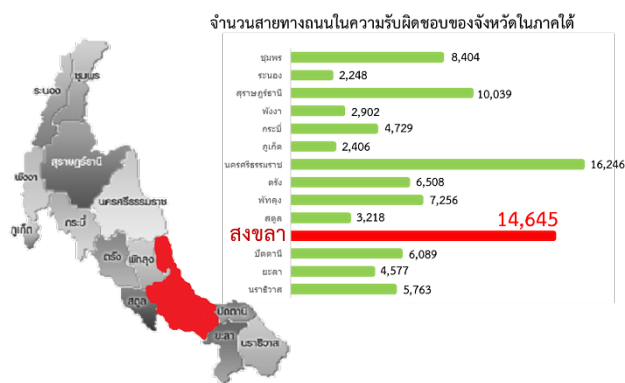
ระบบขนส่งมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันและยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่และความมั่นคงของประชาชน รวมถึงเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีการขนส่งสินค้าภายในประเทศเป็นการขนส่งทางถนนถึงร้อยละ 81.10 มากเป็นอันดับหนึ่ง รองมาคือ การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางราง และการขนส่งทางอากาศ คิดเป็นร้อยละ 16.90 ร้อยละ 2.00 และ ร้อยละ 0.02 ตามลำดับ [1] แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการขนส่งทางถนน ซึ่งเป็นการขนส่งหลักที่ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ดีกว่าการขนส่งประเภทอื่น หากมีการพัฒนาที่ครอบคลุม มีแบบแผนและมีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศให้ดีขึ้น ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

หน่วยงานในประเทศไทยที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผน ก่อสร้าง บำรุงรักษาและพัฒนาโครงการถนน ประกอบด้วยหน่วยงานหลักที่ดูแลโดยตรง คือ กรมทางหลวง (ทล.) กรมทางหลวงชนบท (ทช.) และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) โดยหน่วยงานเหล่านี้ มีจำนวนถนนที่รับผิดชอบอยู่ 70,882 กิโลเมตร 47,983 กิโลเมตร และ

597,667 กิโลเมตร ตามลำดับ [2-4] โดยแต่ละหน่วยงานได้รังบประมาณในการดำเนินการโครงการถนนที่จำกัดไม่เพียงพอแก่การก่อสร้าง และปรับปรุงทุกโครงการที่รับผิดชอบได้ทั้งหมดในแต่ละปีงบประมาณ ซึ่งแต่ละหน่วยงานมีความจำเป็นในการจัดลำดับความสำคัญในการวางแผนดำเนินการโครงการถนนในสายทางที่สำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน

จังหวัดสงขลา เป็นเมืองท่าและเมืองเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 7,393 ตารางกิโลเมตร มีสถานที่ท่องเที่ยว สถานที่ราชการ สถานศึกษา มีประชากรและนักท่องเที่ยวอย่างหนาแน่น โดยจังหวัดสงขลา มีจำนวนโครงการถนนมากเป็นอันดับสองในภาคใต้ ดังรูปที่ 1 โดยมีมากถึง 14,645 สายทาง รวมความยาว 11,826 กิโลเมตร แบ่งเป็นความรับผิดชอบของ กรมทางหลวง 42 ตอนควบคุม กรมทางหลวงชนบท 59 สาย และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 14,544 สายทาง โดยหน่วยงานต่างๆ จำเป็นต้องดูแลรับผิดชอบในการดำเนินการโครงการถนนทั้งหมด โดยการวางแผนใช้งบประมาณและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

จากความสำคัญของการจัดลำดับความสำคัญของโครงการฯ ดังกล่าวข้างต้น การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการก่อสร้าง และปรับปรุงถนนของแต่ละหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบโครงการถนนในจังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนน ซึ่งมีมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงานโดยประยุกต์ใช้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสำคัญในการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนน จากนั้นจะทำการให้คะแนนและจัดลำดับความสำคัญการดำเนินการโครงการถนนตามแผนที่ผังเมืองในพื้นที่จังหวัดสงขลา เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาการลงทุนโดยใช้งบประมาณและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 1 จำนวนสายทางถนนในความรับผิดชอบของจังหวัดในภาคใต้ [2-4]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากข้อมูลจำนวนโครงการถนนที่มีจำนวนมากข้างต้น การพิจารณาลำดับในการลงทุนอย่างเหมาะสมนั้น จำเป็นต้องมีวิธีการตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือก ทางเลือกใด ทางเลือกในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ Sa-ngeumram [5] อธิบายว่า การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือก ทางเลือกใด ทางเลือกหนึ่งจากหลายทางเลือกที่พิจารณา โดยประเมินอย่างดีแล้วว่าเป็นทางเลือกที่บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

2.1 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM)

อภริตี [6] กล่าวว่า วิธีการที่ใช้ในการตัดสินใจมีหลากหลายวิธีในการวิเคราะห์และประมวลผล ซึ่งมีรูปแบบการนำเสนอที่แตกต่างกัน การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ หรือที่เรียกว่า Multi-Criteria Decision Making: MCDM เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม โดยเป็นการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์ (Criteria) มาเรียงลำดับเพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหา

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Decision Making: MODM) เป็นการตัดสินใจที่พิจารณาตามวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการหาวิธีการที่ดีที่สุดในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่นั่นจะเป็นไปได้

2) การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (Multi-Attribute Decision Making: MADM) เป็นการตัดสินใจที่พิจารณาตามข้อมูลคุณลักษณะของทางเลือก ซึ่งสามารถวัดในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณในทางเลือกที่ดีที่สุด โดยแสดงดัง ตารางที่ 1

โดยวิธีการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ มีทฤษฎีในการวิเคราะห์หลายทฤษฎี เช่น 1) วิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) 2) วิธี Simple Additive Weighting (SAW) 3) วิธี The Analytic Hierarchy Process (AHP) และ 4) วิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 2

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) ในการจัดลำดับความสำคัญ เนื่องจากบทความนี้มีปัจจัยที่ใช้พิจารณาจำนวนมาก ซึ่ง FAHP เป็นวิธีที่สามารถจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียงได้ดี และ มีการใช้ตัวเลขฟัซซีตัดสินใจเปรียบเทียบ เพื่อช่วยในตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจนและความไม่แน่นอนของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ทำให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) เป็นเครื่องมือช่วยการตัดสินใจที่มีความสามารถในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าว สามารถเป็นได้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดย FAHP มีแนวความคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการ

ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านให้การยอมรับ

Chen และคณะ [8] กล่าวว่า FAHP ประยุกต์แนวคิดของทฤษฎีเซตคลุมเครือแทนการใช้ค่าทวินัยที่ใช้ตัวเลขเปรียบเทียบ ทำให้ FAHP มีความสามารถในการตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน และความไม่แน่นอนของปัจจัยได้ คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์

ตารางที่ 1 การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ [6]

	คุณลักษณะ 1	คุณลักษณะ 2	...	คุณลักษณะ n
ทางเลือกที่ 1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
ทางเลือกที่ 2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
...	...	...	...	...
ทางเลือกที่ m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}

X_{ij} คือ ค่าคะแนนสำหรับทางเลือกที่ i และข้อมูลคุณลักษณะ j โดยที่ทางเลือกมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง m ในขณะที่ข้อมูลคุณลักษณะมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบวิธีตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ [6-7]

วิธีการ	ลักษณะการเปรียบเทียบ
SAW	ผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนดกำหนด ค่าน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคะแนนรวมของแต่ละทางเลือก
TOPSIS	กำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้และทางเลือกไหนมีค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุดและไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด
AHP	ให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสม โดยใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่
FAHP	ให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสม โดยใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ เช่นเดียวกับ AHP เพียงแต่ใช้ระบบตัวเลขฟัซซีเข้ามาช่วย

	SAW	TOPSIS	AHP	FAHP
ความหลากหลายการใช้งาน	✓		✓	✓
การวิเคราะห์ความสอดคล้อง			✓	✓
ต้องการความชำนาญผู้เชี่ยวชาญ			✓	✓
ความยุ่งยากการวิเคราะห์		✓	✓	✓

โดย FAHP ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย และมักพบในสองรูปแบบหลัก คือ การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ปัจจัย และการหาทางเลือกโดยการเปรียบเทียบเกณฑ์ปัจจัยหลายด้านและหลายระดับ

การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลในวิธีการ FAHP โดยทั่วไปทำได้หลายแบบ ซึ่งการวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่พัฒนาจาก

Chang [9], Buckley [10] และ Mustafa Butuhan Ayan [11] ได้อธิบายขั้นตอนของ FAHP ดังนี้

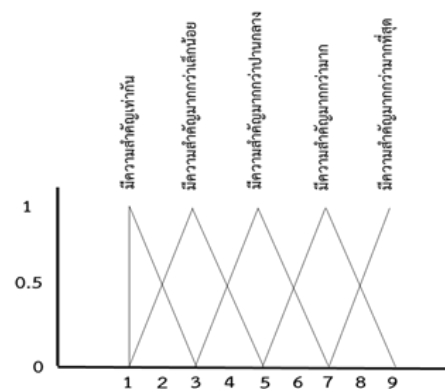
1) ทำการเปรียบเทียบค่าระดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการวิเคราะห์ทีละคู่ จากนั้นเปลี่ยนจากค่าระดับความสำคัญ โดยใช้ฟัซซีนิมเบอร์ในการให้คะแนนเปรียบเทียบจากตารางที่ 3 โดยระดับความสำคัญแต่ละระดับจะใช้ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยมในการคิด ดังรูปที่ 2

2) กำหนดขอบเขตเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจโดยกำหนดเมทริกซ์ A เป็นเมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละเกณฑ์โดย $\tilde{a}_{ij}$ เป็นตัวเลขฟัซซีค่าระดับความสำคัญเปรียบเทียบ ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างหลักเกณฑ์ที่ i และ j โดยที่ i และ $j = 1, 2, 3, \dots, n$ สามารถแสดงได้ดัง สมการ (1)

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \dots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \dots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) = \left(\frac{1}{u_{ji}}, \frac{1}{m_{ji}}, \frac{1}{l_{ji}} \right) \text{ สำหรับ } i \neq j$$

$$(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) = (1,1,1) \text{ สำหรับ } i = j$$



รูปที่ 2 การกำหนดฟัซซีนิมเบอร์ให้กับระดับของความชอบฟังก์ชันภาวะสมาชิกแบบสามเหลี่ยม [12]

ตารางที่ 3 ระดับความสำคัญของ FAHP [13]

ระดับความสำคัญ	ตัวเลขพหุคูณแบบสามเหลี่ยม
มีความสำคัญเท่ากัน (1)	(1, 1, 3)
มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย (3)	(1, 3, 5)
มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง (5)	(3, 5, 7)
มีความสำคัญมากกว่ามาก (7)	(5, 7, 9)
มีความสำคัญมากกว่ามากที่สุด (9)	(7, 9, 9)

3) วิเคราะห์ค่าขอบเขตสังเคราะห์พหุคูณ โดยการหาค่า the geometrical means จากสมการ 2 ในแต่ละ i

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \right)^{1/n} \text{ โดยที่ } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

4) คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขพหุคูณของหลักเกณฑ์ จากสมการ 3

$$\begin{aligned} \tilde{w}_i &= \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \tilde{r}_3 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \\ &= (lw_i, mw_i, uw_i) \end{aligned} \quad (2)$$

โดยตัวอย่างการดำเนินการของเลขพหุคูณ ดังต่อไปนี้

$$\tilde{b}_1 \oplus \tilde{b}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$$

$$\tilde{b}_1 \otimes \tilde{b}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2)$$

$$\tilde{b}_1^{-1} = (l, m, u)^{-1} = \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right)$$

5) คำนวณ Centre of Area (M_i) ของน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์

$$M_i = \left(\frac{lw + mw + uw}{3} \right) \quad (3)$$

6) คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขหลักเกณฑ์ จะได้ w_i เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละหลักเกณฑ์

$$w_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (4)$$

โดยปัจจุบันวิธี FAHP ก็ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ในการช่วยตัดสินใจ ทั้งในด้านอุตสาหกรรม เช่น Neeraj Singh Thakur [14] ทำการวิเคราะห์ความยั่งยืนทางอุตสาหกรรมในประเทศอินเดีย นิธิเดช [15] คัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ยาง รวมถึงในด้านคมนาคมและโลจิสติกส์ โดย Yashon O. Ouma [16] ได้ทำการจัดลำดับความสำคัญของการบำรุงถนนในเมือง Eldoret ประเทศเคนยา

และ วิรัชญา [17] ที่ทำการวิเคราะห์การตัดสินใจในการเลือกเส้นทางสำหรับการส่งออกยางพาราของประเทศไทย เป็นต้น

2.3 การหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล

การหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio: C.R.) เป็นการตรวจสอบข้อมูลการตัดสินใจที่ได้จากการเปรียบเทียบในเมทริกซ์และการหาความสอดคล้องของการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยจะใช้ทฤษฎีไอเกนเวกเตอร์ [18] ดังนี้

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (5)$$

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} \quad (6)$$

เมื่อ $C.I.$ = ดัชนีความสอดคล้องที่วัดจากความแปรปรวนของ $\lambda_{\max}$ จาก N

$\lambda_{\max}$ = ผลรวมของผลคูณระหว่างผลรวมของสมาชิกในแต่ละหลักของเมทริกซ์กับน้ำหนัก (Normal Form)

น้ำหนัก (Normal Form) ค่าไอเกนของแต่ละ = แถวต่อผลรวมของค่าไอเกนของทุกสมการ

N = จำนวนสมาชิกในแถวหรือหลัก

$R.I.$ = ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลที่ใช้กับจำนวนสมาชิกในการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4

โดยค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง ($C.R.$) ที่ยอมรับได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเมทริกซ์ สำหรับเมทริกซ์ขนาด 3×3 ค่า $C.R.$ ที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.05 เมทริกซ์ 4×4 ค่า ยอมรับได้ไม่เกิน 0.08 เมทริกซ์มากกว่า 5×5 ค่า $C.R.$ ที่ยอมรับได้ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 [19]

2.4 งานวิจัยการตัดสินใจลงทุนในโครงการระบบขนส่งที่นำเสนอ

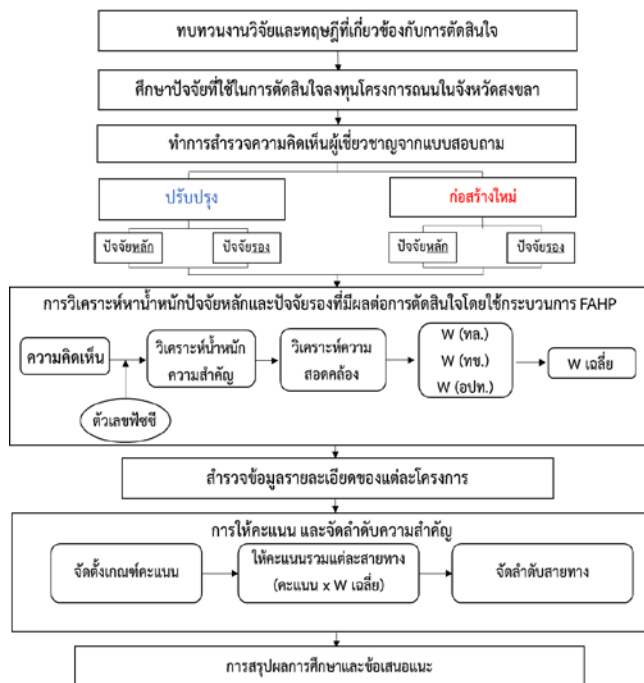
Peter J. Mackie [20] กล่าวถึงการตัดสินใจลงทุนการขนส่งของภาครัฐในประเทศอังกฤษ โดยกล่าวถึงปัจจัยทางด้านสังคม เศรษฐศาสตร์และการเมือง โดยทั้งสามปัจจัยจะถูกนำมาพิจารณารวมกันในระบบการวางแผนการลงทุน Dongmin Lee [21] ได้ทำการจัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้างทางหลวงเอเชียในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและปัจจัยด้านมุมมองทางการเมืองในการพิจารณา Sahadev Bahadur Bhandari [22] ทำการจัดลำดับโครงการถนนชนบทในเนปาล และเชดสกูล [7] ทำ

การจัดลำดับโครงการก่อสร้างถนนของกรมทางหลวงชนบท จังหวัดบึงกาฬ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม กิตติพงษ์และวชรภูมิ [23] ทำการศึกษา เภมณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบทให้สอดคล้องตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะการใช้งาน โดยใช้ปัจจัย ด้านวิศวกรรม ขนส่งและจราจร ด้านเศรษฐกิจและสังคม ในการวิเคราะห์โดย มีปัจจัยรองที่น่าสนใจจากงานวิจัยต่างๆ ข้างต้น เช่น ปริมาณ จราจร สัดส่วนรถบรรทุก ความหนาแน่นของประชากร การ เข้าถึงบริการภาครัฐ ต้นทุนการก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา ประชากรที่ให้บริการ จุดเชื่อมต่อโครงการ ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ เป็นต้น

ตารางที่ 4 ดัชนีความสอดคล้อง R.I. [18]

N	1	2	3	4	5
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12

N	6	7	8	9	10
R.I.	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49



รูปที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3. วิธีการศึกษา

3.1 ระเบียบวิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของงานวิจัย โดยจำแนกออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3 ซึ่งดำเนินการโดยแบ่งเป็นลักษณะของ โครงการถนน และศึกษากลุ่มตัวอย่างในจังหวัดสงขลา โดย อธิบายในหัวข้อถัดไป

3.2 ขอบเขตการศึกษา ประกอบด้วย 3 ปัจจัยในการ พิจารณาดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการศึกษาการตัดสินใจลงทุนดำเนินการ โครงการถนนแต่ละหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบโครงการถนนใน จังหวัดสงขลา โดยสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญที่มีความ เชี่ยวชาญ มีความรู้และมีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับการ ดำเนินการโครงการถนน ได้แก่ ผู้อำนวยการ หัวหน้าฝ่าย นักบริหารงาน วิศวกรโยธา และนายช่างอาวุโส ดังต่อไปนี้

1) กรมทางหลวง (ทล.) แบ่งออกเป็น 3 หน่วยงานย่อย ได้แก่ สำนักงานทางหลวงที่ 18 แขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 และ แขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 รวมจำนวน 14 คน

2) กรมทางหลวงชนบท (ทข.) แบ่งออกเป็น 2 หน่วยงาน ย่อย ได้แก่ สำนักงานทางหลวงชนบทที่ 12 และแขวงทางหลวง ชนบทสงขลา รวมจำนวน 13 คน

3) องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เนื่องจากจังหวัด สงขลาเป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่และมีความหลากหลายใน ลักษณะทางภูมิประเทศ ทำให้กลุ่มตัวอย่างขององค์การปกครอง ส่วนท้องถิ่นที่ผู้วิจัยสำรวจ มีจำนวนมากและมีลักษณะที่ กระจายตัวของแต่ละหน่วยงานทั่วจังหวัด โดยในจังหวัดสงขลา แบ่งออกเป็น 141 หน่วยงาน มีจำนวนผู้ความเชี่ยวชาญ ดังกล่าวอยู่รวมจำนวน 201 คน ตามข้อมูล ทำเนียบบุคลากร ของหน่วยงานต่างๆ [24] โดยพิจารณากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ วิธีวิธีของ [25] ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + (Ne^2)} \quad (7)$$

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ ขนาดของประชากร

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

โดยจากการคำนวณจากสูตร ได้กลุ่มตัวอย่าง 66.77 คน ที่ ความคลาดเคลื่อน 0.1 การศึกษานี้จึงใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ของ อปท. จำนวนรวม 70 คน กระจายตามพื้นที่ในจังหวัด สงขลา

3.2.2 โครงการถนนที่ทำการจัดลำดับความสำคัญ

การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์โครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนของจังหวัดสงขลา ในแผนผังเมืองรวมจากข้อมูลของสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา ประกอบด้วยแผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่ง ผังเมืองรวมเมืองสงขลา พ.ศ.2540 ผังเมืองรวมชุมชนท่งน้ำลึกสงขลา พ.ศ.2548

ผังเมืองรวมเมืองสะเตา พ.ศ.2541 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร - นาสีทอง พ.ศ.2558 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง - พังลา พ.ศ.2556 และ ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ พ.ศ.2560 โดยมีทั้งหมด 181 สายทาง [26-27] ในการศึกษาแบ่งโครงการตามผังเมืองดังกล่าวข้างต้น ออกเป็น 3 ลักษณะ ตามลักษณะของโครงการ ดังนี้

- 1) ถนนที่สมบูรณ์แล้ว ถนนที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วมีความสมบูรณ์ตามแบบแผนผังของกรมโยธาธิการและผังเมือง หรือ ถนนที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วและไม่สามารถยกระดับได้แล้ว
- 2) ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ถนนที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วแต่ปรับปรุงให้มีความสามารถในการให้บริการได้ หรือถนนที่ดำเนินการก่อสร้างไว้แล้วบางส่วนแต่ยังไม่สมบูรณ์ตามแบบแผน
- 3) ถนนที่ต้องก่อสร้างใหม่ ถนนที่ยังไม่ได้ดำเนินการก่อสร้างตามแบบแผนผังเมืองรวมของกรมโยธาธิการและผังเมือง

3.3 การสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนน

ในการสอบถามผู้เชี่ยวชาญจะสอบถามความคิดเห็นในการดำเนินการก่อสร้างถนนโดยแบ่งเป็นสามส่วน คือ 1) ปัจจัยหลักในการลงทุนดำเนินการโครงการถนน 2) ปัจจัยรองในการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์และการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ ส่วนสุดท้าย 3) การสอบถามความเห็นเกี่ยวกับรายละเอียดของปัจจัยรอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ปัจจัยหลักในการลงทุนดำเนินการโครงการถนน

ด้านวิศวกรรม เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงข้อมูลปัจจุบันของโครงการ เช่น ผิวทาง ความกว้างช่องจราจร ความถี่อุบัติเหตุ รวมถึงตัวแปรที่ต้องใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณการจราจร ระดับการให้บริการ เป็นต้น

ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ โดยพิจารณาเกี่ยวกับเป็นงบประมาณที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละโครงการ

ด้านการเมืองและนโยบาย เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงวัตถุประสงค์ในการก่อสร้างถนนแต่ละสายที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของนโยบายของส่วนกลางภาครัฐ หรือนโยบายที่มีความเหมาะสมตามลักษณะการพัฒนาและแก้ปัญหาของส่วนท้องถิ่นเองเพื่อเป็นประโยชน์ต่อประชาชนมากที่สุด

ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อดำเนินการก่อสร้างถนนที่กระทบต่อทั้งผู้ที่อาศัยอยู่บริเวณโครงการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สูญเสียไปจากการก่อสร้าง

- 2) ปัจจัยรองในการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์และการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่

ปัจจัยรองในการศึกษานี้ ผู้วิจัยพิจารณาจากปัจจัยที่สามารถสอบถามข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ และสำรวจข้อมูลภาคสนามได้ โดยแบ่งปัจจัยรองเป็น 2 ลักษณะ ประกอบด้วย การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (ภาพซ้ายมือของรูปที่ 4) และการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ (ภาพขวามือของรูปที่ 4) ซึ่งผู้วิจัยใช้ปัจจัยที่แตกต่างกัน เนื่องจาก บางปัจจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ในโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ ซึ่งยังไม่ได้ทำการก่อสร้าง เช่น ความถี่อุบัติเหตุ เป็นต้น ทำให้ผู้วิจัยกำหนดปัจจัยที่เหมาะสม

- 3) การสอบถามความเห็นรายละเอียดของปัจจัยรอง

โดยในส่วนนี้ ทำการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาพื้นที่จังหวัดสงขลาตามแผนที่ผังเมือง ชนิดผิวทางที่ใช้ในการดำเนินการก่อสร้างถนนในพื้นที่จังหวัดสงขลา ความจำเป็นเร่งด่วน และความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับโครงการถนน

3.4 การให้คะแนนโครงการถนน

หลังจากการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนนแล้วนั้น จากนั้นทำการจัดลำดับโครงการถนนตามแผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่งผังเมืองในจังหวัดสงขลา ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยผู้วิจัยได้นำวิธี Simple Additive Weighting [6] เพื่อใช้ในการรวมคะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบและจัดลำดับโครงการถนน โดยมีวิธีการคำนวณ ดังสมการที่ 8

$$A_i = \sum w_i x_{ij} \quad (8)$$

A_i คือ ค่าคะแนนโครงการแต่ละสายทาง

w_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

x_{ij} คือ ค่าคะแนนของทางเลือกที่ i ในข้อมูลคุณลักษณะที่ j

4. การวิเคราะห์และอภิปรายผล

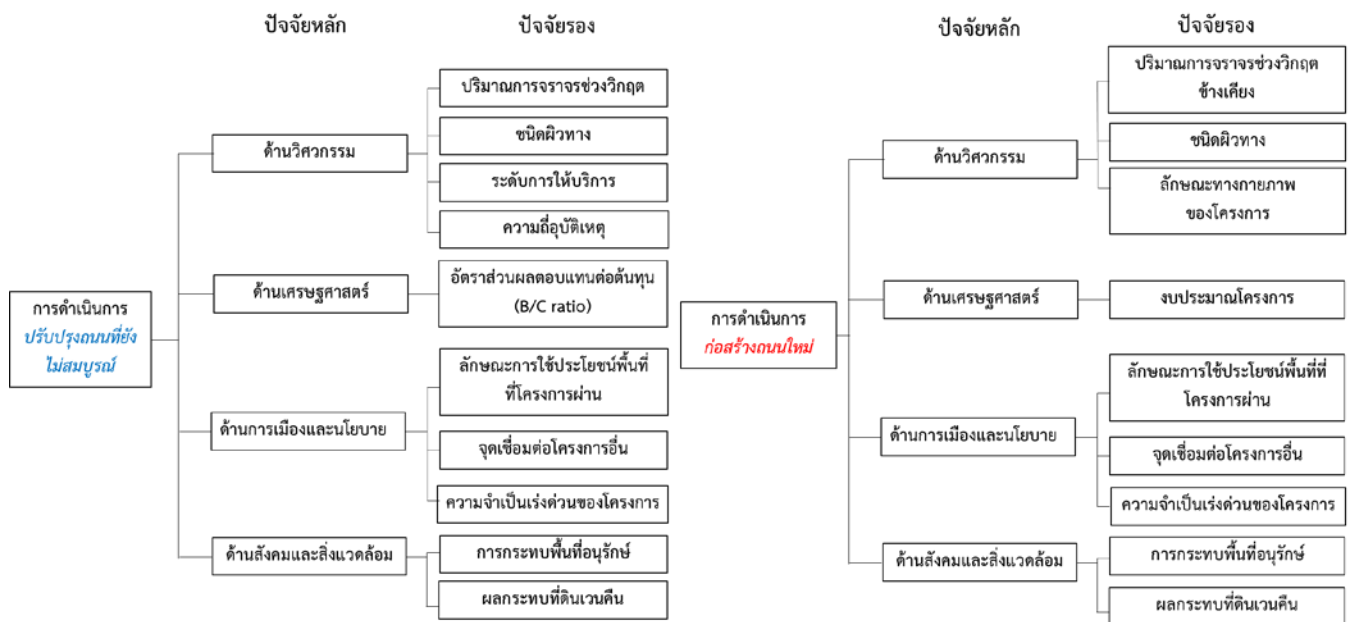
4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนโครงการถนน

จากการสำรวจข้อมูลแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้งสามหน่วยงาน ผู้วิจัยแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านหนึ่ง ดังตารางที่ 5 พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้เปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านวิศวกรรมมีค่าความสำคัญมากกว่าด้านเศรษฐศาสตร์อยู่ใน ระดับ 5 โดยการวิเคราะห์เริ่มต้นจากการเปลี่ยนค่าดังกล่าวเป็นตัวเลขฟัซซี จากเมทริกซ์เปรียบเทียบในสมการ 1 ดังตารางที่ 6 จากนั้นทำการหา The geometrical means ($\tilde{r}_i$) จากสมการ 2 โดย $\tilde{r}_1 = ((1 \times 3 \times 1 \times 1)^{1/4}, (1 \times 5 \times 1 \times 3)^{1/4}, (1 \times 7 \times 3 \times 5)^{1/4}) = (1.316, 1.968, 3.2)$ และดำเนินการหาค่า $\tilde{r}_2, \tilde{r}_3, \tilde{r}_4$ ในทำนองเดียวกันตามลำดับ ขั้นตอนต่อไปทำการคำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟัซซีของหลักเกณฑ์ จากสมการ 3 จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟัซซี เท่ากับ $\tilde{w}_1 = (0.177, 0.411, 1.13)$ $\tilde{w}_2 = (0.056, 0.106, 0.354)$ $\tilde{w}_3 = (0.102, 0.361, 0.791)$ $\tilde{w}_4 = (0.046, 0.121, 0.354)$ จากนั้นน้ำหนักดังกล่าวคำนวณค่า M_i จากสมการ 4 และหาน้ำหนักของแต่ละปัจจัย เท่ากับ w_i

$= 0.429$ $w_2 = 0.128$ $w_3 = 0.310$ และ $w_4 = 0.130$ ซึ่งจะเป็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยวิศวกรรม ปัจจัยเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยการเมืองและนโยบาย ปัจจัยสังคมและสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนทั้งหมด จึงตรวจสอบการหาอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (C.R.) จากสมการ 6 และสมการ 7 เป็นขั้นตอนสุดท้าย จากการตรวจสอบ มีชุดข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้อง 16 ชุดแบบสอบถาม ในบางหัวข้อ ซึ่งมีค่าความสอดคล้องกลุ่ม (GCR) ดังตารางที่ 7 จากความเห็นผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่มมาเฉลี่ยโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขาคณิตและคำนวณดังวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ และสังคมสิ่งแวดล้อม มีไม่เกินสองปัจจัย จึงไม่มีความจำเป็นต้องตรวจสอบ

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปัจจัยหลัก

	วิศวกรรม	เศรษฐศาสตร์	การเมือง นโยบาย	สังคมและ สิ่งแวดล้อม
วิศวกรรม	1	5	1	3
เศรษฐศาสตร์	1/5	1	1/3	1
การเมือง นโยบาย	1	3	1	3
สังคมและ สิ่งแวดล้อม	1/3	1	1/3	1



รูปที่ 4 ปัจจัยในการศึกษาการลงทุนดำเนินการโครงการถนนในจังหวัดสงขลา

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการเปลี่ยนตัวเลขฟิชชี

	วิศวกรรม	เศรษฐศาสตร์	การเมือง นโยบาย	สังคมและ สิ่งแวดล้อม
วิศวกรรม	1,1,1	3,5,7	1,1,3	1,3,5
เศรษฐศาสตร์	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1/5,1/3,1	1,1,3
การเมือง นโยบาย	1/3,1,1	1,3,5	1,1,1	1,3,5
สังคมและ สิ่งแวดล้อม	1/5,1/3,1	1/3,1,1	1/5,1/3,1	1,1,1

ตารางที่ 7 ค่าความสอดคล้องกลุ่ม (Group Consistency Ratio: GCR)

	ทล.	ทช.	อปท.
ปัจจัยหลัก	0.0058	0.0062	0.0006
ปัจจัยรองยกระดับ			
- วิศวกรรม	0.0202	0.0063	0.0022
- การเมืองนโยบาย	0.0000	0.0000	0.0003
ปัจจัยรองก่อสร้างใหม่			
- วิศวกรรม	0.0018	0.0002	0.0000
- การเมืองนโยบาย	0.0006	0.0002	0.0002

4.2 การอภิปรายผลการให้น้ำหนักความสำคัญ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ แสดงได้ดัง ตารางที่ 8 และตารางที่ 9 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามหน่วยงานล้วนให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง โดยกรมทางหลวงให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์เป็นอันดับสอง ต่างจากกรมทางหลวงชนบทที่ให้ความสำคัญกับด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านการเมืองและนโยบายเป็นอันดับสอง โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทางสถิติ วิธี Kruskal-Wallis Test ในการเปรียบเทียบ แต่ละหน่วยงาน เนื่องจาก มีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม และเป็นข้อมูลที่ไม่เป็น normal distribution โดยหาค่า Asymptotic significance (Asymp.Sig) มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยปัจจัยรองการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับความถี่อุบัติเหตุที่มีความสำคัญมากที่สุด ในปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม ส่วนในปัจจัยด้านโดยปัจจัยการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ จากตารางที่ 9 ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับปัจจัยปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียงที่มีความสำคัญมากที่สุด ในปัจจัยหลัก

ด้านวิศวกรรม ในด้านการเมืองและนโยบาย กรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทให้ความสำคัญปัจจัยรองด้านลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านมากที่สุด แตกต่างกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ให้ความสำคัญกับความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการมากที่สุด โดยในปัจจัยหลักด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์มากกว่าผลกระทบที่ดินเวนคืนในทำนองเดียวกัน การเมืองและนโยบาย กรมทางหลวงให้ความสำคัญกับลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านมากที่สุด ต่างจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและทางหลวงชนบทที่ให้ความสำคัญกับความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ และจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นมากที่สุด โดยกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์มากกว่าผลกระทบที่ดินเวนคืนในปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม แตกต่างจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ให้ความสำคัญกับผลกระทบที่ดินเวนคืน โดยมีค่าเฉลี่ยมุมมองรวมของทั้งสามหน่วยงานดังตารางที่ 8

ในส่วนของมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา ทั้งสามหน่วยงานให้น้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยดังรูปที่ 5 โดยมีพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นลำดับแรก เนื่องจากเห็นถึงลักษณะความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นหลักก่อนลักษณะพื้นที่ชนิดอื่น

พื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ   33.767%

พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม   26.530%

พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม   22.987%

พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อม   16.716%

รูปที่ 5 มุมมองเฉลี่ยหน่วยงานในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา

ตารางที่ 8 น้ำหนักของปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

ปัจจัยหลัก	ร้อยละ			ร้อยละเฉลี่ย	ปัจจัยรอง	ร้อยละ			ร้อยละเฉลี่ย
	ทล.	ทช.	อปท.			ทล.	ทช.	อปท.	
ด้านวิศวกรรม	38.17	34.07	31.48	34.728	ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต	12.02	10.87	8.48	10.510
					ชนิดผิวทาง	3.70	4.71	5.12	4.537
					ระดับการให้บริการ	7.46	6.84	8.28	7.621
					ความถี่อุบัติเหตุ	14.99	11.65	9.60	12.060
ด้านเศรษฐศาสตร์	23.23	23.23	22.75	23.248	อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)	23.23	23.23	22.75	23.248
ด้านการเมืองและนโยบาย	20.80	16.69	26.33	21.067	ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน	7.41	4.29	10.13	7.081
					จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น	6.83	7.20	5.08	6.508
					ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ	6.56	5.20	11.12	7.478
ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	17.80	26.01	19.43	20.957	ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์	13.37	19.98	9.63	14.287
					ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	4.43	6.03	9.80	6.670

ตารางที่ 9 น้ำหนักของปัจจัยการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่

ปัจจัยหลัก	ร้อยละ			ร้อยละเฉลี่ย	ปัจจัยรอง	ร้อยละ			ร้อยละเฉลี่ย
	ทล.	ทช.	อปท.			ทล.	ทช.	อปท.	
ด้านวิศวกรรม	38.17	34.07	31.48	34.728	ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง	18.26	15.93	15.05	16.556
					ชนิดผิวทาง	5.33	6.44	6.81	6.232
					ลักษณะทางกายภาพโครงการ	14.58	11.70	9.63	11.940
ด้านเศรษฐศาสตร์	23.23	23.23	22.75	23.248	งบประมาณโครงการ	23.23	23.23	22.75	23.248
ด้านการเมืองและนโยบาย	20.80	16.69	26.33	21.067	ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน	9.57	6.84	8.88	8.567
					จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น	6.27	6.40	6.97	6.712
					ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ	4.96	3.45	10.48	5.788
ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	17.80	26.01	19.43	20.957	กระทบพื้นที่อนุรักษ์	13.33	19.73	10.33	14.408
					ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	4.47	6.28	9.10	6.549

4.3 การให้คะแนนโครงการถนนในจังหวัดสงขลา

จากการลงสำรวจข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยได้แบ่งช่วงระดับคะแนนในการให้คะแนนตามข้อมูลที่ได้ไปสำรวจเบื้องต้น ซึ่งจะนำมาคิดกับน้ำหนักของปัจจัยที่ได้วิเคราะห์มาจากข้อ 4.1 โดย เกณฑ์ระดับคะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นจากข้อมูลที่สำรวจมา เพื่อสามารถแบ่งช่วงระดับคะแนนที่เหมาะสมกับการคัดแยกแต่ละโครงการได้ และได้จากการสอบถามความเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญจากลักษณะการทำงาน โดยแสดงดังตารางที่ 10

โดยจาก ตารางที่ 10 หากได้ระดับคะแนน เต็ม {5} จะได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเฉลี่ยสามหน่วยงานทั้งหมดจาก ตารางที่ 8 และตารางที่ 9 ในการคำนวณ กลับกันหากได้ระดับคะแนน {1} คะแนนรวมที่ได้จากน้ำหนักของปัจจัยก็จะลดลง เหลือเพียง 1/5 ของน้ำหนักปัจจัยตามลงไปด้วย ตัวอย่างเช่น โครงการ ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ มีปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 136 PCU ได้คะแนน {3} จาก ตารางที่ 10 ทำให้ได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเฉลี่ย

สามหน่วยงานเป็น $3/5 \times 10.587$ เท่ากับ 6.306 คะแนน ไปรวมกับคะแนนรวมจากปัจจัยอื่นๆ จนเป็นคะแนนรวมทั้งหมดเป็นต้น

หลังจากทราบคะแนนโครงการถนนแต่ละโครงการ จึงทำการจัดลำดับเปรียบเทียบคะแนนจากคะแนนมากไปคะแนนน้อย เพื่อหาโครงการที่มีความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการถนนตามลำดับ โดยแสดงลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างและปรับปรุงถนนสายทางที่ได้คะแนนมากที่สุด 10 อันดับ ดังตารางที่ 11 และตารางที่ 12

จากตารางที่ 11 โครงการ ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา ได้คะแนนรวมมากเป็นลำดับหนึ่ง เนื่องจากเป็นโครงการที่ได้คะแนนเต็มจากปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญมาก ทั้งปัจจัยความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยผลกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์ อีกทั้งยังเป็นโครงการที่เคยเกิดอุบัติเหตุมาแล้วถึง 2 ครั้ง และมีปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตถึง 1,072 PCU ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับโครงการอื่น เช่นเดียวกับ โครงการ ก15 ผัง

เมืองรวมเมืองสงขลา จากตารางที่ 12 ซึ่งได้คะแนนเต็มจากปัจจัยปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน และยังเป็นโครงการที่เป็นจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นถึง 7 จุด อีกด้วย

ตารางที่ 10 ช่วงระดับคะแนนในการวิเคราะห์

ปัจจัย	เกณฑ์ {ระดับคะแนน}				
ปริมาณ การจราจรช่วง วิกฤต (PCU)	≥200 {5}	150- 200 {4}	100- 150 {3}	50-100 {2}	≤50 {1}
ปริมาณ การจราจรช่วง วิกฤตโครงการ ข้างเคียง (PCU)	≥200 {5}	150- 200 {4}	100- 150 {3}	50-100 {2}	≤50 {1}
ระดับการ ให้บริการ	E,F {5}	D {4}	C {3}	B {2}	A {1}
ชนิดผิวทาง (ซ่อมแซม)	แอสฟัลท์ {2}			คอนกรีต {1}	
ชนิดผิวทาง (ก่อสร้างใหม่)	คอนกรีต {2}			แอสฟัลท์ {1}	
ลักษณะทาง กายภาพ ความกว้าง (เมตร)	≤10 {5}	10-15 {4}	15-20 {3}	20-25 {2}	≥25 {1}
ความถี่อุบัติเหตุ ในถนนที่ พิจารณาช่วงปี 60-62 (ครั้ง)	≥2 {3}		1 {2}		0 {1}
อัตราส่วน ผลตอบแทนต่อ ต้นทุน (B/C ratio)	≥1 {4}	0.5-1 {3}		0.1-0.5 {2}	<0.1 {1}
งบประมาณ โครงการ (ล้านบาท)	<10 {5}	10-50 (4)	50-100 (3)	100-150 {2}	≥150 {1}
ลักษณะการใช้ ประโยชน์พื้นที่ ที่โครงการผ่าน	ที่อยู่อาศัย ราชการฯ {4}	พาณิชย- กรรมฯ {3}		ชนบท เกษตรกรร ม {2}	อนุรักษ์ สงวนฯ {1}
จุดเชื่อมต่อ โครงการอื่น (จุด)	≥10 {4}	5-10 {3}		2-4 {2}	1 {1}
ความจำเป็น เร่งด่วน โครงการ	มีความจำเป็นเร่งด่วน {2}			ไม่มีความจำเป็นเร่งด่วน {1}	
ผลกระทบ พื้นที่อนุรักษ์	ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ {2}			กระทบพื้นที่อนุรักษ์ทุกชนิด {1}	
กระทบที่ดิน เวนคืน (แปลง/กม.)	0-60 {5}	61-120 {4}	121-180 {3}	181- 240 {2}	≥240 {1}

ตารางที่ 11 ลำดับโครงการประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

ลำดับ	โครงการ	คะแนนรวม
1	ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	87.496
2	ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา	87.291
3	ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	82.124
4	ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	80.790
5	ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	80.790
6	ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	79.914
7	ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก	79.163
8	ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	75.872
9	ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	73.105
10	ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	72.291

ตารางที่ 12 ลำดับโครงการประเภทการก่อสร้างถนนใหม่

ลำดับ	โครงการ	คะแนนรวม
1	ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	86.002
2	ก14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	84.693
3	ข5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	84.324
4	ข8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	84.324
5	ค14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	83.767
6	ก11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	83.015
7	ข11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	82.551
8	ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา	81.705
9	ค13 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	81.353
10	ค8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	80.873

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลา โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) พบว่า ทั้งสามหน่วยงานที่รับผิดชอบโครงการถนนในจังหวัดสงขลา ล้วนให้ความสำคัญกับน้ำหนักในการดำเนินการเกี่ยวกับโครงการถนนในแต่ละมุมมอง ซึ่งทุกหน่วยงานให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง เฉลี่ยร้อยละ 34.728 และมีน้ำหนักปัจจัยอื่นๆ ที่แตกต่างกัน โดยมีความสำคัญเฉลี่ย ด้านเศรษฐศาสตร์ร้อยละ 23.248 ด้านการเมืองและนโยบายร้อยละ 21.067 และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 20.957 ตามลำดับ ตามลำดับ โดยเมื่อใช้หลักวิธีการทางสถิติ วิธี Kruskal-Wallis Test ในการเปรียบเทียบแต่ละหน่วยงาน พบว่า แม้แต่ละหน่วยงานจะให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน แต่จากผลในทางสถิติแสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นในปัจจัยส่วนใหญ่ยังคงมีความสอดคล้องกันทางสถิติ มีเพียง ปัจจัยจุดเชื่อมต่อ

โครงการอื่น ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ และปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน ในประเภทการปรับปรุงถนนที่ไม่สมบูรณ์ และ ปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ และปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน ในประเภทการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของคุณลักษณะพื้นที่ในการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนน จากความเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด พบว่า การลงทุนโครงการถนนเพื่อพัฒนาพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ก่อนพื้นที่พาณิชย์กรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ

และจากการวิเคราะห์คะแนนจากโครงการถนนแต่ละโครงการในแผนผังเมืองรวมจากข้อมูลของสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลาของงานวิจัยนี้ พบว่าโครงการ ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา มีคะแนนสูงสุดในการดำเนินการประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และโครงการ ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา มีคะแนนสูงสุดในการดำเนินการประเภทการก่อสร้างถนนใหม่ ซึ่งโครงการที่มีคะแนนมากที่สุดทั้งสองโครงการ มีความเหมาะสมที่ในการดำเนินการก่อนหน้านี้ดำเนินการโครงการที่มีคะแนนรองลงมาตามลำดับ

โดยหากมีการดำเนินโครงการถนนในจังหวัดสงขลาในอนาคต นักหนาความสำคัญที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญของบทความนี้ เป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการได้ เนื่องจากเป็นความคิดเห็นส่วนใหญ่ของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ และปฏิบัติงานเกี่ยวกับโครงการถนนในจังหวัดสงขลาโดยตรง และสามารถนำรายละเอียดของโครงการถนนอื่นๆ ในจังหวัดสงขลามาทำการให้คะแนนจากวิธีที่ได้อภิปรายไปข้างต้น เพื่อจัดลำดับความสำคัญโครงการที่จำดำเนินการอย่างเหมาะสมอีกด้วย

6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากบางโครงการไม่มีฐานข้อมูลเดิมโดยเฉพาะถนนก่อสร้างใหม่ ทำให้บางปัจจัยผู้วิจัยทำการลงสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลศึกษานักหนาปัจจัย สำหรับการศึกษานักหนาหากมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมของหน่วยงานต่างๆ หรือมีปัจจัยที่มีความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ อาจใช้ข้อมูลดังกล่าว ประกอบการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ อีกทั้งแผนผัง

เมืองที่ผู้วิจัยใช้ในฐานะข้อมูลของกรมโยธาธิการและผังเมืองบางแผนที่เป็นแผนที่ประกาศมาเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้ลักษณะภูมิประเทศบริเวณโครงการมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้บางโครงการอาจไม่มีความเหมาะสมในการดำเนินการ เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน

เนื่องจากการศึกษานี้ใช้แผนที่ผังเมืองในการพิจารณา ทำให้มีสภาพถนนหลายประเภท โดยทั่วไปสภาพการจราจรของถนนแต่ละประเภท เช่น ถนนทางหลวง และถนนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีความแตกต่างกัน ทั้งจำนวนผู้ใช้ถนน ปริมาณการจราจร ความเร็วในการสัญจร การนำปัจจัยดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับกัน อาจทำให้เกิดความแตกต่างของข้อมูลได้ในคำนวณ ค่า B/C ratio ที่ต้องใช้ปริมาณการจราจรประกอบการคำนวณ เช่นเดียวกับปัจจัยระดับการให้บริการ ที่ผู้วิจัยนำความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามมาเปรียบเทียบกับ ปริมาณการจราจร และพิจารณาระดับการให้บริการจากความสัมพันธ์ใน Highway Capacity Manual [28] ในการศึกษาในอนาคตอาจทำการแยกประเภทถนนที่มีสภาพการจราจรที่แตกต่างกันในการศึกษา เพื่อผลการศึกษาที่มีความแม่นยำมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก คณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ยอมสละเวลา และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการสัมภาษณ์ พร้อมให้คำชี้แนะต่างๆ ตลอดจนหน่วยงานราชการ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ให้ข้อมูล พร้อมเอื้อสถานที่ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทย ประจำปี พ.ศ.2560. 2561.

- [2] กองพัฒนาและส่งเสริมการบริหารงานท้องถิ่น. การจัดทำแผนพัฒนาถนนในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร: 2562.
- [3] สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท. โครงข่ายทางหลวงชนบท สำหรับงบประมาณ ๒๕๖๒. 2560.
- [4] สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง. ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง. Roadnet Central Road Database. เข้าถึงได้จาก: www.roadnet2.doh.go.th [เข้าถึงเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2562]
- [5] Sa-ngeumram V. การตัดสินใจ. เข้าถึงได้จาก: www.gotoknow.org/posts/496198 [เข้าถึงเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2562]
- [6] อภิรดี สรวิสูตร. การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*. 2559;8(2): 180-192.
- [7] เชิดสกุล สะอาด. การศึกษาการจัดลำดับความสำคัญทางหลวงชนบทด้วยวิธี Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Method. *คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 2561.
- [8] Chen YC, Lien H, Tzeng GH, Yang LS. Fuzzy MCDM approach for selecting the best environment- watershed plan. In *Applied Soft Computing*. 2011. p. 265-275.
- [9] Chang DY. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*. 1996;95(3): 649-655.
- [10] Buckley JJ. Fuzzy hierarchical analysis. In *Fuzzy Sets System V1*. 1985; 233-247.
- [11] Ayhan MB. A Fuzzy AHP approach for supplier selection problem: a case study in a Gearmotor Company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*. 2013;4(3): 11-23.
- [12] ปราโมทย์ ลื่อนาม. การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ : แนวความคิดและการประยุกต์. *วารสารการจัดการสมัยใหม่*. 2556;11(1): 2-12.
- [13] เมทินี จงไพบูลย์. การจัดลำดับความสำคัญของผลการดำเนินการ กิจกรรม และทฤษฎีบริหารจัดการองค์กรที่มีผลต่อการบริหารจัดการซัพพลายเชนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. *คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. 2558.
- [14] Neeraj ST, Neha V, Manoj M. Industrial sustainability analysis using AHP and integrated. *International Journal of Engineering Sciences & Research*. 2018: 134-145.
- [15] นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์. การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่: กรณีศึกษาโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ยาง. *วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ*. 2561;6(2): 182-193.
- [16] Yashon O. Ouma, Opudo J, Nyambenya S. Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS for Road Pavement Maintenance Prioritization: Methodological Exposition and Case Study. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Civil Engineering*. 2015: 1-17.
- [17] วิรัชญา จันทายเพ็ชร, ดวงพรรณ กริชชาญชัย. การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางสำหรับการส่งออกยางพาราของประเทศไทย. *การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน*. 2552;(9): 331-342.
- [18] Saaty TL. Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. USA: RWS Publications; 1990.
- [19] Kabir G, Hasin MAA. Comparative Analysis of Ahp and Fuzzy AHP Models for Multicriteria Inventory Classification. *International Journal of Fuzzy Logic Systems*. 2011;(1): 1-16.
- [20] Peter J Mackie. Cost- Benefit Analysis in transport: UK Perspective. *International Transport Forum OECD*. 2010;(16): 1-25.
- [21] Lee D, Han SJ, Kim DG. Evaluating prioritization of ASEAN highway network development using a fuzzy multiple attribute decision making method. *Journal of Advanced Transportation*. 2011;45(2): 129-142.
- [22] Sahadev BB, Padma BS, Rabindra NS. Multi-criteria Evaluation for Ranking Rural Road Projects: Case study of Nepal. *SR Journal of*

Mechanical and Civil Engineering (IOSR- JMCE).
2014;11(1): 53-65.

- [23] กิตติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ์, วชรภูมิ เบญจโอฬาร.
การศึกษาเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท. *วิศวกรรม
สาร มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 2558;10(2): 17-28.
- [24] สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดสงขลา.
จำนวนเว็บไซต์ในเครือข่ายจังหวัดสงขลา. เข้าถึงได้จาก:
www.sk-local.go.th/network [เข้าถึงเมื่อวันที่ 4
มิถุนายน 2562].
- [25] Yamane T. *Statistics: An Introductory Analysis*,
2nd Ed.. New York: Harper and Row; 1967.
- [26] สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา. งานวาง
ผังเมือง. เข้าถึงได้จาก: [www.yotasongkhla.go.th/
news_cityplan/detail/7/](http://www.yotasongkhla.go.th/news_cityplan/detail/7/). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 20
มิถุนายน 2562]
- [27] บริษัท พิสุทธิ เทคโนโลยี จำกัด. โครงการวางและจัดทำ
ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ปรับปรุงครั้งที่
3) . เข้าถึงได้จาก : [www. hatyai-
urbanplan. com/ news/ 19การปิดประกาศตาม
สถานที่ต่างๆ-พื้นที่เมืองหาดใหญ่.html](http://www.hatyai-urbanplan.com/news/19การปิดประกาศตาม
สถานที่ต่างๆ-พื้นที่เมืองหาดใหญ่.html). [เข้าถึงเมื่อวันที่
20 มิถุนายน 2562]
- [28] Transportation Research Board. *Highway
Capacity Manual*; 2000.